국토교통연구기획사업

스마트 하천관리를 위한 하천조사 최적화 드론시스템(River Drone) 개발 기획 (스마트 하천관리 분야)

- 최종보고서 -

2018. 8. 17.

Infrastructure
R&D Report

주관연구기관 / 한국건설기술연구원
공동연구기관 / (주)날리지웍스
한국수자원공사

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통부장관 귀하

이 보고서를 "스마트 하천관리를 위한 하천조사 최적화 드론시스템(River Drone) 개발 기획(스마트 하천관리 분야)"의 최종보고서로 제출합니다.

2018. 8. 17.

주관연구기관명 : 한국건설기술연구원
주관연구책임자 : 이동섭

공동연구기관명 : ㈜날리지웍스
공동연구책임자 : 이재희

공동연구기관명 : 한국수자원공사
공동연구책임자 : 장수형

목 차

제1장 개요 ····· 1

1절. 기획 과제의 정의 및 필요성 ····· 1

1. 기획 과제의 정의 및 범위 ····· 1
2. 기획과제 배경 및 필요성 ····· 3
3. 선행 연구 내용 및 결과 ····· 20

2절. 기술분류 및 내용 ····· 28

1. ICT 기술 연계 스마트 하천 융복합 관리기술분야 ····· 28
2. 하천조사 최적화 드론시스템 및 첨단 계측 핵심기술 ····· 29

제2장 국내외 동향 및 환경 분석 ····· 30

1절. 국내외 정책동향 ····· 30

1. 국외 정책 동향 ····· 30
2. 국내 정책 동향 ····· 37

2절. 국내외 시장동향 ····· 53

1. 국외 시장동향 ····· 53
2. 국내 시장동향 ····· 59

3절. 국내외 기술동향 ····· 82

1. 국외 기술동향 ····· 83
2. 국내 기술동향 ····· 121

4절. 특허 및 논문동향 ····· 142

1. 특허동향 분석 ····· 142
2. 논문동향 분석 ····· 220

5절. 기술 수요 및 수준분석 ····· 292

1. 기술수요조사 ····· 292
2. 기술수준조사 ····· 298

6절. 종합분석 ····· 312

제3장 사업내용 ····· 316

1절. 사업추진 방향 ····· 316

2절. 사업 구조 ····· 320

3절. 비전 및 목표 ····· 321

제4장 중점추진분야 ····· 322
1절. 중점추진분야별 후보과제 도출 ····· 322
1. 스마트 하천관리 정보화 및 표준화 기반 기술 ····· 322
2. 하천정보 total care를 위한 하천드론 센서 연구 ····· 323
3. 초연결 IoT 및 로봇 기반 융복합 하천관리 기술 ····· 324
4. 능동적 하천관리를 위한 하천드론 성능 최적화 기술 ····· 325
2절. 중점추진분야 상위 기획 연계(안) ····· 326
1. 자율형 하천센서 및 무인기 활용 하천모니터링 기술 ····· 327
2. 센서네트워크 기반 하천관리체계 구축 기술 개발 ····· 328
3. 시민과학 기반의 참여형 하천모니터링 기술 개발 ····· 329
4. 중점추진분야별 연계 방안 ····· 330

제1장 개요

1절. 기획 과제의 정의 및 필요성

1. 기획 과제의 정의 및 범위

가. 기획 과제의 정의

□ 동 연구는 하천공간의 변화를 고려한 첨단 ICT 기술 연계 스마트하천 융복합 관리기술과 스마트 하천관리 실현을 위한 하천조사 최적화 드론시스템(River Drone) 및 계측 관련 기술을 개발하기 위한 연구기획임

○ 스마트 하천관리란 ICT 기술과 하천의 치수, 이수, 친수 환경 기능이 조화를 이루는 수요자 중심의 지능형 정보 제공 기술을 의미함

○ 드론시스템은 스마트 하천관리를 위한 시스템 및 운영, 하천공간 조사/분석 기술, 드론 및 계측센서 연계 조사/분석 기술, 드론정보센터 구축 기술 등을 의미함



〈기획과제의 개요〉

나. 기획 과제의 범위

□ 동 기획은 스마트 하천관리분야, 드론시스템(River Drone)분야를 연구범위로 함

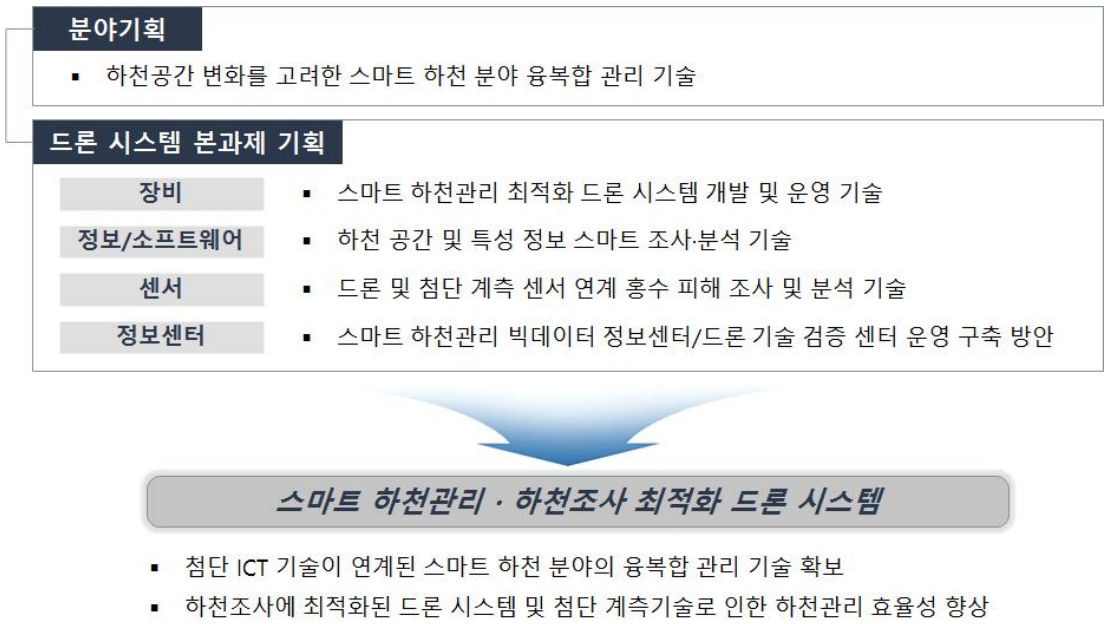
○ 하천공간 변화를 고려한 ICT 기술 연계 스마트 하천관리 기술 개발과 스마트 하천관리 실현을 위한 하천조사 최적화 드론시스템(River Drone) 개발을 목적으로 함

○ 분야기획(스마트하천관리)은 하천공간 변화를 고려한 스마트 하천 분야 융복합 관리기술을 기획범위로 함

- 통합수자원관리를 위한 입체적 스마트 하천공간 구현
- 사물인터넷 기반 수재해관리(스마트 계측, 전문센서)
- 수요자 중심의 친수이용 정보 제공 및 수변공간 활용
- 통합 ICT 인프라 구축 및 운영

○ 본과제기획(드론시스템)은 장비, 정보/소프트웨어, 센서, 정보센터에 대한 기술을 기획범위로 함

- 하천공간 특성 및 정보 조사/분석 기술 개발
- 드론 및 계측센서 연계 조사/분석 기술 개발
- 스마트 하천관리 최적화 드론시스템 및 운영기술 개발
- 하천조사 드론 정보센터 및 기술검증센터 구축 방안 제시



<기획 과제의 범위>

2. 기획과제 배경 및 필요성

가. 스마트 하천관리

□ 국내 하천은 ‘11년 기준 국가하천 62개소(2,997㎞), 지방하천 3,775개소(26,843㎞)임

<국내 하천현황(`11년 기준)>

구 분	관리청	개소수	연장(㎞)	기본계획(%)	제방정비완료(%)
계	-	3,837	29,840	79.9	61.9
국가하천	국가	62	2,997	99.1	80.3
지방하천	시·도	3,775	26,843	76.7	51.7

※ 출처 : 한국하천일람(2011)

□ 지난 2015년 세계물포럼 이후 물산업 강국 도약을 위한 글로벌 경쟁력 제고를 추진하는데 있어서 복합 수재해 대응과 능동적 하천관리 분야가 여전히 중요한 국가 아젠다로 다루어지고 있음

○ “복합 수재해 대응” 분야는 수재해 사전 감지 및 예측 기술, 홍수방어 계획 및 관리 기술, 수재해 피해 저감 기술 등 전주기 수재해 예측 및 대응기술 등으로 구분됨

○ “능동적 하천관리” 분야는 하천 조사·분석 기술, 하천시설물 설계·시공·유지관리 기술, 자연친화형 하천환경 조성 및 수생태 복원 기술, 친수공간 조성 및 유역 관리 기술 등으로 구분됨

○ 특히 최근에 대두되고 있는 4차산업 혁명에서 제시되고 있는 사물인터넷(IoT), 클라우드(cloud) 등 정보통신기술(ICT)의 급진적 발전과 확산을 통한 “초연결성(Hyper-connected)”, 인공지능(A.I.)과 빅데이터 연계 및 융합을 통한 “초지능화(Hyper-intelligent)” 등의 산업, 기술 패러다임에 부합하는 기획이 시급한 시점임

□ 급격한 기후변화와 물수요 증가(이수, 치수 등)로 하천관리의 중요성이 더욱 높아지고 있음

○ 지난 100년간 지구 평균기온 0.74℃ 상승하였으며(과거 1만년 간 상승 폭은 1℃) 21세기 말까지 최대 6.4℃ 상승할 것으로 전망되는 등 기후변화가 가속화되면서 세계 각지의 폭우·폭설·한파·폭염 발생이 급증함(국토교통부, 2015)

