20SIUE
B148326
03

보안 과제( ), 일반 과제(√) / 공개(√), 비공개( )발간등록번호( )

위성정보 활용센터 설립 운영 사업 제3차 연도 최종보고서

R&D / 16150-11349

국토위성정보 수집 및 활용기술 개발

최종보고서

2021. 02. 26.

주관연구기관 / 인하대학교 산학협력단
협동연구기관 / 상지대학교 산학협력단

국토교통부
국토교통과학기술진흥원

국토위성정보 수집 및 활용기술개발 최종보고서

2021

국토교통과학기술진흥원
국 토 교 통 부

제 출 문

국토교통과학기술진흥원장 귀하

‘국토위성정보 수집 및 활용기술 개발’(연구개발 기간 : 2018. 06. 30. ~ 2020. 12. 31.) 과제의 최종보고서 2부를 제출합니다.

2021. 02. 26

주관연구기관명 : 인하대학교 산학협력단 (대표자) 서 태 범 (인)

협동연구기관명 : 인하대학교 산학협력단 (대표자) 서 태 범 (인)

상지대학교 산학협력단 (대표자) 차 영 환 (인)

참여기관명 : 서울시립대학교 산학협력단 (대표자) 김 강 수 (인)

충북대학교 산학협력단 (대표자) 최 상 훈 (인)

한국해양대학교 산학협력단 (대표자) 김 의 간 (인)

건국대학교 산학협력단 (대표자) 송 창 선 (인)

경남대학교 산학협력단 (대표자) 강 재 관 (인)

남서울대학교 산학협력단 (대표자) 김 황 배 (인)

경북대학교 산학협력단 (대표자) 임 기 병 (인)

㈜ 신항항업 (대표자) 배 상 태 (인)

㈜범아엔지니어링 (대표자) 안 호 준 (인)

㈜지오씨엔아이 (대표자) 정 연 수 (인)

㈜중앙항업 (대표자) 사 재 광 (인)

㈜인스페이스 (대표자) 최 명 진 (인)

㈜공간정보기술 (대표자) 박 경 열 (인)

㈜쓰리디랩스 (대표자) 김 태 정 (인)

㈜지인컨설팅 (대표자) 장 은 미 (인)

주관연구기관책임자: 인하대학교 산학협력단 김 태 정
협동연구기관책임자: 인하대학교 산학협력단 김 병 국
상지대학교 산학협력단 이 현 직

참여기관책임자: 서울시립대학교 산학협력단 정 형 섭
충북대학교 산학협력단 최 재 완
한국해양대학교 산학협력단 오 재 홍
건국대학교 산학협력단 어 양 담
경남대학교 산학협력단 최 현
남서울대학교 산학협력단 정 종 철
경북대학교 산학협력단 한 유 경
㈜ 신항항업 권 기 억
㈜ 범아엔지니어링 이 계 동
㈜ 지오씨엔아이 정 윤 재
㈜ 중앙항업 신 윤 수
㈜ 인스페이스 최 명 진
㈜ 공간정보기술 구 대 성
㈜ 쓰리디랩스 이 수 암
㈜ 지인컨설팅 장 은 미

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제29조에 따라 최종보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제 고유 번호</td><td>20SIUE-B148
326-03</td><td>해당 단계
연구 기간</td><td>2018.06.30 ~
2020.12.31</td><td>단계구분</td><td>3차 연도 / 3차 연도</td></tr>
<tr><td>연구사업명</td><td>세부사업명</td><td colspan="4">위성정보 활용센터 설립 운영사업</td></tr>
<tr><td>연구과제명</td><td>세부과제명</td><td colspan="4">국토위성정보 수집 및 활용기술 개발</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구책임자</td><td rowspan="2">김태정</td><td>해당단계
참여연구원 수</td><td>총: 129명
내부: 111명
외부: 18명</td><td>해당단계
연구비</td><td>정부: 2,033,000천원
민간: 401,000천원
정부외: 0 천원
상대국: 0 천원
계: 2,434,000천원</td></tr>
<tr><td>총 연구기간
참여연구원 수</td><td>총: 171명
내부: 153명
외부: 18명</td><td>총 연구비</td><td>정부: 6,500,000천원
민간: 1,321,000천원
정부 외: 0 천원
상대국: 0 천원
계: 7,821,000천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소속 부서명</td><td colspan="2">인하대학교 산학협력단, 상지대학교 산학협력단
서울시립대학교 산학협력단, 충북대학교 산학협력단
한국해양대학교 산학협력단, 건국대학교 산학협력단
경남대학교 산학협력단</td><td colspan="3">참여기업명 :
㈜신한항업, ㈜범아엔지니어링
㈜지오씨엔아이 ㈜중앙항업
㈜한컴인스페이스 ㈜공간정보기술
㈜쓰리디랩스 ㈜지인컨설팅</td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="2">상대국명:</td><td colspan="3">상대국 연구기관명:</td></tr>
<tr><td>위탁연구</td><td colspan="2">연구기관명:</td><td colspan="3">연구책임자:</td></tr>
</table>

※ 국내·외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 갈음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설·장비	기술요약 정보	소프트웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호	Y	Y	Y	N	N	Y	N	N	N	N	N

국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비 현황

구입기관	연구시설·장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

요약문

연구의 목적 및 내용	국토관측위성정보를 체계적으로 수집·처리·저장관리·배포하기 위한 시스템 및 핵심기술 개발 ○ 국토위성정보 활용센터에 설치 및 운영될 국토위성정보 수집·활용 시스템 개발 ○ 고정밀 국토위성정보 생산을 위한 활용기초기술 및 관련 SW 개발 ○ 국토관측위성의 효율적인 활용을 위한 국토위성정보 응용기술 개발 ○ 국토위성정보 수집·활용시스템 개발 - 수집시스템 연계·통합 및 고도화 - 활용시스템 SW 구현 - 활용시스템 SW 시험 및 보완 - 활용시스템 연계·통합-1차 ○ 국토위성정보 활용기초기술 개발 - 영상정합 SW 개발 - 남한·접경지역 및 북한 기준점(GCP) DB구축 - 기준점(GCP) 관리 SW 개발 - 전정색-다중분광영상 융합 알고리즘 개발 - 영상융합·영상모자이크 기술 및 SW 개발 ○ 국토위성정보 응용기술 개발 - 토지이용분류 및 공간객체추출 기술 개발 - 객체 기반 변화탐지 기술 및 SW 개발 - 토지이용분류 및 공간객체추출 항목의 세분화 및 품질기준설정 - AI기술을 활용한 공간정보추출 모듈 설계 - 화소기반 무감독 변화탐지 알고리즘 개발 - 시계열 영상 상대 방사보정 알고리즘 개발 - 변화탐지·시계열 모니터링을 위한 상대방사 보정 및 화소기반 변화탐지 S/W 개발 - DSM/DTM 추출을 위한 입체영상 제작 프로토타입 개발 - 정밀 DSM/DTM 생성 SW 개발 - 국토위성정보 품질검증체계 기반 수립 및 국토위성센터 법제도마련
연구개발성과	○ 국토위성정보 수집·활용시스템 개발 - 수집시스템 SW 인수 및 국토지리정보원 설치 - 활용시스템 SW - 활용시스템 SW 시험 보고서 - 활용시스템 SW 지리원 설치 ○ 국토위성정보 활용기초기술 개발 - 영상정합 SW 및 정밀영상제작 SW 개발 - 기준점(GCP) DB (남한 20,000점, 접경 1,500점, 북한 25,000점) 구축 - 기준점(GCP) 관리 SW - 전정색-다중분광영상 융합 SW - 영상융합 모듈 및 영상모자이크 SW ○ 국토위성정보 응용기술 개발 - 공간객체 추출을 위한 자동화 지향 병렬식 프로세스 정립 - 딥러닝 CNN 기법을 이용하여 농경지, 초지 및 나대지 분류 - 공간정보추출 기술 개발을 위한 AI기술 도입 - 토지이용분류 및 공간객체추출 SW - 화소기반 무감독 변화탐지 기술 - 화소기반 변화탐지 결과, 영상분할 결과, 정합노이즈 결과를 결합한 형태의 객체기반 변화탐지 기술 개발 - 시계열 영상 상대 방사보정 알고리즘 - 상대방사 보정 및 화소기반 변화탐지 S/W 개발 - 입체영상 제작 프로토타입 - DSM/DTM 표준산출물 생성 SW 설계 및 개발 - 산출물의 활용 및 관리를 위한 표준안 작성, 국토위성센터 운영규정 작성
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	- 국토위성정보 운영 시스템의 성공적인 개발 및 운영을 통해 추후 계속되는 위성정보 활용 분야의 선도적 역할 수행 및 성공적인 위성활용 롤모델 제시 - 위성정보 활용 증진을 통하여 다양한 위성정보 활용분야에서의 국토위성정보 활용 산출물을 활용할 수 있게 됨으로서 외국의 위성영상 구매비용을 절감할 수 있음 - 많은 분야에서 원격 탐사 영상의 응용을 확대하여 새로운 사업 기회를 창출 할 수 있음

국문핵심어 (5개 이내)	국토위성	위성지상국	위성영상 전처리	영상기준점	위성영상활용
영문핵심어 (5개 이내)	CAS 500-1/2	Satellite Ground Station	Image preprocessing	Ground control point	Satellite Image Application

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

〈 목 차 〉

1. 연구개발과제의 개요 ····· 6

가. 연구개발의 필요성 ····· 6

나. 연구개발 목표 ····· 9

다. 연구개발 내용 ····· 14

2. 연구수행내용 및 성과 ····· 17

가. 연구 개발 목표 및 결과 ····· 17

나. 연구개발 성과 ····· 398

다. 연구 결과 ····· 412

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 ····· 422

가. 목표달성도 ····· 422

나. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등) ····· 435

다. 관련 분야 기여도 ····· 436

4. 연구개발성과의 활용 계획 등 ····· 437

가. 추가 연구의 필요성 ····· 437

나. 타 연구에의 응용 ····· 445

다. 기업화 추진 방안 ····· 447

라. 기대효과 ····· 449

5. 붙임. 참고 문헌 ····· 452

1. 연구개발과제의 개요

가. 연구개발의 필요성

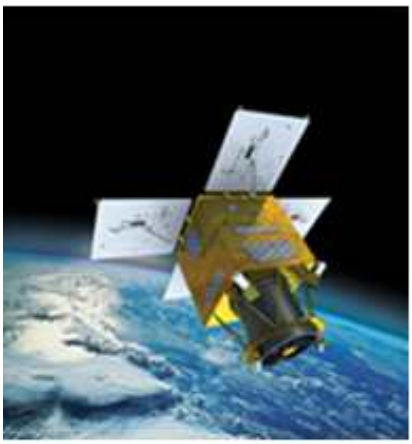
(1). 연구개발의 개요

(가). 제안배경 및 필요성

①. 국토관측위성을 통한 위성정보 활용 활성화 필요

○ 우리나라 위성개발 프로그램은 빠른 기술습득 및 국가안보분야 활용목적으로 진행되어, 위성정보의 공공분야 활용과 위성산업 발전에 한계가 존재. 예산 투자가 주로 위성제작 및 발사 등 인프라에 집중됨

○ 이러한 한계를 극복하기 위하여, 국토부와 과기부는 위성산업 발전과 공공분야 위성영상 수요 충족을 주목적으로 하는 차세대 중형위성 1단계 (2기) 개발사업을 추진하여('12~) 이에 따라 국토관측위성 1호('21, 3월) 및 2호('22) 발사예정



국토관측위성 1·2호	
공간해상도	흑백: 0.5m 급 칼라: 2.0m 급
파장대역	흑백: 450-900 nm 칼라: 450-900 nm (Blue, Green, Red, NIR)
운용궤도	태양동기 원궤도(500 km)
관측폭	≥ 12 km
방사해상도	12 bit

< 국토관측위성 1·2호 세부 사양 >

○ 국토관측위성의 활용분야로 지상·해양·기상 등에 대한 지구환경 모니터링, 광역·지역적 국토 환경 분석 및 계획, 지도제작 재해재난 등이 도출되었으며 특히 국토 분야에서의 위성정보 활용을 촉진할 수 있는 기술 개발 및 위성정보 활용 기반구축이 시급히 추진되어야 함

1	**북한지역 국토이용 모니터링** 북한공간정보통합체계 및 실태 DB 구축사업 한반도 국토개발 마스터플랜 수립 북한 경제특구 개발전략 수립 북한 국토개발 현황 모니터링 사업	8	**접근불능지역 공간정보 구축**
2	**하천유역 변화 모니터링** 수자원 분석 및 하천공간정보 구축 수질모니터링 가뭄정보 구축 및 가뭄지수 산출	9	**해외토지이용 변화 모니터링** 해외 지적 측량 사업 우루과이 지적도 개선사업
3	**해외 ODA사업지역 공간정보구축** 우즈베키스탄 NGIS사업	10	**해외건설 인프라 개발 구상** 해외사업(수력발전사업) 건설 지원 사업
4	**극지역 공간정보 구축**	11	**재난재해 대응 공간정보 구축** 풍수해 등 방재관련 공간정보 구축 사업 침수흔적도 작성 및 시스템 관리 사업
5	**도시녹지모니터링** 신규사업 개발여건 분석	12	**국토조사 및 공간정보 구축 활용**
6	**개발제한구역 관리**	13	**3차원 공간정보 구축 및 공간정보 오픈플랫폼 운영지원**
7	**토지이용 및 토지피복 모니터링** 토지특성 조사 및 자동화 연구 공익사업 손실보상을 위한 현장 원격탐사 사업	14	**도로 및 교통시설물 계획 관리**
		15	**불법시설물 및 불법건축물 탐지**
		16	**건설현장 관리 및 공정 모니터링**

<국토위성정보 활용분야 및 관련 사업>

(출처: 국토관측 위성정보 활용분야 발굴 및 활용모델 개발 기반연구-연구부문, 2016년 국토교통부)

② 국토위성활용센터 설립에 따른 국토위성정보 수집 및 활용시스템 개발 필요

○ 국토관측위성의 수신저장 기능과 활용기능이 부처 간에 분리됨에 따라 국토부는 국토관측위성의 주 활용부처, 지리원은 위성정보 활용을 위한 활용센터 운영기관으로 지정됨

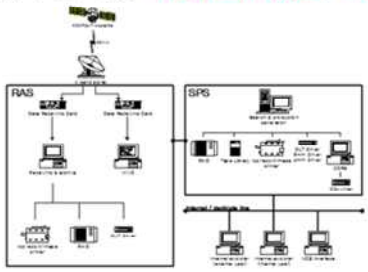
○ 국토관측위성 임무 성공 및 원활한 국토관측위성 영상자료의 활용을 위해서는 기존 위성수신처리 지상국과 다른 개념의 국토위성정보 수집 및 활용시스템 설립이 필요

1999년 이전

- 외국업체로부터 Turn-Key 형태로 지상국시스템 수입·공동개발을 추진
  - ✓ SPOT 수신처리 지상국 설치 (KAIST 인공위성연구센터)
  - ✓ 아리랑 1호 수신처리 시스템 (한국항공우주연구원)

1999년 ~ 2002년

- 아리랑-2호 위성 수신처리 지상국 국산화 성공



과제명	고해상도 위성영상 수신처리 시스템 개발
기간	1998.12.01 ~ 2002.8.31
발주처	한국항공우주연구원
수행기관	KAIST 인공위성연구센터
연구책임자	김태정

2003년 ~ 2016년

- 민간주도 (쎄트렉아이 등) 저궤도 위성 수신처리 지상국 및 군용 지상국 국내 개발

위성 시리즈	발사시기			
과학기술위성	1호 (2003)	2호 (2010)	3호 (2013)	
다목적실용위성			3호 (2012)	3A호 (2015)
정지궤도위성		1호 (2010)		

- 정지궤도 위성용 · 수신처리 지상국 공동개발
- 차세대 중형위성 프로그램의 일환으로 국토관측 위성 1·2호 개발 착수 (2012년 ~)
- 위성 임무에 맞는 새로운 수신처리 지상국 필요성 대두
  - ✓ 위성정보의 수집 ·처리 자동화
  - ✓ 위성정보 활용성 극대화
- 국토위성활용센터 기반연구 수행 (국토부, 2014년 ~ 2016년)

2017년 ~

- 국토위성정보 활용센터 관련 연구·사업을 연차별로 추진중
  - ✓ 국토위성정보의 수집·활용 시스템 기본설계 및 활용 기초기술 개발 『지리원, 2017년 9월 ~ 2018년 3월』
  - ✓ 국토위성정보 활용을 위한 주요 활용·응용기술 개발 『지리원, 2017년 9월 ~ 2018년 3월』
  - ✓ 국토위성정보의 수집시스템 상세설계 및 SW 개발 『지리원, 진행중』

국토위성정보 수집 및 활용기술 개발 연구 제안 (본 연구 과제)

< 국내 위성 수신처리 시스템 개발 연혁 >

③. 단계별·사업별로 구분 구축된 국토위성정보 수집·활용시스템의 연계통합 필요

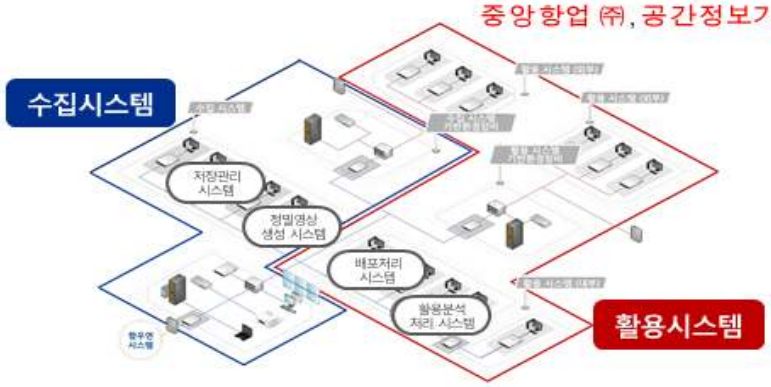
○ 기존에 수행된 기획연구 및 기본설계에 부합되며 현재 구축 중에 있는 국토위성정보 수집 시스템에 부합하는 국토위성정보 수집시스템 통합, 활용시스템 개발 및 전체 수집·활용시스템 통합검증이 필요

1단계 – 기획연구 및 개념설계

- 국토위성센터 설립에 관한 기획연구 수행 (2014년 4월 ~ 2015년 1월)
- 국토위성정보 활용분야 발굴 및 활용모델 개발 기반연구 (2016년 2월 ~ 2016년 12월)
  - ✓ 수행기관: 국토연구원 (참여기업: ㈜쎄트렉아이, ㈜픽소니어)
  - ✓ 수행내용: 센터 조직, 예산 및 정보처리 시스템 개념설계 수행

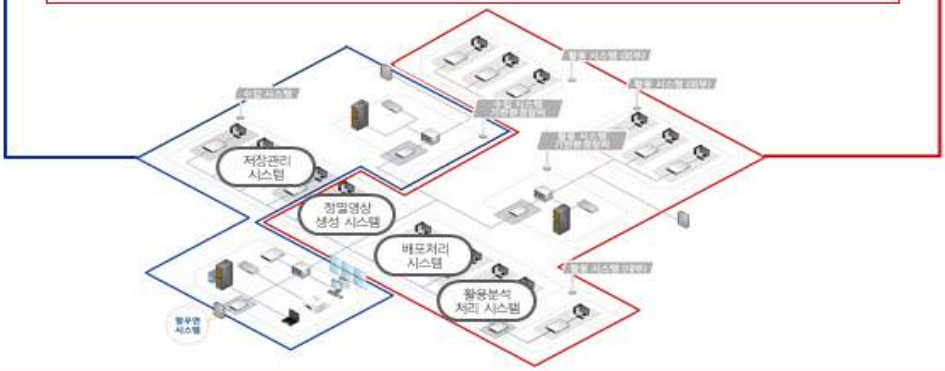
2단계 – 기본설계

- 사업 1: 국토위성정보의 수집·활용시스템 기본설계 및 활용기초기술 개발 (2017년 9월 ~ 2018년 3월)
  - ✓ 발주처: 국토지리정보원 ✓ 수행기관: ㈜쎄트렉아이, 인하대학교
- 사업 2: 국토위성정보 활용을 위한 주요활용·응용기술 개발 (2017년 9월 ~ 2018년 3월)
  - ✓ 발주처: 국토지리정보원 ✓ 수행기관: 한국지형공간정보학회(상지대학교), 중앙항업 ㈜, 공간정보기술 ㈜



3단계 – 상세설계 및 구현

- 사업 1: 국토위성정보의 수집시스템 상세설계 및 SW 개발 (진행중)
  - ✓ 발주처: 국토지리정보원
  - ✓ 수행기관: ㈜쎄트렉아이
- 사업 2: 위성정보 활용센터 설립 운영 사업 (2018년 6월 ~ 2020년 12월)
  - ✓ 발주처: 국토교통과학기술진흥원



< 국토위성정보 수집 · 활용시스템 구축 단계 >

나. 연구개발 목표

(1). 연구개발의 최종 목표

구분	내용
최종 목표	국토관측위성정보를 체계적으로 수집·처리·저장관리·배포하기 위한 시스템 및 핵심기술 개발 ○ 국토위성정보활용센터에 설치 및 운영될 국토위성정보 수집·활용 시스템 개발 ○ 고정밀 국토위성정보 생산을 위한 활용기초기술 및 관련 SW 개발 ○ 국토관측위성의 효율적인 활용을 위한 국토위성정보 응용기술 개발
세부 목표	**(1세부)** 국토위성정보 활용시스템 상세설계 및 구현 촬영계획·표준영상생성 SW(항우연) 및 정밀영상생성 SW(2세부)를 수집시스템에 통합 국토위성정보 수집·활용시스템 통합 시험, 검증 및 지리원에 수집·활용 시스템 설치 국토위성정보 활용센터 구축 지원 및 시스템분야 중장기 로드맵 수립 **(2세부)** 국토관측위성 표준영상으로부터 정밀기하수립·정사보정 기술 및 SW 개발 국토관측위성 정밀기하수립·정사보정용 기준점 DB 및 기준점 관리 SW 개발 국토관측위성 영상융합·영상모자이크 기술 및 SW 개발 국토위성정보 수집시스템에 연계·통합 및 활용기초 중장기 로드맵 수립 **(3세부)** 국토위성정보로부터 토지이용분류 및 공간객체추출 기술 및 SW 개발 국토위성정보로부터 변화탐지 및 시계열 모니터링 기술 및 SW 개발 국토위성정보로부터 DSM/DTM 추출 기술 및 SW 개발 국토위성정보 활용을 위한 표준/법·제도(안) 수립 및 응용분야 중장기 로드맵 수립

(2). 최종 성과물 목록

(가). 1세부 최종 성과물 목록

최종성과물	내용
국토위성정보 수집시스템 1식	수집시스템 운용개념 기술서 및 설계/시험 산출물 수집시스템 SW 소스코드 및 실행파일 수집시스템 사전점검 및 시범운영 결과보고서 수집시스템 운영매뉴얼
국토위성정보 활용시스템 1식	활용시스템 운용개념 기술서 및 설계/시험 산출물 활용시스템 SW 소스코드 및 실행파일 활용시스템 사전점검 및 시범운영 결과보고서 활용시스템 운영매뉴얼
국토위성정보 수집·활용시스템 통합 결과물 1식	국토위성정보 수집·활용시스템, 기초기술 성과 및 응용기술 성과가 국토위성정보활용센터의 장비(HW/NW 등)와 통합된 결과물
기타 연구성과 1식	국토관측위성 촬영 우선순위, 촬영 시나리오(안) 주요 산출물 제공 정책(안) 국토위성정보활용센터 연간 운영계획(안) 운영매뉴얼(안) 국토위성정보활용센터 중장기 로드맵(안)

(나). 2세부 최종 성과물 목록

최종성과물	내용
국토위성용 GCP DB 1식	GCP DB 구축 기술서 남한/접경/북한/극지역에 대해서 구축된 GCP DB
국토위성용 GCP 관리 SW 1식	GCP 관리 및 갱신 SW 상세설계서 －사용자 메뉴얼 GCP 관리 및 갱신 SW (소스코드, 실행파일 등)
국토위성용 DEM DB 1식	DEM* DB 구축 기술서 정사보정영상 생성에 사용될 DEM DB
국토위성용 정밀기하수립·정사보정 SW 1식	정밀기하수립·정사보정 SW 상세설계서 －사용자 메뉴얼 기하·정사보정 SW (소스코드, 실행파일 등)
국토위성용 자동 기준점 매칭 SW 1식	자동 기준점 매칭 SW 상세설계서 사용자 매뉴얼 자동 기준점 매칭 SW (소스코드. 실행파일 등)
국토위성용 영상융합 모듈 1식	영상융합 SW 상세설계서 영상융합 모듈 (소스코드, 실행파일 등)
국토위성용 영상 모자이킹 SW 1식	영상 모자이크 SW 상세설계서 －사용자 메뉴얼 영상 모자이크 SW (소스코드, 실행파일 등)
기타 연구성과 1식	국토관측위성 영상처리 기초기술 고도화를 위한 로드맵(안)

* GCP: Ground Control Point (지상기준점). 본 과제는 지상좌표 및 지상좌표에 해당되는 영상을 의미
** DEM: Digital Elevation Model (수치고도모델). 격자구조 상에 표현된 높이값 자료.
본 과제에서는 DSM과 DTM을 통칭하거나 특별히 구분할 필요가 없을 때 사용.

(다). 3세부 최종 성과물 목록

최종성과물	내용
국토위성정보 응용기술시스템 1식	공간객체 추출 SW 1식(소스코드, 실행파일 등) 변화탐지 및 시계열 모니터링 SW 1식(소스코드, 실행파일 등) 입체 기하수립 SW 1식(소스코드, 실행파일 등) DSM/DTM* 자동 추출 SW 1식(소스코드, 실행파일 등)
기타 연구성과 1식	수요기관별 국토위성정보 주요 산출물의 맞춤형 이용·활용 매뉴얼 등 국토위성정보 주요 산출물 품질 모니터링 및 검증 방안 등 국토위성정보 시스템 및 산출물 관련 표준(안) 1식 * 메타데이터(안), 품질관리(안), 제품사양(안) 등 국토위성정보활용센터 관련 법·제도(안) * 국토위성정보의 유통, 서비스 등을 위한 국토위성정보 저작권, 정보공개, 촬영권, 배포체계 등을 정의 또는 규정한 법·제도(안) 등 국토관측위성영상 응용기술 고도화를 위한 로드맵(안) 1식

* DSM: Digital Surface (Elevation) Model (수치표고모델). 지상구조물을 포함한 격자화된 높이값 자료
* DTM: Digital Terrain (Elevation) Model (수치지형모델). 구조물이 제외된 순수 지형의 높이값 자료

(3). 연차별 연구목표

연차	연구목표
1차년도 (2018) **시스템 상세설계 및 핵심요소구현**	1-1) 활용시스템 상세 운용개념 기술서 정의 1-2) 국토위성정보 보안처리 프로세스 확립 1-3) 활용시스템 서브시스템별 상세설계 1-4) 활용시스템 데이터·기반환경 체계·H/W 및 N/W 상세설계 2-1) 정밀기하수립·정사보정 SW 개발 2-2) 남한/북한/접경/극지역 GCP DB 구축 2-3) 기준점 관리 SW 설계 2-4) 영상융합 / 모자이킹 알고리즘 설계 3-1) 국토관측위성 영상용 토지이용분류 및 공간객체추출 기술 및 SW 3-2) AI(딥러닝, 머신러닝) 기술 도입 가능성 분석 3-3) 시계열 위성영상의 상대 방사보정 알고리즘 설계 3-4) 변화탐지 및 시계열 모니터링 알고리즘 기본 설계 및 타 DB와의 통합 기법 설계 3-5) 국토관측위성 영상용 입체기하수립 및 DSM/DTM 생성 알고리즘 3-6) 국토위성정보 품질 검증체계 및 법/제도 마련을 위한 기초자료 분석
2차년도 (2019) **시스템 개발완료 및 연계 통합**	1-1) 수집시스템 연계·통합 및 고도화 1-2) 활용시스템 S/W 구현 1-3) 활용시스템 S/W 시험 및 보완 1-4) 활용시스템 연계·통합 2-1) 자동 기준점 매칭 SW 개발 2-2) 기준점 관리 SW 개발 2-3) 영상융합 기술개발 / 모자이킹 SW 개발 2-4) 시스템 연계통합 지원 3-1) 토지이용분류 및 공간객체추출 기술 고도화 알고리즘 3-2) 토지이용분류 및 공간객체추출 시스템 3-3) 시계열 영상 상대 방사보정, 화소 및 객체 기반 변화탐지 고도화, SW 개발 3-4) 공간객체추출 기술의 DB 연동을 통한 변화탐지 및 시계열 모니터링 기술 고도화 3-5) 국토관측위성 영상 DSM/DTM 자동추출 SW 개발 3-6) 수요자 중심의 품질체계 및 법/제도 수립
3차년도 (2020) **시스템 시험검증 및 시범운영**	1-1) 활용센터 시스템 SW 검증 및 보완 1-2) 활용센터 시스템 통합 및 사전점검 1-3) 국토위성정보 활용센터 통합 검증 및 시범 운영 1-4) 국토위성정보 활용센터 중장기 로드맵 수립 2-1) 국토관측위성 정밀기하수립 및 정사영상 시범운용 2-2) 정사보정/영상융합/모자이킹 기술고도화 2-3) 자동 기준점 매칭 알고리즘 및 SW 고도화 2-4) 활용기초기술 중장기 로드맵 수립 3-1) 토지이용분류 및 공간객체추출 기술 시범운용 3-2) 변화탐지 및 시계열 모니터링 시스템 시범운용 3-3) 정밀 DEM 생성 점검을 위한 시범운용 3-4) 응용기술별 중장기 로드맵 수립 3-5) 활용산출물 품질검증 체계 개발 및 시범적용
최 종	국토위성정보를 체계적으로 수집·생산·관리하여 수요기관 등에 안정적으로 위성영상과 관련 산출물 등을 제공할 수 있는 무중단 운영 가능한 시스템 및 활용기초/응용기술 개발

(4). 정량적 연구목표

(가). 1세부 정량적 연구목표

성과지표명 \ 연도		1년차 ('18)	2년차 ('19)	3년차 ('20)	계
논문	SCI	0	0	0	0
	비SCI	1	1	1	3
산업재산권	출원	0	0	0	0
	등록	0	0	0	0
인력양성	석사	0	0	1	1
	박사	0	0	0	0
학술발표	국제	1	1	1	3
	국내	1	1	1	3
SW 등록		0	4	4	8
기타(설계문서, 매뉴얼 등)		4	1	5	10
계		**7**	**8**	**13**	**28**

(나). 2세부 정량적 연구목표 (→ : 이월)

성과지표명 \ 연도		1년차 ('18)	2년차 ('19)	3년차 ('20)	계
논문	SCI	0	0	2	2
	비SCI	1	3	1	5
산업재산권	출원	0	2→1	2→3	4
	등록	0	1	1	2
인력양성	석사	0	2→1	0→1	2
	박사	0	1	1	2
학술발표	국제	1	2	3	6
	국내	2	2	2	6
SW 등록		1	3	3	7
기타(설계문서, 매뉴얼 등)		3	3	2	8
계		**8**	**17**	**19**	**44**

(다). 3세부 정량적 연구목표 (→ : 이월)

성과지표명 \ 연도		1년차 ('18)	2년차 ('19)	3년차 ('20)	계
논문	SCI	0	3	3	6
	비SCI	6	9	7	22
산업재산권	출원	2	0	0	2
	등록	0	2→1	0→1	2
인력양성	석사	0	3→1	5→7	8
	박사	0	2→1	1→2	3
학술발표	국제	2	5	2	9
	국내	7	10	8	25
SW 등록		3	1	4→6	10
기타(설계문서, 매뉴얼 등)		5	11	10	26
계		**25**	**42**	**46**	**113**

(5). 성과지표 및 검증방법

세부 과제	성과지표	세계최고수준	성능목표	목표치 산출근거	검증방법
1세부	웹사이트 첫 페이지, 주요 페이지 응답속도	-	3초	행정·공공기관 웹사이트 구축·운영 가이드	공인 시험성적서[0)]
	웹사이트 동시접속자수	-	120명	세션하나당 평균 0.5% 부하, 100/0.5 = 200, 60%자원→120명	공인 시험성적서[0)]
	촬영요구시스템 궤도전파 정확도	-	KARI 제공 SW인 촬영계획시스템 궤도전파 결과와 동일	촬영요구시스템 운영개념	보고서
	표준영상 생성시간 및 품질	-	KARI와 동일한 품질/성능 보장	표준영상생성 시스템 운영개념	-[7)]
2세부	남한지역 GCP 수량	-	20,000점	매칭성공율을 감안한 scene 당 GCP 갯수	시연/보고서
	접경지역 GCP 수량	-	1,500점		
	북한지역 GCP 수량	-	25,000점		
	정밀영상[1)]의 위치정확도	1 ~ 2 pixel 이내(Astrium 등)	2 pixel 이내[2)]	1:5,000 위치정확도	보고서
	정밀영상 생성시간	-	Scene당 1시간 이내[3),4)]	표준영상 생성시간 (3분수신 4시간 이내 처리)	보고서
3세부	토지이용분류 및 공간객체추출 알고리즘	실험지역, 영상, 참조데이터 등에 따라 다르지만 일반적으로 85~95% 범위 이내	토지이용분류 및 공간객체추출 항목별 분류 정확도 90% 이상	국토위성정보 활용센터 기획보고서(사용자요구사항)	보고서
	Deep Learning 객체 분류정확도	92~93%	90%	TSS[5)]	보고서
	상대 방사보정 정확도	동종/이종 센서 시계열영상 상대 방사보정	고해상도 영상 적용기술 개발	기존의 상대 방사보정의 정확도와 비교	보고서
	DTM/DSM 기반 변화탐지 및 픽셀기반 변화탐지 통합 알고리즘 정확도	개별 변화탐지	변화탐지 통합 시 정확도 향상	DTM/DSM 변화탐지 및 픽셀기반 변화탐지의 개별 정확도와 비교	보고서
	화소기반 변화탐지 정확도	실험지역, 영상, 변화대상, 구축된 변화참조데이터 등에 따라 다름	기존 기술 적용 결과 대비 AUC(Area Under Curve) 값의 향상	기존의 변화탐지 기법과의 탐지정확도 및 AUC 값 비교, 1차년도 기존 연구 분석 결과를 토대로 기술 개선 수행	보고서
	객체기반 변화탐지 정확도	실험지역, 영상, 변화대상, 구축된 변화참조데이터 등에 따라 다름 eCognition 소프트웨어의 객체기반 영상처리가 가장 안정적인 결과를 도출하는 것으로 알려짐	화소기반 변화탐지 결과 대비 정확도 향상	화소 기반 변화탐지 대비 향상된 정확도를 가지도록 기술 개발 수행	보고서
	타 공간정보 활용 변화탐지 정확도	토지피복도 대비 지상자료	kappa 지수 0.5 이상	일반적인 정확도 측정의 경우, kappa 지수가 0.4 이상이면 분석 결과가 준수한 것으로 판단	보고서
	타 공간정보 활용 시계열변화 분석 정확도		kappa 지수 0.5 이상	일정 시점의 변화탐지 정확도와 비교하여 다시점에서의 변화탐지가 일관되게 일정한 수준(kappa >= 0.5)을 유지하는지 측정	보고서
	입체영상간 Y시차	1 pixel 이내	1 pixel 이내	입체도화기 요구사항	보고서
	DSM 생성속도	-	1km2 기준 60분 이내[4)]	-	시연/보고서
	DSM 생성 격자간격	입력영상 GSD x 2배 (미국/BAE System)	입력영상 GSD x O 배[6)]	과제수행을 통해 성능목표치 제시	보고서
	DSM 위치정확도	-	O m[6)]		보고서
	메타데이터안	-	수요기관의 요구사항 반영 KS X ISO 19106 공간정보 프로파일 필수 구성 항목반영	수요기관 요구사항 및 의견수렴을 통해 목표치 제시 KS X ISO 19106 공간정보 프로파일 표준 적용	보고서
	제품사양안	-			
	품질관리안	-			
	품질평가 기준안	-	산출물별 품질검사 항목 및 기준치 포함	산출물별 성능목표치 반영	보고서
	위성정보활용센터 운영규정	-	필수 항목 법 조항 제시	과제수행을 통해 운영규정이 포함해야 할 항목 제시	보고서

0) 공인시험성적서 : KOLAS(한국인정기구) 등재기관 또는 KTC(한국기계전기전자시험연구원)에 의한 공인인증시험을 실시하여 발급된 보고서 시험실시 시기는 과제종료 2개월 이전

1) 정밀영상 : 정밀기하수립 및 정사보정영상

2) 표준영상의 위치정확도 및 자세 안정도가 설계사양을 만족하며, 정확한 지상좌표값을 가지는 GCP가 확보 될 수 있는 지역에 준영상(1R) 1 한함

3) 표준영상으로부터 자동 기준점 매칭, 정밀기하수립 및 정사보정 소요시간

4) 기종 : DL380 3.3GHz 8 core x 4P / 128GB Memory / 480GB SSD x 4 / 10Gb Eth / Quadro P2000 / 1600W RPS를 기준으로 측정

5) TSS : True Skill Statistic(TSS) 방법을 사용하여 딥러닝 결과의 정확도 검증 수행, 딥러닝 기법 을 이용한 도로 정보 출 시 추출된 결과가 실제와 일치하는지 여부를 4개의 항목(TP(True Positive), TN(True Negative), FP(False Positive), FN(False Negative)로 분류하여 총 평균을 구함

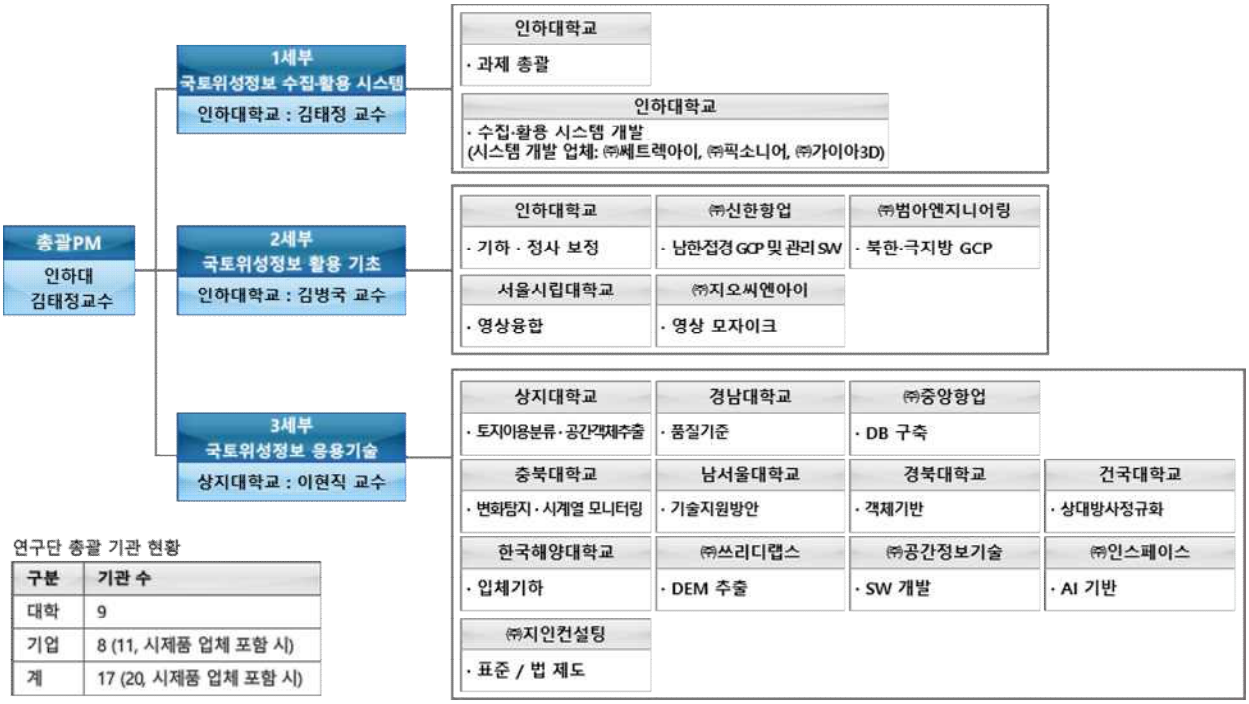
6) 1차년도 연구과제를 통해 도출하여 설정

7) 설계변경으로 인해 시험항목에서 제외

다. 연구개발 내용

(1). 세부과제 구성 및 연계성

(가). 최종목표 달성을 위해서 본 제안 연구팀은 전체 과제를 3개의 세부과제로 구성하고 각 세부과제를 논리적 단위로 구분하여 10개의 세세부 과제로 구성함

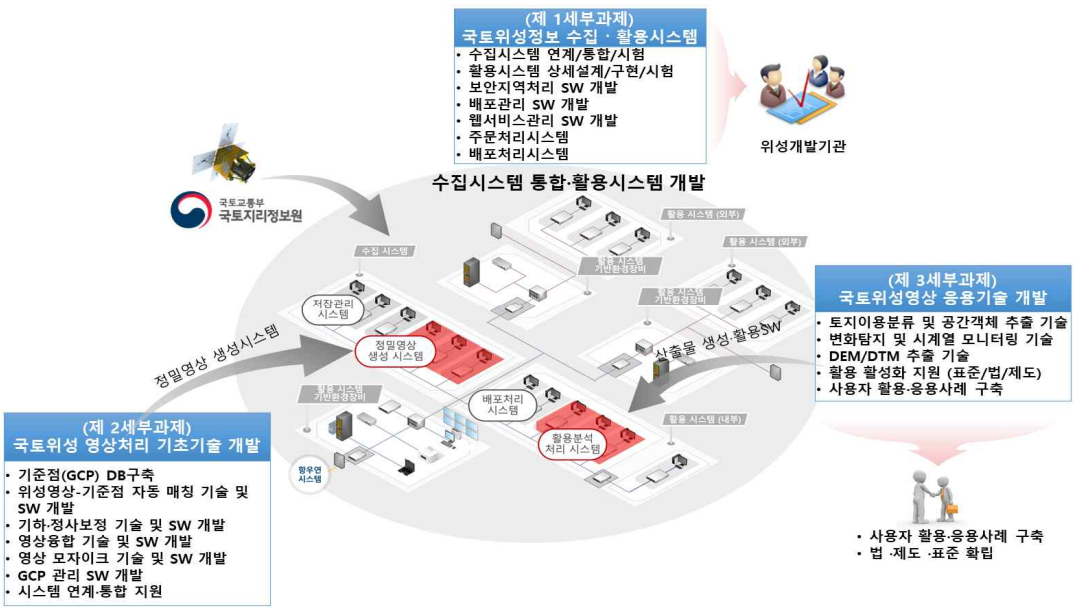


연구단 총괄 기관 현황

구분	기관 수
대학	9
기업	8 (11, 시제품 업체 포함 시)
계	17 (20, 시제품 업체 포함 시)

<연구단 세부과제 구성>

(나). 1세부는 국토위성 수집·활용시스템 개발을 총괄하고 2세부는 국토위성 수집시스템으로 통합되는 정밀영상 생성시스템, 3세부는 국토위성 활용시스템으로 통합되는 활용분석처리 시스템을 담당하도록 구성



<연구단 세부과제별 연계성>

(2). 세부별 과제 목표

(가). 1세부 과제 목표 : 국토위성정보 수집·활용시스템 개발

①. 국토위성정보 수집 및 활용기술 연구단 총괄

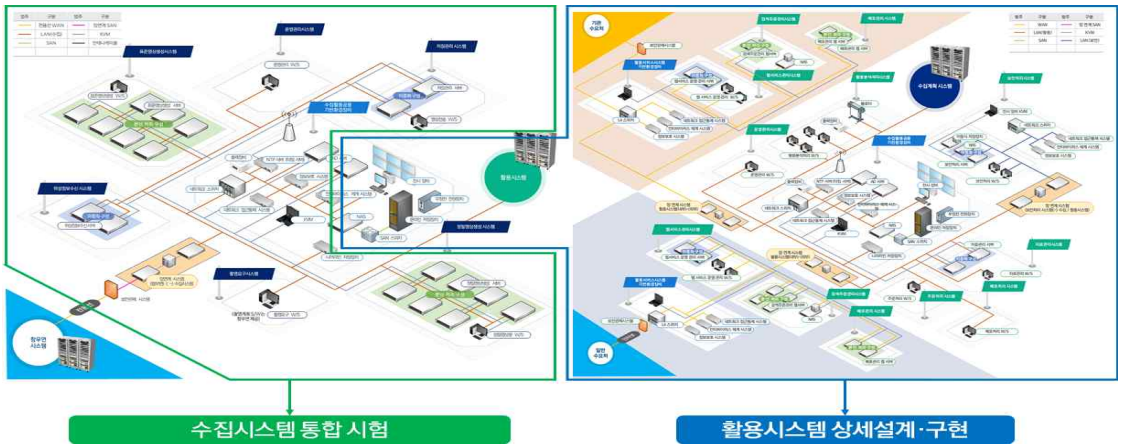
②. 국토위성정보 활용시스템 상세설계 및 구현

③. 촬영계획·표준영상생성 SW(항우연) 및 정밀영상생성 SW(2세부)를 수집시스템에 통합

④. 국토위성정보 수집·활용시스템 통합 시험, 검증

⑤. 국토위성정보 활용센터 운영기관인 지리원에 수집·활용 시스템 설치

⑥. 국토위성정보 활용센터 구축 지원 및 시스템분야 중장기 로드맵 수립



<1세부과제 목표 및 내용>

(나). 2세부 과제 목표 : 국토위성정보 활용기초기술 개발

①. 남한·접경·북한·극지역 기준점(GCP) DB구축, 기준점 관리·갱신 SW개발

②. 위성영상-기준점 자동 매칭 기술 및 SW 개발

③. 정밀 기하수립·정사보정 기술 및 SW 개발

④. 영상융합 기술 및 SW 개발, 영상모자이크 기술 및 SW 개발

⑤. 시스템 연계·통합 지원 및 활용기초기술 중장기 로드맵 수립



<2세부 과제 목표 및 내용>

(다). 3세부 과제 목표: 국토위성 응용기술 개발

①. 국토위성정보 활용기반조성과 활용센터를 통한 위성영상 활성화를 뒷받침할 수 있는 응용기술 및 법·제도 구축

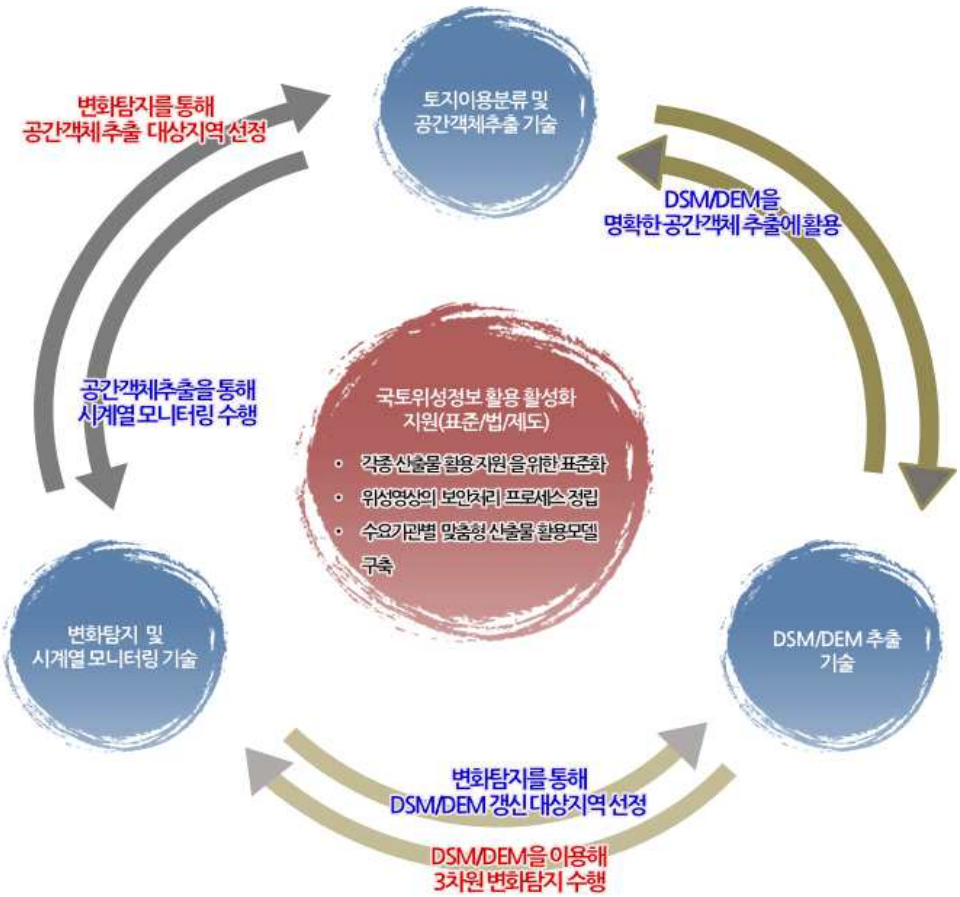
②. 토지이용분류 및 공간객체추출 기술/SW 개발

③. 변화탐지 및 시계열모니터링 기술/SW 개발

④. DSM/DTM 추출 기술 / SW 개발

⑤. 활용산출물 표준 및 활용센터 관련 법·제도(안) 수립

⑥. 국토위성정보 활용/응용기술 중장기 로드맵 수립



<3세부과제 목표 및 내용>

2. 연구수행내용 및 성과

가. 연구 개발 목표 및 결과

<연차별 연구개발 목표 및 결과>

연구 범위	연차	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적 결과
1세부 국토위성정보 수집·활용 시스템 개발	1차년도	○ 활용시스템 상세 운용개념 기술서 정의	- 기본설계 및 수집시스템 상세설계 분석 - 활용시스템 상세설계 프로세스 설계 - 활용시스템 상세 운용개념 기술서 정의
		○ 활용시스템 서브시스템별 상세설계	- 서브시스템별 요구사항 정의 - 구조설계 및 상세기능 명세 - 상세기능 명세로부터 도출된 컴포넌트, GUI에 대한 상세설계 수행
		○ 국토위성정보 보안처리 프로세스 확립	- 국토지리정보원 보안처리 프로세스 조사/협의 및 국토위성정보 보안처리 프로세스 정의
		○ 활용시스템 데이터·기반환경 체계·H/W 및 N/W 상세설계	- 서브시스템 상세설계에서 도출된 데이터에 대한 상세설계 수행 - 기본설계와 수집시스템 상세설계를 기반으로 기반환경 체계·H/W 및 N/W 상세설계 수행 - 활용시스템 서브시스템 SW주요 기능 및 장점, ,고려사항 도출
	2차년도	○ 수집시스템 연계·통합 및 고도화	- 수집시스템 인수 및 설치
		○ 활용시스템 SW 구현	- 활용시스템 SW 구현
		○ 활용시스템 SW 시험 및 보완	- 활용시스템 SW 시험 및 보완
		○ 활용시스템 연계·통합(1/2차)	- 활용시스템 SW 설치
	3차년도	○ 국토위성정보 활용시스템 연계·통합(2차)	- 시스템 시험검증 및 시범 운영
		○ 국토위성정보 수집·활용시스템 SW 검증 및 보완	- 시스템 시험검증 및 시범 운영
		○ 국토위성정보 운영시스템 통합 및 사전점검	- 시스템 시험검증 및 시범 운영
		○ 국토위성정보 운영시스템 통합 검증 및 시범운영	- 시스템 시험검증 및 시범 운영
		○ 국토위성정보 수집 및 활용 시스템 중장기 로드맵 수립	- 시스템 로드맵 수립
2-1세부 자동 기준점 매칭 SW 개발	1차년도	○ 위성영상·기준점 간 자동 매칭 기술 개발	- 위성영상·기준점 간 자동 매칭 기술 상세설계 - 정사영상 기반 GCP칩 영상을 1R영상 기하로 변환하는 알고리즘 설계 - 국토위성과 유사한 사양을 갖는 아리랑 3, 3A호 위성영상 자동 매칭 알고리즘 사양 도출
		○ 접경, 북한, 극지역 및 기타 지역 구축 영상기준점 DB 정확도 검증	- CIB 자료 및 국토지리정보원 보유 자료를 활용한 영상기준점 DB 검증 - 영상기준점 검증 결과 DB 구축
	2차년도	○ 자동 기준점 매칭 알고리즘 개선	- GCP칩 영상과 1R 위성영상 간 기하변환 알고리즘 개선 - RFM 기반 RANSAC 오정합 제거 알고리즘 구현 - 다중 패치, 다중 밴드 기반 GCP 칩 매칭 개발
		○ 위성영상-기준점 자동 매칭 SW 구현	- 위성영상에서 GCP 분포를 확인할 수 있는 영상 뷰어 구축 - GCP칩과 위성영상 간 매칭 및 오정합 제거 알고리즘 구현 - 매칭 결과 확인 및 최종 GCP, 정확도 출력

			기능 구현
		○ 국토위성용 GCP DB와 자동 기준점 매칭 SW 간 연계	- GCP DB와 자동 기준점 매칭 SW 간 연계 운용구축
	3차년도	○ 자동 매칭 기술 고도화	- 위성영상·기준점 간 자동 매칭 SW 개발 및 연계·통합 - 피라미드영상 레이어 별 오정합점 제거를 통한 성능 개선
2-1세부 정밀 기하수립·정사보정 SW 개발	1차년도	○ 기하·정사보정 기술 및 SW 개발	- 정밀기하수립·정사보정 기술 상세설계 - 기하·정사보정 기술 구현 및 SW 개발 - 제작된 SW의 기능 및 성능 시험
	2차년도	○ 국토위성용 DEM DB와 정사보정 SW 간 연계	- 정사영상 제작을 위한 DEM DB 구축 - 정사보정 SW와 DEM DB 간 연계 운용 구축
		○ 국토위성정보 수집 시스템과 연계·통합	- 정밀기하수립, 정사영상 생성 모듈 성능 시험 - 정밀영상 제작 시스템과 수집 시스템 GUI 통합 - 정밀영상 제작 시스템과 수집 시스템 연계
	3차년도	○ 정밀정사영상 생성 점검을 위한 시범운용	- 국토위성센터와 유사한 환경의 테스트베드를 구축하여 시범운용
		○ 자동 기하·정사보정 기술 고도화	- 제작된 정사영상의 정확도 등 성능 검증 - 성능 개선사항 도출 및 구현
2-1세부 국토위성용 DEM DB 구축	2차년도	○ 국토위성용 DEM DB와 정사보정 SW 간 연계	- 정사영상 제작을 위한 DEM DB 구축 - 정사보정 SW와 DEM DB 간 연계 운용 구축
2-2세부 국토위성용 GCP DB 구축	1차년도	○ 한반도 GCP칩 구축 수량 계산	- 영상 당 GCP 수량 및 매칭 성공률 목표치 설정 - 한반도 GCP칩 구축에 필요한 GCP 수량 계산
		○ 남한/접경 지역 GCP DB 구축	- 남한/접경 GCP DB 설계 - 남한/접경 지역 GCP DB 시범구축
		○ 북한/극지역 GCP DB 구축 및 영상 칩 생성	- 북한 및 극지역 지초자료 조사 - 샘플 데이터 제작 및 DB 구축방안 설정
	2차년도	○ 남한지역 및 접경지역 기준점(GCP) DB 구축	- 남한지역 20,000점, 접경지역 1,500점 구축 - 남한 시범지역 GCP칩 매칭 성능 분석
		○ 북한지역 GCP DB 정의 및 GCP DB 구축 (15,000점, 누적 25,000점)	- 국토지리정보원 보유 정사영상 조사 및 검토 - 257*257 크기의 영상 칩 생성 - GCP칩 DB 정의 및 제작(북한 25,000점)
	3차년도	○ 기준점 DB 검증 및 활용성 검증	- 정사영상 정확도 향상을 위한 GCP 분포밀도 및 사양 개선 연구 - 자동 GCP 매칭 성능 향상을 위한 비매칭 지역 원인 분석
		○ 남극/북극 GCP 칩 DB 구축	- 기존의 남극과 북극에 설치된 기준점에 대한 GCP 칩 제작 및 DB 구축
2-2세부 국토위성용 GCP 관리 SW 개발	1차년도	○ 기준점 관리 SW 설계	- 요구사항 분석 및 정의 - 기준점(GCPChip)관리 업무 분석 - 시스템 기능 및 사용자 인터페이스 설계
	2차년도	○ 국토위성용 GCP 관리 SW 개발	- 기준점의 등록, 수정, 검색, 삭제의 기능개발, 배경지도(바로이맵) 연계 - 요구사항 및 기능 정의 개선
	3차년도	○ 국토위성용 GCP 관리 SW 고도화	- GCP칩 영상의 변경 및 다운로드 기능 개발
2-3세부 영상융합 알고리즘 및	1차년도	○ 전정색-다중분광영상 융합 알고리즘 설계	- 전정색-다중분광영상 융합 기술 상세 설계 및 개발 - 국토위성과 유사한 사양을 갖는 아리랑 3, 3A

SW 개발			호 위성영상에 시험 적용 - 국토관측위성의 전정색-다중분광영상 융합에 대한 요구사항 도출
	2차년도	○ 전정색-다중분광영상 융합 SW 개발	- 전정색-다중분광영상 융합 SW 개발 - 국토위성과 유사한 사양을 갖는 아리랑 3, 3A 호 위성영상에 시험 적용
	3차년도	○ 전정색-다중분광영상 융합 SW 고도화	- 개선사항 도출 - Global 융합계수 개발 및 성능 평가
2-4세부 국토위성용 영상 모자이킹 SW 개발	1차년도	○ 영상 모자이크 알고리즘 설계 및 프레임워크 구축	- 모자이킹 알고리즘 설계를 위한 국내외 상용 S/W 기능 및 연구동향 분석 - 인공지능 기법 및 데이터 처리 가속화 기술의 모자이킹 분야 적용 수준 검토 분석 - 모자이킹 자동화를 위한 알고리즘 설계 및 프레임워크 구축
	2차년도	○ 오픈소스 기반의 영상 모자이킹 SW 개발	- 다중 영상의 색상 보정 및 모자이킹 자동화 SW 개발 - Python 기반의 1:5,000 도엽 단위 Clipping SW 개발
	3차년도	○ 모자이킹 및 자동화 알고리즘 고도화	- 사용자 GUI 구축을 통한 영상 모자이킹 서비스 환경 구축 - KOMPSAT-3A 영상을 이용한 기술 검증
2세부 활용기초기술 중장기 로드맵 수립	3차년도	○ 활용 기초기술개발 중장기 로드맵 수립	- 활용 기초기술개발 중장기 로드맵 수립
3-1세부 토지이용분류 및 공간객체추출 기술 및 SW 개발	1차년도	○ 병렬식 공간객체추출 프로세스 정립	- 산림, 초지, 나대지, 수계, 건물, 도로 객체를 추출하기 위한 객체 항목 기준의 병렬식 공간객체추출 프로세스를 정립하고, 각각의 객체추출을 위한 매개변수 선정 - 공간객체추출 전처리(영상 필터링)에 따른 공간객체추출 기술의 최적화 방안 도출 - 공간객체추출 성과의 일반화/세선화 방안 도출
		○ 공간객체추출 성과의 일반화/세선화 방안 도출	- 영상 Pixel의 영향으로 톱니형태로 추출되는 공간객체추출 성과를 선형화하기 위한 일반화/세선화 방안 도출
		○ 논, 초지, 나대지 분류 방안	- 딥러닝 기술의 CNN 기법을 이용하여 패턴분석을 통한 논, 초지(인공초지), 나대지(인공나대지) 분류하여 분류 정확도 도출
		○ 침엽수 및 활엽수 분류 방안	- 시계열 영상을 통해 식생지수(NDVI)를 이용하여 침엽수, 활엽수 분류(진행중)
		○ 오픈소스 기반 SW 개발 방법론 정립	- 오픈소스 소프트웨어 데이터 구조 및 포함된 기술 분석 - 오픈소스 기반 SW 개발 범위 및 절차 정의
		○ 오픈소스 기반 토지이용분류 및 공간객체추출 시스템 설계	- 사용자 중심의 UI/UX설계 - 워크스페이스 개념 도입 및 구조체 설계 - 공간객체추출 알고리즘 적용 모듈 설계 - 공간객체추출 자동화 시스템 설계
		○ 오픈소스 기반 토지이용분류 및 공간객체추출 소프트웨어 개발	- 오픈소스 기반 토지이용 분류 및 공간객체 추출 SW 개발 - 오픈소스 기반 토지이용 분류 및 공간객체 추출 SW 성능 시험
	2차년도	○ 공간객체추출 항목 추가에 따른	- 자동화 지향 공간객체추출 프로세스 정립

		매개변수 선정 및 객체추출	- 다시기/시계열 위성영상을 활용한 공간객체추출 항목(농경지, 활엽수림, 침엽수림) 추가
		○ 토지이용분류 및 공간객체추출 기술 고도화 알고리즘	- 딥러닝기반 CNN기법과 의미론적 영상분류 기법을 적용한 산림 및 농경지 분류 - RS 및 GIS 기법을 이용한 수계의 세분화
		○ 토지이용분류 및 공간객체추출 시스템	- 오픈소스 기반 토지이용분류 및 공간객체추출 자동화 SW 고도화 - 오픈소스 기반 토지이용 및 공간객체 추출 SW 검증 및 수정 보완
	3차년도	○ 공간객체추출 기술의 고도화	- 다시기 위성영상을 이용한 공간객체추출 기술의 고도화 및 최적화 - 공간객체추출 기술 연계를 통한 주제도 수정/갱신 방안 도출
		○ 타공간정보(ICT/RS/GIS) 융합기술 개발을 위한 연계	- DB통합관리 도구 연계 및 편집도구와의 연계 방안 마련 - 수치지형도 수시/갱신 항목에 따른 오픈소스 기반 수치지형도 SW와 연계
		○ 오픈소스 기반 토지이용분류 및 공간객체추출 SW 연계	- 공간객체별 딥러닝 모델과 기존 공간객체 분석 모델 속성 연계 - 공간객체 추출 항목별 활용시스템 컴포넌트 연계 - 공간객체 추출 데이터 표준화로 데이터 연계성 확보
3-1세부 AI(딥러닝, 머신러닝)을 통한 토지이용분류 및 객체추출 기술 개발	1차년도	○ 딥러닝 모델 조사 및 선정	- 문제해결을 위한 모델 조사 - 적용 모델 선정 및 모델 학습과정 조사
		○ 딥러닝 모델을 위한 데이터셋 구축	- 시험셋, 검증셋, 훈련셋 자료 구축 - 영상자료 라벨링 데이터셋 구축
		○ 딥러닝 모델을 위한 영상 분석	- 항공영상을 활용한 대전지역 및 원주지역 영상분석 수행 - 영상분석 결과에 따른 이슈사항 정리 및 향후 연구방향 설정
	2차년도	○ AI 기술 적용을 통한 토지이용분류 및 공간객체추출 기술 고도화	- 위성영상을 활용한 데이터셋 제작 - 딥러닝 모델 개발 및 학습 - 모델 검증
	3차년도	○ AI기술 적용 시스템의 최적화 및 고도화	- 하이퍼파라미터 최적화 - 데이터셋 제작
3-2세부 변화탐지 및 시계열 모니터링 기술 및 SW 개발	1차년도	○ Guided Filter(GF) 기반 교차융합영상 이용한 무감독 변화탐지	- GF를 이용한 교차융합 영상 생성 - 교차융합영상 기반 무감독 변화탐지 기술 적용 및 성능 시험
		○ 교차융합영상 기반 토지피복 특성별 무감독 변화탐지 기법 개발	- 비식생/식생지역에 대한 특성별 무감독 변화탐지 기법 개발 - 개발 기술의 성능 시험 및 기존 기법과의 비교 평가
		○ 시계열 영상 상대 방사보정 알고리즘 기본설계	- PIF 자동 추출 기술 상세설계 - 대기 및 계절적 특성 등의 복합적 보정을 수행할 수 있는 비선형 회귀모델 기반 상대 방사보정 알고리즘 설계
		○ 객체 기반 변화탐지 기술 동향 분석 및 알고리즘 구현	- 다양한 입력영상을 통해 영상 분할 수행 및 비교 평가 - 대표적인 영상분할 및 변화탐지 기법을 통한 시범 적용 - 도심지 변화에 초점을 맞춰 연구 진행

		○ 변화탐지 및 시계열 모니터링 기법 개발을 위한 고해상도 공간정보 활용방안 개발	- 산림지역에서의 변화탐지 및 시계열 모니터링을 위한 공간정보DB 활용방안 도출 - 고해상도 위성영상에 적합한 분석기법 적용
		○ 변화탐지 및 시계열 모니터링 알고리즘 분석을 통한 관련 모듈 개발	- 시계열 모니터링 알고리즘 기반 기본 설계 - 변화탐지 시스템 기본 설계 및 타DB통합 기법 설계 - 변화탐지 및 시계열 모니터링 모듈 클래스 설계
	2차년도	○ 상대 방사보정 SW 개발	- 상대 방사보정 SW 개발 및 성능 시험 - 상용 SW 상대 방사보정의 정확도 및 구현된 알고리즘의 정확도 비교 및 분석
		○ DSM/DTM 기반의 지형변동 모니터링 기술 설계 및 SW 개발	- DSM/DTM 기반 변화탐지 기술 및 변화탐지 기법 통합 알고리즘 설계 및 개발
		○ 화소기반 변화탐지 기술 개발 및 고도화	- 교차융합영상을 이용한 화소기반 변화탐지 기술 개발 - ITPCA 기법을 이용한 산림황폐화지역 추출 기법 개발
		○ 국토관측위성영상용 객체기반변화탐지 기술 및 SW 개발	- 객체기반 변화탐지 기술 및 SW 개발
		○ 공간객체추출기술과 연계한 변화탐지 및 시계열 모니터링 기술 고도화	- 공간객체추출기술과 연계 가능한 공간정보 항목 도출 - 공간정보 항목별 적용 가능한 알고리즘 정리
		○ 변화탐지 및 시계열 모니터링 SW	- 변화탐지 및 시계열 모니터링 알고리즘 구현
	3차년도	○ 딥러닝 기법을 이용한 변화탐지 기술 고도화	- 딥러닝 기법을 활용한 고해상도 위성영상의 변화탐지 성능 개선 - 딥러닝 모델의 학습을 위한 룬련자료의 제작 - 손실함수의 구성 및 하이퍼파라미터의 설정 - 딥러닝 모델링의 검증 및 성능 평가
		○ 변화탐지 및 시계열 모니터링 기술 고도화 로드맵 수립	- 변화탐지 및 시계열 모니터링을 통한 활용방안 - 기술고도화를 위한 로드맵 수립
		○ 객체기반 변화탐지 기술 고도화	- 객체기반 변화탐지 기술 안정화 - 목표 정확도 달성여부 확인 및 시스템 최적화
		○ 상대 방사보정 및 DSM/DTM 기반 변화탐지 시범운용 및 안정화	- 상대 방사보정 알고리즘의 안정화 - DSM/DTM 기반 변화탐지 문제점 및 개선사항 도출 - DSM.DTM 기반 변화탐지 안정화
		○ 공간DB 기반 변화탐지 기술 고도화	- 공간DB 기반 검증자료를 활용한 변화탐지 정확도 평가 - 공간DB 검증자료를 통한 변화탐지 연계 및 활용
		○ 변화탐지 및 시계열 모니터링 SW 고도화	- 변화탐지 모듈 고도화 - 변화탐지 시스템 고도화 - 시스템 통합 운영 및 검증
3-3세부 국토관측위성 영상용 입체기하수립 및 DSM/DTM 생성 기술 및	1차년도	○ 입체처리를 위한 무기준점 상호표정 및 센서모델링	- 정밀 입체기하수립을 위하여, 초기 센서모델링 정보를 바탕으로 한 피쳐추출, FFT 및 과대오차 탐지 기반 상호 매칭 기술 개발 - 데이터 상호간 일관성을 위한 무기준점 기반 Affine 및 2차 다항식 상호표정 기술 개발 및 정밀도 1픽셀 이하 달성

SW 개발		○ DSM/DTM 추출 기술 개발	- 아리랑 3, 3A 위성의 스테레오 영상에 다양한 정합 기법을 적용하여 최적의 정합 알고리즘 도출 및 3D 포인트 클라우드 생성 - 3D 포인트 클라우드로부터 높이값 보간 및 격자화를 통한 DSM 생성 기술 개발 - DSM으로부터 비지면점 제거 및 밝기값 보간을 통한 DTM 제작 기술 개발
	2차년도	○ DSM/DTM 추출을 위한 입체영상 제작 프로토타입 개발	- RPC를 이용하여 영상 전역에 대한 에피폴라 선형 추출, 선형분석을 통한 입체 변환 모델식 구축 - 국토관측위성 영상의 입체처리를 위한 에피폴라 영상 리샘플링 알고리즘 프로토타입 개발
		○ DSM/DTM 추출 SW 개발	- 스테레오 촬영된 위성영상의 중복 영역 내에서 표준산출물(2㎞×3㎞) 크기의 실험지역 선정하여 DSM 생성 - 입력영상 GSD의 4배에 해당하는 값을 격자간격으로 설정하여 DSM 생성 프로세스 수행 - 피라미드 영상 레벨 및 생성된 DSM의 메타데이터를 통한 격자간격 확인
	3차년도	○ 입체영상 제작 고도화	- 입체영상제작 고도화 및 정확도 검증 - 에피폴라 영상 생성 및 y-시차 분석 - 다양한 테스트 위성 데이터의 적용 및 y-시차 정밀도 분석
		○ DSM/DTM 자동 추출 고도화	- UX&UI 및 알고리즘 개선 - 스트립 단위 입력자료 처리 인터페이스 구성
		○ 입체기하수립 SW 개발	- 입체기하수립SW 처리 절차 구현 - 입체기하수립SW 개발
3-4세부 국토위성정보 품질검증체계 및 법/제도 설계	1차년도	○ 국토위성정보 품질 검증체계를 위한 기반 수립	- 국내외 영상 및 데이터 관리관련 표준안의 조사 수행 - 국토위성정보 산출물에 대한 데이터관리 표준안 작성 수행
		○ 국토위성정보활용센터관련 법제도 이슈 설정	- 국토위성정보활용센터 운영관련하여 수행된 선행연구에 대한 조사 분석을 통해 국토위성정보활용센터 운영규정관련내용 도출 - 국토위성정보활용센터 운영규정 작성을 위한 유사기구의 운영규정 및 근거법률을 분석하고, 위성영상정보관련 법제도 조사
	2차년도	○ 산출물 품질 관리안 작성	- 서비스 대상 산출물 후보 조사 - 서비스 대상 산출물과 관련된 품질관리 항목 조사 - 서비스 항목에 적용 가능한 항목 정의
		○ 산출물 기관표준안 작성 및 제안	- 각 과제의 산출물을 바탕으로 표준화가 가능한 항목을 도출 - 국토지리정보원의 현황 및 위성센터 운영을 고려하여 산출물에 대한 표준화 방향 도출 - 산출물에 대한 국토지리정보원 기관표준 등록 절차 진행
		○ 국토위성센터 운영규정 작성	- 선행연구 및 유사규정 검토를 바탕으로 운영규정 구조 및 조문 구성 - 선행연구 및 관련 법령, 유사 규정 등을 바탕으로 조문내용 및 설명서 작성
	3차년도	○ 국토위성 산출물 품질기준안 마련	- 산출물의 품질을 측정하기 위한 품질기준 제시

<세부별 연구개발 목표 및 결과>

세부 과제	기관	세부 과제별 연구수행 목록	page
1세부 (총괄)	인하대학교 및 연구단	(1) 연구단 총괄 관리	24
		(2) 수집·활용시스템 연계·통합 및 교육	29
		(3) 국토위성정보 활용을 위한 중장기 기술개발 로드맵 수립	36
		(4) 위성 발사 지연 및 유관 기관 업무 협의 지연에 따른 Risk 관리	47
1세부 (시스템개발)	인하대학교	(5) 국토위성정보 수집·활용시스템 개발	51
2-1 세부	인하대학교	(6) 자동 기준점 매칭 SW 개발	101
		(7) 정밀 기하수립·정사보정 SW 개발	121
		(8) 국토위성용 DEM DB 구축	133
2-2 세부	㈜신한항업, ㈜범아엔지니어링	(9) 국토위성용 GCP DB 구축	134
	㈜ 신한항업	(10) 국토위성용 GCP 관리 SW 개발	149
2-3 세부	서울시립대	(11) 영상융합 알고리즘 및 SW 개발	158
2-4 세부	㈜지오씨앤아이	(12) 국토위성용 영상 모자이킹 SW 개발	182
3-1 세부	상지대학교, 경남대학교, 공간정보기술㈜	(13) 토지이용분류 및 공간객체추출 기술 및 SW 개발	199
	㈜인스페이스, 공간정보기술㈜	(14) AI(딥러닝, 머신러닝)를 통한 토지이용분류 및 객체추출 기술 개발	244
3-2 세부	충북대학교, 건국대학교, 남서울대학교, 경북대학교, 중앙항업㈜	(15) 변화탐지 및 시계열 모니터링 기술 및 SW 개발	258
3-3 세부	한국해양대학교, ㈜쓰리디랩스	(16) 국토관측위성영상용 입체기하수립 및 DSM/DTM 생성 기술 및 SW 개발	320
3-4 세부	㈜지인컨설팅	(17) 국토위성정보 품질검증체계 및 법/제도 설계	348

(1). 1세부(총괄): 연구단 총괄 관리

(가). 세미나, 보고회, 세부/세세부 과제 단위 회의 등을 통한 연구개발 현황 확인 및 연계 방안 수립

①. 국토지리정보원 주관 국토관측위성 세미나 발표 : 2018년 9월 13일, 코엑스





< 국토관측위성 세미나 참가 및 발표 >

②. 착수세미나 : 2018년 8월 23-24일, 경기도 곤지암리조트





< 국토위성정보 연구단 착수세미나 개최 >

③. 연구단 운영위원회 개최

○ 1차 운영위원회 : 2018년 8월 24일 곤지암리조트

○ 2차 운영위원회 : 2018년 10월 12일 공간정보기술 주식회사 회의실




< 국토위성정보 연구단 운영위원회 개최 >

④. 국토위성정보연구단 착수세미나 개최 : 2019년 2월 14일~15일, 곤지암 리조트



<국토위성정보 연구단 2차년도 착수세미나>

⑤. 국토위성정보연구단 2차년도 착수보고회: 2019년 2월 28일, 국토교통과학기술진흥원



<국토위성정보연구단 착수보고회>

⑥. 활용분석처리 서브시스템 개발 검토 회의 : 2019년 5월 2일, 인하대학교



<활용분석처리 서브시스템 개발 검토 회의>

⑦. 연구단 운영위원회 개최 : 2019년 7월 3일, ㈜공간정보기술



<활용분석처리 서브시스템 개발 검토 회의>

⑧. 국토위성정보연구단 하계세미나 개최 : 2019년 8월 22일~23일, 곤지암 리조트





< 국토위성정보 연구단 2차 년도 하계세미나 >

⑨. 국토위성정보연구단 3차년도 제1차 확대운영위원회 개최 : 2020년 2월 21일, 상지대학교





<국토위성정보연구단 3차년도 제1차 확대운영위원회>

⑩. 국토위성정보연구단 3차년도 제2차 확대운영위원회 개최 : 2020년 6월 3일, 광명 라까사호텔





<국토위성정보연구단 3차년도 제2차 확대운영위원회>

⑪. 국토위성정보연구단 3차년도 하계세미나 개최 : 2020년 7월 22일, 곤지암 리조트





<국토위성정보연구단 3차년도 하계세미나>

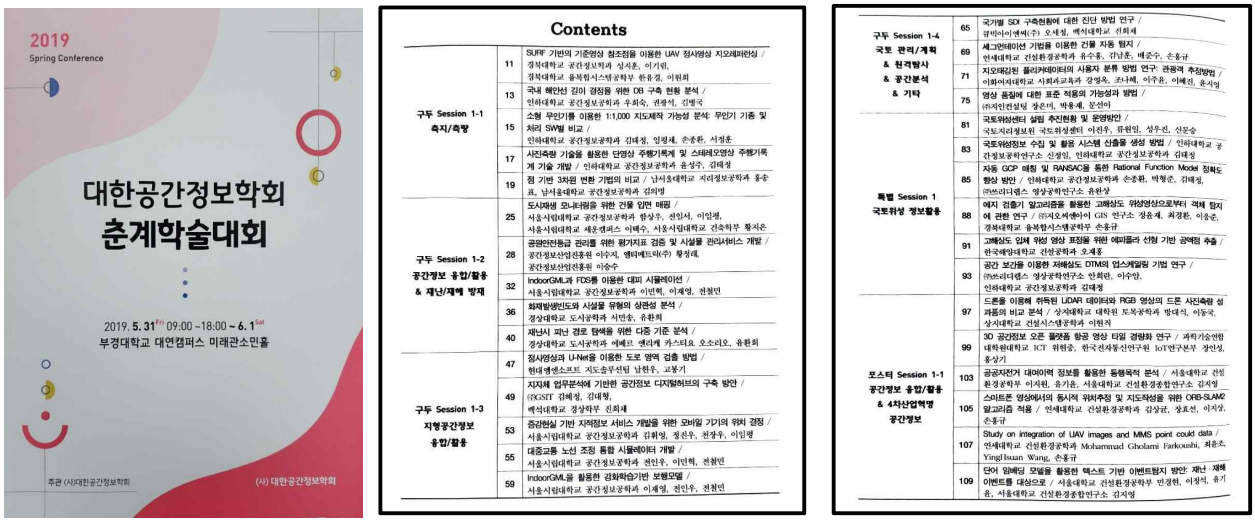
(나). 연구단 연구개발 성과 홍보를 위한 학술대회 특별세션 개최 및 학회지 특별호 발간

①. 2018 대한원격탐사학회 추계학술대회 특별세션 개최 : 2018년 10월 25일, 무주리조트



< 2018 대한원격탐사학회 추계학술대회 특별세션 개최 >

②. 2019 국공간정보학회 춘계학술대회 특별세션 개최 : 2019년 5월 31일~6월 1일, 부경대학교



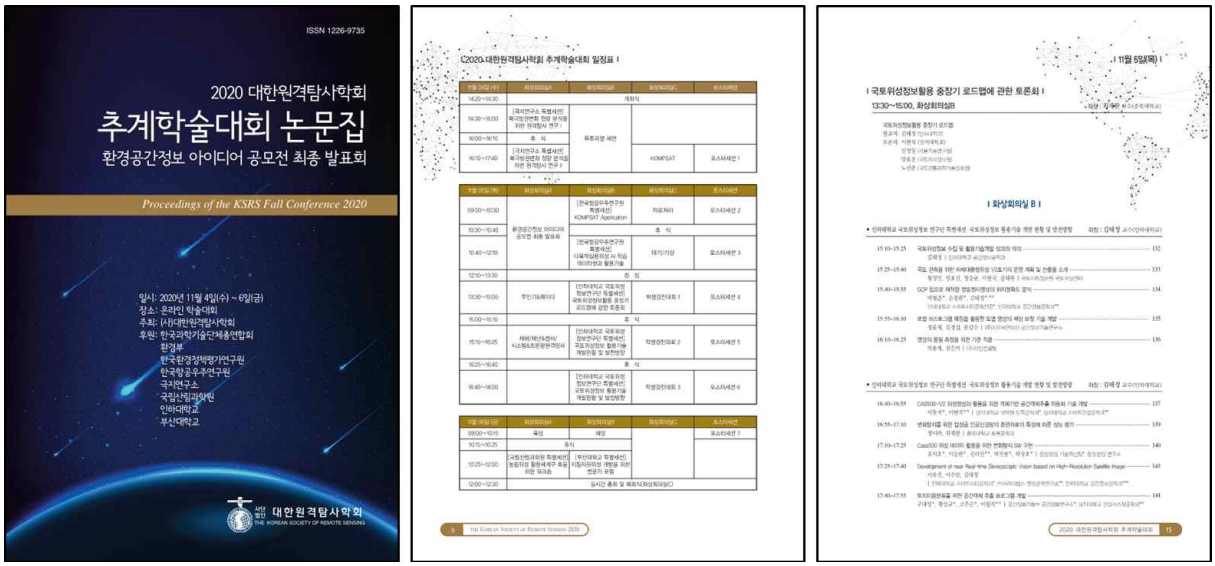
< 2019 한국공간정보학회 춘계학술대회 특별세션 개최>

③. 2019 ACRS 국토위성정보연구단 특별세션 개최 : 2019년 10월 14일, DCC



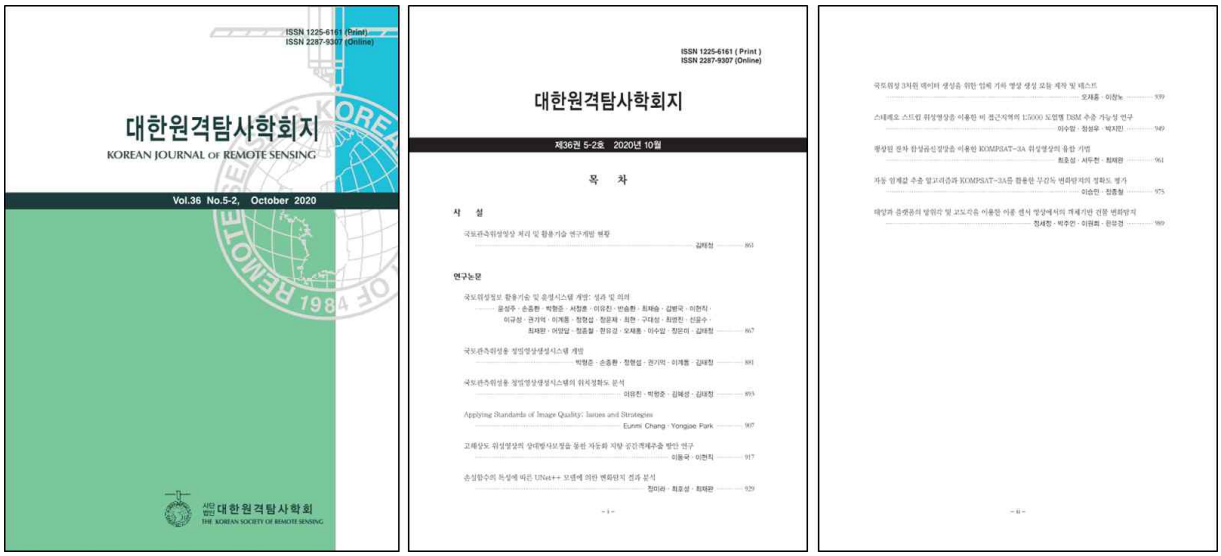
< 2019 ACRS 특별세션 개최 >

④. 2020 대한원격탐사학회 추계학술대회 특별세션 개최 : 2020년 11월 5일, 온라인 개최



<2020 대한원격탐사학회 추계학술대회 특별세션>

⑤. 대한원격탐사학회지 국토위성정보 특별호 발간 : 제36권 제5-2호, 2020년 10월

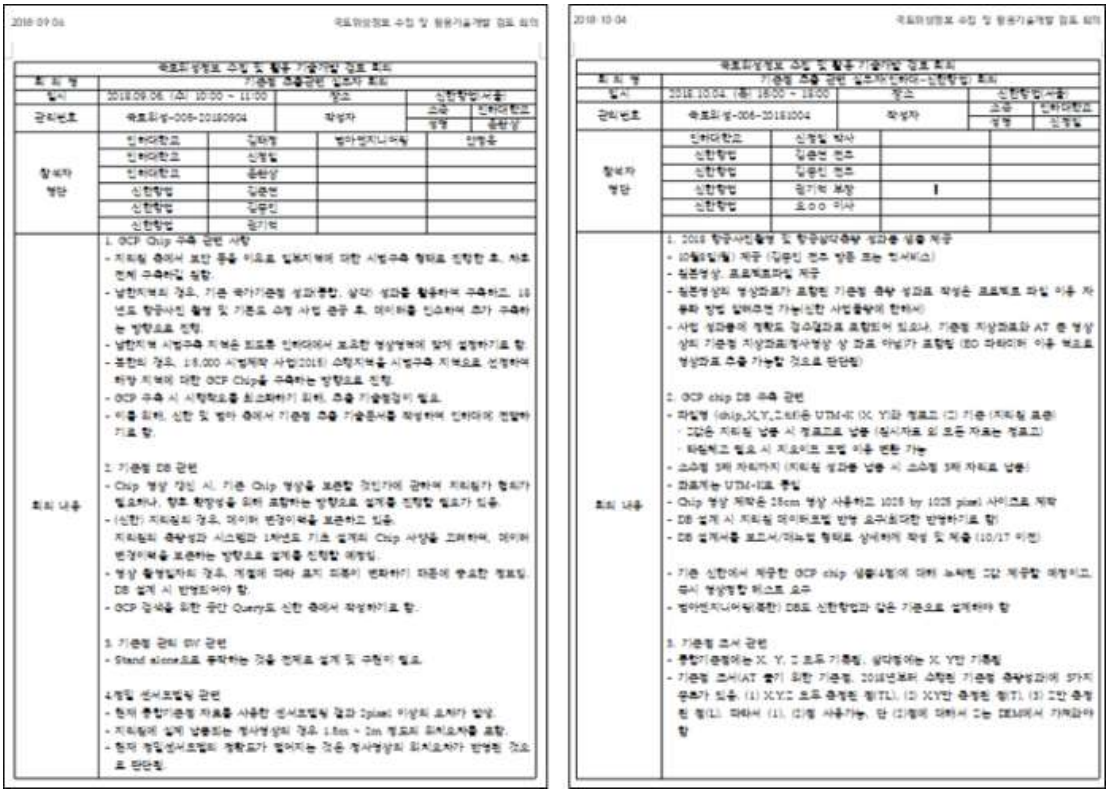


<대한원격탐사학회지 국토위성정보 특별호 발간>

(2). 1세부(총괄): 수집・활용시스템 연계・통합 및 교육

(가). 수집・활용시스템 연계・통합

①. 활용기술개발 부문 알고리즘 및 SW 설계 사항 확인 및 연계



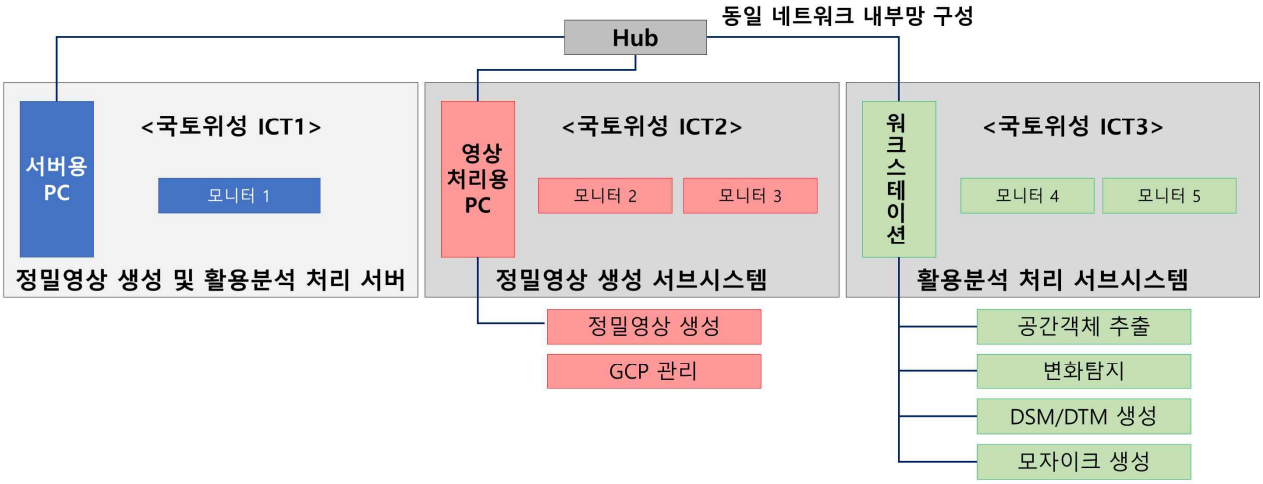
< 2세부 과제 회의 >



< 3세부 과제 회의 >

② 인하대 테스트베드 구축을 통해 시스템 연계·통합 지원

○ 인하대 테스트베드를 통해 정밀영상 생성, GCP 관리, 공간객체 추출, 변화탐지, DSM/DTM 생성, 모자이크 생성 SW 연계·통합 수행



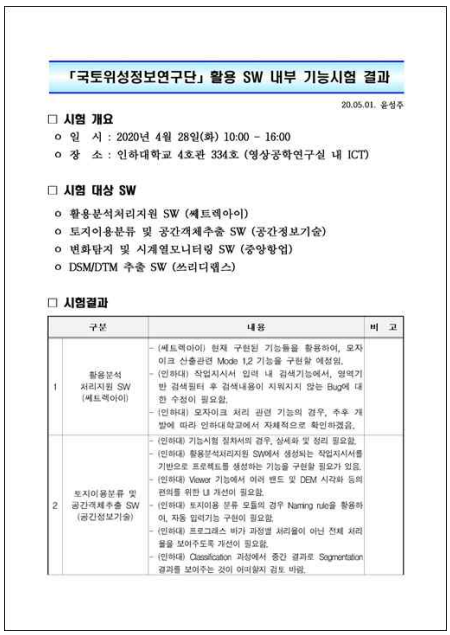
<인하대 국토위성 테스트베드(ICT, Inha CAS500 Testbed)>

③ 자체시험 평가

○ 시험 평가 일시 : 2020년 4월 28일(화) 10:00 - 16:00

○ 시험 평가 장소 : 인하대학교 4호관 334호 (영상공학연구실 내 ICT)

○ 시험대상 SW : 활용분석처리지원 SW, 토지이용분류 및 공간객체추출 SW, 변화탐지 및 시계열모니터링 SW, DSM/DTM 추출 SW



「국토위성정보연구단」 활용 SW 내부 기능시험 결과

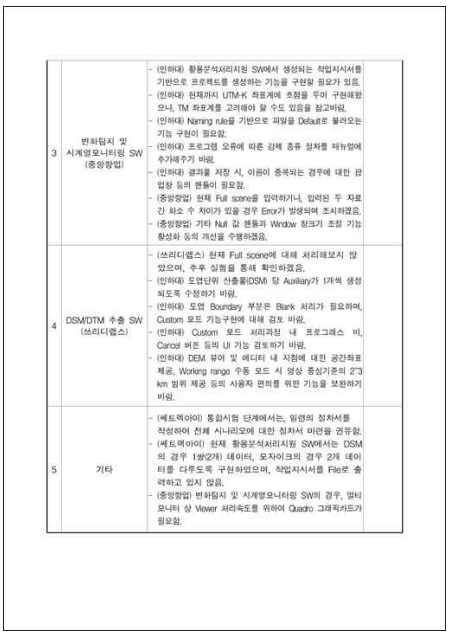
20.05.01. 윤성주

□ 시험 개요
- 일 시 : 2020년 4월 28일(화) 10:00 - 16:00
- 장 소 : 인하대학교 4호관 334호 (영상공학연구실 내 ICT)

□ 시험 대상 SW
- 활용분석처리지원 SW (베트렉아이)
- 토지이용분류 및 공간객체추출 SW (공간정보기술)
- 변화탐지 및 시계열모니터링 SW (중앙항업)
- DSM/DTM 추출 SW (쓰리디랩스)

□ 시험결과

	구분	내용	비 고
1	활용분석 처리지원 SW (베트렉아이)	- (베트렉아이) 현재 구현된 기능들을 활용하여, 모자이크 산출관련 Mode 1,2 기능을 구현할 예정임. - (인하대) 작업지시서 입력 내 검색기능에서, 영역기반 검색필터 후 검색내용이 지워지지 않는 Bug에 대한 수정이 필요함. - (인하대) 모자이크 처리 관련 기능의 경우, 추후 개발에 따라 인하대학교에서 자체적으로 확인하겠음.	
2	토지이용분류 및 공간객체추출 SW (공간정보기술)	- (인하대) 기능시험 절차서의 경우, 상세화 및 정리 필요함. - (인하대) 활용분석처리지원 SW에서 생성되는 작업지시서를 기반으로 프로젝트를 생성하는 기능을 구현할 필요가 있음. - (인하대) Viewer 기능에서 여러 밴드 및 DEM 시각화 등의 편의를 위한 UI 개선이 필요함. - (인하대) 토지이용 분류 모듈의 경우 Naming rule을 활용하여, 자동 입력기능 구현이 필요함. - (인하대) 프로그래스 바가 과정별 처리율이 아닌 전체 처리율을 보여주도록 개선이 필요함. - (인하대) Classification 과정에서 중간 결과로 Segmentation 결과를 보여주는 것이 어떠할지 검토 바람.	



3	변화탐지 및 시계열모니터링 SW (중앙항업)	- (인하대) 활용분석처리지원 SW에서 생성되는 작업지시서를 기반으로 프로젝트를 생성하는 기능을 구현할 필요가 있음. - (인하대) 현재까지 UTM-K 좌표계에 초점을 두어 구현해왔으나, TM 좌표계를 고려해야 할 수도 있음을 참고바람. - (인하대) Naming rule을 기반으로 파일을 Default로 불러오는 기능 구현이 필요함. - (인하대) 프로그램 오류에 따른 강제 종류 절차를 매뉴얼에 추가해주기 바람. - (인하대) 결과를 저장 시, 이름이 중복되는 경우에 대한 팝업 등의 팬들이 필요함. - (중앙항업) 현재 Full scene을 입력하거나, 입력된 두 자료간 해상 수 차이가 있을 경우 Error가 발생되며 조치하겠음. - (중앙항업) 기타 Null 값 핸들과 Window 창크기 조절 기능 향상성화 등의 개선을 수행하겠음.
4	DSM/DTM 추출 SW (쓰리디랩스)	- (쓰리디랩스) 현재 Full scene에 대해 처리해보지 않았으며, 추후 실험을 통해 확인하겠음. - (인하대) 도엽단위 산출물(DSM) 당 Auxiliary가 1개씩 생성되도록 수정하기 바람. - (인하대) 도엽 Boundary 부분은 Blank 처리가 필요하며, Custom 모드 기능구현에 대해 검토 바람. - (인하대) Custom 모드 처리과정 내 프로그래스 바, Cancel 버튼 등의 UI 기능 검토하기 바람. - (인하대) DEM 뷰어 및 에디터 내 지점에 대한 공간좌표 제공, Working range 수동 모드 시 영상 중심기준의 2~3 km 범위 제공 등의 사용자 편의를 위한 기능을 보완하기 바람.
5	기타	- (베트렉아이) 통합시험 단계에서는, 임팩의 절차서를 작성하여 전체 시나리오에 대한 절차서 미관을 권유함. - (베트렉아이) 현재 활용분석처리지원 SW에서는 DSM의 경우 1쌍(2개) 데이터, 모자이크의 경우 2개 데이터를 다루도록 구현하였으며, 작업지시서를 File로 출력하고 있지 않음. - (중앙항업) 변화탐지 및 시계열모니터링 SW의 경우, 멀티모니터 상 Viewer 처리속도를 위하여 Quadro 그래픽카드가 필요함.

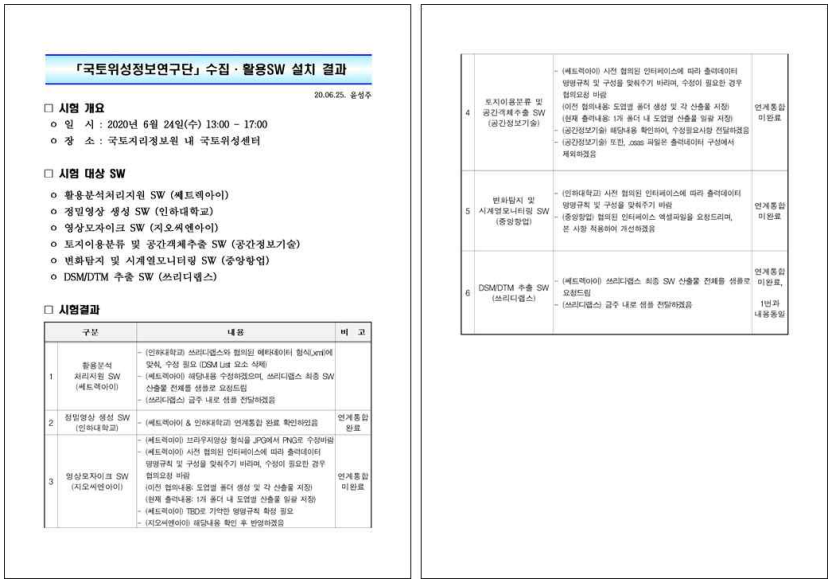
<자체시험 평가 결과>

④. 1차 수집·활용시스템 연계·통합 시험 평가

○ 시험 평가 일시 : 2020년 6월 24일(수) 13:00 - 17:00

○ 시험 평가 장소 : 국토지리정보원 내 국토위성센터

○ 시험대상 SW : 활용분석처리지원 SW, 정밀영상생성 SW, 영상모자이크 SW, 토지이용분류 및 공간객체추출 SW, 변화탐지 및 시계열모니터링 SW, DSM/DTM 추출 SW



「국토위성정보연구단」 수집·활용SW 설치 결과

20.06.25. 윤성주

□ 시험 개요
- 일 시 : 2020년 6월 24일(수) 13:00 - 17:00
- 장 소 : 국토지리정보원 내 국토위성센터

□ 시험 대상 SW
- 활용분석처리지원 SW (에트맥아이)
- 정밀영상 생성 SW (인하대학교)
- 영상모자이크 SW (지오씨엔아이)
- 토지이용분류 및 공간객체추출 SW (공간정보기술)
- 변화탐지 및 시계열모니터링 SW (중앙항업)
- DSM/DTM 추출 SW (쓰리디랩스)

□ 시험결과

	구분	내용	비 고
1	활용분석 처리지원 SW (에트맥아이)	- (인하대학교) 쓰리디랩스와 협의된 메타데이터 형식(.xml)에 맞춰, 수정 필요 (DSM Unit 요소 삭제) - (에트맥아이) 해당내용 수정하였으며, 쓰리디랩스 최종 SW 산출물 전체를 샘플로 요청드림 - (쓰리디랩스) 금주 내로 샘플 전달하겠음	
2	정밀영상 생성 SW (인하대학교)	- (에트맥아이 & 인하대학교) 연계통합 완료 확인하였음	연계통합 완료
3	영상모자이크 SW (지오씨엔아이)	- (에트맥아이) 브라우저영상 형식을 JPG에서 PNG로 수정바람 - (에트맥아이) 시전 협의된 인터페이스에 따라 출력데이터 양명규칙 및 구성을 맞춰주기 바라며, 수정이 필요한 경우 협의요청 바람 (이전 협의내용: 도엽별 폴더 생성 및 각 산출물 지정) (현재 출력내용: 1개 폴더 내 도엽별 산출물 일괄 저장) - (에트맥아이) TBD로 기술한 영상규칙 확정 필요 - (지오씨엔아이) 해당내용 확인 후 반영하였음	연계통합 미완료

4	토지이용분류 및 공간객체추출 SW (공간정보기술)	- (에트맥아이) 시전 협의된 인터페이스에 따라 출력데이터 양명규칙 및 구성을 맞춰주기 바라며, 수정이 필요한 경우 협의요청 바람 (이전 협의내용: 도엽별 폴더 생성 및 각 산출물 지정) (현재 출력내용: 1개 폴더 내 도엽별 산출물 일괄 저장) - (공간정보기술) 해당내용 확인하여, 수정필요시점 전달하겠음 - (공간정보기술) 또한, .json 파일은 출력데이터 구성에서 제외하였음	연계통합 미완료
5	변화탐지 및 시계열모니터링 SW (중앙항업)	- (인하대학교) 시전 협의된 인터페이스에 따라 출력데이터 양명규칙 및 구성을 맞춰주기 바람 - (중앙항업) 협의된 인터페이스 예셜파일을 요청드리며, 본 시점 적용하여 개선하겠음	연계통합 미완료
6	DSM/DTM 추출 SW (쓰리디랩스)	- (에트맥아이) 쓰리디랩스 최종 SW 산출물 전체를 샘플로 요청드림 - (쓰리디랩스) 금주 내로 샘플 전달하겠음	연계통합 미완료, 1번과 내용동일

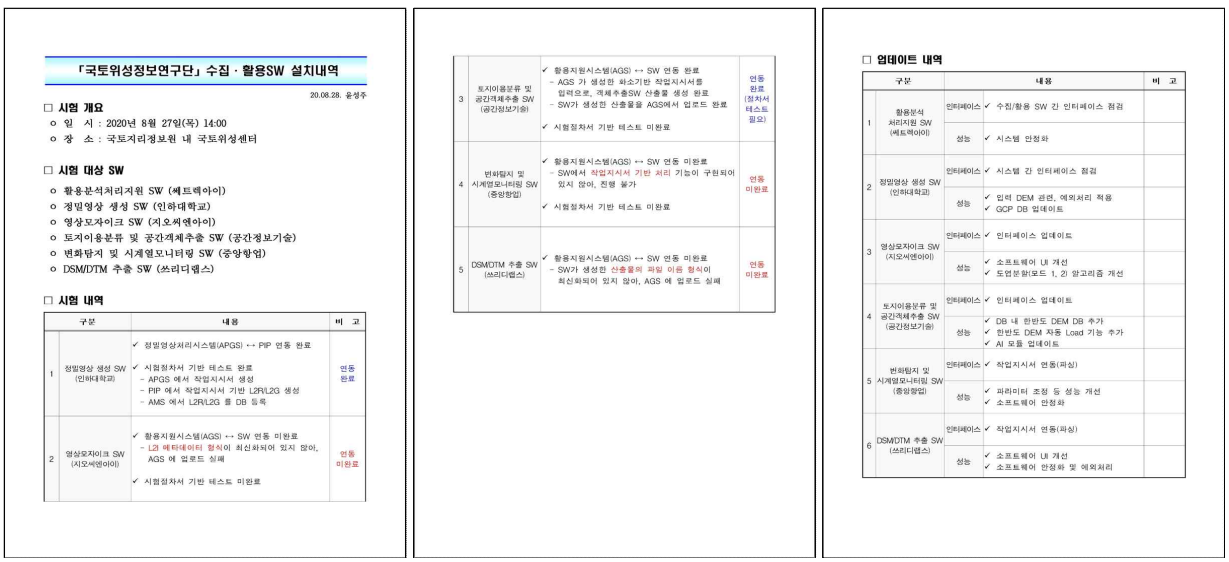
<1차 지리원 시험 평가 결과>

⑤. 2차 수집·활용시스템 연계·통합 시험 평가

○ 시험 평가 일시 : 2020년 8월 27일(목) 14:00

○ 시험 평가 장소 : 국토지리정보원 내 국토위성센터

○ 시험대상 SW : 활용분석처리지원 SW, 정밀영상생성 SW, 영상모자이크 SW, 토지이용분류 및 공간객체추출 SW, 변화탐지 및 시계열모니터링 SW, DSM/DTM 추출 SW



「국토위성정보연구단」 수집·활용SW 설치내역

20.08.28. 윤성주

□ 시험 개요
- 일 시 : 2020년 8월 27일(목) 14:00
- 장 소 : 국토지리정보원 내 국토위성센터

□ 시험 대상 SW
- 활용분석처리지원 SW (에트맥아이)
- 정밀영상 생성 SW (인하대학교)
- 영상모자이크 SW (지오씨엔아이)
- 토지이용분류 및 공간객체추출 SW (공간정보기술)
- 변화탐지 및 시계열모니터링 SW (중앙항업)
- DSM/DTM 추출 SW (쓰리디랩스)

□ 시험 내역

	구분	내용	비 고
1	정밀영상 생성 SW (인하대학교)	✓ 정밀영상처리시스템(APGS) ↔ PIP 연동 완료 ✓ 시험절차서 기반 테스트 완료 - APGS 에서 작업지시서 생성 - PIP 에서 작업지시서 기반 L2R/L2G 생성 - AMS 에서 L2R/L2G 를 DB 등록	연동 완료
2	영상모자이크 SW (지오씨엔아이)	✓ 활용지원시스템(AGS) ↔ SW 연동 미완료 - L2I 메타데이터 형식이 최신화되어 있지 않아, AGS 에 업로드 실패 ✓ 시험절차서 기반 테스트 미완료	연동 미완료

3	토지이용분류 및 공간객체추출 SW (공간정보기술)	✓ 활용지원시스템(AGS) ↔ SW 연동 완료 - AGS 가 생성한 하소기반 작업지시서를 입력으로, 객체추출SW 산출물 생성 완료 - SW가 생성한 산출물을 AGS에서 업로드 완료 ✓ 시험절차서 기반 테스트 미완료	연동 완료 (절차서 테스트 필요)
4	변화탐지 및 시계열모니터링 SW (중앙항업)	✓ 활용지원시스템(AGS) ↔ SW 연동 미완료 - SW에서 작업지시서 기반 처리 기능이 구현되어 있지 않아, 전량 불가 ✓ 시험절차서 기반 테스트 미완료	연동 미완료
5	DSM/DTM 추출 SW (쓰리디랩스)	✓ 활용지원시스템(AGS) ↔ SW 연동 미완료 - SW가 생성한 산출물의 파일 이름 형식이 최신화되어 있지 않아, AGS 에 업로드 실패	연동 미완료

□ 업데이트 내역

	구분		내용	비 고
1	활용분석 처리지원 SW (에트맥아이)	인터페이스	✓ 수집/활용 SW 간 인터페이스 점검	
		성능	✓ 시스템 안정화	
2	정밀영상 생성 SW (인하대학교)	인터페이스	✓ 시스템 간 인터페이스 점검	
		성능	✓ 입력 DEM 관련, 예외처리 적용 ✓ GCP DB 업데이트	
3	영상모자이크 SW (지오씨엔아이)	인터페이스	✓ 인터페이스 업데이트	
		성능	✓ 소프트웨어 UI 개선 ✓ 도엽분할(모드 1, 2) 알고리즘 개선	
4	토지이용분류 및 공간객체추출 SW (공간정보기술)	인터페이스	✓ 인터페이스 업데이트	
		성능	✓ DB 내 한반도 DEM DB 추가 ✓ 한반도 DEM 자동 Load 기능 추가 ✓ AI 모듈 업데이트	
5	변화탐지 및 시계열모니터링 SW (중앙항업)	인터페이스	✓ 작업지시서 연동(파싱)	
		성능	✓ 파라미터 조정 등 성능 개선 ✓ 소프트웨어 안정화	
6	DSM/DTM 추출 SW (쓰리디랩스)	인터페이스	✓ 작업지시서 연동(파싱)	
		성능	✓ 소프트웨어 UI 개선 ✓ 소프트웨어 안정화 및 예외처리	

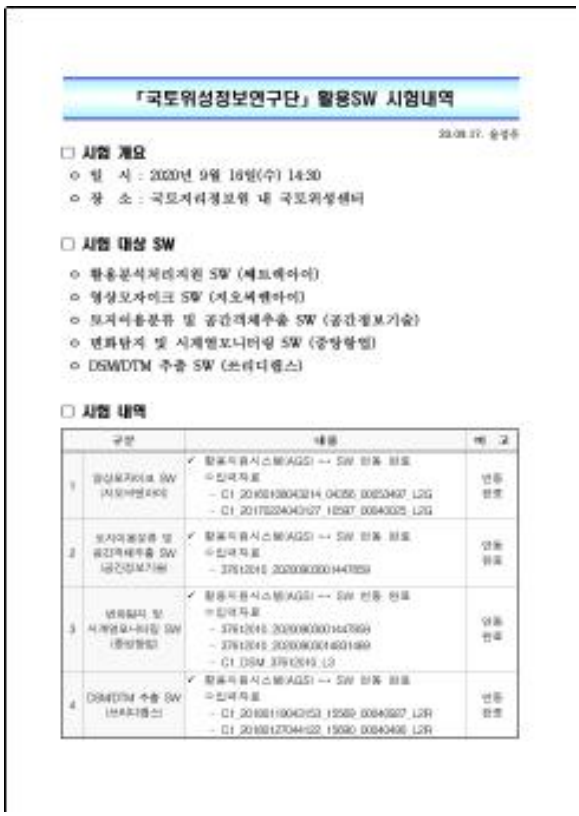
<2차 지리원 시험 평가 결과>

⑥. 3차 수집·활용시스템 연계·통합 시험 평가

○ 시험 평가 일시 : 2020년 9월 16일(수) 14:30

○ 시험 평가 장소 : 국토지리정보원 내 국토위성센터

○ 시험대상 SW : 활용분석처리지원 SW, 영상모자이크 SW, 토지이용분류 및 공간객체추출 SW, 변화탐지 및 시계열모니터링 SW, DSM/DTM 추출 SW


「국토위성정보연구단」 활용SW 시험내역

□ 시험 개요

○ 일 시 : 2020년 9월 16일(수) 14:30

○ 장 소 : 국토지리정보원 내 국토위성센터

□ 시험 대상 SW

○ 활용분석처리지원 SW (베프에어)

○ 영상모자이크 SW (지오펙엔아이)

○ 토지이용분류 및 공간객체추출 SW (공간정보기술)

○ 변화탐지 및 시계열모니터링 SW (중앙항업)

○ DSM/DTM 추출 SW (쓰리디랩스)

□ 시험 내역

구분	내용	비 고
1	✓ 활용자료시스템(AGS) → SW 전송 완료 ○ 입력자료 - C1_20160130043214_04055_00053407_L2G - C1_20170224043127_10587_00040025_L2G	연동 완료
2	✓ 활용자료시스템(AGS) → SW 전송 완료 ○ 입력자료 - 37612041_20200903000440359	연동 완료
3	✓ 활용자료시스템(AGS) → SW 전송 완료 ○ 입력자료 - 37612041_20200903000447899 - 37612041_20200903004601869 - C1_DSM_37612041_L3	연동 완료
4	✓ 활용자료시스템(AGS) → SW 전송 완료 ○ 입력자료 - C1_20160127044122_15580_00040407_L2R - C1_20160127044122_15580_00040408_L2R	연동 완료

⑦. 국토위성정보 운영시스템 통합 및 사전점검

○ 운영시스템 최종 설치 : 2020-11-12(목)

○ 운영시스템 통합시험 범위





<운영시스템 통합 및 사전점검>

⑧. 운영시스템 통합시험

○ 시험 수행일시 : 2020-11-13(금) 13:30 ~ 18:00

○ 시험 수행장소 : 국토지리정보원 국토위성센터

○ 시험 수행조직

구분	수행 역할	성명
시험 책임자	시험 절차서 및 자료 준비 시험 일정 조정/확정 시험 결과 보고서 작성 및 제출	SI 최재승
시험 진행자	시험 절차 수행	SI 한재중 1세부, 2세부, 3세부
시험 관리자	시험 절차 추적/관리 시험 절차/결과 검토/승인	인하대 김태정
시험 자문위원	시험 절차 수행 참관 및 자문	국토위성센터 양효진, 신문승

(나). 국토위성정보 운영시스템 교육

○ 일시 : 2020년 11월 23일(월) ~ 12월 14일(월)

○ 장소 : 국토지리정보원 국토위성센터

○ 세부일정

- 개요 및 관련 이론 교육

과목	날짜 및 시작시각	소요 시간	발표기관 /발표자
1. 개요			
1.1 국토위성정보 수집/활용 과제 개요	2020-11-23 13:30	0.5	인하대학교
1.2 국토위성정보 활용기초기술 개요	2020-11-23 14:00	1	
1.3 국토위성정보 응용기술 개요	2020-11-23 15:00	1	인하대학교
2.6 정밀영상생성 SW	2020-11-23 16:00	1	인하대학교
2. 수집시스템			
2.1 수집시스템 개요	2020-11-24 13:30	0.5	쎄트렉아이
2.2 촬영요구 서브시스템	2020-11-24 14:00	0.5	쎄트렉아이
2.3 위성정보수신 서브시스템	2020-11-24 14:30	0.5	쎄트렉아이
2.4 저장관리 서브시스템	2020-11-24 15:00	0.5	쎄트렉아이
2.7 정밀영상생성 서브시스템	2020-11-24 15:30	0.5	쎄트렉아이
2.8 운영관리 서브시스템	2020-11-24 16:00	0.5	쎄트렉아이
3. 활용시스템(1/3)			
2.5 표준영상생성 및 검보정 기술	2020-11-25 13:30	1	쎄트렉아이
3.1 활용시스템 개요	2020-11-25 14:30	0.5	쎄트렉아이
3.2 보안지역처리 서브시스템	2020-11-25 15:00	1	쎄트렉아이
3.3 자료관리 서브시스템	2020-11-25 16:00	0.5	쎄트렉아이
3.4 운영관리 서브시스템	2020-11-25 16:30	0.5	쎄트렉아이
3.5 활용분석처리 서브시스템	2020-11-25 17:00	1	쎄트렉아이
활용시스템(2/3)			
3.6 주문처리 서브시스템	2020-11-26 13:30	0.5	가이아쓰리디
3.7 배포처리 서브시스템	2020-11-26 14:00	0.5	가이아쓰리디
3.8 검색주문관리 서브시스템	2020-11-26 14:30	1	픽소니어
3.9 배포관리 서브시스템	2020-11-26 15:30	0.5	픽소니어
3.10 웹서비스관리 서브시스템	2020-11-26 16:00	0.5	픽소니어
4.1 객체추출 SW	2020-11-26 17:00	1	상지대/ 공간정보기술
4. 활용시스템(3/3)			
4.2 모자이킹 SW	2020-11-27 11:00	1	지오씨앤아이
4.3 변화탐지 SW	2020-11-27 15:30	1	충북대/중앙항업
4.4 DSM/DTM SW	2020-11-27 16:30	1	쓰리디랩스

- 운영시스템 실습 교육-1차

과목	날짜 및 시작시각	소요 시간	발표기관 /발표자
수집시스템 실습			
촬영요구 서브시스템	2020-12-01 10:00	2	쎄트렉아이
위성정보수신 서브시스템	2020-12-01 13:30	1	쎄트렉아이
저장관리 서브시스템	2020-12-01 14:30	1.5	쎄트렉아이
운영관리 서브시스템	2020-12-01 16:00	1	쎄트렉아이
정밀영상생성 실습			
정밀영상생성 서브시스템 및 정밀영상생성 SW	2020-12-02 13:30	5	쎄트렉아이, 인하대
활용시스템 실습 (1/2)			
주문처리 서브시스템	2020-12-03 10:00	1	가이아쓰리디
배포처리 서브시스템	2020-12-03 11:00	1	가이아쓰리디
검색주문관리 서브시스템	2020-12-03 13:30	2	픽소니어
배포관리 서브시스템	2020-12-04 15:30	1	픽소니어
웹서비스관리 서브시스템	2020-12-04 16:30	1	픽소니어
활용시스템 실습 (2/2)			
보안지역처리 서브시스템	2020-12-04 10:00	2	쎄트렉아이
자료관리 서브시스템	2020-12-04 13:30	1.5	쎄트렉아이
운영관리 서브시스템	2020-12-04 15:00	1	쎄트렉아이
활용분석처리 관리 SW	2020-12-04 16:00	2	쎄트렉아이

- 운영시스템 실습 교육-2차

과목	날짜 및 시작시각	소요 시간	발표기관 /발표자
활용산출물 생성 SW			
객체추출 SW	2020-12-09 13:30	5	상지대 / 공간정보기술
DSM/DTM SW	2020-12-10 13:30	5	쓰리디랩스
변화탐지 SW	2020-12-11 13:30	5	충북대 / 중앙항업
모자이킹 SW	2020-12-14 11:00	5	지오씨앤아이

(3). 1세부(총괄): 국토위성정보 활용을 위한 중장기 기술개발 로드맵 수립

(가). 핵심과제 도출을 위한 국토위성정보 활용산출물 분석

①. 국토위성정보 활용산출물 정의

○ 국토위성정보로부터 생산하여 다양한 분야에 적용하기 위한 활용산출물*의 레벨을 소요기술 및 난이도를 고려하여 Level 3** (기반활용산출물)과 Level 4*** (복합활용산출물)로 구분

- 국토위성정보 활용산출물이란 국토위성정보로부터 정해진 처리 절차에 의해서 생산되는 결과물로 저장관리되며 목록화되어 사용자가 검색 가능하며 표준화된 형식으로 사용자에게 제공 가능한 결과물

- Level 3 (기반활용산출물) : 국토위성정보만을 이용하여 생산 가능한 산출물(기준점, 대기정보 등의 보조정보는 사용 가능)

- Level 4 (복합활용산출물) : 국토위성정보 및 추가 정보 (예: 수치지도 DB)를 이용하여 생산•융복합 기술개발에 따라 확장 가능

○ 국토위성정보 활용산출물 정의 및 분석

- 활용산출물 정의 및 분석의 목적 : 국토위성정보로부터 추출 가능한 규격화된 산출물을 정의하여, 산출물 별로 요구되는 추가 기술개발 업무 파악하여 로드맵 수립에 반영하고 활용모델 수립에 참고자료로 사용

- 활용주무부처/법령 업무분석을 통한 활용산출물 목록 도출

부서/법령	업무	관련 세부업무	활용산출물 (안)
공간정보 진흥과	기초자료 및 지도제작	산림 관련 재난재해 기초자료 산림입지토양도의 기초자료 다중영상정보 DB 구축 정밀 DSM 제작 연안정보 및 해안선도 제작 상수원보호지도 제작 재해위험지구 지도제작 및 서비스	산림현황도/산사태위험중첩도/산불위험중첩도 피복변화지도 다중영상정보 실감정사영상 연안해역변화도 상수원 현황도 가뭄위험중첩도, 재난재해관리도
	기초 DB 구축	전 세계 3차원 정보 DB 구축 실감형 지도 제작 북한 3차원 시설물 탐지 토지현황조사 및 지상경계점변화탐지	DSM/DTM/nDSM/DEM set/3D 객체모델 3차원 공간정보 (정밀정사+ DSM) 북한개발구역지도 토지이용변화지도
	분석 자료	급경사재해예방지역지도 제작	경사/향/고도 분석도
	시스템 요소	국가공간정보포털 관심영역 서비스 국가수자원관리종합정보 시스템	ROI 영상 수자원관리도
국토지리정보원 국토조사과	기초자료/지도제작	시계열 국토 모니터링 Base map 제작 건축물 현황 분석	시계열 영상 True Colour Image DSM/DTM/nDSM/DEM set/건물현황도
국가공간정보센터	기초자료/지도제작	기본도및수치지도 제작 토지특성도 제작	입체영상 토지특성도
건설산업과	기초자료/지도제작	기본도 제작	음영기복도

공간정보 제도과	기초DB 구축	위치정보 서비스	위성 기준점
도시재생 정책과	분석 자료	도시재생 우선순위 분석/도시쇠퇴 진단	도시변화도
철도안전 정책과	통계자료	철도사고 현황, 철도 노선별 통계 분석을 위한 중첩지도 제작	객체변화지도, 객체중첩도
건설안전과	통계자료	지하공간통합지도, 지하시설물현황	영상벡터지도
정보화통계 담당관	통계자료 제작	도로시설/도로 현황 분석 지적 통계 분석 시설물정보/도로철도 중첩지도제작 도시개발, 도시계획 분석 도시공원/녹지/유원지 지도제작	도로현황도 피복변화지도 객체중첩도 가용토지추출도 도시녹지 및 그린벨트 현황도
하천계획과	기초자료 /지도제작	수계 피복 현황 분석 하천정보, 하천현황 분석 기초자료	하천현황도, 피복변화지도 객체변화지도, 수자원관리도
	기초 DB	하천시설물/하천경계 등 중첩지도 제작	객체중첩도
건축정책과	분석자료	연도별 각종 건축물 현황 분석	객체변화지도
	기초자료/ 지도제작	건축물의 안전점검을 위한 기초자료	객체중첩도
시설안전과	시스템	시설물 관리 시스템 운영	도시재난관리도
녹색건축과	기초 DB	건축물 에너지 분석 3차원 모델링	3D 객체모델
지적재조사 기획단 사업총괄과	기초자료 /지도제작	토지소유권 경계 식별	지적중첩도
신사업기획부	기초자료 /지도제작	상습침수지역 현황 파악, 침수흔적도 발급 서비스	침수위험중첩도
공원녹지법	분석 자료	도시자연공원구역ㆍ토지피복 변화분석 도시녹지변화탐지	식생지수 Product 녹지변화지도

- 정의된 국토위성정보 활용산출물 목록

종류	설명
Level 3 기반 활용산출물 (24종)	▪ **영상처리 Product**: ROI 영상, 시계열 영상(1/2/n years), 입체영상, 음영기복도, True Colour Image(TCI) 영상 ▪ **기준점 Product**: 위성기준점 ▪ **3D Product**: DSM, DTM, nDSM, DEM Set, 3차원공간정보(정밀정사+DSM) ▪ **대기보정 Product**: 표면반사율영상, Top Of Atmosphere(TOA) 영상 ▪ **식생지수 Product**: NDVI (정규화식생지수), EVI(개량식생지수), SAVI(토양보정식생지수), MSAVI(수정토양보정식생지수) ▪ **객체추출 Product**: 철도현황도, 도로현황도, 하천현황도, 건물현황도, 산림현황도 ▪ **변화탐지 Product**: 피복변화지도, 객체변화지도
Level 4 복합 활용산출물 (24종)	▪ **3D융복합 Product**: 다중영상정보(Drone/Aerial/Satellite), 3D 객체모델(CAD, PCD, Texture), 실감정사영상 ▪ **복합객체추출 Product**: 영상벡터지도, 토지이용현황도, 지적중첩도, 북한개발구역지도, 산불위험중첩도, 객체중첩도, 산사태위험중첩도, 침수위험중첩도, 가뭄위험중첩도 ▪ **복합변화탐지 Product**: 토지이용변화지도, 녹지변화지도, 연안해역변화도, 도시변화도 ▪ **세부 활용주제도**: 가용토지추출도, 토지특성도, 경사/향/표고 분석도, 상수원 현황도, 도시녹지 및 그린벨트 현황도, 재난재해관리도, 도시재난관리도, 수자원관리도

②. 활용산출물별 생산가능성 및 기술개발 항목 분석

○ 정의된 기반활용산출물 및 복합활용산출물 별로 생산단위, 생산주기, 필요한 보조정보, 서비스 제공여부의 분석을 통해 생산가능성을 분석하고 필요한 핵심기술개발 항목을 도출함

- 생산단위는 Scene, 도엽, 관심영역, 한반도 (남북한), DB 및 수치생산으로 구분

- 생산주기는 매일, 15일, 매월, 계절별, 매년, 다년, 요청시 및 추후결정으로 구분

○ Level 3 기반활용산출물별 생산가능성 및 추가기술개발항목 분석

레벨	산출물	생산 단위	생산 주기	보조 정보	서비스 필요성	기술개발 항목
3	ROI 영상	관심영역	요청시	불필요	일반 사용자 / 관계기관	Level 3용 영상처리기술
	시계열 영상	Scene / 도엽	요청시			
	입체영상	Scene	요청시			
	TCI 영상	Scene	매일			
	음영기복도	Scene	요청시	불필요	관계기관	
	위성기준점	DB	추후결정	불필요	관계기관	기준점 갱신기술
	DSM	도엽/관심영역	매일	불필요	일반 사용자 / 관계기관	3차원정보생산기술 고도화
	DTM					
	nDSM					
	DEM Set					
	3차원공간정보	Scene/도엽	요청시	정밀정사영상DSM		
	표면반사율영상	도엽	요청시	대기보정자료	일반 사용자 / 관계기관	대기보정기술 개발
	TOA 영상	Scene	일별	불필요		
	NDVI	Scene / 도엽	15일/매월/요청시	불필요	일반 사용자 /관계기관	식생지수생성기술 개발
	EVI					
	SAVI					
	MSAVI					
	철도현황도	관심영역/남한/북한/한반도 전역	Annual / 요청시	불필요	관계기관	객체추출기술
	도로현황도					
	하천현황도					
	건물현황도					
	산림현황도					
	피복변화지도	관심영역/남한/북한/한반도 전역	Annual/요청시	불필요	관계기관	변화탐지기술 고도화
	객체변화지도					

○ Level 4 복합활용산출물별 생산가능성 및 추가기술개발항목 분석

레벨	산출물	생산단위	생산 주기	보조정보 필요성	서비스 필요성	추가 개발 필요항목
4	다중영상정보	관심영역	요청시	이종 위성, 센서 영상	일반 사용자 / 관계기관	고급 3D 융복합처리기술 개발
	3D 객체 모델	관심영역		수치지도, 건축물 DB		
	실감정사영상	도엽 / 관심영역		수치지도, 건축물 DB, UAV영상		
	Image-Vector 지도	도엽 / 관심영역	요청시	Vector 자료	일반 사용자 / 관계기관	객체추출기술 고도화
	토지이용현황도	도엽	요청시/ 매년	수치지도, 건축물 DB	관계기관	
	지적중첩도	도엽		지적도	일반 사용자 / 관계기관	
	북한개발구역지도	북한 전역		행정구역도, 수치지도	관계기관	
	산불위험중첩도	한반도 전역		임상도, 토지피복도	관계기관	
	객체중첩도	도엽		수치지도	일반 사용자 / 관계기관	
	산사태위험중첩도	관심영역 남한/북한/ 한반도		DEM, 토지피복도	관계기관	
	침수위험중첩도			DEM/DSM	관계기관	
	가뭄위험중첩도			토양수분 정보, 토지피복도	관계기관	
	토지이용변화지도	관심영역 남한/북한/ 한반도	요청시/ 매년	토지이용도, 수치지도	관계기관	복합변화탐지 기술 고도화
	녹지변화지도			토지피복도	관계기관	
	연안해역변화도			기존 연안해역변화도	관계기관	
	도시변화도			수치지도	관계기관	
	가용토지추출도	한반도 전역	요청시/ 매년	토지피복도, DEM, 경사도	일반 사용자 / 관계기관	세부 활용주제도 제작기술 개발
	토지특성도	관심영역 / 도엽		토지피복도		
	경사/향/표고 분석도	도엽	요청시	수치지도, DEM	관계기관	
	상수원 현황도	관심영역	계절별	다중분광영상 (SWIR, TIR)	관계기관	
	도시녹지 및 그린벨트 현황도	관심영역	계절별	수치지도, 토지이용도	관계기관	
	재난재해관리도	도엽	요청시	수치지도, 토지이용현황도	관계기관	
	도시재난관리도	도엽	요청시	수치지도, 건축물 DB	관계기관	
	수자원관리도	한반도 전역	매년	하천 DB	관계기관	

(나). R&D 추진 방향

①. R&D 비전 및 목표

○ 비전: 국토위성정보를 통한 국가관리·삶의질 향상 및 산업활성화

○ 목표: 국토위성임무 달성을 위한 활용모델 구축 및 활용산출물 제작기술 개발

- 국토위성임무:

· 국토교통부 현업 및 관련 산업분야를 지원

· 국토관리에 관한 정책위성으로서 역할 수행

· 전세계 국토의 3차원 공간정보 구축

- 활용모델: 어떤 산출물을 언제 생산, 누구에게 어떻게 전달하여 무엇에 활용을 규정

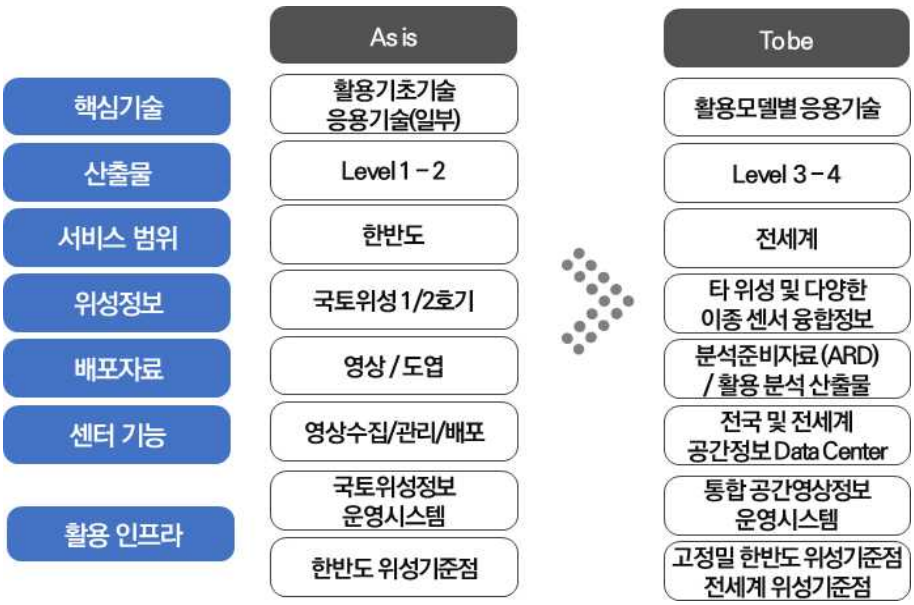
· 예시1: 정밀영상을 매일 생산, 주문한 사용자에게 인터넷 전송하여 학술연구에 활용

· 예시2: 하천현황도를 분기별 생산, 하천계획과에 전용망 전송하여 불법경작감시에 활용



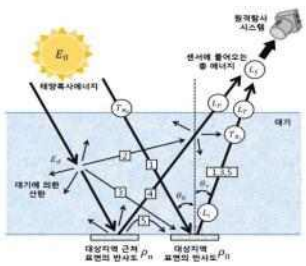
<국토위성임무 달성을 위한 활용 모델의 구성>

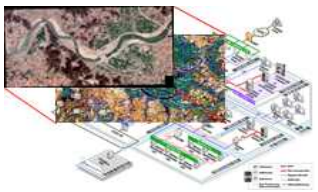
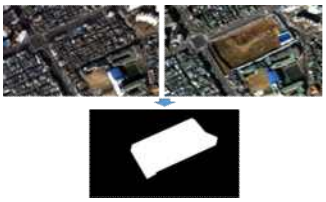
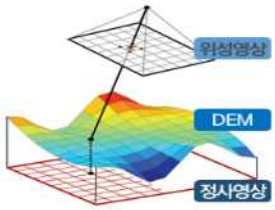
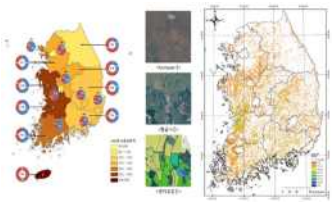
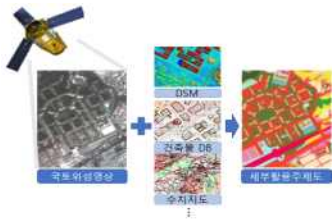
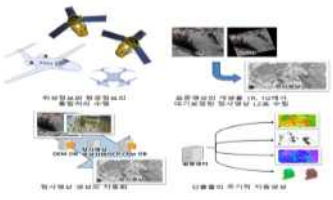
○ 핵심요소별 R&D 추진방향



<핵심요소 별 R&D 추진방향>

②. 추진 과제

추진과제	설명	그림(예시)
시스템・인프라 부문: 국토위성정보의 활용을 활성화시키기 위한 시스템 구축		
1 국토위성 운영시스템 고도화 및 Level 3 생산체계 구축	장기적/지속가능한 위성정보 활용 및 활용산출물(L3)의 생산/서비스를 위해 현재 국토위성센터에 설치된 저장관리/활용지원/검색주문 서브시스템 등 운영시스템을 고도화하고 L3 생산체계를 구축	
2 후속 국토위성정보 운영 및 활용기초기술 개발	중단없는 국토관측 및 활용서비스를 위해 국토위성 3호기를 위한 운영시스템을 설계/구축하고, 국토위성 1/2호기 대비 고품질의 영상정보를 추출하기 위한 국토위성 3호기 활용기초기술을 개발	
활용기초기술 부문: 국토위성정보 활용을 위한 사용자 친화형 자료 생산기술 개발		
3 전지구 정밀영상 생성시스템 개발	한반도 뿐아니라 전지구를 대상으로 정밀영상을 생성할 수 있도록 전지구 대상의 GCP 획득기술, 전지구 DEM DB 구축 및 전지구 정밀정사영상 생성기술을 개발하고 이를 시스템으로 구현	
4 한반도 기준점 고도화기술 개발	남한지역에 구축된 기준점 DB를 모두 통합기준점 수준의 정밀도 및 안정성을 가지도록 갱신하고, 개선된 남한기준점을 이요, 정밀궤도모델링/다중촬영영상 활용 북한 기준점을 갱신	
5 대기보정 기술 및 시스템 개발	국토위성영상 촬영당시의 대기자료, 태양각 및 센서관측각 및 국토위성카메라의 절대방사보정계수, 밴드별 분광반응도를 이용하여 대기 산란 및 흡수 영향을 추정하여 이를 영상밝기값으로부터 차감	
6 한국형 분석준비자료 생산시스템 개발	고해상도 국토위성영상을 위한 한국형분석준비자료(K-ARD)의 규격을 마련하고, 정밀 기하보정 및 대기보정된 영상기반의 사용가능자료영역(UDM) 생성기술을 개발하여, K-ARD 생산 및 타공간정보와 연동 가능한 형태로 제공하는 시스템을 구현	

활용모델·응용기술 부문: 국토위성정보 활용을 위한 활용모델 수립 및 핵심기술 개발		
7 국토위성정보용 L3 영상처리 산출물 생산 기술 개발	국토위성정보의 접근성 및 활용성을 높이기 위한 관심영역영상, 시계열영상, 입체영상, 음영기복도 및 TCI 영상을 생성	
8 객체추출기반 활용모델 및 산출물 생산기술 개발	국토위성정보를 활용한 객체기반 및 AI 딥러닝 기반의 공간객체추출을 통해 공간객체 산출물별 통계정보 산정 및 국토위성영상기반 변화탐지 기반자료로 활용하기 위한 주제정보 및 주제도 생성	
9 변화탐지기반 활용모델 및 산출물 생산기술 개발	국토위성정보를 이용하여 분석할 수 있는 활용기반 관심객체별 변화탐지모델을 개발하고, 관심객체에 따른 주제별 모니터링 산출물의 생산기술 개발	
10 3D 정보기반 활용모델 및 산출물 생산기술 개발	대용량의 국토위성 영상을 이용한 3차원 지형자료 생성 기술의 고도화를 진행하고, 타 위성/플랫폼과의 3D 융복합 기술이 적용된 3차원 정보 분야의 L3/L4산출물 생산시스템의 개발	
11 식생지수기반 활용모델 및 산출물 생산기술 개발	대기보정이 완료된 지표면 반사율로부터 NDVI, EVI, SAVI, MSAVI 등 다양한 식생지수를 추출하고 산출된 식생지수를 활용하기 위한 활용모델 및 운영방안 수립	
12 세부 활용주제도 기반 활용모델 및 산출물 생산기술 개발	국토위성영상과 보조자료를 이용하여 가용토지추출도, 토지특성도, 경사/향/표고분석도 등 세부 활용주제도를 생산하고 생산된 세부 활용주제도를 활용하기 위한 활용모델 및 운영방안 수립	
13 한국형 AI를 위한 국토위성영상 데이터댐 구축	한반도를 촬영한 최신 국토위성영상을 이용하여 다양한 지형별 데이터댐을 구축하고 구축된 데이터댐을 활용모델별로 시범적용, 공간AI/BigData 기반구축	
14 이종영상 융복합처리 플랫폼 구축	인공위성영상, 항공영상, 드론영상, 항공레이저데이터 등 다양한 플랫폼에서 촬영한 이종영상을 수집하고 연계처리하여 고급 융합정보를 생성하는 이종영상융복합처리 플랫폼 개발	

③. 추진 전략

○ 핵심부문 및 핵심요소별 추진목표을 감안하여 연구개발 추진

- 시스템 · 인프라 부문 핵심요소별 추진목표

핵심요소	현재 수준 (As-Is)	추진 목표 (To-Be)
핵심기술	국토위성 운영시스템	통합 (위성)공간정보 운영시스템
산출물	L1 (표준영상) L2 (정밀영상)	L1 / L2 L3 (기반활용산출물), L4 (복합활용산출물)
서비스범위	한반도 (남,북,접경지역)	전세계지역
위성정보	국토위성 전용	모든 입력 위성영상 (수집/직수신/구매)
배포자료	국내 일반사용자/기관사용자	국내외 사용자. 공간정보 배포체계 연동
센터기능	국토위성정보 생산/관리/배포 지원	영상기반 공간정보 융복합 활동 지원
활용인프라	현재 수준에 맞는 On-Premise 인프라 구축	추진목표에 맞게 확장 In-house Cloud 구축 또는 G-Cloud 연계

- 활용기초기술 부문 핵심요소별 추가개발 항목

핵심요소	현재 수준 (As-Is)	추진 목표 (To-Be)
핵심기술	정밀정사영상 자동생성	분석준비자료 자동생성
산출물	기하보정영상 (L2R)	복사보정영상
	정사보정영상 (L2G)	대기보정영상
	도엽분할영상 (L2I)	유효영역표식 (Usable Data Mask)
서비스범위	한반도 (남,북,접경지역)	전세계지역
위성정보	국토위성 1/2호	국내외 고해상도 지구관측위성
배포자료	Scene (L1/L2) / 도엽 (L2I)	K-ARD (Scene/도엽 + UDM)
센터기능	국토위성 정밀정사영상 생성	국내외 위성 K-ARD 변환
활용인프라	한반도 GCP DB 확보	고정밀 한반도 GCP DB 전세계 GCP DB 확보 (점진적)

- 위성정보 응용기술(3세부) 핵심요소별 추가개발 항목

핵심요소	현재 수준 (As-Is)	추진 목표 (To-Be)
핵심기술	객체추출/변화탐지/DEM 생성	활용모델 응용기술/AI기반/공간 BigData 기술
산출물	공간객체추출/변화탐지/DEM 결과	L3 (기반활용산출물), L4 (복합활용산출물)
서비스범위	(자체 활용목적으로 생산)	한반도
위성정보	국토위성 전용	타 위성 및 이종센서 융합정보
배포자료	(자체 활용목적으로 생산)	분석준비자료 및 활용분석 산출물
센터기능	자체 분석업무	국내 일반사용자/기관사용자 영상기반 공간정보 융복합 활동 지원
활용인프라	독립적 Workstation 구축	산출물별 생성시스템 (운영시스템연동) 산출물 DB 구축

(다). R&D 로드맵

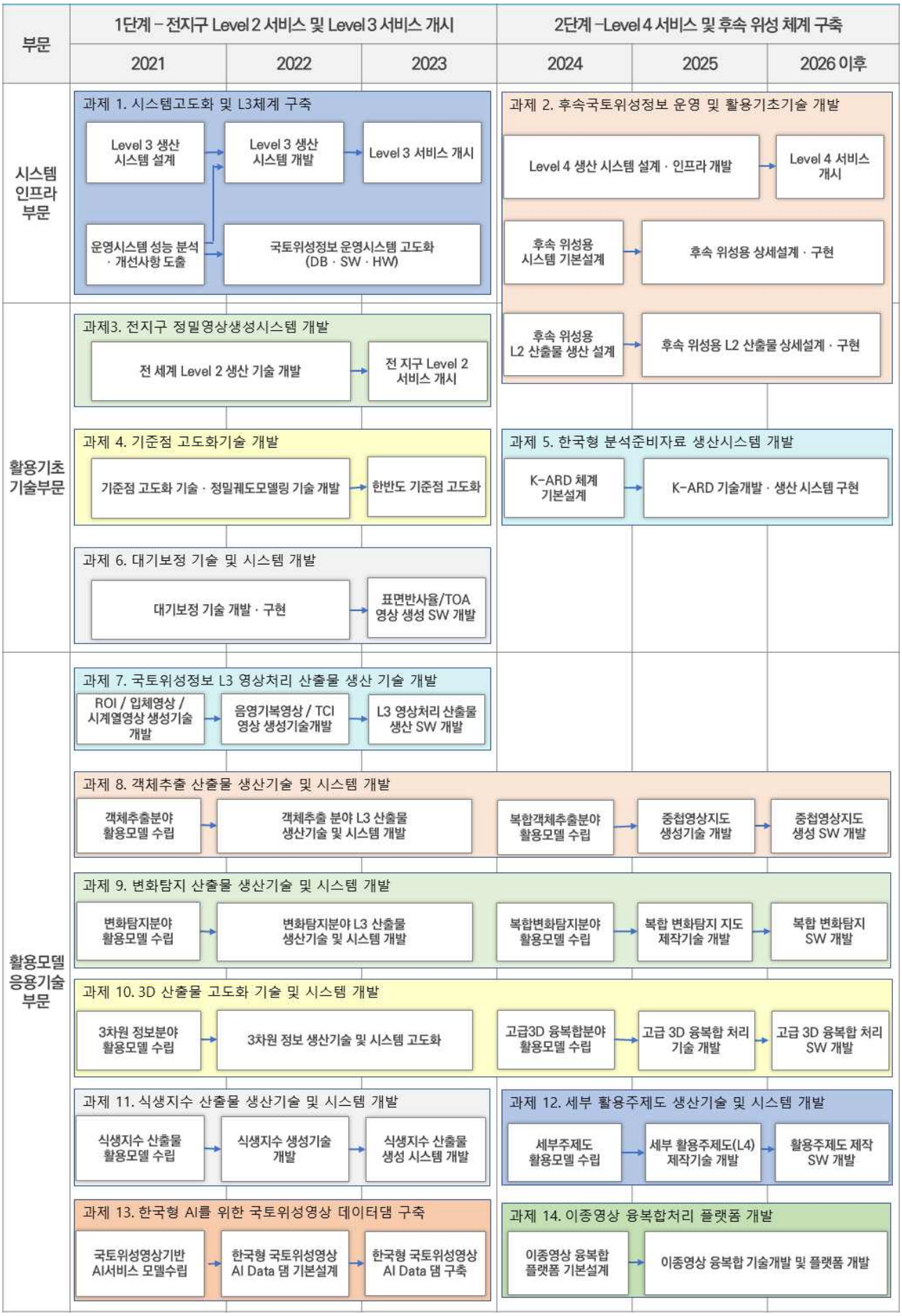
①. 단계별 추진목표

단계	1단계 (2021 ~ 23) 전지구 정밀영상 및 Level 3 산출물 생산	2단계 (2024 ~ 26) 다종 위성정보 처리 및 Level 4 산출물 생산
시스템 인프라	- 국토위성운영시스템 고도화 - L3 생산체계 구축	- 다종 위성정보 처리플랫폼 구축 - 후속 국토위성 처리플랫폼 구축
기초기술	- 전지구 정밀영상 생성 - 정밀 대기·기하보정기술 개발	- 한국형 분석준비자료 생산 - 후속국토위성 활용기초기술 개발
응용기술	- 활용모델 및 L3산출물 개발 - 한국형 위성데이터댐 구축	- 복합활용모델 및 L4산출물 개발 - 이종영상 융복합 플랫폼 구축

○ 단계별 예산 (단위: 억원)

핵심추진과제	1단계 (2021-23)	2단계 (2024-26)
1. 국토위성 운영시스템 고도화 및 L3 생산체계 구축	30	-
2. 후속 국토위성정보 운영 및 활용기초 기술개발	-	90
3. 전지구 정밀영상생성시스템 개발	20	-
4. 한반도 기준점 고도화 기술개발	30	-
5. 대기보정기술 및 시스템 개발	20	-
6. 한국형 분석준비자료 생산 시스템 개발	-	30
7. 국토위성정보 L3 영상처리 산출물 생산기술 개발	30	-
8. 객체추출기반 활용모델 및 산출물 생산기술 개발	30	30
9. 변화탐지기반 활용모델 및 산출물 생산기술 개발	30	30
10. 3D정보 기반 활용모델 및 산출물 생산기술 개발	30	30
11. 식생지수기반 활용모델 및 산출물 생산기술 개발	20	-
12. 세부 활용주제도 기반 활용모델 및 산출물 생산기술개발	-	30
13. 한국형AI를 위한 국토위성영상 데이터댐 구축	60	-
14. 이종영상융복합처리 플랫폼 구축	-	90
계	300	330

② R&D 로드맵


부문
1단계 – 전지구 Level 2 서비스 및 Level 3 서비스 개시
2단계 –Level 4 서비스 및 후속 위성 체계 구축
2021
2022
2023
2024
2025
2026 이후
시스템 인프라 부문
과제 1. 시스템고도화 및 L3체계 구축
Level 3 생산 시스템 설계
Level 3 생산 시스템 개발
Level 3 서비스 개시
운영시스템 성능 분석 · 개선사항 도출
국토위성정보 운영시스템 고도화 (DB · SW · HW)
과제 2. 후속국토위성정보 운영 및 활용기초기술 개발
Level 4 생산 시스템 설계 · 인프라 개발
Level 4 서비스 개시
후속 위성용 시스템 기본설계
후속 위성용 상세설계 · 구현
활용기초 기술부문
과제3. 전지구 정밀영상생성시스템 개발
전 세계 Level 2 생산 기술 개발
전 지구 Level 2 서비스 개시
후속 위성용 L2 산출물 생산 설계
후속 위성용 L2 산출물 상세설계 · 구현
과제 4. 기준점 고도화기술 개발
기준점 고도화 기술 · 정밀궤도모델링 기술 개발
한반도 기준점 고도화
과제 5. 한국형 분석준비자료 생산시스템 개발
K-ARD 체계 기본설계
K-ARD 기술개발 · 생산 시스템 구현
과제 6. 대기보정 기술 및 시스템 개발
대기보정 기술 개발 · 구현
표면반사율/TOA 영상 생성 SW 개발
활용모델 응용기술 부문
과제 7. 국토위성정보 L3 영상처리 산출물 생산 기술 개발
ROI / 입체영상 / 시계열영상 생성기술 개발
음영기복영상 / TCI 영상 생성기술개발
L3 영상처리 산출물 생산 SW 개발
과제 8. 객체추출 산출물 생산기술 및 시스템 개발
객체추출분야 활용모델 수립
객체추출 분야 L3 산출물 생산기술 및 시스템 개발
복합객체추출분야 활용모델 수립
중첩영상지도 생성기술 개발
중첩영상지도 생성 SW 개발
과제 9. 변화탐지 산출물 생산기술 및 시스템 개발
변화탐지분야 활용모델 수립
변화탐지분야 L3 산출물 생산기술 및 시스템 개발
복합변화탐지분야 활용모델 수립
복합 변화탐지 지도 제작기술 개발
복합 변화탐지 SW 개발
과제 10. 3D 산출물 고도화 기술 및 시스템 개발
3차원 정보분야 활용모델 수립
3차원 정보 생산기술 및 시스템 고도화
고급3D 융복합분야 활용모델 수립
고급 3D 융복합 처리 기술 개발
고급 3D 융복합 처리 SW 개발
과제 11. 식생지수 산출물 생산기술 및 시스템 개발
식생지수 산출물 활용모델 수립
식생지수 생성기술 개발
식생지수 산출물 생성 시스템 개발
과제 12. 세부 활용주제도 생산기술 및 시스템 개발
세부주제도 활용모델 수립
세부 활용주제도(L4) 제작기술 개발
활용주제도 제작 SW 개발
과제 13. 한국형 AI를 위한 국토위성영상 데이터댐 구축
국토위성영상기반 AI서비스 모델수립
한국형 국토위성영상 AI Data 댐 기본설계
한국형 국토위성영상 AI Data 댐 구축
과제 14. 이종영상 융복합처리 플랫폼 개발
이종영상 융복합 플랫폼 기본설계
이종영상 융복합 기술개발 및 플랫폼 개발

(라). 기대효과

①. 기술적 측면

○ 기존 위성영상 수집/처리/배포 서비스 체계화와 효율적 관리 가능

○ 한국형 분석준비자료 체계 구축을 통한 위성영상처리 및 활용기술 활성화

○ 위성영상을 활용한 효율적인 국토 공간 정보 관리 등 융합산업 활성화

○ 위성영상 활용 분야에 AI를 접목시킴으로써 IT 기술 융합으로 발전

○ 위성정보처리 관련 기반기술 개발을 통한 국내 기술경쟁력 강화

○ 디지털 항공사진 및 무인기 영상을 활용하는 다양한 분야에 응용을 통한 기술 확보

②. 경제적 · 산업적 측면

○ 위성정보 활용을 위한 데이터 접근 시간, 비용을 획기적으로 단축

○ 위성정보 활용 증진을 통하여 외국의 위성영상 구매비용을 절감할 수 있고, 위성영상 분석 및 산출물 생성에 소요되는 비용을 절감

○ 기술적 새로운 패러다임을 선도하여 다양한 응용 분야의 산업시장에서 기술선점

○ 개발 응용기술의 발전적 보완을 통해 공간정보/IT 산업의 새로운 시장 창출의 토대

○ 지속가능한 국토환경 및 기후변화 관련 산업의 미래성장 기반 마련

③. 사회적 측면

○ 국토교통부 국토지리정보원 위상 강화

○ 우주개발중장기계획에 따라 범정부 차원의 위성정보 활용 협력 강화 및 국가 위성정보 활용 지원체계가 구축

○ 국토위성정보 운영 시스템의 성공적인 개발 및 운영을 통해 추후 계속되는 위성정보 활용 분야의 선도적 역할 수행 및 성공적인 위성활용 롤모델 제시

○ 교육, 상업, 군사 등의 다양한 용도의 위성영상 활용 기반을 구축

○ 위성 영상기반 국토 공간정보 수집 및 배포 시스템의 자동화로 행정력 및 예산 효율적 사용 가능

○ 빠르고 정확한 국가 위성영상 활용 산출물의 제공 서비스 수준 향상

○ 다양한 공간정보의 기술체계에 맞는 로드맵 제시 및 고정밀 위성정보의 활용 기관이 표준화된 포맷과 표준안을 수용하도록 하여, 상호 운영성을 확보

○ 위성개발 및 발사 주체와 위성정보 활용주체 간의 협업체계를 통한 연결 역할 기대

○ 국토위성정보 취득 및 활용을 통해 국토관리, 재난·재해 대응, 공간정보 산업육성 등 국토 관련 주요 현안 이슈에 대해 선제적 대응이 가능

(4). 1세부(총괄): 위성 발사 지연 및 유관 기관 업무 협의 지연에 따른 Risk 관리

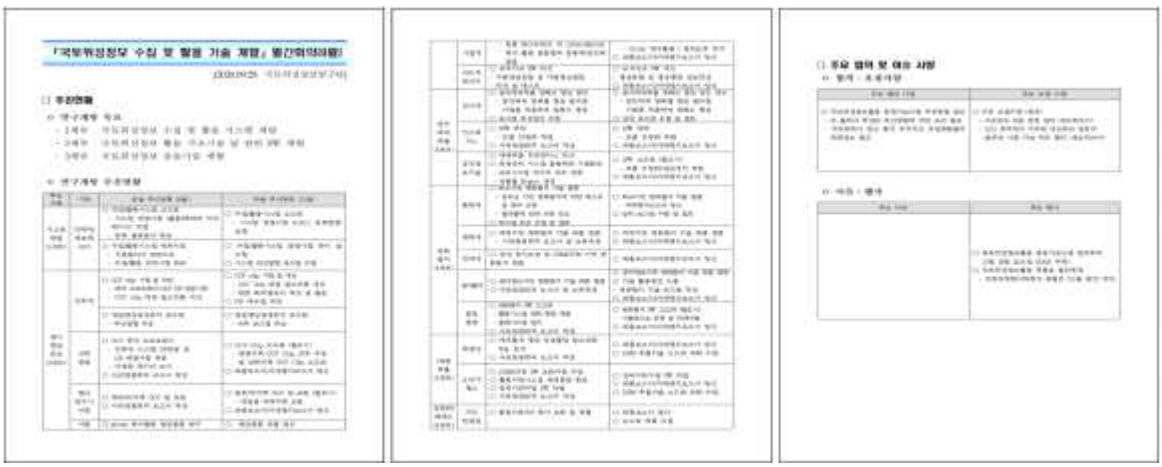
(가). Risk 관리 내역

①. 국토위성정보 수집 및 활용 기술 개발 9월 월간회의

○ 위성 발사 지연 대비 수집·활용 시스템 통합 시험 준비 계획

○ 설계 변경요인으로 인한 시스템 변경사항 반영 계획 수립

○ 시험대상 SW : 활용분석처리지원 SW, 영상모자이크 SW, 토지이용분류 및 공간객체추출 SW, 변화탐지 및 시계열모니터링 SW, DSM/DTM 추출 SW



<9월 월간회의 결과>

②. 국토위성정보 운영시스템 통합 및 사전점검

③. 국토위성정보 수집 및 활용 기술 개발 10월 월간회의

○ 위성 발사 지연 대비 수집·활용 시스템 통합 시험 준비

○ 설계 변경요인으로 인한 시스템 변경사항 반영 (L0/L1 입력변경)



<10월 월간회의 결과>

④. 국토위성정보 수집 및 활용 기술 개발 11월 월간회의

○ 위성 발사 지연 대비 수집·활용 시스템 통합 시험 수행

○ 설계 변경요인으로 인한 시스템 변경사항 설계서 업데이트

○ 시스템 변경사항을 반영하여 운영시스템 교육



<11월 월간회의 결과>

⑤. 국토위성정보 수집 및 활용 기술 개발 12월 월간회의

○ 위성 발사 지연 대비 수집·활용 시스템 통합 설치

○ 항우연 SW 설치 및 운영자 교육 계획 수립

○ 설계 변경요인으로 인한 시스템 변경사항 설계서 업데이트

○ 시스템 변경사항을 반영하여 운영시스템 교육

○ 시스템 변경사항을 반영한 운영계획(안) 작성



<12월 월간회의>

(나). Risk 관리 결과

①. 위성 발사 지연에 따른 Risk 관리 결과

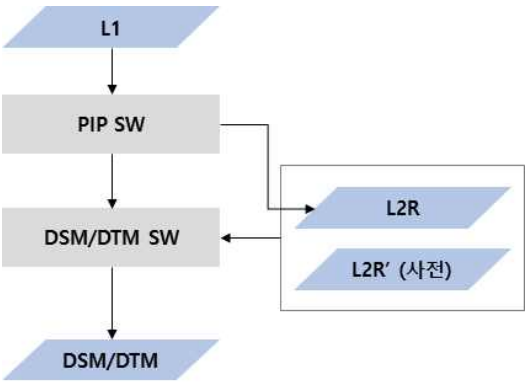
○ 위성 발사일에 맞춰 운영 시스템 운영지원 및 유지보수 계약변경

○ 2020년 12월 국토위성정보 자료 수신을 고려한 다양한 시나리오의 수집·활용 시스템 통합 설치 및 시험 수행

- 국토위성정보 자료의 사양을 고려한 시험 자료 선정

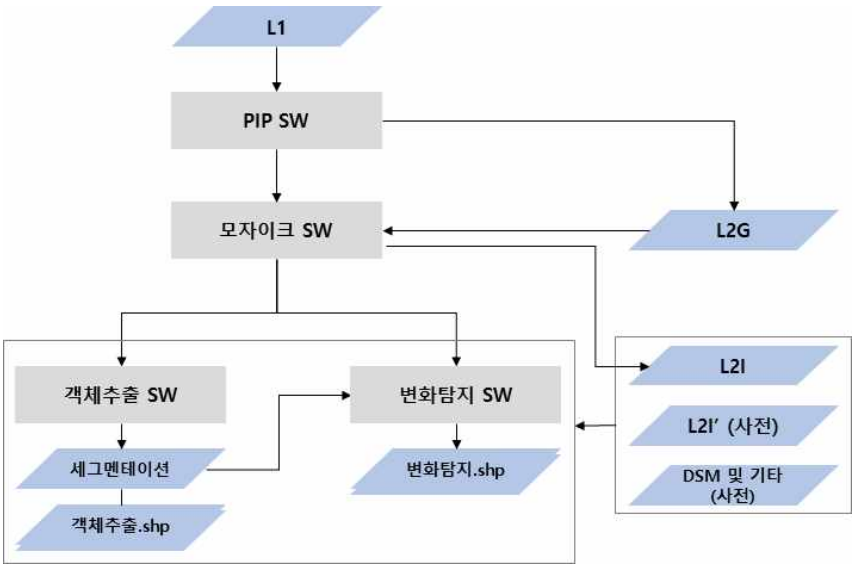
시험 시나리오	지역	위성영상명	비고
DSM/DTM 추출	인천	C1_20180119043153_15569_00040927_L1R	K3A L1R 자료 (국토위성영상 급)
		C1_20180127044122_15690_00040490_L1R	
모자이크·객체추출 ·변화탐지	서울	C1_20160108043214_04356_00053497_L1R	
		C1_20170224043127_10597_00040025_L1R	
		C1_DSM_37612010_L3	K3A로 제작한 DSM

- DSM/DTM 추출 시나리오



<DSM/DTM 추출 시나리오>

- 모자이크 · 객체추출 · 변화탐지 시나리오



<모자이크 · 객체추출 · 변화탐지 시나리오>

②. 유관기관 업무 협의 지연에 따른 Risk 관리 결과

○ 2021년 1월 항우연 SW 설치 및 운영자 교육 완료

○ 대상 : 촬영계획생성 SW, 표준영상생성 SW

○ 설치

- 일정: 2021-1-5

- 장소: 국토지리정보원 국토위성센터

○ 운영자 교육

- 일정: 2021-1-12

- 장소: 국토지리정보원 국토위성센터

③. 설계 변경요인에 따른 Risk 관리 결과

○ 설계 변경요인으로 인한 시스템 변경사항 추가개발 완료

- 위성정보수신 서브시스템 추가개발 완료

- 저장관리 서브시스템 추가개발 완료

- 자료관리 서브시스템 추가개발 완료

- 검색주문관리 서브시스템 추가개발 완료

○ 설계 변경요인으로 인한 시스템 변경사항 설계서 업데이트 완료

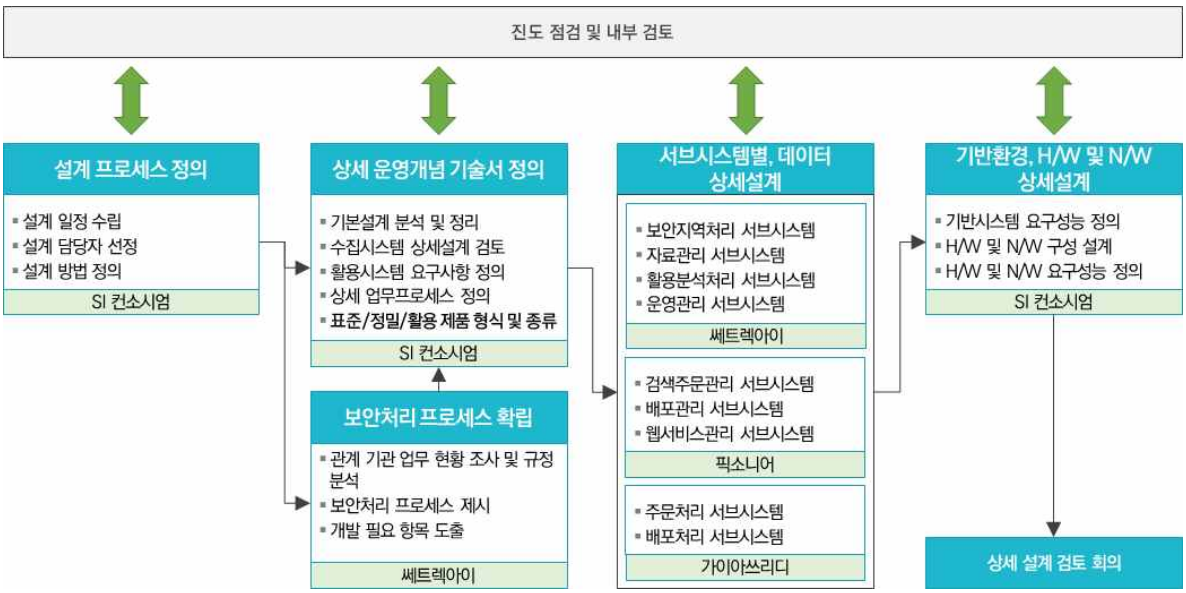
○ 시스템 변경사항을 반영하여 운영시스템 교육 완료

○ 시스템 변경사항을 반영한 운영계획(안) 작성

(5). 1세부(시스템개발): 국토위성정보 수집・활용시스템 개발

(가). 활용시스템 상세설계

①. 활용시스템 상세설계 수행 절차



< 활용시스템 상세설계 수행 절차>

②. 활용시스템 상세설계 프로세스

○ 활용시스템 요구사항을 서브시스템 별로 재정의

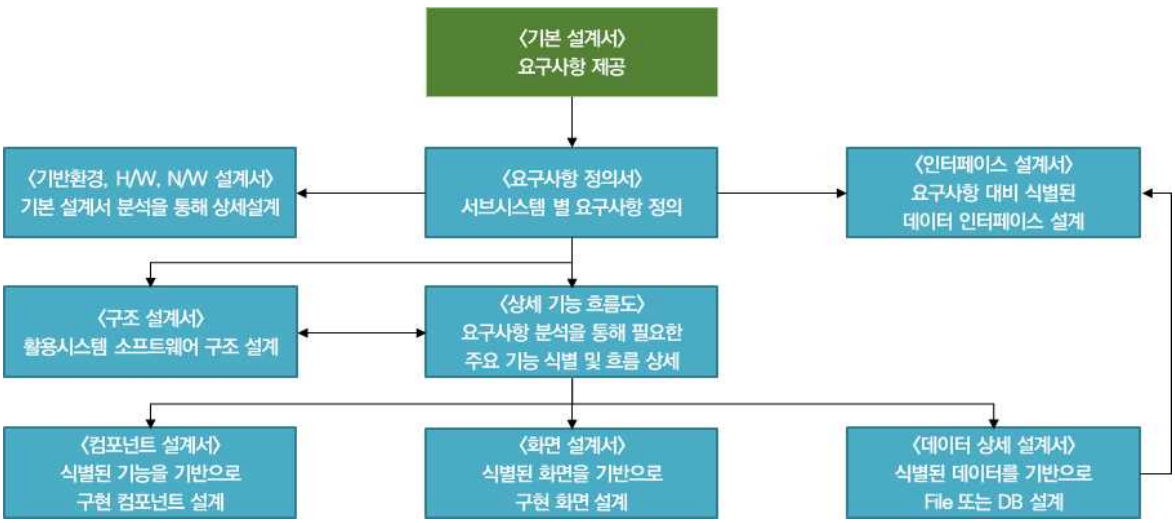
○ 재정의된 요구사항을 기반으로 서브시스템 상세설계 수행

○ 요구사항을 기반으로 상세 기능 흐름 작성

○ 상세 기능으로부터 컴포넌트, 화면, 데이터 설계 요소 도출

○ 요구사항부터 최종 도출된 항목까지 Trace Matrix를 작성

○ 요구사항 추적이 가능하도록 설계 수행

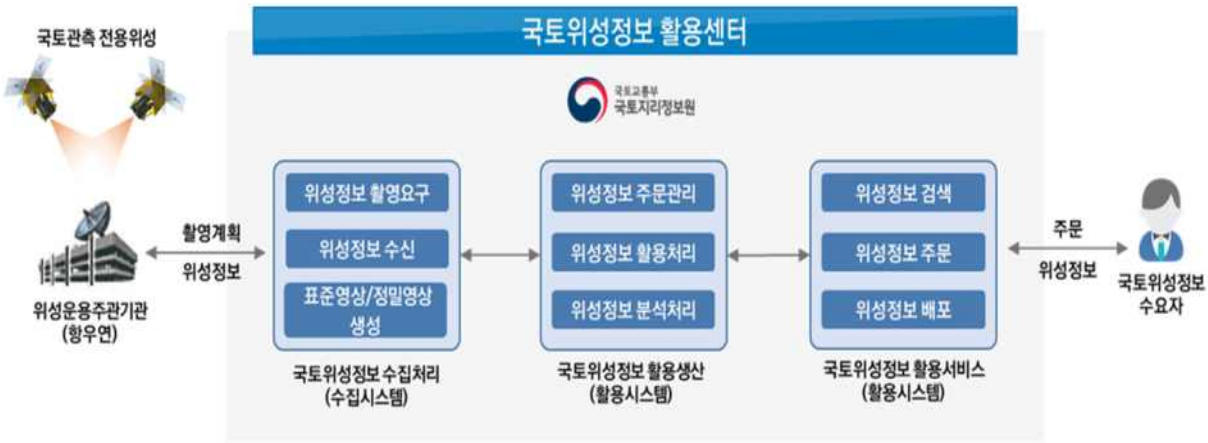


<활용시스템 상세설계 프로세스>

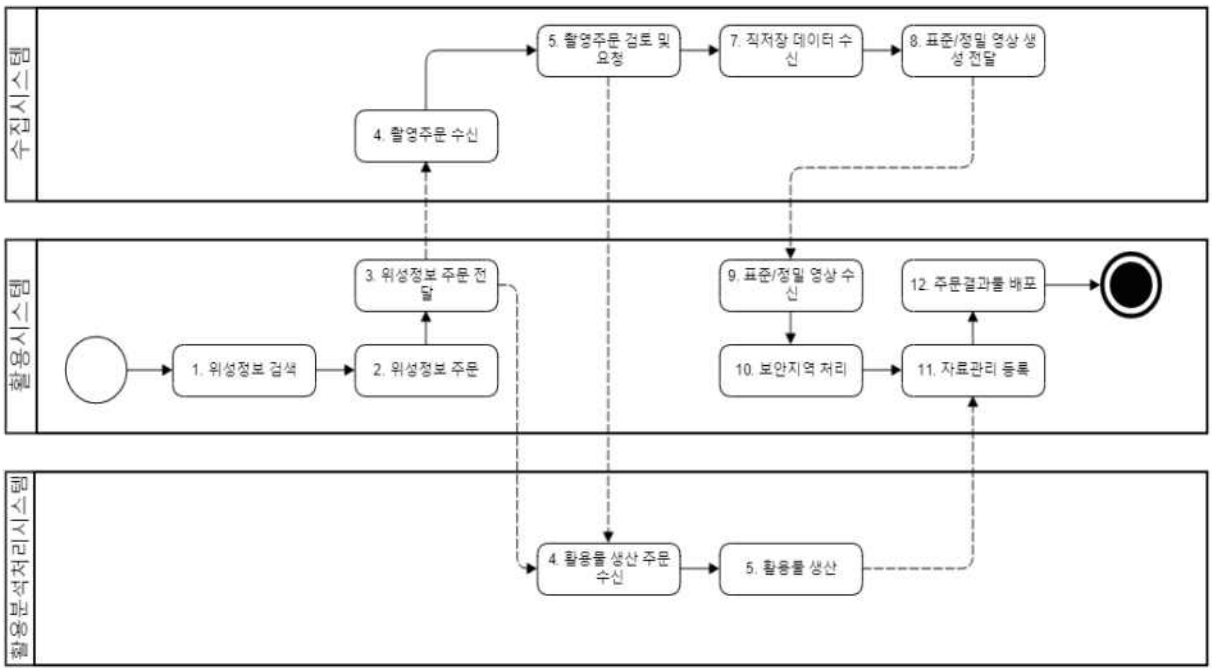
③. 활용시스템 상세 운용개념 기술서 정의

○ 기본설계 및 수집시스템 상세설계 분석

- 기본설계 운영개념 분석, 수집시스템 상세설계 운영개념 분석
- 설계서 검토 수행 및 검토 결과 취합
- 취합된 검토 결과를 토대도 기본설계팀, 수집시스템 상세설계팀과 회의를 통해 질의 응답 내용 정리



< 국토위성정보 활용센터 개념도 >



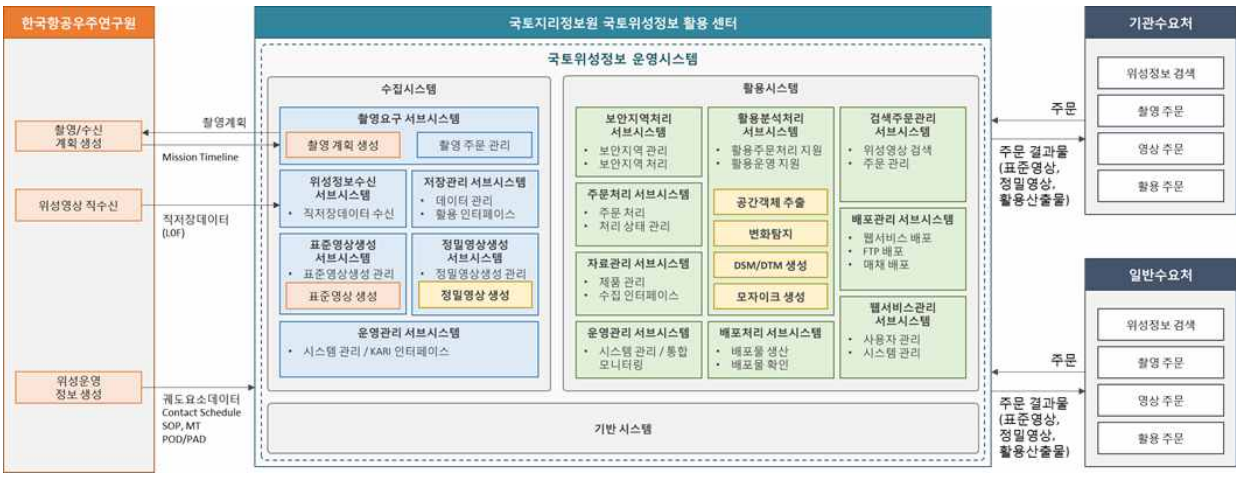
< 정상 운영 – 주 운영 시나리오 순서도 >

④. 상세 운영개념 설계

○ 상세 운영개념 정의서 작성

- 활용시스템 구성요소 및 기능 정의

- 활용시스템 단계 별 운영 시나리오 정의



<국토위성정보 운영시스템 구성도>

<활용시스템 구성 요소 및 임무>

구성요소	설명
검색주문관리 서브시스템	수요자가 지도기반 검색을 통해 위성영상 확인 및 촬영주문을 수행하는 시스템
배포관리 서브시스템	수요자가 주문한 위성정보/활용산출물을 배포하는 시스템
보안지역처리 서브시스템	배포 요청된 영상에 대해 보안지역 마스킹 처리를 수행 하는 시스템
자료관리 서브시스템	수집시스템에서 전달 받은 표준영상, 정밀영상 및 활용응용 지원체계에서 생성된 활용물을 계층화된 저장장치에 저장관리하는 시스템
주문처리 서브시스템	위성정보 및 활용산출물 주문 요청을 처리하는 시스템
배포처리 서브시스템	배포주문 관리, 배포물 등록, 이력을 관리 하는 시스템
활용분석처리 지원 시스템	활용응용 지원체계에서 수요자의 주문에 따른 활용물 생산을 원활하도록 지원하는 시스템
웹 서비스 관리 서브시스템	웹 서비스를 통한 수요자 및 운영자의 접근 관리, 활용시스템 웹서비스 구성장비와 소프트웨어 상태를 모니터링, 중요 데이터 백업관리 등 활용시스템을 운영/유지하는데 필요한 관리기능을 수행하는 시스템
운영관리 서브시스템	활용시스템 운영자의 접근 관리, 활용시스템 구성장비와 소프트웨어 상태를 모니터링, 중요 데이터 백업관리 등 활용시스템을 운영/유지하는데 필요한 관리기능을 수행하는 시스템
기반 시스템	활용시스템 내 전산장비의 보안관제, 안티바이러스 체계, 네트워크 관리 등 활용시스템의 기반환경을 제공하는 시스템

- 정상 운영 시나리오

< 정상 운영 시나리오 목록 >

항목	내용
촬영주문 처리	* 사용자 촬영주문 입력부터, 주문한 제품을 받을 때까지의 흐름 * 기본 운영 시나리오
배포주문 처리	* 사용자 배포주문 입력부터, 주문한 제품을 받을 때까지의 시나리오
활용주문 처리	* 사용자 활용주문 입력부터, 주문한 제품을 받을 때까지의 시나리오
보안지역 처리	* 표준/정밀영상에 대한 보안지역처리 흐름
활용임무	* 활용운영 – 예1 – 국토지리정보원 내부적으로 계속 진행해야 하는 업무 처리 흐름 – 예. 1:25,000 도엽 기준 모자이크 영상 생성 * 활용운영 - 예2 – 기관 수요처에게 요청한 활용물 생산 요청에 대한 처리 흐름 – 예. 수원시 DSM/DTM 영상 생성



<정상 운영 시나리오 처리 흐름>

(나). 활용시스템 서브시스템별 상세설계

①. 서브시스템 별 요구사항 정의

○ 기본설계 요구사항을 입력으로 하여 서브시스템 별로 요구사항 정의

- 소프트웨어 기능, 환경 및 자원, 내외부 인터페이스, 품질, 안전 및 보안 요구사항으로 구분된 요구사항을 그대로 적용하여 서브시스템 별로 요구사항 정의

- 기본설계 요구사항과 서브시스템 별 요구사항 Trace Matrix 작성

< 자료관리 서브시스템 요구사항 예시 >

식별자	상위요구사항 식별자	범주	이름	설명	평가 방식
R-DMS-SFR-0010	R-IAS-SFR-0310	기능	표준/정밀영상 저장 등록	자료관리 서브시스템은 수집시스템(보안지역처리 서브시스템)에서 전달한 표준영상 및 정밀영상을 저장할 수 있어야 한다.	데모
R-DMS-SFR-0020	R-IAS-SFR-0320	기능	외부 위성영상자료 등록	자료관리 서브시스템은 외부 위성영상자료를 등록할 수 있어야 한다.	데모
R-DMS-SFR-0030	R-IAS-SFR-0330	기능	위성정보 검색	자료관리 서브시스템은 표준영상 및 정밀영상, 활용생산물을 지도를 기반으로 검색하고 결과를 도시할 수 있어야 한다.	데모
R-DMS-SFR-0040	R-IAS-SFR-0340	기능	위성정보 다운로드	자료관리 서브시스템은 검색한 표준영상 및 정밀영상을 로컬디스크로 다운로드가 가능하여야 한다.	데모
…	…	…	…	…	…

분류	기능	환경 및 자원	내외부 인터페이스	품질	안전 및 보안	전체
기본설계서	53	13	5	3	4	78
상세설계 - 검색주문관리	12	4	0	1	0	17
상세설계 - 배포관리	6	4	0	1	0	11
상세설계 - 보안지역처리	5	5	1	0	0	11
상세설계 - 자료관리	6	6	0	0	0	12
상세설계 - 주문처리	8	5	1	0	0	14
상세설계 - 배포처리	4	3	0	0	0	7
상세설계 - 활용분석처리 지원	1	4	3	0	0	8
상세설계 - 웹서비스관리	7	8	0	2	4	21
상세설계 - 운영관리	4	8	0	2	4	18
상세설계 - 기반환경	0	3	0	0	3	6

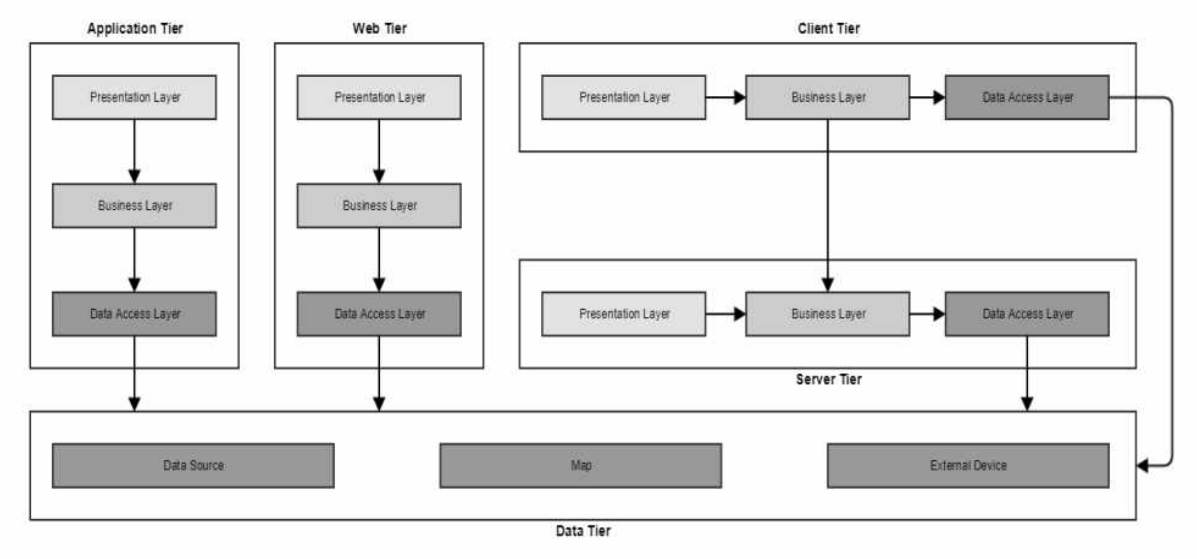
<요구사항 종류 및 개수>

②. 구조설계 및 상세기능 명세

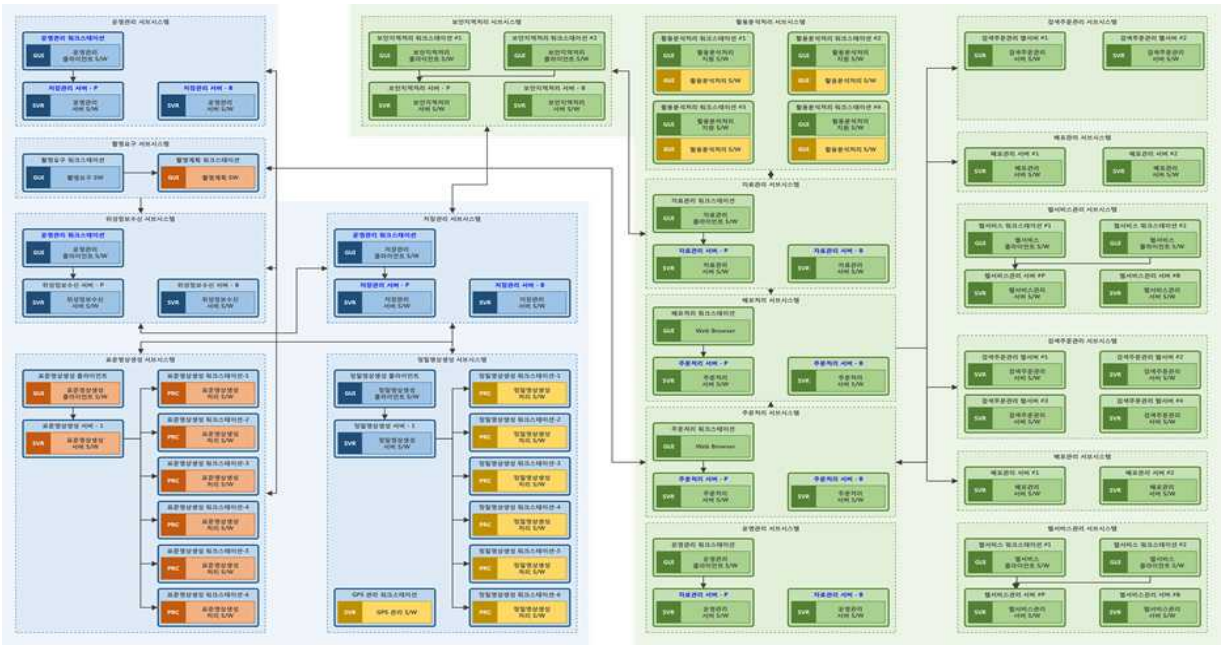
○ 기본설계 및 상세설계를 통해 도출된 내용을 기반으로 시스템 구조 설계

- Application Tier, Web Tier, Client Tier, Server Tier, Data Tier로 구성

- 각 Tier는 3 Layer - Presentation, Business, Data Acceess Layer로 구성



< 활용시스템 기본 구조 모델 >

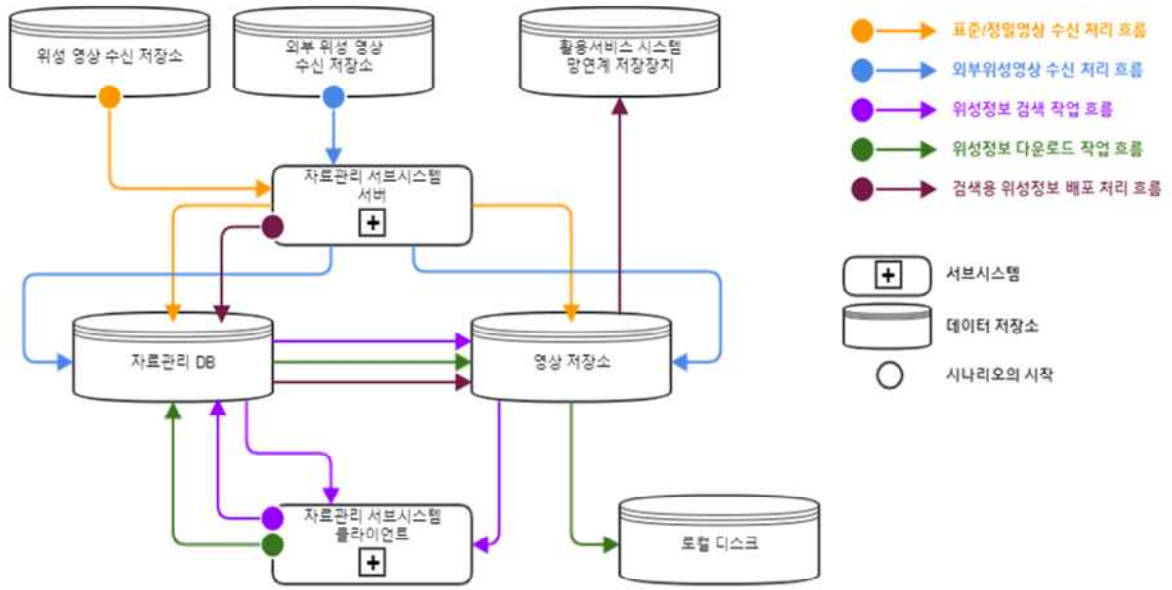


<수집·활용 시스템 구조 - H/W 및 S/W>

○ 서브시스템 별 상세 기능 명세 절차

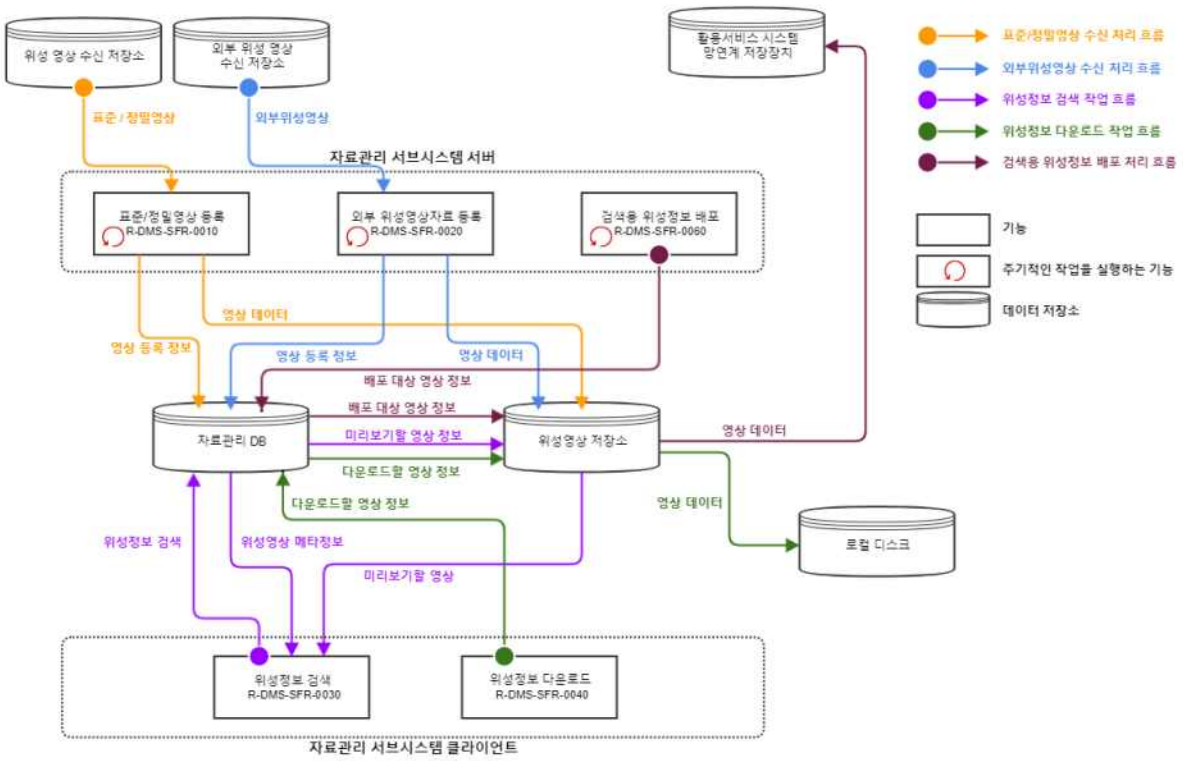
- 1. 기능 흐름도 작성 - 단위 소프트웨어 기준 운영 흐름 설계
- 2. 서브시스템 별로 요구사항 만족을 위한 기능 흐름도 작성
- 3. 단위 소프트웨어 기준 운영 흐름 설계
- 4. 기능 흐름에 대한 상세 기능 흐름도 작성
- 5. 논리컴포넌트 기준 운영흐름 상세 설계
- 6. 각 기능 흐름에 대한 기능 명세
- 7. 세부 기능 및 시나리오 명세를 통해 논리 컴포넌트(기능/화면/데이터) 추출

- 8. 상세 기능 흐름도 식별자와 서브시스템 별 요구사항 Trace Matrix 작성
- 9. 상세 기능 흐름도 식별자와 추출된 논리컴포넌트 식별자 Trace Matrix 작성



< 자료관리 서브시스템 기능 흐름도 >

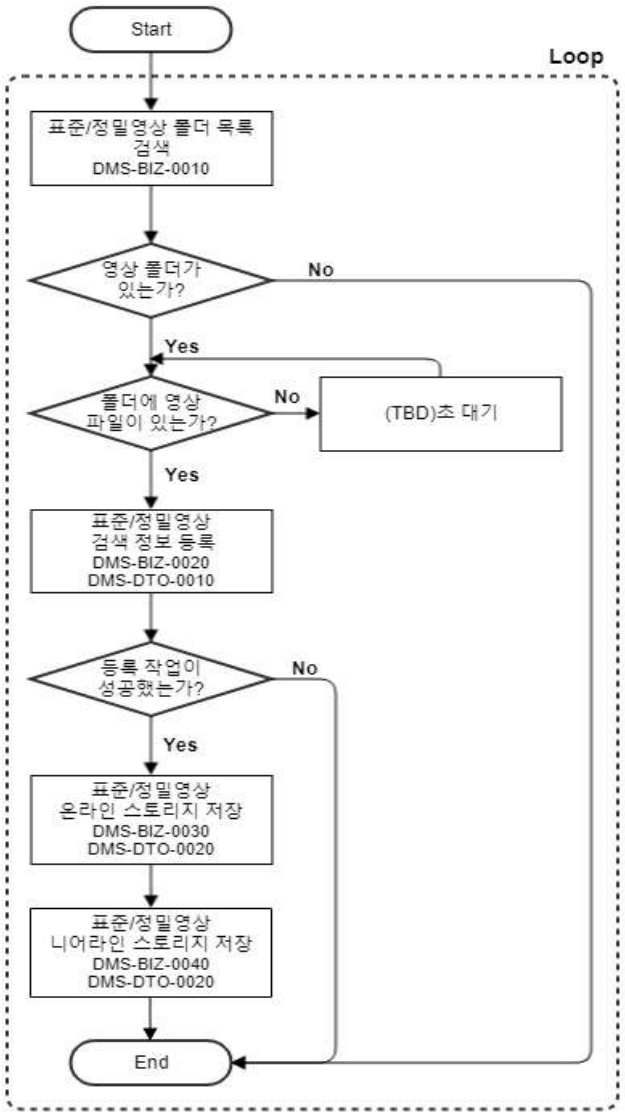
○ 상세기능 흐름도 작성 - 논리컴포넌트 기준 운영 흐름 상세 설계



< 자료관리 서브시스템 상세기능 흐름도 >

○ 기능 명세 - 세부기능 및 시나리오 명세를 통해 컴포넌트 도출

< 기능 명세 예시 >

항목	내용
식별자	FFD-IAS-DMS-0010
관련 요구사항 식별자	R-DMS-SFR-0010
설명	보안지역처리 서브시스템에서 처리된 표준/정밀영상을 수신 및 등록 작업을 수행한다.
입력	영상 수신 폴더의 전체 경로
출력	표준/정밀영상 (to 영상 저장소) 영상 보조정보 (to DB)
세부기능 및 시나리오	■ 영상 수신 폴더를 주기적으로 검사한다. ■ 보안지역처리 서브시스템으로부터 영상 수신 폴더로 영상이 수신되면 해당 영상을 온라인 및 니어라인 스토리지에 저장한다. ■ 영상 폴더 내의 보조 정보 파일을 읽어 보조 정보를 DB에 기록한다. 