- 한반도에서는 이미 과거 30년간 온난화 경향이 지속되어 왔으며, 이 현상은 2100년까지 꾸준히 지속될 것으로 전망

○ 최근 들어 과거에 비해 집중호우 발생이 증가하고 강우강도가 증대되고 있어 홍수 피해 가능성이 급증하고 있으며, 하천시설물 설계빈도 이상의 홍수 역시 점차 증가하는 추세임(국토교통부, 2016)

- 연간 집중호우 횟수(기상청, 2011) : ‘80년대 연 60회 → ‘90년대 연 70회 → ‘11년 연 133회

- ‘02년 태풍 ‘루사’로 강릉지역 870 mm/일 극한강우 발생, ‘16년 태풍 ‘차바’ 시, 울산 태화강에 200년 빈도 이상 홍수 발생

- RCP(Representative Concentration Pathways) 4.5 시나리오에서는 연평균 강수량은 현재 기후 대비 21세기 전반기 6.2%, 중반기 10.5%, 후반기 16.0% 증가할 것으로 전망

- UNESCO의 세계물평가프로그램에 의하면 홍수에 의한 물재해가 50%에 달하며 1973년부터 1997년까지 홍수피해 인구는 6,600만명임

- 1987년~1997년 아시아에서 발생한 홍수피해는 전체의 44%에 이르며 사망 23만명, 경제적 손실은 약 135조원(1,360억 달러)를 기록함

□ 도시화 및 산업화로 불투수면적이 증가하고 하천변 저지대 개발 및 지하 생활공간이 늘어나면서 내수 배제 불량에 따른 침수위험 역시 증대되고 있음

○ 연간 풍수해 피해액(당시수치) : ‘70년대 1,700억원 → ‘80～‘90년대 4,600억원 → 2000년대 1.5조원 → 2010년대 4,200억원

□ 기후변화에 따른 가뭄 빈도 및 강도가 증대되면서 1970년대 이후 5～7년 주기로 가뭄이 발생 중이며 지역별 강우편차가 커지면서 국지적 가뭄이 심화되고 있음

○ ‘13년 낙동강 경북지역 가뭄, ‘14～‘15년 한강 강원·경기 지역 가뭄, ‘15년 충남 보령댐 역대 최저 저수율 기록(18.9%)

○ 과거 관측자료에 기반한 가뭄우심지역 평가 결과, 한반도의 남부지방인 경남과 전남이 우심지역으로 평가되었으며, 특히 영산강 및 섬진강 유역은 우리나라의 최대우심지역으로 평가됨

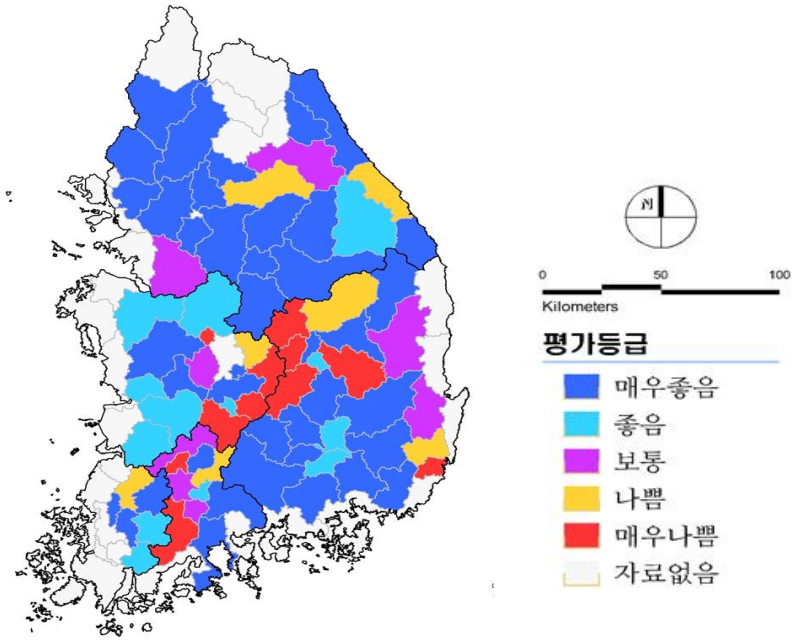
□ 대하천정비사업으로 전국 주요 하천의 수변 시설이 개선됨에 따라 친수시설 이용 인구가 증가되었으며, 최근 심각한 가뭄 및 녹조 발생 등으로 인하여 하천 관리에 대한 시민의 관심 증대

□ 기후 및 하천환경의 변화로 인해 하천 수질 악화와 생태계 변화가 예상됨에 따라 하천 생태환경의 보전과 복원, 하천공간 이용에 대한 관심이 증대되고 있음

○ 안전하고 맑은 물에 대한 요구와 문화 및 여가를 즐길 수 있는 친수공간에 대한 요구가 증가하면서 물과 하천공간의 체계적 관리를 위한 기술 수요 증대

○ 국내 하천의 건천화 평가 결과, 2010년 기준 1달 이상 불만족인 평가등급 '보통' 이하의 비율은 본류 81개 평가 중권역의 32.1%(26개)이며, 지류는 50개 평가 중권역 중 54.0%(27개)를 차지함

- 본류보다 지류의 건천화가 심하며, 지류의 경우 비교적 잘 관리된 지역이 평가대상인 것을 감안하면 더욱 심각한 것으로 판단됨



<하천 건천화 상태 - 2010년 중권역 평가경과 (본류)>

* 자료 : 전국 하천의 수량건전성 평가체계 구축, 한국수자원공사, 2011

□ 기존의 하천관리는 하천등급 및 행정구역에 따라 다부처에 관리조직 및 업무가 분산되어 있어 업무중복으로 인한 효율성 및 전문성 저하 문제가 있음

○ 관리체계의 비효율 문제가 발생함

- 계획수립 및 개·보수공사 조직이 하천등급과 행정구역에 따라 분리되어 상류-하류간, 본류-지류간 연계성이 미흡함(하천연장 10%구간)

- 하천유역은 본류와 지류가 유기적으로 연결된 네트워크적 체계이나 관리체계 분산으로 재정적, 기술적 측면에서 비효율을 초래함

<2개이상 지자체에서 관할하는 하천연장>

구분	하천개소	하천연장(km)		
		계	하천기본계획	
			수립구간	미수립구간
합 계	92	3,343	3,173	170
국 가	17	1,818	1,803	15
지 방	75	1,525	1,370	155

※ 출처 : 한국하천일람(2011)

- 지자체별 하천유지관리 수준, 시설의 점검·관리시기 등 차이로 관리계획의 일관성 결여 및 효율적·종합적 유지관리가 곤란함

- 정책수립과 감시·감독 기능을 담당하는 중앙행정기관이 일부 집행기능을 수행하면서 적정 감시·감독 기능이 소홀해짐

<하천지정 및 관리현황>

구 분	국 가 하 천	지 방 하 천	소 하 천
하천기본계획 수립	국토교통부	시.도	시.군.구
하천 공사	지방국토관리청	시.도	시.군.구
하천보수 및 유지관리	시.군.구	시.군.구	시.군.구

* 16개 보 K-water에서 관리

○ 정책수립체계가 분산됨

- 하천관리 조직의 다원화(국토부, 환경부, 안행부 등)에 따른 업무분산 및 중복으로 사업 검토 및 정책 수립 시 이견이 발생함

<하천관리관련 조직 및 해당업>

중앙부처	관할조직	관리업무
국토교통부	· 지방국토관리청 · 홍수통제소 · K-water	· 국가하천관리, 홍수예보, 수문관측, 광역상수도관리, 다목적댐 관리, 지하수 관리
환경부	· 지방환경관리청 · 지방자치단체 · 환경관리공단	· 수질관측 및 규제, 하천정화사업, 지방상하수도 정비, 오·폐수 처리시설
국민안전처	· 지방자치단체	· 지방/소하천관리, 재해대책, 내수면 어업관리
산업통상자원부	· 한국전력공사	· 발전용댐 관리

- 정책 수립 시 유역차원의 통합성 및 일관성이 부족하여 수자원장기종합계획, 유역종합치수계획 등 중장기 계획은 유역단위, 하천기본계획 등 사업시행/유지관리는 하천/행정구역 단위로 수립됨

- 이수·치수·환경·생태 등 부문별 균형이 부족함

○ 상위법령에 수리권에 대한 명확한 개념 제시가 없어 분쟁 위험성이 상존함

- 수리권 관련 분쟁은 관련 법규에 대한 성격이 모호하고 지금까지의 판례가 시대적 상황에 맞지 않은 것이 대부분임

- 민법상 관행수리권(私權)과 하천법상 허가수리권(公權)은 다른 취지의 규정으로 기득 및 신규 수리권간 충돌가능성 상존함

- 기존 민법, 하천법, 댐법 등에 혼재되어 있는 수리권 개념을 "물 기본법"에서 명확히 정리·개편할 필요가 있음

〈국내 수리권의 법적 근거〉

□ 댐용수

댐 건설 및 주변지역 지원 등에 관한 법률에 의한 다목적댐의 「댐사용권」과 한국 농어촌공사 및 농지관리기금법에 의한 농업용수댐의 「농업기반시설관리권」으로 권리관계 규정

□ 하천수

민법 제231조의 「공유하천용수권」에 의한 관행수리권과 하천법 제50조 「하천수의 사용허가」에 의한 허가수리권으로 규정

○ 하천 모니터링의 기반이 취약함

- 수계 전체의 물 환경을 모니터링하고 결과를 분석할 수 있는 구체적 항목 및 제도적 기반이 미흡함

- 유역 내 토지 및 수자원 문제점 분석을 위한 모니터링이 부족함

〈상수도와 하천의 모니터링 현황 비교〉

□ 상수도 : 0.63개소/km

· 광역상수도 전체관로길이 : 4,957.5km(상수도통계)
· 광역계량기 : 3,127(검침 및 유량측정용)

□ 하천 : 0.10개소/km

· 전체하천길이 : 29,837.7km
· 수위관측소 : 407개소
· 강우량관측소 : 427개소
· 지하수관측망 : 346개소(RTU 설치 332, 미설치 14)
· 수질관측망 : 1851개소(일반 1791, 자동 60)
· 개소수 : 3,031개소

□ 변화되는 환경에 맞는 물 및 하천관리를 위해서는 전국 하천에 대한 수문정보 생산 및 하상변동조사가 필요하며, 첨단기술(ICT) 활용으로 조사의 효율성, 안전성, 정확성 확보가 필요함

○ 최근 하천관리 관련 변화로는 하천환경의 변화, 기후변화, 물정보 수요의 증가, 물 및 하천관리 패러다임의 변화 등이 있음

- 4대강 살리기 사업 등으로 하천의 흐름특성 및 하상변동특성이 과거에 비해 크게 변화되었음

- 기후변화에 따른 홍수 및 가뭄 등의 수재해 발생빈도 증가와 규모가 확대됨

- 친수환경 조성, 수변 레저활동 증가, 골재채취 및 시설물 유지관리 등으로 과거 물 관련 단순 정보에서 다양한 정보 수요가 증가됨

- 과거 수재해 예방과 물 이용에 초점을 맞춘 개별적 물관리에서 환경·생태·친수 등을 포괄하는 통합물관리로 전환됨

○ 최근 부각되고 있는 4차 산업혁명에 따라 복합 수재해 및 하천관리 분야에서도 산업, 기술 패러다임에 부합하는 연구개발이 필요한 시점임

- 2015년 PwC(Pricewaterhouse Coopers) 조사에 따르면 각 분야에 있어서 2020년에는 다양한 분야에 종사하는 상당수의 기업이 4차 산업혁명에 대비한 고급 수준의 통합 및 디지털화를 달성할 것이라고 응답함(26개국 2,000개 이상의 기업을 대상으로 조사를 수행함)

- 수문조사 기술 수준이 선진국 대비 82%이며 대부분 외국에서 도입된 기술·장비 활용의 의존도가 높으며, 오랜 수문조사 역사(572년)를 가지고 있음에도 그 동안 관련 연구 및 기술 개발 등이 미흡하여 외국 기술 및 장비를 도입·활용 중임

□ 국토교통부는 물관리분야의 4차 산업혁명 대비와 차헌관리 기술의 고급화 및 디지털화 달성을 위해 첨단 ICT 기술을 융합한 스마트 하천관리를 핵심과제로 검토하고 있음

○ 하천의 친수적 이용에 대한 안전성 향상, 수재해 대응, 수생태 및 수환경 건전화를 달성하기 위한 하천계측 스마트 토털 솔루션에 대한 필요성이 증가

- 반면, 이를 체계적으로 뒷받침할 수 있는 ICT의 새로운 패러다임(IoT, 빅데이터 등)을 적용한 융합관점에서의 종합적 하천관리 인프라 기술이 부족

○ 기존 기술의 한계를 극복하고 기후변화로 인해 부각되고 있는 홍수, 가뭄, 수질, 생태 등의 복합적인 하천관리 문제를 효율적으로 해결하기 위한 통합 스마트 하천관리 인프라 구축 및 운영 기술 확보 필요

□ 하천관리 방안은 크게 하천시설물 유지관리, 수량 및 수질 관리, 친수구역 관리, 지류 및 지천 정비 등으로 구분 가능하며, 직접 조사 및 현장 계측으로 수행되는 현행 하천관리 시스템 상 하천관리에 소요되는 재원과 인력을 중앙행정기관 및 지자체에서 자체적으로 충당하기가 어려운 실정임

○ 하천시설물 유지관리를 위해서는 하천환경 변화 및 하천준설로 인한 하상변동조사(침식, 세굴)와 댐, 보, 제방 등 시설물 이력 관리, 하천공간 사용 현황 확인이 중요하며, 소요 재원 및 인력의 안정적인 확보 및 분담 방안이 필요함

○ 수량 및 수질 관리를 위해서는 유역 내 다양한 지점에서의 지속적이면서도 정확한 유량 계측과 수질 분석을 통한 비점오염원의 확산과 유입 방지가 중요하며, 하천에서의 유량 및 수질 정보에 대한 통합관리가 필수적임

○ 친수구역 관리와 지류 및 지천 정비의 경우 하천 인근 개발 및 하천공간 사용 정보, 지형 여건 분석이 중요하며, 하천 유역 대상지가 광범위함에 따라 인력에 의한 직접 조사가 주로 수행되고 있는 현행 하천관리에서 자료의 수집 기간 및 소요 비용 절감이 가능한 대체 방안이 필요함

○ 첨단기술(ICT)과의 연계성 강화 등을 통해 하천정보 수집 및 분석에 소요되는 재원 및 인력 대체가 가능하며, ICT 기술을 반영한 통합 정보관리 시스템 구축을 통해 소요 비용 및 시간 효율을 향상시킬 수 있는 하천관리 방안을 마련하는 것이 바람직함

□ 기존의 하천관리는 점(수위관측소 등)과 선(하도계획)을 중심으로 이루어졌으나 드론 등 원격관리시스템에 기반을 둔 하천 통로(river corridor)에 대한 3차원 관리로의 패러다임 전환이 필요함

○ 대부분 점, 선 조사방식은 계측장비, 인력, 시간 등 많은 소요 비용이 필요한 방식으로 급변하는 하천공간 조사 기술로는 제한적일 수 밖에 없으며, 현재 하천공간 조사 시 지상센서를 활용한 개인 측정방식은 조사자 개인의 주관적 해석 및 개인오차 유발 가능성을 내포함

○ 현행 하천조사 시스템으로는 하천관리에 필요한 데이터를 현황 변화에 맞추어 신속하게 취득하기가 힘들기 때문에 하천관리 고도화를 위하여 필요한 자료를 적기에 신속하고 효율적으로 구축할 수 있는 기술 개발이 필요

□ 국내 하천정보 관리는 주요 공공기관별로 자료의 수집, 저장, 분석과 처리가 이루어지고, ‘정부 3.0’ 정책에 따라 개방 및 공유되고 있음

○ 공공기관별 하천정보의 수집·저장, 데이터의 분석과 처리, 재생산이 이루어져 공공데이터로 유통됨

- 동일한 자료에 대한 중복관리로 많은 시간과 인력이 소모, 기 수집・저장된 자료에 대한 오류 검증과 실시간으로 수집되는 데이터에 대한 즉각적인 업데이트 불가, 자료에 대한 신뢰성 저하 등의 문제를 안고 있음

- 빅데이터 및 클라우드 컴퓨팅을 통해 중앙 집중형의 전통적인 하천정보 시스템에서 탈피하고, 다양한 기관별 하천정보 시스템을 연계한 분산형 방식의 하천정보 시스템의 구축과 활용이 필요함

□ 국외에서는 관련 기술 개발이 활성화 되어 있으나 아직 초기 단계로 국내 신기술 개발을 통한 글로벌 기술 시장 선점 가능성이 높음

○ 이미 성숙되어 있는 국내 ICT 기술 인프라 및 한국 하천 흐름특성에 대한 지형적 복잡도를 반영한 기술 개발을 통하여 세계 기술을 선도할 수 있는 계기와 성장 기반 마련이 필요하며, 통합 하천 정보화 솔루션 및 스마트 하천 관점의 하천관리 신기술 개발 추진이 필요

□ 스마트시티 기반이 되는 도시 하천에 대한 융복합 스마트 하천관리 실현으로 미래 성장 동력 창출이 필요함

○ 미래 성장 동력을 주목받고 있는 스마트시티의 기반이 되는 도시 하천에 대한 융복합 관점의 스마트 하천관리 기술 개발과 스마트시티 플랫폼 통합 지능형 하천관리-재난안전-물・에너지 연계 기술 개발 필요

□ 국토연구원(2012)에서는 하천관련 정책, 주요 이슈, 법·제도 변화 등을 토대로 실증적 방법에 따라 하천관리 패러다임의 변화를 분석하고 정책방향을 도출하였음

○ 우리나라의 하천관리 패러다임 변화를 고찰하여 얻은 정책적 시사점은 6가지로 압축됨

- 첫째, 자연과 인간과의 관계변화로 하천정책은 자연에 순응하는 현상유지단계, 자연에 적응하는 재해복구 및 보수단계, 자연에 대응하기 위한 적극적 개발단계, 자연을 보전하기 위한 수질보전단계, 자연을 복원하기 위한 자연형 하천정비 및 하천복원단계라는 과정을 거쳐 변화함

- 둘째, 하천관리의 목적 확대 및 다양화로 하천관리의 목적은 치수・이수・하천환경・친수・이수기능의 다양화(운하) 및 하천환경복원 순으로 확대 및 다양화되고 있음

- 셋째, 대규모화에서 소규모화로의 변화로 이는 개발적지의 감소 외에도 개발과 환경의 조화를 추구하려는 시대적 흐름이 큰 영향을 미쳤기 때문으로 사료됨