③. 상세 기능 흐름도 및 상세 설명서에서 정의된 기능, GUI, 데이터 상세설계 수행

○ 정의된 논리 컴포넌트 정제를 통해 구현 컴포넌트 정의

- 컴포넌트는 기능, 화면, 데이터로 구분

< 논리 컴포넌트 및 구현 컴포넌트 개수 >

구분	논리컴포넌트 개수	구현 컴포넌트 개수
기능	173	28
화면	85	24
데이터	39	7
합계	297	59

○ GUI 설계 방법

- 상세 기능 흐름도에서 식별된 논리 컴포넌트(화면)에 GUI 설계 가이드 정의

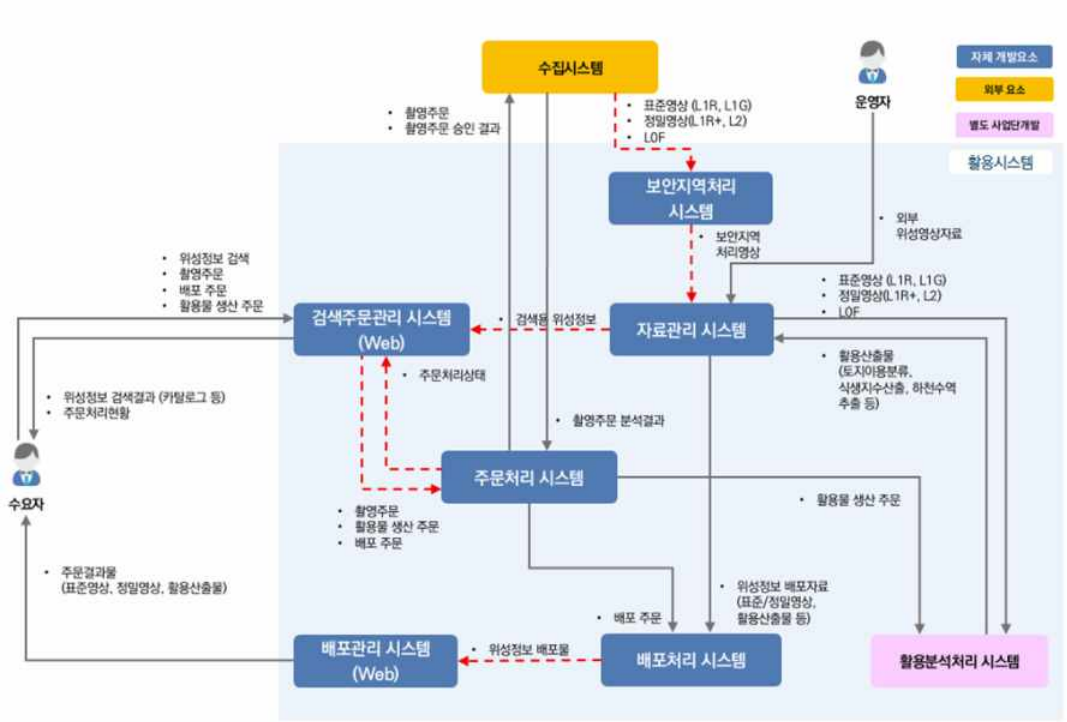
- 디자인가이드에 따라 논리적으로 식별된 화면 항목에 대해 실제 사용자가 사용할 구현 화면 설계



<GUI 설계 가이드 예시>

○ 인터페이스 설계

- 서브시스템을 요소로 정의하고, 요소간 인터페이스를 설계



< 활용시스템 인터페이스 구조 >

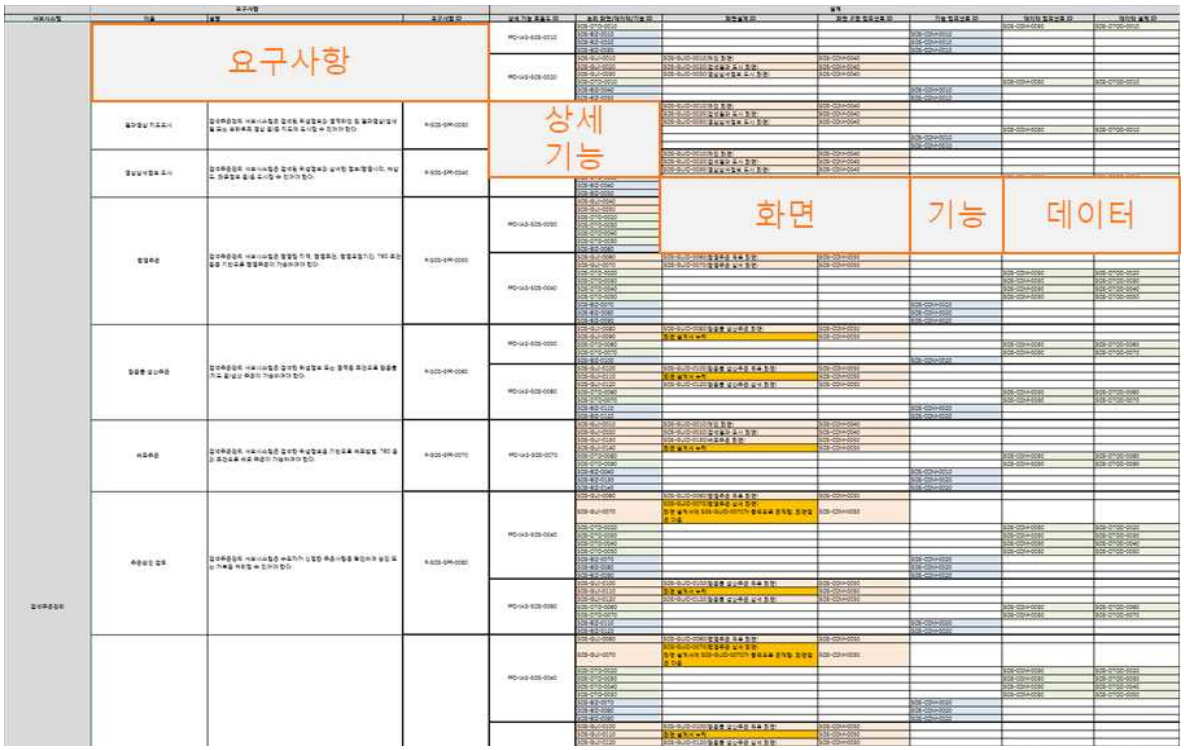
- 인터페이스 상세 시 생성/전달 요소, 전달/사용 요소, 방법 등 정의

< 인터페이스 상세 예시 >

인터페이스 데이터	표준영상		
데이터 설명	수집시스템으로부터 전달되는 L1G, L1R 영상 제품		
인터페이스 요소	**생성/전달 요소**	**전달/사용 요소**	**인터페이스 방법**
	수집시스템	보안지역처리 서브시스템	망연계시스템
	보안지역처리 서브시스템	자료관리 서브시스템	망연계시스템
	자료관리 서브시스템	활용분석처리 지원 서브시스템	FTP or 네트워크 폴더
	자료관리 서브시스템	배포처리 서브 시스템	FTP or 네트워크 폴더
관련 서브시스템 요구사항	R-SPS-IEIR-0020 R-AGS-IEIR-0010		
관련 데이터 설계 식별자	DMS_DTOD_0020		

○ 설계문서 및 설계요소 별 Trace Matrix 추적표 작성

< 활용시스템 요구사항 추적표>



(다). 국토위성정보 보안처리 프로세스 확립

①. 국토지리정보원 보안처리 프로세스 조사/협의

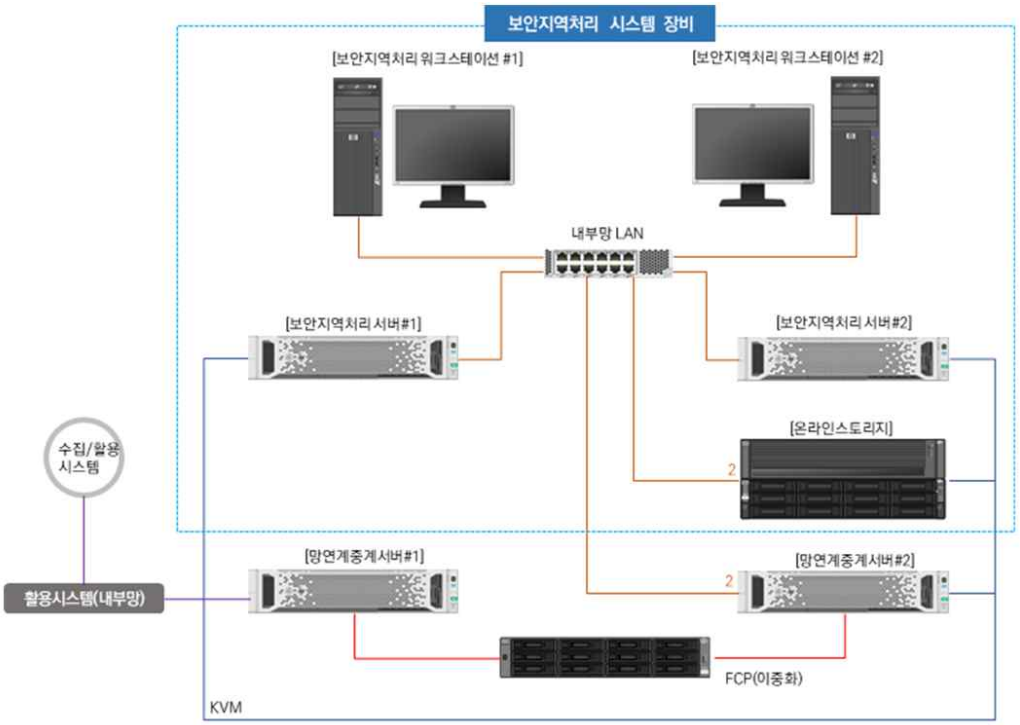
○ 국토지리정보원 보안처리 프로세스 조사 및 검토

○ 국토지리정보원 보안처리 담당자와 협의 수행

②. 국토위성정보 보안처리 프로세스 정의



<국토위성정보 보안처리 프로세스>



<국토위성정보 보안지역처리 서브시스템 H/W 구성>

(라). 활용시스템 데이터·기반환경 체계·H/W 및 N/W 상세설계

①. 활용시스템 데이터 상세설계

○ 국토위성정보 활용시스템 기초기술 개발(1차년도) 사업 기본설계 내용과 수집시스템 상세설계 분석

○ 요구사항 분석을 통해 작성된 활용시스템 상세 기능흐름도 및 상세 설명서에서 정리된 데이터(DB, 인터페이스, 파일 등) 상세 설계 수행

< 데이터 상세설계 예시 - DB >

데이터설계 ID	SOS-DTOD-0010		
데이터 타입	DB		
관련 데이터 ID	SSO-DTO-0010		
데이터 개요	위성정보 검색 테이블		
테이블 명	TB_SAT_SCH		
컬럼명 (Key)	**데이터형**	**Null**	**설명**
SATELLITE_IMAGE_ID (PK)	varchar(16)	N	순차 증가 타입 위성영상 ID
IMAGE_TP	char(2)	N	위성영상의 타입 예) 1=L1R, 2=L1G, ...
STATE	char(2)	N	위성영상 최신화 상태 예) 1=전송중, 2=처리중, ...
REG_DTIME	varchar(14)	N	위성영상 최신화 수행 시간
MODIFY_DTIME	varchar(14)	Y	위성영상 최신화 완료 시간

< 데이터 상세설계 예시 - File >

데이터설계 ID	SPS_DT0D_0020	
데이터 타입	파일(XML)	
관련 데이터 ID	SPS_DT0_0020	
데이터 개요	수집 시스템에서 전달된 영상의 관리 정보. 영상 자체의 보조 정보에 포함되지 않은 주문 정보, 촬영 계획 정보, 원본 영상 정보 등을 포함.	
세부 항목		
항목명	타입	설명
ProductID	string	영상 식별자 (e.g., "C1_20180819180132_1982_L0F")
ProductLevel	string	영상 처리 수준 (e.g., "Level1G")
Satellite	string	위성명 (e.g., "CAS500-1")
IcpID	string	ICP 식별자 (e.g., "ICP_20180901170205_aaaa")
PassID	string	원본 L0F 식별자 (e.g., "L0F_20181201065912_26097_082")
InputProductID	string	현재 처리 수준의 입력으로 사용된 영상의 식별자 (e.g., "L0F_20181201065912_26097_082")

②. 기반환경 체계·H/W 및 N/W 상세설계 수행

○ 기본설계 내용 중 기반환경 체계·H/W 및 N/W 설계 분석

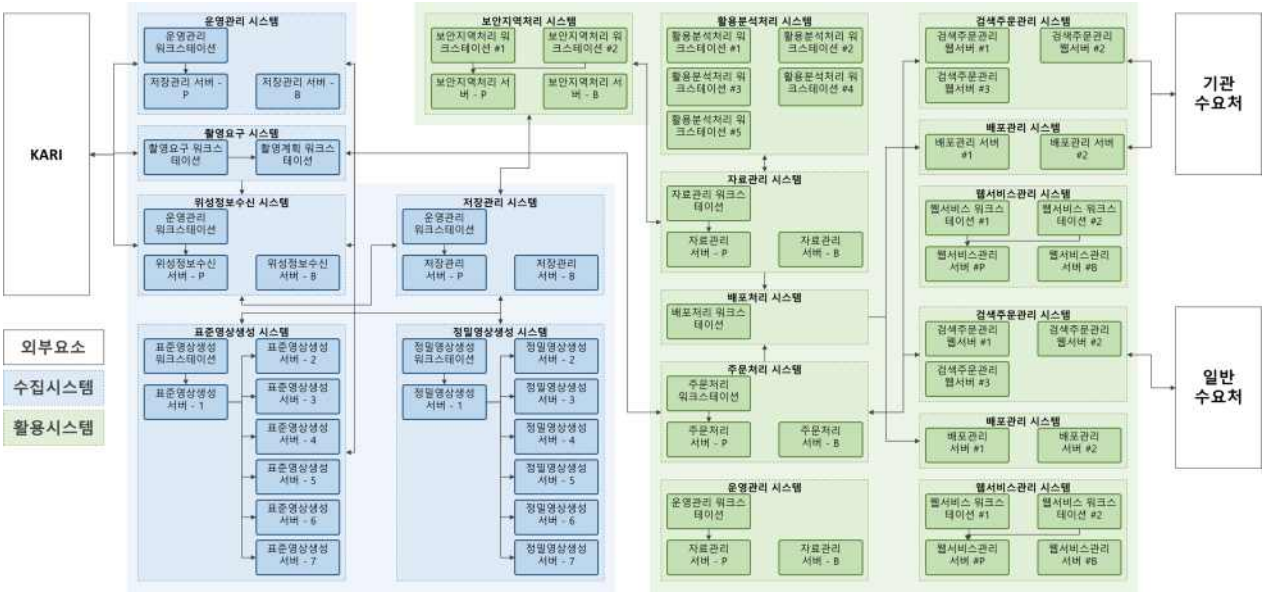
○ 활용시스템 기반환경 체계·H/W 및 N/W 상세설계 수행

- 기반환경 체계 상세설계

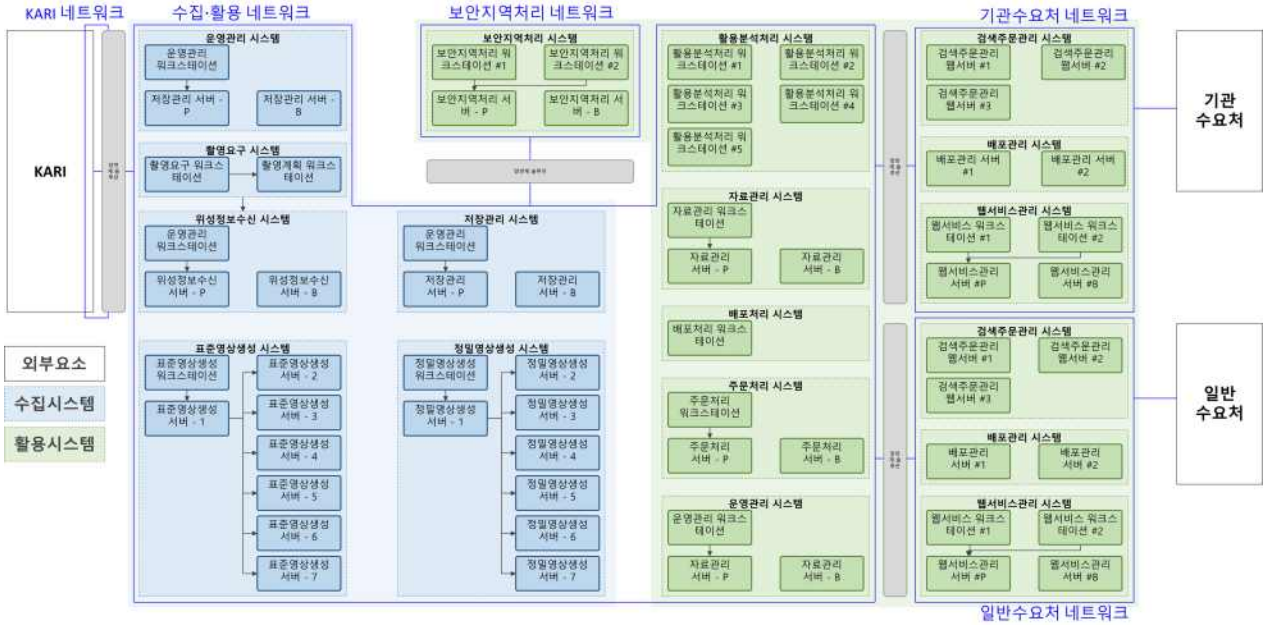
< 기반환경체계 목록 요약 >

기본설계 장비명	상세설계 장비명	ID	수량	변경사항
망연계 시스템 서버 (수집-보안처리)	기반시스템 수집보안간 망연계 솔루션 서버	IAS-CMM-HW-SVR-CS	2	
망연계 시스템 저장장치 (수집-보안처리)	기반시스템 수집보안간 망연계 솔루션 스토리지	IAS-CMM-HW-STR-CS	1	
망연계 시스템 서버 (활용 내부-외부)	기반시스템 내부웹간 망연계 솔루션 서버	IAS-CMM-HW-SVR-EI	4	
망연계 시스템 저장장치 (활용 내부-외부)	기반시스템 내부웹간 망연계 솔루션 스토리지	IIS-CMM-HW-STR-EI	2	
망연계 솔루션	기반시스템 망연계 솔루션 소프트웨어	IIS-CMM-SW-NBS	3	
L4 네트워크 스위치	기반시스템 L4 네트워크 스위치	IIS-CMM-HW-L4S	2	
네트워크 스위치	기반시스템 네트워크 스위치	IIS-CMM-HW-NS	5	수량 변경
서버 RACK	기반시스템 서버랙	IIS-CMM-HW-RACK	3	수량 변경
RACK 전시기	기반시스템 KVM	IIS-CMM-HW-KVM	2	
정보보호 시스템	기반시스템 정보보호 시스템	IIS-CMM-HW-IPS	3	
보안관제 시스템	기반시스템 보안관제 시스템	IIS-CMM-HW-FW	2	
네트워크 접근통제	기반시스템 네트워크 접근통제 시스템	IIS-CMM-SLT-NAC	3	
안티바이러스 체계 시스템	기반시스템 안티바이러스 체계 시스템	IIS-CMM-SLT-PMS	3	

- H/W 및 N/W 상세설계



< 하드웨어 구성도 >



< 네트워크 구성도 >

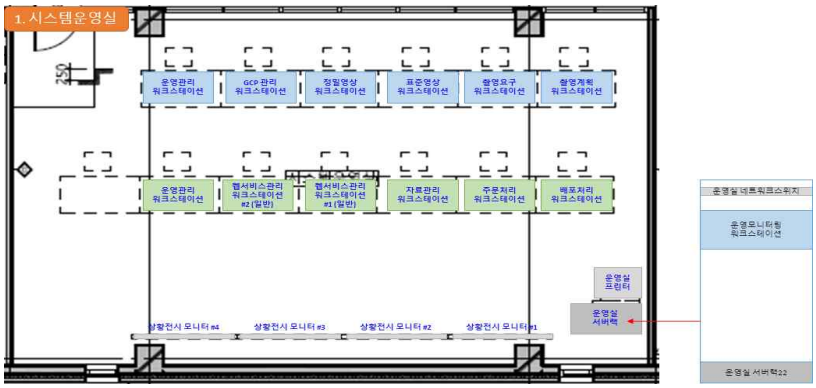
< H/W 및 N/W 목록 요약 >

기본설계 장비명	상세설계 장비명	ID	수량	변경사항
자료관리 서버	자료관리 서브시스템 서버	IAS-DMS-HW-SVR	2	
자료관리 워크스테이션	자료관리 서브시스템 워크스테이션	IAS-DMS-HW-WS	1	
주문처리 서버	주문처리 서브시스템 서버	IAS-OPS-HW-SVR	2	신규 서버
주문처리 워크스테이션	주문처리 서브시스템 워크스테이션	IAS-OPS-HW-WS	1	
운영관리 워크스테이션	운영관리 서브시스템 워크스테이션	IAS-OMS-HW-WS	1	

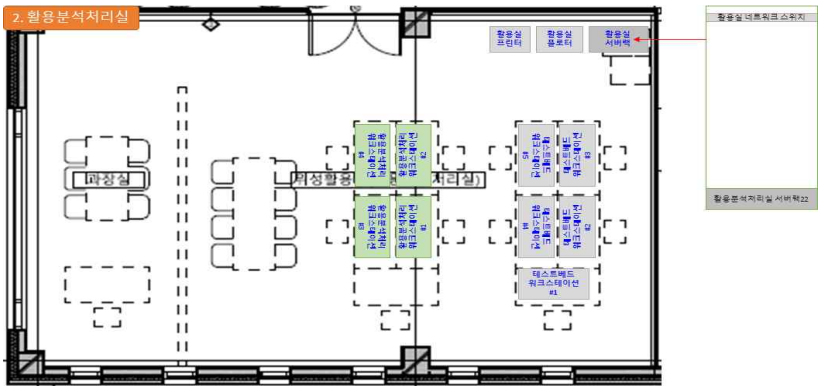
배포처리 워크스테이션	배포처리 서브시스템 워크스테이션	IAS-PPS-HW-WS	1	
활용분석 워크스테이션	활용분석처리 워크스테이션	IAS-AGS-HW-WS	5	1대 추가
보안처리 서버	보안지역처리 서브시스템 서버	IAS-SPS-HW-SVR	2	
보안처리 워크스테이션	보안지역처리 서브시스템 워크스테이션	IAS-SPS-HW-WS	2	
NAS	보안지역처리 서브시스템 스토리지	IAS-SPS-HW-STR	1	
서버 RACK	활용시스템 내부 서버랙	IAS-CMI-HW-RACK	2	
RACK 전시기	활용시스템 내부 KVM	IAS-CMI-HW-KVM	2	
미니랙	활용시스템 내부 미니랙	IAS-CMI-HW-MRACK	1	
네트워크 스위치	활용시스템 내부 네트워크 스위치	IAS-CMI-HW-NS	1	
프린터	활용시스템 내부 프린터	IAS-CMI-HW-PRT	1	
플로터	활용시스템 내부 플로터	IAS-CMI-HW-PLT	1	
MSSQL	활용시스템 내부 DB	IAS-CMI-SW-DB	4	
MSSQL	활용시스템 내부 DB 라이선스	IAS-CMI-SW-DB-LIC	11	활용분석 WS 1대 추가
운영체제	활용시스템 내부 OS	IAS-CMI-SW-OS	6	주문처리 서버 추가
운영체제	활용시스템 내부 OS 라이선스	IAS-CMI-SW-OS-LIC	11	활용분석 WS 1대 추가
NAS 공유 클라이언트	활용시스템 스토리지 라이선스	IAS-CMI-SW-STR-LIC	11	주문처리 서버 추가, 활용분석 WS 1대 추가
이중화 솔루션	활용시스템 이중화 소프트웨어	IAS-CMI-SW-HAS	3	주문처리 서버 추가
웹 서비스 관리 서버	웹서비스관리 서브시스템 서버	IAS-WMS-HW-SVR	4	
웹 서비스 관리 워크스테이션	웹서비스관리 서브시스템 워크스테이션	IAS-WMS-HW-WS	4	
검색주문관리 웹 서버	검색주문관리 서브시스템 서버	IAS-SOS-HW-SVR	6	
배포관리 웹 서버	배포관리 서브시스템 서버	IAS-PDS-HW-SVR	4	
NAS	활용시스템 웹 스토리지	IAS-CMW-HW-STR	2	
서버 RACK	활용시스템 웹 서버랙	IAS-CMW-HW-RACK	2	
RACK 전시기	활용시스템 웹 KVM	IAS-CMW-HW-KVM	2	

데이터베이스	활용시스템 웹 DB	IAS-CMW-SW-DB	4	
운영체제	활용시스템 웹 OS	IAS-CMW-SW-OS	14	
운영체제	활용시스템 웹 OS 커넥터	IAS-CMW-SW-OS-CON	10	
운영체제	활용시스템 웹 OS 라이선스	IAS-CMW-SW-OS-LIC	18	
이중화 솔루션	활용시스템 웹 이중화 소프트웨어	IAS-CMW-SW-HAS	2	

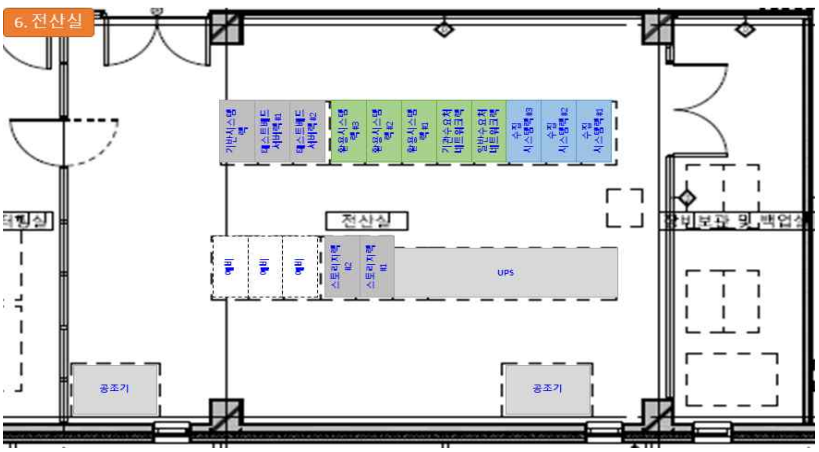
- 하드웨어 배치도



<하드웨어 배치도 - 시스템운영실>



<하드웨어 배치도 - 활용분석처리실>



<하드웨어 배치도 - 전산실>



<하드웨어 배치도 – 전산실 랙배치도-1>



<하드웨어 배치도 – 전산실 랙배치도-2>

③. 활용시스템 서브시스템 SW 주요 기능 및 장점, 고려사항

주요 기능

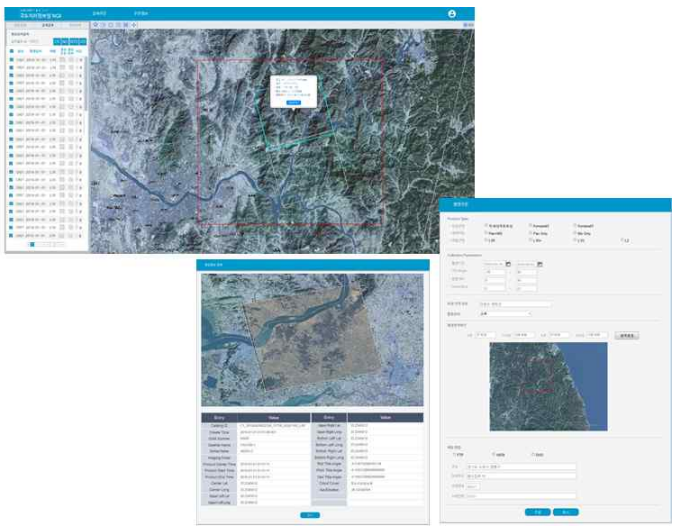
- 검색용 위성정보 최신화
- 위성정보 검색
- 결과영상 지도도시
- 영상상세정보 도시
- 주문 관리 – 검색/입력/검토/상태 등

특징 및 장점

- 웹 응용 프로그램
- 오픈소스 기반 지도검색 서비스
- 표준 프레임워크 구성
- 안정성 및 보안 강화
- 위성정보 검색 편의성 강화
- 다양한 검색 기능 제공

고려 사항

- **기관 수요처** 및 **일반 수요처** 서비스로 구분됨



<검색주문관리 SW>

주요 기능

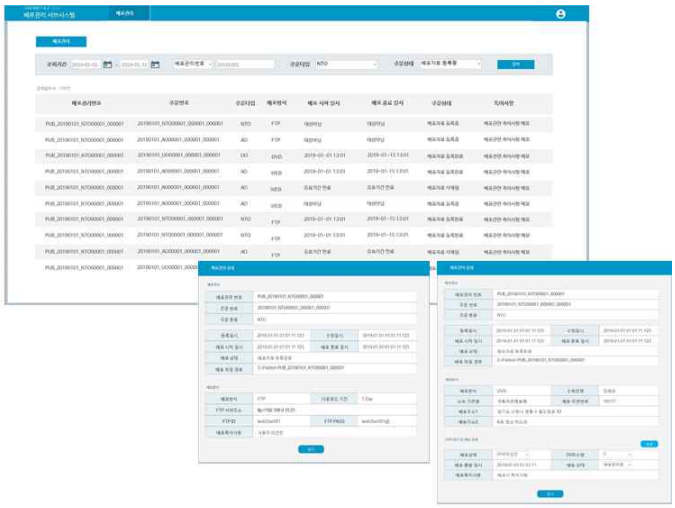
- 웹서비스 배포 등록/다운로드
- FTP서비스 배포 등록/다운로드
- 이동형 배포매체 생산
- 배포 이력 관리

특징 및 장점

- 웹 응용 프로그램
- HTTPS/FTPS 보안 프로토콜 적용
- 수요자 인증 적용 보안 강화
- 배포물에 대한 임시권한 발급
- 가상 WEB/FTP 서비스운영

고려 사항

- 기관 수요처 및 일반 수요처 서비스로 구분됨
- 이동형 배포매체 HDD 추가고려



<배포관리 SW>

주요 기능

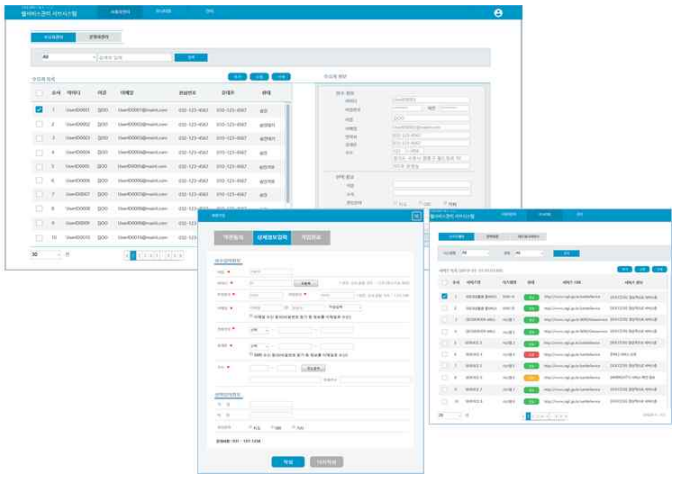
- 수요자 관리
- 운영자 관리
- 시스템 통합 모니터링
- 중요데이터 백업
- 시스템 로그 관리

특징 및 장점

- 웹 응용 프로그램
- 데이터 종류, 백업 주기 등 백업 정책 관리

고려 사항

- 없음



<웹서비스관리 SW>

주요 기능

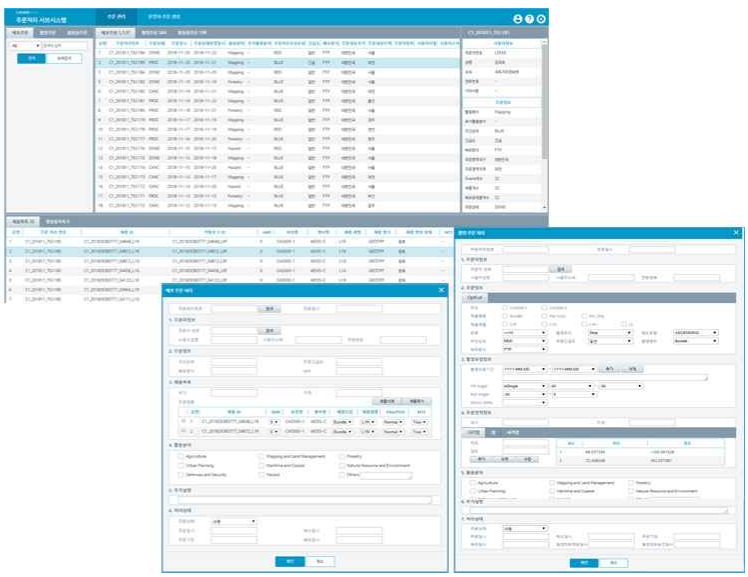
- 주문 관리 – 촬영주문, 배포주문, 활용주문
- 운영자 주문 입력

특징

- 웹 응용 프로그램
- 주문 관리 및 주문처리 진행 모니터링 편의성 강화
- 주문 처리를 위한 배포/처리 요청 자동 생성

고려 사항

- 위성운영기관 분석 및 설계 반영



<주문처리 SW>

주요 기능

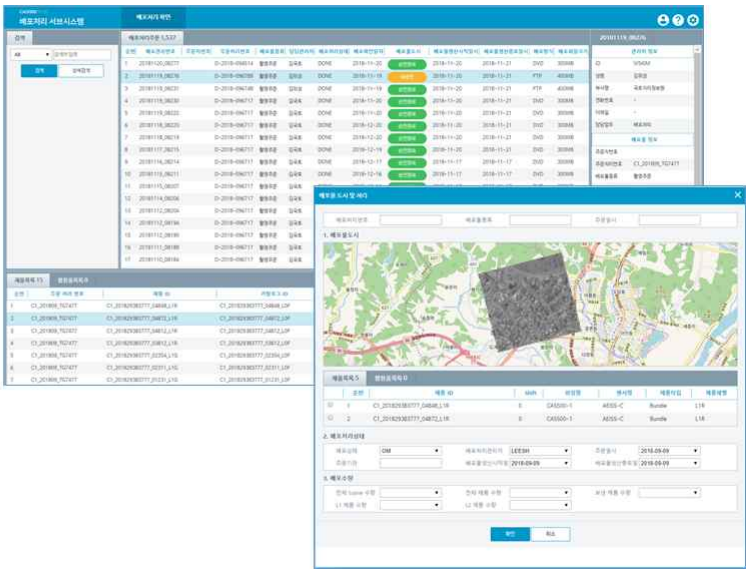
- 배포물 생산/전달/관리
- 배포 승인을 위한 지도 기반 영상 도시

특징

- 웹 응용 프로그램
- 사용자에게 제공되는 제품 최종 확인

고려 사항

- 위성운영기관 분석 및 설계 반영



<배포처리 SW>

주요 기능

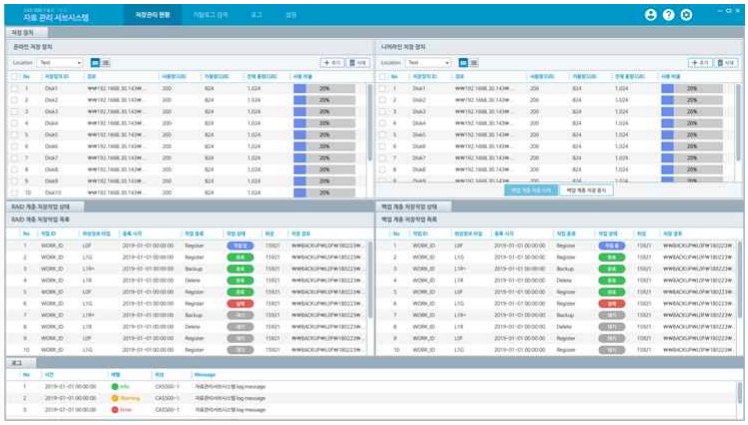
- 표준/정밀영상 저장/관리
- 외부 위성영상자료 저장/관리
- 활용물 저장/관리
- 계층적 저장 관리

특징

- 윈도우 응용 프로그램
- 서버/클라이언트 구조

고려 사항

- 스토리지 및 백업 장치 고려



<자료관리 SW>

주요 기능

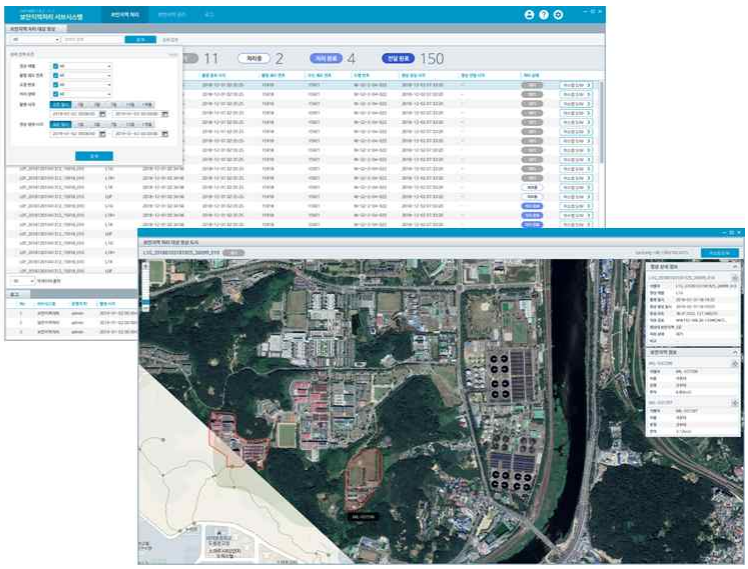
- 보안지역 DB 연결
- 보안지역처리 영상 등록
- 보안지역 도시
- 보안지역 마스킹 처리

특징

- 윈도우 응용 프로그램
- 서버/클라이언트 구조
- 보안지역처리 작업지시서 기반

고려 사항

- 보안지역처리 성능 및 품질
- 밴드별 영상 동시 처리
- 시계열 동일지역 영상 처리



<보안지역처리 SW>

주요 기능

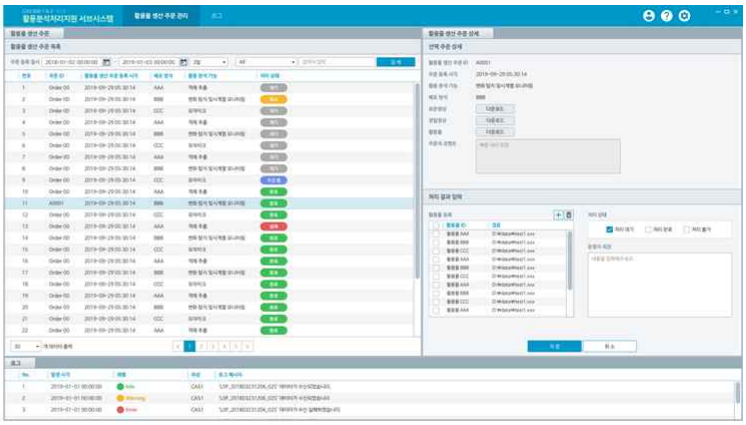
- 활용처리 요청(작업지시서) 관리
- 입력 영상 다운로드
- 처리 결과 업로드

특징

- 윈도우 응용 프로그램
- 작업지시서 기반
- 활용운영 지원

고려 사항

- 활용운영(신규) 관련 설계 추가



<활용분석처리 지원 SW>

주요 기능

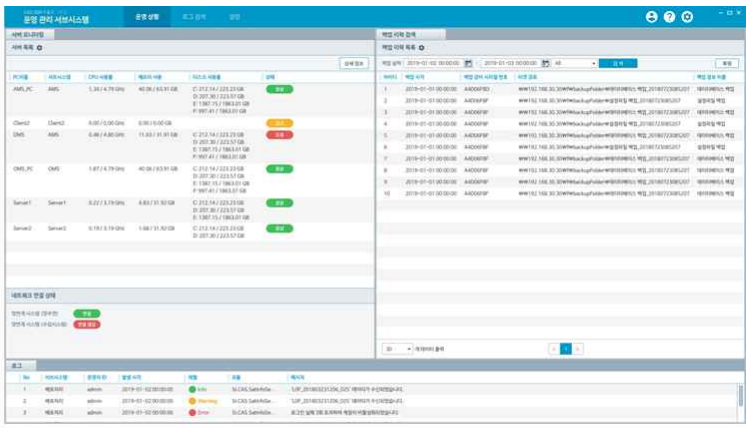
- 운영자 관리
- 시스템 통합모니터링
- 시스템 중요데이터 백업
- 시스템 로그 관리

특징

- 전체 서브시스템 통합 관리 효율성 강화
- 수집시스템과 유사한 스타일로 설계
- 윈도우 응용 프로그램
- 데이터 종류, 주기 등 백업 정책 관리

고려사항

- 수집시스템과 통합 고려



<운영관리 SW>

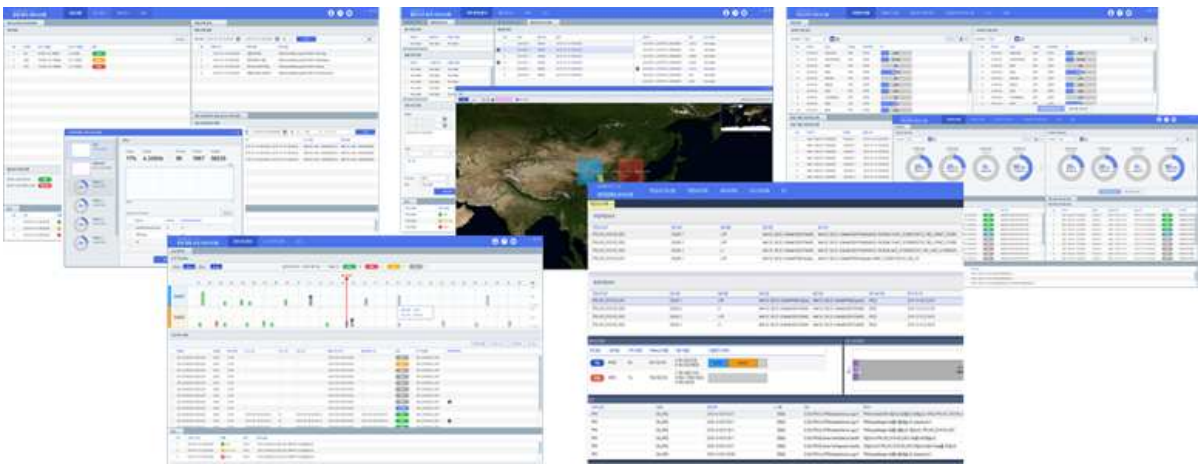
(마). 수집시스템 연계・통합 및 고도화

①. 수집시스템 SW 시험 및 인수

○ 일정: 2019.01.01 ~ 2019.01.31

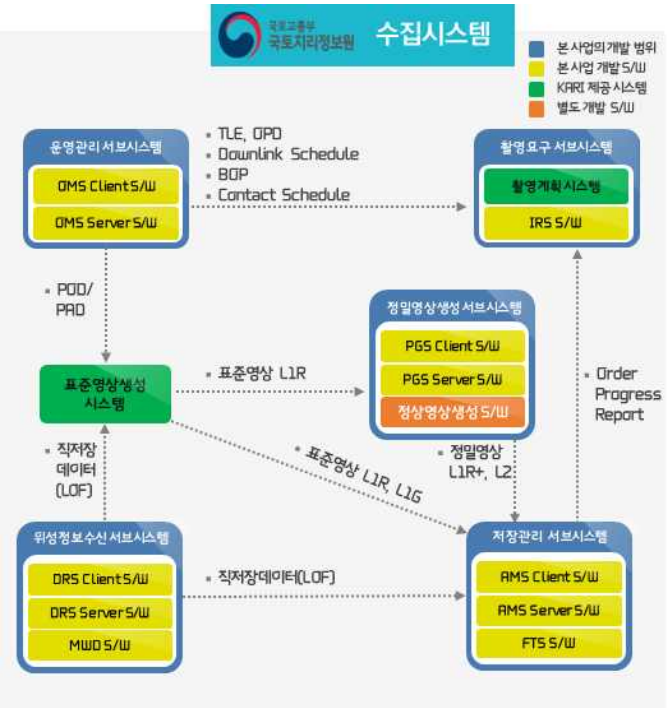
○ 대상: 운영관리, 촬영요구, 정밀영상생성, 위성정보수신, 저장관리 SW

○ 인수 방법: 인수시험 참관, 실행환경 및 소스코드 인수



< 수집시스템 SW >

② . 수집소프트웨어 구성



<수집시스템 소프트웨어 구성>

<수집시스템 - 서브시스템 및 역할>

서브시스템	주요 역할
촬영요구	● 촬영주문 검토를 통해 Proposal 생성 ● 위성, 탑재체의 특성과 촬영제원을 고려한 촬영계획 및 Download Mission 생성 ● 생성된 촬영계획을 KARI에 전달하여 촬영요구 ● Downlink Schedule 기반의 촬영계획의 최종 결정 및 취소 확인
위성정보수신	● 실시간 직저장데이터(L0F) 수신 모니터링 ● Downlink Schedule 입력으로 수신계획 자동 생성 ● 직저장데이터(L0F) 자동 전송 및 작업요청서 전달
표준영상생성	● 직저장데이터(L0F)를 입력으로 방사보정과 기하보정을 통해 표준영상으로 생성하는 시스템
저장관리	● 직저장데이터(L0F), 표준영상(L1R, L1G), 정밀영상(L1R+, L2) 자동 백업 및 복원 ● 카탈로그 검색 및 영상제품 생성 요청 ● 촬영영상 재촬영 여부 검토 및 재 촬영 요청 ● 위성영상데이터를 활용시스템으로 전송
정밀영상생성	● 표준영상을 입력으로 GCP, DEM 정보를 이용하여 정밀기하보정과 정사보정을 통해 정밀영상 생성
운영관리	● 운영자의 접근 관리 ● 수집시스템 구성장비와 소프트웨어의 상태 모니터링 ● 중요데이터 백업 관리 ● 수집시스템 로그 검색 및 관리

○ 운영관리 서브시스템

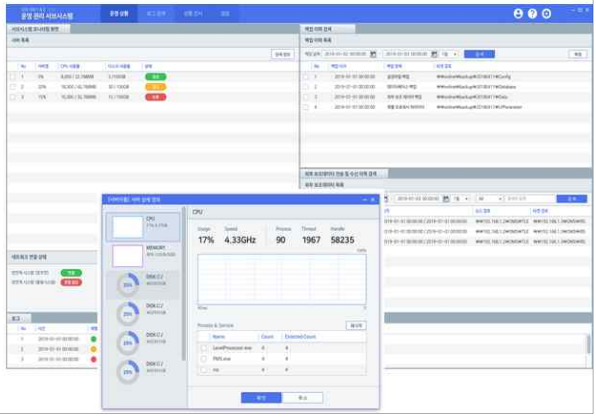
운영관리 서브시스템

수집시스템 운영을 위한 관리

기능

- 사용자 관리(등록/수정/삭제)
- 각 서브시스템에서 생성된 시스템 로그 검색
- 수집시스템 시각 정보 동기화
- 주요 인터페이스 데이터 자동 백업
- 각 서버의 시스템 상태 정보 실시간 모니터링
- 상태 확인 목록
  - 전원 인가 여부
  - 메모리 / CPU / 저장공간 사용량
  - 네트워크 연결 상태
  - 소프트웨어 상태 (실행 상태, CPU/메모리 사용량)

화면



○ 촬영요구 서브시스템

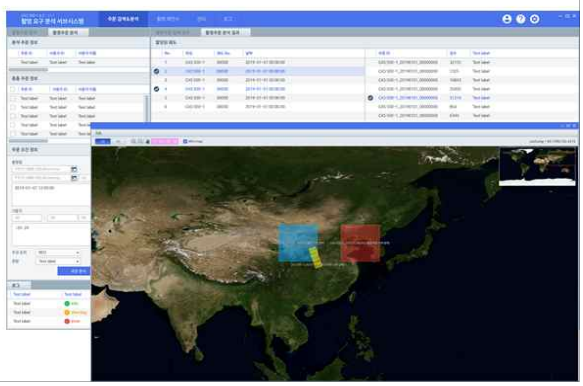
촬영요구 서브시스템

촬영주문 검색, 분석 및 결과 생성

기능

- 2D/3D 기반의 Map 환경
- 조건 별 촬영주문 검색
- 촬영주문의 예상 촬영정보를 계산 및 생성
  - 촬영 시작 시간
  - 촬영 종료 시간
  - 촬영 기간
- 촬영주문 검토 시 해당 촬영주문과 중복된 영역을 촬영하는 충돌 촬영주문 정보를 도시
- 촬영주문의 검토결과와 예상 촬영정보를 포함하는 촬영주문 검토 파일 생성
- 리스트와 지도에 출력되는 상기 정보들을 동기화 하여 출력

화면



○ 위성정보수신 서브시스템

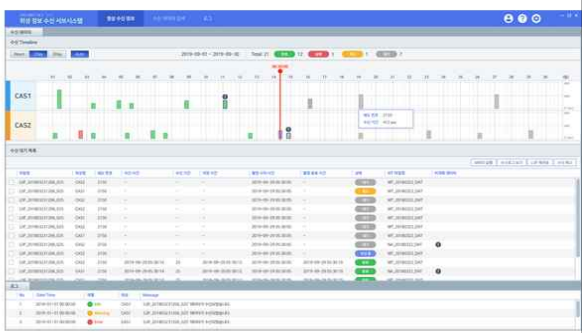
위성정보수신 서브시스템

위성정보 수신 Timeline 및 수신 상태 모니터링

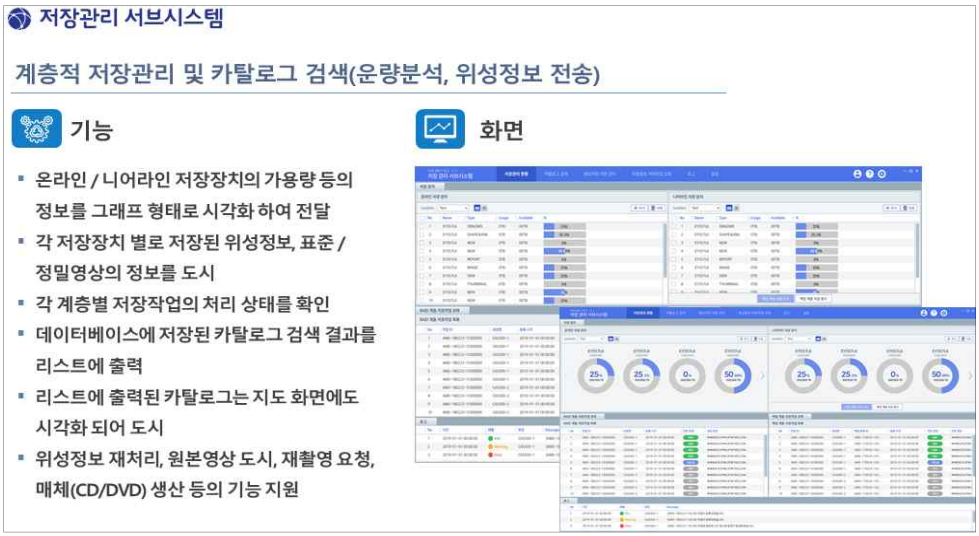
기능

- KARI에서 전달된 DS를 기반으로 생성된 수신 계획 정보를 실시간으로 화면에 출력
- 직 저장데이터를 KARI로 부터 전달 받기 위한 대기 시간을 Gantt Chart로 출력하여 실시간으로 Timeline을 알림
- 수신 완료 즉시 수신상태를 정보 갱신
- MWD를 통해 수신 영상 자동 확인
- 수신된 직 저장데이터 검색 및 수신 이력 확인

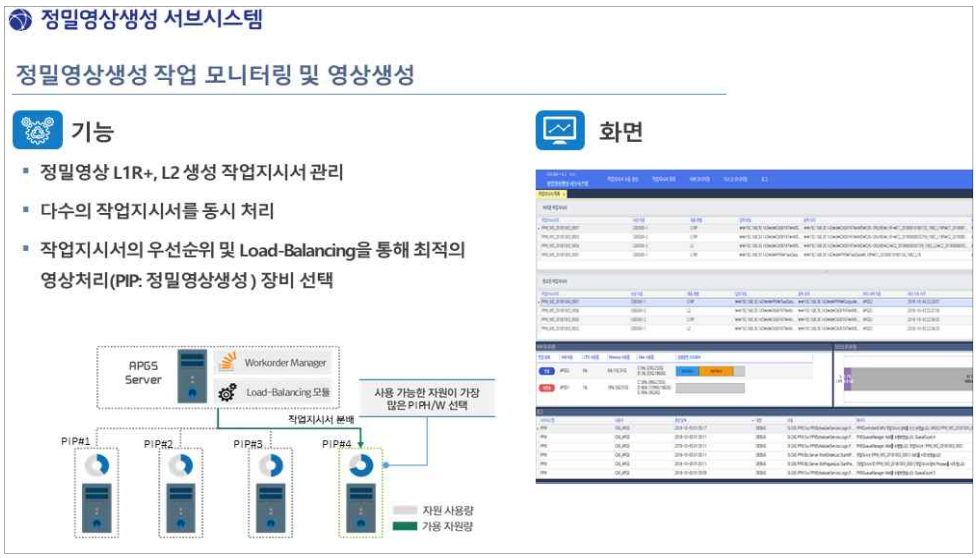
화면



○ 저장관리 서브시스템



○ 정밀영상생성 서브시스템



③. 수집시스템 SW 고도화

○ 수집시스템 인수시험 및 내부시험 수행 시 도출된 보완 사항 수정

○ 수집시스템 설치 시 도출된 보완 사항 수정

○ 수집시스템 SW 고도화 목록

<수집시스템 소프트웨어 고도화 항목>

서브시스템	수정 내용	비고
운영관리	* 백업항목 중복 등록 기능 추가 * 백업/복원 시 작업시간 제한 조정	* 활용시스템팀 이슈
위성정보수신	* DRS Client Logout 시 랜덤 오류 수정	* 내부시험 이슈
자료관리	* 랜덤 오류 수정	* 내부시험 이슈
정밀영상생성	* Output 폴더 존재하지 않을 경우 생성하도록 수정	* 내부시험 이슈
운영관리	* 메모리 누수 및 성능 개선 * GUI 기능 개선	* 시스템 설치 시 이슈

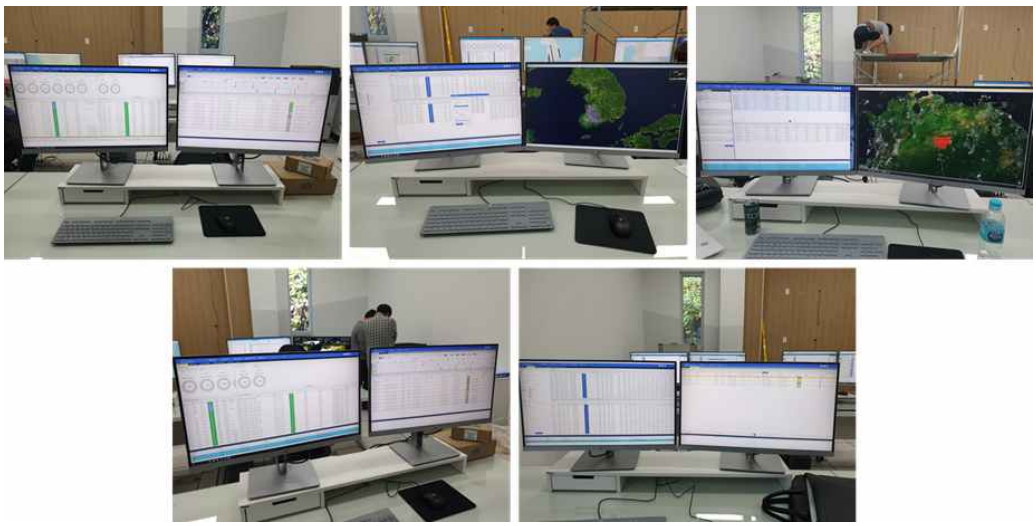
④. 수집시스템 SW 설치

○ 일정: 2019-10-31

○ 장소: 국토지리정보원 국토위성센터

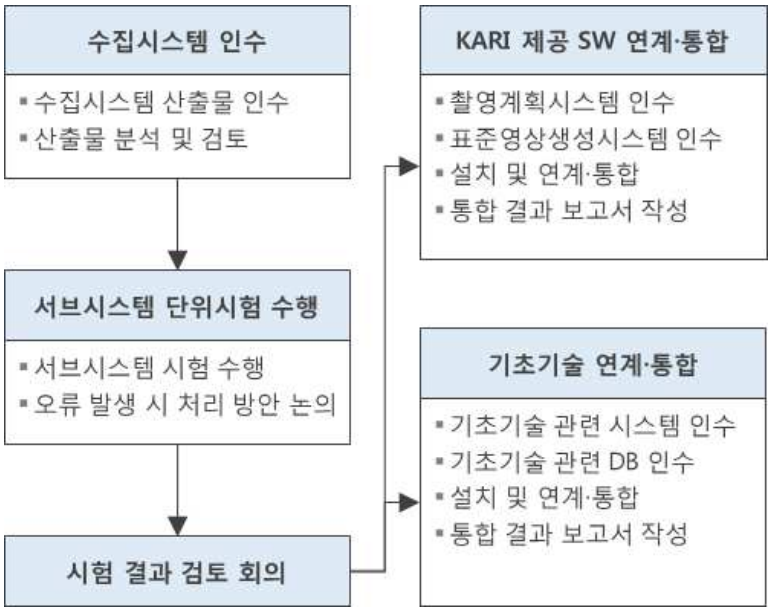
○ 설치 SW

- 운영관리, 촬영요구, 위성정보수신 서브시스템 SW
- 정밀영상생성,저장관리 서브시스템 SW



< 수집시스템 SW 설치 결과 >

⑤. 수집시스템 연계·통합



< 수집시스템 연계·통합 절차 >

○ KARI 제공 SW 연계·통합 방안

- KARI와 국토위성센터 간 협의 지원
- 시스템 인터페이스 모의기 SW를 통한 사전 준비

○ 기초기술 제공(정밀영상생성) SW 연계·통합 방안

- 2세부 주관기관과 긴밀한 협조 수행

- ICD 기반 체계적인 연계·통합을 통해 시행 오류/반복 최소화

- SW 제공 지연 시 시스템 인터페이스 모의기 SW를 이용하여 연계·통합 수행

⑥. KARI SW 설치 및 교육

○ 대상 : 촬영계획생성 SW, 표준영상생성 SW

○ 설치

- 일정: 2021-1-5

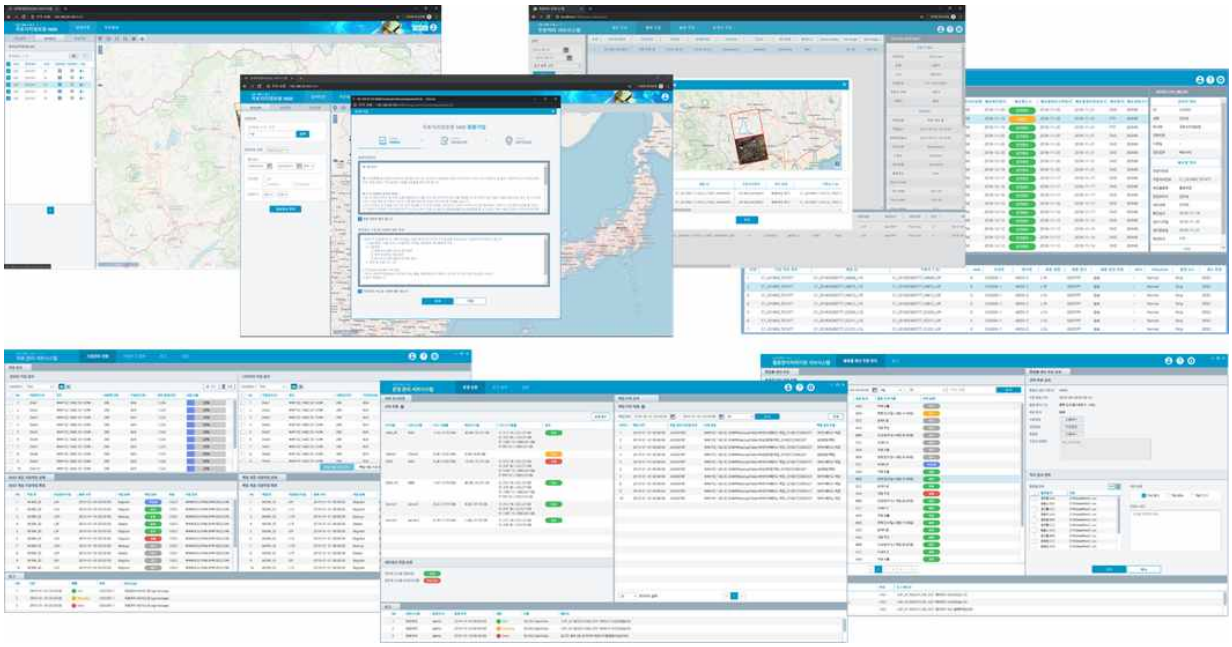
- 장소: 국토지리정보원 국토위성센터

○ 운영자 교육

- 일정: 2021-1-12

- 장소: 국토지리정보원 국토위성센터

(바). 활용시스템 SW 구현



<활용시스템 SW GUI>

①. 검색주문관리 서브시스템 SW 구현 기능

SW	평가항목-요구사항	설명
검색주문관리 SW (Web)	검색용 위성정보 최신화	• 웹 검색용 위성정보 DB파일 최신화 적용가능 여부
	위성정보 검색	• 웹 지도 화면을 통한 위성정보 검색 여부
	결과영상 지도도시	• 웹 지도 화면 내 검색된 위성정보 도시 여부
	영상상세정보 도시	• 검색된 위성정보의 상세정보 도시 여부
	촬영주문	• 촬영영역을 기반으로 촬영주문 신청 가능 여부
	활용물 생산주문	• 활용물 생산 조건을 기반으로 활용물 생산주문 신청 가능 여부
	배포주문	• 위성정보 검색결과를 기반으로 배포주문 신청가능 여부
	주문정보 조회	• 신청 접수된 주문정보 조회 가능 여부
	주문처리상태 전송	• 주문 별 처리상태 도시 가능 여부
	주문처리상태 최신화	• 주문처리상태 최신화 적용 가능 여부
	주문정보 전달	• 내부 활용처리시스템으로 주문정보 배포가능 여부

○ 배포처리 서브시스템 SW 구현 기능

SW	평가항목-요구사항	설명
배포처리 SW	활용물 자료관리	• 활용기술SW에서 생산한 활용물의 등록 및 조회 가능 여부

②. 배포관리 서브시스템 SW 구현 기능

SW	평가항목-요구사항	설명
배포관리SW (Web)	웹서비스 배포등록	• 웹 서비스 기반으로 위성정보 배포물 등록 여부
	웹서비스 배포 다운로드	• 웹 서비스를 통한 위성정보 다운로드 가능 여부
	FTP서비스 배포 등록	• FTP 서비스 기반으로 위성정보 배포물 등록 여부
	FTP서비스 배포 다운로드	• FTP 서비스를 통한 위성정보 다운로드 가능 여부
	이동형 배포매체 생산	• 위성정보 배포물의 이동형 매체생산 가능 여부
	배포 이력 조회	• 배포이력 정보 생성 및 조회 가능 여부

③. 웹서비스관리 서브시스템 SW 구현 기능

SW	평가항목-요구사항	설명
웹서비스관리 SW (Web)	수요자 가입신청	• 웹 서비스 사용자 가입 신청 가능 여부
	가입신청 처리	• 웹 서비스 사용자 가입 신청 처리 가능 여부
	수요자 관리	• 가입 신청자 정보 관리 가능 여부
	운영자 관리	• 활용서비스 시스템의 운영자 추가/수정/삭제/조회 가능 여부
	시스템 통합 모니터링	• 활용서비스 시스템의 전산장비 통합 모니터링 가능 여부
	중요데이터 백업	• 활용서비스 시스템의 중요 데이터 주기적 백업 여부
	시스템 로그 관리	• 활용서비스 시스템의 시스템 로그 생성 및 조회 여부

④. 보안지역처리 서브시스템 SW 구현 기능

SW	평가항목-요구사항	설명
보안지역처리 SW	보안지역 생성관리	• 보안지역 정보 등록/수정/삭제 가능 여부
	보안지역 처리영상 등록	• 망연계를 통한 보안지역 미처리 영상등록 및 조회를 통한 도시 여부
	보안지역 도시	• 영상 내 보안지역 처리 필요지역 도시 여부
	보안지역 마스킹 처리	• 영상 내 마스킹 처리 가능 여부
	보안지역 처리영상 전달	• 망연계를 통한 보안지역 처리영상 전달 여부

⑤. 자료관리 서브시스템 SW 구현 기능

SW	평가항목-요구사항	설명
자료관리 SW	표준/정밀영상 저장 등록	• 보안지역 처리영상의 자료 수신 및 자료관리 여부
	외부 위성영상자료 등록	• 외부 위성영상자료의 수동 등록 및 자료관리 여부
	위성정보 검색	• 지도를 기반으로 위성정보 검색 가능 여부
	계층적 저장관리	• 보안지역 처리영상 및 활용산출물의 계층적 저장관리 수행 여부
	검색용 위성정보 배포	• 활용서비스(웹) 시스템으로 위성정보 배포 생성 여부

⑥. 주문처리 서브시스템 SW 구현 기능

SW	평가항목-요구사항	설명
주문처리 SW	촬영주문 검색	• 촬영주문 검색 및 도시 여부
	운영자 주문	• 운영자의 촬영주문, 배포주문, 활용물 생산주문 수동 생성
	촬영주문 전달	• 수집시스템으로 촬영주문 전달 가능 여부
	촬영주문 분석결과 정보연동	• 수집시스템의 촬영주문검토 결과 수신 및 활용서비스(웹) 시스템으로 전달 가능 여부
	활용물생산 주문 검색	• 활용물 생산 주문 검색 및 도시 여부
	배포주문 검색	• 배포 주문 검색 및 도시 여부
	배포주문 생성	• 촬영주문 및 활용물생산 주문에 의한 자동 배포주문 생성 여부
	주문처리상태 배포	• 활용서비스(웹) 시스템으로 주문처리상태 배포 가능여부
	배포주문 작업관리	• 배포물 생성을 위한 주문 검색 및 도시 여부
	배포영상 도시	• 영상 배포물의 지도 도시 가능 여부
	배포물 생산	• 수요자 별 배포물의 로컬디스크 저장 여부
	배포물 생산이력관리	• 배포물 생산 이력 생성 및 조회 가능 여부

⑦. 활용분석처리 서브시스템 SW 구현 기능

SW	평가항목-요구사항	설명
활용분석 처리지원 SW	운영자 관리	• 운영자 추가/수정/삭제/조회 여부
	시스템 통합모니터링	• 시스템 자원 및 상태의 실시간 통합 모니터링 여부
	시스템 중요데이터 백업	• 시스템 중요데이터의 주기적인 자동 백업 여부
	시스템 로그관리	• 시스템 작업 로그 생성 및 조회 가능 여부

(사). 활용시스템 SW 시험 및 보완

①. 날짜: 2019-08-26

②. 장소: 대전 쎄트렉아이 문지연구소

③. 범위

○ 기능요구사항 총 53개 중 53개

○ 환경 및 자원/내외부 인터페이스/품질/안전 및 보안 요구사항 제외

○ 활용시스템 중 활용분석처리 SW 4종 제외

④. 방법: 20개 시험시나리오로 구성된 시험절차서에 따라 절차시험 수행

<시험 수행 조직>

구분	수행 역할	성명	비고
시험 책임자	시험 절차서 및 자료 준비 시험 일정 조정/확정 시험 결과 보고서 작성 및 제출	SI 최재승	
시험 진행자	시험 절차 수행	SI 한재중, 정진호 PXR 이현구/이형주 G3 김주현	
시험 관리자	시험 절차 추적/관리 시험 절차/결과 검토/승인	인하대 김태정, 신정일	
시험 자문위원	시험 절차 수행 참관 및 자문	KARI 구인회 선임연구원	

<기능 요구사항 -1>

식별자	요구사항명	검증방법	식별자	요구사항명	검증방법
R-IAS-SFR-0010	검색용 위성정보 최신화	데모	R-IAS-SFR-0140	웹서비스 배포 다운로드	데모
R-IAS-SFR-0020	위성정보 검색	데모	R-IAS-SFR-0150	FTP서비스 배포 등록	데모
R-IAS-SFR-0030	결과영상 지도도시	데모	R-IAS-SFR-0160	FTP서비스 배포 다운로드	데모
R-IAS-SFR-0040	영상상세정보 도시	데모	R-IAS-SFR-0170	이동형 배포매체 생산	데모
R-IAS-SFR-0050	촬영주문	데모	R-IAS-SFR-0180	배포 이력 조회	데모
R-IAS-SFR-0060	활용물 생산주문	데모	R-IAS-SFR-0190	수요자 가입신청	데모
R-IAS-SFR-0070	배포주문	데모	R-IAS-SFR-0200	가입신청 처리	데모
R-IAS-SFR-0080	주문승인 검토	데모	R-IAS-SFR-0210	수요자 관리	데모
R-IAS-SFR-0090	주문정보 조회	데모	R-IAS-SFR-0220	운영자 관리	데모
R-IAS-SFR-0100	주문처리상태 전송	데모	R-IAS-SFR-0230	시스템 통합 모니터링	데모
R-IAS-SFR-0110	주문처리상태 최신화	데모	R-IAS-SFR-0240	중요데이터 백업	데모
R-IAS-SFR-0120	주문정보 전달	데모	R-IAS-SFR-0250	시스템 로그 관리	데모
R-IAS-SFR-0130	웹서비스 배포등록	데모	R-IAS-SFR-0260	보안지역 생성관리	데모

<기능 요구사항 -2>

식별자	요구사항명	검증방법	식별자	요구사항명	검증방법
R-IAS-SFR-0270	보안지역 처리영상 등록	데모	R-IAS-SFR-0410	활용물생산 주문 검색	데모
R-IAS-SFR-0280	보안지역 도시	데모	R-IAS-SFR-0420	배포주문 검색	데모
R-IAS-SFR-0290	보안지역 마스킹 처리	데모	R-IAS-SFR-0430	배포주문 생성	데모
R-IAS-SFR-0300	보안지역 처리영상 전달	데모	R-IAS-SFR-0440	주문처리상태 배포	데모
R-IAS-SFR-0310	표준/정밀영상 저장 등록	데모	R-IAS-SFR-0450	활용물 자료관리	데모
R-IAS-SFR-0320	외부 위성영상자료 등록	데모	R-IAS-SFR-0460	배포주문 작업 관리	데모
R-IAS-SFR-0330	위성정보 검색	데모	R-IAS-SFR-0470	배포영상 도시	데모
R-IAS-SFR-0340	위성정보 다운로드	데모	R-IAS-SFR-0480	배포물 생산	데모
R-IAS-SFR-0350	계층적 저장관리	데모	R-IAS-SFR-0490	배포물 생산 이력 관리	데모
R-IAS-SFR-0360	검색용 위성정보 배포	데모	R-IAS-SFR-0500	운영자 관리	데모
R-IAS-SFR-0370	촬영주문 검색	데모	R-IAS-SFR-0510	시스템 통합 모니터링	데모
R-IAS-SFR-0380	운영자 주문	데모	R-IAS-SFR-0520	중요데이터 백업	데모
R-IAS-SFR-0390	촬영주문 전달	데모	R-IAS-SFR-0530	시스템 로그 관리	데모
R-IAS-SFR-0400	촬영주문 분석결과정보 연동	데모			

<환경 및 자원 요구사항>

식별자	이름	평가방식
R-IAS-ECRR-0010	보안지역 처리 장비	검사
R-IAS-ECRR-0020	검색 서버 장비	검사
R-IAS-ECRR-0030	배포 서버 장비	검사
R-IAS-ECRR-0040	활용분석 처리 장비	검사
R-IAS-ECRR-0050	망연계 장치	검사
R-IAS-ECRR-0060	서버 장치	검사
R-IAS-ECRR-0070	워크스테이션 장치	검사
R-IAS-ECRR-0080	모니터 장치	검사
R-IAS-ECRR-0090	서버 및 워크스테이션 운영체제	검사
R-IAS-ECRR-0100	DBMS	검사
R-IAS-ECRR-0110	온라인 RAID 저장장치	검사
R-IAS-ECRR-0120	네트워크 장치	검사
R-IAS-ECRR-0130	랙 장치	검사

<내외부 인터페이스 요구사항>

식별자	이름	평가방식
R-IAS-IEIR-0010	활용시스템 ↔ 수집시스템 촬영주문 연동	데모
R-IAS-IEIR-0020	활용시스템↔ 수집시스템 표준/정밀영상 연동	데모
R-IAS-IEIR-0030	활용시스템→ 활용응용 지원체계 표준/정밀영상	데모
R-IAS-IEIR-0040	활용시스템← 활용응용 S/W 활용산출물	데모
R-IAS-IEIR-0050	활용시스템→ 활용응용 지원체계 주문정보	데모

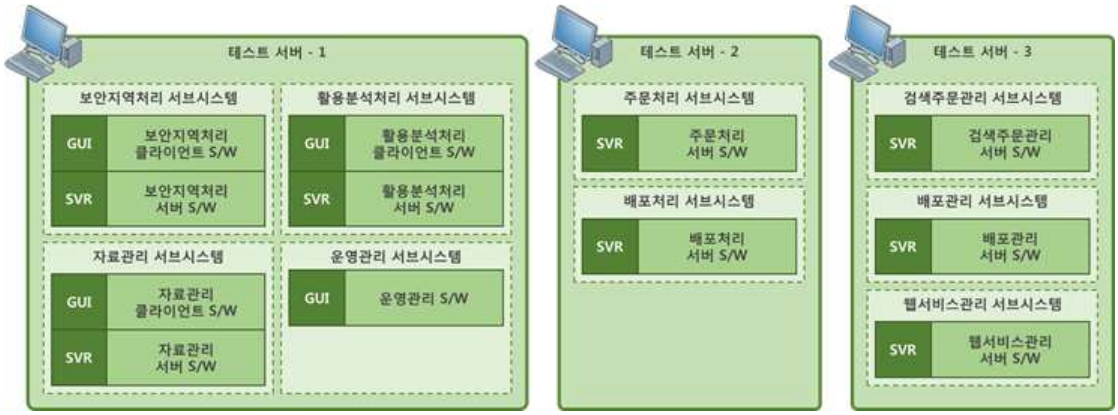
<품질 요구사항>

식별자	이름	평가방식
R-IAS-SQR-0010	검색/배포 기능 이중화	데모
R-IAS-SQR-0020	운영관리 이중화	데모
R-IAS-SQR-0030	저장관리 이중화	데모

<안전 및 보안 요구사항>

식별자	이름	평가방식
R-IAS-SSR-0010	보안관제	검사 / 데모
R-IAS-SSR-0020	정보보호	검사 / 데모
R-IAS-SSR-0030	안티바이러스 체계	검사 / 데모
R-IAS-SSR-0040	운영자 비밀번호 체계	데모

⑤. 시험 환경



<시험 환경 – 하드웨어>

<시험 환경 – 소프트웨어>

Subsystem	S/W Name	버전
검색주문관리	검색주문관리 서버 S/W - SOS Server	v1.0
배포관리	배포관리 서버 S/W - PDS Server	v1.0
웹서비스관리	웹서비스관리 서버 S/W - WMS Server	v1.0
주문처리	주문처리 서버 S/W – order	v1.0
배포처리	배포처리 서버 S/W – deploy	v1.0
보안지역처리	보안지역처리 서버 S/W - SPS.Server.exe	v1.0
보안지역처리	보안지역처리 클라이언트 S/W - SPS.Client.exe	v1.0
자료관리	자료관리 서버 S/W - DMS.Server.exe	v1.0
자료관리	자료관리 클라이언트 S/W - DMS.Client.exe	v1.0
운영관리	운영관리 S/W - OMS.exe	v1.0
활용분석처리	활용분석처리 클라이언트 S/W - AGS.exe	v1.0
활용분석처리	활용분석처리 서버 S/W - AGS.FTS.exe	v1.0

⑥. 시험 절차

<시험 절차>

구분	시험 절차	수행 시간
촬영주문처리	TC-010 운영관리 운영자 추가 및 로그인 TC-020 사용자 회원 가입 및 로그인 TC-030 사용자 촬영주문 입력 및 전달 TC-040 사용자 촬영주문 승인 TC-050 사용자 촬영주문 영상제품 카탈로그 수신 TC-060 사용자 촬영주문 표준제품 처리 TC-070 사용자 촬영주문 정밀제품 처리 TC-080 운영자 촬영주문 입력	2.5
배포주문처리	TC-090 사용자 배포주문 (기존 제품 요청) 입력 및 전달 TC-100 사용자 배포주문 (기존 제품 요청) 승인 및 처리 TC-110 사용자 배포주문 (재처리 요청) 입력 및 전달 TC-120 사용자 배포주문 (재처리 요청) 승인 및 처리 TC-130 운영자 배포주문 (재처리 요청) 입력	1
활용주문처리	TC-140 활용임무 입력 TC-150 활용임무 처리 및 운영자 활용주문 입력 TC-160 활용작업지시서 처리 TC-170 사용자 활용주문 입력 및 전달 TC-180 사용자 활용주문 승인 및 처리	1
운영 관리	TC-190 운영관리 기능 확인 TC-200 자료관리 기능 확인	0.5

⑦. 활용시스템 SW 시험 결과 - 성공



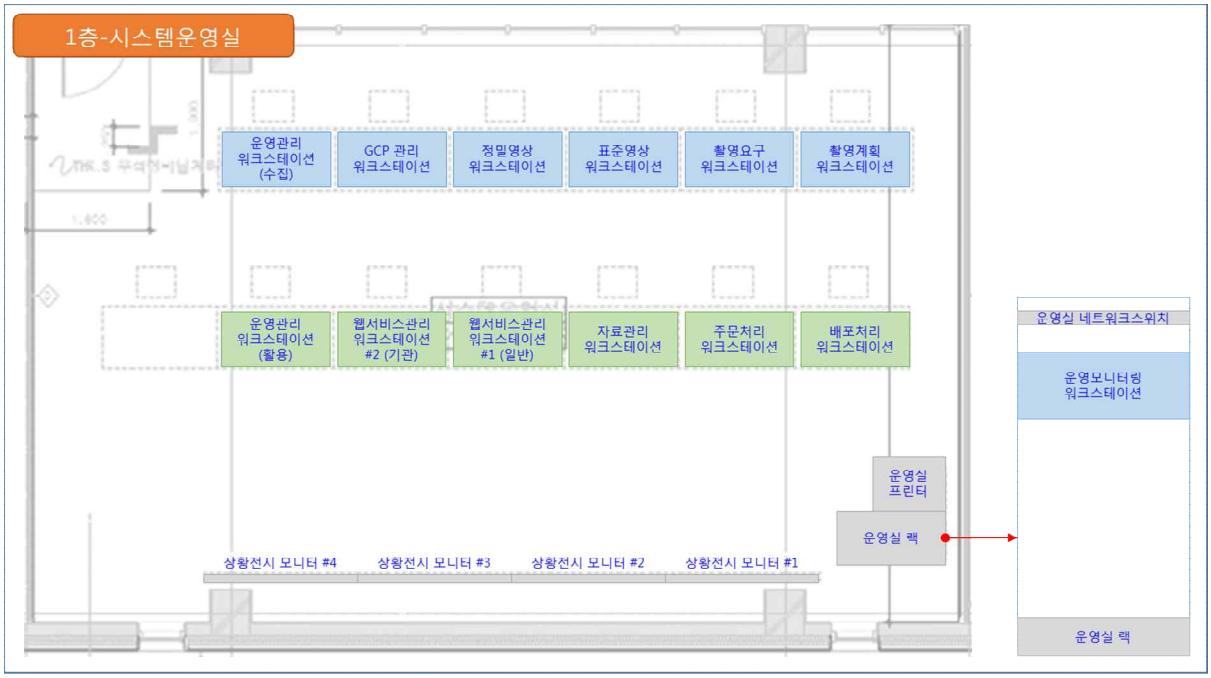
< 활용시스템 SW 시험 수행 >

(아). 활용시스템 연계・통합(1/2차)

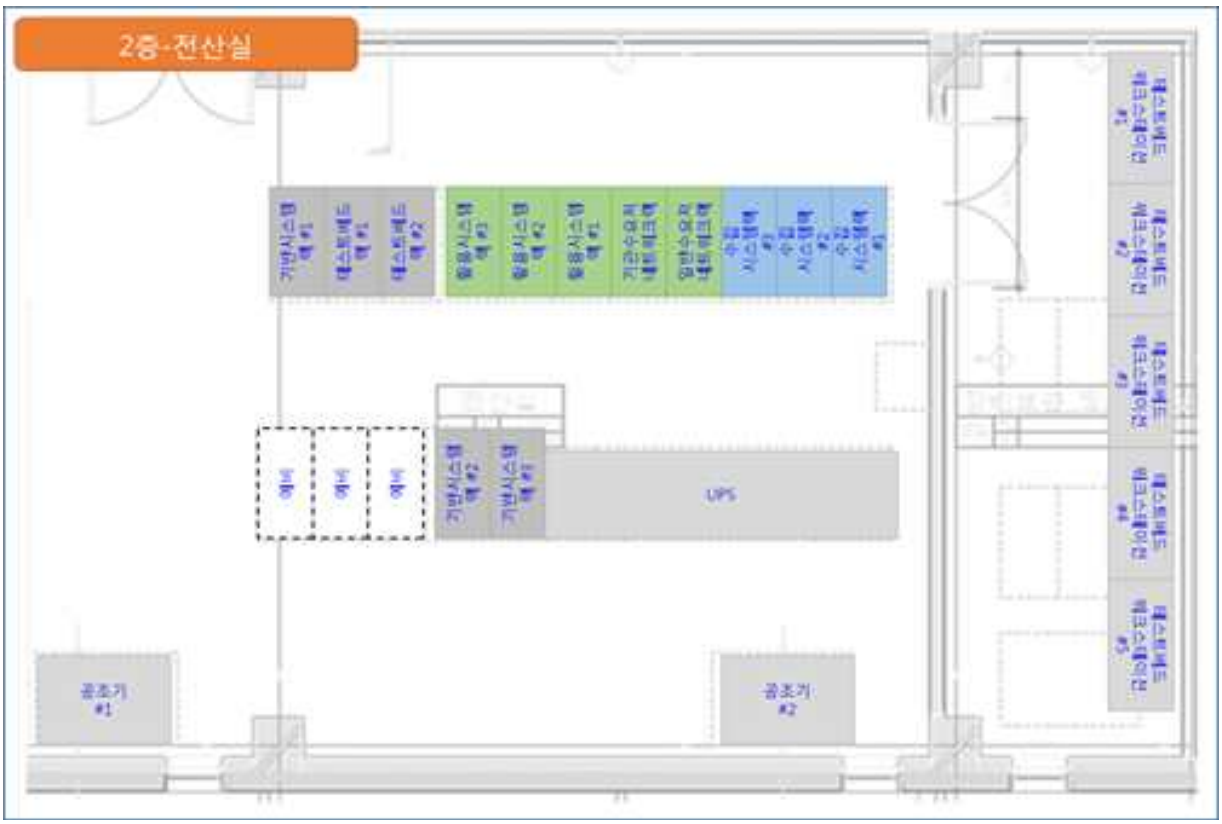
①. 활용시스템 HW 구축 지원 및 설계/배치 최신화

○ 국토위성센터 하드웨어 구축 지원

○ 국토위성센터 HW 설계 업데이트 및 최종 배치안 작성



< HW 배치 업데이트 - 시스템 운영실 >



< HW 배치 업데이트 - 전산실 >

②. 활용시스템 설치

○ 일정: 2019-10-31

○ 장소: 국토지리정보원 국토위성센터

○ 설치 SW

- 검색주문관리/배포관리/웹서비스관리 서브시스템 SW
- 주문처리/배포처리 서브시스템 SW
- 자료관리/운영관리/보안지역처리/활용분석처리 서브시스템 SW



< 활용시스템 SW 설치 결과 >

(자). 국토위성정보 활용시스템 연계・통합-2차

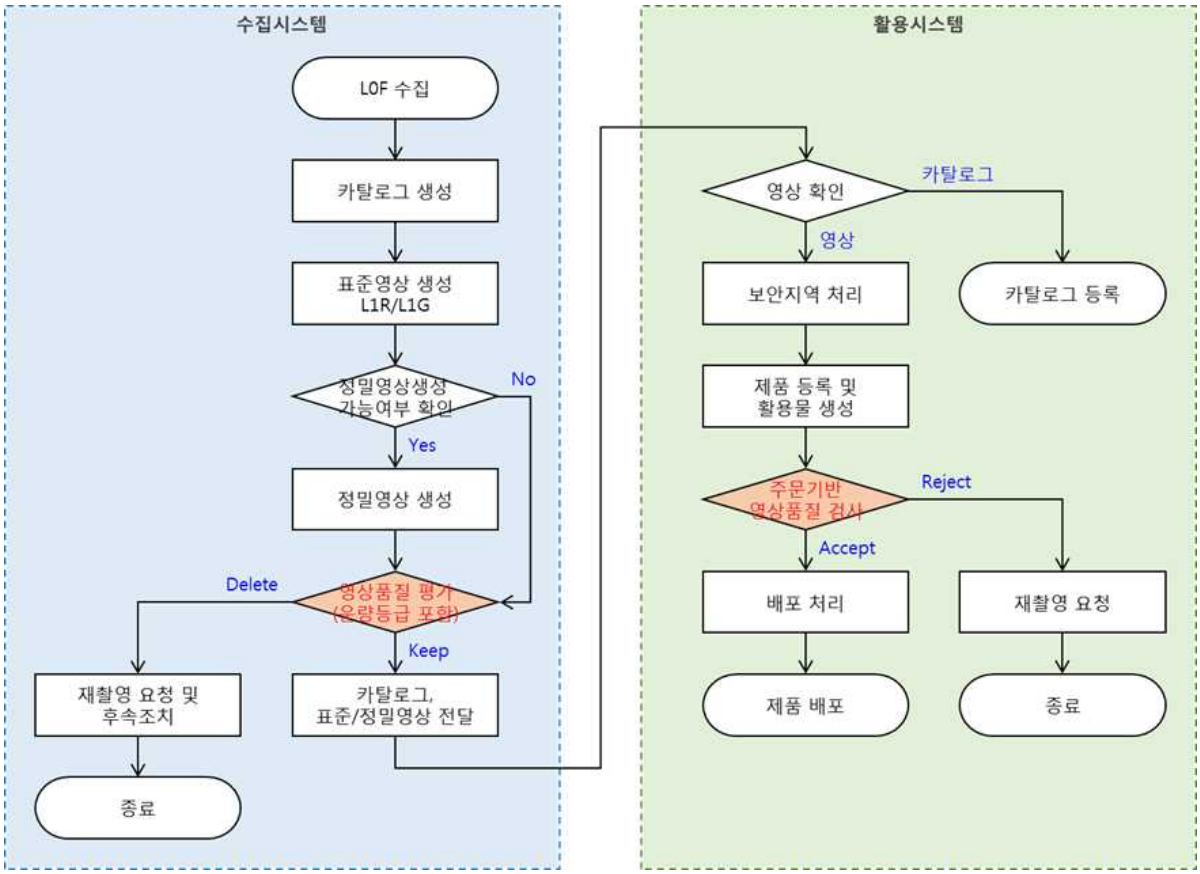
①. 수집시스템 SW 고도화

구분	작업	비고
운영관리 서브시스템	▪GTD 관련 성능 개선 ▪서버/네트워크 모니터링 주기 및 예외처리 추가	▪시스템 설치 후 도출 항목
촬영요구 서브시스템	▪주문분석 SW 기능 개선 – 특정 주문 분석 시 발생	
인터페이스	▪L2R, L2 → L2R, L2G로 변경	▪연구단 협의 사항
인터페이스	▪NTO/ICR 파일명 KARI와 동일하게 변경	
정밀영상생성 서브시스템	▪PIP 실행 창 팝업 여부 설정 추가 및 기타 연계 관련 수정 ▪PIP 인터페이스 업데이트 반영 ▪정밀영상생성 수동 작업지시서 생성 관련 기능개선	
촬영요구 서브시스템	▪활용시스템에서 정의한 시스템 주문 상태 반영	

○ 운영관리 서브시스템 GTD 관련 성능 개선



○ 위성영상 카탈로그 및 표준/정밀영상 처리 흐름 정의



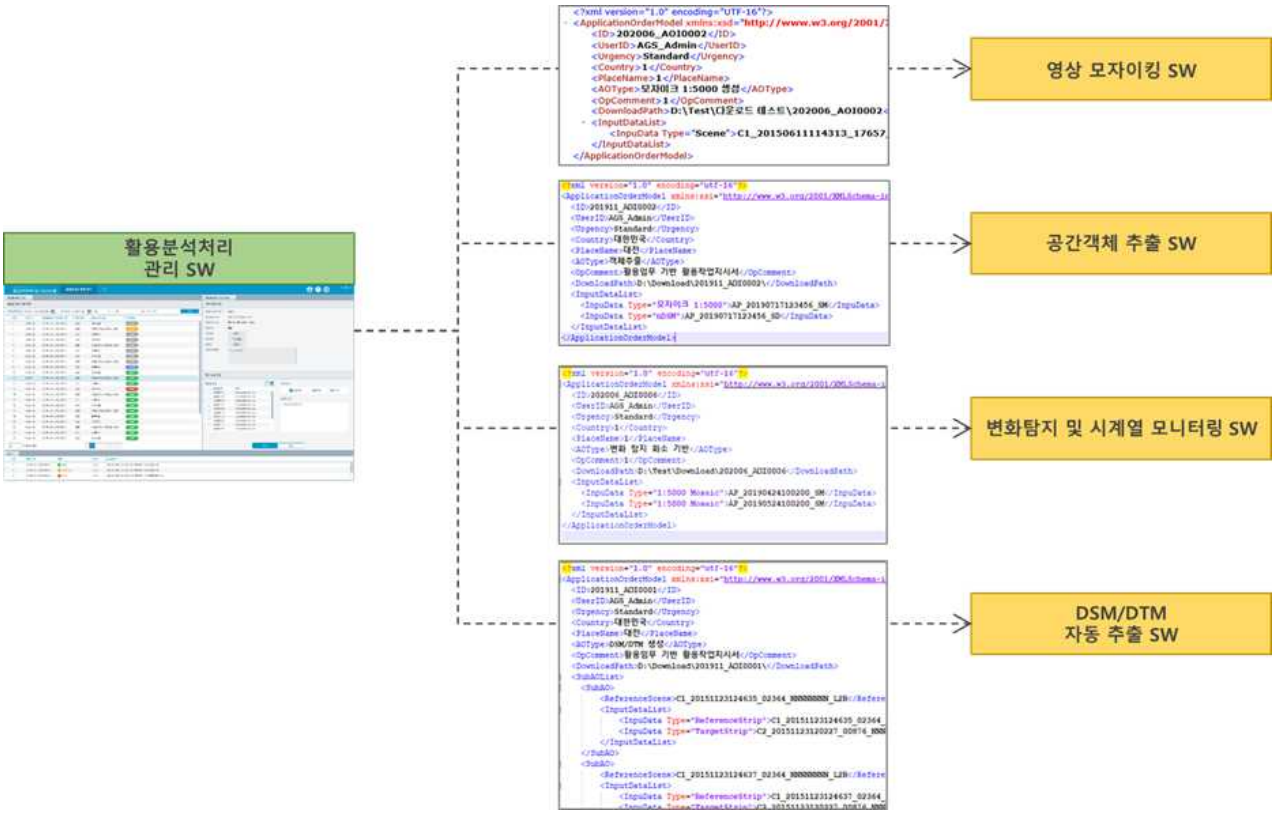
< 위성영상 처리 흐름 >

② . 활용시스템 SW 고도화

구분	작업	비고
활용분석 서브시스템	▪활용작업지시서 GUI 개선 및 예외 처리 ▪활용분석처리 서버 SW – Console → Winform 형식으로 변경 ▪카탈로그 검색 관련 예외 처리 ▪**활용분석처리 작업지시서 파일 생성** ▪**활용분석처리 인터페이스 변경 반영**	
자료관리 서브시스템	▪자료관리 서버 SW – Console → Winform으로 변경 ▪시스템 설정 추가 ▪L2I 및 DSM/DTM 활용산출물 변경사항 반영	
인터페이스	▪L2R, L2 → L2R, L2G로 변경	▪연구단 협의 사항
보안지역처리 서브시스템	▪영상 처리 시 영역 관련 오류 수정 및 예외 처리 ▪영상 처리 기능 보완 및 성능 개선 ▪**보안지역 DB 업데이트 – 지리원 제공 DB 형식 적용**	

○ 활용시스템 SW 연계 인터페이스 개선

- 운영 편의성 강화를 위해 파일 형식 활용분석처리 작업지시서 인터페이스 추가



<활용분석처리 작업지시서 파일>

- DSM/DTM 작업지시서

항목	내용
작업	* DSM/DTM 1:5000 도각 생성
입력 데이터	* Stereo 조건을 만족하는 2 개의 Strip 에 포함되는 **L2R** 영상 2 개 이상 * Strip 입력시, 최신 촬영된 Stirp 에 포함되는 L2R 영상 n 개와 최신 촬영영상과 Stereo 조건을 만족하는 Strip 에 포함되는 L2R 영상 m 개
입력 데이터 제약 조건	* Stereo 조건 - 2 개의 영상 간의 촬영각(Incidence Angle) 차이 15~45 도 (Configuration 설정 가능해야 함) - -10/+10 과 같이 +/- 부호이면서 0 도로 부터 비슷한 Tilt 범위를 가져야 함 - Scene 기준 영역 중첩도 50% 이상 - 촬영 날짜 차이 7 일 이내 (Configuration 설정 가능해야 함)
입력 데이터 명명 규칙 및 구성	* **L2R** 영상 폴더 명명규칙 <SAT>_<YYYYMMDDHHMMSS>_<OrbitNumber>_<LineOffNo>_L2R - <SAT>: 'C1' 또는 'C2' - <YYYYMMDDHHMMSS>: **L2R** 영상 촬영 Center Time - <OrbitNumber>: **L2R** 영상 촬영 궤도 번호 다섯자리 - <LineOffNo>: 원시 영상 시작라인부터 계산된 **L2R** 영상의 시작 라인 여덟자리 * **L2R** 영상 폴더 구성 - [폴더명]_P.tif - [폴더명]_P_rpc.txt - [폴더명]_Aux.xml
입력 데이터 샘플 (D: Dir, F: File)	* (D) C1_20151123124635_03666_00037676_L2R - (F) C1_20151123124635_03666_00037676_L2R_P.tif - (F) C1_20151123124635_03666_00037676_L2R_P_rpc.txt - (F) C1_20151123124635_03666_00037676_L2R_Aux.xml
프로그램 입력 데이터 선택 방법	* **L2R** 영상 폴더 2 개 선택 * Strip 입력시, Reference L2R 영상 폴더 n 개와 Target L2R 영상 폴더 m 개의 구성정보가 입력되어있는 txt or xnl 파일 1 개 선택
출력 데이터	* DSM/DTM/nDSM n 쌍의 정보를 담은 폴더 1 개
출력 데이터 명명 규칙 및 구성 (D: Dir, F: File)	* DSM/DTM 폴더 명명 규칙 및 하위 **도엽별** 폴더 구성 (**전체 결과리포트(log) 1 개**, n 쌍의 도엽별 폴더 내부에 DSM / DTM / nDSM tif / **Browser image(_br)** / **Thumbnail(_th)** 파일 및 메타데이터 파일 1 개) *** (D) DE_<생성일자>** **└ (D) <도엽번호>** **├ (F) Auxiliary.xml** **├ (F) L3_DSM_<도엽번호>.tif** **├ (F) L3_DTM_<도엽번호>.tif** **├ (F) L3_nDSM_<도엽번호>.tif** **├ (F) L3_DSM_<도엽번호>_br.jpg** **├ (F) L3_DTM_<도엽번호>_br.jpg** **├ (F) L3_DSM_<도엽번호>_th.jpg** **└ (F) L3_DTM_<도엽번호>_th.jpg** **└ (D) <도엽번호>** **├ (F) ...** **└ (D) <도엽번호>** **├ (F) ...** **└ (F) OSAS-DE.log** - <생성일자>: DSM/DTM 산출물 생성 시각 (yyyyMMddHHmmssfff) ms 단위까지 포함 - <도엽번호>: 1:5000 에 해당하는 도엽번호 여덟자리

- L2M 작업지시서

항목	내용
작업	* 모자이크 1:5000 도각 생성
입력 데이터	* L2 영상 n 개
입력 데이터 제약 조건	* L2 영상은 1 개 이상 N 개(설정) 이하임
입력 데이터 명명 규칙 및 구성	* L2 영상 폴더 명명규칙 <SAT>_<YYYYMMDDHHMMSS>_<OrbitNumber>_<LineOffNo>_L2 - <SAT>: 'C1' 또는 'C2' - <YYYYMMDDHHMMSS>: L2 영상 촬영 Center Time - <OrbitNumber>: L2 영상 촬영 궤도 번호 다섯자리 - <LineOffNo>: 원시 영상 시작라인부터 계산된 L2 영상의 시작 라인 여덟자리 * L1RP 영상 폴더 구성 - [폴더명].tif, [폴더명]_br.jpg, [폴더명]_br.jgw, [폴더명]_th.jpg - [폴더명]_Aux.xml, [폴더명].shp, [폴더명].dbf, [폴더명].shx - [폴더명]_Report.txt
입력 데이터 샘플 (D: Dir, F: File)	* (D) C1_20151123124635_03666_00037676_L2 - (F) C1_20151123124635_03666_00037676_L2.tif - (F) C1_20151123124635_03666_00037676_L2_br.jpg - (F) C1_20151123124635_03666_00037676_L2_br.jgw - (F) C1_20151123124635_03666_00037676_L2_th.jpg - (F) C1_20151123124635_03666_00037676_L2_Aux.xml - (F) C1_20151123124635_03666_00037676_L2.shp - (F) C1_20151123124635_03666_00037676_L2.dbf - (F) C1_20151123124635_03666_00037676_L2.shx - (F) C1_20151123124635_03666_00037676_L2_Report.txt
프로그램 입력 데이터 선택 방법	* L2 영상 폴더 n 개가 존재하는 상위 폴더 선택
출력 데이터	* n 개의 1:5000 모자이크 영상 폴더
출력 데이터 명명 규칙 및 구성	* 상위폴더 명명 규칙 (n 개의 1:5000 모자이크 폴더 포함) TBD * 1:5000 도엽별 모자이크 폴더 명명 규칙 <도엽번호>_<생성일자> - <도엽번호>: 1:5000 도엽번호 여덟자리 - <생성일자>: 1:5000 모자이크 영상 생성 시각 (yyyyMMddHHmmssfff) * 1:5000 도엽별 모자이크 폴더 구성 (밴드별 tif 파일, browse 파일 1 개, 메타데이터 파일 1 개) - o_<도엽번호>_meta.xml - o_<도엽번호>_R.tif - o_<도엽번호>_G.tif - o_<도엽번호>_B.tif - o_<도엽번호>_N.tif - o_<도엽번호>_P.tif - o_<도엽번호>_br.png - <도엽번호>: 1:5000 에 해당하는 도엽번호 여덟자리
출력 데이터 샘플 (D: Dir,, F: File)	* (D) 30281728_20190914123456123 - (F) o_30281728_R.tif - (F) o_30281728_G.tif - (F) o_30281728_B.tif - (F) o_30281728_N.tif - (F) o_30281728_P.tif - (F) o_30281728_br.png - (F) o_30281728_meta.xml

- 모자이크 작업지시서

항목	내용
작업	* 모자이크 병합 영상 생성
입력 데이터	* 모자이크 1:5000 영상 n개
입력 데이터 제약 조건	* 모자이크 1:5000 영상은 2개 이상 TBD 개 이하임
입력 데이터 명명 규칙 및 구성	* 상위폴더 명명 규칙 (n 개의 1:5000 모자이크 폴더 포함) TBD *1:5000도엽별모자이크폴더명명규칙 <도엽번호>_<생성일자> - <도엽번호>: 1:5000 도엽번호 여덟자리 - <생성일자>: 1:5000 모자이크 영상 생성 시각 (yyyyMMddHHmmssfff) *1:5000도엽별모자이크폴더구성(밴드별tif파일,browse파일1개,메타데이터파일1개) - o_<도엽번호>_meta.xml, o_<도엽번호>_R.tif, o_<도엽번호>_G.tif - o_<도엽번호>_B.tif, o_<도엽번호>_N.tif, o_<도엽번호>_P.tif - o_<도엽번호>_br.png - <도엽번호>: 1:5000 에 해당하는 도엽번호 여덟자리
입력 데이터 샘플 (D: Dir, F: File)	* (D) 30281728_20190914123456123 - (F) o_30281728_R/G/B/N/P.tif - (F) o_30281728_br.png - (F) o_30281728_meta.xml
프로그램 입력 데이터 선택 방법	* 모자이크 1:5000 영상 폴더 n개가 존재하는 상위 폴더 선택
출력 데이터	* 입력데이터가 합쳐진 모자이크 영상 폴더
출력 데이터 명명 규칙 및 구성	* 모자이크 병합 폴더 명명 규칙 Mo_<입력데이터첫번째도엽번호>_<생성일자> - <입력데이터첫번째도엽번호>: 입력 데이터 중 첫 번째 1:5000영상의 도엽번호 여덟자리 - <생성일자>: 1:5000 모자이크 영상 생성 시각 (yyyyMMddHHmmssfff) *모자이크병합폴더구성(밴드별tif파일,메타데이터파일1개) - Mo_<폴더명>_R.tif - Mo_<폴더명>_G.tif - Mo_<폴더명>_B.tif - Mo_<폴더명>_N.tif - Mo_<폴더명>_P.tif - Mo_<폴더명>_br.png - Mo_<폴더명>_meta.xml
출력 데이터 샘플 (D: Dir,, F: File)	* (D) Mo_30281728_20190914123456123 - (F) Mo_30281728_R.tif - (F) Mo_30281728_G.tif - (F) Mo_30281728_B.tif - (F) Mo_30281728_N.tif - (F) Mo_30281728_P.tif - (F) Mo_30281728_br.png - (F) Mo_30281728_meta.xml

- 객체추출 작업지시서

항목	내용
작업	* 객체추출 영상 생성
입력 데이터	* 모자이크 1:5000 영상 1개 * 모자이크 1:5000 영상과 동일한 도엽의 nDSM 파일 1개 참고. 모자이크 1:5000 영상과 동일한 도엽의 DEM 파일 1개 - DEM 파일은 OSAS의 입력데이터이긴 하지만, 활용분석처리관리SW에서 제공하지 않음 - DEM 파일은 실행환경임. 지리원에서 제공한 DEM 파일을 운영자가 별도로 선택해야 함
입력 데이터 제약 조건	* 모자이크 영상과 nDSM 간의 촬영 기간 차이는 권장 1개월 이내, 최대 1년 이내여야 함
입력 데이터 명명 규칙 및 구성	* 상위폴더 명명 규칙 (1:5000 모자이크 폴더와 nDSM 파일 포함) N/A (영상이 있는 폴더에서 입력 영상 선택) * 1:5000 도엽별 모자이크 폴더 명명 규칙 Mosaic_1_5000 시트의 출력 데이터 참고 * 1:5000 도엽별 모자이크 폴더 구성 (밴드별 tif 파일, browse 파일 1개, 메타데이터 파일 1개) Mosaic_1_5000 시트의 출력 데이터 참고 * 1:5000 도엽 단위 nDSM 파일 - nDSM_<도엽번호>.tif - <도엽번호>: 1:5000 에 해당하는 도엽번호 여덟자리
입력 데이터 샘플 (D: Dir, F: File)	* (D) 30281728_20190914123456123 - (F) o_30281728_R/G/B/N.tif, o_30281728.tif (RGBN 통합파일)
프로그램 입력 데이터 선택 방법	* 기 생성된 워크스페이스 Open * 워크 스페이스, 프로젝트 생성 UI에서 작업할 영상 선택
출력 데이터	* 객체추출 영상 결과를 담은 폴더
출력 데이터 명명 규칙 및 구성	* 최상위 폴더 [워크스페이스 폴더] : 명칭 사용자 정의 * 프로젝트 폴더:명칭 사용자 정의 1) Segmentation 중간 산출물 1-1. Tiff 파일 + (F) Segmentation.tiff 1-2. shp, dbf, shx 파일 + (F) Segmentation.shp, Segmentation.shx, Segmentation.dbf 2) Classification 결과물 2-1. shp, dbf, shx 파일 + (F) 산림_Result.shp [결과산출물이름_Result.shp] 3) 프로젝트 파일(xml형식) : 명칭.oprj
출력 데이터 샘플 (D: Dir,, F: File)	* (D) 워크스페이스 경로 + (F) 워크스페이스이름.osas + (D) 프로젝트 경로 + (F) Segmentation.tiff/shp/shx/dbf + (F) 결과산출물_Result.shp/shx/dbf + (F) 프로젝트이름.oprj

- 변화 탐지 - 화소

항목	내용
작업	* 화소기반 변화탐지 영상 생성
입력 데이터	* 기준년도 모자이크 1:5000 영상 1개 * 비교년도 모자이크 1:5000 영상 1개
입력 데이터 제약 조건	* N/A
입력 데이터 명명 규칙 및 구성	* 상위폴더 명명 규칙 (기준년도 폴더, 비교년도 폴더, 사용자 처리 요청 지역 파일 포함) - 운영자 정의 * 기준년도 폴더 명명 규칙 (모자이크 폴더 포함) - 운영자 정의 * 비교년도 폴더 명명 규칙 (모자이크 폴더 포함) - 운영자 정의 * 1:5000 도엽별 모자이크 폴더 명명 규칙 Mosaic_1_5000 시트의 출력 데이터 참고 * 1:5000 도엽별 모자이크 폴더 구성 (밴드별 tif 파일, browse 파일 1개, 메타데이터 파일 1개) Mosaic_1_5000 시트의 출력 데이터 참고
입력 데이터 샘플 (D: Dir, F: File)	* (D) [운영자 정의] - (D) 기준년도 폴더 + (D) 35608056_20190530123456777 - (F) o_35608056_meta.xml - (F) o_35608056_R/G/B/N/P.tif - (F) o_35608056_br.png - (D) 비교년도 폴더 + (D) 35608057_20190530123456777 - (F) o_35608057_meta_xml - (F) o_35608056_R/G/B/N/P.tif - (F) o_35608057_br.png
프로그램 입력 데이터 선택 방법	* 입력데이터의 최상위 폴더 선택
출력 데이터	* 변화탐지 영상 결과를 담은 폴더
출력 데이터 명명 규칙 및 구성	* 출력 데이터 명명 규칙 - 폴더형식: <변화탐지타입>_<도엽명>_<기준년도>_<비교년도> * 파일명 - 변화탐지결과파일 : <폴더명>.tif - 변화탐지결과중간파일 : <폴더명>_Indexmap.tif
출력 데이터 샘플 (D: Dir,, F: File)	* 상위폴더 명명 규칙 * (D) CD_PIX_35608056_20190530_20180102 + (D) CD_PIX_35608056_20190530_20180102 - (F) CD_PIX_35608056_20190530_20180102.tif - (F) CD_PIX_35608056_20190530_20180102_Indexmap.tif

- 변화 탐지 - 객체

항목	내용
작업	* 객체기반 변화탐지 영상 생성
입력 데이터	* 기준년도 모자이크 1:5000 영상 1개 * 비교년도 모자이크 1:5000 영상 1개 * 비교년도 객체기반 1:5000 영상 1개
입력 데이터 제약 조건	* 모자이크 영상과 nDSM 간의 생성 기간 차이는 TBD(설정) 이내여야 함
입력 데이터 명명 규칙 및 구성	* 상위폴더 명명 규칙 (기준년도 폴더, 비교년도 폴더, 사용자 처리 요청 지역 파일 포함) - 운영자 정의 * 기준년도 폴더 명명 규칙 (모자이크 폴더, nDSM 파일 포함) - 운영자 정의 * 비교년도 폴더 명명 규칙 (모자이크 폴더, nDSM 파일 포함) - 운영자 정의 * 1:5000 도엽별 모자이크 폴더 명명 규칙 Mosaic_1_5000 시트의 출력 데이터 참고 * 1:5000 도엽별 모자이크 폴더 구성 (밴드별 tif 파일, browse 파일 1개, 메타데이터 파일 1개) Mosaic_1_5000 시트의 출력 데이터 참고 * 1:5000 도엽 단위 객체기반 파일 - OBJ_<도엽번호>.tif
입력 데이터 샘플 (D: Dir, F: File)	* (D) [운영자 정의] - (D) 기준년도 폴더 + (D) 35608056_20190530123456777 - (F) o_35608056_meta.xml - (F) o_35608056_R/G/B/N/P.tif - (F) o_35608056_br.png + (F) OBJ_35608056.tif - (D) 비교년도 폴더 + (D) 35608057_20190530123456777 - (F) o_35608057_meta_xml - (F) o_35608056_R/G/B/N/P.tif - (F) o_35608057_br.png + (F) OBJ_35608056.tif
프로그램 입력 데이터 선택 방법	* 입력데이터의 최상위 폴더 선택
출력 데이터	* 변화탐지 영상 결과를 담은 폴더
출력 데이터 명명 규칙 및 구성	* 출력 데이터 명명 규칙 - 폴더형식: <변화탐지타입>_<도엽명>_<기준년도>_<비교년도> * 파일명 - 변화탐지결과파일 : <폴더명>.tif - 변화탐지결과중간파일 : <폴더명>_Indexmap.tif
출력 데이터 샘플 (D: Dir,, F: File)	* 상위폴더 명명 규칙 * (D) CD_PIX_35608056_20190530_20180102 + (D) CD_PIX_35608056_20190530_20180102 - (F) CD_PIX_35608056_20190530_20180102.tif - (F) CD_PIX_35608056_20190530_20180102_Indexmap.tif

- 변화 탐지 - 공간정보

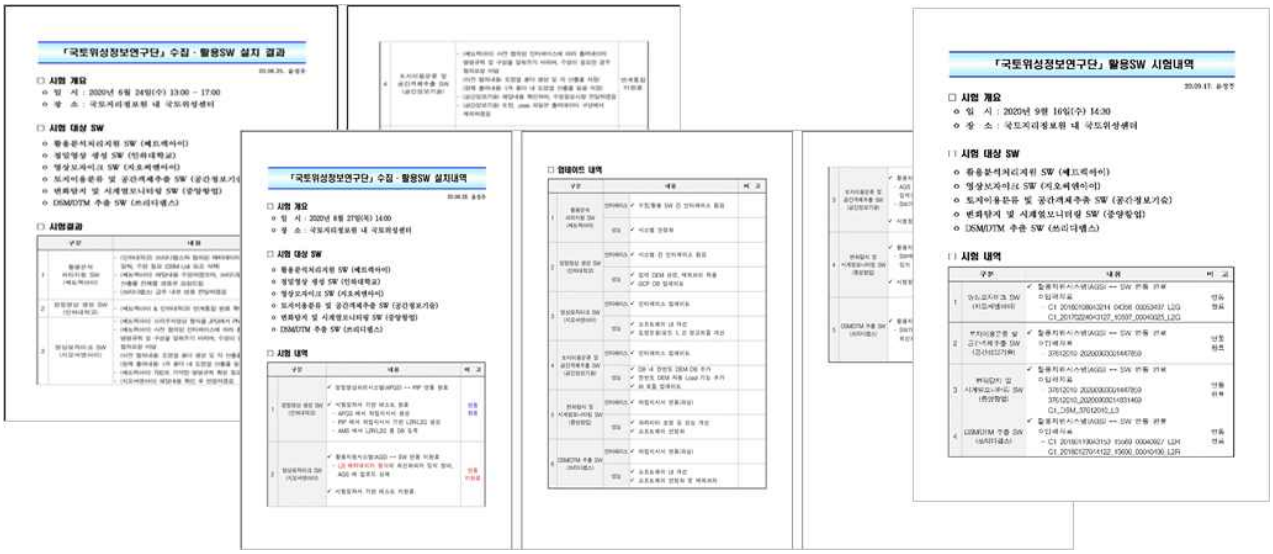
항목	내용
작업	* 공간정보 기반 변화탐지 영상 생성
입력 데이터	* 기준년도 모자이크 1:5000 영상 1개 * 비교년도 모자이크 1:5000 영상 1개
입력 데이터 제약 조건	* 모자이크 영상과 nDSM 간의 생성 기간 차이는 TBD(설정) 이내여야 함
입력 데이터 명명 규칙 및 구성	* 상위폴더 명명 규칙 (기준년도 폴더, 비교년도 폴더, 사용자 처리 요청 지역 파일 포함) - 운영자 정의 * 기준년도 폴더 명명 규칙 (모자이크 폴더, nDSM 파일 포함) - 운영자 정의 * 비교년도 폴더 명명 규칙 (모자이크 폴더, nDSM 파일 포함) - 운영자 정의 * 1:5000 도엽별 모자이크 폴더 명명 규칙 Mosaic_1_5000 시트의 출력 데이터 참고 * 1:5000 도엽별 모자이크 폴더 구성 (밴드별 tif 파일, browse 파일 1개, 메타데이터 파일 1개) Mosaic_1_5000 시트의 출력 데이터 참고
입력 데이터 샘플 (D: Dir, F: File)	* (D) [운영자 정의] - (D) 기준년도 폴더 + (D) 35608056_20190530123456777 - (F) o_35608056_meta.xml - (F) o_35608056_R/G/B/N/P.tif - (F) o_35608056_br.png - (D) 비교년도 폴더 + (D) 35608057_20190530123456777 - (F) o_35608057_meta_xml - (F) o_35608056_R/G/B/N/P.tif - (F) o_35608057_br.png
프로그램 입력 데이터 선택 방법	* 입력데이터의 최상위 폴더 선택
출력 데이터	* 변화탐지 영상 결과를 담은 폴더
출력 데이터 명명 규칙 및 구성	* 출력 데이터 명명 규칙 - 폴더형식: <변화탐지타입>_<도엽명>_<기준년도>_<비교년도> * 파일명 - 변화탐지결과파일 : <폴더명>.tif - 변화탐지결과중간파일 : <폴더명>_Indexmap.tif
출력 데이터 샘플 (D: Dir,, F: File)	* 상위폴더 명명 규칙 * (D) CD_PIX_35608056_20190530_20180102 + (D) CD_PIX_35608056_20190530_20180102 - (F) CD_PIX_35608056_20190530_20180102.tif - (F) CD_PIX_35608056_20190530_20180102_Indexmap.tif

(차). 국토위성정보 수집·활용시스템 SW 검증 및 보완

①. 수집 및 활용시스템 연계/통합 시험

○ 시험 수행일 : 2020-06-24, 08-27, 09-16

○ 시험 수행장소 : 국토지리정보원 국토위성센터



<수집 및 활용시스템 연계/통합 시험 결과>

(카). 국토위성정보 운영시스템 통합 및 사전점검

①. 운영시스템 최종 설치 : 2020-11-12(목)

②. 운영시스템 통합시험 범위



③. 운영시스템 통합시험 절차 작성

<운영시스템 통합시험 절차>

구분	절차
촬영주문처리	TC-101 사용자 촬영주문 입력 및 전달 TC-102 사용자 촬영주문 승인, TC-103 사용자 촬영주문 검토 TC-104 사용자 촬영주문 분석 결과 입력 TC-105 승인된 촬영계획 확인, TC-106 표준영상 수신 및 등록 TC-107 카탈로그 및 표준영상 전달 TC-108 사용자 촬영주문 표준제품 보안지역 처리 TC-109 정밀영상 생성, TC-110 사용자 촬영주문 정밀제품 배포 처리 TC-111 활용주문 - DSM/DTM 생성 TC-112 활용임무 처리 및 L2I 생성 TC-113 사용자 활용주문 입력 및 전달 TC-114 사용자 활용주문 승인 및 처리
배포주문처리	TC-201 사용자 배포주문 (기존 제품 요청) 입력 및 전달 TC-202 사용자 배포주문 (기존 제품 요청) 승인 및 처리
활용주문처리	TC-301 활용주문 생성, TC-302 활용산출물 생성 및 등록
운영 관리	6.1.1. TC-401 운영관리 기능 확인 6.2.1. TC-402 운영관리 기능 확인

(타). 국토위성정보 운영시스템 통합 검증 및 시범 운영

①. 운영시스템 통합시험

○ 시험 수행일시 : 2020-11-13(금) 13:30 ~ 18:00

○ 시험 수행장소 : 국토지리정보원 국토위성센터

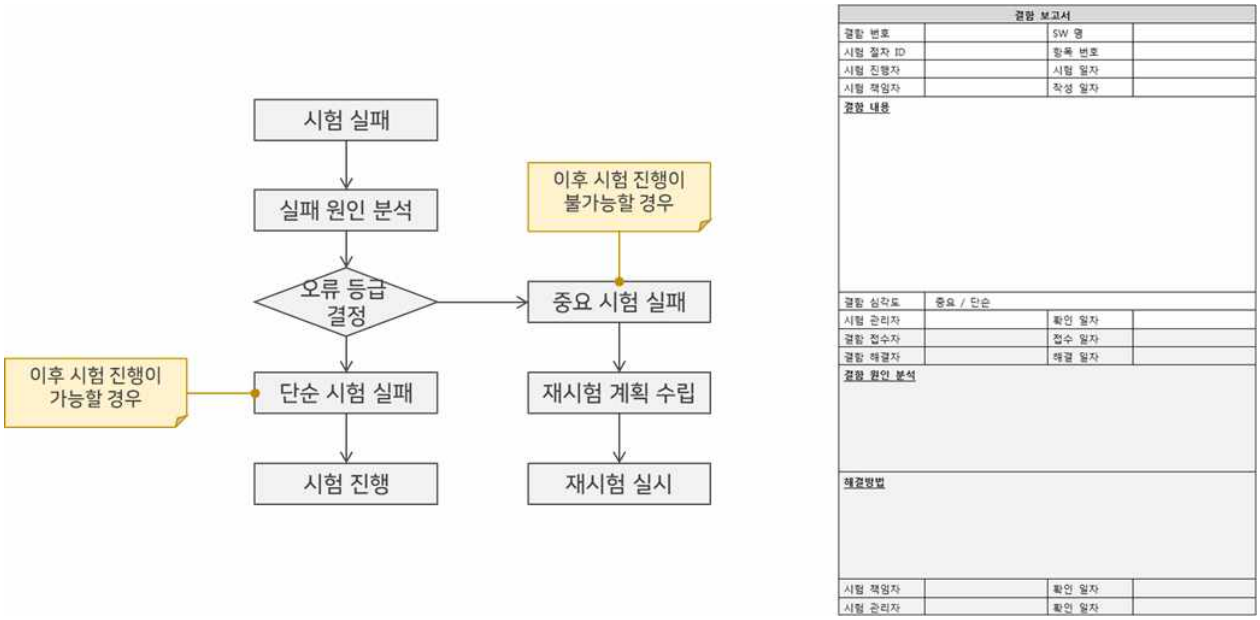
○ 시험 수행조직

구분	수행 역할	성명
시험 책임자	시험 절차서 및 자료 준비 시험 일정 조정/확정 시험 결과 보고서 작성 및 제출	SI 최재승
시험 진행자	시험 절차 수행	SI 한재중 1세부, 2세부, 3세부
시험 관리자	시험 절차 추적/관리 시험 절차/결과 검토/승인	인하대 김태정
시험 자문위원	시험 절차 수행 참관 및 자문	국토위성센터 양효진, 신문승

②. 운영시스템 통합시험 수행 방법 및 실패 시 처리 절차

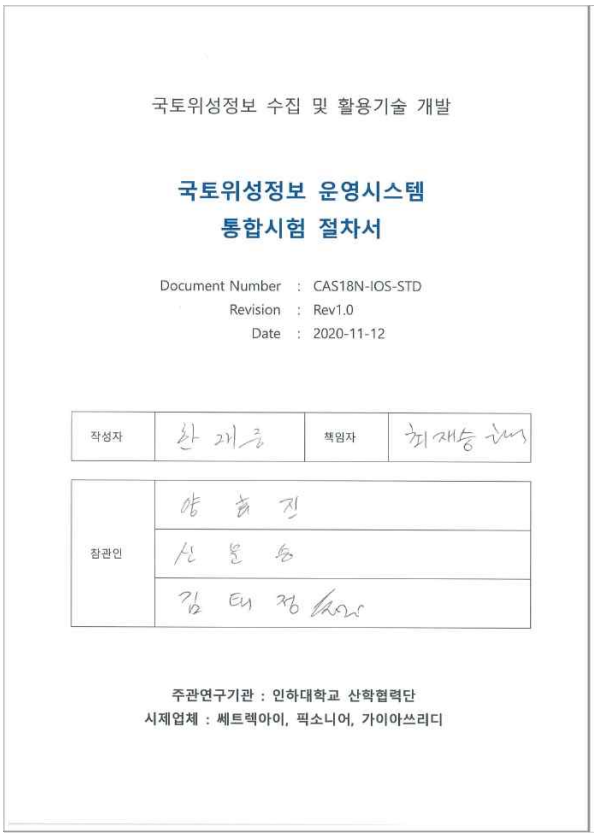
○ 시험 절차서에 따라 시험 수행 - CAS18N-IOS-STD-Rev1.0(운영시스템 통합시험 절차서)

○ 시험 실패(오류 발생) 시 처리 절차 - 모든 오류에 대해 결함 보고서 작성



<시험실패 시 처리절차 및 결함보고서>

○ 운영시스템 통합시험 결과



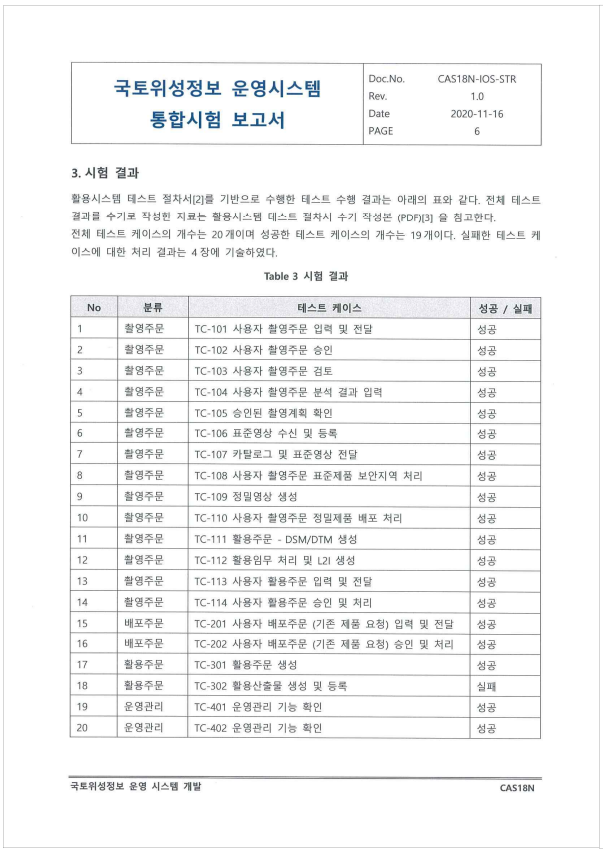
<운영시스템 통합시험 절차서>



<운영시스템 통합시험 보고서>

- TC302 제외 모든 시험절차 성공

- TC302 실패 처리 - 시험절차서 오류, 2020-11-16에 시험절차서 업데이트 수행



국토위성정보 운영시스템 통합시험 보고서

Doc.No.	CAS18N-IOS-STR
Rev.	1.0
Date	2020-11-16
PAGE	6

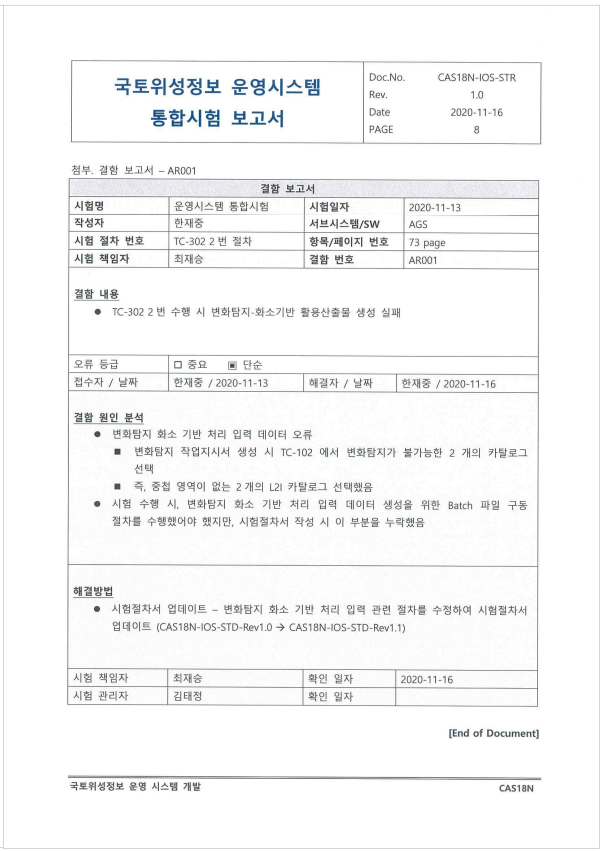
3. 시험 결과

활용시스템 테스트 절차서[2]를 기반으로 수행한 테스트 수행 결과는 아래의 표와 같다. 전체 테스트 결과를 수기로 작성한 지료는 활용시스템 테스트 절차서 수기 작성본 (PDF)[3] 을 참고한다.
전체 테스트 케이스의 개수는 20 개이며 성공한 테스트 케이스의 개수는 19 개이다. 실패한 테스트 케이스에 대한 처리 결과는 4 장에 기술하였다.

Table 3 시험 결과

No	분류	테스트 케이스	성공 / 실패
1	촬영주문	TC-101 사용자 촬영주문 입력 및 전달	성공
2	촬영주문	TC-102 사용자 촬영주문 승인	성공
3	촬영주문	TC-103 사용자 촬영주문 검토	성공
4	촬영주문	TC-104 사용자 촬영주문 분석 결과 입력	성공
5	촬영주문	TC-105 승인된 촬영계획 확인	성공
6	촬영주문	TC-106 표준영상 수신 및 등록	성공
7	촬영주문	TC-107 카탈로그 및 표준영상 전달	성공
8	촬영주문	TC-108 사용자 촬영주문 표준제품 보안지역 처리	성공
9	촬영주문	TC-109 정밀영상 생성	성공
10	촬영주문	TC-110 사용자 촬영주문 정밀제품 배포 처리	성공
11	촬영주문	TC-111 활용주문 - DSM/DTM 생성	성공
12	촬영주문	TC-112 활용임무 처리 및 L2I 생성	성공
13	촬영주문	TC-113 사용자 활용주문 입력 및 전달	성공
14	촬영주문	TC-114 사용자 활용주문 승인 및 처리	성공
15	배포주문	TC-201 사용자 배포주문 (기존 제품 요청) 입력 및 전달	성공
16	배포주문	TC-202 사용자 배포주문 (기존 제품 요청) 승인 및 처리	성공
17	활용주문	TC-301 활용주문 생성	성공
18	활용주문	TC-302 활용산출물 생성 및 등록	실패
19	운영관리	TC-401 운영관리 기능 확인	성공
20	운영관리	TC-402 운영관리 기능 확인	성공

국토위성정보 운영 시스템 개발 CAS18N



국토위성정보 운영시스템 통합시험 보고서

Doc.No.	CAS18N-IOS-STR
Rev.	1.0
Date	2020-11-16
PAGE	8

첨부. 결함 보고서 – AR001

결함 보고서			
시험명	운영시스템 통합시험	시험일자	2020-11-13
작성자	한재중	서브시스템/SW	AGS
시험 절차 번호	TC-302 2 번 절차	항목/페이지 번호	73 page
시험 책임자	최재승	결함 번호	AR001

결함 내용

- TC-302 2 번 수행 시 변화탐지-화소기반 활용산출물 생성 실패

오류 등급	□ 중요 ▣ 단순		
접수자 / 날짜	한재중 / 2020-11-13	해결자 / 날짜	한재중 / 2020-11-16

결함 원인 분석

- 변화탐지 화소 기반 처리 입력 데이터 오류
  - 변화탐지 작업지시서 생성 시 TC-102 에서 변화탐지가 불가능한 2 개의 카탈로그 선택
  - 즉, 중첩 영역이 없는 2 개의 L2I 카탈로그 선택했음
- 시험 수행 시, 변화탐지 화소 기반 처리 입력 데이터 생성을 위한 Batch 파일 구동 절차를 수행했어야 했지만, 시험절차서 작성 시 이 부분을 누락했음

해결방법

- 시험절차서 업데이트 – 변화탐지 화소 기반 처리 입력 관련 절차를 수정하여 시험절차서 업데이트 (CAS18N-IOS-STD-Rev1.0 → CAS18N-IOS-STD-Rev1.1)

시험 책임자	최재승	확인 일자	2020-11-16
시험 관리자	김태정	확인 일자	

[End of Document]

국토위성정보 운영 시스템 개발 CAS18N

<시험 결과> <결함 보고서>



<운영시스템 통합시험 수행>

③. 검색주문관리 서브시스템 인증시험

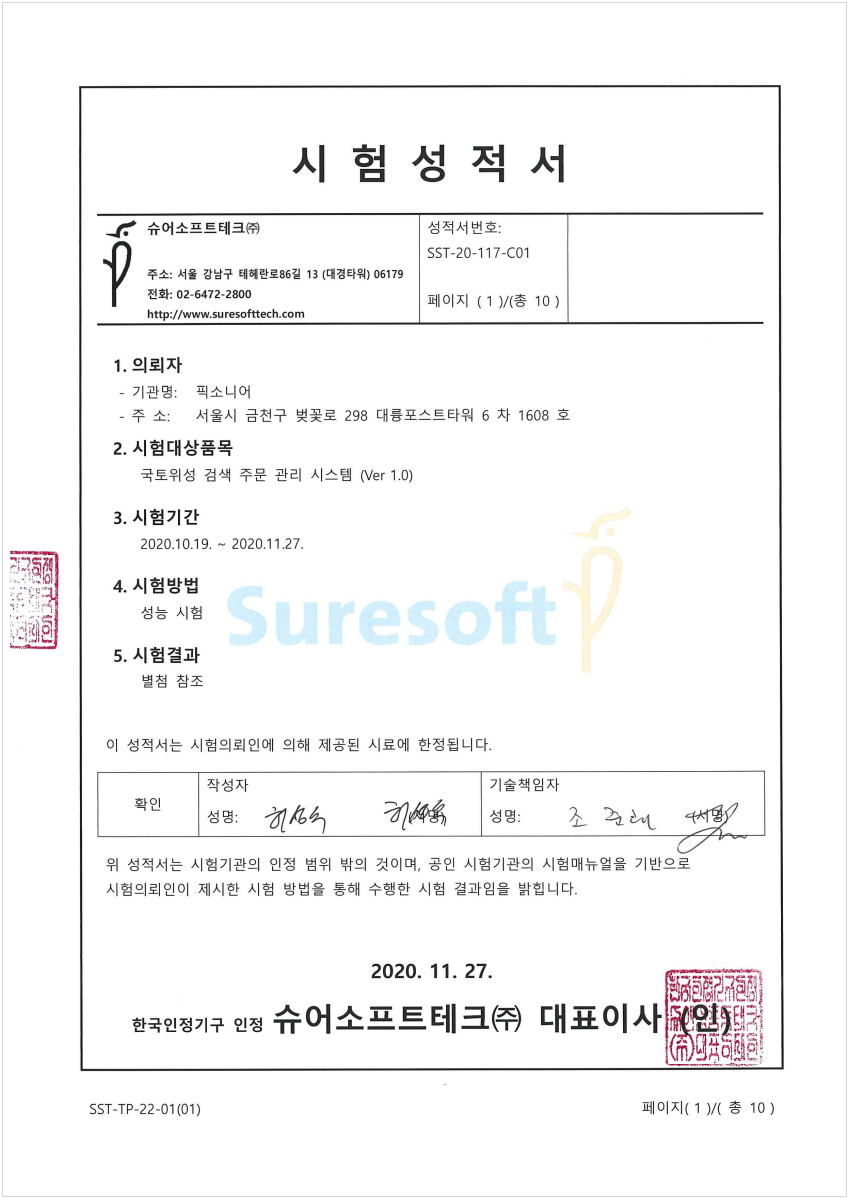
○ 시험 일시 : 2020-11-27

○ 시험 장소 : 국토지리정보원 국토위성센터

○ 시험 수행방법 : 인증시험

○ 시험 수행결과

- 웹사이트 응답속도 : 평균 응답 속도 - 0.28초 (요구성능지표 : 3초)
- 웹사이트 동시접속자 : 120명 접속 시 오류 발생 0% (요구성능지표 : 120명)



시 험 성 적 서

슈어소프트테크㈜ 주소: 서울 강남구 테헤란로86길 13 (대경타워) 06179 전화: 02-6472-2800 http://www.suresofttech.com	성적서번호: SST-20-117-C01 페이지 (1)/(총 10)	

1. 의뢰자

- 기관명: 픽소니어
- 주 소: 서울시 금천구 벚꽃로 298 대륭포스트타워 6 차 1608 호

2. 시험대상품목

국토위성 검색 주문 관리 시스템 (Ver 1.0)

3. 시험기간

2020.10.19. ~ 2020.11.27.

4. 시험방법

성능 시험

5. 시험결과

별첨 참조

이 성적서는 시험의뢰인에 의해 제공된 시료에 한정됩니다.

확인	작성자 성명:	기술책임자 성명:

위 성적서는 시험기관의 인정 범위 밖의 것이며, 공인 시험기관의 시험매뉴얼을 기반으로 시험의뢰인이 제시한 시험 방법을 통해 수행한 시험 결과임을 밝힙니다.

2020. 11. 27.

한국인정기구 인정 **슈어소프트테크㈜ 대표이사 (인)**

SST-TP-22-01(01) 페이지(1)/(총 10)

<검색주문관리 서브시스템 인증시험 - 시험 성적서>

④. 촬영요구서브시스템 궤도전파 정확도 시험

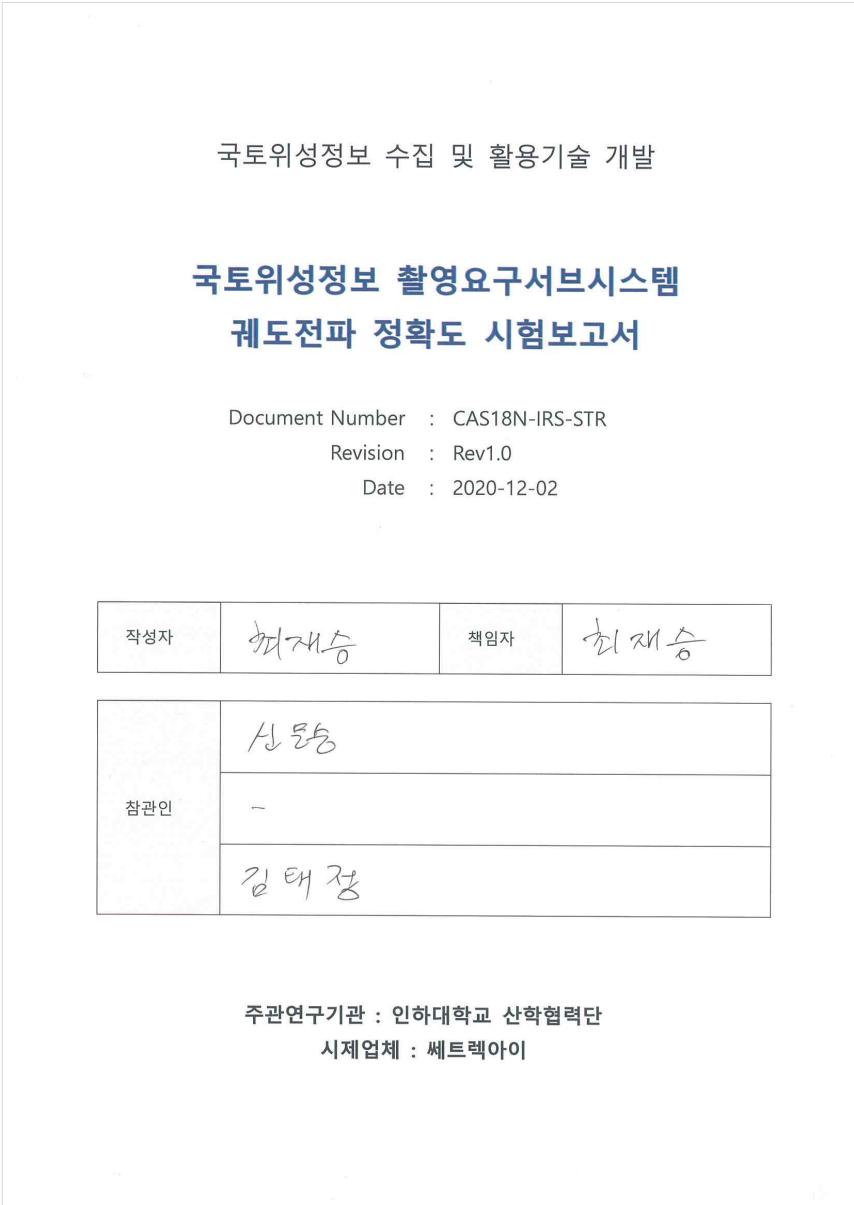
○ 시험 일시 : 2020-12-02

○ 시험 장소 : 국토지리정보원 국토위성센터

○ 시험 수행방법 : 상용 SW(STK)와 궤도전파 결과 비교 – 일주일 궤도 전파 시, 평균 오차 위치 1m, 속도 0.01m/s 이내

○ 시험 수행결과

- 위치 차이 : 0.358762 m
- 속도 차이 : 0.001826 m/s



국토위성정보 수집 및 활용기술 개발

국토위성정보 촬영요구서브시스템
궤도전파 정확도 시험보고서

Document Number : CAS18N-IRS-STR
Revision : Rev1.0
Date : 2020-12-02

작성자	최재승	책임자	최재승

참관인	신동동
	-
	김태정

주관연구기관 : 인하대학교 산학협력단
시제업체 : 쎄트렉아이

<궤도전파 정확도 시험보고서>

(파). 운영시스템 교육 및 지원

①. 국토위성정보 운영시스템 교육 개요

○ 일시 : 2020년 11월 23일(월) ~ 12월 14일(월)

○ 장소 : 국토지리정보원 국토위성센터

○ 세부일정

- 개요 및 관련 이론 교육

과목	날짜 및 시작시각	소요 시간	발표기관 /발표자
1. 개요			
1.1 국토위성정보 수집/활용 과제 개요	2020-11-23 13:30	0.5	인하대학교
1.2 국토위성정보 활용기초기술 개요	2020-11-23 14:00	1	
1.3 국토위성정보 응용기술 개요	2020-11-23 15:00	1	인하대학교
2.6 정밀영상생성 SW	2020-11-23 16:00	1	인하대학교
2. 수집시스템			
2.1 수집시스템 개요	2020-11-24 13:30	0.5	쎄트렉아이
2.2 촬영요구 서브시스템	2020-11-24 14:00	0.5	쎄트렉아이
2.3 위성정보수신 서브시스템	2020-11-24 14:30	0.5	쎄트렉아이
2.4 저장관리 서브시스템	2020-11-24 15:00	0.5	쎄트렉아이
2.7 정밀영상생성 서브시스템	2020-11-24 15:30	0.5	쎄트렉아이
2.8 운영관리 서브시스템	2020-11-24 16:00	0.5	쎄트렉아이
3. 활용시스템(1/3)			
2.5 표준영상생성 및 검보정 기술	2020-11-25 13:30	1	쎄트렉아이
3.1 활용시스템 개요	2020-11-25 14:30	0.5	쎄트렉아이
3.2 보안지역처리 서브시스템	2020-11-25 15:00	1	쎄트렉아이
3.3 자료관리 서브시스템	2020-11-25 16:00	0.5	쎄트렉아이
3.4 운영관리 서브시스템	2020-11-25 16:30	0.5	쎄트렉아이
3.5 활용분석처리 서브시스템	2020-11-25 17:00	1	쎄트렉아이
활용시스템(2/3)			
3.6 주문처리 서브시스템	2020-11-26 13:30	0.5	가이아쓰리디
3.7 배포처리 서브시스템	2020-11-26 14:00	0.5	가이아쓰리디
3.8 검색주문관리 서브시스템	2020-11-26 14:30	1	픽소니어
3.9 배포관리 서브시스템	2020-11-26 15:30	0.5	픽소니어
3.10 웹서비스관리 서브시스템	2020-11-26 16:00	0.5	픽소니어
4.1 객체추출 SW	2020-11-26 17:00	1	상지대/ 공간정보기술
4. 활용시스템(3/3)			
4.2 모자이킹 SW	2020-11-27 11:00	1	지오씨앤아이
4.3 변화탐지 SW	2020-11-27 15:30	1	충북대/중앙항업
4.4 DSM/DTM SW	2020-11-27 16:30	1	쓰리디랩스

- 운영시스템 실습 교육-1차

과목	날짜 및 시작시각	소요 시간	발표기관 /발표자
수집시스템 실습			
촬영요구 서브시스템	2020-12-01 10:00	2	쎄트렉아이
위성정보수신 서브시스템	2020-12-01 13:30	1	쎄트렉아이
저장관리 서브시스템	2020-12-01 14:30	1.5	쎄트렉아이
운영관리 서브시스템	2020-12-01 16:00	1	쎄트렉아이
정밀영상생성 실습			
정밀영상생성 서브시스템 및 정밀영상생성 SW	2020-12-02 13:30	5	쎄트렉아이, 인하대
활용시스템 실습 (1/2)			
주문처리 서브시스템	2020-12-03 10:00	1	가이아쓰리디
배포처리 서브시스템	2020-12-03 11:00	1	가이아쓰리디
검색주문관리 서브시스템	2020-12-03 13:30	2	픽소니어
배포관리 서브시스템	2020-12-04 15:30	1	픽소니어
웹서비스관리 서브시스템	2020-12-04 16:30	1	픽소니어
활용시스템 실습 (2/2)			
보안지역처리 서브시스템	2020-12-04 10:00	2	쎄트렉아이
자료관리 서브시스템	2020-12-04 13:30	1.5	쎄트렉아이
운영관리 서브시스템	2020-12-04 15:00	1	쎄트렉아이
활용분석처리 관리 SW	2020-12-04 16:00	2	쎄트렉아이

- 운영시스템 실습 교육-2차

과목	날짜 및 시작시각	소요 시간	발표기관 /발표자
활용산출물 생성 SW			
객체추출 SW	2020-12-09 13:30	5	상지대 / 공간정보기술
DSM/DTM SW	2020-12-10 13:30	5	쓰리디랩스
변화탐지 SW	2020-12-11 13:30	5	충북대 / 중앙항업
모자이킹 SW	2020-12-14 11:00	5	지오씨앤아이

○ 수행 후 국토위성센터로부터 수정 및 보완사항 목록 작성 및 반영

(6). 2-1세부: 자동 기준점 매칭 SW 개발

(가). 위성영상・기준점 간 자동 매칭 기술 개발

①. 위성영상・기준점 간 자동 매칭 기술 상세설계

○ 위성정보 수집・활용시스템 기본설계 및 활용 기초기술 개발(1차년도) 사업 기본설계 내용을 바탕으로 상세설계 실시

○ SW 개발에 앞서 요구사항 목록을 정리하고, 각 단위 프로세스를 아래 표와 같이 정의하였음

< 기준점 자동 매칭 SW WBS(Work Breakdown Structure) >

	단위 업무명	단위 프로세스명	프로세스 식별자
위성영상-기준점 자동 매칭 모듈	데이터 입력	위성영상 입력	R-AGE-CPE-010
		메타데이터 입력	R-AGE-CPE-020
	초기 센서모델 수립	초기 센서모델 수립	R-AGE-CPE-030
	정합 후보점 추출	관심영역 산출	R-AGE-CPE-040
		GCP 후보 추출	R-AGE-CPE-050
	GCP칩 영상 기하변환	축척 및 회전 계산	R-AGE-GMA-010
		영상 remapping	R-AGE-GMA-020
	탐색영역 설정	정합점 탐색영역 설정	R-AGE-GMA-030
		탐색영역에 해당하는 위성영상 추출	R-AGE-GMA-040
	GCP 추출	피라미드 영상 생성	R-AGE-GMA-050
		유사도 계산	R-AGE-GMA-060
		정합점 추출	R-AGE-GMA-070
	오정합점 검출	오정합 검출	R-AGE-MPE-010
		정합 결과 출력	R-AGE-MPE-020
		사용자 확인	R-AGE-MPE-030
	결과물 생성	GCP 추출 결과물 저장	R-AGE-MPE-040

○ 위성영상·기준점 자동 매칭 SW 요구사항 및 결정된 단위 프로세스를 바탕으로 기준점 자동 매칭 SW 클래스 설계를 진행하였으며, 설계된 클래스에 대한 세부사항은 아래 표와 같음

< 위성영상·기준점 자동 매칭 SW의 클래스 설계 사양 >

클래스명	설명
CAGEMain	SW 메인 클래스 ·입력자료 정보를 정합후보점 추출 모듈에 전달하는 기능 ·정합후보정 추출 결과를 GCP 추출 모듈에 전달하는 기능 ·정합후보정 모듈의 진행상황을 출력하는 기능 ·정합후보정 추출 결과를 메모리에 저장하는 기능 ·GCP 추출 모듈의 진행상황을 출력하는 기능 ·GCP 추출 결과를 전달 받아 메모리에 저장하는 기능
CAGECandidatePoint Extractor	정합후보정 추출을 관리하는 클래스 ·영상 및 메타데이터를 입력받는 기능 ·입력받은 데이터를 처리하여 CAGESensorModel와 CAPEGCPHandler 클래스에 전달하는 기능 ·정합후보점 추출단계를 CAPEMain 클래스에 전달하는 기능 ·정합후보정 추출 결과 데이터를 CAPEMain 클래스에 전달하는 기능
CAGEGCPMatcher	영상 정합을 통해 GCP를 추출하는 클래스 ·CAGEImageHandler 클래스의 영상입출력 기능을 참조 ·CPIPSensorModel 클래스의 센서모델링 기능을 참조 ·입력받은 GCP칩 정보를 메모리에 저장하는 기능 ·GCP칩 정보와 초기센서모델을 이용하여 축척 및 회전량을 계산하는 기능 ·계산된 축척 및 회전량을 이용하여 GCP칩 영상의 기하를 변환하는 기능 ·GCP칩에 기록된 지상좌표(X, Y, H)와 초기센서모델 정보를 이용하여 정합점 탐색영역을 계산하는 기능 ·국토관측위성 영상으로부터 설정된 탐색영역에 해당하는 영상을 sampling하는 기능 ·GCP칩 영상과 sub 영상의 피라미드 영상을 생성하는 기능 ·탐색영역 내 각 화소에 대한 유사도를 계산하는 기능 ·유사도 산출 결과들로부터 GCP 정합점을 결정하는 기능 ·GCP 추출 결과를 CAGEMain 클래스로 전달하는 기능
CAGEImageHandler	영상 입출력 기능을 수행하는 클래스 ·영상을 입력받아 메모리에 저장하는 기능 ·메모리에 저장된 영상을 출력하는 기능
CAGESensorModel	센서모델링 기능을 수행하는 클래스 ·RPC를 입력받아 메모리에 저장하는 기능 ·RPC를 이용하여 초기센서모델을 수립하는 기능 ·지상/영상좌표와 초기센서모델을 이용하여, Forward/Inverse Mapping을 수행하는 기능
CAPEGCPHandler	GCP 자료 입출력 기능을 수행하는 클래스 ·GCP DB 자료를 검색하는 기능 ·GCP DB 자료를 입력받아 메타정보를 저장하는 기능 ·GCP 자료를 추출하여 메모리에 저장하는 기능

②. 정사영상 기반 GCP칩 영상을 L1R 영상 기하로 변환하는 알고리즘 설계

○ GCP 칩은 정사영상을 기준으로 생성되며, 지상좌표계(지도좌표계)로 정렬되어 있음

○ L1R 영상의 경우 정사보정처리가 되지 않은 영상이므로 GCP 칩의 성공적인 정합을 위해서는 지상좌표계 기준으로 정렬된 GCP 칩을 1R 영상의 가하에 맞게 변환하는 과정에 반드시 필요

○ GCP Chip의 corner점의 지상좌표(X, Y, Z)오 위성영상의 RFM(Rational Function Model)을 이용, GCP Chip과 위성영상 간 상대적인 스케일과 회전량을 산출 후, GCP Chip 영상을 위성영상의 기하에 맞게 변환 실시



< GCP칩 영상 기하 변환 예시 >

③. 국토위성과 유사한 사양의 아리랑 3, 3A호 영상 자동 매칭 알고리즘 사양 도출

○ 자동 매칭 실험을 위해 국토정보맵(http://map.ngii.go.kr)에서 제공하는 0.5m급 정사영상과 국가기준점 자료를 활용하여 대상지역에 대한 513×513 pixel 크기의 GCP chip 실험자료 구축 수행



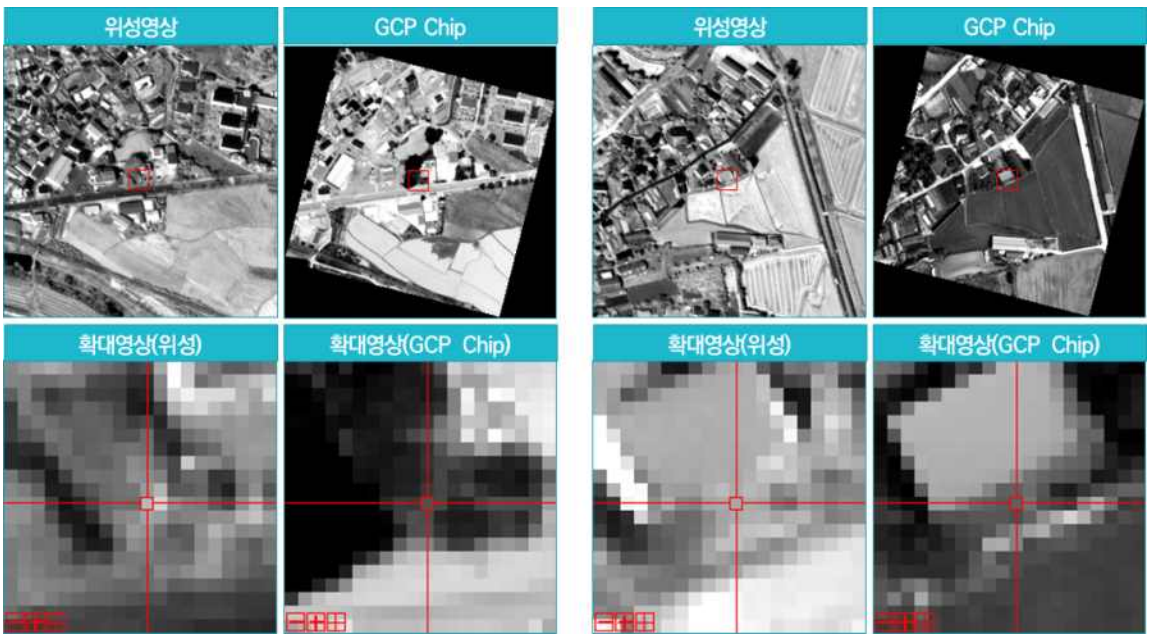
No	Image ID	통합기준점
1	K3A_20171021044156_14209_00103805_L1R	-
2	K3A_20171021044156_14209_00123971_L1R	1
3	K3A_20171021044156_14209_00143898_L1R	2
4	K3A_20171021044156_14209_00164070_L1R	2
5	K3A_20171021044156_14209_00184334_L1R	3
6	K3A_20171021044156_14209_00204431_L1R	5
7	K3A_20171021044156_14209_00224524_L1R	7
8	K3A_20171021044156_14209_00244590_L1R	3
9	K3A_20171021044156_14209_00264692_L1R	10
10	K3A_20171021044156_14209_00284758_L1R	8
11	K3A_20171021044156_14209_00304862_L1R	2
12	K3A_20171021044156_14209_00324947_L1R	2
13	K3A_20171021044156_14209_00345043_L1R	2
14	K3A_20171021044156_14209_00365138_L1R	2
합계		49

< 실험자료 구축 대상 지역 및 구축 수량 >

○ 자동매칭 기술의 유사도 산출 알고리즘 및 세부 사양 결정을 위해, Template 기반 정합기법 중 ZNCC(Zero Normalized Cross Correlation), MI(Mutual Information) 등의 다양한 알고리즘에 대한 적용실험을 진행, 정합 성공률 분석을 통해 최적의 알고리즘을 도출하였으며, 적용 알고리즘에 따른 매칭 성공률은 아래 표와 같음

< 정합 알고리즘에 따른 위성영상-준점 자동 매칭 실험 결과 >

ZNCC(Zero Normalized Cross Correlation)	
통합기준점	
구분	수량(개)
정합 실패	6
오정합	21
정합 성공	**22(45%)**
총합	49
MI(Mutual Information)	
통합기준점	
구분	수량(개)
정합 실패	2
오정합	21
정합 성공	26**(53%)**
총합	49



< 자동 매칭 성공 예시 >

(나). 접경, 북한, 극지역 및 기타지역 구축 영상기준점 DB 정확도 검증

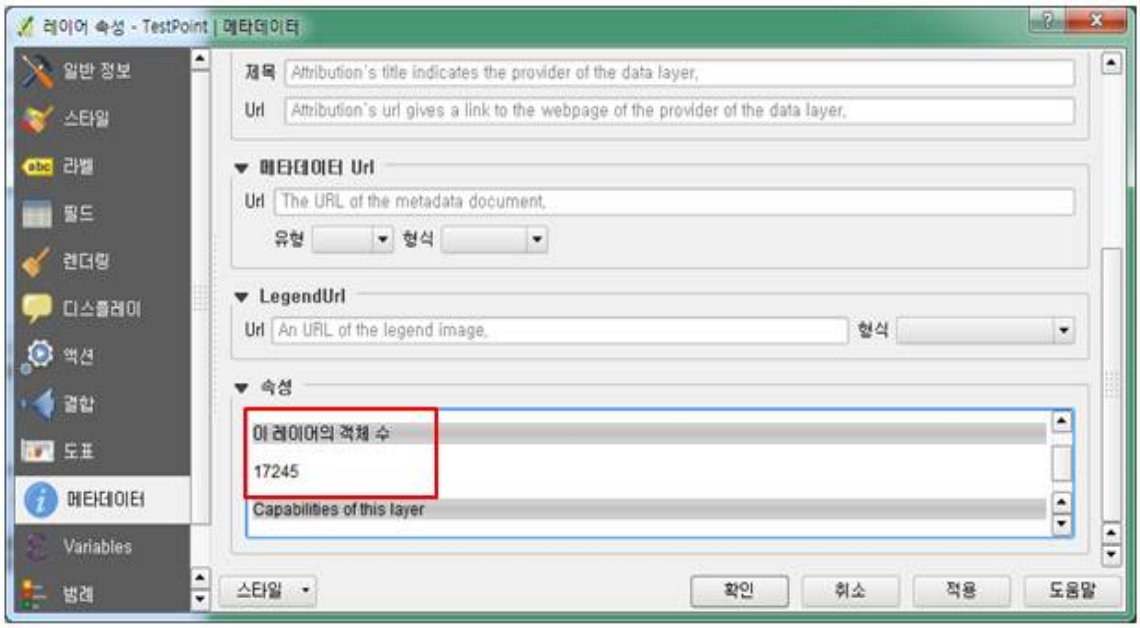
①. CIB 자료 및 국토지리정보원 보유 자료를 활용한 영상기준점 DB 검증

○ GCP DB(GCP Chip포함) 목표 물량을 상용 소프트웨어(QGIS, ArcGIS) 및 자체 개발 소프트웨어로 검사

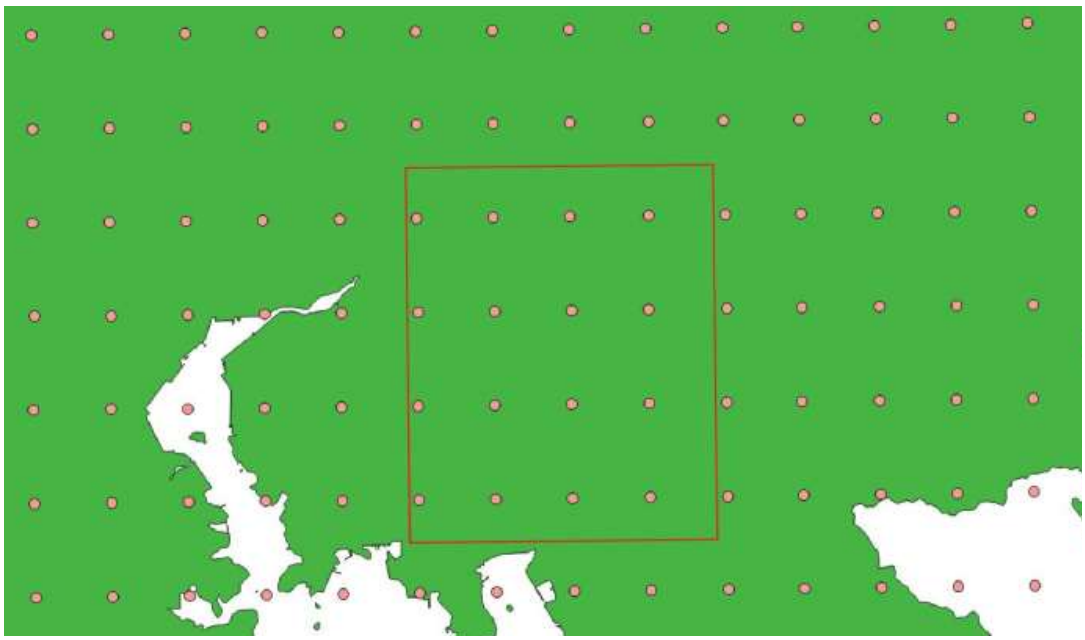
○ 구축된 GCP DB가 균등하게 배치되었는지 여부를 상용 소프트웨어로 가시화 한 후 육안으로 판단(Scene 12km×12km 당 포함 목표 개수 16점)

○ 전체 구축된 GCP DB 좌표에 대한 이상 여부를 상용 소프트웨어로 검사

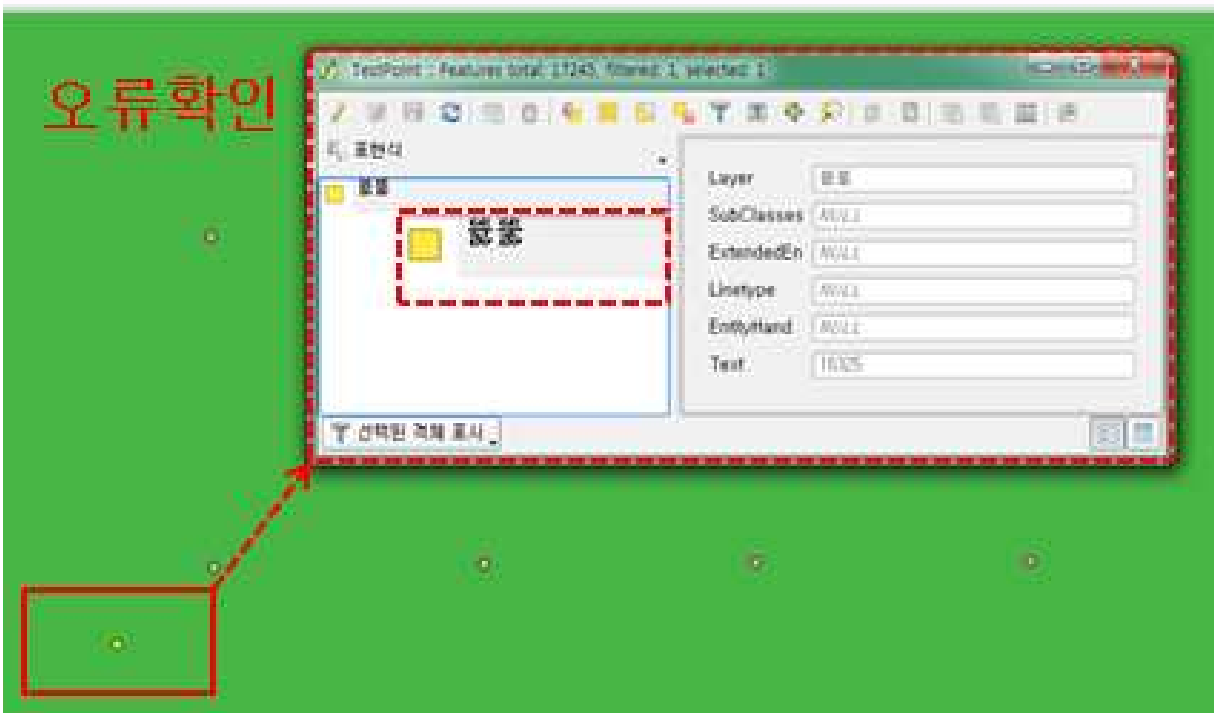
○ TIFF포맷의 GCP Chip 전체 물량에 대한 포맷 일관성 검사



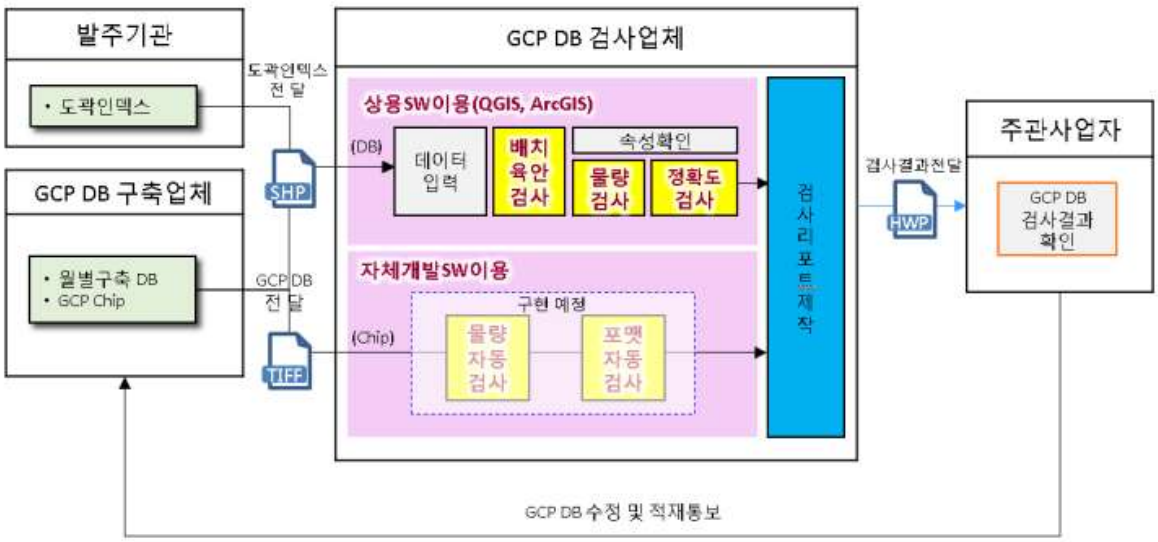
< 물량검사 예시 >



< 배치검사 예시 >



< 정확도검사 예시 >



< 영상기준점 검증절차 >

②. 영상기준점 검증 결과 DB 구축

○ 영상기준점 검증결과에 대한 DB 및 리포트 설계

월간검사현황 보고서					
단계	실행	프로세스	일정 및 보고관리	문서번호	NGII-SA-RE-010
버전	1.0	사업명	국토위성정보 수집 및 활용기술 개발	작성부서	솔루션개발팀

1. 공정현황

보고일 : 2018년 01월(05/08월차)

전체 공정현황(%)		금월계획	금월실적(달성율%)	차월계획	누적계획/실적(달성율%)
		0.0%	0.0%(100%)	0.0%	0.0%/0.0%(100%)
부문별 공정현황 (%)	물량검사	0.0%	0.0%(100%)	0.0%	0.0%/0.0%(100%)
	배치검사	0.0%	0.0%(100%)	0.0%	0.0%/0.0%(100%)
	정확도검사	0.0%	0.0%(100%)	0.0%	0.0%/0.0%(100%)
	포맷검사	0.0%	0.0%(100%)	0.0%	0.0%/0.0%(100%)

2. 실적 및 계획

구분	금월실적	차월계획
물량 검사		
배치 검사		
정확도 검사		
포맷 검사		
기타		
미결업무 및 이슈		

3. 검사 부적격 판정 기준점 상세내용

2018년 7월 검사물량 부적격 상세 내용			
번호	GCP ID	오류내용	비고
1			
2			
3			
4			
.			
n			

- 3 -

GEON SOFT

< 영상기준점 검증결과 DB 및 리포트 설계 >

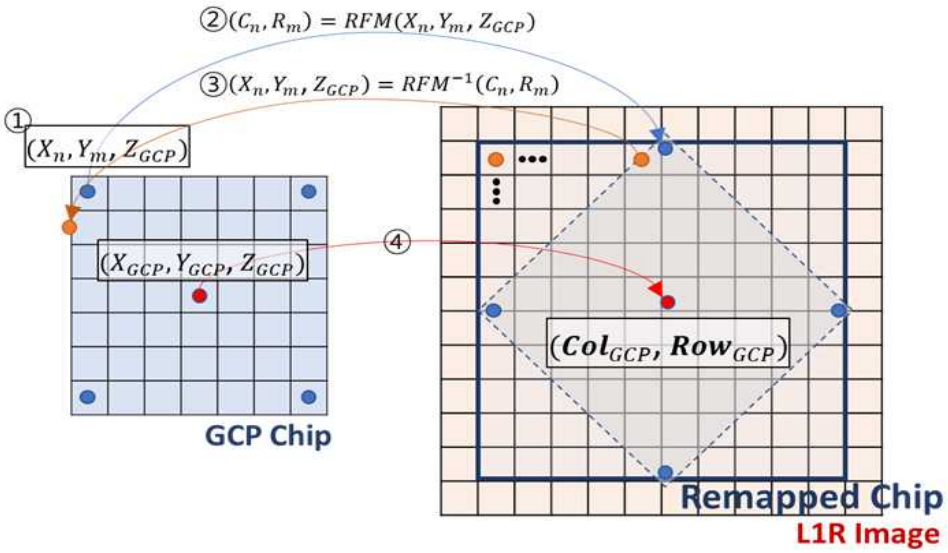
(다). 자동 기준점 매칭 알고리즘 개선

①. GCP칩 영상과 L1R 위성영상 간 기하변환 알고리즘 개선

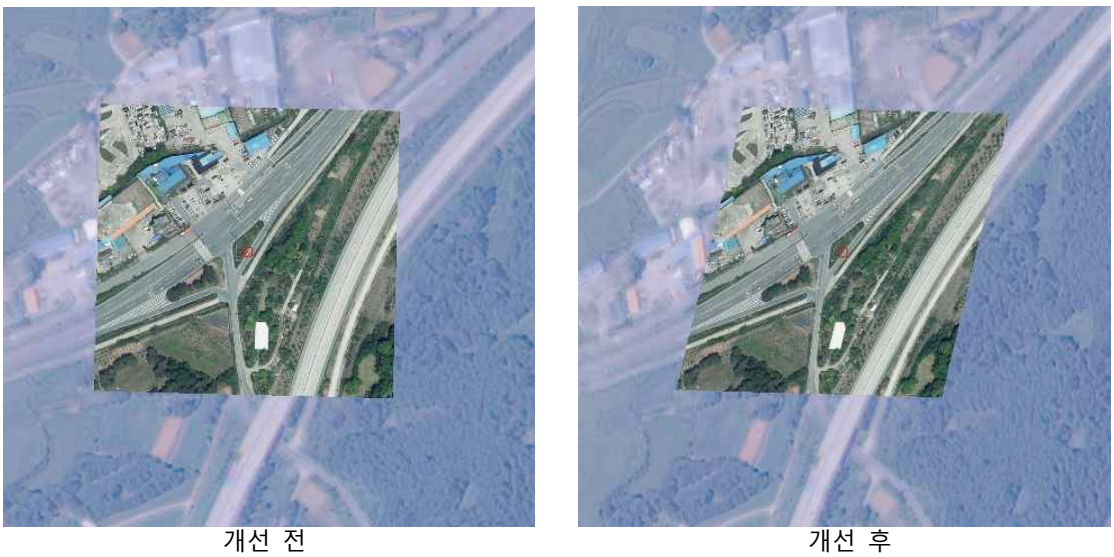
○ 정사영상 기반 GCP칩 영상과 Level 1R 위성영상의 촬영 기하를 일치시켜주기 위해 구축한 GCP칩 영상 기하변환 알고리즘 개선

○ 초기 RFM을 이용하여 GCP칩의 영상을 입력 Level 1R 위성영상의 기하와 최대한 유사하도록 기하변환

- GCP칩 지상좌표와 GSD(Ground Sample Distance)를 이용하여 각 화소의 대략적인 지상좌표 산출
- GCP칩 꼭짓점을 이용하여 기하변환 후 칩의 영역 산출
- 산출한 기하변환 후 칩의 영역의 각 화소값을 RFM을 이용하여 산출
- GCP칩 중심픽셀의 기하변환 후 칩에서의 위치 산출



<개선된 GCP칩 영상 기하변환 알고리즘>



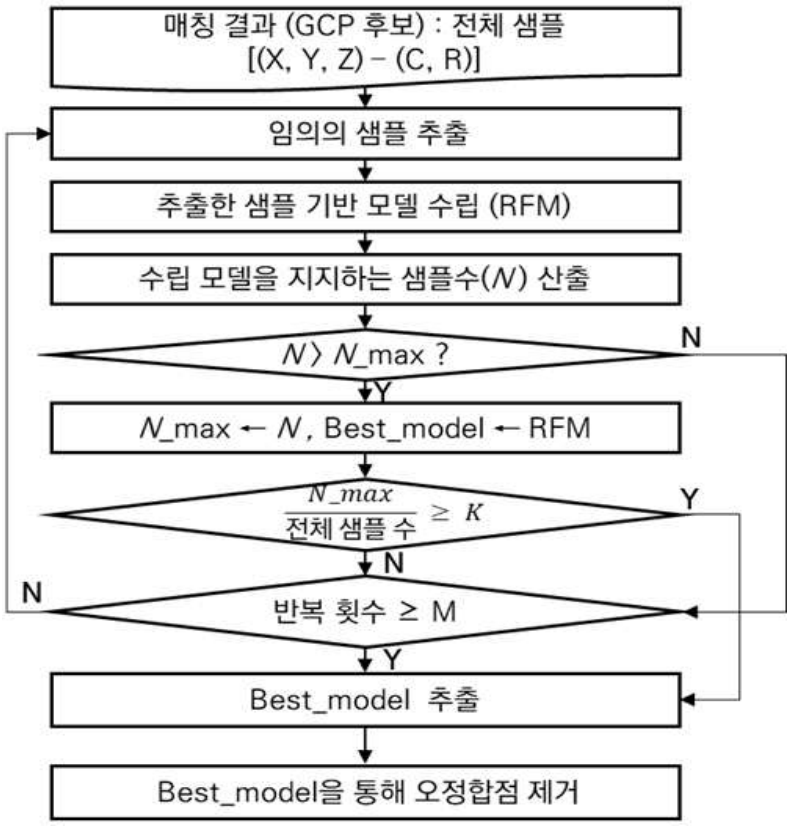
개선 전 개선 후

< 개선 전/후 GCP칩 매칭 결과 예시 >

②. RFM 기반 RANSAC 오정합 제거 알고리즘 구현

○ GCP 매칭 결과 필연 적으로 발생하는 오정합점을 RANSAC(RANdom SAmple Consensus) 알고리즘을 이용하여 제거

○ RANSAC 구현을 위해 사용되는 모델으로 RFM을 사용



< RFM 기반 RANSAC 오정합 제거 알고리즘>

○ 오정합 제거 알고리즘 구현완료 후 검증을 위해 아리랑 3A 및 3호 영상을 이용하여 실험을 진행. 실험 결과, 오정합점이 모두 제거되었으며 센서 모델링 정확도 역시 모두 2 pixel 미만으로 감소한 것을 확인

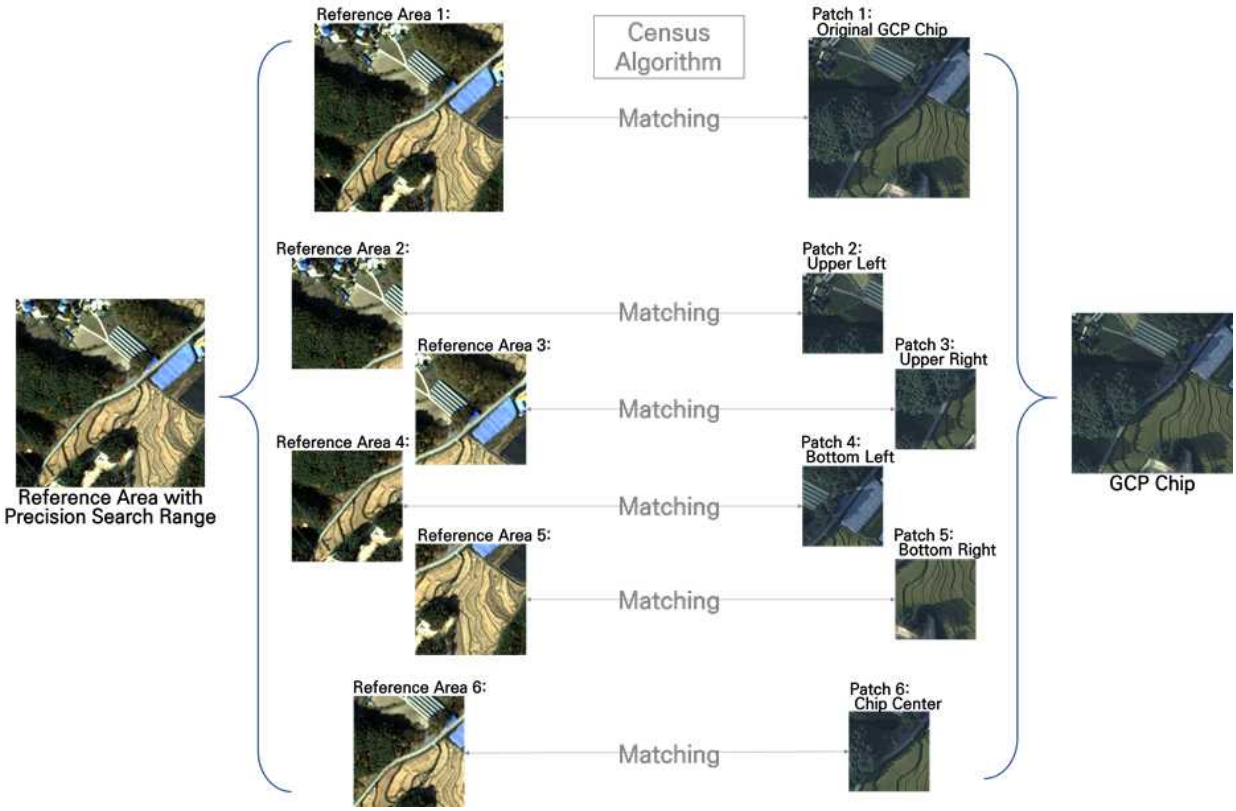
< RFM기반 RANSAC 오정합 제거 결과 >

입력 위성영상	매칭 결과		RANSAC 결과	
	inlier/ outlier	Modeling 정확도 (pixel)	inlier / outlier	Modeling 정확도 (pixel)
K3A_20151029(횡성)	15/2	3.98	15/0	1.61
K3A_20160530(옥천)	10/1	2.01	10/0	1.09
K3_20171106(예산)	17/3	33.41	13/0	1.50
Total	42/6 (87.50%)	13.13	38/0 (100.00%)	1.40

③. 다중 패치, 다중 밴드 기반 GCP 칩 매칭 개발

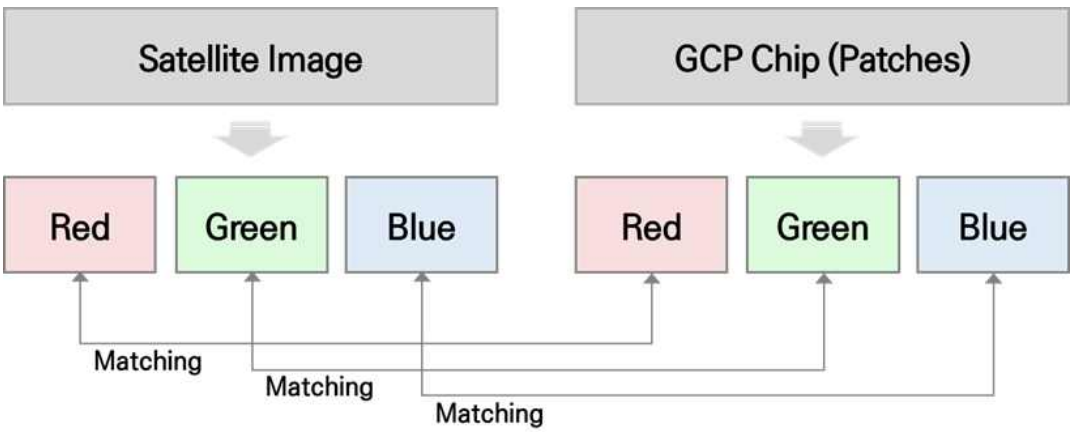
○ 매칭 성공률의 향상을 위해 하나의 GCP칩을 여러 개의 패치 및 밴드로 분리하여 다중 GCP칩 매칭 수행

○ 지상좌표를 알고 있는 GCP칩 중심 화소를 포함하도록 GCP칩을 6개의 패치로 분리(원본크기의 GCP칩 패치, 2/3크기의 좌상단, 우상단, 좌하단, 우하단, 중심 GCP칩 패치)



< 다중 패치 GCP칩 매칭 알고리즘 >

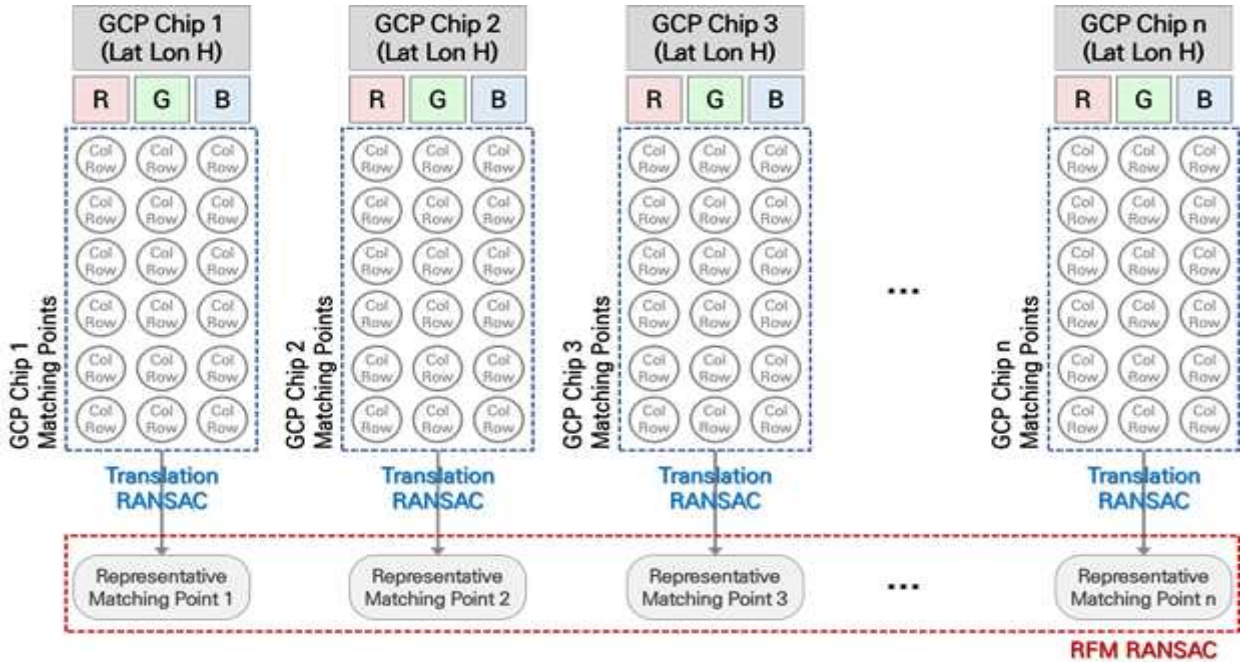
○ 기존 항공 정사영상으로 제작된 GCP칩의 활용성을 최대화하기 위하여 각 GCP칩과 입력 위성영상을 RGB 3밴드로 나누어 각각 매칭 수행



< 다중 밴드 GCP칩 매칭 알고리즘 >

④. 다중 패치 및 다중 밴드 기반 GCP 매칭의 오정합 제거를 위한 Double RANSAC 오정합 제거 방안 개발

○ 하나의 GCP칩 그룹의 매칭 결과를 이용하여 1차 RANSAC 수행 및 각 GCP칩 매칭 결과의 대푯값 선정, 대푯값을 이용하여 2차 RANSAC 수행



<Double RANSAC 알고리즘>

○ 하나의 GCP칩 그룹의 매칭 결과를 이용하여 1차 RANSAC 수행 및 각 GCP칩 매칭 결과의 대푯값 선정, 대푯값을 이용하여 2차 RANSAC 수행

○ 다중 패치, 다중 밴드 기반 GCP칩 매칭 알고리즘을 성능분석을 위해 아리랑 3A 및 3호 위성영상 이용하서 실험을 수행, 기존의 단일 패치, 단일 밴드 매칭과 GCP 정확도 비교분석 수행. 대부분의 입력 영상에서 다중 패치, 다중 밴드 기반 GCP칩 매칭이 더 좋은 성능을 보여줌

<Double RANSAC 알고리즘 실험 결과>

입력 위성 영상	GCP 칩수	단일 패치 & 단일 밴드 매칭			다중 패치 & 다중 밴드 매칭		
		획득 매칭점 수	획득 GCP 수	평균 GCP 정확도 (pixel)	획득 매칭점 수	획득 GCP 수	평균 GCP 정확도 (pixel)
K3A	11	11	10	1.15	198	140	1.10
K3A	17	17	15	2.58	306	134	2.07
K3	14	14	12	1.91	252	131	1.82
K3	21	21	16	1.35	378	140	1.45
K3	18	18	11	2.84	324	80	2.57
K3	24	24	13	1.99	432	209	1.51
Total	**105**	**105**	**77**	**1.97**	**1890**	**834**	**1.81**

(라). 위성영상・기준점 자동 매칭 SW 구현

①. Console 기반 매칭 SW 구현

○ 영상융합된 multi-spectral band 영상 입력

- 앞서 영상융합 과정에서 산출한 영상융합된 multi-spectral band 영상을 입력한다.

```
< Pansharpening Image Input >
'R_PS' band image: .₩Temp₩[작업지시서_ID]₩[입력 영상명]_R_PS.tif
'G_PS' band image: .₩Temp₩[작업지시서_ID]₩[입력 영상명]_G_PS.tif
'B_PS' band image: .₩Temp₩[작업지시서_ID]₩[입력 영상명]_B_PS.tif
'N_PS' band image: .₩Temp₩[작업지시서_ID]₩[입력 영상명]_N_PS.tif
```

<영상융합된 multi-spectral band 영상 입력 결과 출력 예시>

○ GCP chip 입력

- GCP DB를 통해 해당 영상에 속하는 GCP chip을 입력 받는다.
- 연동된 GCP DB의 정보와 최종 입력된 GCP chip의 개수를 출력한다.

```
< Find GCP chips >
[DB INFO] dbname: tempDB, user: postgres, host: 165.246.31.35
 Total 59 Chips
```

<GCP chip 입력 결과 출력 예시>

○ 영상 피라미드 기반 자동 매칭

- 영상 피라미드 기반 매칭을 수행한다. 영상 피라미드가 Level8(8배 축소 영상), Level4(4배 축소 영상), Level2(2배 축소영상), Level1(원본영상)으로 구성되어 있으므로 총 4번의 GCP chip 매칭을 수행한다. 각 Level에서 매칭이 끝난 후에는 오정합점 검출을 수행한다. Level 1에서 오정합점 제거가 완료된 매칭결과가 최종 GCP로 출력된다.

```
< GCP chip Matching >
 -Set Sat & Chip Img

 -Level 8. Matching
  [GCP Chip 매칭 결과 출력]
  [오정합점 검출 결과 출력]

 -Level 4. Matching
  [GCP Chip 매칭 결과 출력]
  [오정합점 검출 결과 출력]

 -Level 2. Matching
  [GCP Chip 매칭 결과 출력]
  [오정합점 검출 결과 출력]

 -Level 1. Matching
  [GCP Chip 매칭 결과 출력]
  [오정합점 검출 결과 출력]
```

<영상 피라미드 설정 결과 출력 예시>

○ GCP Chip 매칭 결과 출력

- 각 GCP Chip은 Chip 영상 기하변환, 위성영상 매칭영역 설정, 영역 기반 매칭을 통해 GCP Chip 자동 매칭을 수행한다. 위성영상 매칭영역이 충분하지 않을 경우 매칭 실패가 출력된다.

```
Chip [ 0]
 [Set Remap Chip]
  Remapped Chip Size(Cols X Rows) : 493 X 422
  Remapped Chip Image Coord.(Col,Row) : 246.188 , 210.127
 [Set Sampling Area]
  Cols : 4909 ~ 6426  (1518)
  Rows : 10425 ~ 11872  (1448)
 [SatSubImg Sampling]
  SatSubImg Sampling Success
 [Chip Remapping]
  Chip Remapping Success
  Set Remapped Chip Mat
 [Level Matching]
  Matching Success.
```

<성공 GCP Chip 매칭 결과 출력 예시>

```
Chip [56]
 [Set Remap Chip]
  Remapped Chip Size(Cols X Rows) : 496 X 422
  Remapped Chip Image Coord.(Col,Row) : 247.7 , 210.538
 [Set Sampling Area]
  Cols : 24030 ~ 24531  (502)
  Rows : 1708 ~ 2135  (428)
  !! Failed to set image buffer !!
   (SatImage MaxColRow : 24059 , 19079)
```

<실패 GCP Chip 매칭 결과 출력 예시>

○ 오정합점 검출 결과 출력

- 자동 매칭을 수행함에 따라 필연적으로 발생하는 오정합점을 검출하고 그결과를 출력한다. Level 8, 4, 2에서는 검출된 오정합점을 보정하고 Level 1에서는 검출된 오정합점을 제거한다.

```
 Matching Lv.8 : Total 42 Chips Matching
-Level 8. RANSAC
Correct Outlier matching Point
Correct Outlier matching Point
          ⋮
Correct Outlier matching Point
 Total 17 Inliers
```

<오정합점 검출 및 보정 결과 출력 예시 (Level 8, 4, 2)>

```
 Matching Lv.1 : Total 42 Chips Matching
-Level 1. RANSAC
 Total 26 Inliers
```

<오정합점 검출 및 제거 결과 출력 예시 (Level 1)>

○ GCP 품질 검사

- 자동 매칭으로 추출된 GCP를 이용하여 정밀기하를 수립하였을 때 Modeling Accuracy를 산출하여 해당 GCP의 품질을 검사한다.

```
< MODELING ACCURACY >
Modeling Err:  1.41
Col 방향 Modeling Err:  0.96
Row 방향 Modeling Err:  1.03
```

<그림 28> GCP 품질 검사 결과 출력 예시

②. GCP 매칭 수동 보정 GUI 구현



<위성영상·기준점 자동 매칭 SW 수동보정 GUI>

○ GCP Chip List

- 매칭에서 사용된 전체 GCP chip 리스트를 출력한다. 리스트의 각 컬럼은 아래와 같다.
  - · 번호 : GCP chip 인덱스
  - · GCP 칩 : GCP Chip 이름
  - · 매칭 : 매칭 성공 여부
  - · 판단 : 오정합점 판단 여부
  - · 오차 : 오정합점 판단 결과 해당 GCP chip의 예상 오차

○ 위성영상 Overview

- 입력 표준영상 및 GCP Chip의 대략적인 위치 출력한다.

○ 전체 매칭 결과

- GCP 매칭의 전체 매칭 결과를 출력한다.
  - · 전체 Chip 수: 매칭에 사용한 GCP chip 수

· 매칭 Chip 수 : 매칭에 성공한 GCP chip 수

· 최종 GCP 수 : 오정합점 제거 후 남은 매칭 GCP chip 수
(실제 GCP로 사용된 매칭점 수)

· 센서 모델 정확도 : 현재 추출된 GCP로 수립된 정밀기하의 Modeling Accuracy

· Col 방향 정확도 : Col 방향 Modeling Accuracy

· Row 방향 정확도 : Row 방향 Modeling Accuracy

○ GCP Chip View

- 원본 GCP Chip의 영상을 출력한다. GCP 지상좌표에 해당하는 영상 중심점을 빨간 십자가(+)로 표시한다.

○ GCP Chip 영상정보

- GCP Chip의 영상정보를 출력한다.

· Chip 크기 X, Y : GCP chip 영상의 크기

· 공간해상도 : GCP chip 영상의 m 단위 Ground Sample Distance

· 원시영상 종류 : 해당 GCP chip 영상을 제작하기 위해 사용한 원시 영상

· Chip 속성 : Chip 영상속성 정보 출력. (정상, 비정상, 산림)

○ 매칭결과 View

- GCP Chip 매칭 결과를 출력한다. 육안을 통해 GCP 매칭 결과 분석이 가능하다. 정밀한 분석을 위해 수동보정 활성화 여부에 따라 아래와 같은 기능을 제공한다.

- 공통사항

· 매칭점 출력 : 위성영상에서 매칭점을 빨간색 십자가(+)로 출력

· 영상 이동 : 마우스 좌 클릭을 통해 영상 이동

· 영상 축소/확대 : 마우스 휠을 이용하여 영상 확대/축소

- 수동보정 비활성화 모드

· 별도의 조작이 없는 경우, Chip 영상이 매칭결과에 맞춰 출력 활성화

· Chip 영상 출력 비활성화 : 마우스 우 버튼을 누르고 있으면 Chip 영상 출력이 정지

- 수동보정 활성화 모드

· 별도의 조작이 없는 경우, Chip 영상 출력 비활성화

· Chip 영상 출력 활성화 : 마우스 우 버튼을 누르고 있으면 Chip 영상이 매칭 결과에 맞춰 출력

· 새로운 매칭점 선택 : 원하는 새로운 매칭점에 해당하는 픽셀을 좌 클릭

○ 투명도 조절

- 매칭결과 View에서 GCP chip의 투명도를 조절할 수 있다.

○ GCP Chip 지상좌표

- GCP chip 중심점의 지상좌표 정보를 출력한다.

· UTM-K X,Y : UTM-K 좌표 출력

· 위도, 경도 : 위경도 좌표 출력

· 타원체고, 정표고 : 높이값 정보 출력

○ 매칭 결과 영상좌표

- GCP chip 매칭 결과 영상좌표를 출력한다.

○ 정합판단

- 해당 매칭 결과의 오정합 여부 판단 결과를 출력한다.

· 판단결과 : 오정합으로 판단될 경우 X 출력

· 모델 정확도 : 해당 GCP chip의 예상 정확도 출력

· Col, Row 방향 정확도 출력 : 해당 GCP chip의 Col, Row 방향 예상 정확도 출력

○ 수동보정 버튼

- GCP 수동보정을 위해 제작된 버튼들이다.

· - 수동보정 버튼 : 수동보정 활성화

· - GCP 삭제 : 해당 매칭 결과를 최종 GCP 목록에서 제외한다.

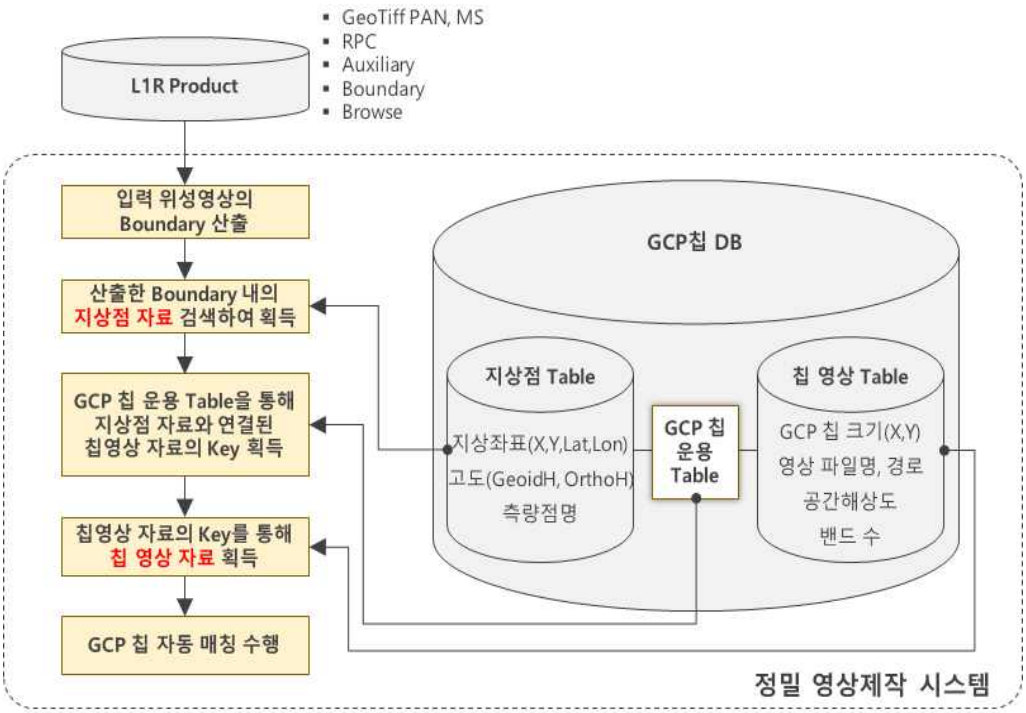
· GCP 복구 : 삭제한 매칭결과를 다시 최종 GCP 목록에 추가한다.

· 확인 : 모든 수동보정 완료. 수동보정 창 종료. 다음단계 실행

(마). 국토위성용 GCP DB와 자동 기준점 매칭 SW 간 연계

①. GCP DB와 자동 기준점 매칭 SW 간 연계 운용구축

○ 자동기준점 매칭 SW에서 GCP칩 DB의 GCP 칩 자료 획득 시스템 구축



<GCP칩 DB와의 연계방안>

○ 자동기준점 매칭 SW에서 GCP DB의 Data를 저장할 Class(CGCPChip) 구축

<CGCPChip Class 멤버변수 리스트>

Class 명	CGCPChip			
ID	**변수명**	**타입(길이)**	**DEFAULT**	**COMMENTS**
1	m_ChipName	char*	NULL	GCP칩 이름
2	m_UTM_X	double	0.0	지상좌표_X(m)
3	m_UTM_Y	double	0.0	지상좌표_Y(m)
4	m_Lat	double	0.0	지상좌표_경도(degree)
5	m_Lon	double	0.0	지상좌표_위도(degree)
6	m_OrthoHeight	double	0.0	타원체고(m)
7	m_GeoidHeight	double	0.0	지오이드고(m)
8	m_REMAP_Col	double	0.0	영상좌표_X
9	m_REMAP_Row	double	0.0	영상좌표_Y
10	m_ChipImg	Mat	NULL	원본 칩 영상
11	m_ChipImg_REMAP	Mat	NULL	기하변환된 칩 영상
12	m_ChipBuffer	unsigned short**	NULL	원본 칩 화소값 버퍼
13	m_ChipBuffer_REMAP	unsigned short**	NULL	기하변환된 칩 화소값 버퍼
14	m_Channels	int	0	GCP 칩 밴드 수
15	m_Origin_X	double	0.0	원본 칩 영상 원점 지상좌표_X
16	m_Origin_Y	double	0.0	원본 칩 영상 원점 지상좌표_Y
17	m_GSD_X	double	0.0	X 방향 GSD
18	m_GSD_Y	double	0.0	Y 방향 GSD
19	m_Cols	int	0	원본 칩 X방향 영상크기
20	m_Rows	int	0	원본 칩 Y방향 영상크기
21	m_REMAP_Cols	int	0	기하변환된 칩 X방향 영상크기
22	m_REMAP_Rows	int	0	기하변환된 칩 Y방향 영상크기
23	m_SatSampleImg	Mat	NULL	샘플링된 위성영상
24	m_SatSampBuffer	unsigned short**	NULL	샘플링된 위성영상 화소값 버퍼
25	m_iSampleStartCol	int	0	샘플링 시작점_Col
26	m_iSampleStartRow	int	0	샘플링 시작점_Row
27	m_iSampleCols	int	0	샘플링된 위성영상 X방향 크기
28	m_iSampleRows	int	0	샘플링된 위성영상 Y방향 크기
29	m_OverlapImg	Mat	NULL	매칭 결과 칩과 위성영상 중첩결과
30	m_iSampleImg_Col	int	0	샘플링된 위성영상에서 매칭점_X(정수)
31	m_iSampleImg_Row	int	0	샘플링된 위성영상에서 매칭점_Y(정수)
32	m_dSampleImg_Col	double	0.0	샘플링된 위성영상에서 매칭점_X
33	m_dSampleImg_Row	double	0.0	샘플링된 위성영상에서 매칭점_Y
34	m_InitSatImg_Col	double	0.0	초기센서모델로 산출한 영상점_X
35	m_InitSatImg_Row	double	0.0	초기센서모델로 산출한 영상점_Y
36	m_SatImg_Col	double	0.0	매칭 영상점_X
37	m_SatImg_Row	double	0.0	매칭 영상점_Y
38	m_isMatched	bool	false	매칭 여부
39	m_isInlier	bool	false	오정합 판별 여부
40	m_ModelingError	double	0.0	정확도 크기
41	m_ModelingColError	double	0.0	Col 방향 정확도
42	m_ModelingRowError	double	0.0	Row 방향 정확도

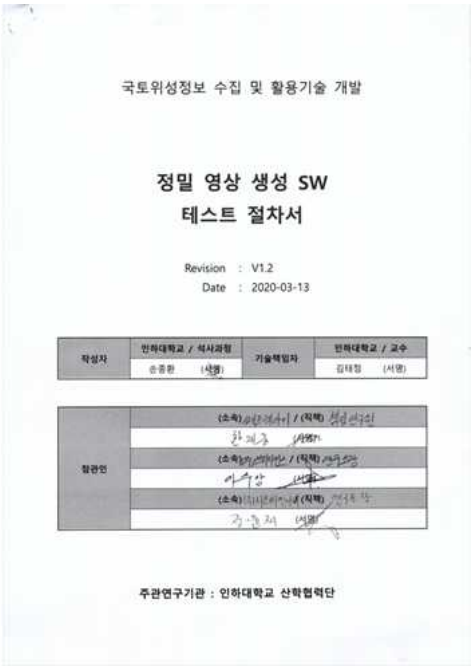
(바). 자동 매칭 기술 고도화

①. 위성영상·기준점 간 자동매칭 SW 개발 및 연계·통합

○ 위성영상·기준점 간 자동매칭 SW 연계·통합 완료

- ICT상에서 자체연계시험을 통해 정밀영상생성SW와 수집시스템간 연계·통합 완료





<정밀영상생성SW와 수집시스템간 연계시험 결과>

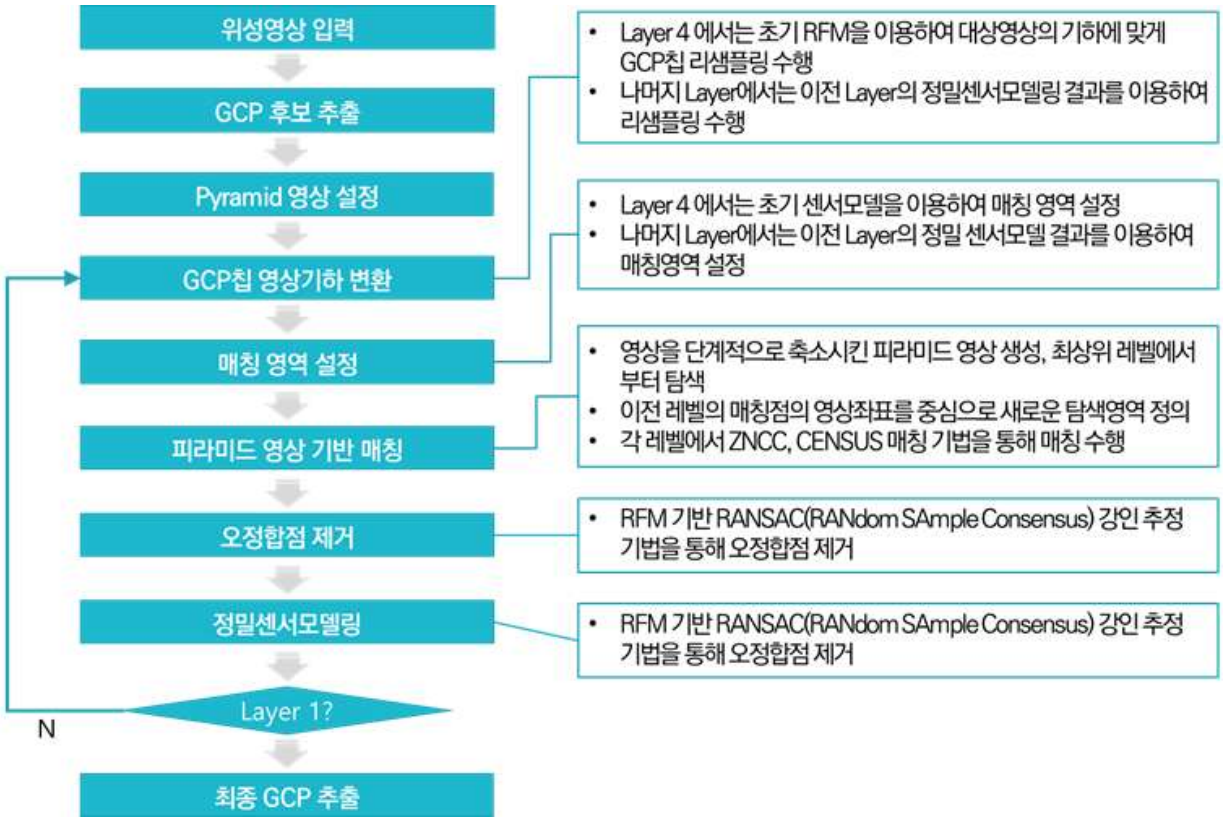
②. 피라미드영상 레이어 별 오정합점 제거를 통한 성능 개선

○ 피라미드 영상 레이어 별 오정합점 제거 방법

- 피라미드 레이어별 GCP 매칭 종료 후 오정합점을 제거함
- 오정합점 제거 후 획득한 GCP를 이용해 정밀센서모델링 수행
- 이전 레이어의 정밀센서모델링 결과를 다음 레이어의 GCP 매칭에 사용함
- 반복적인 오정합점 제거를 통해 자동 GCP 매칭 성능을 개선함

<피라미드영상 사양>

	Layer 4	Layer 3	Layer 2	Layer 1
축소배율	8배	4배	2배	1배
검색영역	1025pixel	32pixel	16pixel	4pixel
Matching Cost	ZNCC	ZNCC	ZNCC	Census
RANSAC Threshold	16pixel	8pixel	4pixel	2pixel



<피라미드영상 레이어 별 오정합점 제거 알고리즘>

③. KOMPSAT 3, 3A호 위성영상을 이용하여 위성영상・기준점 자동 매칭실험을 수행함

<위성영상・기준점 자동 매칭실험에 사용한 위성영상과 GCP 수량>

No	Image ID	후보 GCP Chip 개수
1	K3_20150330041943_15289_09331279_L1R	24
2	K3_20170913042031_28405_09231263_L1R	13
3	K3_20171106044104_29194_09231274_L1R	21
4	K3_20171106044104_29194_09231275_L1R	15
5	K3A_20151029042655_03283_00088565_L1R	18
6	K3A_20160530044124_06517_00023477_L1R	11
7	K3A_20171021044156_14209_00204431_L1R	9
8	K3A_20171021044156_14209_00224524_L1R	11
9	K3A_20171021044156_14209_00244590_L1R	11
10	K3A_20171021044156_14209_00264692_L1R	14
11	K3A_20171021044156_14209_00284758_L1R	11
12	K3A_20171109042614_14496_00205907_L1R	17
13	K3A_20171109042614_14496_00224307_L1R	9

<위성영상・기준점 자동 매칭실험 결과>

No	Image ID	GCP Chip수	Num of Inlier(GCP)		Check Model Accuracy(Pixel)	
			2차년도	3차년도	2차년도	3차년도
1	K3_20150330041943_15289_09331279_L1R	24	14	20	1.03	1.07
2	K3_20170913042031_28405_09231263_L1R	13	8	9	1.09	1.30
3	K3_20171106044104_29194_09231274_L1R	21	13	20	0.69	0.71
4	K3_20171106044104_29194_09231275_L1R	15	7	13	1.27	1.34
5	K3A_20151029042655_03283_00088565_L1R	18	11	15	2.56	2.14
6	K3A_20160530044124_06517_00023477_L1R	11	10	11	1.31	1.04
7	K3A_20171021044156_14209_00204431_L1R	9	7	8	2.62	2.69
8	K3A_20171021044156_14209_00224524_L1R	11	7	8	2.35	1.94
9	K3A_20171021044156_14209_00244590_L1R	11	8	9	4.96	2.75
10	K3A_20171021044156_14209_00264692_L1R	14	11	14	1.44	1.82
11	K3A_20171021044156_14209_00284758_L1R	11	9	11	1.30	1.66
12	K3A_20171109042614_14496_00205907_L1R	17	9	16	1.14	1.35
13	K3A_20171109042614_14496_00224307_L1R	9	6	8	4.37	1.01
Total		184	120	162	2.01	1.60

○ 알고리즘 개선 후 모든 영상에서 Inlier GCP 수량 증가

○ 이전 알고리즘 대비 대부분 영상에서 기하보정 정확도 향상

(7). 2-1세부: 정밀 기하수립・정사보정 SW 개발

(가). 기하・정사보정 기술 및 SW 개발

①. 정밀기하수립・정사보정 기술 상세설계

○ 국토위성정보 수집·활용시스템 기본설계 및 활용 기초기술 개발(1차년도) 사업 기본설계 내용을 바탕으로 상세설계를 실시

○ 정밀기하수립 및 정사보정 SW 개발에 앞서 요구사항 목록을 정리하고, 각 단위 프로세스를 아래 표와 같이 정의하였음

< 정밀기하・정사영상 생성 SW WBS(Work Breakdown Structure) >

	단위 업무명	단위 프로세스명	프로세스 식별자
국토관측위성 영상의 정밀기하수립 모듈	데이터 입력	위성영상 입력	R-PIP-GEM-010
		메타데이터 입력	R-PIP-GEM-020
		GCP 입력	R-PIP-GEM-030
	초기센서모델 수립	초기센서모델 수립	R-PIP-GEM-040
		초기센서모델 기하정확도 산출	R-PIP-GEM-050
	정밀센서모델 수립	정밀센서모델 보정계수 산출	R-PIP-GEM-060
		정밀센서모델 기하정확도 산출	R-PIP-GEM-070
	RPC 갱신	RPC 갱신	R-PIP-GEM-080
		갱신된 RPC 기하정확도 산출	R-PIP-GEM-090
	결과물 생성	L2R 생성물 출력	R-PIP-GEM-100
국토관측위성 영상의 정사보정 모듈	DEM 연계	DEM 입력	R-PIP-ORT-010
		DEM 영역 추출	R-PIP-ORT-020
		정사영상 격자 크기 설정	R-PIP-ORT-030
		정사영상 격자 높이값 보간	R-PIP-ORT-040
	영상 리샘플링	리샘플링 격자 간격 설정	R-PIP-ORT-050
		정사영상-위성영상 변환계수 추정	R-PIP-ORT-060
		정사영상 밝기값 보간	R-PIP-ORT-070
	결과물 생성	L2G 생성물 출력	R-PIP-ORT-080

○ 정밀기하수립・정사보정 SW는 표준영상(L1R)으로부터 정밀기하수립이 완료된 영상(L2R)을 생성하는 정밀기하보정 모듈과 정밀기하수립이 완료된 영상(L2R)으로부터 정사영상(L2G)을 생성하는 정사보정 모듈로 구성됨

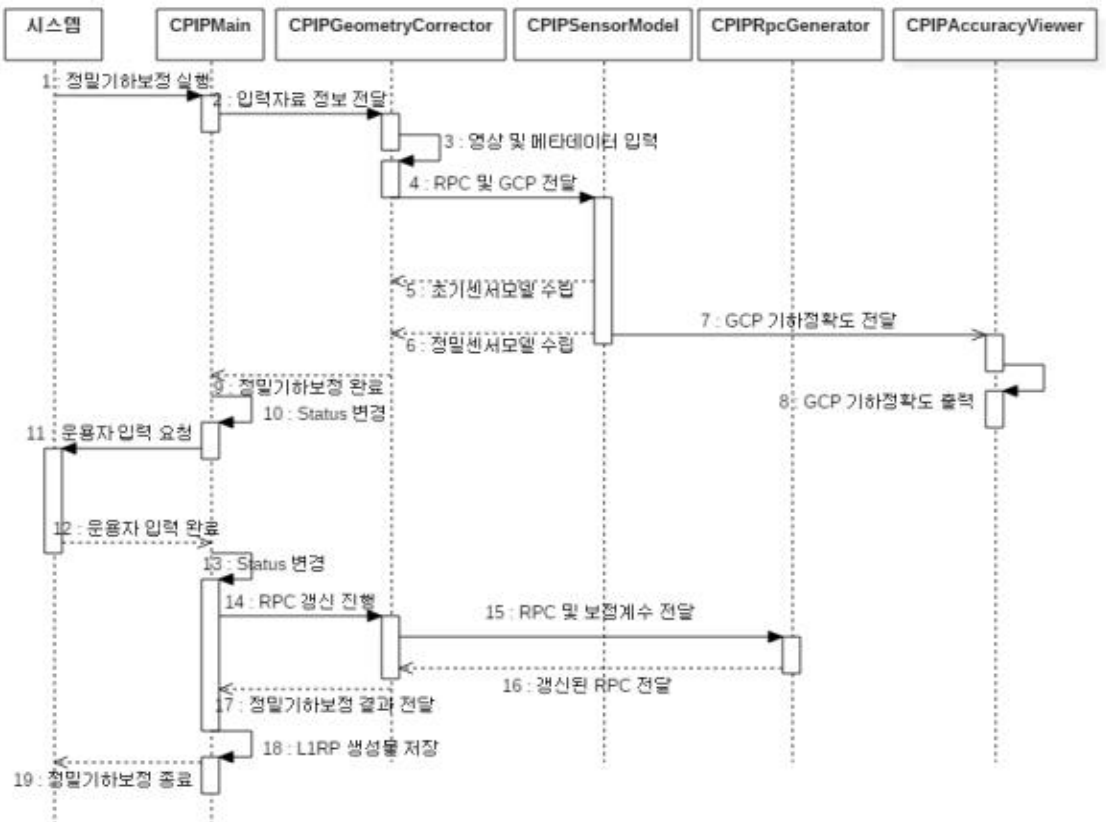
○ 정밀기하보정 모듈은 시스템으로부터 표준영상과 메타데이터, GCP 파일을 입력받고, 입력된 메타데이터의 값으로부터 초기센서모델을 수립하고, GCP를 이용하여 정밀센서모델을 수립

○ 입력된 GCP의 기하정확도를 화면에 출력하여 운용자가 GCP를 검사할 수 있는 기능을 포함하고 있음

○ 정밀기하보정 모듈은 GCP와 보정계수를 통해 RPC를 갱신하고 최종적으로 L2R 생성물을 시스템으로부터 입력받은 생성물 폴더경로에 저장하며, 아래 표는 정밀기하보정 모듈의 클래스 설계를 나타냄

< 정밀기하보정 모듈 클래스 설계사양 >

클래스명	설명
CPIPMain	SW 메인 클래스 . 입력자료 정보를 정밀기하보정 모듈에 전달하는 기능 . 정밀기하보정 모듈의 진행상황을 출력하는 기능 . 정밀기하보정 모듈의 처리 결과물을 시스템에 지정된 포맷의 파일로 저장하는 기능
CPIPGeometryCorrector	정밀기하보정을 위한 처리과정을 관리하는 클래스 1. 영상 및 메타데이터를 입력받는 기능 2. 입력받은 데이터를 처리하여 CPIPSensorModelling 및 CPIPRpcGenerator 클래스에 전달하는 기능 3. 정밀기하보정 처리단계를 CPIPMain 클래스에 전달하는 기능 4. 정밀기하보정 결과 데이터를 CPIPMain 클래스에 전달하는 기능
CPIPSensorModel	센서모델링 기능을 수행하는 클래스 1. RPC 및 GCP의 좌표계값을 입력받아 메모리에 저장하는 기능 2. RPC를 이용하여 초기센서모델을 수립하는 기능 3. GCP 및 RPC를 이용하여 정밀센서모델을 수립하는 기능 4. 센서모델의 기하정확도를 산출하는 기능
CPIPRpcGenerator	RPC 재생성 기능을 수행하는 클래스 1. RPC 및 보정계수를 입력받아 RPC를 재생성하는 기능
CPIPAccuracy Viewer	GCP 기하정확도를 화면에 출력하는 기능을 수행하는 클래스 1. GCP 기하정확도 값을 전달받아 화면에 출력하는 기능 2. 운용자가 정밀센서모델 수립에 사용할 GCP를 선택하는 기능

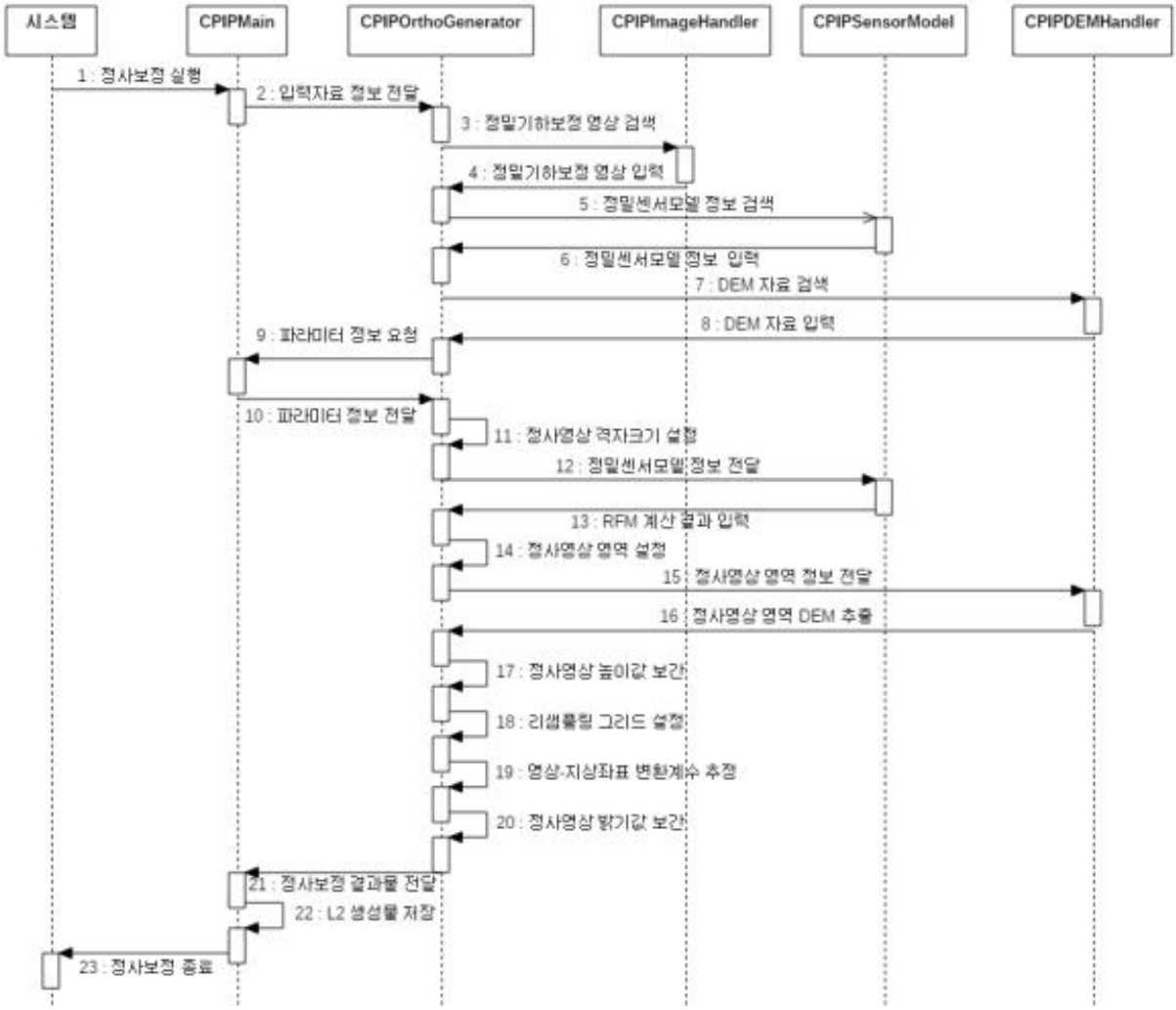


< 정밀기하보정 시퀀스 다이어그램 >

○ 정사보정 모듈은 시스템으로부터 정밀기하보정된 영상과 영상메타 정보, 통판 DEM 자료, 정사보정 파라미터 정보를 입력받아, 설정된 정사영상 영역에 대해 높이값 보간과 밝기값 보간처리 과정을 수행하여 정사보정된 영상을 생성하고 파일로 저장하는 기능을 수행하며, 아래 표는 정사보정 모듈을 클래스 설계사양을 나타냄

< 정사보정 모듈 클래스 설계사양 >

클래스명	설명
CPIPMain	SW 메인 클래스 . 입력자료 정보를 정사보정 모듈에 전달하는 기능 . 정사보정 파라미터 정보를 정사보정 모듈에 전달하는 기능 . 정사보정 모듈 처리 결과물을 시스템에 지정된 포맷의 파일로 저장하는 기능
CPIPOrthoGenerator	정사영상을 생성하는 클래스 1. CPIPImageHandler 클래스의 정밀기하정보 영상 입력 기능 참조 2. CPIPSensorModel 클래스의 정밀센서모델 정보 입력 기능 참조 3. CPIPDEMHandler 클래스의 DEM자료 입력 기능 참조 4. 파라미터 정보를 요청하여 전달받는 기능 5. 파라미터 정보를 이용하여 정사영상 격자 크기를 설정하는 기능 6. CPIPSensorModel 클래스의 RFM 계산 기능 참조 7. 영상영역 정보와 RFM을 이용하여 정사영상 영역을 설정하는 기능 8. CPIPDEMHandler 클래스의 정사영상 영역 DEM 추출 기능 참조 9. 정사영상 영역 DEM 자료를 이용하여 정사영상 높이값을 이중선형보간 기법으로 보간하는 기능 10. 정사영상 영역에 대해 리샘플링 그리드 정보를 생성하는 기능 11. 리샘플링 그리드 단위로 영상-지상좌표 변환계수를 추정하는 기능 12. 리샘플링 그리드 단위로 정사영상 격자의 밝기값을 보간하는 기능 13. L2 생성물의 각 포맷에 맞는 자료를 생성하는 기능
CPIPImageHandler	위성영상 입출력 기능을 수행하는 클래스 1. 정밀기하보정 영상을 입력받아 메모리에 저장하는 기능
CPIPSensorModel	센서모델링 기능을 수행하는 클래스 1. 정밀센서모델 정보를 입력받아 메모리에 저장하는 기능 2. 센서모델 정보를 이용하여 RFM을 계산하는 기능
CPIPDEMHandler	DEM 자료 입출력 기능을 수행하는 클래스 1. 통판 DEM 자료 정보를 입력받아 메타정보를 저장하는 기능 2. 통판 DEM 자료에서 특정 영역의 DEM 자료만 추출하여 메모리에 저장하는 기능



< 정사보정 모듈 시퀀스 다이어그램 >

②. 기하·정사보정 기술 구현 및 SW 개발

○ 정밀기하수립 및 정사영상 알고리즘 상세설계를 토대로 유기적으로 각 기술을 결합, 빠르고 안정적인 처리를 위한 Console 기반 SW 개발

○ 정밀영상 생성 서브시스템 및 GCP, DEM DB와의 연동을 고려하여 SW 개발

③. 제작된 SW의 기능 및 성능 시험

○ 상용 소프트웨어의 정밀기하수립·정사영상 생성 결과물과 본 연구진의 정사영상 생성결과물 비교를 통해 기술의 성능을 시험

○ 25cm 공간해상도의 항공정사영상과 비교를 통해 기술 성능을 시험

(나). 국토위성정보 수집시스템과 연계・통합

①. 정밀기하수립, 정사영상 생성 모듈 성능 시험

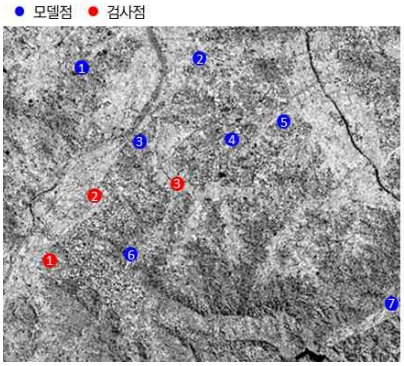
○ 성능시험을 위해 아래와 같은 자료를 사용함

- 입력영상 : 아리랑 3A호 Level 1R 4 Scene

- GCP: 수동으로 추출한 총 42 GCP

< 성능시험 자료 리스트 >

No	입력 영상 ID	GCP
1	K3A_20171021044156_14209_00264692_L1R	10
2	K3A_20171021044156_14209_00284758_L1R	11
3	K3A_20171109042614_14496_00205907_L1R	10
4	K3A_20171109042614_14496_00224307_L1R	11



< 모델점과 검사점 분포 예시(K3A_20171021044156_14209_00264692_L1R) >

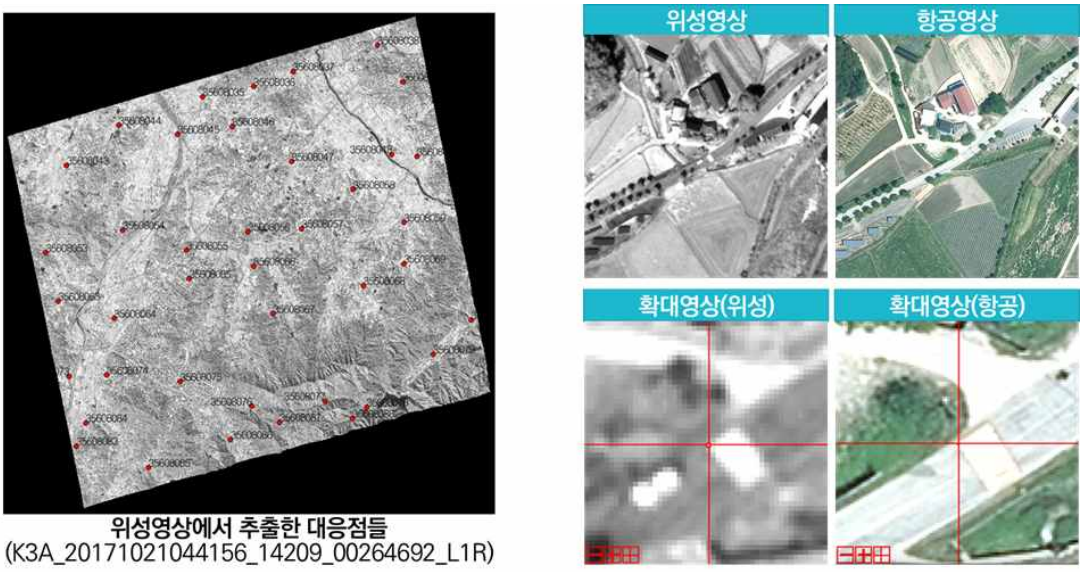
○ 정밀 기하 수립 알고리즘 검증결과 모든 입력영상에서 모델링 정확도가 2 Pixel 이내인 것을 확인

< 정밀 기하 수립 알고리즘 검증 결과 >

L1R 초기센서모델 오차(pixel)				
No	Image ID	Column	Row	Mag
1	K3A_20171021044156_14209_00264692_L1R	27.77	10.34	29.63
2	K3A_20171021044156_14209_00284758_L1R	25.05	13.27	28.35
3	K3A_20171109042614_14496_00205907_L1R	16.41	5.85	17.42
4	K3A_20171109042614_14496_00224307_L1R	15.90	5.77	16.92

L2R 정밀센서모델 오차(pixel)				
No	Image ID	Column	Row	Mag
1	K3A_20171021044156_14209_00264692_L1R	0.70	1.18	1.38
2	K3A_20171021044156_14209_00284758_L1R	1.00	1.03	1.44
3	K3A_20171109042614_14496_00205907_L1R	0.58	1.41	1.52
4	K3A_20171109042614_14496_00224307_L1R	1.11	0.62	1.27

○ 정사보정 알고리즘 성능 시험을 위해 항공 정사영상과 비교분석, 항공정사 영상을 참값으로 가정하고 두 정사영상에서 대응점을 추출하여 오차 산출



< 생성 / 항공 정사영상에서 대응점 추출 >

○ 정사보정 알고리즘 검증결과 약 1~1.5m의 정확도 획득 가능함

< 정사영상 위치정확도 RMSE >

정사영상 위치 정확도 RMSE(m)					
No	Image ID	검사점	Column	Row	Mag
1	K3A_20171021044156_14209_00264692_L1R	40	0.52	0.74	0.91
2	K3A_20171021044156_14209_00284758_L1R	37	1.07	0.84	1.36
3	K3A_20171109042614_14496_00205907_L1R	40	0.70	0.88	1.12
4	K3A_20171109042614_14496_00224307_L1R	44	1.09	1.12	1.56

○ 생성 정사영상과 항공정사영상을 육안으로 비교하기 위해 아래와 같이 바둑판으로 배열하였다 (흑백: 생성정사영상 / RGB: 항공정사영상)
두 정사영상의 경계가 거의 일치하는 것을 육안으로 확인 가능하였다



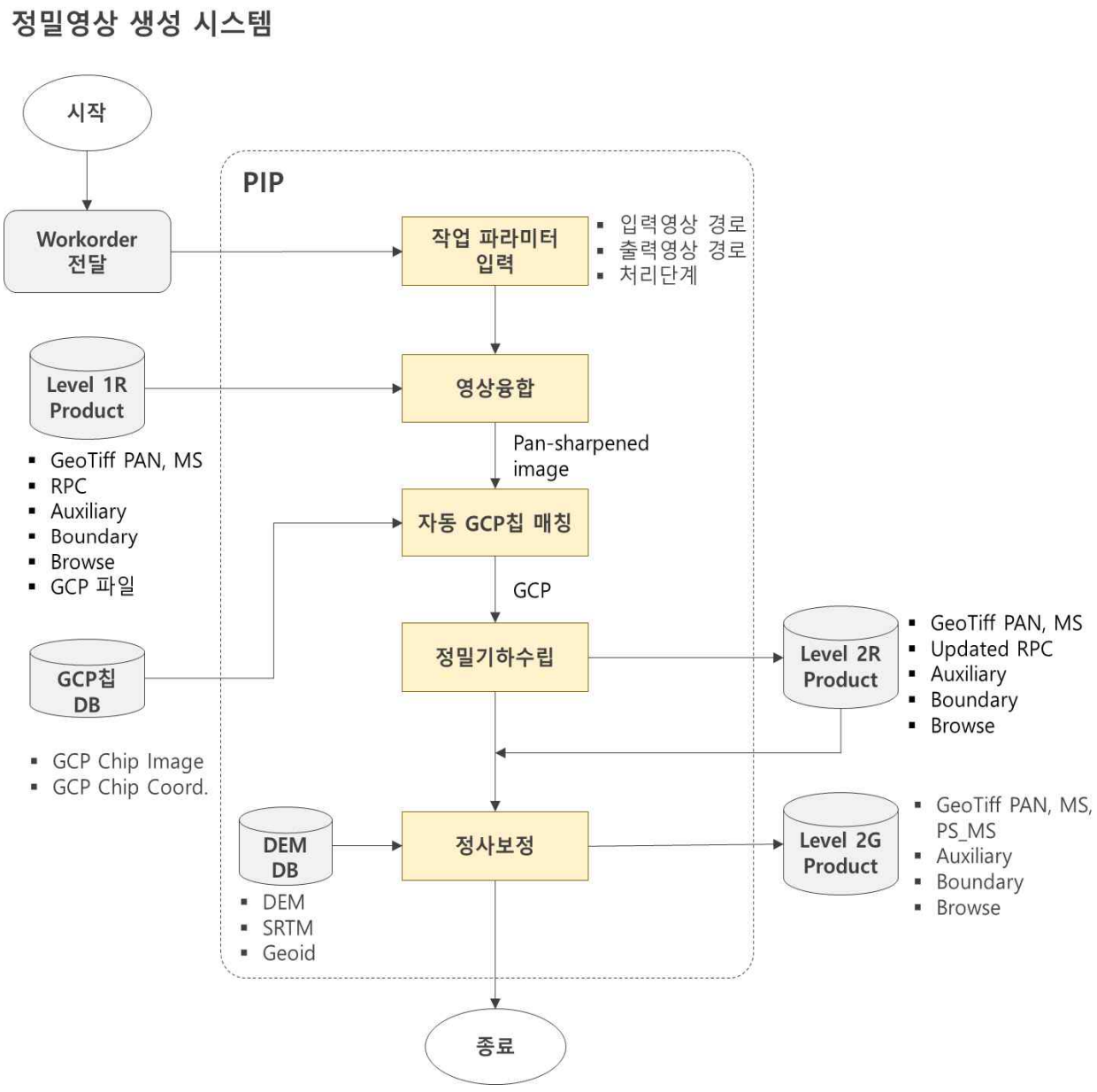
< 정사영상 위치정확도 RMSE >

②. 정밀영상 제작 시스템과 수집 시스템 연계

○ 정밀영상 제작 시스템의 각 단계에서 필요한 자료 획득 및 생성 자료의 저장을 위해 유기적으로 수집 시스템과 연동

○ 수집 시스템의 작업지시서(Work order)를 통해 정밀영상 제작 시스템 작업 시작

○ 작업 지시서의 영상 생성레벨에 따라 정밀영상 제작 시스템의 산출물 자동 설정



<정밀영상 제작 시스템과 수집 시스템 연계 Work Flow>

○ 작업 지시서 정의

- 입력 영상 경로, 출력물 산출 경로, 영상생성 레벨, GCP 매칭 모드 등을 설정

<작업지시서 정의>

<table>
<tr><th>파라미터</th><th colspan="2">내용</th><th>입력 방식</th></tr>
<tr><td>WorkOrder ID</td><td colspan="2">Workorder ID</td><td>PPM_WO_20191222_0001</td></tr>
<tr><td>Input_Path</td><td colspan="2">L1R Product 폴더 전체경로</td><td>C:\L1R\C1_20180214082012</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Processing_Level</td><td colspan="2">영상 생성레벨</td><td rowspan="4">L2G</td></tr>
<tr><td>값</td><td>내용</td></tr>
<tr><td>L2R</td><td>L2R 결과물</td></tr>
<tr><td>L2G</td><td>L2G 결과물</td></tr>
<tr><td></td><td>All</td><td>L2R, L2G 결과물
(Default 값)</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="4">Matching_Mode</td><td colspan="2">GCP Matching 수동보정여부</td><td rowspan="4">Auto</td></tr>
<tr><td>값</td><td>내용</td></tr>
<tr><td>Auto</td><td>수동보정 X
(Default 값)</td></tr>
<tr><td>SemiAuto</td><td>모델 정확도에 따라 수동 보정 수행</td></tr>
<tr><td></td><td>Manual</td><td>항상 수동보정</td><td></td></tr>
<tr><td>Output_Path</td><td colspan="2">생성된 정밀영상 Product의 경로
(Workorder 파일명)</td><td>C:\Product\</td></tr>
<tr><td colspan="4">예시) PPM_WO_20191222_0001.txt
WorkorderID(/t)PPM_WO_20191222_0001
Input_Path(/t)C:\L1R\C1_20180214082012
Processing_Level(/t)L2G
Output_path(/t)C:\Product\
*(/t): tap</td></tr>
</table>

○ 처리과정 산출물 정의

- 정밀영상 생성 서브시스템에서 처리 단계 확인을 위한 처리과정 산출물 정의
- 정밀영상 생성 SW에서 각 처리과정별 진행상황을 출력하고, 정밀영상 생성 서브시스템에서 입력받아 사용자에게 현재 처리과정을 알림

<처리과정 산출물 정의>

<table>
<tr><th>파일</th><th>형식</th><th>명명규칙</th><th colspan="2">내용</th></tr>
<tr><td>Log</td><td>Text
(.txt)</td><td>[WorkorderID]_Log.txt</td><td colspan="2">로그 파일</td></tr>
<tr><td rowspan="9">Status</td><td rowspan="9">Text
(.txt)</td><td rowspan="9">[WorkorderID]_Status.txt</td><td colspan="2">진행상태를 나타내는 파일</td></tr>
<tr><td>값</td><td>내용</td></tr>
<tr><td>Pansharpening</td><td>영상융합 수행</td></tr>
<tr><td>ChipSearch</td><td>GCP 칩 검색</td></tr>
<tr><td>GCPMatch</td><td>GCP정합 수행</td></tr>
<tr><td>GCPCheck</td><td>GCP정합 결과 검사요청</td></tr>
<tr><td>L2RProcessing</td><td>L2R 처리수행</td></tr>
<tr><td>L2GProcessing</td><td>L2G 처리수행</td></tr>
<tr><td>Completed</td><td>생성완료</td></tr>
</table>

○ 정밀영상 제작 시스템에서 산출하는 Product 정의하고 각 Product 별 사전정의에 따라 수집시스템으로 산출물 전달

< L2R Product 목록 >

파일	형식	명명규칙	내용	비고
Image	GeoTiff (.tif)	[Standard Format] _L2RP_[Band].tif	L1R과 동일한 각 band(R, G, B, N, P) 위성영상	공간해상도 - PAN: 0.5m - B/G/R/N: 2.0m 예정 사이즈 - PAN: 24000*24000 - B/G/R/N: 6000*6000 복사해상도 - 16bit
Pan-sharpened Image	GeoTiff (.tif)	[Standard Format] _L2G_[Band]_PS.tif	융합영상으로 생성된 1-band(R, G, B, N) L1R 위성영상	공간해상도 - B/G/R/N : 0.5m 예정 사이즈 - 34000*34000 복사해상도 - 16bit
RPC	Text (.txt)	[Standard Format] _L2RP_P_rpc.txt [Standard Format] _L2RP_M_rpc.txt	정밀기하보정을 통해 갱신된 RPC 파일 P: Pan, M: Multi-spectral	
Browse Image	JPEG (.jpg)	[Standard Format] _L2RP_br.jpg	1024 사이즈로 다운샘플링된영상	
World file for Browse	Text (.jgw)	[Standard Format] _L2RP_br.jgw	Browse Image의 공간정보가 저장된 파일	
Thumbnail Image	JPEG (.jpg)	[Standard Format] _L2RP_th.jpg	128 사이즈로 다운샘플링된 영상	
Auxiliary File	XML (.xml)	[Standard Format] _L2RP_Aux.xml	위성영상의 메타데이터	
Boundary shape file	Shape (.shp)	[Standard Format] _L2RP.shp	위성영상의 경계를 나타내는 shape 파일	
	Attribute (.dbf)	[Standard Format] _L2RP.dbf		
	Shape index (.shx)	[Standard Format] _L2RP.shx		
Result Report file	Text (.txt)	[Standard Format] _L2RP_Report.txt	L2R 생성 결과 보고서	

< L2G Product 목록 >

파일	형식	명명규칙	내용	비고
Image	GeoTiff (.tif)	[Standard Format] _L2G_[Band].tif	1-band(R, G, B, N, P) 정사영상	공간해상도 - PAN: 0.5m - B/G/R/N: 2.0m 예정 사이즈 - PAN: 34000*34000 - B/G/R/N: 8500*8500 복사해상도 - 16bit
Pan-sharpened Image	GeoTiff (.tif)	[Standard Format] _L2G_[Band]_PS.tif	융합영상으로 생성된 1-band(R, G, B, N) 정사영상	공간해상도 - B/G/R/N : 0.5m 예정 사이즈 - 34000*34000 복사해상도 - 16bit
Browse Image	JPEG (.jpg)	[Standard Format] _L2G_br.jpg	1024 사이즈로 다운샘플링된 영상	
World file for Browse	Text (.jgw)	[Standard Format] _L2G_br.jgw	Browse Image의 공간정보가 저장된 파일	
Thumbnail Image	JPEG (.jpg)	[Standard Format] _L2G_th.jpg	128 사이즈로 다운샘플링된 영상	
Auxiliary File	XML (.xml)	[Standard Format] _L2G_Aux.xml	정사영상의 메타데이터	
Boundary shape file	Shape (.shp)	[Standard Format] _L2G.shp	정사영상의 경계를 나타내는 shape 파일	
	Attribute (.dbf)	[Standard Format] _L2G.dbf		
	Shape index (.shx)	[Standard Format] _L2G.shx		
Result Report file	Text (.txt)	[Standard Format] _L2G_Report.txt	L2G 생성 결과 보고서	

(다). 정밀정사영상 생성 점검을 위한 시범운용

①. 국토위성센터와 유사한 환경의 테스트베드(Testbed)를 구축하여 시범운용

○ 인하대학교에 ICT(Inha CAS500 Testbed)를 구축하여 국토위성센터와 유사한 환경의 테스트베드를 구축함

○ ICT를 활용하여 남북한 전역에 대한 KOMPSAT-3, 3A 위성영상을 이용한 시험운용

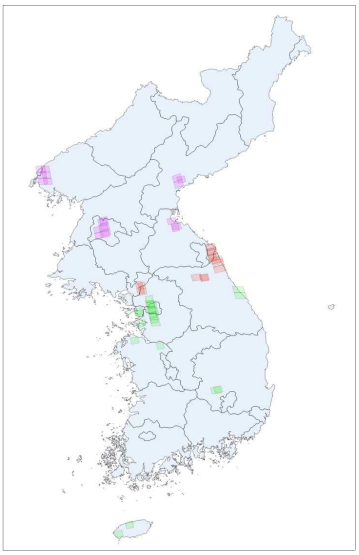
(라). 자동 기하·정사보정 기술 고도화

①. 제작된 정사영상의 위치정확도 검증

○ 남한·북한·접경지역 57장의 KOMPSAT-3A 위성영상을 이용하여 정사영상을 제작함

< 위성영상의 분포 및 수량 >

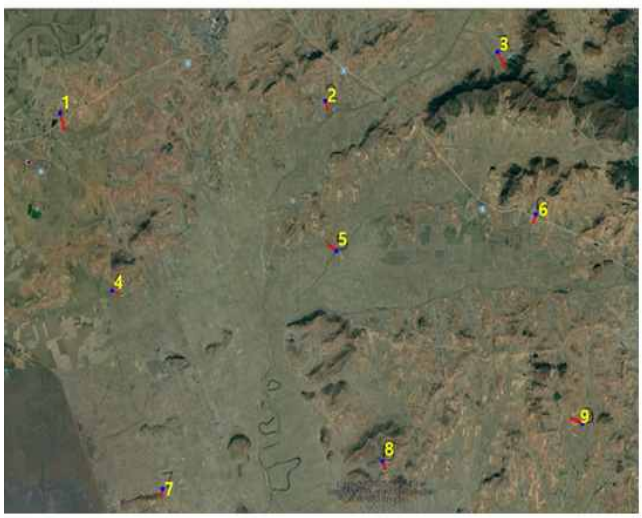
국가	지역	수량	검증 영상
남한	서울	6장	항공 정사영상
	경기	6장	
	인천	2장	
	경북	2장	
	충남	2장	
	제주	2장	
북한	원산	3장	CIB
	신의주	6장	
	평양	8장	
	함흥	3장	
접경	개성	4장	항공정사영상 / CIB
	강원도	13장	



○ 국토지리정보원의 항공정사영상, 국방지형정보단의 CIB 영상을 이용하여 생성된 정사영상의 위치정확도를 측정함

○ KOMPSAT-3A 정사영상과 검증영상의 동일점을 추출하여 그 위치정확도를 측정함

<정사영상 위치정확도 측정 방법>



위성영상에서 추출한 대응점들
(K3A_20190223045415_21614_00045566_L1R)



< KOMPSAT-3A 정사영상 생성 결과>

지역	영상명	Initial Err(pixel)[1]			Model Err(pixel)[2]			Check Err(m)[3]		
		dx	dyerr		dx	dyerr		dx	dy	err
서울	K3A_20160108043214_04356_00053497_L1R	5.74	2.38	6.21	1.27	1.30	1.82	1.06	0.59	1.21
	K3A_20160108043214_04356_00070179_L1R	7.02	8.20	10.79	1.24	1.30	1.79	0.94	1.11	1.46
	K3A_20170215043047_10461_00067260_L1R	105.81	35.62	111.65	1.70	1.46	2.24	1.53	0.85	1.75
	K3A_20170215043047_10461_00088145_L1R	27.81	15.62	31.90	1.51	1.07	1.85	1.65	1.31	2.11
	K3A_20170223044142_10582_00038309_L1R	190.67	12.32	191.07	2.18	0.93	2.37	3.71	2.02	4.22
	K3A_20170223044142_10582_00056713_L1R	207.04	3.92	207.08	2.30	1.13	2.56	3.21	1.18	3.42
경기	K3A_20170215043047_10461_00025493_L1R	217.38	44.02	221.79	1.80	0.98	2.05	6.65	0.92	6.71
	K3A_20170215043047_10461_00046379_L1R	196.21	54.42	203.62	1.49	1.13	1.87	1.98	0.80	2.14
	K3A_20170223044142_10582_00004060_L1R	373.03	45.77	375.83	1.87	1.04	2.14	4.79	3.70	6.10
	K3A_20170223044142_10582_00019908_L1R	52.67	39.82	66.03	1.70	0.94	1.94	6.41	2.39	6.84
	K3A_20170223044142_10582_00075117_L1R	150.74	7.58	150.93	1.27	1.03	1.63	0.46	0.39	0.60
	K3A_20180127044122_15690_00003639_L1R	3.59	5.52	6.58	1.26	0.87	1.53	0.49	1.12	1.23
인천	K3A_20180119043153_15569_00040927_L1R	1.88	14.05	19.06	0.99	1.71	1.98	0.57	0.68	0.89
	K3A_20180127044122_15690_00040490_L1R	5.68	4.48	7.24	0.79	1.13	1.38	0.31	0.51	0.60
경북	K3A_20181024041433_19770_00282177_L1R	5.10	4.13	6.56	0.95	1.19	1.53	1.71	0.74	1.87
	K3A_20181101042512_19891_00003612_L1R	5.37	9.72	11.10	0.94	1.33	1.63	0.77	1.48	1.67
충남	K3A_20160512043853_06245_00439931_L1R	2.97	2.51	3.89	1.06	1.50	1.84	0.72	0.65	0.96
	K3A_20190129043331_21236_00555909_L1R	1.56	0.98	1.85	0.75	0.78	1.08	0.57	0.71	0.91
제주	K3A_20170303045122_10703_00054714_L1R	1.81	5.16	5.46	0.59	0.99	1.15	0.87	0.99	1.32
	K3A_20170418044049_11398_00068647_L1R	3.55	2.50	4.34	1.42	1.12	1.81	0.74	0.69	1.01
원산	K3A_20180419041747_16929_00166159_L1R	7.28	2.53	7.70	1.50	1.33	2.00	1.49	1.40	2.05
	K3A_20180524042756_17458_00003613_L1R	11.43	10.00	15.19	1.37	1.51	2.04	1.46	0.72	1.63
	K3A_20181102041548_19906_00147222_L1R	6.32	6.65	9.17	1.57	1.12	1.93	2.16	0.63	2.25
신의주	K3A_20190128044603_21221_00099535_L1R	13.09	10.77	16.95	0.67	0.91	1.13	1.15	1.02	1.54
	K3A_20190128044603_21221_00118755_L1R	12.40	15.92	20.18	0.81	1.03	1.31	1.11	2.01	2.29
	K3A_20190128044603_21221_00137976_L1R	10.90	19.41	22.26	0.73	0.98	1.22	1.25	1.50	1.95
	K3A_20190223045415_21614_00045566_L1R	19.74	18.26	26.89	0.91	0.61	1.10	1.65	0.96	1.91
	K3A_20190223045415_21614_00066626_L1R	9.74	16.78	19.40	0.84	0.80	1.17	1.05	0.91	1.39
	K3A_20190223045415_21614_00087689_L1R	4.12	9.67	10.51	0.83	0.73	1.11	2.29	1.46	2.71
평양	K3A_20181214044724_20541_00003613_L1R	10.00	32.24	33.76	2.03	1.55	2.55	2.57	1.22	2.85
	K3A_20181214044724_20541_00024394_L1R	4.47	6.59	7.96	2.17	1.47	2.62	2.67	1.31	2.98
	K3A_20181214044724_20541_00045355_L1R	9.47	10.78	14.34	1.88	1.56	2.44	1.33	1.82	2.26
	K3A_20190120043558_21100_00038516_L1R	6.89	17.61	18.91	1.84	7.98	8.19	1.42	2.62	2.98
	K3A_20190120043558_21100_00056047_L1R	3.75	5.58	6.72	1.46	1.79	2.31	1.19	2.21	2.51
	K3A_20190120043558_21100_00073576_L1R	5.41	3.15	6.26	1.64	1.73	2.38	1.79	1.65	2.43
	K3A_20190216043344_21508_00003619_L1R	5.75	27.83	28.42	1.45	1.75	2.27	1.38	1.28	1.88
	K3A_20190216043344_21508_00026818_L1R	1.36	1.62	2.12	1.28	1.53	1.99	1.25	1.06	1.64
함흥	K3A_20180206043122_15841_00058388_L1R	3.92	2.09	4.44	1.47	1.94	2.44	1.46	0.99	1.76
	K3A_20180216041924_15992_00022452_L1R	9.31	7.44	11.92	1.39	1.24	1.87	0.79	0.86	1.17
	K3A_20180216041924_15992_00041424_L1R	3.64	4.73	5.97	1.29	1.09	1.69	1.03	0.81	1.31
개성	K3A_20151229044555_04205_00003616_L1R	6.67	2.14	7.01	1.37	1.12	1.77	2.25	2.36	3.26
	K3A_20151229044555_04205_00026580_L1R	8.18	2.30	8.50	1.46	1.16	1.86	0.56	0.75	0.94
	K3A_20180925043549_19332_00050448_L1R	158.13	25.23	160.13	1.65	1.16	2.02	13.42	5.03	14.33
	K3A_20180925043549_19332_00073961_L1R	184.37	41.87	189.07	1.35	0.82	1.58	3.89	1.02	4.03
강원도	K3A_20161117043025_09101_00003608_L1R	35.14	52.84	63.46	1.03	1.03	1.45	5.34	4.09	6.73
	K3A_20170429042019_11564_00004060_L1R	20.66	14.05	24.98	1.30	1.10	1.70	1.22	1.32	1.80
	K3A_20191129042608_25830_00021108_L1R	175.80	3.17	175.83	0.50	1.41	1.50	3.05	1.95	3.62
	K3A_20191016041348_25165_00318042_L1R	6.00	7.80	9.84	1.14	1.15	1.62	1.13	1.27	1.70
	K3A_20191016041348_25165_00333772_L1R	6.79	7.81	10.35	1.21	1.34	1.81	1.45	1.01	1.77
	K3A_20200114041538_26525_00042482_L1R	22.34	4.77	22.84	1.43	0.85	1.67	2.80	2.80	3.96
	K3A_20200114041538_26525_00062005_L1R	18.23	3.06	18.48	1.37	1.28	1.88	1.39	0.41	1.45
	K3A_20200305043450_27296_00003643_L1R	167.41	110.56	200.63	1.51	1.56	2.18	1.84	9.82	9.99
	K3A_20200305043450_27296_00022484_L1R	45.63	62.89	77.70	1.11	0.93	1.45	5.92	5.62	8.16
	K3A_20200411041913_27855_00062655_L1R	21.33	18.28	28.09	1.10	1.49	1.85	1.40	1.07	1.76
	K3A_20200508041443_28263_00041150_L1R	6.59	1.47	6.75	1.10	1.07	1.54	2.09	5.30	5.70
	K3A_20200508041443_28263_00060002_L1R	8.86	4.69	10.03	1.47	1.23	1.92	3.05	2.67	4.05
	K3A_20200508041443_28263_00069491_L1R	5.70	6.29	8.49	1.32	1.51	2.00	3.86	2.95	4.86

○ 기하보정 후 대부분의 위성영상이 2pixel 미만의 오차를 갖음

○ 서울·경기 지역에서의 Check Err가 큰 위성영상은 촬영시 위성의 고속기동으로 인해 오차가 발생함

○ 강원도와 같이 위성영상 촬영지역이 산악지역일 경우 정사영상의 위치정확도가 낮음. 산악지형 GCP칩 매칭 알고리즘의 개선 필요

1) Initial Err: 위성영상의 초기 센서모델링 오차를 나타냄
2) Model Err: GCP를 이용한 기하보정 후 측정한 센서모델 오차를 나타냄
3) Check Err: 검증영상 대비 정사영상의 위치정확도를 나타냄

(8). 2-1세부: 국토위성용 DEM DB 구축

(가). 국토위성용 DEM DB와 정사보정 SW간 연계

①. 정사영상 제작을 위한 DEM 자료 구축

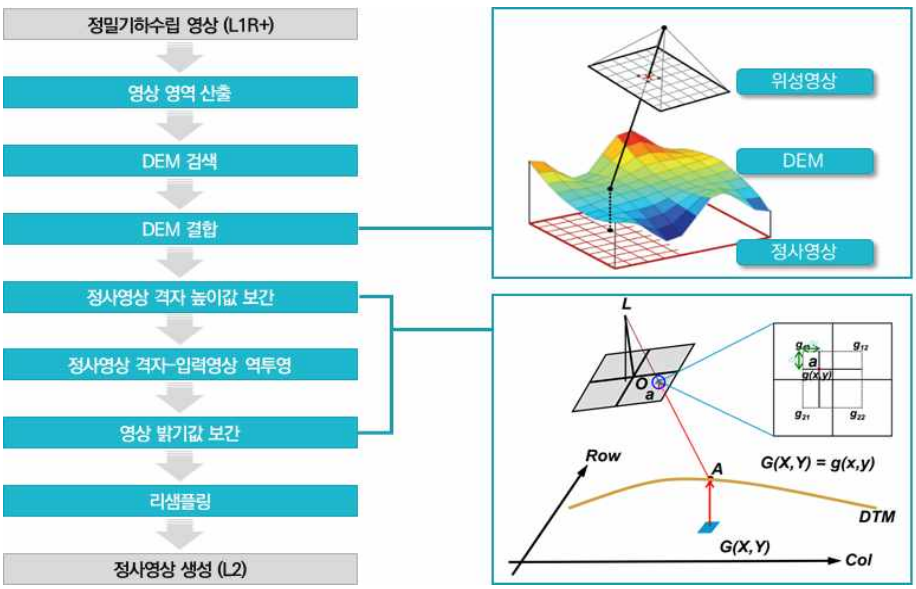
< 구축한 DEM 자료 현황 >

자료 종류	지리원 DEM[4]		Arctic DEM[5]	REMA DEM[6]	SRTM[7]
타원체	WGS_1984	GRS80	WGS_1984	WGS_1984	WGS_1984
투영법	Transverse_ Mercator	Transverse_ Mercator	Polar_Stereog raphic	Polar_Stereog raphic	-
위도 원점	38	38	70	-71	-
경도 원점	127	127	-45	0	-
False Easting	200000	200000	0	0	-
False Northing	600000	600000	0	0	-
image size X	134974	68697	74000	5500	3601
Image size Y	132972	111519	75000	4500	3601
GSD X	5	10	100	1000	0.000278
GSD Y	-5	-10	-100	-1000	-0.00028
Unit	meters	meters	degree	degree	degree
UpperLeft X	-3021.48	-54468.3	-4000000	-2700000	124~131
UpperLeft Y	659460	1173149	4100000	2300000	34~44
LowerRight X	671848.5	632501.7	3400000	2800000	125~132
LowerRight Y	-5399.96	57959.13	-3400000	-2200000	33~43

②. 정사보정 SW와 DEM DB 간 연계 운용 구축

○ 정사 보정 SW에서 입력 영상의 영역을 산출하여 산출한 영역에 따라 구축한 DEM 자료를 선별하여 결합

○ 결합한 DEM을 이용하여 정사 영상 격자의 높이 값을 보간



< 정사보정 알고리즘 상 DEM 자료 연계 운용 >

4) 지리원 DEM: 한반도에 대해 가장 고해상도의 DEM 자료 (남한 5m GSD / 북한 10m GSD)
5) Artic DEM: 북극 DEM
6) REMA DEM: 남극 DEM
7) SRTM: 한반도 지리원 DEM 미구축 지역 사용 및 추가 보조 자료(한반도 내 SRTM 36 장 자료 구축)

(9). 2-2세부: 국토위성용 GCP DB 구축

(가). 한반도 GCP 칩 구축 수량 계산

①. 영상 당 GCP 목표 GCP 수량 및 매칭 성공률 목표치 설정

○ 국토위성과 유사한 사항을 갖는 KOMPSAT-3(0.7m)와 KOMPSAT-3A(0.5m)의 기하정확도 연구결과를 바탕으로 예상 영상 당 GCP 수량을 도출

○ 2018년 국토위성정보의 수집·활용시스템 기본설계 및 활용 기초기술 개발 보고서의 국토위성용 GCP 요구 수량(안)을 토대로 GCP 목표 수량을 15점 이상으로 설정

○ GCP칩 구축 목표 수량을 고려하였을 때, 앞서 설정한 영상 당 목표 GCP 수량을 만족하기 위해서 50% 이상의 매칭 성공률을 목표로 설정

②. 한반도 GCP 칩 구축에 필요한 GCP 수량 계산

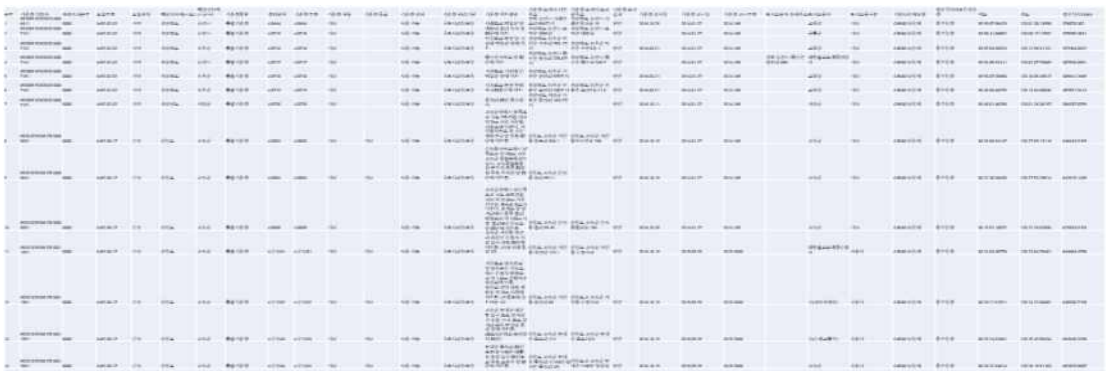
구분	면적(㎢)	GCP칩 구축 목표
남한	100,210	20,000 점
접경	5,708	1,500 점
북한	120,540	25,000 점

(나). 남한/접경 지역 GCP DB 구축

①. 남한/접경 GCP DB 설계

○ 기구축된 GCP에 포함된 정보 및 사양 분석

- 국토지리정보원의 통합기준점, 삼각점 등 정보 및 사양 분석하여 설계에 반영



< 국토지리정보원 통합기준점 메타데이터 >

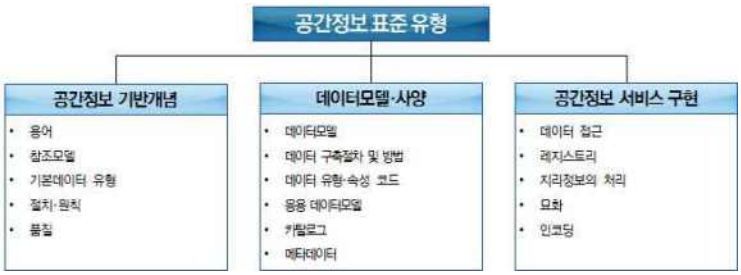
○ 국제표준 등을 감안한 국토관측위성 전용 GCP 사양(안) 제시

- 영상기준점(GCP) 설계를 위해서는 국제표준 국가표준 기관표준 등 표준을 따라 설계

순번	식별자 (ID)	점의 명칭	기준점 종류	소재지	좌표계	영상 좌표	지상 좌표	피라미드 레벨	GCP 칩 크기
1	******	******	******	******	******	******	******	******	******
2	******	******	******	******	******	******	******	******	******
3	******	******	******	******	******	******	******	******	******
4	******	******	******	******	******	******	******	******	******
5	******	******	******	******	******	******	******	******	******

<국토관측위성 영상기준점(GCP) DB 메타데이터(안)>

○ 국토관측위성 표준영상 정밀 기하수립을 위한 영상기준점(GCP) DB 설계



GCP ID	좌표계	영상좌표_X	영상좌표_Y	지상좌표_경도	지상좌표_위도	위경도_기준타원체	지상좌표_UTM-K_X	지상좌표_UTM-K_Y	UTM-K 기준타원체	타원체고(m)	지오이드고(m)	표고(m)	정확도_X
0000001	UTM-K	513	513	126.9271057 2	35.7185608 3	GRS80	948183.28 8	1747069.68 9	GRS80	32.876	24.496	8.380	0.224
0000002	UTM-K	513	513			(작업필요)				42.472	24.108	18.364	
0000003	UTM-K	513	513									62.577	
0000004	UTM-K	513	513									35.621	

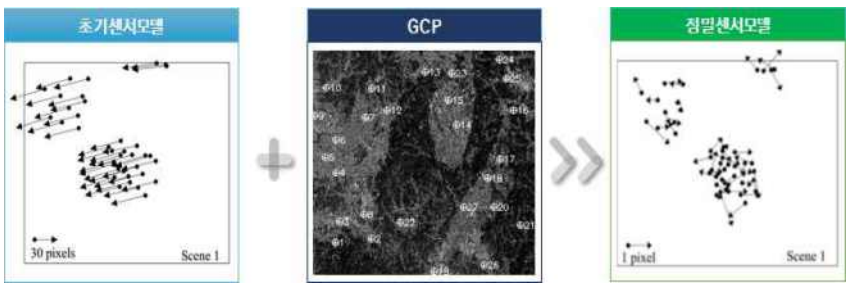
정확도_Y	밴드	공간해상도	GCP칩_크기_X	GCP칩_크기_Y	GCP칩 파일명	측량점명	Type	설치일	최종조사일	참시영상_촬영년도	참시영상_종류
0.612	RGB	25CM	1027	1027	Chip_948183.288_1747069.689_8.380.tif	U768	UCP(통합기준점)	2000-08-21	2017-09-12	2016	항공사진
	RGB	25CM	1027	1027		U769	TP(삼각점)				KOMPSAT-3
	RGB	25CM	1027	1027		357051015	ICP(영상기준점)				SPOT
	RGB	25CM	1027	1027		357051016					

< 국토관측위성 영상기준점(GCP) DB 설계 >

○ 일관된 위치정확도 확보에 기반한 GCP DB 구축방안 연구

- 일관된 위치정확도 확보를 위해 기 기구축된 삼각점 통합기준점 등을 사용하고 지리원 사업을 위해 사용된 GCP측량점은 검증된 점들만 사용

○ 기존 시스템 및 타기관 보유 DB를 이용한 자동화된 GCP DB 구축방안 연구



< GCP를 이용한 정사영상 제작 >

○ 구축 예상물량 산정 및 지역별 특성 분석

- 국토지리정보원에서 설치 관리 하고 있는 삼각점 및 통합기준점 성과를 비롯하 여 전국 정사영상제작 사업, 항공사진촬영 및 항공삼각측량 사업, 국토기본정보수정 사업 수행시 발생된 산출물(GCP측량점)을 수집하여 DB구축

○ 수집자료 별 수행 일정 및 수량

- 수집된 자료들중 배치 및 검증을 통하여 남한지역 20,000점 접경지역 1,500점 총 21,500점의 영상기준점(GCP) Chip 제작

- 삼각점(전국)

명 칭	예상수량	인수시기	작업시기	비 고
삼각점	16,000점	2018.10.12	2018	산악지 분포

- 통합기준점(전국)

명 칭	예상수량	인수시기	작업시기	비 고
통합기준점	4,200점	2018.10.12	2018	약 3km 간격

- 정사영상제작 사업

명 칭	예상수량	인수시기	작업시기	비 고
GCP측량점	9,500점	2018년 준공후	2019	50,000도엽 당 50점 분포

- 항공사진촬영 및 항공삼각측량 사업

명 칭	예상수량	인수시기	작업시기	비 고
GCP측량점	9,500점	2018년 준공후	2019	50,000도엽 당 50점 분포

- 18 국토기본정보 수정사업

명 칭	예상수량	인수시기	작업시기	비 고
GCP측량점	8,550점	2018년 준공후	2019	50,000도엽 당 45점 분포

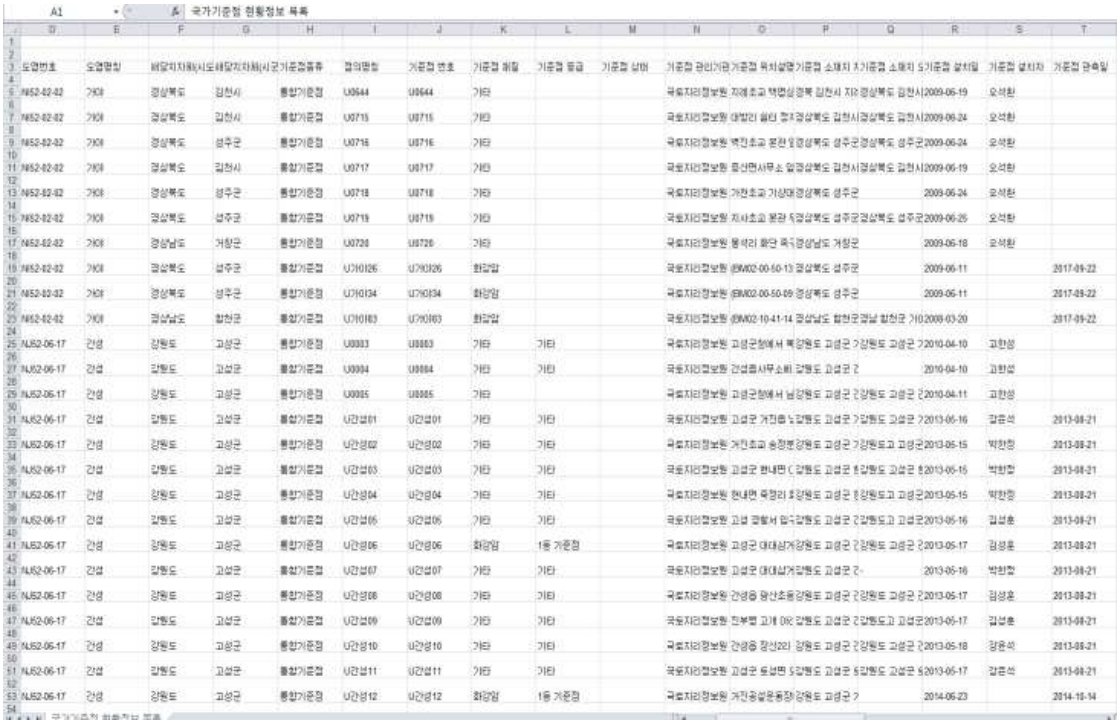
②. 국토관측위성 표준영상 기하수립을 위한 영상기준점(GCP) DB 시범구축



< 시범구축된 영상기준점(GCP) Chip 데이터 >

③. 남한/접경 지역 GCP 칩 제작

○ 측량 기준점, 기준점 측량 성과표 준비



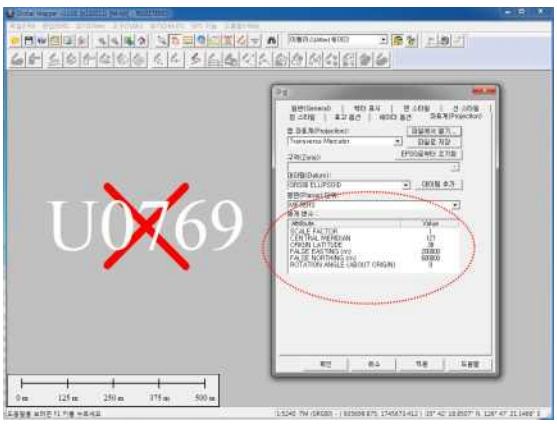
< 국가기준점 현황정보 목록 >

기준점 측량 성과표

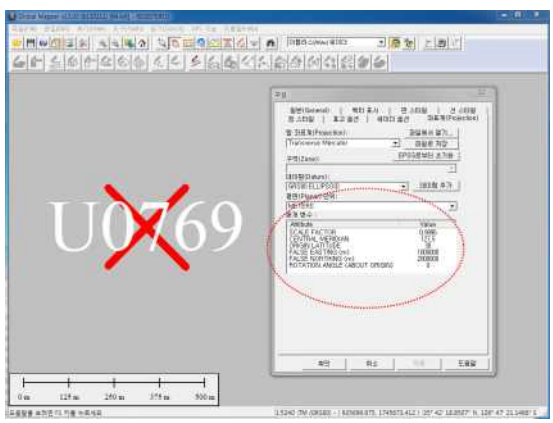
원본파일 파일명	원본 영상 파일 경로	기준점 명	영상좌표		지상좌표			좌표계	Daturm	비고
			Column	Row	X(m)	Y(m)	Height(m)			
UDJ001	Image₩₩Aerial₩20171011₩	UJE16	324.5	1023.1	3284xx.xxx	41616xx.xxx	5x.xxx	UTM zone 52N	WGS84	남강고등학교 정문 과속방지턱
UDJ001	Image₩₩Aerial₩20171011₩	UJE28	1001.5	2872.3	3286xx.xxx	41617xx.xxx	1x.xxx	UTM zone 52N	WGS84	남부경찰서 주차장
UDJ001	Image₩₩Aerial₩20171011₩	UJE34	3113.4	500.2	3285xx.xxx	41618xx.xxx	4x.xxx	UTM zone 52N	WGS84	난곡사거리 신대방역 방향 횡당보도
UDJ002	Image₩₩Aerial₩20171011₩	UJE17	2456.4	117.3	3292xx.xxx	41580xx.xxx	3x.xxx	UTM zone 52N	WGS84	남강고등학교 도서관
UDJ003	Image₩₩Aerial₩20171011₩	UJE57	3027.2	2003.0	32712xx.xxx	41582xx.xxx	4x.xxx	UTM zone 52N	WGS84	도매시장 주차장 과속방지턱

< 기준점 측량 성과표 >

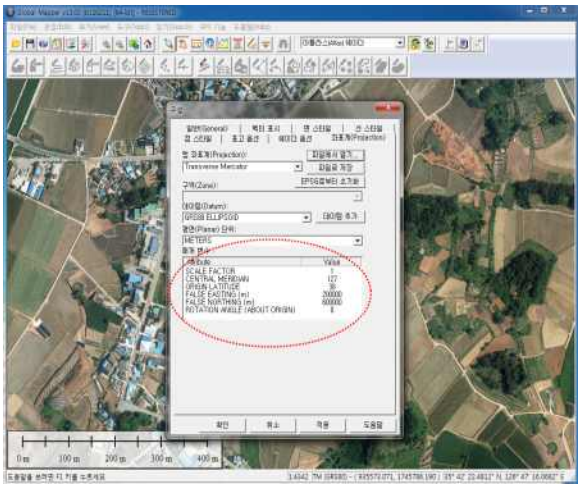
○ 측량 기준점 및 정사영상 성과 (UTM-K 좌표변환)



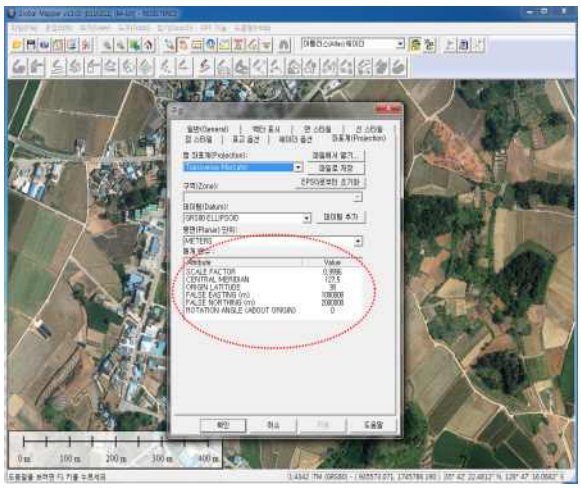
< 기존 좌표 값의 측량 기준점 >



< UTM-K 좌표로 변환한 측량기준점 >



< 기존 좌표 값의 정사영상 >



< UTM-K 좌표로 변환한 정사영상 >

○ CAD를 이용한 컷팅 할 바운다리 제작



< CAD를 이용한 컷팅 바운다리 제작 >

○ 영상CHIP 컷팅



< 영상CHIP 컷팅 >

○ 수집된 자료들중 배치 및 검증을 통하여 남한지역 20,000점 접경지역 1,500점 총 21,500 점의 영상기준점(GCP) Chip 제작

지역	제작 시기	수량
남한	2018. 11	3,000점
	2018. 12	7,000점
	2019	10,000점
접경	2019	1,500점

④. 남한 시범지역 자동매칭 실험 결과

○ 제작된 GCP Chip 자료들 중 인하대학교 보유 영상영역에 해당하는 일부 GCP Chip에 대한 자동매칭 실험을 진행

구분	수량(개)
정합 실패	3
오정합	18
정합 성공	**22(51%)**
총합	43

(다). 북한/극 지역 GCP DB 구축

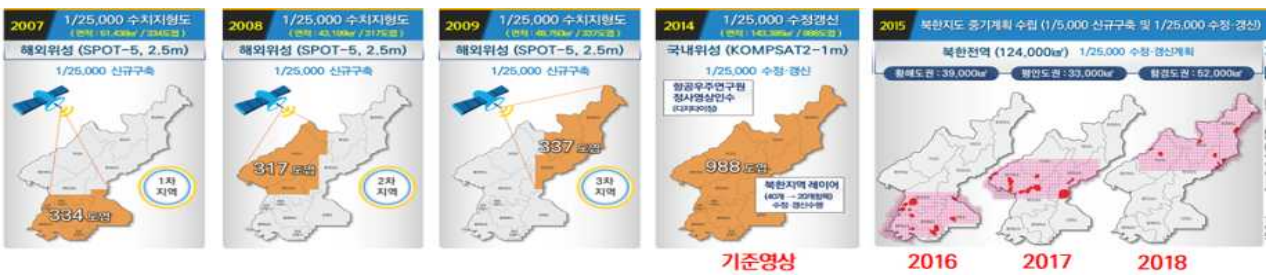
①. 북한 및 극지역 기초자료 조사(국토지리정보원 보유자료 현황조사)

○ 2007년 - 2009년 북한 전역에 대해 2.5m 급 정사영상 제작(SPOT-5, 공간해상도 2.5m)

○ 2014년도 북한전역에 대한 접근불능사업 중 1/25,000 수치지형도 제작사업에 1.0m 급 정사영상(항우연 KOMPSAT-2) 활용

○ 2016년부터 북한 지역별로 KOMPSAT-2(1.0m), KOMPSAT-3(0.7m), KOMPSAT-3A(0.55m) 위성영상을 활용한 1/5,000 수치지형도 제작

○ 2016년부터 북한을 3등분하여 1/25,000 수치지형도 제작사업에 1.0m 급 정사영상(항우연 KOMPSAT-2) 활용



<년도별 정사영성자료 확보지역>



< 국토지리정보원 북한지역 및 극지역 관련 사업 현황 >

○ 1차년도 활용자료

- 2014년 - 2017년에 걸친 북한지역 접근불능사업의 결과보고서, 정사영상, DEM, 기준점 자료 사용

< 1차년도 인수자료(국토지리정보원) >

년도	사업명	인수자료	비고
2014	통일 준비를 위한 북한지도 공동활용 기반 구축	용역결과보고서, 정사영상, DEM	
2015	접근불능지역 1/5,000 공간정보 시범 구축	학술 및 용역 결과보고서, 정사영상, DEM, GCP	
2016	2016년 접근불능지역 공간정보 구축	용역결과보고서, 정사영상, DEM, GCP	
2017	2017년 접근불능지역 공간정보 구축	용역결과보고서, 정사영상, DEM, GCP	
2018	2018년 접근불능지역 공간정보 구축	용역결과보고서, 정사영상, DEM, GCP	준공이후 인수예정

○ 2차년도 활용자료

- 2007년 - 2009년 접근불능지역 사업 자료 인수 후 활용
- 2009년 - 2012년 남극지역 측량 및 지도제작 사업 자료 인수 후 3차년도에 활용
- 2015년 - 2018년 북극지역 공간정보 구축사업 자료 인수 후 3차년도에 활용

< 2차년도 인수자료(국토지리정보원) >

년도	사업명	인수자료	비고
2009	2009 남극지역 측량 및 지도제작	용역결과보고서, 정사영상, 수치표고모델, 기준점 측량성과	
2010	2010 남극지역 측량 및 지도제작	용역결과보고서, 정사영상, 수치표고모델, 기준점 측량성과	
2011	2011 남극지역 측량 및 지도제작	용역결과보고서, 기준점 측량성과	
2012	2012 남극지역 측량 및 지도제작	용역결과보고서, 수치표고모델, 기준점 측량성과	
2014	2014 북극지역 측량 및 지도제작	용역결과보고서, 정사영상, 수치지도, 수치표고모델, 기준점 측량성과	
2015	2015 북극지역 공간정보 구축사업	용역결과보고서, 정사영상, 수치표고모델	
2016	2016 북극지역 공간정보 구축사업	용역결과보고서, 정사영상, 수치표고모델, 기준점 측량성과	
2017	2017년 북극지역 공간정보 구축사업	용역결과보고서, 정사영상, 수치표고모델	
2018	2018년 북극지역 공간정보 구축사업	용역결과보고서, 정사영상, 수치표고모델	
2019	2019년 극지역 공간정보 구축사업	용역결과보고서, 정사영상, 수치표고모델, 수치지도 성과	

○ 3차년도 활용자료

- 2019년 극지역 공간정보 구축사업 자료 인수 후 활용 (남극 장보고 기지 주변)
- 북한지역(CIB 영상) 및 극(남극, 북극)지역 기준점 자료에 대한 GCP 칩 제작

< 3차년도 인수자료(국토지리정보원) >

년도	사업명	인수자료	비고
2019	2019년 극지역 공간정보 구축사업	용역결과보고서, 정사영상, 수치표고모델, 수치지도 성과	

② 샘플데이터 제작 및 DB구축 방안 설정

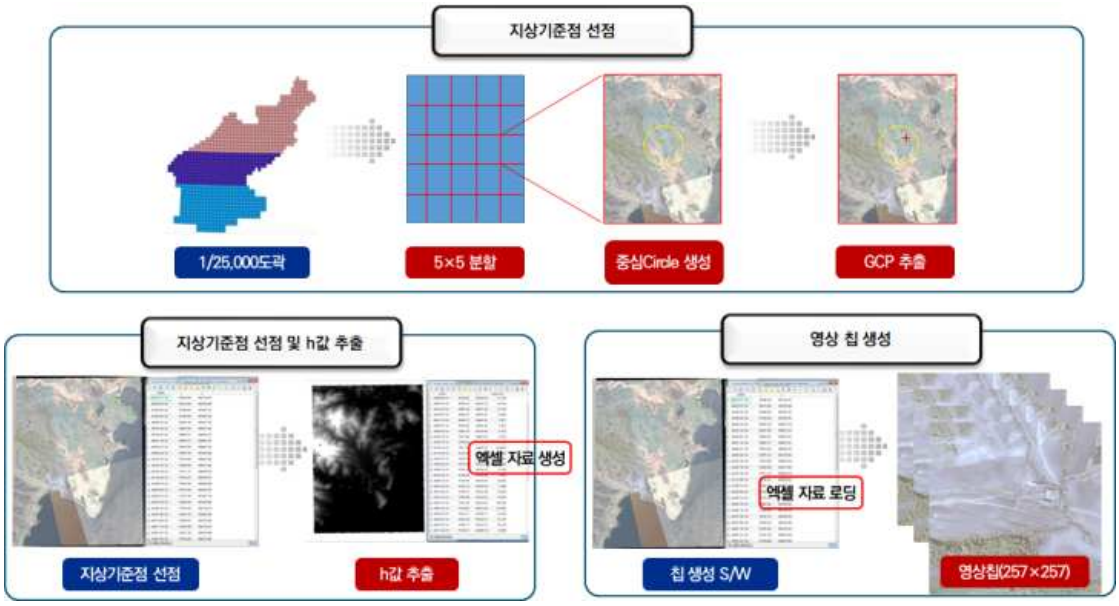
○ 테스트지역 선정 후 샘플데이터 제작 및 프로세스 방안 설정

- 북한지역의 2015년 수치지도 제작 지역 중 위성영상을 이용한 신규 제작지역에 대하여 샘플지역으로 선정
- 영상칩 제작의 기준영상은 국토지리정보원에서 보유하고 있는 한국항공우주연구원에서 제작한 2014년 정사영상 사용(KOMPSAT-2, 공간해상도 1m)

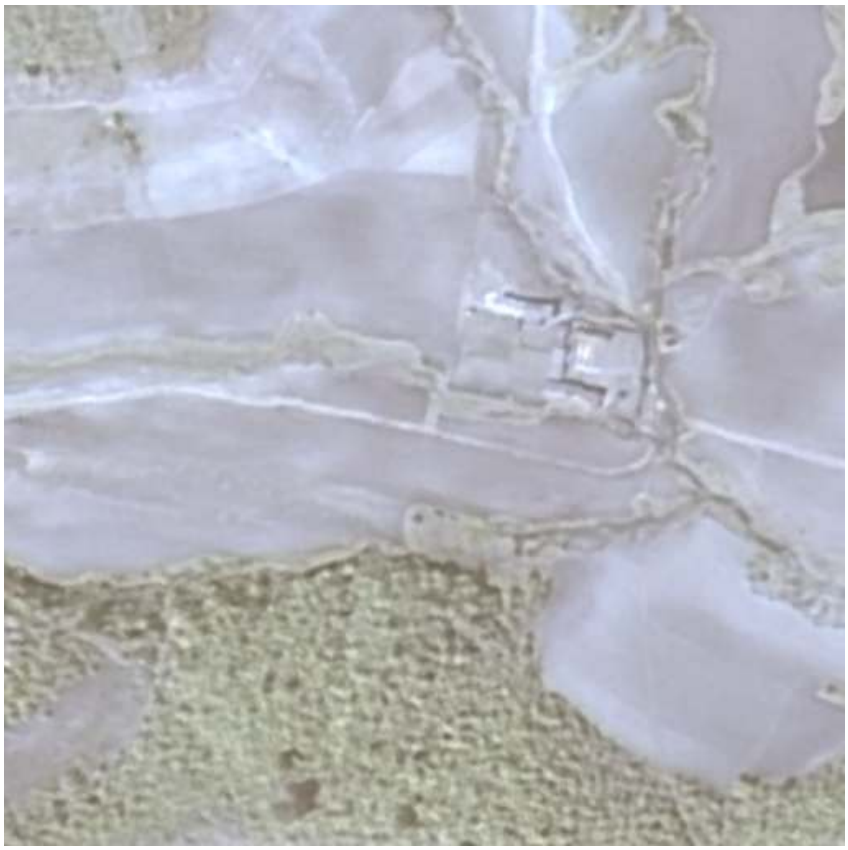


<영상칩 DB구축>

- 1/25,000 도곽을 5×5등분하여 중앙에 GCP점 선점
- x. y 좌표값 취득
- 선점된 지상기준점과 DEM 데이터를 이용하여 높이값 추출
- x, y, z 좌표값 취득
- 선점된 GCP 데이터를 이용하여 257×257픽셀로 영상칩 제작(1m 영상 사용 시)
- 영상칩셋 DB구축(영상좌표, 타원체고, 원시영상 종류 등)



< 영상칩 생성 세부 >

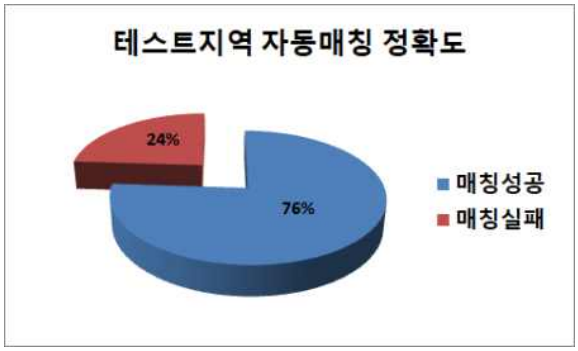


< 북한지역 GCP 칩(테스트 지역) >

속성 항목	내용
GCP ID	· 개별 GCP 데이터를 유일하게 식별하기 위한 코드
좌표계	· 영상 칩 제작을 위한 기준영상 좌표계(UTM-K)
영상좌표	· GCP의 영상좌표(1m 기준 128×128)
지상좌표(경위도)	· GCP의 지상 경위도 좌표
기준타원체(경위도)	· 경위도 좌표인 GCP의 사용 타원체
지상좌표(UTM-K)	· GCP의 지상 UTM-K 좌표
기준타원체(UTM-K)	· UTM-K 좌표인 GCP의 사용 타원체
타원체고	· GCP의 타원체고
지오이드고	· GCP의 지오이드고
표고	· GCP의 정표고
정확도	· 지상좌표의 위치 정확도
밴드	· GCP칩 영상의 분광밴드의 구성
공간해상도	· GCP칩을 구성하는 영상조각의 공간해상도
GCP 칩 크기	· 영상 칩 제작 크기(1m 기준 257×257)
파일명	· 개별 GCP 영상 칩 파일명칭
측량점	· GCP로 활용된 측량기준점 명칭
TYPE	· GCP로 활용된 측량기준점 타입(통합기준점, 삼각점 등)
설치일	· 조서상의 기준점 설치일자
최종조사일	· 조서상의 기준점 조사일자
원시영상 촬영년도	· 영상 칩 원시영상의 촬영시기
원시영상 종류	· 영상 칩 원시영상의 종류(항공사진, 위성영상_KOMPSAT 등)

< DB속성 항목 >

○ 테스트지역 80개의 GCP 칩 생성 후 자동매칭 결과 76% 매칭정확도 확보



< 테스트지역 자동매칭 정확도 >

③. 영상 칩 생성

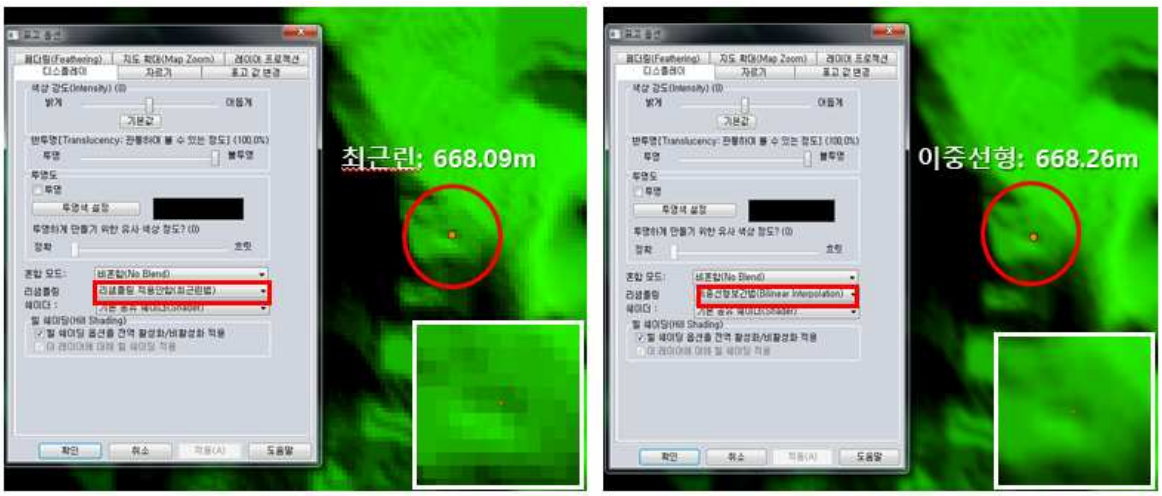
○ 정사영상 DEM 등 기초데이터의 좌표변환

○ 지상 기준점 선점 및 좌표 추출

○ DEM 리샘플링(보간법 통일) 및 표고값 추출을 통한 257*257 크기의 영상 칩 제작



<영상 칩 제작 흐름>



<보간법에 따른 높이값의 차이>

④. GCP DB 정의 및 제작

○ 북한/극 지역 GCP DB 정의

- 국토지리정보원 보유 기초자료와 국제표준, 국가표준, 기관표준 등의 표준에 따라 정의
- 샘플데이터 제작 결과 및 설정된 GCP DB 구축 방안에 따라 정의
- 남한/접경지역과 동일한 GCP DB 속성 정의

GCP ID	좌표계	영상좌표_X	영상좌표_Y	지상좌표_경도	지상좌표_위도	위경도_기준타원체	x_text	y_text	UTMK_기준타원체	타원체고(m)	지오이드고(m)	표고(m)	정확도_X	정확도_Y	밴드	공간해상도	GCP칩_크기_X	GCP칩_크기_Y	GCP칩 파일명
1	UTM-K	128	128	129.89782264	43.00848658	GRS80	1195419.728	2558732.281	GRS80	167.91	24.090	143.819			RGB	1m	257	257	Chip_1195419.728_2558732.281_143.819.tif
2	UTM-K	128	128	129.91015918	43.01335067	GRS80	1196409.674	2559301.257	GRS80	164.50	24.104	140.399			RGB	1m	257	257	Chip_1196409.674_2559301.257_140.399.tif
3	UTM-K	128	128	129.93383613	43.01153110	GRS80	1198328.807	2559154.387	GRS80	125.13	24.131	101.000			RGB	1m	257	257	Chip_1198328.807_2559154.387_101.000.tif
4	UTM-K	128	128	129.96399279	43.00818903	GRS80	1200813.719	2558855.404	GRS80	277.88	24.165	253.718			RGB	1m	257	257	Chip_1200813.719_2558855.404_253.718.tif
5	UTM-K	128	128	130.17099407	42.99423206	GRS80	1217734.331	2557821.419	GRS80	116.55	24.388	92.166			RGB	1m	257	257	Chip_1217734.331_2557821.419_92.166.tif
6	UTM-K	128	128	130.13720108	42.98997273	GRS80	1214994.308	2557261.308	GRS80	98.36	24.364	74.000			RGB	1m	257	257	Chip_1214994.308_2557261.308_74.000.tif
7	UTM-K	128	128	130.10989500	42.98478019	GRS80	1212786.029	2556615.086	GRS80	125.16	24.339	100.818			RGB	1m	257	257	Chip_1212786.029_2556615.086_100.818.tif
8	UTM-K	128	128	130.09682795	42.98086408	GRS80	1211734.061	2556147.150	GRS80	126.05	24.329	101.717			RGB	1m	257	257	Chip_1211734.061_2556147.150_101.717.tif
9	UTM-K	128	128	130.06059385	42.98484130	GRS80	1208766.081	2556498.127	GRS80	166.21	24.293	141.921			RGB	1m	257	257	Chip_1208766.081_2556498.127_141.921.tif
10	UTM-K	128	128	130.03765927	42.98518107	GRS80	1206894.989	2556479.100	GRS80	156.68	24.269	132.407			RGB	1m	257	257	Chip_1206894.989_2556479.100_132.407.tif
11	UTM-K	128	128	130.01227810	42.98625519	GRS80	1204822.002	2556536.167	GRS80	116.24	24.241	92.000			RGB	1m	257	257	Chip_1204822.002_2556536.167_92.000.tif
12	UTM-K	128	128	129.98726253	42.98701723	GRS80	1202779.924	2556560.086	GRS80	113.52	24.213	89.308			RGB	1m	257	257	Chip_1202779.924_2556560.086_89.308.tif
13	UTM-K	128	128	129.96686894	42.98969149	GRS80	1201107.838	2556830.244	GRS80	116.19	24.188	92.000			RGB	1m	257	257	Chip_1201107.838_2556830.244_92.000.tif
14	UTM-K	128	128	129.93716082	42.98865506	GRS80	1198689.807	2556622.212	GRS80	124.16	24.157	100.000			RGB	1m	257	257	Chip_1198689.807_2556622.212_100.000.tif
15	UTM-K	128	128	129.91782804	42.98919899	GRS80	1197111.894	2556637.056	GRS80	167.95	24.136	143.809			RGB	1m	257	257	Chip_1197111.894_2556637.056_143.809.tif
16	UTM-K	128	128	129.88116408	42.98979779	GRS80	1194120.878	2556618.149	GRS80	134.22	24.094	110.129			RGB	1m	257	257	Chip_1194120.878_2556618.149_110.129.tif

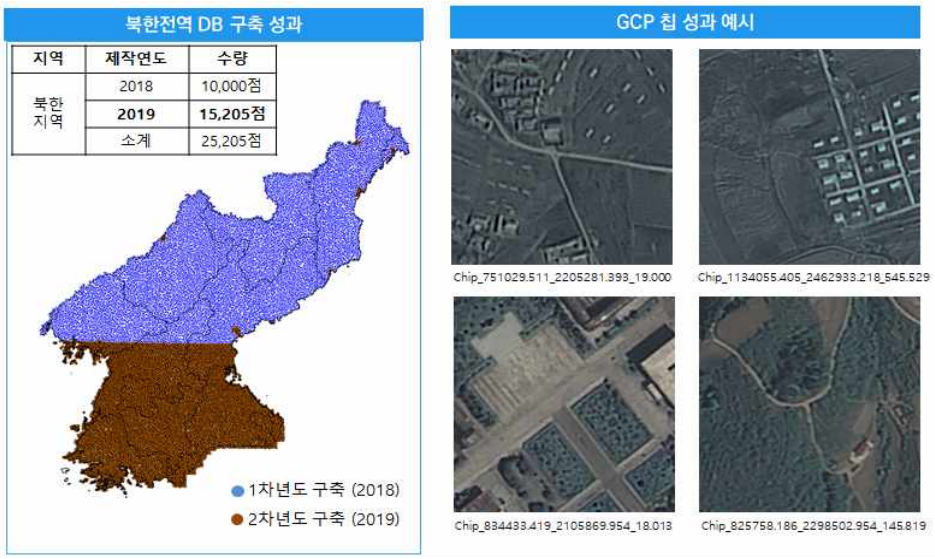
<GCP 칩 DB 구축 테이블>

○ 북한/극 지역 GCP DB 제작

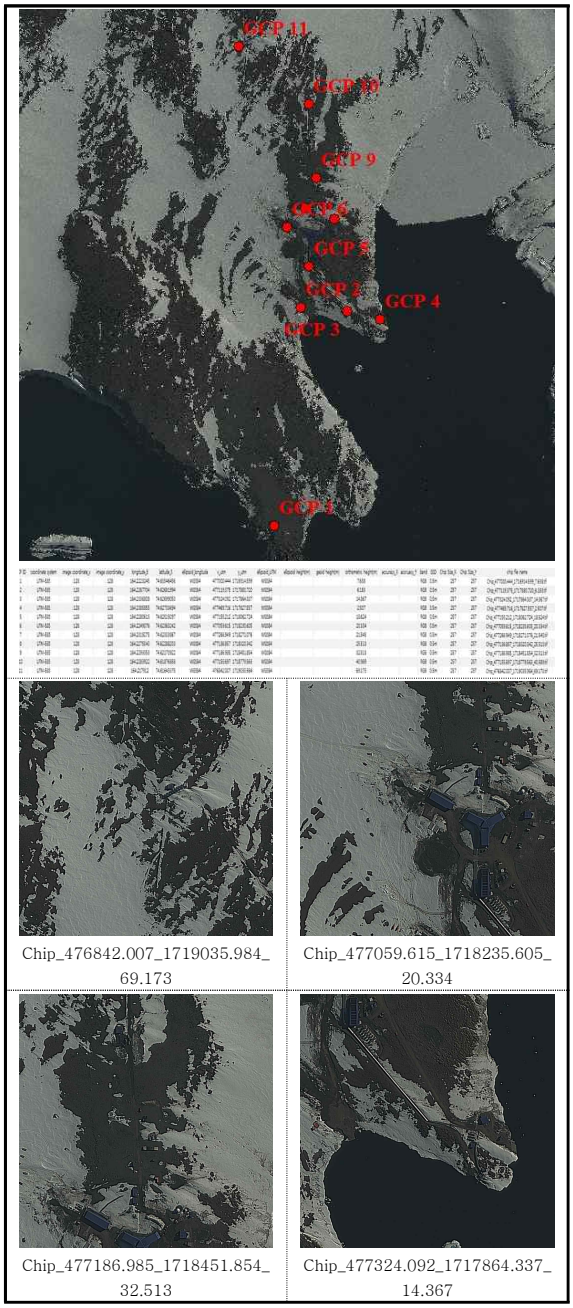
- 1차년도 KOMPSAT-2 영상을 사용하여 10,000점의 GCP 칩 및 DB 제작
- 2차년도 KOMPSAT-2 영상을 사용하여 15,205점의 GCP 칩 및 DB 제작
- 3차년도 CIB 영상을 사용하여 북한지역 GCP 칩 25,205점 영상 모두 교체
- 목표 수량인 25,000점 초과 달성
- 북극지역 7점, 남극지역 23점, 총 30점의 GCP 칩 및 DB 제작

< 북한/극지역 GCP 제작물량 >

<table>
<tr><th>년도</th><th colspan="2">기준영상</th><th>GCP 물량</th><th>비 고</th></tr>
<tr><td>1차년도
(2018년)</td><td colspan="2">북한지역 정사영상(2014년)
(KOMPSAT-2, GSD:1.0m)</td><td>10,000점</td><td></td></tr>
<tr><td>2차년도
(2019년)</td><td colspan="2">북한지역 정사영상(2014년)
(KOMPSAT-2, GSD:1.0m)</td><td>15,205점</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">3차년도
(2020년)</td><td colspan="2">극지역 정사영상</td><td rowspan="3">30점</td><td rowspan="3"></td></tr>
<tr><td>남극(2019년)</td><td>북극(2014년)</td></tr>
<tr><td>(SPOT-6, GSD:1.5m)</td><td>(Pleiades, GSD:0.5m)</td></tr>
</table>



<북한지역의 GCP DB 구축 성과 및 예시>



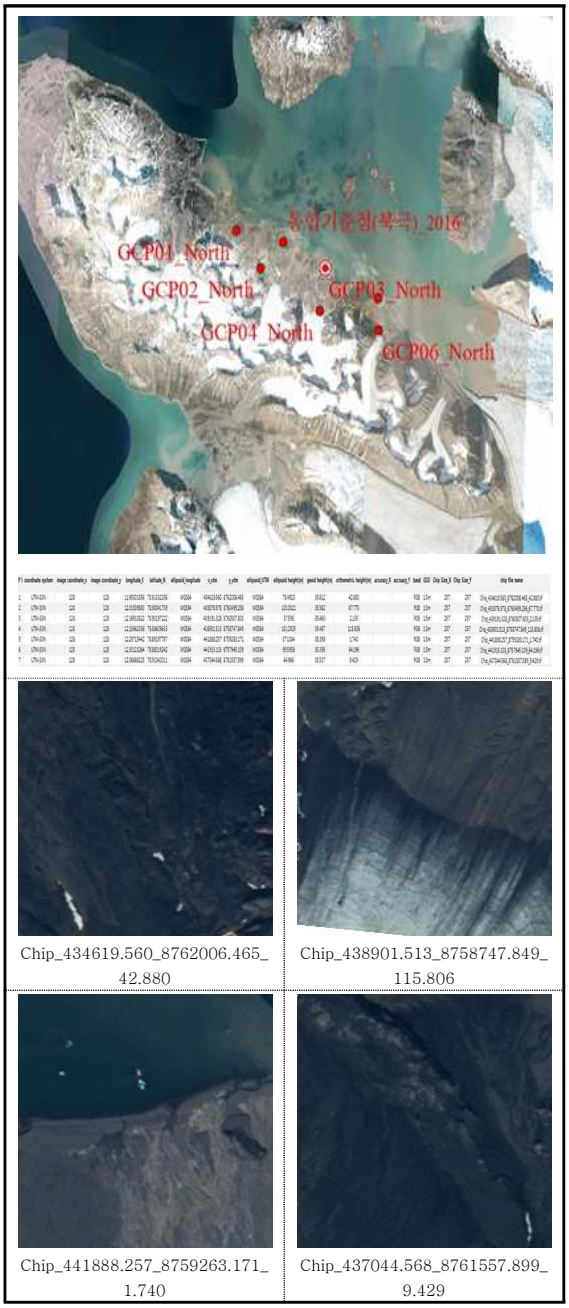
Chip_476842.007_1719035.984_69.173

Chip_477059.615_1718235.605_20.334

Chip_477186.985_1718451.854_32.513

Chip_477324.092_1717864.337_14.367

남극 지역



Chip_434619.560_8762006.465_42.880

Chip_438901.513_8758747.849_115.806

Chip_441888.257_8759263.171_1.740

Chip_437044.568_8761557.899_9.429

북극 지역

<극지역의 GCP DB 구축 성과 및 예시>

(라). 기준점 DB 검증 및 활용성 검증

①. GCP 분포밀도 및 사양 개선 연구

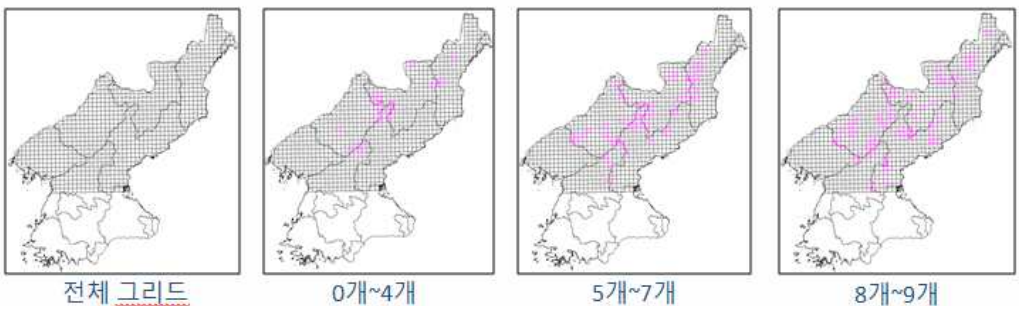
○ 정사영상 정확도 향상을 위한 GCP 분포밀도 및 사양 개선 연구



<GCP 분포에 따른 정확도 검증>

○ GCP 칩 분포밀도 분석 수행, 저밀도 지역에서 GCP 칩 추가 구축

구분	0개	1개	2개	3개	4개	5개	6개	7개	8개	9개	계
그리드 수	1	1	4	6	11	14	21	21	21	42	142
구축 수량	10 (10*1)	9 (9*1)	32 (8*4)	42 (7*6)	66 (6*11)	70 (6*14)	84 (4*21)	63 (3*21)	42 (2*21)	42 (1*42)	460



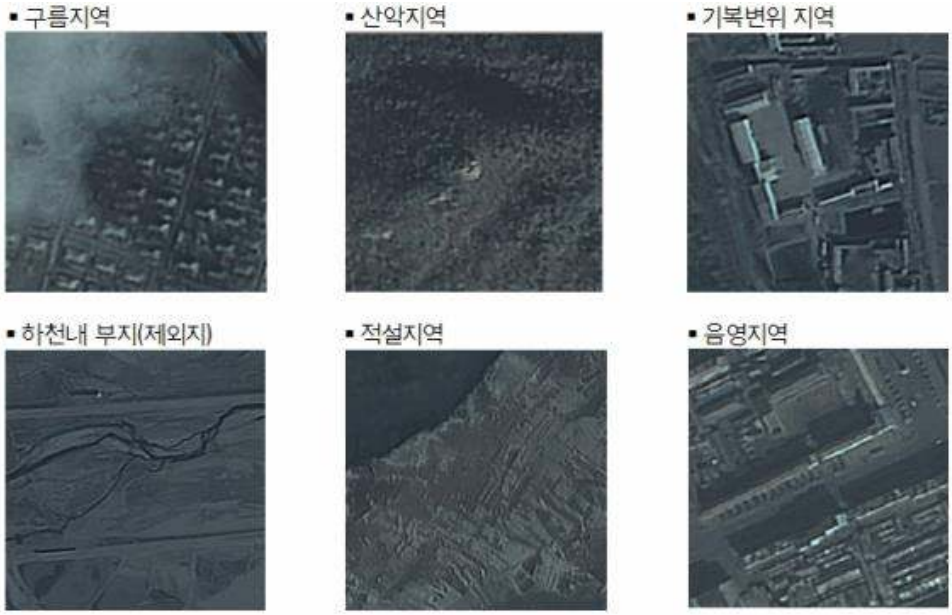
<저밀도 지역 분석>



<북한지역의 CIB 영상으로 GCP 구축>

②. 자동 GCP 매칭 성능 향상을 위한 비매칭 지역 원인 분석

○ 산악, 적설, 구름, 하천, 음영, 기복변위등 GCP 비매칭의 다양한 원인 분석



<비매칭 지역 원인 분석>

③. 북한지역에서 KOMPSAT-2 영상으로 제작한 GCP 칩과 CIB 영상으로 제작한 칩의 매칭 성능 분석

○ 함경북도와 평양에 위치한 KOMPSAT-3A 위성영상 사용하여 GCP 칩 매칭 성능 분석

지역	영상명	GCP 칩 개수
평양	K3A_20181214044724_20541_00003613_L1R	69개
	K3A_20181214044724_20541_00024394_L1R	71개
함경북도	K3A_20190128044603_21221_00099535_L1R	30개
	K3A_20190128044603_21221_00118755_L1R	32개

- 모든 CIB 영상에서 GCP 칩의 매칭 성공률이 기존 GCP 칩보다 매칭 성공률이 증가하였으며, 함경북도에 위치한 GCP 칩의 매칭 성능이 크게 향상됨

영상명	GCP	결과		
		Inlier	Outlier	성공률
K3A_20181214044724_20541_00003613_L1R	KOMPSAT2	41	28	59%
	CIB	43	26	62%
K3A_20181214044724_20541_00024394_L1R	KOMPSAT2	41	30	58%
	CIB	44	27	62%
K3A_20190128044603_21221_00099535_L1R	KOMPSAT2	16	14	53%
	CIB	21	9	70%
K3A_20190128044603_21221_00118755_L1R	KOMPSAT2	15	17	47%
	CIB	23	9	72%

- 북한에 제작된 모든 GCP 칩을 CIB 영상을 이용하여 재구축

(10). 2-2세부: 국토위성용 GCP 관리 SW 개발

(가). 기준점 관리 SW 설계

①. 요구사항 분석 및 정의

○ 타기관 GCP 데이터 및 시스템 현황조사를 바탕으로 기준점(GCP Chip) 관리 SW 설계에 필요한 요구사항 목록을 정리하고 아래 표와 같이 정의하였음

< 기준점 관리 SW 요구사항 목록 >

분류	요구사항 설명
기준점(GCP) 관리	1. GCP 리스트 조회 및 사용자 입력 조건에 맞는 자료 검색 2. GCP 단일 및 다중 업로드, 서식제공 (남한, 북한, 극지방 GCP Chip 메타 데이터관리) 3. 개별 GCP 자료를 출력하는 기능 4. GCP 데이터의 속성항목을 편집할 수 있는 기능 5. GCP DB에 등록되어 있는 GCP 자료를 삭제하는 기능 6. 생성된 GCP의 영상점이 국토위성 영상에서의 판독가능 여부를 검사하는 기능 7. 생성된 GCP 자료의 공간 밀도를 산출하여 특정 지역에 대한 과밀 여부를 검사하는 기능 8. 종목별 업로드 통계, 정보활용 통계
지도서비스	1. 지도화면 확대/축소 및 축척 표시, 화면 이동 2. 도로명, 지번주소 검색 3 .사용자 입력 조건에 맞는 자료검색 4 .GCP Chip 자료 조회 5. 단일 또는 다중 엑셀 다운로드

②. 기준점(GCP Chip)관리 업무 프로세스 분석

○ 요구사항 목록을 바탕으로 기준점 관리 업무를 분석하고 업무기능 분해도를 작성하여 상세 설계를 실시

< 기준점 관리 업무분해도 >

영역	업무 ID	업무명	기능
GCP 메타데이터 관리	GCP-A1	GCP 데이터 목록 조회	조회
	GCP-A2	GCP 데이터 등록	등록
	GCP-A3	GCP 데이터 수정	수정
	GCP-A4	GCP 데이터 조회	조회
	GCP-A5	GCP 데이터 삭제	삭제
GCP 분석 기능	GCP-B1	가시성 분석	조회
	GCP-B2	밀도 분석	조회
	GCP-B3	통계	조회
지도서비스	GCP-C1	지도 확대/축소/축척/이동	조회
	GCP-C3	주소 검색	조회
	GCP-C4	구글맵 배경지도 연계	조회
	GCP-C5	GCP 속성 검색	조회
	GCP-C6	GCP 속성 조회	조회
	GCP-C7	GCP 속성 다운로드	조회

○ 기준점(GCP Chip) DB 테이블 설계

- GCP 칩의 기본속성과 사이즈에 따른 이미지 파일을 관리하기 위하여 파일관리 테이블을 생성하고 GCP Chip 데이터 모델을 바탕으로 ERD와 DB 테이블 명세서를 작성하였음.

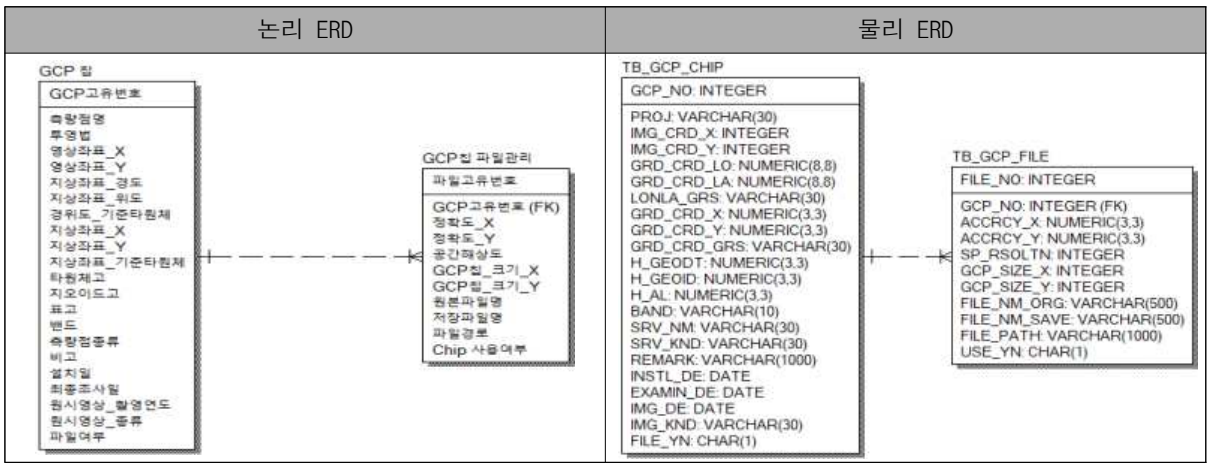
< GCP칩(TB_GCP_CHIP) >

데이터베이스 명	GCP								
테이블 ID	TB_GCP_CHIP		테이블명	GCP 칩					
컬럼ID	컬럼명	타입(길이)	NULL	PK	FK		CODE	DEFAULT	COMMENTS
1	GCP_NO	Serial	NN	○					고유번호
2	PROJ	VARCHAR(30)					○	'UTM-K'	투영법
3	IMG_CRD_X	INTEGER							영상좌표_X
4	IMG_CRD_Y	INTEGER							영상좌표_Y
5	GRD_CRD_LO	NUMERIC(8,8)							지상좌표_경도
6	GRD_CRD_LA	NUMERIC(8,8)							지상좌표_위도
7	LONLA_GRS	VARCHAR(30)					○	'GRS80'	경위도_기준타원체
8	GRD_CRD_X	NUMERIC(3,3)							지상좌표_X
9	GRD_CRD_Y	NUMERIC(3,3)							지상좌표_Y
10	GRD_CRD_GRS	VARCHAR(30)					○	'GRS80'	지상좌표_기준타원체
11	H_GEODT	NUMERIC(3,3)							타원체고(m)
12	H_GEOID	NUMERIC(3,3)							지오이드고(m)
13	H_AL	NUMERIC(3,3)							표고(m)
14	BAND	VARCHAR(10)					○	'RGB'	밴드
15	SRV_NM	VARCHAR(30)	NN						측량점명
16	SRV_KND	VARCHAR(30)					○		측량점종류
17	REMARK	VARCHAR(1000)							비고
18	INSTL_DE	DATE							설치일
19	EXAMIN_DE	DATE							최종조사일
20	IMG_DE	DATE							원시영상_촬영연도
21	IMG_KND	VARCHAR(30)					○		원시영상_종류
22	FILE_YN	CHAR(1)						'N'	파일여부

< GCP칩 파일관리(TB_GCP_FILE) >

데이터베이스 명	GCP								
테이블 ID	TB_GCP_FILE		테이블명	GCP칩 파일관리					
컬럼ID	컬럼명	타입(길이)	NULL	PK	FK		CODE	DEFAULT	COMMENTS
1	FILE_NO	Serial	NN	○					고유번호
2	GCP_NO	Serial	NN		○				GCP칩 고유번호
3	ACCRCY_X	NUMERIC(3,3)							정확도_X
4	ACCRCY_Y	NUMERIC(3,3)							정확도_Y
5	SP_RSOLTN	INTEGER						25	공간해상도(cm)
6	GCP_SIZE_X	INTEGER						1027	GCP칩_크기_X
7	GCP_SIZE_Y	INTEGER						1027	GCP칩_크기_Y
8	FILE_NM_ORG	VARCHAR(500)						chip_[x]_[y]_[z].tif	원본 파일명
9	FILE_NM_SAVE	VARCHAR(500)						file_yyyyMMddHHmmss	저장 파일명
10	FILE_PATH	VARCHAR(1000)							파일경로
11	USE_YN	CHAR(1)					○		Chip 사용여부

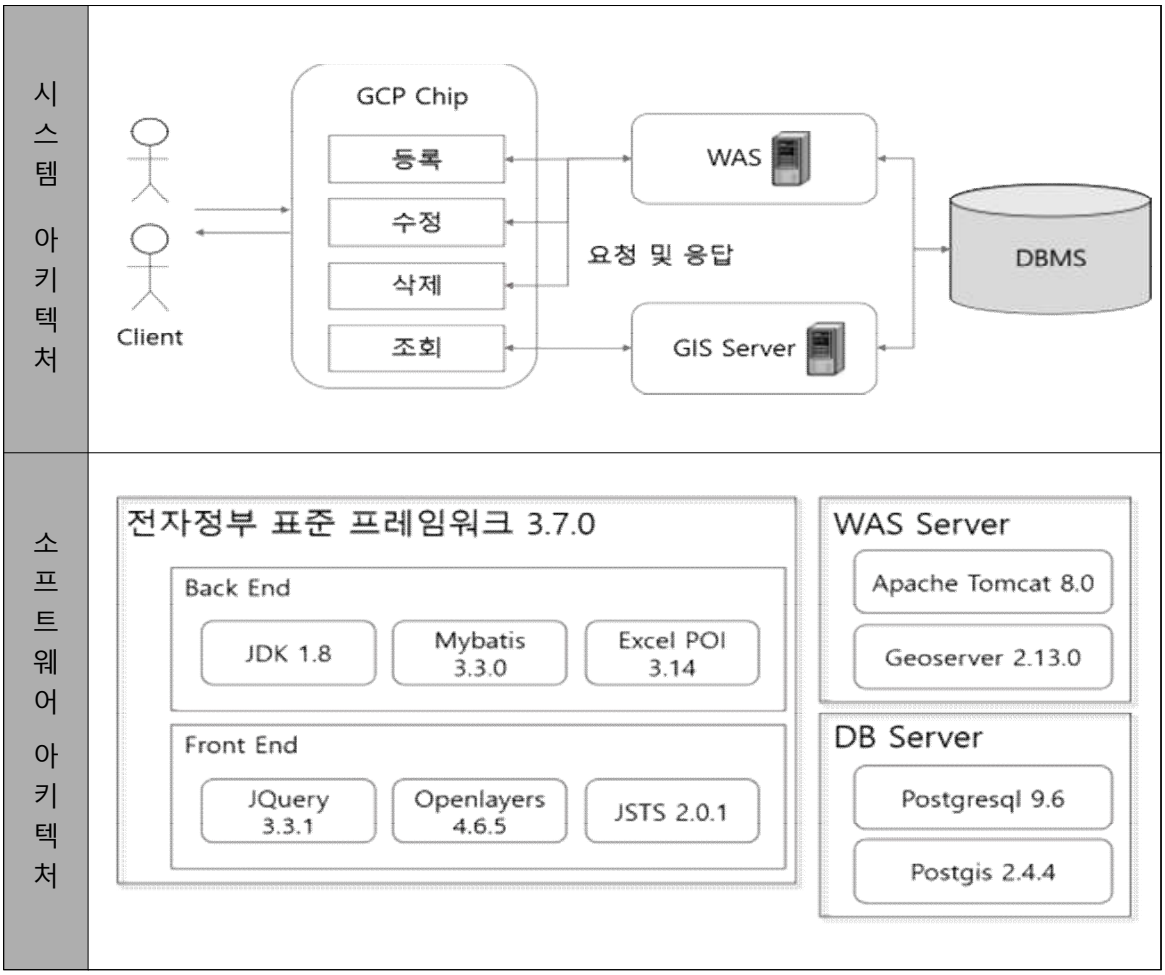
< GCP 관리 시스템 ERD >



③. 시스템 기능 및 사용자 인터페이스 설계

○ 기준점(GCP) 관리 시스템에서 각 컴포넌트가 어떻게 상호작용하는지, 정보가 어떻게 교환되는지를 표현하고 소프트웨어 요소들을 정의하여 시스템의 전체적인 모습을 설계함

< 기준점(GCP) 관리 아키텍처 구성도 >

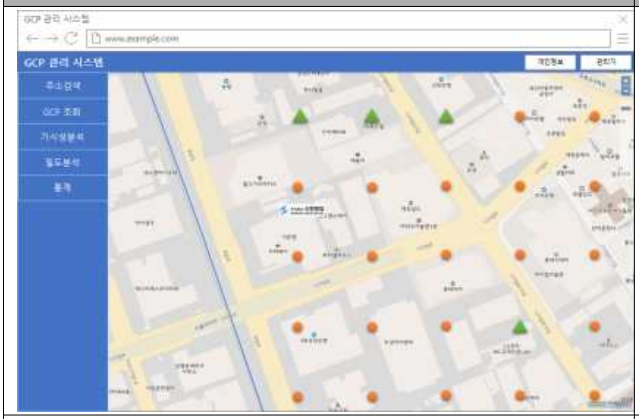
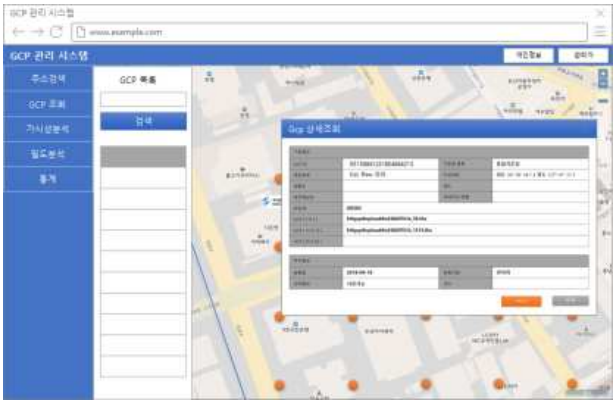


○ 업무프로세스 기반으로 메뉴를 설계하고 타기관 GCP 시스템을 참고하여 사용자 인터페이스를 작성하였음. 필요한 메뉴 또는 기능은 추후에 협의를 통해 결정

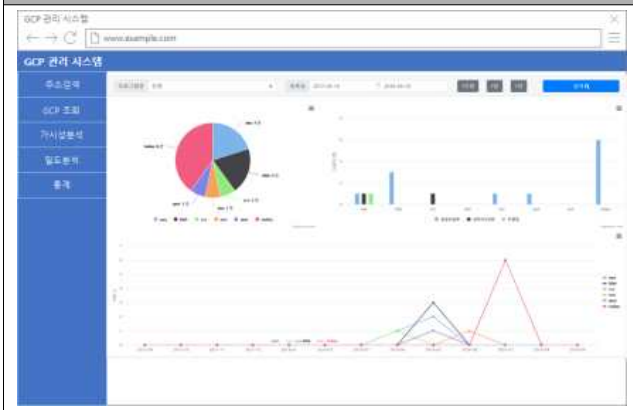
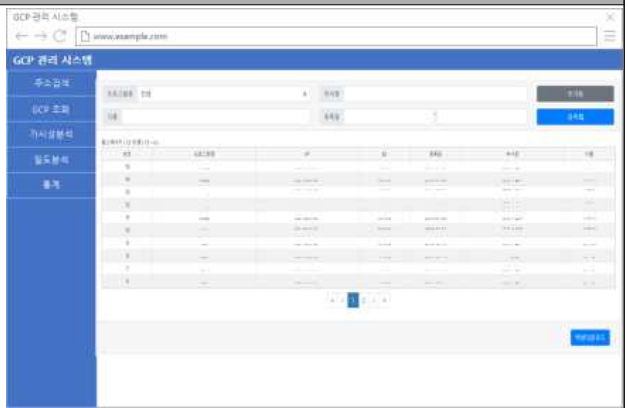
< GCP 관리 시스템 (공통) >

목록 조회 및 검색	상세조회
	
- GCP 등록 버튼 > GCP 단일 등록 - 일괄등록 버튼 > 엑셀파일로 GCP 데이터 일괄등록 - GCP 삭제 버튼 > GCP 데이터 삭제 - 엑셀다운 버튼> 엑셀로 다운로드	- GCP 리스트 목록에서 클릭 시 상세내용을 조회 - 수정버튼 > GCP Chip 데이터 수정 - 목록버튼’ > GCP 목록 조회

< GCP 관리 시스템 (지도서비스) >

가시성분석	조회 및 검색
	
- 판독가능여부를 검사할 수 있도록 지도상에 표출 - 측량점 종류 별로 지도상에 표출	- GCP 목록 조회 및 검색 - 지도상 데이터 클릭 시 속성조회 - GCP 데이터 이미지 파일 다운로드

< GCP 관리 시스템 (통계) >

차트	리스트
	
- GCP 데이터를 이용하여 그래프로 표출	- 리스트로 전체 데이터를 보여주고 엑셀파일로 다운로드

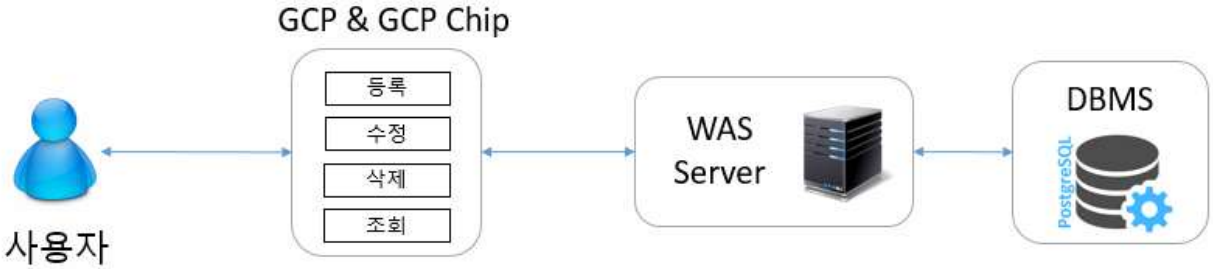
(나). 국토위성용 GCP 관리 SW 개발

①. 요구사항 및 기능 정의 개선

요구사항 ID	대분류	중분류	요구사항명
GCP-01-001	기준점(GCP)관리 시스템	GCP 메타 데이터 관리	GCP 목록조회 및 검색
GCP-01-002			GCP Chip 등록
GCP-01-003			GCP Chip 조회
GCP-01-004			GCP Chip 수정
GCP-01-005			GCP Chip 삭제
GCP-02-001	지도 서비스	지도 컨트롤	확대/축소, 축적, 이동
GCP-02-002		배경지도 연계	바로e맵
GCP-02-003		GCP Chip 속성 조회	GCP 목록조회 및 검색
GCP-02-004			조회
GCP-02-005			다운로드

○ 시스템 아키텍처

<시스템 아키텍처>



○ 소프트웨어 아키텍처

<소프트웨어 아키텍처>



○ 테이블 명세서

- GCP 데이터 테이블 정의

- GCP Chip 데이터 테이블 정의

- GCP 와 Chip을 연결하기 위한 테이블 정의

<TB_CP - 기준점 좌표 Table>

테이블 ID	TB_CP	테이블명	기준점					
컬럼ID	컬럼명	타입(길이)	NULL	PK	FK	CODE	DEFAULT	COMMENTS
1	CP_NO	Serial	NN	○				고유번호
2	PROJ	VARCHAR(30)				○	'UTM-K'	투영법
3	IMG_CRD_X	INTEGER						영상좌표_X
4	IMG_CRD_Y	INTEGER						영상좌표_Y
5	GRD_CRD_LO	NUMERIC(8,8)						지상좌표_경도
6	GRD_CRD_LA	NUMERIC(8,8)						지상좌표_위도
7	LONLA_GRS	VARCHAR(30)				○	'GRS80'	경위도_기준타원체
8	GRD_CRD_X	NUMERIC(3,3)						지상좌표_X
9	GRD_CRD_Y	NUMERIC(3,3)						지상좌표_Y
10	GRD_CRD_GRS	VARCHAR(30)				○	'GRS80'	지상좌표_기준타원체
11	H_GEODT	NUMERIC(3,3)						타원체고(m)
12	H_GEOID	NUMERIC(3,3)						지오이드고(m)
13	H_AL	NUMERIC(3,3)						표고(m)
14	SRV_NM	VARCHAR(30)	NN					측량점명
15	SRV_KND	VARCHAR(30)				○		측량점종류
16	INSTL_DE	DATE						설치일
17	EXAMIN_DE	DATE						최종조사일
19	USE_YN	CHAR(1)	NN			○	'Y'	기준점 사용 여부
20	USE_START_DE	DATE						사용 시작 일시
21	USE_END_DE	DATE						사용 종료 일시
22	REMARK	VARCHAR(1000)						비고

<TB_LINK - 기준점과 GCP Chip연동 테이블>

테이블 ID	TB_LINK	테이블명	GCP 칩 관리					
컬럼ID	컬럼명	타입(길이)	NULL	PK	FK	CODE	DEFAULT	COMMENTS
1	CP_NO	Serial	NN		○			기준점 고유번호
2	CHIP_NO	Serial	NN		○			GCP Chip 고유번호

<TB_GCP_CHIP - GCP Chip Table>

테이블 ID	TB_GCP_CHIP	테이블명	GCP칩					
컬럼ID	컬럼명	타입(길이)	NULL	PK	FK	CODE	DEFAULT	COMMENTS
1	CHIP_NO	Serial	NN	○				고유번호
2	ACCRCY_X	NUMERIC(3,3)						정확도_X
3	ACCRCY_Y	NUMERIC(3,3)						정확도_Y
4	SP_RSOLTN	INTEGER					25	공간해상도(cm)
5	GCP_SIZE_X	INTEGER					1027	GCP칩_크기_X
6	GCP_SIZE_Y	INTEGER					1027	GCP칩_크기_Y
7	FILE_NM_ORG	VARCHAR(500)					chip_[x]_[y]_[z].tif	원본 파일명
8	FILE_NM_SAVE	VARCHAR(500)					file_yyyyMMddHHmmss	저장 파일명
9	FILE_PATH	VARCHAR(1000)						파일경로
10	BAND	VARCHAR(10)				○	'RGB'	밴드
11	IMG_YEAR	DATE						원시영상_촬영연도
12	IMG_MONTH	DATE						원시영상_촬영월
13	IMG_DAY	DATE						원시영상_촬영일
14	IMG_KND	VARCHAR(30)						원시영상_종류
15	USE_YN	CHAR(1)				○	'Y'	Chip 사용여부
16	USE_START_DE	DATE						사용 시작 일시
17	USE_END_DE	DATE						사용 종료 일시

○ GCP 메타 데이터

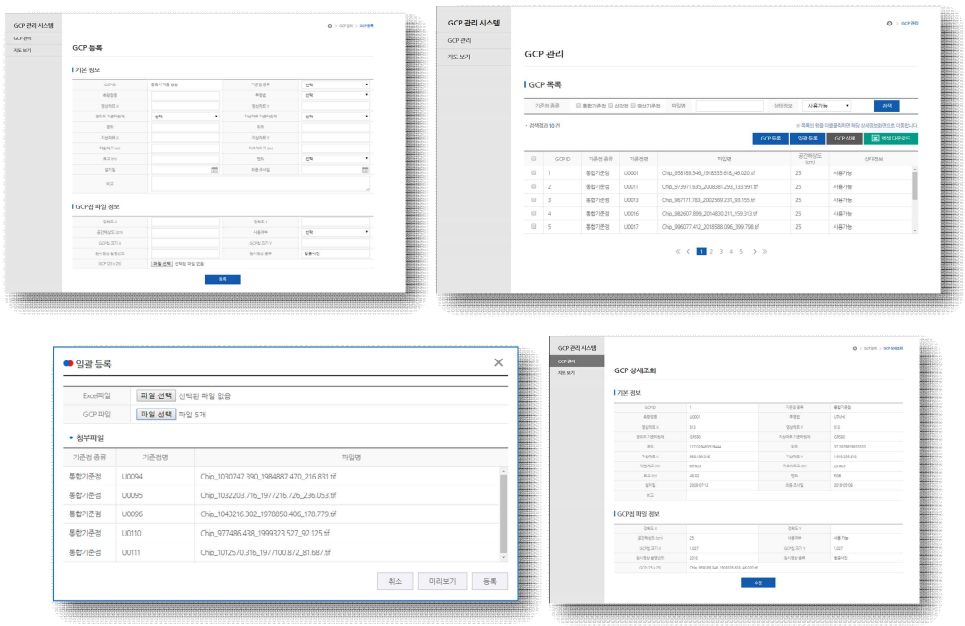
- GCP 데이터 등록(단일/다중)
- GCP Chip 데이터 등록(단일/다중)
- GCP 종류별 검색(통합기준점, 수준점, 삼각점)
- GCP 상세보기, 수정, 삭제

②. 기준점의 등록, 수정, 검색, 삭제의 기능개발, 배경지도(바로이맵) 연계

○ GCP를 등록하여 기준점에 필요한 정보와 GCP Chip을 입력하여 기준점의 메타데이터를 입력한다.

○ GCP의 입력데이터는 경위도 기준타원체, 경위도, 지상좌표, 투영법, GCP Chip의 사이즈, 설치일, 조사일 같은 실제 칩에 대한 정보를 가진다.

○ GCP에 Chip 이미지를 입력할 수 있으며, 입력된 Chip은 지도 서비스에 표출되어 사용자에게 정확한 위치 와 Chip에 대한 정보를 확인할 수 있도록 한다.



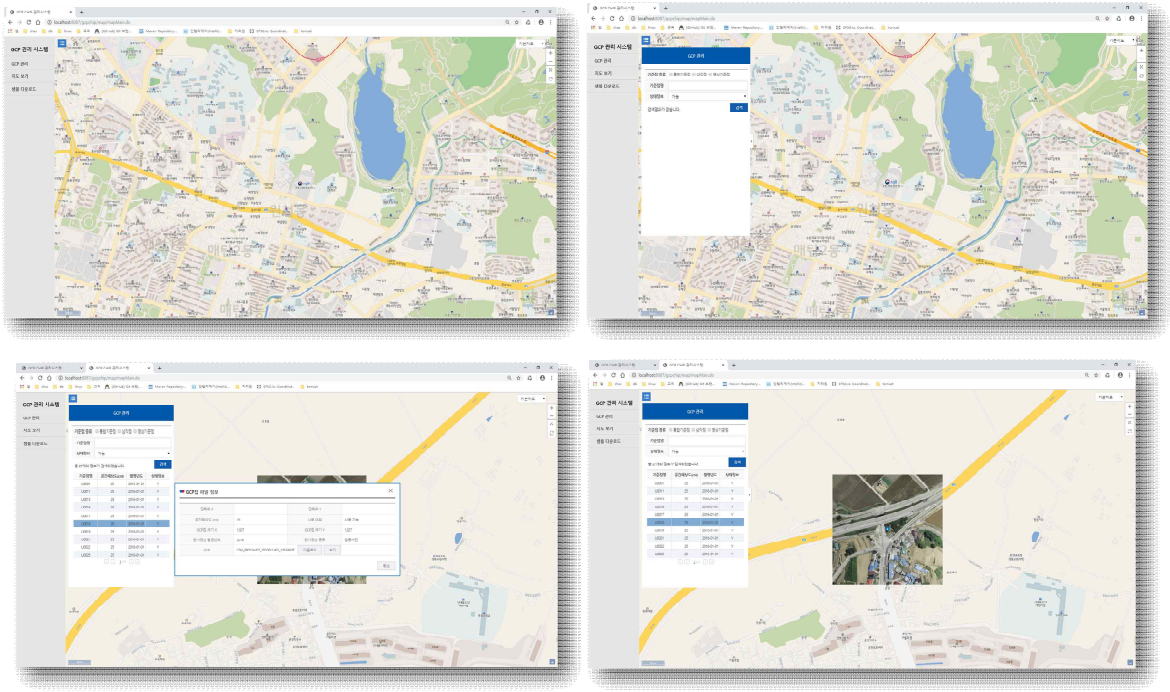
<GCP 관리시스템 - GCP 검색, 등록, 상세보기>

○ 지도 서비스

- 지도 컨트롤 (확대,축소, 축적, 이동)
- 바로e맵 배경 지도 사용
- GCP 목록조회 및 검색
- GCP Chip 검색 & 다운로드

- 바로e맵을 이용하여 배경 지도를 보여주며, 지도를 컨트롤 하여 사용자가 원하는 위치로 이동이 가능하다.

- 지도상에서 GCP를 검색할 수 있으며, 검색된 리스트 선택 시 지도가 선택된 위치로 이동하며, GCP Chip이 배경에 보여지게 되며, GCP Chip 이미지의 대략적인 정보를 표기하며, 다운로드가 가능하다.보기 버튼을 눌러 GCP Chip의 자세한 이미지를 볼 수 있다.

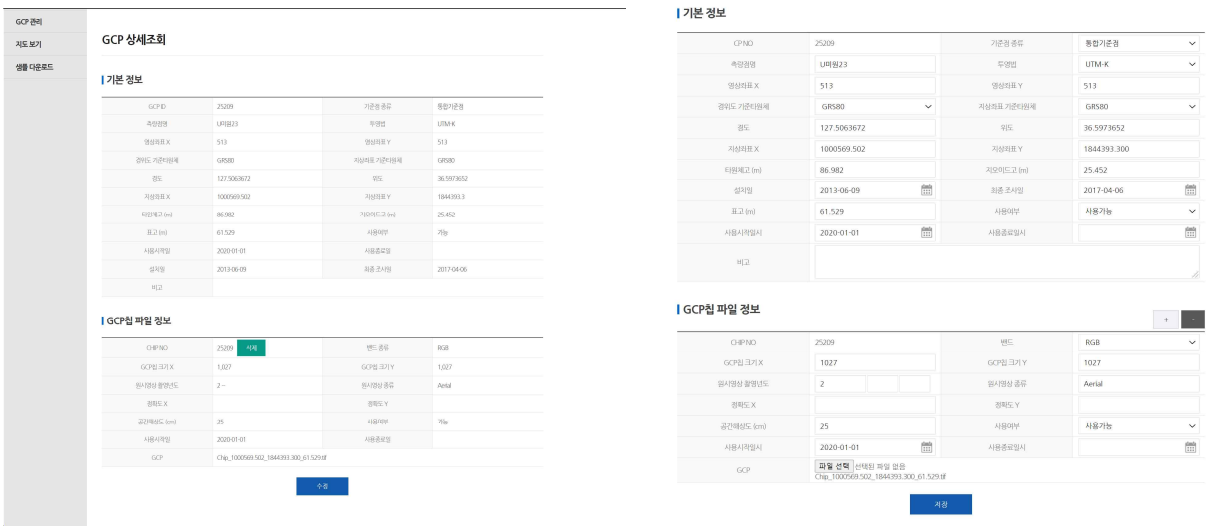


<GCP 관리시스템 - 지도보기, GCP 검색, GCP Chip보기>

(다). 국토위성용 GCP 관리 SW 고도화

①. GCP칩 영상의 변경 및 다운로드 기능 개발

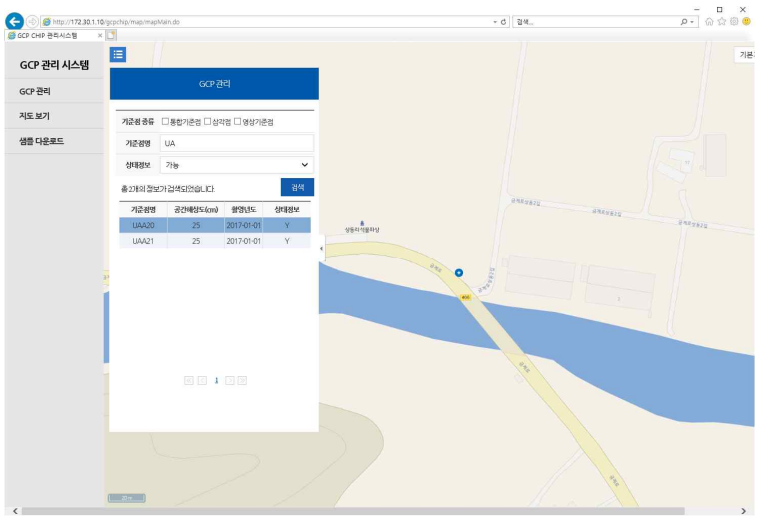
○ GCP 칩 영상의 변경



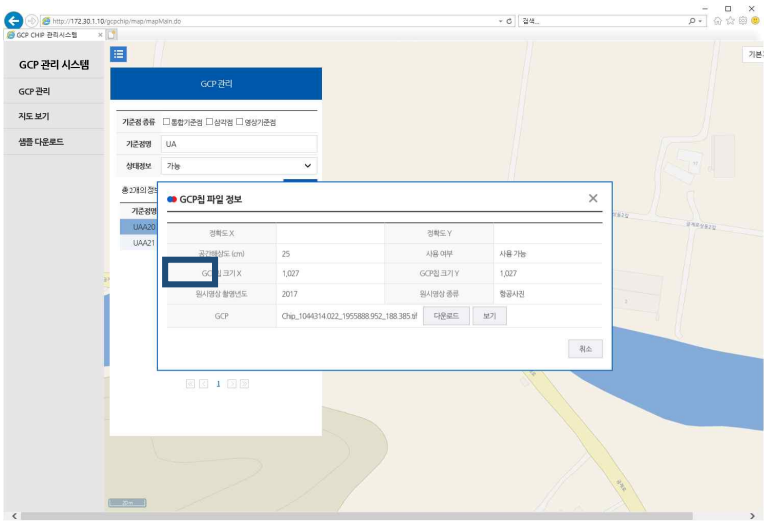
<GCP 칩 영상 변경 방법>

○ GCP 칩 다운로드

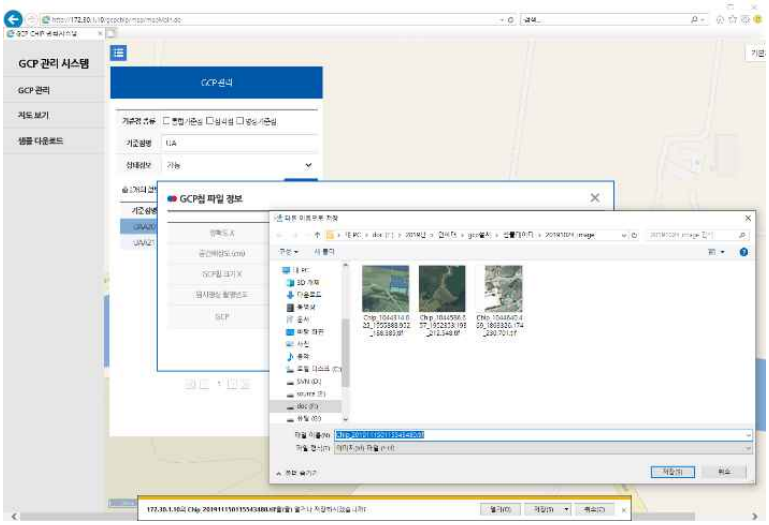
- 기준점명으로 검색



- GCP칩의 세부정보 확인



- GCP칩의 다운로드



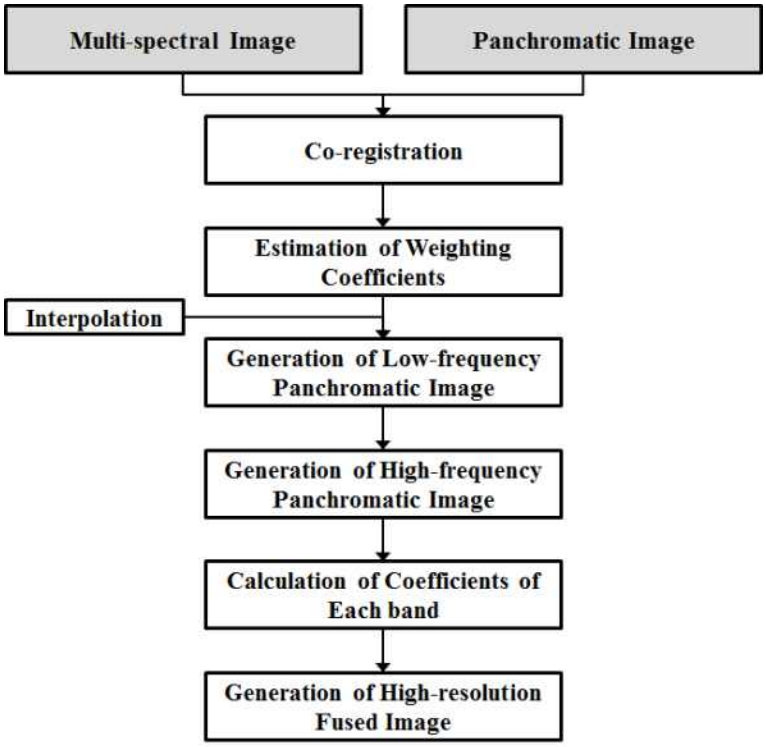
(11). 2-3세부: 영상융합 알고리즘 및 SW 개발

(가). 전정색-다중분광영상 융합 기술 설계

①. 전정색-다중분광영상 융합 기술 상세설계

○ 국토위성정보 수집·활용시스템 기본설계 및 활용 기초기술 개발(1차년도) 사업 기본설계 내용을 바탕으로 상세설계 실시

- 설계된 전정색-다중분광영상의 융합 기본 알고리즘은 다음과 같음



< 영상융합의 기본 알고리즘 설계 >

- 저해상도 다중분광영상의 밴드별 가중치 계산 단계:
  고해상도 전정색영상을 이용하여 저해상도 다중분광영상의 밴드별 가중치를 계산하는 단계

- 내삽된 다중분광영상의 밝기값과 가중치를 이용한 저주파 전정색영상 제작 단계:
  저해상도 다중분광영상에 내삽기법을 적용하고, 앞서 계산된 밴드별 가중치를 고려하여 저주파 전정색영상을 제작하는 단계

- 고해상도 전정색영상와 저주파 전정색영상을 이용한 고주파 전정색영상 제작 단계:
  고해상도 전정색영상으로부터 저주파 전정색영상을 차분하여 고주파 전정색영상을 제작하는 단계

- 고주파 전정색영상의 밴드별 융합계수 계산 단계:
  제작된 고주파 전정색영상의 밴드별 융합계수를 계산하는 단계
  밴드별 융합계수란 고해상도 다중분광영상제작을 위해, 전단계에서 제작한 전정색영상의 화소값을 변환시킨 것으로서, 내삽된 다중분광영상의 각 밴드별 평균 및 분산과 동일한 계수의 결정이 요구됨

② . 전정색-다중분광영상 융합 기술 개발

○ 선행 융합 기술 분석

- 일반적인 Component Substitution(CS) 기반 융합기법은 1차 선형식을 이용하여 다음과 같이 단순화하여 표현가능함

$$M_k^h = M_k^l + \alpha_k \bullet \delta^h = M_k^l + \alpha_k \bullet [P^h - I^l] \quad (1)$$

$$I^l = \sum_{k=1}^{N_b} c_k \bullet M_k^l + c_0 \quad (2)$$

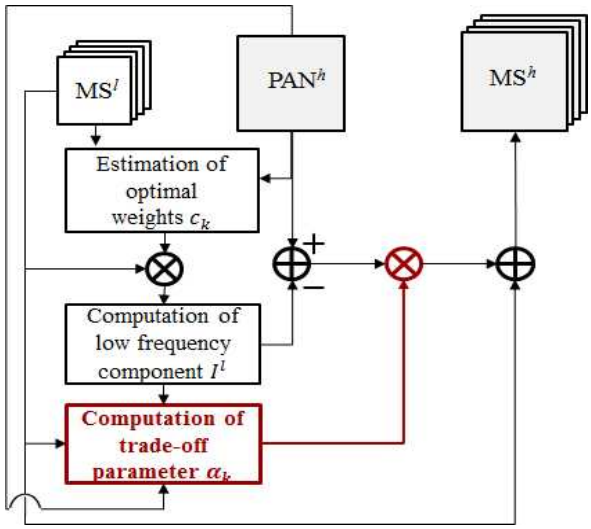
- 위 식에서 M_k^h는 융합기법을 통해 생성된 고해상의 다분광 영상, M_k^l와 P^h는 위성에서 촬영된 저해상 다분광 영상과 고해상 전정색 영상임

- δ^h는 저해상 다분광 영상에 삽입되는 고주파 component를 의미하며, 이는 P^h와 I^l 의 차분으로 계산됨

- 이때, α_k는 고주파 component δ^h의 삽입 비율을 결정짓는 trade-off 파라미터이며, I^l는 저해상 다분광 영상을 가중 평균한 intensity 영상, c_k는 intensity 영상의 제작과정에서 적용되는 밴드별 가중치임

○ 전정색-다중분광영상 융합기법 개발

- 다음 그림은 본 연구에서 개발한 영상융합 기법의 전체적인 흐름도이며, 다음 두 식은 본 연구에서 적용한 optimal weights, 새롭게 정의된 trade-off 파라미터임



< Scheme of Proposed fusion method >

$$P^l = \sum_{k=1}^{N_b} \hat{c_k} \bullet M_k^l + \hat{c_o} \quad (3)$$

- 여기서, M_k^l는 저해상 다분광 영상, P^l는 저해상 다분광 영상의 크기로 축소된 전정색 영상, $\hat{c_k}(k=1,2,3,N_b)$는 선형회귀 변수 $\hat{c_o}$는 전정색 영상과 다분광 영상 간 화소범위를 보정하는 회귀 상수임

- 또한, 본 연구에서는 고주파 component에 곱해지는 trade-off 파라미터를 새롭게 정의하였으며, 고주파 component, 전정색 영상과 다분광 영상 간 차분 영상의 공분산/분산 비를 이용하여 도출됨

$$\alpha_k = \frac{cov[\delta^h, (\overline{P^h} - M_k^l)]}{var(\delta^h)} \quad (4)$$

③. 전정색-다중분광영상 융합 기술 시범 적용

○ KOMPSAT-3/3A 영상리스트

- 본 연구에서는 향후 국토위성과 유사한 공간해상도를 가지는 KOMPSAT-3/3A를 이용하여 개발된 융합 기술을 시험적용 하였음

- 시험적용한 KOMPSAT-3 영상은 총 31장, KOMPSAT-3A 영상은 총 26장임

- 각각의 영상 리스트는 아래 표와 같음

< 전정색-다중분광영상 융합 기술 테스트 영상 리스트 (KOMPSAT-3) >

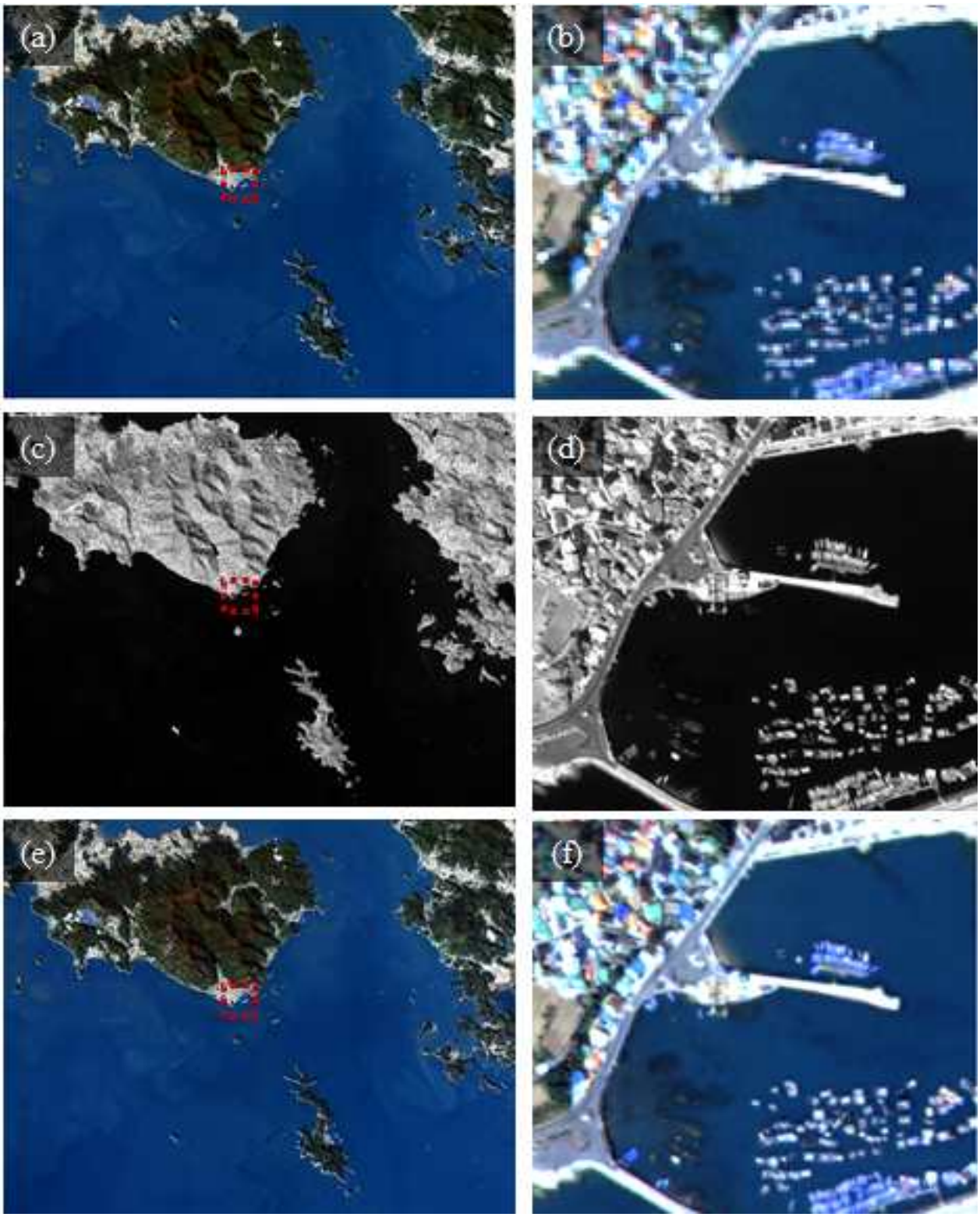
No.	구분	영상리스트
1	K3	K3_20170913042031_28405_09231257_L1R
2	K3	K3_20170913042031_28405_09231258_L1R
3	K3	K3_20170913042031_28405_09231259_L1R
4	K3	K3_20170913042031_28405_09231260_L1R
5	K3	K3_20170913042031_28405_09231261_L1R
6	K3	K3_20170913042031_28405_09231262_L1R
7	K3	K3_20170913042031_28405_09231263_L1R
8	K3	K3_20170913042031_28405_09231264_L1R
9	K3	K3_20170913042031_28405_09231265_L1R
10	K3	K3_20170913042031_28405_09231266_L1R
11	K3	K3_20170913042031_28405_09231267_L1R
12	K3	K3_20171106044104_29194_09221257_L1R
13	K3	K3_20171106044104_29194_09221258_L1R
14	K3	K3_20171106044104_29194_09221259_L1R
15	K3	K3_20171106044104_29194_09221260_L1R
16	K3	K3_20171106044104_29194_09231261_L1R
17	K3	K3_20171106044104_29194_09231262_L1R
18	K3	K3_20171106044104_29194_09231263_L1R
19	K3	K3_20171106044104_29194_09231264_L1R
20	K3	K3_20171106044104_29194_09231265_L1R
21	K3	K3_20171106044104_29194_09231266_L1R
22	K3	K3_20171106044104_29194_09231267_L1R
23	K3	K3_20171106044104_29194_09231268_L1R
24	K3	K3_20171106044104_29194_09231269_L1R
25	K3	K3_20171106044104_29194_09231270_L1R
26	K3	K3_20171106044104_29194_09231271_L1R
27	K3	K3_20171106044104_29194_09231272_L1R
28	K3	K3_20171106044104_29194_09231273_L1R
29	K3	K3_20171106044104_29194_09231274_L1R
30	K3	K3_20171106044104_29194_09231275_L1R
31	K3	K3_20171106044104_29194_09231276_L1R

< 전정색-다중분광영상 융합 기술 테스트 영상 리스트 (KOMPSAT-3A) >

No.	구분	영상리스트
1	K3A	K3A_20171021044156_14209_00123971_L1R
2	K3A	K3A_20171021044156_14209_00143898_L1R
3	K3A	K3A_20171021044156_14209_00164070_L1R
4	K3A	K3A_20171021044156_14209_00184334_L1R
5	K3A	K3A_20171021044156_14209_00204431_L1R
6	K3A	K3A_20171021044156_14209_00224524_L1R
7	K3A	K3A_20171021044156_14209_00244590_L1R
8	K3A	K3A_20171021044156_14209_00264692_L1R
9	K3A	K3A_20171021044156_14209_00284758_L1R
10	K3A	K3A_20171021044156_14209_00304862_L1R
11	K3A	K3A_20171021044156_14209_00324947_L1R
12	K3A	K3A_20171021044156_14209_00345043_L1R
13	K3A	K3A_20171021044156_14209_00365138_L1R
14	K3A	K3A_20171109042614_14496_00021839_L1R
15	K3A	K3A_20171109042614_14496_00040244_L1R
16	K3A	K3A_20171109042614_14496_00058650_L1R
17	K3A	K3A_20171109042614_14496_00077057_L1R
18	K3A	K3A_20171109042614_14496_00095466_L1R
19	K3A	K3A_20171109042614_14496_00113872_L1R
20	K3A	K3A_20171109042614_14496_00132275_L1R
21	K3A	K3A_20171109042614_14496_00150682_L1R
22	K3A	K3A_20171109042614_14496_00169093_L1R
23	K3A	K3A_20171109042614_14496_00187499_L1R
24	K3A	K3A_20171109042614_14496_00205907_L1R
25	K3A	K3A_20171109042614_14496_00224307_L1R
26	K3A	K3A_20171109042614_14496_00242720_L1R

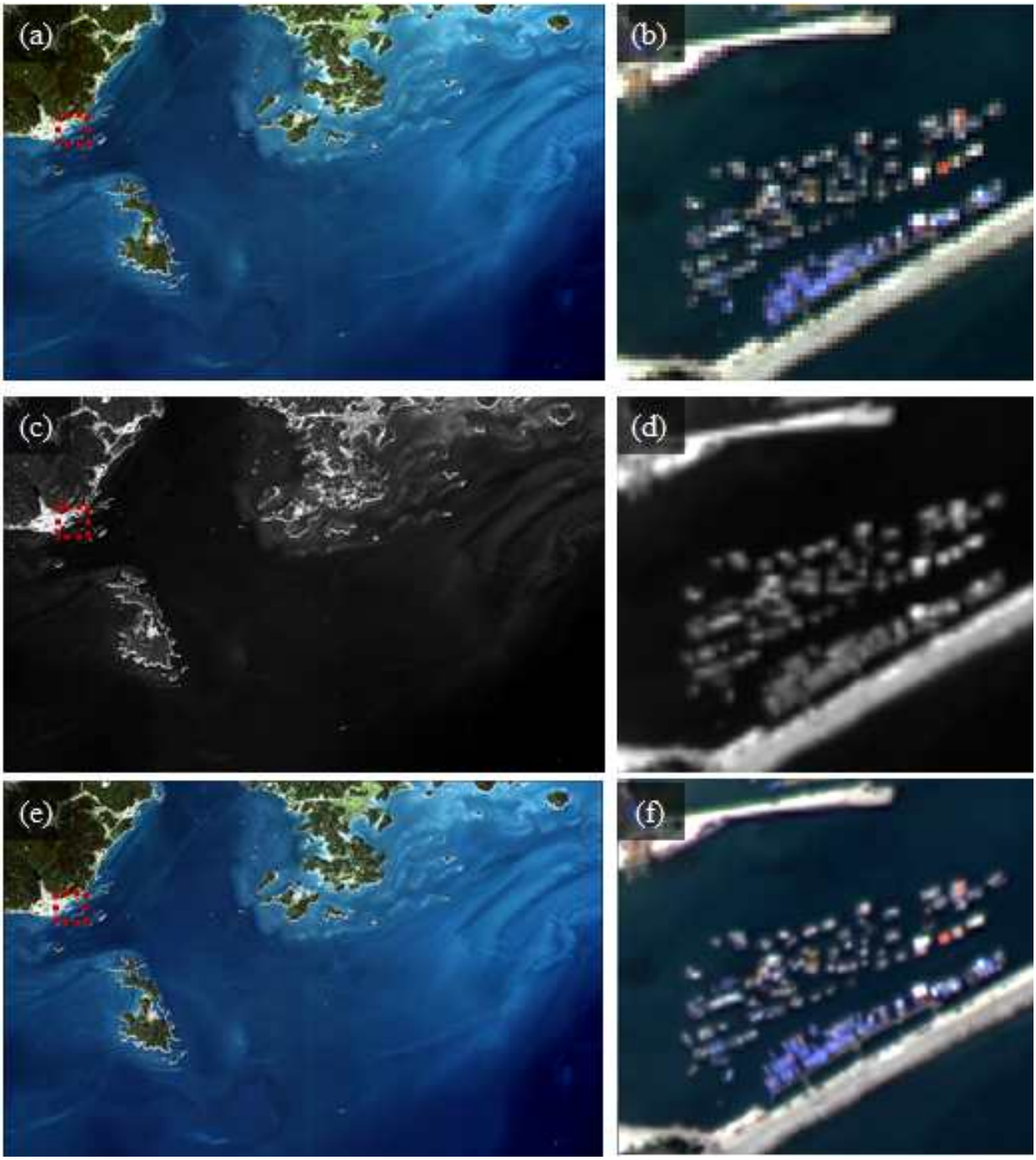
○ KOMPSAT-3/3A 시험 적용 결과

- K3_20171106



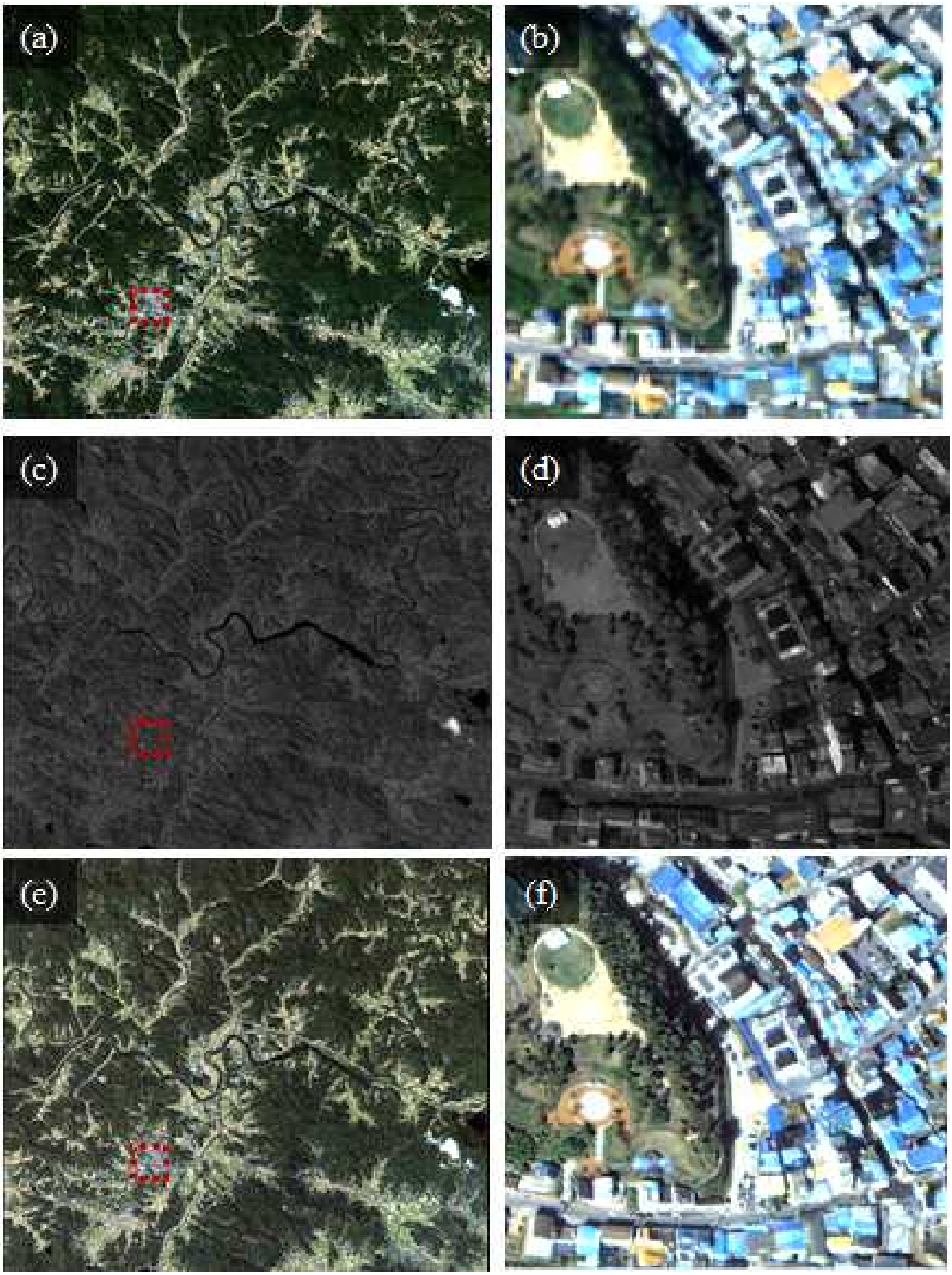
< 융합알고리즘 테스트 결과: 2017년 11월 6일 K3영상: (a) 다중분광영상 (b) 영역확대 다중분광영상 (c) 전정색 영상 (d) 영역확대 전정색 영상 (e) 융합영상 (f) 영역확대 융합영상 >

- K3_20170913



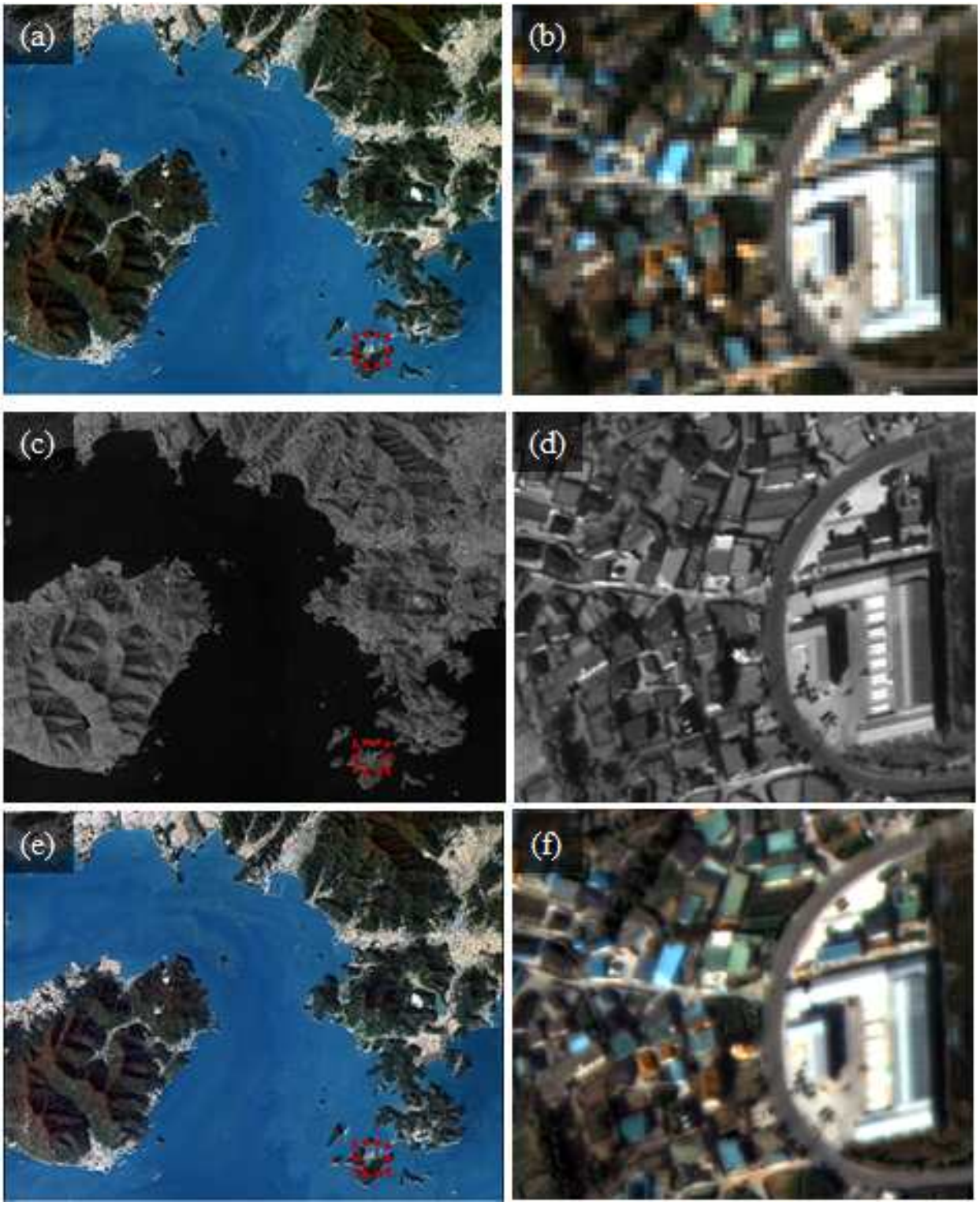
< 융합알고리즘 테스트 결과: 2017년 9월 13일 K3영상: (a) 다중분광영상 (b) 영역확대 다중분광영상 (c) 전정색 영상 (d) 영역확대 전정색 영상 (e) 융합영상 (f) 영역확대 융합영상 >

- K3A_20171021



< 융합알고리즘 테스트 결과: 2017년 10월 21일 K3A영상: (a) 다중분광영상 (b) 영역확대 다중분광영상 (c) 전정색 영상 (d) 영역확대 전정색 영상 (e) 융합영상 (f) 영역확대 융합영상 >

- K3A_20171109

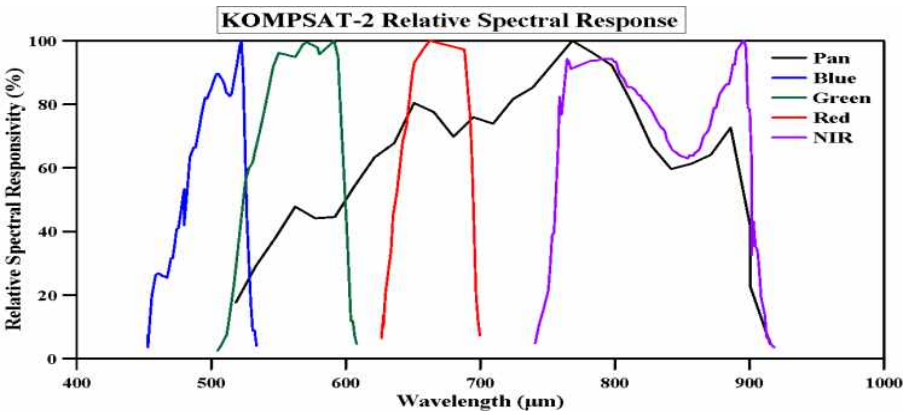


< 융합알고리즘 테스트 결과: 2017년 10월 21일 K3A영상: (a) 다중분광영상 (b) 영역확대 다중분광영상 (c) 전정색 영상 (d) 영역확대 전정색 영상 (e) 융합영상 (f) 영역확대 융합영상 >

④. 국토관측위성의 전정색-다중분광영상 융합에 대한 요구사항 도출

○ 국토관측위성의 분광감응도

- 아래 그림은 KOMPSAT-2위성의 파장에 따른 분광감응도(Relative Spectral Response, RSR)의 예시임



< KOMPSAT-2 위성의 분광감응도 >

(http://calvalportal.ceos.org/cvp/web/guest/kompsat-2-eoc)

- 전정색 영상의 경우, 녹색, 적색 및 근적외선 채널에서의 분광감응도는 높은 반면, 청색 채널에서는 상대적으로 낮은 것을 확인 가능

- 따라서 전정색 영상의 화소값은 높은 분광감응도를 지닌 청색, 적색 및 근적외선 채널의 복사에너지의 영향을 받아 결정되며, 청색 채널의 영상 품질은 다른 채널 영상들에 비해 상대적으로 저하되는 것으로 알려짐

- 이러한 채널의 분광감응도 특성차이는 영상융합 품질에 영향을 미치기 때문에 향후 국토관측위성의 분광감응도 분석이 반드시 필요

(나). 전정색-다중분광영상 융합 SW 개발

①. 전정색-다중분광영상 융합 SW 개발

○ 전정색-다중분광영상 융합 기술 상세설계

- 국토위성정보 수집·활용시스템 기본설계 및 활용 기초기술 개발(1차년도) 사업 기본설계 내용을 바탕으로 SW 개발 수행

○ 전정색-다중분광영상 융합 기술 SW 개발 결과

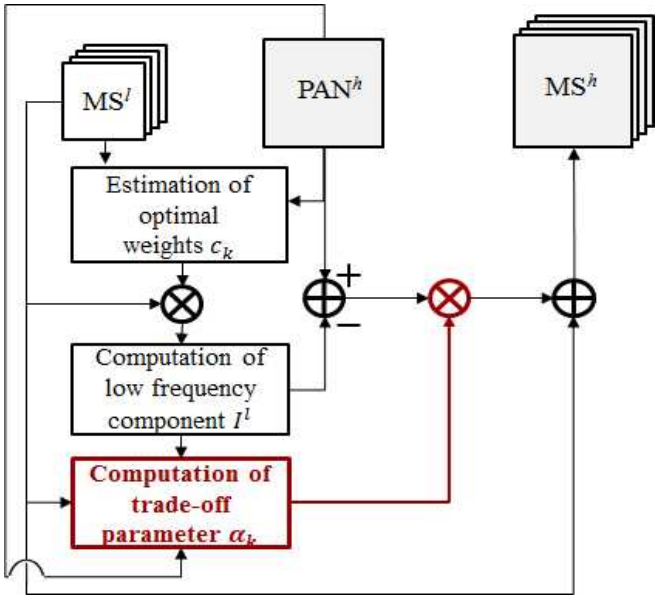
- 1차년도에 개발된 알고리즘을 바탕으로 C언어로 구현된 SW를 개발하고자 하였음

- SW는 CUI형태로 구현되었으며, 아래 그림 형태의 이름을 입력하면 자동으로 실행하는 것으로 구동됨

[디렉토리 이름] [Blue band 이름] [Green band 이름] [Red band 이름] [NIR band 이름] [Pan band 이름]

<영상융합의 기본 알고리즘 설계>

- SW의 영상융합 진행 단계는 1차년도에 설계한 융합 알고리즘의 순서에 따라 진행됨



<1차년도에 설계된 융합영상 제작 흐름도>

$$M_k^h = M_k^l + \alpha_k \bullet \delta^h = M_k^l + \alpha_k \bullet [P^h - I^l] \quad (1)$$

$$I^l = \sum_{k=1}^{N_b} c_k \bullet M_k^l + c_0 \quad (2)$$

- 위 식에서 M_k^h는 융합기법을 통해 생성된 고해상의 다분광 영상, M_k^l와 P^h는 위성에서 촬영된 저해상 다분광 영상과 고해상 전정색 영상임

- δ^h는 저해상 다분광 영상에 삽입되는 고주파 component를 의미하며, 이는 P^h와 I^l 의 차분으로 계산됨

- 이때, α_k는 고주파 component δ^h의 삽입 비율을 결정짓는 trade-off 파라미터이며, I^l는 저해상 다분광 영상을 가중 평균한 intensity 영상, c_k는 intensity 영상의 제작과정에서 적용되는 밴드별 가중치임

- 다음 두 식은 본 연구에서 적용한 optimal weights, 새롭게 정의된 trade-off 파라미터임

$$P^l = \sum_{k=1}^{N_b} \hat{c_k} \bullet M_k^l + \hat{c_o} \quad (3)$$

- 여기서, M_k^l는 저해상 다분광 영상, P^l는 저해상 다분광 영상의 크기로 축소된 전정색 영상, $\hat{c_k}(k=1,2,3,N_b)$는 선형회귀 변수 $\hat{c_o}$는 전정색 영상과 다분광 영상 간 화소범위를 보정하는 회귀 상수임

- 또한, trade-off 파라미터는 고주파 component, 전정색 영상과 다분광 영상 간 차분 영상의 공분산/분산 비를 이용하여 도출됨

$$\alpha_k = \frac{cov[\delta^h, (\overline{P^h} - M_k^l)]}{var(\delta^h)} \quad (4)$$

- 저해상도 다중분광영상의 밴드별 가중치 계산 단계:
  고해상도 전정색영상을 이용하여 저해상도 다중분광영상의 밴드별 가중치를 계산하는 단계

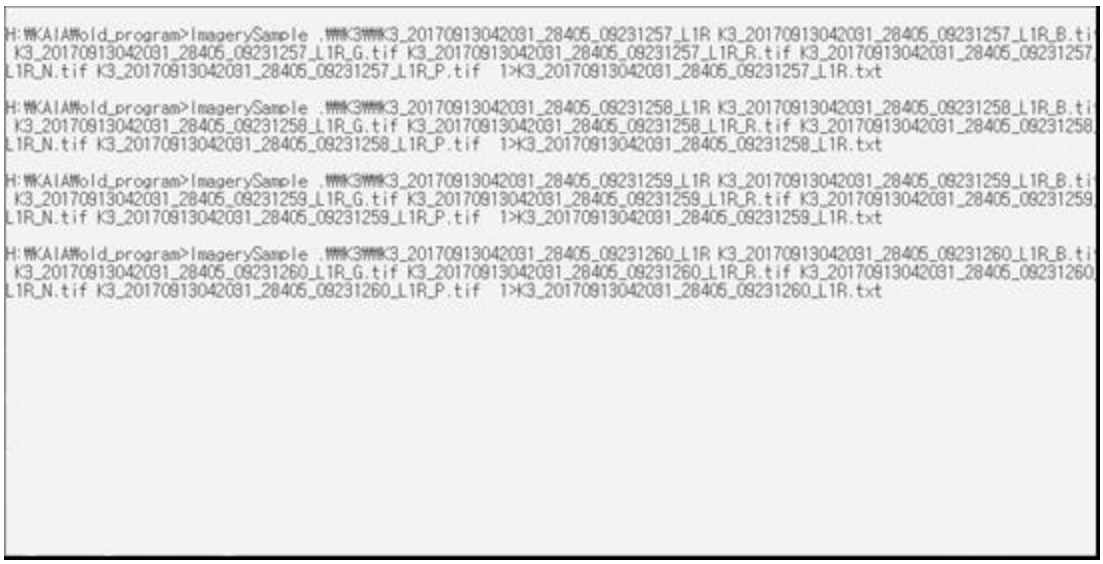
- 내삽된 다중분광영상의 밝기값과 가중치를 이용한 저주파 전정색영상 제작 단계:
  저해상도 다중분광영상에 내삽기법을 적용하고, 앞서 계산된 밴드별 가중치를 고려하여 저주파 전정색영상을 제작하는 단계

- 고해상도 전정색영상와 저주파 전정색영상을 이용한 고주파 전정색영상 제작 단계:
  고해상도 전정색영상으로부터 저주파 전정색영상을 차분하여 고주파 전정색영상을 제작하는 단계

- 고주파 전정색영상의 밴드별 융합계수 계산 단계:
  제작된 고주파 전정색영상의 밴드별 융합계수를 계산하는 단계
  밴드별 융합계수란 고해상도 다중분광영상제작을 위해, 전단계에서 제작한 전정색영상의 화소값을 변환시킨 것으로서, 내삽된 다중분광영상의 각 밴드별 평균 및 분산과 동일한 계수의 결정이 요구됨

○ 영상융합 SW의 구동

- 영상융합 SW는 윈도우에 설치된 명령 프롬프트를 통해 구동되며, 구동시 아래 그림과 같이 SW가 실행되어 융합영상이 제작됨



<프로그램 실행 화면>

- 융합영상 제작 SW는 처리단계에 따라 진행되는 과정을 정리한 log 파일을 산출하며, 그 예시는 다음과 같음

```
.₩₩K3A₩₩K3A_20170224043127_10597_00059162_L1R₩K3A_20170224043127_10597_00059162_L1R_B.tif
.₩₩K3A₩₩K3A_20170224043127_10597_00059162_L1R₩K3A_20170224043127_10597_00059162_L1R_G.tif
.₩₩K3A₩₩K3A_20170224043127_10597_00059162_L1R₩K3A_20170224043127_10597_00059162_L1R_R.tif
.₩₩K3A₩₩K3A_20170224043127_10597_00059162_L1R₩K3A_20170224043127_10597_00059162_L1R_N.tif
.₩₩K3A₩₩K3A_20170224043127_10597_00059162_L1R₩K3A_20170224043127_10597_00059162_L1R_P.tif
```

<입력 영상 확인 단계>

```
parameter for trade-off = 0.200000
ratio of resolution = 4
width of panchromatic image = 24060
lines of panchromatic image = 21680
width of multi-spectral image = 6015
lines of multi-spectral image = 5420
```

<영상 기본 정보를 입력받는 단계>

```
**********************************************************************
* Mean and standard deviation of panchromatic and multi-spectral images*
**********************************************************************

mean and standard deviation of panchromatric image: 1080.103387 and 499.987128
mean and standard deviation of multispectral image at 1 band: 2411.036977 and 514.766383
mean and standard deviation of multispectral image at 2 band: 2422.576967 and 811.887709
mean and standard deviation of multispectral image at 3 band: 1963.511495 and 894.228137
mean and standard deviation of multispectral image at 4 band: 2688.466124 and 1333.023605
```

<영상의 통계 정보를 입력받는 단계>

```
**********************************************************************
*               Interpolation of multi-spectral image                *
**********************************************************************

    0 th line processing
 1000 th line processing
 2000 th line processing
...
20000 th line processing
21000 th line processing
```

<다중분광영상을 interpolation 하는 단계>

```
**********************************************************************
*              Determination of band ratio coefficients              *
**********************************************************************

number of accepted pixels: 325742
data reading for fitting

    0 th line processing
 1000 th line processing
 2000 th line processing
...
20000 th line processing
21000 th line processing
band ratio coeff.: -1.51658  8.89591e-002  8.63313e-003  1.90452e-001  1.75524e-001
model fit std. dev. :   186.7673
error thresholds:   128.0000

*** improved least-squares polynomial coefficients 1 ***
solution: 233166 offset estimates accepted out of 325742 samples
band ratio coeff.: -24.39173  9.07971e-002 -6.27791e-003  2.08217e-001  1.80944e-001
model fit std. dev. :    57.8930
error thresholds:   114.6281

*** improved least-squares polynomial coefficients 2 ***
solution: 222392 offset estimates accepted out of 325742 samples
band ratio coeff.: -25.38078  8.59830e-002 -6.80288e-003  2.14782e-001  1.81145e-001
model fit std. dev. :    52.4505
error thresholds:   103.8519

*** improved least-squares polynomial coefficients 3 ***
solution: 212854 offset estimates accepted out of 325742 samples
band ratio coeff.: -24.57699  8.25880e-002 -6.15049e-003  2.18430e-001  1.80744e-001
model fit std. dev. :    48.2980

total number of culling iterations: 3
final solution: 212854 offset estimates accepted out of 325742 samples
final band ratio coeff.: -24.57699  8.25880e-002 -6.15049e-003  2.18430e-001  1.80744e-001
final model poly. coeff. errors:       1.19944e+000  1.43576e-003  1.43454e-003  6.68403e-004
1.45204e-004
```

<전정색영상-다중분광영상 간 밴드별 가중치 계산 단계>

```
**********************************************************************
*              Determination of trade-off coefficients               *
**********************************************************************



    0 th line processing
 1000 th line processing
 2000 th line processing
...
20000 th line processing
21000 th line processing

trade-off coefficients: 0.796651 1.260672 1.421474 2.254898
```

<밴드별 융합계수 계산 단계>

```
**********************************************************************
*                        Generation of fused image                   *
**********************************************************************

Estimation of mean and standard deviation of pan-sharpened image

     0 th line processing
 1000 th line processing
 2000 th line processing
...
20000 th line processing
21000 th line processing
mean and standard deviation of pan-sharpened image at 1 band: 2416.513435 and 550.054222
mean and standard deviation of pan-sharpened image at 2 band: 2430.640541 and 867.241642
mean and standard deviation of pan-sharpened image at 3 band: 1971.935759 and 954.133334
mean and standard deviation of pan-sharpened image at 4 band: 2701.078216 and 1426.307890

Generation of pan-sharpened image

     0 th line processing
 1000 th line processing
 2000 th line processing
...
20000 th line processing
21000 th line processing

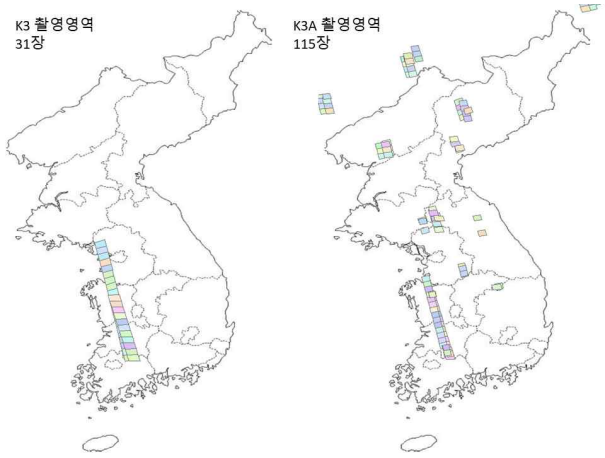
fused image file: .₩₩K3A₩₩K3A_20170224043127_10597_00059162_L1R₩pan_sharp_temp_file
```

<융합영상 제작 단계>

② 전정색-다중분광영상 융합 SW 시범 적용

○ KOMPSAT-3/3A 영상리스트

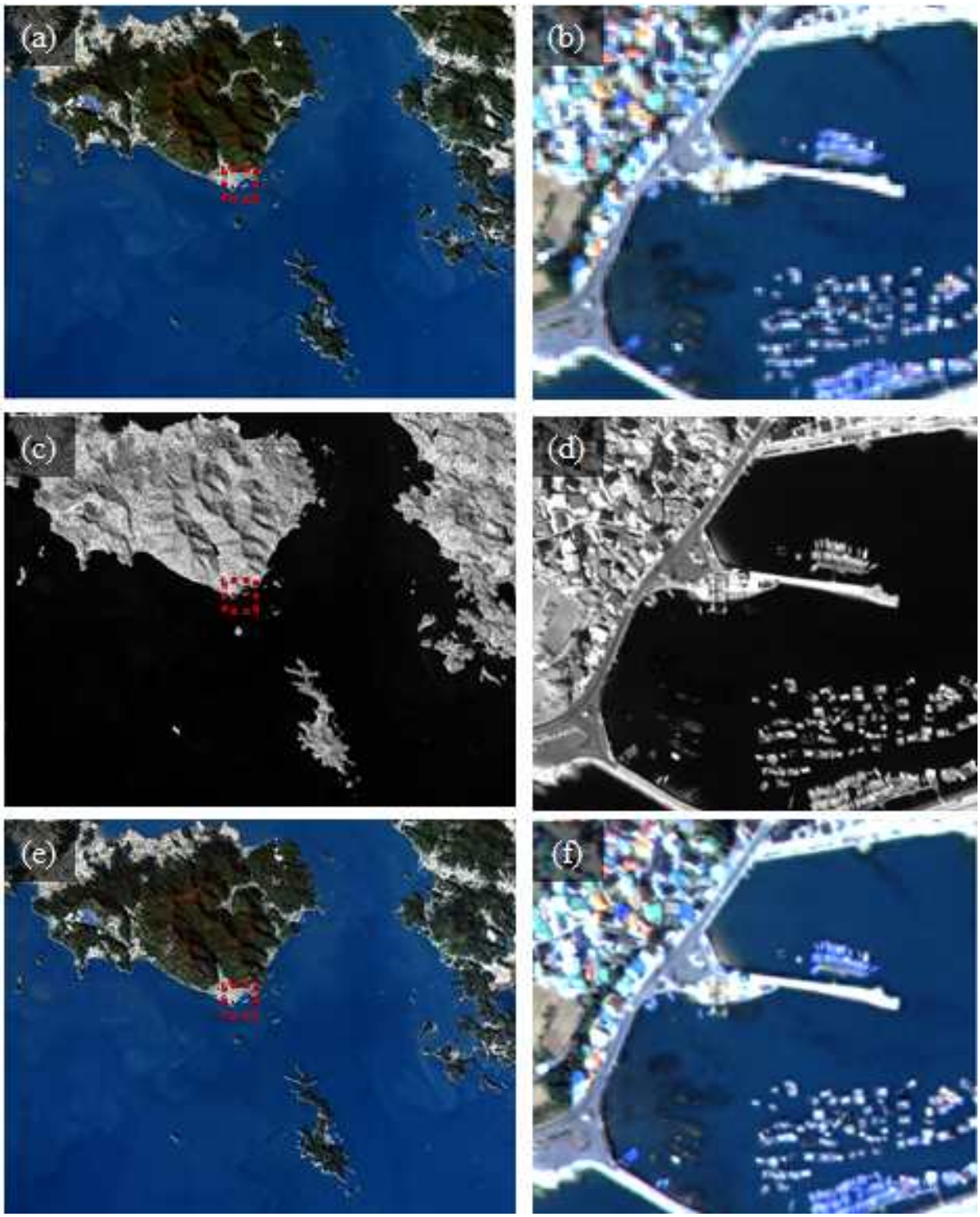
- 1차년도와 동일하게, KOMPSAT-3/3A를 이용하여 개발된 융합 SW를 시험적용 하였음
- 시험적용한 KOMPSAT-3 영상은 한반도를 중심으로 촬영되었으며, 총 31장, KOMPSAT-3A 영상은 총 115장임
- SW 개발 결과 비교를 위하여, 1차년도에서 설계한 알고리즘과의 비교를 실시하였음



<K3 및 K3A 촬영범위>

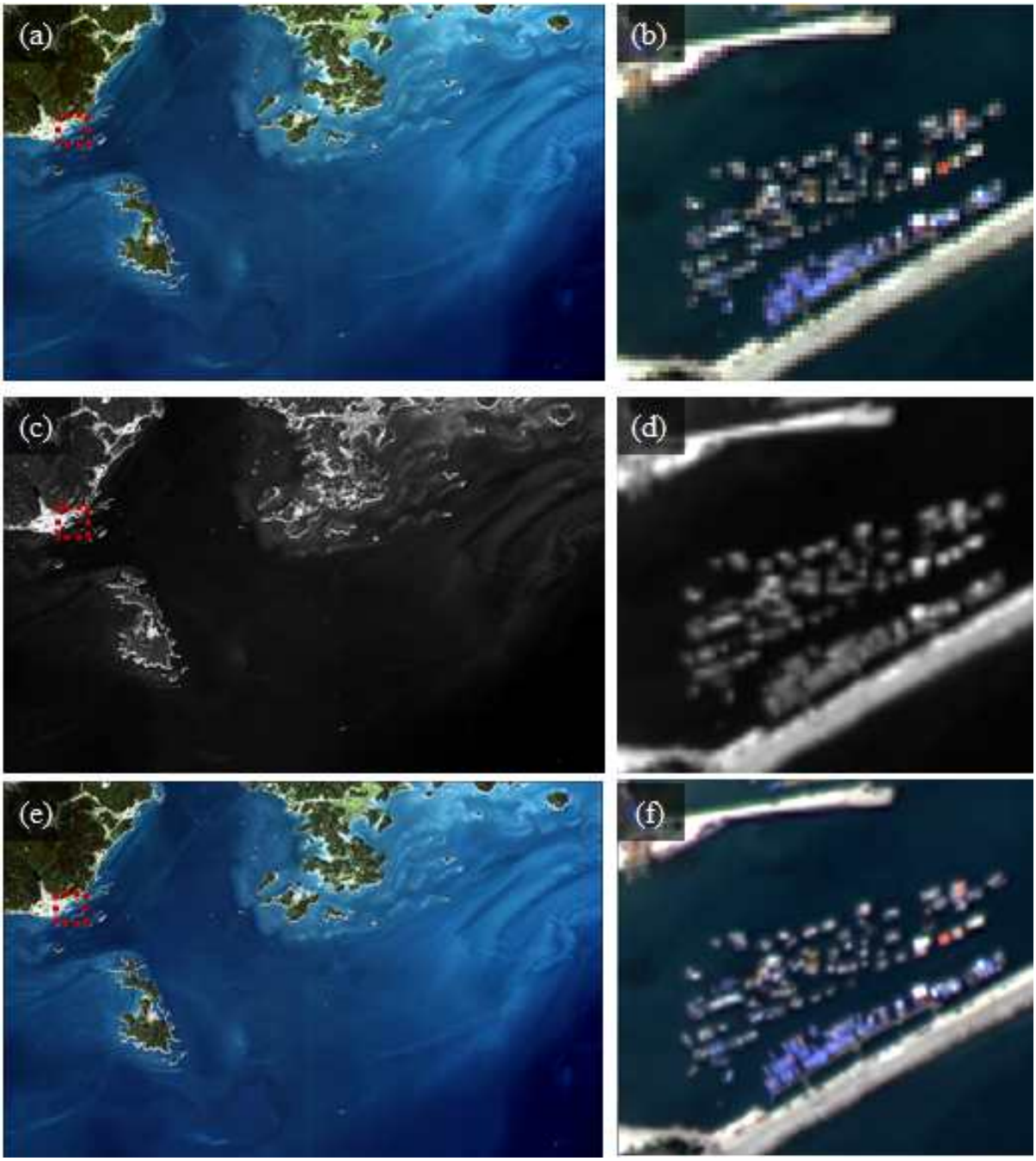
○ KOMPSAT-3/3A 시험 적용 결과

- K3_20171106



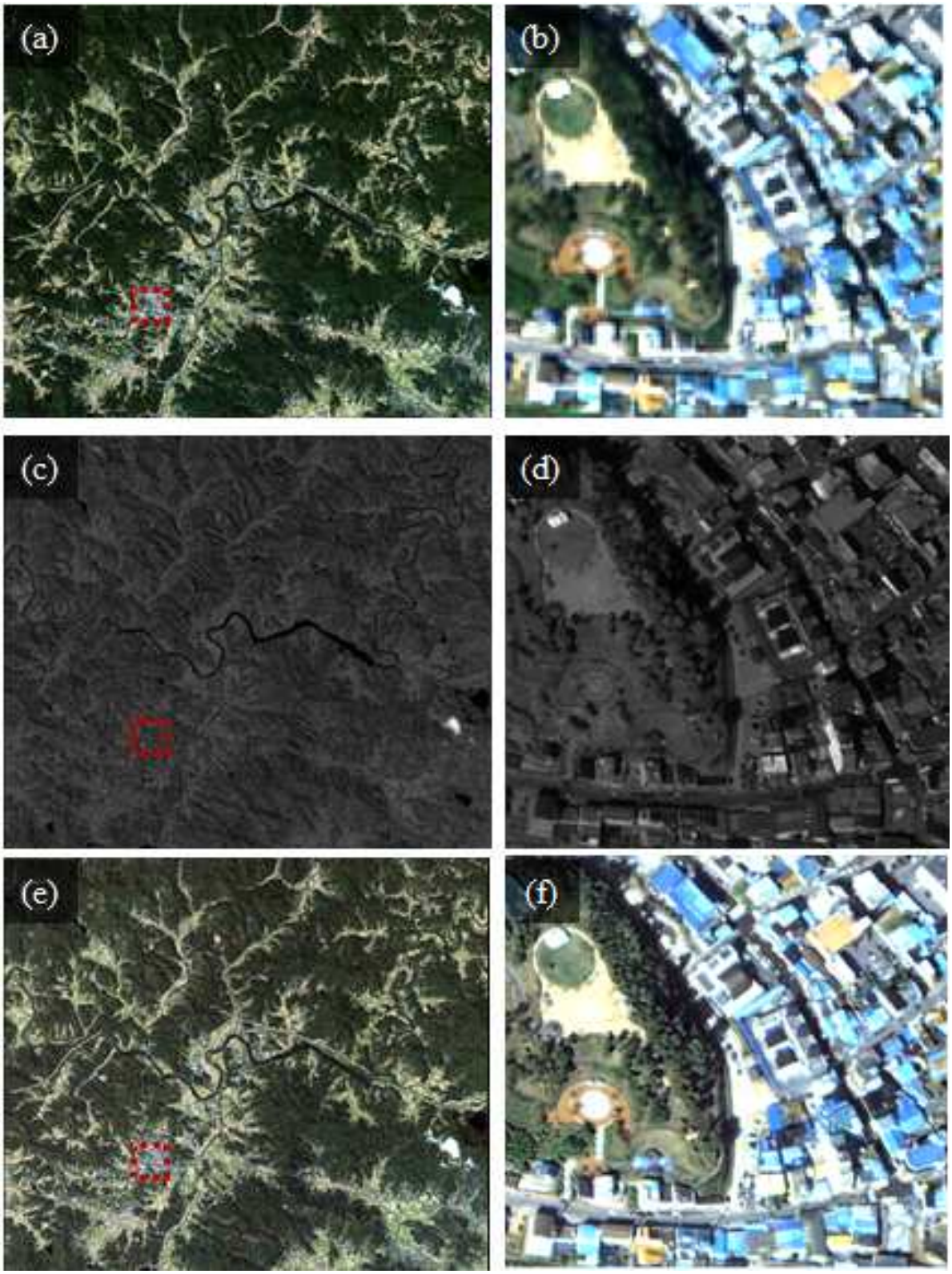
<융합 SW 테스트 결과: 2017년 11월 6일 K3영상: (a) 다중분광영상 (b) 영역확대 다중분광 영상 (c) 전정색 영상 (d) 영역확대 전정색 영상 (e) 융합영상 (f) 영역확대 융합영상>

- K3_20170913



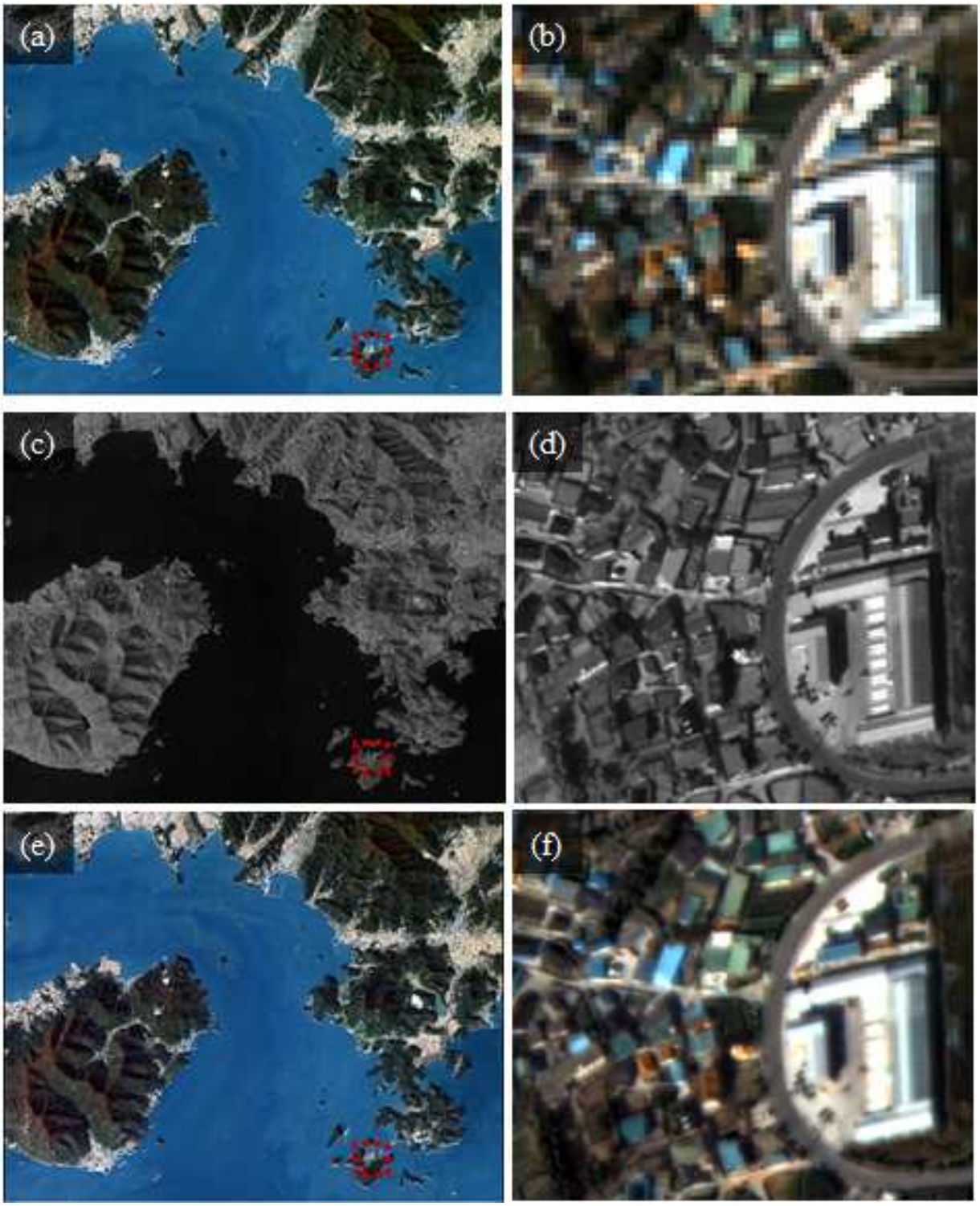
<융합 SW 테스트 결과: 2017년 9월 13일 K3영상: (a) 다중분광영상 (b) 영역확대 다중분광 영상 (c) 전정색 영상 (d) 영역확대 전정색 영상 (e) 융합영상 (f) 영역확대 융합영상>

- K3A_20171021



<융합 SW 테스트 결과: 2017년 10월 21일 K3A영상: (a) 다중분광영상 (b) 영역확대 다중분광 영상 (c) 전정색 영상 (d) 영역확대 전정색 영상 (e) 융합영상 (f) 영역확대 융합영상>

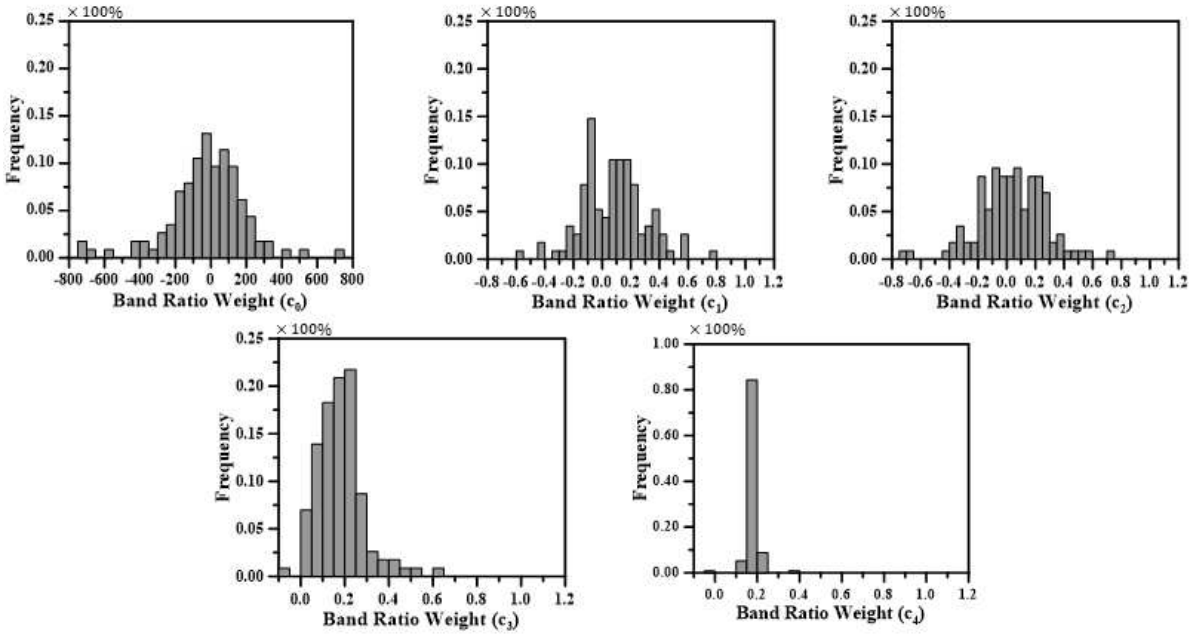
- K3A_20171109



<융합 SW 테스트 결과: 2017년 10월 21일 K3A영상: (a) 다중분광영상 (b) 영역확대 다중분광 영상 (c) 전정색 영상 (d) 영역확대 전정색 영상 (e) 융합영상 (f) 영역확대 융합영상>

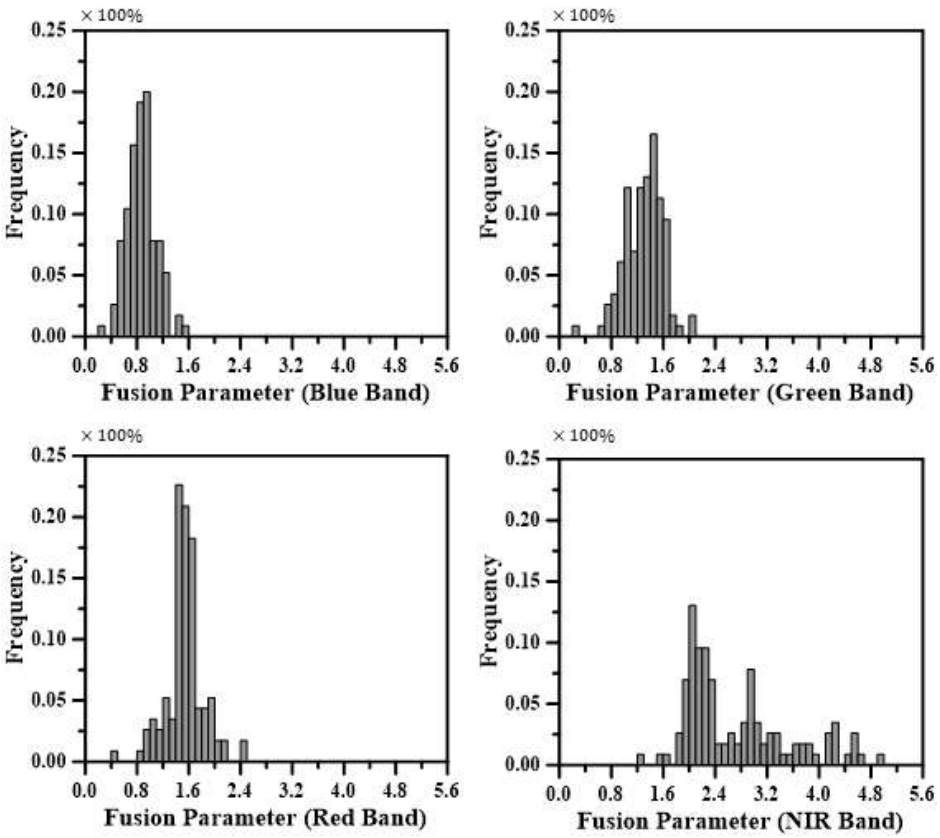
○ 파라미터 추정 요약

- 각 위성영상에 대하여, 밴드별 가중치에 대한 분포는 아래 그림과 같이 도출되었으며, 비교적 정규분포를 따르는 것을 확인함.