- 넷째, 참여주체의 다양화로 처음에는 중앙정부가 주도하였으나 민간기구와의 협력 형태 즉, 거버넌스의 형태로 변화하고 있음

- 다섯째, 하천관리의 첨단화 및 글로벌화로 기후변화 및 물분쟁에의 대응, 과학적 자료에 기반한 예측 및 대응의 필요성 증대 등 하천관리가 첨단화되는 추세임

- 여섯째, 패러다임은 한 시대의 정책적·사회적·기술적 여건에 따라 변화한다는 점으로 이에 부합하지 않는 정책은 추진에 어려움을 겪게 됨

○ 인간의 “다의적 사고”와 환경구성요소들의 “다원적 가치”가 더욱 강조되는 패러다임의 변화 영향이 물분야에도 미쳐 인간-기술-환경을 종합적으로 고려하여 생태계 전체를 통합적 차원에서 이해하려는 인식들이 지속적으로 확산될 것으로 전망함

- 이를 구현하기 위해 거버넌스-인간-생태가 조화를 이루는 “지속가능한 통합적 물관리와 거버넌스의 확충”을 지향하는 추세도 지속될 전망임

○ 패러다임 변화에 따른 향후의 하천관리 정책방향은 5가지로 설정하였음

- 정신적 만족감 제고를 위한 하천문화 창출 및 활성화

- 행위적 만족감 제고를 위한 건전한 하천이용 활성화

- 새로운 하천가치 창출을 위한 하천의 제 기능 제고·강화

- 하천을 이용한 지역경제 활성화

- 구성원간의 네트워크 구성·운영을 통한 지역거버넌스 활성화

□ 개별적인 첨단 요소기술을 하천관리에 실질적으로 적용할 수 있는 지능형 융합기술 개발을 통한 첨단계측 및 빅데이터 기반 지능형 하천관리 패러다임 전환에 대비해야함

○ 이를 위해서는 하천정보 생산(첨단계측 기반), 축적 및 활용(빅데이터 기반), 설계 및 유지관리(실험실증 기반) 기술 개발이 필요함



<지능형 하천관리 패러다임 전환>

나. 드론 시스템

□ 국토교통부의 첨단 ICT 기술을 융합한 스마트 하천관리 핵심과제 검토와 하천법 개정('16.1.)으로 하상변동조사가 본격화될 전망임

○ 하천유역조사는 하천법 제16조(유역조사의 실시)에 법적인 기반을 둔 사업으로 하천유역에 대한 다양한 정보 수집을 목표로 하나 그간 유역조사에 대한 연구개발 부재로 인해 수요자 요구 중심의 자료 생산이 미흡함

○ 국토교통부는 국가하천에 대한 수심 및 하상변동조사의 효율화를 위해 신기술 도입을 고려하고 있음

○ 현재, 수심/하상/하천재료 등 하천법에 규정된 측량은 현장 직접계측을 통해 실시되고 있어, 법 개정으로 인한 측량의 공간적/시간적 범위의 변동으로 기존 방식의 예산소요가 급증하게 되어 신기술을 통한 효율화가 필요함

- 하상변동조사는 하천법 제21조2(하상변동조사의 실시)에 법적인 기반을 둔 사업으로 면단위 개념의 하도지형자료(3D)가 생산되어야 사업 목표 달성이 가능함

□ 하천조사를 위해서는 다양한 방법이 활용될 수 있으나, 좁고 길게 형성된 하천의 특성상 항공측량 보다 드론이 효율적으로, 최근 국토부에서는 드론에 레이저 광선으로 지형을 측량하는 장비를 탑재해 3차원 지형을 측량하는 방안을 고려하고 있음[1)]

1) 하천바닥 조사도 드론으로..하천관리에 드론 전방위 활용, 2016.3, 다음뉴스

○ 위성 및 유인항공기도 하천 원격탐사에 활용되어 왔으나, 일반적으로 고비용을 수반하고 위성의 경우 공간해상도가 낮아 상대적으로 폭이 좁은 하천에 적용하는 데 한계가 있음

○ 시간해상도도 대부분 10일 이상으로 변화의 주기가 짧은 하천을 조사하는데 부적합한 경우가 많았으며, 유인항공기는 훈련된 조종사가 필요하고 비행 승인을 받아야 하며 기상조건에 매우 민감함

○ 고정익 무인항공기는 장기간 체공이 가능하여 한국항공우주연구원, 대한 항공 등이 연구하고 있지만 정지비행 등이 불가능하여 수자원 및 하천관리에는 다소 부적합한 측면이 있음

○ 반면 드론은 체공시간 및 이륙중량 한계가 있지만 점차 개선되고 있기 때문에 향후 수자원 및 하천관리분야에 다양하게 활용될 것으로 예상됨

- 여전히 하천조사의 대부분이 노동집약적인 직접조사에 의존하는 실정에서 드론 및 탑재 가능한 다양한 소형 센서의 등장은 하천조사를 효율적으로 실시하고, 고해상도 시공간자료를 저비용으로 확보할 수 있게 되어 하천 원격탐사에 새로운 전기를 마련할 수 있는 잠재력을 보여주고 있음

○ 하천관리에 드론을 활용할 경우 투입인력 및 소요시간 절감, 장비 및 인력 진입 불가지역에 대한 정보획득, 높은 공간해상도, 항공측량 대비 높은 경제성 등 다양한 장점이 있음

○ 현재도 하천정비사업 현장관리, 접근이 어려운 하천시설물 유지관리, 홍수흔적조사 등에 드론을 일부 활용하고 있지만 보다 적극적인 드론 활용 고려가 필요함

- 실제로 익산지방국토관리청은 드론을 구입하고 만경강 하천사업현장에서 드론을 활용해 공사현장을 점검하기도 했으며, 익산청 외에도 각 지방국토청별 하천 유지관리용 드론 구입이 잇따를 것으로 예상됨

□ 논산국토관리사무소에서는 금강관리 효율성 제고의 일환으로 2016년 4월 ‘드론을 이용한 하천관리방안’을 마련하여, 기존 관리업무를 효율적으로 재배분하여 유지관리 절감 등 업무효율화 계획을 수립하였음

○ 금강은 지형특성상 저수로의 많은 구간이 급경사지이고, 수풀이나 잡목이 우거져있어 인력만으로 접근이 어렵고 안전사고 우려가 상시 존재하며, 점검시간이 많이 소요되는 등 비효율성이 발생하고 있음

○ 특히, 기름유출이나 녹조발생 등, 각종 사고 발생 시 인력에 의존하여 상황을 확인하고 있어 신속한 현황 파악에 어려움이 있는 등 대응체계의 한계점이 있음

○ 논산국토관리사무소에서는 국내 하천관리분야에 드론 활용 사례가 없고, 도입 근거나 활용 지침이 없는 여건에서 최초 추진함에 따라, 운영 시 발생 가능한 문제의 검증과 예측 속에서 단계적으로 도입하였음

○ 드론전담팀은 2016년 6월부터 현재까지 인력으로 점검이 곤란한 지역 17개소, 35㎞ 구간에 대해 일상점검을 실시하고 주기적인 드론 순찰을 통해 기존 하천관리에 소요되는 시간을 단축시키는 것과 동시에 점검의 안전성을 확보함

○ 또한 금강 내에서 빈번하게 발생하는 기름유출 사고 시 최초 기름유출 지역과 유출경로, 확산추이 등을 드론을 통해 신속하게 확인할 수 있어 오탁방지망 설치의 적정 위치 선정, 유출경로 중간차단 등 신속한 대처가 가능해짐

○ 향후 일상점검 외에도 안전진단업체에서 수행하는 정밀점검용역에도 드론을 활용하여 제방의 전반적인 현황에 대해 사전파악하여 이상부에 대한 근접조사를 실시함으로써 점검시간 단축 및 현장조사 투입인원의 감소로 시간적, 경제적 효율성이 제고될 수 있을 것으로 판단됨

□ 드론을 통한 수자원 및 하천관리는 아래와 같은 다양한 역할 수행이 가능할 것으로 판단됨

○ 다목적 댐 및 수중보 상시 모니터링 (위험 감지 및 자동 전파 등)

○ 녹조 상시 모니터링 및 전조 파악 (오염, 녹조 감지 및 확산 예측 등)

○ 하천지형 모니터링 및 지도 생성 (하천 감시 및 지도 자동 생성 등)

○ 하천 위험 및 금지구역 상시 감시 (쓰레기, 내수면 어업, 낚시 등)

○ 수변 개발현장 모니터링 (불법 건축 등)

○ 가뭄, 홍수 모니터링 및 피해 예측 (홍수피해, 가뭄상황 등)



<드론기반 수자원 및 하천 무인감시 및 관리 개념도>

□ 수자원 및 하천의 무인감시를 위해서는 현재의 기술수준에서 발생될 것으로 예상되는 다양한 부분에 대한 보완이 필요함

○ 기상 여건, 관련 법규 등 외부 요인에 의한 운용 제한

○ 수목 등의 피복에 따른 지형정보의 왜곡

○ 영상 분석을 위한 참조점 설치 및 위치정보 취득을 위한 전문 기술 및 장비 투입 필요

○ 기존 측량방법 대비 정확도와 신뢰도가 낮음

○ 영상을 이용한 간접측량방법으로 관련 매개변수 및 분석방법에 따른 자료의 정확도, 신뢰도 분석 필요

□ 또한 이를 연계 활용하기 위해서는 다양한 기술 개발이 추가적으로 필요함

○ 드론을 활용한 녹조 상시 모니터링 및 전조 파악, 녹조 제거 등을 위해 인공위성 활용, 무인항공기 부착형 측정기기 개발, 영상기반 녹조감지 알고리즘 개발, 녹조 사전 제거 기술 등이 필요함