<밴드별 가중치에 대한 분포>

- 또한 융합계수에 대한 분포는 아래 그림과 같이 도출되었음



<융합계수에 대한 분포>

(다). 전정색-다중분광영상 융합 SW 고도화

①. optimal 융합계수 적용의 한계점

○ 1-2차년도에 개발된 전정색-다중분광영상 융합 SW는 영상기반의 융합계수를 추정하고, 추정된 융합계수를 적용하여 각각의 전정색-다중분광 융합영상을 제작

○ 그러나, 전정색-다중분광영상 융합을 위한 융합계수는 영상의 피복에 의존하게 되며, 인접 영상간 피복의 차이가 크게 발생할 경우, 융합계수간 차이역시 증가함

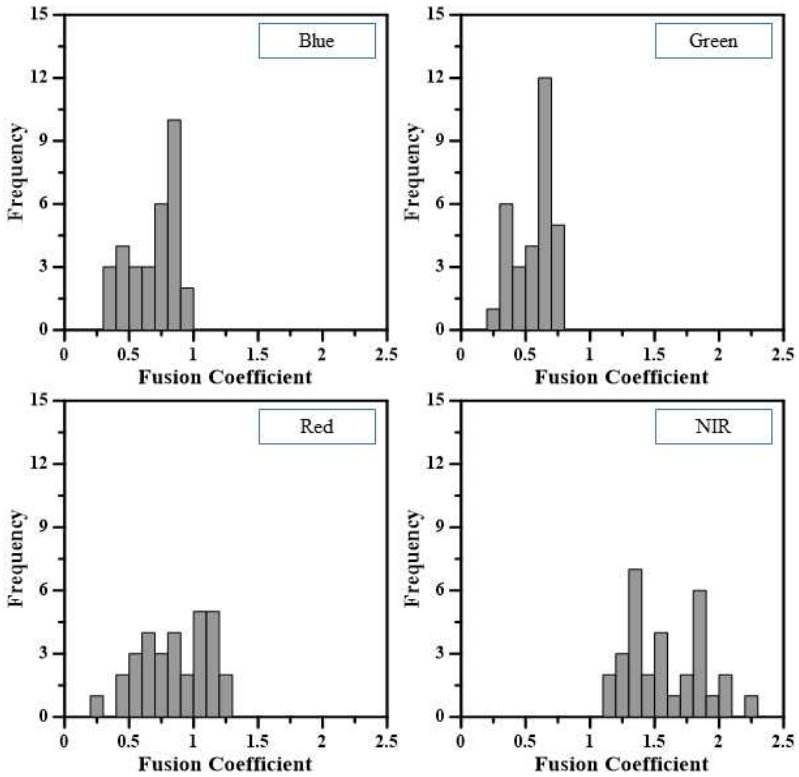
○ 즉, 각 영상에 최적화된 optimal 융합계수는 전체 활용 영상에 대해 일관성있는 융합품질을 제공하지 못하는 한계점이 있음

○ 아래 그림은 영상 피복에 따른 융합계수의 분포 차이를 나타냄, 여기서, 비교를 위한 영상은 1) 넓은 면적의 산지를 촬영한 영상과 2) 넓은 면적의 해양을 촬영한 영상에 해당함



< 피복에 따른 융합계수 비교 영상 >

· 아래 그림은 영상 피복에 따른 융합계수의 분포 그래프를 나타냄, 산지가 포함된 영상에서는 기본적으로 융합계수가 높게 결정되며, 해양이 포함된 영상에서는 기본적으로 낮은 융합계수가 결정되는 것을 확인할 수 있음



< 피복에 따른 융합계수 비교 그래프 >

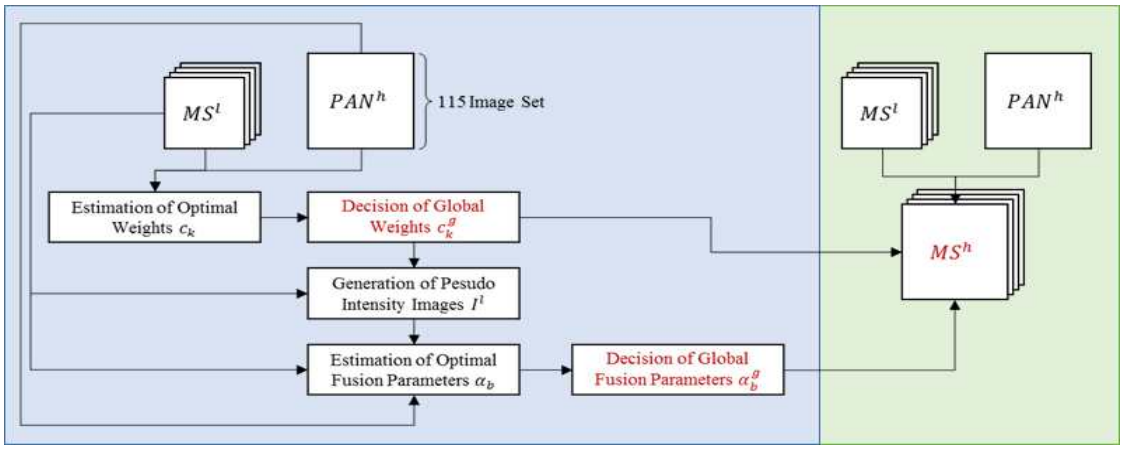
○ 이에 본 연구에서는 융합영상의 품질의 일관성을 확보하기 위하여, optimal 계수가 아닌 global 계수를 활용하여 융합영상을 제작하는 연구를 수행하였음

②. global 융합계수 개발

○ 다음 그림은 global 융합계수를 추정하기 위한 연구 흐름도를 나타냄

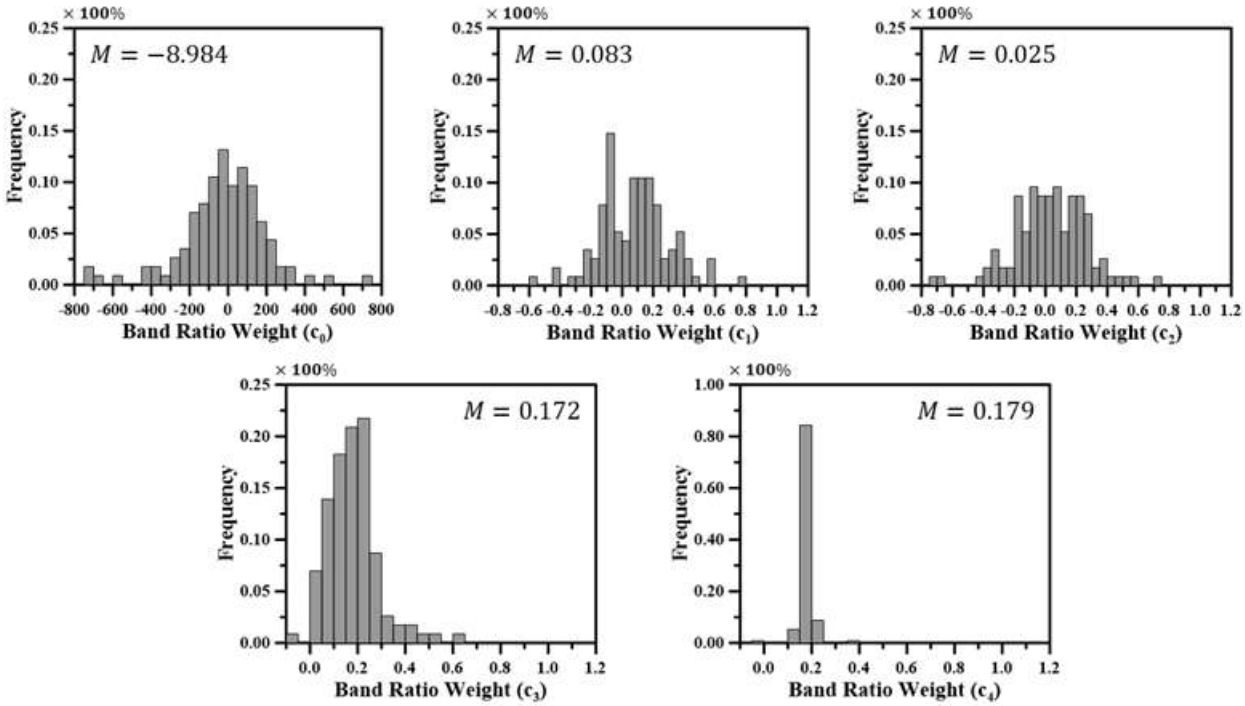
○ 흐름도에 따르면, 1) 선행적으로 각 영상에 따른 밴드별 가중치를 분석하여 대표 가중치를 결정한 후, 2) 각 영상에 따른 밴드별 융합계수를 분석하여 대표 융합계수를 결정함

○ 이후 모든 영상에 대하여 대표 가중치와 대표 융합계수를 적용하여 융합 영상을 생성할 경우, global 융합계수를 활용한 것이 되며, 이 경우에 융합 영상간 융합성능의 품질이 일관되는 장점이 존재함.

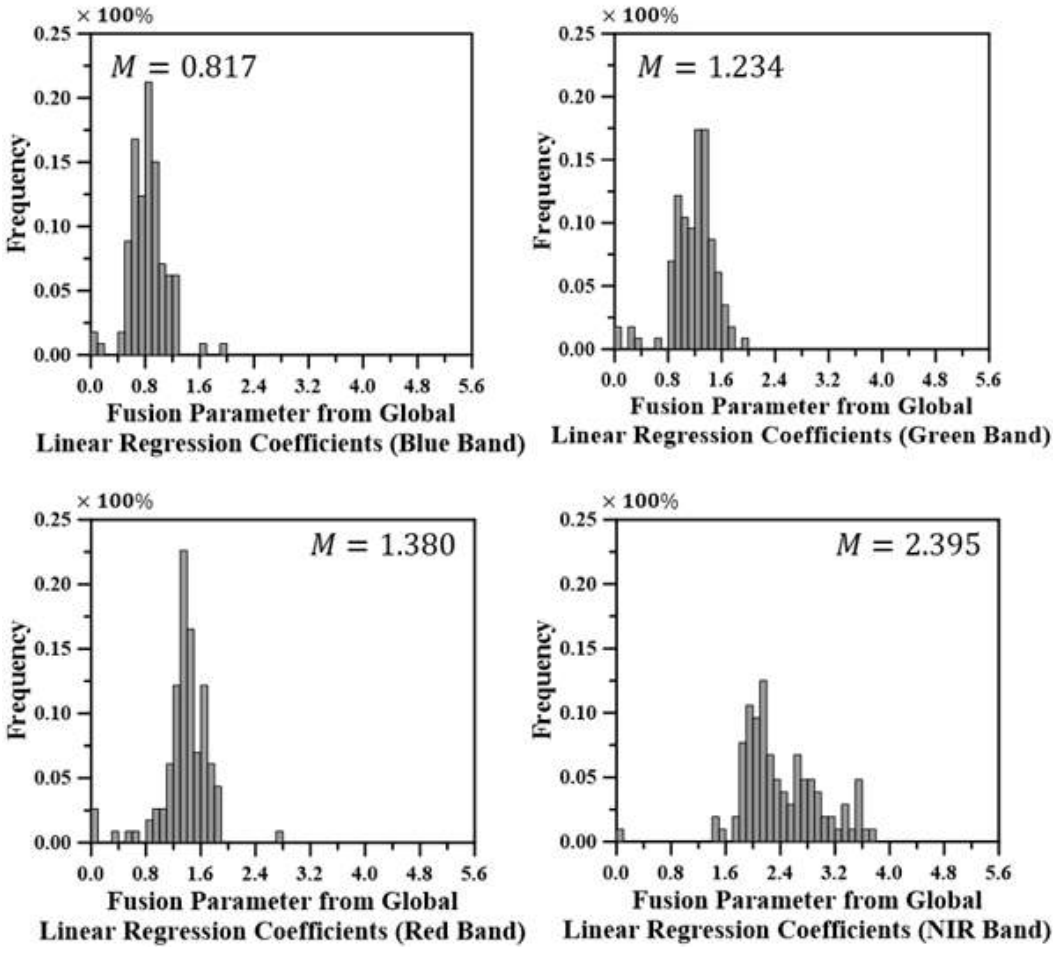


< global 융합계수 추정 흐름도 >

○ 상기 흐름도에 따라 추정된 global 밴드 가중치와 global 융합계수는 아래 그림과 같음



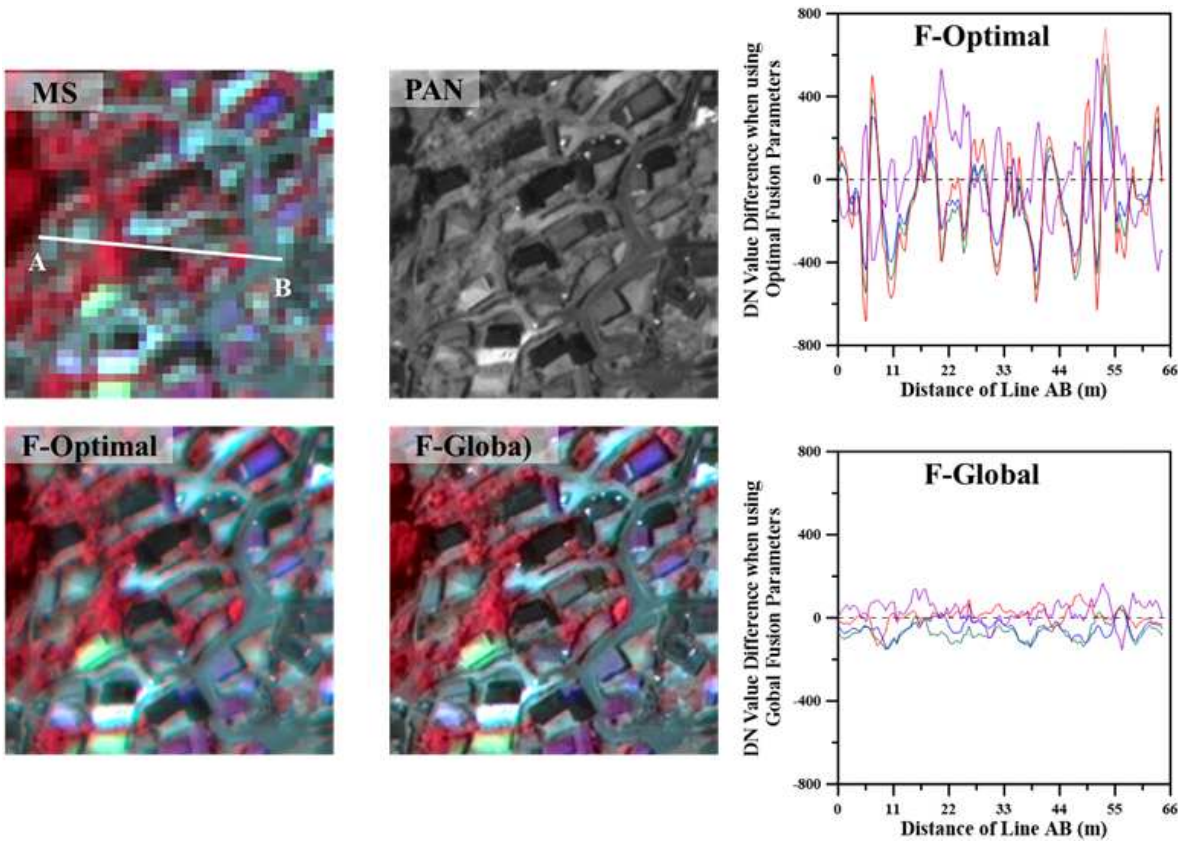
< global 밴드 가중치 결정 결과 >



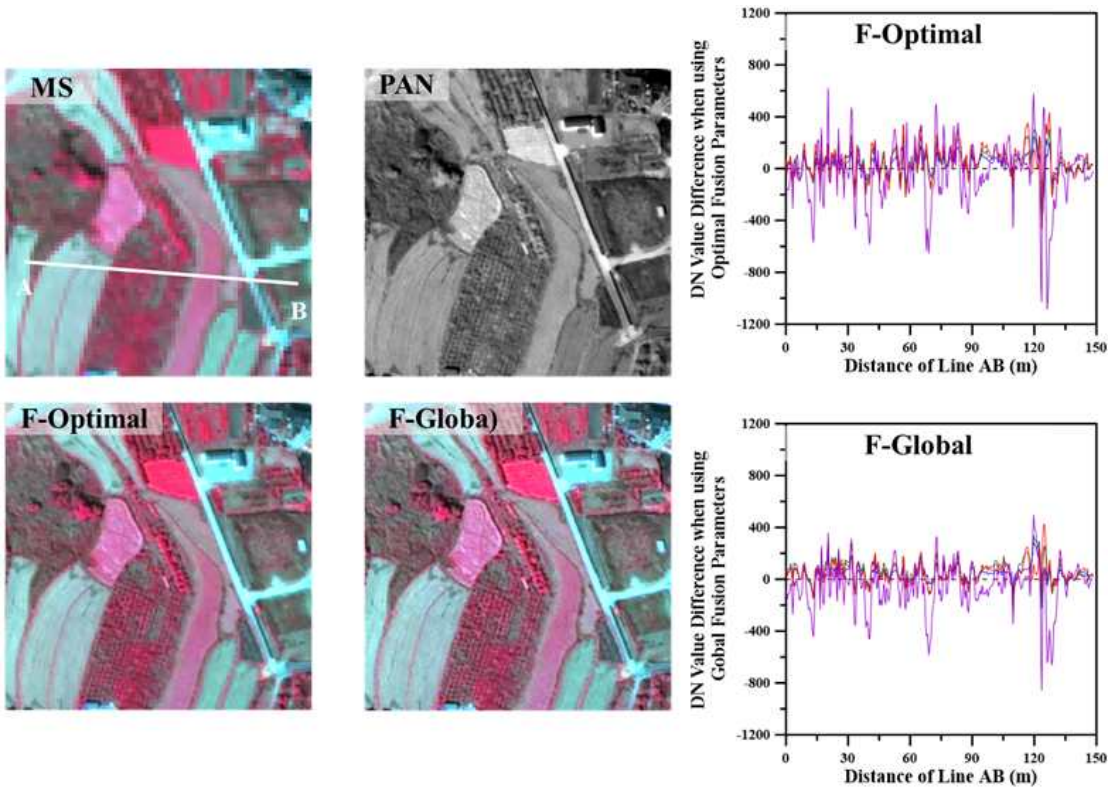
< global 융합계수 결정 결과 >

○ global 융합계수 성능 평가

- 아래 그림은 optimal 계수를 활용하여 제작한 융합영상과 global 계수를 활용하여 제작한 융합영상를 비교분석한 것임
- 각 융합영상 간 비교는 인접영상의 중첩지역을 추출하여 분석을 수행하였음
- 먼저, 도심지 지역의 경우, optimal 계수 활용시 밴드별 밝기값의 차이가 크게 나타나는 것을 확인할 수 있음
- 반면, global 계수 활용하여 융합영상을 제작할 경우, optimal 계수를 활용한 것과 상대적으로 비교하여 밝기값의 차이가 감소함
- 농경지 역시 global 계수 활용하여 융합영상을 제작한 것이, optimal 계수를 활용한 것과 상대적으로 비교하여 밝기값의 차이가 감소함을 확인 가능함
- 즉, global 융합계수를 활용할 경우, 국토영상에 대하여 제작한 융합영상을 일관성있는 품질로 제공할 수 있음을 지시함



< 도심지역에서의 optimal 융합계수와 global 융합계수 활용 비교 >



< 농경지역에서의 optimal 융합계수와 global 융합계수 활용 비교 >

(12). 2-4세부: 국토위성용 영상 모자이킹 SW 개발

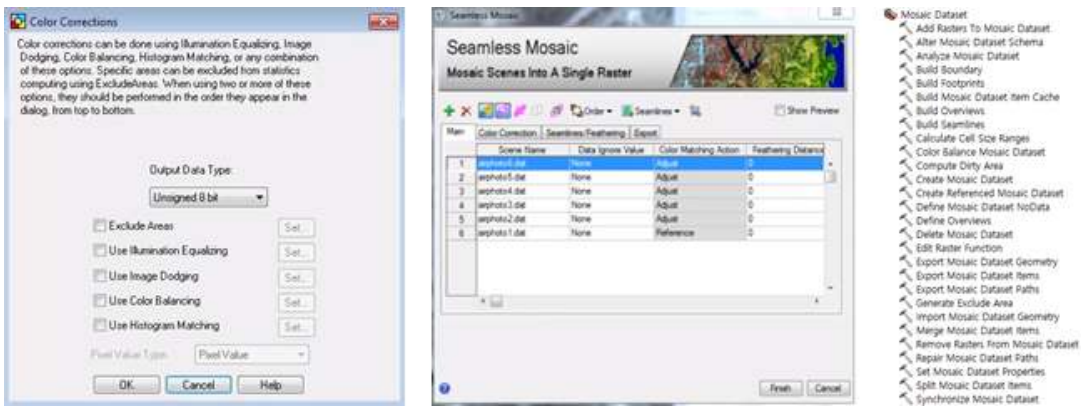
(가). 국토관측위성 정사영상 모자이킹 및 색상보정 SW 개발을 위한 기반기술 정립

①. 모자이킹 알고리즘 설계를 위한 국내외 상용 S/W 기능 및 연구동향 분석

○ 각종 상용 S/W 기능 분석을 통한 S/W 인터페이스 및 알고리즘 분석을 통해 간략하게 지원하는 기능과 옵션을 하단의 표와 같이 정리하였음

< 소프트웨어 별 모자이킹 기능 분석 >

소프트웨어 명	기능명	상세기능 및 지원옵션
ENVI	모자이킹	픽셀기반 모자이킹
		지도기반 모자이킹
	페더링	엣지 페더링
		컷라인 페더링
		가상 모자이크
	색상 보정	히스토그램 일치 옵션
		페더링 및 심라인
ERDAS IMAGINE	색상 보정	제외 지역
		조명 균일화
		영상 닷징
		색상 균일화
		히스토그램 매칭
ArcGIS	좌표계	각종 세계 측지계 좌표 지원
	데이터형	8bit unsigned 등 데이터 형 지정
	셀 크기	영상 해상도 지정
	밴드 수	밴드 수
	모자이크 오퍼레이터	FIRST, LAST 등
	모자이크 색상지도 모드	FIRST, LAST 등



< 영상 모자이킹 SW 기능 및 GUI 예시 >

②. 인공지능, 히스토그램 매칭 및 데이터 처리 가속화 기술의 모자이킹 분야 적용 수준 검토 분석

○ CNN 기반의 영상 분할 후 최적의 접합선 도출을 통한 정확도 향상의 사례가 있으나 위성영상의 방사적 특성을 고려한 다양하고 수 많은 트레이닝 셋 요구

○ 스케쥴링, MPI, OpenMP, CUDA 등과 같은 다양한 방식의 병렬처리 및 분산처리 등 데이터 처리 가속화 기술은 지속적으로 모자이킹을 비롯한 위성영상 처리에 적용 중에 있음

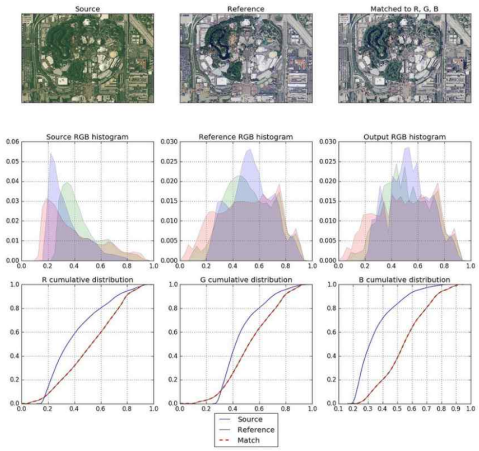
○ 히스토그램 매칭 기술은 개별 영상 픽셀의 밝기 값을 주변 영상 픽셀의 밝기 값 통계를 고려해서 변환하여, 주변 영상과 색상 차이로 인해 발생하는 색상 왜곡 현상을 최소화하므로

영상 모자이킹 기술 개발에 필요함

○ n장의 위성영상을 입력받아 히스토그램 매칭(Histogram Matching) 기술을 적용하여 영상의 색상보정을 진행할 경우

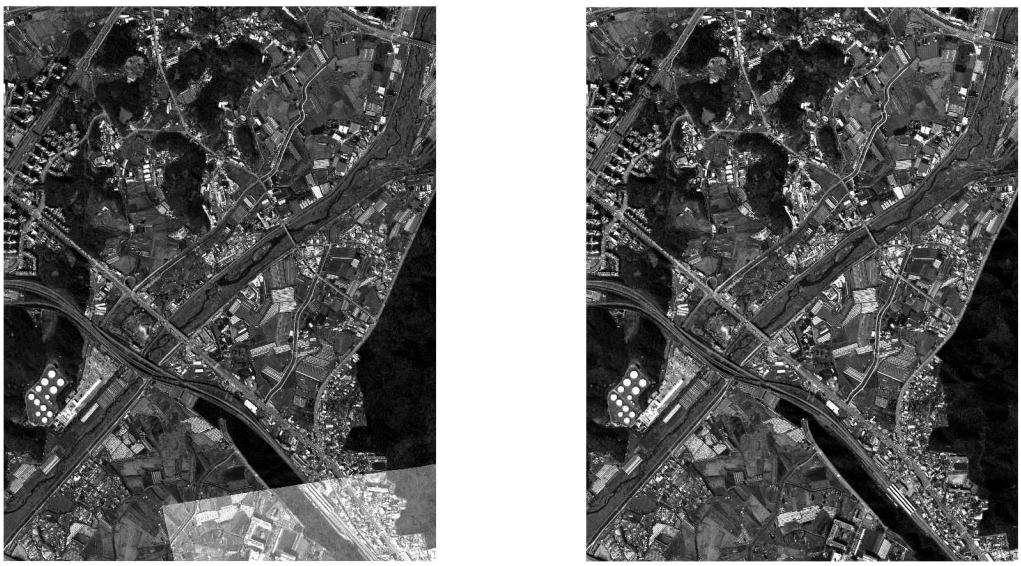
- 주어진 위성영상이 n장일 경우에는 기존 영상 분할 기능의 작동 원리에 색상보정 알고리즘이 추가됨

- 히스토그램 매칭은 색상의 밝기가 다른 n장의 영상이 있을 때, 상대적으로 선명한 밝기를 가지고 있는 한 장의 영상을 기준으로 상대적으로 흐린 밝기를 가진 나머지 영상의 밝기를 기준 영상에 맞추는 기술을 의미하며, 주로 흐리거나 어두운 영상을 밝고 선명한 영상으로 변환될 때 사용됨



<히스토그램 매칭>

- 기술 검토 결과 히스토그램 매칭을 적용하여 색상보정된 모자이킹 영상에서는 색상 왜곡 현상이 최소화되었으나, 히스토그램 매칭을 적용하지 않은 모자이킹 영상은 색상 왜곡 현상이 발생하여 현업에 적용하기 힘들다는 사실을 발견하였음



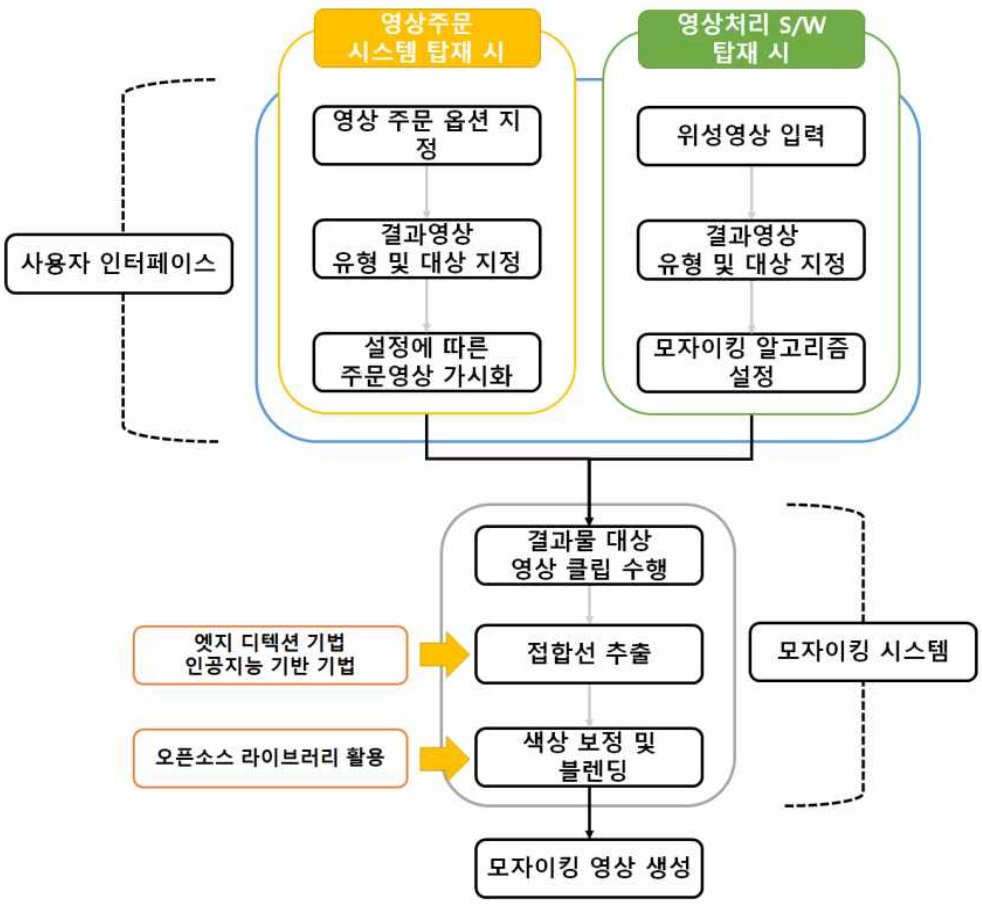
<히스토그램 매칭을 적용하여 색상보정된 모자이킹 영상(좌) 및 히스토그램 매칭을 미적용한 모자이킹 영상(우)>

- 히스토그램 매칭에 의한 색상보정을 적용하지 않고 제작한 도엽 영상은 입력된 두 위성영상이 중첩된 인접한 지역에서 색상의 차이가 크게 발생하여 모자이킹 영상으로 사용하기에 부적절하다는 사실을 알 수 있으며, 색상보정을 적용하여 제작한 모자이킹 영상은 동일한 지역에서 색상의 차이가 거의 발생하지 않아서 도엽 영상으로 사용하기에 적절하다는 사실을 알 수 있음

- 본 연구에서는 국토위성영상(CAS-1)에 적용할 수 있는 모자이킹 및 색상보정 SW 개발을 목표로 하고 있으므로, 모자이킹 SW에서 주변 영상을 모자이크할 시 발생할 수 있는 색상 왜곡 현상을 최소화하는 히스토그램 매칭 기술을 필요하지만 인공지능 및 병렬/분산처리 기법은 모자이킹 기술과 직접적인 연관이 없다고 판단하였음

(나). 국토관측위성 모자이킹 및 색상보정 자동화 SW 핵심알고리즘 개발

①. 모자이킹 자동화를 위한 알고리즘 설계 및 시스템 프레임워크 구축



< 영상 모자이킹 알고리즘 및 프레임워크 >

②. 다중 영상의 색상 보정 및 모자이킹 알고리즘 개발

○ 다중 위성 영상의 밴드(Red, Green, Blue 및 NIR)별 히스토그램 비교

○ 기준 밴드(Reference band) : 픽셀의 밝기 값 표준편차가 가장 큰 밴드 선택

○ 밴드의 밝기 값을 누적 분포 함수(CDF:Cumulative Distribution Function)를 이용하여 보정

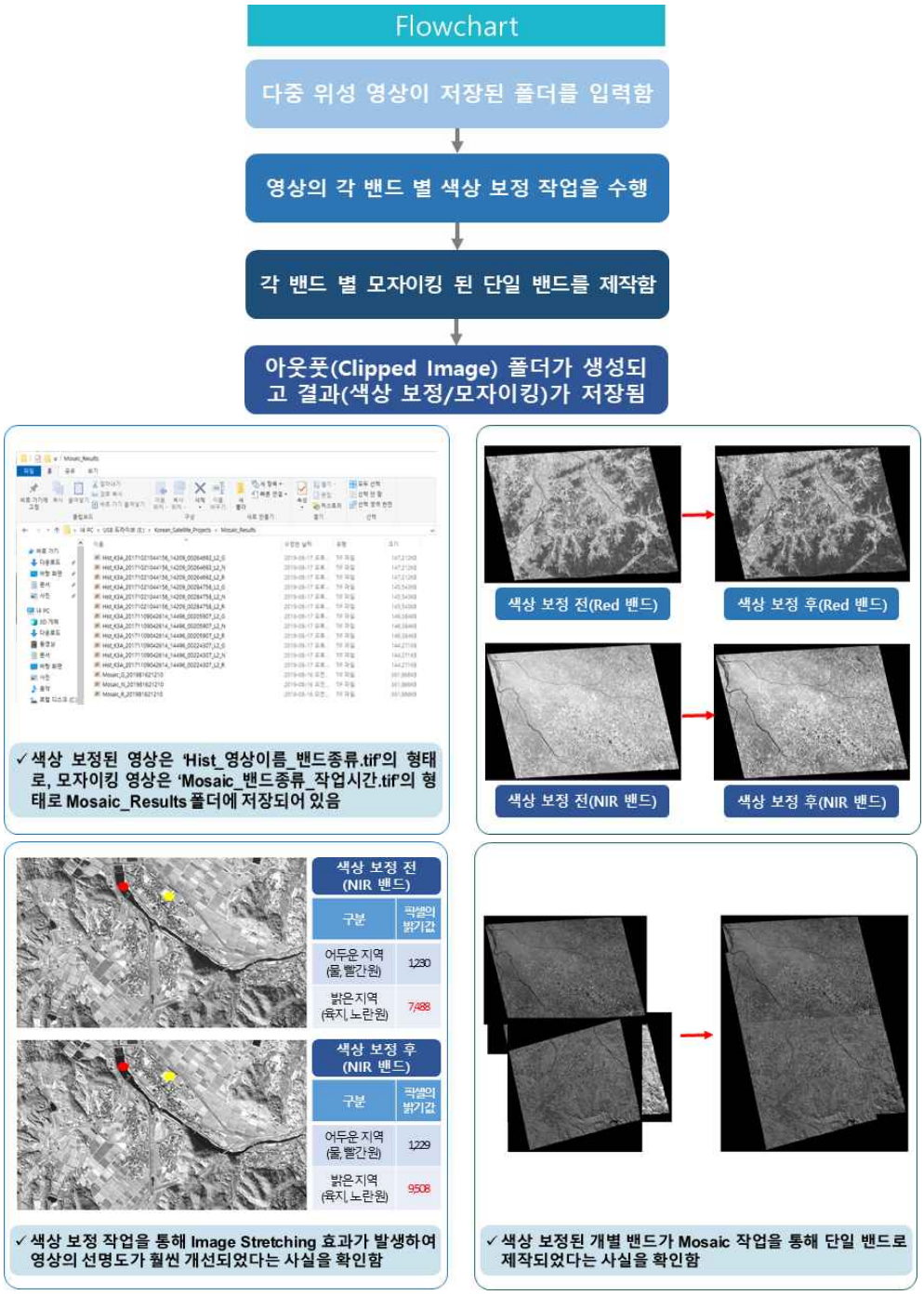
○ 상대 색상보정 방법 및 Paniter's 알고리즘을 적용한 영상 Mosaic 기능 구현

○ Mosaic image 폴더 생성 및 저장 기능 구현

- 폴더명 : Mosaic_Results(L2 모자이크 영상 - 수정가능), 메타데이타(xml)

- 영상명 : 색상보정 Hist_영상 이름 밴드 종류

- 모자이크 Mosaic_밴드 종류_작업 수행시간(YYYYMMDDHHMM)



③. 개별 도엽 영상 제작을 위한 Clipping 알고리즘 개발

○ Python의 다양한 라이브러리(Geopandas, Rasterio, Shapefile 및 Fiona)를 활용하여 지리공간 자료(위성영상 및 GIS Shapefile) 처리 기술 개발

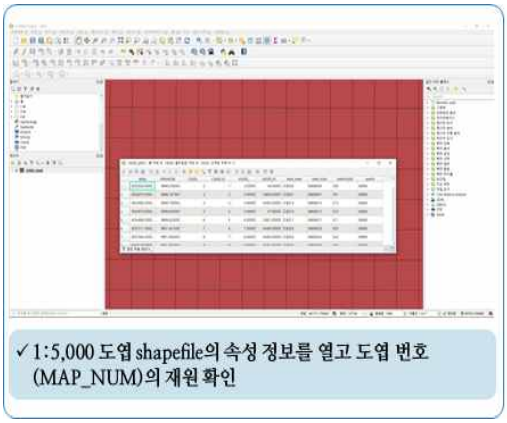
- 투영원점 : UTM 투영법을 기준으로 한 산출물 제작

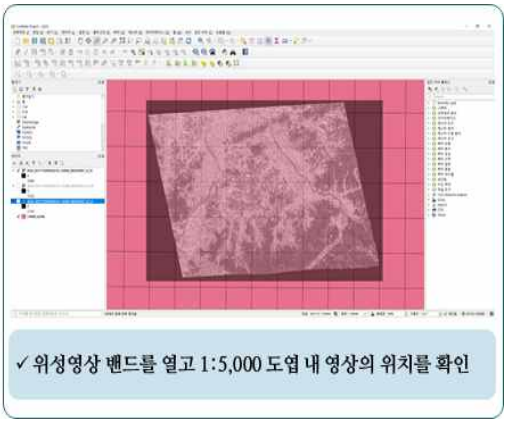
- Clipped image 폴더 생성 및 저장 기능 구현

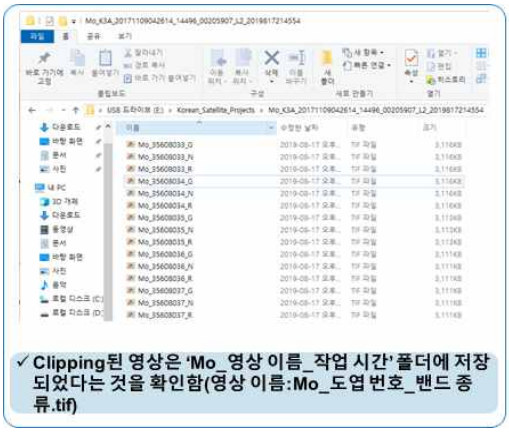
- 폴더명 : Mo_위성영상 이름_작업수행 시간(YYYYMMDDHHMMSS)

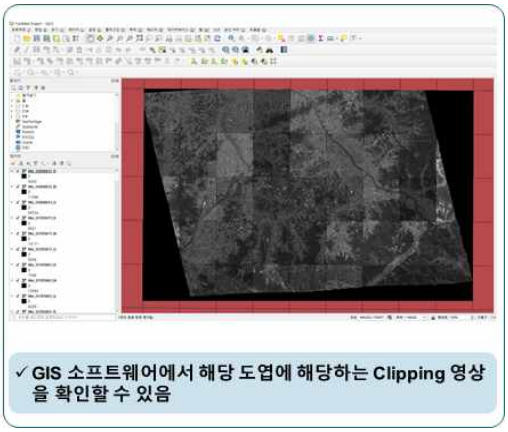
- 영상명 : Mo_도엽번호(8자리)_밴드 종류(R/G/B/N 중 하나)




✓1:5,000 도엽 shapefile의 속성 정보를 열고 도엽 번호 (MAP_NUM)의 재원 확인


✓위성영상 밴드를 열고 1:5,000 도엽 내 영상의 위치를 확인


✓Clipping된 영상은 'Mo_영상 이름_작업 시간' 폴더에 저장되었다는 것을 확인함(영상 이름:Mo_도엽 번호_밴드 종류.tif)


✓GIS 소프트웨어에서 해당 도엽에 해당하는 Clipping 영상을 확인할 수 있음

○ 영상 모자이킹 산출물 (진도점검회의 수정보완요구사항-3-⑤)

- 산출물 구성: L2 모자이크 영상(GeoTiff), 메타데이터(XML)

- 산출물 사양: 1:5,000 도곽단위(약 2 km x 3 km)

- 최대 생성 가능 영역은 추후 정의 예정

(다). 국토위성정보 정사영상 모자이킹 및 자동화 알고리즘 고도화 및 모의영상을 통한 기술 검증

①. 사용자 GUI 구축을 통한 영상 모자이킹 서비스 환경 구축

○ 1:5,000 도엽 및 모자이크 영상과 메타데이터 제작을 위한 SW 개발

- 본 연구에서는 단일 또는 다중 국토위성(CAS) 위성영상을 입력받으면 1:5,000 도엽 또는 모자이크 영상과 관련 메타데이터를 제작하고 이를 폴더에 산출하는 SW를 개발함

○ 본 연구를 통해 개발된 SW의 UI(User Interface)는 아래와 같음



<개발된 SW의 UI>

- 본 연구를 통해 개발된 도엽, 모자이크 영상 및 메타데이터 제작 SW는 영상 분할, 도엽 병합과 설정 확인 및 변경의 3개 기능(Mode)을 포함하고 있음

- 영상 분할은 1장 또는 n장의 국토위성 영상을 입력받으면 해당 지역의 1:5,000 도엽 영상과 메타데이터를 제작하는 기능이고, 도엽 병합은 영상 분할 과정을 통해 산출된 인접한 지역의 1:5,000 도엽 영상을 합친 모자이크 영상과 메타데이터를 제작하는 기능이며, 설정 확인 및 변경은 영상의 중첩률 변경 및 색상보정 적용을 설정할 수 있는 기능임

○ 영상 분할 기능

- 프로그램을 실행시키면 UI가 화면에 나타나며, UI에서 영상분할 버튼을 클릭하면 SW는 'D:\202006_AOI0008' 폴더에 저장된 작업지시서(202006_AOI0008.xml)를 읽어들임



<영상분할을 작동시키기 위한 작업지시서 예시>

- 영상분할 기능을 작동하기 위한 작업지시서에서 입력받을 국토위성영상(CAS)의 이름은 'InputDataList' 항목에서 확인할 수 있고, 해당 영상의 위치는 'DownloadPath' 항목에서 확인할 수 있음

- 단일 위성영상을 분할하는 경우에는 InputDataList에 영상의 이름이 한 개만 있고, 다중 위성영상을 분할하는 경우에는 InputDataList에 영상의 이름이 두 개 이상 존재함

○ 설정 확인 및 변경 기능

- 설정 확인 및 변경 기능은 영상 분할과 도엽 병합에서 필요한 설정 인자(도엽 영상에서 영상의 중첩율 - 영상분할/색상보정 여부 - 도엽 병합)를 각각의 config 파일로 관리하기 위해 작동되며, 설정 확인 및 변경 버튼을 클릭하여 영상 분할 및 도엽 병합 기능을 수행하기 전에 설정 인자를 수정 및 업데이트가 가능함



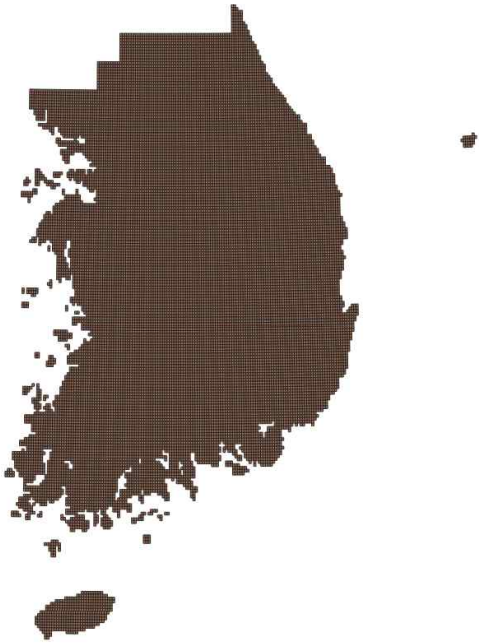
<설정 확인 및 변경 기능의 작동 원리>

- 설정 확인 및 변경 버튼을 클릭하면 중첩율 수정에 관한 화면이 표시되며(기본 중첩율은 10%), 중첩율을 수정하고 싶으면 Yes 버튼을 클릭하고 중첩율을 수정하고 싶지 않으면 No 버튼을 클릭함

- Yes 버튼을 클릭한 경우 중첩율 수정 화면이 표시되고 원하는 중첩율을 입력하면 색상보정에 관한 화면으로 이동하게 되며, 색상보정을 진행하고 싶으면 Yes 버튼을 클릭하고 색상보정을 진행하고 싶지 않으면 No 버튼을 클릭함. Yes 버튼을 클릭한 경우에는 색상보정 진행 화면이 표시되고 Y를 입력함

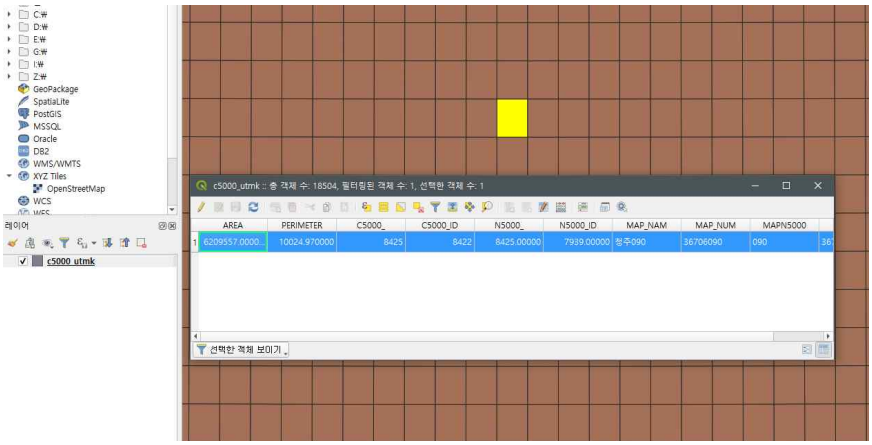
② KOMPSAT-3A 영상을 이용한 기능 검증

○ 본 SW에서는 모자이킹 및 도엽 영상을 제작하기 위해 다음과 같은 Shape File 포맷으로 구성된 우리나라 1:5,000 도엽을 입력받음



<우리나라 1:5,000 도엽>

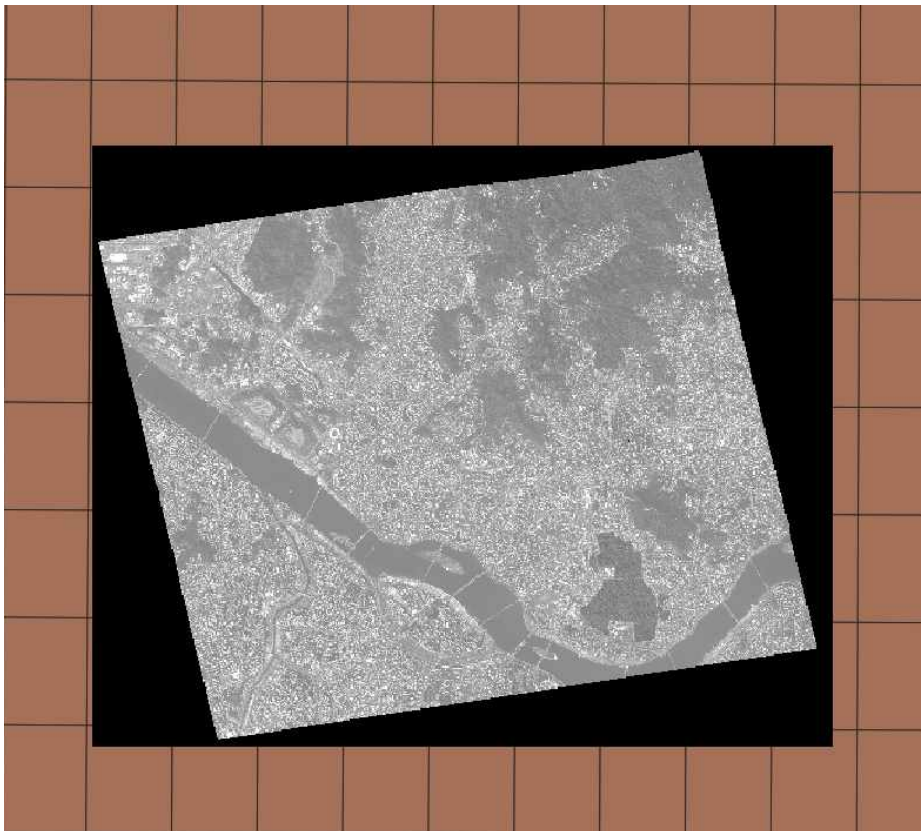
○ 주어진 1:5,000 도엽은 GIS 데이터 형태인 폴리곤(Polygon)으로 구성되어 있으며, 각 도엽은 아래와 같은 속성정보를 가지고 있음



<개별 1:5,000 도엽의 속성정보>

○ 개별 1:5,000 도엽은 8자리의 지도 ID를 가지고 있으며, 이는 속성정보의 'MAP_NUM'에서 확인할 수 있으며, 주어진 1:5,000 도엽은 Area, Perimeter, MAP_NAM 등 다양한 속성정보를 가지고 있음

○ 1:5000 도엽과 주어진 위성영상을 중첩시킨 예시는 다음과 같음



<1:5,000 도엽과 위성영상의 중첩>

○ 본 SW에서는 입력받은 위성영상이 한 장일 경우와 n장일 경우 그 작동 원리가 다르며, 1장의 위성영상과 n장의 위성영상이 입력받을 때 영상 분할 기능의 작동 원리는 다음과 같음



<영상 분할 기능의 작동 원리>

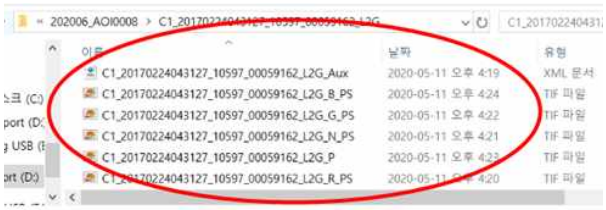
○ 1장의 위성영상을 입력받는 경우

- 1장의 위성영상 입력받을 때 영상분할 기능의 구체적인 작동 원리는 아래와 같으며, 1장의 CAS 위성영상은 'C1'로 시작해서 'L2G'로 끝나는 한 개의 폴더로 구성되어 있음



<한 장의 CAS 위성영상이 저장된 폴더 이름의 예>

- 영상 분할 기능을 실행하면 CAS 위성영상 폴더에 있는 Pansharpening이 진행된 가시광선 (Red, Green 및 Blue) 밴드, 근적외선 밴드 및 Pansharpen 영상을 포함한 총 5개의 영상을 읽어 들임



<영상 분할 기능으로 읽어들인 영상>

- 가시광선 (Red, Green 및 Blue) 밴드와 근적외선 및 Pansharpen 영상을 포함한 총 5개의 영상을 포함하고 있으므로 해당 도엽에 중첩되는 위성영상은 총 5장이 생성되며, 도엽에 중첩되어 산출된 도엽 영상의 예시는 다음과 같음



<위성영상이 도엽에 중첩되어 산출된 도엽 영상(Blue 밴드)>

- 영상 분할 기능을 실행하면 이외에도 미리보기 기능을 위해 생성되는 검색용 영상과 썸네일 영상을 산출함

- 검색용 영상과 썸네일 영상은 jpg 포맷으로 구성되어 있으며, 썸네일 영상의 크기는 128*128이고 '~T.jpg'이름을 가짐

- 검색용 영상의 크기는 1024*1024이고'~br.jpg'이름을 가지고 있으며, 검색용 영상과 썸네일 영상의 예시는 다음과 같음



<검색용 영상>



<썸네일 영상>

- 영상 분할 기능을 실행하면 5장의 도엽 영상과 개별 검색용 영상 및 썸네일 영상이 산출되고 최종적으로 xml 포맷으로 구성된 도엽 영상의 메타데이터가 산출됨

- 도엽 영상의 메타데이터는 입력 영상의 Red, Green, Blue 밴드, 근적외선 밴드 및 Pansharpen 영상을 활용하여 제작된 도엽 영상의 통계가 표시되며, 메타데이터에 표시되는 속성정보는 아래와 같음

- InputFolderName : 입력 영상의 이름

- GenerateTime : 도엽 영상이 산출된 시간

- ImageBitsPerPixel : 입력 영상의 분광 해상도(16비트)

- ValidPixelCoveragePercent : 도엽 영상에서 영상 픽셀의 비율

- ImageCoordinates : 도엽 영상의 좌표

- OutputImageFileName : 도엽 영상의 이름

- ImageStatistics : 도엽 영상을 구성하는 픽셀의 통계 (픽셀의 가로/세로 개수, 공간 해상도, 평균, 표준편차, 최대값, 최소값)

```
<?xml version="1.0"?>
- <MosaicMeta>
  - <InputDataInfo>
    - <InputFolderName>
        <InputFolderName>C1_20170224043127_10597_00059162_L2G</InputFolderName>
      </InputFolderName>
    </InputDataInfo>
  - <OutputDataInfo>
      <GenerateTime>2020-09-04T112719</GenerateTime>
      <ImageBitsPerPixel>16</ImageBitsPerPixel>
      <ValidPixelCoveragePercent>100</ValidPixelCoveragePercent>
    - <ImagingCoordinates>
      - <UpperLeft>
          <Lat>37.675</Lat>
          <Long>126.84978</Long>
        </UpperLeft>
      - <UpperRight>
          <Lat>37.675</Lat>
          <Long>126.87521</Long>
        </UpperRight>
      - <LowerLeft>
          <Lat>37.65</Lat>
          <Long>126.84978</Long>
        </LowerLeft>
      - <LowerRight>
          <Lat>37.65</Lat>
          <Long>126.87521</Long>
        </LowerRight>
      </ImagingCoordinates>
    - <Bands>
      - <PAN>
          <OutputImageFileName>C1_37608035_L2I_P.tif</OutputImageFileName>
        - <ImagingStatistics>
            <width>4448</width>
            <height>5578</height>
            <X>0.5</X>
            <Y>0.5</Y>
            <mean>1386.28532</mean>
            <max>17245</max>
            <min>466</min>
            <std>508.65083</std>
          </ImagingStatistics>
        </PAN>
```

<도엽 영상 메타데이터 예시>

- 최종적으로 영상 분할 기능을 수행하여 산출되는 파일은 7개의 영상 파일과 1개의 메타데이터이며, 다음과 같은 폴더명 및 파일명으로 나타남



<도엽 영상 폴더명 및 파일명 예시>

- 도엽 영상과 메타데이터가 포함된 폴더는 '도엽번호(8자리)_생성시간(YYYYMMDDHHMMSSSSS)'의 총 25자리 숫자로 구성되어 있으며, 저장되어 있는 파일의 이름의 예시 및 설명은 아래와 같음

- C1_37608036_L2I_B.tif : 도엽 영상 B밴드

- C1_37608036_L2I_G.tif : 도엽 영상 G밴드

- C1_37608036_L2I_R.tif : 도엽 영상 R밴드

- C1_37608036_L2I_N.tif : 도엽 영상 N밴드(근적외선)

- C1_37608036_L2I_P.tif : 도엽 영상 P밴드(Pansharpen)

- C1_37608036_L2I_T.jpg : 썸네일 영상

- C1_37608036_L2I_br.jpg : 검색용 영상

- C1_37608036_L2I_meta.xml : 도엽 영상의 메타데이터

- 영상 파일의 이름은 C1_'도엽번호'_L2I_'밴드(B/G/R/N/P)'.tif로 구성되어 있으며, 썸네일 영상은 C1_'도엽번호'_L2I_T.jpg로 구성되어 있고, 검색용 영상은 C1_'도엽번호'_L2I_br.jpg로 구성되어 있음

○ n장의 위성영상을 입력받는 경우

- 본 프로그램에서는 입력되는 위성영상이 n장일 경우 히스토그램 매칭을 적용하여 색상보정을 진행한 후에 도엽 영상을 생성하였으며, 생성된 도엽 영상의 재원은 1장의 위성영상을 입력받아 생성된 도엽 영상과 동일함

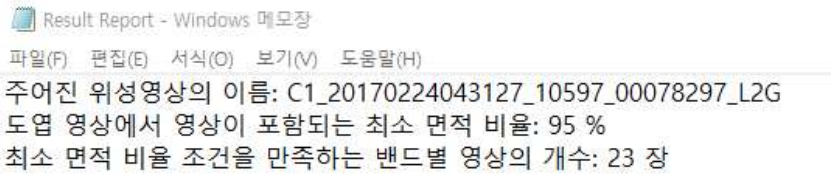
- n장의 위성영상이 입력되어 영상 분할 기능을 작동할 경우 산출되는 결과는 1장의 위성영상이 입력되는 경우와 동일하게 5장의 도엽 영상, 1장의 썸네일 영상, 1장의 검색용 영상 및 1개의 메타데이터가 생성되고, 폴더명과 파일명도 1장의 위성영상이 입력되는 경우와 동일함

- 다만 n장의 위성영상이 입력되어 영상 분할 기능을 작동하는 경우에는 도엽 영상의 메타데이터에 입력 영상의 이름이 1개 이상 표시됨



<n장의 위성영상을 이용한 경우의 메타데이터 예시>

- 최종적으로 영상 분할 기능의 수행이 완료되면, 입력된 위성영상의 이름, 도엽 영상에서 영상의 중첩비율, 중첩비율을 만족하는 밴드별 영상의 개수 정보를 포함하고 있는 Result Report가 산출됨



<Result Report 예시>

○ 도엽 병합 기능

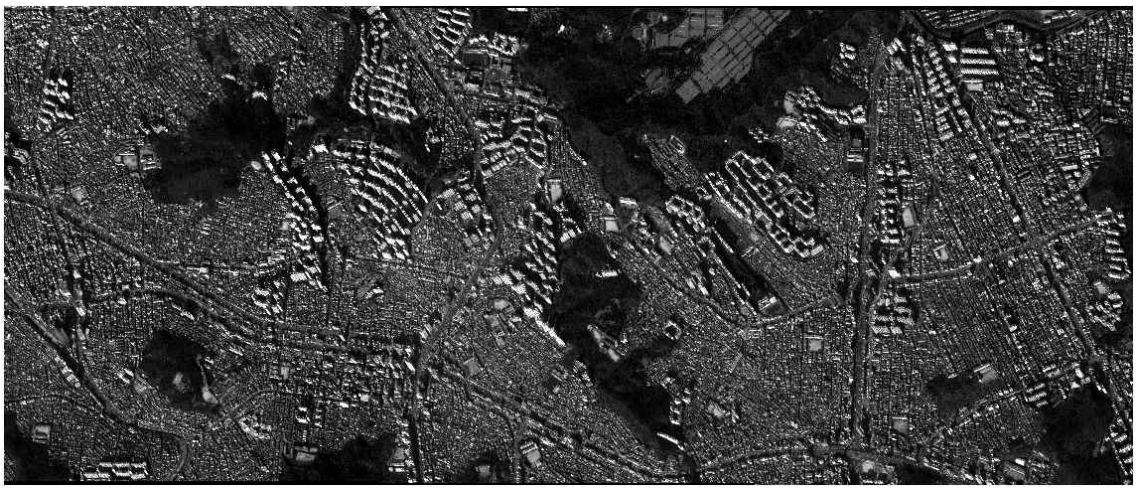
- UI에서 도엽 병합 버튼을 클릭하면 SW는 'D:\202006_AOI0008' 폴더에 저장된 도엽 병합 작업지시서(202006_AOI0008.xml)를 읽어들이며, 도엽 병합 작업지시서의 예시는 다음과 같음



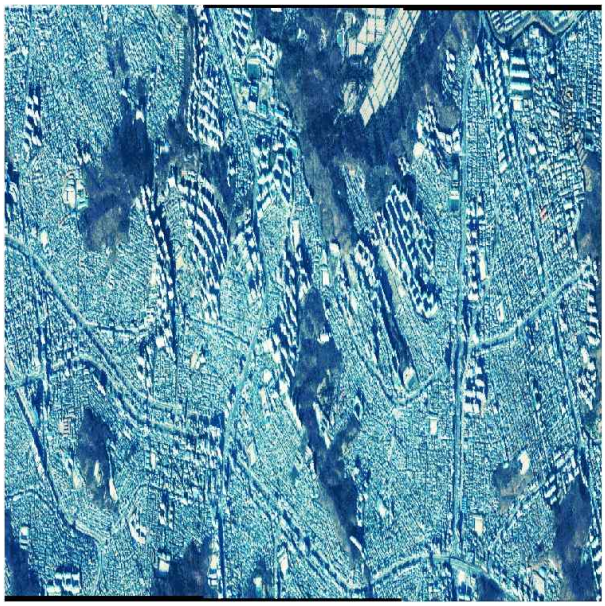
<도엽 병합 작업지시서 예시>

○ 도엽 병합 기능을 작동시키면 우선 작업지시서에서 병합할 도엽 영상 폴더를 읽어 들이고, 도엽 병합 작업지시서에서 병합할 도엽 영상 폴더의 이름은 InputDataList 항목에서 확인할 수 있음

○ 도엽 병합 기능은 작업지시서를 통해 입력받은 인접한 지역에 위치한 도엽 영상을 동일한 밴드별로 중첩하여 모자이크 영상을 제작하며, 따라서 영상 분할 기능과 동일하게 모자이크 Red/Green/Blue 밴드 영상, 근적외선 밴드 영상 및 Pansharpen 영상과 썸네일 영상, 검색용 영상 및 메타데이터가 산출됨



<도엽 병합 기능에 의해 산출된 모자이크 영상(Blue 밴드)>



<도엽 병합 기능에 의해 산출된 검색용 영상>



<도엽 병합 기능에 의해 산출된 썸네일 영상>

- 메타데이터는 다음과 같은 도엽 영상과 입력 영상의 속성정보가 표시됨

- InputFolderName : 입력 도엽 영상의 이름

- GenerateTime : 모자이크 영상이 산출된 시간

- ImageBitsPerPixel : 입력 도엽 영상의 분광 해상도(16비트)

- ValidPixelCoveragePercent : 모자이크 영상에서 영상 픽셀의 비율

- ImageCoordinates : 모자이크 영상의 좌표

- OutputImageFileName : 모자이크 영상의 이름

- ImageStatistics : 모자이크 영상을 구성하는 픽셀의 통계(픽셀의 가로/세로 개수, 공간 해상도, 평균, 표준편차, 최대값, 최소값)

```
<?xml version="1.0"?>
- <MosaicMeta>
  - <InputDataInfo>
    - <InputFolderName>
        <InputFolderName>20200902161650928</InputFolderName>
        <InputFolderName>20200902161720522</InputFolderName>
        <InputFolderName>20200902161750594</InputFolderName>
      </InputFolderName>
    </InputDataInfo>
  - <OutputDataInfo>
      <GenerateTime>2020-09-03T015843</GenerateTime>
      <ImageBitsPerPixel>16</ImageBitsPerPixel>
      <ValidPixelCoveragePercent>100</ValidPixelCoveragePercent>
    - <ImagingCoordinates>
      - <UpperLeft>
          <Lat>37.725</Lat>
          <Long>126.87479</Long>
        </UpperLeft>
      - <UpperRight>
          <Lat>37.725</Lat>
          <Long>126.95019</Long>
        </UpperRight>
```

<산출된 모자이크 영상의 메타데이터>

- 최종적으로 도엽 병합 기능을 수행하여 산출되는 파일은 7개의 영상파일과 1개의 메타데이터이며, 폴더명 및 파일명의 예시는 다음과 같음



<모자이크 영상의 폴더명 및 파일명 예시>

- 모자이크 영상과 메타데이터가 포함된 폴더는 'Mo_도엽번호(8자리)_생성시간(YYYYMMDDHHMMSSSSS)'의 총 27자리 숫자로 구성되어 있으며, 폴더 안에 저장되어 있는 파일의 이름의 예시 및 설명은 아래와 같음

- Mo_37608016_B.tif : 모자이크 영상 Blue 밴드

- Mo_37608016_G.tif : 모자이크 영상 Green 밴드

- Mo_37608016_R.tif : 모자이크 영상 Red 밴드

- Mo_37608016_N.tif : 모자이크 영상 근적외선 밴드

- Mo_37608016_P.tif : 모자이크 영상 Pansharpe 밴드

- Mo_37608016_T.jpg : 썸네일 영상

- Mo_37608016_br.jpg : 검색용 영상

- Mo_37608016_meta.xml : 모자이크의 메타데이터

- 모자이크 영상 파일의 이름은 Mo_'모자이크를 위한 첫 번째 도엽번호'_'밴드(B/G/R/N/P)'.tif로 구성되어 있으며, 썸네일 영상은 Mo_'도엽번호'_T.jpg로 구성되어 있고, 검색용 영상은 Mo_'도엽번호'_br.jpg로, 메타데이터의 이름은 Mo_'도엽번호'_meta.xml로 구성되어 있음

(13). 3-1세부: 토지이용분류 및 공간객체추출 기술 및 SW 개발

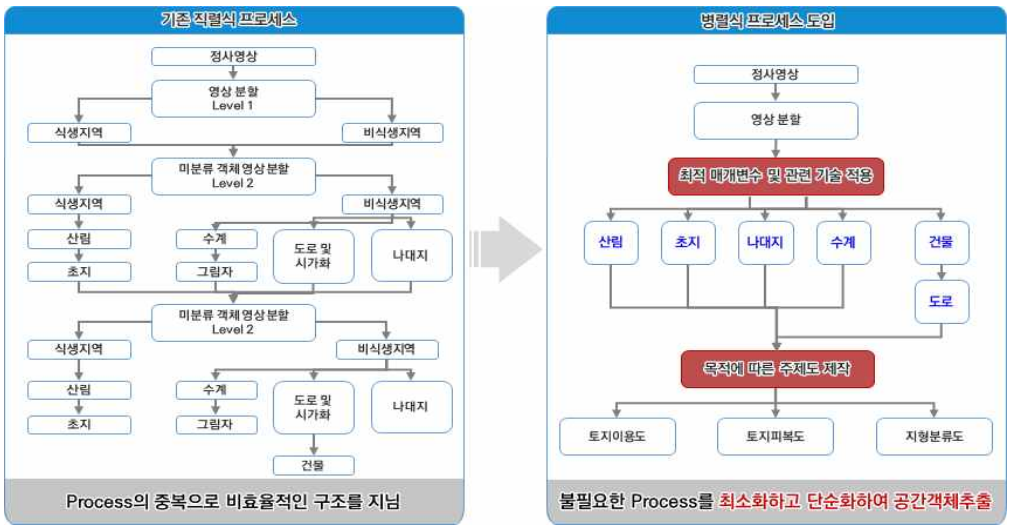
(가). 병렬식 공간객체추출 프로세스 정립

①. 병렬식 공간객체추출 프로세스

○ 공간객체추출을 위한 프로세스는 직렬식 프로세스와 병렬식 프로세스로 구분됨

○ 직렬식 프로세스는 크기가 큰 객체부터 작은 객체로 3~6 단계를 거쳐 추출해 나가는 프로세스로 주제도 제작이 주요 목적임

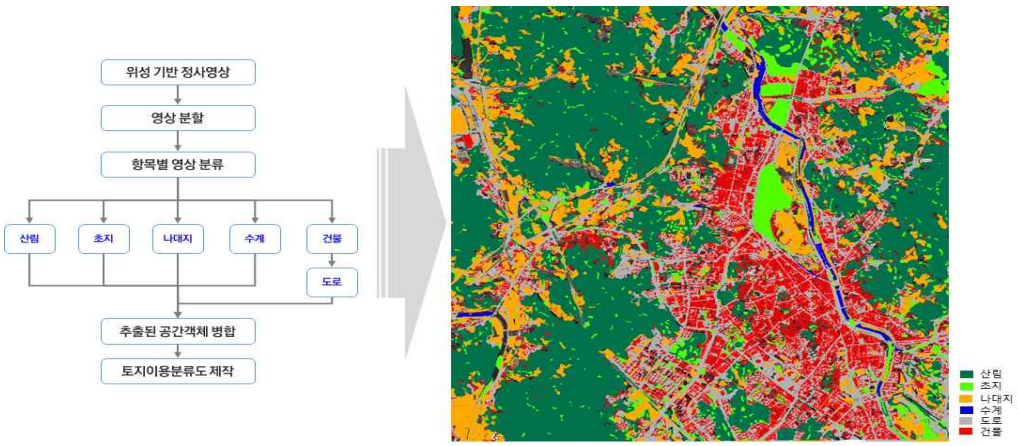
○ 병렬식 프로세스는 사용자가 필요한 객체만을 추출하는 프로세스로 불필요한 작업을 최소화하고, 단순화하여 객체를 추출하고, 추출된 객체 항목별 활용이 주요 목적임



< 공간객체추출 프로세스의 비교 >

②. 병렬식 프로세스 및 매개변수를 적용한 공간객체추출

○ 산림, 초지, 나대지, 수계, 도로, 건물로 6개 항목에 대하여 공간객체추출 프로세스를 정립하고 영상분할 및 분류를 위한 매개변수를 선정하였음



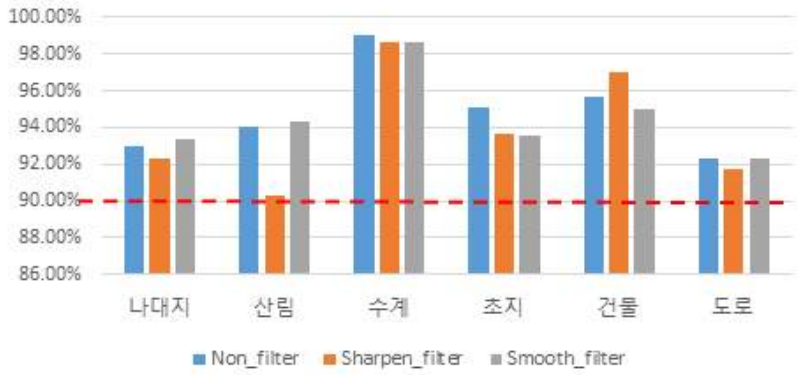
< 병렬식 공간객체추출 프로세스 및 공간객체추출 성과를 이용한 주제도 제작 결과>

○ 객체항목별 공간객체추출의 품질향상을 위하여 영상필터링 기법을 적용하고자 하였으며, 적용된 영상필터링은 Sharpen, Smooth arithmetic mean 필터를 적용하였음

○ 필터를 적용한 경우와 적용하지 않은 경우에 대하여 각각 Error matrix를 이용해 분류정확도 분석을 수행한 결과 최초 계획하였던 목표정확도 90%를 모두 만족하는 것으로 나타남

○ 산림, 나대지, 도로는 Smooth 필터, 건물은 Sharpen 필터, 수계, 초지는 필터를 적용하지 않는 것이 가장 높은 분류 정확도를 나타냄

○ 따라서 정확도 향상을 위한 영상 필터링 기법은 추출하고자 하는 공간객체 항목에 따라 다르게 적용해야 함

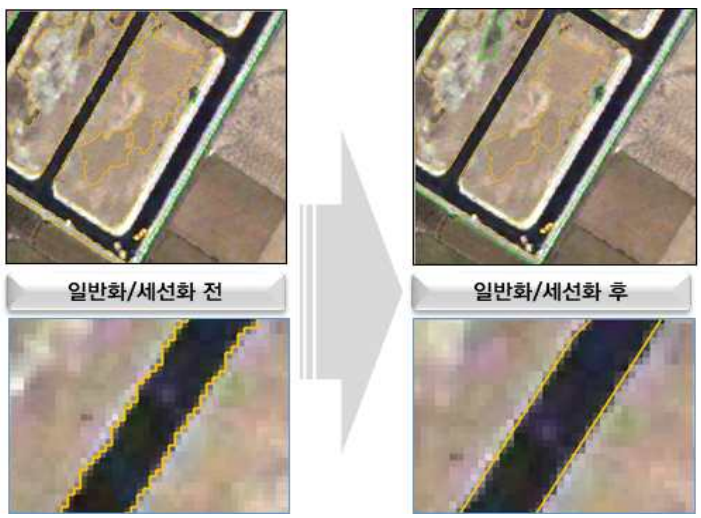


< 영상필터링 적용에 따른 분류정확도 분석 결과 >

(나). 공간객체추출 성과의 일반화/세선화 방안 도출

①. 위성영상기반의 공간객체추출 성과는 Pixel의 영향으로 톱니형태로 추출됨

②. 이는 공간객체추출 성과의 품질에 영향을 미치므로 1차년도 잔여 연구기간 동안 일반화/세선화 방안 도출 및 적용을 통하여 공간객체추출 성과의 품질을 향상시킬 수 있도록 하고자 함



< 공간객체추출 성과의 일반화/세선화 전·후 비교 >

(다). 논, 초지, 나대지 분류 방안

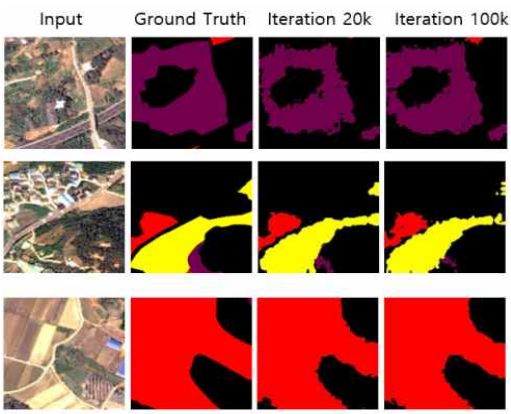
①. 패턴 분석을 이용한 논, 초지, 나대지 분류

○ 실험에 사용될 영상은 6,500x7,000 크기의 위성영상으로 GPU의 메모리의 효율을 위해 321x321 크기로 분할하여 600장의 이미지를 학습에 사용함.

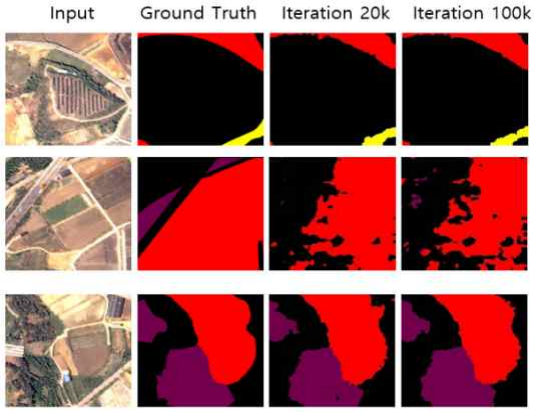
○ 실험환경은 CPU i7-6770k, 메모리 32GB, GPU TITAN X 2장의 환경으로 구성하였고 Imagenet 2012 pre-training data를 이용하여 fine-tuning 과정으로 실험함.

○ 학습을 위해 사용된 Hyperparameter는 {학습율: 0.001, 경사하강법: adam, 반복횟수: 약 20,000 ~ 100,000 }으로 설정

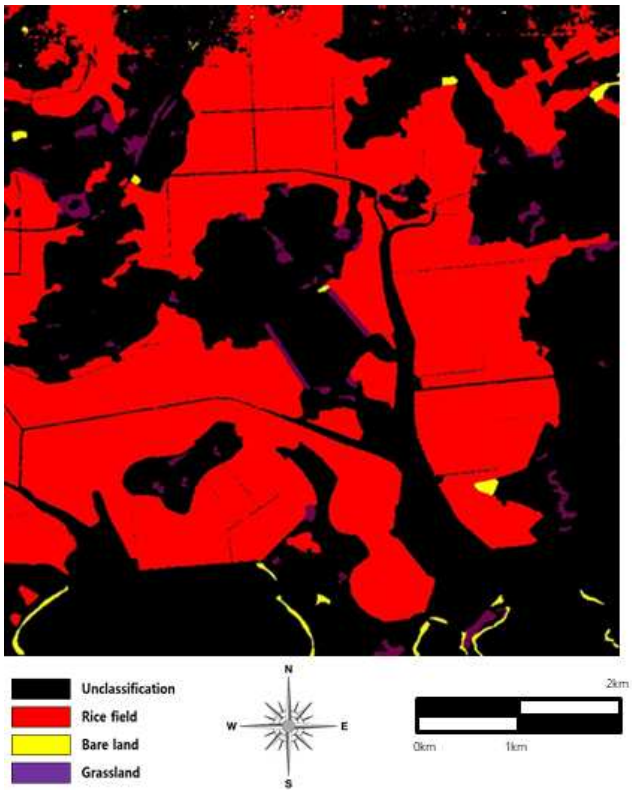
○ 고흥지역을 대상으로 하였고 실험에 사용된 20,000번과 100,000의 반복횟수로 영상을 테스트함



< CNN기법 적용 결과(예시1) >



< CNN기법 적용 결과(예시2) >

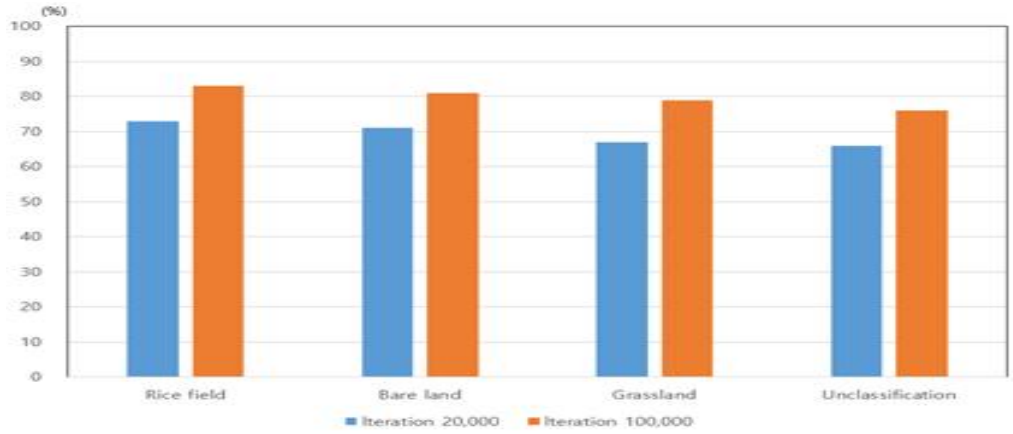


< 논, 초지, 나대지 분류결과 >

○ Error Matrix는 Random point를 이용해 분류정확도를 계산하는 기법으로 분류된 결과의 정확도를 확률로 나타냄.

○ 분석은 토지피복도의 논, 초지, 나대지에 해당하는 레이어를 추출한 것과 분류 결과를 비교하여 수행함

○ 분류정확도를 분석한 결과 반복학습 20,000회에서 논 73%, 초지 67%, 나대지 71%, 미분류 66%등 평균 70%정도의 정확도를 나타내었고, 반복학습 100,000회에서 논 83%, 초지 79%, 나대지 81%, 미분류 76% 등 평균 80%로 학습이 많을수록 높은 정확도를 나타냄



< Error Matrix 분석 결과 >

(라). 침엽수 및 활엽수 분류 방안

①. 시계별 영상을 이용한 침엽수 및 활엽수 분류 방법

○ 1차년도 잔여 연구기간 동안 산림객체 내부에 존재하는 침엽수, 활엽수를 구별하여 산림지역에서의 객체 세분화 방안 도출을 완료하고자 함

○ 시계열영상을 이용하여 활엽수, 침엽수 분류

○ 시계열영상은 침엽수, 활엽수 구분이 잘되는 봄, 가을 영상을 사용

○ 분류방법은 식생지수(NDVI)를 사용하여 분류



(a) 2016년 여름 (b) 2016년 가을

< 시계열 위성영상 >

(마). 오픈소스 기반 SW 개발 방법론 정립

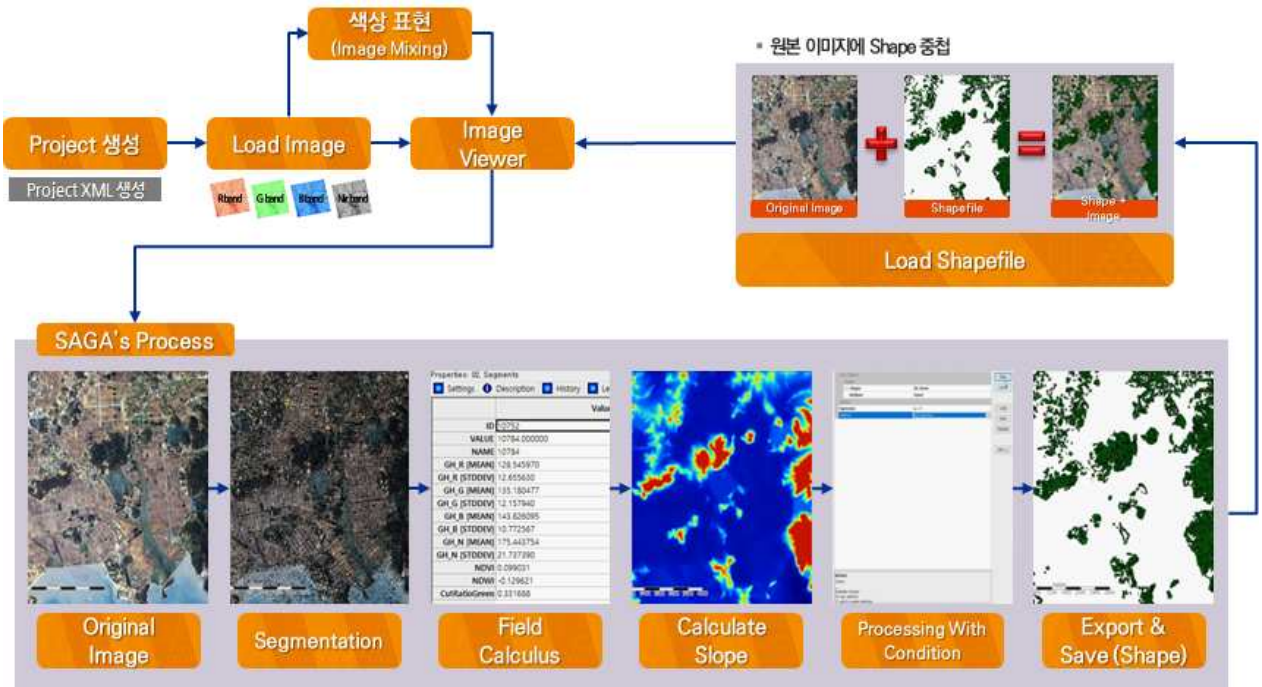
①. 오픈소스 소프트웨어 데이터 구조 및 포함된 기술 분석

○ 2017년 국토위성정보 활용을 위한 주요 활용 및 응용 기술 개발 연구과제에서 오픈소스의 토지이용분류 및 공간객체 추출 성능이 상용 SW와 비교 결과 객체 항목 전체에 대한 분류 정확도가 90% 이상으로 만족됨이 보고됨

○ 따라서 최적화된 소프트웨어를 개발할 수 있도록 오픈소스의 데이터 구조 및 포함된 기술을 분석함.

②. 오픈소스 기반 SW 개발 범위 및 절차 정의

○ 오픈소스 SAGA GIS의 경우 범용적 개발로 위성영상 처리를 위한 전처리, 후처리 작업 등을 다수 포함하고 있어, 최적화된 토지이용분류 및 공간객체추출 시스템을 설계하기 위한 범위 및 절차 정의가 필요함



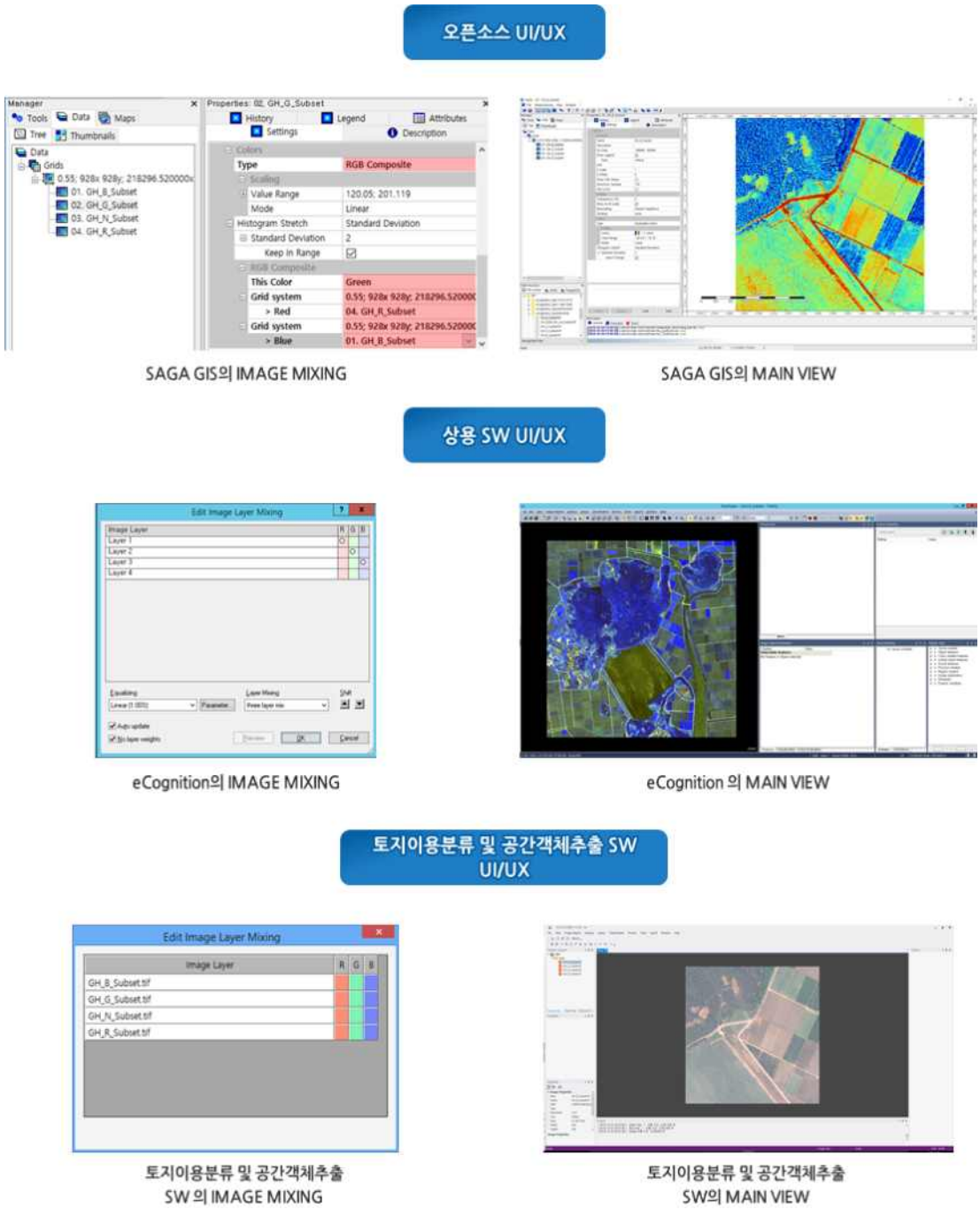
< 오픈소스 SAGA GIS의 공간객체 추출 프로세스 >

(바). 오픈소스 기반 토지이용분류 및 공간객체추출 시스템 설계

①. 사용자 중심의 UI/UX 설계

○ 오픈소스 소프트웨어(OSS)는 특정 SW 및 HW의 종속성을 탈피하고 빠른 개발을 지원한다는 특징이 있으나 범용적 개발로 인한 사용자 편의성이 낮은 경향이 있음

○ R, G, B 색상을 조합하는 Image Layer Mixing 기능, 프로젝트 생성 등 기존 상용 SW의 GUI 구현을 참고하여 사용자 중심의 편의성이 높은 UI/UX를 구상함

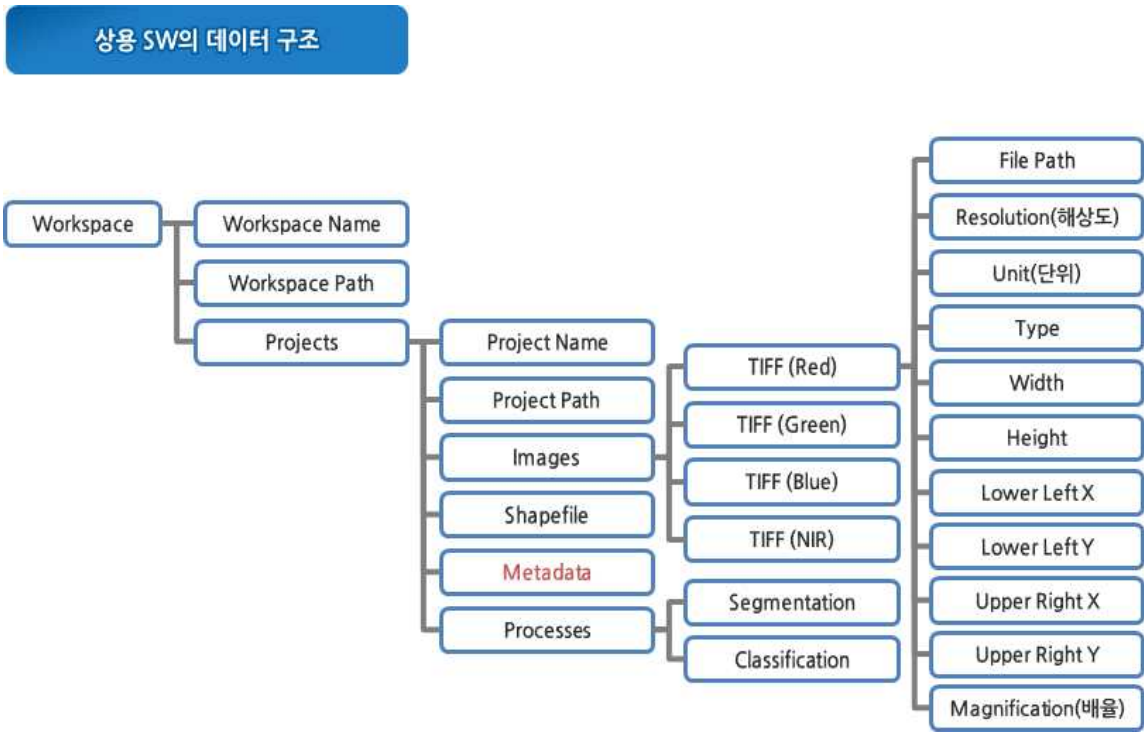


< 토지이용분류 및 공간객체 추출 SW의 UI/UX >

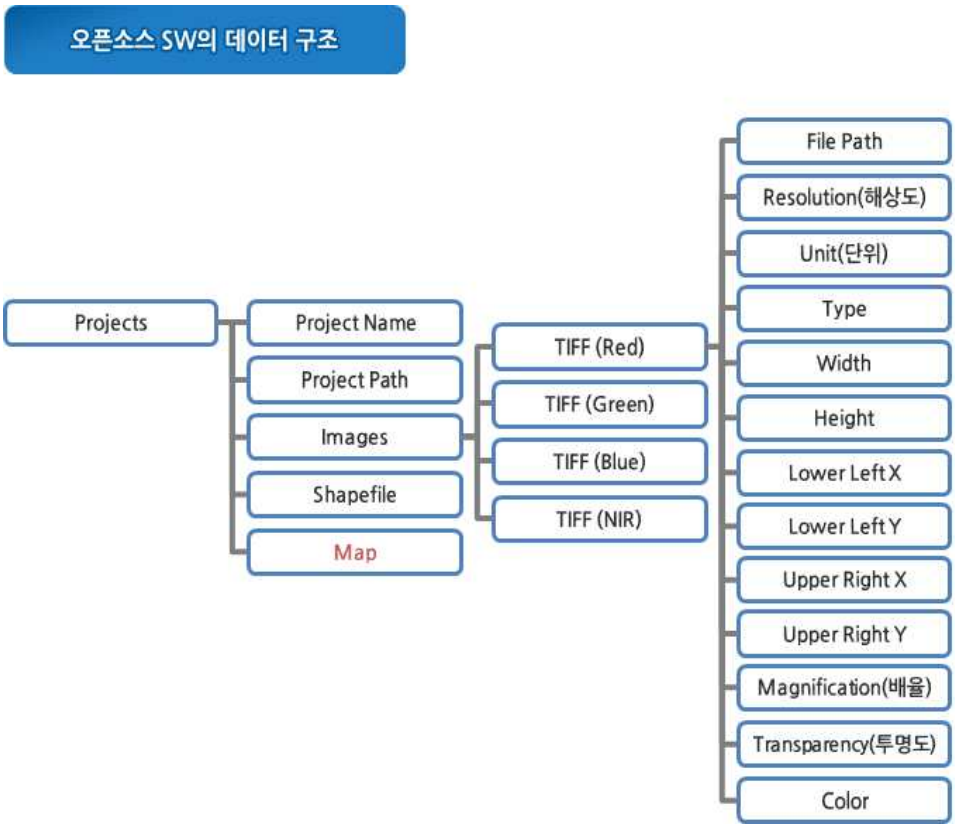
②. 워크스페이스 개념 도입 및 구조체 설계

○ 상용소프트웨어는 프로젝트뿐만 아니라 워크스페이스에 대한 작업 구간을 생성하여 작업자별로 프로젝트를 관리할 수 있도록 하고 있음

○ 워크스페이스 내 여러 프로젝트를 생성할 수 있도록 설계하여 이후 소프트웨어 재가동 시 이전 작업 내용 및 데이터를 불러올 수 있도록 하여 효율적인 작업을 지원하도록 함



< 상용 SW의 데이터 구조 >

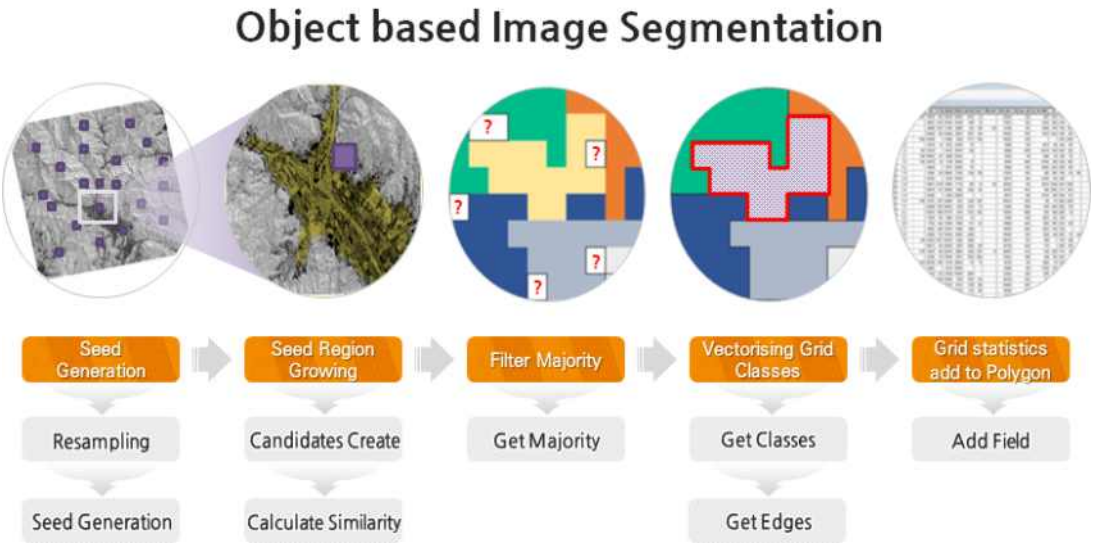


< 오픈소스 SW의 데이터 구조 >

③. 공간객체추출 알고리즘 적용 모듈 설계

○ 오픈소스 공간객체추출 알고리즘은 화소 기반이 아닌 객체 기반으로 객체를 추출한다는 특징이 있음

○ Object Based Image Segmentation기법은 Seed 생성, Seed Region Growing, Filter Majority, Grid to Shape, Statistics for Shape 등 크게 5가지로 분류됨



< 공간객체 추출 알고리즘의 처리 순서 >

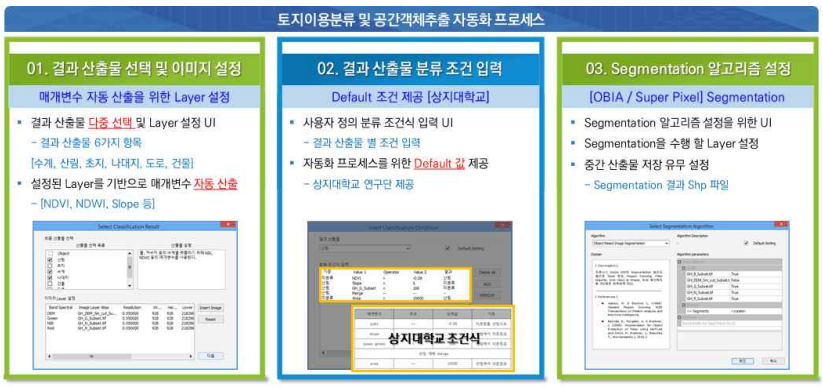
클래스명	설명
Seed Point Generation	공간객체추출 모듈 메인 클래스 . 이미지 Filtering 기법을 사용하여 Resampling 하는 기능 . 각 픽셀 값의 평균과 분산을 계산하여 주변 값에 비해 가장 큰 값을 Seed로 저장하는 기능
GIT Seed Region Growing	추출된 Seed를 통해 영역을 확장하는 클래스 . Seed Generation에서 추출된 Seed의 관측값 정보를 저장하고 주변 픽셀과의 유사도를 분석하여 Segment로 확정하는 기능 . Segment의 후보군을 트리 구조로 저장하는 기능
GIT Filter Majority	Segment로 분류된 영상을 주변 값과 비교하여 보간하는 클래스 . 9방향의 주변 픽셀을 검사하여 영상 특이점을 보간하는 기능
GIT Grid Classes To Shape	픽셀을 비교하여 외곽선에 대한 Polygon Shape 파일을 추출하는 클래스 . 데이터의 외곽선과 추출하고 해당 엣지에 꼭지점을 판별하는 기능 . 판별된 꼭지점을 이미지 좌표에서 World 좌표로 변환하는 기능 . 여러 개의 꼭지점을 하나의 polygon으로 생성하고 polygon을 묶어 하나의 Shape의 형태로 생성하는 기능
GIT Statistics To Polygon	동일 Segment로 분류된 픽셀 값들의 통계치를 저장하는 클래스 . 이미지와 Shape의 중첩 여부를 판별하는 기능 . Point in Polygon을 통해 동일 Polygon 내에 위치한 픽셀 값들을 저장하는 기능 . 이미지 픽셀 값의 총합 및 개수를 통해 평균, 분산, 표준편차 등의 12가지 매개변수에 대한 통계 값을 계산하는 기능
GIT Dynamic Table	통계치를 저장 및 계산하기 위한 클래스 . Linked List를 이용하여 구현한 테이블 형식의 구조로, 하나의 노드가 다음 노드를 가리키는 방식으로 구현 . 하나의 노드 내에 한 개의 속성 정보를 저장하며 하나의 Shape는 한 줄의 노드 그룹을 갖도록 구현

< 공간객체추출 모듈 클래스 설계 사양 >

④. 공간객체추출 자동화 시스템 설계

○ 공간객체추출 알고리즘은 각각의 5가지 기술을 연계하는 방식으로 이루어진다

○ 위성영상 tiff 이미지를 불러와 추출하고자 하는 객체(수계, 산림, 초지, 나대지, 도로, 건물 등)을 선택하여 원하는 객체의 SHP파일과 속성 정보를 한 번의 클릭으로 얻을 수 있도록 한다

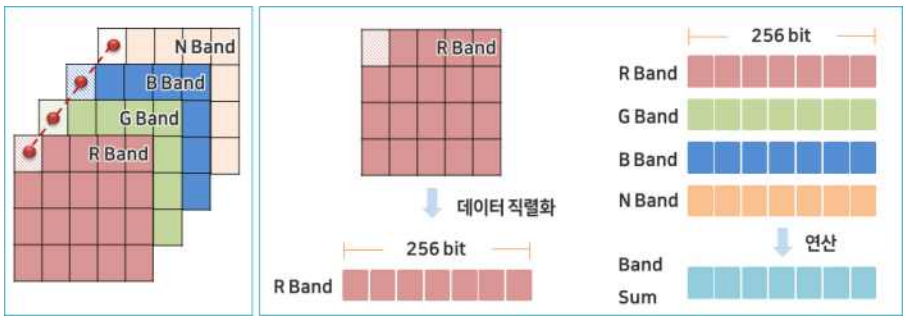


<자동화 프로세스 기능 설계>

(사). 오픈소스 기반 토지이용분류 및 공간객체추출 SW 개발

①. 오픈소스 기반 토지이용 분류 및 공간객체추출 SW 개발

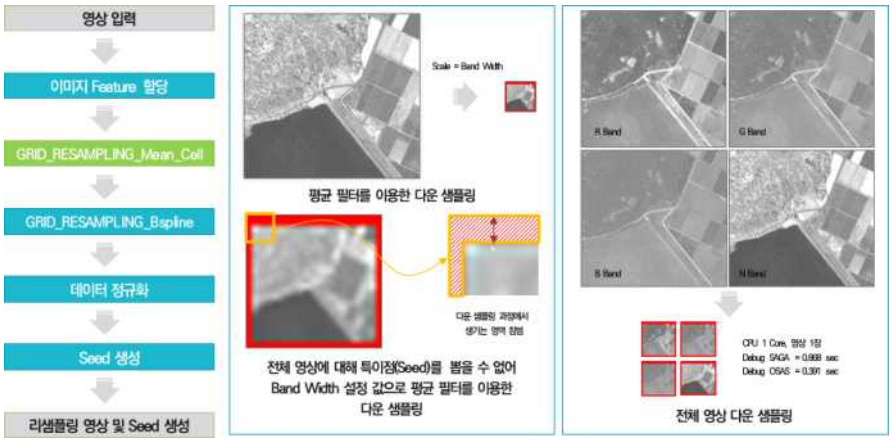
○ 공간객체추출 알고리즘을 고속화하기 위하여 2차원 이미지 영상 데이터를 1차원으로 직렬화하여 AVX2를 이용한 병렬처리 기법을 적용한다



< 공간객체 추출 알고리즘의 고속화 방법, 데이터의 직렬화 >

○ Seed Generation알고리즘을 통해 Seed를 생성한다. 전체 5단계로 이루어져 있으며, 중요 알고리즘은 4단계임. 사용자는 Seed 생성에 쓰이는 Band Width를 통해 다운 샘플링 Scale 값을 설정할 수 있음. 이 때 발생하는 데이터의 손실을 막기 위해 기존 영상에서 0.5 Pixel을 크게 잡으며, 다운 샘플링 결과 영상도 설정된 영상크기보다 크게 잡아 Mean Filter를 사용하여 다운 샘플링 시 영상 외곽의 데이터 손실을 줄였음

○ 오픈소스인 SAGA GIS보다 다운샘플링 시 소요되는 시간이 약 2.22배 빨랐으며, Release 버전에서는 0.024초의 수행시간이 걸림

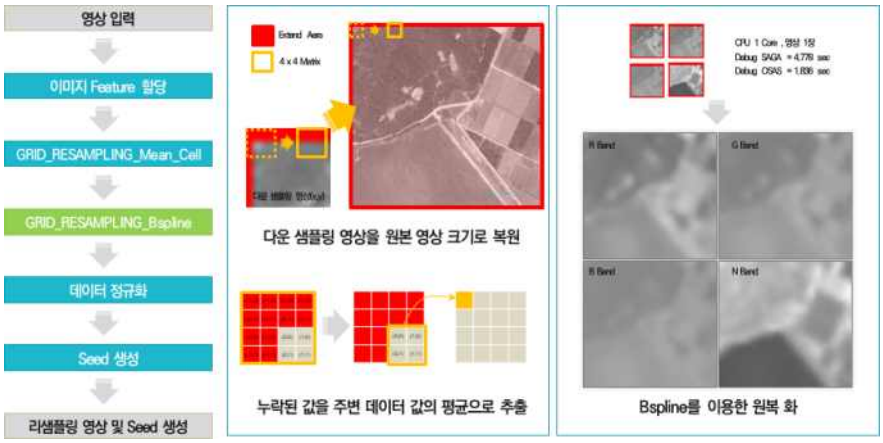


< Mean Filter를 이용한 다운 샘플링 >

○ 다운 샘플링 영상에서 원래의 영상크기로 원복화 시킬 때 Bspline 알고리즘이 사용됨. 업 샘플링시 누락된 값을 주변 데이터 값 평균으로 4 x 4 Matrix 크기가 사용됨

○ BSpline은 누락된 영상 값 생성 시 영상의 변화도가 부드럽게 하기 위한 보간법이며, 두 번 미분하여 영상의 변화가 연속적이며, 계산이 간단하기 때문에 속도가 빠름

○ SAGA GIS 보다 업 샘플링 시 소요된 시간은 약 2.6배 빠름



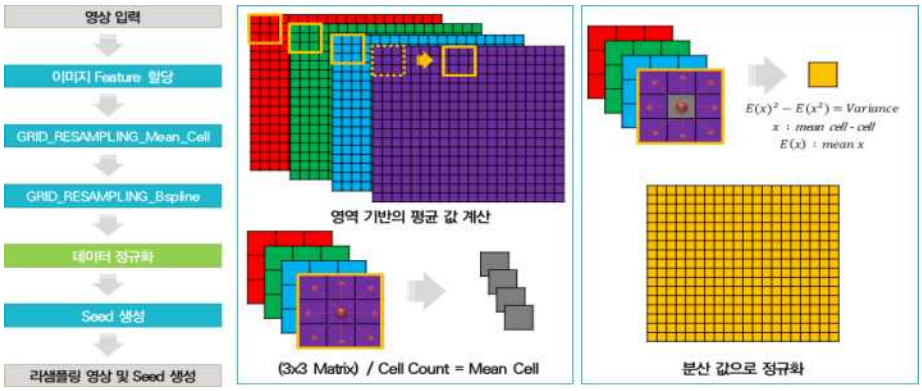
< Bspline을 이용한 업 샘플링 >

○ 업 샘플링으로 4개의 밴드 값을 생성되고, 이것을 하나의 분산 값으로 만드는 데이터 정규화함

○ 각 영상마다 3x3 영역으로 평균값(Mean Cell)을 계산하여 각 영상의 영역 별로 평균값으로부터 분산도를 측정하며, 이때 [수식 1]을 사용하여 편차의 값을 x로 지정하며, 8 방향으로 각 밴드의 평균값하고 차이를 구해 데이터를 정규화 시킴

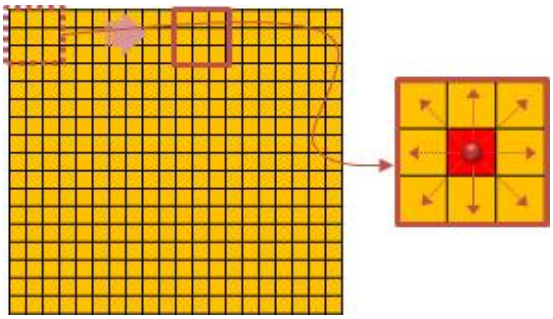
$$E(x)^2 - E(x^2) = Variance$$
$$x : Mean\,Cell - Cell$$
$$E(x) : mean\ x$$

< 분산 정규화 식 >



< 데이터 정규화 >

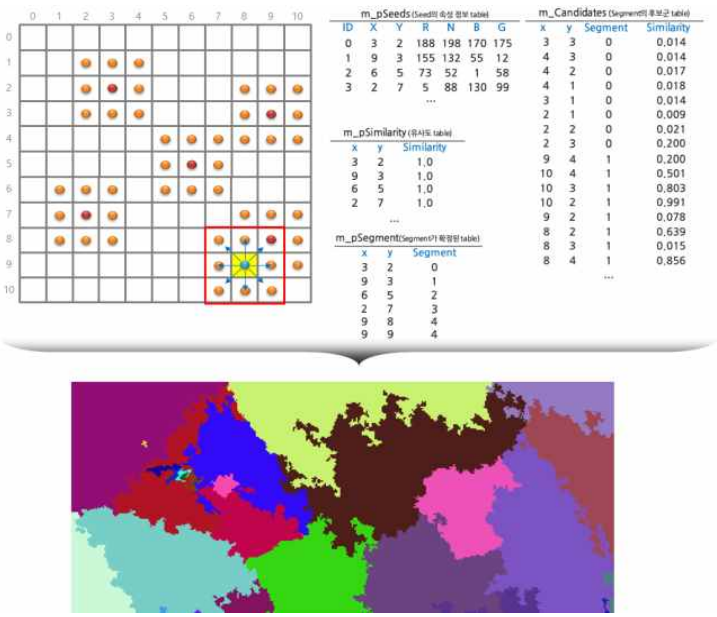
○ 정규화된 데이터 값으로 시드(Seed) 값을 추출한다. [그림 18]처럼 검색 영역(3×3) 중앙 픽셀 보다 주변 픽셀의 분산 값이 크면 시드로 선정함



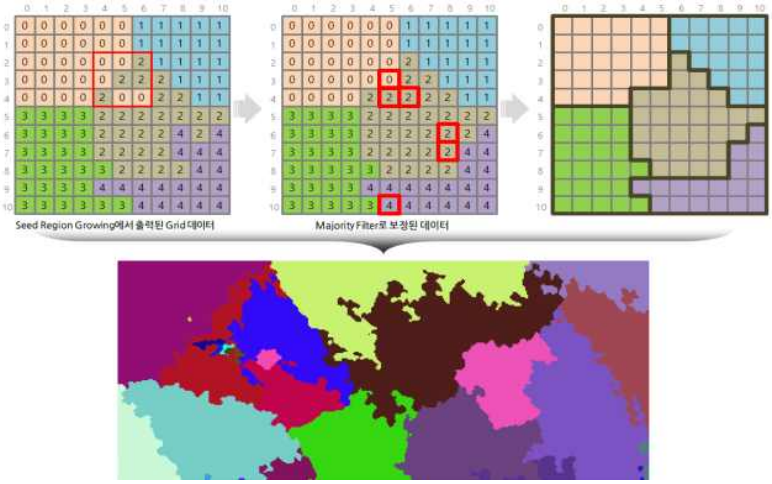
< 시드(Seed) 생성 >

○ 시드(Seed)를 기반으로 입력된 위성영상 이미지의 해당 픽셀의 관측값을 테이블 형태로 저장하고 각 픽셀의 유사도(공간 유사도, 거리 유사도)를 검사하고 유사도에 따라 세그먼트를 분류하여 군집 단위로 묶는 Seed Region Growing 알고리즘 수행함

○ 세그먼트로 분류하기 전 후보군 테이블에 저장하게 되는데 효율적인 메모리 관리와 속도 향상을 위해 Tree 구조를 사용함

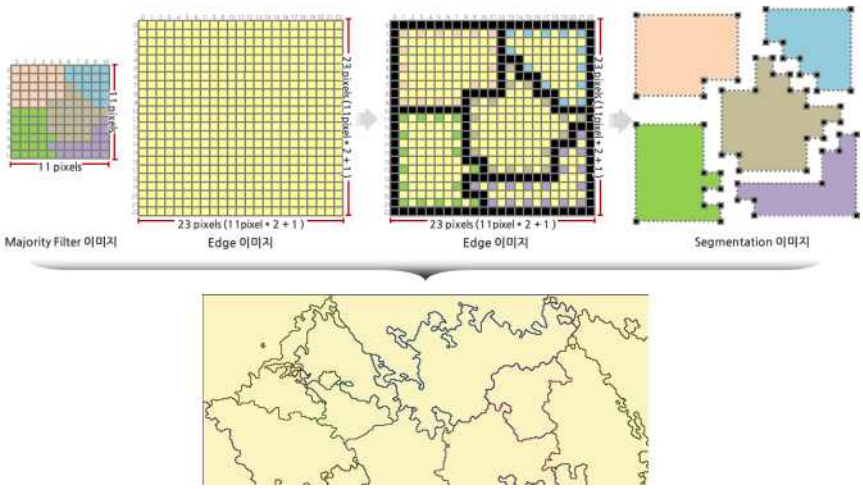


○ Seed Region Growing 알고리즘에서 출력된 Grid 데이터에 대한 이상 픽셀 보정을 위한 Majority Filter 적용함. 9방향의 주변 픽셀 값을 검사하여 영상 특이점을 보간함. OpenMP를 이용한 영상처리 고속화 적용함



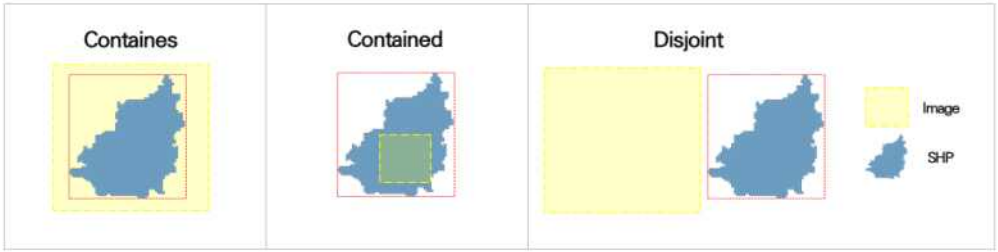
○ Majority Filter에 의해 보간된 영상을 기반으로 각 픽셀을 반복하며 외곽선과 경계선을 검색하고 해당 엣지 중 꼭지점을 추출하여 하나의 Polygon으로 생성함. 이미지 좌표인 꼭지점을 World 좌표로 변경함

○ 여러 개의 Polygon을 하나의 Shape로 생성함



.

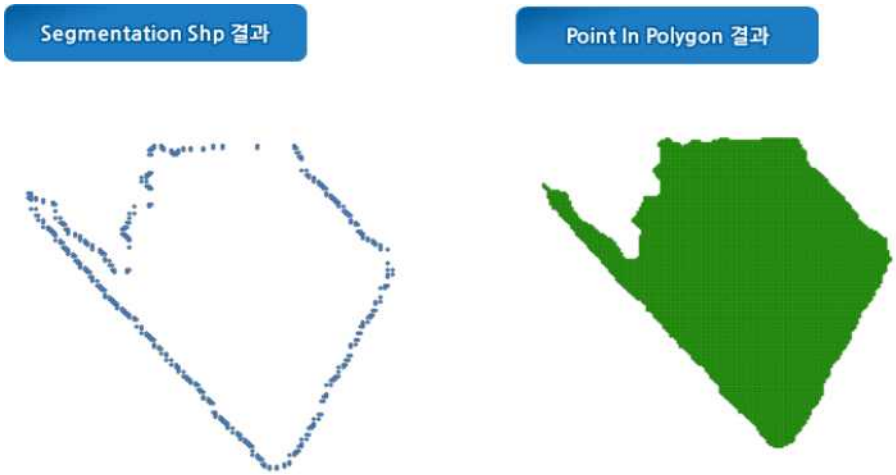
○ SHP 파일의 하나의 Polygon은 동일 Polygon 내에 위치한 이미지 픽셀들의 값을 기반으로 통계치를 계산하고 그 값을 Polygon의 대표 통계로 설정한다. 이를 구현하기 위해 우선 입력된 이미지와 이전 단계에서 생성된 Shape가 중첩되는 지에 대한 검사를 수행함



< 이미지와 Shape의 중첩 여부 >

○ 이미지와 Shape 의 중첩 여부가 Disjoint 즉, 중첩되는 부분이 없을 경우 에러를 발생하며 이외의 경우일 경우 통계 데이터를 계산하기 위한 전 작업인 동일 Polygon 내의 이미지 픽셀 좌표 및 데이터를 저장하는 작업을 수행함

○ 동일 Polygon 내에 위치한 픽셀 값을 가져오기 위해 Point In Polygon 알고리즘을 사용하여 x, y 좌표와 Shape 파일의 Index를 Grid로 저장함



< Segmentation의 결과 Shp 기반 Point in Polygon을 실행한 결과 데이터 >

○ 동일 Polygon 내의 위치한 픽셀 값을 통해 이미지(R, G, B, N 등) 값을 statistics 배열에 할당함. 이 때 '+=' 연산을 통해 최소값, 최대값, 가중치, 합계를 계산함. 이미지 픽셀 값에 대한 저장을 끝낸 후 범위(최대값과 최소값의 차이), 평균, 분산 등의 추가 계산을 수행함

항목	수식	항목	수식
평균	$\sum \frac{1}{n} x_i$	분산	$Var(\overline{X}) = \frac{\sigma^2}{n}$
표준편차	$\sqrt{\frac{1}{\#P_v}\left(\sum_{(x,y,z,t)\in P_v} c_k^2(x,y,z,t)\right) - \frac{1}{\#P_v}\left(\sum_{(x,y,z,t)\in P_v} c_k(x,y,z,t)\right)^2}$	분광 평균	$b = \frac{\sum_{i=1}^{n_L} \mu_i}{n_L} \quad \mu_L = \frac{\sum_{i=1}^{n} v_1}{n}$
분광비	$\frac{\overline{c}_k(v)}{\sum_{k=1}^{n} 1\overline{c}_k(v)}$ if $w_k^B = 0$ or $c(v) = 0$	명도	$\overline{c}(v) = \frac{1}{w^B} \sum_{k=1}^{n_c} w_k^B \overline{c}_k(v)$
길이	$\sqrt{\#P_v \cdot Y_v}$	길이 / 폭 비	$Y_v = \min(Y_v^{BV}, Y_v^{BB})$
면적	$A_v = \#P_v \times u^2$	둘레	$b_v = \left(\sum_{n=1}^{\#(slices)} b_v(slice)\right) \times u_{slices} + b_v(z) where\ b_v(slice) = b_v + b$

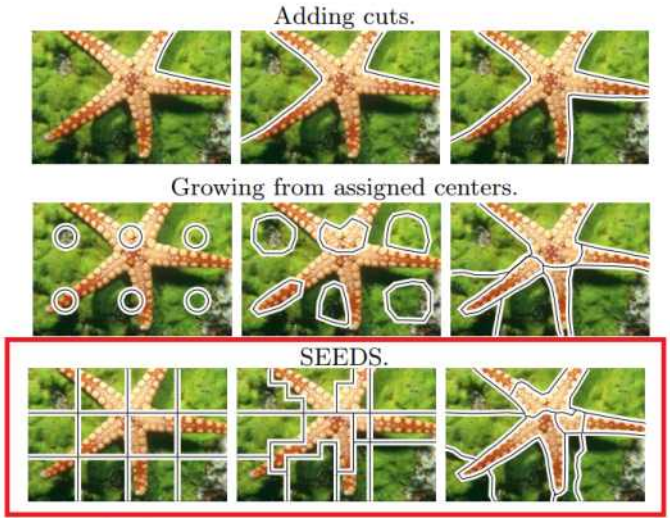
< 객체 분류를 하기 위한 매개변수 >

- 오픈소스 SAGA GIS가 포함하고 있는 Object based Image Segmentation과 동일하게 Seed Point 기반 Segmentation을 수행하는 Super pixel Segmentation 기법 또한 구현함

- 슈퍼픽셀은 영상분할을 하기 위하여 원본 영상의 특징이 비슷한 작은 균일한 영역으로 잘게 나누고 이 작은 영역들을 기본 단위로 하여 영상처리 하는데, 여기서 작게 나누어 진 균일 영역을 슈퍼픽셀이라고 함

- 슈퍼픽셀은 다음과 같이 몇 가지 특성을 갖는데, 즉 밀집성(compactness), 경계일치도(Boundary precision/recall), 과소분할(under segmentation)의 최소화, 균일성(uniformity) 등이 요구됨

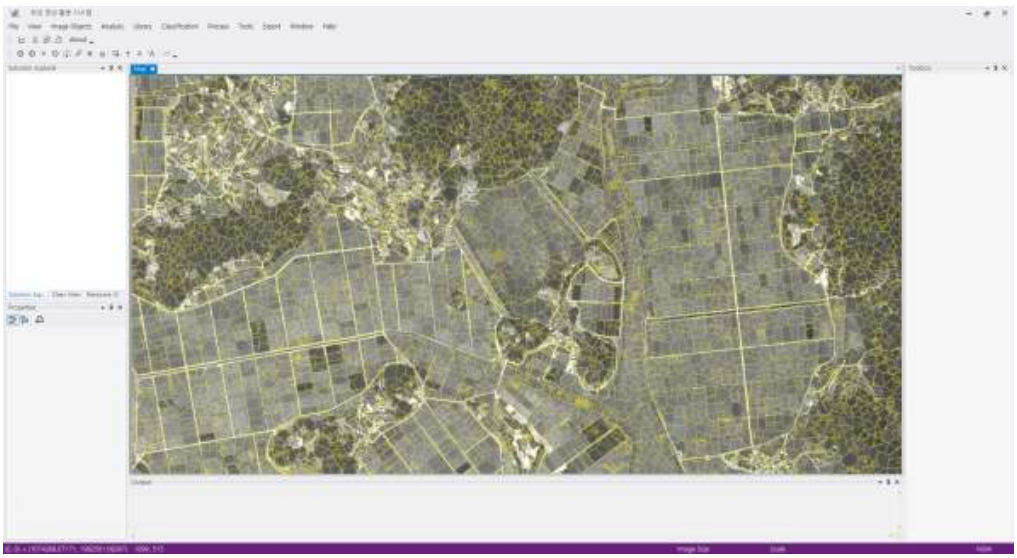
- 슈퍼픽셀은 구하는 방법에 따라 그래프 기반 방법과 기울기 기반 방법으로 나눌 수 있음



< Seeds 기반 Super Pixel Segmentation >

- 슈퍼 픽셀을 초기화 하고 연속적으로 인접한 슈퍼 픽셀 사이의 경계에서 픽셀을 교환함

- Open Source 기반 슈퍼픽셀 기반 Segmentation 기법을 이용하여 Seeds를 추출하고 Label 단위의 픽셀 집합을 폴리곤으로 변환 생성

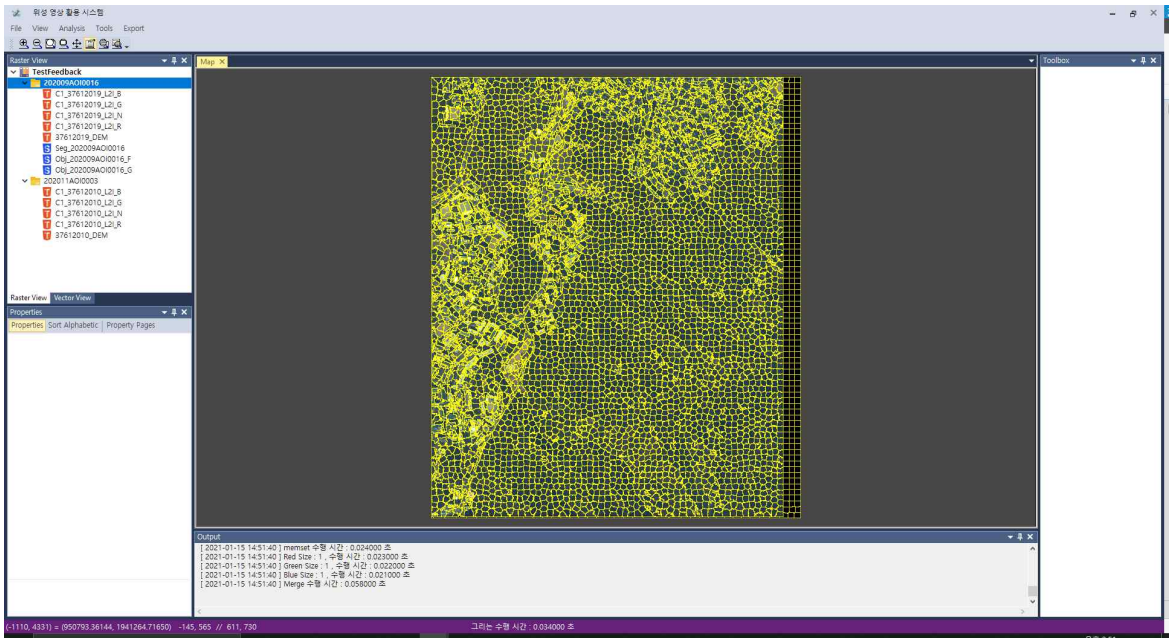


< Seed Region Growing Segmentation 결과 >



< Super Pixel Segmentation 결과 >

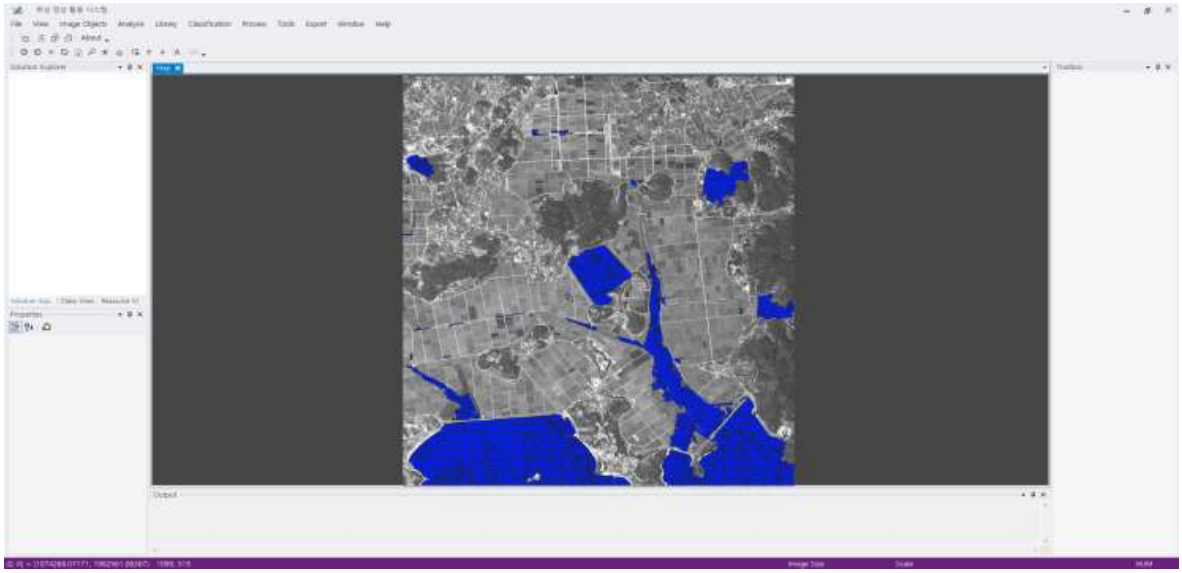
- Super Pixel Segmentation 중 내부적으로 개선된 SLIC(Simple Linear Iterative Clustering) 알고리즘을 구현함
- SLIC 알고리즘은 K-means Clustering 기반으로 Seed를 형성하는 방법을 사용하기 때문에 Super Pixel 알고리즘에 비해 속도가 빠름
- 영상의 관계없이 사용자가 미리 입력한 Clustering의 개수를 이용하여 Seeds 생성
- 시간복잡도(Complexity)가 O(N)이기 때문에 여타 알고리즘에 비해 우월함



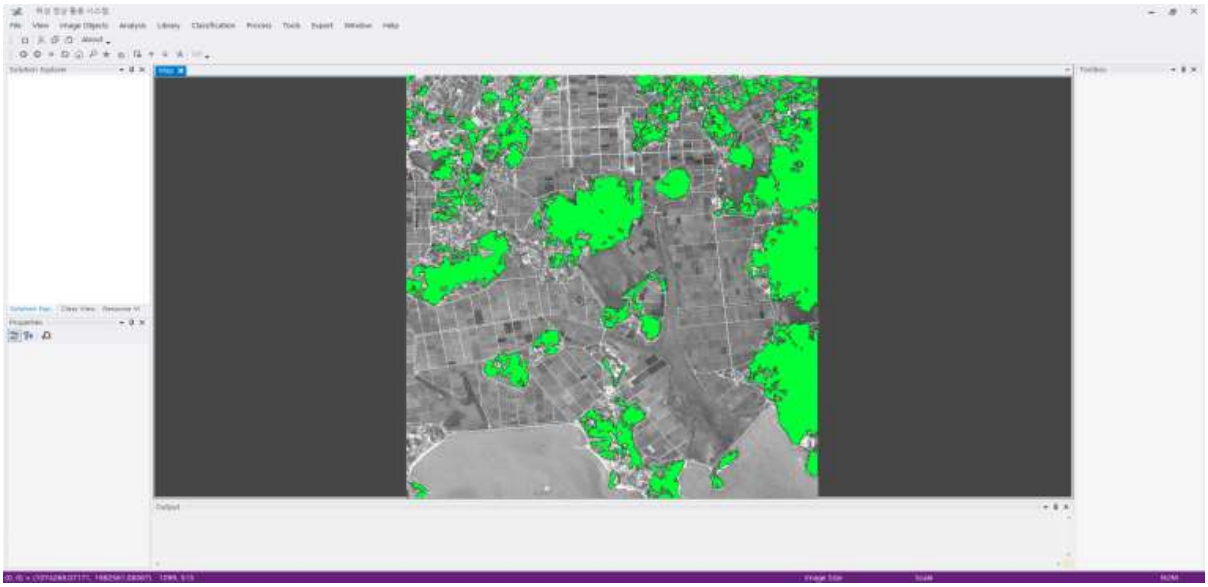
< SLIC Segmentation 수행 결과물 >

○ 토지이용분류 및 공간객체추출 기술 적용과 분류 수행

- 오픈소스 SW(SAGA GIS)기반으로 토지이용분류 및 공간객체추출 기술을 구현하기 위해 통합 메뉴를 체계적으로 설계함



< 최종 성과물 Classification 결과 - 수계 >



< 최종 성과물 Classification 결과 - 산림 >

(※ 추출 및 분류 결과는 테스트 결과서 참고)

②. 오픈소스 기반 토지이용 분류 및 공간객체 추출 SW 성능 시험

○ 오픈소스 기반 토지이용 분류 및 공간객체 추출 SW 성능을 테스트하기 위해 기존 SAGA GIS 실행 프로그램에서 추출된 결과와 오픈소스 기반 토지이용 분류 및 공간객체 추출 소프트웨어의 산출물을 비교함

- 토지이용분류 및 공간객체추출 기술은 KOMPSAT-3A 위성영상과 본 연구에서 개발한 SW를 가지고 도심지 및 비도심지에 대하여 시범 적용을 통해 항목별 객체를 추출하고, Error Matrix를 이용해 정확도 분석을 수행함

- 오픈소스 SW인 SAGA GIS를 이용해 토지이용분류 및 공간객체추출 기술을 구현한 결과, 상용 SW를 이용해 구현한 결과와 육안분석 시 유사한 결과를 나타남

- 본 연구에서 개발한 위성 영상 활용 시스템은 오픈 SW(SAGA GIS)의 Seed Region Growing 알고리즘의 속도를 약 2배 이상 개선함

- 본 연구에서 개발한 Seeds 기반 Super Pixel Segmentation 및 SLIC Segmentation 알고리즘은 상용 SW(eCognition)의 Multiresolution segmentation에 준하는 속도를 보임

SW	오픈소스 SW (SAGA GIS)	자체 개발 SW (OSAS)			상용 SW (eCognition)
Segmentation (9041x10771)	Object Based Image Segmentation	(NEW) Object Based Image Segmentation	Super Pixel Segmentation	SLIC Segmentation	Multiresolution Segmentation
소요 시간	1:38:08	0:42:43	0:09:03	0:01:35	0:03:44

< Segmentation 알고리즘 별 속도 비교 >

(아). 공간객체추출 항목 추가에 따른 매개변수 선정 및 객체추출

①. 자동화 지향 공간객체추출 프로세스 정립

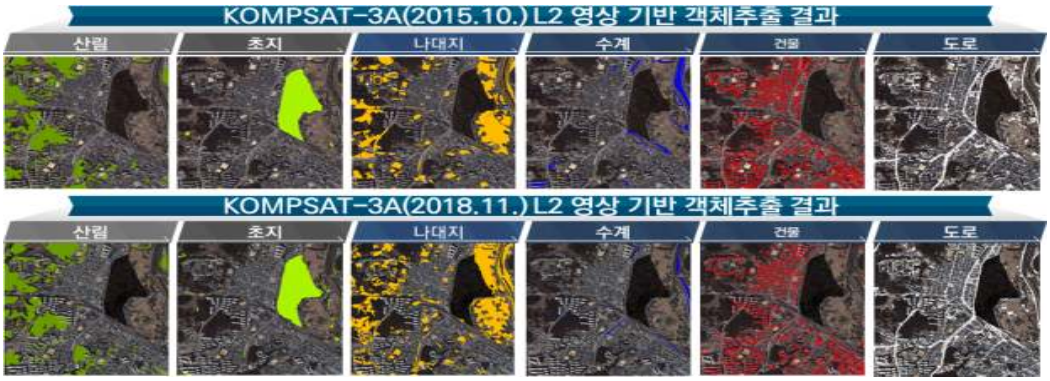
○ 자동화 지향 병렬식 프로세스는 서로 다른 시기에 촬영된 위성영상에서 동일한 매개변수 및 임계값을 적용해 유사한 형태의 공간객체를 추출할 수 있는 프로세스임

○ 자동화 지향 공간객체추출 프로세스를 적용 및 실험하기 위해 동일한 계절에 촬영된 위성영상을 활용하였음

○ 공간객체추출의 자동화를 지향하기 위해 산림, 초지, 나대지, 수계, 건물, 도로의 6개 항목에 대해 상대방사보정 기술을 적용하였음

○ 상대방사보정을 수행하지 않을 경우 동일한 매개변수 및 임계값 적용이 불가능하므로 자동화 지향을 위해서는 반드시 상대방사보정을 수행해야 함

○ 6개 항목에 대한 공간객체추출 결과의 분류정확도 분석을 수행한 결과 산림, 초지, 나대지의 경우 목표정확도인 분류정확도 90% 이상을 만족하는 것으로 나타남



< 자동화 지향 공간객체추출 프로세스를 적용한 공간객체추출 결과 >

②. 다시기/시계열 위성영상을 활용한 공간객체추출 항목 추가

○ 2차년도 연구를 통해 신규 추가된 농경지 객체와 산림 객체의 세분화를 통해 추가된 침엽수림 및 활엽수림 객체는 서로 다른 계절에 촬영된 영상의 Red, Green, Nir 밴드의 연산으로 생성된 NDVI(Normal Difference Vegetation Index) 및 NDWI(Normal Difference Water Index)와 같은 데이터를 활용

○ NDVI 및 NDWI 생성 시 여름(2017.06.) 및 겨울(2019.03)에 취득된 KOMPSAT-3 및 3A 위성영상의 융합 및 연산으로 생성하였며, 생성된 NDVI 및 NDWI를 매개변수로 활용해 공간객체추출을 수행하였음



< 농경지, 침엽수림 및 활엽수림 추출을 위해 생성된 NDVI 및 NDWI >



(a) KOMPSAT-3 위성영상(2017.06.) 기반 농경지 추출 결과

(b) KOMPSAT-3A 위성영상(2019.03.) 기반 농경지 추출 결과

(c) 세분류 토지피복도 농경지

(d) 침엽수림 추출 결과

(e) 활엽수림 추출 결과

(f) 세분류 토지피복도 침엽수림 및 활엽수림

< 농경지, 침엽수림, 활엽수림 추출 결과 및 세분류 토지피복도 >

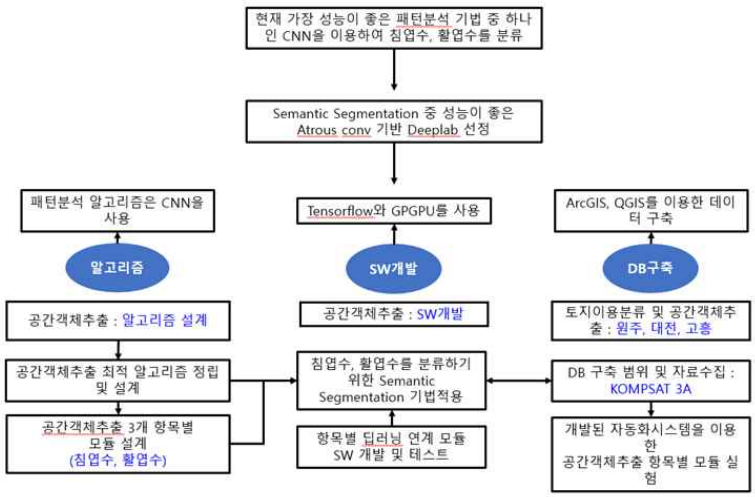
○ 농경지, 침엽수림 및 활엽수림 객체추출의 정확도 분석은 Pixel 기반의 분류 정확도 분석을 수행하였음

○ Pixel 기반의 분류정확도 분석은 딥러닝이나 통계적인 분류 문제에서 알고리즘의 성능을 평가하기 위해 이용되는 방법으로 Confusion Matrix를 이용한 분류정확도 분석방법임

○ 정확도 분석 결과 목표 농경지, 침엽수림, 활엽수림 모두 목표 정확도인 90% 이상을 만족하는 것으로 나타남

(자). 토지이용분류 및 공간객체추출 기술 고도화 알고리즘

①. 딥러닝기반 CNN기법과 의미론적 영상분류 기법을 적용한 산림 및 농경지 분류



<시스템 설계도>

○ 시스템 설계

- CNN(Convolutional Neural Network) 기법을 이용하여 분광 특성이 유사한 공간객체 항목을 추출

- 영상분류에 사용되는 데이터의 경우 data imbalance 문제가 있어 문제를 해결하기 위해 data augmentation 방법과전처리 방법을 적절하게 사용

- 학습시간을 단축시키기 위해 pro-training 후 fine-turning 하는 방법으로 모델을 학습

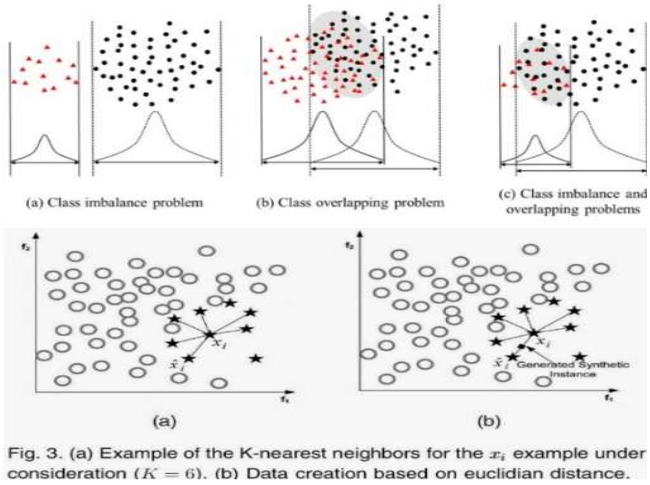


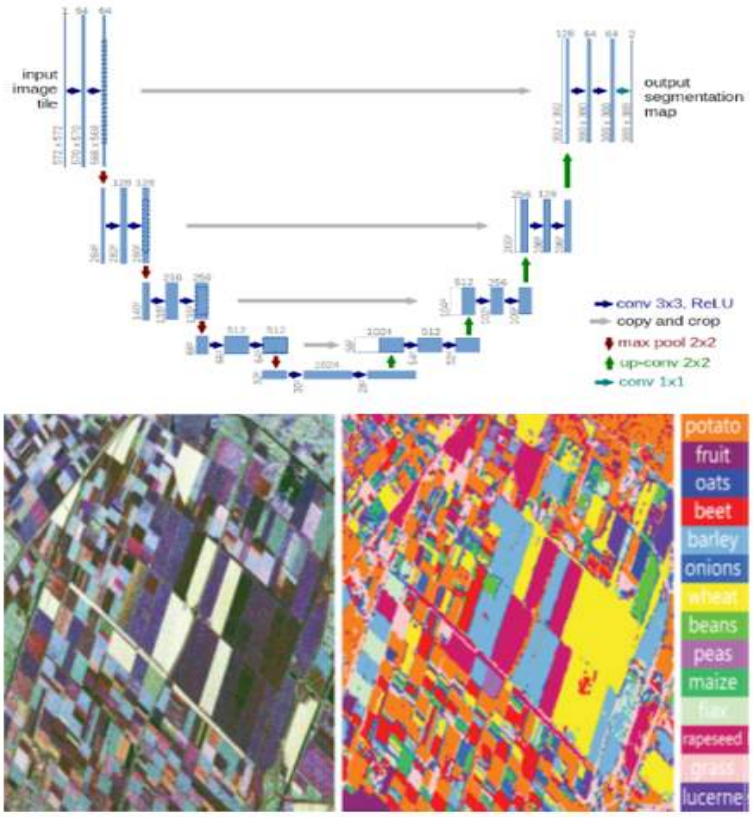
Fig. 3. (a) Example of the K-nearest neighbors for the x_i example under consideration ($K = 6$). (b) Data creation based on euclidian distance.