○ 드론을 활용한 다목적 댐 및 수중보 상시 모니터링 등을 위해 이동형 감지로봇, 이동형 수중로봇, 균열 감지 알고리즘, 현장기반 실시간 분석 등이 필요함

○ 드론을 활용한 위험 및 금지구역 상시 모니터링 등을 위해 탈·부착형 방송장비 및 샘플러 개발 등이 필요함

□ 그 외에도 통신기술 등 하드웨어, 소프트웨어적 측면 뿐만 아니라 제도적인 장벽 등을 해결해야 함

○ 현재 회전익 드론 통신은 인터넷 서비스가 불가능한 Radio Frequency(RF) 및 조정거리가 수백 m 이내인 Zig-Bee 등을 사용함에 따라 활용 범위가 제한적임

- 거리 한계를 극복하고 양방향 통신 및 제어가 가능하도록 국가 LTE망이나 통신사의 3G망을 활용하여 상황실에서 무인비행기를 제어할 수 있도록 개발되어야 함

○ 지금까지 수행된 연구 사업을 보면 대부분 드론을 사람이 조정하여 영상자료 등을 취득하고 있으나, 드론 조정이 쉽지 않아 현업에 쉽게 적용하기에는 편의성 측면에서 한계가 있음

- 스케줄링(Scheduling) 비행과 같이 현장에서 담당자가 GPS 측위 좌표를 기반으로 Point-To-Point 방식으로 운영하는 Way-Point 방식을 이용한 운항기술을 고려해야함

○ 최근 수행한 연구 사업을 보면 드론마다 특화된 측정장비를 달아 연구를 수행하였으며, 수자원 및 하천관리 분야에 적용하기 위해서는 다수의 비행체를 동시 운항하는 것이 필요할 것으로 판단됨

○ 드론에 장착할 측정장비는 비행과 미션을 분리하여 운영하고 사용할 수 있도록 탈·부착형 측정장비를 개발해야 함

- 드론에 장착할 각종 센서, 영상취득 카메라 및 수자원 하천조사 임무를 위한 조사장비와 취득한 자료, 영상들을 판독하여 수자원 하천 정보로서 질적 신뢰도를 확보 할 수 있는 각종 S/W가 시스템 일체로 활용되어야 함

○ 또한 특수 임무 장비로 수질자동측정용 다항목센서, 전자광학센서, IoT센서와 센서 Network, 하상 조사용 장비로서 Green Lidar 등 조사 및 모니터링 목적에 따라 신중하게 선택되어야 함

- 그러나, 대부분 이러한 특수 임무 수행 장비들은 개발 시 주어진 자연환경과 채택된 기술에 따라 다양한 성능과 가격차가 많음

- 더욱이 수자원 하천조사를 위한 무인기(드론)의 비행체 운용에 최적화된 S/W와 조사/취득된 영상과 디지털 자료의 판독 S/W들은 수자원 하천 전문가들의 고유한 연구개발 영역임

○ 드론 개발 측면에서 운항 시 발생할 장애에 대한 예방책으로 장애물 감지 및 회피 기술 등 사고방지 기술을 개발해야 하고 운항 측면에서는 피해보상 보험의 가입 등이 요구됨

○ 우리나라는 해안선이 길고, 계곡이 발달되어 있어 바람이 세기 때문에 드론 운항 관점에서 추락할 가능성이 높아 지속가능한 드론 운항을 위해서는 정비 및 수리를 위한 서비스가 필수적으로 요구됨

○ 무인기(드론)을 활용한 수자원 하천조사 고도화와 실용화를 위해서는 하천법, 항공법, 수문 수자원 국토조사관련법 및 국가와 지방정부상대로 한 계약법 등 법규의 개선과 현행 각 시행령, 시행 세칙, 행정 규정과 업무지침, 무인기(드론) 사업수행능력평가 기준과 대가 산정 기준 등 많은 부분이 개선되어야 함

- 또한 수질조사와 관련된 법과 수질조사분석 기준과 규정들은 대폭 정비 개선되어야 함

- 이중 시급히 개선해야 할 과제는 국가 및 지방 정부를 상대로 한 계약법관련사항과 드론사업수행 능력평가 기준과 대가산정기준 및 시범운용 평가 방법의 객관적 기준설정 등으로 관계 부처와 기관의 지속적인 법규 및 제도개선 노력이 필요함

□ 주로 군사용으로 개발되었던 멀티콥터 형태의 드론이 최근 다양한 분야에서 활용되고 있으며, 수자원 관리를 위해서도 시대적 흐름에 따라 드론과 관련된 다양한 연구가 진행되고 있음

○ 이수암 등(2015)은 UAV영상을 활용한 수변구조물의 DSM 생성 및 정확도 연구를 통해 지상 LiDAR와 같은 수준의 DSM 및 더욱 정확한 GCP 취득의 필요성을 제시함

○ 이용창(2015)은 회전익 UAS 영상기반 고밀도 측점자료의 위치 정확도 평가를 통해 ‘항공레이저측량 작업규정’ 제한 기준에는 약간 미흡하지만, 소규모지역을 대상으로 회전익 무인항공촬영시스템에 의한 정사영상 및 수치표고모델 제작의 가능성을 확인하였음

○ 이인수 등(2013)은 초경량 고정익무인항공기 사진측량기법의 정사영상 정확도 평가를 수행하였음

○ 이지훈 등(2012)은 UAV 기반 저고도멀티센서 사진측량 시스템의 캘리브레이션(calibration)을 위해서는 총 6개의 스트립(strip)으로 구성된 비행경로를 따라 획득된 데이터와 5점 이상의 지상기준점 정보가 필요함을 확인함

○ 반면 아직까지 드론 활용의 대부분은 항공영상 취득 및 분석기술 개발에 집중되어 있음

□ 드론의 경우 국토교통부 7대 신산업 분야에 포함됨으로써 향후 관련 기술개발이 본격화 될 전망임

○ 최근 드론 및 센서 기술의 괄목할 만한 성장으로 직접 계측을 대체하여 저비용 고효율의 원격탐사 기반 측정 기술을 적용할 수 있는 기반이 마련되고 있음

- 반면, 드론을 활용한 유속 및 수질 측정이 시도 중이나 아직 기초단계이며, 국토부 주관으로 하천구역 및 시설관리에 조사용 드론을 도입하고 있으나 촬영된 영상을 활용하는 응용 기술의 개발은 미비

- 미래창조부에서는 무인비행기 자체의 성능 향상에 초점을 둔 무인비행체 기술 개발을 추진하고 있어, 하천 분야에서의 드론시스템 활용성 개선을 위해서는 별도의 연구가 필요

- 국방기술품질원의 자료에 의하면 국내 무인항공기(UAV) 기술수준은 선진국(미국) 대비 84% 수준으로 파악됨

- 산업자원통상부의 자료에 의하면 종합 수준은 79.8%, 임무/운용 등에 대해서는 84.8%로 생각보다 높은 수준이나, 드론시스템의 하천·수자원 분야 적용은 아직 산발적으로 기술 개발이 시도되는 단계로 판단됨

<최고기술국 대비 주요국 기술수준 및 격차>

국가	기초연구 수준·격차			응용·개발연구 수준·격차			기술수준·격차		
	그룹	수준(%)	격차(년)	그룹	수준(%)	격차(년)	그룹	수준(%)	격차(년)
한국	추격	78.3	5.4	선도	82.0	4.2	선도	80.2	4.8
중국	추격	78.2	3.8	추격	77.9	3.6	추격	78.1	3.7
일본	추격	79.8	3.7	선도	80.2	3.3	추격	80.0	3.5
EU	선도	92.5	1.8	선도	94.9	1.5	선도	93.7	1.7
미국	최고	100.0	0.0	최고	100.0	0.0	최고	100.0	0.0

<우리나라의 연구주체별 기술수준>

대기업 기술수준			중소기업 기술수준			연구계 기술수준			학계 기술수준		
그룹	수준(%)	최고 기술국	그룹	수준(%)	최고 기술국	그룹	수준(%)	최고 기술국	그룹	수준(%)	최고 기술국
추격	76.5	미국	추격	68.0	미국	추격	76.8	미국	추격	76.0	미국

○ 초분광 영상을 활용한 수심 및 하상재료 측정 기술은 미국 등 선진국을 중심으로 최근 활발하게 개발되고 있으나 국내 연구개발은 매우 저조한 실정임

○ 기존 위성/유인 항공기 탑재 초분광 영상 획득이 초분광 센서의 소형화로 드론 탑재가 가능할 정도로 진화하여 본 기술의 하천 적용 가능성이 매우 높음

□ 드론은 유통업계에서 주목받고 있으며, 향후 다양한 분야의 활용가능성이 확대되고 있음

○ 미국 최대 인터넷 쇼핑몰인 아마존은 날개가 8개 달린 무인기를 자체개발하여, 물류센터 부근 10마일(16 km)이내에 5파운드(2.27 kg)이하 물건의 배달이 가능한 것으로 밝히고 있음

○ 물류회사 UPS도 소형 무인기를 활용한 배송시스템을 시험하고 있으며, 향후 드론으로 자체 물류센터에서 물건을 나르는 단계까지 고려하고 있음

□ 국외에서는 방수 및 Floating 기능을 가진 전문 드론과 드론 탑재형 소형 계측센서를 개발하여 하천조사를 위해 시범 적용 중이나, 국내는 시작 단계로 기술 개발 촉진을 위한 계기가 필요함