< CNN 기법을 이용한 영상 분류를 위한 전처리 및 모델 학습 방안>

- 위성영상 분류를 위한 semantic segmentation 방법 적용

- Semantic segmentation기법을 통해 픽셀별 지형지물에 따른 색상 라벨링

- 검출 속도와 성능을 향상시키기 위해 baseline 모델인 U-net을 기반으로 개발



<CNN 기법을 이용한 영상 분류 모델 설계 및 개발>

○ 영상 분류 및 분석

- 위성영상에서 객체 추출을 위해 CNN기법에서 의미론적 영상분류기법을 사용하여 침엽수, 활엽수 및 기타를 구분하였으며, 객체분류 기준에 사용된 모델은 Deeplab 모델을 이용

- 품질 분석은 원격탐사에서 많이 사용되는 Error Matrix와 딥러닝 영상 품질 분석에서 주로 사용되는 IoU로 비교 검토

- Random Points를 기반으로 하는 Error Matrix의 품질 분석 결과 NDVI 82.4%, Deep Learning 93.7%로 약 11.3%의 차이가 남

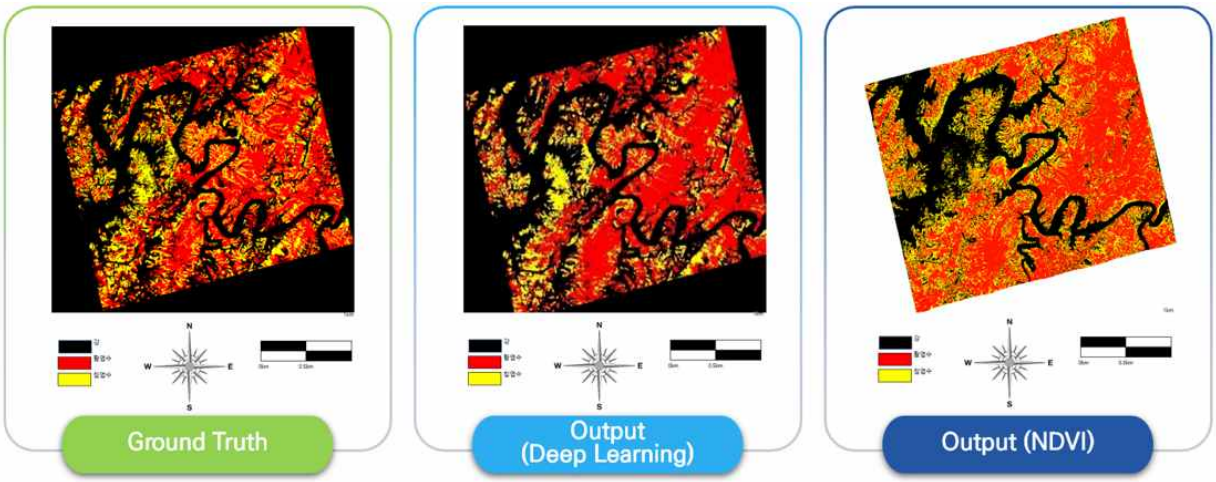
- GRIDs 기반의 IOU의 품질분석 결과는 NDVI 49.4%, Deep Learning 71.6%로 약 22.2%의 차이가 남

- Deep Learning에서 품질기준에 관련된 연구결과 IoU에 따른 품질 기준은 동일영상분류에서는 약 70%정도를 제안하며, 학습된 이미지를 타 영상에 적용 시 65% 정도가 타당함

- 식생지수 분석에서 품질기준 설정의 방법에 따라서는 Error Matrix의 분석결과가 높게 나타났으며, Deep Learning기법의 품질 기준이 높게 나타남

- Deep Learning기법에서 품질기준 향상을 위해 침엽수, 활엽수의 지역적인 특성을 학습시켜서 성능을 높이는 연구가 필요함

- 딥러닝 기법에서 영상분류의 성능을 보완하기 위해서 후처리 방법으로 많이 사용되는 CRF방법을 사용하거나 데이터의 양을 증가시키는 방법이 필요할 것으로 판단



<분류 결과>

	기법	침엽수	활엽수	기타(수역 등)
NDVI	Error Matrix(%)	83.2%	84.0%	80.0%
	IoU(%)	48.7%	49.2%	50.4%
Deep Learning	Error Matrix(%)	94.0%	94.1%	93.0%
	IoU(%)	72.0%	72.0%	71.0%

< 정확도 분석 결과>

②. RS 및 GIS 기법을 이용한 수계의 세분화

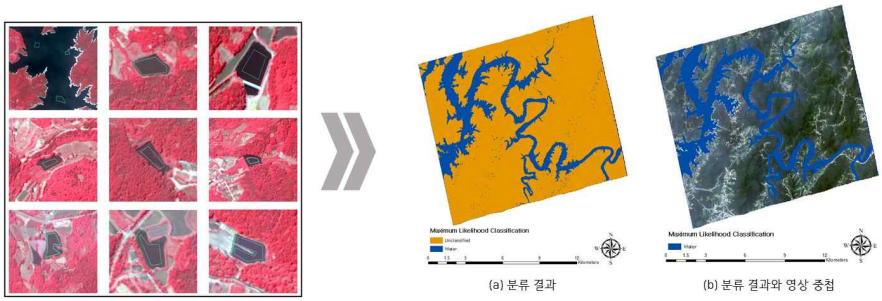
○ 연구 방법

- 수치표고모델은 지형의 높이를 일정한 간격으로 배열한 수치정보
- 영상에서 분류된 수계와 DEM에서 생성된 경사도, 방향을 이용하여 하천과 저수지, 해양을 GIS분석으로 수행
- 저수지와 댐의 경우에는 지형 경사가 낮을 경우 저수지, 수계가 포함된 지역은 하천/강으로 구분
- PCI Geomatica S/W를 이용하여 R, G, B, N, P으로 나뉘어져 있는 영상을 융합
- 방사보정, 기하보정을 통해 RMSE 0.6m, 1 Pixel이하로 영상 제작
- 1:5000의 수치지도에서 등고선과 표고점을 추출하여 Kompsat-3A 영상의 크기와 맞게 Resampling을 하고 전처리 과정을 거쳐 수치표고모형을 제작
- 제작된 수치표고모형을 Flow Direction, Flow Accumulation 등의 기법을 사용하여 물의 흐름도를 추출하고 Kompsat-3A 영상을 트레이닝하여 최대우도분류 기법으로 저류지와, 저수지를 추출. 실험 결과를 토지피복도와 Error Matrix로 정확도 분석



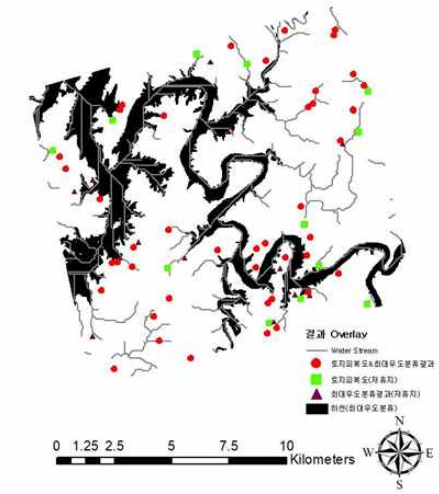
<연구 방법>

○ 영상 분류 및 결과

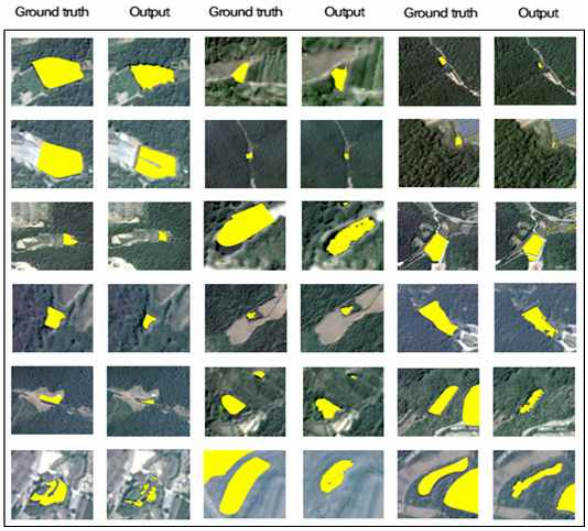


연구대상지역 트레이닝 자료 (a) 분류 결과 (b) 분류 결과와 영상 중첩

<연구대상지역 트레이닝 후 결과>



<영상 분류 결과>



<저류지 분류 결과>

- 연구대상지역과 국토지리정보원에서 제공하는 토지피복도 데이터와 영상을 ArcGIS에서 최대우도분류로 분류하여 연구대상지역에 존재하는 저류지를 추출하여 중첩

- 토지피복도와 실험 결과를 분석한 결과 아래의 표3.3과 같이 토지피복도에서 저류지는 55개였으며, 영상을 최대우도분류로 분류한 결과에서는 일치하는 저류지는 43개로 분류

- 토지피복도에서는 저류지의 경계가 정확하지 않았지만, 실험 결과에서는 저류지의 경계가 더욱 자세하게 나타남

- 제작자 정확도를 구하면 하천은 96.29%, 저류지는 89.58%, 산림 및 나대지는 88.73%임. 사용자 정확도에서 하천은 96.30%, 저류지는 84.31%, 산림 및 나대지는 92.65%이며, 전체 정확도는 92.00%임

- Kappa 계수를 구하면 1에 가까운 0.88의 일치도를 나타내었음

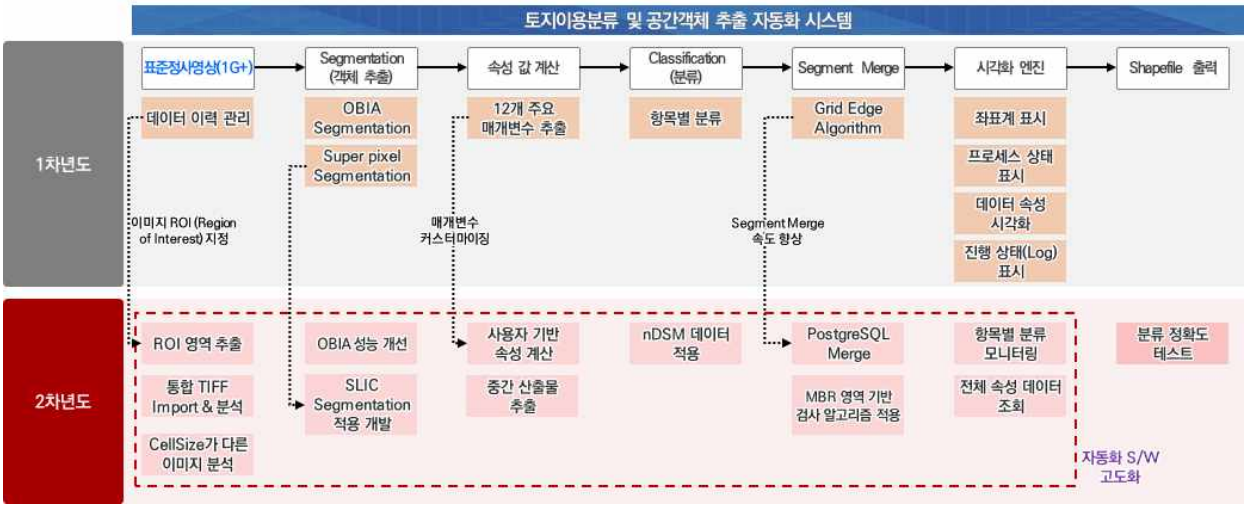
- Kompsat-3A 고성능·고해상도 위성영상으로 ArcGIS에서 최대우도분류로 분류하여 하천과 저류지를 추출하였음. 그 결과 수치표고모형을 이용하여 추출한 하천의 흐름과 최대우도분류를 이용하여 추출한 하천을 중첩하였을 때 일치하였으며, 최대우도분류를 이용하여 저류지를 추출 함으로써 수계에 대한 세분류가 가능



<정확도 그래프>

(차). 토지이용분류 및 공간객체추출 시스템

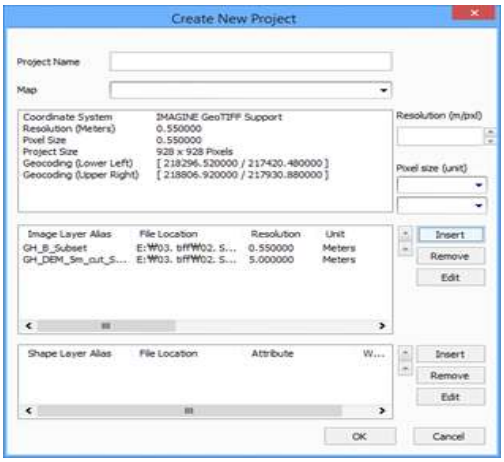
①. 오픈소스 기반 토지이용분류 및 공간객체추출 자동화 S/W 고도화



<토지이용분류 및 공간객체추출 시스템 고도화>

○ 사용자 기반의 관심 영역(ROI) 내 자동 공간객체추출 기술 개발

- 사용자 기반의 관심 영역 내 자동 공간객체추출 기술 개발을 위해 Cell Size가 다른 이미지 또는 크기가 다른 이미지를 사용하여 분석이 가능하도록 함

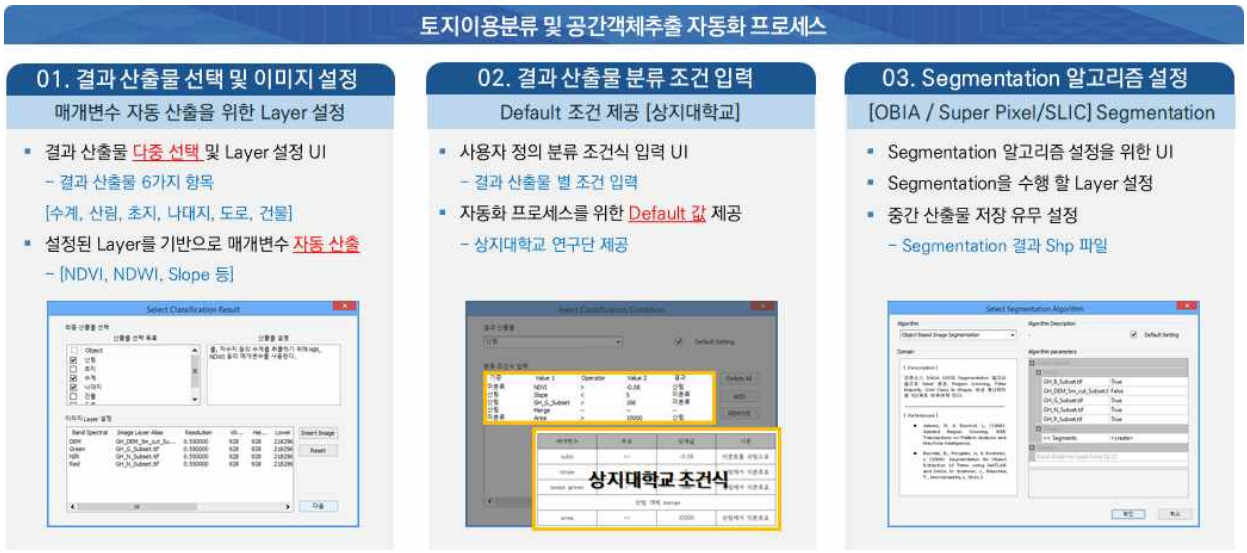


<이미지 Cell Size가 다른 이미지 입력>

- 이미지 Cell Size가 다를 경우, 공간객체추출 과정에서 오류가 나거나 오차가 발생하는 문제가 있음. 따라서 Cell Size가 큰 이미지를 Cell Size가 작은 이미지의 Cell Size와 일치시켜주어야 하는 과정이 필요함. 이러한 ROI 과정을 거친 후 공간객체추출 및 토지이용분류 분석이 가능함

- 공간객체추출 자동화를 위해, 사용자의 편의를 최우선으로 고려하고 개발해야 함

- 따라서 공간객체추출을 위한 Segmentation의 매개변수와, 토지이용분류 조건을 Default 값으로 제공하여 사용자로 하여금 입력을 최소화할 수 있도록 설계함

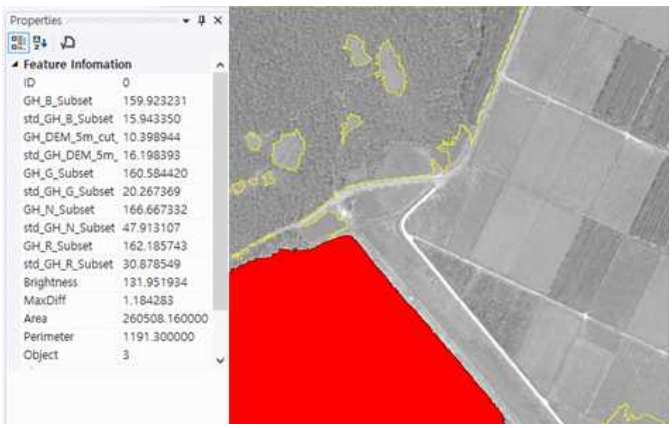


<토지이용분류 및 공간객체추출 자동화 프로세스>

- 결과 산출물 분류 조건의 경우, 상지대학교에서 연구한 매개변수를 기본적으로 제공하여 사용자가 별도의 입력 없이 다음 과정으로 진행할 수 있도록 구현하였으며, Segmentation 또한 일반적인 매개변수를 Default 값으로 제공함

○ 사용자 기반의 분할 객체별 속성데이터 모니터링 기술 개발

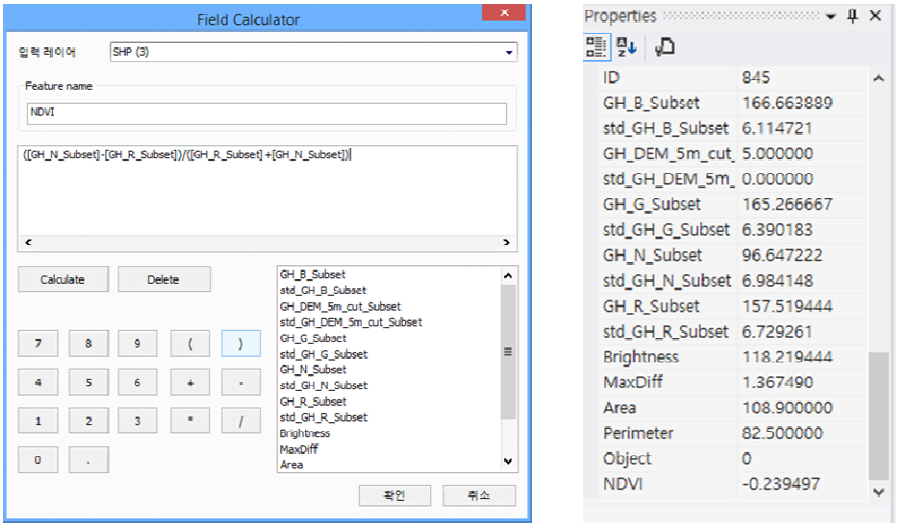
- 공간객체추출 및 토지이용분류의 결과는 SHP 파일로 생성됨. SHP파일은 공간 데이터 속성을 갖고 있는 데이터 형태로, 객체를 선택 시 객체가 갖고 있는 속성 정보를 화면에 표출하도록 구현함



<선택한 객체의 속성 조회 화면>

- 위의 그림과 같이, 기본적으로 입력 이미지의 평균과 표준편차, 밝기, 면적, Max Difference, 둘레에 대한 속성 정보를 제공함

- 또한 기본적으로 제공하는 평균, 표준편차 등이 아닌 NDVI, NDWI 등 사용자가 입력한 수식으로 속성을 재정의하기 위해 Field Calculator를 구현함

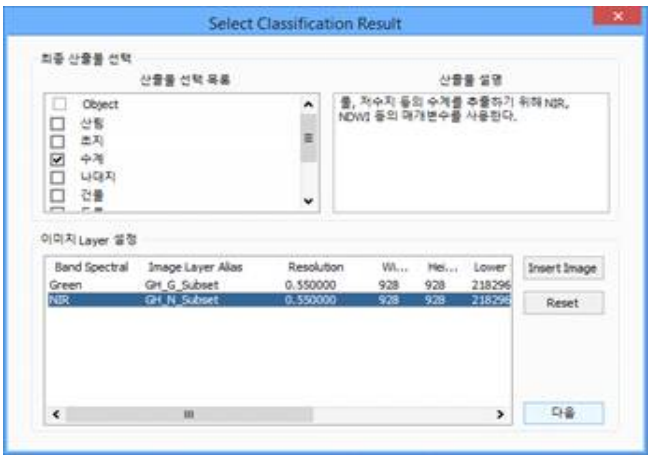


<Field Calculator 및 사용자 정의 속성이 추가된 화면>

- Field Calculator는 현재 객체가 갖고 있는 속성들을 조합하여 수식을 작성할 수 있게 하였으며, 새로 정의한 속성의 이름을 설정할 수 있음. 확인을 누르면 우측의 그림과 같이 새로운 속성 정보가 추가됨을 확인할 수 있음

○ 사용자 기반의 분광비 및 NDVI등 분석결과 자동 산출모듈 개발

- 토지이용분류를 수행하기 위해서는 평균, 표준편차 등 공간객체추출 과정에서 제공되는 기본 속성이 아닌, NDVI, NDWI 등이 필요함



<이미지 Layer 설정 화면>

- 따라서 결과 산출물 선택 과정에서 이미지 Layer 설정을 통해 자동으로 산출될 수 있게 구현함

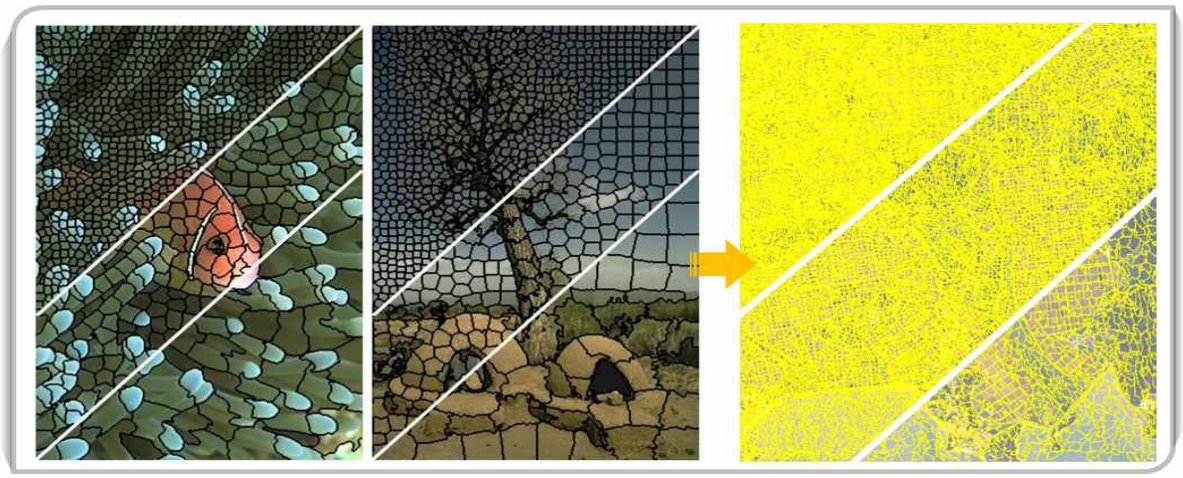
- 사용자가 설정한 이미지 설정을 토대로 자동으로 NDWI, NDVI, Slope 데이터 등을 산출함

② 오픈소스 기반 토지이용 및 공간객체 추출 S/W 검증 및 수정 보완

○ 기존 상용 S/W와 비교를 통한 성과 검증

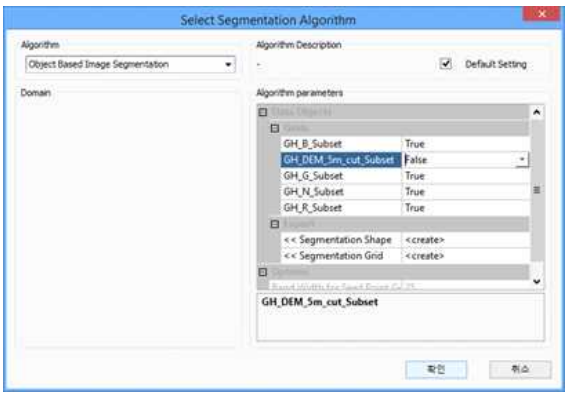
- SAGA GIS의 OBIA 알고리즘 뿐만 아니라 Super Pixel 기반 공간객체추출 알고리즘인 Super Pixel Segmentation과 SLIC Segmentation을 탑재함

- SLIC이란 Super pixel 알고리즘으로 Gradient Ascent 방법을 사용함. RGB, NirRG의 영상 조합을 사용하여 CIELAB 공간으로 변환 후 LAB과 픽셀 위치 x,y를 사용하여 공간상의 클러스터링을 통한 군집을 생성함

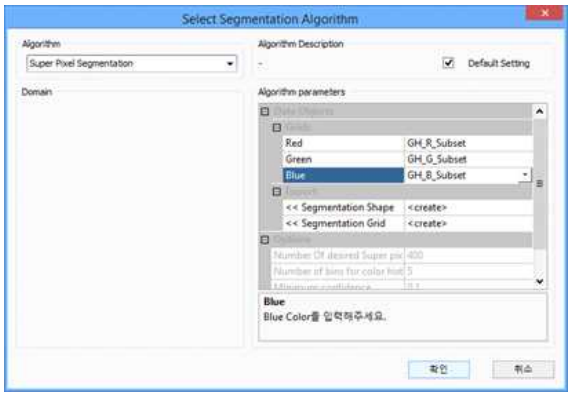


<Super pixel 기반 SLIC 알고리즘을 이용한 공간객체추출>

- 이에 따라 사용자는 원하는 공간객체추출 알고리즘[OBIA, Super pixel, SLIC]을 선택할 수 있으며 알고리즘 별 매개변수를 입력할 수 있도록 UI/UX를 수정함



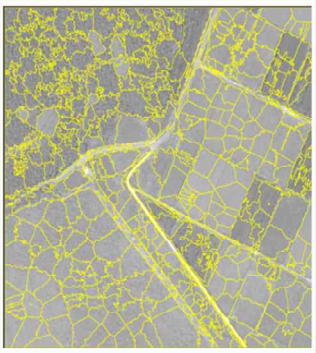
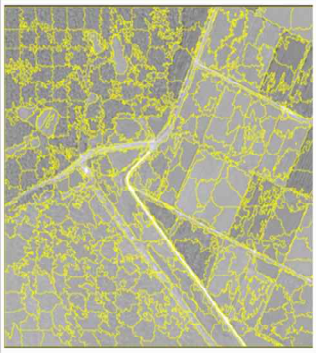
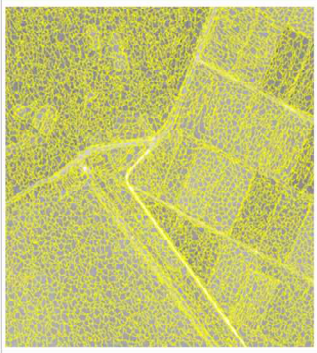
<OBIA Segmentation 설정 화>



<Super Pixel Segmentation 설정 화면>

- 해상도 4000x4000 이미지 기준으로 Segmentation의 알고리즘 속도를 비교해 보았을 때, Super Pixel 기반의 알고리즘인 SLIC의 경우 1분 55초로 가장 빠른 결과를 나타냈음

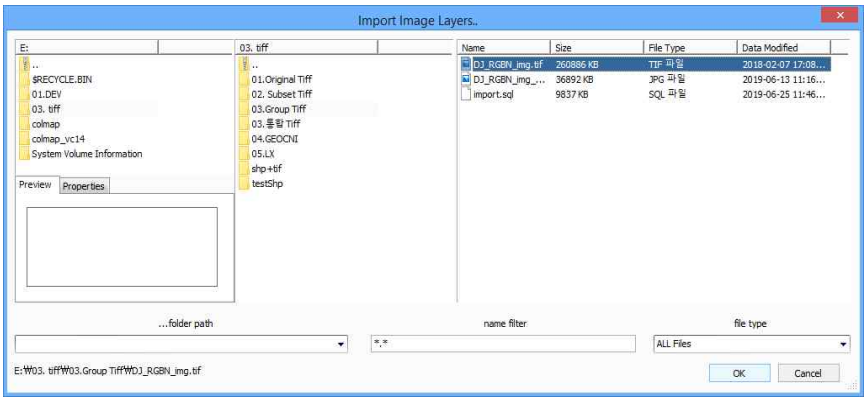
- 1분 55초 중 약 1분 30초는 속성 계산을 수행하는데 소요되었으므로, 객체 분할로만 판단하였을 때 상용 SW인 Ecognition(35초)과 유사 혹은 더 빠른 것으로 나타남

구 분	OBIA	Super Pixel	SLIC
결과 화면			

<Segmentation 결과 비교>

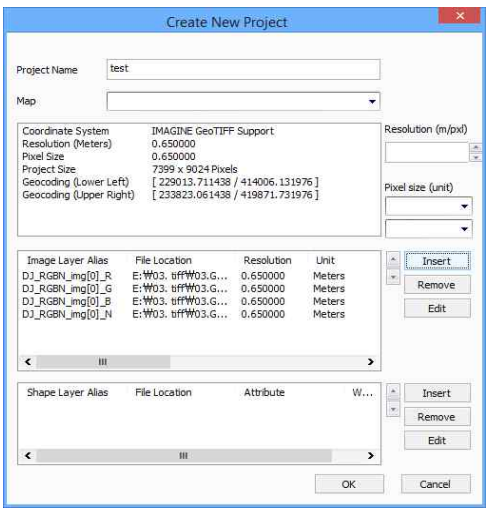
○ 항목별 객체 추출 고도화에 따른 UI/UX 수정보완

- 사용자는 개별 Tiff 뿐만 아니라 통합 Tiff를 사용하는 경우가 많음. 1차년도에 개발한 공간객체추출 및 토지이용분류 SW는 개별 Tiff만을 고려하여 개발하였기 때문에 통합 Tiff 파일 분석에 대한 고도화 작업이 필요하였음



<통합 Tiff Import 화면>

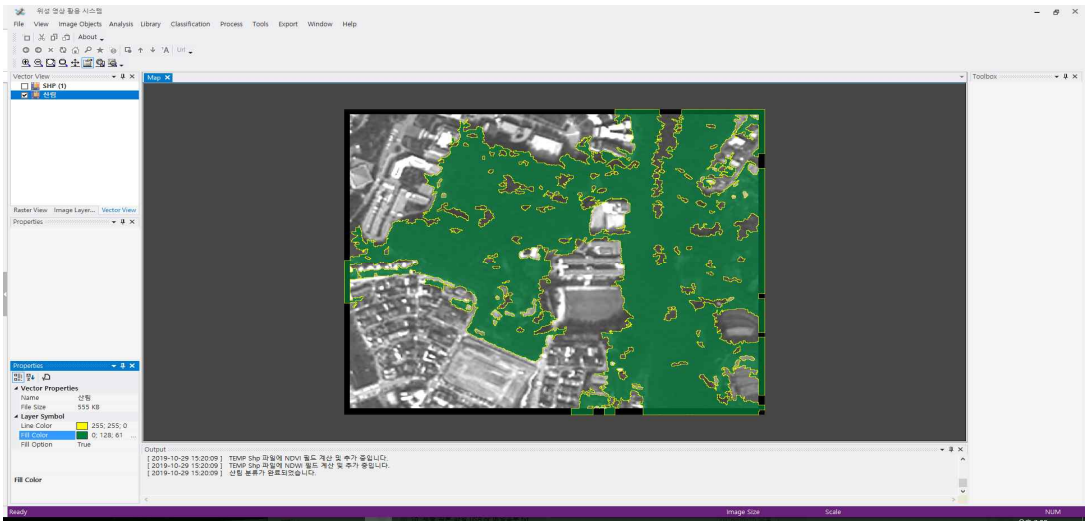
- 통합 Tiff의 경우 R, G, B, N의 순서대로 불러오게 되며, 이에 따라 각 이미지 Layer에 대한 별칭을 부여하도록 구현함



<통합 Tiff 별칭 부여>

- 상용 SW인 QGIS나 ArcMap의 경우 여러 개의 Vector 데이터에 대한 On/Off 모니터링을 지원하고 있음

- 각 Vector Layer에 대한 색상(심볼) 변경을 통해 구별하여 한 눈에 알아보기 쉽게 구현되어 있음



<산림 분류 결과와 심볼 변경 화면>

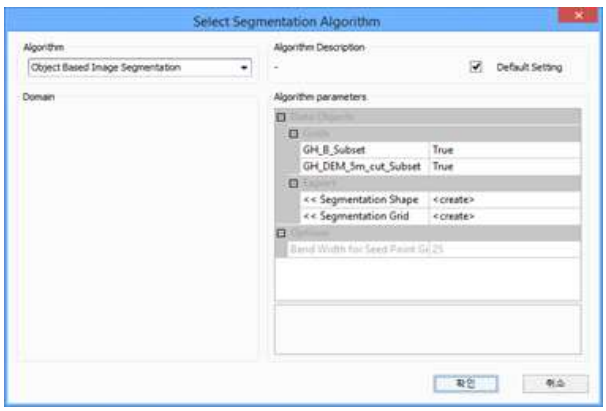
- 따라서 OSAS도 여러 개의 Vector 데이터를 다루기 쉽게 On/Off 모니터링과 심볼 변경을 구현함

- 위의 그림 좌측 상단에서 체크박스를 통해 Vector Layer On/Off를 할 수 있으며 좌하단 Properties 창을 통해 Fill Option을 True로 설정하면 Fill Color에서 설정한 색상 값으로 객체 내부가 채워지는 것을 확인할 수 있음

- 또한 위의 그림에서 동일 객체로 분류된 인접 객체가 Merge 되어 있음을 확인할 수 있음

- 토지이용분류 결과를 보다 명확하게 산출하기 위해 동일 객체로 분류된 인접 객체를 Merge하도록 구현하였으며, Vector 데이터에 대한 공간 Query를 사용하기 위해 PostgreSQL을 사용하였음

- 변화탐지 SW에서 기본 데이터로 공간객체추출 또는 토지이용분류에 대한 Grid 파일과 결과 Shp 파일을 사용함



<Export 옵션에서 Segmentation Grid 및 Shp 저장 유무 설정>

- 따라서 공간객체추출 및 토지이용분류 SW에서 산출된 데이터를 사용하기 위해 Segmentation 매개변수 설정 화면에서 중간산출물에 대한 저장 유무를 사용자가 선택할

수 있도록 구현함

SHP (1).dbf	DBF 파일	2,249KB	2019-10-25 오후 3:42
SHP (1).shp	SHP 파일	3,276KB	2019-10-25 오후 3:42
SHP (1).shx	SHX 파일	5KB	2019-10-25 오후 3:42
SHP (1).tiff	TIFF 파일	3,368KB	2019-10-25 오후 3:42

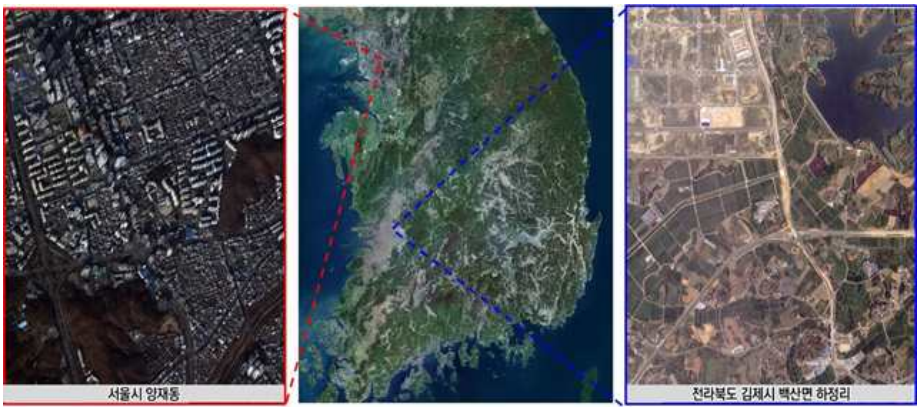
<저장된 Segmentation 중간 산출물>

- 생성된 Segmentation 중간 산출물은 워크스페이스 및 프로젝트 파일 내 저장됨

(카). 공간객체추출 기술의 고도화

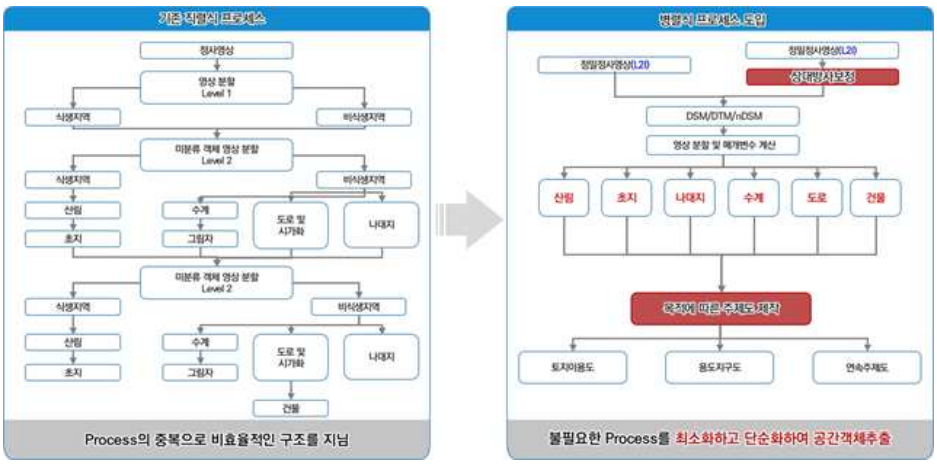
①. 다시기 위성영상을 이용한 공간객체추출 기술의 고도화 및 최적화

○ 연구수행을 위하여 도심지와 비도심지를 각각 대상지역으로 선정하였음



< 연구 수행 대상지역 >

○ 연구를 위해 적용된 공간객체추출 프로세스는 산림, 초지, 나대지, 수계, 도로, 건물을 대상으로 적용하여 추출하고자 하였음



< 직렬식 프로세스와 자동화 지향 객체기반 공간객체추출 프로세스 비교 >

○ 도심지를 대상으로 동일한 계절 영상을 이용해 본 연구에서 정립된 자동화 지향 객체기반 공간객체추출 프로세스를 적용하였음

○ 도심지에서 연구 수행을 위하여 2매의 KOMPSAT-3A 위성영상을 이용하여 실험을 수행하였음



(a) 2015.12 (b) 2016.01

< 도심지 KOMPSAT-3A 위성영상 >

- 대상지역은 건물이 많이 분포하고 있으며, 본 연구에서 선정한 공간객체추출 항목을 모두 포함하고 있음

- 그러나 초지와 나대지의 면적이 너무 협소하여 산림, 수계, 도로, 건물을 대상으로 공간객체추출을 수행하였음

- 또한 자동화 지향 공간객체추출을 위해 상대방사보정 기술을 적용하였으며, 적용된 상대방사보정 기술은 타 세세부에서 개발된 고도화 상대방사보정 기술을 적용하였음



< 상대방사보정 결과 >

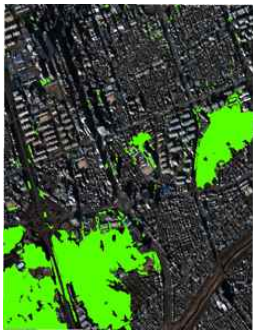
○ 자동화 지향 공간객체추출 적용은 상대방사보정에 참조 영상으로 이용된 영상과 상대방사보정된 영상에서 매개변수 및 임계값을 동일하게 설정해 공간객체추출 수행

- 도심지를 대상으로 공간객체추출 결과 참조영상으로부터 추출된 공간객체와 상대방사보정된 영상으로부터 추출된 공간객체가 유사한 형태로 추출되는 것을 확인하였음



(a) 산림 (b) 수계 (c) 도로 (d) 건물

< 도심지 공간객체추출 결과(2015.12) >


(a) 산림


(b) 수계


(c) 도로


(d) 건물

< 도심지 공간객체추출 결과(2016.01) >

- 분류 정확도 분석에는 500개의 임의 지점에서 추출된 random point와 error matirx를 이용해 분석을 수행하였으며, 그 결과 목표 정확도인 90% 이상을 모두 만족하는 것으로 나타남

구분	분류 정확도 분석 결과	
	KOMPSAT-3A 2015.12	KOMPSAT-3A 2016.01
산림	96.4 %	97.2 %
수계	98.8 %	99.2 %
건물	90.2 %	91.2 %
도로	91.2 %	90.4 %

< 분류 정확도 분석 결과(도심지) >

○ 비 도심지에서는 동일한 계절과 서로 다른 계절에서 자동화 지향 객체기반 공간객체추출을 위하여 총 4매의 KOMPSAT-3A 위성영상을 이용하여 실험을 수행하였음


(a) 2015.06


(b) 2015.07


(c) 2017.10


(d) 2017.11

< 비도심지 KOMPSAT-3A 위성영상 >

- 대상지역은 농경지가 많이 분포하고 있으며, 산림지역이 존재하지 않는 지역임

- 따라서 3차년도에는 초지, 나대지, 수계, 도로, 건물을 대상으로 공간객체추출을 수행하였음

- 또한 자동화 지향 공간객체추출을 위해 상대방사보정 기술을 적용하였음

- 상대방사보정을 3개 case로 설정하고 실험을 수행

- Case 1 : 2015년 6월 및 7월 영상

- Case 2 : 2017년 10월 및 11월 영상

- Case 3 : 2015년 6월 및 2017년 10월 영상



< Case 1 : 2015년 영상의 상대방사보정 결과>



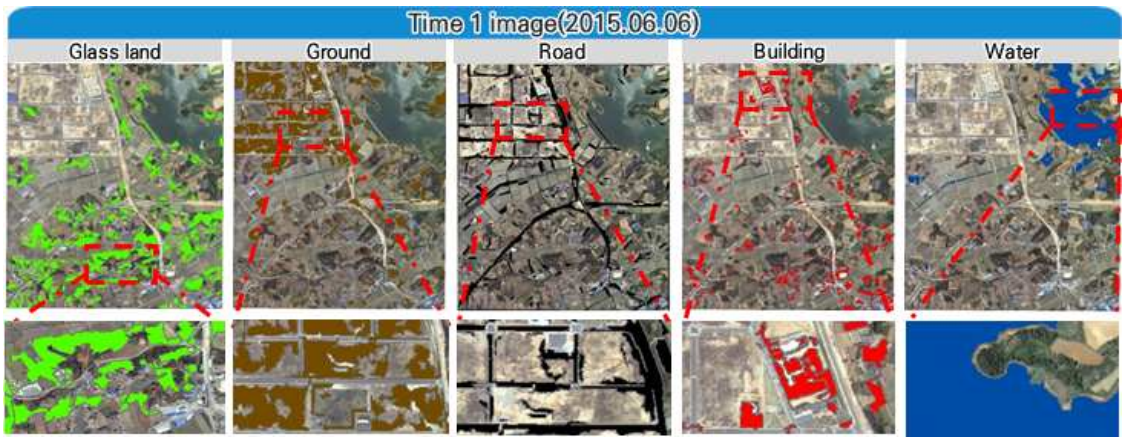
< Case 2 : 2017년 영상의 상대방사보정 결과>



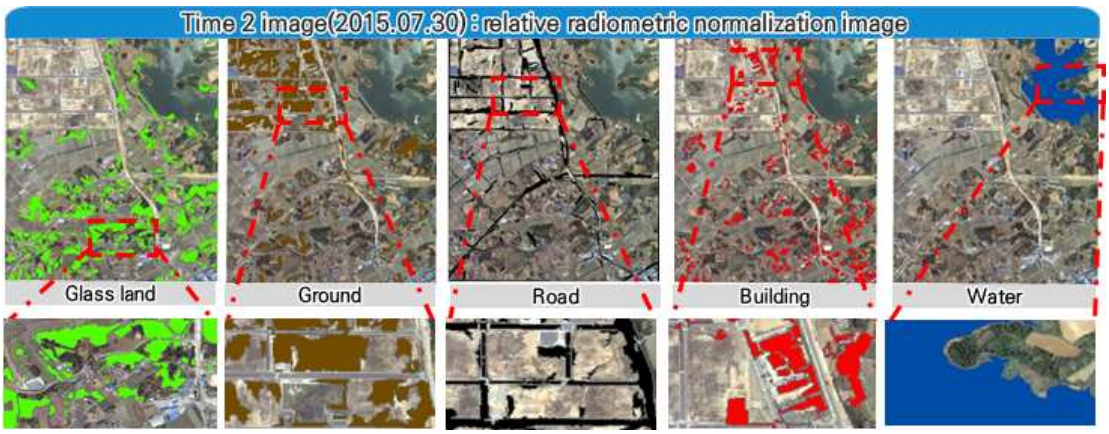
< Case 3 : 2015년 및 2017년 영상의 상대방사보정 결과>

○ 자동화 지향 공간객체추출 적용은 상대방사보정에 참조 영상으로 이용된 영상과 상대방사보정된 영상에서 매개변수 및 임계값을 동일하게 설정해 공간객체추출 수행

- Case 1의 공간객체추출 결과 참조영상으로부터 추출된 공간객체와 상대방사보정된 영상으로부터 추출된 공간객체가 유사한 형태로 추출되는 것을 확인하였음

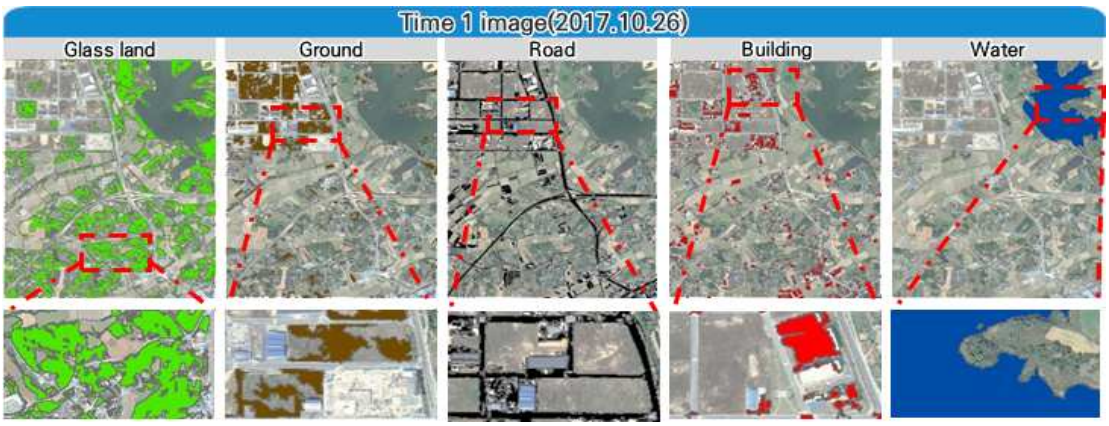


< 2015년 6월 참조영상으로부터 추출된 공간객체 >

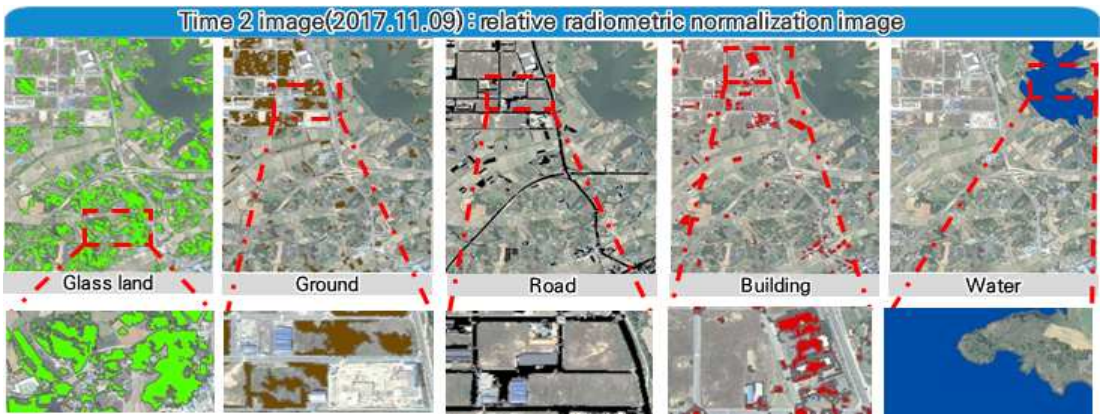


< 2015년 7월 상대방사보정 영상으로부터 추출된 공간객체 >

- Case 2의 공간객체추출 결과 참조영상으로부터 추출된 공간객체와 상대방사보정된 영상으로부터 추출된 공간객체가 유사한 형태로 추출되는 것을 확인하였음



< 2017년 10월 참조영상으로부터 추출된 공간객체 >



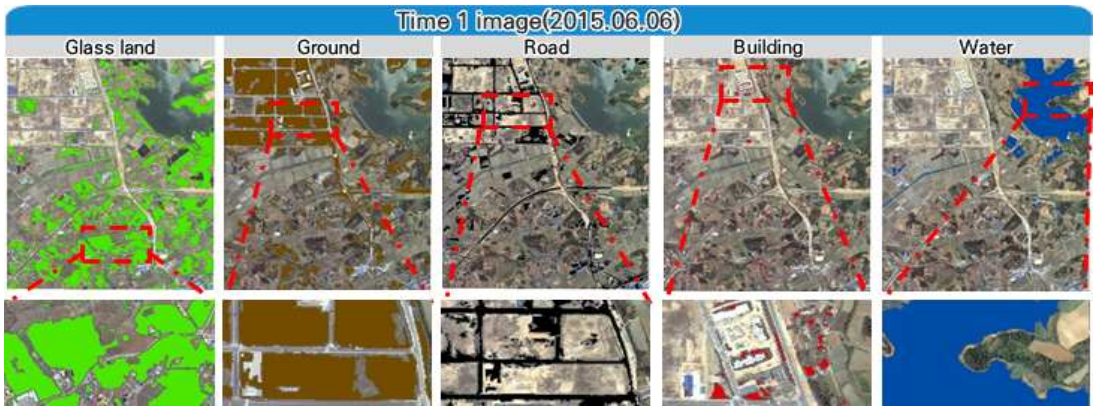
< 2017년 11월 상대방사보정 영상으로부터 추출된 공간객체 >

- Case 3은 Case 1 및 2와 달리 서로 다른 계절 영상을 이용하였음

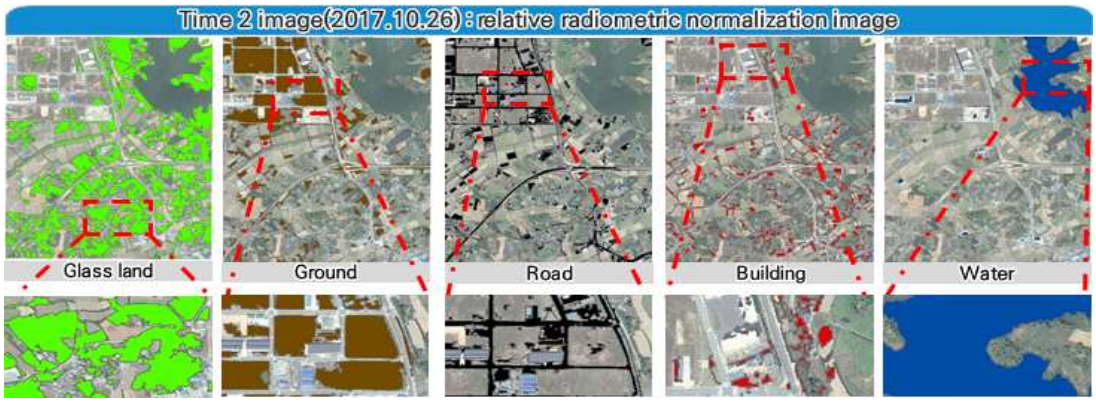
- Case 3의 공간객체추출 결과 참조영상으로부터 추출된 공간객체와 상대방사보정된 영상으로부터 추출된 공간객체가 유사한 형태로 추출되는 것을 확인하였음

- 특히 Case 3은 서로 다른 계절 영상의 융합으로 생성된 NDVI 및 NDWI를 매개변수로 활용하였며, 이는 초지, 나대지 분류에 영향을 미치는 것으로 나타남

- 반면, 건물의 경우 약 2년의 영상 촬영 시기 차이가 있어 건물 주변 지표면의 포장, 건물의 변화 등으로 추출되지 않는 거물 객체가 존재하는 것으로 나타남



< 2015년 6월 참조영상으로부터 추출된 공간객체 >



< 2017년 10월 상대방사보정 영상으로부터 추출된 공간객체 >

- 정량적인 정확도 분석을 위하여 분류 정확도 분석을 수행하였음

- 분류 정확도 분석에는 500개의 임의 지점에서 추출된 random point와 error matirx를 이용해 분석을 수행하였으며, 그 결과 목표 정확도인 90% 이상을 모두 만족하는 것으로 나타남

구분	분류 정확도 분석 결과					
	Case1 : 동일 시기 영상 간 상대방사보정 수행(2015)		Case2 : 동일 시기 영상 간 상대방사보정 수행(2017)		Case3 : 이종 시기 영상 간 상대방사보정 수행 (2015 및 2017)	
	2015.06	2015.07	2017.10	2017.11	2015.06	2017.10
초지	96.2	97.0	91.2	92.8	97.6 %	91.8 %
나대지	93.4	95.6	95.2	95.6	96.2 %	94.8 %
수계	98.8	99.4	93.2	93.9	99.4 %	99.2 %
건물	96.8	97.8	95.6	95.6	96.2 %	94.8 %
도로	96.6	96.2	98.6	99.4	93.8 %	91.2 %

< 분류 정확도 분석 결과(비도심지) >

②. 공간객체추출 기술 연계를 통한 주제도 수정/갱신 방안 도출

○ 공간객체추출 기술의 활용 방안 중 하나는 주제도 수정/갱신에 활용하는 것임

○ 따라서 본 연구에서는 공간객체추출 기술 연계를 통한 주제도 수정/갱신 방안을 도출하고자 도심지를 대상으로 추출된 산림 공간객체를 이용하였음



< 주제도 수정/갱신 방안 도출 대상지역 및 공간객체추출 성과(산림 객체) >

○ 국토교통부에서 제작하고 있는 다양한 주제도 중 산림과 관련된 주제도를 조사한 결과 산지관리보전준보전산지 연속 주제도가 있는 것을 확인하였음

○ 주제도 수정/갱신 방안 도출을 위한 대상지역에 소규모 산림 지역이 존재하고 있으나 산지관리보전준보전산지에 해당하지 않아 연속주제도에 포함되어 있지 않음

○ 따라서 이 소규모 산림지역이 산림 주제도에서 누락된 것으로 가정하고 실험을 수행하였으며, 주제 정보가 변경된 지역에서도 동일한 방법으로 주제도 수정/갱신이 가능할 것으로 판단됨



< 주제도 수정/갱신을 위한 대상지역 및 주제정보 선정 >

○ 공간객체추출 기술의 적용에 이용된 기초자료는 래스터 데이터인 위성영상임

- 래스터 데이터인 위성영상에서 공간객체추출 시 경계부분이 화소(pixel)의 영향으로 톱니 형태의 벡터 데이터로 추출됨

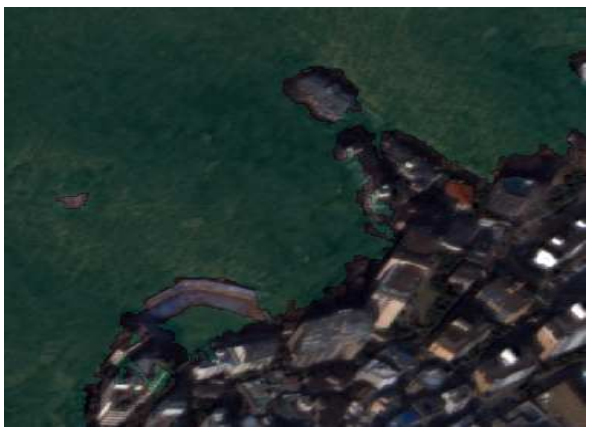
- 따라서 일반화/세선화를 통하여 주제정보의 경계를 부드러운 형태로 변환이 필요함

○ 공간객체추출 결과의 일반화/세선화

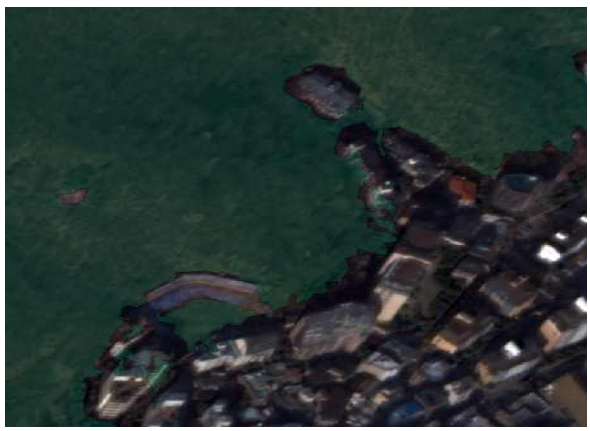
- 일반화/세선화는 벡터 데이터를 선형화하기 위한 임계값 설정에 따라 결과가 다르게 나타남

- 일반화/세선화를 위한 임계값은 입력 데이터에서의 허용 번화량을 의미하며, 임계값을 1m, 2m, 4m, 8m, 10m로 설정해 임계값에 따른 선형화 정도를 비교하였음

- 그 결과 임계값을 2m로 설정하는 것이 공간객체추출 성과의 형태를 유지하면서 부드러운 경계로 변환되는 것을 확인하였음



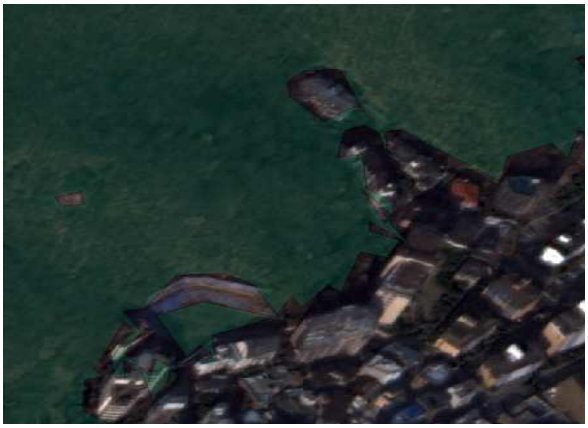
(a) 공간객체추출 성과(산림)



(b) 임계값 1m



(c) 임계값 2m



(d) 임계값 4m



(e) 임계값 8m



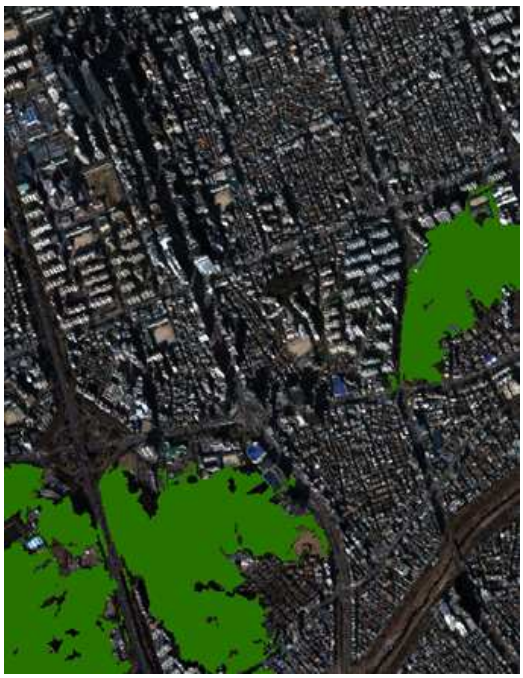
(f) 임계값 10m

< 임계값 설정에 따른 일반화/세선화 결과 비교 >

- 주제도 수정/갱신을 위하여 추출된 산림 객체에서 오추출 된 지역이 존재하는지 확인하고, 오추출 된 지역이 있을 경우 오추출 객체를 제거하는 과정을 거쳐 주제도 수정/갱신을 위한 자료를 생성하였음



(a) 오추출 객체 확인



(b) 오추출 객체 제거

< 주제도 수정/갱신을 위한 자료 생성 >

- 주제도 상에서 누락되거나 변경된 지역에 해당하는 지역을 오추출된 지역을 제거한 공간객체추출 성과에서 추출하여 주제도와 병합

- 공간객체추출 기술을 이용해 추출된 공간객체는 속성정보를 포함하고 있지 않아 주제 정보에 맞는 속성정보의 입력을 통해 주제도를 수정/갱신

- 이와 같은 과정으로 주제도 상에 누락된 지역, 변화가 발생하여 주제 정보를 수정해야 하는 지역 등에서 주제도의 수정/갱신이 가능할 것으로 판단됨



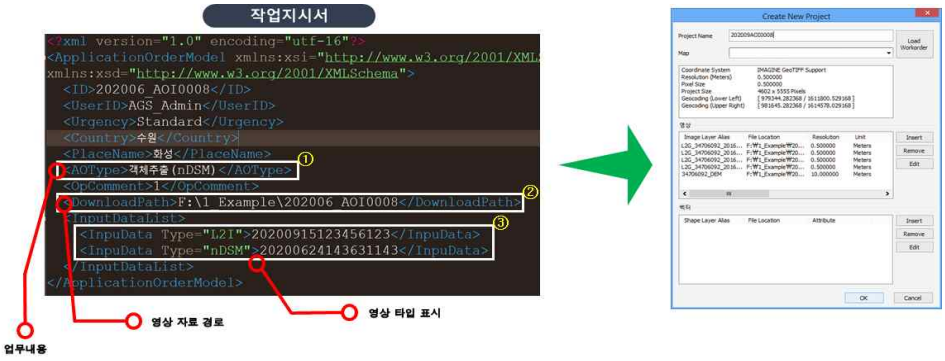
< 산림 주제도 수정/갱신 결과 >

(타). 타 공간정보(ICT/RS/GIS) 융합기술 개발을 위한 연계

①. DB 통합관리도구 연계 및 편집도구와의 연계 방안 마련

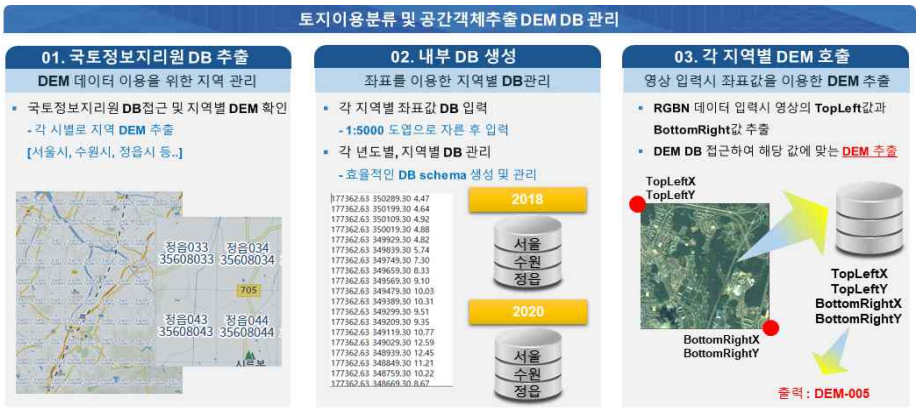
○ AGS시스템과 연계하기 위한 작업지시서 연동 작업 수행

○ 작업지시서 내 수행내용에 따른 시스템 간 인터페이스 개발



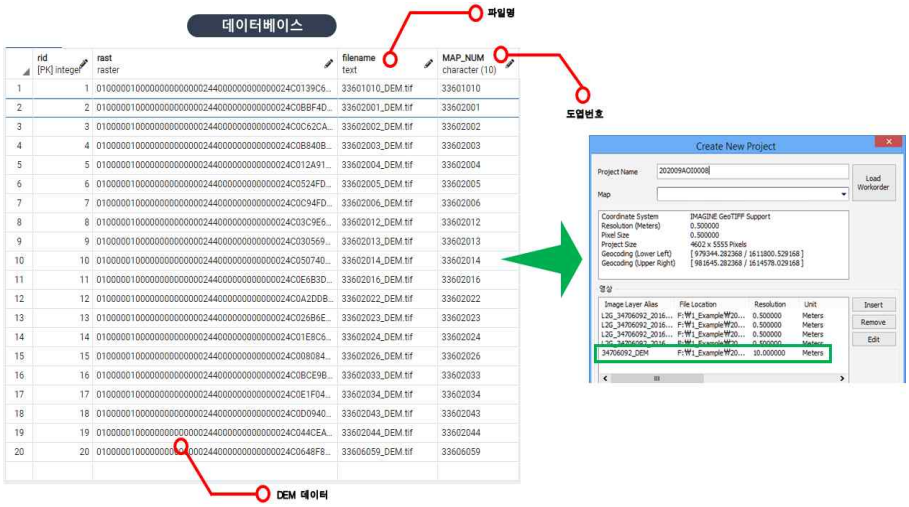
< 작업지시서 내부 구조 / 작업지시서 내용 프로젝트 적용 결과<

- 전국(1:5000 도엽)단위 토지이용분류 및 공간객체추출을 위한 국토정보지리원 DEM DB 관리 기능 개발



<객체추출전용 DEM DB 생성 관리>

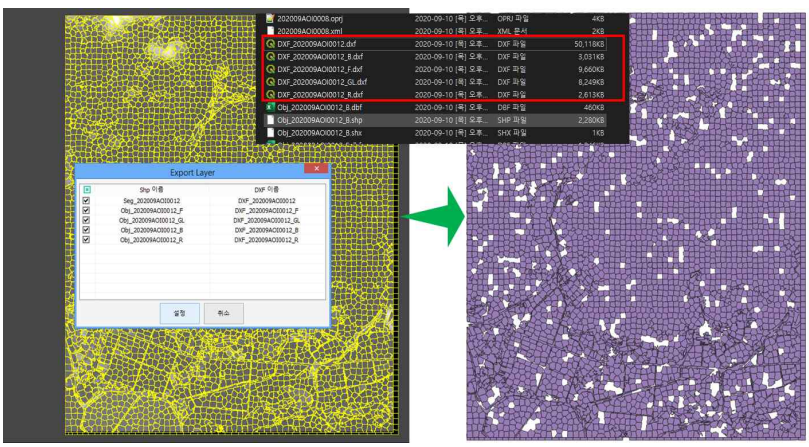
○ AGS작업지시서내 DEM 활용 작업지시 수행 기능 개발



<한반도 DEM 데이터베이스 구조 및 자동 DEM 데이터 로드 결과>

②. 수치지형도 수시/갱신 항목에 따른 오픈소스 기반 수치지형도 S/W와 연계

○ 본 개발 SW 수행 결과물의 활용을 위한 수치지형도 1.0수준의 DXF 파일 출력 기능 개발



<DXF 파일 변환 및 데이터 연계 확인>

(파). 오픈소스 기반 토지이용분류 및 공간객체추출 SW 연계

①. 공간객체별 딥러닝 모델과 기존 공간객체 분석 모델 속성 연계

○ 도로/건물 항목의 높은 추출 정확도를 위한 인스페이스에서 개발한 AI모듈을 본 연구개발 SW에 탑재 및 추출 결과 가시화



<AI 모듈 연계 결과(속성 연계)>

②. 공간객체 추출 항목별 활용시스템 컴포넌트 연계

○ 공간객체추출 항목별 출력 결과(data set)를 컴포넌트 연계하여 활용성을 높임

○ 프로젝트별 이력/결과/환경 저장 관리 기능 개발



<항목별 ID 및 추출 결과 연계>

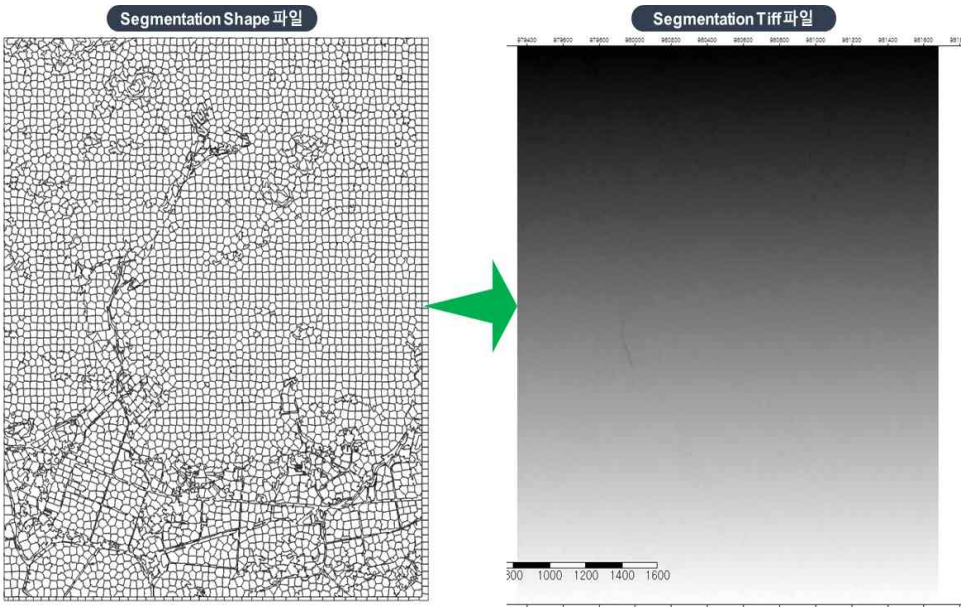
```
[FILESET]
ID=202009AOI0016
FileName_R=C1_37612019_L2I_R.tif
FileName_G=C1_37612019_L2I_G.tif
FileName_B=C1_37612019_L2I_B.tif
FileName_N=C1_37612019_L2I_N.tif
FileName_DEM=37612019_DEM.tif
Segmentation Name=SLIC Segmentation
Condition_F_Result=Obj_202009AOI0016_F.shp
Condition_GL_Result=Not Selected
Condition_W_Result=Not Selected
Condition_G_Result=Obj_202009AOI0016_G.shp
Condition_B_Result=Not Selected
Condition_R_Result=Not Selected
Condition_FL_Result=Not Selected
Condition_B_AI_Result=Not Selected
Condition_R_AI_Result=Not Selected
Condition_F=미분류 Green = 0 NoData;미분류 Red = 0 NoData;미분류 Blue = 0 NoData;미분류 Green < 148.0 F;F std_Green > 10.0 분류없음;F Slope < 10.0 분류없음
Condition_GL=미분류 Green = 0 NoData;미분류 Red = 0 NoData;미분류 Blue = 0 NoData;미분류 Slope < 10.0 GL;미분류 std_Green < 8.0 GL;GL NDVI > 0.455 분류없음
Condition_W=미분류 Green = 0 NoData;미분류 Red = 0 NoData;미분류 Blue = 0 NoData;미분류 NDWI > 0.2 W;W NIR < 80.5 분류없음
Condition_G=미분류 Green = 0 NoData;미분류 Red = 0 NoData;미분류 Blue = 0 NoData;미분류 NDWI > -0.14 분류없음;미분류 Green < 70 분류없음;미분류 NDVI < 0.2 G
Condition_B=미분류 Green = 0 NoData;미분류 Red = 0 NoData;미분류 Blue = 0 NoData;미분류 Blue > 115 B;B std_Green < 7 분류없음;B std_Blue < 6 분류없음
Condition_R=미분류 Green = 0 NoData;미분류 Red = 0 NoData;미분류 Blue = 0 NoData;미분류 Blue > 120 R;R NDVI > 0.1 분류없음;R NDVI < 0.05 분류없음
Condition_FL=미분류 Green = 0 NoData;미분류 Red = 0 NoData;미분류 Blue = 0 NoData;미분류 NDVI > 0.3 FL;FL Slope > 6 분류없음
```

<프로젝트 이력/결과 관리파일 생성>

③. 공간객체 추출 데이터 표준화로 데이터 연계성 확보

○ 경북대학교에서 변화탐지 연구 수행을 위한 Segmentation 추출 결과물 데이터 표준화 수행

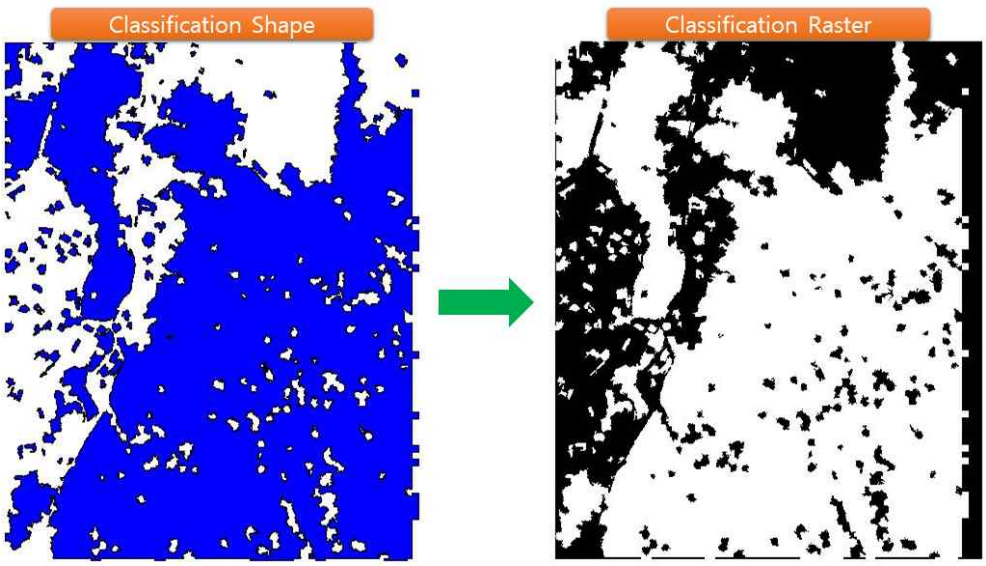
- 변환된 Tiff파일 관련 데이터 정확성 비교 확인 완료



<변화탐지 기술에 사용하기 위한 Segmentation 데이터 변환>

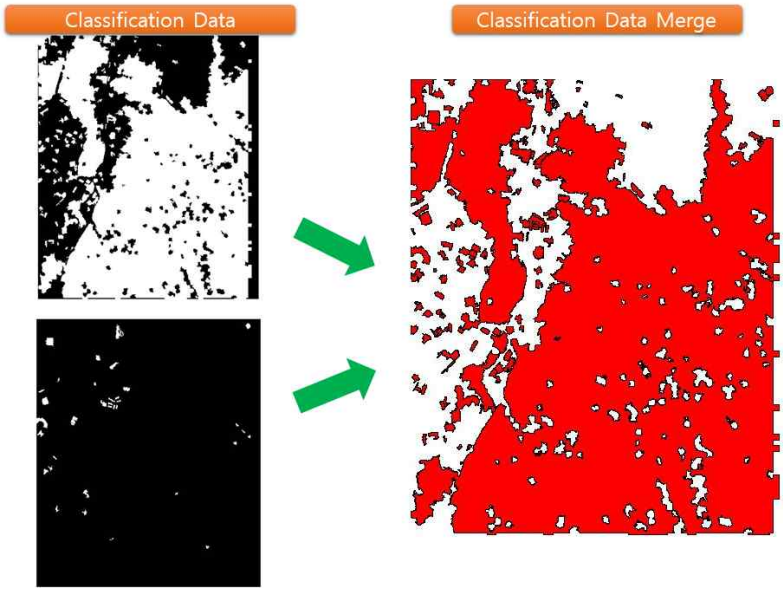
○ Classification 추출 결과물 데이터 표준화 수행 - 사용자(국토위성센터) 추가요청사항

- Shape 파일(Vector data)을 Tiff 파일(Raster data)로 변환 저장 완료



< Classification Data 변환 >

- Shape 파일(Vector data)을 Tiff 파일(Raster data)로 변환 저장 완료



< Classification Data 병합 >

(하). 토지이용분류 및 공간객체추출 기술 고도화 로드맵

○ 토지이용분류 및 공간객체추출 기술 고도화 로드맵은 1단계와 2단계로 구분하여 작성하였음

○ 기술개발 1단계에서는 기술 최적화 및 고도화 수립이며, 2단계에서는 상시 운영 및 고도화 기술 개발을 수행

○ 기술 고도화 내용은 객체기반 및 AI 기반 기술 고도화와 신규 기술 및 SW 개발을 수행하며, 활용 산출물을 생성하도록 로드맵을 작성하였음

○ 객체기반 주요 공간객체추출 기술 고도화 내용은 국토관측위성으로부터 취득된 영상정보를 기준영상(한반도)에 상대방사보정한 영상에서 자동으로 매개변수 및 임계값을 도출할 수 있는 회귀식을 개발하는 것이며, 회귀식을 SW 상에서 자동 계산할 수 있도록 개발하고 상시 운영하도록 하는 것임

○ AI기반 주요 공간객체추출 기술 고도화 내용은 AI 기반으로 추출하는 공간객체의 항목을 추가하는 것이며, Point Cloud를 AI 기반으로 분류하여 Point Cloud 단에서 공간객체를 추출하는 기술을 개발하는 것임

○ 신규 기술개발의 주요 내용은 국토관측위성영상을 컴퓨터비전(CV:Computer Vision) 해석을 통해 Point Cloud를 생성하도록 하는 것이며, AI 기반으로 공간객체추출 기술과 연계한 변화탐지 기술을 개발하는 것임

○ 활용 산출물 생성의 주요 내용은 한반도 기반 정밀 정사영상 DB를 활용하여 북한지역의 토지이용분류도 제작과 국외 및 극지역의 토지이용분류도를 시범제작 하하며, AI 기반의 공간객체추출 기술 적용을 통해 한반도의 도로 및 건물 객체를 추출하여 주제정보를 생성하는 것임



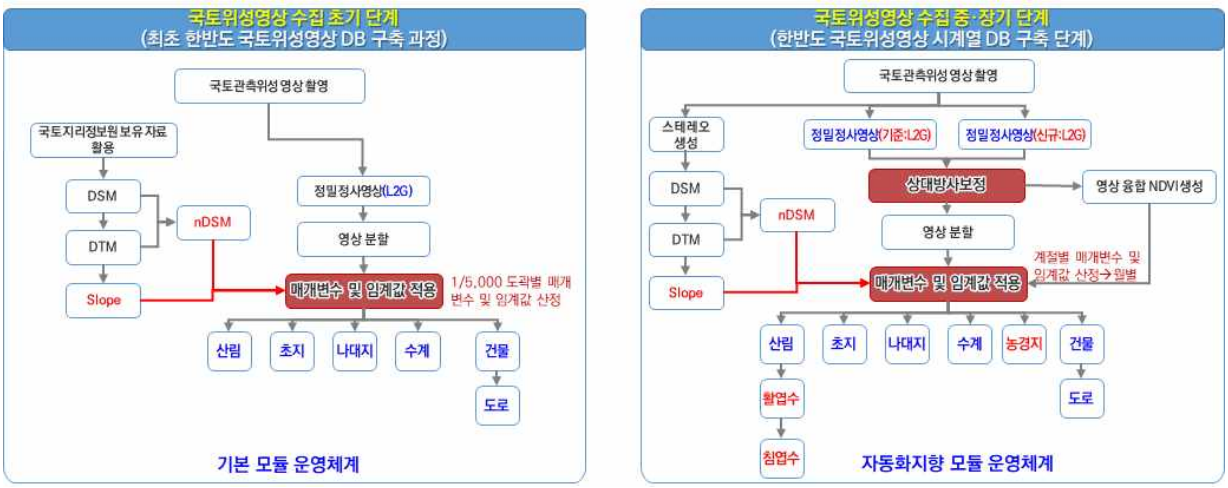
< 토지이용분류 및 공간객체추출 기술 고도화 로드맵(안) >

○ 토지이용분류 및 공간객체추출 기술의 운영은 국토관측위성의 수집 초기 단계와 중·장기 단계로 구분하여 운영하도록 구성하였음

○ 국토관측위성의 수집 초기 단계에서의 공간객체추출 기술 운영은 기본 모듈로써 1:5,000 도곽별 매개변수 및 임계값 결정 후 공간객체를 추출함

○ 국토관측위성의 수집 중장기 단계에서의 공간객체추출 기술 운영은 자동화지향 모듈로써 서로 다른 시기 및 계절에 촬영된 위성영상의 확보가 가능할 경우에 적용하며, 동일한 위치에서 다른 계절영상이 확보되면 농경지 추출, 활엽수 및 침엽수의 구분이 가능하고, 동일한 위치에서 동일한 계절영상이 확보되면 산림, 초지, 나대지, 수계, 건물 및 도로로 6개 항목의 공간객체를 추출

○ 국토관측위성의 수집 초기 및 중·장기 단계에서 결정된 매개변수 및 임계값 정보는 DB화하고, 지속적인 기술 운영을 통해 향후 자동화지향 모듈의 고도화를 수행할 수 있도록 함



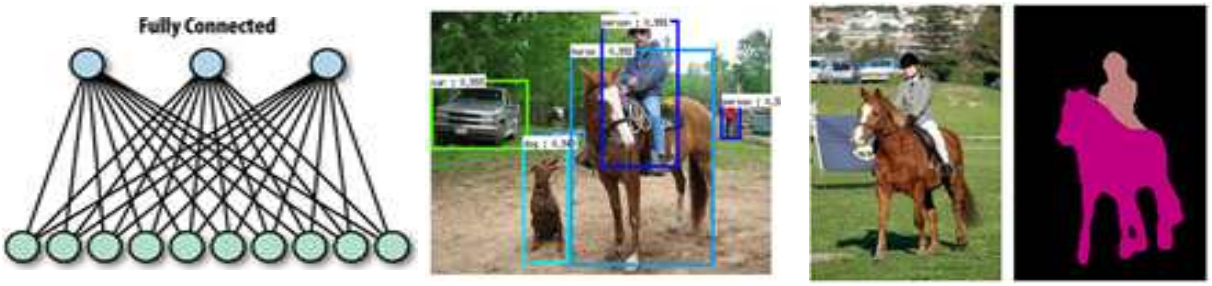
< 국토관측위성영상 수집 단계에 따른 공간객체추출 기술 운영 방안 >

(14). 3-1세부: AI(딥러닝, 머신러닝) 기술 도입 가능성 분석

(가). 딥러닝 모델 조사 및 선정

①. 문제해결을 위한 모델 조사 내용

○ 딥러닝의 문제해결방식은 크게 3가지(Classification, Detection, Semantic Segmentation)로 구분됨



[Fully connected Layer 예시] [Detection 예시] [Semantic Segmentation 예시]

< Deep learning 문제해결방식 예시 >

○ Classification: 영상에서 특정 대상이 있는지를 확인하는 기술을 말하며 여러 단계로 구성된 네트워크 뒤에 Fully connected layer가 오는 형태가 일반적임

○ Fully connected layer를 거치고 나면 위치/공간에 관련된 정보는 모두 사라짐

○ Detection: Classification과 달리 특정 대상이 있는지 여부만을 가리는 것이 아니라, 위치 정보가 포함되며 일반적으로 사각형의 영역을 통해 대상의 위치 정보를 포함하게 됨

○ Semantic Segmentation: 사각형 영역을 통한 검출이 아닌, 픽셀 단위의 예측을 수행하여 의미 있는 단위로 대상을 분리해 내는 것을 말함. 또한 영상 내에 무엇이 있는지 확인하는 것뿐만 아니라 위치정보까지 정확하게 파악해야 함

○ 본 연구에서는 건물, 도로 검출을 위해 Semantic Segmentation방식이 가장 적합

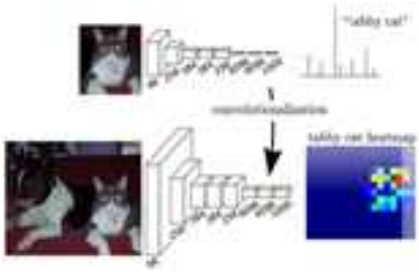
②. 적용모델 선정

○ Semantic Segmentation을 위한 초기 모델인 FCN은 일반적인 convolution layer들로 구성되어 있으며 추출된 특징 맵(feature map)의 픽셀 하나하나마다 분류를 수행함

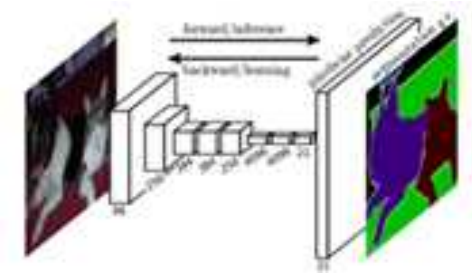
○ 이 때 분류된 결과를 업샘플링(Up sampling)을 통하여 원래의 영상 크기로 복원하게 되는데 각각의 분류 물체의 업샘플링된 결과를 사용하여 하나의 결과 이미지를 만들어냄

○ 여기서 말하는 업샘플링이란 여러 단계의 'convolution + pooling'을 거치게 되면, 특징맵의 크기가 점점 줄어드는데, 줄어든 특징 맵의 결과를 아래 그림처럼 다시 원래 영상 크기로 복원하는 과정이 필요함

○ 1 x 1 convolution을 거치면서 얻어진 Score 값을 원 영상의 크기로 확대하는 가장 간단한 방법은 Bilinear interpolation을 사용하면 되지만, FCN 모델에서는 Deconvolution에 사용하는 필터의 계수의 학습을 통해서 결정이 되도록 하여 성능을 끌어올림



[FCN 특징 추출]



[FCN 특징추출 및 복원과정]

< FCN 모델의 특징 >

○ FCN의 업샘플링 과정에서 발생하는 손실 때문에 디테일한 부분에서의 정확도가 떨어지게 되는데 세포와 같은 작은 크기의 영상이나 미세한 픽셀의 경우 적은 손실에도 영향이 크게 나타남

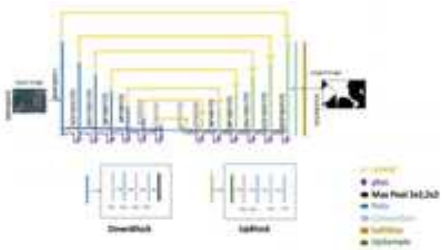
○ 의학용으로 개발된 U-net의 경우에는 업샘플링 과정에서 발생하는 손실을 줄이기 위해 다운샘플링 과정에서의 특징을 Copy and Crop하여 복원 시 영상을 더하여 손실을 줄이는 방안을 제시함

○ U-net은 Semantic Segmentation에서 강점을 보이며 의학영상 외 항공영상, 위성영상과 같은 다른 영상을 데이터셋으로 진행된 연구에서도 좋은 결과를 보임

○ Deep U-net 모델은 U-net의 U형태의 구조를 ReLU Layer를 통해 연결되는 두 개의 Convolution Layer로 구성된 DownBlock, UpBlock로 부르고 Plus layer가 추가된 형태임



[U-net 모델 구조]



[Deep U-net의 상세구조]

< U-net과 Deep U-net 모델 구조 >

○ 적용모델 선정 이유

- 위성영상 기반 U-net 적용사례를 통해 이미지 분류에서 U-net의 성능이 입증되었으며 Deep U-net은 U-net을 기반으로 만들어진 개선모델로서 그 성능을 기대할 수 있을 것으로 판단됨

- Deep U-net을 선정한 이유로는 논문에서 U-net 보다 작은 객체나 디테일 부분에서 좋은 성능을 보임

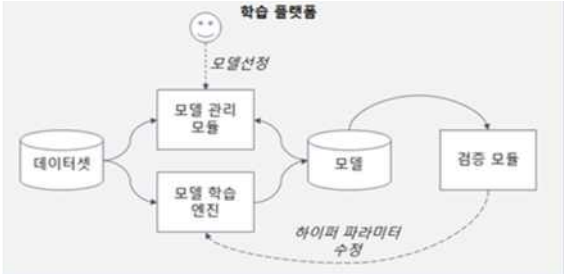
③. 모델 학습과정

○ 관심객체를 추출하는데 적합할 것으로 판단되는 모델을 선정함

○ 모델 관리 모듈에 입력한 후 모델 학습을 위해 구축한 데이터셋을 모델 학습 엔진을 통해 훈련시킴

○ 훈련된 모델을 검증 모듈을 통해 검증하면서 하이퍼파라미터를 수정하여 모델 개선 작업을 반복함

○ 최적의 하이퍼파라미터를 찾으면 모델에 적용하고 시험셋을 이용하여 검증이 완료된 모델로부터 최종 결과를 산출함



< 모델 학습 과정 >

(나). 딥러닝 모델을 위한 데이터셋 구축

①. 데이터셋: 시험셋(Test set), 검증셋(validation set), 훈련셋(Training set)

< 시험셋, 검증셋, 훈련셋에 대한 정의 >

시험셋(Test set)	검증셋(Validation set)	훈련셋(Training set)
- 모델을 실제 테스트하기 위한 데이터셋 - 아직 보지 않은 데이터(Unseen data)	- 모델을 학습시키기 위해 필요하며, 학습이 잘 이루어지는지에 대한 지표로 사용(모델 개발을 위해 필수) - 실무에서는 도메인 전문가가 봤을 때 인정할 수 있는 검증셋 설계가 가장 중요	- 모델을 학습시키기 위한 데이터셋 - 훈련셋을 얼마나 확보를 많이 할지는 검증셋으로 판단 - 검증셋에서 목표치에 도달하지 못할 경우 모델을 바꾸거나 데이터셋 추가 확보 필요 - 훈련셋은 검증셋으로 검증했을 때 목표치를 달성할 때까지 계속해서 수집 및 정제 - 검증셋이 바뀌었다고 해서 기존 훈련셋을 모두 버릴 필요는 없음

②. 데이터셋 구축

○ Kompsat-3A영상의 자료가 딥러닝 모델을 학습시기키엔 데이터셋가 충분하지 않아 기존에 확보한 항공자료를 통한 데이터셋을 구축하였음.

○ 좌상단에서 우측으로 64m씩 이동하며 데이터셋 크기(64mx64m)로 절취하여 생성



< 데이터셋 크기 및 생성방법 >

- 라벨링(Labeling)

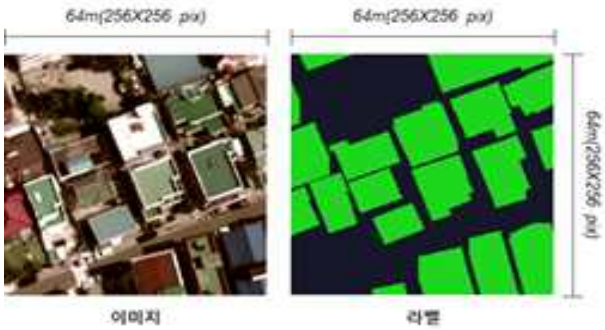
- 데이터셋 수: 17,820 set (항공사진 1secne 당 1,620 set)

- 데이터셋 1 set: 이미지 & 라벨

- 데이터셋 크기: 64 x 64m(256 x 256 pixel)

- 채널: RGB 3채널

- 이미지: 256x256x3



< 이미지와 라벨링 비교 >

(다). 딥러닝 모델을 위한 영상분석

①. 대전 지역 건물을 대상으로 Deep U-net 모델 결과

○ Threshold 값: 95

○ Pixel Accuracy: 88.3 % (0.882755)



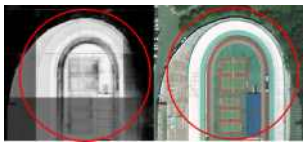
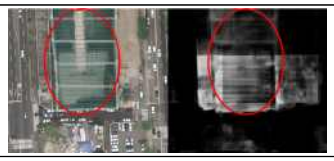
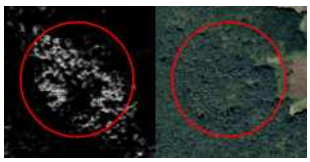
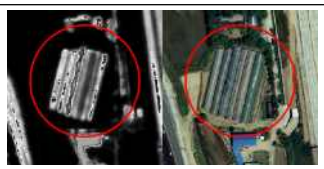
[좌:항공영상, 우:Deep U-net결과)



[좌:항공영상, 우:Deep U-net결과)

< 영상분석 결과(좌: 대전지역, 우:원주지역) >

< 영상분석 결과 이슈사항 >

영상 비교			
설명	뚜렷한 외각 테두리와 색으로 인해서 옥상으로 예측한 것으로 추측 데이터 셋이 확보된다면 예측 오류 해결 가능	새로운 형태의 건물 옥상을 완벽하게 예측하지 못함. 추가 데이터 셋 확보가 어려울 것으로 예상됨.	골프장의 그물이 건물 테두리와 비슷하게 격자 모양 데이터 셋이 확보되면 예측 오류 해결 가능 예상.
영상 비교			
설명	나무의 전체가 오검출 되는것은 아니지만 일부 밝은색의 나무가 건물 옥상 의색과 비슷하여 검출되었음.관련된 데이터 부족으로 발생하는 현상으로 추가데이터로 해결 가능 예상.	논,밭을 인식하여 검출되었음. 관련된 데이터가 부족하여 발생하는 현상으로 추가데이터로 해결 가능할 것으로 예상.	검은색과 관련된 부분에서 네거티브로 인식되는 상황. 그림자에 관련된 부분으로 추가적인 연구가 필요한 부분임.
영상 비교			
설명	사각형 모양의 건물과 비슷한 특징과 건물 옥상 색으로 인해 잘못 검출됨 관련된 데이터 부족으로 발생하는 현상임 추가데이터로 해결 가능 예상.	검은색 도로를 인식하지 못한 결과. 어두운 도로 특징을 학습하지 못한걸로 보임. 관련된 데이터 부족으로 발생하는 현상임 추가데이터로 해결 가능 예상.	비닐하우스를 건물로 인식하여 검출함. 비닐하우스와 관련된 데이터가 부족하여 발생하는 현상으로 추가데이터로 해결 가능 예상.

②. 모델 검증 및 평가 방법

○ Accuracy (AC): 전체 픽셀 가운데 알고리즘이 "예 " 또는 "아니오 "를 성공적으로 판단한 픽셀 수의 비율

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

○ TN (True Negative): Ground-truth는 사실상 "아니오 "이고, 알고리즘의 수행 결과가 Ground-truth와 일치하는 픽셀의 수

○ TP (True Positive): Ground-truth는 사실상 "예 "이고, 알고리즘의 수행 결과가 Ground-truth와 일치하는 픽셀의 수

○ FN (False Negative): Ground-truth는 사실상 "예 "이나, 알고리즘의 수행 결과가 Ground-truth와 불일치 하는 픽셀의 수

○ FP (False Positive): Ground-truth는 사실상 "아니오 "이나, 알고리즘의 수행 결과가 Ground-truth와 불일치 하는 픽셀의 수

③. 시험셋 평가 결과

○ 대전지역 시험셋 정확도(Pixel Accuracy) 평가 결과

- 구축한 data를 활용하여 Prediction과 Ground-truth와의 영상비교를 수행함

- 두 영상의 비교 분석을 위해 Prediction은 Otsu Threshold※를 통해 이진화함

※임계값 T를 기준으로 영상 픽셀들을 두 클래스로 분류했을 때 두 클래스 간의 intra-class variance를 최소화하거나 또는 inter-class variance를 최대화하는 T를 찾는 이진화 방법

- 이진화한 최종결과를 Pixel Accuracy평가 방법으로 TP, TN, FP, FN Pixel Accuracy를 산출하였으며, 아래의 표와 같음

< 대전지역 시험셋 평가 결과 - 1 >

구분	Deep U-net
Threshold	95
Pixel Accuracy	0.8827552611125264 (약 88.3%)

< 대전지역 시험셋 평가 결과 - 2 >

구분	TP(Pixel)	TN(Pixel)	FP(Pixel)	FN(Pixel)	AC(%)
대전지역 시험셋	6121220	17829611	1754893	1426180	약 88.3

(라). AI 기술 적용을 통한 토지이용분류 및 공간객체추출 기술 고도화

①. 위성영상을 활용한 데이터셋 제작

○ KOMPSAT-3A 위성영상을 활용하여 도로와 건물 객체에 대하여 각각 라벨링 수행



[도로 라벨링 결과] [건물 라벨링 결과]

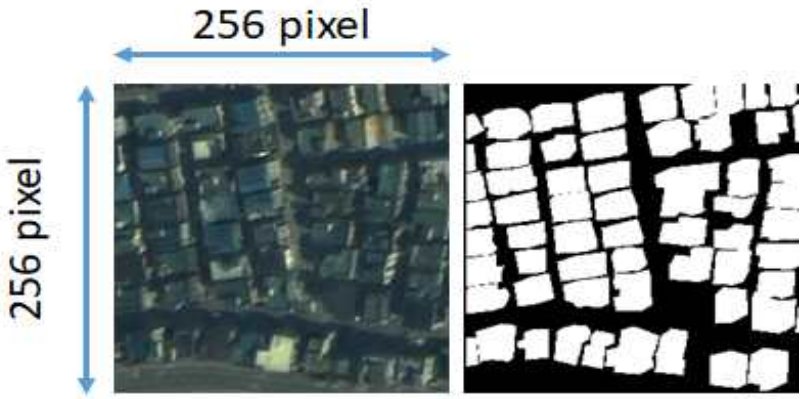
<훈련지역 라벨링 결과>

○ 데이터셋 제작 : 시험셋(Test set), 검증셋(validation set), 훈련셋(Training set)

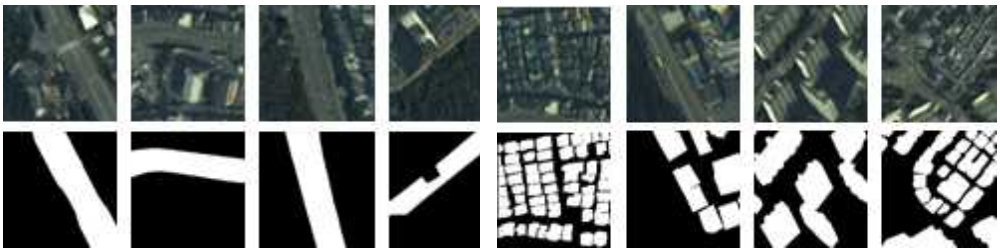
- Kompsat-3A영상의 자료가 딥러닝 모델을 학습시기키엔 데이터셋가 충분하지 않아 좌상단에서 우측으로 256 pixel씩 이동하며 데이터셋 크기(256 pixel x 256 pixel)로 절취하여 데이터셋을 구축하였음



<데이터셋 크기 및 생성방법>



<Crop한 이미지와 라벨링 비교>



[도로 데이터셋 구축 예시] [건물 데이터셋 구축 예시]

<훈련지역 데이터셋 구축>

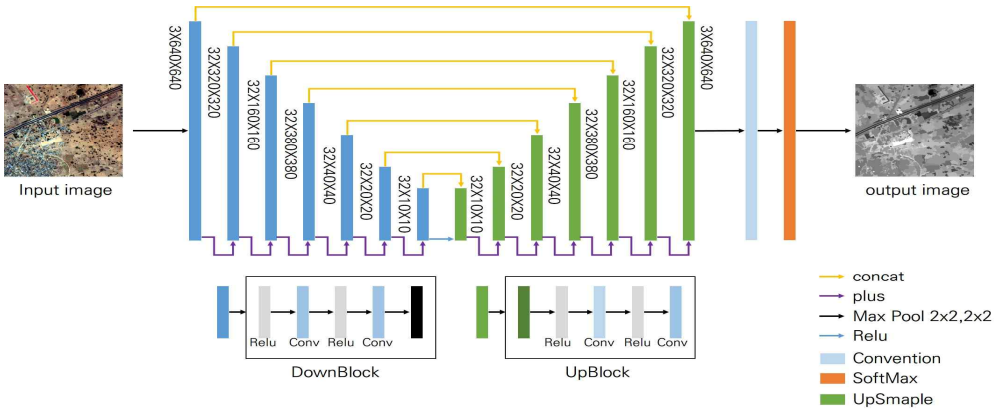
시험셋(Test set)	검증셋(Validation set)	훈련셋(Training set)
- 모델을 실제 테스트 하기 위한 데이터셋 - 아직 보지 않은 데이터 (Unseen data)	- 모델을 학습시키기 위해 필요하며, 학습이 잘 이루어지는지에 대한 지표로 사용 (모델 개발을 위해 필수) - 실무에서는 도메인 전문가가 봤을 때 인정할 수 있는 검증셋 설계가 가장 중요	- 모델을 학습시키기 위한 데이터셋 - 훈련셋을 얼마나 확보를 많이 할지는 검증셋으로 판단 - 검증셋에서 목표치에 도달하지 못할 경우 모델을 바꾸거나 데이터셋 추가 확보 필요 - 훈련셋은 검증셋으로 검증했을 때 목표치를 달성할 때까지 계속해서 수집 및 정제 - 검증셋이 바뀌었다고 해서 기존 훈련셋을 모두 버릴 필요는 없음

<시험셋, 검증셋, 훈련셋에 대한 정의 >

② 딥러닝 모델 개발 및 학습

○ 모델 개발

- 딥러닝 학습을 통해 토지이용분류 및 공간객체추출을 위한 모델은 Deep U-net 모델을 이용



<Deep U-net 모델 구조 >

○ 적용모델 선정 이유

- 위성영상 기반 U-net 적용사례를 통해 이미지 분류에서 U-net의 성능이 입증되었으며 Deep U-net은 U-net을 기반으로 만들어진 개선모델로서 그 성능을 기대할 수 있을 것으로 판단됨

- Deep U-net을 선정한 이유로는 연구 사례에서 U-net보다 작은 객체나 디테일 부분에서 좋은 성능을 보임

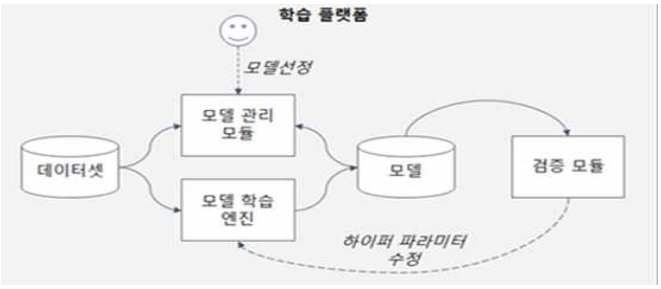
○ 모델 학습과정

- 관심객체를 추출하는데 적합할 것으로 판단되는 모델을 선정함

- 모델 관리 모듈에 입력한 후 모델 학습을 위해 구축한 데이터셋을 모델 학습 엔진을 통해 훈련시킴

- 훈련된 모델을 검증 모듈을 통해 검증하면서 하이퍼파라미터를 수정하여 모델 개선 작업을 반복함

- 최적의 하이퍼파라미터를 찾으면 모델에 적용하고 시험셋을 이용하여 검증이 완료된 모델로부터 최종 결과를 산출함



<모델 학습 과정>

③. 모델 검증

○ 모델 검증 및 평가 방법

- Accuracy (AC): 전체 픽셀 가운데 알고리즘이 "예 " 또는 "아니오 "를 성공적으로 판단한 픽셀 수의 비율

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

- TN (True Negative): Ground-truth는 사실상 "아니오 "이고, 알고리즘의 수행 결과가 Ground-truth와 일치하는 픽셀의 수

- TP (True Positive): Ground-truth는 사실상 "예 "이고, 알고리즘의 수행 결과가 Ground-truth와 일치하는 픽셀의 수

- FN (False Negative): Ground-truth는 사실상 "예 "이나, 알고리즘의 수행 결과가 Ground-truth와 불일치 하는 픽셀의 수

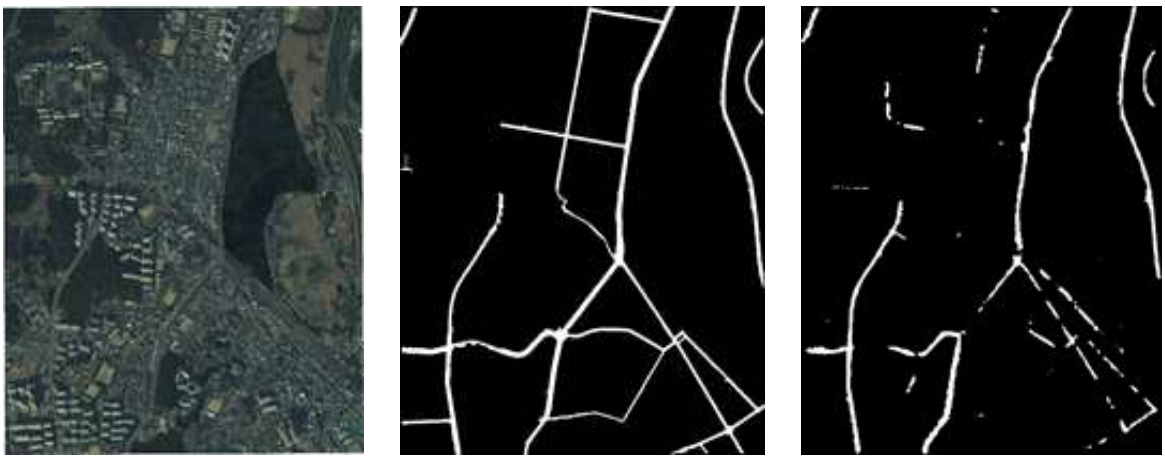
- FP (False Positive): Ground-truth는 사실상 "아니오 "이나, 알고리즘의 수행 결과가 Ground-truth와 불일치 하는 픽셀의 수

○ 테스트지역 시험셋의 도로 및 건물 정확도(Pixel Accuracy) 평가 결과

- 구축한 data를 활용하여 Prediction과 Ground-truth와의 영상비교를 수행함

- 이진화한 최종결과를 Pixel Accuracy평가 방법으로 TP, TN, FP, FN Pixel Accuracy를 산출하였음

- 테스트지역의 도로 정확도 평가 결과 약 96.7%로 나타남



Test Image　　Groun Truth　　Prediction

<테스트지역 도로 검증>

구분	Deep U-net
Precision	0.5400723808345448 (54.0%)
Recall	0.8690946452160484 (86.9%)
Accuracy	0.9663784502367997 (96.7%)

<테스트지역 시험셋 도로 평가 결과 -1 >

구분	TP(Pixel)	TN(Pixel)	FP(Pixel)	FN(Pixel)	AC(%)
테스트지역 시험셋	680940	18934776	579891	102565	약 96.7%

<테스트지역 시험셋 도로 평가 결과 - 2>

- 테스트지역의 도로 정확도 평가 결과 약 91.4%로 나타남



Test Image



Groun Truth



Prediction

<테스트지역 건물 검증>

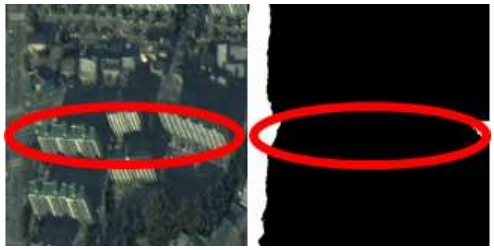
구분	Deep U-net
Precision	0.7494473085252676 (74.9%)
Recall	0.7898382463981202 (78.8%)
Accuracy	0.9144175685171271 (91.4%)

<테스트지역 시험셋 건물 평가 결과 -1 >

구분	TP(Pixel)	TN(Pixel)	FP(Pixel)	FN(Pixel)	AC(%)
테스트지역 시험셋	2893356	15667650	967297	769870	약 91.4%

<테스트지역 시험셋 건물 평가 결과 - 2>

○ 영상분석 결과의 이슈사항

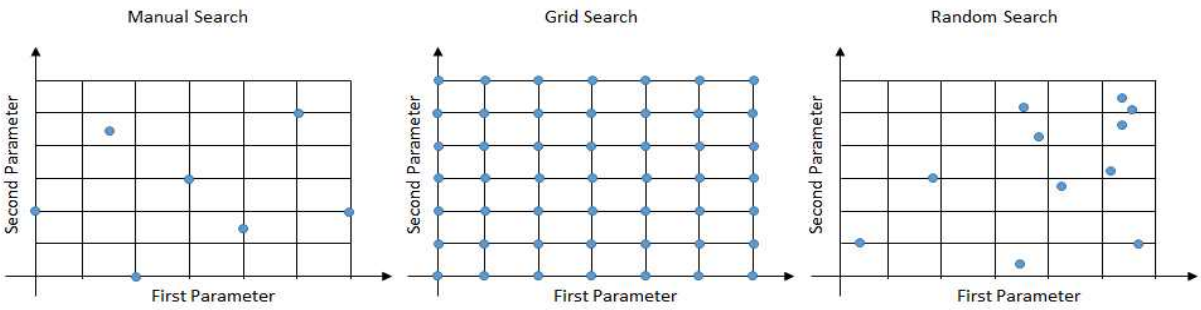
영상 비교		
설명	건물 틸트에 의해 도로가 가려져 검출을 하지 못한 것으로 예측됨. 데이터셋이 보충된다해도 구분하기 어려울 것으로 생각됨.	기차 선로를 도로로 오판함.육안으로도 판별이 쉽지 않으며 데이터셋이 보충된다해도 구분하기 어려울 것으로 생각됨.
영상 비교		
설명	논,밭을 인식하여 검출되었음. 관련된 데이터가 부족하여 발생하는 현상으로 추가데이터로 해결 가능할 것으로 예상.	검은색과 관련된 부분에서 네거티브로 인식되는 상황. 그림자에 관련된 부분으로 추가적인 연구가 필요한 부분임.
영상 비교		
설명	비닐하우스를 건물로 인식하여 검출함. 비닐하우스와 관련된 데이터가 부족하여 발생하는 현상으로 추가데이터로 해결 가능 예상.	검은색과 관련된 부분에서 네거티브로 인식되는 상황. 그림자에 관련된 부분으로 추가적인 연구가 필요한 부분임.

<영상분석 결과 이슈사항>

(마). AI 기술 적용 시스템의 최적화 및 고도화

①. 하이퍼파라미터 최적화

○ 하이퍼파라미터 최적화를 통해 모델 정확도 향상



<하이퍼파라미터 탐색 방법>

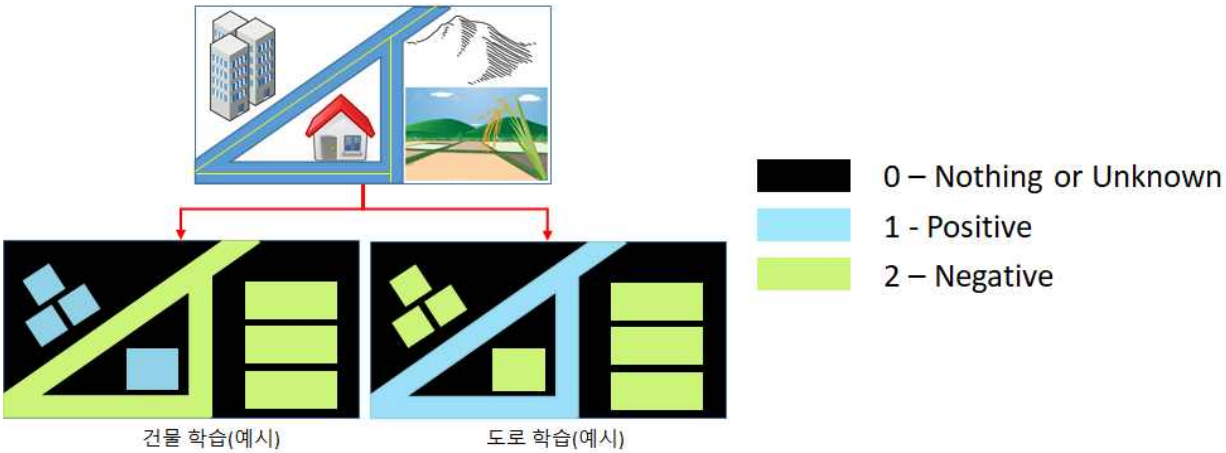
- 딥러닝에서의 Hyperparameter Optimization이란, 딥러닝 모델의 학습을 수행하기 위해 사전에 설정해야하는 값인 Hyperparameter의 최적값을 담색하는 문제를 지칭함

- 딥러닝 모델 학습 시의 대표적인 Hyperparameter들은 학습률(Learning Rate), Batch size 등이 있음

- Hyperparameter Optimization을 위한 가장 단순하고 직관적인 방법으로, 매 회차에 시도할 후보 hyperparameter 값을 주관적으로 선정하고, 이를 사용하여 학습을 수행한 후 검증 데이터셋에 대하여 측정한 성능 결과를 기록하는 과정을 반복하는 Manual Search를 사용하려 Hyperparameter를 튜닝 하였음

②. 데이터셋 제작

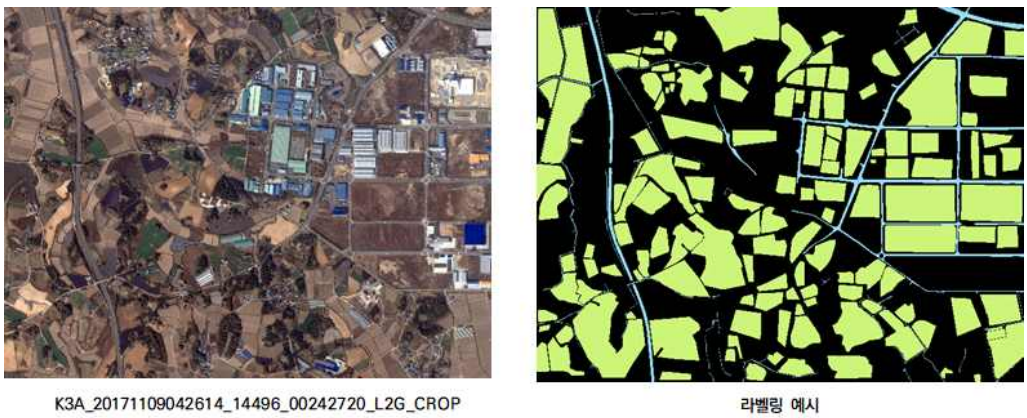
○ 새로운 라벨링 방법을 통해 데이터 수집



- 데이터셋 전체를 라벨링하는 방법에서 확실한 객체를 라벨링하는 방식으로 변경

- 기존 라벨링 방식 대비 새로운 라벨링 방식으로 인해 데이터 구축시간 단축(0-Nothing or Unknown, 1-Positive, 2-Negative)

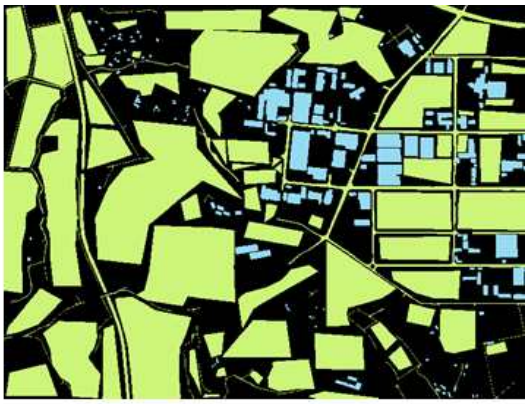
- 기존의 방식으로는 영상의 Resolution으로 인해 경계 구분이 불확실한 객체가 존재 할 경우 정확한 라벨링이 불가능 하지만 새로운 방식으로는 Unknown으로 라벨링 가능


K3A_20171109042614_14496_00242720_L2G_CROP

라벨링 예시



K3A_20171109042614_14496_00242720_L2G_CROP

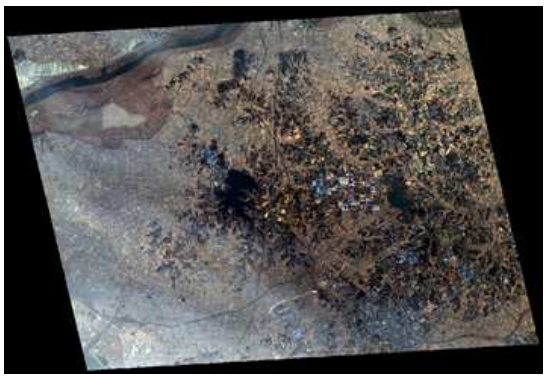


라벨링 예시

○ 데이터 제작 및 구성

- KOMPSAT-3A 영상을 학습 데이터셋으로 만들기 위해 좌상단에서 우측으로 이동하며 데이터셋 크기(256 pixel x 256 pixel)로 절취하여 데이터셋을 구축

- 데이터셋은 훈련셋의 경우 (256,256,3)형태로 58011개, 검증셋의 경우 (256,256,3)형태로 10237개, 시험셋의 경우 (5504,4459,3)형태로 1개로 구성함.



<사용 KOMPSAT-3A 영상
K3A_20171109042614_14496_00242720_L2G>

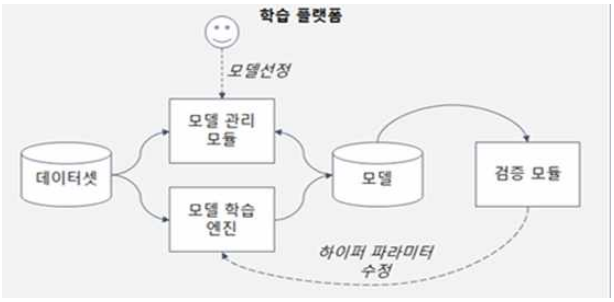


<데이터 크기 및 생산 방법>

종류	형태	개수
훈 련	(256,256,3)	58011
검 증	(256,256,3)	10237
시 험	(5504,4459,3)	1

<훈련,검증,시험 데이터 형태 및 개수>

○ 모델 학습과정



<모델 학습 과정>

- 관심객체를 추출하는데 적합할 것으로 판단되는 모델을 선정함
- 모델 관리 모듈에 입력한 후 모델 학습을 위해 구축한 데이터셋을 모델 학습 엔진을 통해 훈련시킴
- 새로운 라벨링을 위한 학습 방법 방식 변경 (라벨링 0-훈련에 반영되지 않음, 라벨링 1-Positive로 훈련, 라벨링 2-Negative로 훈련)
- 훈련된 모델을 검증 모듈을 통해 검증하면서 하이퍼파라미터를 수정하여 모델 개선 작업을 반복함
- 최적의 하이퍼파라미터를 찾으면 모델에 적용하고 시험셋을 이용하여 검증이 완료된 모델로부터 최종 결과를 산출함

(15). 3-2세부: 변화탐지 및 시계열 모니터링 기술 및 SW 개발

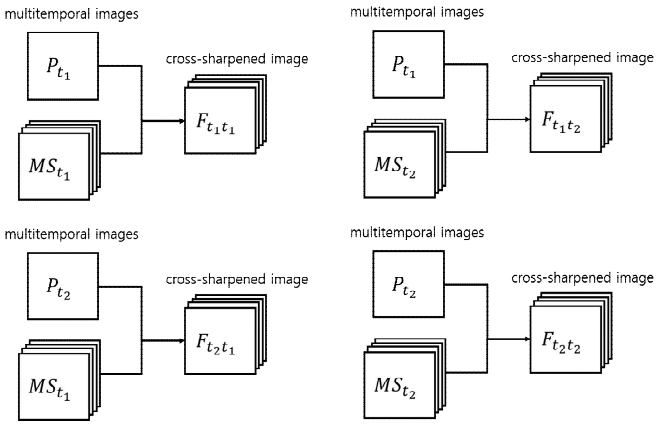
(가). Guided Filtering(GF) 기반 교차융합영상을 이용한 무감독 변화탐지

①. GF를 이용한 교차융합 영상 생성 및 교차융합 영상 기반 변화탐지 기법 개발

○ GF는 영상의 에지를 최대한 보존시키면서 잡음을 제거하기 위하여 제안된 대표적인 영상처리 기법이며, 필터링에 활용하기 위한 유도 영상(guidance image)을 이용하여 필터링을 수행

○ 본 과제에서는 저해상도 전정색 영상을 유도 영상으로 가정하고, GF의 계수를 추출한 후, 이를 원 고해상도 전정색 영상을 유도 영상을 이용한 GF에 이용하여 융합영상을 생성

○ 촬영시기 t_1과 t_2에 촬영된 고해상도 전정색 영상과 다중분광 영상을 각각 P_{t_1}, MS_{t_1}, P_{t_2}, MS_{t_2}라고 가정할 때, 아래의 그림과 같이 임의의 영상융합기법을 통하여 총 4종류의 교차융합 영상을 생성함



< 교차융합영상 생성 과정의 예 >

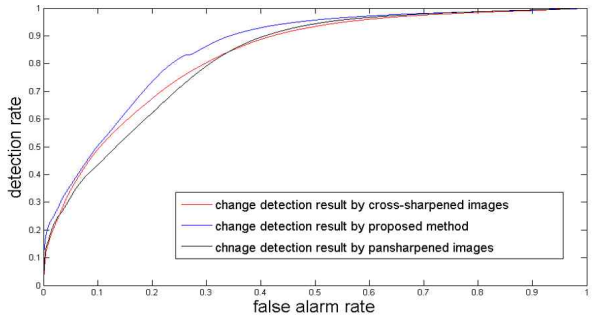
○ 생성된 교차융합영상은 동일한 공간적인 특성을 가지는 영상인 $F_{t_1t_1}$, $F_{t_1t_2}$와 $F_{t_2t_1}$, $F_{t_2t_2}$를 각각 통합하여 총 8밴드로 구성된 변화 전, 후의 영상을 생성하고, 해당 영상에 대하여 CVA(Change Vector Analysis)의 크기정보 영상(magnitude information image)를 생성하여 무감독 변화탐지를 수행하였음



< GF를 이용한 KOMPSAT-3A의 교차융합영상 생성 결과의 예 >

○ 제안한 GF을 이용한 교차융합영상 기반 무감독 변화탐지 기술의 성능을 평가하기 위하여, 비교대상으로 선정한 기법은 일반적인 영상융합 기법을 통하여 생성된 변화 전/후의 고해상도 다중분광영상을 이용한 변화탐지 결과, 기존 영상융합 기법을 통하여 생성된 교차융합영상을 이용한 변화탐지 결과와의 비교평가를 수행하였음

○ KOMPSAT-3호 위성영상에 대하여 변화탐지 기법 적용 결과 생성된 크기정보 영상에 대하여 발생 가능한 임계치를 모두 적용하여, 탐지율과 오탐지율을 각각 x, y축으로 놓은 그래프인 ROC(Receiver Operating Characteristic) 곡선을 참조자료를 기준으로 하여 생성한 결과, 개발 기술이 타 기법과 비교하여 우수한 변화탐지 결과를 나타내는 ROC 곡선 및 AUC 값을 가지는 것을 확인할 수 있었음



< 변화탐지 기법 별 ROC 곡선 생성 결과 >

< 정합 알고리즘에 따른 위성영상-기준점 자동 매칭 실험 결과 >

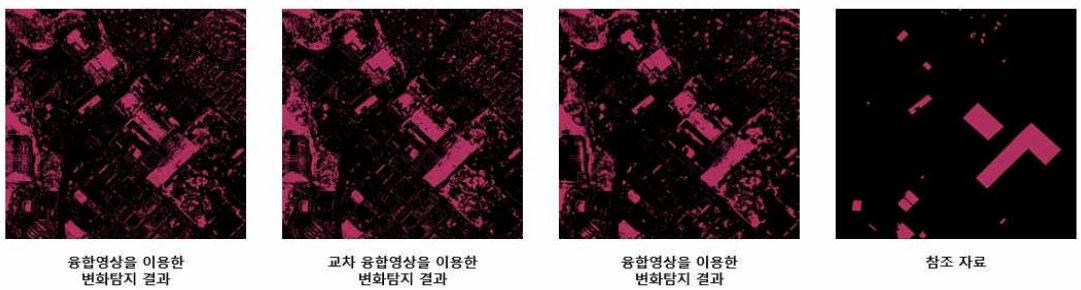
변화탐지 기법	AUC 지수
융합영상을 이용한 변화탐지	0.8216
교차융합영상을 이용한 변화탐지	0.8296
개발기술을 이용한 변화탐지	0.8540

○ 이진화 변화탐지 지도 생성시의 결과를 평가하기 위하여, otsu 기법을 이용하여 이진화 변화탐지 지도를 작성하여 이에 대한 평가를 수행하였음

○ 평가결과, 제안된 기법의 전체정확도는 기존 기법과 비교하여 가장 높은 결과를 나타내었으며, 시각적인 평가에 있어서도, 개발 기법이 가장 우수한 성능을 보임을 확인하였음

< 변화탐지 기법별 정량적 평가 결과 >

변화탐지 기법	탐지율	오탐지율	전체정확도
융합영상을 이용한 변화탐지	60.45%	19.06%	79.65%
교차융합영상을 이용한 변화탐지	66.75%	19.65%	79.49%
개발기술을 이용한 변화탐지	65.26%	16.35%	82.49%



< 변화탐지 기법 적용에 따른 이진화 영상 생성 결과 >

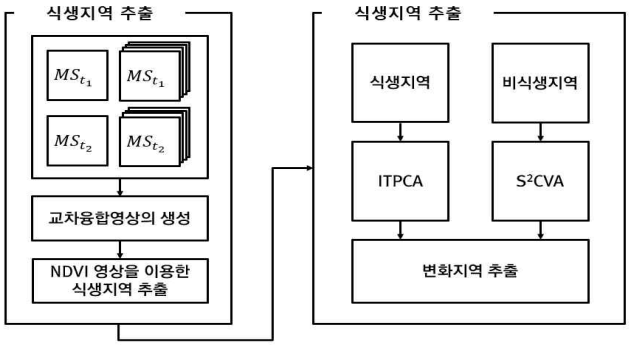
(나). 교차융합영상 기반 토지피복 특성별 무감독 변화탐지 기법 개발

①. 비식생/식생지역에 대한 특성별 무감독 변화탐지 기법 개발

○ 촬영 각 및 시간차이로 인해 높은 건물과 같은 객체들에서 그림자가 발생하거나, 계절 및 촬영시간이 다를 경우에는 변화하지 않은 객체의 분광정보 혹은 DN(Digital Number) 값들이 크게 차이를 가지는 경우가 발생하여 변화탐지 기법을 적용하기 어려움

○ 본 과제에서는 GF 기반 교차융합영상을 이용하여 고해상도 위성영상의 변화탐지를 수행하기 위하여 토지피복 특성별로 변화탐지를 개별적으로 수행한 후, 이를 통합하여 변화지역을 추출하는 기법을 개발하여, 기존 방법의 한계점을 개선하고자 하였음

○ 개발기법의 순서도는 아래와 같으며, 개발 기법의 검증을 위하여 2015년 10월 18일과 2018년 7월 7일에 취득된 KOMPSAT-3A 위성영상을 활용하였음



< 개발기법의 흐름도 및 실험영상의 개요 >

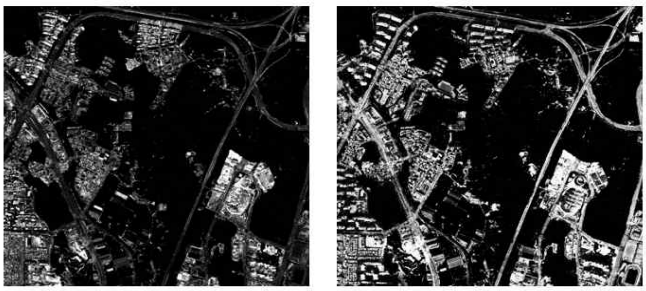
○ GF를 이용하여 다시기 교차융합영상을 생성한 후, NDVI(Normalized Difference Vegeation Index)를 각각 적용하여 생성된 영상에 임계치를 적용하여 이진화 영상을 생성함

○ 중첩된 영상을 이용하여 식생지역과 비식생지역을 구분하고, 식생지역에 대해서는 ITerative Principal Component Analysis(ITPCA) 기법을 적용하여 최종적으로 식생지역에 대해서만 변화탐지를 수행함.

○ 식생지역에 대한 변화탐지를 통하여 변화 양상에 대한 총 3종류의 클래스(미변화지역, 식생 → 비식생, 비식생 → 식생지역)로 변화양상을 정량화하였음

○ 비식생지역의 경우, GF를 이용하여 생성된 교차융합영상들을 동일한 전정색 영상의 특성을 기준으로 layer stacking을 수행하고, 해당 자료에 Sequential Spectral Change Vector Analysis(S2CVA)를 적용하여, 비식생지역에 대한 변화벡터의 크기와 방향정보를 생성하였음

○ 생성된 변화벡터의 크기와 방향정보를 활용하여 그림자지역 등에 대한 오탐지를 최소화하고자 하였음



<비식생지역에 대한 S2CVA의 크기 및 방향정보의 예>

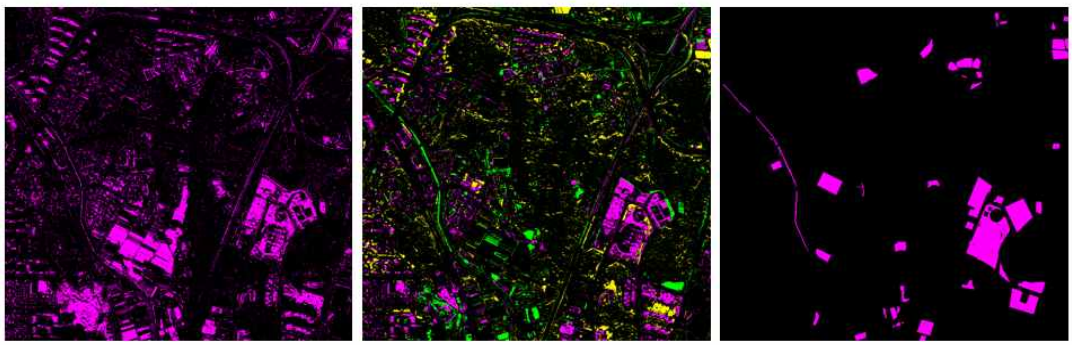
②. 개발 기술의 성능 시험 및 기존 기법과의 비교평가

○ 개발 기술의 성능을 평가하기 위하여, 일반적인 융합영상에 대한 S2CVA 적용결과에 대하여 otsu 기법을 적용하여 이진화 영상을 생성하고, 이를 개발 기술에 대한 변화탐지 결과와의 비교평가를 수행하였음

○ 개발 기술의 경우에는 비식생지역과 식생지역에 대하여 개별적인 변화탐지를 수행하였기 때문에, 단일 변화탐지 지수를 생성하기 불가능하기 때문에 ROC 곡선에 의한 평가가 어려움.

○ 따라서, 시각적인 비교평가와 이진화 변화탐지 영상을 이용한 오차행렬을 이용하여 개발 기술의 성능을 정량적으로 분석하였음

○ 아래의 그림에서 확인할 수 있는 것과 같이, 개발 기술에 의한 변화탐지 결과(비식생지역의 변화: 자홍색, 식생 → 비식생의 변화: 녹색, 비식생 → 식생: 노란색)는 기존 기법과 비교하여 계절적 영향에 의한 오탐지지역을 크게 감소시킬 수 있음을 확인하였음.



< 기존 기법 및 개발 기술에 의한 변화탐지 결과의 예 >

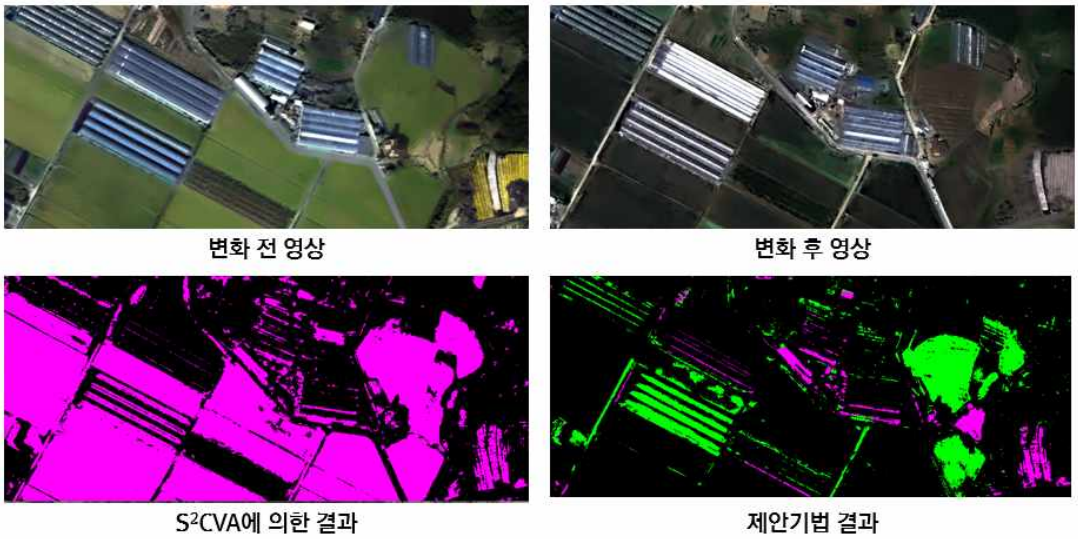
○ 개발 기술에 의한 변화탐지 기법은 아래의 그림에서 확인할 수 있는 것과 같이, 비식생 → 식생지역으로의 변화를 제거할 경우에는 변화지역을 더욱 효과적으로 파악할 수 있을 것으로 판단함

○ 개발기술 및 기존 기법에 대한 변화탐지 결과의 오차행렬을 생성하고, 이에 따른 변화지역의 탐지율, 오탐지율, 전체정확도를 분석한 결과, 개발 기술은 전체정확도가 크게 증가하였으며, 이는 오탐지율의 큰 감소에 의함을 확인함

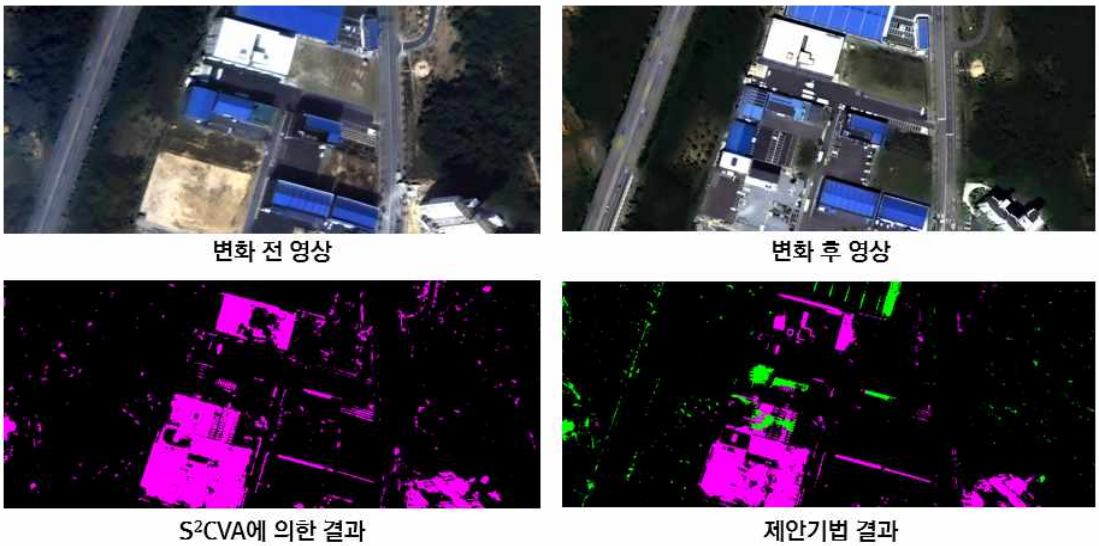
○ 탐지율이 감소되는 이유는 개발기술이 화소 기반의 기법이기 때문에 변화지역의 실험지역의 경기장 지역과 같이 변화지역의 일부가 그림자 등의 영향으로 인하여 미변화지역으로 탐지되었기 때문이지만, 이는 객체 기반의 변화탐지 기술을 이용할 경우에는 해당 객체의 모든 화소가 변화지역으로 판단될 수 있을 것으로 판단됨

< 변화탐지 기법별 정량적 평가 결과 >

변화탐지 기법	탐지율	오탐지율	전체정확도
융합영상을 이용한 변화탐지	54.94%	20.18%	78.59%
개발기술을 이용한 변화탐지	48.09%	10.94%	87.04%
개발기술을 이용한 변화탐지(식생으로의 변화제외)	38.19%	6.91%	90.39%



< 기존 기법 및 개발 기술에 의한 변화탐지 결과의 세부적 비교평가 (1) >



< 기존 기법 및 개발 기술에 의한 변화탐지 결과의 세부적 비교평가 (2) >

(다). 시계열 영상 상대 방사보정 알고리즘 기본설계

①. 다층 퍼셉트론을 이용한 비선형 관계를 수립하는 상대 방사보정 알고리즘 개발

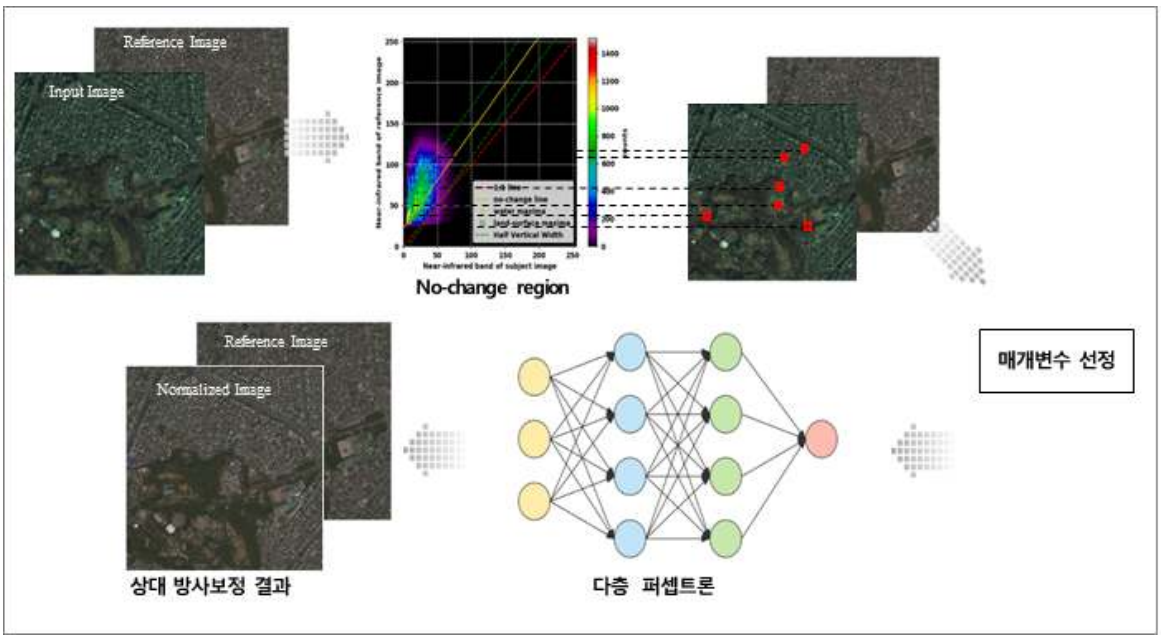
○ 기상조건 및 대기영향에 영향을 받는 광학 영상의 한계를 극복하기 위해 대기 및 식생의 생태학적 특성 등의 복합적 보정을 수행할 수 있는 상대 방사보정 기술 필요

○ 식생의 생태학적 특성 보정을 수행하기 위해 화소값 이외의 분광지수들을 고려하였으며, 선정된 분광지수는 아래 표와 같음

< 상대 방사보정에 활용된 분광지수 >

Spectral Index	Formula
NDWI (Normalized Difference Water Index)	$\frac{Band_{Green} - Band_{NIR}}{Band_{Green} + Band_{NIR}}$
NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)	$\frac{Band_{NIR} - Band_{Red}}{Band_{NIR} + Band_{Red}}$
EVI (Enhanced Vegetation Index)	$2.5\frac{Band_{NIR} - Band_{Red}}{1 + Band_{NIR} + 6Band_{Red} - 7.5\,Band_{Blue}}$
SAVI (Soil-Adjusted Vegetation Index)	$(1 + L)\frac{Band_{NIR} - Band_{Red}}{Band_{NIR} + Band_{Red} + L}$ (L = 0.5)

○ 비선형 관계의 모델링은 다층 퍼셉트론이 활용되었으며, 다층 퍼셉트론은 입력층 및 출력층 사이에 하나 이상의 은닉층을 두어 비선형적인 관계 수립을 가능하게 하는 인공신경망 기법



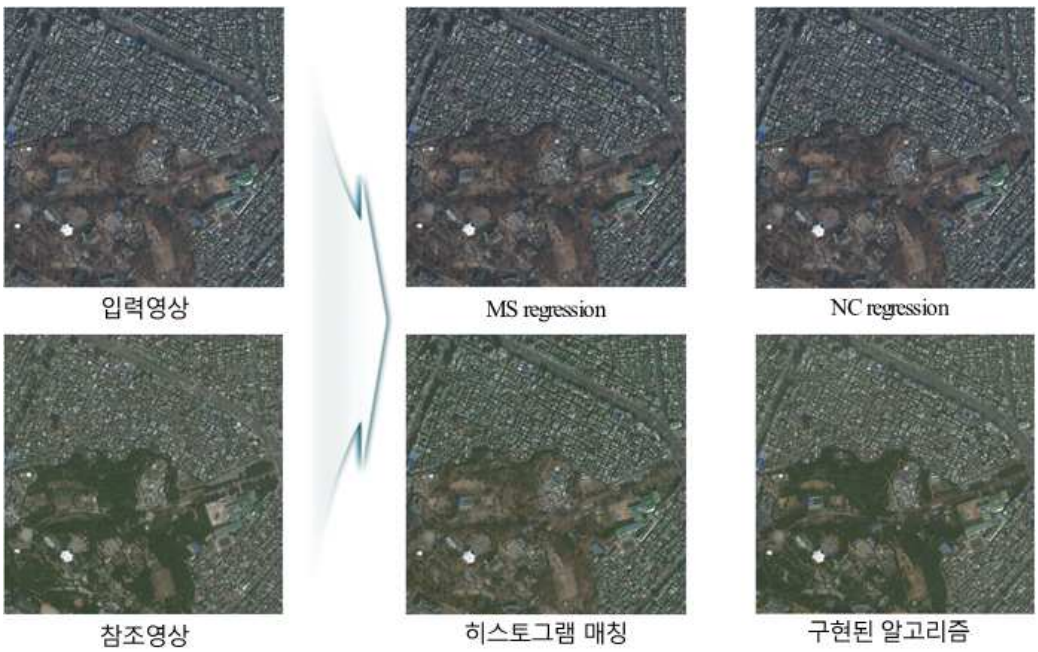
< 상대 방사보정 기술 >

②. 개발 기술의 성능 시험 및 기존 기술과의 비교 평가

○ 개발 기술의 성능을 평가하기 위하여, 개발 기술을 적용한 영상과 기존의 상대 방사보정 기술을 적용한 영상의 성능을 NRMSE(Normalized Root Mean Squared Error)를 통해 비교평가를 수행하였음

○ MS(Mean Standard deviation) regression, NC(No Change) regression, 히스토그램 매칭 결과와 상대 방사보정 정확도 평가

○ 개발 기술의 경우, MS regression, NC regression 및 히스토그램 매칭 결과와 비교했을 때, 평균적으로 6.91%, 5.18% 및 6.91% 향상



<상대 방사보정 결과>

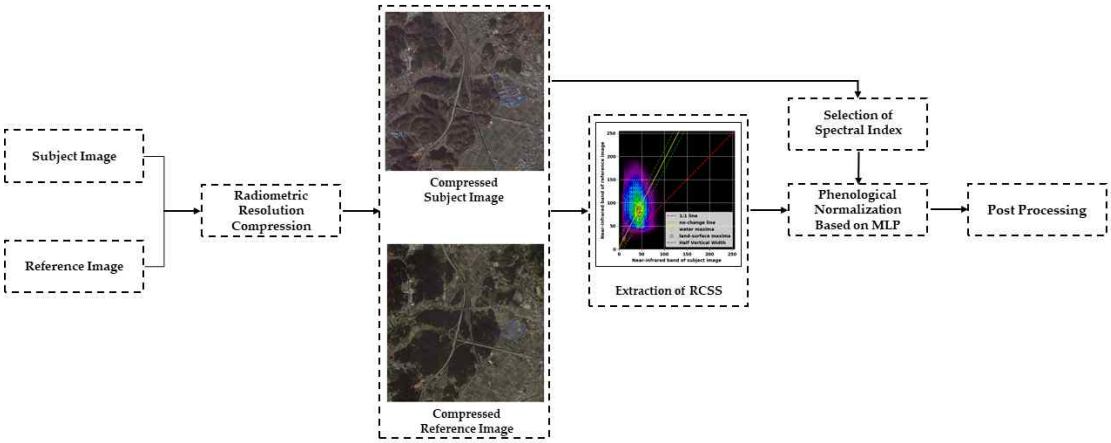
<상대 방사보정 정확도 평가>

Method	Band1	Band2	Band3	Band4	Average
MS regression	0.1945	0.2831	0.4817	0.4333	0.3482
NC regression	0.1853	0.2709	0.4326	0.4816	0.3426
Histogram matching	0.1936	0.2834	0.4831	0.4327	0.3482
Proposed method	0.1837	0.2707	0.4438	0.4047	0.3257

③. 방사 해상도 압축 기반 상대 방사보정 알고리즘 개발

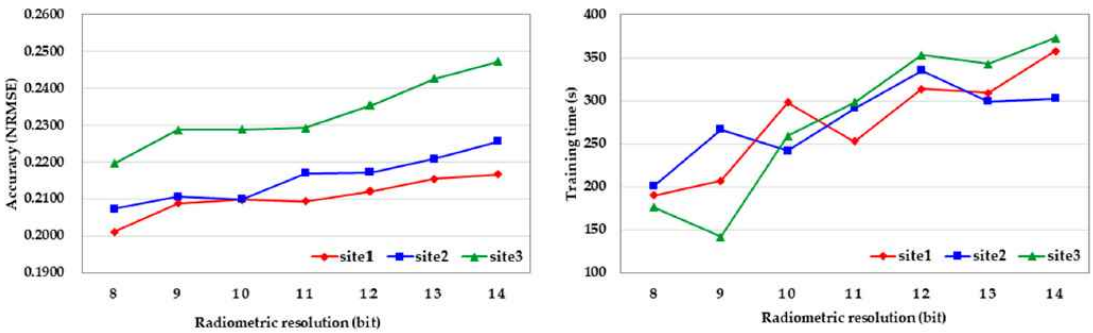
○ 방사 및 식생의 생태학적 특성이 크게 차이를 가지는 경우 시계열 모니터링 시 일관성 있는 결과를 도출하기 어렵기 때문에 복합적인 보정을 수행하는 안정화된 상대 방사보정 알고리즘 필요

○ 방사 및 생태학적 특성을 보정하기 위해 기존 방법의 한계점을 개선하고자 하였으며, 개발 기법의 순서도는 아래와 같음



< 안정화된 상대 방사보정 알고리즘 연구 흐름도 >

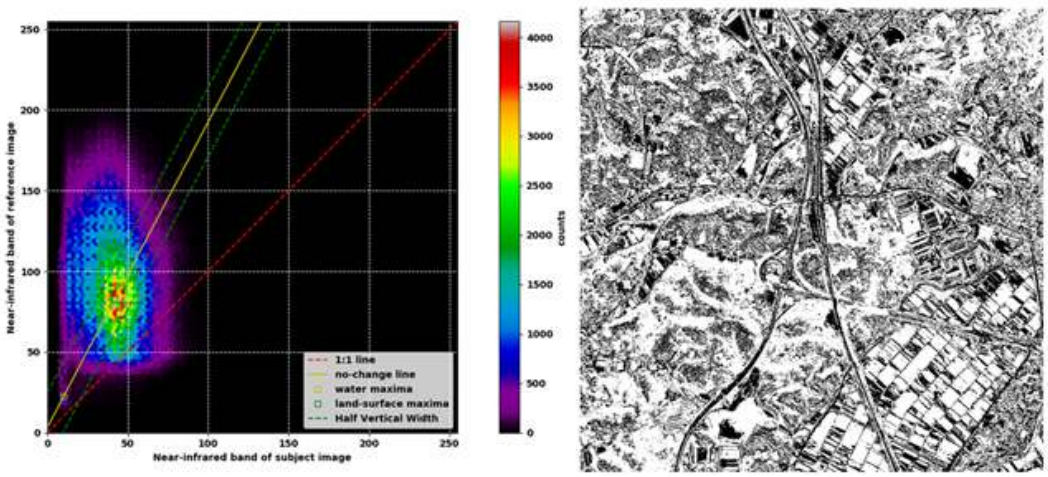
○ 알고리즘의 복잡성 감소 및 학습시간의 효율성을 위해 입력 영상과 참조 영상의 방사 해상도 압축을 수행하였으며 NRMSE 및 학습시간을 기준으로 평가한 결과, 8비트가 최적의 방사 해상도를 나타내는 것을 확인할 수 있었음



< 방사해상도에 따른 정량적 평가 결과 >

○ 두 영상의 관계를 수립하기 위한 PIF(Pseuso Invariant Features)를 추출하였으며, 입력 영상 및 참조 영상의 근적외선 밴드간의 scattergram에 기반하여 PIF를 추출하는 no-change 방법 활용

○ No-change 방법은 물과 지표의 클러스터 중심을 local maxima를 통해 획득하여 no-change line을 획득한 뒤, HVW(Half Vertical Width)를 획득하여 HVW 내부의 픽셀들을 PIF로 선정



< PIF 추출에 대한 예시 >

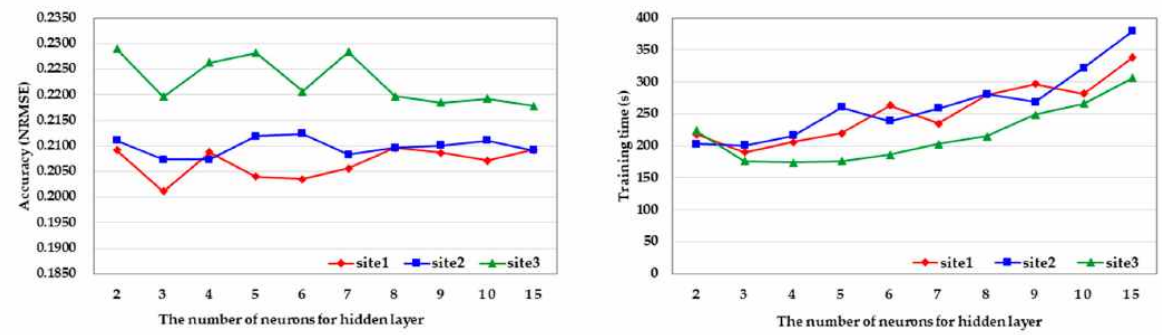
○ 생태학적 보정을 수행하기 위하여 각 밴드별로 독립적으로 분광지수가 고려되었으며, blue 밴드는 ExG(Excess Green Index), green 밴드는 COM(Combined Index), red 밴드는 ExGR(Excess Green Minus Red Index), NIR 밴드는 ExG가 선정되었음

○ 앞서 추출된 no-change 지역에 대응되는 입력 영상의 화소값 및 분광지수를 입력 값으로, 참조 영상의 화소값을 실제 값으로 설정하여 다층 퍼셉트론 모델을 구축함으로써 생태학적 보정 수행

○ 다층 퍼셉트론 모델의 안정화를 위해 하이퍼 파라미터를 조정하였으며, 특히 모델에 가장 큰 영향을 미치는 은닉층 내 뉴런수는 NRMSE 및 학습시간을 기준으로 하여 평가하여 최종적으로 선정하였음

<다층 퍼셉트론의 하이퍼 파라미터>

하이퍼 파라미터	값
입력 변수의 수	2
은닉층의 수	1
은닉층 내 뉴런수	3
출력층의 뉴런수	1
활성 함수	ReLU
손실 함수	Squared error
최적화 방법	ADAM
Learning rate	10^{-4}
Epoch	200



< 은닉층 내 뉴런수에 따른 정량적 평가 결과 >

○ 생태학적 보정이 수행된 영상에 대해 참조 영상과의 히스토그램 매칭을 추가적으로 적용함으로써 후처리 수행

④. 개발 기술의 성능 시험 및 기존 기법과의 비교 평가

○ 개발 기술의 성능을 평가하기 위하여, 개발 기술을 적용한 영상과 기존의 상대 방사보정 기술을 적용한 영상의 성능을 시각적 및 정량적으로 평가하였음

○ MS regression, NC regression, 히스토그램 매칭, RF(Random Forest) regression 결과와 NRMSE를 통해 상대 방사보정 정확도 평가

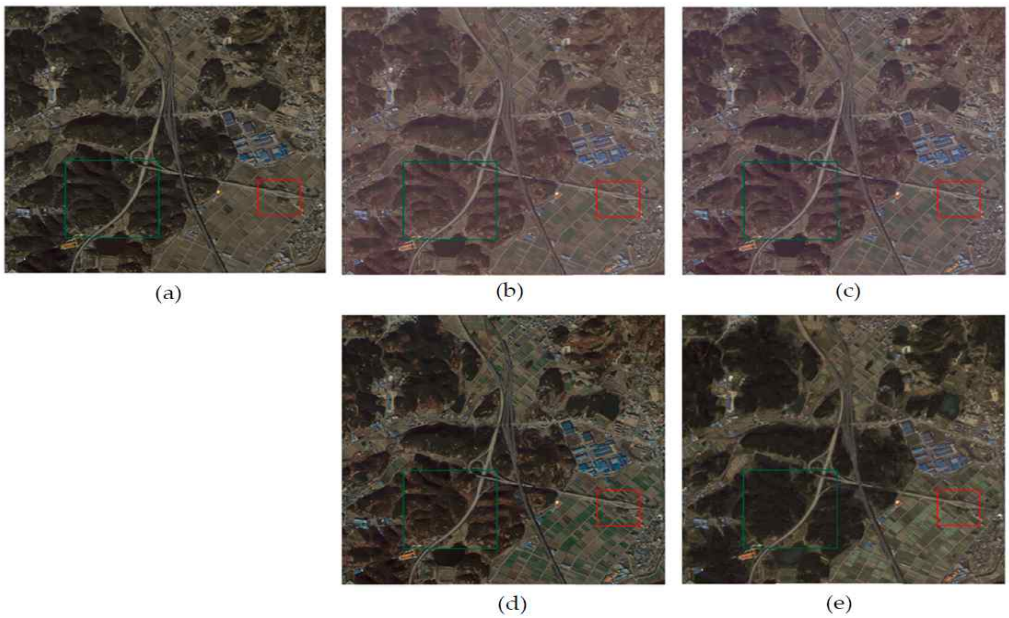
○ 시각적 평가를 수행한 결과 아래의 그림에서 확인할 수 있는 것과 같이, 개발 기술을 적용하는 경우 방사적 및 식생의 생태학적 특성에 대한 보정이 잘 수행된 것을 확인할 수 있음

○ 특히, 각 상대 방사보정 결과를 자세히 살펴보기 위하여 일부 식생지역 및 인공물지역을 추출하였으며, 개발 기술의 결과가 참조 영상과 가장 유사한 것을 확인



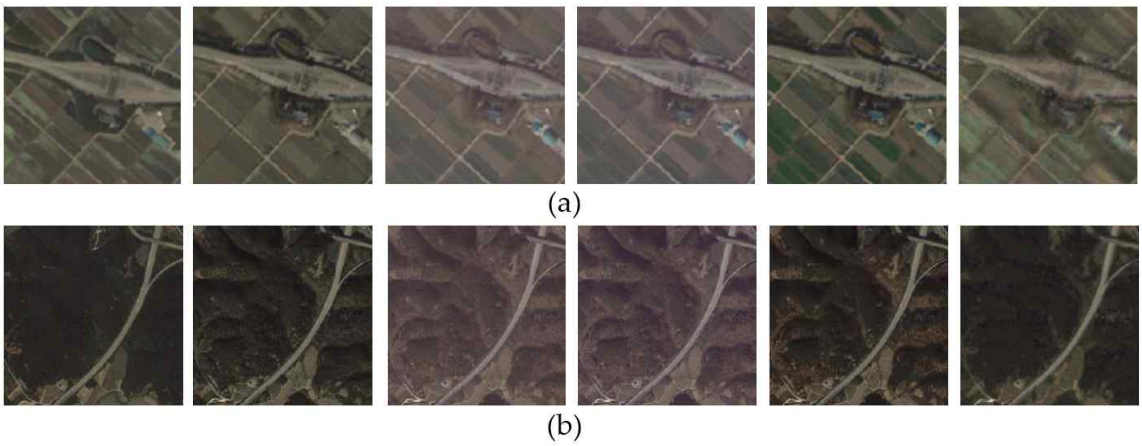
(a) (b)

< 경상남도 창녕군에 대한 KOMPSAT-3A 실험영상 (a) 입력 영상, (b) 참조 영상 >



(a) (b) (c) (d) (e)

< 상대 방사보정 결과 (a) 제안된 기법, (b) MS regression, (c) NC regression, (d) 히스토그램 매칭, (e) RF regression >



< 추출된 영역 (a) 빨간색 사각형 확대 영역, (b) 녹색 사각형 확대 영역 (From left to right: 참조 영상, 제안된 기법, MS regression, NC regression, 히스토그램 매칭, RF regression) >

○ 입력 영상의 성능과 비교 했을 때, 개발 기술은 평균적으로 33.85% 향상된 반면에, MS regression, NC regression, RF regression 및 히스토그램 매칭은 19.41%, 21.85%, 20.87%, 26.44% 향상되어 개발 기술의 정확도가 가장 높은 것을 확인

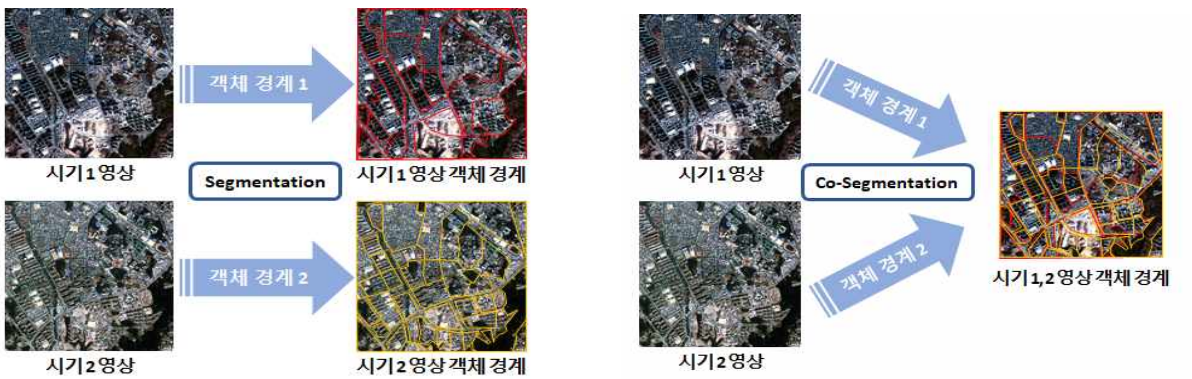
< 상대 방사보정 결과에 대한 NRMSE >

Method	Band 1	Band 2	Band 3	Band 4	Average
입력영상	0.3948	0.5077	0.5672	0.6888	0.5396
제안된 방법	0.1440	0.1987	0.3073	0.1545	0.2011
MS regression	0.1820	0.2694	0.4380	0.4924	0.3455
NC regression	0.1758	0.2530	0.4033	0.4527	0.3212
히스토그램 매칭	0.1886	0.2720	0.4522	0.4108	0.3309
RF regression	0.1497	0.2187	0.3406	0.3919	0.2752

(라). 객체 기반 변화탐지 기술동향 분석 및 알고리즘 구현

①. 도심지 변화에 초점을 맞춰 연구 진행
②. 다양한 입력영상을 통해 영상 분할 수행 및 비교 평가

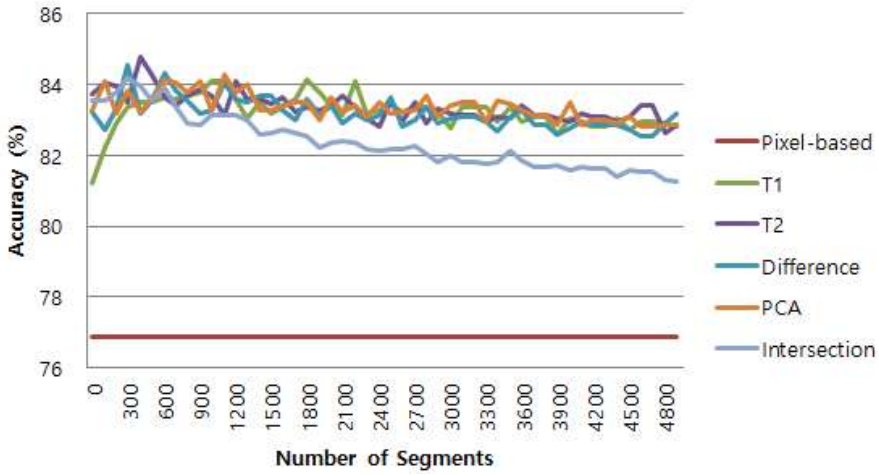
○ 다시기 영상에 대한 상호 분할(co-segmentation)을 수행할 때 필요한 입력영상에 대한 비교 평가 수행



단영상 분할 다시기영상 분할

< 단영상과 다시기영상에 대한 분할 예시 >

- 시기 1 영상, 시기 2 영상, 차 영상, PCA 영상, 인터섹션 영상을 각각 분할 입력영상으로 활용
- 각 분할 영상으로 변화탐지를 수행한 후, 정확도 비교 평가
- 분할기법으로는 SLIC(Simple Linear Iterative Clustering), 변화탐지 기법으로는 CVA(Change Vector Analysis)를 활용하였으며, 두 기법은 향후에 상지대학교 및 충북대학교 연구진에서 수행 중인 기법으로 대체될 예정
- 분할객체 수를 조절하는 매개변수에 대한 민감도 분석을 통해, 해당 지역에 적합한 최적의 분할객체 수 도출
- 객체 기반 변화탐지 정확도 평가 결과, 분할 입력영상에 상관없이 화소기반 기법(76.88%)에 비해 5% 이상 높은 변화탐지 정확도를 보임

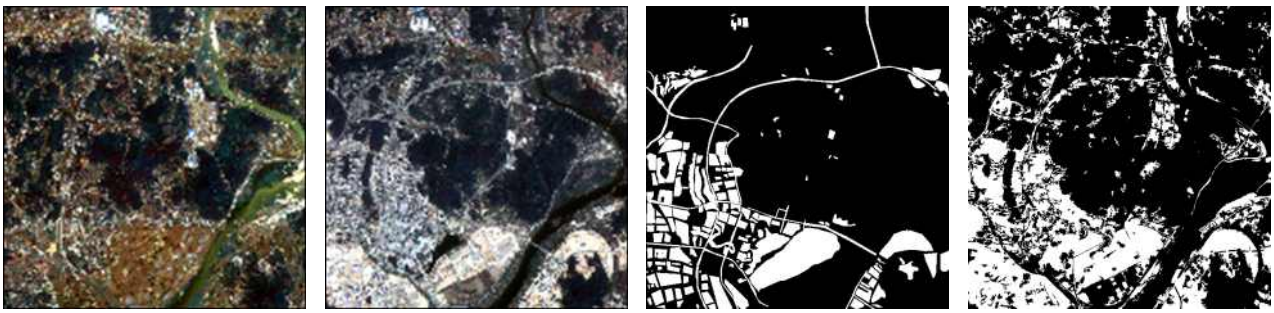


< 분할객체 수 및 분할 입력영상에 따른 변화탐지 정확도 비교 평가 >

③. 대표적인 영상분할 및 변화탐지 기법을 통한 시범 적용

○ 비교평가 결과 차(difference) 영상을 분할 입력영상으로 적용했을 때 안정적인 결과를 도출하였음

○ 상지대학교에서 연구진에서 활용하고 있는 분할 기법에, 차 영상을 분할 입력영상으로 적용하여 분할을 수행한 후, 이를 바탕으로 변화탐지 결과를 도출하였음



시기 1 영상 | 시기 2 영상 | 변화탐지 참조자료 | 변화탐지 수행 결과

< 차 영상을 통해 생성된 분할영상을 통한 객체기반 변화탐지 결과 >

(마). 변화탐지 및 시계열 모니터링 기법 개발을 위한 고해상도 공간정보 활용방안 개발

①. 기존 공간정보 수집 및 검토

○ 기존의 다양한 공간정보에 대한 자료를 수집하고 공간정보의 활용성과 한계점을 검토함

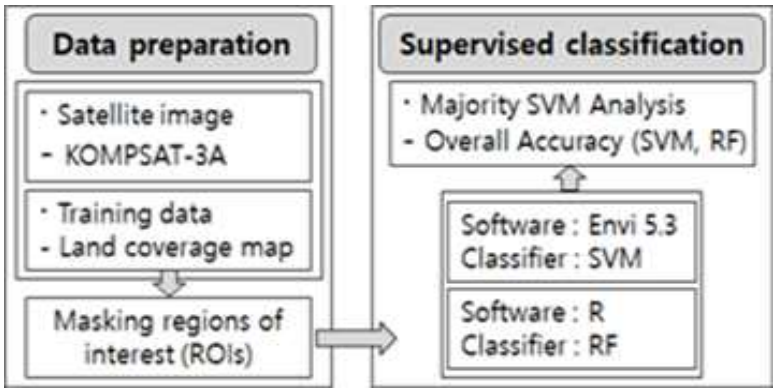
- 변화탐지에 유용한 공간정보 항목들을 DB화하기 위한 기초작업 실시

- 토지피복도를 통한 변화탐지의 맹점은 토지피복도의 세분류작업 이후의 불규칙한 자료 갱신과 산림지역에 대한 일관되지 않은 정확성에 있다고 판단함

②. 산림지역 세분류 정보 획득 기술 개발

○ 기존 공간정보의 산림지역분류에 대한 공간적, 시간적 고해상도 정보 획득의 한계 확인

○ KOMPSAT-3A 위성영상을 이용한 고해상도 산림피복분류 실시



< 입력자료와 출력 자료 요약 >

- 입력자료 : KOMPSAT-3A 고해상도 위성영상, 연구대상지의 토지피복도

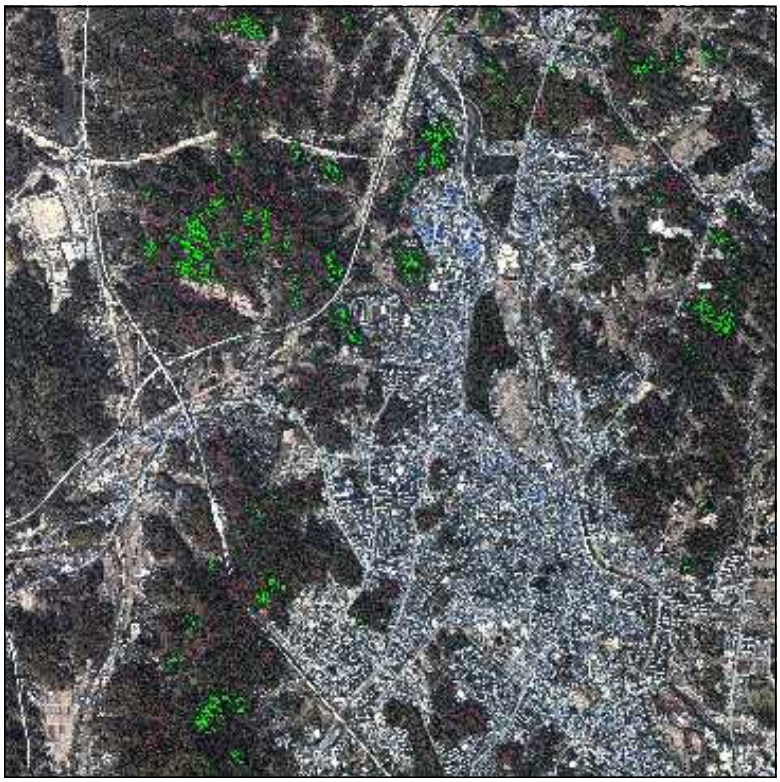
- 출력자료 : 오차행렬(Confusion matrix) 통계, 전체 분류 정확도, 밴드 별 분류 통계

③. 고해상도 위성영상에 적합한 분석기법 적용

○ KOMPSAT-3A 고해상도 위성영상에 알맞은 영상 밴드(R,G,B) 및 화소(16비트) 변환 처리

○ GIS를 이용하여 통합된 토지피복분류 경계로부터 내부 방향으로의 버퍼 적용

○ 관심영역표본(Region of Interest) 수집을 위한 실측자료(Ground truth)추출



< 강원도 원주시 산림식생의 관심영역표본
(녹색 – 침엽수림; 보라색 – 활엽수림) >

○ ENVI에서 제공하는 Support Vector Machine 기법을 이용한 산림식생 세분류 시도

- 활엽수와 침엽수의 산림피복분류 정확도는 55~56% 수준으로 나타났으며, 결과는 아래 표와 같음

< Support Vector Machine 기법에 의한 산림피복분류 결과 >

Support Vector Machine(SVM) analysis (RBF kernel, Gamma = 0.25)				
Class*		Ground truth		
		310	320	Total
Predicte d	310	566	467	1033
	320	434	533	967
	Total	1000	1000	2000
Overall Accuracy = 55.0% Kappa Coefficient = 0.1				
Support Vector Machine(SVM) + Majority analysis (kernel size = 5x5)				
Class*		Ground truth		
		310	320	Total
Predicte d	310	578	461	1039
	320	422	539	961
	Total	1000	1000	2000
Overall Accuracy = 55.9% Kappa Coefficient = 0.1				

310: Broad-leaved forest; 320: Coniferous forest

- ENVI에서 제공하는 Support Vector Machine 기법을 이용한 원주 지역 토지피복분류의 전체 결과는 아래 표와 같음

< Support Vector Machine 기법에 의한 도시지역(원주시)의 피복분류 결과 >

Support Vector Machine(SVM) + Majority analysis (kernel size = 5x5)										
Class*		Ground truth								
		100	200	310	320	330	400	600	700	∑
Predicted	100	602	16	7	1	9	0	125	116	876
	200	38	518	30	11	21	103	118	28	867
	310	2	54	432	317	352	175	88	12	1432
	320	2	23	248	363	368	142	59	0	1205
	330	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	400	25	111	259	305	229	557	110	10	1606
	600	68	232	13	1	11	1	442	11	779
	700	263	46	11	2	10	22	58	823	1235
	∑	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	8000
Overall Accuracy = 46.7% Kappa Coefficient = 0.4										

* 100: Urban or built-up area; 200: agriculture area; 310: broad-leaved forest; 320: coniferous forest; 330: mixed forest; 400: grassland; 600: bare ground; 700: water body

○ SVM 분류기법은 혼효림의 분류에 있어서 정확도가 낮지만, 시가화 건조지역과 나지 등 다른 피복 분류까지 분석대상에 포함할 경우 예측정확도가 비슷하게 나오는 것을 통해 산림과 도심지역을 함께 분석하는 경우에 유용하다는 결론을 도출

○ R software가 제공하는 Random Forest 기법을 이용한 산림식생 세분류 시도

```
# 산림식생 감독분류를 위한 알고리즘 - Random Forest 기법

library(rgdal)
library(raster)
library(caret)
img <- brick("C:/Wonju/wonju_KOMSAT3A.dat")  // 원주시 KOMPSAT-3A Raster Image
names(img) <- paste0("B", c(1:3, 4))
plotRGB(img, r = "B1", g = "B2", b = "B3", scale = 65535, stretch='lin', colNA='white')
trainData <- shapefile("C:/Wonju/310_320_25m.shp")  // 원주시 토지피복도 중 활엽수림, 침엽수림 벡터
responseCol <- "L2_CODE"
dfAll = data.frame(matrix(vector(), nrow = 0, ncol = length(names(img))+1))
for (i in 1:length(unique(trainData[[responseCol]]))){
  category <- unique(trainData[[responseCol]])[i]
  categorymap <- trainData[trainData[[responseCol]] == category,]
  dataSet <- extract(img, categorymap)
  if(is(trainData, "SpatialPointsDataFrame")){
    dataSet <- cbind(dataSet, class = as.numeric(rep(category, nrow(dataSet))))
    dfAll <- rbind(dfAll, dataSet[complete.cases(dataSet),])
  }
  if(is(trainData, "SpatialPolygonsDataFrame")){
    dataSet <- dataSet[!unlist(lapply(dataSet, is.null))]
    dataSet <- lapply(dataSet, function(x){cbind(x, class = as.numeric(rep(category, nrow(x))))})
    df <- do.call("rbind", dataSet)
    dfAll <- rbind(dfAll, df)
  }
}
nsamples <- 1000
sdfAll <- dfAll[sample(1:nrow(dfAll), nsamples), ]
confusionMatrix(modFit_rf <- train(as.factor(class) ~ B1+B2+B3, method = "rf", data = sdfAll))
beginCluster()
preds_rf <- clusterR(img, raster::predict, args = list(model = modFit_rf))
endCluster()
```

< Random Forest 기법에 의한 산림피복분류 알고리즘 >

< Random Forest 기법에 의한 산림피복분류 결과 >

Random Forest(RF) analysis				
Class*		Ground truth		
		310	320	Total
Predicted	310	1444	378	1822
	320	138	40	178
	Total	1582	418	2000
Overall Accuracy = 74.2% Kappa Coefficient = 0.0				

* 310: Broad-leaved forest; 320: Coniferous forest

< Random Forest 기법에 의한 도시지역(원주시)의 피복분류 결과 >

Random Forest(RF) analysis										
Class*		Ground truth								
		100	200	310	320	330	400	600	700	∑
Predicted	100	48	0	24	8	8	0	8	0	96
	200	8	336	96	24	16	48	32	0	560
	310	32	152	3448	960	800	304	72	16	5784
	320	8	16	400	168	104	40	8	0	744
	330	8	16	280	96	88	16	8	0	512
	400	0	24	88	24	16	32	0	0	184
	600	8	16	32	8	8	0	48	0	120
	700	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	∑	112	560	4368	1288	1040	440	176	16	8000
Overall Accuracy = 52.2% Kappa Coefficient = 0.2										

* 100: Urban or built-up area; 200: agriculture area; 310: broad-leaved forest; 320: coniferous forest; 330: mixed forest; 400: grassland; 600: bare ground: 700: water body

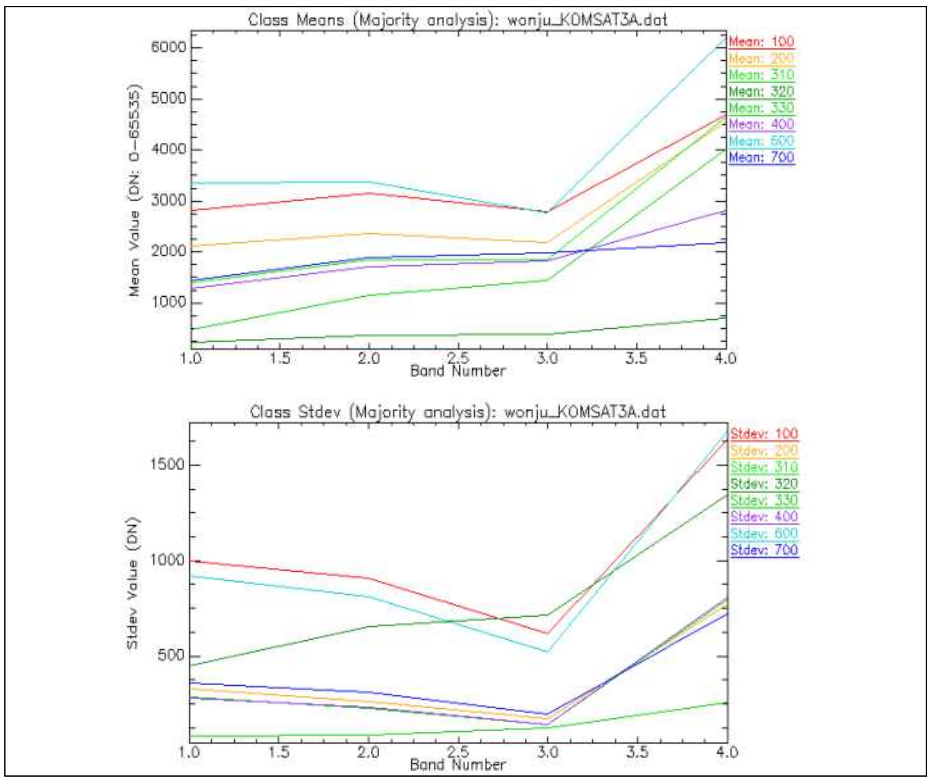
○ 감독분류 결과, 산림지역과 비산림지역은 분류정확도와 카파 상관계수에 있어서 명확한 차이가 존재함을 확인

- 비산림지역을 포함한 전체 지역의 분류정확도는 SVM 분류기법이 RF 분류기법에 의한 분석결과보다 낮지만, 카파 상관계수에서 있어서는 더 높은 신뢰도를 보임

- 세부적인 분류군 확인 결과, RF 분류기법은 활엽수림에서 분류정확도가 가장 높았고 다음으로 농지, 침엽수림, 혼효림의 순으로 분류정확도가 높게 측정됨으로써 주로 농지를 포함한 산림식생의 피복분류에 있어서 높은 성능을 발휘

○ 두 가지 기법의 산림식생 세분류 결과 비교를 통한 산림식생 피복분류 향상 방안 연구

- 활엽수와 침엽수의 분류정확도를 비교하면 SVM 분류기법에서는 활엽수림과 침엽수림의 분류정확도 차이가 적었지만, RF 분류기법에서는 활엽수의 분류 정확도가 침엽수의 분류정확도보다 약 20배나 높게 나타남으로서, 식생의 생태적인 특성에 따라 분류 결과의 정확성에 상당한 영향을 줄 가능성이 있는 것으로 판명



< 토지피복도의 분류군별 영상 밴드가 갖는 디지털 넘버(DN) 값의 평균과 표준변차 >

(밴드1: Red; 밴드2: Green; 밴드3: Blue; 밴드4: Near infrared; 8개 분류 - 100: urban or built-up area; 200: agriculture area; 310: broad-leaved forest; 320: coniferous forest; 330: mixed forest; 400: grassland; 600: bare ground: 700: water body)

○ 밴드별 DN값에 대한 영상분석 결과, 산림에서는 빛의 상당 부분이 흡수되는 것을 확인

- 산림이 지표 반사 측면에서 온실효과 및 열섬현상의 저감에 효과적이라는 점을 파악
- 활엽수와 혼효림의 DN값 편차가 비슷하므로 두 분류 상호 간 분류 오차가 큼
- 시가화 지역과 나지의 평균 DN값과 편차의 변화양상이 유사하므로 상호 구분이 난해함

○ 오픈소스와의 연계 가능성 검토

- 기존의 오픈소스 (QGIS를 대상으로)를 대상으로 본 연구에서 수행한 피복분류 기법의 모듈화에 대한 검토 수행
- 기 QGIS가 제공하는 기능에 고해상도 위성영상과 국가공간정보를 지상관측자료로 이용할 수 있는 알고리즘을 연계하여 기능향상 기술 개발 시도
- 기 QGIS가 제공하는 기능은 일반적인 토지피복분류의 기법을 담고 있지만, 공간자료의 입력과 지상관측자료의 종류 및 이용에 대해 한계가 있으므로 기능향상의 여지가 있음

(바). 변화탐지 기술 개발 및 시계열 모니터링 알고리즘 설계

①. 시계열 모니터링 알고리즘 기반 기본 설계

○ 시계열 위성영상의 상대 방사보정 알고리즘 설계 내용을 바탕으로 두 시기 영상 의 상대방사보정, 영상차분, 교차 융합영상 제작, 추분영상 분할, 분할 영상 분류 등의 알고리즘 설계

②. 변화탐지 시스템 기본 설계 및 타DB통합 기법 설계

○ 시스템 입출력 및 변화탐지 알고리즘 구현을 위한 메인 시스템 설계(구동 OS - Windows10 64비트, 구현언어 - MFC 기반의 C++언어, 세부모듈 - C++ 및 PYTHON)

○ 각 밴드별(P, R, G, B, Nir) File형태의 시기가 다른 동일지역 두 씬 영상자료 입력 모듈 설계

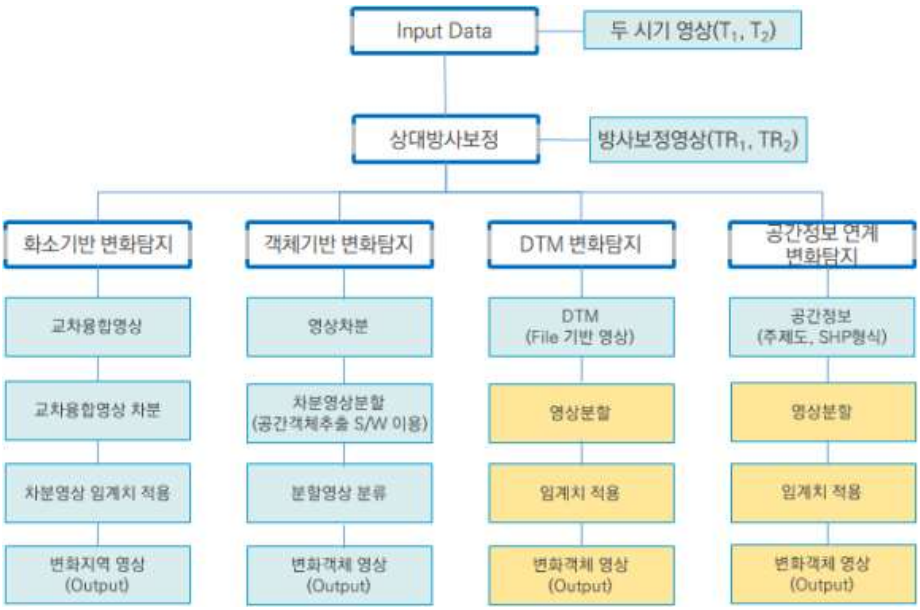
○ 영상처리, 벡터 처를 위한 라이브러리는 GDAL, TIFF 라이브러리 사용, 화면보기 등을 수행하기 위한 라이브러리는 OepnGL, 영상분석 처리를 위한 라이브러리는 Sklearnporter 적용

○ 화소기반 변화탐지 모듈 설계(정밀기하 및 정사보정이 완료된 시기가 다른 동일지역 두 영상을 이용한 상대적 방사보정 모듈 설계로 교차융합영상, 교차융합영상 차분, 차분영상 임계치 적용, 변화지역 영상 출력)

○ 객체기반 변화탐지 모듈 설계(방사보정 영상을 기반으로 영상차분, 차분영상분할(공간객체추출SW알고리즘 적용), 분할영상분류, 변화객체영상 추출)

○ DTM기반 변화탐지 모듈 입출력 자료 설계

○ 공간정보 연계 변화탐지 입출력 자료 설계

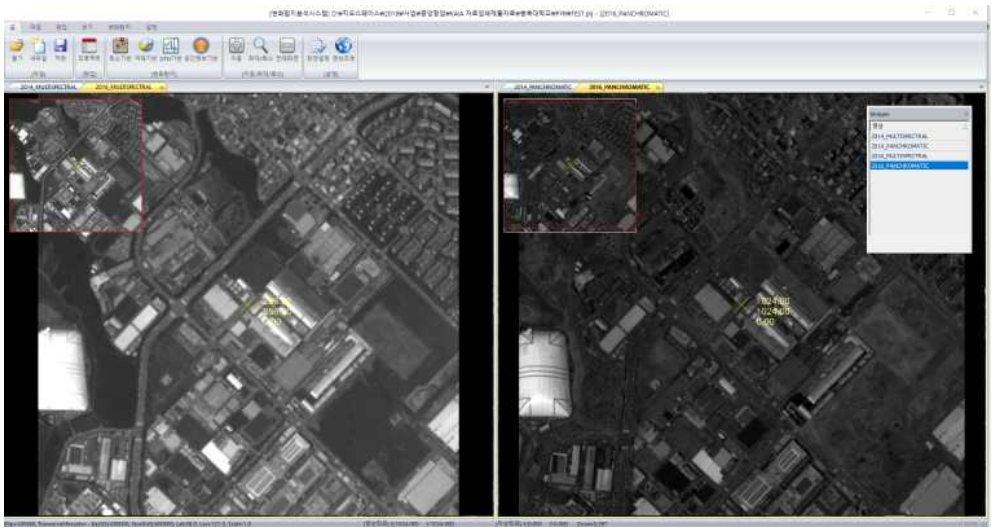


< 변화탐지 흐름도 >

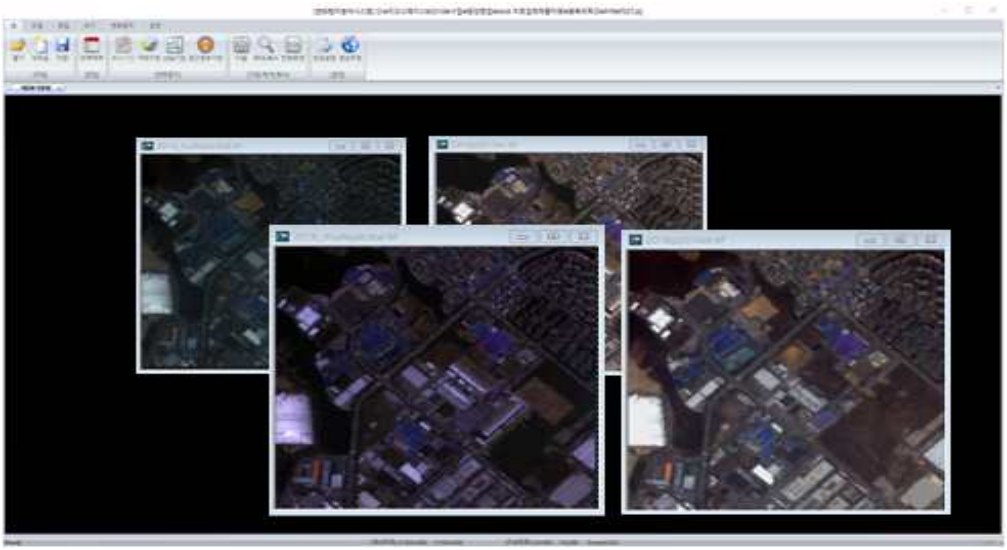
< 변화탐지 및 시계열 모니터링 모듈 클래스 설계사양 >

클래스명	설명
CDSMain	SW 메인 클래스 . 입출력 자료 및 변화탐지 모듈과의 연동 및 관리 . 변화탐지 관련 파리마터 및 메모리 관리 . 입력자료 정보를 변화탐지 모듈에 전달하는 기능 . 정사보정 파라미터 정보를 변화탐지 모듈에 전달하는 기능 . 변화탐지 모듈 처리 결과물을 시스템에 지정된 포맷의 파일로 저장하는 기능
CDSChageDetector	변화탐지를 수행하는 클래스 1. CDSImageHandler 클래스의 정밀기하정보 영상 참조 기능 1. CDSImageHandler 클래스의 정밀기하정보 메타정보 참조 기능 3. CDSDemHandler 클래스의 DEM자료 입력 참조 기능 3. CDSVectorHandler 클래스의 수치지형도 자료 입력 참조 기능 4. 각 영상, DEM,수치지형도 메타 정보를 요청하여 전달받는 기능 5. 시계열 영상의 상대방사보정 제작 기능 6. 시계열 영상의 교차융합영상 제작 기능 7. 시계열 영상의 영상 차분 기능(일반영상, 교차융합영상) 8. 시계열 영상의 차분영상 임계치 적용 기능 9. 챠분영상 분할 기능(공간객체추출 알고리즘 적용) 10. 분활영상 분류 기능 11. 임계치 적용 기능 12. 시계열 DTM 데이터 차분 기능 13. 변화탐지 추출 결과 영상 저장 기능 14. 변화탐지 객체 추출 결과 저장 기능
CDSImageHandler	위성영상 입출력 기능을 수행하는 클래스 1. 정밀기하보정 메타정보를 저장하는 기능 2. 정밀기하보정 영상을 입력받아 메모리에 저장하는 기능 3. 영상처리를 위한 정밀기하보정 영상의 포인터 제공 기능
CDSDenHandler	DEM 자료 입출력 기능을 수행하는 클래스 1. DEM 메타정보를 입력받아 저장하는 기능 2. DEM을 읽어 메모리에 저장하는 기능 3. DEM 접근을 위한 포인터 제공 기능
CDSVectorHandler	수차지형도 자료 입출력 기능을 수행하는 클래스 1. 수차지형도 메타정보를 입력받아 저장하는 기능 2. 수차지형도 벡터 읽어 메모리에 저장하는 기능 3. 벡터데이터 접근을 위한 포인터 제공 기능

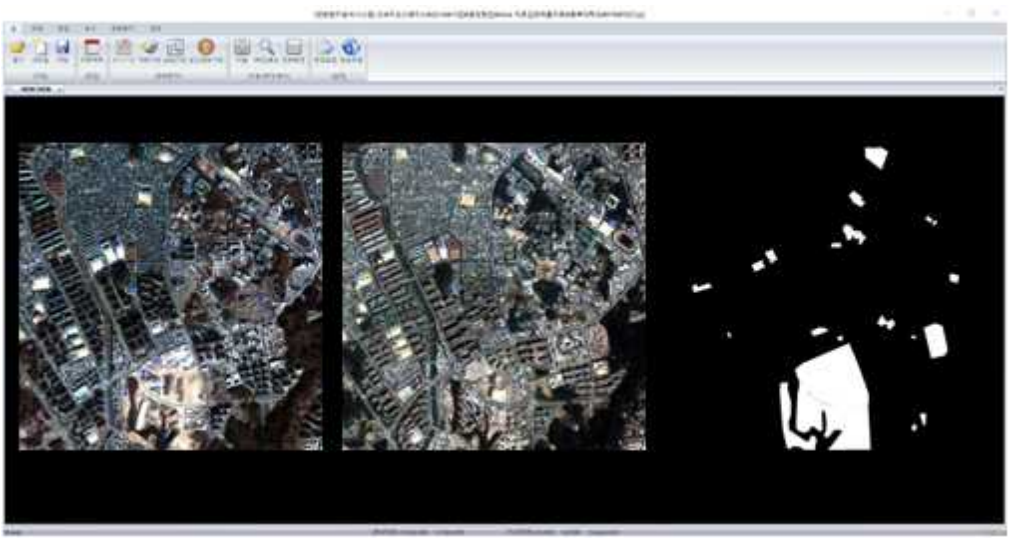
*CDS : Change Detection System



< 위성영상 멀티밴드 입력 >



< 교차융합영상생성 >



< 화소기반 변화탐지 >

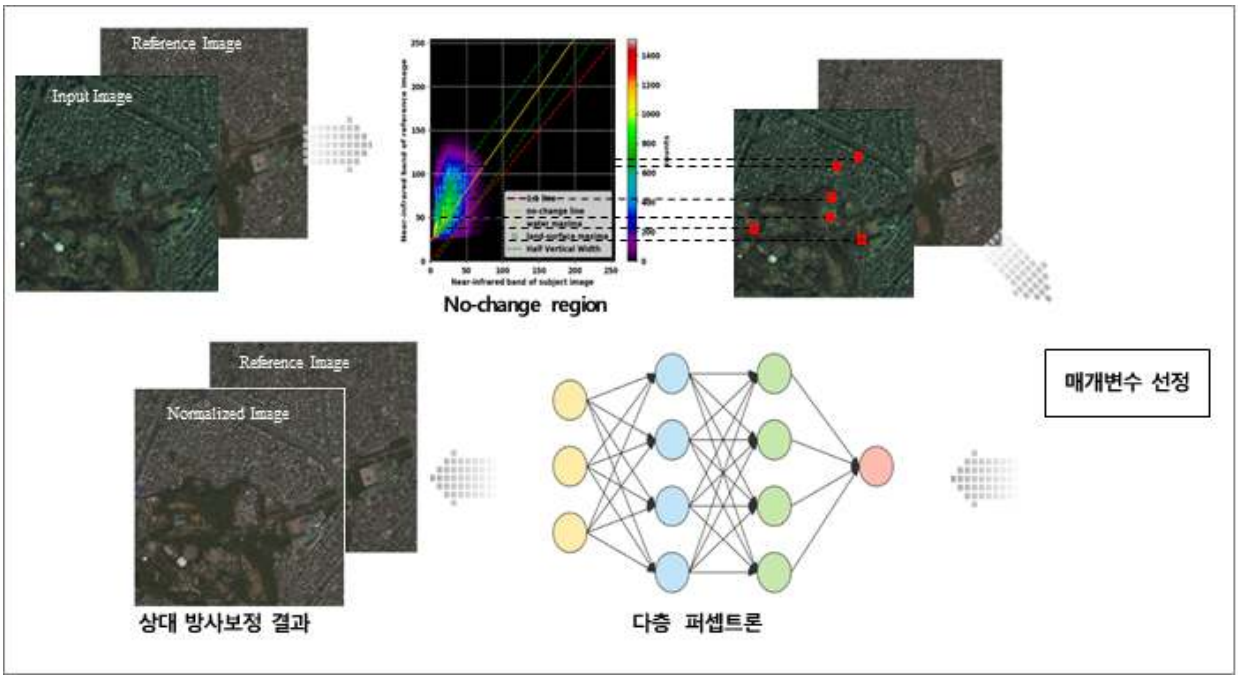
(사). 상대 방사보정 SW 개발

①. 상대 방사보정 SW 개발 및 성능시험

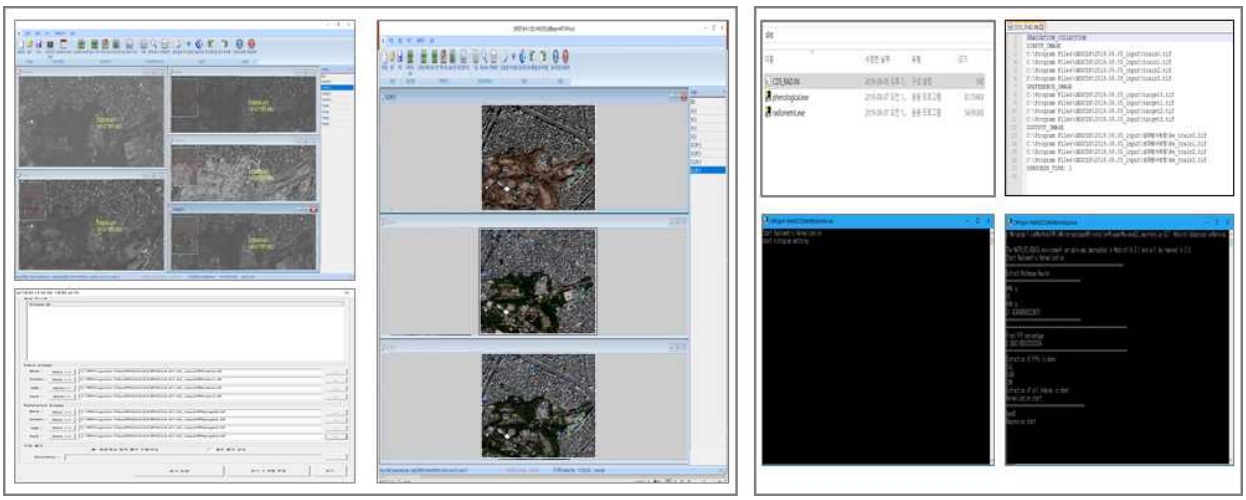
○ 상대 방사보정 SW 구현 및 검토

- PIF 추출 및 회귀모델 산정 기술 구현

- 방사 특성 보정 및 방사 + 계절 특성 보정 수행으로 구분하여 활용



< 상대 방사보정 기술 >

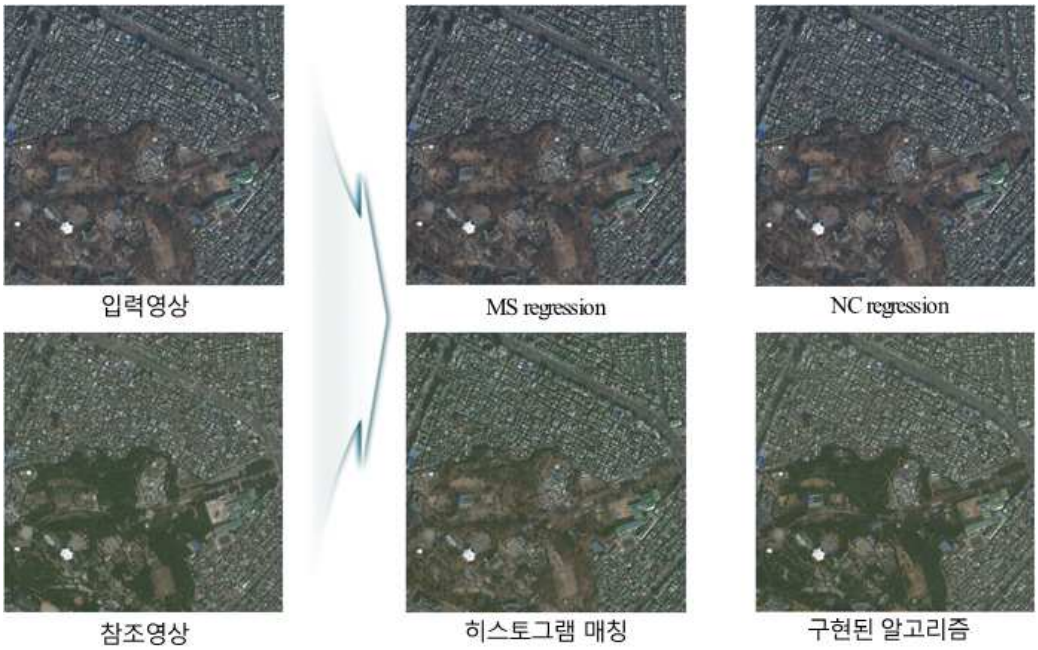


< 상대 방사보정 SW >

②. 상용 SW 상대 방사보정의 정확도 및 구현된 알고리즘의 정확도 비교 및 분석

○ Mean Standard deviation (MS) regression, No Change (NC) regression, 히스토그램 매칭 결과와 상대 방사보정 정확도 평가

- 제안된 상대 방사보정 알고리즘의 경우, MS regression, NC regression 및 히스토그램 매칭 결과와 비교했을 때, 평균적으로 6.91%, 5.18% 및 6.91% 향상



<상대 방사보정 결과>

<상대 방사보정 정확도 평가>

Method	Band1	Band2	Band3	Band4	Average
MS regression	0.1945	0.2831	0.4817	0.4333	0.3482
NC regression	0.1853	0.2709	0.4326	0.4816	0.3426
Histogram matching	0.1936	0.2834	0.4831	0.4327	0.3482
Proposed method	0.1837	0.2707	0.4438	0.4047	0.3257

(아). DSM/DTM 기반의 지형변동 기술 설계 및 SW 개발

①. DSM/DTM 기반 변화탐지 알고리즘/통합 알고리즘 설계 및 SW 개발

○ DSM/DTM 기반 변화탐지 알고리즘 설계 및 SW 개발

- DSM/DTM 기반 변화탐지는 윈도우 기반으로 수행되는 Robust Height Difference 기법 적용

- Robust Height Difference는 윈도우 내의 최소 차이 값을 변화 값으로 할당하여 오차를 최소화하는 기법

○ 통합 알고리즘 설계 및 SW 개발

- 객체 기반으로 변화정보를 추출하기 위하여 DSM/DTM 및 다중분광영상에 대해 SLICO(Simple Linear Iterative Clustering with Zero Parameters) 기반 co-segmentation 수행

- DSM/DTM 기반 변화탐지 및 화소기반 변화탐지를 독립적으로 수행

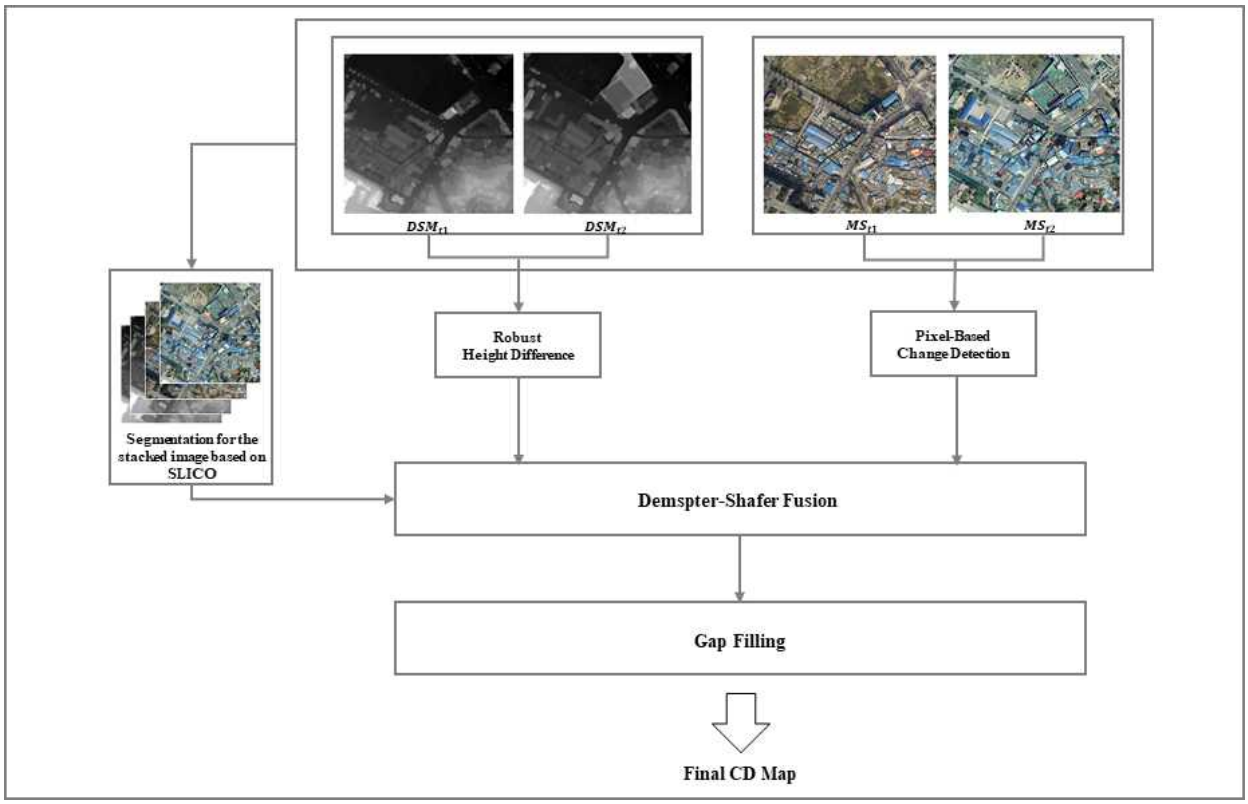
- Dempster-Shafer이론 기반 DSM/DTM 변화탐지 및 화소기반 변화탐지 결과를 확률론적으로 융합

- 기 추출된 co-segmentation 결과를 통해 객체 기반으로 변화 및 미변화 구분

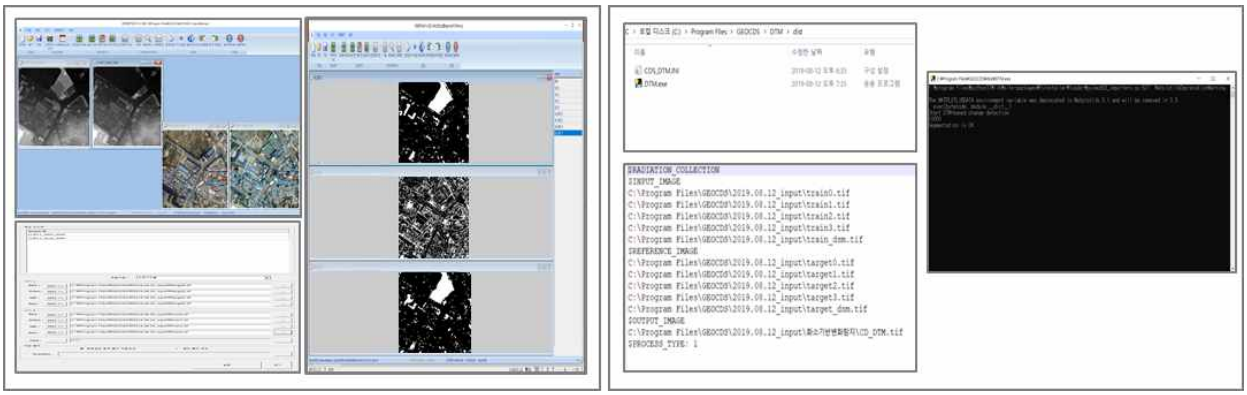
- 변화정보의 개선을 위해 Gap-filling 수행

○ 개별 변화탐지 결과 및 통합 알고리즘 결과의 비교 및 분석

- DSM/DTM 변화탐지, 화소기반 변화탐지 및 통합 알고리즘 변화탐지 결과 비교 및 분석 수행



< DSM/DTM 기반 변화탐지 및 화소기반 변화탐지 통합 알고리즘 >



< DSM/DTM 기반 변화탐지 및 화소기반 변화탐지 기법 통합 SW >



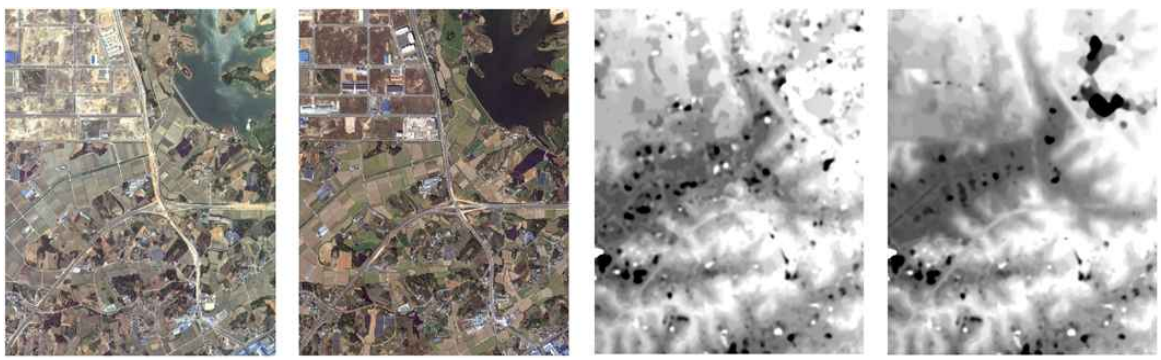
DSM/DTM 변화탐지 화소기반 변화탐지 통합 알고리즘 변화탐지

< 변화탐지 결과 >

②. 지형변동 모니터링 문제점 및 개선 사항 도출

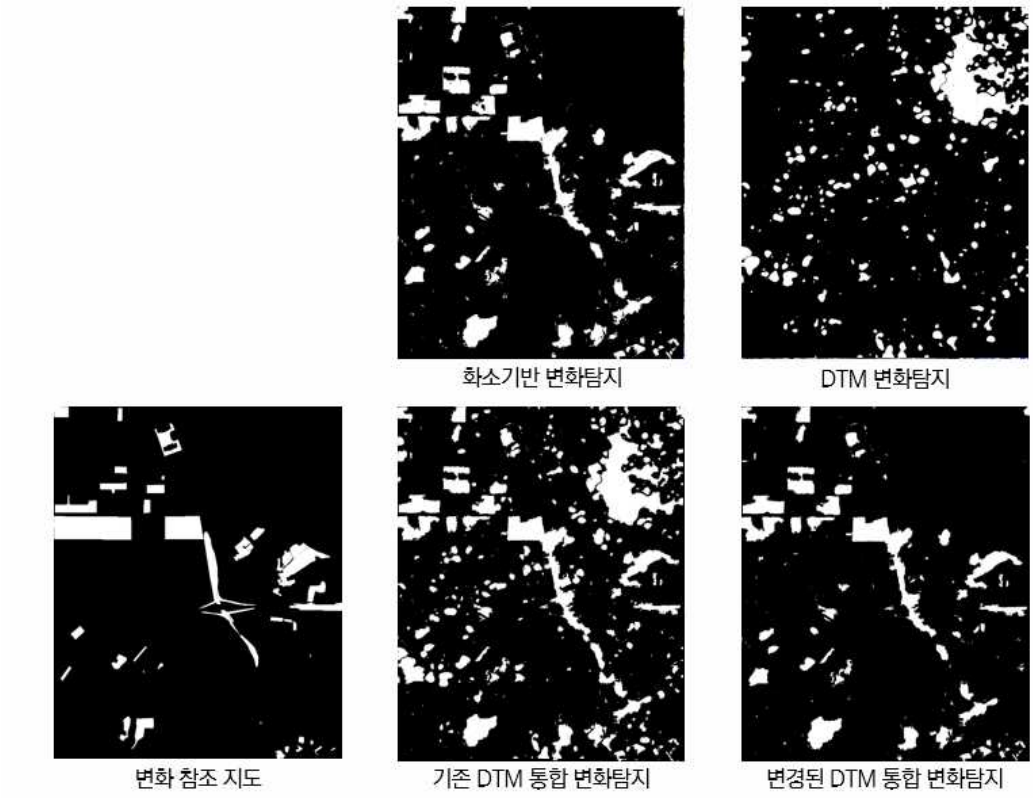
○ DSM/DTM 변화탐지에 오류가 존재하는 경우 최종 변화탐지 결과에 오류전파

○ DSM/DTM 변화탐지 오류를 최소화하기 위하여 화소기반 변화탐지를 기준으로 DSM/DTM 변화탐지 결과를 확률론적으로 통합하여 후처리 개념으로 적용시키는 방법 고려



(a) (b) (c) (d)

< 실험 영상: (a) 변화 전 영상, (b) 변화 후 영상,
(c) 변화 전 DTM 영상, (d) 변화 후 DTM 영상 >



< 변화탐지 결과 >

○ 고려된 통합 알고리즘의 경우 화소기반 변화탐지 정확도와 기존 통합 알고리즘의 정확도와 비교했을 때, F1 score 기준으로 1% 및 20% 향상된 것을 확인

< 변화탐지 정확도 결과 >

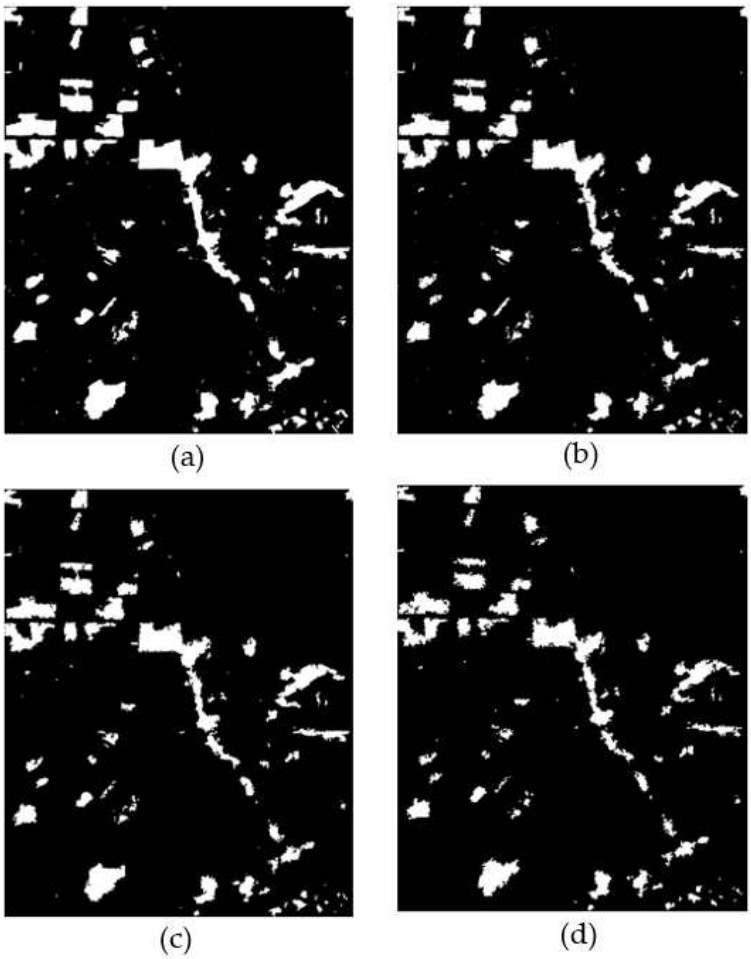
Method	화소기반 변화탐지	기존 통합 변화탐지	고려된 통합 변화탐지
Precision	0.51	0.29	0.54
Recall	0.69	0.67	0.67
F1 score	0.59	0.40	0.60

③. 지형변동 모니터링 기술 안정화

○ DSM/DTM 기반 변화탐지를 활용한 통합 알고리즘을 안정화하기 위한 핵심 파라미터는 객체 사이즈로, 객체 사이즈에 따라 성능평가 수행

○ 5x5, 10x10, 15x15 및 20x20으로 설정하여 수행

○ F1 score 기준으로 5x5 객체사이즈의 성능이 가장 우수하였으며, 객체 사이즈는 5x5로 선정



< 객체 사이즈에 대한 통합 알고리즘의 변화탐지 결과 (a): 5x5, (b) 10x10, (c) 15x15, (d) 20x20 >

< 객체 사이즈에 대한 통합 알고리즘의 변화탐지 정확도 결과 >

객체 사이즈	5x5	10x10	15x15	20x20
Precision	0.54	0.56	0.58	0.58
Recall	0.67	0.62	0.59	0.54
F1 score	0.60	0.59	0.58	0.56

(자). 화소기반 변화탐지 기술 개발 및 고도화

①. 교차융합영상을 이용한 화소기반 변화탐지 기술 개발

○ 교차융합 영상의 생성

- 다시기 국토위성영상에 대한 변화탐지 수행을 위하여 교차융합 영상을 입력자료로 활용함

- 교차융합 영상은 1차년도에 기개발된 기법이며, 향후 국토위성영상에의 적용을 위하여 고해상도 다중분광 영상에 대한 교차융합 영상 검증도 수행함

○ S^2CVA(Sequential Spectral Change Vector Analysis) 기반 변화탐지

- 생성된 교차융합 영상에 대하여 S2CVA를 적용하였음

- S2CVA은 영상의 차분을 기반으로 수행되기 때문에 기하학적 특성이 일치하는 영상들 간의 차분을 수행하도록 교차융합 영상을 각각 통합하여 변화탐지에 적용하였음

- 또한, S2CVA 기법의 적용을 통해 생성한 변화 크기 및 방향 벡터를 융합하여 계절적 변화로 인해 발생하는 오탐지들을 최소화 하였음

- 변화 크기 벡터와 변화 방향 벡터의 융합은 변화 방향 벡터에 누적분포함수를 적용하여 0~1 사이의 값을 지니도록 변환한 후 변화 크기 벡터에 가중치로서 적용하였음

○ PCAKmeans를 이용한 임계치 최적화

- 다시기 영상의 차분영상으로부터 효과적으로 변화지역을 탐지하기 위해 개발된 PCAKmeans 기법을 S2CVA 결과에 적용하였음

- 차분영상에 PCA 기법을 적용하여 고유벡터를 산출하고, 주성분을 생성한 후에, 클러스터링을 적용하여 변화/미변화지역을 자동으로 구분할 수 있음

- S2CVA 기법을 활용하여 생성한 초기 변화탐지 지수에 대하여 PCAKmeans를 적용하고, 이를 통해 임계치 설정을 자동화하였음

○ 인공구조물 지역의 변화탐지를 위한 후처리

- 다시기 영상에서 계절적 영향에 의하여 일부 식생지역들이 변화지역으로 오탐지되는 경향을 최소화하기 위하여 NDVI(Normalized Difference Vegetation Index)를 이용하여 공통 식생지역을 제거함

○ 도심지지역에 대한 적용 및 평가

- 개발한 기법의 평가를 위하여 2015년 10월 18일과 2018년 7월 7일에 취득한 KOMPSAT-3A 위성영상을 변화탐지에 적용하였음

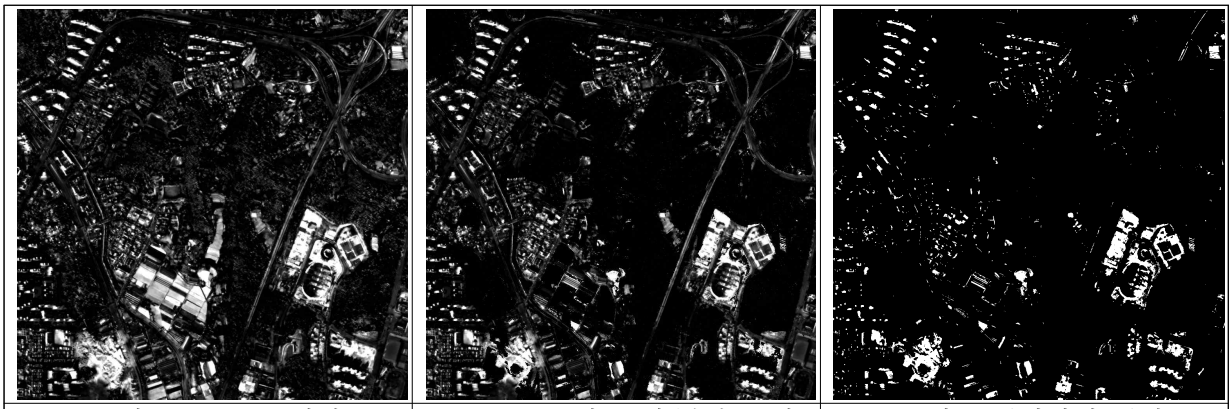
- 다시기 영상의 기하불일치로 인한 오탐지를 최소화 하기 위해 영상 대 영상 기하보정을 수행하였음



2015년 10월 18일 KOMPSAT-3A　　2018년 7월 7일 KOMPSAT-3A

<실험에 사용한 다시기 KOMPSAT-3A 위성영상>

○ 본 과제에서 개발한 기법을 이용하여 생성한 변화탐지 기법 및 변화탐지 지수 결과는 다음의 그림과 같으며, 해당 지역에 존재하는 식생지역을 제외한 인공구조물에 의하여 변화가 발생한 지역은 전반적으로 추출이 잘 이루어지는 것을 확인하였음



(a) 기존 S2CVA 기법 | (b) S2CVA의 크기/방향 조합 | (c) 최종 변화탐지 결과

<무감독 변화탐지 결과>

- 정량적 평가를 위하여, S2CVA 기법의 적용방법에 따른 결과를 분석하였음.

- 실험 결과, 1차년도의 정량적 평가(전체정확도: 90.39%)를 기준으로 볼 때, 전체정확도는 전체적으로 증가된 양상을 나타내었으나, 화소기반 변화탐지에 따른 한계로 탐지율도 일부 감소하는 경향을 보임

- 탐지율의 감소문제는 객체기반의 변화탐지 과정에서 변화지역으로 추정된 화소들을 객체로 확대하여 해결할 수 있을 것으로 판단됨

변화탐지 기법	탐지율	오탐지율	전체정확도
S^2CVA의 크기를 이용한 변화탐지 결과	69.56%	20.29%	79.21%
S^2CVA의 크기 및 방향을 이용한 변화탐지 결과	36.77%	5.93%	91.24%
식생지역을 추가적으로 제거한 결과	29.28%	3.59%	93.39%

< 각 변화탐지 기법 적용에 따른 정확도 평가 결과 >

②. ITPCA 기법을 이용한 산림황폐화 지역 추출 기법 개발

○ ITPCA 기법의 적용

- 대표적인 변화탐지 기법인 ITPCA방법을 적용하여 산불발생지역을 추출

- PCA를 수행하면, 가장 많은 정보를 가지는 PC_1과 이에 수직방향의 PC_2가 생성되는데, 변화지역은 PC_2의 양 끝단으로 판단할 수 있음

- PC_1을 결정하는 과정에서 변화지역 화소의 영향으로 인하여 최적의 PC_1이 결정되지 않는 문제가 발생할 수 있음

- 기존의 PCA방법을 변화탐지에 적용할 경우 발생하는 오차를 최소화하기 위하여 PC_2의 정보들을 가중치로 활용하여 최적의 분광 변환 축을 산출

○ 산림변화지역을 추출하기위한 후처리

- ITPCA를 통하여 추출된 변화탐지 지수는 PCAKmeans 기법을 통하여 자동으로 임계치를 산출하였음

- ITPCA 과정에서 산림지역을 자동으로 추출하기 위하여 초기 NDVI와 ITPCA를 통하여 생성된 밴드의 특성을 활용함

- DEM의 경사도를 계산하고, 경사도가 5도 미만인 지역은 비산림지역으로 가정하여 변화탐지 결과에서 제거하여 농경지의 오탐지에 대한 영향을 최소화하고자 함

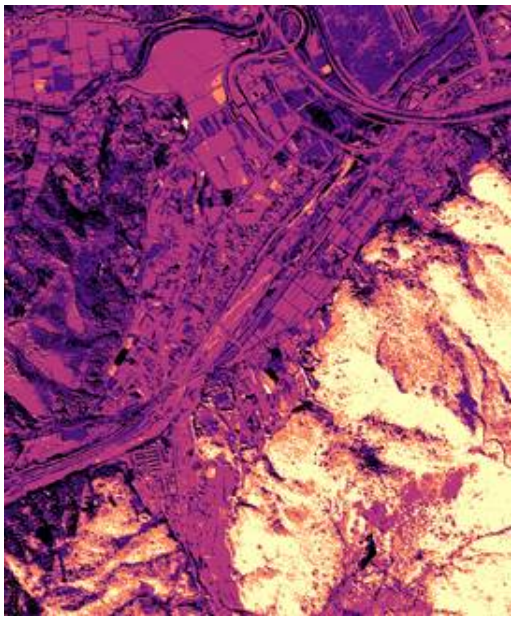
○ 실험을 통한 검증

- DEM의 경사도를 계산하고, 경사도가 5도 미만인 지역은 비산림지역으로 가정하여 변화탐지 결과에서 제거하여 농경지의 오탐지에 대한 영향을 최소화하고자 함

- 2019년에 발생한 강원 옥계 지역에 대한 산불 피해 지역의 분석을 수행하기 위하여, 5000 X 6000 크기의 영상에 대한 실험을 수행(2019년 3월 8일, 4월 12일에 촬영한 KOMPSAT-3A 영상) 하여 성능을 확인하고자 함



<강원도 옥계지역에 대한 KOMPSAT-3A 영상>



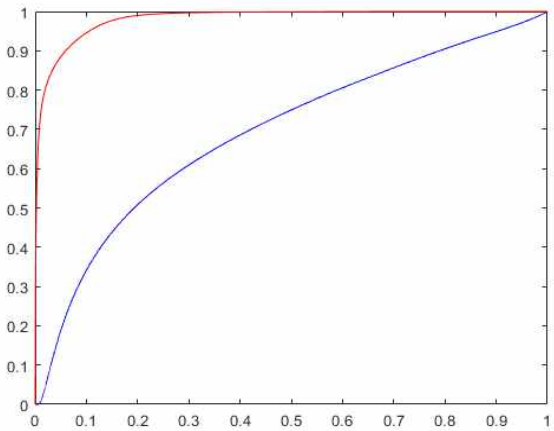
< ITPCA와 PCAKmeans를 활용한
변화탐지 지수 추출 결과 >

- 그림에서 확인할 수 있는 것과 같이, ITPCA와 PCAKmeans를 활용하여 효과적으로 산불 발생지역을 추출할 수 있음을 확인하였음. 다만, 일부 평지지역에 식생변화지역도 높은 변화지수를 가지고 있는 것으로 추정되었는데, 이는 고해상도 DEM을 활용하여 해결할 수 있을 것임

- 정량적 평가를 위하여, 제안기법과 기존 CVA의 크기 벡터를 통한 산림지역의 변화탐지 결과와의 비교평가를 수행하고자 함

- 정량적 평가 기법은 ROC(Receiver Operating Characteristic) 곡선 및 ROC 곡선의 AUC(Area Under Curve) 값을 활용함

- 제안기법의 AUC 값은 0.9814로 기존 CVA 기법의 결과(0.6926)와 비교하여 크게 증가된 것을 확인하였으며, 이를 통해 제안기법의 효율성을 검증하였음



<각각의 변화탐지 기법에 따른 ROC 곡선 적용 결과
(붉은색 : 제안기법, 파란색 : CVA 기법 적용 결과>

(차). 국토관측위성 영상용 객체기반변화탐지 기술 및 SW 개발

①. 객체기반 변화탐지 기술 및 SW 개발

○ 등록오차 추출 기술 개발

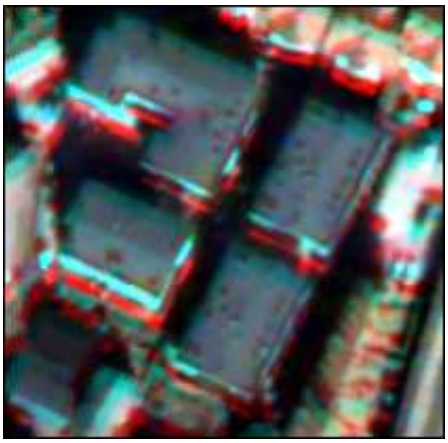
- 등록오차(Registration noise, RN) : 다시기 영상 간 공간적인 위치가 지역적으로 일치하지 않는 화소

- 등록오차는 주로 영상 내 존재하는 객체의 경계에서 발생
  -> 영상의 고주파영역을 나타내는 경계 강도 영상 이용

- 등록오차는 두 영상의 지배적인 경계의 주변에서 발생
  -> 변화 전후 영상 모두에서 높은 경계강도 값을 가짐

- 등록오차에서 추출된 화소의 경우, 한 영상에서는 굉장히 높은 경계강도 값을 갖는 반면, 다른 한 영상에서는 객체 경계의 주변지역이므로 상대적으로 낮은 경계강도 값 보임
  -> 높은 경계강도 차분영상 값을 가짐

- 위의 조건을 동시에 만족하는 화소를 등록오차 화소로 추출



고해상도 다시기 영상 false-color composition



등록오차 추출 결과

<등록오차의 개념 및 추출 결과>

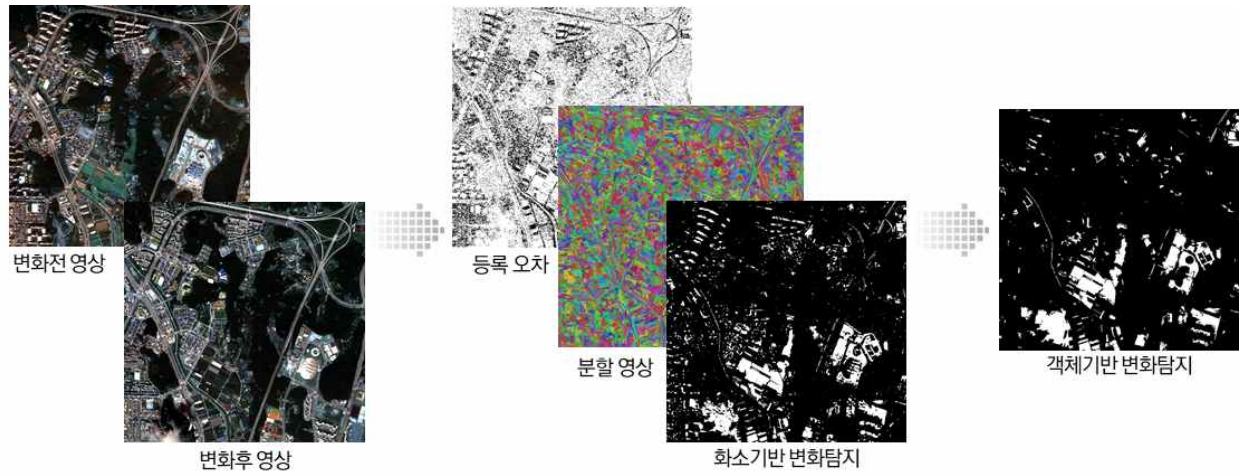
○ 영상 분할 결과와 등록오차 추출 결과, 화소기반 변화탐지 결과 결합을 통한 객체기반 변화탐지 기술 개발

- 3세부 타기관연구 결과와 통합된 형태의 객체기반변화탐지기술 개발

- 화소기반 변화탐지 결과(충북대)와 분할 영상 생성결과(상지대), 등록오차 추출 결과(경북대)를 결합하여 객체기반 변화탐지 수행

- 화소기반 변화탐지 결과를 객체기반 변화탐지 결과로 확장시킬 경우, 일반적으로 각 세그먼트에 존재하는 변화화소/무변화화소의 비율을 통해 각 세그먼트별 변화 유무를 판단

- 본 연구에서는 각 세그먼트에 대하여 등록오차와 중복되지 않은 변화화소/무변화화소의 비를 활용하였음(major voting)



<화소기반 변화탐지 결과, 등록오차 추출 결과, 분할영상 결과를 결합한 형태의 객체기반 변화탐지 기술>

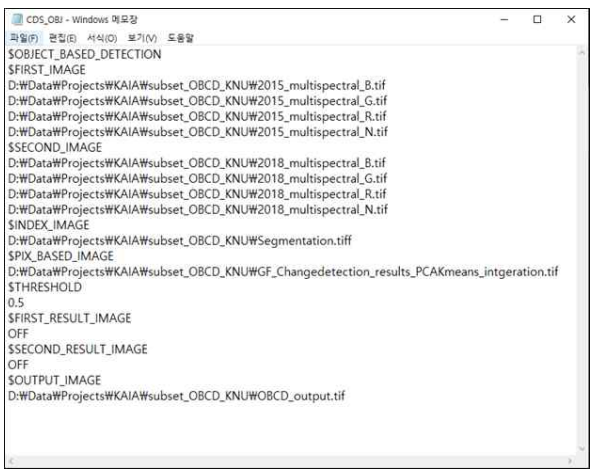


<Major voting 개념도>

○ 객체기반 변화탐지 SW 개발

- 매트랩 코드를 파이썬 코드로 변환

- 변화탐지추출프로그램(GEOCDS) 탑재를 위한 INI 파일 기반 파이썬 실행파일 작성



객체기반 변화탐지 INI 파일 생성



객체기반 변화탐지 수행 결과

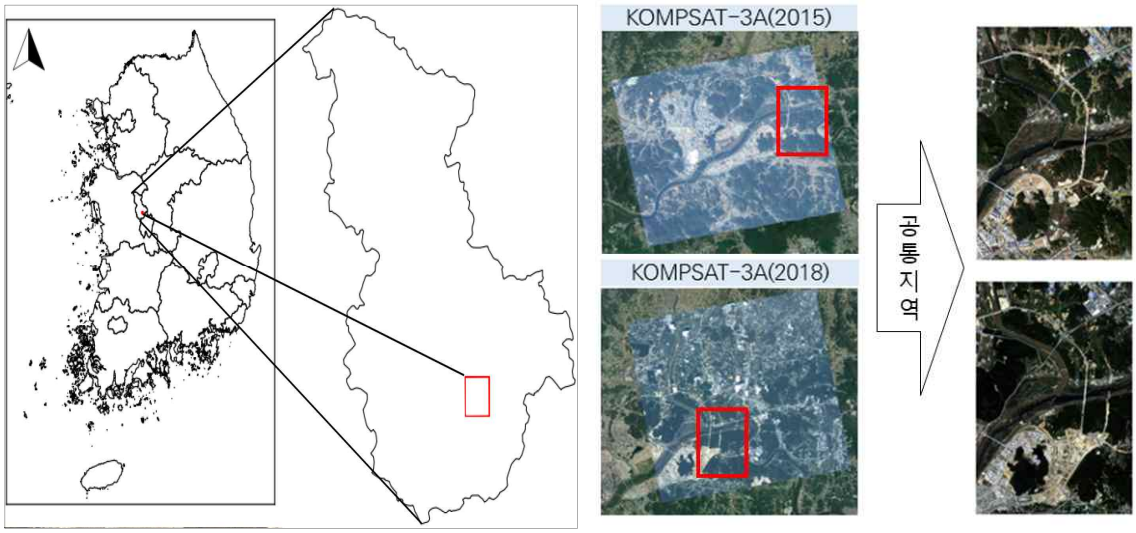
<객체기반 변화탐지 SW 개발을 위한 INI 파일 생성 및 SW를 통해 수행된 객체기반 변화탐지 결과>

(카). 공간객체추출 기술의 DB 연동을 통한 변화탐지 및 시계열 모니터링 기술 고도화

①. 공간객체추출기술과 연계한 변화탐지 및 시계열 모니터링 방법론 개발

○ KOMPSAT-3A 고해상도 위성영상 수집

- 2015년과 2018년에 촬영된 세종시 KOMPSAT-3A 고해상도 위성영상 수집



< 대상지역 선정 및 위성영상 수집 >

< 사용 영상 제원 >

구분	KOMPSAT-3A(2015)	KOMPSAT-3A(2018)
촬영 일자	2015.10.28	2018.07.07
제원	Band : Blue, Green, Red, NIR, Pan GSD : Pan(0.6m) / Multi(2.4m)	
연구지역 좌표	UTM 52N / X(min:347190, max:351889) / Y(min:4038189, max:4045739)	

- 위성영상이 촬영된 시점의 3년간 공간정보를 활용하여 관심지역을 선정

- 3년간 공간정보 상에서 변화되지 않은 지점은 연속수치지형도의 제작시간을 고려해도 영상과 같을 가능성이 높기 때문에 훈련 자료로 사용

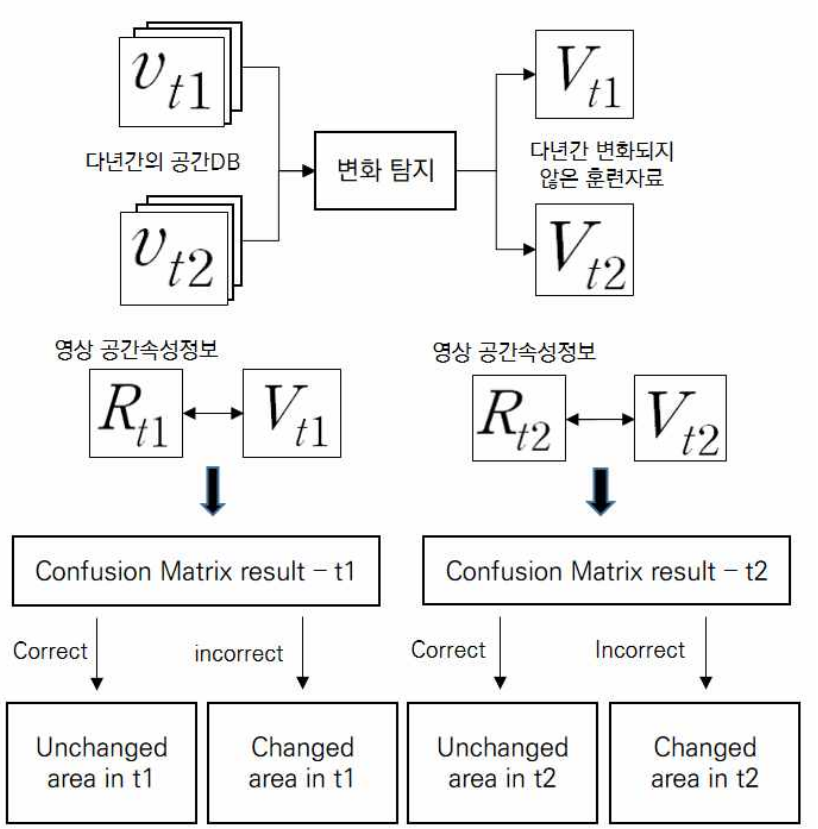
○ 기 구축된 공간DB로부터 검증 자료 추출

- 제공되는 공간데이터(환경부: 토지피복지도, 국토부: 수치지형도)를 활용한 연구지역 공간DB 제작

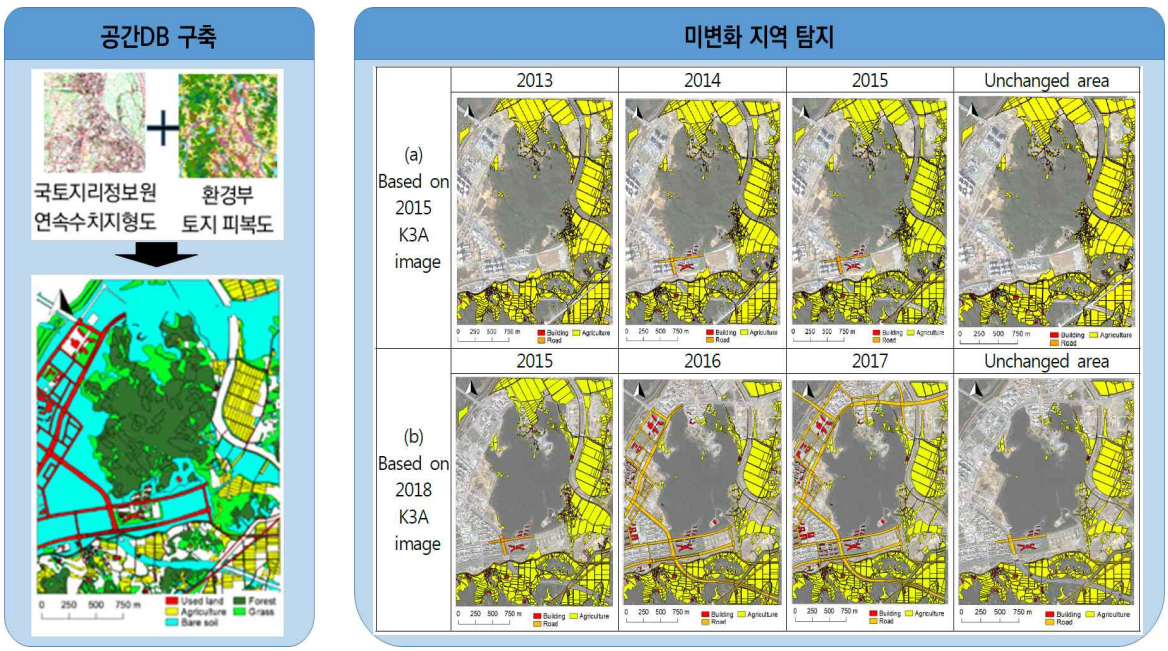
- 다년간 생성된 공간 DB를 기반으로 미변화 된 토지특성 지역 탐지

- 다년간 생성된 공간DB 중 검증 자료로 추출 가능한 공간DB 추출

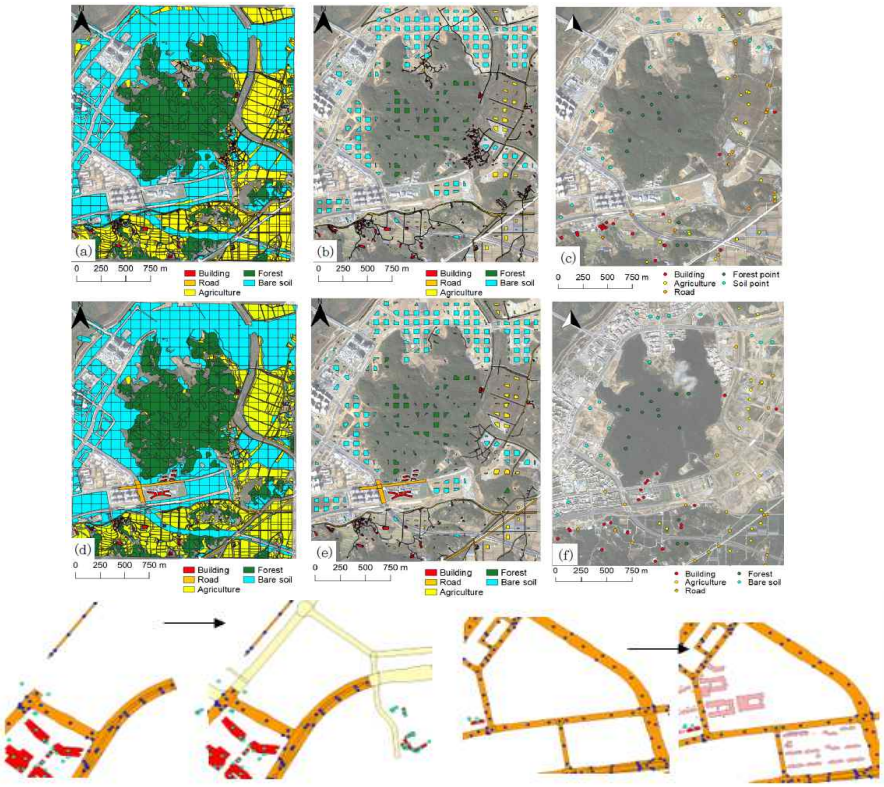
- 훈련 자료와 영상 간에 변화가 나타난 지역을 변화 탐지 지역으로 선정



< 공간DB기반 훈련자료의 변화탐지 과정 >

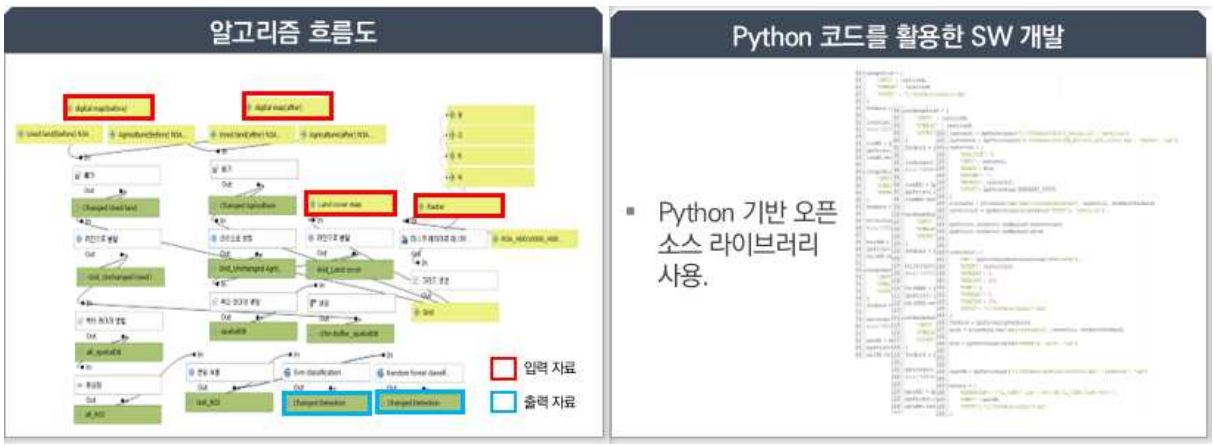


< 공간DB를 활용한 미변화 지역 탐지 (Jeong, 2018) >



< 공간DB 변화탐지 및 검증자료 생성 (Jeong, 2018) >

- 공간DB로부터 검증 자료 추출하고 위성영상이 촬영된 지역의 구축된 공간 DB를 활용
- 생성된 공간 DB 중 다년간 미변화 지역을 검증 자료로 지정
- 규격화된 검증 자료 제작을 위해 국토지리정보원 격자 체계(100m x 100m) 기준으로 초기 검증 자료 제작
- 공간 DB중 공간정보특성 변화점을 변화 발생지역으로 지정 후 이는 향후 초기 훈련자료로 활용가능
- 영상 분석과정에서 검증 자료와 영상 분류 간의 토지특성 오차가 발생한 지역을 변화지역으로 선정



< 알고리즘 흐름도 및 SW 개발 코드 >

- 공간DB 및 영상 자료를 기반으로 한 알고리즘을 Model Builder 기반 구현

- 격자 포인트내에서 변화된 지역, 속성 정보 등을 속성 테이블에 입력

(타). 변화탐지 및 시계열 모니터링 SW 개발

①. 변화탐지 기술 개발 및 시계열 모니터링 알고리즘 구현

○ 시계열 모니터링 알고리즘 개발

- 시계열 위성영상의 상대 방사보정 알고리즘 설계 내용을 바탕으로 두 시기 영상 의 상대 방사보정, 영상차분, 교차 융합영상 제작, 추분영상 분할, 분할 영상 분류 등의 기법을 통한 화소기반 변화탐지, DTM기반 변화탐지, 객체기반 변화탐지, 공간정보기반 변화탐지 기술 개발

- 사업단 및 알고리즘 개발 학교와의연계를 통해 알고리즘 구현 방법 논의

- 개별 알고리즘과 시스템 연동을 위한 UI/UX 구현

- Python sklearn 라이브러리 오픈 소스 적용



<변화탐지 알고리즘 구현 및 자료 입출력 포맷 정의>

○ 시계열 위성영상기반 변화탐지 SW 개발 및 타 DB통합 기법 개발

- 시스템 입출력 및 변화탐지 알고리즘 구현을 위한 메인 시스템 개발(구동 OS - Windows10 64비트, 구현언어 - MFC 기반의 C++언어, 세부모듈 - C++ 및 PYTHON)

- 각 밴드별(P, R, G, B, Nir) File형태의 시기가 다른 동일지역 두 씬 영상자료 입력 및 출력 모듈 구현

- 여러개의 위성영상을 일괄적으로 변화탐지를 위해 작업을 프로젝트 단위로 관리하도록 개발

- 영상처리, 벡터 처를 위한 오픈소스 라이브러리는 GDAL, TIFF 라이브러리 사용, 화면보

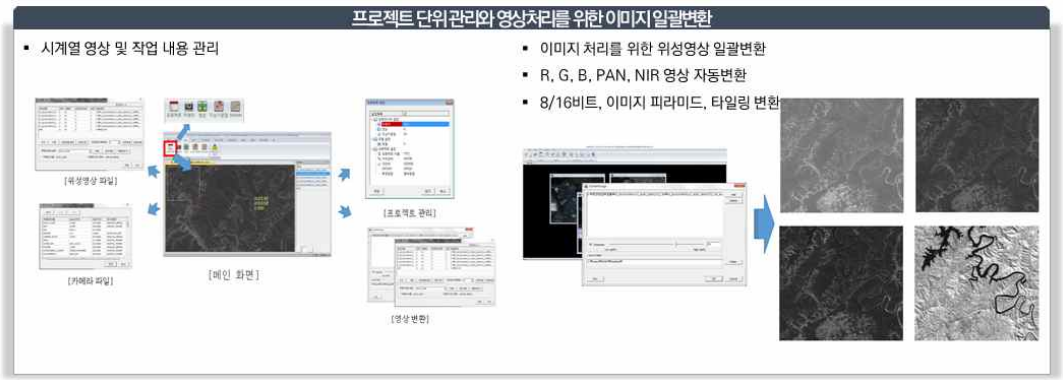
기 등을 수행하기 위한 라이브러리는 OepnGL, 영상분석 및 변화탐지를 수행하기 위한 라이브러리는 Sklearn 적용

- 화소기반 변화탐지 모듈 구현 : 정밀기하 및 정사보정이 완료된 시기가 다른 동일지역 두 영상을 이용한 상대적 방사보정 모듈 설계로 교차융합영상, 교차융합영상 차분, 차분영상 임계치 적용, 변화지역 영상 출력

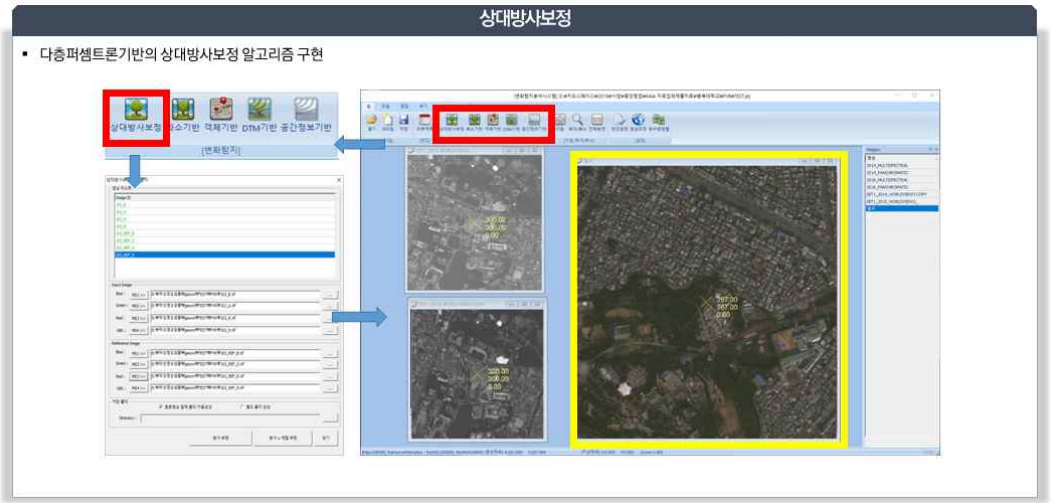
- 객체기반 변화탐지 모듈 구현 : 방사보정 영상을 기반으로 영상차분, 차분영상분할공간객체추출결과영상 및 분할영상을 이용한 변화객체영상 추출

- DTM기반 변화탐지 모듈 구현 : 방사보정 영상 및 dtm데이터를 이용한 변화탐지 결과 영상 출력

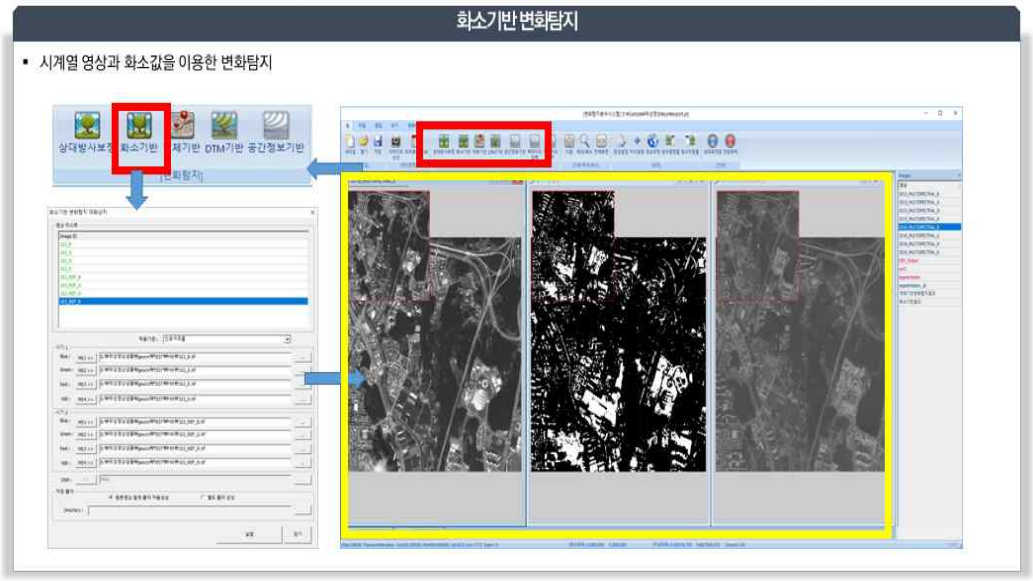
- 공간정보 연계 변화탐지 모듈 구현 : 시계열 영상과 수치지형도, 토지피복도를 기반으로 격자형 그리드 생성 및 격자내 중심점의 지형도 레이어 속성과 해당 영상과의 DN값 정보 추출하여 영상과 공간정보와의 변화내용 탐지



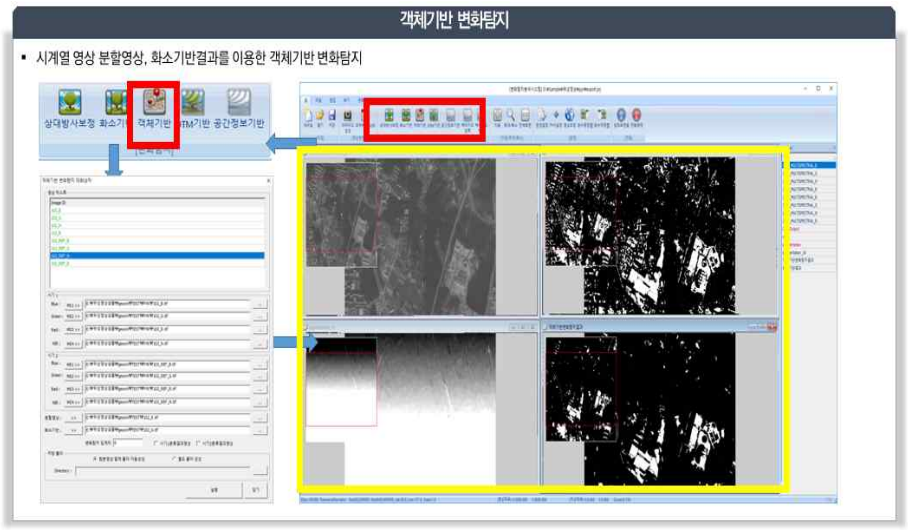
<프로젝트 단위 관리 및 영상처리 위한 이미지 일괄변환 기능>



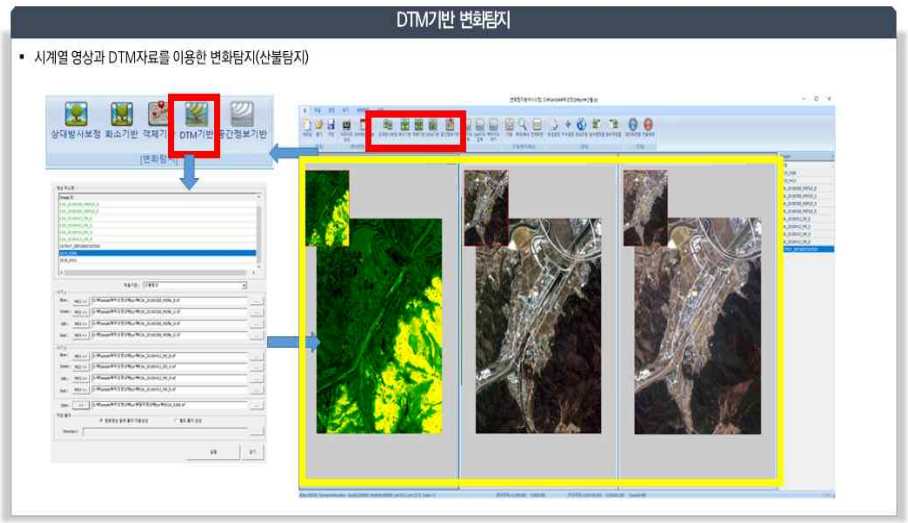
<상대방사보정 기능 구현>



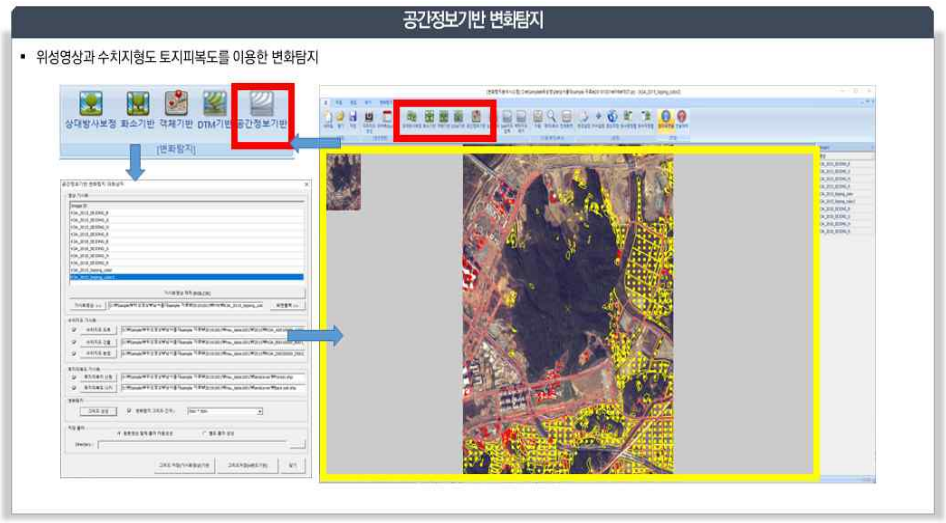
<화소기반 변화탐지>



<객체기반 변화탐지>



<DTM기반 변화탐지>



<공간정보기반 변화탐지>

(파). 딥러닝 기법을 이용한 변화탐지 기술 고도화

①. 딥러닝 기법을 활용한 고해상도 위성영상의 변화탐지 성능 개선

○ 변화탐지를 위한 FC-DenseNet의 활용

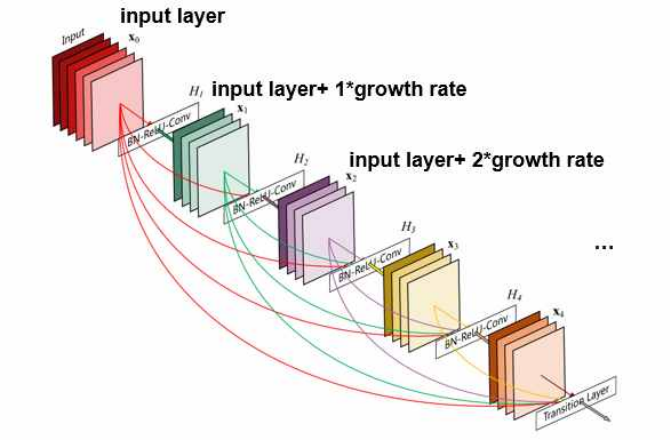
- 화소기반의 변화탐지 기법의 결과가 지니는 변화지역의 과대/과소추정 문제를 보완하기 위하여 딥러닝 기법을 활용하여 CNN 기반의 네트워크를 구성하고자 하였음

- 1, 2차년도의 연구를 통하여, 화소기반의 변화탐지가 가지는 일부 한계점을 개선하였으나, 다시기 위성영상의 계절적 영향 및 기하특성 차이를 최소화하기 위한 변화탐지 기법의 성능개선이 필요함

- 특히, 향후 국토정보위성의 활용을 위해서 기존에 사용가능한 KOMPSAT-2, 3, 3A 자료를 활용하여 딥러닝 모델을 생성하고, 이를 국토정보위성에 활용하기 위한 방안을 마련하고자 함

- 본 과제에서는 semantic segmentation에 사용되는 FC-DenseNet(Fully Connected DenseNet)을 활용하여 고해상도 위성영상의 변화탐지를 위한 CNN 모델을 생성하고자 하였음

- DenseNet(Densely Connected Convolutional Networks)은 이전 layer들의 feature map을 다음 layer의 입력자료와 concatenation을 수행하여 parameter의 수를 절약하고, 네트워크 학습과정에서 gradient가 소실되는 문제를 해결한 DenseBlock를 다수 연결하여 구성한 네트워크를 의미함

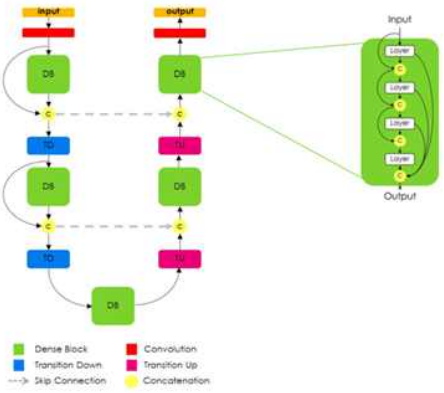


<DenseNet 구성의 예>

- FC-DenseNet은 DenseNet을 semantic segmentation에 활용하기 위하여 구성한 네트워크이며, 본 연구에서는 FC-DenseNet을 위성영상의 변화탐지에 활용하였음

- FC-DenseNet의 기본적인 네트워크의 형태는 U-Net, SegNet 등과 유사하며, 각 인코더 및 디코더 네트워크가 아래의 그림과 같이 DenseBlock으로 구성되어 있음

- 각각의 레이어는 : batch normalization, ReLu, 3X3 Convolution, Dropout으로 구성되어 있으며, Transition Down (TD)는 batch normalization, ReLu, 1X1 Convolution, Dropout, max Pooling으로 구성, Transition Up (TU)은 3X3 Transposed Convolution으로 구성됨



<FC-DenseNet의 구성>

②. 딥러닝 모델의 학습을 위한 훈련자료의 제작

○ 본 과제에서는 향후 국토정보위성에의 활용을 위하여 KOMPSAT-2, 3, 3A 자료를 활용하여 훈련자료를 생성하고자 함

○ 딥러닝 모델 내의 변화지역은 인공구조물이 새롭게 생성되었거나 소실된 지역으로 한정하여 훈련자료를 구성하였으며, 영상 내 기하학적 특성이 다른 미변화지역과 계절적 영향에 의하여 밝기값이 상이한 미변화 식생지역을 훈련자료에 포함시켰음

○ 작성된 훈련자료의 예는 아래의 그림과 같으며, 훈련자료 생성에 사용된 KOMPSAT 위성

영상은 아래의 표와 같음

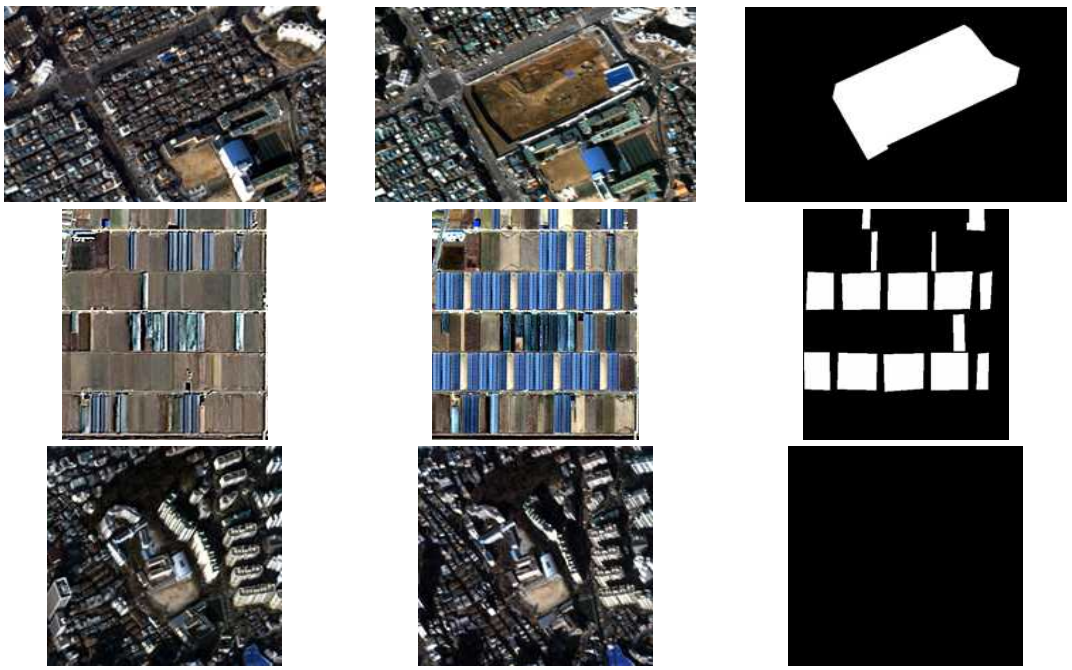
변화 전 영상	변화 후 영상
2015/03/26(K2)	2013/02/25(K3)
2008/11/18(K2)	2012/05/21(K2)
2015/12/11(K3A)	2016/01/08(K3A)
2007/10/05(K2)	2011/04/12(K2)
2016/01/08(K3A)	2017/02/24(K3A)

< 훈련자료 생성에 사용된 KOMPSAT 영상의 예 >

- 딥러닝 모델의 학습을 위해서는 많은 양의 훈련자료가 필요하기 때문에, 본 과제에서는 data augmentation을 통하여 훈련자료의 양을 증대시키고자 하였음. 이를 위하여 명확한 변화지역이 포함된 지역의 자료에 대해서만 data augmentation을 수행하였음

- 최종적으로 훈련자료는 256×256 크기의 영상 패치(image patch)로 제작하였으며, 7,956개의 훈련자료(training data)와 딥러닝 모델의 학습사항을 검증하기 위한 883개의 검증자료(validataion data)로 이루어진 영상 패치를 생성하였음

- 효과적인 딥러닝 모델의 훈련을 위하여 모든 훈련자료는 정규화 과정을 수행하였음



변화 전 영상의 예 변화 후 영상의 예 참조자료의 예

<딥러닝 모델의 학습을 위한 훈련자료의 예>

③. 손실함수의 구성 및 하이퍼파라미터의 설정

○ FC-DenseNet의 학습을 위하여, 미변화지역이 포함된 훈련자료의 영향을 반영하기 위한 손실함수(loss function)을 구성하였음

○ 미변화지역에 대한 영향을 최소화하기 위하여 가중치를 선정하여 이진 교차 엔트로피(binary cross entropy)를 기반으로 하는 손실함수를 구성하여 훈련에 활용하였음

○ 손실함수 E에서 β는 훈련자료 내 미변화지역의 비율을 나타내며, y는 참조자료, $\hat{y}$는 딥러닝 모델을 통하여 추정된 변화탐지 결과를 나타냄

$$E = -\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}[(\beta+0.5)y_i \log \hat{y_i} + (1.5-\beta)(1-y_i)\log(1-\hat{y_i})]$$

○ 딥러닝 모델은 pytorch를 이용하여 구성하였으며, 모델의 학습을 위하여 CPU(i7-9800X, 3.8GHz), RAM(128GB), GPU(Geforce RTX 2080 SUPER, 2EA)로 이루어진 컴퓨터 제원을 활용하였음

○ 실험에 사용한 하이퍼파라미터(hyperparameter)는 다음의 표와 같음

image patch	256 X 256
number of image patch	5,440
batch size	4
optimizer	Adam
initial learning rate	10-4
epochs	121

< 딥러닝 모델의 학습에 사용한 하이퍼파라미터 >

④. 딥러닝 모델의 검증 및 성능 평가

○ 본 과제에서 생성한 FC-DenseNet을 이용한 딥러닝 모델의 성능을 평가하기 위하여, 총 3종류의 위성영상을 사용하였음

○ 평가에 사용한 영상은 훈련자료에 포함되지 않은 자료이며, 화소기반의 변화탐지 결과와의 비교평가를 수행하였음

○ 정량평가에 사용한 척도는 정확도(accuracy)와 정밀도(precision)/재현율(recall)을 이용한 F1-score임

- (case 1) 다시기 위성영상의 상이한 계절에 따른 영향을 분석하기 위하여, 2015년 6월과 2017년 10월에 촬영된 KOMPSAT-3A 위성영상에 대하여 변화탐지 기법을 수행한 결과, 영상차분을 이용한 화소기반 변화탐기 기법과 비교하여 딥러닝 기법을 이용한 화소기반 변화탐지 기법의 정확도는 5.5%, F1-score는 0.431의 향상을 보였음

- 시각적 분석에도 딥러닝 모델에 의한 결과는 전역적인 변화지역을 효과적으로 탐지하는 것을 확인하였음


변화 전 영상


변화 후 영상


참조자료


화소기반 변화탐지 결과(영상차분)


화소기반 변화탐지 결과(딥러닝)

<case 1에 대한 변화탐지 기법 적용결과>

평가지수	영상차분을 이용한 화소기반 변화탐지	딥러닝을 이용한 화소기반 변화탐지
Accuracy	0.869	0.925
Precision	0.153	0.509
Recall	0.160	0.694
F1-score	0.156	0.587

<case 1에 대한 변화탐지 기법들의 정량평가>

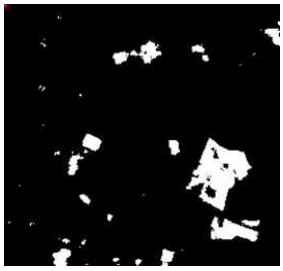
- (case 2) 다시기 위성영상의 상이한 계절에 따른 영향과 인공구조물의 변화를 분석하기 위하여, 2015년 10월과 2018년 7월에 촬영된 KOMPSAT-3A 위성영상에 대하여 변화탐지 기법을 수행한 결과, 영상차분을 이용한 화소기반 변화탐기 기법과 비교하여 딥러닝 기법을 이용한 화소기반 변화탐지 기법의 정확도는 약 3%, F1-score는 0.452의 향상을 보였음


변화 전 영상


변화 후 영상


참조자료


화소기반 변화탐지 결과(영상차분)


화소기반 변화탐지 결과(딥러닝)

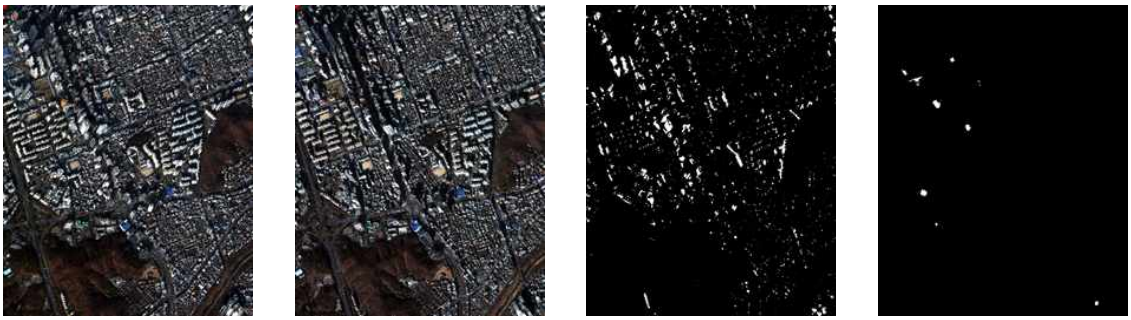
<case 2에 대한 변화탐지 기법 적용결과>

평가지수	영상차분을 이용한 화소기반 변화탐지	딥러닝을 이용한 화소기반 변화탐지
Accuracy	0.937	0.965
Precision	0.392	0.663
Recall	0.195	0.770
F1-score	0.260	0.712

<case 2에 대한 변화탐지 기법들의 정량평가>

- (case 3) 다시기 위성영상 내에 발생한 기복변위에 따른 영향을 분석하기 위한 실험자료이며, 해당 지역에는 변화지역이 포함되어 있지 않기 때문에, 미변화지역으로만 이루어져 있는 자료에 대한 평가를 수행하기 위하여 사용함

- 변화지역이 존재하지 않은 실험자료는 정확도만 평가할 수 있으며, 딥러닝을 이용한 결과는 약 3.4%의 정확도 향상을 나타냈음



변화 전 영상 | 변화 후 영상 | 화소기반 변화탐지 결과(영상차분) | 화소기반 변화탐지 결과(딥러닝)

<case 3에 대한 변화탐지 기법 적용결과>

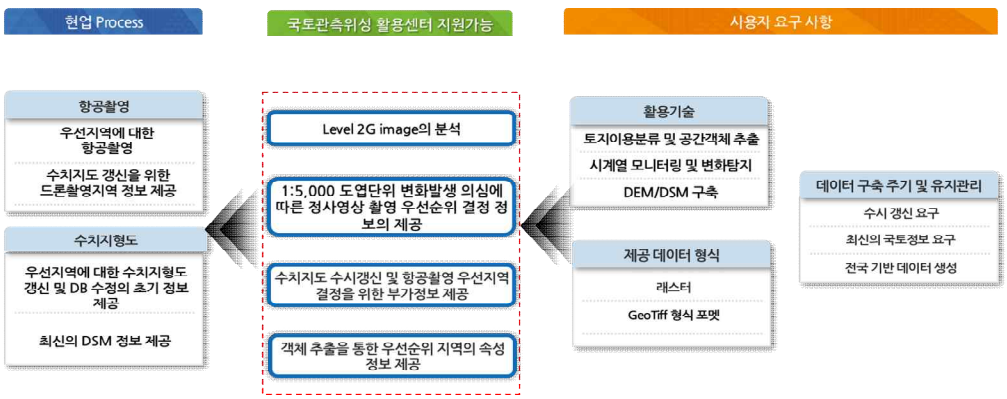
평가지수	영상차분을 이용한 화소기반 변화탐지	딥러닝을 이용한 화소기반 변화탐지
Accuracy	0.965	0.9979

<case 3에 대한 변화탐지 기법들의 정량평가>

(하). 변화탐지 및 시계열 모니터링 기술 고도화 로드맵 수립

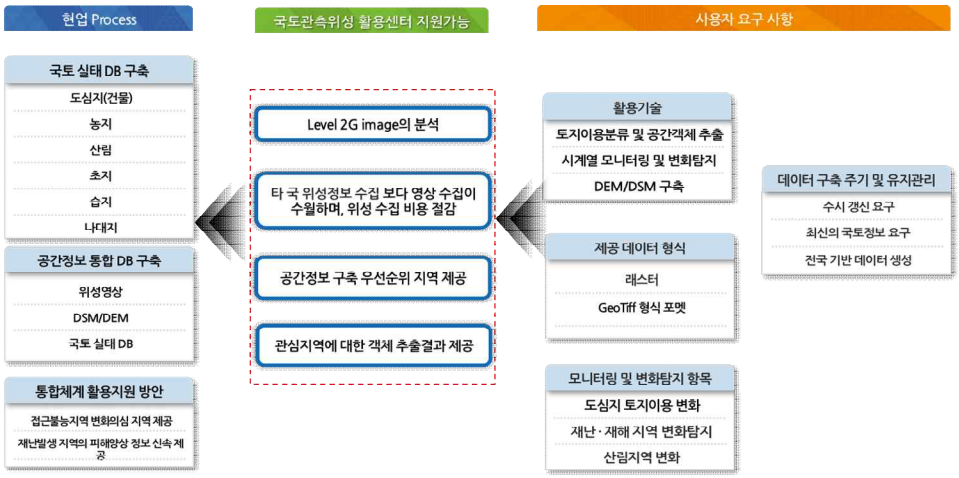
①. 변화탐지 및 시계열 모니터링을 통한 활용방안

○ 수치지도 및 정사영상 갱신을 위한 우선순위 지역의 정보를 제공하기 위한 로드맵의 수립



<수치지도 및 정사영상 갱신을 위한 우선순위 지역 선정 과정>

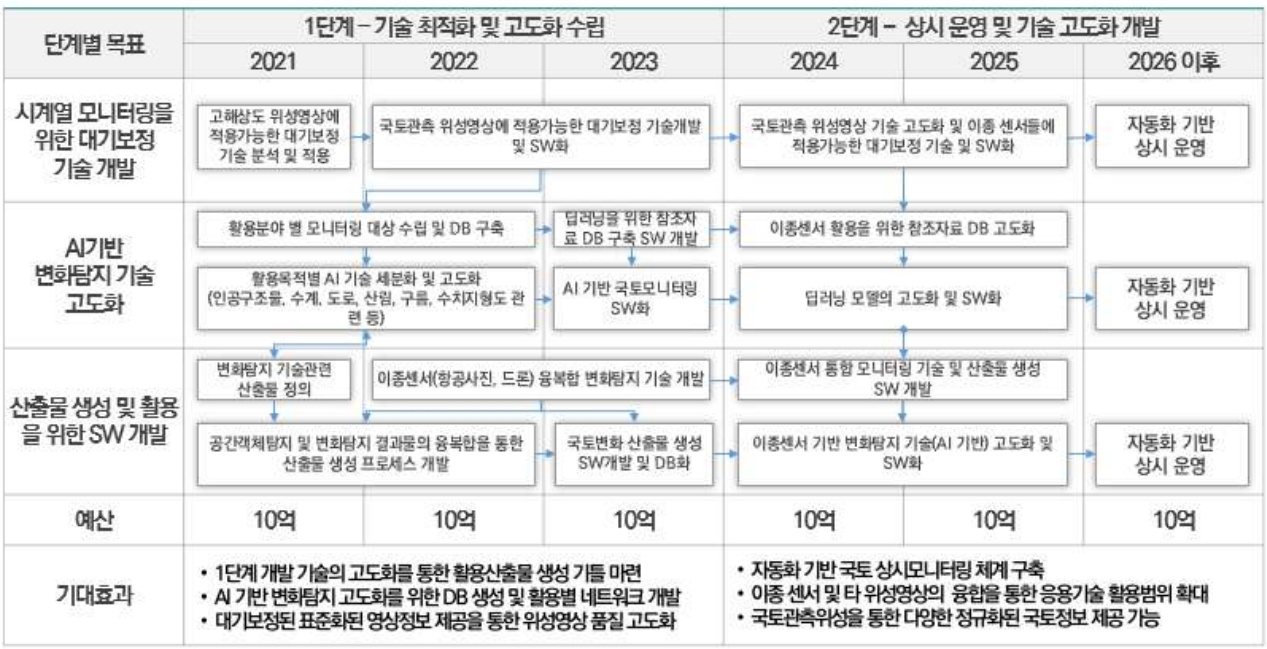
○ 접근불능지역의 공간정보를 구축하기 위한 기술 로드맵의 수립



<접근불능지역의 공간정보 획득 과정>

②. 기술고도화를 위한 로드맵 수립

○ 변화탐지 및 국토모니터링을 위해서는 변화탐지 네트워크의 고도화가 필요하며, 이를 위한 기본적인 로드맵을 수립함



<변화탐지 및 국토모니터링의 기술고도화를 위한 로드맵>

(거). 객체기반 변화탐지 기술 고도화

①. 개발된 객체 기반 변화탐지 기술 안정화

○ KOMPSAT-3A 영상을 활용한 객체 기반 변화탐지 및 시계열 모니터링 기술의 검증 및 기술 안정화

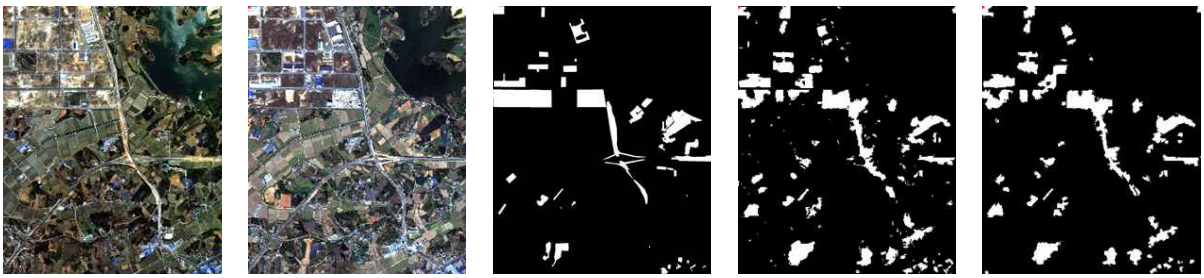
○ 공동연구지역을 대상으로 대상별 객체 기반 변화탐지 및 시계열 모니터링 기술의 시범운용

○ 화소기반 변화탐지 결과 및 영상분할 결과가 결합된 객체기반 변화탐지 기술 개발 및 공공데이터를 활용한 평가

②. 목표 정확도 달성여부 확인 및 시스템 최적화

○ 총 3개의 공공데이터에 대하여 객체기반 변화탐지 기법 적용 및 화소기반 변화탐지 결과와 비교평가 수행

○ 평가 결과, 모든 데이터에서 화소기반 변화탐지 결과에 비해 높은 전체 정확도, precision 및 F1-score 값 도출



K3A(2015년 6월) K3A(2017년 10월) 변화 참조 지도 화소기반변화탐지 객체기반변화탐지

<화소기반 변화탐지 결과와 객체기반 변화탐지 결과 비교 (Site 1)>



K3A(2015년 10월) K3A(2018년 7월) 변화 참조 지도 화소기반변화탐지 객체기반변화탐지

<화소기반 변화탐지 결과와 객체기반 변화탐지 결과 비교 (Site 2)>



K3A(2015년) K3A(2016년) 변화 참조 지도 화소기반변화탐지 객체기반변화탐지

<화소기반 변화탐지 결과와 객체기반 변화탐지 결과 비교 (Site 3)>

<공공데이터에 대한 화소기반 변화탐지 및 객체기반 변화탐지 결과 정확도 비교평가>

	Site 1		Site 2		Site 3	
Method	화소기반	객체기반	화소기반	객체기반	화소기반	객체기반
Accuracy	0.925	0.931	0.965	0.965	0.9979	0.9985
Precision	0.509	0.537	0.663	0.67	-	-
Recall	0.694	0.667	0.77	0.763	-	-
F1-score	0.587	0.595	0.712	0.713	-	-

(너). 상대 방사보정 및 DSM/DTM 기반 변화탐지 시범운용 및 안정화

①. 상대 방사보정 알고리즘의 안정화

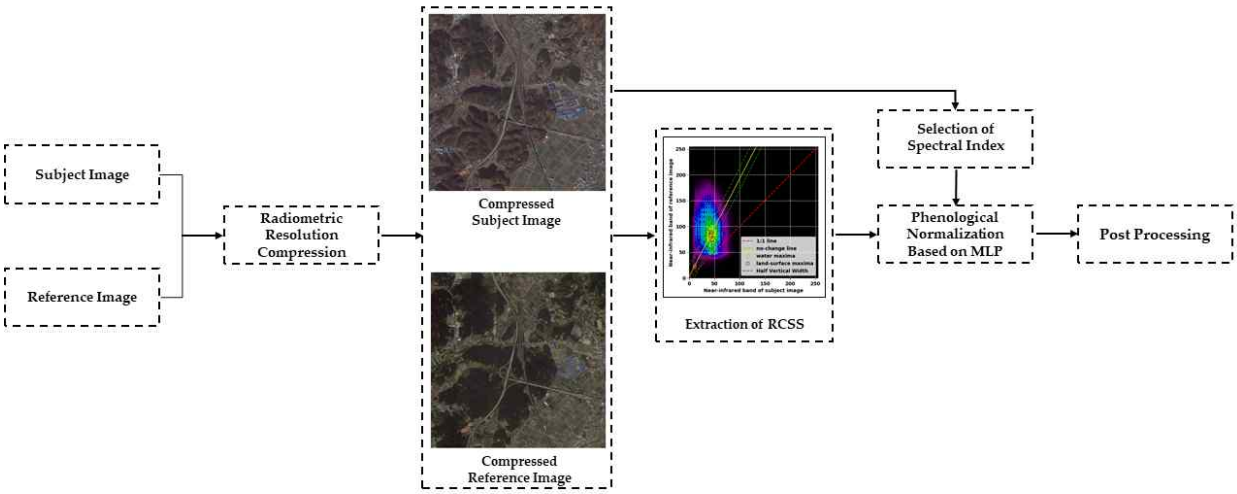
○ 알고리즘의 복잡성 감소 및 학습시간의 효율성을 위해 방사 해상도 압축이 수행되며, 입력 영상 및 참조 영상을 8비트로 압축수행

○ 두 영상의 관계를 수립하기 위한 PIF를 추출하였으며, 입력 영상 및 참조 영상의 근적외선 밴드간의 산포도에 기반하여 추출하는 no-change 방법 활용하여 no-change 지역 선정

○ 생태학적 보정을 수행하기 위하여 각 밴드별로 독립적으로 분광지수가 고려되었으며, blue 밴드는 ExG (excess green index), green 밴드는 COM (combined index), red 밴드는 ExGR (excess green minus red index), NIR 밴드는 ExG가 선정되었음

○ 앞서 추출된 no-change 지역에 대응되는 입력영상의 화소값 및 분광지수를 입력 값으로, 참조영상의 화소값을 실제 값으로 설정하여 다층퍼셉트론 모델을 구축함으로써 생태학적 보정 수행

○ 생태학적 보정이 수행된 영상에 대해 참조영상과의 히스토그램 매칭을 추가적으로 적용함으로써 후처리 수행



< 안정화된 상대 방사보정 알고리즘 연구 흐름도 >

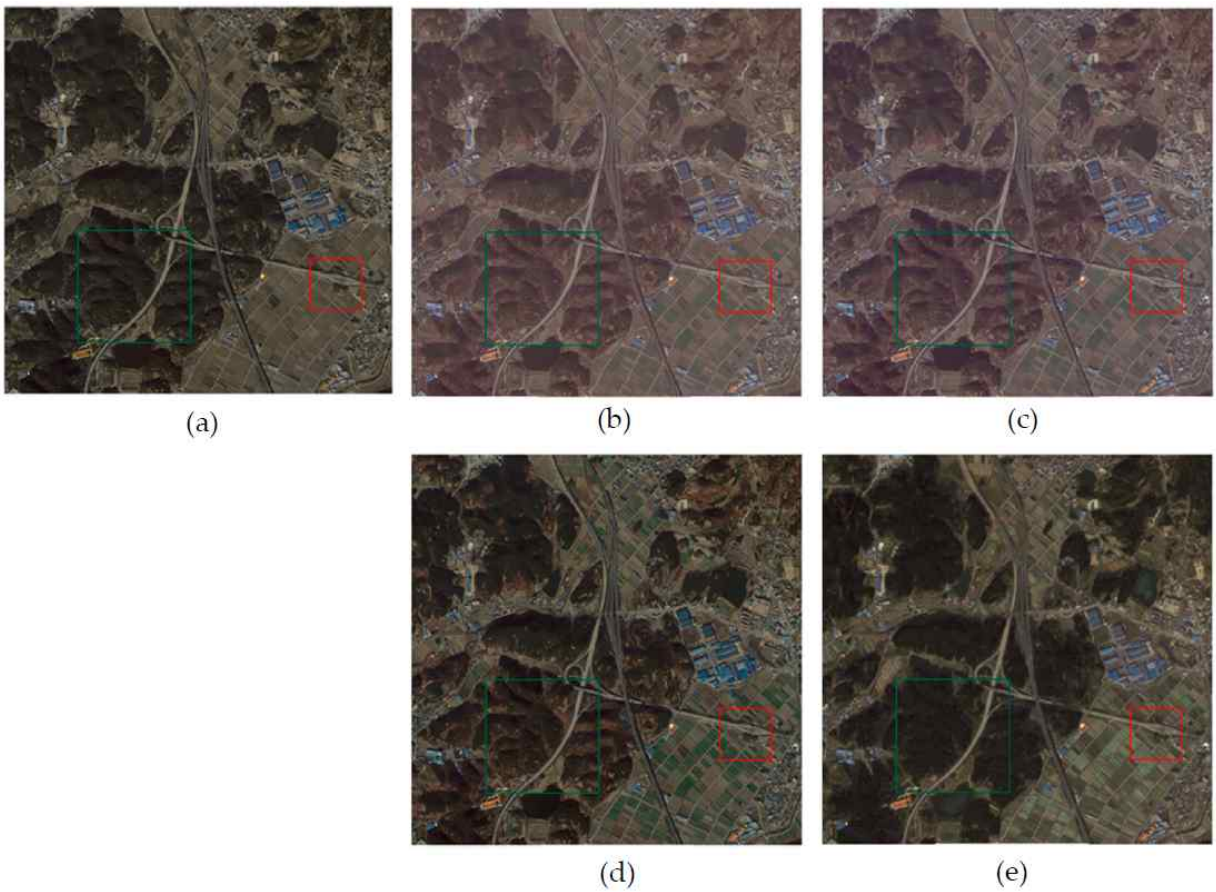
○ 기존의 상대 방사보정의 정확도와 비교 및 분석을 수행 하였으며, MS (Mean Standard deviation) regression, NC (No Change) regression, 히스토그램 매칭 및 RF (Random Forest) regression 기법 선정

○ 그림에서 확인할 수 있는 것과 같이, 다층퍼셉트론 기반 상대 방사보정을 수행하는 경우 방사적 및 생태학적 특성에 대한 보정이 잘 수행된 것을 확인할 수 있음



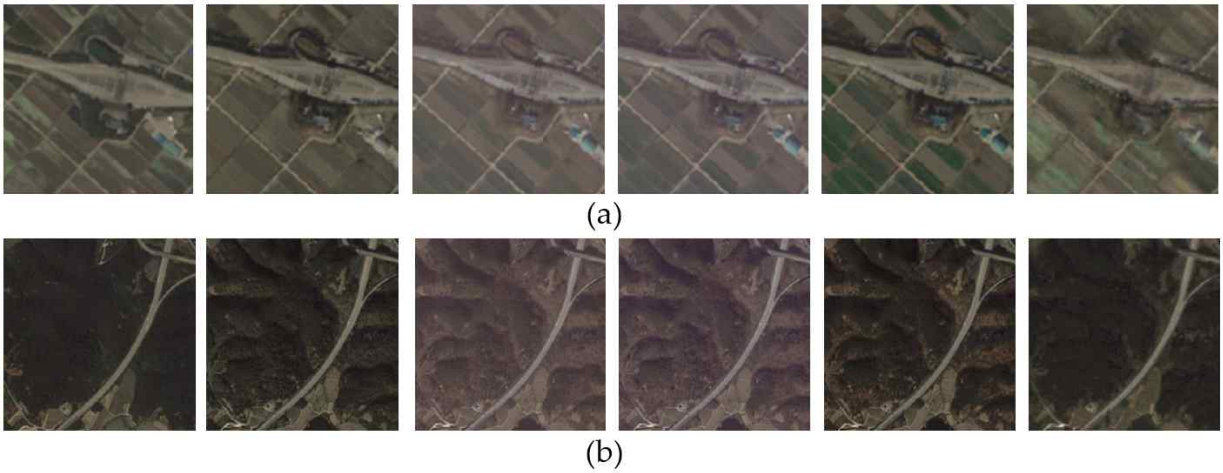
(a) (b)

< 경상남도 창녕군에 대한 KOMPSAT-3A 실험영상 (a) 입력 영상, (b) 참조 영상 >



< 상대 방사보정 결과 (a) 제안된 기법, (b) MS regression, (c) NC regression,
(d) 히스토그램 매칭, (e) RF regression >

○ 특히, 각 상대 방사보정 결과를 자세히 살펴보기 위하여 일부지역을 추출하였으며 제안 기법의 결과가 참조영상과 가장 유사한 것을 확인



< 추출된 영역 (a) 빨간색 사각형 확대 영역, (b) 녹색 사각형 확대 영역 (From left to right: 참조 영상, 제안된 기법, MS regression, NC regression, 히스토그램 매칭, RF regression) >

○ 정량적인 평가를 수행하기 위하여, NRMSE (Normalized Roon Mean Squared Error)값을 통해 정확도 평가

○ 입력 영상의 성능과 비교 했을 때, 제안된 기법은 평균적으로 33.85% 향상된 반면에, MS regression, NC regression, RF regression 및 히스토그램 매칭은 19.41%, 21.85%, 20.87%, 26.44% 향상

○ 즉, 제안된 기법의 정확도가 가장 높은 것을 확인

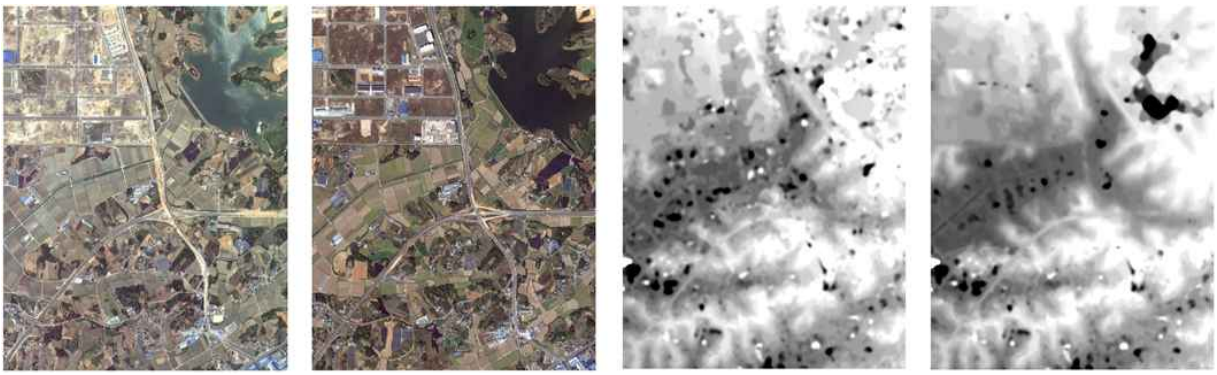
< 상대 방사보정 결과에 대한 NRMSE >

Method	Band 1	Band 2	Band 3	Band 4	Average
입력영상	0.3948	0.5077	0.5672	0.6888	0.5396
제안된 방법	0.1440	0.1987	0.3073	0.1545	0.2011
MS regression	0.1820	0.2694	0.438	0.4924	0.3455
NC regression	0.1758	0.2530	0.4033	0.4527	0.3212
히스토그램 매칭	0.1886	0.2720	0.4522	0.4108	0.3309
RF regression	0.1497	0.2187	0.3406	0.3919	0.2752

② DSM/DTM 기반 변화탐지 문제점 및 개선 사항 도출

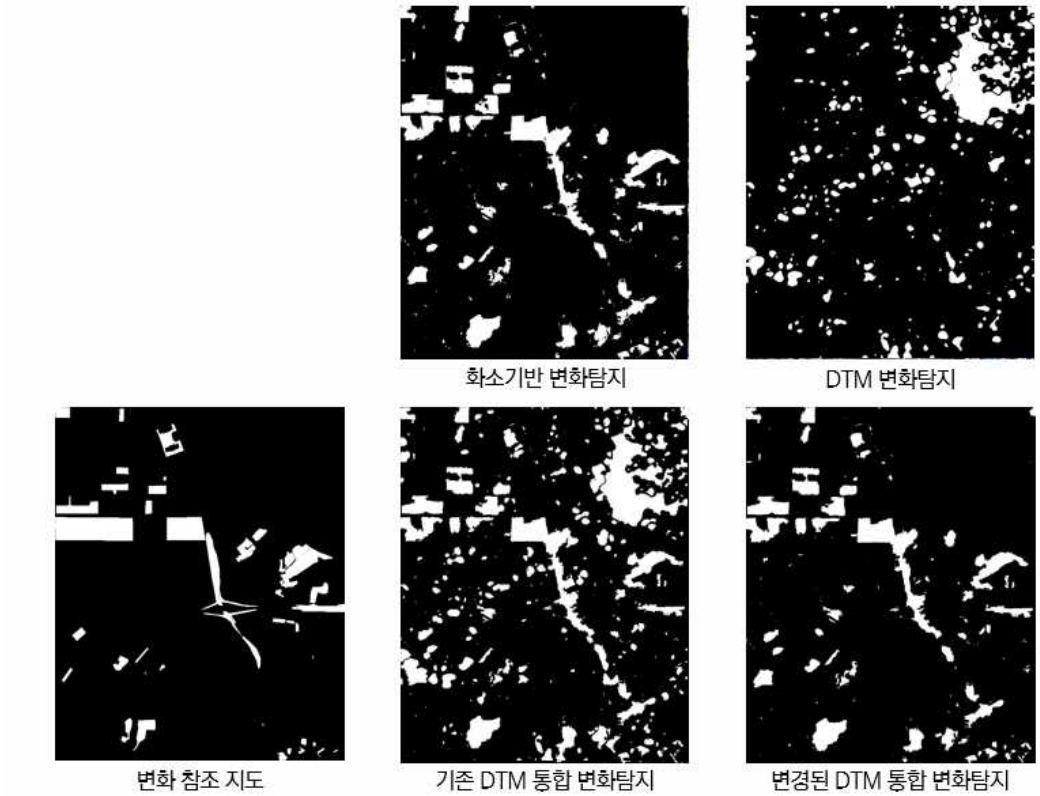
○ DSM/DTM 변화탐지에 오류가 존재하는 경우 최종 변화탐지 결과에 오류전파

○ DSM/DTM 변화탐지 오류를 최소화하기 위하여 화소기반 변화탐지를 기준으로 DSM/DTM 변화탐지 결과를 확률론적으로 통합하여 후처리 개념으로 적용시키는 방법 고려



(a) (b) (c) (d)

< 실험 영상: (a) 변화 전 영상, (b) 변화 후 영상, (c) 변화 전 DTM 영상, (d) 변화 후 DTM 영상 >



< 변화탐지 결과 >

○ 고려된 통합 알고리즘의 경우 화소기반 변화탐지 정확도와 기존 통합 알고리즘의 정확도와 비교했을 때, F1 score 기준으로 1% 및 20% 향상된 것을 확인

< 변화탐지 정확도 결과 >

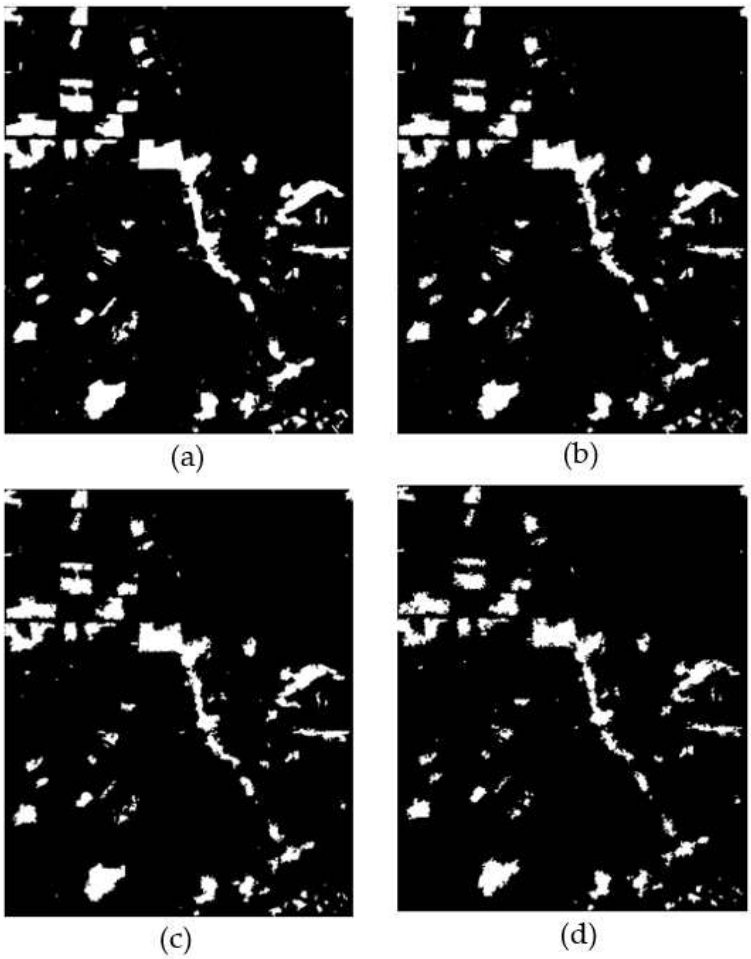
Method	화소기반 변화탐지	기존 통합 변화탐지	고려된 통합 변화탐지
Precision	0.51	0.29	0.54
Recall	0.69	0.67	0.67
F1 score	0.59	0.40	0.60

③. DSM/DTM 기반 변화탐지 안정화

○ DSM/DTM 기반 변화탐지를 활용한 통합 알고리즘을 안정화하기 위한 핵심 파라미터는 객체 사이즈로, 객체 사이즈에 따라 성능평가 수행

○ 5x5, 10x10, 15x15 및 20x20으로 설정하여 수행

○ F1 score 기준으로 5x5 객체사이즈의 성능이 가장 우수하였으며, 객체 사이즈는 5x5로 선정



< 객체 사이즈에 대한 통합 알고리즘의 변화탐지 결과 (a): 5x5, (b) 10x10, (c) 15x15, (d) 20x20 >

< 객체 사이즈에 대한 통합 알고리즘의 변화탐지 정확도 결과 >

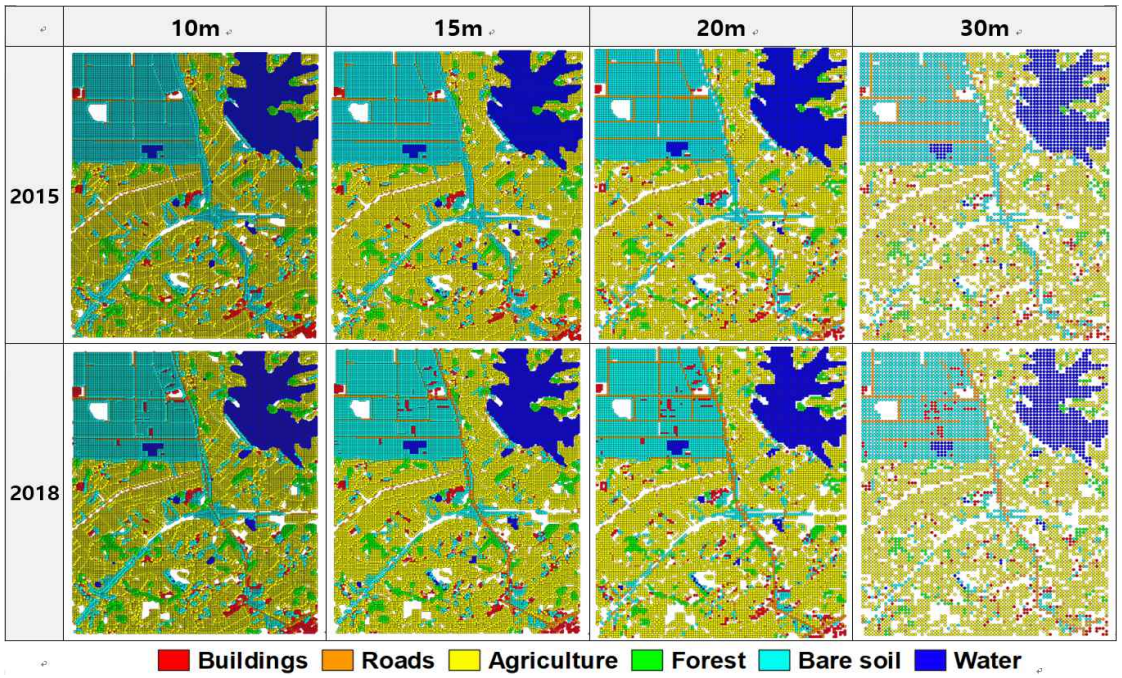
Method	5x5	10x10	15x15	20x20
Precision	0.54	0.56	0.58	0.58
Recall	0.67	0.62	0.59	0.54
F1 score	0.60	0.59	0.58	0.56

(더). 공간 DB 기반 변화탐지 기술 고도화

①. 공간DB기반 검증자료를 활용한 변화탐지 정확도 평가

○ 변화탐지영역 검증자료 구축을 위한 격자 포인트 생성(10m, 15m, 20m, 30m)

○ 격자의 크기에 따른 공간속성 제작 비율 확인



< 격자 규격 별 생성 자료 결과 >

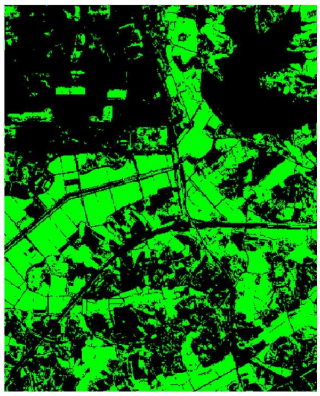
Time	2015				2018			
Grid size	10m	15m	20m	30m	10m	15m	20m	30m
Buildings	1,297 (2.53%)	575 (2.52%)	321 (2.50%)	125 (2.21%)	1,758 (3.47%)	779 (3.47%)	421 (3.34%)	183 (3.30%)
Road	3,216 (6.26%)	1,360 (5.95%)	794 (6.19%)	349 (6.17%)	4,052 (8.01%)	1,709 (7.61%)	989 (7.84%)	427 (7.71%)
Agriculture	27,002 (52.57%)	12,035 (52.65%)	6,750 (52.58%)	2,956 (52.25%)	26,326 (52.04%)	11,705 (52.13%)	6,582 (52.17%)	2,877 (51.92%)
Forest	2,047 (3.99%)	894 (3.91%)	503 (3.92%)	222 (3.92%)	1,944 (3.84%)	849 (3.78%)	472 (3.74%)	209 (3.77%)
Bare soil	11,845 (23.06%)	5,342 (23.37%)	2,983 (23.24%)	1,346 (23.79%)	10,917 (21.58%)	4,922 (21.92%)	2,758 (21.86%)	1,232 (22.23%)
Water	5,954 (11.59%)	2,652 (11.60%)	1,486 (11.58%)	659 (11.65%)	5,594 (11.05%)	2,489 (11.09%)	1,395 (11.06%)	613 (11.06%)
Total	51,361	22,858	12,837	5,657	50,591	22,453	12,617	5,541

< 격자 규격별 공간속성 비율 >

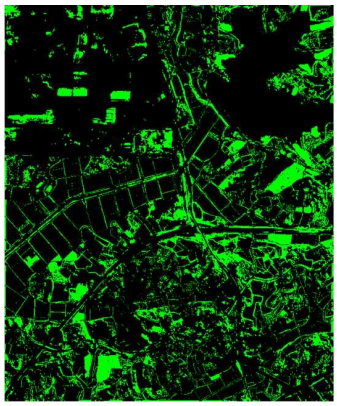
- 공간속성에 따라 격자 크기가 변경될 경우 차지하는 포인트 비율이 상이하다.
- 공간정보의 단일 폴리곤의 크기가 작을수록 작은 크기의 격자 포인트 수가 많은 비율을 차지(ex. 건물, 도로)

○ 검증자료 활용을 위한 변화탐지 실시

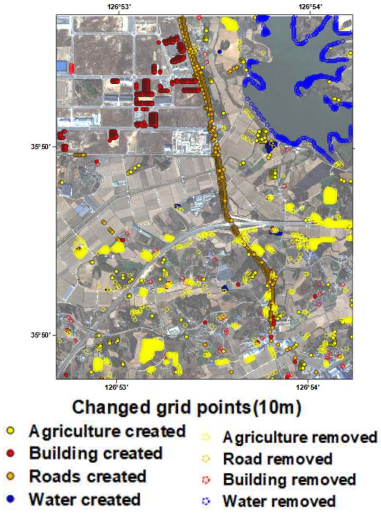
- 연속수치지형도의 제작시기와 가장 유사한 위성영상 촬영시기를 선택
- 두 위성영상간의 변화는 무감독 변화탐지 기법을 통해 수행
- 영상간의 변화탐지 결과를 공간DB 기반 격자 포인트를 통해 검증
- 검증 자료는 토지 이용의 변화를 탐지하지만, 계절간 영향 혹은 농업지역의 수확기에 의한 영향으로 인한 식생 변화는 고려하지 않음
- 대상지의 토지이용의 변화가 아닌 영역에서 식생 변화가 나타났을 경우 이를 제외하는 과정이 필요하며 이를 전·후시기 NDVI를 통한 차연산을 활용
- 식생 변화가 주로 나타나는 농업지역을 대상으로 수행한 결과 두 영상 간 dNDVI 확률밀도함수를 통해 식생변화가 발생하는 임계값을 제시(dNDVI=-0.38)
- dNDVI 기반 농업지역 미변화지역을 구분할 경우 변화탐지의 정확도가 향상됨



Change detection area



Change detection area
(dNDVI 임계값 적용)



< 영상 기반 변화탐지 결과와 격자 포인트 중첩 및 검증 >

		C	NC	Total	OA(%)	Kappa
Otsu	C	1,210	19,546	20,756	58.16	0.5840
	NC	1,935	28,654	30,589		
Otsu (dNDVI)	C	1,189	5,505	6,694	85.47	0.8243
	NC	1,956	42,695	44,651		
Total		3,145	48,200			

< 변화탐지 영역에 대한 정확도 평가 >

		2015					
(unit : grid points)		Building	Road	Agriculture	Water	Other	Total
2018	Building	1,220	1	24		404	1,649
	Road		3,137	30		518	3,685
	Agriculture	3	6	25,602	1	196	25,808
	Water		1	48	5,465	1	5,515
	Other	54	72	1,298	488	12,776	14,688
Total		1,277	3,217	27,002	5,954	13,895	51,345
Changed (%)		+372 (+29.13%)	+468 (+14.55%)	-1,194 (-4.42%)	-439 (-7.37%)	+793 (+5.71%)	

< 변화탐지 영역 내 토지 이용 변화 >

○ 실험을 통해 공간DB를 기반으로 생성된 격자 형태의 검증자료는 변화탐지된 영역에 대해 효과적인 정확도가 평가 방법을 수행할 수 있음

○ 또한, 실질적으로 변화된 영역이 아닌, 농업 수확기로 인한 오탐지 영역에 대한 탐지방안을 제시함

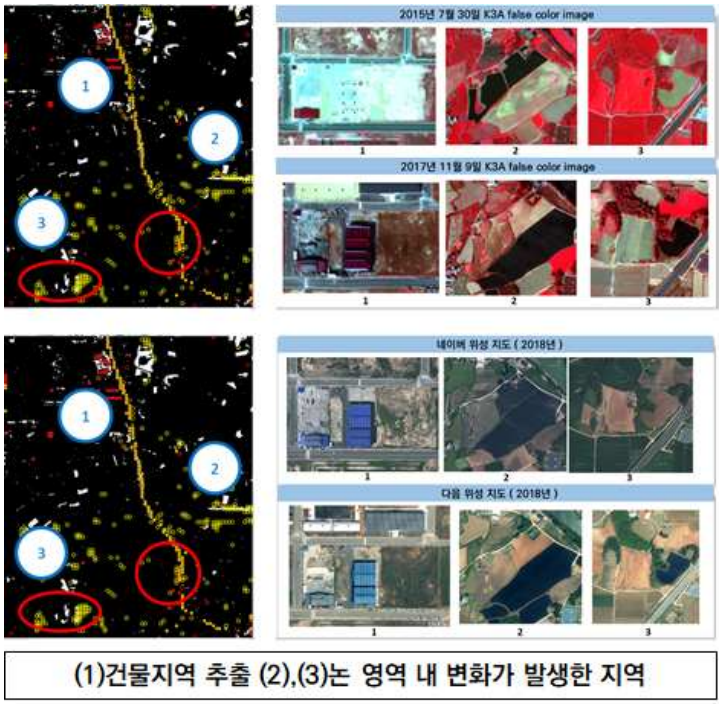
②. 공간DB 검증자료를 통한 변화탐지 연계 및 활용

○ 공간DB 변화탐지 결과와 화소기반 변화탐지(Pixel Based Change Detection : PBCD) 과의 중첩

- 변화탐지 영역에 대한 검증 및 공간 속성 참조 가능

- 격자 포인트를 통해 대상 지역을 균일하게 평가

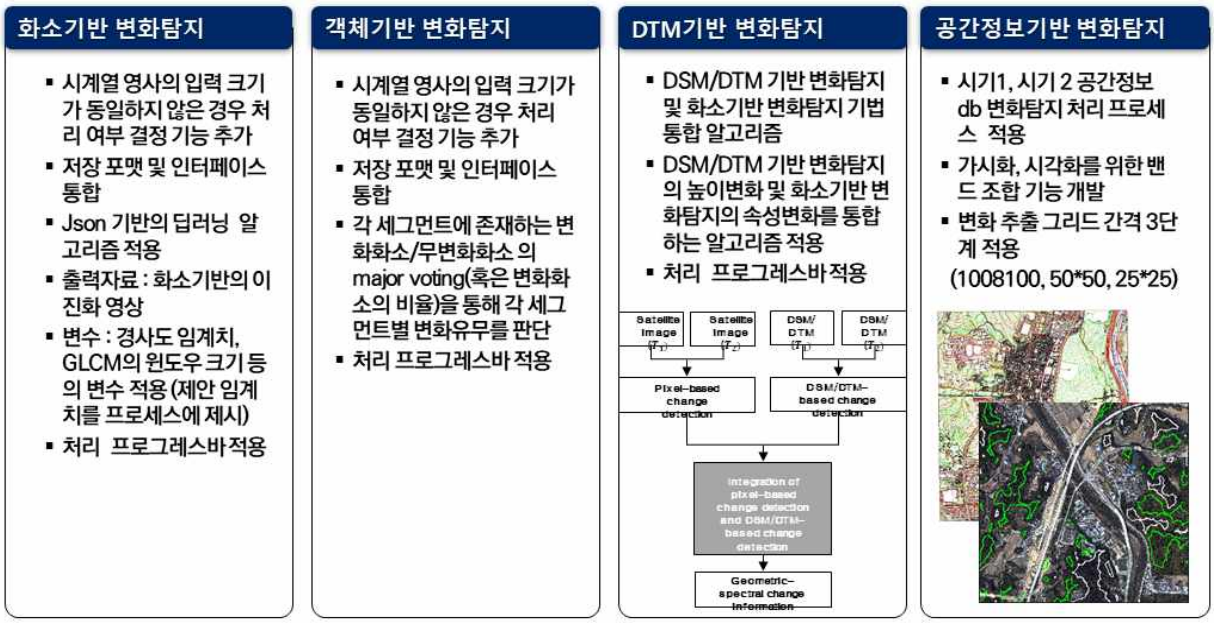
- 면적이 매우 작은 미세한 변화탐지 지역은 자동으로 오탐지 지역으로 나타냄



<PBCD에서 변화되었지만, 공간DB에서 변화되지 않은 지역>

(러). 변화탐지 및 시계열 모니터링 SW 고도화

①. 변화탐지 모듈 고도화



<변화탐지 모듈 고도화>

②. 변화탐지 시스템 고도화

○ 활용주문서 XML 양식을 적용한 입력 자료 자동화

- 기존의 시계열 영상을 사용자가 직접 입력하도록 구현이 되어 있던 부분을 활용주문서 XML 파일을 읽어서 사용자가 직접 입력하지 않아도 자동으로 변화탐지 모듈의 입력 데이터로 로딩하도록 개발

- 저장 파일명 및 폴더 역시 활용주문서의 다운로드 폴더 및 인터페이스 양식에 맞추어 자동으로 생성되도록 개발

○ NULL값(밝기값 = 0) 존재하는 영상에 대한 처리 적용

- 영상 입력시 “0”값에 해당하는 NULL값 처리(2차 년도 개발시에는 처리가 안 되었으나 3차년도에 알고리즘 고도화를 통하여 화소기반, 객체기반, DTM,기반 변화탐지 모듈에서 NULL값이 존재해도 시계열 변화탐지기 되로록 알고리즘 고도화 및 시스템 적용 완료

○ 시계열 영상의 보간오차 처리 기능 적용

- 시계열 영상은 기본적으로 1/5,000 도엽단위로 입력이 되도록 설계되었는데, 영상의 row, col 픽셀수는 기본적으로 동일해야 함. 시범 테스트 중 영상의 보간오차로 인하여 row, col 중 1픽셀 정도가 상이한 영상이 랜덤하게 발생하는 것을 확인하였는데, 기존 모듈에서는 픽셀수가 다르면 영상처리가 안 되었던 부분을 1픽셀 이내의 차이에서는 보간오차로 간주하여 처리하도록 알고리즘 고도화

③. 시스템 통합 운영 및 검증



<시스템 통합 운영 및 검증>

○ 시스템 통합을 위한 인터페이스 구현

- 작업요청 지시서 입출력 데이터 구조 정의

<입출력 활용산출물정의>

활용산출물	1세부 Input Data	3세부 Output Data
DSM/DTM	nL2R 영상 2개 이상	nN개의 DSM/DTM 폴더
모자이크 1:5000 생성	nL2G 영상 1개 이상	nN개의 L2I(1:5000도엽) 영상 폴더
모자이크 병합	nL2I 영상 2개 이상	n모자이크 영상 폴더
객체 추출	nL2I영상 1개 (실행환경) L2I 영상과 동일한 도엽의 DEM	n객체추출 영상 폴더
변화탐지 -화소 기반	n기준 L2I영상 1개 n비교 L2I영상 1개	n화소 기반 변화탐지 산출물 폴더
변화탐지 -객체 기반	n기준 L2I영상 1개 n비교 L2I영상 1개 참고. 변화탐지 산출물 생성 전에 객체 추출 산출물 생성해야 함 - 기준 L2I 영상의 객체 추출 결과 - 비교 L2I 영상의 객체 추출 결과	n객체 기반 변화탐지 산출물 폴더
변화탐지 -DTM 기반	n기준 L2I 영상 1개 n기준 L2I 영상과 동일한 도엽의 nDSM 파일 1개 n비교 L2I 영상 1개 n비교 L2I 영상과 동일한 도엽의 nDSM 파일 1개	nDTM 기반 변화탐지 산출물 폴더
변화탐지-공간정보 기반	n기준 L2I 영상 1개 n비교 L2I 영상 1개 (실행환경) 기준년도/비교년도 공간정보 데이터	n공간정보기반 변화탐지산출물 폴더

○ 수집 시스템과 활용시스템의 통합을 위하여 시스템간 자료 구조 인터페이스 정의

<인터페이스 정의(화소기반 변화탐지)>

항목	내용
작업	* 화소기반 변화탐지 영상 생성
입력 데이터	*기준년도L2I영상1개 *비교년도L2I영상1개
입력 데이터 제약 조건	N/A
입력 데이터 명명 규칙 및 구성	*상위폴더명명규칙 (기준년도폴더,비교년도폴더,사용자처리요청지역파일포함) TBD *기준년도폴더명명규칙(모자이크폴더포함) TBD *비교년도폴더명명규칙(모자이크폴더포함) TBD *L2I폴더명명규칙 L2I시트의출력데이터참고 *L2I폴더구성(밴드별tif파일,browse파일1개,메타데이터파일1개) L2I시트의출력데이터참고
입력 데이터 샘플 (D: Dir, F: File)	*(D)활용작업지시서ID + (D) 20200914123456123 - (F) K3A_30281728_L2I_R.tif - (F) K3A_30281728_L2I_G.tif - (F) K3A_30281728_L2I_B.tif - (F) K3A_30281728_L2I_N.tif - (F) K3A_30281728_L2I_P.tif - (F) K3A_30281728_L2I_br.jpg - (F) K3A_30281728_L2I_T.jpg - (F) K3A_30281728_L2I_meta.xml + (D) 20200915123456123 - (F) K3A_30281728_L2I_R.tif - (F) K3A_30281728_L2I_G.tif - (F) K3A_30281728_L2I_B.tif - (F) K3A_30281728_L2I_N.tif - (F) K3A_30281728_L2I_P.tif - (F) K3A_30281728_L2I_br.jpg - (F) K3A_30281728_L2I_T.jpg - (F) K3A_30281728_L2I_meta.xml
프로그램 입력 데이터 선택 방법	* 입력데이터의 최상위 폴더 선택
출력 데이터	* 변화탐지 영상 결과를 담은 폴더
출력 데이터 명명 규칙 및 구성	*출력데이터명명규칙 - 폴더형식: <변화탐지타입>_<도엽명>_<기준년도>_<비교년도> *파일명 - 변화탐지결과파일 : <폴더명>.tif - 변화탐지결과중간파일 : <폴더명>_Indexmap.tif
출력 데이터 샘플 (D: Dir,, F: File)	*상위폴더명명규칙 *(D)CD_PIX_35608056_20190530_20180102 + (D) CD_PIX_35608056_20190530_20180102 - (F) CD_PIX_35608056_20190530_20180102.tif - (F) CD_PIX_35608056_20190530_20180102_Indexmap.tif

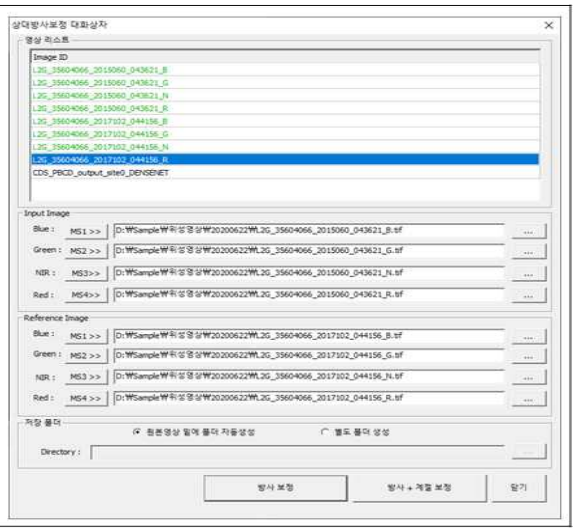
○ 시스템 운영 및 검증

- 국토지리정보원에서 제공하는 샘플 데이터를 통한 입출력 자료 테스트 및 시스템 검증
- 2020. 04. 국토위성정보 수집 및 화용기술 개발 변화탐지 SW 테스트 절차서 V1.1 준용[8)]
- 2019. 11. 국토위성정보 수집 및 화용기술 개발 변화탐지 SW 테스트 절차서 (CDS-2019-STD V1.0) 준용[9)]

<변화탐지 테스트 자료(상대방사보정/화소기반)>

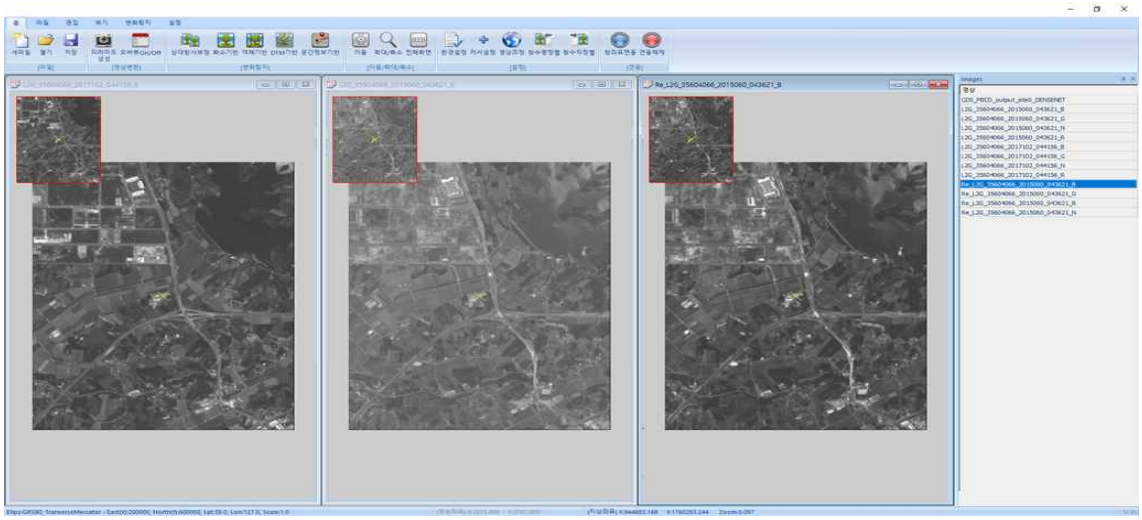
종류	설명	용도	취득 자료 제원	획득 방법	취득기관
입력 영상	1/5000도엽 시계열 영상	입력자료	자료레벨: 1/5,000재단 모자이크영상 사용밴드: Pan, R, G, B, NIR	기관 제공	인하대
공간정보자료	1/5,000 연속수치지형도	입력자료	1/5,000 연속수치지형도	기관 제공	국토지리정보원
세그멘테이션 자료	1/5000도엽 세그멘테이션 영상	입력자료	자료레벨: 1/5,000재단 인덱스 영상	기관 제공	공간정보기술
DSM자료	1/5000재단 시계열 DSM	입력자료	1/5,000 도엽단위 재단의 DSM 자료 (GeoTIFF포맷)	기관제공	인하대

항목	설명 (관련 요구사항 ID)
목적	■ 다음과 같은 기능을 검증함 ◆ 시계열 영상을 기반으로 상대방사보정 수행
사전 조건	■ 프로그램 시계열 영상에 대한 프로젝트 파일 생성 완료
관련 요구사항	SRF-CD-001
입력 데이터	■ 프로젝트 파일 시계열 1/5,000도엽 재단 R,G,B,NIR 영상
시험 절차	
(변화탐지 SW) - 상대방사보정 실행	
1	메뉴-화소기반 아이콘 클릭하여 상대방사보정 대화상자 호출 타겟 영상 선택 영상리스트에서 Blue 영상에 해당하는 영상 선택 후 MS1버튼 클릭하여 영상 영상리스트에서 Green 영상에 해당하는 영상 선택 후 MS2버튼 클릭하여 영상 영상리스트에서 NIR 영상에 해당하는 영상 선택 후 MS31버튼 클릭하여 영상 영상리스트에서 Red 영상에 해당하는 영상 선택 후 MS4버튼 클릭하여 영상 레퍼런스 영상 선택 영상리스트에서 Blue 영상에 해당하는 영상 선택 후 MS1버튼 클릭하여 영상 등록 영상리스트에서 Green 영상에 해당하는 영상 선택 후 MS2버튼 클릭하여 영상 등록 영상리스트에서 NIR 영상에 해당하는 영상 선택 후 MS31버튼 클릭하여 영상 등록 영상리스트에서 Red 영상에 해당하는 영상 선택 후 MS4버튼 클릭하여 영상 등록 저장 폴더 선택 원본영상 밑에 결과폴더 자동 생성 또는 별도 폴더 생성 실행 버튼 클릭하여 결과 영상 저장



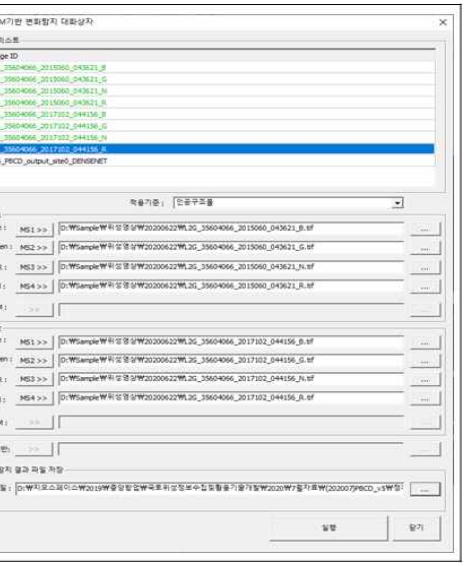
<상대방사보정 테스트 절차>

8) 2020. 04. 국토위성정보 수집 및 화용기술 개발 변화탐지 SW 테스트 절차서 V1.1
9) 2019. 11. 국토위성정보 수집 및 화용기술 개발 변화탐지 SW 테스트 절차서(CDS-2019-STD V1.0)

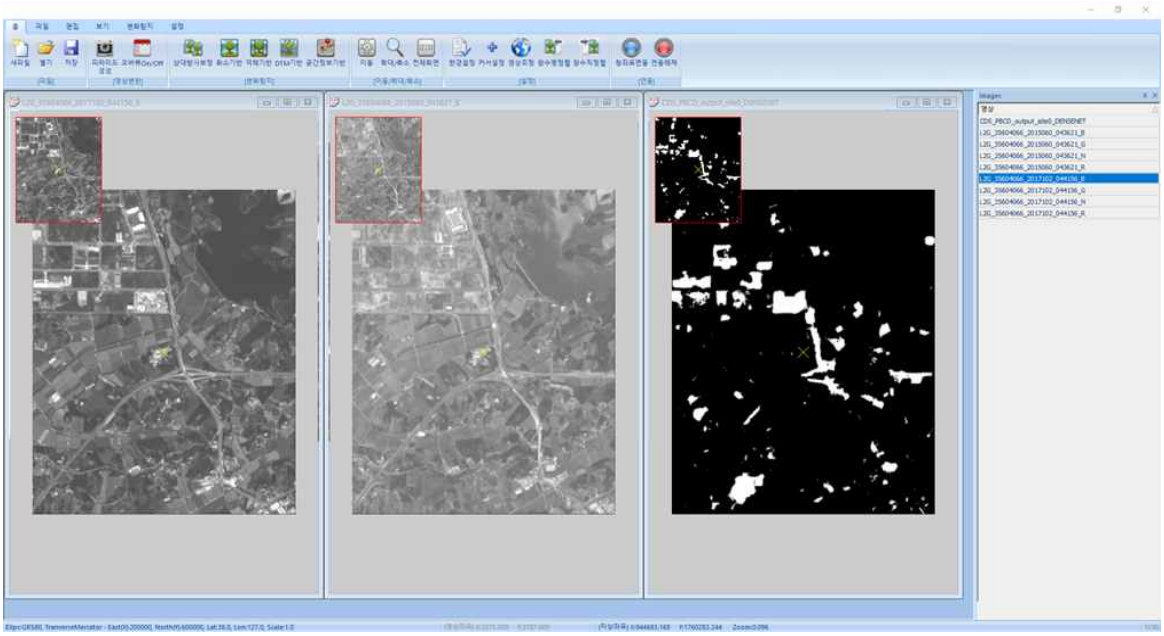


<상대방사보정 테스트 결과>

항목	설명 (관련 요구사항 ID)
목적	■ 다음과 같은 기능을 검증함 ◆ 시계열 영상을 기반으로 화소기반 변화탐지 수행 변화탐지 결과 산출
사전 조건	■ 프로그램 시계열 영상에 대한 프로젝트 파일 생성 완료
관련 요구사항	SRF-CD-001
입력 데이터	■ 프로젝트 파일 시계열 1/5,000도엽 재단 R,G,B,NIR 영상
시험 절차	
(변화탐지 SW) - 화소기반 변화탐지 실행	
1	메뉴-화소기반 아이콘 클릭하여 변화탐지 대화상자 호출 적용기준 설정 인공구조물,식생,산불,기타 옵션 중 1선택 시기 1 영상 선택 영상리스트에서 Blue 영상에 해당하는 영상 선택 후 MS1버튼 클릭하여 영상 영상리스트에서 Green 영상에 해당하는 영상 선택 후 MS2버튼 클릭하여 영상 영상리스트에서 NIR 영상에 해당하는 영상 선택 후 MS31버튼 클릭하여 영상 영상리스트에서 Red 영상에 해당하는 영상 선택 후 MS4버튼 클릭하여 영상 시기 2 영상 선택 영상리스트에서 Blue 영상에 해당하는 영상 선택 후 MS1버튼 클릭하여 영상 등록 영상리스트에서 Green 영상에 해당하는 영상 선택 후 MS2버튼 클릭하여 영상 등록 영상리스트에서 NIR 영상에 해당하는 영상 선택 후 MS31버튼 클릭하여 영상 등록 영상리스트에서 Red 영상에 해당하는 영상 선택 후 MS4버튼 클릭하여 영상 등록 저장 폴더 선택 원본영상 밑에 결과폴더 자동 생성 〈화소기반 변화탐지〉 또는 별도 폴더 생성 실행 버튼 클릭하여 결과 영상 저장



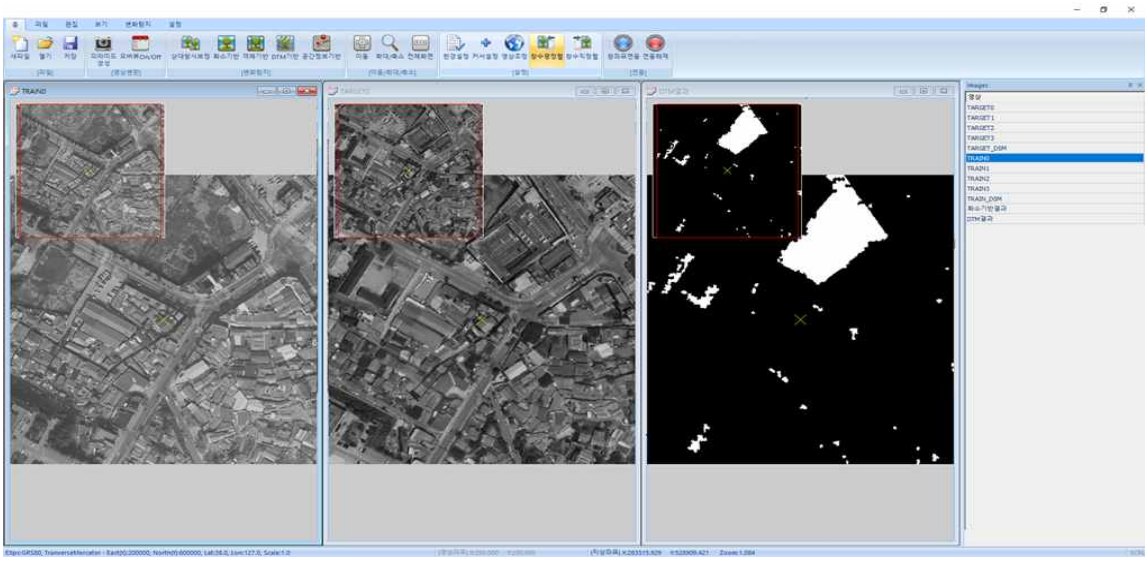
<화소기반 변화탐지 테스트 절차>



<화소기반 변화탐지 테스트 결과>

항목	설명 (관련 요구사항 ID)	
목적	■ 다음과 같은 기능을 검증함 ◆ 시계열 영상을 기반으로 DTM기반 변화탐지 수행 변화탐지 결과 산출	
사전 조건	■ 프로그램 시계열 영상에 대한 프로젝트 파일 생성 완료	
관련 요구사항	SRF-CD-003	
입력 데이터	■ 프로젝트 파일 시계열 1/5,000도엽 재단 R,G,B,NIR 영상	
시험 절차		
(변화탐지 SW) - DTM기반 변화탐지 실행		
1	메뉴-DTM기반 아이콘 클릭하여 변화탐지 대화상자 호출 적용기준 설정 DTM기반으로 적용기준 설정 시기 1 영상 선택 영상리스트에서 Blue 영상에 해당하는 영상 선택 후 MS1버튼 클릭하여 영상 등록 영상리스트에서 Green 영상에 해당하는 영상 선택 후 MS2버튼 클릭하여 영상 등록 영상리스트에서 NIR 영상에 해당하는 영상 선택 후 MS31버튼 클릭하여 영상 등록 영상리스트에서 Red 영상에 해당하는 영상 선택 후 MS4버튼 클릭하여 영상 등록 영상리스트에서 DSM 영상이 있을 경우 해당 영상 선택 후 >>버튼 클릭하여 영상 시기 2 영상 선택 영상리스트에서 Blue 영상에 해당하는 영상 선택 후 MS1버튼 클릭하여 영상 등록 영상리스트에서 Green 영상에 해당하는 영상 선택 후 MS2버튼 클릭하여 영상 영상리스트에서 NIR 영상에 해당하는 영상 선택 후 MS31버튼 클릭하여 영상 등록 영상리스트에서 Red 영상에 해당하는 영상 선택 후 MS4버튼 클릭하여 영상 등록 영상리스트에서 DSM 영상이 있을 경우 해당 영상 선택 후 >>버튼 클릭하여 화소기반 영상 선택 영상리스트에 화소기반 변화탐지 결과영상이 있으면 선택 후 >> 버튼 클릭하여 영상 등록 저장 폴더 선택	

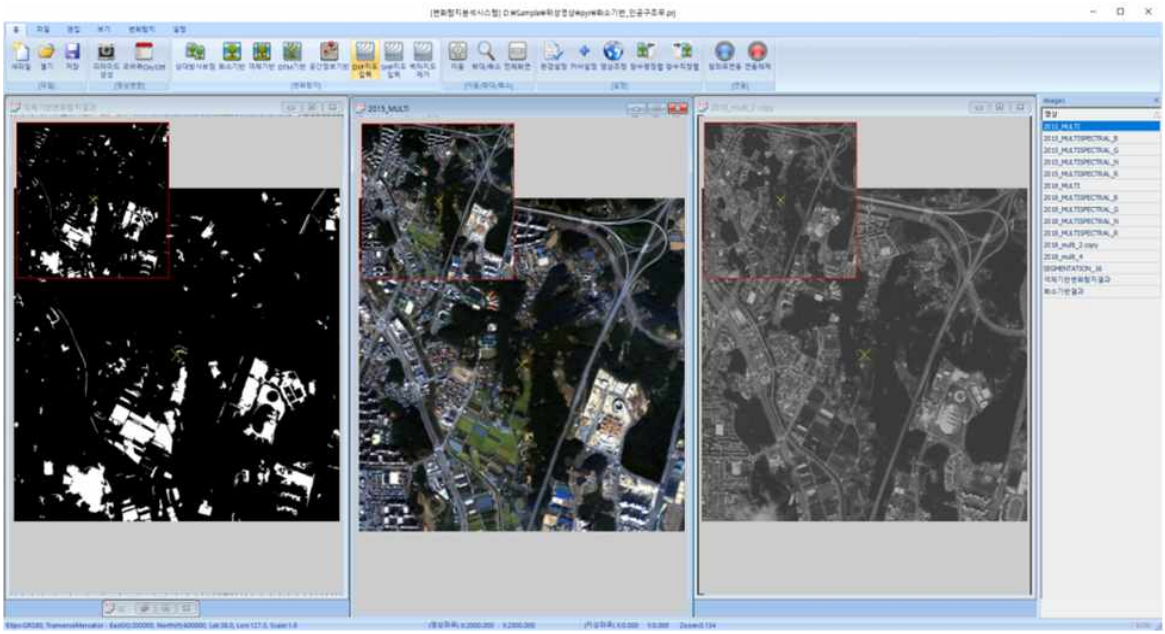
<DTM기반 변화탐지 테스트 절차>



<DTM기반 변화탐지 테스트 결과>

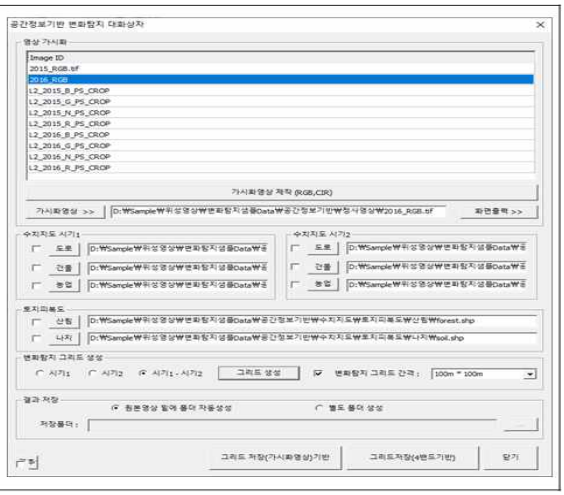
항목	설명 (관련 요구사항 ID)	
목적	■ 다음과 같은 기능을 검증함 ◆ 시계열 영상을 기반으로 객체기반 변화탐지 수행 변화탐지 결과 산출	
사전 조건	■ 프로그램 시계열 영상에 대한 프로젝트 파일 생성 완료	
관련 요구사항	SRF-CD-001	
입력 데이터	■ 프로젝트 파일 시계열 1/5,000도엽 재단 R,G,B,NIR 영상	
시험 절차		
(변화탐지 SW) - 객체기반 변화탐지 실행		
1	메뉴-객체기반 아이콘 클릭하여 변화탐지 대화상자 호출 시기 1 영상 선택 영상리스트에서 Blue 영상에 해당하는 영상 선택 후 MS1버튼 클릭하여 영상 등록 영상리스트에서 Green 영상에 해당하는 영상 선택 후 MS2버튼 클릭하여 영상 등록 영상리스트에서 NIR 영상에 해당하는 영상 선택 후 MS31버튼 클릭하여 영상 등록 영상리스트에서 Red 영상에 해당하는 영상 선택 후 MS4버튼 클릭하여 영상 등록 시기 2 영상 선택 영상리스트에서 Blue 영상에 해당하는 영상 선택 후 MS1버튼 클릭하여 영상 등록 영상리스트에서 Green 영상에 해당하는 영상 선택 후 MS2버튼 클릭하여 영상 등록 영상리스트에서 NIR 영상에 해당하는 영상 선택 후 MS31버튼 클릭하여 영상 등록 선택 후 MS4버튼 클릭하여 영상 등록 또는 우측 버튼 클릭하여 해당 영상 선택 분할영상 선택 영상리스트에 분할영상이 있으면 분할영상 선택 후 >> 버튼 클릭하여 영상 등록 화소기반 영상 선택 영상리스트에 화소기반 변화탐지 결과영상이 있으면 선택 후 >> 버튼 클릭하여 영상 변화탐지 임계치 설정 기본 1 값 그대로 사용 시기분류결과영상 체크 현재 체크 없이 진행(향후 업데이트 예정) 저장 폴더 선택 원본영상 밑에 결과폴더 자동 생성 <객체기반 변화탐지> 또는 별도 폴더 생성 실행 버튼 클릭하여 결과 영상 저장	

<객체기반 변화탐지 테스트 절차>

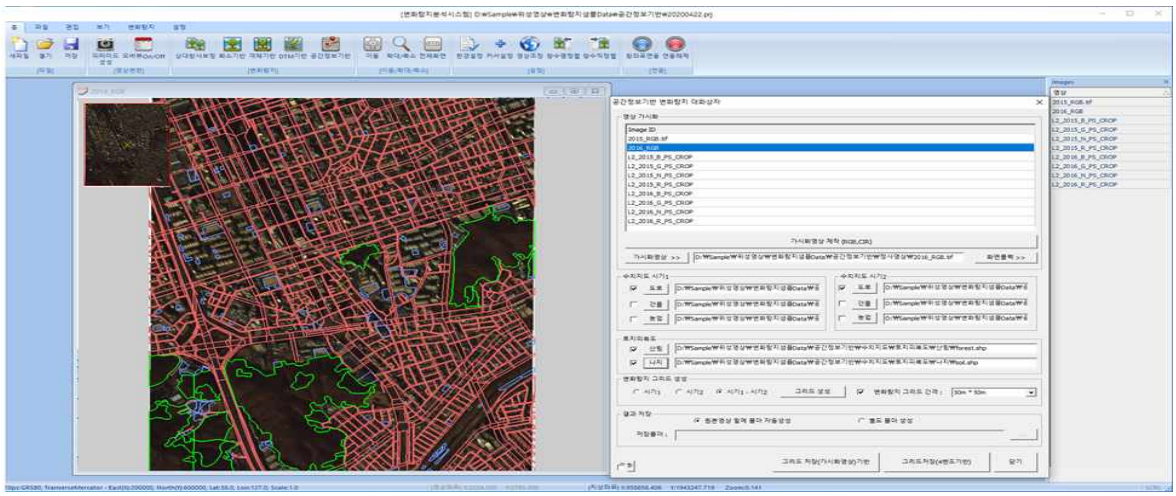


<객체기반 변화탐지 테스트 결과>

항목	설명 (관련 요구사항 ID)
목적	■ 다음과 같은 기능을 검증함 ◆ 시계열 영상을 기반으로 객체기반 변화탐지 수행 변화탐지 결과 산출
사전 조건	■ 프로그램 시계열 영상에 대한 프로젝트 파일 생성 완료
관련 요구사항	SRF-CD-001
입력 데이터	■ 프로젝트 파일 시계열 1/5,000도엄 재단 R,G,B,NIR 영상
시험 절차	
〈변화탐지 SW〉 - 공간정보기반 변화탐지 실행	
1	메뉴-공간정보기반 아이콘 클릭하여 변화탐지 대화상자 호출 가시화 영상 선택 영상리스트에서 가시화할 영상을 선택 후 가시화영상>>버튼 클릭하여 영상 등록 화면 출력>>버튼 클릭하여 윈도우 화면에 영상 해당 영상 가시화 출력 수치지도 시기 1 선택 도로 버튼 클릭하여 해당 도로 SHP파일 선택N3A_A0010000_A000_000000.shp 건물 버튼 클릭하여 해당 건물 SHP파일 선택N3A_B0010000_B001_000000.shp 농업 버튼 클릭하여 해당 농업 SHP파일 선택N3A_D0020000_D002_000000.shp 수치지도 시기 2 선택 도로 버튼 클릭하여 해당 도로 SHP파일 선택N3A_A0010000_A000_000000.shp 건물 버튼 클릭하여 해당 건물 SHP파일 선택N3A_B0010000_B001_000000.shp 농업 버튼 클릭하여 해당 농업 SHP파일 선택N3A_D0020000_D002_000000.shp 토지피복도 선택 산림 버튼 클릭하여 해당 산림 SHP파일 선택forest.shp 나지 버튼 클릭하여 해당 나지 SHP파일 선택soil.shp 변화탐지 그리드 생성 시기1, 시기2, 시기1-시기2 버튼 중 1개 선택하여 그리드 생성 시기1: 시기1 레이어의 폴리곤에 그리드 생성 시기2: 시기2 레이어의 폴리곤에 그리드 생성 시기1-시기2 : 시기1과 시기2 중복된 영역을 제외한 영역에 그리드 생성 그리드 격자는 100*100m, 50*50m, 25*25m 간격 옵션을 선택하여 생성 저장 폴더 선택 실행 버튼 클릭하여 결과 shp 파일 저장



<공간정보기반 변화탐지 테스트 절차>



<공간정보기반 변화탐지 테스트 결과>

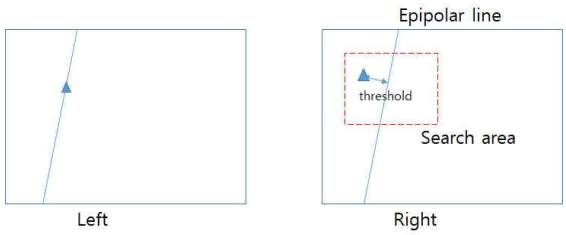
(16). 3-3세부: 국토관측위성영상용 입체기하수립 및 DSM/DTM 생성 기술 및 SW 개발

(가). 입체처리를 위한 무기준점 상호표정 및 센서모델링

①. 초기 센서모델링 정보를 바탕으로 한 입체 영상간의 강건한 매칭 기법을 개발함

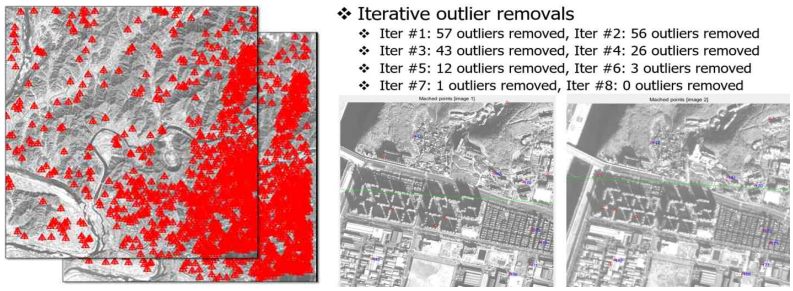
○ 피쳐포인트 추출 (좌측영상) 예) Harris corner point

- RPC 투영을 통한 검색 범위 최소화 (지상 표고 range는 RPC에서 자동 추출)
- 매칭 FFT기반 correlation 매칭 least square 매칭
- 에피폴라 선형 근접성을 통한 과대 오차 탐지 및 제거 (기하학적 탐지)
- RPC update 모델을 통한 최종 과대 오차 탐지 및 제거 (모델 기반 통계분석을 통한 제거)



<공액점 추출을 위한 영상 간의 상호 매칭 및 과대 오차 제거>

○ 개발된 매칭 기법을 동일날짜 동일궤도에 획득된 입체 영상보다 난이도가 높은 서로 다른 두 시기에 취득된 아리랑 2호 영상에 대하여 테스트완료 하였음. 공액점을 많이 추출하기 위해 코너포인트 추출, 매칭의 임계값을 느슨하게 설정한 결과 총 1367개의 공액점이 추출되었고, 최종 과대 오차를 반복 통계 테스트를 통해 성공적으로 탐지 및 제거할 수 있었음

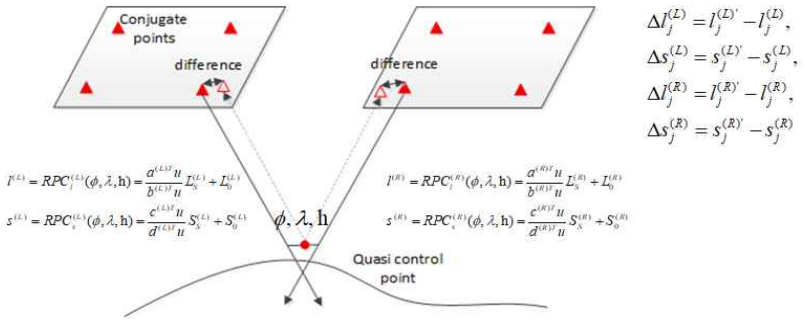


<서로 다른 날짜 입체 영상의 상호 매칭을 통한 공액점 추출 및 과대 오차 제거>

○ 데이터 상호간 일관성을 위한 무기준점 상호표정 및 센서모델링을 통한 신규 RPC 생성 기술을 개발함

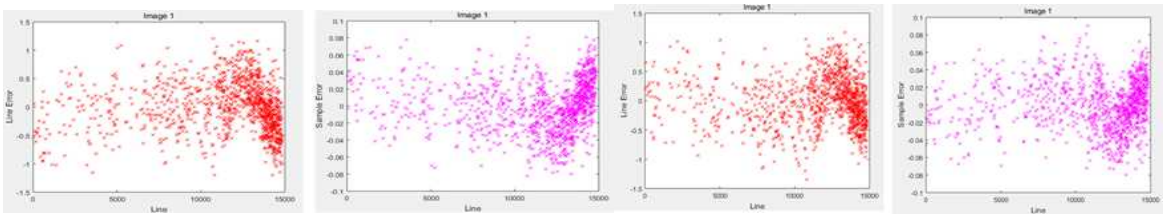
- 본 과제에서 연구를 진행한 Quasi-GCP기반 상호 표정의 절차는 아래와 같음.
- 첫 단계로 공액점과 입체 영상의 원 RPCs를 이용하여 지상 좌표를 계산한다. 생성된 지상 좌표를 의사(quasi)기준점이라 한다. 다음으로 해당 의사기준점을 다시 각각의 영상으로 투영하게 되면, 원래 매칭을 통해 추출된 공액점 좌표와 다른 값을 갖게 된다. 해당 좌표값의 차이를 영상 전역에 대하여 분석하여 모델링하고 이를 통해 과대 오차인 공액점은 제거해낸다. 최종 공액점을 활용하여 RPCs 편위 보정을 진행함

- Quasi-GCP 생성은 아래의 그림 및 수식과 같이 개념적으로 나타낼 수 있음



<Quasi-GCP기반 상호 표정 개념>

- 앞서 상호 매칭 실험에서 사용된 아리랑2호 영상에 대해 상호표정 테스트를 진행하였음. 서로 다른 두 시기에 취득된 아리랑 2호 영상에 대한 실험 결과, 모델링 잔차가 대부분 +-1픽셀 이내에 위치하고 있음을 확인.



<Quasi-GCP의 영상 좌표 차이 모델링을 통한 잔차 분석>

○ 상호 표정 후 RMSE분석 결과 Affine모델 및 2차 다항식 모두 라인방향 0.5픽셀이하의 정밀도를 보였고, 샘플방향으로는 0.1픽셀 이하의 정밀도를 보임. 2차 다항식이 Affine모델에 비해 약간 높은 정밀도를 보이나, 오차수준으로서 큰 차이가 없다고 볼 수 있음

○ 본 연구계획시 제시한 목표치인 1픽셀을 달성하는 것으로 결과가 도출되었음.

<무기준점 기반 상호 표정 후 정밀도>

Reprojection errors of quasi-GCPs	Before compensation	After compensation [affine]	After compensation [2nd poly]
Image 1 [line/sample]	52.9766/3.6071	0.4408/0.0300	0.4144/0.0282
Image 2 [line/sample]	54.4086/3.2262	0.4526/0.0269	0.4257/0.0252

(나). DSM/DTM 추출 기술 개발

①. 기술 개발 개요

○ 3D 포인트 클라우드 생성 및 정제 기술 개발

- 국토관측위성 영상에 적용 가능한 최적의 정합 기법

- 생성된 3D 포인트 클라우드의 과대 오차제거를 위한 정제 기술

○ 높이값 보간 및 격자화를 통한 DSM 생성 기술 개발

- 추출된 3D 포인트 클라우드의 격자화 기술

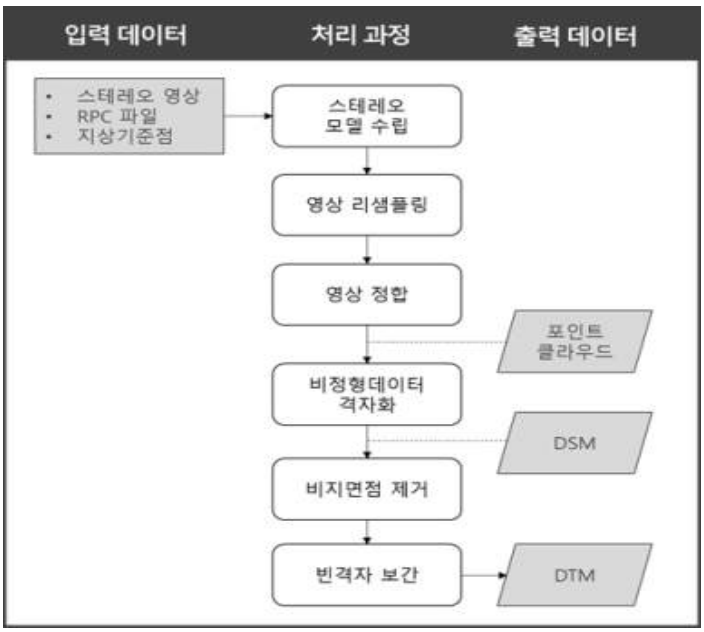
- 격자화된 데이터의 비어있는 격자를 보간하는 기술

○ 비지면점 제거 및 DTM 변환 기술 개발

- 모폴로지 기반의 비지면점 제거 기술

- 비지면점 지역의 주변 밝기값 보간법 적용을 통한 DTM 생성 기술

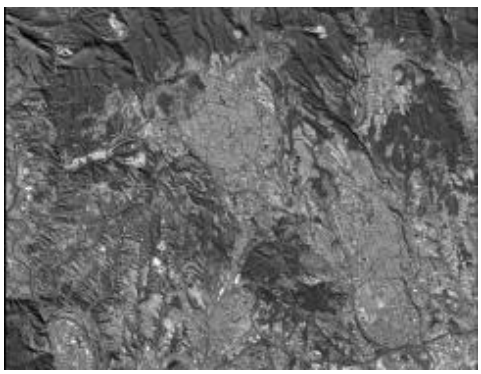
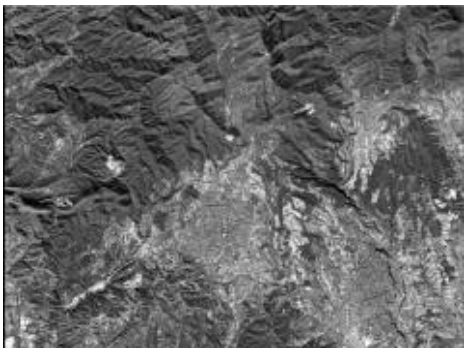
< 개발 기술을 이용한 DSM/DTM 생성 과정 >



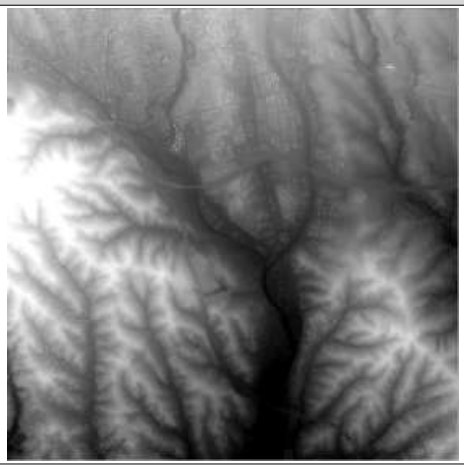
②. DSM/DTM 추출 알고리즘 정확도 검증 및 성능목표 제시

○ 아리랑 3호 영상으로 생성된 DSM의 정확도 분석

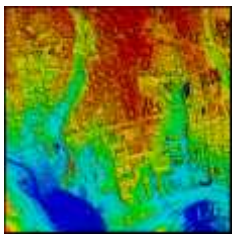
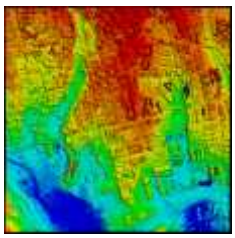
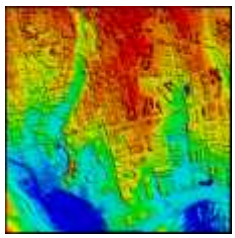
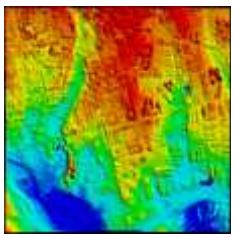
< DSM/DTM 생성에 사용된 아리랑 3호 영상(Terrassa) >

구 분	좌측영상	우측영상
영상이름	K3_20130205130436_03856_00841311_L1R	K3_20130205130557_03856_00841311_L1R
썸네일		
영상크기	24060 x 18416 (pixel)	24060 x 17832 (pixel)
공간해상도	0.7m	
찰영지역	Terrassa, Barcelona, 스페인	

< 레퍼런스 DSM(Terrassa 지역) >

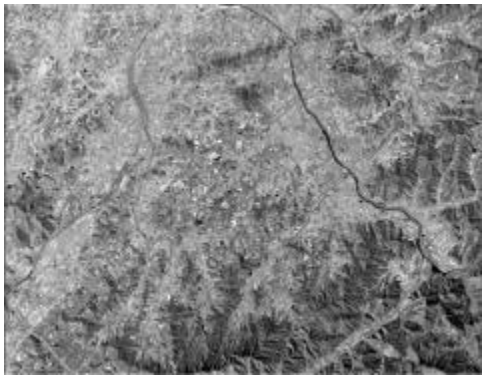
구 분	Terrassa 지역의 레퍼런스 DSM
영상	
공간해상도	1m
영상크기	6002 x 6002 (pixel)

< 생성된 DSM과 레퍼런스 DSM 비교 >

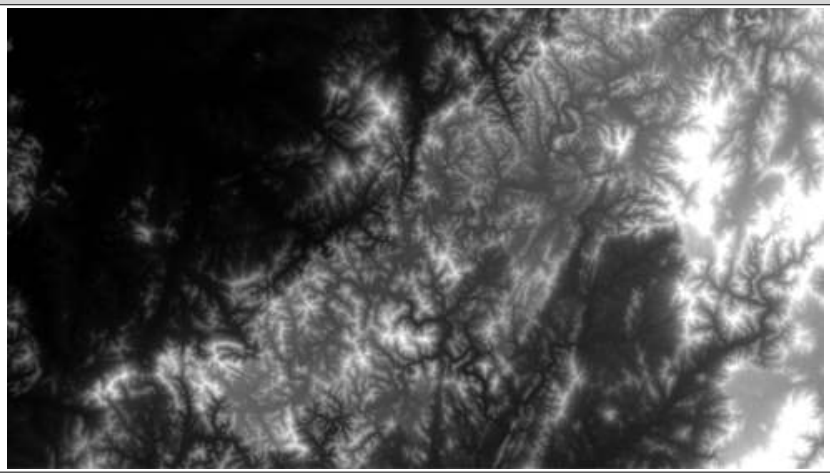
구 분	DSM 정확도 분석			
DSM 격자간격	영상GSD x1 0.96m	영상GSD x2 1.92m	영상GSD x3 3.84m	영상GSD x4 7.68m
생성결과				
Compared Point (Rate)	4330214 (99.70%)	1081537 (99.61%)	270400 (99.62%)	67905 (99.68%)
AVG(m)	2.6258	3.0811	3.1135	3.1754
STD(m)	3.9550	3.9053	3.8512	3.8922
RMSE(m)	4.7473	4.9744	4.9523	5.0232
NMAD(m)	1.7664	2.2319	2.1887	2.2501
68.3 Quantile (m)	2.2918	3.0244	3.0695	3.1566
95 Quantile (m)	9.7949	10.1753	10.3444	10.6147

○ 아리랑 3A호 영상으로 생성된 DTM의 정확도 분석

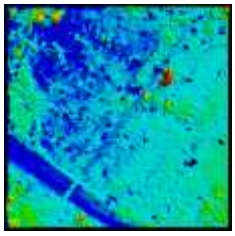
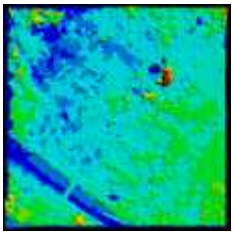
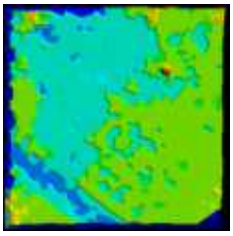
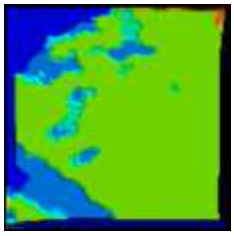
< DSM/DTM 생성에 사용된 아리랑 3A호 영상(전라도) >

구 분	좌측영상	우측영상
영상이름	K3A_20171021044156_14209_00264692_L1R	K3A_20171109042614_14496_00205907_L1R
썸네일		
영상크기	24060 x 20400 (pixel)	24060 x 18720 (pixel)
공간 해상도	0.55m	
촬영지역	전라도, 대한민국	

< 레퍼런스 DTM(전라도 지역) >

구 분	전라도 지역의 레퍼런스 DTM
영상	
공간해상도	5m
영상크기	17764 x 10019 (pixel)

< 생성된 DTM과 레퍼런스 DTM과 비교 >

구 분	DTM 정확도 분석			
DSM 격자간격	영상GSD x1 (0.77m)	영상GSD x2 (1.54m)	영상GSD x3 (3.08m)	영상GSD x4 (6.16m)
생성결과				
Compared Point (Rate)	1208991 (99.19%)	299867 (98.41%)	73604 (96.62%)	18011 (94.58%)
AVG(m)	1.5938	2.3633	4.3814	4.8687
STD(m)	1.9551	1.9102	1.8393	2.3375
RMSE(m)	2.5224	3.0388	4.7518	5.4008
NMAD(m)	1.3322	1.3089	1.4825	2.9645
68.3 Quantile (m)	1.6067	2.5797	4.9485	5.5724
95 Quantile (m)	5.7130	6.1634	7.6348	8.5720

○ 성과지표의 성능목표치 제시

성과지표	단 위	세계최고수준	성능목표
DSM 생성속도	분	-	1㎢ 기준 60분 이내
DSM 생성 격자간격	배수	입력영상 GSD x 2배 (미국/BAE System)	입력영상 GSD x 4배
DSM 위치정확도	미터	-	5m

(다). DSM/DTM 추출을 위한 입체영상 제작 프로토타입 개발

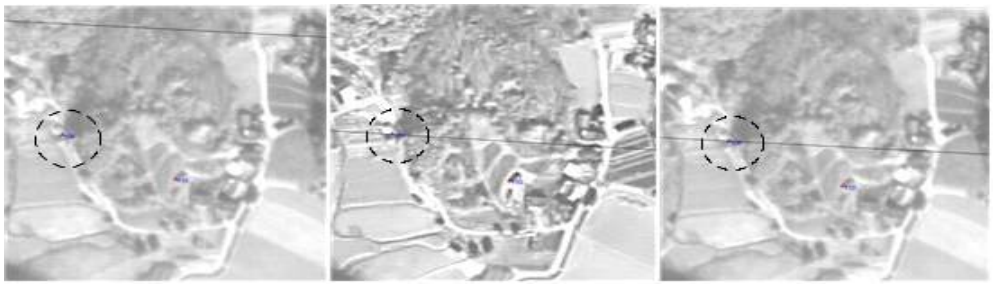
①. RPC를 이용하여 영상 전역에 대한 에피폴라 선형 추출, 선형 분석을 통한 입체 변환 모델식 구축

○ 정밀 3차원 입체 영상 처리를 위한 RPC 보정

○ 에피폴라 라인 생성 및 에피폴라 정보기반 매칭점 생성

○ Quasi-GCP 생성 및 투여오차 분석을 통한 RPC 보정

○ 보정된 RPC의 표준 포맷 RPC 파라미터로의 재생성

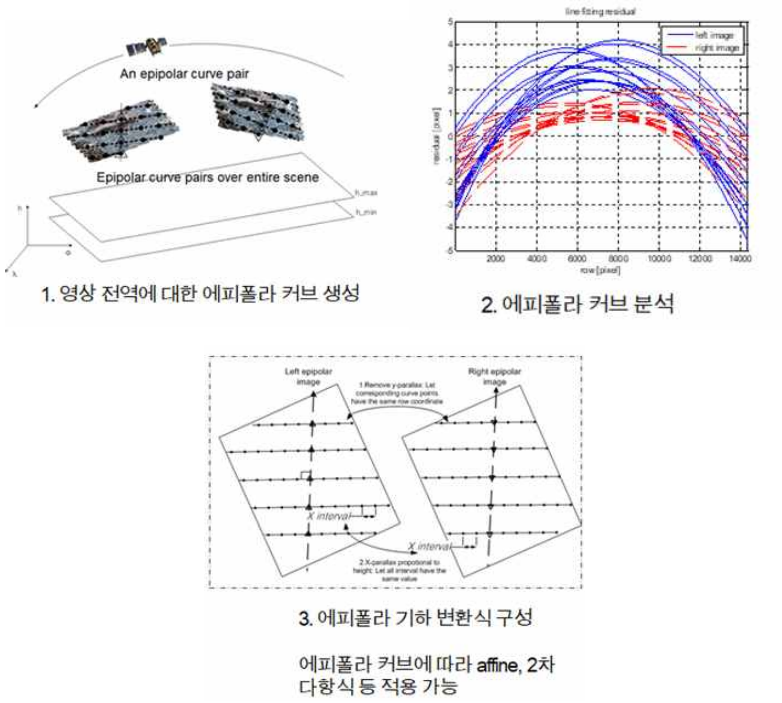


(a) (b) (c)

<RPC보정 전/후 매칭점의 에피폴라 라인 근접성 (a) RPC 보정 전 영상 매칭점과 에피폴라 선의 거리, (b),(c) 좌/우측 영상 매칭점의 에피폴라 선형상 위치>

○ 에피폴라 선형 추출, 선형 분석

- 기준 영상 중심 포인트를 기준 RPC 반복 투영
- 영상 전역 에피폴라 포인트 추출 (입체 영상)
- 포인트 배열을 분석하여 선형성을 분석
- 에피폴라 기하를 맞추기 위한 포인트 재배열 기하 변환식 구성
- 1. 입체 영상간의 Line좌표 동일성 확보
- 2. X-시차와 지상 높이간의 선형관계 확보



<에피폴라 선형 추출 및 에피폴라 변환 기하 구성>

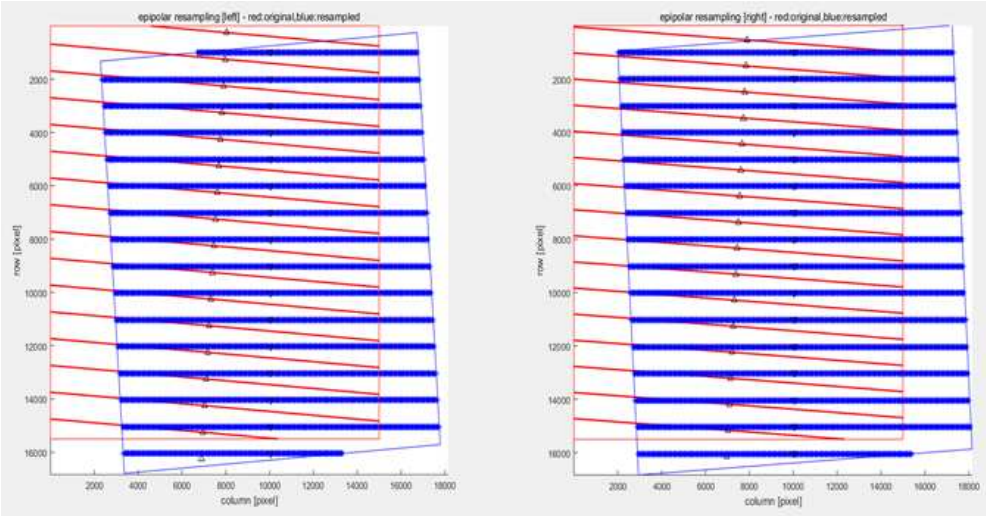
② . 국토관측위성 영상의 입체 처리를 위한 에피폴라 영상 리샘플링 알고리즘 프로토타입 개발

○ 영상 전역 에피폴라 포인트 추출

○ 에피폴라 포인트 재배열

○ 재배열된 에피폴라 포인트를 이용한 영상재배열 변환식 생성

○ 프로토타입 제작



<에피폴라 포인트 재배열 (빨간색: 원 에피폴라 라인, 파란색: 재배열된 에피폴라)>

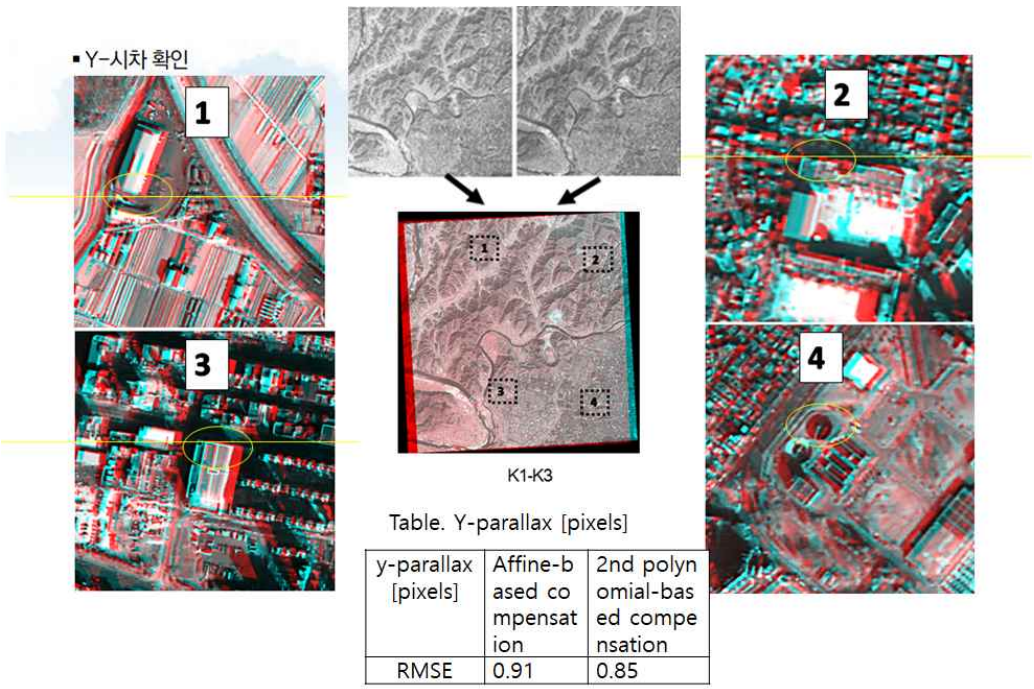


Table. Y-parallax [pixels]

y-parallax [pixels]	Affine-based compensation	2nd polynomial-based compensation
RMSE	0.91	0.85

<에피폴라 영상 생성 및 y-시차 분석>

(라). DSM/DTM 추출 SW 개발

①. DSM 생성속도

○ 서울 도심지를 촬영한 KOMPSAT-3A 스테레오 영상을 이용하여, 기복변위가 큰 산악지형 및 거주지가 포함된 영역 2곳을 DSM 생성 대상 지역으로 선정

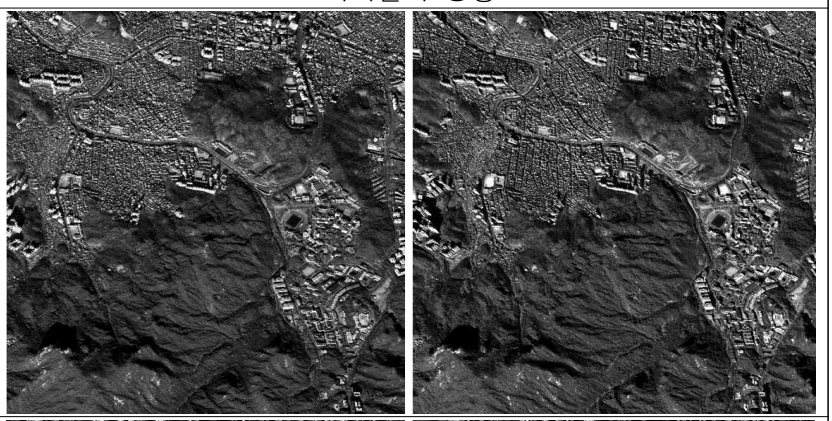
○ 스테레오 영상의 중복 영역 내에서 표준 산출물 크기 (2km×3km)의 면적과 표준 산출물의 격자 간격에 해당하는 2m 급의 공간 해상도를 충족하는 크기(1000pixel×1500pixel)의 DSM을 생성하기 위한 처리과정을 수행

○ 대상 영역에 대하여 부분적으로 에피폴라 영상을 생성함으로써 기존 알고리즘 대비 처리시간이 효율적으로 개선된 영상 정합 수행

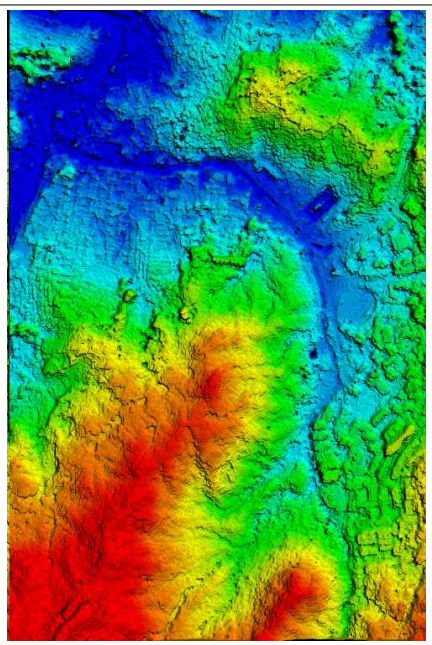
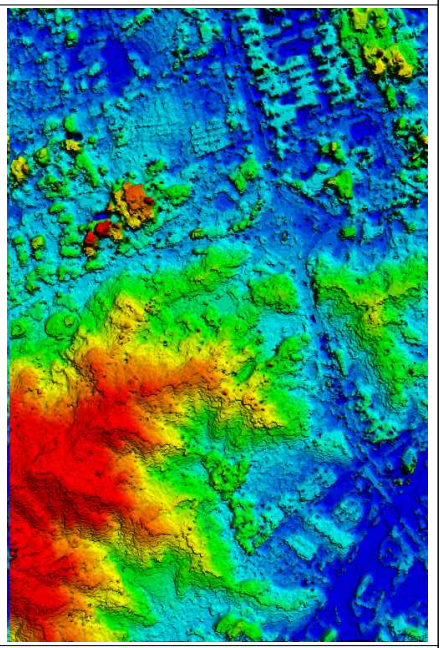
○ DSM 생성 처리시간은 첫 번째 대상지역(Case 1)에서 149초, 두 번째 대상지역 (Case 2)에서 173초 소요됨을 확인

Product ID	Imaging time	Roll tilt	Pitch tilt
K3A_20151211044753_03933_00020757_L1R	04:47:53	25.2909	-22.8408
K3A_20160108043214_04356_00053497_L1R	04:32:19	-14.5876	-29.5495

< KOMPSAT-3A 스테레오 영상 사양 >

분류	에피폴라 영상
Case 1	
Case 2	

< 대상 영역의 에피폴라 영상 >

분류	Case 1	Case 2
DSM 생성 결과		
크기	1000pixel×1500pixel	1000pixel×1500pixel
면적	2km×3km	2km×3km
소요시간	149초	173초

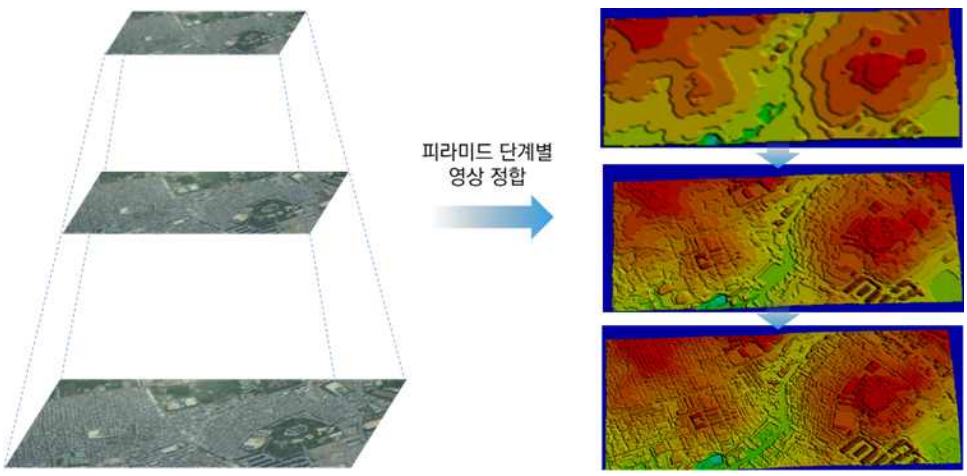
< DSM 생성 결과 및 소요시간 >

②. DSM 생성 격자간격

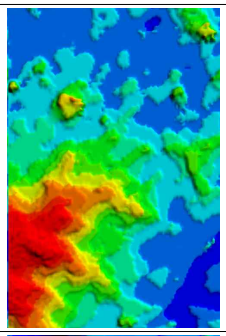
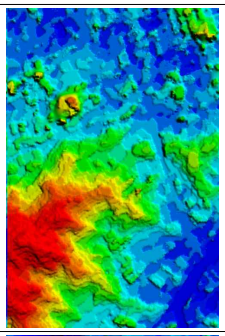
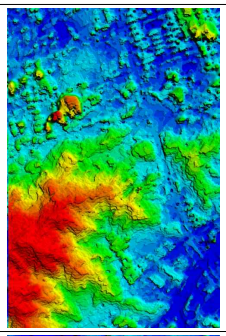
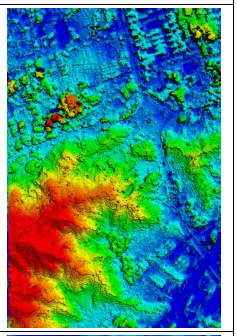
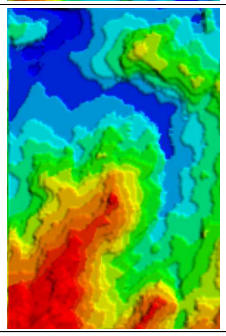
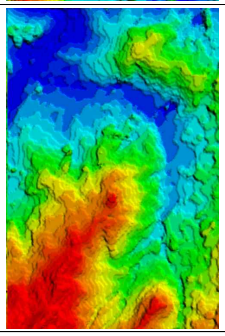
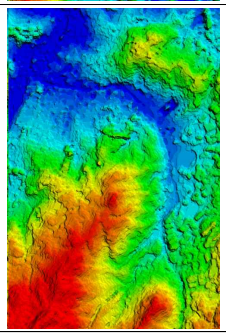
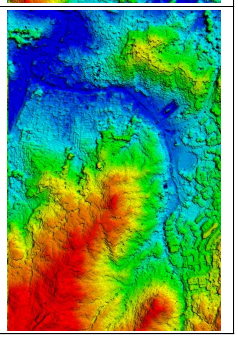
○ 1차년도 연구결과를 통해 도출된 DSM/DTM 산출물 격자 간격(입력영상 공간해상도의 4배수)인 2m 급의 DSM 생성을 수행

○ 입력영상의 Sample, Line 방향으로 각각 1/2 만큼의 다운샘플링을 반복적으로 수행하여 생성된 피라미드 영상 기반의 단계별 정합을 통해 최종적으로 DSM 생성 격자간격의 성능 목표치인 2m 공간해상도를 달성

○ 생성된 DSM의 메타데이터를 통해 UTM-K 투영 좌표계 상에서 2m 급의 공간 해상도를 갖는 GeoTiff 형식의 레스터 파일임을 확인



< 피라미드 영상 기반의 정합 기법 >

분류	공간해상도×32 (16m)	공간해상도×16 (8m)	공간해상도x8 (4m)	공간해상도x4 (2m)
Case 1				
Case 2				

< 피라미드 단계별 DSM 생성 결과 >



< 생성된 DSM 파일의 메타데이터 확인 >

③. DSM/DTM 표준산출물 사양 및 제공범위

○ 대상영역: 한반도

○ 산출물 구성: DSM, DTM, nDSM, Browse 파일(JPEG), 메타데이터(XML)

○ 생성 면적: 1:5000 도곽 단위(약 2km x 3km)

○ 영상 크기: 약 1000pixel x 1500pixel

○ 공간 해상도: 2m

○ 투영 좌표계: UTM-K

○ 파일 형식: GeoTiff

(마). 입체 영상 제작 고도화

①. 입체 영상 제작 고도화 및 정확도 검증

○ 다양한 입체 촬영 시나리오(In-track, cross-track) 및 이종 위성간의 조합을 고려한 에피폴라 영상 제작 고도화 기술 개발

○ 다양한 입체 촬영 시나리오(In-track = single-track, cross-track = across-track) 및 이종 위성간의 조합을 대상으로 적용 가능한 알고리즘의 타당성을 살펴보기 위해 양산 및 대전 지역에 대하여 취득된 single-track Kompsat-3과 across-track Kompsat-3A 데이터를 테스트 진행함

○ 아래 표에 데이터 제원이 제시되었으며, 처리 레벨은 radiometrically corrected 1R이다. Kompsat-3 데이터는 도시, 농경지, 산악 등을 모두 포함하고 있으며, Kompsat-3A데이터는 주로 도심지에 대한 영상임

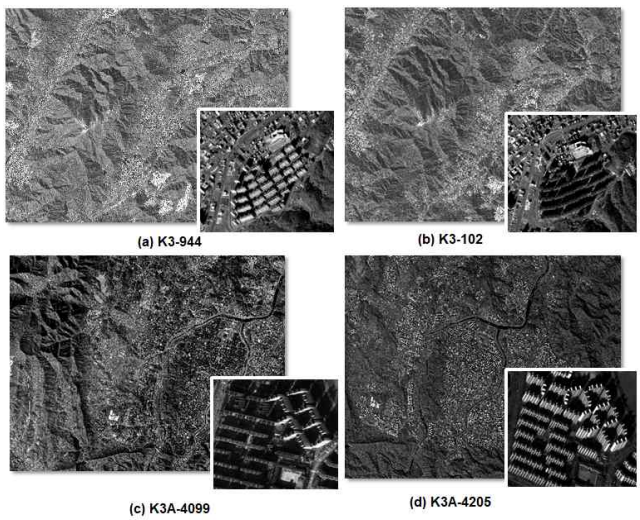
○ Kompsat-3A는 특히 across-track 데이터로서 두 영상간의 기하학적 차이가 상대적으로 크게 존재

○ 또한 Kompsat-3 데이터는 single-track 데이터로서 분광학적으로도 유사하나, 7일간의 차이를 갖고 획득된 Kompsat-3A 데이터는 상대적으로 밝기값 및 그림자의 길이의 차이 등 분광학적 차이 또한 큼

○ Kompsat-3A 데이터는 취득 각도(the roll and pitch) 또한 큰 차이를 보이며, Kompsat-3의 경우 상대적으로 pitch 각의 차이만을 보임

<Specifications of the tested Kompsat-3 images.>

Sensor	**Kompsat-3 (single-track)**		**Kompsat-3A (across-track)**	
Scene ID	K3-944	K3-102	K3A-4099	K3A-4205
Spatial resolution	0.75 m	0.75 m	0.68m	0.76 m
Processing level	1R	1R	1R	1R
Acquisition date	2013-01-25	2013-01-25	2015-12-22	2015-12-29
Roll/Pitch	18.64°/19.85°	16.51°/-20.16°	-26.45°/-1.00°	20.81°/-27.06°
Size (line sample)	24,060 18,304 pixels	24,060 18,304 pixels	24,060 21,720 pixels	24,060 17,080 pixels



<Test Kompsat-3 single-track stereo images (K3-944 and K3-102) and Kompsat-3A across-track stereo images (K3A-4099, K3A-4025).>

○ 스테레오 매칭을 통해 획득된 공액점을 활용하여 quasi-GCPs를 생성하였음

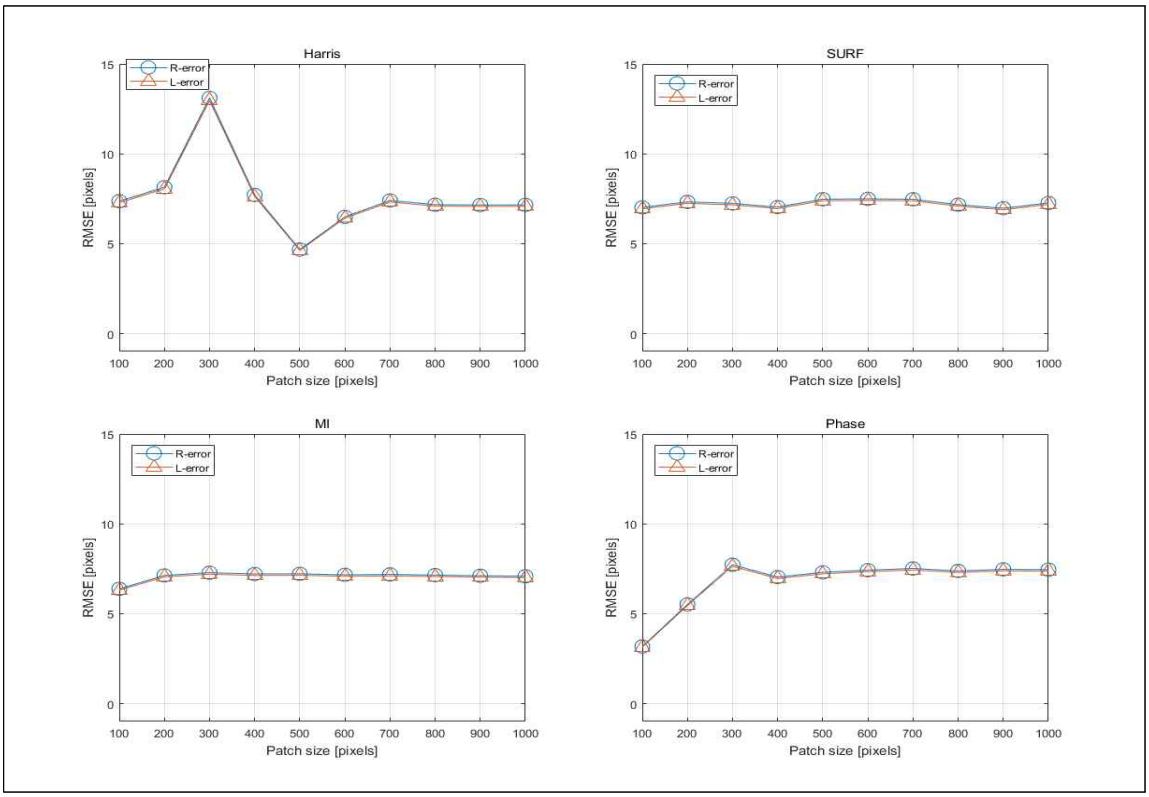
○ 이 때 두 영상의 공액점에서 뻗어나온 직선이 교차되지 않으므로 두 직선 간에 가장 가까운 지점이 최소제곱법을 통해 3차원 좌표로 결정

○ 해당 3차원 좌표는 원 영상으로 투영되며 이 투영된 영상 좌표는 원래의 공액점 영상 좌표와의 차이를 보이는데 이 투영 오차를 최소화하여 입체 영상간의 기하학적 일치도를 향상시켰으며, 본 과정은 지상 GCP가 존재하는 경우에는 해당 GCP만을 활용하여 RPC보정만 수행하면 되는 과정으로서 생략 가능

○ 아래 그림은 공액점 추출시 활용된 매칭 기법 4가지에 대해 투영 오차를 분석해본 결과임

○ 매칭 시의 패치 크기를 100픽셀에서 1000픽셀까지 변화시켜본 결과 공액점에는 과대오차가 포함되어 있을 수 있음

○ 대부분 5 - 10 픽셀의 투영오차를 보이며, 원영상의 경우 the Harris 매칭방법이 가장 불안정적인 결과를 보였고, 이는 입체 영상은 GCP등을 이용하여 RPCs를 보정함으로써 두 영상간의 기하학적 통일성을 확보해야함을 보여주는 것임



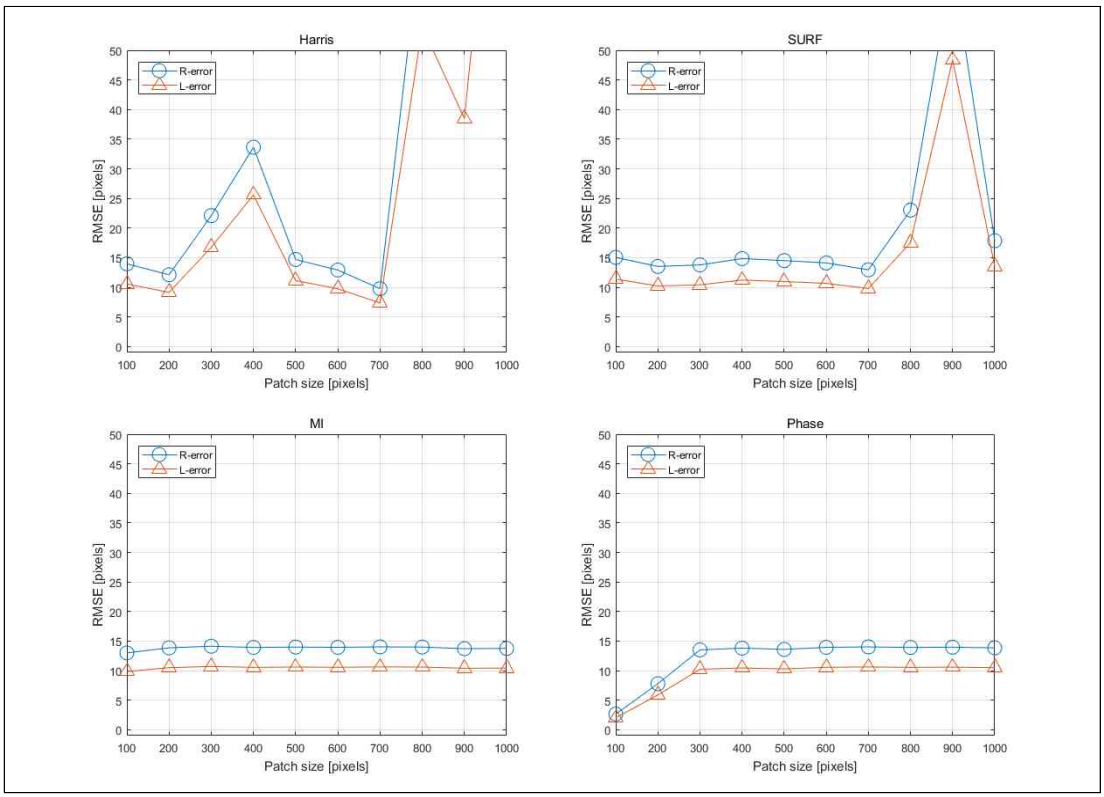
<Reprojection errors (single-track Kompsat-3 - before adjustment).>

○ across-track Kompsat-3A 데이터에 대한 투영오차 분석을 수행

○ single-track Kompsat-3에 비해 훨씬 큰 투영 오차를 보이는 것을 알 수 있으며, 대부분의 경우 5 - 25 pixels의 오차를 보였으나, Harris와 SURF 일부의 경우 50 pixels 보다 훨씬 큰 오차를 보이기도 하였는데, 이는 과대오차의 포함 가능성 때문으로 보임

○ 대체적으로 Harris와 SURF기법이 불안정한 결과를 보였고 MI와 PC 는 상대적으로 안정적인 오차 패턴을 보였다. 그러나 여전히 투영오차는 10픽셀을 넘었음

○ 이는 입체 영상은 GCP등을 이용하여 RPCs를 보정함으로써 두 영상간의 기하학적 통일성을 확보해야함



<Reprojection errors (across-track Kompsat-3A - before adjustment).>

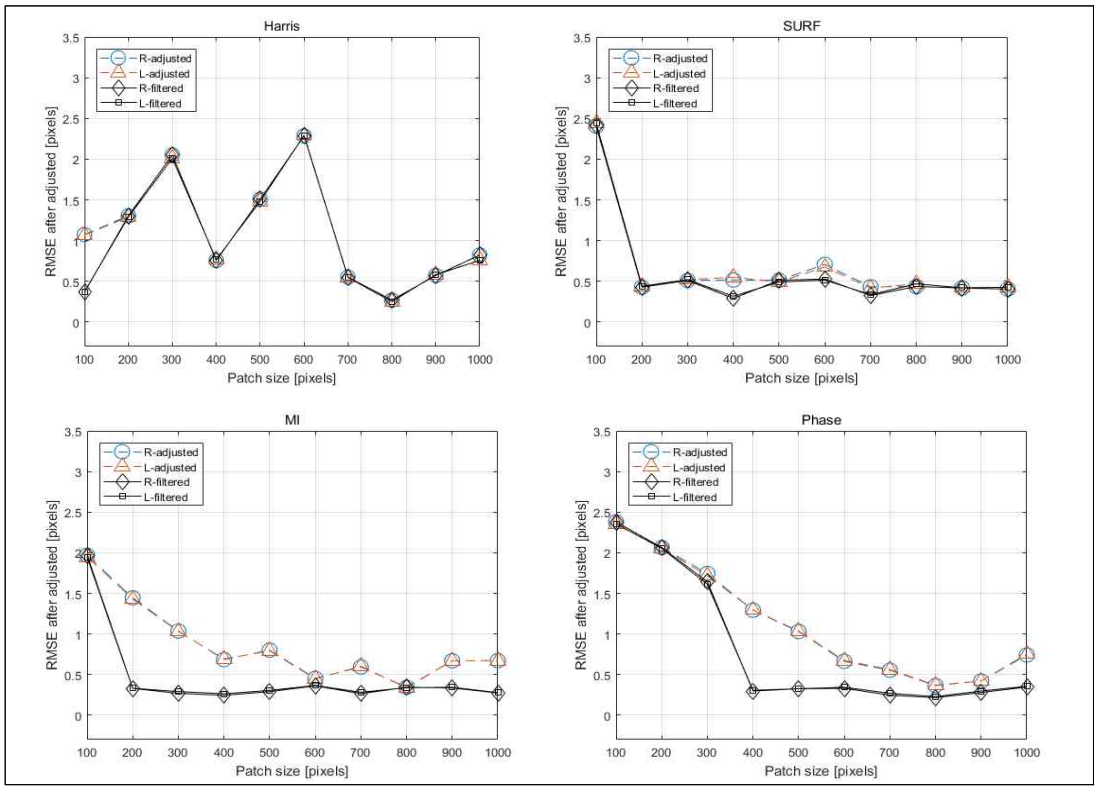
○ 따라서 RPC-bias compensation을 과대오차 제거와 함께 수행해보고 이후 투영오차를 분석하였음

○ 그림에서 R-adjusted와 L-adjusted는 입체 영상의 좌/우 영상에 대한 투영오차(과대오차 제거x)를 보여주며, R-filtered와 L-filtered는 과대오차 제거 이후 향상된 투영오차를 보여주고 있음

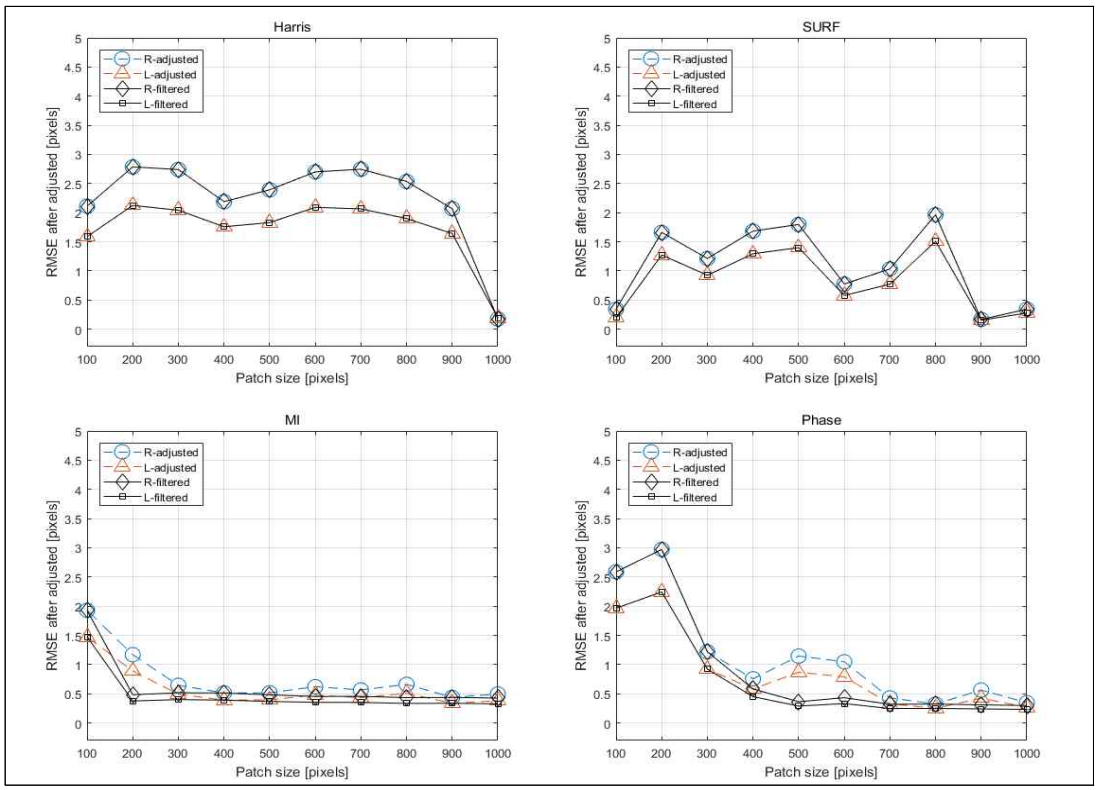
○ 대부분 과대오차 제거를 통해 오차가 많이 줄어듦을 보여주고 있으며, Harris 매칭 기법이 가장 불안정한 결과를 보여주고 있으나 SURF, MI, PC는 매칭 패치크기가 200, 400 픽셀보다 커짐에 따라 0.5픽셀 이하로 안정화됨을 보여주고 있음

○ 동일한 실험을 across-track Kompsat-3A에 대해 수행한 결과 대부분 오차의 범위가 single-track Kompsat-3 data보다 큰 것을 알 수 있었으며, 매칭 기법 중에서는 MI와 PC가 200, 300픽셀 이상의 패치 크기에서 가장 안정적인 정확성을 보여주고 있음