○ 향후 불확실한 하천환경 변화에 능동적으로 대처하기 위해 하천정보를 시공간적으로 관측하고 모니터링 할 수 있는 하천 기반 드론 활용 기술 개발이 필요

- 이를 위해 극심한 기온 변화, 강풍, 강우에 노출되는 운용 조건을 고려한 4계절 전천후 하천 적합형 전문 드론 및 탑재 센서의 개발이 필요

○ 유럽, 미국에서는 하천 고정밀도 DEM(DSM) 자료를 구축하여 하천 모델링을 위한 기초자료로 활용하고 있음

- 3D 자료를 이용한 하상변동조사 및 분석을 시행 중으로, 국내의 경우에도 이미 관련 기술을 도입하고 있으나 외국 기술에 의존하며 기술 종속이 심화

○ 국외에서는 드론 이동 영상/고해상도 이미지 기반 표면유속 산정, 조류 이동 및 수질 변화에 대한 연구가 활발히 연구 중임

- 미국을 중심으로 드론 탑재 초분광 영상(Hyperspectral Imagery)을 활용하여 하천환경, 녹조 등의 효율적인 통합 조사가 가능한 기초 연구를 진행

□ 하천분야에 세계 최초 드론 통합 활용·운영 및 국가 차원의 신기술 개발 지원을 통해 글로벌 스마트하천 패러다임 변화 주도가 필요함

○ 드론의 하천 활용을 위한 하천 하도 기준의 항로 지정, 악천후 대비 비상관제, 자동항법, 지상 기지국, 자료 실시간 송수신망 확충 등 운영 인프라 구축에 대한 기술 개발이 필요함

○ 대상 하천 드론 및 드론 계측 자료의 정확도 및 활용성 검증을 위한 복합하천 드론 기술 검증센터의 활성화가 필요함

3. 선행 연구 내용 및 결과

가. 내외수 연계 도시 침수 저감 능력향상 기술 연구단

□ 개 요

- 연구기간 : 2013.06.~2018.6.
- 예산 : 7,481 백만 원 (정부출연금)
- 주관연구기관 : 서울시립대학교 산학협력단
- 주요내용 : 도시침수피해를 예방하기 위한 최적 배수시스템 운영 기술 개발

□ 주요 연구 내용 및 결과

- 국토교통부(2008)의 “치수평가 시스템 구축 연구”에는 기존의 선과 점 개념의 1차원적인 치수 대책을 지양하고 면과 양 개념의 2차원적 치수 대책의 수립을 위한 치수 대책의 평가 시스템 구축을 위한 구체적인 기준을 제시함
- 우수관거 설계 및 저류시설에 관한 기초적인 연구로 실무에 적용 가능한 요소 기술들을 보유하고 있으나 최근 국지성 집중호우로 인한 내수배제 불량으로 도시내수침수 피해가 증가하고 있어 내수배제 및 저류 능력 향상을 위한 우수관거 연계 저류 시스템이 필요함
- 우수관거 설계 기술은 도시홍수재해관리기술과 차세대홍수방어기술의 연구사업을 통하여 기초적인 연구가 많이 진행되어 실무에 직접적인 활용이 가능한 관거 시설의 요소 기술을 보유하고 있으나 최근 국지성 집중호우로 인한 도심지의 침수피해의 증가로 인하여 기존 관거 시설의 설계 빈도 상향으로 인하여 기 개발된 시설별 설계 개선의 필요함
- 이상기후에 대비한 시설기준 강화 연구단에서는 극한 재해에 대비한 시설기준의 제정으로 피해액 30% 절감을 위해 이상기후에 대비한 제기준의 상향조정 및 특별기준 제정, 기존 시설정비(안)을 제시하고 기전 시설물의 유지관리기준을 제시하였으며, 기준 상향조정에 따른 경제성 평가에 의한 투자효과 분석방안을 제시하였으나 수공구조물 설계기법에서 불확실성을 고려한 해석은 이루어지지 않고 위험도 해석 개념의 분석이 결여됨
- 차세대홍수방어기술개발 연구단은 이상기후로 인한 홍수피해를 절감시키기 위해 IT/ST기술을 적용한 첨단 실시간 홍수예보 관리 시스템 개발을 목적으로 추진되었으며, 미래 환경 변화에 따른 홍수대응기술 개발은 기후변화에 따른 환경변화에 대응하기 위하여 홍수정보 영상화 및 전달기술개발, 위성활용 실시간 홍수 상황 통제 시스템 개발 등을 추진할 계획으로 주로 하천의 홍수방어능력 개선을 연구가 진행됨

○ 내외수 연계 도시침수저감 능력향상 기술 연구단 에서는 2020년 이후 내외수 연계 도시 침수저감 능력향상 기술 연구 추진에 의한 연간 침수면적 및 홍수 피해액 절감을 목표로, 내외수 연계 홍수위험 및 침수예측 선진화 기술 개발, 내배수시설의 성능 개선 및 설계 선진화 기술 개발, 내배수 시스템 최적운영 기술개발 등 내수와 외수의 연계에 의한 구조적 비구조적 홍수방어 방안에 대한 연구가 진행 중 임

○ 기존 연구과제에서는 우수관거 및 저류지 등 개별 내배수시설의 성능 향상과 관련한 연구가 진행되었으나, 설계용량을 초과한 기습적인 집중호우로 인한 내배수시설의 설계빈도 향상 및 설계기준이 강화되고 있으므로, 시설간 연계 및 기습적 강우에 의한 단시간 유출의 집중을 해소 할 수 있는 연구가 필요함

○ 선행 연구들을 통해 우수관거 설계 기술의 기초적인 연구가 많이 진행되어 실무에 활용 가능한 수준의 기술을 보유하고 있으나 국지성 집중호우에 의한 도심지 침수피해가 증가하는 추세로, 기존 관거의 설계 빈도 향상 및 기개발된 시설별 설계기법의 개선을 위한 연구가 필요함

○ 최근 발생한 내수 침수에 대한 피해 분석과 대책 방안에 대한 연구와 논문이 발표되었으며, 위험지역 산정을 위한 연구가 활발히 조사되었고 내수 침수 저감을 위한 배수시스템의 효율을 개선하고 최적의 설계방안을 위한 논문이 발표되었으나, 내수와 외수의 연계에 의한 피해 분석 및 저감 분석 등 내외수 연계에 관한 연구가 부족함

○ 우리나라의 홍수위험도 평가는 과거 자료를 바탕으로 한 수문학적 안정성을 검토하는 것이 일반적이었으며, 표본 오차, 측정 오차를 수반하고 있음에도 이러한 자료의 특성을 고려하지 못한 해석을 기본으로 하고 있어 불확실성을 고려한 연구가 필요함

○ 국내의 경우 내수배제계획에 대한 설계기준은 이루어져 있으나, 위험지역의 특성의 반영은 미흡한 수준이며, 외수 하천과 내수배제시설의 설계홍수량이 상이하고, 설계수문량 산정기법은 하천을 기준으로 작성되어 있어 내수에 직접 반영하기에는 한계가 존재

나. 능동형 하천정보 운영을 통한 다차원 하천관리체계 구축 및 활용기술 개발 연구단

□ 개요

○ 연구기간 : ‘16.9.~’ 21.9.

○ 예산 : 19,195백만 원

○ 주관연구기관 : 한국건설기술연구원

○ 주요내용 : 능동형 하천정보 운영을 기반으로 전국단위 통합 하천관리체계 구축 및 활용기술 개발

□ 주요 연구 내용 및 결과

○ 연평균(‘13~’ 16) 1조1천억 원의 하천사업이 진행 중에 있으나 사업에 대한 체계적인 평가/관리 기술이 미흡하여 예산투입의 효율성 증대를 위해 하천환경평가의 전문성, 객관성을 확보할 수 있는 부처간 통합적인 하천환경평가지표가 필요함

○ 홍수의 영향을 받는 하천 인근지역의 여건(토지이용현황, 인구변동, 자산 변동)이 월 또는 연단위로 변경되고 있으나 변동이력에 대한 관리와 타 정보와의 연계성이 부족하여 체계적인 사업계획 수립을 위해 정보의 정확도, 일관성 향상이 필요함

○ 현재 하천정보는 국가하천과 지방하천 등 하천등급과 관계 기관별로 분산, 관리되고 있어서 전국하천의 통합적인 관리와 표준화된 통합하천관리 정보체계의 구축 및 생애주기별(설계, 시공, 준공, 유지관리) 하천시설물정보 구축과 시설물 이력관리가 필요함

○ 하천변을 이용하는 레저인구가 크게 증가함에 따라 친수정보를 포함한 하천정보의 사회적 수요가 급증하고 있어 대국민 하천정보서비스 구축이 필요함

○ 본 연구의 주요 내용으로는 수자원, 기상, 방재, 환경, 국토지반, 하천시설물 등의 하천 통합정보를 기반으로 하천 관리자, 관련연구자, 국민 등 수요자가 재해평가 및 관리 의사결정, 하천활용, 유지관리 등을 수행할 수 있는 평가 및 관리 기술 개발임

○ 이를 통해 다양한 수요자 요구수준을 만족시키기에는 부족했던 현행 수자원 정보시스템을 첨단 ICT 기술(3D GIS, 가상/증강/복합 현실 등)을 활용한 차세대 통합시스템으로 개발 하고자 함

○ 국가기본공간정보 표준 프레임과 연계한 다차원 하천공간정보의 표준을 개발, 표준에 맞는 전국단위의 통합하천 DB구축 및 DB관리/운영기술 개발, 개방형 클라우드 플랫폼을 통한 다차원 하천공간정보활용 및 공유체계 수립 등이 있음