○ Harris와 SURF는 상대적으로 불안정한 결과를 보여였음



<Reprojection errors (single-track Kompsat-3 after adjustment).>



<Reprojection errors (across-track Kompsat-3A - after adjustment).>

② 에피폴라 영상 생성 및 y-시차 분석

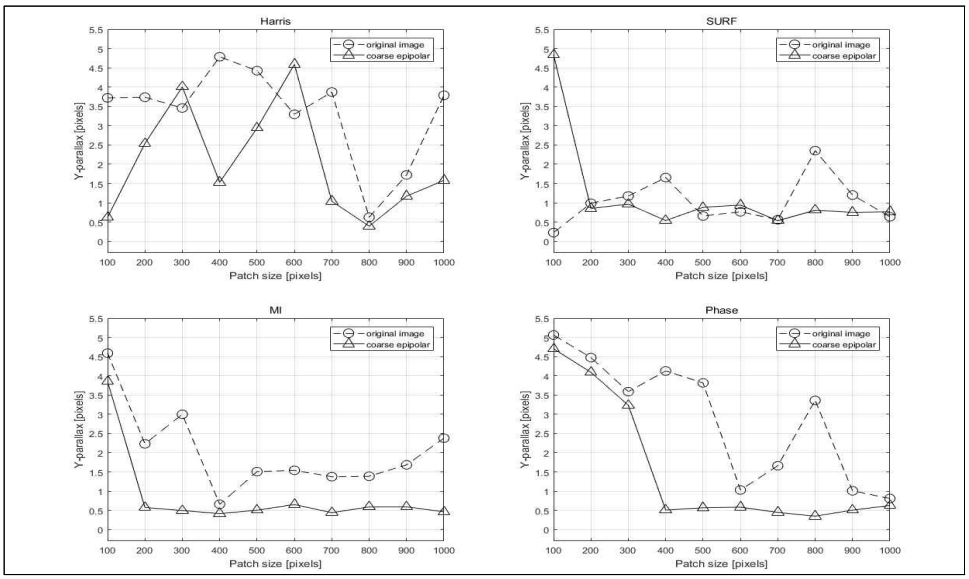
○ 보정된 RPCs를 활용하여 에피폴라 영상을 생성하였으며, 해당 y-시차를 분석하였음

○ 첫 번째로 single-track Kompsat-3 데이터의 경우 Harris를 제외한 모든 기법에서 y-시차

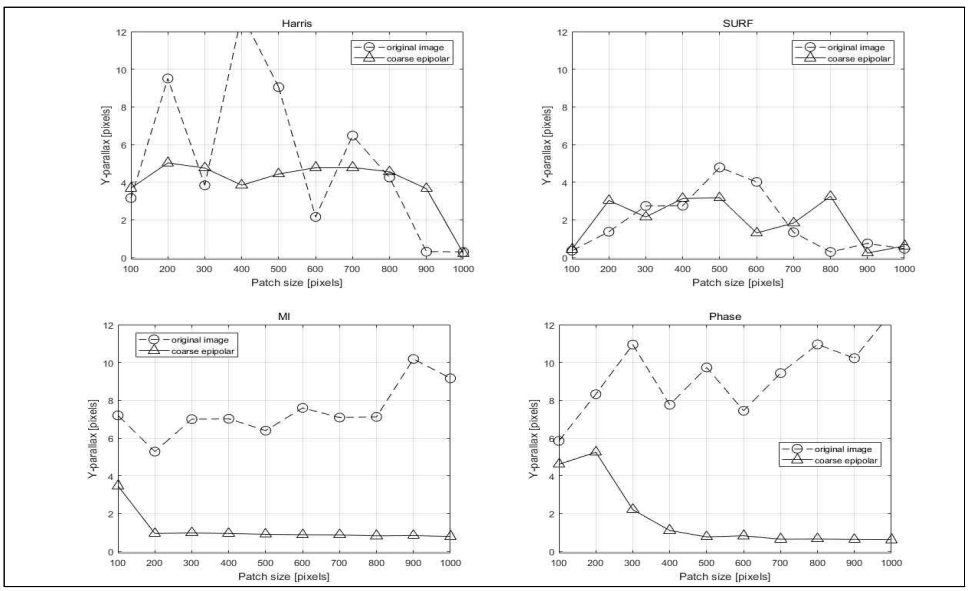
정밀도를 향상시킬 수 있음을 알 수 있었으며, 그래프의 coarse epipolar선을 따라 대부분의 경우 1픽셀 이하의 정밀성을 확보하고 있음을 보여주고 있음

○ 입체 영상간의 기하학적, 분광학적 차이가 큰 across-track Kompsat-3A 데이터에 대한 결과를 분석하였음

○ 그 결과 Harris와 SURF는 상대적으로 불안정하나, MI와 PC는 400픽셀 이상의 패치 활용 시 1픽셀이하의 y-시차를 확보할 수 있음을 알 수 있었음



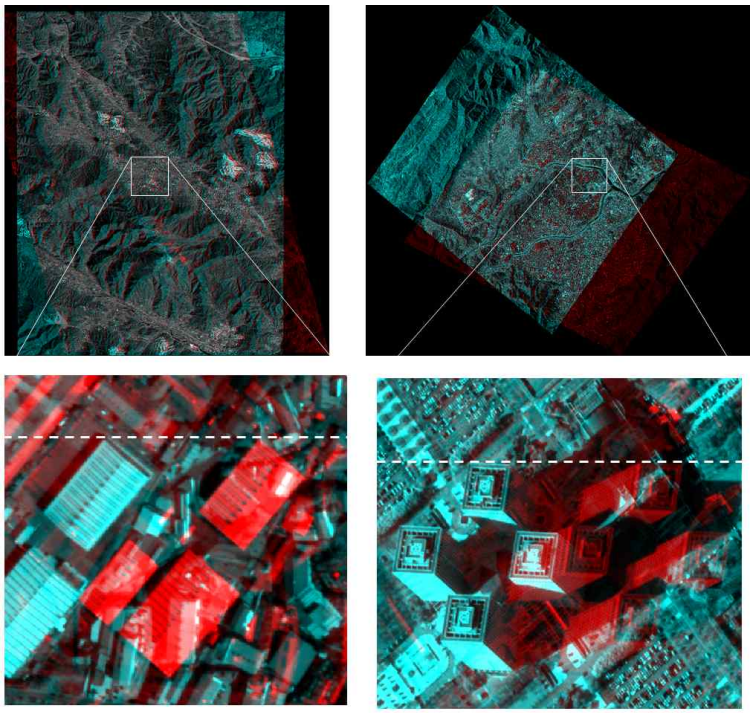
<Y-parallax (single-track Kompsat-3).>



<Y-parallax (Across-track Kompsat-3A).>

○ 최종 생성된 에피폴라 영상을 여색입체시로 나타낸 것이며, 확대그림 또한 표시하였음

○ 여색입체안경을 통해 3차원 화면을 디스플레이할 수 있으며, 확대 그림에서 빨간색과 청록색 건물이 동일한 라인좌표(하얀선)에 위치해 있음을 알 수 있고, 고품질의 입체 데이터 처리가 가능해졌음을 알 수 있음



(a) (b)

<Final anaglyph images showing sub-pixel y-parallax (a) single-track Kompsat-3 and (b) Across-track Kompsat-3A>

③. 다양한 테스트 위성 데이터의 적용 및 y-시차 정밀도 분석

○ 보다 다양한 외국위성에 동일 알고리즘을 적용하여 y-시차를 분석하였음

○ 두 중복 영상의 촬영위치 등의 차이에 의해 발생하는 입체 시차(parallax)는 횡시차(x-parallax)와 종시차(y-parallax)로 나뉘며, 횡시차(x-parallax)의 경우 두 영상의 촬영시 진행 방향으로 발생하는 시차로 중복 영상으로부터 대상지의 표고값을 계산하기 위한 중요한 정보임

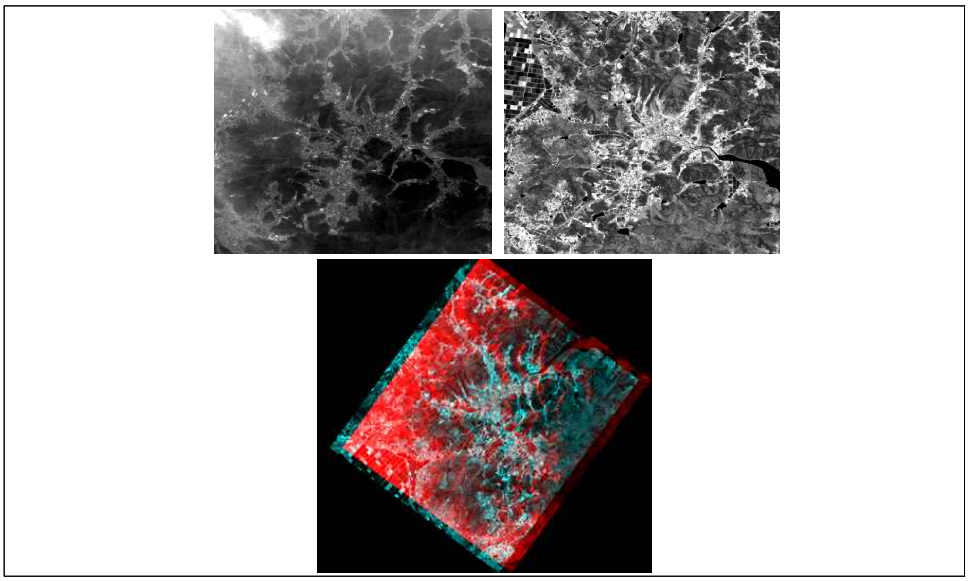
○ 종시차(y-parallax)의 경우 촬영 진행 방향의 수직방향으로 발생하는 시차로서, 두 영상간의 tilt등 촬영각 차이로 인해 발생하며, 입체 영상간의 품질을 떨어뜨리는 요소임

○ 좌/우 영상간의 y좌표값의 차이가 곧 종시차가 되며, 해당 종시차가 클수록 두 영상간의 입체 디스플레이 및 입체 매칭의 정밀도를 증대시킬 수 있고, 평균 1픽셀이하로 제작될 경우 우수한 종시차라 볼 수 있음

○ WorldView-2 Across-track data에 대하여 상용 SW를 이용하여 생성된 입체영상의 결과값을 확인

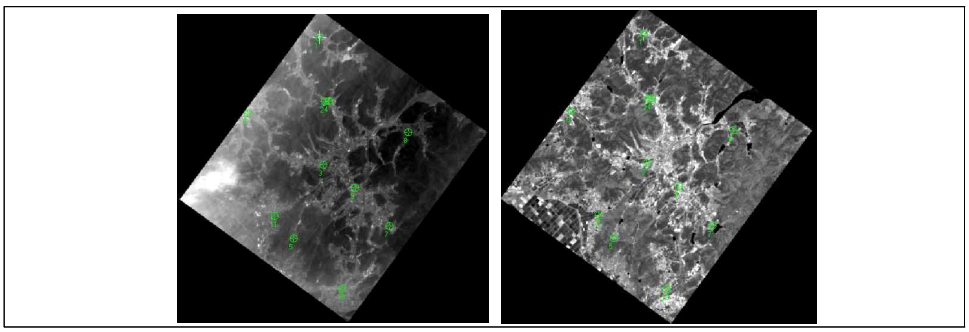
○ 생성된 입체 영상을 이용하여 영상 중첩을 수행하고 여색 입체시를 생성한 결과를 확인할 수 있음

○ 입체 영상 중 한 영상은 Red밴드에 할당하고, 다른 영상은 Green 및 Blue 밴드에 할당하여 구성하며, 여색 입체 안경을 이용하여 간략히 3차원으로 영상을 확인할 수 있음



<WorldView-2 across-track stereo data.>

○ 에피폴라 영상에서 정밀한 타이포인트 추출하였고, 해당 y좌표의 비교 평가를 통해 y-시차의 정밀성을 평가하였음



<WorldView-2호 Across-track 타이포인트.>



<WorldView-2호 Across-track 타이포인트 샘플 확대.>

○ y-시차의 RMSE가 0.383픽셀로서 1픽셀이하의 정밀성을 확보함을 확인

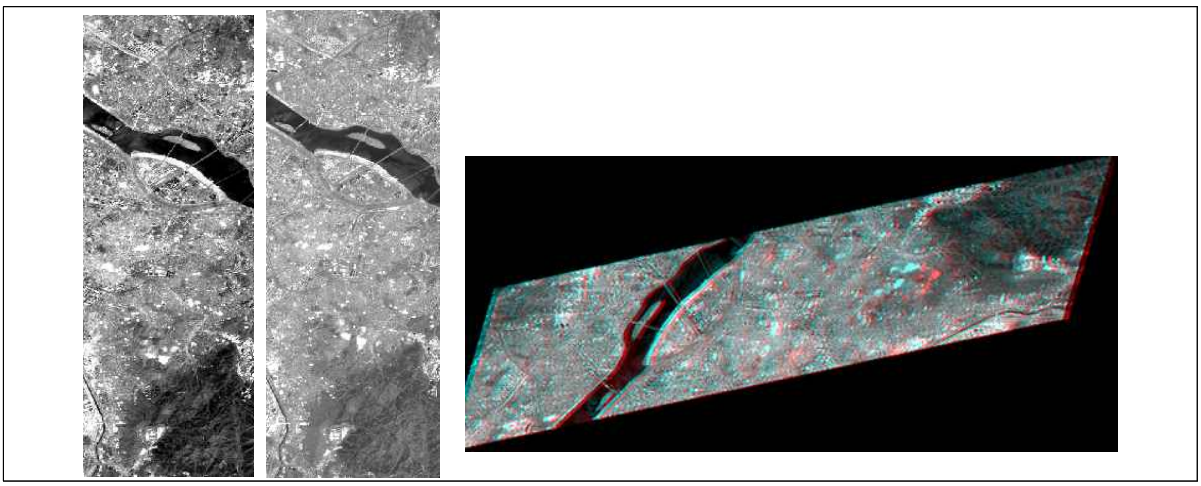
<WorldView-2호 Across-track 종시차 (y-parallax) 분석>

Tie point ID	| y-parallax | [pixels]
1	0.500
4	0.500
6	0.000
8	0.258
10	0.254
...	...
Mean	0.306
Min	0.000
RMSE	**0.383**

○ WorldView-2 Across-track data에 대하여 상용 SW를 이용하여 생성된 입체영상의 결과값을 확인

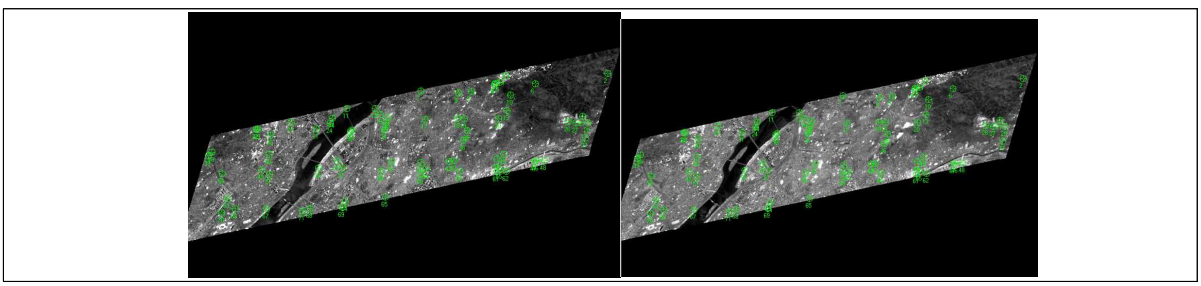
○ 생성된 입체 영상을 이용하여 영상 중첩을 수행하고 여색 입체시를 생성한 결과를 확인할 수 있음

○ 입체 영상 중 한 영상은 Red밴드에 할당하고, 다른 영상은 Green 및 Blue 밴드에 할당하여 구성하며, 여색 입체 안경을 이용하여 간략히 3차원으로 영상을 확인 가능함

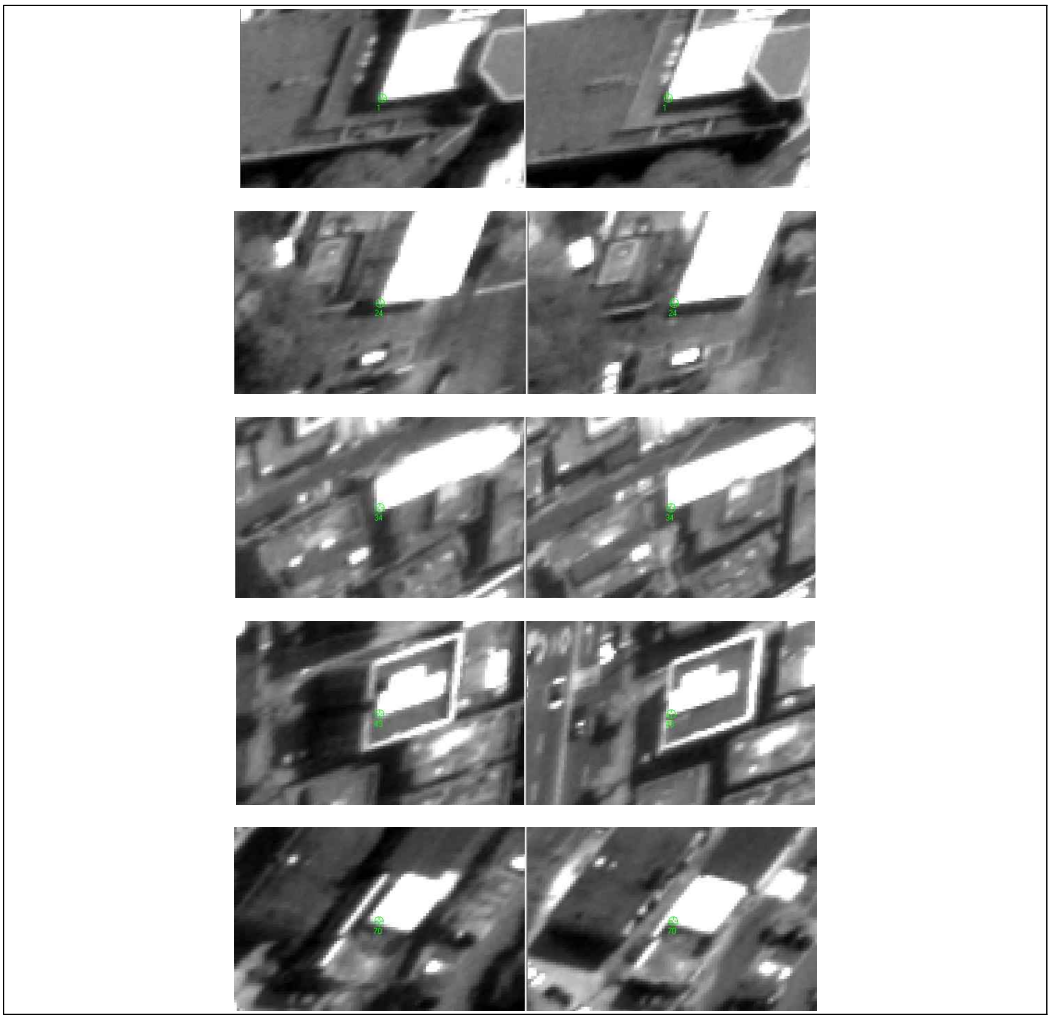


<WorldView-2 across-track stereo data.>

○ 에피폴라 영상에서 정밀한 타이포인트 추출하였고, 해당 y좌표의 비교 평가를 통해 y-시차의 정밀성을 평가하였음



<WorldView-3호 Single-track 추출된 타이포인트.>



<WorldView-3호 Single-track 타이포인트 샘플 확대>

○ y-시차의 RMSE가 0.443픽셀로서 1픽셀이하의 정밀성을 확보함을 확인

<WorldView-3호 Single-track 종시차 (y-parallax) 분석>

Tie point ID	| y-parallax | [pixels]
1	0.237
24	0.317
34	1.025
43	0.499
70	0.473
…	…
Mean	0.3315
Min	0.001
RMSE	**0.443**

(바). DSM/DTM 자동 추출 고도화

①. UX & UI 및 알고리즘 개선

○ 시스템 연계 인터페이스 협의에 따른 SW UX & UI 개선

○ 2km×3km 도엽 단위 산출물 생성 인터페이스 구성

○ 산출물 생성 알고리즘 개선

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-16"?>
<ApplicationOrderModel xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
  <ID>202006_AOI0007</ID>
  <UserID>AGS_Admin</UserID>
  <Urgency>Standard</Urgency>
  <Country>1</Country>
  <PlaceName>1</PlaceName>
  <AOType>DSM/DTM 생성</AOType>
  <OpComment>1</OpComment>
  <DownloadPath>D:\download</DownloadPath>
  <SubAOList>
    <SubAO>
      <ReferenceScene>K3A_20180216041924_15992_00041424_L2R</ReferenceScene>
      <InputDataList>
        <InpuData Type="ReferenceStrip">K3A_20180216041924_15992_00041424_L2R</InpuData>
        <InpuData Type="TargetStrip">K3A_20180206043122_15841_00058388_L2R</InpuData>
      </InputDataList>
    </SubAO>
  </SubAOList>
</ApplicationOrderModel>
```

다운로드 경로

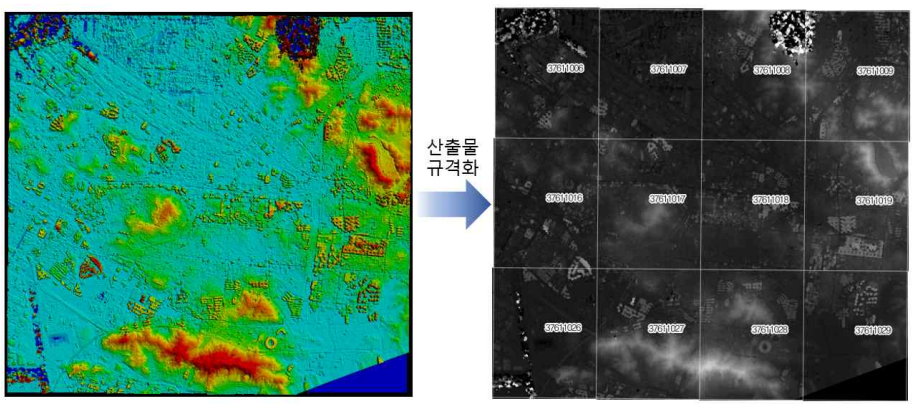
기준 영상 경로

대상 영상 경로

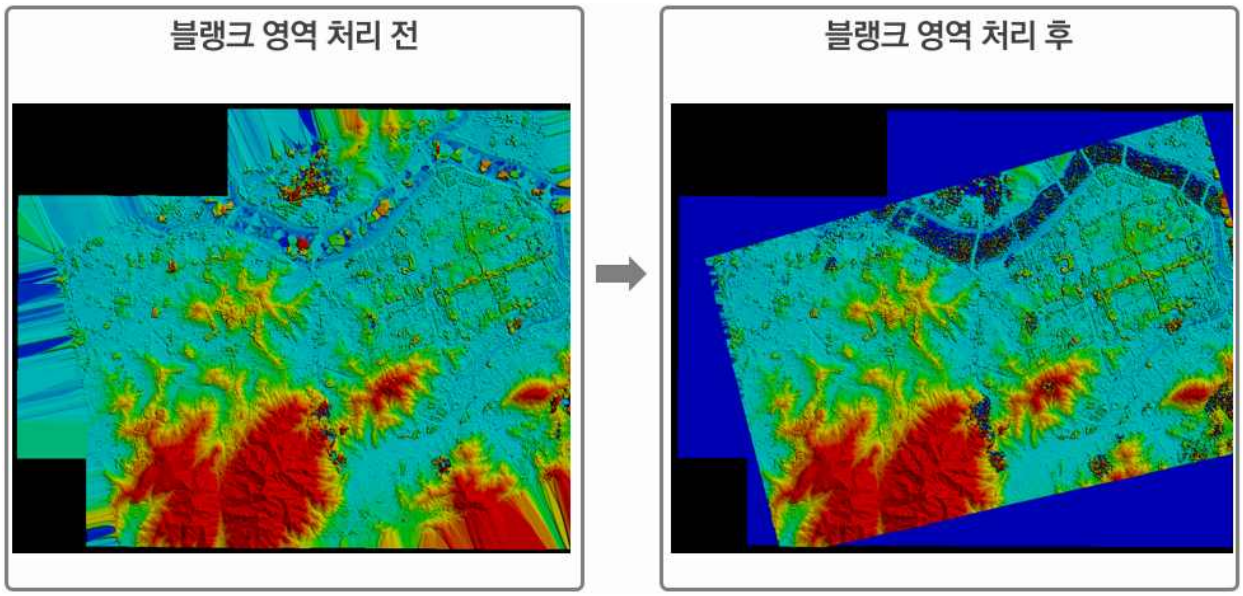
< 연계시스템 작업지시서 인터페이스(xml) >



< SW UX & UI 및 Viewer & Editor 개선 >



< 2km× 3km 도엽 단위 표준산출물 생성 >



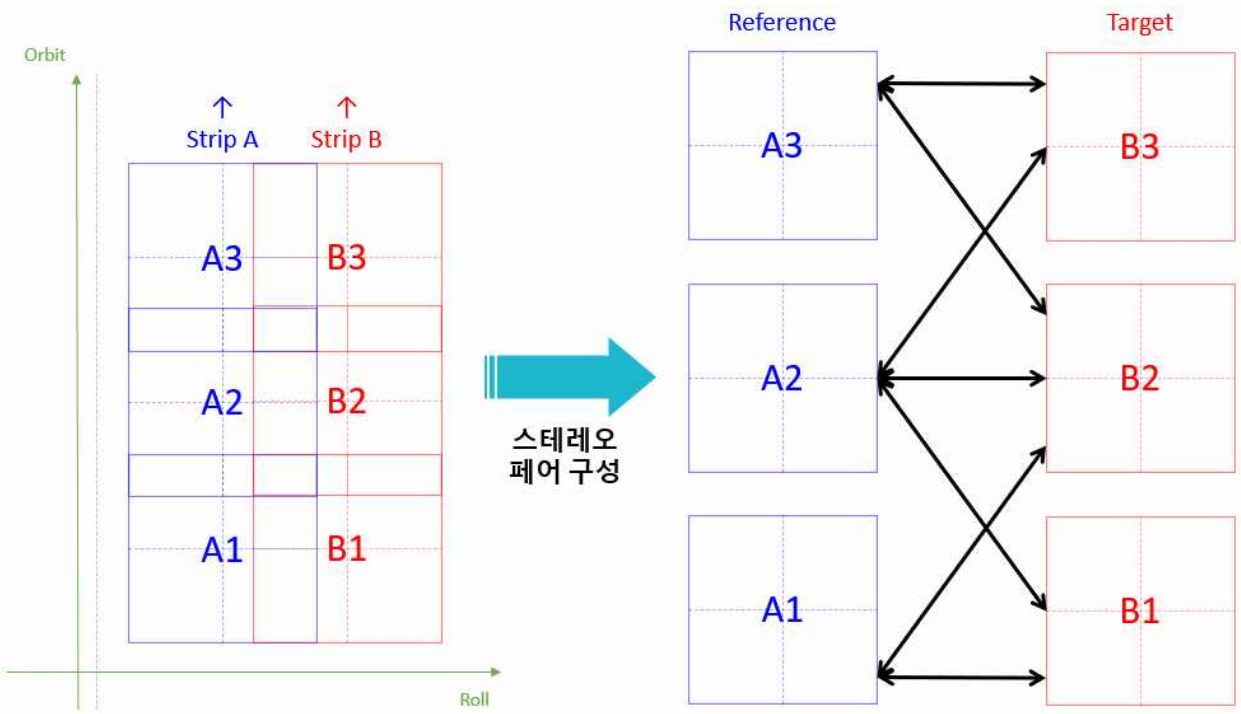
< 표준산출물 생성 알고리즘 개선 >

②. 스트립 단위 입력자료 처리 인터페이스 구성

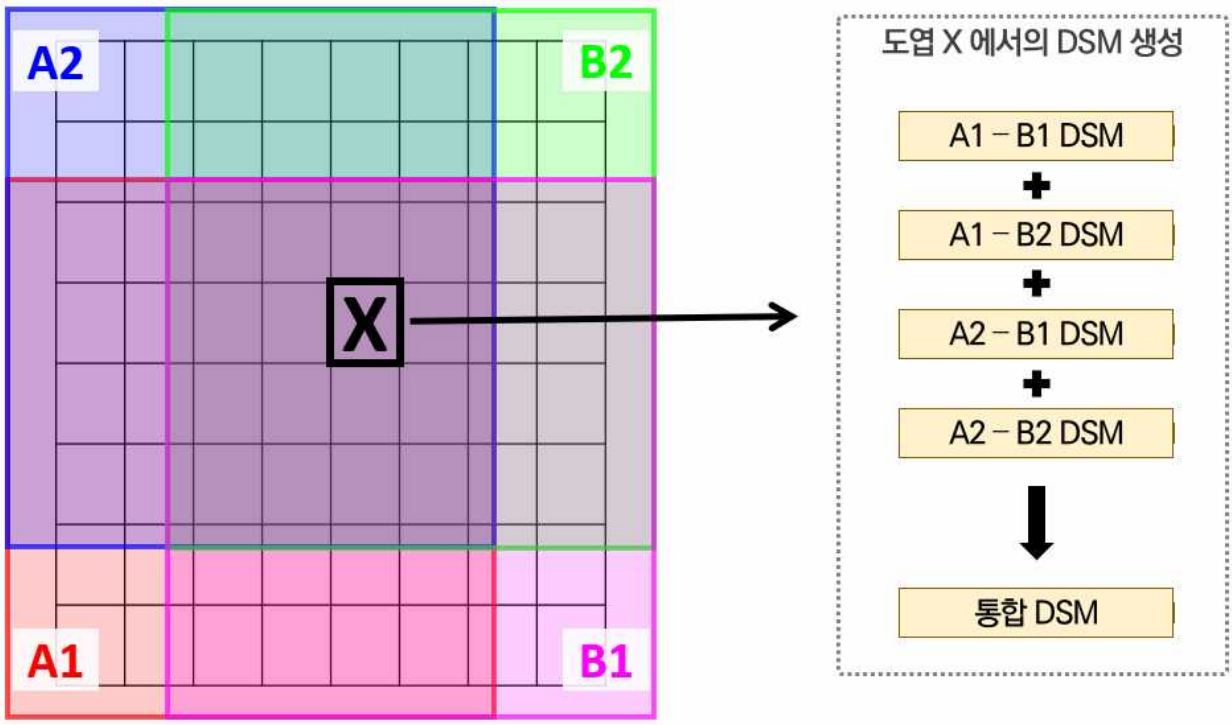
○ 스테레오 기하를 만족하는 쌍둥이 국토위성 영상에 적합한 스트립 단위 영상 처리기능 개발

○ 대단위 대상지역에 대한 일괄처리 가능

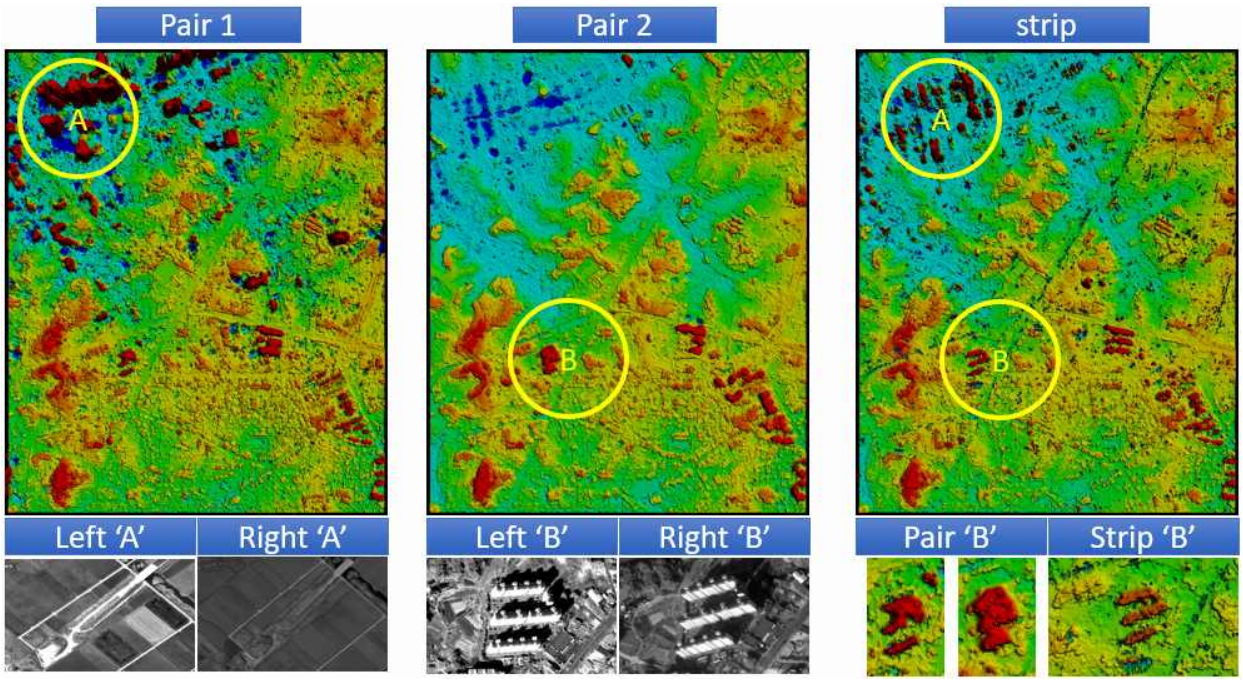
○ 단일 스테레오 페어 대비 정밀도 향상



< 스트립 단위 입력 자료에 대한 스테레오 페어 구성 설계 >



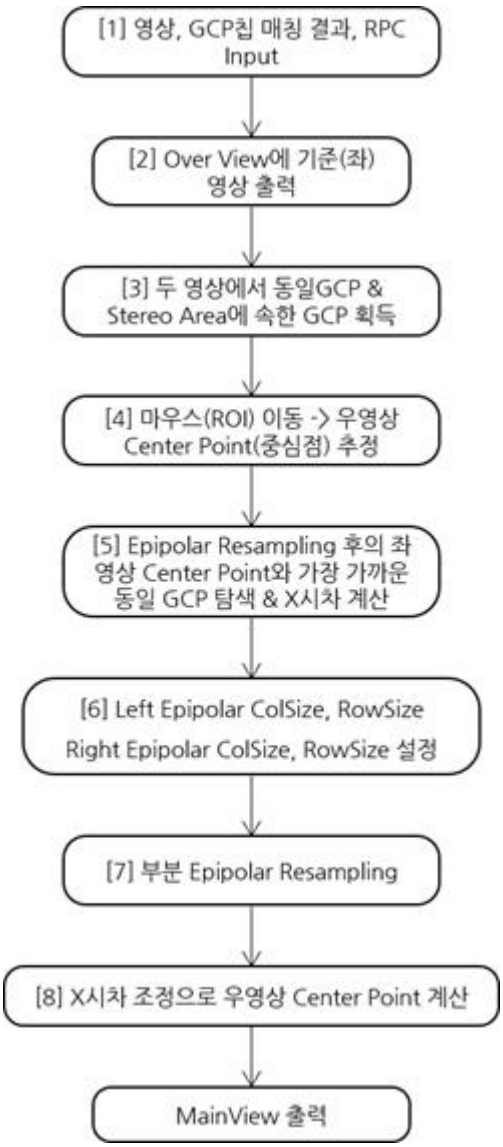
< 도엽 단위 다중 스테레오 페어 처리 방법 설계 >



< 단일 스테레오 페어 처리 결과 대비 스트립 처리 결과 >

(사). 입체기하수립SW 개발

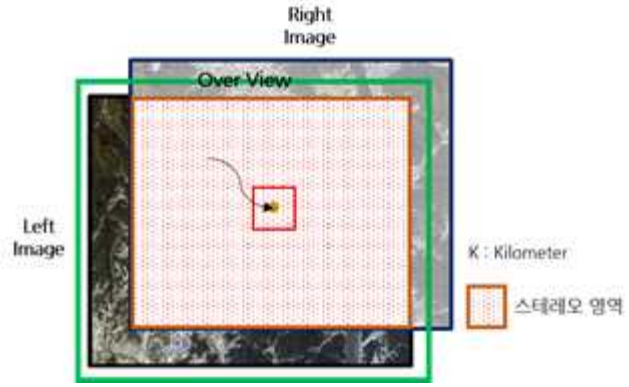
①. 입체기하수립 SW 구현 흐름



< 입체기하수립 SW Flow Chart >

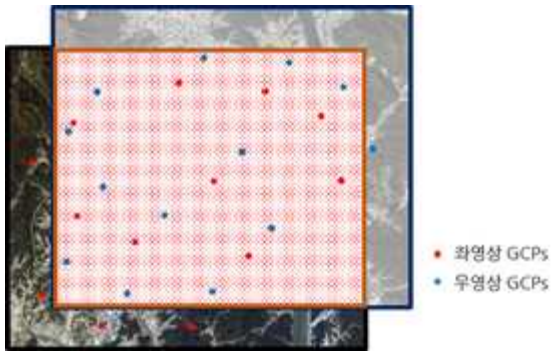
○ [1] 왼쪽 영상과 오른쪽 영상, 두 영상의 GCP 매칭 결과, 정밀센서수립을 위해 업데이트 된 RPC를 입력한 뒤,

○ [2] 입체시를 하기 위해 스테레오 영역의 범위를 계산하여 원 영상(RGB = Red, Green, Blue)과 함께 사각형으로 표현한다. 사용자는 스테레오 영역에서만 ROI(Region of Interest)를 움직일 수 있도록 한다.



< Over View >

○ [3] 동일한 지표면의 정보를 갖는 GCP를 획득하고, 그 중 스테레오 영역에 있는 GCP들만 저장한다.



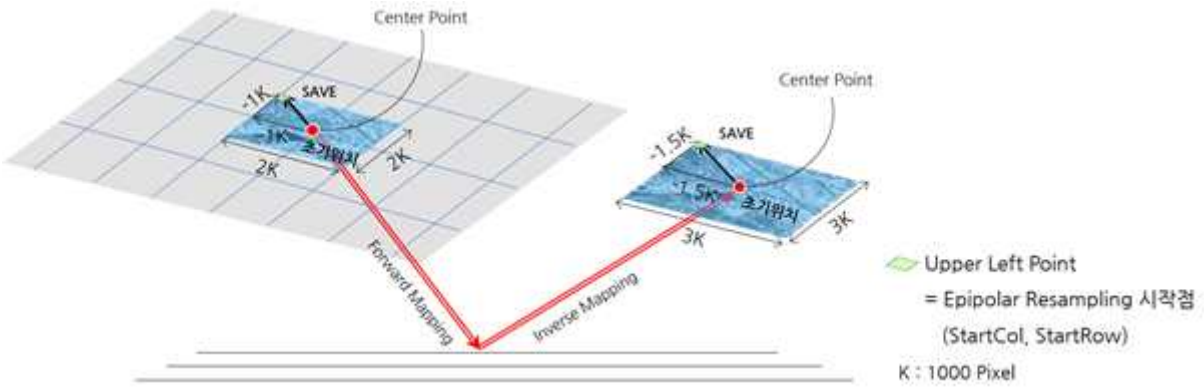
< Stereo Area에 속한 동일 GCP 획득 >

○ 사용자가 Over View 상에서 마우스를 이용해 ROI에 변화를 주면 마우스 포인트의 좌표(초기위치)로부터 다음의 PseudoCode를 따라 영상 저장 시점을 계산한다.

[PseudoCode]

```
좌영상 Center Point(Col, Row) = 초기위치(Col - 1000, Row - 1000)
좌영상 Upper Left Point(StartCol, StartRow) = 초기위치(Col - 2000, Row-2000)
좌영상 Upper Left Point로부터 영상 저장
Forward Mapping 좌영상 Center Point(Col, Row) From Left model -> (Lat, Lon, Height)
Inverse Mapping (Lat, Lon, Height) to Right model->우영상 Center Point(Col, Row)
우영상 Upper Left Point = 우영상 Center Point(Col - 1500, Row - 1500)
우영상 Upper Left Point로부터 영상 저장
```

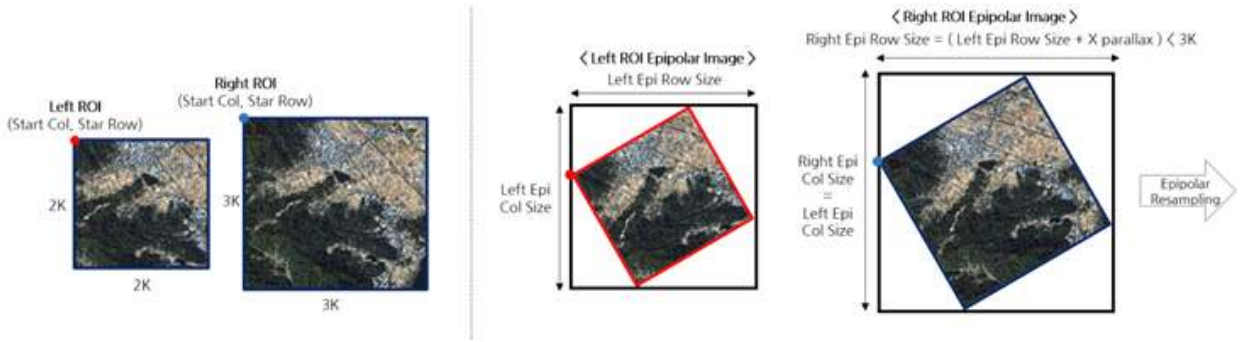
○ 오른쪽 영상이 왼쪽 영상보다 큰 이유는, 좌영상 Center Point로부터 우영상 Center Point를 추정할 때 지표면의 최소 고도와 최대 고도로부터 계산해 나간다는 점과, 좌영상의 Epipolar Resampling 후 Column Size, Row Size에 맞춰 우영상의 Epipolar Resampling 후 Column Size, Row Size를 계산한다는 점, 좌영상의 Center Point로부터 정확한 우영상의 Center Point를 추정하기 어렵다는 점 때문에 Margin을 두는 것이 좋다.



< 우영상 Upper Left Point 추정 >

○ [5]우영상의 Row Size와 X시차 조정을 위해 좌영상의 Center Point와 가장 가까운 동일 GCP를 선정하고, 선정된 GCP간 X시차(에피폴라 후의 영상좌표)를 계산한다. 하지만 GCP가 어느 정도 이상의 거리를 벗어나 선정할 GCP가 없는 경우 또한 X시차 조정이 필요하다. 이는 두 영상 간 Tiepoint를 추출하여 GCP가 없는 지역에서 같은 방식으로 사용하여 조정하도록 해야한다.

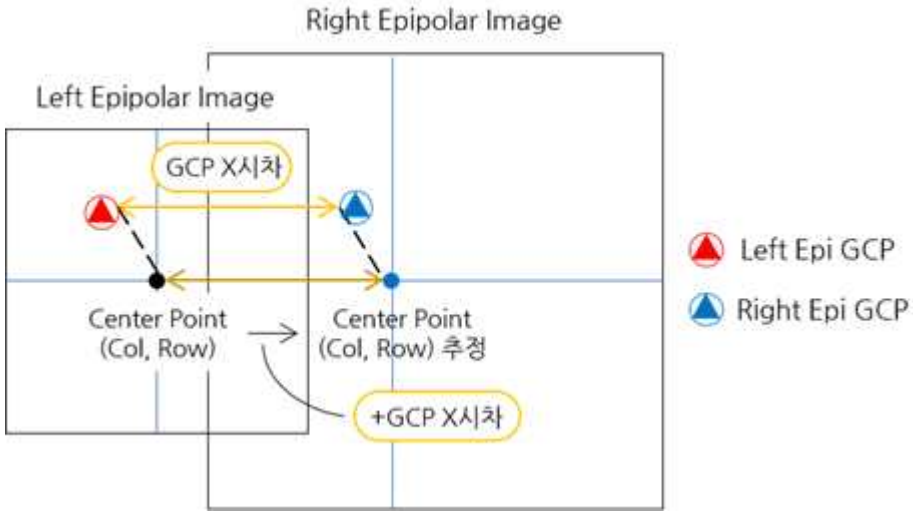
○ [6] 영상 저장 후, Epipolar Resampling 과정을 거치면 영상의 크기가 커지기 때문에 연산 전에 영상 크기를 최소화해야 한다. 따라서 Epipolar Resampling 전, Epipolar Resampling 후의 영상 크기 계산 시, 우영상의 Column Size는 좌영상의 Column Size와 동일하도록 해야하고, Row Size는 앞서 선정한 GCP간 X시차만큼 커야 한다.



< Epipolar Resampling 결과 영상의 크기 설정 >

○ [7] RFMEpipolar 함수를 이용해 Epipolar Resampling 하여 두 영상의 Y시차를 제거한다.

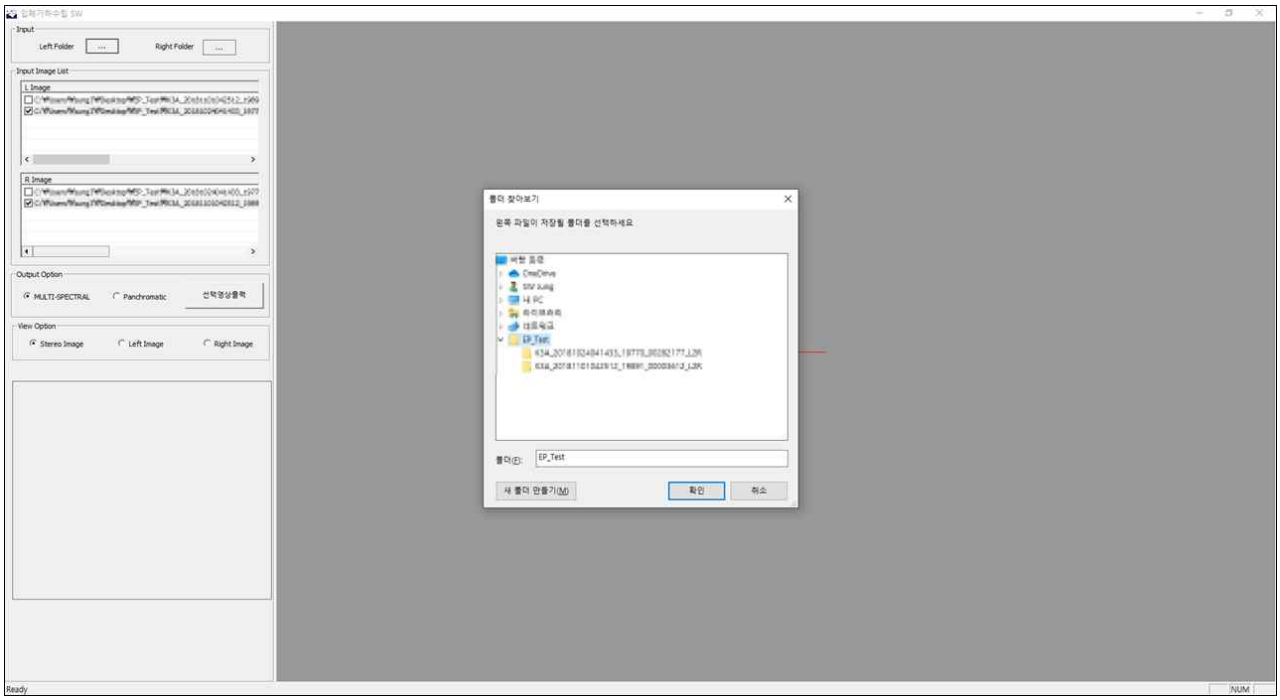
○ [8] 좌영상의 Center Point에 [5]의 X시차 계산결과를 더해 출력할 우영상의 새로운 Center Point를 추정하여 X시차를 조정한다.



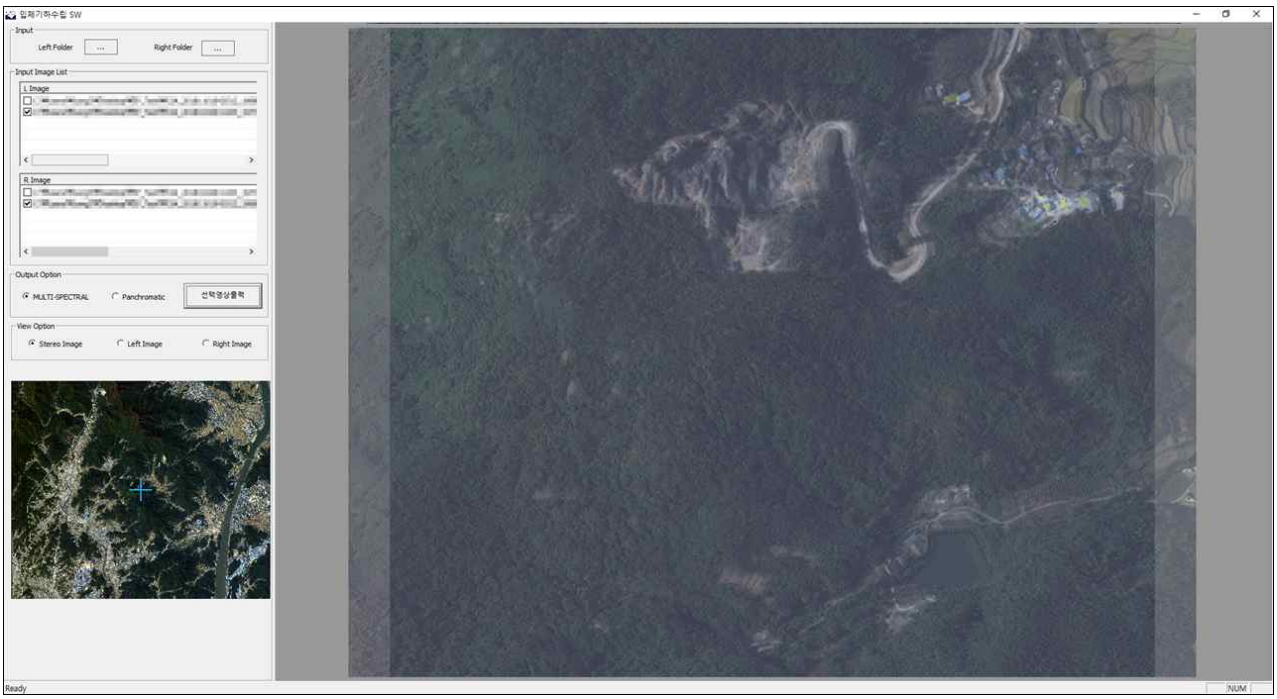
< GCP Chip 매칭 결과를 이용한 X시차 조정 >

② . 입체기하수립 SW 개발 결과

○ 스테레오 영상 입력



○ 사용자 지정 ROI에서의 입체 영상 생성



○ 오버뷰 지점 선택으로 ROI 변경



○ 입체경 착용을 통해 입체시 확인

(17). 3-4세부: 국토위성정보 품질검증체계 및 법/제도 설계

(가). 국토위성정보 산출물 표준화

①. 국내외 관련 표준 검토

○ 국토위성센터에서 생산되는 산출물에 요구되는 표준(안)을 마련하기 위하여 국내외에서 공개된 관련 표준의 검토를 수행함

○ 표준에서 위성에 탑재된 센서 및 센서를 통해서 생산된 위성영상은 공간정보분야의 하위유형으로 분류됨. 국내외의 표준기관도 위성영상에 대한 별도의 워킹그룹을 운영하고 있지 않으며, “영상”이라는 공간정보 유형으로 취급함

○ 국제표준기구 ISO 경우, TC/211 공간정보위원회의 Working Group 6 - Imagery에서 영상과 관련된 전반적인 표준을 담당하고 있으며, 위성에 탑재된 센서의 데이터 모델이나 보정에 대해서 다음과 같은 표준을 제공하고 있음

- ISO/TS 19130 Imagery sensor models for geopositioning
- ISO/TS 19130-2 Imagery sensor models for geopositioning - Part2 : SAR, InSAR, Lidar and sonar
- ISO/TS 19159-1 Calibration and validation of remote sensing imagery sensors and data Part 1: Optical sensors
- ISO/TS 19159-2 Calibration and validation of remote sensing imagery sensors and data Part 2: Lidar
- ISO/TS 19159-3 Calibration and validation of remote sensing imagery sensors and data Part 3: SAR / InSAR

○ 위의 센서관련 표준은 2020년에 우리나라의 KS표준으로 도입에 대한 심의가 진행되었으며, 21년에 국가표준으로 제정될 예정임

○ 공간정보의 활용에 대한 표준을 위주로 다루고 있는 OGC도 영상에 대해서는 위성영상을 별도로 구분하지 않고 영상에 대해서 표준을 다루고 있음

○ 국내의 경우, 공간정보 표준과 관련하여 국가표준인 KS 표준과 국토지리정보원에서 운영하는 기관표준이 있음. 이외에 한국정보통신기술협회(TTA)에서 공간정보 표준과 관련된 표준을 운영하고 있으며, 위성영상에 대한 표준은 없음

○ 국내의 KS 표준은 공간정보분야에 한해서 상위표준인 국제표준에 대해서는 별도의 프로파일 과정없이 그대로 차용하고 있으며, 국토지리정보원의 기관표준은 국내외 상위표준을 국토지리정보원의 상황에 맞게 프로파일하여 사용하고 있음

<국내외 영상관련 표준 제·개정 현황>

구분	구분	표준명	제·개정
OGC	영상	05-047r3 OpenGIS GML in JPEG 2000 for Geographic Imagery Encoding Specification	2006
		12-100r1 OGC® GML Application Schema - Coverages - GeoTIFF Coverage Encoding Profile wcs_geotiff	2014
		14-100r2 OGC® CF-netCDF 3.0 encoding using GML Coverage Application Schema	2015
	서비스	06-009r6 OpenGIS Sensor Observation Service	2008
		07-000 OpenGIS Sensor Model Language (SensorML)	2007
		07-068r4 Web Coverage Service (WCS) - Transaction operation extension	2009
		07-122r2 OpenGIS SensorML Encoding Standard v1.0 Schema Corregendum 1 SensorML Corr1	2007
		08-059r4 OGC® Web Coverage Service WCS Interface Standard - Processing Extension WCS WCPS	2014
		08-068r2 OpenGIS Web Coverage Processing Service (WCPS) Language Interface Standard	2009
		09-001 OGC® Sensor Planning Service Implementation Standard	2011
		09-146r6 OGC® Coverage Implementation Schema	2017
		09-147r3 OGC® Web Coverage Service2.0 Interface Standard-KVP Protocol Binding Extension-Corrigendum	2013
		09-148r1 OGC® Web Coverage Service 2.0 Interface Standard - XML/POST Protocol Binding Extension	2010
		09-149r1 OGC® Web Coverage Service 2.0 Interface Standard - XML/SOAP Protocol Binding Extension WCS XML SOAP ext	2010
		10-135 OGC® Sensor Planning Service Interface Standard 2.0 Earth Observation Satellite Tasking Extension OGC® Sensor Planning Service SPS EO Tasking Ext	2011
		11-053r1 OGC® Web Coverage Service Interface Standard - CRS Extension WCS-CRS-extension	2014
		11-157 OGC® Web Coverage Service Interface Standard - CRS Extension WCS-CRS-extension	2011
		12-000 OGC® SensorML: Model and XML Encoding Standard	2014
		12-006 OGC® Sensor Observation Service Interface Standard	2012
		12-039 OGC® Web Coverage Service Interface Standard - Scaling Extension WCS scaling	2014
		12-040 OGC® Web Coverage Service Interface Standard - Range Subsetting Extension WCS range subsetting	2014
		12-049 OGC® Web Coverage Service Interface Standard - Interpolation Extension WCS Interopolation	2014
		13-057r1 OGC® Web Coverage Service Interface Standard -Transaction Extension	2016
		15-078r6 OGC® SensorThings API Part 1: Sensing	2016
		16-083r2 OGC® Coverage Implementation Schema -Referenceable Grid Coverage Extension	2017
		17-066r1 OGC® GeoPackage Extension for Tiled Gridded Coverage Data	2018
ISO	영상	ISO/TS 19101-2 Reference model -Part 2 : Imagery	2018
		ISO 19115-2 Metadata - Part 2: Extensions for imagery and gridded data	2009

구분	구분	표준명	제·개정
		ISO 19123 Schema for coverage geometry and functions	2005
		ISO/TS 19129 Imagery, gridded and coverage data framework	2009
		ISO/TS 19130 Imagery sensor models for geopositioning	2010
		ISO/TS 19130-2 Imagery sensor models for geopositioning - Part2 : SAR, InSAR, Lidar and sonar	2014
		ISO/TS 19139-2 Metadata - XML schema implementation - Part 2: Extensions for imagery and gridded data	2012
		ISO/TS 19159-1 Calibration and validation of remote sensing imagery sensors and data - Part 1: Optical sensors	2014
		ISO/TS 19159-2 Calibration and validation of remote sensing imagery sensors and data - Part 2: Lidar	2016
		ISO/TS 19159-3 Calibration and validation of remote sensing imagery sensors and data - Part 3: SAR / InSAR	2018
		ISO/TS 19163-1 Content components and encoding rules for imagery and gridded data - Part 1 : Content model	2016
		ISO/TR 19121 Imagery and gridded data	2000
	정보	ISO 19115-1 Metadata - Part 1: Fundamentals	2014
		ISO 19131 Data product specifications	2007
		ISO 19157/Amd1 Describing data quality using coverages	2018
KS (국가표준)	영상	KS X ISO/TS 19101-2 지리정보 - 참조모델 · 영상	2014
		KS X ISO/TR 19121 지리정보 - 영상과 그리드 데이터	2018
		KS X ISO 19123 지리정보 - 커버리지 기하 및 함수에 대한 스키마	2007
		KS X ISO/TS 19139-2 지리정보 - 메타데이터 - XML 스키마 구현 - 제2부 : 영상과 그리드 데이터를 위한 확장	2018
	정보	KS X ISO 19115-1 지리정보 - 메타데이터 - 제1부 : 기본원칙	2018
		KS X ISO 19131 지리정보 - 데이터 제품 사양	2008
		KS X ISO 19157 지리정보 - 데이터 품질	2018
기관표준 (국토지리 정보원)	정보	NGII-STD.2015-12 정사영상 제품사양	2015
		NGII-STD.2015-4 정사영상 메타데이터	2015
		NGII-STD.2015-8 정사영상 데이터 품질	2015
		NGII-STD.2015-11 항공사진 제품사양	2015
		NGII-STD.2015-3 항공사진 메타데이터	2015
		NGII-STD.2015-7 항공사진 데이터 품질	2015

○ 본 연구의 표준화는 앞에서 검토한 KS 표준이나 기관표준을 고려하였을 때 국토위성을 통해서 생산된 산출물에 대한 표준화를 고려함

○ 위성영상 및 관련 산출물의 생산은 연구를 통해서 개발된 자동화 시스템에 따라 생산되기 때문에 생산절차나 처리과정에 대한 내용은 기술기준이 적합하며, 향후 산출물의 관리나 서비스를 고려하면 생산된 데이터에 대한 표준화를 진행하는 것이 적합함

○ 데이터에 대한 표준화를 진행하기 위해서는 관련 조직이나 수요자, 업무 등 여러 환경요인에 대한 고려가 필요하며, 표준을 적용할 대상이나 방법 등에 대한 여러 가지 이슈에 대한 고려가 필요함

<국토위성정보 표준화 시 고려사항>

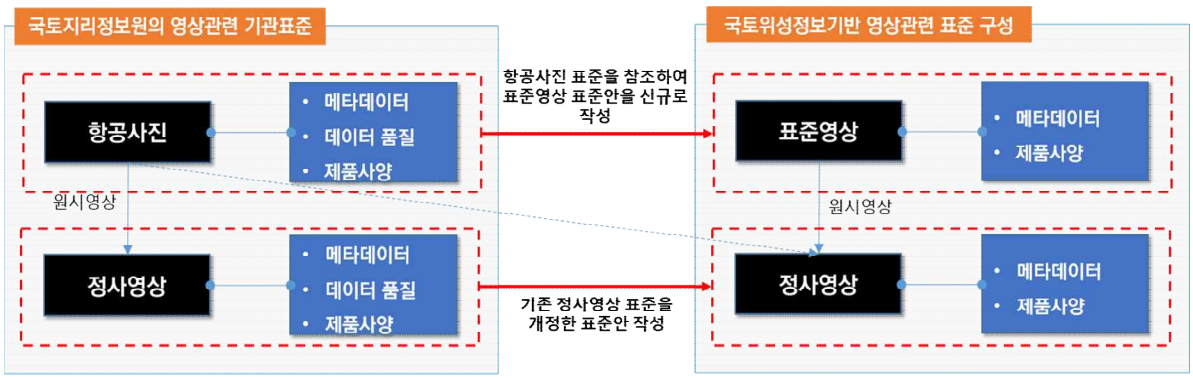
구분	고려사항
환경요건	• 산출물의 관리 및 활용을 고려하여 메타데이터, 제품사양 등의 데이터 중심 표준을 적용 • 연구별로 요소기술에 대한 연구가 진행된 관계로 최종 산출물에 대한 정의가 명확하게 결정되지 않음 • 국토지리정보원 내에서 기관표준을 운영하고 있으며, 표준 개발 시 기관표준과의 연계를 고려해야 함
표준 적용 대상	• 시스템을 통해서 생산되는 산출물은 표준영상, 위성정밀영상, 활용산출물로 구분되며, 구체적인 세부산출물 및 서비스 여부는 결정되지 않음 • 향후 서비스 가능성을 고려하였을 때 표준영상, 위성정밀영상에 대해 표준 적용을 고려함 • 산출물의 관리 및 활용을 고려하여 메타데이터, 제품사양을 우선적으로 적용하며, 품질은 별도로 진행함
표준화 방법	• 메타데이터, 제품사양과 같은 표준은 기존 표준을 기반으로 작성하기 때문에 프로파일의 형태로 진행을 고려함 • 기존 국토지리정보원의 영상관련 표준인 항공사진, 정사영상에 대한 표준과의 관계를 고려하여 표준화 방식(신규 표준의 제정, 기존 표준의 개정)의 결정이 필요

②. 국토위성정보 산출물 표준화 방향

○ 국토위성정보 산출물에 대한 표준화는 여러 요건을 고려하여 표준영상 및 위성정밀영상을 표준화의 대상으로 선정함

○ 표준영상과 위성정밀영상에 대한 표준화의 방법에 대해서는 신규 표준의 제정과 기존 표준의 개정에 대한 결정이 요구됨. 국토지리정보원은 영상데이터와 관련하여 항공사진, 정사영상에 대한 기관표준을 제정하여 운영 중이며, 위성정밀영상의 위성정밀정사영상은 정사영상 기관표준과 같은 유형의 콘텐츠로 분류하여 적용이 가능함

○ 이와 관련하여 표준영상에 대해 신규 표준 제정, 정밀정사영상에 대해 기존 정사영상관련 표준의 개정으로 표준화를 진행함



<국토위성 산출물 표준화 수행 방향>

○ 1차년도에 표준영상과 위성정밀영상의 위성정밀정사영상을 대상으로 수행된 표준화는 2차년도에 다음과 같이 위성정밀정사영상에 대한 표준화 및 GCP Chipset의 메타데이터 작성 연구로 연결되어 수행함

<국토위성 산출물 표준화 수행 내용(2차년도)>

산출물	단위	서비스	표준화 항목	표준화 방향
위성정밀정사영상	Scene	외부제공	메타데이터/제품사양	1차년도 표준초안의 보완 및 표준 제안
GCP Chipset	점	내부활용(미공개)	메타데이터	관리용 GCP Chipset 메타데이터 표준안 작성(내부 활용)

○ 표준영상과 위성정밀정사영상의 표준안은 국토위성을 통해서 생산되는 산출물에 대한 정의나 범위가 명확하지 않은 1차년도 당시의 상황에서 본 연구의 대표적인 산출물을 기준으로 표준화를 수행한 것으로 내부 협의 및 국토위성센터 담당자와의 협의를 통해 위성정밀정사영상에 대해서만 표준화를 진행하는 것으로 결정함

○ 표준영상의 경우, 한국항공우주연구원의 소프트웨어에서 처리되며, 한국항공우주연구원에서 자체적으로 메타데이터 등에 대한 표준을 준비하고 있는 상황으로 국토위성센터에서 표준화를 진행하는 것은 적합하지 않다고 판단함

○ 이에 2차년도 연구를 통해 위성정밀정사영상을 대상으로 1차년도의 메타데이터, 제품사양 표준안에 대한 보완을 진행함

○ GCP Chipset 메타데이터는 국토위성센터 담당자의 요청에 따라 추가적으로 수행됨. 본 연구에서 구축된 GCP Chipset의 향후 활용성이나 데이터로서의 가치를 고려하였을 때 메타데이터를 통한 체계적인 관리가 요구됨

○ 해당 메타데이터는 국토위성센터 내에서 내부적으로 GCP Chipset의 관리를 목적으로 사용될 계획이며, 기관표준으로 등록은 진행하지 않음

○ 이에 따라 본 연구를 통해서 다음과 같이 4건의 표준안과 1건의 메타데이터안이 작성되었으며, 위성정밀정사영상관련 표준안에 대해서는 기관표준화를 진행하였음

- 표준영상 메타데이터 표준안
- 표준영상 제품사양 표준안
- 정사영상 메타데이터 표준안
- 정사영상 제품사양 표준안
- GCP Chipset 메타데이터안

○ 위성정밀정사영상에 대한 기관표준 등록은 3차년도에 국토지리정보원의 표준담담부서 및 국토위성센터와 협의를 통해 진행하였으나 위성이 발사되고 데이터가 공식적으로 생산이 된 이후에 기관표준으로 등록하는 것으로 결정됨

(나). 국토위성정보 산출물 표준안 작성

①. 표준영상 메타데이터 표준안

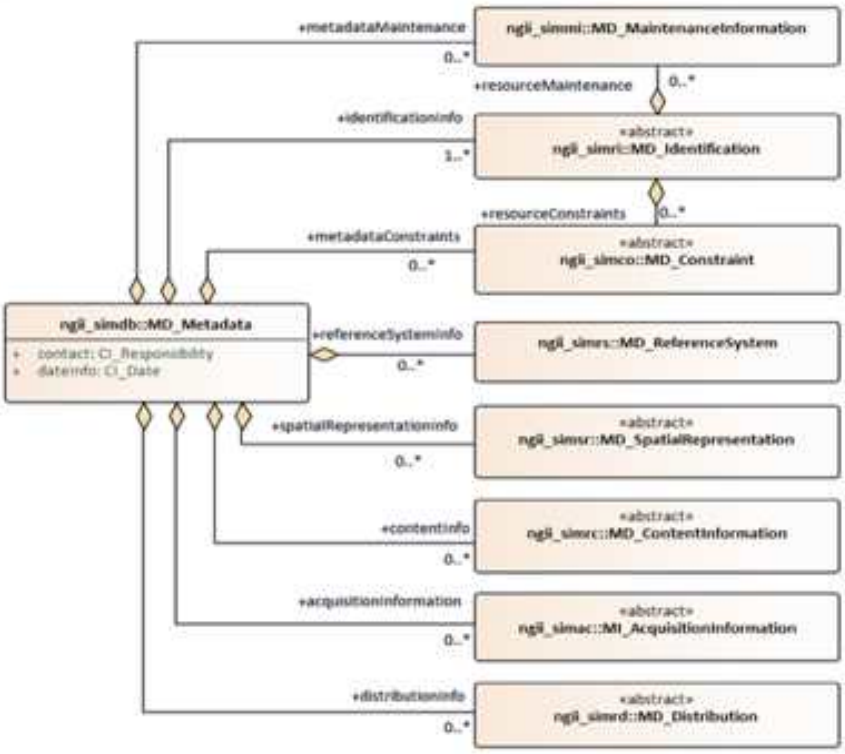
○ 표준영상 메타데이터는 표준영상 데이터에 대한 정보를 체계적으로 기술하기 위한 표준으로, 표준영상을 설명할 수 있는 항목을 체계적으로 정의함

○ 표준영상 메타데이터는 다음의 국내외 표준을 참조하여 작성됨.

○ 표준안은 국가표준인 “KS X ISO 19115 지리정보 - 메타데이터” 표준을 기반으로 작성되었으며, 국제표준의 최근 개정내용을 반영하기 위하여 ISO 19115-1 및 ISO 19115-2 국제표준의 내용을 참조함

- KS X ISO 19115, 지리정보 - 메타데이터
- ISO 19115-1, Geographic Information - Metadata - Part 1: Fundamentals
- ISO 19115-2, Geographic Information - Metadata - Part 2: Extensions for acquisition and processing

○ 표준영상의 메타데이터는 MD_Metadata 클래스를 최상위 클래스로, 8개의 하위클래스와 2개의 속성정보로 구성됨



<표준영상 메타데이터 UML 구성>

<표준영상 메타데이터 구성>

항목 명칭	정의	의무 / 조건	최대 발생 회수	데이터 유형
연락처 (contact)	표준영상 메타데이터 제공자에 대한 연락처	M	1	CI_책임자 (CI_Responsibility)
일자 (dateInfo)	표준영상 메타데이터의 작성일자 혹은 제공일자	M	1	CI_날짜 (CI_Date)
역할:식별 (identificationInfo)	표준영상 메타데이터가 적용되는 자원에 대한 기본 정보	M	N	MD_식별 (MD_Identifiction)
역할:메타데이터 제약 (metadataConstraints)	표준영상 메타데이터의 접근 및 사용에 관한 제약사항을 제공	O	N	MD_제약 (MD_Constraint)
역할:메타데이터 유지관리 (metadataMaintenance)	표준영상 메타데이터 갱신 주기와 범위에 대한 정보를 제공	O	N	MD_유지관리정보 (MD_MaintenanceInformation)
역할:공간표현정보 (spatialRepresentationInfo)	데이터셋에서 공간정보를 표현하는데 사용된 디지털 표현	O	N	MD_공간표현 (MD_SpatialRepresentation)
역할:참조체계정보 (referenceSystemInfo)	표준영상에서 사용된 시공간 참조 체계에 대한 설명	O	N	MD_참조체계 (MD_ReferenceSystem)
역할: 내용 정보 (contentInfo)	피처 카탈로그에 대한 정보를 제공하고 커버리지 및 영상 데이터의 특징을 설명	O	N	MD_내용정보 (MD_ContentInformation)
역할: 배포 정보 (distributionInfo)	표준영상의 배포자 혹은 표준영상을 획득하는 데 필요한 옵션에 대한 정보를 제공	O	N	MD_배포 (MD_Distribution)
역할: 획득정보 (acquisitionInformation)	표준영상의 획득에 대한 정보를 제공	O	N	MI_획득정보 (MI_AcquisitionInformation)

<표준영상 메타데이터 세부 항목 구성>

항목	정의	세부 항목 구성
연락처	메타데이터 제공자 연락처	기관, 부서, 담당자, 연락정보
일자	메타데이터 작성일자 또는 제공일자	일자유형, 일자
식별	메타데이터가 적용되는 자원에 대한 기본정보	참고자료, 요약, 신뢰도, 연락처, 공간해상도, 주제목록, 범위, 자원제약, 자원유지관리, 언어
메타데이터 제약	메타데이터의 접근 및 사용에 관한 제약사항	참고자료, 접근제한, 사용제약
메타데이터 유지관리	메타데이터 갱신 주기와 범위에 대한 정보	유지관리 및 갱신주기, 연락처
공간표현정보	데이터세트에서 공간정보를 표현하는데 사용된 디지털 표현	격자공간표현, 외부표정요소
참조체계	표준영상에서 사용된 시공간 참조체계에 대한 설명	참조체계 식별자, 참조체계 유형
내용정보	커버리지 및 영상 데이터의 특징을 설명	속성설명, 조명고도각, 조명방위각, 영상조건, 구름면적백분율, 방사측정일자이용가능성, 렌즈왜곡정보이용가능성
배포정보	표준영상의 배포자 또는 표준영상 획득에 필요한 옵션에 대한 정보	배포자 연락처
획득정보	표준영상 획득에 대한 정보 제공	플랫폼, 장비, 환경기록

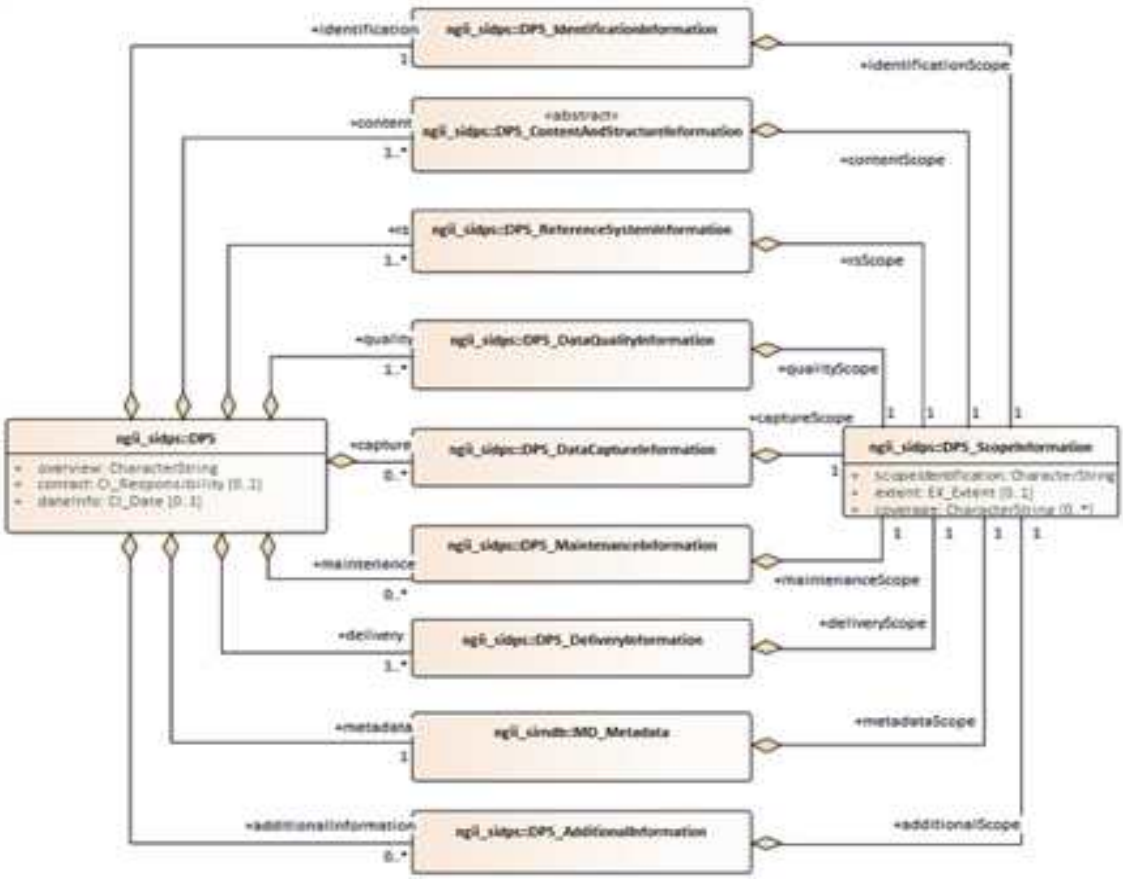
② . 표준영상 제품사양 표준안

○ 표준영상 제품사양은 표준영상 데이터에 대한 사양정보를 체계적으로 기술하기 위한 표준으로, 표준영상의 사양을 설명할 수 있는 항목을 정의함.

○ 표준영상 제품사양은 다음의 표준을 참조하여 작성됨

- KS X ISO 19115, 지리정보 - 메타데이터
- KS X ISO 19131, 지리정보 - 데이터 제품사양
- ISO 19115-1, Geographic Information - Metadata - Part 1: Fundamentals
- ISO 19115-2, Geographic Information - Metadata - Part 2: Extensions for acquisition and processing
- ISO 19131, Geographic Information - Data product specification

○ 국가표준인 “KS X ISO 19131 지리정보 - 제품사양” 표준을 기반으로 작성되었으며, 국제표준의 최근 개정내용을 반영하기 위하여 ISO 19131 국제표준의 내용을 참조함. 이외에 표준 내에서 내부적으로 참조하는 데이터 형식과 관련하여 국가표준인 KS X ISO 19115와 국제표준인 ISO 19115 및 19115-1 표준의 데이터 형식을 참조함



<표준영상 제품사양 UML 구성>

○ 표준영상의 제품사양은 DPS 클래스를 최상위 클래스로, 9개의 하위클래스와 3개의 속성정보로 구성되며, 각 하위클래스의 범위를 지정하기 위한 DPS_ScopeInformation 클래스가 존재함

○ DPS_ScopeInformation 클래스는 데이터의 각 하위클래스에 해당하는 내용에 대한 범위에 대한 정보로, 데이터세트를 구성하는 여러 개의 데이터가 각각 다른 범위를 가질 수 있음

<표준영상 제품사양 구성>

항목 명칭	정의	의무 / 조건	최대 발생 회수	데이터 유형
개요 (overview)	표준영상에 대한 개요정보	M	1	문자열 (CharacterString)
연락처 (contact)	표준영상 제품사양 제공자의 연락처	O	1	CI_책임부서 (CI_Responsibility)
일자 (dateInfo)	표준영상 제품사양의 제작 일자	O	1	날짜 (CI_Date)
역할: 식별 (identification)	표준영상 제품사양의 식별정보	M	1	DPS_식별정보 (DPS_Identification)
역할: 내용 및 구조정보 (contentAndStructure)	표준영상 제품의 내용 및 구조에 대한 정보	M	N	DPS_내용및구조정보 (DPS_ContentAndStructureInformation)
역할: 참조체계 (rs)	표준영상 제품사양이 기술하는 제품이 따르는 참조 체계 정보	M	N	DPS_참조체계정보 (DPS_ReferenceSystemInformation)
역할: 품질 (quality)	표준영상 제품사양이 기술하는 제품의 품질 정보	M	1	DPS_품질정보 (DPS_DataQualityInformation)
역할: 획득 (capture)	표준영상 제품에 관한 획득정보	O	N	DPS_데이터획득정보 (DPS_DataCaptureInformation)
역할: 유지관리 (maintenance)	표준영상 제품사양의 유지관리 정보	O	N	DPS_유지관리정보 (DPS_MaintenanceInformation)
역할: 배포 (delivery)	표준영상 제품사양이 기술하는 제품의 배포 정보	M	N	DPS_배포정보 (DPS_DeliveryInformation)
역할: 메타데이터 (metadata)	표준영상 제품사양이 기술하는 제품에 대한 메타데이터 정보	M	1	DPS_메타데이터 (DPS_Metadata)
역할: 부가 정보 (additionalInformation)	표준영상 제품사양이 기술하는 제품에 대한 부가 정보	O	N	DPS_부가정보 (DPS_AdditionalInformation)

<표준영상 제품사양의 범위 정보>

항목 명칭	정의	의무 / 조건	최대 발생 회수	데이터 유형
범위식별 (scopeIdentification)	표준영상 범위에 대한 식별정보	M	1	문자열 (CharacterString)
범위 (Extent)	표준영상 범위로써 기술하고자 하는 공간적, 수직적, 시간적 영역에 관한 정보	O	1	EX_범위정보 (EX_Extent)
커버리지 (Coverage)	표준영상 범위로써 기술하고자 하는 커버리지	O	N	문자열 (CharacterString)

<표준영상 제품사양 세부항목 구성>

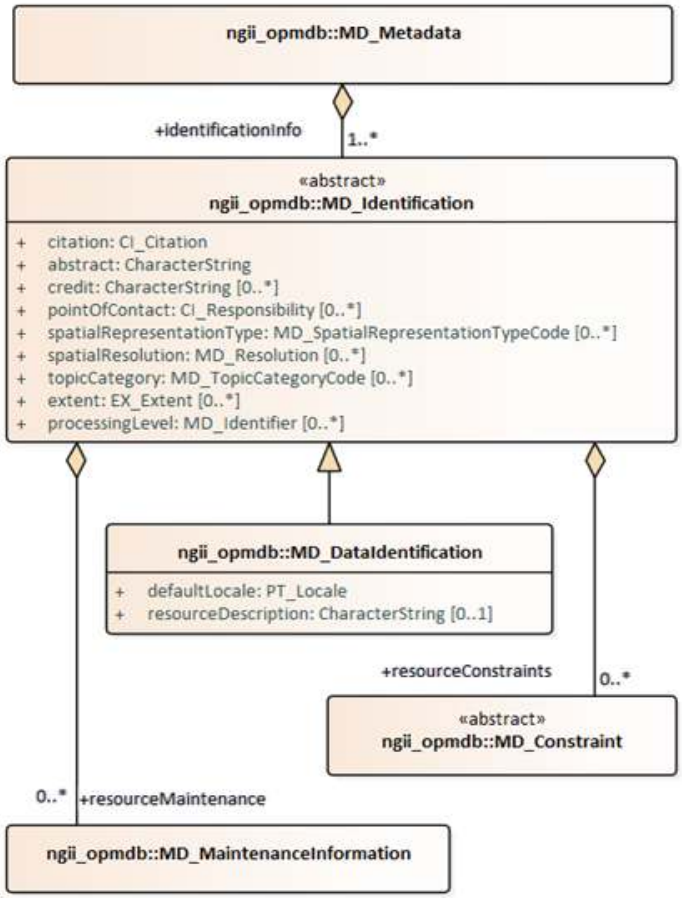
항목	정의	의무/조건	세부 항목 구성
개요	표준영상 제품에 대한 개요정보	필수	
연락처	제품사양 제공자 연락처	선택	기관, 부서, 담당자, 연락정보
일자	제품사양 작성일자 또는 제공일자	선택	일자유형, 일자
식별	제품사양이 적용되는 자원에 대한 기본정보	필수	제목, 요약, 목적, 주제범주, 공간해상도, 지리적 설명, 보충정보
내용 및 구조 정보	표준영상 제품의 내용 및 구조에 대한 정보	필수	서술적 설명, 응용스키마, 피처 카탈로그
참조체계	표준영상 제품에 사용된 시공간 참조체계에 대한 설명	필수	공간참조체계 식별자
품질	표준영상 제품의 품질에 대한 정보	필수	데이터 품질
획득	표준영상 획득에 대한 정보	선택	데이터 획득 설명
유지관리	표준영상 제품의 유지관리에 대한 정보	선택	유지관리 및 갱신주기
배포	표준영상 제품의 배포에 대한 정보	필수	배포매체, 배포포맷
메타데이터	표준영상 제품에 대한 메타데이터 정보	필수	표준영상 메타데이터
부가정보	표준영상 제품에 대한 부가정보	선택	부가정보

③. 정사영상 표준안

○ 정사영상 표준은 국토지리정보원에서 운영 중인 정사영상 표준을 개정하는 방식으로 진행함

○ 정사영상의 메타데이터 및 제품사양은 국토지리정보원 기관표준인 “NGII-STD.2015-4, 정사영상 메타데이터”와 “NGII-STD.2015-12, 정사영상 제품사양” 표준의 내용을 보완하는 방식으로 기존 정사영상 표준의 구조에서 정사영상 제작에 사용된 원시자료를 구분할 수 있도록 식별(Identification) 클래스의 세부 항목을 변경함

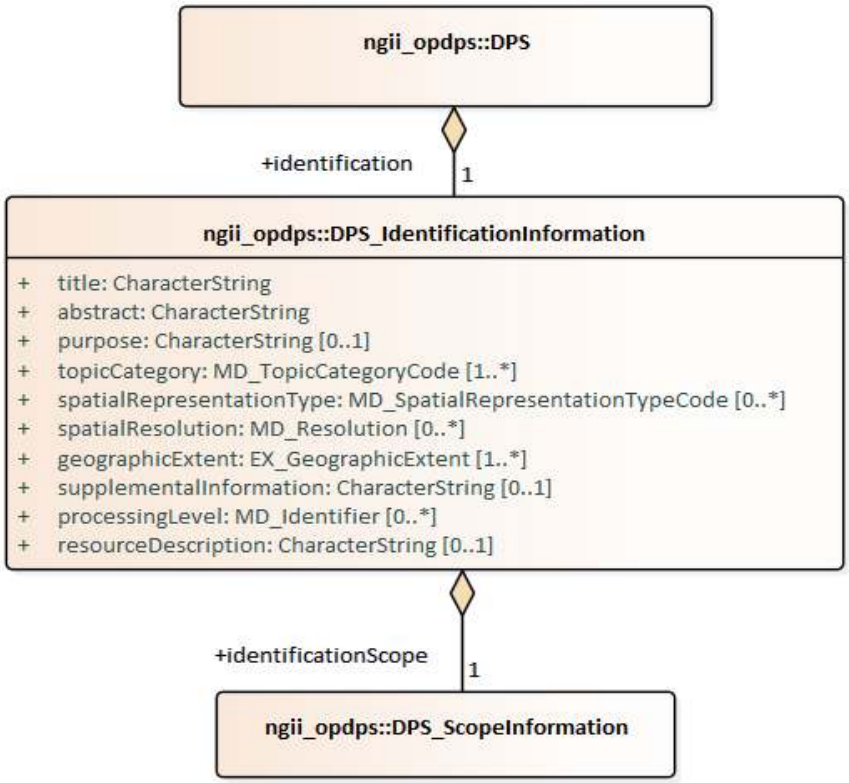
○ 기존 정사영상은 항공사진기반으로 제작된 정사영상을 대상으로 하고 있으며, 위성영상을 포함할 수 있도록 원시자료에 대한 정보를 보완함



<정사영상 메타데이터 MD_Identification 클래스 UML 구성 >

<정사영상 메타데이터 MD_Identification 클래스 변경내용>

항목	정의	의무/조건	데이터 유형	변경 사항
인용	정사영상 데이터에 대한 인용정보	필수	CI_Citation	-
요약	정사영상 데이터에 대한 요약 설명	필수	CharacterString	-
신뢰도	정사영상 데이터의 신뢰도	선택	CharacterString	-
연락처	정사영상과 관련된 기관, 담당자의 연락처	선택	CI_Responsibility	-
공간표현유형	정사영상 데이터가 가시적으로 표현되는 유형	선택	MD_SpatialRepresentation	-
공간 해상도	정사영상 데이터의 공간 해상도	선택	MD_Resolution	-
주제유형	정사영상 데이터의 활용 주제	조건	MD_TopicCategory	-
범위	정사영상 데이터의 유효한 시간 및 공간적 범위	조건	EX_Extent	-
처리수준	정사영상 데이터의 가공수준	선택	MD_Identifier	신규 항목 추가
로케일	정사영상 데이터에 적용된 언어정보	조건	PT_Locale	-
원시자료설명	정사영상 데이터 제작에 사용된 원시자료에 대한 설명	선택	CharacterString	신규 항목 추가
자원제약	정사영상 데이터에 적용되는 제약조건	선택	MD_Constraints	-
자원유지관리	정사영상 데이터의 갱신 등 유지관리 관련 정보	선택	MD_MaintenanceInformation	-



<정사영상 제품사양 DPS_IdentificationInformation 클래스 UML 구성>

<정사영상 제품사양 DPS_IdentificationInformation 클래스 변경내용>

항목	정의	의무/조건	데이터 유형	변경 사항
제목	정사영상 제품의 제목	필수	CharacterString	-
요약	정사영상 제품에 대한 요약 설명	필수	CharacterString	-
목적	정사영상 제품의 신뢰도	선택	CharacterString	-
주제유형	정사영상 제품의 활용 주제	필수	MD_TopicCategory	-
공간표현유형	정사영상 제품이 가시적으로 표현되는 유형	선택	MD_SpatialRepresentationTypeCode	-
공간 해상도	정사영상 제품의 공간 해상도	선택	MD_Resolution	-
지리적 설명	정사영상 제품의 지리적인 범위	필수	EX_GeographicExtent	-
처리수준	정사영상 제품의 가공수준	선택	MD_Identifier	신규 항목 추가
원시자료설명	정사영상 제작에 사용된 원시자료에 대한 설명	선택	CharacterString	신규 항목 추가
보충정보	정사영상 제품에 관한 기타 설명 정보	선텍	CharacterString	-

○ 1차년도 연구에서 작성한 정사영상의 메타데이터, 제품사양 표준의 개정안은 기존 표준의 구성에 원시자료를 구분하는 항목을 추가를 진행함

○ 2차년도 연구를 통해서 대상 산출물인 위성정밀정사영상에 대한 보다 구체적인 내용이 확인되었으며, 이를 바탕으로 메타데이터, 제품사양 표준 개정안에 대한 보안을 진행함.

○ 정사영상 메타데이터 표준의 경우 정사영상의 구체적인 처리등급을 표시하기 위한 “처리수준”항목은 동일하게 유지하였으나, 정사영상의 제작에 사용된 원시자료를 구분하기 위해 추가된 “원시자료 설명”은 삭제함

○ 삭제된 “원시자료 설명”항목을 대신하여, “자원연혁” 항목을 추가하여 정사영상의 제작에 사용된 자원에 대해 체계적인 정보를 기술 할 수 있도록 함

○ 내용정보 항목에 “이미지 설명”항목을 추가하여 정사영상 이미지에 대해 더 구체적인 내용을 기술이 가능하게 함

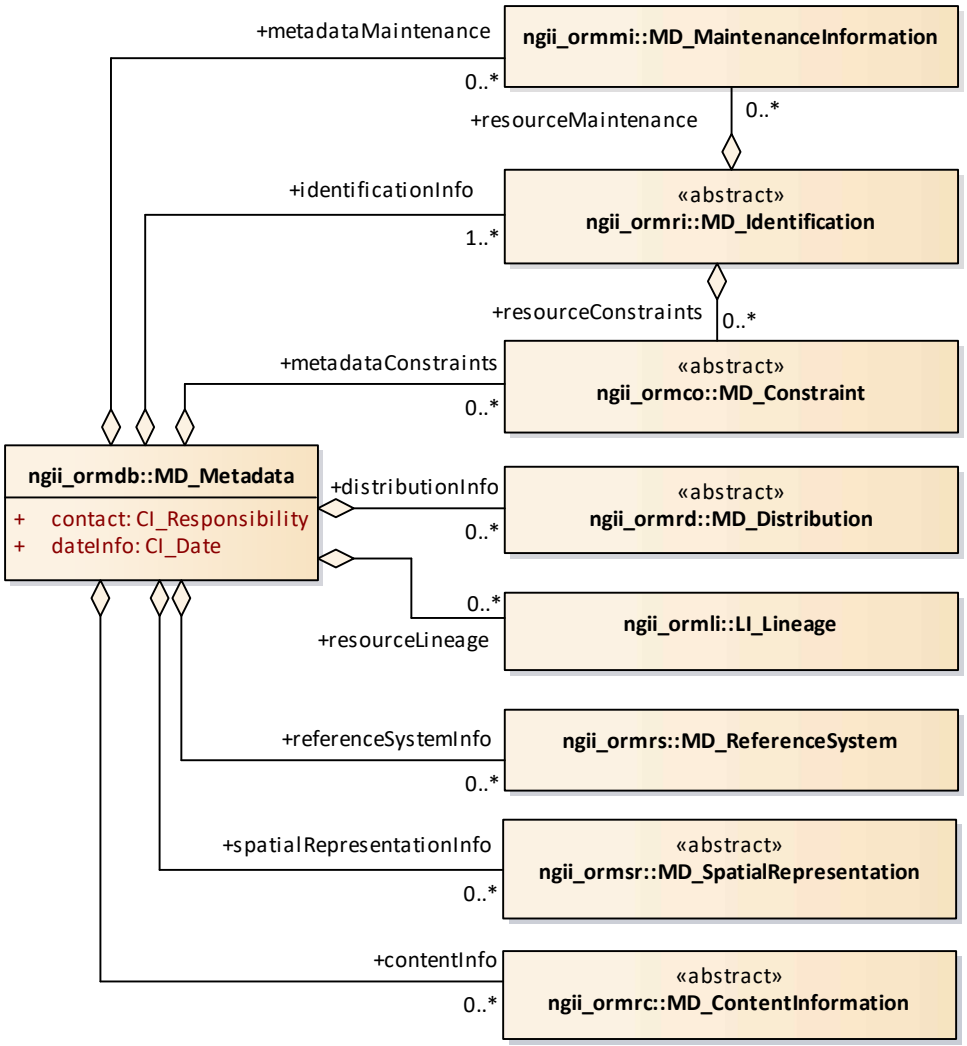
<정사영상 메타데이터 항목 구성 변경내용>

항목	세부항목	항목 설명	변경 내용
연락정보	-	메타데이터의 작성기관 또는 담당자 연락정보	
일자정보	-	메타데이터를 작성한 일자 정보	
식별정보	인용(참고자료)	정사영상에 대한 참고자료	
	요약	정사영상에 대한 요약 설명	
	신뢰도	정사영상의 신뢰도 요약	
	연락처	정사영상과 관련된 기관, 담당자 연락처	
	공간표현유형	정사영상이 보여지는 공간표현의 유형코드	
	공간해상도	정사영상의 공간해상도	
	주제목록	정사영상의 활용 주제	
	범위	정사영상의 시간 및 공간적 범위	
	처리수준	정사영상의 처리 수준	유지
	자원제약	정사영상에 적용된 제약 조건	
	자원유지관리	정사영상의 유지관리 정보	
	서술적 키워드	정사영상을 설명하는 키워드	
	로케일	정사영상 자원에서 사용하는 언어 정보	
	원시자료 설명	정사영상의 생산에 사용된 원시자료 정보	삭제
메타데이터 제약정보	참고자료	제약사항을 구체적으로 기술하는 참고자료	
	접근제한	정사영상의 접근제한 코드	
	사용제약	정사영상의 사용제약 코드	
메타데이터 유지관리	유지관리 및 갱신주기	메타데이터의 관리 및 업데이트 주기	
	유지관리일	메타데이터의 유지관리가 수행된 일자	
	연락처	메타데이터 유지관리 책임자의 연락처	

항목	세부항목	항목 설명	변경 내용
공간표현	그리드공간표현	정사영상의 그리드 공간 표현에 대한 정보	
	공간위치참조	정사영상의 공간위치참조에 대한 정보	
참조체계	참조체계 식별자	정사영상이 기반으로 하고 있는 공간참조체계 식별자	
	참조체계 유형	정상영상이 기반으로 하고 있는 공간참조체계 유형 코드	
내용정보	커버리지 설명	커버리지 데이터의 상세 내용 정보	
	이미지 설명	이미지 데이터의 상세 내용 정보	추가
배포정보	배포자	정사영상을 배포하는 책임자의 연락처	
	배포포맷	정사영상의 배포 포맷 정보	
	전송옵션	정사영상을 배포하는 기술적 수단 및 매체	추가
자원연혁	서술	정사영상을 생산하는데 사용된 자원에 대한 설명	추가
	자원	정사영상을 생산하는데 사용된 자원에 대한 정보	

○ 정사영상 메타데이터 개정안의 보완에 따라 최종으로 구성된 정사영상 메타데이터 표준안 다음과 같음

○ MD_Metadata 클래스를 최상위 클래스로, 8개의 하위클래스 항목과 2개의 속성정보로 구성됨



<정사영상 메타데이터 개정안의 UML 구성>

<정사영상 메타데이터 개정안>

항목 명칭	정의	의무 / 조건	최대 발생 회수	데이터 유형
연락처 (contact)	메타데이터 제공자에 대한 연락처	M	1	CI_책임자 (CI_Responsibility)
일자 (dateInfo)	메타데이터 작성일자 혹은 제공일자	M	1	CI_날짜 (CI_Date)
역할 : 식별 (identificationInfo)	정사영상 메타데이터가 적용되는 자원에 대한 기본 정보	M	N	MD_식별 (MD_Identification)
역할:메타데이터의 제약 (metadataConstraints)	정사영상 메타데이터의 접근 및 사용에 관한 제약사항을 제공	O	N	MD_제약 (MD_Constraint)
역할:메타데이터유지관리 (metadataMaintenance)	정사영상 메타데이터 갱신 주기와 범위에 대한 정보를 제공	O	N	MD_유지관리정보 (MD_MaintenanceInformation)

항목 명칭	정의	의무 / 조건	최대 발생 회수	데이터 유형
역할: 공간 표현 (spatialRepresentationInfo)	데이터셋에서 공간정보를 표현하는데 사용된 디지털 표현	O	N	MD_공간표현 (MD_SpatialRepresentation)
역할: 참조 체계 (referenceSystemInfo)	정사영상에서 사용된 시공간 참조 체계에 대한 설명	O	N	MD_참조체계 (MD_ReferenceSystem)
역할: 내용 (contentInfo)	피처 카탈로그에 대한 정보를 제공하고 커버리지 및 영상 데이터의 특징을 설명	O	N	MD_내용정보 (MD_ContentInformation)
역할: 배포 (distributionInfo)	정사영상의 배포자 혹은 통합 기준점을 획득하는 데 필요한 옵션에 대한 정보를 제공	O	N	MD_배포 (MD_Distribution)
역할:자원연혁 (resourceLineage)	정사영상을 생산하는데 사용된 자원에 대한 출처, 근거 정보	O	N	LI_연혁 (LI_Lineage)

○ 정사영상 제품사양의 경우, 정사영상의 제품 수준과 정사영상 제작에 사용된 원시자료를 명시하기 위해서 추가하였던 “처리수준” 항목과 “원시자료 설명” 자료를 삭제하고, 이를 대체하기 위해 “데이터획득” 항목을 추가함

○ 1차년도 연구에서 식별정보 항목에 추가하였던 “처리수준”, “원시자료 설명”에 대한 항목을 통합하여 별도의 “데이터획득” 항목으로 변경함

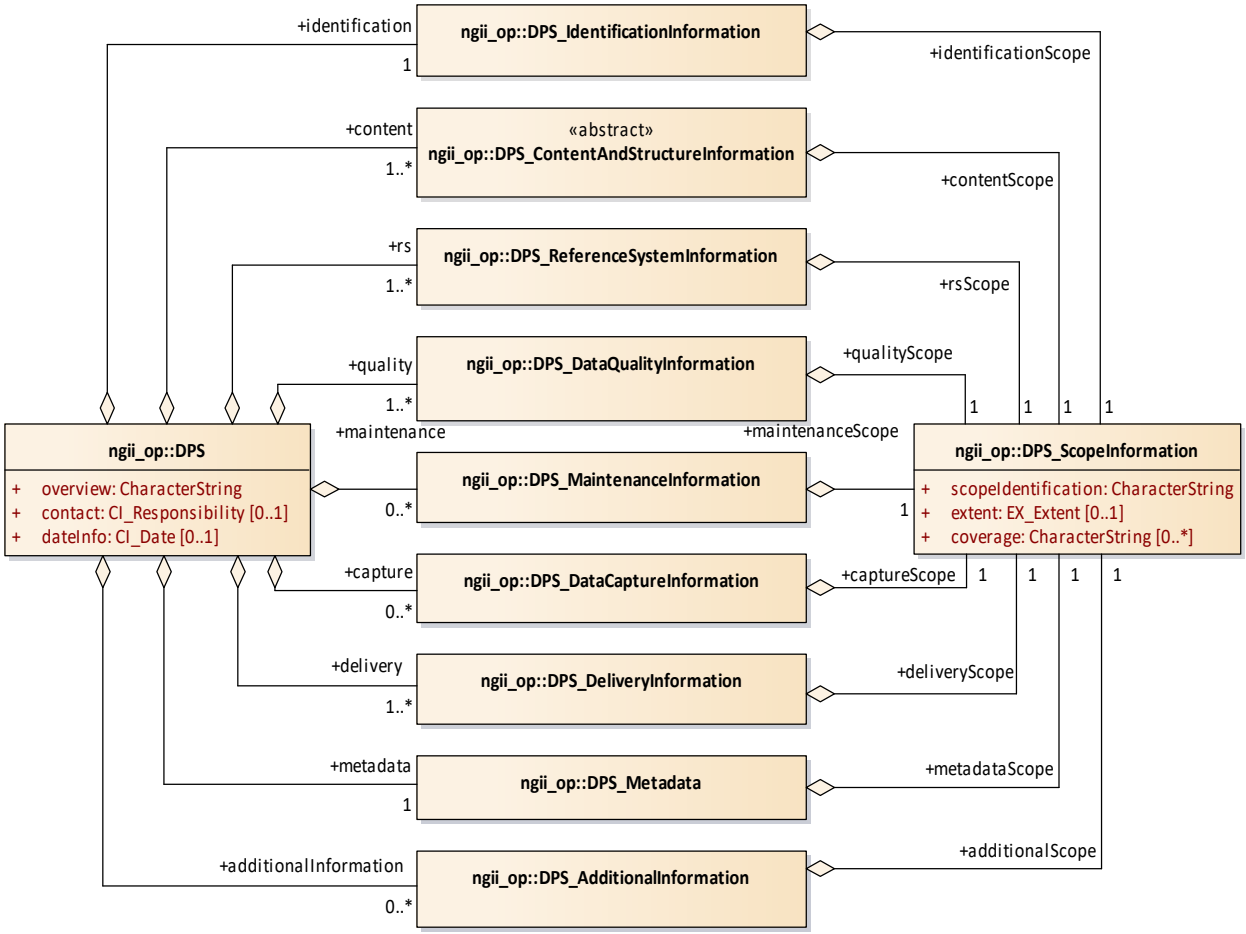
○ “데이터획득” 항목은 정사영상 제품사양 표준을 작성하는데 기반이 된 “KS X ISO 19131, 지리정보 - 데이터 제품사양”에서 정의하고 있는 항목으로, 기존 정사영상 제품사양에서는 제외하였으나 위성영상을 반영하면서 항목을 추가함

<정사영상 제품사양 항목 구성 변경내용>

항목	세부항목	항목 설명	변경 내용
개요	-	정사영상 제품에 대한 개요정보 요약설명	
연락처	-	정사영상 제품을 제공하는 기관 또는 담당자 정보	
일자정보	-	제품을 제작한 일자 정보	
식별정보	제목	정사영상 제품의 명칭	
	요약	정사영상 제품에 대한 요약 설명	
	목적	정사영상 제품을 제작한 의도에 대한 설명	
	공간표현유형	정사영상 제품이 나타내어지는 공간표현의 유형코드	
	공간해상도	정사영상 제품의 공간해상도	
	주제목록	정사영상 제품의 활용 주제	
	지리적 설명	정사영상 제품의 지리적 범위	
	처리수준	정사영상 제품의 처리(가공) 수준	삭제
	보충정보	정사영상 제품에 관한 기타 설명정보	
	원시자료 설명	정사영상의 생산에 사용된 원시자료 정보	삭제
내용	서술적 설명	정사영상 제품의 내용 및 구조에 대한 서술적 설명	
	응용 스키마	정사영상 제품의 응용스키마	
	지형지물목록	정사영상 제품의 지형지물 목록	
참조체계	공간참조체계	정사영상 제품의 공간참조체계 식별자	
유지관리	유지관리 및 갱신주기	정사영상 제품의 관리 및 업데이트 주기	
배포정보	배포매체	정사영상 제품을 배포하는 매체 정보	
	배포포맷	정사영상 제품을 배포 포맷 정보	
데이터획득	데이터획득서술	정사영상 제품의 데이터 획득에 관한 처리과정의 일반적인 설명	추가
부가정보	부가정보	정사영상 제품의 기타 임의 부가정보	

○ 정사영상 제품사양 개정안의 보완에 따라 최종으로 구성된 정사영상 제품사양 표준안의 구성은 다음과 같음

○ 제품사양은 DPS 클래스를 최상위 클래스로 9개의 하위클래스와 3개의 속성정보로 구성되며, 각 하위클래스의 범위 설정을 위한 범위정보 클래스로 구성됨



<정사영상 제품사양 개정안의 UML 구성>

<정사영상 제품사양 개정안>

항목 명칭	정의	의무 / 조건	최대 발생 회수	데이터 유형
개요 (overview)	제품에 대한 개요정보	M	1	문자열 (CharacterString)
연락처 (contact)	제품사양 제공자의 연락처	O	1	연락처 (CI_Responsibility)
일자 (dateInfo)	제품사양의 제작 일자	O	1	날짜 (CI_Date)
역할: 식별 (identification)	제품사양의 식별정보	M	1	DPS_식별정보 (DPS_Identification)
역할 : 내용 (content)	제품의 내용 및 구조에 대한 정보	M	N	DPS_내용및구조정보 (DPS_ContentAndStructureInformation)
역할: 참조체계 (rs)	제품사양이 기술하는 제품이 따르는 참조체계 정보	M	N	DPS_참조체계정보 (DPS_ReferenceSystemInformation)
역할: 품질 (quality)	제품사양이 기술하는 제품의 품질 정보	M	1	DPS_품질정보 (DPS_DataQualityInformation)
역할: 유지관리 (maintenance)	제품사양의 유지관리 정보	O	N	DPS_유지관리정보 (DPS_MaintenanceInformation)
역할: 배포 (delivery)	제품사양이 기술하는 제품의 배포 정보	M	N	DPS_배포정보 (DPS_DeliveryInformation)
역할: 데이터획득 (capture)	제품사양이 기술하는 제품의	O	N	DPS_데이터획득정보 (DPS_DataCaptureInformation)
역할: 메타데이터 (metadata)	제품사양이 기술하는 제품에 대한 메타데이터 정보	M	1	DPS_메타데이터 (DPS_Metadata)
역할: 부가 정보 (additionalInformation)	제품사양이 기술하는 제품에 대한 부가 정보	O	N	DPS_부가정보 (DPS_AdditionalInformation)

<정사영상 제품사양의 범위 정보>

항목 명칭	정의	의무 / 조건	최대 발생 회수	데이터 유형
범위식별 (scopeIdentification)	범위에 대한 식별정보	M	1	문자열 (CharacterString)
범위 (Extent)	범위로써 기술하고자 하는 공간적, 수직적, 시간적 영역에 관한 정보	O	1	EX_범위정보 (EX_Extent)
커버리지 (Coverage)	범위로써 기술하고자 하는 커버리지	O	N	문자열 (CharacterString)

④. GCP Chipset 메타데이터안 표준안

○ GCP Chipset 메타데이터(안) 작성은 위성정밀정사영상의 정밀기하수립을 위해 구축한 지상기준점 데이터의 메타데이터 작성에 필요한 메타데이터 항목을 구성한 것으로 국토지리정보원의 기관표준인 통합기준점 메타데이터 표준을 참고함

○ 국토지리정보원의 기준점은 통합기준점 메타데이터 표준을 적용하여 메타데이터를 작성하고 있으므로 GCP Chipset 자료도 통합기준점의 메타데이터 항목이 적용 가능함

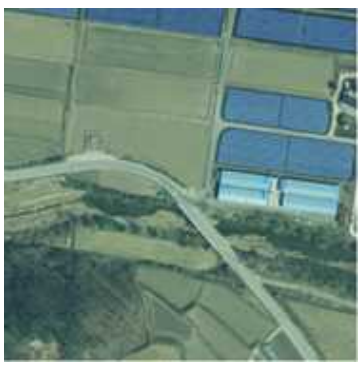
<통합기준점 메타데이터 항목 구성>

항목	세부항목	항목 설명
연락정보	-	메타데이터의 작성기관 또는 담당자 연락정보
일자정보	-	메타데이터를 작성한 일자 정보
식별정보	인용(참고자료)	통함기준점에 대한 참고자료
	요약	통함기준점에 대한 요약 설명
	신뢰도	통함기준점의 신뢰도 요약
	상태	통합기준점의 설치 상태
	연락처	통합기준점과 관련된 기관, 담당자 연락처
	주제목록	통합기준점의 활용 주제
	범위	통합기준점의 시간 및 공간적 범위
	처리수준	통합기준점의 처리 수준
	자원제약	통합기준점에 적용된 제약 조건
	자원유지관리	통합기준점의 유지관리 정보
	서술적 키워드	통합기준점을 설명하는 키워드
	특정자원 사용	통합기준점 자원의 사용에 대한 정보
메타데이터 제약정보	접근제약	메타데이터 정보의 사용자 접근제한 정보
메타데이터 유지관리	유지관리 및 갱신주기	메타데이터의 관리 및 업데이트 주기
	유지관리일	메타데이터의 유지관리가 수행된 일자
	유지관리노트	메타데이터의 유지관리 수행과 관련된 기록
	연락처	메타데이터 유지관리 책임자의 연락처
참조체계	참조체계 식별자	통합기준점이 기반으로 하고 있는 공간참조체계 식별자
	참조체계 유형	통합기준점이 기반으로 하고 있는 공간참조체계 유형 코드
내용정보	부합코드	사용된 피처카탈로그의 ISO 19110 부합여부 정보
	로케일	피처 카탈로그에 사용된 언어 정보
	데이터셋 포함여부	피처 카달로그에 데이터 셋 자체가 포함되어 있는지 여부
	피쳐 타입	피처카달로그에 나타나는 피처타입에 대한 정보
배포정보	배포자 연락처	통합기준점 정보를 배포하는 책임자의 연락처

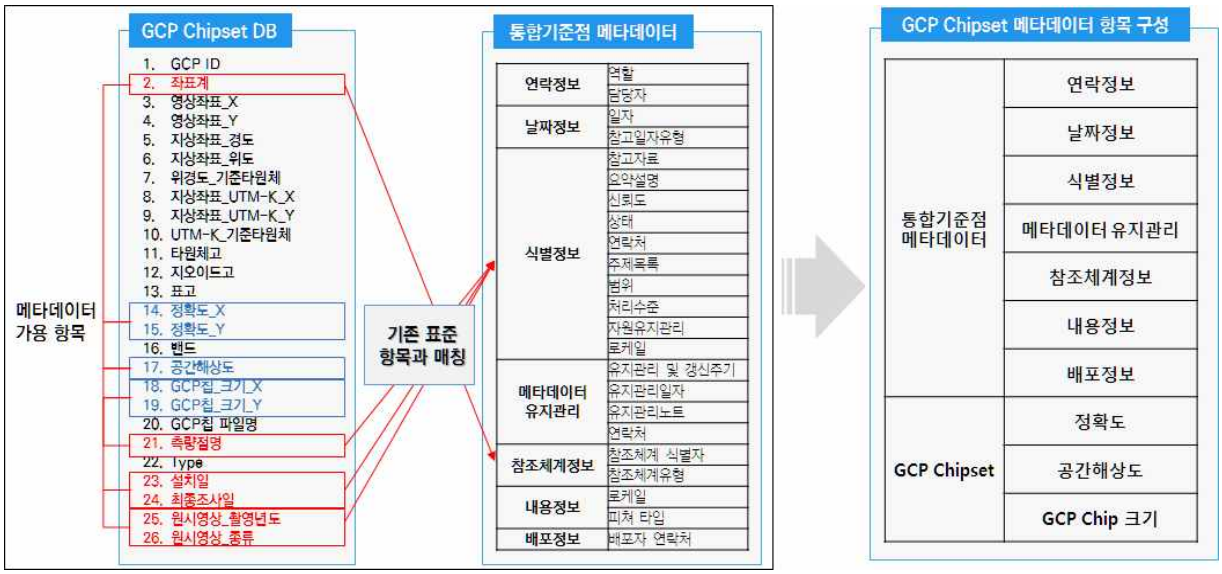
○ 통합기준점 메타데이터 표준에 따라 GCP Chipset의 메타데이터를 작성하는 것도 가능하나, GCP Chipset에 적합하게 정보를 기술하기 위하여 GCP Chipset 자료가 가지는 정보를 메타데이터 항목에 반영할 필요가 있음

○ GCP Chipset 자료는 지상기준점에 대한 위치 및 식별 정보를 속성정보로 가지는 테이블과 기준점의 위치를 저장한 이미지 파일로 구성됨. GCP Chipset 데이터의 구성 중 속성정보의 일부 항목은 메타데이터로 활용 가능

<GCP Chipset 데이터 구성>

Chip Image	DB 항목	항목유형	메타데이터 활용 가능
	GCP ID	관리정보	
	좌표계	위치정보	○
	영상좌표_X	위치정보	
	영상좌표_Y	위치정보	
	지상좌표_경도	위치정보	
	지상좌표_위도	위치정보	
	위경도_기준타원체	위치정보	
	지상좌표_UTM-K_X	위치정보	
	지상좌표_UTM-K_Y	위치정보	
	UTM-K_기준타원체	위치정보	
	타원체고	위치정보	
	지오이드고	위치정보	
	표고	위치정보	
	정확도_X	관리정보	○
	정확도_Y	관리정보	○
	밴드	관리정보	
	공간해상도	관리정보	○
	GCP칩_크기_X	관리정보	○
	GCP칩_크기_Y	관리정보	○
	GCP칩 파일명	관리정보	
	측량점명	관리정보	○
	Type	관리정보	
	설치일	관리정보	○
	최종조사일	관리정보	○
	원시영상_촬영년도	관리정보	○
	원시영상_종류	관리정보	○

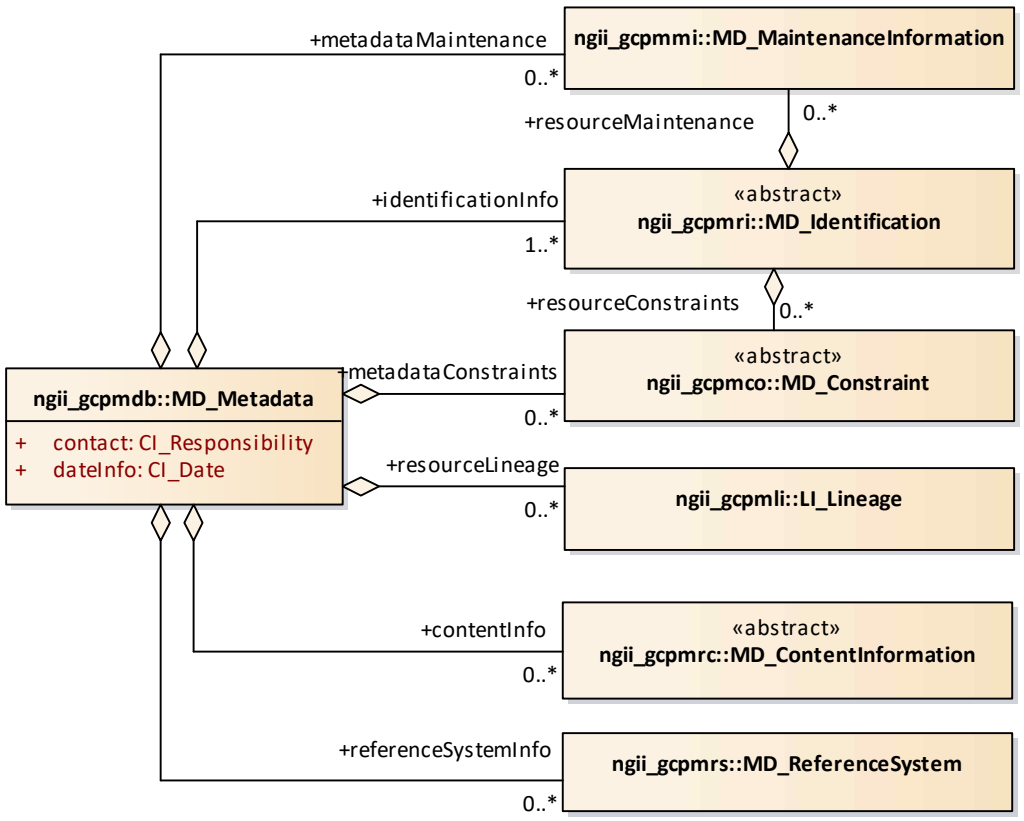
○ GCP Chipset 데이터에 대한 메타데이터 구성은 기관표준인 통합기준점 메타데이터 표준의 항목을 바탕으로 GCP Chipset의 속성정보 중 메타데이터로 활용 가능한 항목을 도출하여 항목 간 비교작업을 통해 GCP Chipsset 데이터의 메타데이터 항목을 구성함



<통합기준점 메타데이터 - GCP Chipset 속성 항목 비교를 통한 메타데이터 항목 구성>

○ 작성된 GCP Chipset의 메타데이터 구성은 통합기준점 메타데이터 표준의 구조를 따르고 있음.

○ MD_Metadata 클래스를 최상위 클래스로 6개의 하위클래스와 2개의 속성정보로 구성됨



<GCP Chipset 메타데이터 UML 구성>

<GCP Chipset 메타데이터안>

항목 명칭	정의	의무 / 조건	최대 발생 회수	데이터 유형
연락 정보 (contact)	지상기준점 칩셋 메타데이터 제공자의 연락처	M	1	CI_책임자 (CI_Responsibility)
날짜 정보 (dateinfo)	지상기준점 칩셋 메타데이터의 제작일자	M	1	CI_날짜 (CI_Date)
역할:식별 정보 (identificationInfo)	지상기준점 칩셋 메타데이터가 적용되는 자원에 대한 기본 정보	M	N	MD_식별 (MD_Identification)
역할:메타데이터 제약정보 (metadataConstraints)	지상기준점 칩셋 메타데이터의 접근 및 사용에 관한 제약사항을 제공	O	N	MD_제약 (MD_Constraint)
역할:메타데이터 유지관리 (metadataMaintenance)	지상기준점 칩셋 메타데이터 갱신 주기와 범위에 대한 정보를 제공	O	N	MD_유지관리정보 (MD_MaintenanceInformation)
역할:참조체계정보 (referenceSystemInfo)	지상기준점 칩셋 사용된 시공간 참조 체계에 대한 설명	O	N	MD_참조체계 (MD_ReferenceSystem)
역할:내용정보 (contentInfo)	지상기준점 칩셋의 커버리지 데이터에 대한 특징을 설명	O	N	MD_내용정보 (MD_ContentInformation)
역할:자원연혁 (resourceLineage)	지상기준점 칩셋에 적용되는 기원, 출처에 대한 정보 제공	O	N	LI_연혁 (LI_Lineage)

<GCP Chipset 메타데이터 항목 구성>

항목	정의	의무/조건	세부 항목 구성
연락정보	지상기준점 칩셋 메타데이터 제공자의 연락처	필수	기관, 부서, 담당자, 연락정보
일자	지상기준점 칩셋 메타데이터의 제작일자	필수	일자유형, 일자
식별	지상기준점 칩셋 메타데이터가 적용되는 자원에 대한 기본 정보	필수	참고자료, 요약, 신뢰도, 상태, 연락처, 주제목록, 범위, 처리수준, 공간해상도, 자원제약, 자원유지관리, 언어
메타데이터 제약	지상기준점 칩셋 메타데이터의 접근 및 사용에 관한 제약사항을 제공	선택	접근제한
메타데이터 유지관리	지상기준점 칩셋 메타데이터 갱신 주기와 범위에 대한 정보를 제공	선택	유지관리 및 갱신주기, 유지관리일, 유지관리 노트, 연락처
참조체계정보	지상기준점 칩셋 사용된 시공간 참조 체계에 대한 설명	선택	참조체계 식별자, 참조체계 유형
내용정보	지상기준점 칩셋의 커버리지 데이터에 대한 특징을 설명	선택	속성설명, 명칭, 정의, 요소범위
자원연혁	지상기준점 칩셋에 적용되는 기원, 출처에 대한 정보 제공	선택	서술, 자원

(다). 국토위성 산출물 품질관리 방안

①. 국토위성 산출물 품질관리 대상

○ 국토위성 산출물에 대한 품질관리를 위해서는 품질관리의 대상이 되는 산출물을 명확히 할 필요가 있음

○ 국토위성을 통해서 생산되는 산출물은 처리단계에 따라 구분되며 각각 표준영상, 위성정밀영상, 활용산출물로 구분할 수 있음. 위성정밀영상의 위치정확도 개선을 위해 활용되는 GCP Chipset이 별도의 산출물로 추가될 수 있음

<국토위성관련 산출물 요약>

산출물	생산 단위	생산기관	서비스 여부
표준영상(L1)	Scene	항공우주연구원	미정
위성정밀영상(L2)	도엽, Scene	국토위성센터	외부 활용
활용산출물	도엽, Scene	국토위성센터	미정
GCP Chipset	점	국토위성센터	내부 활용, 외부활용은 미정

○ 표준영상은 국토위성에서 수신된 직저장 데이터를 Scene 단위의 영상으로 분할하고, 기본적인 보정을 통해 생산된 산출물로, 표준영상을 생산하고 가공하는 과정은 한국항공우주연구원에서 수행하여 국토위성센터로 전달함

○ 위성정밀영상은 GCP를 활용하여 표준영상의 위치정확도를 개선한 산출물임. 고해상도 DEM 데이터를 활용하여 정사보정을 수행하며, 생산된 데이터는 도엽단위로 분할하여 활용 가능함

○ 활용산출물은 위성정밀영상을 특정 목적에 따라 가공하여 생산한 응용 산출물을 의미하며, 산출물은 영상을 비롯하여, 벡터나 바이너리 형태의 데이터도 포함될 수 있음

○ 각 처리단계의 산출물은 세부단계별로 세부 산출물을 생산하는 구조로 이루어져 있으며 해당 산출물에 대한 관리 및 서비스 계획에 대해서는 추후 결정 예정임

○ 본 연구의 품질관리안은 품질관리의 대상으로 본 연구의 주요 산출물이라 할 수 있는 위성정밀영상을 대상으로 품질관리안을 수립하였으나, 향후 보완을 통해서 다른 산출물에 적용도 가능함

②. 국토위성 산출물 품질관리의 방향성

○ 본 연구에서 제시하는 품질관리 방안은 국토위성을 통해서 수신된 데이터가 하나의 산출물로서 처리·가공되는 과정이나 절차가 아닌 생산된 산출물의 품질 상태를 보다 체계적으로 기술하기 위한 항목을 규정함

○ 국토위성센터의 국토위성정보 수집 및 활용시스템은 국토위성에서 수신된 직저장 데이터의 수집에서 정밀정사영상을 생산하는 단계별 처리 과정이 하나의 흐름으로 자동화되어 처리됨

○ 자동화된 각 단계의 처리 과정을 통해서 생산되는 국토위성의 산출물에 데이터 구축사업과 같이 모든 산출물에 대해 일정한 수준 이상의 품질을 요구하는 것은 적절하지 않으며, 위성영상은 항공기를 이용한 사진 촬영보다 인위적으로 환경을 제어하기가 어렵기 때문임

○ 이에 각각의 중간 처리단계에 관여하여 생산된 산출물의 품질을 개선하기 위한 처리 과정보다는 산출물이 포함하고 있는 품질을 더 정확하고 체계적으로 기술하여 업무담당자나 사용자가 산출물의 품질 상태를 보다 정확하게 파악할 수 있게 하는 것을 목적으로 함

○ 국토위성이 아직 발사되지 않은 상황에서 산출물의 품질 개선보다는 국토위성 발사 이후 실제 생산되는 산출물의 품질을 체계적이고 구체적으로 파악하는 것이 현 상황에서 적합하다고 판단되며, 이는 향후 산출물의 품질 개선을 위한 근거 자료로 활용 될 수 있음

③. 국토위성 산출물 품질관리안 작성

○ 품질관리안은 산출물의 품질을 다양한 측면에서 더 체계적이고 구체적으로 품질 상태를 기술하는 방법을 규정하는데 목적이 있음

○ 이러한 목적에 따라 품질관리안은 국가표준인 “KS X ISO 19157, 지리정보 - 데이터 품질 표준”을 참조하여 작성하였음. KS X ISO 19157 데이터 품질 표준은 공간정보 데이터에 대한 품질을 체계적으로 기술하기 위해 품질 평가(측정) 요소를 정의하고, 각 품질 평가(측정) 요소를 기술하는 방법을 규정함

<KS X ISO 19157 데이터 품질 표준의 품질 평가(측정) 요소>

항목	세부항목	내용
완전성	초과	데이터에 포함된 초과 데이터
	누락	데이터에 누락된 데이터
논리적 일관성	개념적 일관성	개념적 스키마 규칙 준수
	도메인 일관성	가치 도메인에 대한 가치 준수
	형식 일관성	물리적 구조에 따라 데이터가 저장되는 정도
	위상 일관성	데이터세트의 위상적 특성의 정확성
위치정확성	절대적 정확도	보고된 좌표값이 실제에 근접한 정도
	상대적 정확도	지형지물의 상대적 위치가 실제에 근접한 정도
	그리드 데이터 위치 정확성	그리드 데이터의 공간 위치값이 실제에 근접한 정도
주제 정확성	분류정확성	속성 또는 지형지물에 할당된 클래스의 비교
	비정량적 속성 정확성	비정량적 속성이 정확한지 여부에 대한 측정
	정량적 속성 정확도	정량적 속성값이 실제와 근접한 정도
시간적 품질	시간적 측정의 정확도	데이터의 시간적 정확도
	시간적 유효성	시간과 관련된 데이터의 유효성

○ 품질관리안은 KS X ISO 19157 데이터 품질 표준을 기반으로 하기 때문에, 국토위성 산출물에 대해 품질 평가(측정) 요소 항목의 정의가 요구됨

○ 품질관리안의 품질 평가(측정) 요소는 국토지리정보원의 기관표준인 “NGII-STD.2015-8, 정사영상 데이터 품질 표준”에서 정의하고 있는 품질 평가(측정) 요소를 참조함

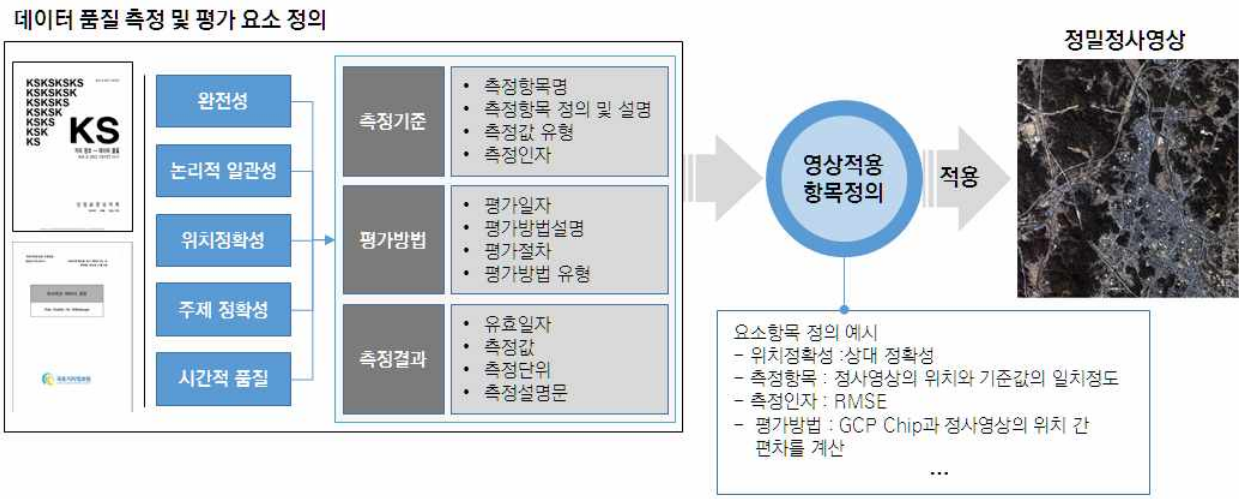
<국토위성 산출물 품질관리(안)의 품질 평가(측정) 요소>

항목	세부항목	내용
완전성	누락	위성영상의 촬영에 영향을 미치는 요인으로 인하여 발생한 데이터의 누락 정도
논리적 일관성	도메인 일관성	생산된 위성영상의 밴드별 픽셀값이 일정한 범위의 도메인 도는 규격에 따라 생산되었는지에 대한 정보
	형식 일관성	생산된 데이터가 정해진 데이터 포맷에 ᄄᆞ라 생산되었으며, 데이터나 관련 정보가 정상적으로 포함되었는지에 대한 정보
위치정확성	절대적 정확도	생산된 위성영상의 임의의 위치가 실제의 위치에 근접한 정도
	상대적 정확도	생산된 위성영상 안에서 임의의 지형지물 또는 지점간의 상대적 위치가 현실에서의 위치와 근접한 정도
시간적 품질	시간적 유효성	생산된 위성영상이 가지는 시간적 유효성

○ 품질 평가(측정) 요소에 대한 산출물의 실제 품질을 체계적으로 기술하기 위해서는 평가(측정) 방법 및 결과를 기술하기 위한 항목의 정의가 요구되며, 품질관리안은 다음과 같이 품질 측정 및 결과에 대한 기술 항목을 정의함

<산출물의 품질을 기술하기 위한 항목 정의>

항목	세부항목	내용
측정기준	측정항목명	품질을 측정하기 위한 항목명
	항목 정의	측정항목에 대한 설명 및 정의 내용
	측정값유형	품질 측정 값의 유형
	측정인자	품질 측정에 사용되는 인자
측정방법	평가일자	품질 측정 일자
	평가방법설명	품질 측정 수행 방법에 대한 설명
	평가절차	품질 측정 수행 절차에 대한 설명
	평가방법 유형	품질 측정 유형(직접평가/간접평가 등)
측정결과	유효일자	품질의 측정결과 유효한 기간 또는 일자
	측정값	품질의 측정 결과값
	측정단위	측졍 결과의 단위
	측정설명문	품질 측정 결과에 대한 설명



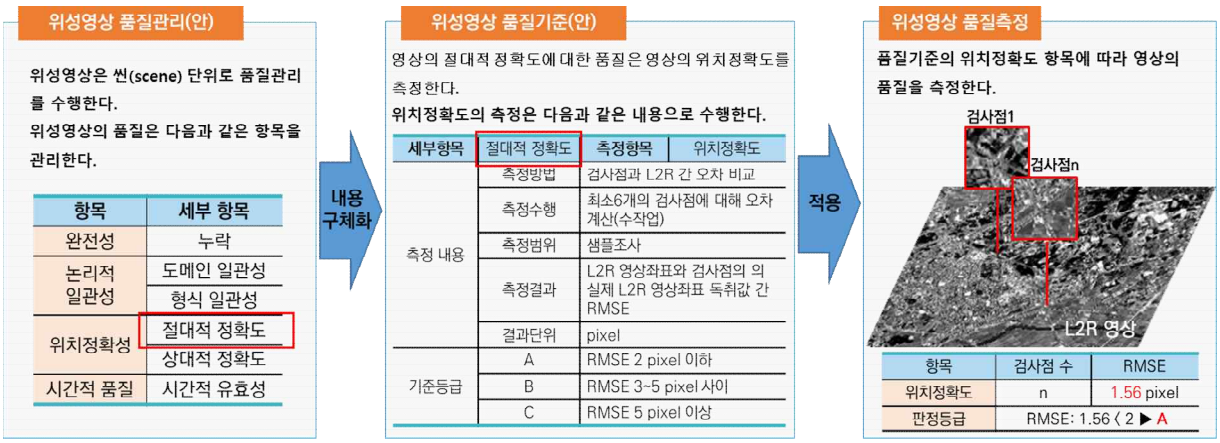
<KS X ISO 19157 표준을 이용한 영상 품질 기술(Description) 과정>

(라). 국토위성 산출물 품질기준안 마련

○ 국토위성 산출물 품질기준안은 국토위성 산출물을 대상으로 품질을 측정하고 이를 기술하기 위한 품질기준을 제시함.

○ 2차년도 연구를 통해서 국토위성 산출물의 품질을 더 체계적으로 기술하기 위하여 품질관리안을 제시하였음. 품질관리안은 산출물의 품질을 측정하기 위한 요소와 품질측정 결과를 체계적으로 기술하기 위한 요소를 정의함.

○ 품질기준안은 품질관리안에서 정의한 품질 측정 요소를 국토위성 산출물에 적용하기 위한 실제 항목과 측정기준을 제시함



<국토위성 산출물의 품질 관리 및 기준 적용>

○ 품질기준안의 적용 대상은 국토위성을 통해 생산된 단계별 산출물을 대상으로 함. 국토위성 산출물은 처리 과정에 따라 표준영상(Level 1), 위성정밀영상(Level 2), 활용산출물

(Level 3)로 구분되며, 각 단계는 세부 처리 과정에 따라 세부산출물을 생산함

<국토위성 처리단계별 세부산출물>

처리단계	산출물	세부 단계	내용 설명
Level 0	직저장 데이터	L0F	◆ 위성으로부터 수신되어 저장된 무보정 데이터
Level 1	표준영상	L1R	◆ L0F 데이터를 복사보정하여 생산한 영상
		L1G	◆ L1R 영상을 기하보정 한 정사 영상
Level 2	위성정밀영상	L2R	◆ L1R 영상에 GCP를 적용하여 정밀기하를 수립한 영상
		L2G	◆ L2R 영상에 정밀 DEM을 이용하여 정사보정을 수행한 영상
		L2I	◆ L2G 영상을 일정한 도엽단위로 분할한 영상
Level 3	활용산출물	L3	◆ L2 영상을 이용하여 분석, 추출, 생성된 활용산출물 - 공간객체, 변화탐지, 3차원 등 ◆ 여러 L2 영상을 이용하여 제작한 모자이크 영상

○ 품질기준(안)에서는 각 단계별 산출물의 품질을 측정하기 위해 품질관리(안)에서 제시한 품질 요소를 선택적으로 적용하고 있으며, 각 단계별 산출물의 세부 품질 요소를 측정하기 위한 산출물의 실제 품질 측정 항목을 정의함.

○ 예를 들어, Level 1의 표준영상은 완전성에 대한 품질을 측정하기 위하여 실제 표준영상에 포함된 운량, 적설, 잡음에 대한 항목을 측정함

<처리단계별 산출물 세부 품질 측정 항목>

단계	단계별 산출물	품질 요소	세부 요소	품질 측정 항목
Level 1 (표준영상)	표준영상 (L1R, L1G)	완전성	누락	운량
				적설
				영상의 잡음
		논리적 일관성	도메인	영상의 밝기
Level 2 (위성정밀영상)	위성정밀기하영상 (L2R)	논리적 일관성	도메인 일관성	영상 왜곡정도
		위치정확성	절대적 정확도	위치정확도
	위성정밀정사영상 (L2G)	위치정확성	절대적 정확도	매핑정확도
	도엽단위 정밀정사영상(L2I)	시간적 품질	시간 유효성	입력영상의 촬영시간 차

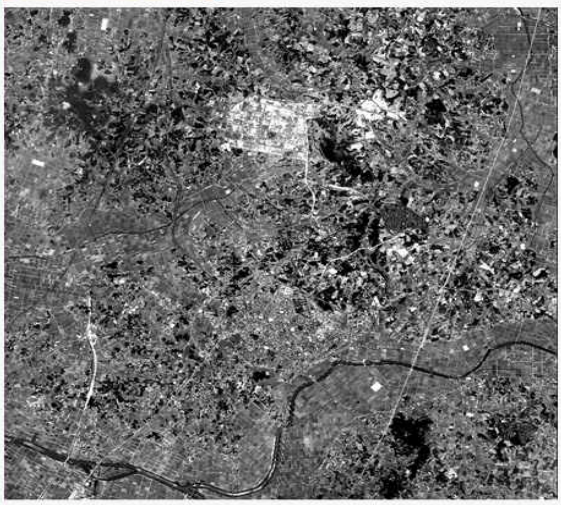
○ 품질기준안은 각 처리단계별 산출물의 품질 측정 요소에 대해 품질 측정 방법과 기준을 정의하고 있음

○ 각 품질 측정 항목은 측정 내용에 따라 산출물의 품질을 측정하고, 측정결과는 기준범위에 따라 해당 항목에 대한 품질 등급을 부여하도록 품질기준을 구성함

<품질 측정 항목별 내용 및 품질 기준>

품질측정항목	측정내용	단위	등급기준	기준범위
영상의 밝기	L1R 영상에 기록된 화소값의 (최대치-최소치) / 이론적 밝기값 최대치 (4096)	비율	A	0.25 이상
			B	0.1 ~ 0.25
			C	0.1 이하
영상의 잡음	영상에 포함된 잡음 양의 비율	%	A	영상 잡음 없음
			B	영상 잡음 2% 미만
			C	영상 잡음 2% 이상
운량	영사의 크기 대비 구름의 비율	%	A	비율이 10% 이하
			B	비율이 10~25% 사이
			C	비율이 25% 이상
적설	적설량에 따른 영상의 지형지물 식별 가능 정도	%	A	주요 지형지물 식별가능 90%이상
			B	주요 지형지물 식별가능 75%이상
			C	주요 지형지물 식별가능 75%미만
영상 왜곡정도	메타데이터 상에 기록된 Roll, Pitch 각도	도	A	촬영각도가 5° 이하
			B	촬영각도가 25° 이하
			C	촬영각도가 25° 이상
영상의 위치정확도	검사점의 지상좌표에 갱신된 RPC계수를 적용하여 계산된 L2R 영상좌표와 검사점에 해당하는 실제 L2R 영상좌표 독취값 간 픽셀의 평균 제곱근 오차	pixel	A	픽셀 오차 RMSE가 2 pixel 이하
			B	픽셀 오차 RMSE가 3~5 pixel 사이
			C	픽셀 오차 RMSE가 5 pixel 이상
영상의 매핑정확도	검사점에 해당하는 L2G 영상점을 독취하여 독취된 영상점의 지상좌표와 검사점의 지상좌표 간 차이의 평균 제곱근 오차	pixel	A	픽셀 오차 RMSE가 1.5 meter 이하
			B	픽셀 오차 RMSE가 1.5~5 meter 사이
			C	픽셀 오차 RMSE가 5 meter 이상
1도엽을 구성하는 입력 영상의 개수 및 촬영시간차	입력영상 간 촬영시기의 일자 차이	일	A	입력영상 1개 사용
			B	입력영상 2개 사용, 촬영시기 7일 이내
			C	입력영상 2개 사용, 촬영시기 7일 이상 또는 입력영상 3개 이상 사용

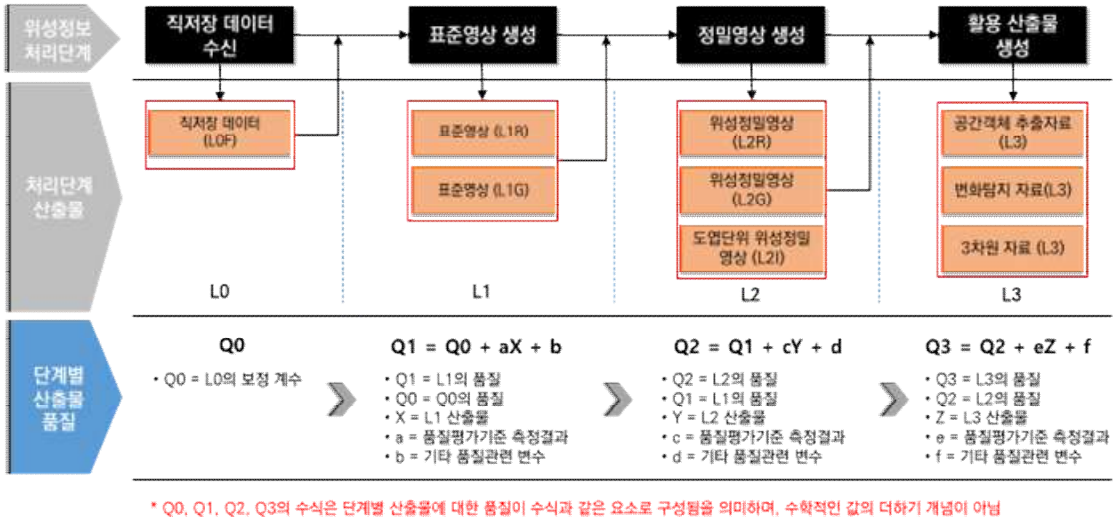
위성영상 품질측정 예시



품질 측정항목	등급기준	기준범위	측정값	결정등급
영상의 밝기	A	비율이 0.25 이상	0.15	B
	B	비율이 0.1 ~ 0.25		
	C	비율이 0.1 이하		
영상의 잡음	A	영상 잡음 없음	잡음 없음	A
	B	영상 잡음 2% 미만		
	C	영상 잡음 2% 이상		
운량	A	비율이 10% 이하	3.5%	A
	B	비율이 10~50% 사이		
	C	비율이 50% 이상		
적설	A	주요 지형지물 90%이상 식별 가능	100% 식별 가능	A
	B	주요 지형지물 60%이상 식별 가능		
	C	주요 지형지물 60%이상 식별 불가		
영상 왜곡정도	A	촬영각도가 5° 이하	11.5°	B
	B	촬영각도가 25° 이하		
	C	촬영각도가 25° 이상		
영상의 위치정확도	A	픽셀 오차 RMSE가 2 pixel 이하	1.3pixel	A
	B	픽셀 오차 RMSE가 3~5 pixel 사이		
	C	픽셀 오차 RMSE가 5 pixel 이상		
영상의 매핑정확도	A	픽셀 오차 RMSE가 1 meter 이하	0.74m	A
	B	픽셀 오차 RMSE가 1~5 meter 사이		
	C	픽셀 오차 RMSE가 5 meter 이상		
입력 영상의 개수 및 촬영시간 차	A	입력영상 1개 사용	1개	A
	B	입력영상 2개 사용, 촬영시기 7일 이내		
	C	입력영상 2개 사용, 촬영시기 7일 이상 또는 입력영상 3개 이상 사용		

<국토위성 산출물의 품질 측정 예시>

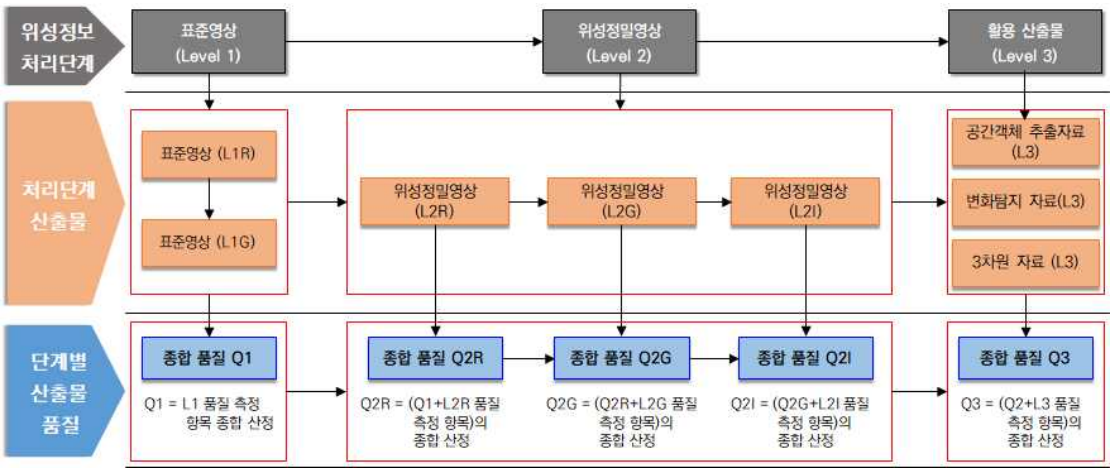
○ 국토위성 산출물은 처리단계별로 세부산출물을 생산하고 있으며, 각 처리단계의 세부 산출물은 이전 단계 산출물로부터 품질에 영향을 받는 구조로, 각 단계 산출물의 품질은 이전 단계 산출물의 품질에 따라 결정될 수 있음



<국토위성 산출물의 단계적 품질체계>

○ 국토위성 산출물의 품질은 각 단계별 산출물의 품질이 서로 영향을 미치는 관계로 구성되어 있음을 확인할 수 있도록 품질의 기술에 반영될 필요가 있음.

○ 이를 위해 품질기준안에서 산출물의 전체적인 품질을 산정함에 있어, 각 세부산출물마다 품질을 종합적으로 산정하도록 규정하고, 각 세부산출물의 품질은 이전 단계 산출물의 품질을 포함하여 산정하도록 규정함



<국토위성 산출물의 종합 품질 산정>

○ 품질기준안에 따라 국토위성 산출물에 대한 품질을 측정하면 각 항목에 대해 품질 등급이 부여되나, 산출물의 개별 항목에 대한 품질이므로 산출물의 전체적 품질을 의미하는 것이 아님

○ 산출물의 전체적인 품질을 기술하기 위해 품질 측정 결과를 종합적으로 산정할 필요가 있음. 이를 위해 각 품질 측정 항목별 등급에 대한 가중치를 부여하고 각 항목의 등급별 가중치를 합산하여 산출물의 종합 품질을 제시하도록 품질기준안을 구성함

○ 각 품질 측정 항목의 가중치는 전문가 16인을 대상으로 AHP 분석을 수행한 결과를 바탕으로 품질 측정 항목의 중요도에 따라 등급별 가중치를 부여함

AHP 분석에 따른 가중치 계산

품질 고려 요소별 중요도

구분	요소	중요도
1차요소	위성과 탑재체	0.5024
	촬영시기	0.2480
	국제표준	0.2496
2차요소	센서민감도	0.2793
	센서오류	0.7207
2차요소	논리적일관성	0.0877
	위치정확성	0.5481
	시간유효성	0.3642

AHP결과에 따른 고려 요소별 중요도

1차 요소	중요도	2차 요소	중요도	요소별 가중치
위성과 탑재체로부터 발생하는 오류	0.5024	센서의 민감도	0.2793	**0.1403**
		센서의 오류	0.7207	**0.3620**
촬영 시 기상현상 및 피복상태	0.2480	운량/적설		**0.2480**
품질 표준 적용을 고려한 품질기준	0.2496	논리적 일관성	0.0877	**0.0219**
		위치정확성	0.5481	**0.1368**
		시간정확성	0.3642	**0.0909**

가중치 분배

품질요소 측정등급별 가중치

품질 측정항목	등급별 가중치		
	A	B	C
영상의 밝기	14.0	10.5	7.0
영상의 잡음	36.2	27.2	18.1
운량	12.4	9.3	6.2
적설	12.4	9.3	6.2
영상 왜곡정도	2.2	1.6	1.1
영상의 위치정확도	6.8	5.1	3.4
영상의 매핑정확도	6.8	5.1	3.4
입력 영상의 개수 및 촬영시간 차	9.1	6.8	4.5
합계	100	75	50

<품질 측정 항목별 가중치 분배>

○ 산출물의 각 품질 측정 항목별 측정결과에 대한 가중치는 종합산정하여 점수로써 제시될 수 있음

위성영상 품질 측정 종합



품질 측정 항목	측정값	결정등급		결과
		등급	가중치	
영상의 밝기	0.15	B	10.5	93.5
영상의 잡음	잡음 없음	A	36.2	
운량	3.5%	A	12.4	
적설	100% 식별가능	A	12.4	
영상 왜곡정도	11.5°	B	1.6	
영상의 위치정확도	1.3pixel	A	6.8	
영상의 매핑정확도	0.74m	A	6.8	
입력 영상의 개수 및 촬영시간 차	1개	A	6.8	

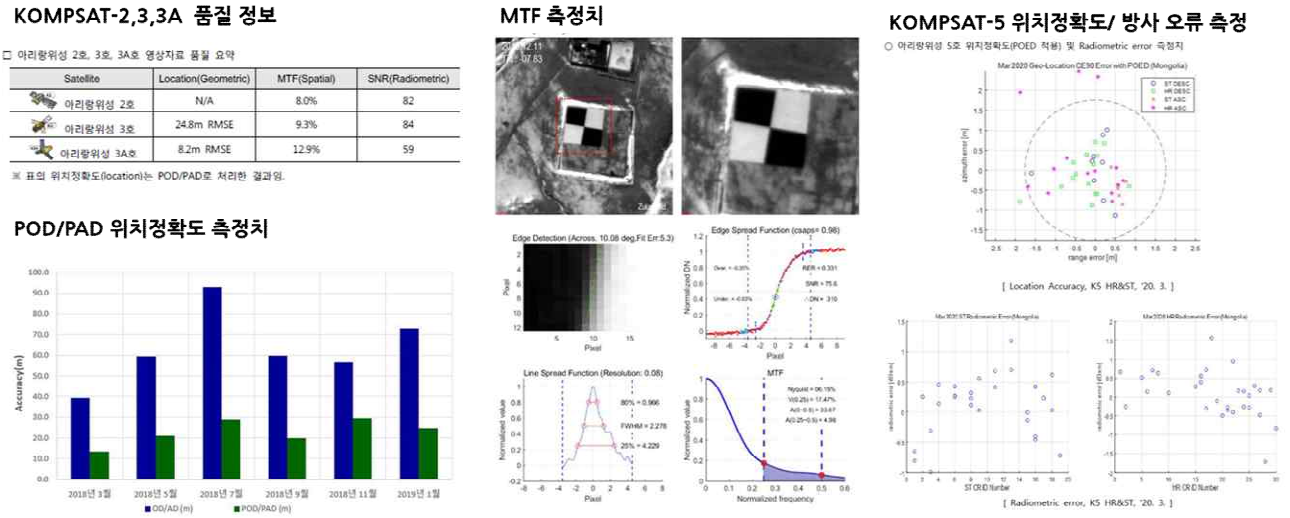
<산출물의 품질 종합 산정 예시>

(마). 국토위성 산출물 품질 모니터링 및 개선

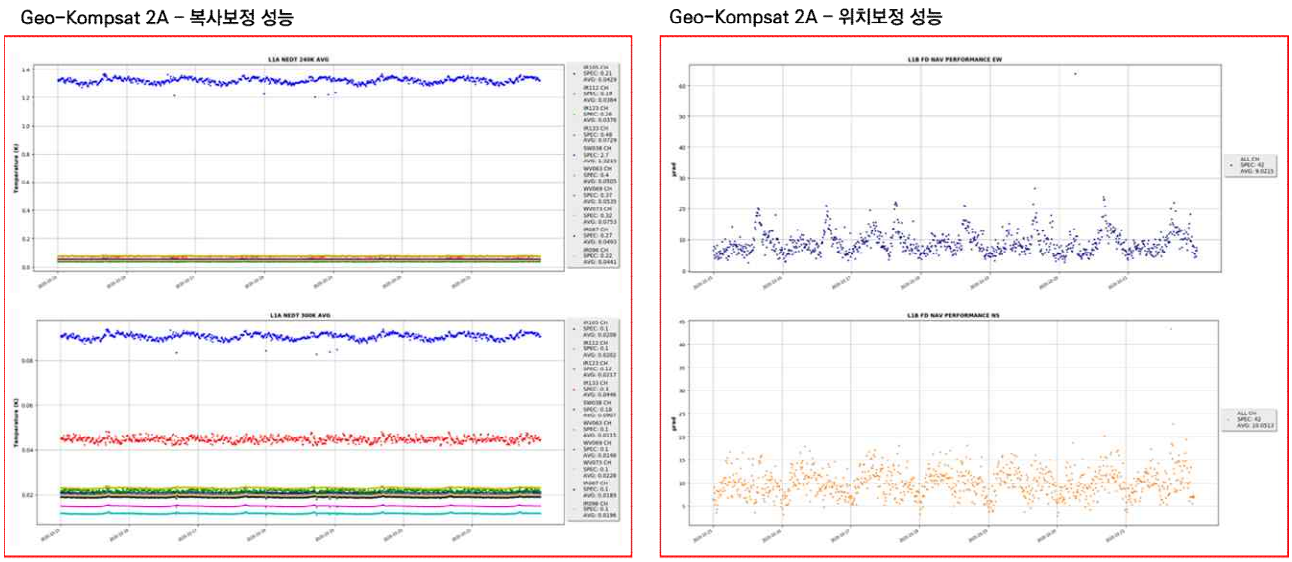
①. 타 기관의 품질관리

○ 우리나라는 한국항공우주연구원에서 대부분의 인공위성을 운영하고 있으며, COMS와 같이 해양이나 기상관측을 목적으로 하는 위성에 대해 타 기관과 공동운영을 수행하고 있음

○ 위성을 운영하는 기관은 일반적으로 위성에서 데이터를 직접 수신하고, 이를 처리하여 목적에 맞는 데이터를 생산하고 있음. 위성을 운영하는 기관은 데이터의 품질관리를 위해서 지속적인 모니터링을 수행하고 있으며, 그 대상은 위치정확도나 공간정확도, 신호 잡음비 등을 대상으로 함



<한국항공우주연구원의 KOMPSAT 품질 모니터링>



<국가기상위성센터의 Geo-KOMPSAT 2A 품질 모니터링>

②. 국토위성 산출물 품질 모니터링

○ 국토위성센터의 경우, 타 기관과 달리 위성으로부터 데이터를 직접 수신하지 않으며, 한국항공우주연구원에서 기본적인 보정이 수행된 Level 1 표준영상을 전달받아 가공 및 활용하는 업무를 수행함

○ 국토위성센터의 상황 상 위성이나 센서와 같은 H/W에 대한 모니터링은 불가하며, 생산된 산출물의 품질에 대한 모니터링만 가능함. 산출물의 품질에 대한 모니터링은 기관 내에서 자체적으로 수행하는 내부 모니터링과 기관 외부의 전문가를 통한 외부 모니터링으로 구분할 수 있음

<산출물 모니터링 분류>

<table>
<tr><th>구분</th><th>내부 모니터링</th><th>외부 모니터링</th></tr>
<tr><td>육안 모니터링</td><td>품질평가 프로그램이 완성되기 전까지 주로 활용</td><td>해당사항 없음</td></tr>
<tr><td rowspan="2">알고리즘 모니터링</td><td>품질평가 프로그램이 완성되어 자동화된 평가값이 도출되도록 하는 모니터링</td><td>여러 연구자가 원시정보와 표준정보를 받아 품질을 모니터링하는 논문에 발표한 사항을 담아 정리</td></tr>
<tr><td colspan="2">알고리즘에 대한 평가와 영상에 대한 평가가 동시에 이루어질 수 있는 포괄적인 품질 모니터링이라고 할 수 있음</td></tr>
<tr><td>혼합모니터링</td><td>알고리즘에 의한 모니터링을 수행하되, 파라미터 조정 등에 일부의 육안 모니터링이 함께 수반되어 반자동으로 평가가 이루어지는 모니터링 또는 여러 알고리즘을 적용하여 평가한 값을 혼합하여 품질에 대한 평가값을 제시하는 경우</td><td>해당사항 없음</td></tr>
<tr><td>통계적 모니터링</td><td>영상처리와 관련된 여러 시스템이 완성된 이후 특정 기간의 품질 평가값을 통계 처리하여 제시하는 모니터링 방안
예) 위성체와 센서의 민감도 변화 등에 대한 평가값</td><td>해당사항 없음</td></tr>
</table>

○ 산출물에 대한 품질 모니터링은 개별 산출물에 대한 모니터링과 개별 산출물의 품질을 누적한 통계적 모니터링으로 구분할 수 있음

○ 본 연구는 앞에서 산출물에 대한 품질을 기술하는 품질관리안과 품질측정을 위한 품질기준안을 작성하였으며, 이는 개별 산출물의 품질 모니터링에 적용 가능함. 품질기준안에서는 품질 측정 항목에 대해 육안, 알고리즘, 혼합 모니터링을 적용하여 품질을 측정하도록 규정하고 있음

○ 개별 산출물의 품질 측정을 통한 모니터링 결과는 누적되어 국토위성 산출물에 대한 전반적인 품질 파악을 위한 통계자료로 활용될 수 있음.

○ 국토위성 산출물에 대한 모니터링은 개별 산출물에 대한 품질 모니터링과 개별 산출물의 모니터링 결과를 누적한 통계적 모니터링으로 구성됨. 개별 모니터링 결과가 산출물 전체에 대한 품질을 의미할 수 없으므로 산출물의 품질은 개별 산출물의 품질에 대한 누적된 통계를 활용하는 것이 필요함

③. 국토위성 산출물 품질 개선

○ 위성 산출물의 품질 개선은 저품질의 영상이 알고리즘 처리 과정에 따라 고품질로 전환되는 것을 의미함.

○ 위성이 가지는 특성상 생산되는 산출물의 품질 저하를 개선하기 위해 H/W를 개선하는 방법은 불가능 하기 때문에, 생산되는 산출물에 대해 알고리즘과 같은 S/W적 가공을 수행하여 품질을 개선하는 방법이 요구됨

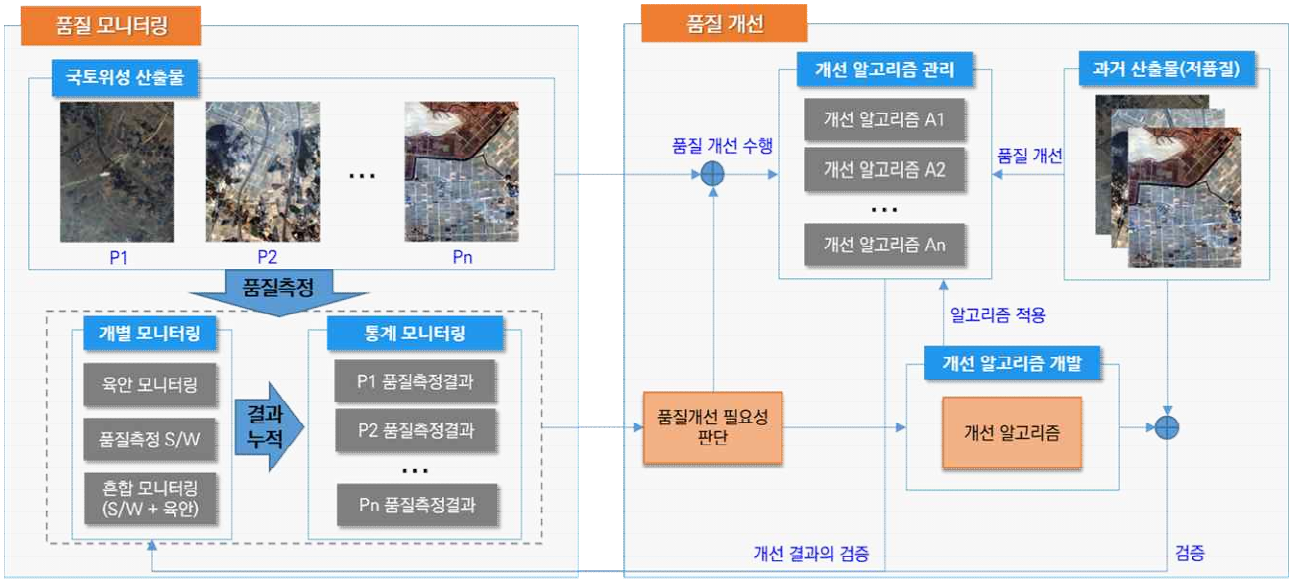
○ 국토위성 산출물에 대한 품질 개선은 산출물에 대한 지속적인 모니터링의 결과를 바탕으로 진행되어야 함. 개별 산출물에 대한 품질 측정 결과의 누적 통계 모니터링을 통해서 산출물에 대한 품질 개선의 필요성을 판단하고, 품질개선을 수행하기 위한 절차의 마련이 요구됨

○ 품질의 개선은 검증된 개선 알고리즘을 통한 데이터의 개선과 개선된 데이터에 대한 품질 검증을 수행하는 체계로 구성할 수 있음

○ 개선 알고리즘을 통한 저품질 데이터의 개선은 검증된 개선 알고리즘(S?W)을 적용하여 저품질의 산출물을 개선하는 과정을 수행하며, 과거에 생산된 저품질 산출물에 대한 개선도 수행함

○ 품질 개선된 데이터에 대한 검증은 개선 알고리즘을 통해서 개선된 데이터의 품질 상태를 점검하기 위한 검증체계를 의미함. 개선 알고리즘을 통한 품질의 개선과 개선된 결과물의 검증을 통해서 개선에 적용된 알고리즘에 대한 검증과 검증된 산출물에 대한 개선이 가능함

○ 품질 모니터링과 품질 개선, 품질 개선 결과에 대한 검증이 선순환 과정에 따라 체계적으로 갖춰져야 산출물에 대한 품질관리가 효과적으로 수행 가능함



<국토위성센터 산출물 품질 모니터링 및 개선안>

(바). 국토위성센터관련 법/제도 마련

①. 기존 법률 및 사전연구 분석

○ 국토위성센터 운영을 위한 법/제도 마련은 국토위성센터의 운영규정 마련을 목적으로 수행됨

○ 운영규정의 마련을 위해 사전연구 및 기존 법·제도에 대한 분석을 수행하고, 그 결과를 바탕으로 운영규정의 틀과 조문을 작성함

○ 사전연구 및 기존 법·제도에 대한 조사 및 분석은 다음과 같이 구분할 수 있음

- 위성관련 법·제도 분석
- 국토위성관련 법·제도 분석
- 국토위성센터관련 선행연구 분석

○ 위성관련 법·제도 분석은 국내 타 위성관련기관의 관련 법·제도에 대한 분석을 수행함

○ 기관별 법제도 비교 내용을 보면 위성의 구축 및 운영에 대해서 기본적으로 일정한 법제도 체계가 형성되어 있다 판단됨

○ 해양위성센터 외에 다른 기관에서는 법률에 위성의 구축 및 운영에 대한 근거 규정을 두고 있으며, 동법 시행령에 위성 운영관련 업무의 범위를 열거하고, 구체적인 위성 운영에 대해서는 별도의 운영규정에서 정하고 있음

○ 이러한 법제도 체계는 국토위성센터에서도 필요할 것으로 판단되나, 해양위성센터의 사례를 볼 때 반드시 마련되어야 하는 것은 아닌 것으로 판단됨

<부처별 위성관련기관 관련 법제도 비교>

구분	기상위성센터	해양위성센터	환경위성센터	위성정보활용센터
주관부처	기상청	해양수산부	환경부	과학기술정보통신부
근거법	기상법	해양수산부와 그 소속기관 직제	대기환경보전법	우주개발 진흥법
운영 근거	법 제8조	제10조 3항 제33의9호	법 제8조	법 제6조의2
운영업무 범위	영 제5조	-	영 제1조의2	법 제17조
상세 운영업무	(기상청) 천리안위성 공동운영규정	(해양수산부) 천리안위성 공동운영규정	(환경부) 천리안위성 공동운영규정	(과학기술정보통신부) 천리안 공동운영규정
	천리안위성 기상업무 운영규정	천리안 해양관측위성 운영 및 자료배포규정	-	천리안 통신위성 운영규정
위성정보 업무활용 근거규정 등	관측업무규정 제6조 예보업무규정 제33조	해양생태계의 보전 및 관리에 관한 법률 시행령 제5조		

○ 비교 내용을 보면 특정 업무에 위성정보를 활용할 수 있는 근거를 마련하고 있는 것으로 보임

○ 천리안위성의 기상센서와 해양센서를 통해서 수신된 데이터는 각 위성센터의 실제 업무에서 사용되고 있으며, 각 업무 수행 과정에서 특정 업무의 경우, 법률이나 훈령 등에서 위성정보를 활용하여 해당 업무를 처리할 수 있는 근거를 두고 있음

○ 이러한 점을 감안하면 국토위성에서 생산된 위성영상을 공간정보 제작에 활용하기 위해서는 공간정보 제작에 위성영상을 활용할 수 있는 근거를 마련할 필요가 있다고 판단됨

○ 국토위성관련 법·제도 분석에서는 국토위성의 운영 및 구축, 국토위성의 위성영상에 대한 활용 등과 관련된 법·제도의 조사 및 분석을 수행하였으며, 연구에서 검토한 법·제도는 다음과 같음

- 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률 제2조(정의)
- 국가공간정보 기본법 시행령 제15조(기본공간정보의 취득 및 관리)
- 공공측량 성과심사 규정 제4조(공공측량의 종류)
- 공공측량 작업규정 제51조(영상지도 제작)
- 기본공간정보 구축규정 제4조(위치정확도)
- 수치지형도 작성 작업규정
- 영상지도제작에 관한 작업규정
- 우추측지관측센터 운영규정

○ 법·제도에 대한 분석 결과 국토위성의 운영 및 구축과 관련하여 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률 및 시행령에서 관련된 내용을 확인할 수 있음

○ 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률 제2조 제10호의 “지도”의 범위에 인공위성 등을 통하여 얻은 영상정보를 이용하여 제작하는 정사영상지도를 포함하고 있으며. 제2조 제1호에서는 “측량”의 범위에 “측량용 사진의 촬영”의 업무를 포함함

○ 법률 및 시행령에 국토위성의 구축 및 운영에 대한 구체적인 근거 규정을 두고 있지 않으며, 국토위성의 운영 관련 업무 범위도 명시되어 있지 않음

○ 타 부처의 위성관련기관이 위성의 구축 및 운영에 대한 구체적인 법제도적 근거에 따라 운영되고 있는 것을 보았을 때 국토위성도 상위법에 근거한 체계적인 법제도를 마련하여 운영할 필요가 있다고 판단됨

○ 이와 관련하여 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률을 근거법으로 삼아 국토위성의 구축 및 운영에 관한 구체적인 근거 규정을 신설하고, 동 법의 시행령에서 구축 및 운영 업무의 범위에 대한 규정을 신설하여 국토위성 운영의 근거로 삼는 방안도 필요함

○ 국토위성센터관련 선행 연구의 조사 및 분석에서는 국토위성센터의 운영과 관련된 선행연구에 대한 조사를 수행함

○ 국토위성센터의 운영과 관련해서는 2014년부터 다음과 같이 선행연구가 수행되었으며, 이에 대한 분석을 수행함

- 국토관측위성정보 활용기술센터 설립 기반연구 (국토연구원, 2014)
- 국토정책 지원을 위한 위성정보 활용수요에 관한 연구 (국토연구원, 2015)
- 국토위성정보 활용센터 기획보고서 (국토지리정보원, 2017)
- 제6차 국가공간정보정책 기본계획 (국토교통부, 2018)

○ 선행연구를 통해서 국토위성센터 운영에 대한 연구가 진행되었으며, 다음은 선행연구에서 제시한 국토위성정보 활용센터 설립에 대한 구성(안)을 정리한 내용임. 해당 내용 중에는 현재의 상황과 일치하지 않는 부분이 있으나, 국토위성센터의 운영규정 작성 시 참고할 수 있음

<국토위성정보활용센터 설립 구성(안) >

구분	내용
출처	국토관측위성정보 활용기술센터 설립 기반연구 (국토연구원, 2014)
비전	국토위성정보 활용역량 강화를 통한 국토관리체계 선진화 및 공간정보 미래 산업 육성
목표	• 국토관측위성의 안정적이고 효율적인 운용 • 국토위성정보 활용 및 서비스 기반 강화 • 국토계획 및 관리업무 지원, 공간정보산업 촉진
역할 및 기능	• 국토위성정보 활용 인프라 구축: 국토분야의 위성정보 활용 촉진을 위해 수신, 가공, 분석, 보관, 공급 시스템 등 필수 기반시설을 구축하고 자료형식 및 처리과정의 표준체계 마련 - 수신시스템 구축 및 운영 - 활용시스템 구축 및 운영 - 국토위성 표준체계 마련 • 국토위성정보 활용기술 및 서비스 개발 : 국토위성정보 기반의 현업지원과 대국민 서비스를 위한 위성정보 활용 및 융합기술 개발과 수요맞춤형 국토위성정보 서비스 추진 - 국토위성정보 활용기술 및 SW 개발 - 수요맞춤형 국토위성정보 서비스 - 국토위성정보 융합기술 R&D 추진 • 국토위성정보 활용 기반 조성 : 국토위성정보 활용기술 교육, 국토위성정보 산출물 검증, 신규 비즈니스모델 개발을 통해 국토위성정보 활용 촉진을 위한 기반 조성 - 국토위성정보 전문인력 양성체계 구축 - 국토위성정보 산출물 검증체계 마련 - 국토위성정보 융합형 비즈니스모델 개발
위성산출물 생산과정(안)	한국항공우주연구원이 개발한 전처리시스템의 SW를 이용해 데이터 수신에서 전처리까지의 자동화 시스템을 개발하고 항우연과 동기화 - 국토위성센터는 자료전처리까지의 공정을 자동화하여 운영인력을 최소화하고 위성정보의 활용. 기술개발 · 교육. 서비스에 집중할 수 있음 - 국토관측위성 자료를 안정적으로 확보하기 위해서 국토위성센터의 수신에서 전처리까지 공정은 항우연의 시스템과 실시간 동기화 되도록 설계 - 한국항공우주연구원은 Level_1 수준의 위성자료를 생산 · 배포하고 있으며 각 분야의 사용목적에 따라 별도의 전문성 있는 활용기술이 필요함 - 국토위성센터는 국토교통부 또는 일반 사용자가 즉시 활용이 가능한 형태인 Level_2 이상의 위성자료를 생산하고 서비스하기 위한 활용기술을 개발 - 한국항공우주연구원에서 취급하지 않는 정사영상을 국토위성센터에서 생산

②. 국토위성센터 운영규정 작성

○ 국토위성센터의 운영규정은 선행연구 및 관련 법제도 조사 및 분석결과를 바탕으로 작성되었으며, 이에 대한 주요 내용을 요약하면 다음과 같음

- 타 부처의 위성관련 기관의 사례를 보면 대부분 위성의 구축 및 운영에 대해서 일정한 법제도 체계를 구축하고 있음

- 법률에 위성의 구축 및 운영에 대한 근거 규정을 두고, 동법 시행령에 위성 운영관련 업무의 범위를 열거하고 있음. 구체적인 위성 운영에 대해서는 별도의 운영규정에서 정의함

- 특정 업무에 대해 위성정보를 활용할 수 있는 근거를 법률이나 훈련 등으로 마련함

○ 관련 법·제도 및 선행연구 분석의 주요 내용을 보았을 때, 국토위성센터의 운영을 위해서는 국토위성의 구축 및 운영에 대한 근거를 상위법에 마련하는 것이 필요할 것으로 판단됨

○ 관련 법·제도 분석 결과에 따르면 근거 마련을 위해 적합한 법률로는 “공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률”이 적합하다고 판단되며, 관련 근거의 위치는 다음과 같이 두 가지로 볼 수 있음

- 1안 : 제2장 측량 및 수로조사, 제1절 통칙 중 제6조(측량기준)의 앞에 위치

- 2안 : 제4장 보칙 중 제91조(지명의 결정) 뒤에 위치

○ 근거 마련에 대해서는 국토위성센터 담당자와 협의를 진행하였으며, 이에 대해서는 별도의 연구를 통해 진행하는 것으로 결정되었음

○ 선행 연구 및 유사 규정 등의 검토를 통해 구성한 국토위성센터의 운영규정 구조 및 조문은 다음과 같으며, 전체 5장 16조와 부칙으로 구성됨

<국토위성센터 운영규정 구조 및 조문 구성>

장별	조문 제목
제1장 총칙	제1조 목적
	제2조 정의
	제3조 적용 범위
제2장 운영관리 조직	제4조 운영관리 책임자
	제5조 운영관리 업무
	제6조 계획수립 및 보고
제3장 관리 및 운영	제7조 센터 운영 원칙
	제8조 위성자료 활용 원칙
	제9조 연구 및 교육
	제10조 유지보수 등
제4장 위성정보 배포	제11조 위성정보 저작권
	제12조 위성정보 배포권
	제13조 위성정보 사용료
제5장 보칙	제14조 비밀유지 의무 등
	제15조 보안
	제16조 재검토 기간
부칙	적용 시점

○ 제1장 총칙에서는 운영규정의 목적이나 용어의 정의, 적용 범위 등과 같은 일반적인 내용으로 구성됨

○ 제2장 운영관리 조직은 국토위성센터를 운영하기 위한 조직구성, 업무와 같은 내용으로 구성됨

○ 제3장 관리 및 운영은 국토위성센터의 운영을 위한 기본 원칙, 연구 및 활용, 유지보수 등과 관련된 내용으로 구성됨

○ 제4장 위성정보 배포는 국토위성센터에서 생산한 국토위성 산출물에 대한 권한, 요금과 같은 권리와 관련된 내용으로 구성됨

○ 제5장 보칙에서는 국토위성센터의 업무와 관련한 비밀유지, 보안 등에 대한 정보를 정의함

<국토위성센터 운영규정 조문별 주요 내용>

장별	조문 제목	조문 주요 내용
제1장 총칙	제1조 목적	국토위성센터 운영 규정 제정의 목적을 명시함
	제2조 정의	국토위성, 위성자료 등 본 규정에서 사용할 주요 용어를 정의함
	제3조 적용 범위	본 규정의 적용 범위를 명시함
제2장 운영관리 조직	제4조 운영관리 책임자	센터 운영 관리 책임자의 지정에 대해 명시함
	제5조 운영관리 업무	국토위성센터의 주요 운영 업무의 범위를 열거함
	제6조 계획 수립 및 보고	매년 센터의 운영 관리 계획을 수립하고 보고 하도록 함
제3장 관리 및 운영	제7조 센터 운영 원칙	센터 운영 원칙을 제시함
	제8조 위성자료 활용 원칙	위성자료를 활용에 대한 원칙을 제시함
	제9조 연구 및 교육	국토위성정보 활성화를 위해 세미나 참석, 홍보 등을 할 수 있음을 규정함
	제10조 유지보수 등	센터의 일상적 유지보수 등에 관하여 정함
제4장 위성정보 배포	제11조 위성정보 저작권	위성정보의 저작권 소재(국토지리정보원)에 대해 선언적으로 명시함
	제12조 위성정보 배포권	위성정보의 배포 권한과 방법에 대해 명시함
	제13조 위성정보 사용료	위성정보 사용료는 국토지리정보원의 유사 규정을 준용하도록 명시함
제5장 보칙	제14조 비밀유지 의무 등	센터 종사자 등의 비밀유지 의무와 위성정보 활용자의 보안 규정 준수 의무를 명시함
	제15조 보안	센터 업무 수행에 대한 보안 활동 의무를 명시함
	제16조 재검토 기간	훈령 등의 제정에 관한 기준에 따라 이 규정의 재검토 기한을 명시함
부칙	적용 시점	공표 일부터 시행하도록 부칙을 정함

○ 각 조문의 작성은 앞에서 수행한 위성관련 법·제도 및 사전연구에 대한 분석결과를 바탕으로 작성되었음

<국토위성센터 운영규정 조문별 근거 내용>

조문	근거 내용
제1조 (목적) 이 규정은 국토위성에서 취득한 정보를 체계적으로 수집·생산·관리·공급하고 국토의 이용·관리 업무를 효율적으로 지원하기 위한 국토위성센터 (이하 "센터"라 한다)의 설치 · 운영에 필요한 사항을 정함을 목적으로 한다.	[천리안위성 기상업무 운영규정] 제1조(목적) 이 규정은 천리안위성(이하 "위성"이라 한다)의 기상관측업무를 효율적으로 수행하기 위해 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다. [통계빅데이터센터 운영 및 이용 등에 관한 규정] 이 규정은 「통계법 시행령」 제46조 및 제47조에 따른 자료를 제공함에 있어 통계청이 비식별화 처리한 자료 제공 및 자료간 연계서비스 제공 등을 위해 통계빅데이터센터(이하 "센터"라 한다) 설치 · 운영에 필요한 사항을 정함을 목적으로 한다. [천리안 해양관측위성 운영 및 자료배포규정] 제1조(목적) 이 규정은 천리안 해양관측위성의 효율적 해양환경 관측 임무 수행과 해양관측위성자료 배포에 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다. [우주측지관측센터 운영규정] 제1조(목적) 위 규정은 「우주측지관측센터」의 적정 운영 · 관리를 위해 필요한 사항을 정하는데 그 목적이 있다.

조문	근거 내용
제2조(정의) 이 규정에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다. 1. “국토위성”이란 국토·자원 관리, 재해·재난 대응 등 다양한 공공부문 수요에 효율적 대응 및 국토 관리 서비스에 활용하며, 국가 위성정보의 통합 관리·활용 촉진을 도모하기 위한 인공위성을 말한다. 2. “위성정보”란 국토위성을 이용하여 획득한 영상·데이터 또는 이들의 조합으로 처리된 정보(그것을 가공·활용한 것을 포함한다)를 말한다. 3. “운영업무”란 국토위성을 이용하여 위성정보를 획득하고, 그 결과의 배포와 활용에 필요한 업무를 말하며, 이를 달성하기 위해 필요한 지상의 인적, 물적 자원을 관리하는 업무를 포함한다. 6. “관제”란 국토위성의 운영에 필요한 궤도 조정, 촬영과 위성자료의 지상전송 등을 관리하는 일을 말한다. 9. “원시정보”란 국토위성에서 생산된 정보와 이 정보를 복사보정과 기하보정 등을 통해 전처리한 정보를 말한다. 10. “표준정보”란 위성자료의 배포를 위한 목적으로 지속적인 검정·보정을 통하여 센터에서 생산한 위성정보를 말한다.	[우주개발 진흥법] 제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다. 5. "위성정보"란 인공위성을 이용하여 획득한 영상·음성·음향·데이터 또는 이들의 조합으로 처리된 정보(그것을 가공·활용한 것을 포함한다)를 말한다. [천리안위성 기상업무 운영규정] 제2조(정의) 이 규정에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.<개정 2012. 8. 6.> 1. "기상관측업무"(이하 "기상업무"라 한다)란 위성본체와 기상탑재체가 기상관측을 수행하고, 지상국이 기상관측자료를 수신받아 활용하도록 관리하는 일을 말하며 목적을 달성하는데 필요한 지상의 인적, 물적 자원을 관리하는 업무를 포함한다.<개정 2012. 8. 6.> 4. "기상업무지원"이란 위성본체와 기상탑재체가 기상업무를 수행하도록 관리하고, 백업 지상국이 관측자료를 수신받아 전처리하도록 관리하는 일을 말하며 목적을 달성하는데 필요한 지상의 인적, 물적 자원을 관리하는 업무를 포함한다.<개정 2012. 8. 6.> 7. "관제"란 위성본체와 기상탑재체가 기상업무를 수행하도록 관리하는 일을 말한다.<개정 2012. 8. 6.> [천리안 해양관측위성 운영 및 자료배포규정] 제2조(정의) 1. “해양관측위성”이란 천리안 위성의 해양환경 관측임무를 수행하기 위하여 개발된 탑재체와 탑재체 운영을 위해 이용되는 본체를 포함한 시스템을 말한다. 2. “위성자료”란 해양관측위성과 지상국 시스템을 이용하여 영상·자료·상태정보 또는 이들의 조합으로 처리된 정보를 말한다. 3. “운영업무”란 해양관측위성과 지상국 시스템을 이용하여 해양환경정보를 획득하고, 그 결과의 배포와 활용에 필요한 업무를 말하며, 이를 달성하기 위해 필요한 지상의 인적, 물적 자원을 관리하는 업무를 포함한다. 4. “운영기관”이란 운영업무를 수행하는 기관을 말한다. 5. ~ 8. <생략> 9. “원시자료”란 해양관측위성에서 생산하여 운영기관 또는 관제기관으로 송신하는 해양관측위성 원시자료와 운영기관에서 전처리를 위해 가공한 전처리 원시자료를 말한다. 10. “표준자료”란 위성자료의 배포를 위한 목적으로 지속적인 검정·보정을 통하여 운영기관에서 생산한 위성자료를 말한다. 11. ~ 16. <생략>

조문	근거 내용
제3조(적용범위) 센터의 설치 및 운영에 관하여 다른 훈령에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 이 규정이 정하는 바에 따른다.	[통계빅데이터센터 운영 및 이용 등에 관한 규정] 제3조(적용범위) 센터의 설치 및 운영에 관하여 다른 훈령에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 이 규정이 정하는 바에 따른다. [천리안 해양관측위성 운영 및 자료배포규정] 제3조(다른 규정과의 관계) 이 규정에서 명시되지 않은 사항은 「국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정」 또는 「해양수산부소관 연구개발사업 운영규정」 에 따른다. [우주측지관측센터 운영규정] 제3조(적용범위) 위 기준은 국토지리정보원이 운영하는「우주측지관측센터」(이하"센터"라 한다)에 대하여 적용한다.
제4조(운영관리 책임자 등) 국토지리정보원장(이하 "원장"이라 한다)은 효율적인 센터 운영을 위하여 운영관리 책임자(이하 "센터장"이라 한다)을 임명할 수 있다.	[천리안 해양관측위성 운영 및 자료배포규정] 제4조(운영기관 지정 및 해지) ① 장관은 효율적으로 해양관측위성을 운영하고 위성자료의 활용기반을 안정화하기 위하여 운영기관을 지정할 수 있다. ② 장관은 지정된 운영기관이 해양관측위성의 운영을 효과적으로 수행할 수 있도록 예산의 범위에서 재정을 지원할 수 있다. ③ 운영기관의 장은 이 규정의 목적을 효율적으로 달성하기 위하여 해양관측위성의 활용 및 운영업무의 장기 발전계획 등을 5년마다 장관에게 제출하여야 한다. ④ 장관은 필요시 운영위원회의 의결에 따라 운영기관의 지정을 해지할 수 있다. [우주측지관측센터 운영규정] 제4조(운영관리 책임자 등) ① 국토지리정보원장(이하 "원장"이라 한다)은 센터를 총괄하는 운영관리 책임자(이하 "센터장"이라 한다)를 사무관급으로 임명한다. ② 센터장은 업무별 소요 인원, 센터 직원들의 업무 능력, 각 직무역할에서 필요로 하는 능력, 개인별 가용 근무시간, 교대근무수칙의 준수 여부 등의 다양한 요소를 사전에 파악하여야 한다. ③ 센터장은 사전에 파악한 요소들을 토대로 개인에게 적절한 역할과 책임을 할당하여 업무별 담당자(이하 "담당자"라 한다)를 지정할 수 있다.

조문	근거 내용
제5조 (운영관리 업무) 센터는 다음의 각 호의 업무를 수행하여야 한다. 1. 국토위성 관측계획 수립 및 관리 2. 원시정보의 수신, 전처리 및 처리 3. 지속적인 원시정보 검·보정을 통한 표준정보의 생산 4. 위성정보의 저장, 관리, 배포 및 활용 5. 위성정보 활용 촉진을 위한 사용자 교육, 기술 지원 등 국내·외 협력 6. 국토위성의 운영 및 위성정보 활용 효율화를 위한 연구, 홍보, 국제협력 등 7. 국토위성 관제 기관과의 업무 협조 등 8. 운영업무에 필요한 인력 및 시설 관리 9. 그 밖에 운영업무를 위한 사항 등	[천리안위성 기상업무 운영규정] 제4조(주관기관의 장의 기능) ① 주관기관의 장은 다음 각 호의 업무를 수행한다. 1. 기상업무계획의 수립 2. 기상업무에 대한 종합적인 책임 2의2. 지원기관과의 협약 체결<신설 2012. 8. 6.> 3. 기상업무지원비의 집행정산 4. 그 밖의 기상업무 수행에 필요한 사항 [천리안위성 기상업무 운영규정] 제5조(주관기관의 기능) 주관기관은 위성이 본래의 기상업무 수행 목적을 달성하도록 다음 각 호의 업무를 수행한다. 1. 기상탑재체 운용계획 수립 및 관리<개정 2012. 8. 6.> 2. 관측자료 수신, 전처리 및 처리 3. 관측자료 저장, 관리, 배포 및 활용<개정 2012. 8. 6.> 4. 기상업무 수행을 위한 장비의 운용 및 관리, 인력 및 시설 관리 5. <삭제 2012. 8. 6.> 6. 부 관제 수행을 위한 장비의 유지 및 관리 6의2. 비상시 관제업무에 사용할 수 있는 부관제 운영<신설 2012. 8. 6.> 7. <삭제 2012. 8. 6.> 8. 관제자료의 보관 및 지원기관에의 제공 [천리안 해양관측위성 운영 및 자료배포규정] 제9조(운영기관의 업무) 운영기관은 임무기간 동안 다음의 각 호의 업무를 수행하여야 한다. 1. 해양관측위성 관측계획 수립 및 관리 2. 위성자료의 수신, 전처리 및 해양환경 자료처리 3. 주기적인 해양관측위성 복사보정 자료 생산 4. 지속적인 위성자료 검·보정을 통한 표준자료의 생산 5. 위성자료의 저장, 관리, 배포 및 활용 6. 위성자료 활용 촉진을 위한 사용자 교육, 기술 지원 등 국내·외 협력 7. 해양관측위성 운영관제를 위한 관제기관의 지정 및 운영 8. 운영업무에 필요한 인력 및 시설 관리 9. 그 밖에 운영기관의 운영업무를 위한 사항 등
제6조(운영계획 수립 및 보고) 센터장은 매년 11월 말까지 다음 연도의 센터 운영계획을 수립하여 원장에게 제출하여야 한다.	[천리안위성 기상업무 운영규정] 제6조(계획의 수립) 주관책임자는 매년 12월 말까지 다음연도의 연간 기상업무계획을 수립하여야 한다. 이 계획은 기상업무 수행을 위한 지상국 운용계획을 포함하여야 한다.<개정 2012. 8. 6.> [천리안위성 기상업무 운영규정] 제10조(운영업무계획 수립 및 보고) 운영업무책임자는 매년 11월 말까지 다음 연도의 연간 해양관측위성 운영업무계획을 수립하여 장관에게 제출하여야 한다.

조문	근거 내용
제7조 (센터 운영 원칙) 센터장은 국토위성이 목적에 적합하게 운영되고 센터 업무가 효율적으로 수행되도록 노력해야 한다.	[천리안위성 기상업무 운영규정] 제3조(주관기관의 장의 역할) ① 주관기관의 장은 지원기관에 기상업무지원비를 지원하는 등 기상업무가 효율적으로 수행되도록 노력하여야 한다. <개정 2015. 1. 22.> ② 제1항의 기상업무지원비 중 일정 부분은 그 금액에 상응하는 현물(인력파견 또는 기술지원)로 대체할 수 있다. <개정 2015. 1. 22.> ③ 주관기관의 장은 기상업무 지상국 현업운용 및 운용기술 향상을 위한 연구개발사업을 추진하는 경우, 연구개발의 효율성을 높이기 위하여 국제 공동연구, 외국과의 인력교류, 국제학술활동 등 국제적 연계·협력을 장려하여야 한다. [천리안 해양관측위성 운영 및 자료배포규정] 제11조(운영기관의 장의 역할) ① 운영기관의 장은 관제기관에 운영관제비를 지원하는 등 해양관측위성이 효율적으로 운영되도록 노력하여야 한다.
제8조 (위성정보 활용 원칙) ① 센터장은 위성정보의 활용도를 향상시키고 부가가치를 높이기 위한 방안을 마련하기 위해 노력하여야 한다. ② 센터장은 「국가공간정보 기본법」 제3조 제1항의 규정에 따라 국민이 위성정보에 쉽게 접근하여 활용할 수 있도록 체계적으로 위성정보를 생산 및 관리하고 공개함으로써 국민의 공간정보복지를 증진시킬 수 있도록 노력하여야 한다. ③ 센터장은 「공간정보산업 진흥법」 제2조의2의 규정에 따라 위성정보가 공간정보산업 발전에 기여할 수 있는 방안을 마련하기 위해 노력해야 한다.	[천리안위성 기상업무 운영규정] 제7조(관측자료의 활용도 제고 노력) 주관책임자는 관측자료 활용도를 향상시키고 부가가치를 높이기 위한 방안을 마련하기 위해 노력하여야 한다. [국가공간정보 기본법] 제3조(국민의 공간정보복지 증진) ① 국가 및 지방자치단체는 국민이 공간정보에 쉽게 접근하여 활용할 수 있도록 체계적으로 공간정보를 생산 및 관리하고 공개함으로써 국민의 공간정보복지를 증진시킬 수 있도록 노력하여야 한다. [공간정보산업 진흥법] 제2조의2(국가 및 지방자치단체의 책무) 국가 및 지방자치단체는 공간정보산업이 국가경제 및 산업에서 차지하는 중요성을 인식하고 그 발전을 지원하도록 노력하여야 한다.

조문	근거 내용
제9조 (연구 및 교육) ① 센터장은 센터 근무자의 연구 성과 교류 및 관련 저변 기술의 확대, 장비 운영능력 배양을 위하여 국내·외 관련 학회, 국제기구 회의, 기술 교육, 세미나, 기타 연구 활동에 참여를 장려하여야 한다. ② 센터장은 국토위성 운용 및 운용기술 향상, 위성정보 활용도 제고 등을 위한 연구개발사업을 추진하는 경우, 연구개발의 효율성을 높이기 위하여 국제 공동연구, 외국과의 인력교류, 국제학술활동 등 국제적 연계 · 협력을 장려하여야 한다. ③ 센터장 및 센터 근무자는 각종 안전 교육, 직무 관련 교육 등에 참석한다.	[천리안위성 기상업무 운영규정] 제3조(주관기관의 장의 역할) ③ 주관기관의 장은 기상업무 지상국 현업운용 및 운용기술 향상을 위한 연구개발사업을 추진하는 경우, 연구개발의 효율성을 높이기 위하여 국제 공동연구, 외국과의 인력교류, 국제학술활동 등 국제적 연계 · 협력을 장려하여야 한다. [천리안 해양관측위성 운영 및 자료배포규정] 제11조(운영기관의 장의 역할) ③ 운영기관의 장은 운영업무 수행 및 운영기술 개발과 관련한 연구개발사업을 추진하는 경우, 연구개발의 효율성을 높이기 위하여 공동연구 · 인력교류 · 학술활동 등 국내 · 외 협력을 장려하여야 한다. [우주측지관측센터 운영규정] 제20조(학회 및 세미나 참석) ① 센터장은 담당자들의 연구 성과 교류 및 관련저변 기술의 확대, 장비 운영능력 배양을 위하여 다음 각 호에 대한 참여를 권장한다. 1. 국내외 관련 학회 2. 국제 VLBI 기구 총회 및 각종 Working Group 활동 3. VLBI 운영 관련 기술교육(Technical Operational Workshop) 4. 기타 VLBI와 관련된 세미나 등 ② 센터장 및 담당자는 측지 VLBI 시스템 운영에 지장을 주지 않는 범위 내에서 참석하도록 한다. ③ 센터장 및 담당자는 각종 안전 교육, 직무 관련 교육 등에 참석한다.
제10조 (유지보수 등) ① 센터장은 담당자를 정해 센터에서 운용하는 각종 설비를 주기적으로 유지보수해야 한다. ② 센터장은 담당자를 정해 센터에서 운용하는 주요 시스템에 대하여 일상적인 점검을 실시해야 한다. ③ 센터장은 제1항의 유지보수와 제2항의 일상점검을 위해 별도의 지침을 정하여 시행할 수 있다.	[우주측지관측센터 운영규정] 제17조(유지보수원칙) 센터장 및 담당자는 유지보수 업무를 수행하는데 필요한 다음 각 호의 사항을 숙지하여 유지보수를 실시한다. 1. 제작사 매뉴얼 2. 제작사 기술도서(도면, 도서류 포함) 3. 계측장비 사용법 및 사용상의 주의사항 4. 관측시스템 이상 시 대응하기 위한 비상연락체계 5. 각종 지침서 등 [우주측지관측센터 운영규정] 제18조(유지보수 지침서의 수정 · 보완) 담당자는 다음 각 호에 따라 유지보수지침서의 내용을 수정 또는 보완하여야 한다. 1. 시스템의 개선 또는 장비 대체 등으로 지침서의 보완이 필요한 경우 2. 유지보수 방법의 개선 등으로 지침서의 내용을 변경하고자 하는 경우 [우주측지관측센터 운영규정] 제19조(일상점검) 담당자는 다음 각 호에 대하여 일상적인 점검을 실시한다. 1. 시스템의 운용 상태 2. 과열, 누수, 전기 접속 상태, 기계적인 노후부분, 녹 등의 유무 3. 장비, 예비품, 계측장비 등의 정돈 및 청결 유지상태 4. 손상 및 파손 유무

조문	근거 내용
제11조 (저작권) ① 센터에서 생산한 위성정보는 「저작권법」에 따라 보호받는 저작물로서 국토지리정보원에 저작권이 있다. ② 저작물로서의 위성정보의 보호, 이용, 배포 등 저작권 관련 사항은 「저작권법」, 「국토지리정보원 공간정보 제공에 관한 규정」 및 관련 법령의 규정에 따른다.	[천리안 해양관측위성 운영 및 자료배포규정] 제21조(저작권 정책) ① 해양관측위성과 위성자료의 소유권은 해양수산부에 있으며, 운영기관 또는 지정기관에서 배포한 모든 위성자료는 「저작권법」에 따라 보호받는 저작물로서 해양수산부에 저작권이 있다. ② 운영기관 또는 지정기관에서 배포한 위성자료를 이용하여 다른 저작물을 제작·발표·게재할 경우에는 별지 제6호 서식을 작성하여 장관의 허가를 받아야 한다.③ 허가를 받은 경우에는 별지 제4호 서식에 따른 서약서를 제출하고, 출처를 반드시 명시하여 이용하여야 한다. ④ 서약서를 제출한 사용자는 허가된 사항에 의한 발간물을 3부 이상 운영기관에 제출하여야 한다. ⑤ 그 밖의 사항은 「저작권법」에 따른다. [국토지리정보원 공간정보 제공에 관한 규정] 제7조(저작권 보호) ① 제공자료의 저작권은 원장에게 있으며, 제공자료를 이용하는 자는 저작권 및 출처를 명시하여야 한다.
제12조 (위성정보의 배포) ① 센터는 위성정보 배포를 위한 표준정보를 생산하고 배포한다. ② 위성정보의 배포는 「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」(이하 “법률”이라 한다)과 「국토지리정보원 공간정보 제공에 관한 규정」 및 관련 법령의 규정에 따른다. 이때 위성정보는 법률 제15조 제1항의 “지도 등”으로 본다. ③ 원장은 법률이 정하는 범위 안에서 위성정보의 배포에 대한 세부사항을 따로 정하여 시행할 수 있다.	[천리안위성 기상업무 운영규정] [천리안 해양관측위성 운영 및 자료배포규정] 제17조(위성자료 배포 일반사항) ① 운영기관은 위성자료 배포를 위한 표준자료를 생산하고 배포한다. 운영기관의 장은 장관의 승인을 받아 위성자료 배포에 대한 세부사항을 따로 정할 수 있다. ② 운영기관에서 위성자료 검정·보정을 지속적으로 수행하여 생산한 표준자료만을 위성자료 배포 대상으로 한다. ③ 일반 및 상용 배포의 경우에는 운영기관 및 지정기관이 표준자료를 배포할 수 있다. ④ 운영기관 또는 지정기관은 위성자료 배포 실적 관리를 위해 별지 제5호 서식을 작성하여야 한다. ⑤ 운영기관 또는 지정기관에서 배포한 위성자료의 재배포는 금지한다. 단, 운영위원회에서 의결된 사안에 대해서는 예외를 인정할 수 있다. ⑥ 국내 해양관측위성 연구 장려 및 효율적인 위성자료 활용을 위하여 국외 사용자에 대하여는 국내 사용자와 구분하여 위성자료를 배포할 수 있다.
제13조(위성정보 사용료) ① 위성정보의 사용료는 법률 제15조제6항의 규정과 하위 규정에 따른다. ② 제1항의 규정을 적용할 때 위성정보는 영상정보의 일종으로 본다.	[천리안 해양관측위성 운영 및 자료배포규정] 제17조(위성자료 배포 일반사항) 참조 제18조(위성자료 사용료 책정 및 변경) 참조

조문	근거 내용
제14조(비밀유지 의무 등) ① 운영업무 또는 관제 업무에 참여하는 자(연구 및 자문 등 업무 내용을 알 수 있는 자를 포함한다)는 업무 수행과 관련하여 알게 된 비밀을 누설하거나 유용하여서는 아니 된다. ② 센터에서 배포한 위성정보를 사용하는 자는 「국토교통부 국가공간정보 보안관리규정」을 의무적으로 준수하여야 한다.	[천리안위성 기상업무 운영규정] 제16조(비밀유지 의무) 기상업무 또는 기상업무지원에 참여하는 자, 위원회 위원이었던 자 등은 위성운용에 대하여 알게 된 비밀을 누설하거나 유용하여서는 아니 된다. [천리안 해양관측위성 운영 및 자료배포규정] 제23조(비밀유지 의무) 운영업무 또는 운영관제에 참여하는 자 등은 운영 수행과 관련하여 알게 된 비밀을 누설하거나 유용하여서는 아니 된다. [국토지리정보원 공간정보 제공에 관한 규정] 제10조(보안) ① 제공자료를 사용하는 자는 「국토교통부 국가공간정보 보안관리규정」을 의무적으로 준수하여야 한다.
제15조(보안) ① 센터장은 운영업무 수행과정에서 주요정보 및 운영업무 결과 등이 무단으로 유출되지 않도록 보안대책을 수립·시행해야 한다. ② 제1항 이외에 보안과 관련한 사항에 대해서는 「국가연구개발사업 공통 보안관리규칙」에 따른다.	[천리안위성 기상업무 운영규정] 제17조(자료의 보안) ① 주관기관의 장은 위성운용의 수행과정에서 주요정보 및 운용결과 등이 무단으로 유출되지 않도록 보안대책을 수립 · 시행해야 한다. ② <삭 제> <2015. 1. 22.> [천리안 해양관측위성 운영 및 자료배포규정] 제22조(위성자료의 보안) ① 위성자료 가운데 천연색 표준자료 · 전처리 표준자료 · 해양환경 표준자료는 외부 공개를 원칙으로 한다. ② 다만 국가안보에 중대한 영향이 있다고 판단되는 경우, 장관은 위성자료의 배포를 제한할 수 있다. [천리안 해양관측위성 운영 및 자료배포규정] 제24조(운영업무자료의 보안) ① 운영기관의 장은 운영업무 수행과정에서 주요정보 및 운영업무 결과 등이 무단으로 유출되지 않도록 보안대책을 수립·시행해야 한다. ② 제1항 이외에 보안과 관련한 사항에 대해서는 「국가연구개발사업 공통 보안관리규칙」에 따른다.
제16조(재검토기한) 국토지리정보원장은 「행정규제기본법」 및 「훈령 · 예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 이 규정에 대하여 2019년 10월 1일을 기준으로 매 3년이 되는 시점(매 3년째의 9월 30일까지를 말한다)마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.	[천리안위성 기상업무 운영규정] 제19조(재검토기한) 기상청장은「훈령 · 예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 이 규정에 대하여 2019년 1월 1일 기준으로 매3년이 되는 시점(매 3년째의 12월 31일까지를 말한다)마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다. [본조신설 2018. 12. 24.] [우주측지관측센터 운영규정] 제21조(재검토기한) 국토지리정보원장은 「행정규제기본법」 및 「훈령 · 예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 이 예규에 대하여 2019년 7월 1일을 기준으로 매3년이 되는 시점(매3년째의 6월 30일까지를 말한다)마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.

③. 국토위성 공동운영규정 작성을 위한 해외사례 조사

○ 국토위성의 운영에 대해 국토위성의 관제 및 데이터 수신에 대해서는 한국항공우주연구원에서 담당하며, 국토위성센터는 한국항공우주연구원에서 전달하는 L1 표준영상을 가공 및 활용하는 업무를 수행함

○ 국토위성센터가 요구하는 데이터의 확보를 위해 한국항공우주연구원의 관제 및 데이터 수신 업무에 국토위성센터가 관여할 수 있도록 규정을 명문화할 필요가 있음

○ 국토위성센터-한국항공우주연구원 간 공동운영규정의 작성을 위해 해외사례를 조사하였으며, 다음과 같은 문서의 검토를 수행함

- NASA Interagency Collaboration
- LandSAT7 Handbook
- Roles of NASA and USGS for the LDCM Mission Defined
- 일본 RESTEC의 정관

○ 해당 문서에 대한 검토 내용은 정리하여 국토위성센터에 전달하였음

나. 연구개발 성과

(1). 최종 정량적 연구성과 목표 및 달성도

구분			목표	달성	달성도(%)	비고
국외 논문 게재	SCI		8	12	150	
	비SCI		-	-	-	
	계		8	12	150	
국내 논문 게재	SCI		-	-	-	
	비SCI		30	42	140	
	계		30	42	140	
학술발표	국제		18	22	122.2	
	국내		34	68	200	
	계		52	90	173	
특허 출원	국내		6	7	116.7	
	국외		-	-	-	
	계		6	7	116.7	
특허 등록	국내		4	3+(1)	75	(심사 중)
	국외		-	-	-	
	계		4	3+(1)	75	
인력 양성	석사		8	14	175	(2021.02 졸업 포함)
	박사		4	5	125	(2021.02 졸업 포함)
	계		12	19	158.3	
등록·기탁 대상 성과물	보고서 원문		-	-	-	
	연구시설·장비		-	-	-	
	기술요약정보		-	-	-	
	생명자원	생명정보	-	-	-	
		생물자원	-	-	-	
		신품종	-	-	-	
	소프트웨어		23	28	121.7	
	화학물		-	-	-	
기타	성과 홍보		1	7	700	
	기술문서		44	91	202.3	

(가). 국내・외 논문 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCI 여부 (SCI/비SCI)	게재일	등록 번호*
1	Change Detection in Hyperspectral Images Using Recurrent 3D Fully Convolutional Networks	Remote Sensing	송아람	10	스위스	MDPI	SCI	18-11-17	2072-4292
2	Digital Surface Model Interpolation Based on 3D Mesh Models	Remote sensing	Kim, Soohyeon	11(1)	스위스	MDPI	SCI	19-01-01	2072-4292
3	Characteristics of Laser Backscattering Intensity to Detect Frozen and Wet Surfaces on Roads	Journal of sensors	Shin, Jungil	2019	스위스	MDPI	SCI	19-04-17	1687-725x
4	Multilayer Perceptron-Based Phenological and Radiometric Normalization for High-Resolution Satellite Imagery	Applied Sciences	서대교	9	스위스	MDPI	SCI	19-10-25	2076-3417
5	Damage Analysis of Typhoon Surge Flood in Coastal Urban Areas Using GIS and ADCIRC	Journal of coastal research : JCR	Choi, Hyun	91(special)	미국	Journal of coastal research,	SCI	19-10-30	0749-0208
6	Comparison between Object-based Method and Deep Learning Method for Extracting Road Features Using Submeter-grade High-resolution Satellite Imagery	Sensors and Marerials	Dong Gook Lee	31	일본	Sensors and Materials	SCI	19-11-01	0914-4935
7	Using UAV Multispectral Images for Classification of Forest Burn Severity?A Case Study of the 2019 Gangneung Forest Fire	Forests	Jung-il Shin	10, 11, 1025	스위스	MDPI	SCI	19-11-14	1999-4907
8	Comparative Analysis of Generalized Intersection over Union and Error Matrix for Vegetation Cover Classification Assessment	Sensors and Marerials	Hyun Choi	31	일본	Sensors and Materials	SCI	19-11-30	0914-4935
9	Fully Convolutional Networks with Multiscale 3D Filters and Transfer Learning for Change Detection in High Spatial Resolution Satellite Images	Remote Sensing	Ahram Song	12(5)	스위스	MDPI	SCI	20-03-02	2072-4292
10	Uncertainty Analysis for Object-Based Change Detection in Very High-Resolution Satellite Images Using Deep Learning Network	Remote Sensing	송아람	12	스위스	MDPI	SCI	20-07-22	2072-4292

11	A Double Epipolar Resampling Approach to Reliable Conjugate Point Extraction for Accurate Kompsat-3/3A Stereo Data Processing	Remote Sensing	Jaehong Oh	12	스위스	MDPI	SCI	20-09-10	2072-4292
12	Earth Observation from KOMPSAT Optical, Thermal and Ra-dar Satellite Images	remote sensing	이광재	13(1)	스위스	MDPI	SCI	21-01-04	2072-4292
13	KOMPSAT-3A 위성영상을 이용한 객체기반분류 기법 기반의 공간객체추출 프로세스 비교	한국지형공간정보학회지	이동국	26(3)	대한민국	한국지형공간정보학회	비SCI	18-09-30	1598-2955
14	무인항공사진측량 기법을 적용한 수고 산정 연구	한국지리정보학회지	방대식	21(3)	대한민국	한국지리정보학회	비SCI	18-09-30	1226-9719
15	Guided Filter를 이용한 교차융합영상 기반 KOMPSAT-3 위성영상의 무감독변화탐지	대한원격탐사학회지	최재완	34	대한민국	대한원격탐사학회	비SCI	18-10-22	1225-6161
16	고해상도 입체 위성영상 처리를 위한 무기준점 기반 상호표정	한국측량학회지	오재홍	36(4)	대한민국	한국측량학회	비SCI	18-10-23	1598-4850
17	토지피복 공간정보를 활용한 자동 훈련지역 선택 기법	지적과 국토정보	조기환	48(2)	대한민국	한국국토정보공사	비SCI	18-11-22	2508-3384
18	KOMPSAT-3A 영상과 항공정사영상의 영상정합 성공률 향상 방법	대한원격탐사학회지	신정일	34	대한민국	대한원격탐사학회	비SCI	18-11-27	1225-6161
19	KOMPSAT-3A 위성영상과 토지피복도를 활용한 산림식생의 임상 분류법 개발	한국환경생태학회지	송지용	32(6)	대한민국	한국환경생태학회	비SCI	18-12-14	1229-3857
20	통합기준점을 이용한 KOMPSAT-3A 영상의 정밀센서모델링 가능성 분석	대한원격탐사학회지	윤완상	34	대한민국	대한원격탐사학회	비SCI	18-12-17	1225-6161
21	Kompsat-3A 위성영상분류를 위한 딥러닝 적용 가능성 분석	한국지형공간정보학회지	최현	26(4)	대한민국	한국지형공간정보학회	비SCI	18-12-17	1598-2955
22	다층 퍼셉트론 기반 고해상도 위성영상의 상대방사보정	한국측량학회지	서대교	36	대한민국	한국측량학회	비SCI	18-12-18	1598-4850
23	KOMPSAT 영상을 활용한 SLIC 계열 Superpixel 기법의 최적 파라미터 분석 및 변화 탐지 성능 비교	대한원격탐사학회지	정민경	34	대한민국	대한원격탐사학회	비SCI	18-12-31	1225-6161
24	시계열 항공사진영상 데이터베이스를 이용한 산림공간정보 생성 및 산림 변화 분석	대한공간정보학회지	이동국	27	대한민국	대한공간정보학회	비SCI	19-03-30	1598-2955
25	Conjugate Point Extraction for High-Resolution Stereo Satellite Images Orientation	한국측량학회지	오재홍	37	대한민국	한국측량학회	비SCI	19-04-30	1598-4850
26	Forest Spatial Information Generate and Forest Change Analysis using Time Series Aerial Photographic Image Database	한국지형공간정보학회지	Lee, Dong Gook	27(2)	대한민국	한국지형공간정보학회	비SCI	19-06-25	1598-2955

27	다양한 화소기반 변화탐지 결과와 등록오차를 이용한 객체기반 변화탐지	한국측량학회지	정세정	37(6)	대한민국	한국측량학회	비SCI	19-09-03	1598-4850
28	아리랑 3A호의 글로벌 융합 파라미터 추정방법: 한반도 영역을 대상으로	대한원격탐사학회지	박숭환	35(6)	대한민국	대한원격탐사학회	비SCI	19-09-17	1225-6161
29	다중시기 위성 레이더 영상을 활용한 변화탐지 기술 리뷰	대한원격탐사학회지	백원경	35	대한민국	대한원격탐사학회	비SCI	19-09-17	1225-6161
30	특징점 추출기법을 이용한 접근불능지역의 위성영상 GCP 칩 자동추출	한국측량학회지	이계동	37(4)	대한민국	한국측량학회	비SCI	19-10-11	1598-4850
31	Local-Based Iterative Histogram Matching for Relative Radiometric Normalization	한국측량학회지	서대교	37	대한민국	한국측량학회	비SCI	19-10-24	1598-4850
32	Multi-temporal Analysis of High-resolution Satellite Images for Detecting and Monitoring Canopy Decline by Pine Pitch Canker	대한원격탐사학회지	Lee, Hwa-Seon	35(4)	대한민국	대한원격탐사학회	비SCI	19-10-30	1225-6161
33	저해상도 지형 자료를 활용한 KOMPSAT-3A 스테레오 영상 기반의 DTM 생성 방법	대한원격탐사학회지	안희란	35(5)	대한민국	대한원격탐사학회	비SCI	19-11-12	1225-6161
34	산불 피해강도 분류를 위한 고해상도 위성 및 무인기 다중분광영상의 활용 가능성 분석	대한원격탐사학회지	신정일	35(6)	대한민국	대한원격탐사학회	비SCI	19-12-03	1225-6161
35	Google Map을 이용한 GCP 칩의 품질 분석	대한원격탐사학회지	박형준	35(6)	대한민국	대한원격탐사학회	비SCI	19-12-06	1225-6161
36	육상 원격탐사에서 광학영상의 대기보정	대한원격탐사학회지	이규성	35(6)	대한민국	대한원격탐사학회	비SCI	19-12-27	1225-6161
37	확률밀도함수와 KOMPSAT-3A를 활용한 산불피해강도 분류	대한원격탐사학회지	이승민	35(6-4)	대한민국	대한원격탐사학회	비SCI	19-12-31	1225-6161
38	다시기 Sentinel-2A 영상을 활용한 산불피해 변화탐지 및 NBR 오분류 픽셀 탐지	대한원격탐사학회지	윤형진	35(6-2)	대한민국	대한원격탐사학회	비SCI	19-12-31	1225-6161
39	nDSM 및 도로망 추출 기법을 적용한 도심지 건물 변화탐지	한국측량학회지	장영재	38	대한민국	한국측량학회	비SCI	20-06-30	1598-4850
40	태양과 플랫폼의 방위각 및 고도각을 이용한 이종 센서 영상에서의 객체기반 건물 변화탐지	대한원격탐사학회지	정세정	36	대한민국	대한원격탐사학회	비SCI	20-06-30	1225-6161
41	계절적 특성을 갖는 공간객체추출을 위한 고해상도 다시기 위성영상의 활용	대한공간정보학회지	이동국	28(3)	대한민국	대한공간정보학회	비SCI	20-09-01	1598-2955
42	심층신경망 모델을 이용한 고해상도 KOMPSAT-3 위성영상 기반 토지피복분류	한국지리정보학회지	문갑수	23(3)	대한민국	한국지리정보학회	비SCI	20-09-30	2287-6952
43	고해상도 위성영상의 상대방사보정을 통한 자동화 지향 공간객체추출 방안 연구	대한원격탐사학회지	이동국	36(5-2)	대한민국	대한원격탐사학회	비SCI	20-10-01	1225-6161
44	국토위성 3차원 데이터 생성을 위한 입체 기하 영상 생성 모듈 제작 및 테스트	대한원격탐사학회지	오재홍	36	대한민국	대한원격탐사학회	비SCI	20-10-20	1225-6161

45	팽창된 잔차 합성곱신경망을 이용한 KOMPSAT-3A 위성영상의 융합 기법	대한원격탐사학회지	최호성	36(5)	대한민국	대한원격탐사학회지	비SCI	20-10-21	1225-6161
46	손실함수의 특성에 따른 UNet++ 모델에 의한 변화탐지 결과 분석	대한원격탐사학회지	정미라	36(5)	대한민국	대한원격탐사학회지	비SCI	20-10-27	1225-6161
47	자동 임계값 추출 알고리즘과 KOMPSAT-3A를 활용한 무감독 변화탐지의 정확도 평가	대한원격탐사학회지	이승민	36(5)	대한민국	대한원격탐사학회지	비SCI	20-10-30	1225-6161
48	국토관측위성영상 처리 및 활용기술 연구개발 현황	대한원격탐사학회지	김태정	36(5)	대한민국	대한원격탐사학회지	비SCI	20-10-31	1225-6161
49	국토위성정보 활용기술 및 운영시스템 개발: 성과 및 의의	대한원격탐사학회지	윤성주	36(5)	대한민국	대한원격탐사학회지	비SCI	20-10-31	1225-6161
50	국토관측위성용 정밀영상생성시스템 개발	대한원격탐사학회지	박형준	36(5)	대한민국	대한원격탐사학회지	비SCI	20-10-31	1225-6161
51	국토관측위성용 정밀영상생성시스템의 위치정확도 분석	대한원격탐사학회지	이유진	36(5)	대한민국	대한원격탐사학회지	비SCI	20-10-31	1225-6161
52	스테레오 스트립 위성영상을 이용한 비접근지역의 1:5000 도엽별 DSM 추출 가능성 연구	대한원격탐사학회지	이수암	36(5)	대한민국	대한원격탐사학회지	비SCI	20-10-31	1225-6161
53	기계학습 기법에 따른 KOMPSAT-3A 시가화 영상 분류 - 서울시 양재 지역을 중심으로 -	대한원격탐사학회지	윤형진	36(6)	대한민국	대한원격탐사학회지	비SCI	20-12-01	1225-6161
54	Applying Standards of Image Quality: Issues and Strategies	대한원격탐사학회지	Chang, Eunmi	36(5)	대한민국	대한원격탐사학회지	비SCI	20-12-25	1225-6161

(나). 국내 및 국제학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	2018 Forest SAT conference	이상훈	2018.10.02	메릴랜드 대학	미국(워싱턴DC)
2	Geo Delft Conference 2018	안희란	2018.10.05	델프트 공과대학	네덜란드
3	대한토목학회 강원지회 학술발표회	이동국	2018.10.11	강릉원주대학교 강릉캠퍼스	대한민국
4	ACRS 2018	이화선	2018.10.15	Renaissance Kuala Lumpur Hotel	말레이시아
5	The 39th Asian Conference on Remote Sensing	오재홍	2018.10.15	르네상스 호텔 (쿠알라룸푸르)	말레이시아
6	대한토목학회 정기학술대회	이동국	2018.10.18	경주 HICO	대한민국
7	2018 대한원격탐사학회 추계학술대회	김태정	2018.10.25	무주 덕유산리조트	대한민국
8	2018 대한원격탐사학회 추계학술대회	윤완상	2018.10.25	무주 덕유산리조트	대한민국
9	2018 대한원격탐사학회 추계학술대회	이계동	2018.10.25	무주 덕유산리조트	대한민국
10	2018 대한원격탐사학회 추계학술대회	박숭환	2018.10.25	무주 덕유산리조트	대한민국
11	2018 대한원격탐사학회 추계학술대회	이승현	2018.10.25	무주 덕유산리조트	대한민국
12	2018 대한원격탐사학회 추계학술대회	이동국	2018.10.25	무주 덕유산리조트	대한민국
13	2018 대한원격탐사학회 추계학술대회	최 현	2018.10.25	무주 덕유산리조트	대한민국
14	2018 대한원격탐사학회 추계학술대회	이동국	2018.10.25	무주 덕유산리조트	대한민국
15	2018 대한원격탐사학회 추계학술대회	서대교	2018.10.25	무주 덕유산리조트	대한민국
16	2018 대한원격탐사학회 추계학술대회	최재완	2018.10.25	무주 덕유산리조트	대한민국

17	2018 대한원격탐사학회 추계학술대회	정민경	2018.10.25	무주 덕유산리조트	대한민국
18	2018 대한원격탐사학회 추계학술대회	오재홍	2018.10.25	무주 덕유산리조트	대한민국
19	2018 대한원격탐사학회 추계학술대회	안희란	2018.10.25	무주 덕유산리조트	대한민국
20	2018 대한원격탐사학회 추계학술대회	정성우	2018.10.25	무주 덕유산리조트	대한민국
21	2018 대한원격탐사학회 추계학술대회	박용재	2018.10.25	무주 덕유산리조트	대한민국
22	2018 한국환경복원기술학회 추계학술대회	송지용	2018.10.31	설문대여성문화센터	대한민국
23	2018 공동추계학술대회	권기억	2018.11.01	제주대학교	대한민국
24	한국지형공간정보학회 공동학술대회	이동국	2018.11.02	제주대학교	대한민국
25	한국지형공간정보학회 공동학술대회	이수암	2018.11.02	제주대학교	대한민국
26	IEEE EECS 2018	신정일	2018.12.21	Sternen Muri Hotel	스위스
27	2019 한국측량학회 정기학술발표회	최 현	2019.04.11	김대중 컨벤션센터	대한민국
28	2019 한국측량학회 정기학술발표회	서대교	2019.04.11	김대중 컨벤션센터	대한민국
29	2019 한국측량학회 정기학술발표회	장영재	2019.4.11	김대중 컨벤션센터	대한민국
30	2019 한국측량학회 정기학술발표회	김태헌	2019.04.12	김대중 컨벤션센터	대한민국
31	2019 한국측량학회 정기학술발표회	이동국	2019.04.12	김대중 컨벤션센터	대한민국
32	2019 International Symposium on Remote Sensing(ISRS)	서원우	2019.04.15	Howard civil service international house	대만
33	2019 International Symposium on Remote Sensing(ISRS)	신정일	2019.04.17	Howard civil service international house	대만
34	2019 International Symposium on Remote Sensing(ISRS)	안희란	2019.04.17	Howard Civil Service International House	대만
35	2019 International Symposium on Remote Sensing(ISRS)	송아람	2019.04.18	Howard Civil Service International House	대만
36	환경영향평가	윤형진	2019.04.19	한국도로공사 인재개발원	대한민국
37	2019 KAGIS 춘계학술대회 및 남북교류와 GIS 심포지움	이승민	2019.05.16	강원대학교	대한민국
38	2019 대한공간정보학회 춘계학술대회	신정일	2019.05.31	부경대학교	대한민국
39	2019 대한공간정보학회 춘계학술대회	손종환	2019.05.31	부경대학교	대한민국
40	2019 대한공간정보학회 춘계학술대회	우희숙	2019.05.31	부경대학교	대한민국
41	2019 대한공간정보학회 춘계학술대회	이동국	2019.05.31	부경대학교	대한민국
42	2019 대한공간정보학회 춘계학술대회	전왕수	2019.05.31	부경대학교	대한민국
43	2019 대한공간정보학회 춘계학술대회	백승협	2019.05.31	부경대학교	대한민국
44	2019 대한공간정보학회 춘계학술대회	박홍련	2019.05.31	부경대학교	대한민국
45	2019 대한공간정보학회 춘계학술대회	정미라	2019.05.31	부경대학교	대한민국
46	2019 대한공간정보학회 춘계학술대회	한유경	2019.05.31	부경대학교	대한민국
47	2019 대한공간정보학회 춘계학술대회	유지호	2019.05.31	부경대학교	대한민국
48	2019 대한공간정보학회 춘계학술대회	오재홍	2019.5.31	부경대학교	대한민국
49	2019 대한공간정보학회 춘계학술대회	안희란	2019.05.31	부경대학교	대한민국
50	2019 대한공간정보학회 춘계학술대회	박용재	2019.05.31	부경대학교	대한민국
51	2019 한국군사과학기술학회 종합학술대회	박현춘	2019.06.14	제주 국제 컨벤션센터	대한민국
52	International Cartographic Conference(ICC) 2019	오재홍	2019.7.17	National Museum of Emerging Science and Innovation	일본
53	IGARSS 2019	이화선	2019.07.30	Pacifico Yokohama	일본

54	IGARSS 2019	우희숙	2019.08.01	Pacifico Yokohama	일본
55	ACRS 2019	장영재	2019.10.14	대전컨벤션센터(DCC)	대한민국
56	ACRS 2019	정세정	2019.10.14	대전컨벤션센터(DCC)	대한민국
57	ACRS 2019	안희란	2019.10.14	대전컨벤션센터(DCC)	대한민국
58	ACRS 2019	최현	2019.10.14	대전컨벤션센터(DCC)	대한민국
59	ACRS 2019	박숭환	2019.10.14	대전컨벤션센터(DCC)	대한민국
60	ACRS 2019	이종훈	2019.10.14	대전컨벤션센터(DCC)	대한민국
61	ACRS 2019	서대교	2019.10.15	대전컨벤션센터(DCC)	대한민국
62	ACRS 2019	이승민	2019.10.16	대전컨벤션센터(DCC)	대한민국
63	ACRS 2019	윤형진	2019.10.16	대전컨벤션센터(DCC)	대한민국
64	ACRS 2019	천서이	2019.10.17	대전컨벤션센터(DCC)	대한민국
65	KSCE 2019 CONVENTION	이동국	2019.10.17	평창 알펜시아	대한민국
66	KSCE 2019 CONVENTION	전왕수	2019.10.17	평창 알펜시아	대한민국
67	International Association of Geo-information Sympojium	천서이	2019.10.19	도쿠시마 대학 조산지마 캠퍼스	일본
68	2019 대한공간정보학회 추계학술대회	이동국	2019.11.01	서울시립대학교	대한민국
69	한국지리정보학회 추계학술대회	권기억	2019.11.01	제주대학교 아라캠퍼스	대한민국
70	2020 대한공간정보학회 춘계학술대회	이동국	2020.06.12	ZOOM(온라인)	대한민국
71	2020 한국측량학회 정기학술발표회	오재홍	2020.07.02	ZOOM(온라인)	대한민국
72	2020 한국측량학회 정기학술발표회	최재완	2020.07.02	ZOOM(온라인)	대한민국
73	2020 한국측량학회 정기학술발표회	이계동	2020.07.03	ZOOM(온라인)	대한민국
74	2020 한국측량학회 정기학술발표회	김태헌	2020.07.03	ZOOM(온라인)	대한민국
75	2020 한국측량학회 정기학술발표회	이동국	2020.07.03	ZOOM(온라인)	대한민국
76	2020 한국측량학회 정기학술발표회	정윤재	2020.07.03	ZOOM(온라인)	대한민국
77	2020 대한토목학회 한국수자원학회 강원지회 공동학술대회	이동국	2020.10.07	ZOOM(온라인)	대한민국
78	2020 대한토목학회 정기학술대회	장영재	2020.10.23	제주신화월드 랜딩컨벤션센터	대한민국
79	2020 대한원격탐사학회 추계학술대회	윤형진	2020.11.04	ZOOM(온라인)	대한민국
80	2020 대한원격탐사학회 추계학술대회	정세정	2020.11.04	ZOOM(온라인)	대한민국
81	2020 대한원격탐사학회 추계학술대회	김태정	2020.11.05	ZOOM(온라인)	대한민국
82	2020 대한원격탐사학회 추계학술대회	손종환	2020.11.05	ZOOM(온라인)	대한민국
83	2020 대한원격탐사학회 추계학술대회	이유진	2020.11.05	ZOOM(온라인)	대한민국
84	2020 대한원격탐사학회 추계학술대회	이동국	2020.11.05	ZOOM(온라인)	대한민국
85	2020 대한원격탐사학회 추계학술대회	정윤재	2020.11.05	ZOOM(온라인)	대한민국
86	2020 대한원격탐사학회 추계학술대회	이수암	2020.11.05	ZOOM(온라인)	대한민국
87	2020 대한원격탐사학회 추계학술대회	박용재	2020.11.05	ZOOM(온라인)	대한민국
88	2020 대한원격탐사학회 추계학술대회	구대성	2020.11.05	ZOOM(온라인)	대한민국
89	2020 대한원격탐사학회 추계학술대회	최재완	2020.11.05	ZOOM(온라인)	대한민국
90	2020 대한원격탐사학회 추계학술대회	유지호	2020.11.05	ZOOM(온라인)	대한민국

(다). 생명자원(생물자원)/화합물

번호	생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물명	등록/기탁 번호*	등록/기탁 기관	발생 연도

(라). 지식재산권(특허, 실용신안, 디자인, 상표, 신품종 등)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록				기여율
			출원인	출원일	출원번호	등록번호*	등록인	등록일	등록번호	등록 번호*	
1	위성영상 보정을 위한 GCP 추출기법	대한민국	㈜범아엔지니어링	18.11.12	10-2018-0138398	10-2018-0138398					100
2	위성영상 기반 공간 객체추출을 위한 고속화 시스템	대한민국	공간정보기술 ㈜	18.10.19	10-2018-0215464	10-2018-0215464					100
3	다중 퍼셉트론 기법에 의한 상대 방사보정 제작 장치 및 방법	대한민국	건국대학교 산학협력단	18.11.29	10-2018-0150434	10-2018-0150434					100
4	고해상도 위성 영상 기하보정을 위한 지상 기준점 칩 관리 방법, 장치 및 컴퓨터프로그램	대한민국	인하대학교 산학협력단	19.11.08	10-2019-0142489	10-2019-0142489					100
5	위성영상을 활용한 도엽 영상 생성 시스템 및 그 생성 방법	대한민국	(주)지오씨엔아이	20.11.30	10-2020-0164868	10-2020-0164868					100
6	위성영상 스트립 기하보정 방법과 장치	대한민국	인하대학교 산학협력단	20.12.10	10-2020-0172649	10-2020-0172649					100
7	글로벌 융합영상 제작 장치 및 제작 방법	대한민국	서울시립대학교 산학협력단	20.12.21	10-2020-0180193	10-2020-0180193					100
8	위성영상 보정을 위한 GCP 추출기법	대한민국					㈜ 범아엔지니어링	19.02.20	제10-1952326호	제10-1952326호	100
9	위성영상 기반 공간 객체추출을 위한 고속화 시스템	대한민국					㈜공간정보기술	19.05.07	10-1977705	10-1977705	100
10	영상의 상대 방사 보정 방법 및 수행 장치	대한민국					건국대학교 산학협력단	20.05.17	10-2125723	10-2125723	100

(마). 저작권(소프트웨어, 서적 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호*	저작권자명	기여율
1	다층 퍼셉트론에 의한 위성영상 방사보정 모의 프로그램	2018.10.08	건국대학교 산학협력단	2018.10.19	C-2018-027898	건국대학교 산학협력단	100
2	위성영상기반 공간객체추출 고속화처리 소프트웨어	2018.10.23	공간정보기술(주)	2018.10.30	C-2018-029454	공간정보기술(주)	100
3	국토위성용 정밀영상생성 SW	2018.11.09	인하대학교 산학협력단	2018.11.14	C-2018-032127	인하대학교 산학협력단	100
4	영상압축 및 다층 퍼셉트론 기반 위성영상 계절 및 방사보정 프로그램	2018.11.08	건국대학교 산학협력단	2018.11.21	C-2018-034136	건국대학교 산학협력단	100
5	(n)DSM(수치표면모델) 기반 변화탐지 및 화소기반 변화탐지 통합 프로그램	2019.08.19	건국대학교 산학협력단	2019.08.26	C-2019-023543	건국대학교 산학협력단	100
6	영상 모자이크 및 도엽별 클리핑 프로그램 버전1	2019.08.21	(주)지오씨엔아이	2019.09.06	C-2019-025043	(주)지오씨엔아이	100
7	SuperPixel 기반 공간객체추출 소프트웨어	2019.10.28	공간정보기술(주)	2019.11.01	C-2019-031405	공간정보기술(주)	100
8	GCP 관리시스템	2019.10.01	㈜신한항업	2019.11.05	C-2019-032064	㈜신한항업	100
9	국토위성정보 검색주문관리 서브시스템 소프트웨어	2019.08.31	인하대학교 산학협력단	2019.11.14	C-2019-033495	인하대학교 산학협력단	100
10	국토위성정보 배포관리 서브시스템 소프트웨어	2019.08.31	인하대학교 산학협력단	2019.11.14	C-2019-033496	인하대학교 산학협력단	100
11	국토위성정보 운영관리 서브시스템 소프트웨어	2019.08.31	인하대학교 산학협력단	2019.11.14	C-2019-033494	인하대학교 산학협력단	100
12	국토위성정보 자료관리 서브시스템 소프트웨어	2019.08.31	인하대학교 산학협력단	2019.11.14	C-2019-033493	인하대학교 산학협력단	100
13	GCP Chip의 품질 검수 및 수정 소프트웨어	2019.08.31	인하대학교 산학협력단	2019.11.14	C-2019-033497	인하대학교 산학협력단	100
14	시계열 위성영상기반 변화탐지 SW	2020.06.17	중앙항업(주)	2020.08.10	C-2020-026525	중앙항업(주)	100
15	위성영상 기하보정 및 정사보정 SW	2020.09.02	인하대학교 산학협력단	2020.09.02	C-2020-031067	인하대학교 산학협력단	100
16	국토위성정보 배포처리 서브시스템 소프트웨어	2020.06.30	인하대학교 산학협력단	2020.09.10	C-2020-030844	인하대학교 산학협력단	100
17	국토위성정보 정밀영상생성 관리 소프트웨어	2020.06.30	인하대학교 산학협력단	2020.09.11	C-2020-031063	인하대학교 산학협력단	100
18	국토위성정보 활용분석처리 관리 소프트웨어	2020.06.30	인하대학교 산학협력단	2020.09.11	C-2020-031064	인하대학교 산학협력단	100
19	국토위성정보 주문처리 서브시스템 소프트웨어	2020.06.30	인하대학교 산학협력단	2020.09.11	C-2020-031065	인하대학교 산학협력단	100
20	GCP 칩 제작 SW	2020.09.02	인하대학교 산학협력단	2020.09.11	C-2020-031068	인하대학교 산학협력단	100
21	GCP칩-위성영상간 영상정합 SW	2020.09.02	인하대학교 산학협력단	2020.09.11	C-2020-031066	인하대학교 산학협력단	100
22	SLIC 기반 공간객체추출 소프트웨어	2020.09.04	공간정보기술(주)	2020.09.11	C-2020-031045	공간정보기술(주)	100
23	영상 Segmentation 데이터 세선화 소프트웨어	2020.09.04	공간정보기술(주)	2020.09.11	C-2020-031046	공간정보기술(주)	100
24	KOMPSAT(콤샛) Series(시리즈) 전용 미리보기(섬네일) 영상 제작 소프트웨어	2020.09.04	(주)지오씨엔아이	2020.09.14	C-2020-031228	(주)지오씨엔아이	100
25	국토위성정보 DEM(디이엠) 추출 소프트웨어	2020.09.01	㈜쓰리디랩스	2020.09.25	C-2020-033170	㈜쓰리디랩스	100

26	국토위성정보 입체기하수립 소프트웨어	2020.09.01	㈜쓰리디랩스	2020.09.25	C-2020-033171	㈜쓰리디랩스	100
27	국토위성정보 DEM(디이엠) 뷰어&에디터	2020.09.01	㈜쓰리디랩스	2020.09.28	C-2020-033513	㈜쓰리디랩스	100
28	GCP CHIP(지상기준점 영상) 관리시스템	2020.09.25	㈜신한항업	2020.10.08	C-2020-034465	㈜신한항업	100

(바). 전문 연구 인력 양성

번호	분류	기준 연도	현황										
			학위별				성별		지역별				
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타
1	학위	2018		3	1		2	2	2	1	1		
2	학위	2019	3	2			4	1	3	2			
3	학위	2020	2	9			8	3	6	2	3		

(사). 산업 기술 인력 양성

번호	프로그램명	프로그램 내용	교육 기관	교육 개최 횟수	총 교육 시간	총 교육 인원

(아). 기술 거래(이전) 등

번호	프로그램명	프로그램 내용	교육 기관	교육 개최 횟수	총 교육 시간	총 교육 인원

(자). 사업화 투자 실적

번호	연구개발 투자	설비 투자	기타 투자	합계	투자 자금 성격

(차). 사업화 현황

번호	사업화 방식	사업화 형태	지역	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생연도	기술 수명
							국내	국외		

(카). 표준화

번호	수행기관명	표준화 주제	표준화 기구	표준화 단계	관련 번호	제출(채택)일	국가

(타). 기술요약정보

연도	기술명	요약 내용	기술 완성도	등록 번호*

(파). 구매 금액이 3천만원 이상인 연구시설・장비 구축 현황

연구시설.장비명	구축 금액 (천원)	구축일	활용 용도	설치 장소	NTIS 시설 장비 등록 번호

(하). 기타

번호	성과명	구분	기관	등록일	부록 번호
1	2018 국토관측위성 세미나	성과홍보	인하대학교 산학협력단	2018-09-13	-
2	2018 대한원격탐사학회 추계학술대회 특별세션: 국토위성정보 수집 및 활용기술	성과홍보	인하대학교 산학협력단	2018-10-25	-
3	2019대한공간정보학회 춘계학술대회 특별세션: 국토위성정보활용	성과홍보	인하대학교 산학협력단	2019-05-31	-
4	2019 스마트국토엑스포	성과홍보	(주)지오씨엔아이	2019-08-07	-
5	2019 한국습지학회 국제학술발표대회	성과홍보	(주)지오씨엔아이	2019-08-19	-
6	2019ACRS 국토위성정보연구단 특별세션: 국토위성정보활용	성과홍보	인하대학교 산학협력단	2019-10-14	-
7	2020 대한원격탐사학회 추계학술대회; 국토위성정보연구단 특별세션 및 로드맵 공청회	성과홍보	인하대학교 산학협력단	2020-11-05	-
8	국토위성정보 운영 시스템 개발 활용시스템 약어집	설계서	인하대학교 산학협력단	2018-10-31	설계서 1
9	국토위성정보 운영 시스템 개발 활용시스템 컴포넌트 설계서	설계서	인하대학교 산학협력단	2018-10-31	설계서 2
10	국토위성정보 운영 시스템 개발 활용시스템 데이터 상세설계서	설계서	인하대학교 산학협력단	2018-10-31	설계서 3
11	국토위성정보 운영 시스템 개발 활용시스템 상세 기능흐름도 및 상세 설명서	설계서	인하대학교 산학협력단	2018-10-31	설계서 4
12	국토위성정보 운영 시스템 개발 활용시스템 하드웨어 및 네트워크 상세설계서	설계서	인하대학교 산학협력단	2018-10-31	설계서 5
13	국토위성정보 운영 시스템 개발 활용시스템 인터페이스 설계서	설계서	인하대학교 산학협력단	2018-10-31	설계서 6
14	국토위성정보 운영 시스템 개발 활용시스템 상세 운영개념 기술서	설계서	인하대학교 산학협력단	2018-10-31	설계서 7
15	국토위성정보 운영 시스템 개발 활용시스템 구조설계서	설계서	인하대학교 산학협력단	2018-10-31	설계서 8
16	국토위성정보 운영 시스템 개발 보안처리 프로세스 정의서	설계서	인하대학교 산학협력단	2018-10-31	설계서 9
17	국토위성정보 운영 시스템 개발 활용시스템 요구사항 정의서	설계서	인하대학교 산학협력단	2018-10-31	설계서 10
18	국토위성정보 운영 시스템 개발 활용시스템 화면 설계서	설계서	인하대학교 산학협력단	2018-10-31	설계서 11
19	국토위성정보 운영 시스템 개발 활용시스템 기반환경체계 상세설계서	설계서	인하대학교 산학협력단	2018-10-31	설계서 12
20	국토위성정보 수집시스템 상세설계 및 SW 개발 통합시험절차서	시험보고서	인하대학교 산학협력단	2019-01-24	시험보고서 1
21	국토위성정보 운영 시스템 개발 활용시스템 테스트 보고서	시험보고서	인하대학교 산학협력단	2019-11-06	시험보고서 2
22	정밀영상생성 SW 기능검증 절차서	시험보고서	인하대학교 산학협력단	2020-09-09	시험보고서 3
23	정밀영상생성 SW 성능보고서	시험보고서	인하대학교 산학협력단	2020-09-10	시험보고서 4

24	국토위성정보 운영시스템 통합시험 절차서	시험보고서	인하대학교 산학협력단	2020-11-12	시험보고서 5
25	국토위성정보 운영시스템 통합시험 보고서	시험보고서	인하대학교 산학협력단	2020-11-16	시험보고서 6
26	국토위성정보 촬영요구서브시스템 궤도전파 정확도 시험보고서	시험보고서	인하대학교 산학협력단	2020-12-02	시험보고서 7
27	국토위성 검색 주문관리 시스템 성능시험 공인시험성적서	시험보고서	인하대학교 산학협력단	2020-10-19	시험보고서 8
28	국토위성정보 수집 및 활용기술개발 정밀영상생성 SW 요구사항 명세서	설계서	인하대학교 산학협력단	2018-10-30	설계서 13
29	국토위성정보 수집 및 활용기술개발 정밀영상생성 SW 상세설계서	설계서	인하대학교 산학협력단	2018-10-30	설계서 14
30	국토위성정보 수집 및 활용기술개발 기준점 자동 매칭 SW 요구사항 명세서	설계서	인하대학교 산학협력단	2018-11-01	설계서 15
31	국토위성정보 수집 및 활용기술개발 기준점 자동 매칭 SW 상세설계서	설계서	인하대학교 산학협력단	2018-11-01	설계서 16
32	자동기준점 매칭 성능 검증 보고서	시험보고서	인하대학교 산학협력단	2019-10-08	시험보고서 9
33	정밀 기하보정 및 정사보정 정확도검증 보고서	시험보고서	인하대학교 산학협력단	2019-07-23	시험보고서 10
34	국토위성용 DEM DB 구축 및 정사보정 SW 연계 보고서	시험보고서	인하대학교 산학협력단	2019-10-01	시험보고서 11
35	정밀영상생성 SW 기능 자체시험성적서	시험보고서	인하대학교 산학협력단	2020-12-21	시험보고서 12
36	정밀영상생성 SW 성능 자체시험성적서	시험보고서	인하대학교 산학협력단	2020-12-21	시험보고서 13
37	토지이용분류 및 공간객체추출 기술 개발 테스트 보고서	시험보고서	상지대학교 산학협력단	2019-11-01	시험보고서 14
38	공간객체추출 기술을 통한 주제도 수정/갱신 방안 도출	시험보고서	상지대학교 산학협력단	2020-04-01	시험보고서 15
39	영상모자이크 S/W 테스트 보고서	시험보고서	(주)지오씨엔아이	2019-11-14	시험보고서 16
40	CAS 500-1&2 V1.0 활용 분석 처리 서브시스템 기능 검증 보고서	시험보고서	(주)지오씨엔아이	2020-09-14	시험보고서 17
41	위성센터 운영위원 사용자 매뉴얼	기타	공간정보기술(주)	2020-11-26	-
42	입체 영상 생성 시험 보고서	시험보고서	한국해양대학교 산학협력단	2020-09-09	시험보고서 18
43	개발 알고리즘을 이용한 DSM/DTM 정확도 분석 보고서	시험보고서	주식회사 쓰리디랩스	2018-12-10	시험보고서 19
44	국토위성정보 DSM/DTM 추출 SW 성능검증보고서	시험보고서	주식회사 쓰리디랩스	2019-11-20	시험보고서 20
45	국토위성 DSM/DTM 생성 SW 요구사항 정의서	설계서	주식회사 쓰리디랩스	2019-01-01	설계서 17
46	국토위성 DSM/DTM 추출 SW 상세설계서	설계서	주식회사 쓰리디랩스	2019-01-01	설계서 18
47	국토위성 입체기하수립 SW 요구사항 정의서	설계서	주식회사 쓰리디랩스	2019-01-01	설계서 19
48	국토위성 입체기하수립 SW 상세설계서	설계서	주식회사 쓰리디랩스	2019-01-01	설계서 20

49	국토위성정보 DSM/DTM 추출 SW 성능검증보고서	시험보고서	주식회사 쓰리디랩스	2020-09-16	시험보고서 21
50	정사영상 메타데이터 표준 개정(안)	설계서	(주)지인컨설팅	2018-12-17	설계서 21
51	정사영상 제품사양 표준 개정(안)	설계서	(주)지인컨설팅	2018-12-17	설계서 22
52	표준영상 메타데이터 표준	설계서	(주)지인컨설팅	2018-12-17	설계서 23
53	표준영상 제품사양 표준	설계서	(주)지인컨설팅	2018-12-17	설계서 24
54	국토위성센터 운영규정(안)	설계서	(주)지인컨설팅	2019-12-16	설계서 25
55	정사영상 메타데이터 표준 개정(안)	설계서	(주)지인컨설팅	2019-12-16	설계서 26
56	정사영상 메타데이터 표준(안) 및 자체시험성적서	설계서, 시험보고서	(주)지인컨설팅	2020-12-15	설계서 27, 시험보고서 22
57	정사영상 제품사양 표준(안) 및 자체시험정적서	설계서, 시험보고서	(주)지인컨설팅	2020-12-21	설계서 28, 시험보고서 23
58	국토위성센터 위성영상 품질관리(안) 및 자체시험성적서	설계서, 시험보고서	(주)지인컨설팅	2020-12-29	설계서 29, 시험보고서 24
59	국토위성센터 위성영상 품질기준(안) 및 자체시험성적서	설계서, 시험보고서	(주)지인컨설팅	2020-12-07	설계서 30, 시험보고서 25
60	국토위성센터 운영규정(안) 및 자체시험성적서	설계서, 시험보고서	(주)지인컨설팅	2020-12-14	설계서 31, 시험보고서 26
61	도로 및 건물 객체 검출 테스트 보고서	시험보고서	㈜한컴 인스페이스	2019-11-20	시험보고서 27
62	도로 및 건물 객체 검출 테스트 보고서	시험보고서	㈜한컴 인스페이스	2019-11-20	시험보고서 28
63	국토위성정보 운영시스템 교육	기타	인하대학교 산학협력단	2020-11-23	-
64	국토위성정보 운영 시스템 개발 운영시스템 연간 운영계획	기타	인하대학교 산학협력단	2020-12-28	-
65	국토위성정보 활용을 위한 중장기 기술개발 로드맵 (1~3세부 통합버전)	기타	인하대학교 산학협력단	2020-12-15	-
66	공간객체추출 모델 성능 공인시험성적서	시험보고서	㈜한컴 인스페이스	2020-09-10	시험보고서 29
67	상대 방사보정 자체시험성적서	시험보고서	건국대학교 산학협력단	2020-08-10	시험보고서 30
68	지형변동 모니터링 자체시험성적서	시험보고서	건국대학교 산학협력단	2020-08-10	시험보고서 31
69	오픈소스 환경의 토지이용분류 및 공간객체추출 자동화 SW 요구사항정의서	설계서	공간정보기술(주)	2019-11-20	설계서 32
70	오픈소스 환경의 토지이용분류 및 공간객체추출 자동화 SW 기능규격서	설계서	공간정보기술(주)	2019-11-20	설계서 33
71	오픈소스 환경의 토지이용분류 및 공간객체추출 자동화 SW 구조설계서	설계서	공간정보기술(주)	2019-11-20	설계서 34
72	오픈소스 환경의 토지이용분류 및 공간객체추출 자동화 SW 상세설계서	설계서	공간정보기술(주)	2019-11-20	설계서 35
73	오픈소스 환경의 토지이용분류 및 공간객체추출 자동화 SW 자체시험성적서	시험보고서	공간정보기술(주)	2019-11-20	시험보고서 32

74	오픈소스 환경의 토지이용분류 및 공간객체추출 자동화 SW 요구사항정의서	설계서	공간정보기술(주)	2020-09-16	설계서 36
75	오픈소스 환경의 토지이용분류 및 공간객체추출 자동화 SW 기능규격서	설계서	공간정보기술(주)	2020-09-16	설계서 37
76	국토위성정보 정밀영상생성 SW 사용자 매뉴얼	기타	인하대학교 산학협력단	2020-11-23	-
77	오픈소스 환경의 토지이용분류 및 공간객체추출 자동화 SW 구조설계서	설계서	공간정보기술(주)	2020-09-16	설계서 38
78	오픈소스 환경의 토지이용분류 및 공간객체추출 자동화 SW 상세설계서	설계서	공간정보기술(주)	2020-09-16	설계서 39
79	오픈소스 환경의 토지이용분류 및 공간객체추출 자동화 SW 자체시험성적서	시험보고서	공간정보기술(주)	2020-09-16	시험보고서 33
80	변화탐지 SW 구조설계서	설계서	중앙항업(주)	2018-12-24	설계서 40
81	변화탐지 SW 기능규격서	설계서	중앙항업(주)	2018-12-25	설계서 41
82	변화탐지 SW 요구사항 정의서, 추적표	설계서	중앙항업(주)	2018-11-30	설계서 42
83	변화탐지 SW 자체시험성적서	시험보고서	중앙항업(주)	2019-11-04	시험보고서 34
84	변화탐지 SW 상세설계서	설계서	중앙항업(주)	2019-11-04	설계서 43
85	변화탐지 SW 구조설계서	설계서	중앙항업(주)	2019-11-04	설계서 44
86	변화탐지 SW 기능규격서	설계서	중앙항업(주)	2019-11-04	설계서 45
87	변화탐지 SW 요구사항 정의서, 추적표	설계서	중앙항업(주)	2019-11-04	설계서 46
88	변화탐지 SW 상세설계서	설계서	중앙항업(주)	2019-11-04	설계서 47
89	변화탐지 SW 자체시험성적서	시험보고서	중앙항업(주)	2019-11-04	시험보고서 35
90	변화탐지 SW 자체시험성적서	시험보고서	중앙항업(주)	2020-09-07	시험보고서 36
91	토지이용분류 및 공간객체추출 세부 항목 분류 자체평가보고서	시험보고서	경남대학교 산학협력단	2019-11-01	시험보고서 37
92	화소기반 변화탐지 SW 자체시험성적서	시험보고서	충북대학교 산학협력단	2020-08-01	시험보고서 38
93	국토위성용 GCP 관리 SW 테스트 보고서	시험보고서	(주)신한항업	2019-10-24	시험보고서 39
94	국토위성용 GCP DB 구축 기술서 및 테스트보고서	설계서, 시험보고서	(주)신한항업	2019-11-18	설계서 48, 시험보고서 40
95	북한지역 기준점(GCP) DB 구축 자체시험성적서	시험보고서	㈜범아 엔지니어링	2019-10-14	시험보고서 41
96	북한 및 극지역 기준점(GCP) DB 구축 자체시험성적서	시험보고서	㈜범아 엔지니어링	2020-11-16	시험보고서 42
97	객체기반 변화탐지 자체시험성적서	시험보고서	경북대학교 산학협력단	2020-08-01	시험보고서 43
98	변화탐지 정확도 자체시험성적서	시험보고서	남서울대학교 산학협력단	2020-09-14	시험보고서 44

다. 연구 결과

(1). 기술적 성과

(가). 국내외 기술 대비 차별성

성과명	특징 및 우수성	국내외 기술수준과 비교
국토위성정보 수집·활용 시스템 개발	**1. 특징** - 국토위성 운영 및 활용을 위한 수요처 운영시스템 - 국토위성 운영기관인 한국한공우주연구원과 인터페이스 수행 - 활용산출물의 생성을 위해, 활용시스템 운용개념을 정의하였으며, 서브시스템별 설계를 수행함 - 더불어, 국토위성정보 보안처리 프로세스를 확립하기 위해, 국토지리정보원 보안처리 프로세스 조사/협의 및 국토위성정보 보안처리 프로세스를 정의함 - 기 시스템 설계·개발 SW 및 2세부, 3세부 SW을 포함하여 전체 운영시스템 설계·개발 - 기 구축된 운영환경(HW, 스토리지 등)에 시스템 연계·통합 및 검증 수행 **2. 우수성** - 수요처 의견 반영하여 국토위성센터에 적합한 최적의 운영시스템 설계·개발 - 또한, 체계적인 설계구조를 구축함으로써 장기적/지속가능한 위선정보 활용 체계를 마련함 - 시스템체계 개발 프로세스 준용하여 검증된 시스템 개발 - 국토위성정보 운영 시스템의 성공적인 개발 및 운영을 통해, 추후 계속되는 위성정보 활용 분야의 선도적 역할을 수행할 수 있으며, 성공적인 위성활용의 롤모델을 제시할 수 있음 - 이에 따라, 국토관측위성에 이어 발사될 차세대 국토관측위성 시리즈를 위한 국토위성 운영시스템 뿐만 아니라 국토위성정보 활용센터 내 시스템의 확장 및 고도화에 효율적으로 적용하능함 - 위성정보 활용 지원을 위한 유통/활용 창구를 마련하게 되어 다양한 수용자 중심의 위성영상 서비스를 제공함으로써 새로운 가치창출의 장을 마련함 - 위성정보 주문/배포처리에 통합된 운영 시스템을 구축하여, 효율적인 처리 프로세스를 통해 사용자 및 운영자의 시간, 비용을 단축 - 또한 기존 위성영상 수집, 배포 서비스의 체계화와 효율적 관리가 가능함	- 국토위성을 운영하기 위해, 그리고 요구사항 기반의 운영시스템으로 해외기술과의 구체적인 비교는 어려움 **1. 국내기술수준과의 비교** - 한국항공우주연구원, 기상위성센터 등 벤치마킹을 통해 설계·개발 수행 및 개발·운영 관련 자문 수행을 통해 동등 이상의 시스템 개발 **2. 해외기술수준과의 비교** - 촬영요구서브시스템의 궤도전파 정확도는 미국 상용 SW Satellite Tool Kit과 유사한 수준임

성과명	특징 및 우수성	국내외 기술수준과 비교
정밀기하수립 · 정사보정 기술 및 SW 개발	**1. 특징** - 2021년 발사 예정인 국토관측위성의 위성영상을 활용해 고품질의 위성영상 산출물 생성하기 위해 위성영상의 정밀한 기하학적 왜곡을 보정하도록 연구를 수행함. - 또한, 정밀기하수립을 위한 GCP 취득은 수동으로 이루어지기 때문에, 많은 시간과 경비가 발생함. - 이러한 필요성에 의해, 국토관측위성으로 촬영한 위성영상의 정밀기하보정과 GCP 추출 시 사용자의 개입이 최소화된 정밀영상생성시스템을 개발함. - 정사영상 기반 GCP칩 영상을 L1R영상과 동일한 기하로 변환하는 알고리즘을 설계하여 위성영상·기준점 간 자동 매칭 기술을 개발함 - 더불어, RFM 기반의 RANSAC을 활용하여 오정합점을 제거함으로써 최종 GCP를 추출하는 기술을 개발함 - 또한, 다중 패치, 다중 밴드 기반의 GCP칩 매칭 기술을 개발함. - CIB 자료 및 국토지리정보원 보유 자료를 활용한 영상기준점 DB를 검증하고, 영상 기준점 검증 결과를 DB에 구축함으로써 접경, 북한, 극지역 및 기타 지역에 구축된 영상기준점의 DB 정확도를 검증함.. - 위성영상에서 GCP 분포를 확인할 수 있는 영상뷰어를 구축하여 사용자 친화적 GUI를 구축하도록 노력을 기함. - GCP DB와 자동 기준점 매칭 SW간 연계 운용 구축으로 국토위성용 GCP DB와 자동 기준점 매칭 SW간 연계함. - 위를 모듈화하여 기하·정사보정 기술 구현 및 SW를 개발함 - 정사영상 제작을 위한 DEM DB를 구축하고, 정밀영상생성시스템과 DEM DB간에 연계 운용 구축함. **2. 우수성** - 체계적인 검증체계를 통해 사용가능한 기준점과 그렇지 못한 기준점을 명확하게 분류함으로써 정밀영상생성시스템의 산출물의 품질 및 정확도를 향상시킴. - 정밀영상생성시스템은 자동화 성격을 갖고 사용자의 참여를 낮추는 방향으로 설계하였으며, 완성도 높은 산출물을 생성하는 것에 성공함. - 본 연구과정을 통해, 초기·정밀센서모델과 정밀정사영상 산출물이 2 pixel 이내의 위치정확도를 가져, 추후 국토관측위성의 위성영상 산출물의 품질을 어느정도 보장할 수 있음. - 또한, 정밀영상을 생성하는데 평균 약 618초, 정밀정사영상을 생성하는 데 평균 약 1506초로 측정되어 우수한 처리속도를 보임.	**1. 국내기술수준과의 비교** - 위성영상 정밀 센서모델링 및 자동기하보정과 같은 영상처리 기술 연구가 이뤄진 바 있음 - 본 연구진은 기존기술을 국토관측위성에 맞게 최적화하고, 여러 요소를 하나의 시스템으로 개발하였음 - 또한, 정밀영상생성 시스템과 국토관측위성 활용시스템으로 연계 통합에 주력함 - 최근, 영상정합을 위해 특징 기반 정합기법이 널리 사용되고 있음 - 그러나, 본 연구에서는 위성영상의 자동처리에 적용하기 위해 빠른 처리속도를 갖는 강도기반 정합기법인 Zero Mean Normalized Cross Correlation(ZNCC)와 Mutual Information(MI)를 사용함. - 전통적으로, 정밀기하수립을 수행하기 위해, RFM과 GCP를 이용하여 정밀센서모델을 수립함. - 본 정밀기하수립 모듈에서는 RFM을 보정하기 위해 RPC를 직접 갱신하는 것이 아닌, 초기 RFM에 보정 계수를 추가하는 방법으로 RFM을 보정함. - 해당 방식은 RPC를 직접 갱신하는 방법에 비해 정밀 센서모델링에 필요한 GCP의 수량이 적어, GCP를 취득하는데 필요한 시간과 노력을 줄일 수 있음. **2. 해외기술수준과의 비교** - 해외 Erdas Imagine, PCI, Gromatics, ENVI 등 여러 상용 영상처리 SW에서 기하보정, 정시보정 생성 및 여러 영상처리 기능이 제공되고 있음 - 본 연구단은 해외 상용 SW가 제공하지 않고 있는 국토위성영상의 자동기하보정 및 정밀처리에 주력을 두었음 - 또한, 한반도 전역에 대한 정밀 GCP DB를 구축함 - 최근, 해외 연구에서 영상 촬영각이 영상 정합 성공률과 이후 기하보정 정확도에 영향을 미칠 수 있음을 언급한 연구가 진행된 바 있음. - 본 연구단은 정밀영상생성시스템으로 통해 생성한 산출물들의 위치정확도 측정 연구를 통해, GCP의 품질 외에 다른 원인이 정확도에 영향을 미칠 가능성이 존재 하는 것으로 확인하였고, 추가적인 연구의 필요성에 대해 언급함.

성과명	특징 및 우수성	국내외 기술수준과 비교
융합영상 SW 개발	**1. 특징** - 하나의 센서에 대해 영상품질의 일관성을 확보하기 위하여, 글로벌 융합계수를 사용하여 융합영상을 제작하는 방법을 제시함 - 본 연구에서는 다수의 위성영상으로부터 융합계수를 추정하고, 이를 대표할 수 있는 글로벌 융합계수를 결정함 - 글로벌 융합계수를 사용한 것과, 기존의 로컬 융합계수를 사용하여 제작한 융합영상 간의 비교분석을 통하여 글로벌 융합계수를 사용한 융합영상이 품질의 일관성을 유지하는 것을 정량적으로 증명함 **2. 우수성** - 본 연구과정을 통해 글로벌 융합계수를 추정하고 국내 특허를 출원함 - 글로벌 융합계수를 사용함으로써 융합영상 간 융합품질의 차이를 최소화함	**1. 국내기술수준과의 비교** - 기존 연구에서는 각각의 영상에서 융합계수를 추정하여 적용함으로써 융합영상간 공간적/분광적 품질의 차이가 발생하였음 - 본 연구를 통해 융합영상간 공간적/분광적 차이를 최소화할 수 있는 융합영상을 제작함 **2. 해외기술수준과의 비교** - 해외연구에서 글로벌 융합영상을 제작한 사례는 보고된 바 없으나, 본 연구에서는 글로벌 융합영상을 제작함으로써 해외기술수준에 비하여 진보된 융합영상 제작 방법을 제시하였음
국토위성용 북한지역 및 극지역 GCP 칩 제작	**1. 특징** - 향후 취득될 국토위성 영상의 정밀기하보정을 위하여 국토지리정보원에서 보유하고 있는 정사영상을 기반으로 지상기준점에 해당하는 영상칩을 제작함. - 영상칩은 북한지역은 257*257, 남극지역은 1027*1027, 북극지역은 257*257 크기로 영상 칩과 DB를 구축함. - 북한 전역에 대한 칩을 제작한 후 국토위성 영상의 폭에 해당하는 10km*10km에 대한 기준점 배치 현황을 분석함. - 극지역은 국토지리정보원의 극지역 공간정보 구축사업의 데이터를 기반으로 하여 영상 칩과 DB를 구축함. **2. 우수성** - 본 연구과제를 통해 영상기준점 칩을 제작하고 DB를 구축하는 기술에 대한 특허를 출원하고 등록함. - 영상칩을 자동으로 제작할 수 있는 프로그램을 개발하여 수동으로 제작하는 시간을 단축하여 공정을 개선함	**1. 국내기술수준과의 비교** - 기존에 사용하던 영상칩은 위성영상 보정을 위한 기준점 조서만으로의 역할을 수행하였음. - 그러나 본 연구에서는 기준점 조서만이 아닌 자동 매칭을 위한 기준점 역할을 수행하고 영상칩에 다양한 정보를 DB로 구축하여 기준점 칩에 대한 이력과 정보를 확인하고 적용할 수 있도록 제작함. **2. 해외기술수준과의 비교** - 위성영상의 정밀기하보정을 수행하기 위하여 영상기준점 칩을 활용하여 자동매칭한 사례는 해외에서 찾아보기 힘들 정도로 본연구의 기술수준이 높고 창의적임.
국토위성용 GCP 관리 소프트웨어	**1. 특징** - 본 연구에서는 국토위성정보 활용 시스템에 사용되는 GCP를 관리하는 소프트웨어를 제시함 - 수집된 GCP에 GCP Chip을 등록하여 GCP 메타데이터를 관리함 - 바로e맵 데이터를 연동하여 GCP Chip을 지도화면에 띄워주어 상세 내역 및 위치 확인 가능함 **2. 우수성** - 본 연구과정을 통해 국토위성용 GCP 및 GCP Chip 데이터를 효율적으로 관리함 - GCP 관리 소프트웨어를 개발하여 국내 소프트웨어 등록함	**1. 국내기술수준과의 비교** - 타기관 GCP 데이터 및 시스템을 현황조사하고 국토위성용 GCP 관리 시스템의 요구사항에 필요한 기능을 가져와 소프트웨어 제작함 **2. 해외기술수준과의 비교** - 해외 GCP 데이터를 관리하기위한 시스템은 주로 드론영상 활용에 사용되었음

성과명	특징 및 우수성	국내외 기술수준과 비교
영상모자이크 기술 및 SW 개발	1. 특징 - 본 프로그램에서는 한 장 또는 n장 이상의 국토 위성 영상을 입력받으면 색상보정 및 모자이킹 알고리즘을 적용하여 1:5,000 도엽 영상 또는 모자이크 영상을 선택적으로 출력할 수 있고 이에 관한 검색 및 썸네일 영상을 출력함 - 또한 도엽 또는 모자이크 영상에 관한 메타데이터를 출력함 2. 우수성 - 본 프로그램은 색상 왜곡 현상을 최소화할 수 있는 히스토그램 매칭 기반 색상 보정 알고리즘을 적용하여 도엽 및 모자이크 영상에서 발생할 수 있는 색상 왜곡 현상을 최소화하였음 - 또한 본 프로그램을 활용하여 HW가 허용하는 범위 내에서 n장의 국토 위성영상을 입력받아서 개별 도엽 또는 모자이크 영상을 출력할 수 있어 대용량 위성영상을 처리할 수 있음	1. 국내기술수준과의 비교 - 현재 국내에서는 국토위성영상 등 고해상도 위성영상을 활용하여 모자이크 또는 도엽 영상을 제작할 수 있는 소프트웨어는 개발된 경험이 없음 - 본 연구에서는 국내기술을 활용하여 위성영상 기반 모자이크 또는 도엽 영상을 출력할 수 있는 소프트웨어를 개발하였음 2. 해외기술수준과의 비교 - 해외에서는 ArcGIS, ENVI, Erdas Imagine 등 상용소프트웨어를 활용할 경우 모자이크 또는 도엽 영상을 제작할 수 있으나, n장의 위성영상을 동시에 입력받아서 도엽 또는 모자이크 영상을 출력할 수 있는 소프트웨어는 개발된 경험이 없음 - 본 연구에서는 n장의 위성영상을 동시에 입력받아서 모자이크 또는 도엽 영상을 출력할 수 있는 소프트웨어를 개발하였음
국토관측 위성영상의 활용을 위한 공간객체추출 기법 개발	1. 특징 - 다시기·시계열 위성영상을 이용한 공간객체의 자동추출을 위한 프로세스를 정립함 - 상대방사보정 기술 및 DSM/DTM 추출 기술과 연계하여 공간객체 항목별로 자동추출을 수행할 수 있는 기법을 개발 - 공간객체추출을 위한 매개변수 및 임계값을 기준영상과 상대방사보정된 영상에서 동일하게 적용하여 공간객체를 추추한 결과 자동추출이 가능함을 확인하였으며, 90% 이상의 분류정확도를 만족하는 것을 확인하였음 2. 우수성 - 기존 공간객체추출 프로세스는 자동화가 불가능하였으나 연구개발을 통해 공간객체추출의 자동화가 가능함을 확인	1. 국내·외기술수준과의 비교 - 공간객체추출기술은 국내·외에서 모두 주제도 제작 목적으로 활용되고 있으며, 분류정확도가 70~90% 정도를 나타냄 - 국내 고해상도 위성영상은 자료 수집에 어려움이 있어 대부분 국외 고해상도 위성영상을 활용 - 본 과제에서 정립한 공간객체추출 자동화 프로세스는 CAS500 위성영상의 활용을 목적으로 정립되었으며, 공간객체 항목별로 각각 자동 추출하여 목적에 맞게 활용 가능
국토모니터링을 위한 다시기 변화탐지 기법 개발	1. 특징 - 다시기 위성영상의 변화탐지를 위하여 총 3종류의 알고리즘의 제안하여 개발함 - (1) 화소기반의 변화탐지 기법은 기존의 화소기반 변화탐지에 발생하는 2종류의 오차(기복변위에 의한 영향, 식생지역의 오탐지)를 감소시키기 위하여 교차융합을 활용하여 알고리즘을 개발 - (2) 재난/재해 모니터링을 위하여 산불발생 혹은 식생지역의 전역적인 변화를 탐지하기 위한 PCA 기반의 변화탐지 기법을 개발함 - (3) 전체적인 변화탐지 성능의 향상을 위하여 딥러닝 기반의 변화탐지 기법을 개발하였음 2. 우수성 - 기존 변화탐지 기법들과 비교하여 개선된 변화탐지 성능을 나타내는 것을 정량적/정성적으로 확인 - 국토위성영상에 활용가능한 딥러닝 기반의 변화탐지 모델 및 적용 기술을 개발함	1. 국내기술수준과의 비교 - 현재 국내에서는 고해상도 위성영상의 변화탐지 기법들이 화소간 차분을 기반으로 하는 변화탐지 기법들이 대부분 개발되며, 대상자료의 제약(기복변위 및 계절영향이 없는 조건)을 가정으로 알고리즘이 개발 - 본 과제에서 개발한 기법은 대상자료의 영향을 최소화하여 적용할 수 있는 기법임 2. 해외기술수준과의 비교 - 해외에서는 딥러닝 기법 등을 이용하여 다양한 연구들이 이루어졌으나, 국내 고해상도 위성영상을 대상으로 훈련자료가 구축되지 않아서 국내 적용의 어려움 존재 - 본 연구에서는 국토위성영상과 유사한 영상을 이용하여 딥러닝 모델을 구성하였기 때문에, 국내에 적용할 수 있는 장점을 지님

성과명	특징 및 우수성	국내외 기술수준과 비교
국토위성영상 입체기하분석 기술	**1. 특징** - 일반적인 지상/항공 사진에서 흔히 사용되는 공액점 추출을 통한 직선형 펀더멘탈 매트릭스 등의 기법은 적용할 수가 없음. - 해외에서조차 위성의 궤도 및 자세가 일정하다는 가정 하에 간략식을 통한 입체 기하의 분석을 수행하고 있으나 이는 고정밀의 입체 구현에 한계가 있음. - 정밀한 RPC를 기반으로 입체를 구현하여 국토위성의 3차원 정밀 모니터링하기 위한 기술개발이 필요하여, RPC 센서모델을 기반으로 한 3차원 입체 영상(에피폴라 영상)의 생성함 - 곡선형태의 에피폴라 선형 고려를 통한 정밀 에피폴라 영상 생성함 **2. 우수성** - Single-track, Across-track 이종 영상 등 모두 적용 가능하며, 해상도가 다른 위성영상간의 에피폴라 영상 생성 가능 - 입체 영상 생성 및 입체 영상에 대한 RPC 생성을 통한 입체 도화기 지원 - Kompsat RPC, WorldView RPC 포맷의 지원 - 입체영상간 종시차 : 1픽셀이내(RMSE)	**1. 국내기술수준과의 비교** - 현재 국내에서는 위성 푸쉬부룸센서에 대한 입체 영상생성을 위한 1픽셀레벨의 정밀 리샘플링 기술이 개발되어 있지 않음 - 따라서 본 기술 개발 및 프로토타입 제작을 통해 기술의 기반을 조성함. **2. 해외기술수준과의 비교** - 일반적으로 수천만원에 이르는 영국 BAE Systems의 Socet SET시스템, Hexagon Geospatial사의 Imagine Photogrammetry, Stereo Analyst 등에서 유사한 입체 영상 생성 기법을 제공하고 있으나, 일반적으로 1차식에 기반한 간략식을 활용함에 따라 종시차 정밀성 확보에 있어 1픽셀이내 확보 어려운 경우 존재함 - 본 기술은 2차, 3차 다항식을 적용가능함에 따라 보다 정밀한 종시차 확보가 가능함
상대 방사보정 기술	**1. 특징** - PIF(Pseudo Invariant Features) 기반 상대 방사보정 현황 분석 및 제안점을 도출함 - 상대 방사보정 정확도를 향상하기 위해 비선형 관계를 수립하는 모델을 조사 분석하고, 이를 바탕으로 다층 퍼셉트론 기반의 상대 방사보정 알고리즘을 제시함 - 알고리즘의 복잡성 감소 및 학습시간의 효율성을 위해 방사 해상도 압축을 수행하였음 - 생태학적 보정을 수행하기 위하여 각 밴드별로 독립적으로 분광지수를 선정하였음 **2. 우수성** - 본 연구를 통해 국내 특허 및 소프트웨어를 등록함 - 시각적 평가를 수행한 결과 본 연구를 통해 획득한 상대 방사보정 영상이 가장 우수한 것을 확인하였음 - 정량적 평가를 수행한 결과 본 연구를 통해 획득한 상대 방사보정 영상의 정확도 향상도가 가장 큰 것을 확인하였음	**1. 국내기술수준과의 비교** - 현재 국내에서는 중해상도 영상에 적용했던 기존의 상대 방사보정 알고리즘을 고해상도 영상에 적용한 연구로, 고해상도 위성영상에 대한 연구는 부족한 실정임 - 선형 회귀식을 기반으로 관계를 수립하여 방사적 특성에 대한 보정만을 수행하고 있음 **2. 해외기술수준과의 비교** - 국외의 경우 연구용 또는 학습용 소프트웨어에 상대 방사보정 알고리즘이 기본 처리 기능으로 탑재되어 있음 - 최근 비선형 관계를 가정한 연구가 수행중이며, KCCA(Kernel Correlation Coefficient Analysis) 기법, RF(Random Forest) 연구 등을 제시하였음
지형변동 모니터링 기술	**1. 특징** - DSM/DTM 기반 변화탐지 기술현황 분석 및 제안점을 도출함 - 윈도우 기반의 Robust Height Difference를 통해 DSM/DTM 기반의 변화탐지 알고리즘을 제시함 - SLICO(Simple Linear Iterative Clustering with Zero Parameter) 기반의 segmentation을 통해 객체 기반으로 변화탐지 수행 - Dempster-Shafer 이론 기반 DSM/DTM 기반 변화탐지 및 화소기반 변화탐지 결과를 확률론적으로 융합함 **2. 우수성** - 본 연구를 통해 소프트웨어를 등록함 - 정량적 평가를 수행한 결과 DSM/DTM 기반 변화탐지 및 화소기반 변화탐지 개별 정확도에 비해 향상된 것을 확인하였음	**1. 국내기술수준과의 비교** - 현재 국내에서는 주로 개별 데이터를 활용한 변화탐지 연구가 수행되고 있으며, DSM/DTM 기반 변화탐지 및 화소기반 변화탐지를 융합하는 연구는 부족한 실정임 **2. 해외기술수준과의 비교** - 국외의 경우 지형정보의 활용도를 향상시키기 위해 DSM/DTM 기반 변화탐지 및 화소기반 변화탐지를 융합하는 연구가 수행되고 있음

성과명	특징 및 우수성	국내외 기술수준과 비교
공간객체추출 성과의 품질 기준 도출 및 딥러닝 기반 공간객체추출 추가 항목 도출	**1. 특징** - 토지이용분류 및 공간객체추출 성과의 품질분석 방법에 따른 품질기준을 도출함 - 딥러닝을 적용하여 공간객체 항목의 세분화 가능성을 확인(딥러닝을 활용해 산림을 침엽수, 활엽수, 혼효림으로 세분화) **2. 우수성** - 공간객체추출 성과의 품질분석에 이용되는 기법별로 기준을 정립 - 딥러닝을 이용하여 공간객체 항목의 세분화 가능성을 도출	**1. 국내기술수준과의 비교** - 토지이용분류 및 공간객체추출에 국내에서는 오차행렬 기반으로 품질분석을 수행 - 국내에서는 산림지역에서 딥러닝을 이용해 소나무재선충병 탐지에 주로 이용 - 본 과제에서는 산림지역을 세부항목으로 분류 가능함을 확인 **2. 해외기술수준과의 비교** - 토지이용분류 및 공간객체추출에 대부분 오차행렬 기반으로 품질분석을 수행하나, IoU로 품질분석을 수행하기도 함 - 해외에서는 공간객체추출을 위한 딥러닝 적용 대상은 도로, 건물이 대부분 - 본 과제에서는 산림지역을 세부항목으로 분류 가능함을 확인
공간정보 기반 변화탐지 기술	**1. 특징** - 신규 국토위성영상이 수집되었을 경우 변화탐지를 수행할 수 있는 중첩영상이 없고, 변화탐지 영역에 대한 검증자료를 디지타이징을 통해 제작할 경우 일관성 있지 못하다는 단점이 있음 - 기 구축된 고정밀 공간정보는 현장 자료 수집보다 비용 절감에 효과적이고 훈련자료, 검증자료 등 다양한 방법으로 응용됨. - 격자 포인트는 다양한 크기를 적용함으로써 국내 어떤 대상지든 균일한 크기의 격자점을 생성하므로 정량적인 판단이 가능 - 변화탐지 지역에 대해 검증 수행 시, 공간정보를 기반으로 하는 격자 포인트의 속성 비교로 변화양상을 판단할 수 있음. - 토지분류수행 시, 연구대상지에 따라 달라지는 토지속성별 임계값을 자동 산정하여 훈련 자료 생성가능. **2. 우수성** - 0.5m급의 고해상도 위성영상에서 무감독 변화탐지의 정확도 평가결과 Kappa 계수 약 0.8 - 자동 훈련지역 추출 결과 대상지에 대해 학습 정확도 80% 이상의 결과를 유지	**1. 국내기술수준과의 비교** - 현재 국내에서는 토지피복지도를 이용한 분류, 변화탐지가 주로 이뤄지고 있으나 연속수치지형도를 통한 공간정보활용은 부족함. - 매년 갱신되는 연속수치지형도를 중점적으로 활용할 뿐만 아니라 토지피복지도를 동시에 고려하여 정확한 훈련자료를 기반으로 변화탐지 수행가능. **2. 해외기술수준과의 비교** - 공간정보를 통한 기계학습 기법을 통해 변화탐지를 수행하는 연구가 진행된 바가 있음. - 변화된 지역을 수동적으로 파악하지 않아도 되며 변화가 일어났다고 제시된 부분에 대해 집중적으로 분석함으로써 변화탐지를 위한 시간과 비용을 줄임
객체기반 변화탐지 기술	**1. 특징** - 분할 영상, 등록오차, 화소기반 변화탐지결과를 결합하여 객체기반 변화탐지 수행 - 화소기반 변화탐지 결과를 객체기반 변화탐지 결과로 확장시킬 경우, 각 세그먼트에 존재하는 등록오차와 중첩되지 않은 변화화소/무변화화소의 비율을 통해 각 세그먼트별 변화유무를 판단 **2. 우수성** - 화소기반 변화탐지 결과를 객체기반 변화탐지 결과로 개선함으로써 변화 과탐지된 지역을 효과적으로 제거 가능 - 고해상도 다시기 위성영상간 보이는 등록오차, 즉 지형적 불일치를 최소화하기 위해 등록오차(Registration Noise)를 추출 후 변화탐지 결과에 반영하는 기술을 개발함	**1. 국내기술수준과의 비교** - 일반적으로 수행되는 화소기반 변화탐지 결과와 비교하여 변화탐지 정확도를 향상시킴. **2. 해외기술수준과의 비교** - 객체기반 변화탐지 기술 관련하여 해외에서는 다수의 알고리즘이 개발되고 있으며, 본 연구 또한 이와 유사한 수준이라고 판단됨. - 특히, 일반적인 화소기반 변화탐지 결과를 객체기반 변화탐지 결과로 확장하는 것에서 벗어나, 등록오차를 함께 이용하여 기하 왜곡을 최소화한다는 점에서 본 연구의 차별성이 있음.

성과명	특징 및 우수성	국내외 기술수준과 비교
변화탐지·시계열모니터링 SW 개발 및 관련 DB구축·시범제작 연구	**1. 특징** - 시계열 위성영상을 이용한 변화지역의 탐지 SW - 영상의 밝기값 정보 이외에 DSM정보, 세그멘테이션 정보 등을 사용하여 변화지역 탐지 - 위성의 종류에 상관없이 국토지리정보원에서 제공하는 1/5,000도엽 단위로 재단된 영상에 대하여 적용할 수 있도록 하여 기 구축 영상 자료 사용이 용이하도록 개발됨 - 기 구축된 연속수치지형도를 이용한 공간정보 기반 변화탐지 수행이 가능하도록 하여 위성영상과 기존의 자료와의 비교 분석이 가능함 **2. 우수성** - 위성영상을 기반으로 다양한 분야에 적용 가능 - 변화탐지를 통한 국토공간의 효율적 관리 - 결과물을 연계·활용하여 고부가정보 생성 가능	**1. 국내기술수준과의 비교** - 현재 국내에서는 시계열 영상을 이용한 변화탐지를 위한 SW는 전무한 실정 - 연구기관 및 대학 등에서 학술 목적의 변화탐지 연구 등이 진행되었지만 본격적인 SW개발이 필요 **2. 해외기술수준과의 비교** - 해외의 상용화된 SW의 경우 변화탐지에 특화되지 못하고 영상처리 전반에 대한 기능을 제공 - 화소기반, 객체기반, DTM기반, 공간정보기반의 모듈로 개발되어 각 입력데이터에 맞게 변화탐지를 수행
AI 기술 적용을 통한 공간객체추출 기술	**1. 특징** - L2I 영상을 입력받아 학습된 딥러닝 모델을 통하여 공간객체(건물, 도로)를 검출하는 모듈을 개발함 - 추출된 Raster파일을 Vector로 변환하여 Shp파일을 생성하는 모듈 **2. 우수성** - 본 연구과정을 통해 위성영상에서 원하는 객체를 자동으로 추출하고 분석할 수 있는 발판을 마련함 - 모델학습의 다양한 방법을 통하여 학습시간을 줄일 수 있는 고도화 및 최적화를 수행함	**1. 국내기술수준과의 비교** - 국내에서는 다양한 분야에서 AI기술을 적용하고자 활발히 연구가 진행되고 있음 - 신규 위성영상을 받아 자동으로 객체를 추출하여 활용하고자 하는 시도는 있음 **2. 해외기술수준과의 비교** - 다양한 분야에 새로운 모델을 적용하여 결과를 제시하는 연구들이 활발히 진행 중 - 위성영상 분야에서도 객체검출의 다양한 시도가 이루어지며, 가능성을 확인함
국토관측위성 영상용 토지이용분류 및 공간객체추출 기술 및 SW 개발	**1. 특징** - 국내 운용 환경 상황에 맞추어진 원클릭 방식의 토지이용분류 및 공간객체추출 자동화 기능 지원함으로써 비전문가도 쉽게 사용 가능한 높은 접근성을 가짐 - 본 연구에서 상용 SW(Trimble eCognition)와 오픈소스 SW(SAGA GIS) 작업 프로세스를 직접적으로 비교 분석을 통하여 장점만을 살려 SW 설계에 반영함 - 1:5000 도엽단위 DEM 데이터 자동 연계로 분석 처리 프로세스 단축 및 전국 단위의 토지이용분류 및 공간객체추출 기반 마련함 - 기존 오픈소스 SW(SAGA GIS)의 직렬식 공간객체추출 프로세스대비 병렬식 공간객체추출 프로세스 도입으로 수행시간 단축(약 5배 이상) 및 정확도(전체 정확도 90%이상) 개선 **2. 우수성** - 본 연구과정을 통해 고해상도 위성영상 분석 처리 속도를 향상시키기 위한 고속 처리 연구를 수행하고 국내 특허를 출원하여 등록함. - 오픈소스 기반의 소프트웨어로서 상용 외산 소프트웨어(Trimble eCognition) 대비 소프트웨어 간 상호 연동성이 높으며 국내 운용 환경에 맞춤형 유지보수 및 성능 개선에 유리함 - 상용 SW에 준하는 오픈소스 객체 추출 기반 알고리즘(OBIA/SuperPixel/SLIC)을 분석하고 탑재하여 고성능 고효율성 확보	**1. 국내기술수준과의 비교** - 우리나라 위성은 대부분 국가 안보용으로 활용됨에 따라 공공분야 수요 충족 한계와 국산 소프트웨어 개발이 미비하며 외산 소프트웨어에 의존함 - 위성영상 촬영 지역의 수요자가 원하는 토지이용분류 및 공간객체정보를 상용 외산 소프트웨어(Trimble eCognition) 수준의 정확도를 가진 정보를 자동으로 제공함에 따라 효율적인 서비스가 가능함 **2. 해외기술수준과의 비교** - 오픈소스 기반의 소프트웨어로서 상용 외산 소프트웨어(Trimble eCognition) 대비 소프트웨어 간 상호 연동성이 높으며 국내 운용 환경에 맞춤형 유지보수 및 성능 개선에 유리함 - 오픈소스와 자체 보유기술을 결합하여 만든 국산 SW 개발로 외산 소프트웨어(Trimble eCognition)에 일부 기능을 대체함으로써 국내 시장 점유율 확보 가능함

성과명	특징 및 우수성	국내외 기술수준과 비교
국토위성영상으로부터 DEM 추출 기술 및 SW 개발	1. 특징 - 객체 추출, 변화탐지, 스마트 시티 등의 다양한 공간정보 응용 분야에서 기본적으로 요구되는 3차원 공간정보인 DEM을 추출하는 기술 및 SW 개발 - 높은 정확도를 가지지만 비용이 많이 들고 대상 지역이 한정적인 LiDAR 대신, 상대적으로 정확도는 낮지만 낮은 비용으로 넓은 지역의 정보 수집이 가능하며 대상 영역의 텍스처 정보도 함께 취득할 수 있는 광학영상 사용 - 최근 고해상도 위성영상 보급의 증가와 맞물려, 매칭 기법의 개선을 통해 광학영상으로도 높은 해상도와 정확도를 가지는 DEM 생성 가능 2. 우수성 - 양질의 기하조건을 충족하는 동일 촬영시기의 스테레오 영상에서 1km × 1km 영역을 대상으로 스테레오 매칭 및 DEM 생성 기술을 적용했을 때, 아래와 같은 경쟁력을 가짐 - 평균 DSM 생성 속도 : 32초 - DSM 생성 격자간격 : 입력영상의 4배수 - DSM의 수직 정확도 : 약 0.97m - DTM의 수직 정확도 : 약 5.85m	1. 국내기술수준과의 비교 - 현재 국내에는 스테레오 영상 매칭 및 DEM 생성 기술을 개발/보유하고 있는 기관이 부족한 실정임 - 국내 기관은 매칭 기법중 하나인 SGM 기법을 직접 구현하거나, 오픈소스 위주의 매칭 기법을 적용하고 있음 - 본 과제에서는 대용량의 위성영상의 처리 및 시스템 적용을 위해 자체 기술인 MDR 기법의 적용 및 추출된 3차원 정보를 도엽별로 분할하여 처리하는 기술의 개발을 성공함 - MDR 기법은 에피폴라 영상기반의 강인한 매칭 기법으로 SGM과 유사한 수준의 매칭 정확도를 보이며, 특히 건물과 같은 영역의 정보 추출에 강점이 있음을 확인함 2. 해외기술수준과의 비교 - 해외에서는 사용자의 접근 및 활용이 용이한 ARD(Analysis Ready Data)의 설계 및 구축이 진행 중, 본 연구에서 처리된 도엽별 산출물 처리는 이후 국내 ARD 구축에 도움이 될 것으로 판단됨 - DTM 생성의 경우 해외에서는 머신 러닝을 이용한 기법이 최근까지 보고되었으며, 영상처리 기법을 이용한 DTM 추출 기법 또한 현재까지 계속 연구되고 있음 - 본 연구를 통해 DTM 생성을 위한 비지면 점 추출에 기존 데이터의 활용 및 영상처리기법을 적용한 알고리즘을 고안하고 이를 통해 기존 데이터와의 차이가 크지 않은 안정적인 DTM 생성 기술 개발을 수행함
국토위성센터 운영규정	1. 특징 - 국내 위성운영기관의 사례를 조사하여 관련 근거법률을 검토하고, 이를 본 연구의 운영규정에 반영함 - 국내 위성운영기관의 운영규정을 검토하여, 규정의 틀을 구성하고, 상세 조문을 작성함으로써, 운영규정을 포괄적으로 작성함 - 운영규정을 운영하는 국토위성센터의 상황을 반영하여, 국토위성센터의 업무에 적합하게 내용을 구성함	1. 국내외 기술수준과의 비교 - 운영규정은 해당 기관의 운영을 위해 필요한 전반적인 내용을 포괄하여 정의한 것으로 타 기준과의 수준 비교는 불필요함
정사영상 메타데이터 기관표준	1. 특징 - 지리원에서 운영하는 표준체계에 따라 표준안을 작성하였기 때문에, ISO나 KS와 같은 상위표준보다 표준의 내용이 구체적임 - 지리원에서 운영하는 기관표준체계를 고려하여 작성하였기 때문에, 표준의 대상인 정사영상에 대해 보다 체계적인 내용으로 항목이 구성됨 2. 우수성 - 본 표준은 국토지리정보원의 기관표준체계에 따라 국토지리정보원 및 국토위성센터에서 생산되는 정사영상을 대상으로 작성되었음 - 표준을 적용하는 대상이 명확하기 때문에 KS나 ISO와 같이 추상적인 레벨의 표준보다 더 구체적으로 메타데이터의 항목을 정의하고 있으며, 적용 대상에 적합하지 않은 항목은 배제하여 항목을 최적화하고 있음	2. 국내외 기술수준과의 비교 - 국내외 위성영상 생성기관에서 국제표준인 ISO 19115를 적용하고 있는 반면, 본 연구의 기관표준은 ISO 19115 표준에 국토위성 및 국토위성센터의 내용을 포함하여 보다 구체화된 내용으로 작성됨 - 국내의 경우 위성영상의 보조파일에서 메타데이터를 제공하고 있으나 이는 표준화된 항목은 아니며, 제공하는 정보의 양도 많지 않음

성과명	특징 및 우수성	국내외 기술수준과 비교
위성영상 품질모니터링 및 개선	1. 특징 - 본 연구의 품질 모니터링 및 개선은 위성영상이 가지는 품질을 체계적인 틀 안에서 구체적인 내용으로 정리하고, 이를 기반으로 데이터가 일정수준이상의 품질을 지속적으로 유지하기 위한 안을 제시하고자 하였음 - 이를 위해 위성영상의 품질관리안을 통해서 품질을 다양한 측면에서 기술하기 위한 품질요소를 정의하였으며, 위성영상의 품질을 체계적으로 측정하고 기술하기 위해 품질요소에 대한 품질기준안을 정의함 2. 우수성 - 국토위성이 발사되지 않은 관계로 실제 데이터를 통한 검증은 이루어지지 않았으나, 국토위성센터의 데이터 생산체계를 고려하여 작성한만큼, 향후 생산되는 데이터에 대한 품질 모니터링 및 개선에 대한 체계를 구성하는데 적용이 가능함 - 기존의 센서의 상태위주 품질관리를 확장하여 보다 상세하고 다양한 관점에서 품질을 기술하는 것이 가능함	1. 국내기술수준과의 비교 - 영상의 품질관리를 위해 센서에 대한 성능 및 위치정확도의 측면에서 모니터링을 수행하고 있음. 주기적으로 센서의 정확도 측면에서 품질관리를 수행함 - 본 연구에서는 센서의 정확도를 포함한 여러 측면에서 산출물의 품질을 설명할 수 있도록 방안을 구성하였으며, 영상의 품질을 측정하고 결과를 기술하는데 초점을 두고 있음 2. 해외기술수준과의 비교 - NASA나 ESA의 경우, 영상의 활용 확대를 위해 품질에 대해 최대한 많은 정보를 공유할 수 있도록, 여러 가지 품질관련 내용을 규정하여 활용하고 있으며, 이는 본 연구에서 제안하는 품질관리의 방향과 동일함

(나). 기술 수준 및 기술 개발 성과

①. 위성정보 촬영/배포/활용물 생산 주문 처리 기술 및 사용자와 운영자간 효율적인 위성정보 주문 연계 기술 확보

②. 수집시스템과의 실시간 상호 연계를 통한 촬영주문 승인/분석 처리 기술 및 활용분석처리시스템과의 실시간 상호 연계를 통한 배포물 처리 기술 확보

③. 배포처리시스템과의 실시간 상호 연계를 통한 배포물 처리 기술 및 위성정보 배포처리 기술 확보

④. 사용자에게는 가장 효율적인 위성정보 배포 처리 기술 및 체계를 확보하고 운영자에게는 위성정보 배포에 대한 효과적인 운영/관리 기술 및 체계 확보

⑤. 차세대 중형위성에 특화된 검색기능을 제공하고 기본정보 기능 이외의 상세정보 검색 기능으로 검색기능 고도화

⑥. 수동식 분류 체계 및 작업자 의존성을 개선하여 데이터 처리 자동화 향상

⑦. 기존 위성영상 수집, 배포 서비스 체계화와 효율적 관리 가능

⑧. 위성영상을 활용한 효율적인 국토 공간 정보 관리 등 융합산업 활성화

⑨. 위성영상 활용 분야에 AI를 접목시킴으로써 IT 기술 융합으로 발전

⑩. 수계, 산림 등 관심 지역의 시계열 모니터링을 통한 면적, 작황, 비탈면 등의 변화율을 예측

⑪. 위성정보처리 관련 기반기술 개발을 통한 국내 기술경쟁력 강화

⑫. 디지털 항공사진 및 무인기 영상을 활용하는 다양한 분야에 응용을 통한 기술 확보

(2). 경제적 · 산업적 성과

(가). 경제적 및 산업적 성과

①. 위성정보 활용을 위한 데이터 접근 시간, 비용을 단축

②. 위성정보 주문/배포처리에 통합된 운영 시스템을 구축하여, 효율적인 처리 프로세스를 통해 사용자 및 운영자의 시간, 비용을 단축

③. 오픈소스 기반으로 향후 확장, 유지보수 비용 저감

④. 도입비용이 적은 오픈소스 기반으로 구축하여, 개발뿐만 아니라 향후 확장 및 유지보수에 있어서도 최소한의 비용으로 가능

⑤. 위성정보 활용 증진을 통하여 다양한 위성정보 활용분야에서의 국토위성정보 활용 산출물을 활용할 수 있게 됨으로서 외국의 위성영상 구매비용을 절감할 수 있고, 위성영상 분석 및 산출물 생성에 소요되는 비용을 절감

⑥. 이 연구에서 개발하고자 하는 응용기술들을 확보할 경우 기술적 새로운 패러다임을 선도할 수 있으며, 이를 통해 다양한 응용 분야의 산업시장에서 기술선점이 가능할 것으로 전망

⑦. 개발 응용기술의 발전적 보완을 통해 공간정보/IT 산업의 새로운 시장 창출의 토대

⑧. 지속가능한 국토환경 및 기후변화 관련 산업의 미래성장 기반 마련

⑨. 국토위성정보 수요자를 위한 활용기술 교육과정 운영 및 활용지원 프로그램을 통한 전문인력 양성

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

가. 목표달성도

(1). 연차별 개발 목표

연차	목 표	
1차년도 (2018) **시스템 상세설계 및 핵심요소구현**	1세부	1) 활용시스템 상세 운용개념 기술서 정의 2) 국토위성정보 보안처리 프로세스 확립 3) 활용시스템 서브시스템별 상세설계 4) 활용시스템 데이터·기반환경 체계·H/W 및 N/W 상세설계
	2세부	1) 정밀기하수립・정사보정 SW 개발 2) 남한/북한/접경 GCP DB 구축 3) 기준점 관리 SW 설계 4) 영상융합 / 모자이킹 알고리즘 설계
	3세부	1) 국토관측위성 영상용 토지이용분류 및 공간객체추출 기술 및 SW 2) AI(딥러닝, 머신러닝) 기술 도입 가능성 분석 3) 시계열 위성영상의 상대 방사보정 알고리즘 설계 4) 변화탐지 및 시계열 모니터링 알고리즘 기본 설계 및 타 DB와의 통합 기법 설계 5) 국토관측위성 영상용 입체기하수립 및 DSM/DTM 생성 알고리즘 6) 국토위성정보 품질 검증체계 및 법/제도 마련을 위한 기초자료 분석
2차년도 (2019) **시스템 개발완료 및 연계통합**	1세부	1) 수집시스템 연계·통합 및 고도화 2) 활용시스템 SW 구현 3) 활용시스템 SW 시험 및 보완 4) 활용시스템 연계·통합
	2세부	1) 자동 기준점 매칭 SW 개발 2) 남한/북한/접경/극지역 GCP DB 구축 3) 기준점 관리 SW 개발 4) 영상융합 기술개발 / 모자이킹 SW 개발 5) 시스템 연계통합 지원
	3세부	1) 토지이용분류 및 공간객체추출 기술 고도화 알고리즘 2) 토지이용분류 및 공간객체추출 시스템 3) 시계열 영상 상대 방사보정, 화소 및 객체 기반 변화탐지 고도화, SW 개발 4) 공간객체추출 기술의 DB 연동을 통한 변화탐지 및 시계열 모니터링 기술 고도화 5) 국토관측위성 영상 DSM・DTM 자동추출 SW 개발 6) 수요자 중심의 품질체계 및 법/제도 수립
3차년도 (2020) **시스템 시험검증 및 시범운영**	1세부	1) 활용센터 시스템 SW 검증 및 보완 2) 활용센터 시스템 통합 및 사전점검 3) 국토위성정보 활용센터 통합 검증 및 시범 운영 4) 국토위성정보 활용센터 중장기 로드맵 수립
	2세부	1) 국토관측위성 정밀기하수립 및 정사영상 시범운용 2) GCP 칩 활용성 분석 및 극지역 GCP DB 구축 3) 정사보정/영상융합/모자이킹 기술고도화 4) 자동 기준점 매칭 알고리즘 및 SW 고도화 5) 활용기초기술 중장기 로드맵 수립
	3세부	1) 토지이용분류 및 공간객체추출 기술 시범운용 2) 변화탐지 및 시계열 모니터링 시스템 시범운용 3) 정밀 DEM 생성 점검을 위한 시범운용 4) 응용기술별 중장기 로드맵 수립 5) 활용산출물 품질검증 체계 개발 및 시범적용
최 종	국토위성정보를 체계적으로 수집·생산·관리하여 수요기관 등에 안정적으로 위성영상과 관련 산출물 등을 제공할 수 있는 무중단 운영 가능한 시스템 및 활용기초/응용기술 개발	

(2). 정량적 목표 달성도

(가). 최종 정량적 연구성과 목표 및 달성도

구분			목표	달성	달성도(%)	비고
국외 논문 게재	SCI		8	12	150	
	비SCI		-	-	-	
	계		8	12	150	
국내 논문 게재	SCI		-	-	-	
	비SCI		30	42	140	
	계		30	42	140	
학술발표	국제		18	22	122.2	
	국내		34	68	200	
	계		52	90	173.1	
특허 출원	국내		6	7	116.7	
	국외		-	-	-	
	계		6	7	116.7	
특허 등록	국내		4	3+(1)	75	(심사 중)
	국외		-	-	-	
	계		4	3+(1)	75	
인력 양성	석사		8	14	175	(2021.02 졸업 포함)
	박사		4	5	125	(2021.02 졸업 포함)
	계		12	19	158.3	
등록·기타 대상 성과물	보고서 원문		-	-	-	
	연구시설·장비		-	-	-	
	기술요약정보		-	-	-	
	생명자원	생명정보	-	-	-	
		생물자원	-	-	-	
		신품종	-	-	-	
	소프트웨어		23	28	121.7	
	화학물		-	-	-	
기타	성과 홍보		1	7	700	
	기술문서		44	91	202.3	

(3). 최종 성과물 달성성과

(가). 1세부과제의 최종성과물

최종성과물	내용	목표 대비 달성도
국토위성정보 수집시스템 1식	① 수집시스템 운용개념 기술서 및 설계/시험 산출물 ② 수집시스템 SW 소스코드 및 실행파일 ③ 수집시스템 사전점검 및 시범운영 결과보고서* ④ 수집시스템 운영매뉴얼	100%
국토위성정보 활용시스템 1식	① 활용시스템 운용개념 기술서 및 설계/시험 산출물 ② 활용시스템 SW 소스코드 및 실행파일 ③ 활용시스템 사전점검 및 시범운영 결과보고서* ④ 활용시스템 운영매뉴얼	100%
국토위성정보 수집·활용 시스템 통합 결과물 1식	① 국토위성정보 수집·활용시스템, 기초기술 성과 및 응용기술 성과가 국토위성정보활용센터의 장비(HW/NW 등)와 통합된 결과물	100%
기타 연구성과 1식	① 국토관측위성 촬영 우선순위, 촬영 시나리오(안) ② 주요 산출물 제공 정책(안) ③ 국토위성정보활용센터 연간 운영계획(안) ④ 운영매뉴얼(안) ⑤ 국토위성정보활용센터 중장기 로드맵(안)	100%

* 시범운영 결과보고서 : 위성발사 지연으로 인해 유지관리 기간 중 달성 예정

(나). 2세부과제의 최종성과물

최종성과물	내용	목표 대비 달성도
국토위성용 GCP DB 1식	① GCP DB 구축 기술서 ② 남한/접경/북한/극지역에 대해서 구축된 GCP DB	100%
국토위성용 GCP 관리 SW 1식	① GCP 관리 및 갱신 SW 상세설계서 ② 사용자 메뉴얼 ③ GCP 관리 및 갱신 SW (소스코드, 실행파일 등)	100%
국토위성용 DEM DB 1식	① DEM DB 구축 기술서 ② 정사보정영상 생성에 사용될 DEM DB	100%
국토위성용 정밀기하수립·정사보정 SW 1식	① 정밀기하수립·정사보정 SW 상세설계서 ② 사용자 메뉴얼 ③ 기하·정사보정 SW (소스코드, 실행파일 등)	100%
국토위성용 자동 기준점 매칭 SW 1식	① 자동 기준점 매칭 SW 상세설계서 ② 사용자 매뉴얼 ③ 자동 기준점 매칭 SW (소스코드. 실행파일 등)	100%
국토위성용 영상융합 모듈 1식	① 영상융합 SW 상세설계서 ② 영상융합 모듈 (소스코드, 실행파일 등)	100%
국토위성용 영상 모자이킹 SW 1식	① 영상 모자이크 SW 상세설계서 ② 사용자 매뉴얼 ③ 영상 모자이크 SW (소스코드, 실행파일 등)	100%
기타 연구성과 1식	① 국토관측위성 영상처리 기초기술 고도화를 위한 로드맵(안)	100%

(다). 3세부과제의 최종성과물

최종성과물	내용	목표 대비 달성도
국토위성정보 응용기술시스템 1식	① 공간객체 추출 SW 1식(소스코드, 실행파일 등) ② 변화탐지 및 시계열 모니터링 SW 1식(소스코드, 실행파일 등) ③ 입체 기하수립 SW 1식(소스코드, 실행파일 등) ④ DSM/DTM 자동 추출 SW 1식(소스코드, 실행파일 등)	100%
기타 연구성과 1식	① 수요기관별 국토위성정보 주요 산출물의 맞춤형 이용·활용 매뉴얼 등 ② 국토위성정보 주요 산출물 품질 모니터링 및 검증 방안 등 ③ 국토위성정보 시스템 및 산출물 관련 표준(안) 1식 - 메타데이터(안), 품질관리(안), 제품사양(안) 등 ④ 국토위성정보활용센터 관련 법·제도(안) - 국토위성정보의 유통, 서비스 등을 위한 국토위성정보 저작권, 정보공개, 촬영권, 배포체계 등을 정의 또는 규정한 법·제도(안) 등 ⑤ 국토관측위성영상 응용기술 고도화를 위한 로드맵(안) 1식	100%

(4). 시스템 및 SW 개발 현황

(2021.02.05 작성기준)

구분: ○ (완료), △ (진행중), X (예정)

시스템	서브시스템 / SW	구현	테스트	설치	연계 통합	검증 (자체/공인)	시범 운영
수집 시스템	촬영요구 서브시스템 (항우연SW 제외*)	○	○	○	○	○	△
	위성정보수신 서브시스템**	○	○	○	○	○	△
	저장관리 서브시스템**	○	○	○	○	○	△
	정밀영상생성 서브시스템 (영상융합, GCP 자동매칭, 정밀기하·정사보정 SW)	○	○	○	○	○	△
	운영관리 서브시스템	○	○	○	○	○	△
	보안지역처리 서브시스템	○	○	○	○	○	△
	주문처리 서브시스템	○	○	○	○	○	△
활용 시스템	자료관리 서브시스템**	○	○	○	○	○	△
	운영관리 서브시스템	○	○	○	○	○	△
	활용분석처리 서브시스템 (모자이크, 공간객체추출, 변화탐지, DSM/DTM SW)	○	○	○	○	○	△
	배포처리 서브시스템	○	○	○	○	○	△
	검색주문관리 서브시스템**	○	○	○	○	○	△
	배포관리 서브시스템	○	○	○	○	○	△
	웹서비스 관리 서브시스템	○	○	○	○	○	△

* : 항우연으로부터 제공받아 설치한 SW

** : 설계변경요인 발생(20년 8월)하여 추가 개발함

(5). 성능 목표 달성도

(가). 세부별 성능 목표 달성도

세부 과제	성과지표	성능목표	목표치 산출근거	검증방법	달성근거 (부록)
1세부	웹사이트 첫 페이지, 주요 페이지 응답속도	3초	행정·공공기관 웹사이트 구축·운영 가이드	공인시험성적서	시험보고서 8
	웹사이트 동시접속자수	120명	세션하나당 평균 0.5% 부하, 100/0.5 = 200, 60%자원→120명	공인시험성적서	시험보고서 8
	촬영요구시스템 궤도전파 정확도	KARI 제공 SW인 촬영계획시스템 궤도전파 결과와 동일	촬영요구시스템 운영개념	보고서 (자체평가)	시험보고서 7
	표준영상 생성시간 및 품질	KARI와 동일한 품질/성능 보장	표준영상생성 시스템 운영개념	-	설계변경에 따라 시험항목에서 제외
2세부	남한지역 GCP 수량	20,000점	매칭성공율을 감안한 scene 당 GCP 갯수	시연/보고서 (자체평가)	시험보고서 40, 41, 42
	접경지역 GCP 수량	1,500점			
	북한지역 GCP 수량	25,000점			
	정밀영상[10]의 위치정확도	2 pixel 이내[11]	1:5,000 위치정확도	보고서 (자체평가)	시험보고서 13
	정밀영상 생성시간	Scene당 1시간 이내[12],[13]	표준영상 생성시간 (3분수신 4시간 이내 처리)	보고서 (자체평가)	시험보고서 13
3세부	토지이용분류 및 공간객체추출 알고리즘	토지이용분류 및 공간객체추출 항목별 분류 정확도 90% 이상	국토위성정보 활용센터 기획보고서(사용자요구사항)	보고서 (자체평가)	시험보고서 14, 15, 37
	Deep Learning 객체 분류정확도	90%	TSS[14]	보고서 (자체평가)	시험보고서 27, 28, 29
	상대 방사보정 정확도	고해상도 영상 적용기술 개발	기존의 상대 방사보정의 정확도와 비교	보고서 (자체평가)	시험보고서 30
	DTM/DSM 기반 변화탐지 및 픽셀기반 변화탐지 통합 알고리즘 정확도	변화탐지 통합 시 정확도 향상	DTM/DSM 변화탐지 및 픽셀기반 변화탐지의 개별 정확도와 비교	보고서 (자체평가)	시험보고서 31
	화소기반 변화탐지 정확도	기존 기술 적용 결과 대비 AUC(Area Under Curve) 값의 향상	기존의 변화탐지 기법과의 탐지정확도 및 AUC 값 비교, 1차년도 기존 연구 분석 결과를 토대로 기술 개선 수행	보고서 (자체평가)	시험보고서 38
	객체기반 변화탐지 정확도	화소기반 변화탐지 결과 대비 정확도 향상	화소 기반 변화탐지 대비 향상된 정확도를 가지도록 기술 개발 수행	보고서 (자체평가)	시험보고서 43
	타 공간정보 활용 변화탐지 정확도	kappa 지수 0.5 이상	일반적인 정확도 측정의 경우, kappa 지수가 0.4 이상이면 분석 결과가 준수한 것으로 판단	보고서 (자체평가)	시험보고서 44
	타 공간정보 활용 시계열변화 분석 정확도	kappa 지수 0.5 이상	일정 시점의 변화탐지 정확도와 비교하여 다시점에서의 변화탐지가 일관되게 일정한 수준(kappa >= 0.5)을 유지하는지 측정	보고서 (자체평가)	시험보고서 44
	입체영상간 Y시차	1 pixel 이내	입체도화기 요구사항	보고서 (자체평가)	시험보고서 18
	DSM 생성속도	1km2 기준 60분 이내[4]	-	시연/보고서 (자체평가)	시험보고서 19, 20, 21
	DSM 생성 격자간격	입력영상 GSD x 4 배[6]	과제수행을 통해 성능목표치 제시	보고서 (자체평가)	시험보고서 19, 20, 21
	DSM 위치정확도	5 m[6]		보고서 (자체평가)	시험보고서 19, 21
	메타데이터안	수요기관의 요구사항 반영 KS X ISO 19106 공간정보 프로파일 필수 구성 항목반영	수요기관 요구사항 및 의견수렴을 통해 목표치 제시 KS X ISO 19106 공간정보 프로파일 표준 적용	보고서 (자체평가)	시험보고서 22, 23, 24
	제품사양안				
	품질관리안				
	품질평가 기준안	산출물별 품질검사 항목 및 기준치 포함	산출물별 성능목표치 반영	보고서 (자체평가)	시험보고서 25
	위성정보활용센터 운영규정	필수 항목 법 조항 제시	과제수행을 통해 운영규정이 포함해야 할 항목 제시	보고서 (자체평가)	시험보고서 26

10) 정밀영상 : 정밀기하수립 및 정사보정영상

11) 표준영상의 위치정확도 및 자세 안정도가 설계사양을 만족하며, 정확한 지상좌표값을 가지는 GCP가 확보 될 수 있는 지역에 준영상(1R) 1 한함

12) 표준영상으로부터 자동 기준점 매칭, 정밀기하수립 및 정사보정 소요시간

13) 기종 : DL380 3.3GHz 8 core x 4P / 128GB Memory / 480GB SSD x 4 / 10Gb Eth / Quadro P2000 / 1600W RPS를 기준으로 측정

14) TSS : True Skill Statistic(TSS) 방법을 사용하여 딥러닝 결과의 정확도 검증 수행, 딥러닝 기법 을 이용한 도로 정보 추출 시 추출된 결과가 실제와 일치하는지 여부를 4개의 항목(TP(True Positive), TN(True Negative), FP(False Positive), FN(False Negative)로 분류하여 총 평균을 구함

(6). 기능 목표 달성도

(가). 수집시스템 기능 목표 달성도

연구개발 성과물	평가항목	설명	달성 근거 (부록)
촬영요구 SW	촬영주문관리	• 활용시스템으로부터 수신한 촬영주문 정보 확인 여부	시험보고서 1, 5, 6 시험보고서 7
	촬영주문검토	• 촬영주문에 대한 촬영승인 처리 여부	
	촬영주문분석	• 촬영주문에 대한 예상 촬영가능정보 분석 여부	
	촬영주문 검토결과 전달	• 촬영주문에 대한 예상 촬영가능분석 결과 전달여부	
	촬영주문·승인 결과 확인	• 예상 촬영가능정보에 대한 수요자의 승인결과 확인 여부	
	촬영계획보조데이터 전달	• 항우연으로부터 촬영계획 보조데이터 수신 및 적용 여부	
	촬영주문 데이터 변환	• 항우연 촬영계획 SW에서의 촬영주문 확인가능 여부	KARI SW 제공지연 2021-03에 진행예정
	촬영계획 수립	• 항우연 촬영계획 SW를 이용한 촬영계획 수립 여부	
	촬영계획 파일 저장	• 항우연 촬영계획 SW를 통한 촬영계획 파일저장 여부	
	촬영요구계획 전달	• 항우연 전용망을 통한 촬영계획 전달 가능 여부	
	승인된 촬영계획 확인	• 승인된 촬영계획 수신 및 항우연 SW에서의 확인 가능 여부	
위성정보 수신SW	직저장데이터 수신	• 항우연 전용망을 통한 직저장데이터 수신가능 여부	시험보고서 1, 5, 6
	수신이력도시	• 수신된 직저장데이터의 이력 저장 및 조회 여부	
	직저장데이터 자료등록 요청	• 수신한 직저장데이터의 저장관리 등록 여부	
표준영상 생성SW	표준영상 생성	• 항우연 표준영상생성 SW를 통해 직저장데이터를 입력하여 지정된 레벨로의 자동화된 표준영상 생성 여부	KARI SW 제공지연 2021-03에 진행예정
정밀영상 생성SW	정밀영상 생성	• 표준영상을 입력으로 자동화된 정밀영상 생성 여부	시험보고서 1, 5, 6 시험보고서 3, 4
	정밀영상생성 작업관리	• 정밀영상생성 현황조회 및 분산처리 가능 여부	
저장관리 SW	정밀영상생성 관리	• 정밀영상생성 작업지시서 전달 및 영상생성 완료의 자동감지를 통해 위성정보 저장관리 수행 여부	시험보고서 1, 5, 6
	저장관리정책 설정	• 공간관리 정보 및 계층적 저장정책 설정 가능 여부	
	RAID 계층 저장	• 저장관리정책에 따른 위성정보(직저장데이터 및 표준영상 등)의 RAID 저장장치로의 저장 여부	
	백업계층 저장	• 저장관리정책에 따른 위성정보(직저장데이터 및 표준영상 등)의 백업 저장장치로의 저장 여부	
	저장공간 관리	• 저장관리정책의 공간관리에 따른 저장공간 유지여부	
	백업계층 관리	• 백업 저장장치의 제어 및 매체 교체 가능 여부	
	위성정보 재처리 요청	• 직저장데이터를 통한 표준영상 및 정밀영상 수동 처리 가능여부	
	카탈로그 검색	• 저장관리되는 위성정보에 대한 카탈로그 검색 여부	
	위성정보 전달	• 위성정보를 망연계를 통해 활용시스템 내 보안처리시스템으로의 전달가능 여부	
	위성정보 다운로드	• 카탈로그 검색을 통해 선택한 위성정보의 다운로드 가능여부	
	위성정보 매체생산	• 카탈로그 검색을 통해 선택한 위성정보를 이동형 매체에 저장가능 여부	
	위성정보 처리작업 자동 생성	• 표준영상생성 및 정밀영상생성의 자동화된 처리를 위한 위성정보처리작업 자동생성 여부	
	표준영상생성 관리	• 항우연 표준영상생성 SW로의 표준영상생성 작업지시서 전달 및 영상생성 완료의 자동감지를 통해 위성정보 저장관리 수행 여부	
	영상처리 주문관리	• 활용시스템에서 요청한 영상처리 주문처리 가능여부	
	위성정보 처리 설정	• 표준영상 및 정밀영상에 대한 자동처리 설정가능 여부	
	위성정보 처리작업 조회	• 위성정보 처리작업 및 작업처리 상태 도시 여부	
운영관리 SW	운영자 관리	• 운영자 추가/수정/삭제/조회 여부	시험보고서 1, 5, 6
	로그인/로그아웃	• 운영자 로그인/로그아웃 가능 여부	
	시스템 통합모니터링	• 시스템 자원 및 상태의 실시간 통합 모니터링 여부	
	시스템 로그관리	• 시스템 작업 로그 생성 및 조회 가능 여부	
	중요데이터 백업	• 시스템 중요데이터의 주기적인 자동 백업 여부	
	GPS 시각 동기화	• GPS 시각과의 동기화 수행 여부	
	외부 보조데이터 관리	• 항우연 전용망을 통해 외부보조데이터 수신 및 자동 적용 여부	
	운영현황 전시	• 촬영주문, 위성정보수신, 위성정보 처리 등의 현황도시 여부	

* RFP에서 요구하는 기능 총 41개
* KARI SW와 관계없는 35개의 기능 중 35개 달성 (달성도 100%)
* KARI SW 제공 지연으로 인해, KARI SW와 연관된 기능 6개는 2021년 3월 중으로 달성 예정

(나). 활용시스템 기능 목표 달성도

연구개발 성과물	평가항목	설명	달성 근거 (부록)
검색주문관리 SW (Web)	검색용 위성정보 최신화	• 웹 검색용 위성정보 DB파일 최신화 적용가능 여부	설계서 2~11 시험보고서 2, 5, 6, 8
	위성정보 검색	• 웹 지도 화면을 통한 위성정보 검색 여부	
	결과영상 지도도시	• 웹 지도 화면 내 검색된 위성정보 도시 여부	
	영상상세정보 도시	• 검색된 위성정보의 상세정보 도시 여부	
	촬영주문	• 촬영영역을 기반으로 촬영주문 신청 가능 여부	
	활용물 생산주문	• 활용물 생산 조건을 기반으로 활용물 생산주문 신청 가능 여부	
	배포주문	• 위성정보 검색결과를 기반으로 배포주문 신청가능 여부	
	주문정보 조회	• 신청 접수된 주문정보 조회 가능 여부	
	주문처리상태 전송	• 주문 별 처리상태 도시 가능 여부	
	주문처리상태 최신화	• 주문처리상태 최신화 적용 가능 여부	
	주문정보 전달	• 내부 활용처리시스템으로 주문정보 배포가능 여부	
배포관리SW (Web)	웹서비스 배포등록	• 웹 서비스 기반으로 위성정보 배포물 등록 여부	설계서 2~11 시험보고서 2, 5, 6
	웹서비스 배포 다운로드	• 웹 서비스를 통한 위성정보 다운로드 가능 여부	
	FTP서비스 배포 등록	• FTP 서비스 기반으로 위성정보 배포물 등록 여부	
	FTP서비스 배포 다운로드	• FTP 서비스를 통한 위성정보 다운로드 가능 여부	
	이동형 배포매체 생산	• 위성정보 배포물의 이동형 매체생산 가능 여부	
	배포 이력 조회	• 배포이력 정보 생성 및 조회 가능 여부	
웹서비스관리SW (Web)	수요자 가입신청	• 웹 서비스 사용자 가입 신청 가능 여부	설계서 2~11 시험보고서 2, 5, 6
	가입신청 처리	• 웹 서비스 사용자 가입 신청 처리 가능 여부	
	수요자 관리	• 가입 신청자 정보 관리 가능 여부	
	운영자 관리	• 활용서비스 시스템의 운영자 추가/수정/삭제/조회 가능 여부	
	시스템 통합 모니터링	• 활용서비스 시스템의 전산장비 통합 모니터링 가능 여부	
	중요데이터 백업	• 활용서비스 시스템의 중요 데이터 주기적 백업 여부	
	시스템 로그 관리	• 활용서비스 시스템의 시스템 로그 생성 및 조회 여부	
보안지역처리 SW	보안지역 생성관리	• 보안지역 정보 등록/수정/삭제 가능 여부	설계서 2~11 시험보고서 2, 5, 6
	보안지역 처리영상 등록	• 망연계를 통한 보안지역 미처리 영상등록 및 조회를 통한 도시 여부	
	보안지역 도시	• 영상 내 보안지역 처리 필요지역 도시 여부	
	보안지역 마스킹 처리	• 영상 내 마스킹 처리 가능 여부	
	보안지역 처리영상 전달	• 망연계를 통한 보안지역 처리영상 전달 여부	
자료관리 SW	표준/정밀영상 저장 등록	• 보안지역 처리영상의 자료 수신 및 자료관리 여부	설계서 2~11 시험보고서 2, 5, 6
	외부 위성영상자료 등록	• 외부 위성영상자료의 수동 등록 및 자료관리 여부	
	위성정보 검색	• 지도를 기반으로 위성정보 검색 가능 여부	
	계층적 저장관리	• 보안지역 처리영상 및 활용산출물의 계층적 저장관리 수행 여부	
	검색용 위성정보 배포	• 활용서비스(웹) 시스템으로 위성정보 배포 생성 여부	
주문처리 SW	촬영주문 검색	• 촬영주문 검색 및 도시 여부	설계서 2~11 시험보고서 2, 5, 6
	운영자 주문	• 운영자의 촬영주문, 배포주문, 활용물 생산주문 수동 생성	
	촬영주문 전달	• 수집시스템으로 촬영주문 전달 가능 여부	
	촬영주문 분석결과 정보연동	• 수집시스템의 촬영주문검토 결과 수신 및 활용서비스(웹) 시스템으로 전달 가능 여부	
	활용물생산 주문 검색	• 활용물 생산 주문 검색 및 도시 여부	
	배포주문 검색	• 배포 주문 검색 및 도시 여부	
	배포주문 생성	• 촬영주문 및 활용물생산 주문에 의한 자동 배포주문 생성 여부	
	주문처리상태 배포	• 활용서비스(웹) 시스템으로 주문처리상태 배포 가능여부	
배포처리 SW	배포주문 작업관리	• 배포물 생성을 위한 주문 검색 및 도시 여부	
	배포영상 도시	• 영상 배포물의 지도 도시 가능 여부	
	배포물 생산	• 수요자 별 배포물의 로컬디스크 저장 여부	
	배포물 생산이력관리	• 배포물 생산 이력 생성 및 조회 가능 여부	
활용분석 처리지원 SW	활용물 자료관리	• 활용기술SW에서 생산한 활용물의 등록 및 조회 가능 여부	설계서 2~11 시험보고서 2, 5, 6
운영관리 SW	운영자 관리	• 운영자 추가/수정/삭제/조회 여부	설계서 2~11 시험보고서 2, 5, 6
	시스템 통합모니터링	• 시스템 자원 및 상태의 실시간 통합 모니터링 여부	
	시스템 중요데이터 백업	• 시스템 중요데이터의 주기적인 자동 백업 여부	
	시스템 로그관리	• 시스템 작업 로그 생성 및 조회 가능 여부	

(다). 활용기초기술 기능 목표 달성도

연구개발 성과물	평가항목	설명	달성 근거 (부록)
국토관측위성 영상-기준점 자동 매칭	GCP 후보 추출	• 기준점 DB로부터 입력 영상 내에 존재하는 GCP 후보점 추출 결과	설계서 15, 16 시험보고서 9
	GCP칩 영상 기하변환	• 영상 리샘플링을 통한 GCP칩 영상 기하변환 결과	
	탐색영역 설정	• GCP칩의 초기위치 및 탐색영역의 크기	
	피라미드 영상 제작	• 단계별 피라미드 영상 생성결과	
	정합점 추출	• 최적 상관계수 임계값 • 피라미드 레벨별 영상 매칭 결과 • 상관도 기반 매칭 결과 추출된 정합점	
	오정합점 검출	• 오정합점 결정을 위한 임계값 • RANSAC 반복 횟수 • 오정합점 추출 결과	
	GCP 출력	• 추출된 GCP 수량 • 촬영 조건별 알고리즘 성공률	
정밀기하수립	초기 센서모델(RFM) 수립	• 초기 센서모델의 기하정확도	설계서 13, 14 시험보고서 10, 11, 12, 13
	RFM 모델 보정계수 산출	• 산출된 RFM 모델 보정 계수 • 보정된 모델의 기하정확도	
	RPC 갱신	• RPC 재산출 결과 • RPC 추정 정확도	
	정밀기하수립	• 정밀기하수립 완료 영상의 기하정확도 • 촬영 조건별 알고리즘 성공률	
정사보정	DEM 검색	• DEM DB로부터 추출된 DEM 영역	설계서 13, 14 시험보고서 10, 11, 12, 13
	DEM 결합	• 정사영상 격자 간격 • 정사영상 격자 높이값 보간 결과	
	영상 리샘플링	• 정사영상 격자-입력 영상간 Affine 변환계수 • 리샘플링 격자 간격	
	정사영상 생성	• 영상 밝기값, 형상 왜곡 여부 • 생성된 정사영상의 기하정확도 • 촬영조건별 알고리즘 성공률	
영상 모자이킹	모자이킹 영역 설정	• 지역별 모자이킹 영역 설정	시험보고서 16, 17
	접합영역 밝기값 보정	• 접합영역 추출 및 접합영역	
	모자이크 영상 생성	• 지역 조건에 맞는 모자이크 영상 생성	
영상융합	영상 품질분석	• 전정색 및 다중분광영상의 품질특성 분석	시험보고서 3, 12
	융합계수 산출	• 국토관측위성 다중분관영상의 융합계수 추출	
	융합 결과물 출력	• 해상도 및 선명도가 개선된 다중분광영상 생성	
기준점 관리	기준점 검색	• 주어진 조건에 맞게 기준점 DB에 질의하여 기준점 추출	설계서 48 시험보고서 39, 40, 41, 42
	기준점 갱신	• 새로운 GCP칩/지상좌표로 기준점을 갱신 및 갱신 이력 관리	
	기준점 출력	• OGC 표준에 맞는 기준점 자료 출력 및 점의조서 형태로 기준점 출력	

* RFP에서 요구하는 24개의 기능 중 24개 달성 (달성도 100%)

(라). 응용기술 기능 목표 달성도

연구개발 내용	평가항목	설명	달성 근거 (부록)
공간객체 추출	분류대상항목	• 분류대상항목을 기준으로 국토이용분류, 토지이용분류, 기반공간정보 등 제작 결과 • 유관기관 요구사항의 업무 활용 적합성 여부	시험보고서 14, 15, 37
	분류알고리즘	• 분류대상항목 추출여부 • 정성적 기준 : 분류항목, 형태 등 • 정량적 기준 : 분류정확도, 면적, 길이 등 • AI(딥러닝,머신런닝)기술 도입 방안 제시 여부	시험보고서 27, 28
	S/W 개발	• 사용자 요구사항별 기능 구현 여부 • 영상분할 기능 구현 여부 • 분류 Parameter 적용 여부 • 분류대상항목별 분류 기능 구현 여부	설계서 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39 시험보고서 32, 33
변화탐지 및 시계열 모니터링	상대방사보정	• 상대방사보정 수행 결과영상 생성 • 시계열 영상 간 상대적 방사값 보정 여부 • 시계열 영상 제작 자동화 기법 제시 여부 • 기준영상 대비 해당영상의 미변화지역 화소들의 상대적인 정확도	시험보고서 30
	모니터링 알고리즘	• 활용분야, 대상별 모니터링 알고리즘 적정성여부 • 타 공간정보 DB의 활용 적합성 여부 • 변화탐지, 시계열 모니터링 알고리즘 적용에 따른 산출물 제작 결과	시험보고서 31, 38, 43, 44
	지형변동 모니터링	• 3차원 지형변동 분석 결과 • 변화 지형, 지물의 3차원 가시 자료 제작 결과	시험보고서 31
	변화탐지지수 추출	• 촬영조건별 변화탐지지수 결과 영향 및 정확도 분석 • 정규화된 변화탐지지수 결과 영상 도출 • 참조자료 기반의 변화탐지지수 영상 정확도(ROC 곡선 이용 등)	시험보고서 38
	변화지역 모니터링 결과 도출	• 임계치 산정 등 변화지역 추출 결과 기준 도출 • 활용분야 및 대상별 변화탐지 결과 도출 • 참조자료 기반 오차행렬을 이용한 탐지율 및 오탐지율 추정	시험보고서 30, 31, 38, 43, 44
	S/W 개발	• 사용자 요구사항별 기능 구현 여부 • 객체기반 변화탐지 자동화여부 • 3차원 변화분석 기능구현여부	설계서 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47 시험보고서 34, 35, 36
DEM 자동 생성	입체기하 수립 알고리즘	• 입체기하 분석기술의 적합성 여부 • 입체기하DB 제작결과 • 국토위성 스테레오 영상의 입체기하 정확도 (에피폴라 영상의 Y시차)	설계서 19, 20 시험보고서 18
	DEM 생성 알고리즘	• 정밀 영상정합에 의한 자동 3D 포인트 클라우드 생성 및 정제 결과 • 그리드 격자에 맞는 보간법 적용에 의한 DEM 생성 • DEM 제작결과 • DEM 정확도 및 정밀도 적합여부	설계서 17, 18 시험보고서 19, 20, 21
	SW 개발	• 입체기하분석 기능구현 여부 • 3차원 가시자료 제작 기능구현 여부 • DEM 제작 기능구현 여부	설계서 17, 18, 19, 20 시험보고서 18, 19, 20, 21

* RFP에서 요구하는 12개의 기능 중 12개 달성 (달성도 100%)

(7). 성과점검기준표

핵심성과 (level1)		단위성과 (level2)		최종 성과점검기준						해당 기관	양적 성과 달성치 / 성과목표
				질적 성과지표		목표치	측정방법	검증방법	달성도 / 가중치		
1	국토위성 정보 수집·활용 시스템	1-1	국토위성정보 수집시스템 1식	①	수집시스템 기능 충족도	100%	수집시스템 기능검증 항목(안)의 충족도	자체보고서 및 현장시연	12% / 12%	인하대 학교 (쎄트렉아이 컨소시엄)	국외(SCI)논문 1건 / 0건 국내(비SCI)논문 4건 / 3건 학술발표(국제) 2건 / 3건 학술발표(국내) 4건 / 3건 SW등록 8건 / 8건 인력양성 1건 / 1건 기타 27건 / 10건
		1-2	국토위성정보 활용시스템 1식	①	활용시스템 기능 충족도	100%	활용시스템 기능검증 항목(안)의 충족도	자체보고서 및 현장시연	11% / 12%		
		1-3	국토위성정보 수집·활용시스템 통합결과물 1식	①	웹사이트 응답속도	3초	시험	공인시험성적서	0.5% / 1%		
				②	웹사이트 동시접속자수	120명	시험	공인시험성적서	0.5% / 1%		
				③	촬영요구시스템 궤도전파 정확도	KARI SW와 동일성능	시험	자체보고서	0.5% / 1%		
				④	표준영상생성 기간 및 품질	KARI SW와 동일	시험	설계변경으로 인해 시험항목 제외	0.5% / 1%		
				⑤	세부시스템간 연동기능	세부시스템 간 연동기능	통합시험계획서 내의 시험항목 충족도	자체보고서 및 현장시연	7% / 7%		
		1-4	활용센터 운영지원 자료 작성 (촬영시나리오/산출물제공정책/연간운영계획/운영메뉴얼/중장기로드맵)	①	보고서	5건	작성 확인	수요자 및 자문위원 승인 여부	3.5% / 4%		
2	국토위성 정보 활용 기초기술	2-1	국토위성용 GCP DB 1식	①	남한지역 GCP 수량	20,000점	수량확인	자체보고서	2% / 2%	신한항업	국내(비SCI)논문 0건 / 1건 학술발표(국내) 2건 / 3건
				②	접경지역 GCP 수량	1,500점	수량확인	자체보고서	1% / 1%		
				③	북한지역 GCP 수량	25,000점	수량확인	자체보고서	4% / 4%	범아엔지니어링	국내(비SCI)논문 1건 / 0건 특허 출원 1건 / 0건 특허 등록 1건 / 1건 학술발표(국내) 2건 / 1건 기타 2건 / 0건
		2-2	국토위성용 GCP 관리 SW 1식	①	기능충족도	100%	활용기초기술 검증항목(안) 내의 기준점관리 관련 3개 항목	자체보고서 및 시연	2% / 2%	신한항업	SW등록 2건 / 2건 기타 2건 / 1건
		2-3	국토위성용 DEM DB 1식	①	정사보정 SW 활용성	1식	연동시험	자체보고서 및 시연	1% / 1%	인하대 학교	-
		2-4	국토위성용 정밀기하수립·정사보정 SW 1식	①	정밀영상의 위치정확도	2pixel (위치/자세 안정도 확보영상 및 정확한 GCP 적용시)	시험	자체보고서 및 시연	2% / 2%	인하대 학교	국외(SCI)논문 1건 / 1건 국내(비SCI)논문 6건 / 2건 특허 출원 2건 / 2건 학술발표(국제) 4건 / 4건 학술발표(국내) 4건 / 0건 SW등록 5건 / 2건 인력양성 4건 / 4건 기타 11건 / 5건
				②	정밀영상 생성시간	1시간 / scene	시험	자체보고서 및 시연	1.5% / 2%		
				③	기능충족도	100%	활용기초기술 검증항목(안) 내의 정밀기하수립 및 정사보정 관련 8개 항목	자체보고서 및 시연	2% / 2%		
		2-5	국토위성용 자동 기준점 매칭 SW 1식	①	기능충족도	100%	활용기초기술 검증항목(안) 내의 자동매칭 관련 7개 항목	자체보고서 및 시연	2% / 2%		
		2-6	국토위성용	①	기능충족도	100%	활용기초기술	자체보고서 및	2% / 2%	서울	국외(SCI)논문 1건 / 1건

			영상융합모듈 1식			검증항목(안) 내의 영상융합 관련 3개 항목	시연		시립대학교	국내(비SCI)논문 2건 / 1건 특허 출원 1건 / 1건 특허 등록 0건 / 1건 학술발표(국제) 1건 / 1건 학술발표(국내) 1건 / 1건 SW등록 0건 / 1건 인력양성 4건 / 0건
		2-7	국토위성용 영상 모자이킹 SW 1식	①	기능충족도	100%	활용기초기술 검증항목(안) 내의 영상모자이킹 관련 7개 항목	자체보고서 및 시연	4% / 4%	지오씨앤아이	국내(비SCI)논문 1건 / 1건 특허 출원 1건 / 1건 학술발표(국제) 2건 / 1건 학술발표(국내) 3건 / 1건 SW등록 2건 / 2건 기타 4건 / 2건
		2-8	활용센터 운영지원 자료 작성(기술고도화 로드맵)	①	내용의 적합도	1건	보고서 확인	수요자 및 자문위원 승인 여부	0.5% / 1%	인하대학교	-
3	국토위성 정보 응용기술	3-1	공간객체 추출 SW 1식	①	기능충족도	100%	응용기술 검증항목(안) 내의 공간객체추출 관련 3개 항목	자체보고서 및 시연	13% / 13%	상지대학교, 경남대학교, 공간정보기술, 인스페이스	국제(SCI)논문 3건 / 3건 국내(비SCI)논문 7건 / 5건 특허 출원 1건 / 1건 특허 등록 1건 / 1건 학술발표(국내) 19건 / 11건 학술발표(국제) 2건 / 0건 SW등록 4건 / 4건 인력양성 4건 / 5건 기타 17건 / 15건
		3-2	변화탐지 및 시계열 모니터링 SW 1식	①	기능충족도	100%	응용기술 검증항목(안) 내의 변화탐지 및 시계열모니터링 관련 6개 항목	자체보고서, 시연 또는 논문	12% / 12%	충북대학교, 경북대학교, 건국대학교, 남서울대학교, 중앙항업,	국제(SCI)논문 4건 / 3건 국내(비SCI)논문 12건 / 9건 특허 출원 1건 / 1건 특허 등록 1건 / 1건 학술발표(국내) 19건 / 8건 학술발표(국제) 6건 / 4건 SW등록 4건 / 2건 인력양성 6건 / 7건 기타 16건 / 10건
		3-3	입체기하수립 SW 1식	①	기능충족도	100%	응용기술 검증항목(안) 내의 DEM 자동생성 관련 1개 항목	자체보고서 및 시연	3% / 3%	한국해양대학교, 쓰리디랩스	국외(SCI)논문 2건 / 0건 국내(비SCI)논문 5건 / 5건 학술발표(국제) 5건 / 5건 학술발표(국내) 11건 / 4건 SW등록 3건 / 2건 기타 8건 / 0건
		3-4	DSM/DTM 자동추출 SW 1식	①	기능충족도	100%	응용기술 검증항목(안) 내의 DEM 자동생성 관련 2개 항목	자체보고서 및 시연	2% / 2%	쓰리디랩스	
		3-5	활용센터 운영지원 자료 작성	①	산출물 이용·활용 매뉴얼	3건	매뉴얼 확인	수요자 및 자문위원 승인 여부	0.5% / 1%	공간정보기술, 중앙항업, 쓰리디랩스	-
				②	산출물 품질 모니터링 및 검증방안	1건	보고서 확인	수요자 및 자문위원 승인 여부	1% / 1%	지인컨설팅	국내(비SCI)논문 1건 / 3건 학술발표(국내) 3건 / 1건 기타 11건 / 1건
				③	산출물 표준(안)	1건	보고서 확인	수요자 및 자문위원 승인 여부	1% / 1%		
				④	활용센터 관련 법·제도	1건	보고서 확인	수요자 및 자문위원 승인 여부	1% / 1%		
				⑤	응용기술 고도화 로드맵	1건	보고서 확인	수요자 및 자문위원 승인 여부	1% / 2%	상지대학교, 충북대학교, 한국해양대학교(쓰리디랩스)	
총계									94% / 100%	-	국외(SCI)논문 12건 / 8건 국내(비SCI)논문 42건 / 30건 학술발표(국제) 22건 / 18건 학술발표(국내) 68건 / 34건 SW등록 28건 / 23건 특허 출원 7건 / 6건 특허 등록 3건 / 4건 인력양성 19건 / 17건 기타 98건 / 44건

나. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등)

- 해당없음

다. 관련 분야 기여도

(1). 국토지리정보원 국토위성센터를 위한 운영시스템 개발 및 설치 완료

(가). **배경:** 국내 활용기초기술은 항우연 시스템에서 Level 1R/1G 영상을 제공하며 영상융합/정사영상생성/영상모자이크 관련 연구는 진행되었으나 대부분 외산 SW 사용 중

(나). **결과:** 본 사업을 통해, 운영시스템 국산화 기술 개발 및 설치 완료

(다). **기여:** 외산 SW 대체를 통한 국토위성정보 수집·활용시스템 운용비용 절감

(2). 위성영상으로부터 정밀정사영상 자동생산 : 국내 최초

(가). **배경:** 일반 사용자의 위성영상 활용성 및 작업자의 처리효율성 증대를 위해, 위성영상을 표준화하고 전처리과정을 축소하는 것이 중요

(나). **결과:** 본 사업을 통해, 위성영상 품질 표준화 및 사용자의 처리과정이 최소화된 영상제품 생산

(다). **기여:** 국토관측위성 활용성 증대 및 국내 위성산업의 롤모델 제시

(3). 한반도 지역 정밀 위성기준점 DB 확보 : 국내 최초

(가). **배경:** 국내 위성산업이 활성화에 따라 지속적으로 새로운 국내 위성 영상이 제강 중이나, 전 국토에 대한 위성기준점 부재에 의해 국내 활용성이 크게 떨어지는 실정

(나). **결과:** 본 사업을 통해, 국토지리정보원에서 보유하고 있는 공간정보(기준점, 정사영상, DEM)를 활용하여 국내 최초 한반도 지역 정밀 위성기준점 DB 확보

(다). **기여:** 한반도 지역 정밀 위성기준점 DB 구축에 따른 위성 활용성 및 국토관리 효용성 증대

(4). 활용 산출물 (3종)을 위성영상 생산/관리체계에 접목

(가). **배경:** 토지이용분류 및 객체추출 등의 활용분석처리에 여러 외국 SW들이 개발된 실정

(나). **결과:** 본 사업을 통해, 해외 상용 SW가 제공하지 않고 있는 국토위성영상의 활용산출물 (3종) 처리 자체기술 확보 및 위성영상 생산/관리체계에 접목

(다). **결과:** 국내 적용이 가능한 AI 기술접목방안 연구수행과 활용모델 발굴 및 시스템으로 구현·제시

(라). **기여:** 자동화 처리방식 도입을 통한 국토위성영상 사용자 개입의 최소화

(마). **기여:** 국토관측위성 관련 법·제도 및 생산/관리체계 수립 지원

4. 연구개발성과의 활용 계획 등

가. 추가 연구의 필요성

(1). 연구개발성과를 활용한 추가 연구의 필요성

(가). 본 연구는 1장 이상의 국토위성영상을 활용하여 1:5,000 도엽 영상, 모자이크 영상 및 활용산출물을 생산할 수 있는 stand-alone SW(자립형 소프트웨어)를 개발하였음

(나). 본 연구를 통해 개발된 시스템은 높은 기하정확도의 정밀위성영상 및 1:5,000 도엽 영상과 활용가치가 높은 모자이크 영상 및 활용산출물을 생산하며, 컴퓨터 하드디스크 용량이 허용하는 한 여러장의 국토위성영상을 입력받아서 처리할 수 있으므로 작업이 매우 용이하고 가치가 높음

(다). 본 사업을 통한 국토위성정보 운영 시스템 개발을 통해, 추후 계속되는 위성정보 활용 분야의 롤모델 제시가 가능하며 또한 새로운 사업 기회 창출이 가능

(2). 향후 추진 계획

(가). KARI 연계 시험

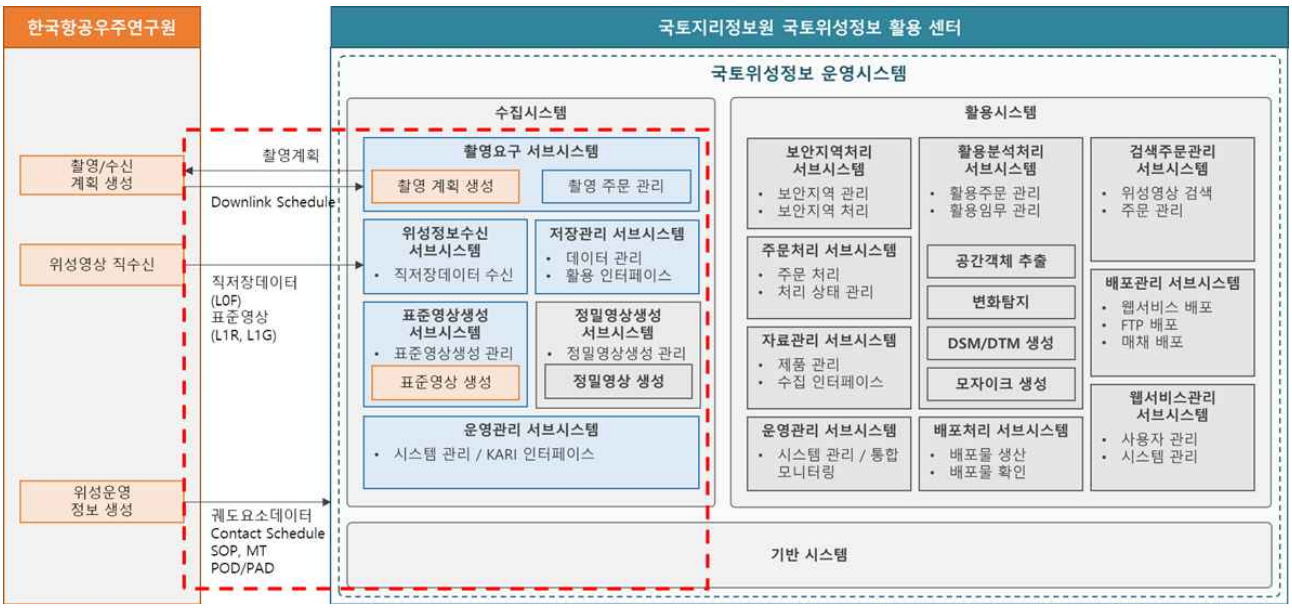
①. 시험 개요

○ 기간 : 2021년 3월 ~ 4월

○ 장소 : KARI 및 국토지리정보원 국토위성센터

○ 수행 조직 : KARI 및 국토위성센터, SI 컨소시엄

○ 목적 : KARI 연계 및 KARI 제공 SW 연계 기능 검증



<KARI 연계 시험 범위>

②. 시험 수행 전 KARI 협의 사항

○ KARI <-> 국토위성센터 인터페이스 최종 결정

○ KARI에서 시험 수행 준비를 위한 시험 데이터(SOP, OPD/OSD/TLE, DS, 원시영상(L0F), 표준영상(L1R, L1G)) 사전 제공

○ 시험 수행 일정 및 방법

③. 시험 수행 방법

○ 시험절차서 작성 및 검토 회의 수행

○ 국토위성센터 및 SI 컨소시엄 공동 수행, KARI 지원 하에 시험 수행

○ 실제 운영 환경 상에서 시험절차서에 따라 시험 수행

○ 오류 발생 시 결함보고서 작성 및 내부 논의 수행

<KARI 연계 시험 절차(안)>

구분	시험 절차
촬영계획 전송	TC-101 KARI 제공 파일 수신 및 Import TC-102 촬영주문 기반 촬영계획(ICP/ICR) 파일 생성 및 전달 TC-103 Downlink Schedule 파일 수신 및 Import
원시영상(L0F) 배포	TC-301 원시영상 수신 및 Import TC-302 표준영상 생성
표준영상 배포	TC-201 표준영상 수신 및 Import

(나). 실제 데이터를 이용한 시스템 통합 운영 시험 (시범운영)

①. 시험 개요

○ 기간 : 2021년 4월 ~ 9월 (LEOP 및 CAL/VAL 기간 동안 4회 반복 수행)

○ 장소 : KARI 및 국토지리정보원 국토위성센터

○ 수행 조직 : 국토위성센터, SI 컨소시엄, 인하대학교 산학협력단

○ 목적 : 정상운영 준비 완료

②. 시험 수행 전 협의 사항

○ KARI - 시험 기간 내 월간 1회(TBD) 촬영계획 요청/처리 가능 여부 확인

○ 2세부, 3세부 - 시험 기간 동안 기술지원 가능 여부 확인

③. 시험 수행 방법

○ 차세대 중형위성 데이터를 이용하여 실제 운영을 모사하여 시범운영 시나리오에 따라 수행

○ 선행 수행하였던 정밀영상생성시스템 통합시험 절차대로 차세대 중형위성 데이터를 활용하여 검증

○ 전체 시스템 기능을 모두 검증할 수 있도록 시범운영 시나리오 작성

○ 반복 4회(TBD) 수행 - SI 컨소시엄 주도 2회, 국토위성센터 주도 2회

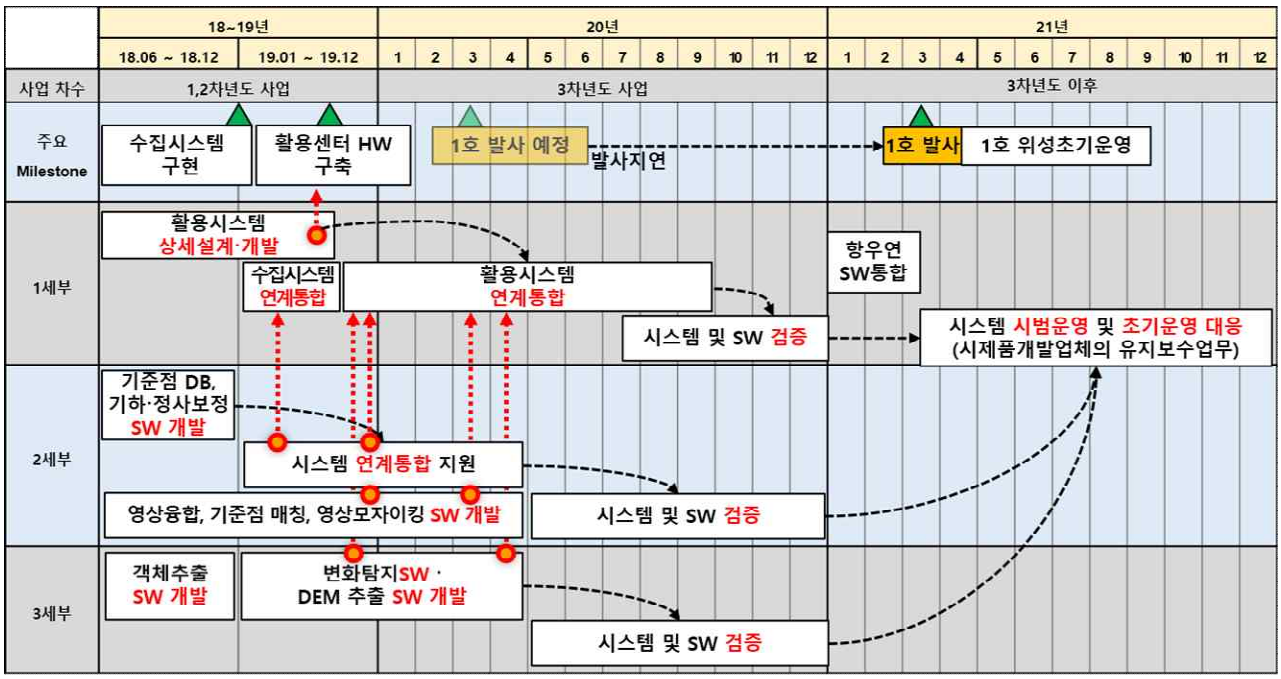
○ 시범운영일지 작성 및 검토

○ 시범운영 수행 후 시스템 개선/보완 항목 도출 및 반영

○ 시범운영 완료 후 시범운영 보고서 작성

<시범운영 시나리오(안)>

구분	시범운영 시나리오
1st Day	TS-101 시스템 관리 및 촬영주문 처리 - 시스템 점검/백업/복원 및 시스템 SW 업데이트 - KARI 인터페이스 수신 확인 - 촬영주문 입력, 제안서 생성, 촬영계획 생성/전송
2nd Day	TS-201 정밀영상 생성 및 배포 - 표준영상 수신 및 정밀영상 생성/처리 - 촬영주문에 대한 정밀영상 배포 - 배포주문 입력 및 정밀영상 배포
3rd Day	TS-301 활용산출물 생성 및 배포 - 활용임무 등록 및 모자이크, DSM/DTM 카탈로그 생성 - 활용주문 입력 및 활용산출물 배포
4th Day	시범운영일지 검토
5th Day	예비



<발사지연에 따른 연구개발 일정>

(3). 연구개발성과를 도출하기 위한 실험환경 및 데이터

(가). 연구개발성과를 도출하기 위하여 다음과 같은 실험환경에서 연구를 수행하였음

개발 기술	실험환경	설명	비고
토지이용분류 및 공간객체추출	PC	• Intel i7-8700 3.20GHz • 16GB RAM • NVIDIA GeForce GTX 1070Ti • Windows 10 pro 64bit	상지대학교
	PC	• Intel i7-8700 3.20GHz • 32GB RAM • NVIDIA GeForce GTX 1080 Ti • Windows 10 Pro 64bit	공간정보기술
	PC	• Intel Xeon SILVER 4210, 2.20Ghz, 20Core • DDR4 32GB • NVIDIA TITANX RTX D6 24GB, NVLink Bridge • CentOS 7	한컴인스페이스
변화탐지 및 시계열 모니터링	PC	• Intel i7-9800X 3.80GHz • 128GB RAM • NVIDIA GeForce RTX 2080super(X2) • Windows 10 pro 64bit	충북대학교
	PC	• Intel i7-8700 3.20GHz • 24GB RAM • NVIDIA GeForce GTX 1060 • Windows 10 pro 64bit	건국대학교
	Workstation	• Intel Xeon Gold 6134 3.20GHz • 64GB RAM • NVIDIA Quadro P4000 • Windows 10 pro for Workstations	경북대학교
	PC	• Intel i5-4690, 3.50GHz, 3.50 GHz • 8GB RAM • NVIDIA GeForce GTX 1050Ti • Windows 10 pro 64bit	남서울대학교
	PC	• Intel(R) Core(TM)i7-6700HQ CPU 2.60GHz, 2.59Hz • 16GB RAM	중앙항업

		• NVIDIA Quado M1000 • Windows 10 pro 64bit	
DSM/DTM 추출	PC	• Intel i7-8550 1.80GHz • 16GB RAM • NVIDIA GeForce MX150 • Windows 10 64bit	한국해양대학교
	PC	• Intel i7-10700 2.90GHz • 32GB RAM • NVIDIA GeForce RTX 2080 super • Windows 10 pro 64bit	쓰리디랩스

(나). 연구개발성과를 도출하기 위하여 이용된 실험 데이터는 다음과 같음

개발 기술	데이터 종류	설명	비고
토지이용분류 및 공간객체추출	KOMPSAT-3A 위성영상	• 촬영지역 : 원주 • 촬영년월 : 2015년 10월 • 영상 밴드 : Red, Green, Blue, Nir • 실험지역 범위 : 1:5,000 1개 도엽범위	상지대학교
		• 촬영지역 : 서울 • 촬영년월 : 2015년 12월 및 2016년 1월 • 영상 밴드 : Red, Green, Blue, Nir • 실험지역 범위 : 1:5,000 1개 도엽범위	
		• 촬영지역 : 군산 • 촬영년월 : 2017년 6월 및 209년 3월 • 영상 밴드 : Red, Green, Blue, Nir • 실험지역 범위 : 2279 × 5266 (pixels)	
	KOMPSAT-3A 위성영상	• 촬영지역 : 김제 • 촬영년월 : 2015년 6월 및 7월, 2017년 10월 및 11월 • 영상 밴드 : Red, Green, Blue, Nir • 실험지역 범위 : 1:5,000 1개 도엽범위	공간정보기술
	KOMPSAT-3A 위성영상	• 촬영지역 : 원주 • 촬영년월 : 2018년 11월 • 영상 밴드 : Red, Green, Blue, Nir • 실험지역 범위 : 1:5,000 1개 도엽범위	한컴인스페이스
		• 촬영지역 : 김제 • 촬영년월 : 2015년 6월, 2017년 11월 • 영상 밴드 : Red, Green, Blue, Nir • 실험지역 범위 : 1:5,000 1개 도엽범위	
변화탐지 및 시계열 모니터링	KOMPSAT-3A 위성영상	• 촬영지역 : 부안군 • 촬영년월 : 2015년 6월, 2017년 10월 • 영상 밴드 : Red, Green, Blue, Nir • 실험지역 범위 : 4,551 × 5,574 (pixels)	충북대학교
		• 촬영지역 : 대전광역시 • 촬영년월 : 2015년 10월, 2018년 7월 • 영상 밴드 : Red, Green, Blue, Nir • 실험지역 범위 : 4,000 × 4,000 (pixels)	
		• 촬영지역 : 강원도 옥계군 • 촬영년월 : 2019년 3월, 2019년 4월 • 영상 밴드 : Red, Green, Blue, Nir • 실험지역 범위 : 5,000 × 6,000 (pixels)	
		• 촬영지역 : 서울 • 촬영년월 : 2015년 12월 및 2016년 1월 • 영상 밴드 : Red, Green, Blue, Nir • 실험지역 범위 : 1:5,000 1개 도엽범위	
	KOMPSAT-3A 위성영상	• 촬영지역 : 창녕군 • 촬영년월 : 2015년 10월 및 2016년 6월 • 영상 밴드 : Red, Green, Blue, Nir	건국대학교

		• 실험지역 범위 : 1:5,000 1개 도엽범위	
	KOMPSAT-3A 위성영상	• 촬영지역 : 부안군 • 촬영년월 : 2015년 6월, 2017년 10월 • 영상 밴드 : Red, Green, Blue, Nir • 실험지역 범위 : 4,551 × 5,574 (pixels)	경북대학교
		• 촬영지역 : 대전광역시 • 촬영년월 : 2015년 10월, 2018년 7월 • 영상 밴드 : Red, Green, Blue, Nir • 실험지역 범위 : 4,000 × 4,000 (pixels)	
		• 촬영지역 : 강원도 옥계군 • 촬영년월 : 2019년 3월, 2019년 4월 • 영상 밴드 : Red, Green, Blue, Nir • 실험지역 범위 : 5,000 × 6,000 (pixels)	
		• 촬영지역 : 서울 • 촬영년월 : 2015년 12월 및 2016년 1월 • 영상 밴드 : Red, Green, Blue, Nir • 실험지역 범위 : 1:5,000 1개 도엽범위	
	KOMPSAT-3A 위성영상	• 촬영지역 : 세종 • 촬영년월 : 2015년 10월 28일 및 2018년 7월 7일 • 영상 밴드 : Red, Green, Blue, Nir • 실험지역 범위 : 1:5,000 1개 도엽범위	남서울대학교
	KOMPSAT-3A 위성영상	• 촬영지역 : 김제 • 촬영년월 : 2015년 6월 및 7월, 2017년 10월 및 11월 • 영상 밴드 : Red, Green, Blue, Nir • 실험지역 범위 : 1:5,000 1개 도엽범위	중앙항업
DSM/DTM 추출	KOMPSAT-3A 위성영상	• 촬영지역 : 김제 • 촬영년월 : 2013년 1월 25월 • 영상 밴드 : Pan • 실험지역 범위 : Full Scene	한국해양대학교
	KOMPSAT-3A 위성영상	• 서울/정읍/북한/인천 등지의 스테레오 데이터셋 다수 • K3A_20150606043621_01092_00447240_L2R • K3A_20150730044542_01908_00416998_L2R • K3A_20151211044753_03933_00020757_L2R • K3A_20160108043214_04356_00053497_L2R • K3A_20160108043214_04356_00070179_L2R • K3A_20160530044124_06517_00023477_L2R • K3A_20160819044302_07741_00003619_L2R • K3A_20161012043841_08557_00022455_L2R • K3A_20170224043127_10597_00040025_L2R • K3A_20170224043127_10597_00059162_L2R • K3A_20171021044156_14209_00264692_L2R • K3A_20171021044156_14209_00304862_L2R • K3A_20171109042614_14496_00021839_L2R • K3A_20171109042614_14496_00205907_L2R • K3A_20171109042614_14496_00242720_L2R • K3A_20180119043153_15569_00040927_L2R • K3A_20180127044122_15690_00040490_L2R • K3A_20180129042148_15720_00043507_L2R • K3A_20180206043122_15841_00040076_L2R • K3A_20180206043122_15841_00058388_L2R • K3A_20180216041924_15992_00003642_L2R • K3A_20180216041924_15992_00022452_L2R • K3A_20180216041924_15992_00041424_L2R • K3A_20181024041433_19770_00282177_L2R • K3A_20181101042512_19891_00003612_L2R • K3A_20181214044724_20541_00003613_L2R • K3A_20181214044724_20541_00024394_L2R • K3A_20181214044724_20541_00045355_L2R	쓰리디랩스

		• K3A_20190120043558_21100_00038516_L2R • K3A_20190120043558_21100_00056047_L2R • K3A_20190120043558_21100_00073576_L2R	
	한반도지역 1:5000 도엽정보	• 도엽별 산출물 생성을 위한 기반 자료 • 국토위성정보연구단 제공	
	한반도지역 10m DEM	• 정밀 DTM 생성을 위한 기반 자료 • 국토지리정보원 제공	
공통 데이터셋	KOMPSAT-3A 위성영상	• 촬영지역 : 김제 • 촬영년월 : 2015년 6월 및 7월, 2017년 10월 및 11월 • 영상 밴드 : Red, Green, Blue, Nir • 실험지역 범위 : 1:5,000 1개 도엽범위	공통 활용

(4). 향후 고도화 기술 개발을 위한 한계점

(가). 본 사업은 국토관측위성영상의 활용을 목적으로 수행된 기술 개발이나 국토관측위성이 개발 중이므로 KOMPSAT 위성영상을 활용, 이에 국토관측위성에 최적화 필요

(나). 공간객체추출 결과와 객체기반 변화탐지 결과와의 통합을 통해, 변화탐지 대상을 구체화하고 변화탐지 결과 정확도를 향상시킬 필요 있음

(다). 토지이용분류 및 공간객체추출 기술/SW의 한계점

①. 토지이용분류 및 공간객체추출 기술의 경우 공간객체추출 항목이 산림(침엽수 및 활엽수), 초지, 나대지, 수계, 도로, 건물, 농경지로 한정되어 있어 공간객체추출 항목의 세분화 및 항목 추가 필요

②. 현재 토지이용분류 및 공간객체추출 기술은 사용자가 위성영상 촬영 지역, 계절 등에 따라 매개변수 및 임계값을 도출해줘야하는 한계가 있어 공간객체 항목별로 매개변수 및 임계값을 자동 결정해 줄 수 있는 회귀식 개발 필요

③. 현재 토지이용분류 및 공간객체추출 SW는 본 사용자가 지역 단위로 도출된 매개변수 및 임계치를 추천(기본값)값으로 설정하여 자동 결과물 추출하도록 설계 개발되었음

○ 데이터 처리방식이 Stand alone 시스템으로 설계되었기 때문에 분산 처리가 안되는 구조

○ 향후 빠르고 동시에 여러명이 작업할시 분산 처리 시스템으로 구성되어야 하며, 전국단위 자동 분석 처리를 위한 DEM, 매개변수, 임계값, Classfication Merge(병합)처리 등 통합 관리 데이터베이스 구축 및 자동 업데이트 파트 추가 개발이 필요

④. AI 기반으로 도로검출 시 위성촬영의 틸트각도, 고층건물의 그림자 등의 영향으로 도로검출이 어려운 부분이 있었으며, 이를 보완하기 위하여 다양한 데이터셋과 추가 학습 필요

(라). 변화탐지 및 시계열 모니터링 기술/SW의 한계점

①. 변화탐지 및 시계열 모니터링 기술 및 SW 공통사항

- 시계열 변화탐지의 경우 입력되는 데이터 셋(위성영상, DTM, 세그멘테이션 자료, 공간정보 자료 등)이 기준년도 및 비교년도 별로 동일한 시기에 취득이 되어야만 좋은 결과를 도출할 수 있기 때문에 시기에 대한 데이터 분석 필요

②. 상대 방사보정 기술

- 상대 방사보정 기술의 경우 일부 분광지수 만으로 관계수립의 보완을 수행하였으며, 따라서 산림, 초지, 나대지, 수계, 건물 등의 특징을 포함하는 추가적인 분광지수 고려 필요

③. 화소기반 변화탐지 기술

- 현재, 차분영상 기반 변화탐지 모듈의 경우에는 오탐지를 최소화하기 위하여 교차융합영상, 식생지수 등을 활용하였으나, 영상의 기하학적 특성차이에 따른 오탐지와 임계치 자동설정에 따른 오탐지 영역은 후처리를 통하여 제거할 필요성이 있음

- 딥러닝 기반 변화탐지 모듈의 경우, 계절적 영향 및 기하특성 차이를 최소화하기 위하여 설계되었으나, 훈련자료 작성 과정에서 인공구조물 등에 의한 전역적 변화지역만을 변화지역으로 설정하였기 때문에, 소규모 객체에 대한 변화탐지는 어려운 측면이 발생함

- 향후, 훈련자료 및 딥러닝 모델의 고도화가 필요하며, 특히 변화 대상 객체에 따른 최적화된 훈련자료 구축이 필요함

④. 객체기반 변화탐지 기술

- 객체기반 변화탐지를 위해 필요한 입력데이터 중, 분할영상(segmentation image)의 세밀한 정도에 따라 도출되는 변화탐지 정확도의 차이는 크지 않으나, 소요되는 시간의 차이가 큼

- 객체기반 변화탐지 SW 구동의 효율성 측면에서는 분할영상에 존재하는 객체의 개수를 줄이는 것이 효과적이며, 이와 관련된 추가적인 연구와 이를 통한 기술 고도화 과정이 필요함

⑤. 지형변동 모니터링 기술(DSM/DTM 기반 변화탐지기술)

- 지형변동 모니터링의 경우 공간 해상도에 따라 객체 및 윈도우 사이즈가 도출되어야 하며, 따라서 공간 해상도에 따른 객체 및 윈도우 사이즈 결정 필요

⑥. 공간정보 DB 기반 변화탐지 기술

- 공간 DB 기반 변화탐지 기술의 경우 DB가 제작된 시기와 위성영상 촬영 시기 간에 차이가 존재할 경우 명확한 변화탐지에 한계가 있어, 영상이 수집되었을 때 신속 정확한 공간 DB를 구축하기 위해 인공지능을 통한 학습 방법이 필요

(마). DSM/DTM 추출 기술/SW의 한계점

①. 입체 영상 생성의 경우 PC메모리를 넘어서는 대용량 영상 처리 시 처리시간의 소요 증가가 발생하므로 영상변환 속도향상 필요

②. 현재는 위성영상의 스테레오 영역이 1:5000 도엽을 100% 커버하는 경우에만 산출물로 DB에 등록하고 있지만, 도엽 전체를 커버하지 않는 산출물도 시기별로 누적하여 모자이크를 통해 산출물로 재가공할 수 있는 기능 필요

나. 타 연구에의 응용

(1). 연구개발성과의 활용 가능성

(가). 개발한 시스템은 다양한 연구에 응용될 수 있어 잠재적 가치가 높음

①. 남북한을 포함한 해외 등 다양한 지역을 촬영한 국토위성영상을 입력받아서 1:5,000 도엽 영상, 모자이크 영상 및 활용산출물 제작가능

②. 국토위성영상은 개발제한구역, 그린벨트 및 북한지역 정밀지도 제작 등 쉽게 접근하지 못하는 다양한 지역의 국토를 현장 방문 없이 관리할 수 있는 체계 구축가능

(2). 유무형 지식 연구성과 활용방안

(가). 본 연구진은 지리원 국토위성정보 활용센터의 원활한 운영 및 유지보수가 가능한 연구성과 활용방안 제안

(나). 연구진의 창의적 창작활동 및 국토위성정보 활용센터 안정성을 동시에 추진

(다). 민간부담금을 투자한 참여 기업 및 국토위성정보 활용센터의 상호 이익 극대화

(3). 위성영상 활용 국가 정책 및 사업 활용방안

(가). 남한지역뿐만 아니라 북한, 극지역 관련 사업과 국제협력단(KOICA) 사업에서도 활용 가능하므로 국가 정책 및 사업 확장

(나). 위험성이 높은 DMZ를 위성영상 분석을 통해 생물종 서식 현황 파악 및 보전/보호 대책 수립에 활용

(다). 표준화 및 법/제도의 정비를 통해 국토교통부 소속 및 산하기관과 유관기관에서의 다양한 사업에 활용

(라). 북한의 산림 및 식생 관련 변화분석과 통계조사를 비롯하여 하천 유역과 관련된 재해 정보 관리 및 변화분석 등에 활용

(마). 위성정보 공개 및 활용에 대한 법/제도 안은 실질적으로 센터를 운영시 근간이 되는 정책으로 활용

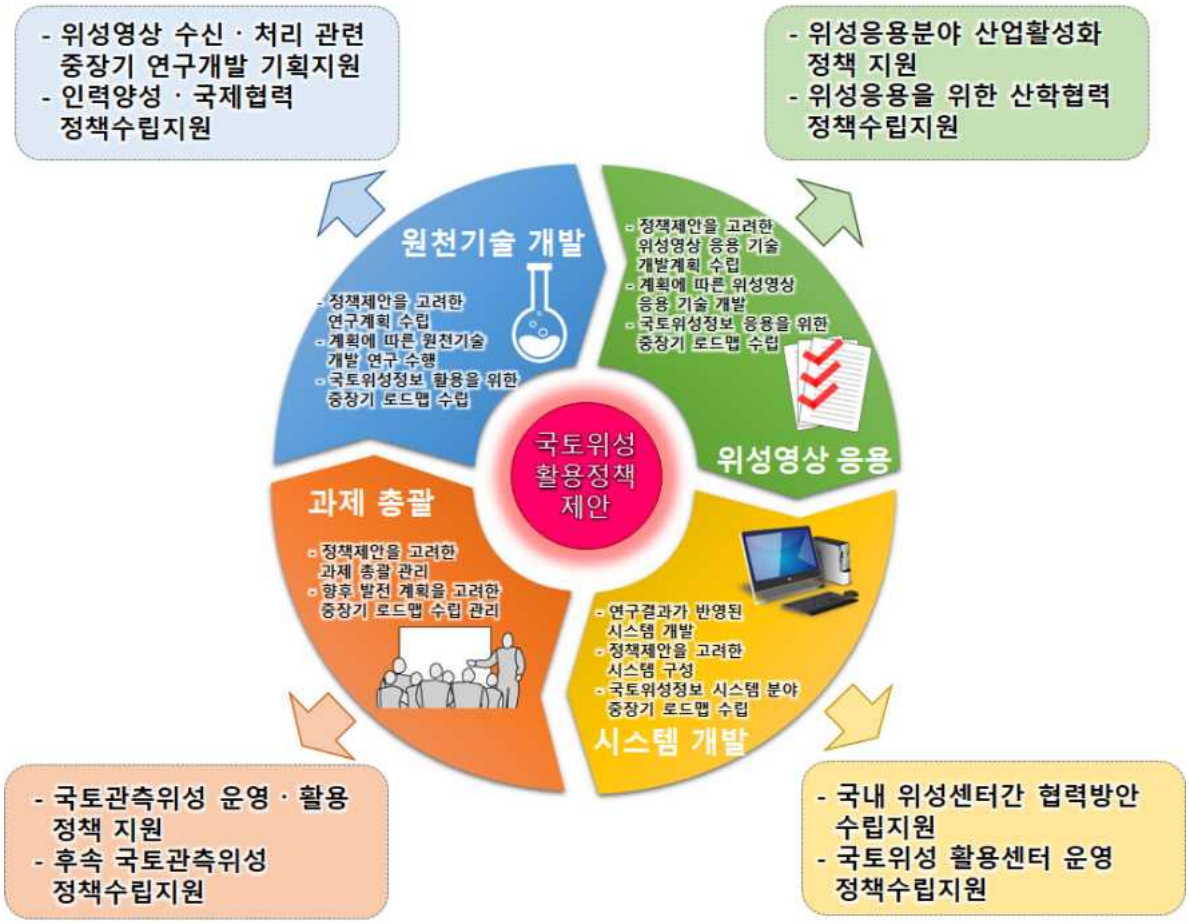
(4). 인공지능 공간객체추출 기술의 타 사업 또는 타 분야 활용 가능한 사업화 모델

(가). AI 분석 모델을 플러그인 방식으로 개발하여 타 사업 또는 타 분야에서 도로 및 건물 객체 탐지를 위한 영상처리 SW에 활용 가능성 기대

(나). 추가 개발을 통하여 도로 및 건물뿐만 아니라 토지피복, 벼재배 면적, 변화탐지 등에서 위성영상 활용 확대 적용 가능

(다). 추가 모델 개발 및 고도화를 통한 자동 정사영상, DEM, AI 영상정합 등 위성영상 전처리기술도 발전 가능

(5). 정책제안 가능성



< 국토위성 정책제안 가능성 >

(가). 위성영상 활용분야에서 다수의 정책제안 경험이 있는 연구진은 과제총괄 부터 원천기술, 위성영상 활용, 시스템 개발 등 기술적 처리 전 과정에서 정책적 요소를 고려하여 정책제안 수행 가능성을 높여줌

(나). 세부별로 본 과제 목표 달성 후 향후 발전계획이 고려된 국토위성정보 활용을 위한 중장기 로드맵을 수립하여 정책제안 수행 예정

다. 기업화 추진 방안

(1). 연구개발성과의 기업화 가능성

(가). 본 연구를 통해 개발된 SW는 1:5,000 도엽 영상 외에도 다양한 지역의 지도 제작, 위성영상의 활용 및 분석 업무에 활용될 수 있어 본격적으로 현업에 활용 가능

(나). 개발된 SW의 상용화를 위한 추진방안

①. 토지이용 분류 및 객체추출, 변화탐지 및 시계열 모니터링 이외에, 해양/농림/기상 등 다양한 산업분야의 시장조사에 따른 개선방향 도출

②. 국토위성영상 외에도 Landsat, Sentinel 등 다양한 위성영상을 입력받는 기능 추가

③. Sklearn, TensorFlow 등 인공지능 라이브러리 등 영상분석 기능의 추가

(2). 주문/배포처리 시스템 활용방안



< 연구개발성과 활용방안 >

(가). 국토위성정보 활용센터의 고도화를 위한 중장기 로드맵에 따라 위성정보 주문/배포처리

(나). 체계를 구축하여 장기적/지속가능한 위성정보 활용 체계 마련

(다). 웹 표준 및 오픈소스 기반 주문/배포처리 활용시스템이 성공적으로 개발/운용될 경우 단계 적으로 국토위성정보 활용센터 내 시스템의 확장 및 고도화에 효율적으로 적용 가능

(라). 위성정보 활용 지원을 위한 유통/활용 창구를 마련하게 되어 다양한 수용자 중심의 위성영상 서비스를 제공함으로써 새로운 가치창출의 장을 마련

(3). 국토의 효율적 관리를 위한 모니터링 등 현업지원 활용방안



< 본 과제 최종 목표 및 향후 발전 계획을 고려한 로드맵 수립 계획 >

(가). 국토위성정보의 효율적 활용으로 지속적으로 효율적인 국토관련 현업 지원

(나). 차세대중형위성을 통해 상시 관측·수집되는 국토정보는 정부의 신속한 정책결정 체계 확립

(다). 국토교통부 및 산하기관과 지방자치단체의 업무에 활용하여 효율적 의사결정 및 국토개발 경쟁력 확보

(라). 다양한 공간정보의 수정/갱신 대상지역의 선정과 제작에 효율적으로 활용

라. 기대효과



< 국토위성정보 수집 및 활용기술 개발 사업의 기대효과 >

(1). 기술적 측면

(가). 위성정보 촬영/배포/활용물 생산 주문 처리 기술 및 사용자와 운영자간 효율적인 위성정보 주문 연계 기술 확보

(나). 수집시스템과의 실시간 상호 연계를 통한 촬영주문 승인/분석 처리 기술 및 활용분석처리시스템과의 실시간 상호 연계를 통한 배포물 처리 기술 확보

(다). 배포처리시스템과의 실시간 상호 연계를 통한 배포물 처리 기술 및 위성정보 배포처리 기술 확보

(라). 사용자에게는 가장 효율적인 위성정보 배포 처리 기술 및 체계를 확보하고 운영자에게는 위성정보 배포에 대한 효과적인 운영/관리 기술 및 체계 확보

(마). 차세대 중형위성에 특화된 검색기능을 제공하고 기본정보 기능 이외의 상세정보 검색 기능으로 검

색기능 고도화

(바). 수동식 분류 체계 및 작업자 의존성을 개선하여 데이터 처리 자동화 향상

(사). 기존 위성영상 수집, 배포 서비스 체계화와 효율적 관리 가능

(아). 위성영상을 활용한 효율적인 국토 공간 정보 관리 등 융합산업 활성화

(자). 위성영상 활용 분야에 AI를 접목시킴으로써 IT 기술 융합으로 발전

(차). 수계, 산림 등 관심 지역의 시계열 모니터링을 통한 면적, 작황, 비탈면 등의 변화율을 예측

(카). 위성정보처리 관련 기반기술 개발을 통한 국내 기술경쟁력 강화

(타). 디지털 항공사진 및 무인기 영상을 활용하는 다양한 분야에 응용을 통한 기술 확보

(2). 경제적·산업적 측면

(가). 위성정보 활용을 위한 데이터 접근 시간, 비용을 단축

(나). 위성정보 주문/배포처리에 통합된 운영 시스템을 구축하여, 효율적인 처리 프로세스를 통해 사용자 및 운영자의 시간, 비용을 단축

(다). 오픈소스 기반으로 향후 확장, 유지보수 비용 저감

(라). 도입비용이 적은 오픈소스 기반으로 구축하여, 개발뿐만 아니라 향후 확장 및 유지보수에 있어서도 최소한의 비용으로 가능

(마). 위성정보 활용 증진을 통하여 다양한 위성정보 활용분야에서의 국토위성정보 활용 산출물을 활용할 수 있게 됨으로서 외국의 위성영상 구매비용을 절감할 수 있고, 위성영상 분석 및 산출물 생성에 소요되는 비용을 절감

(바). 이 연구에서 개발하고자 하는 응용기술들을 확보할 경우 기술적 새로운 패러다임을 선도할 수 있으며, 이를 통해 다양한 응용 분야의 산업시장에서 기술선점이 가능할 것으로 전망

(사). 개발 응용기술의 발전적 보완을 통해 공간정보/IT 산업의 새로운 시장 창출의 토대

(아). 지속가능한 국토환경 및 기후변화 관련 산업의 미래성장 기반 마련

(자). 국토위성정보 수요자를 위한 활용기술 교육과정 운영 및 활용지원 프로그램을 통한 전문인력 양성

(3). 사회적 측면

(가). 국토 교통부 국토지리정보원 위상 강화

(나). 우주개발중장기계획에 따라 범정부 차원의 위성정보 활용 협력 강화 및 국가 위성정보 활용 지원체계 구축

(다). 국토위성정보 운영 시스템의 성공적인 개발 및 운영을 통해 추후 계속되는 위성정보 활용 분야의 선도적 역할 수행 및 성공적인 위성활용 롤모델 제시

(라). 교육, 상업, 군사 등의 다양한 용도의 위성영상 활용 기반을 구축

(마). 위성 영상기반 국토 공간정보 수집 및 배포 시스템의 자동화로 행정력 및 예산 효율적 사용 가능

(바). 빠르고 정확한 국가 위성영상 활용 산출물의 제공 서비스 수준 향상

(사). 다양한 공간정보의 기술체계에 맞는 로드맵 제시 및 고정밀 위성정보의 활용 기관이 표준화된 포맷과 표준안을 수용하도록 하여, 상호 운영성을 확보

(아). 위성개발 및 발사 주체와 위성정보 활용주체 간의 협업체계를 통한 연결 역할 기대

(자). 국토위성정보 취득 및 활용을 통해 국토관리, 재난·재해 대응, 공간정보 산업육성 등 국토관련 주요 현안 이슈에 대해 선제적 대응이 가능

5. 붙임. 참고 문헌

1. 국토교통부. 2016. 국토관측 위성정보 활용분야 발굴 및 활용모델 개발 기반 연구.
2. 국토교통부. 2018. 국토위성정보의 수집·활용시스템 기본설계 및 활용 기초기술 개발 용역사업 결과보고서.
3. 양인태, 오명진, 이인엽. 2004. 다해상도 웨이블렛 분석 기법을 이용한 영상 모자이크. 대한지형공간정보학회지 12(2):61-66.
4. 송낙현, 이성훈, 오금희, 조우석. 2007. 자동 모자이크 영상제작을 위한 접합선 추출기법에 관한 연구. 한국측량학회지 25(1):47-53.
5. 송낙현. 2005. 자동 모자이크 영상제작을 위한 접합선 추출기법에 관한 연구. 인하대학교 석사학위논문 pp.20-25.
6. 진경혁, 송영선. 2009. 고해상도 위성영상 모자이킹을 위한 경계선 기반의 접합선 자동 추출. 한국지형공간정보학회지 17(1):61-69.
7. Ha, S. J., Koo, H. I., Lee, S. H., Cho, N. I. and Kim, S. K. 2007. Panorama Mosaic Optimization for Mobile Camera Systems, IEEE Transactions on Consumer Electronics 53(4):1217-1225.
8. Jung J. I. and Ho, Y. S. 2012. Color Correction Algorithm Based on Camera Characteristics for Multi-View Video Coding, Signal Image and Video Processing, IEEE Transactions on Consumer Electronics 57(3):1041-1048.
9. 정재일, 호요성. 2013. 다시점 영상 색상 보정을 위한 개선된 다항식 모델. 한국통신학회논문지 38(10):881-886.
10. 이광재, 윤희천, 김윤수. 2013. 아리랑위성 2호 한반도 정사모자이크영상 제작. 한국지리정보학회지 16(3):103-114.
11. 이광재, 김은선, 문정예, 김윤수. 2014. 위성영상 부가처리시스템(VAPS) 개선 및 성능평가. 항공우주기술 13(1):174-183.
12. Choi, J. W., Jung, H. S. and Yun, S. H. 2015. An Efficient Mosaic Algorithm Considering Seasonal Variation:Application to KOMPSAT-2 Satellite Images. Sensors 2015(15):5649-5665.
13. 김종호, 고진웅, 유지상. 2016. FAST를 이용한 파노라마 영상 생성 방법. 한국정보통신학회논문지 20(3):630-638.
14. 배정은, 유훈. 2017. 전처리를 활용한 고해상도 영상을 위한 효율적인 영상 스티칭. 한국정보통신학회논문지 21(9):1738-1743.
15. Milgram, D. L. 1975. Computer Methods for Creating Photomosaics. IEEE Transactions on Computer C-24(11):1113-1119.
16. Shiren, Y., Li, L. and Peng, G. 1989. Two-Dimensional Seam-Point Searching in Digital Image Mosaicking. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 55(1):49-53.
17. Afek, Y. and Brand, A. 1998. Mosaicking of Orthorectified Aerial Images. Photogrammetry Engineering and Remote Sensing 64(2):115-125.
18. Kerschner, M. 2001. Seamline Detection in Colour Orthoimage Mosaicking by Use of Twin Snakes. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 56(1):53-64.
19. Soille, P. 2006. Morphological Image Compositing. IEEE Transactions on Pattern

Analysis and Machine Intelligence 28(5):673-683.
20. Pan, J., Wang, M., Li, D. and Li, J. 2009. Automatic Generation of Seamline Network Using Area Voronoi Diagrams With Overlap. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 47(6):1737-1744.
21. Mills, S. and McLeod, P. 2013. Global Seamline Networks for Orthomosaic Generation Via Local Search. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 75(2013):101-111.
22. Wan, Y., Wang, D., Xiao, J., Lai, X. and Xu, J. 2013. Automatic Determination of Seamlines for Aerial Image Mosaicking Based on Vector Roads Alone. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 76(2013):1-10.
23. Pan, J., Wang, M., Ma, D., Zhou, Q. and Li, J. 2014. Seamline Network Refinement Based on Area Voronoi Diagrams with Overlap. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 52(3):1658-1666.
24. Pang, S., Sun, M., Hu, X. and Zhang, Z. 2016. SGM-Based Seamline Determination for Urban Orthophoto Mosaicking. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 112(2016):1-12.
25. Gonzalesz, R. C. and Fittes, B. A. 1977. Gray-Level Transformations for Interactive Image Enhancement. Mechanism and Machine Theory 12(1):111-122.
26. Schott, J. R., Salvaggio, C. and Volchok, W. J. 1988. Radiometric Scene Normalization Using Pseudoinvariant Features. Remote Sensing of Environment 26(1):1-16.
27. Chavez, P. S. and Mackinnon, D. J. 1994. Automatic Detection of Vegetation Changes in the Southwestern United States Using Remotely Sensed Images. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 60(5):571-582.
28. Du, Y., Cihlar, J., Beaubien, J. and Latifovic, R. 2001. Radiometric Normalization, Compositing, and Quality Control for Satellite High Resolution Image Mosaics Over Large Areas. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 39(3):623-634.
29. Canty, M., Nielsen, A. and Schmidt, M. 2004. Automatic Radiometric Ormalization of Multitemporal Satellite Imagery. Remote Sensing of Environment. 91(3-4):441-451.
30. Nichol, J. and Lee, C. M. 2005. Urban Vegetation Monitoring in Hong Kong Using High Resolution Multispectral Images. International Journal of Remote Sensing 26(5):903-918.
31. Helmer, E. H. and Ruefenacht, B. 2005. Cloud-Free Satellite Image Mosaics with Regression Trees and Histogram Matching. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 71(9):1079-1089.
32. Li, Y. and Davis, C. H. 2011. Pixel-Based Invariant Feature Extraction and its Application to Radiometric Co-Registration for Multi-Temporal High-Resolution Satellite Imagery. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing 4(2):348-360.
33. Zhang, Y., Yu, L., Sun, M. and Zhu, X. 2017. A Mixed Radiometric Normalization Method for Mosaicking of High-Resolution Satellite Imagery. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 55(5):2972-2984.
34. Burt, P. and Adelson, E. 1983. A Multiresolution Spline with Application to Image

Mosaics. ACM Transactions on Graphics 2(4):217-236.
35. Brown, M. and Lowe, D. G. 2003. Recognising Panoramas. Proceedings of the 9th IEEE International Conference on Computer Vision.
36. Levin, B., Zomet, A., Peleg, S. and Weiss, Y. 2004. Seamless Image Stiching in the Gradient Domain. Proceedings of the 8th European Conference on Computer Vision.
37. Jia, J. and Tang, C. K. 2008. Image Stitching Using Structure Deformation. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 30(4):617 - 631.
38. Li, X., Hui, N., Shen, H., Fu, Y. and Zhang, L. 2015. A Robust Mosaicking Procedure for High Spatial Resolution Remote Sensing Images. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 109(2015):108 - 125.
39. Pan, J., Wang, M., Cao, X., Chen, S. and Hu, F. 2016. A Multi-Resolution Blending Considering Changed Regions for Orthoimage Mosaicking. Remote Sensing 2016(8):842.

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 위성정보 활용센터 설립 운영사업의 연구보고서입니다.

2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 위성정보 활용센터 설립 운영 사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.

3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.