○ 중앙, 지자체, 민간회사 및 국민 등 다양한 수요처 요구에 능동적으로 대응할 수 있는 국가 하천공간정보 체계로 활용이 가능하고 하천시설에 생애주기관리기술을 적용하여 하천관리 업무의 효율화로 자원의 낭비를 막고 SOC 투자비용의 절감효과를 기대할 수 있음

○ 전국단위 하천공간정보의 표준화 및 통합과 수자원 DB연계를 통해 하천정보관련 시스템의 관리 및 행정의 일원화가 가능해져 하천관리업무의 정확성 및 효율성이 증대될 것으로 기대됨

○ 제내지로 확장한 하천공간의 치수 및 환경기능 평가기술 개발로 치수사업 평가 및 투자 우선순위를 평가할 수 있는 기술 개발. 정량화된 하천환경/친수 평가기술 개발로 전단위 면개념 친수진단예측 플랫폼 구축을 목표함

○ Big Data를 활용한 치수위험 네트워크 모형 구축 및 알고리즘을 개발하고 Bayesian 네트워크 기반 치수 위험도 평가모형 개발

○ 하천이용확대를 위한 친수정보 생산기술을 친수공간이용지표, 친수정보기반 하천사업 의사결정시스템, 사용자 중심 하천친수 편의 및 안전정보 제공기술 제시를 통해 개발하고자 함

○ 하천시설물의 생애주기 관리 기술을 근간으로 하천시설의 공간적 통합관리 기술을 개발하고 하천시설물 정보 관리체계 수립 및 법제도 개선안을 도출하고자 함

○ 하천, 하상, 시설물 정보 융합을 위한 저비용 이동형 3차원 기반 하천공간정보 구축기술을 개발하고자 함

○ Suitable 3D 기반 사용자 맞춤형 3차원 하천정보 제공 기술을 개발하여 3차원 하천정보시스템 표출 개발의 플랫폼 기술 개발

○ 복합현실(MR) 기술을 활용하여 위치기반 하천정보 시각화 기술을 개발하고 하천공간정보 활용 시나리오를 구축하여 다양한 시나리오 별 하천의 실질적인 변화를 감지하고 적합한 의사결정 보조하고자 함

○ 다차원 하천정보 제공을 위한 개방형 클라우드 플랫폼 구현 기술을 개발하고, 이를 근간으로 다차원 하천정보를 표준화하며 DB 구축 및 운영 기술을 개발하고자 함

다. 하천구조체를 활용한 하천 내 녹조 관리기술 개발 연구단

□ 개요

○ 연구기간 : ‘15.7.~’19.3.

○ 예산 : 6,179백만 원

○ 주관연구기관 : 한국건설기술연구원

○ 주요내용 : 하천 구조체를 활용한 하천 내 녹조관리 기술 개발

□ 주요 연구 내용 및 결과

○ 기존 물리·화학적 호소 및 하천 조류제거 기술의 실제 적용에 있어서 소규모 연못/저수지 등에서는 저감 효과에 대해서 확인 할 수 있었으나, 실증 플랜트의 규모가 작아 현재 문제가 되는 4대강 및 호수와 같은 대규모 지역에 대한 적용 시 저감 효과에 대한 증명자료가 부족함

○ 현재 국내 조류 감시·제거·관리 기술은 개별적 단위기술 위주로 통합관리기술이 부족한 실정이며, 개별 기술들을 구성하는 원천 기술의 국산화율이 낮은 상태에서 국내 적용을 통한 문제 해결에만 초점을 맞추고 있으며 지속가능한 발전을 위해 조류를 활용한 에너지·유용물질 생산과 관련하여 다양한 연구가 진행되어 있으나, 해외와 같이 대량 생산을 위한 실증연구가 부족한 상황임

○ 조류의 문제를 논의하기 위해 2년 마다 40여 개국 500여명의 과학자들이 참석하여 국제 적조회의를 열어 적조, 녹조, 조류독소 그리고 생태계 교란에 관한 문제를 논의하고 있음

○ 독일의 경우 1970년대부터 근자연형 하천공법이 시작되었으며, 새로운 하천사업이나 정비된 기존하천의 복원사업을 수행하고 있음. 특히, 기존의 저수로를 과감히 제거하고, 하천 스스로가 움직일 수 있도록 변동을 허용하여 공간을 부여함으로써 새로운 하천복원의 지표를 여는 등 많은 노력을 기울이고 있음

○ 영국은 1989년 이후 환경청(Environment Agency)이 하천유역 통합관리를 담당하여 하천복원과 하천치수사업에서 환경을 고려한 자연형 하천계획 등을 수행하고 있음. 또한 그 동안 축적한 하천수변조사(RCS) 기술력을 기반으로 최근 RHS(River Habitat Survey) 기법 개발 프로그램을 통해 자연생태계 조사방법을 수치화하여 전국 하천조사에 사용하고 있음 (DEFRA/EA/SNIFFER, 2005)

○ 미국은 1960년대 홍수터를 이용한 하천 생태계의 보전 및 복원에 집중하여 수자원 개발법과 홍수터 관리법 등을 통해 홍수피해 저감 및 하천생태계 보전을 도모하고 있는데, 유역개념에서 하천생태계가 유사거동과 밀접한 관계에 있다고 판단하고 중점적으로 관리하고 있음

- 그 결과물로서 1998년말 정부와 자치단체 공동으로 수변복원 원리, 과정, 실무라는 지침서를 발간하였고, 워싱턴주에서는 하천공간에서의 서식처 복원을 위한 Stream Habitat Restoration Guidlines(2004)을 제시하였음

○ 일본의 경우 1982년부터 하천환경관리 기본계획이 전국 하천으로 확대 적용되어 하천수변국세조사를 통한 하천생태계 보전개념의 하천정비사업을 시행하고 있으며, 실제 하천과 가까운 실험 시설인 자연공생연구센터의 설립·운영을 통해 하천과 호수의 자연환경 보전·복원을 위한 기초적·응용적 연구를 실시하여 그 결과를 널리 보급하는 한편, 친환경 하천분야의 세계시장 선점을 주도하고 있음

○ 현재의 국내 기술은 요소기술 위주로 개발되었으며, 급변하는 환경변화에 대처가 어렵고 각 요소기술의 단점을 상쇄시키지 못하여 경제적, 사회적 측면에 문제점이 발생되었음. 또한 개발 기술에 대한 과학적 검증이 미흡하여 신뢰도가 떨어짐

○ 본 연구의 목적은 수변공간 및 구조체를 활용한 오염물질 저감 및 차단 유복합 기술을 개발하고, 해당하는 각 요소기술들을 하나의 통합적 시스템으로 관리할 수 있는 융복합 기술을 개발하는 것이며, 이러한 기술은 하천 오염물질 처리능력을 향상시킴과 동시에 하천 환경의 변화에 따른 녹조 문제 대응이 가능함

라. 첨단기술기반 하천운영 및 관리 선진화 연구단

□ 개요

○ 연구기간 : ‘11.12.~‘17.6.

○ 예산 : 25,016백만 원

○ 주관연구기관 : 서울대학교 산학협력단

○ 주요내용 : 변화되는 하천환경에 적합한 통합 하천관리기술개발

□ 주요 연구 내용 및 결과

○ 친수시설의 안정성 평가지수를 개발하여 수재해에 따른 친수시설의 유지관리 보수를 수행할 수 있는 기법을 정립하였고 친수활동지수 개발을 통해 친수공간의 조성과 활용성에 대한 방법론을 제시하고 테스트베드를 통해 시범적용 하였으나 다양한 친수시설에 대한 적용성 검토가 필요하고 하천 주변부 정보와 연계한 친수활동지수의 확장이 필요함

○ 다기능보 배사 시나리오별 장기퇴적 및 배사양상 예측을 수치모형 및 실험을 통해 구현하였으나, 수재해 시 다기능보의 안전 및 침식 양상 예측에는 한계가 있음

○ 토사유출 및 유역 침식을 고려한 하도 안정화를 유역의 관점에서 모의하고 분석할 수 있는 모형을 개발하고 시범적용 하였음. 유출 특성이 상이한 다양한 유형의 유역에 적용하고 토사를 통합 관리할 수 있는 틀을 제공하는 데는 한계가 있음

- 특히, 수재해 극한 상황에서의 토사유출 양상과 하도의 영향성을 추가적으로 연구할 필요가 있음

○ 홍수 시 강한 유수력으로 인한 다기능보 물받이공 및 하상보호공의 적정 설계 요건을 검토하여 하천설계기준에 반영을 검토함. 다양한 다기능보의 형상과 하상보호공의 종류 등을 복합적으로 고려하는 데는 한계가 있음

○ 실내외 겸용 휴대용 초음파 유속계 및 휴대용 스마트 표면영상유속계를 개발하여 평수기 및 홍수기 유량을 효율적으로 측정할 수 있는 장비를 개발하였으나 측정 정확도의 개선 및 홍수기 활용성에 대한 검토가 필요함

- 기존, 재래식 관측 기법을 개선하고 국내 기술로 초음파 및 영상을 활용한 유속측정 방식을 개발함으로써 향후 하천조사 센서 개발의 선행 사례가 될 수 있음

○ Smart River 정보관리 기술개발, 하천정보 표준화 및 지능형 하천정보 제공 시스템을 개발하여 향후 하천 정보의 효율적 유지관리를 위한 WAMIS 및 RIMGIS 개선 시 선행 연구로 활용될 수 있음

○ 기존 표준화되지 않은 확률홍수량 산정 문제점을 재선하고 표준화한 산정 절차를 제시하고 선진화된 수리/수문 모형 기법들을 연구하여 미계측 유역의 신뢰성 있는 홍수량 산정 기법을 제시함

○ 외부환경변화에 따른 하천수량 정량화 기술, 하천유량 관리 고도화 기술, 탄력적 하천수량 확보 및 관리 기술을 개발하여 가뭄 등 재해 시 하천수의 이용 방안 수립에 선행 연구로 활용될 것으로 판단됨

2절. 기술분류 및 내용

1. ICT 기술 연계 스마트 하천 융복합 관리기술분야

<ICT 기술 연계 스마트 하천 융복합 관리기술분야 기술분류 체계도(안)>

대분류		중분류		소분류	
1	첨단센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술 (취득)	1-1	첨단센서 개발 기술	1-1-1	하천수리량 측정을 위한 초음파/전자파/초분광/영상/라이다 센서 개발
				1-1-2	지리정보/IoT 망 기반 센싱 결과 융합/처리기술
		1-2	첨단센서 활용 기술	1-2-1	각각 위성/드론/지상/수중 계측센서를 활용할 수 있는 기술
				1-2-2	계측 표준화 기술
				1-2-3	이기종 센서 융합 기술
		1-3	로봇 활용 기술	1-3-1	하천탐사용 로봇 개발 및 운영기술
				1-3-2	하천탐사용 군집로봇 개발 및 운영기술
		1-4	무인기체 활용 기술	1-4-1	하천탐사용 UAV(드론) 개발 및 운영기술
				1-4-2	하천탐사용 UGV(지상이동기체) 개발 및 운영기술
				1-4-3	하천탐사용 USV(자율형보트) 개발 및 운영기술
				1-4-4	하천탐사용 UUV(수중이동기체) 개발 및 운영기술
2	초연결 IoT 기반 수리/수문/환경 계측 네트워크 구축 기술 (전송)	2-1	IoT기반 센서모니터링 기술	2-1-1	IoT 기반 복합센싱 기술
				2-1-2	IoT 기반 능동형 수리/수문/환경 계측기술
		2-2	IoT기반 수리시설물 관리기술	2-2-1	CPS(사이버 물리 시스템)기반 하천시설물 제어기술
				2-2-2	M2M(Machine to Machine) 기반 관측소간 계측정보 상호운용 기술
3	빅데이터 기반 정보 관리 및 공급 기술 (정보화)	3-1	빅데이터 기반 하천정보 관리기술	3-1-1	하천정보 빅데이터화를 위한 정보수집 및 분석기술
				3-1-2	클라우드 기반 하천정보 공유 및 활용기술
				3-1-3	AR/VR 기반 하천정보 구축 및 표출기술
		3-2	지식기반 물정보서비스 생산 및 분석기술	3-2-1	지식기반 물정보 생산을 위한 빅데이터 딥러닝 기술
				3-2-2	안심생활 서비스 제공을 위한 물콘텐츠 생산기술
				3-2-3	국민참여형 정보서비스 구현을 위한 서비스 플랫폼 구축 기술
4	융복합적 하천 해석 기술 (해석) - '복합수재해/적응적 하천관리'와 연계	4-1	물리모델 기반 수재해 대응(홍수/가뭄 등) 및 이수 기술	4-1-1	물리모델 기반 홍수/가뭄 등 수재해 대응 기술
				4-1-2	물리모델 기반 용수/친수 등 이수 기술
				4-1-3	물리모델 기반 하천환경 및 수질변화 해석 기술
				4-1-4	물리모델 기반 하천시설 관리 최적화 기술
		4-2	인공지능 기반 수재해 대응(홍수/가뭄 등) 및 이수 기술	4-2-1	인공지능 기반 홍수/가뭄 등 수재해 대응 기술
				4-2-2	인공지능 기반 용수/친수 등 이수 기술
				4-2-3	인공지능 기반 하천환경 및 수질변화 해석 기술
				4-2-4	인공지능 기반 하천시설 관리 최적화 기술
5	원격제어 기반 지능형 하천관리 및 예측 (하천관리) - '복합수재해/적응적 하천관리'와 연계	5-1	지능형 하천 모니터링 및 수문조사 시설 원격 관리/제어시스템	5-1-1	하천 모니터링 및 수문조사 지능화기술
				5-1-2	하천 모니터링 및 수문조사 시설 원격 관리/제어시스템
		5-2	지능형 하천친수시설 원격 관리/제어시스템	5-2-1	하천친수시설관리 지능화기술
				5-2-2	하천친수시설 원격 관리/제어시스템

2. 하천조사 최적화 드론시스템 및 첨단 계측 핵심기술

<하천조사 최적화 드론시스템 및 첨단 계측 핵심기술분야 기술분류 체계도(안)>

대분류		중분류		소분류	
1	스마트 하천관리 최적화 드론시스템 및 운영 기술	1-1	하천조사 최적화 드론시스템 개선 기술	1-1-1	하천 물리환경/조건을 고려한 드론 기체 개선(수상 및 수중 이동 고려) 기술
				1-1-2	하천 계측/조사 성능 향상을 위한 드론 탑재 기구적 하천 계측 장비/메커니즘 개발
				1-1-3	악천후 비행성능 개선 및 하천수문조사 최적화 비행 기술
				1-1-4	하천 물리환경/조건을 고려한 드론 정보 실시간 전송 기술
				1-1-5	인공지능 기반 하천조사 드론 원격제어 기술
		1-2	하천조사 최적화 드론 적용 전문 센서 개발	1-2-1	드론 탑재형 초소형 하상 측정 LiDAR 개발
				1-2-2	드론 탑재형 초소형/초경량 초분광 계측 센서 개발
				1-2-3	드론 탑재형 초경량 유속/유량 ,수질 , 조류 계측 전문 센서 개발
				1-2-4	이종센서 융합에 의한 드론 탑재형 하천 계측 분석 장비/기구 최적화 기술
2	드론을 이용한 하천공간 및 특성 정보 스마트 조사 분석 기술	2-1	드론 계측 기반 모니터링 기술	2-1-1	고정밀 드론 계측 정보 이용 3 차원 육상·수중 통합 하천공간정보(식생, 토지 이용, 댐, 하천시설 포함) 생성 및 분석 기술
				2-1-2	드론 계측 시계열 자료를 이용한 하상 및 수위 변동 모니터링 기술
				2-1-3	드론 계측 기반 유량(유속 포함) 모니터링 기술
				2-1-4	드론 계측 기반 하천환경(조류, 수질) 모니터링 기술
				2-1-5	드론 계측 기반 하천생태(식생, 어류, 서식지) 모니터링 기술
		2-2	드론 계측 기반 하천정보 예측 기술	2-2-1	드론 계측 시계열 자료를 이용한 하상 및 수위 변동 예측 기술
				2-2-2	드론 계측 기반 고정확도 유속/유량 예측 기술
				2-2-3	드론 계측 기반 고정확도 하천환경(조류/수질) 변화 예측 기술
				2-2-4	드론 계측 기반 고정확도 하천생태(식생, 어류, 서식지) 변화 예측 기술
3	드론 및 첨단 계측 센서 연계 재해피해 조사 및 분석 기술	3-1	재해피해 조사 및 분석 기술	3-1-1	Crisis Mapping 기반 스마트 홍수/가뭄피해 조사 기술
				3-1-2	드론 계측 스마트 센서 연계 홍수/가뭄 모니터링 기술
				3-1-3	영상 /AR/MR 기반 흔적수위, 하천 홍수/가뭄피해 자동인식/분석 기술
				3-1-4	재난재해(홍수, 환경사고) 이상 징후 자동탐지 및 정보 전송·분석 기술
4	(스마트 하천관리를 위한) 하천조사 전문 드론 기술 검증 및 법제화	4-1	드론 기술 검증 및 법제화 방안	4-1-1	드론 계측 기반 댐 방류 맞춤형 위기대응 재난재해 예경보 시스템 개발
				4-1-2	드론 운영 테스트베드 구축 , 운영 서비스 품질 검증 방안
				4-1-3	사물인터넷 및 정밀위치 기반 드론 운영 네트워크 기술
				4-1-4	하천드론 운용 규정 검토 및 법제화 지원

제2장 국내외 동향 및 환경 분석

1절. 국내외 정책동향

1. 국외 정책 동향

□ 미국은 2016년 6월 21일 상업용 드론 운행규정인 소형 무인항공기 규정(The Small unmanned Aircraft Regulations)1 을 새롭게 확정하여 발표함

○ 미국 교통부(DOT)와 산하 연방항공청(FAA)에 따르면 상업용 드론의 운행규정을 확정하고 8월말에 발효될 예정이라고 밝힘

○ 상업용 드론 운행규정이 발효되면 기업과 정부가 상품 배달, 정보 수집, 재해 구호 등 목적으로 평소에 드론을 사용할 수 있게 될 것으로 기대됨

- 이번 상업용 드론 운행 규정에 따르면 무게가 55파운드(25 kg) 미만인 취미 외의 목적을 수행하는 무인기에 적용되며, 무인기 조종사는 만 16세 이상으로 소형 UAS를 조종할 수 있는 원격 조종사 면허를 본인이 보유하고 있거나 혹은 그런 면허를 보유한 이로부터 직접 감독을 의무적으로 받아야 함

- 모든 드론이 조종사의 시야 안에 있어야 하고 조종사는 보조 장치의 도움 없이도 드론을 볼 수 있어야 한다고 규정함

- 새로운 규정은 또한 드론의 속도를 시속 100마일(mph), 고도는 400피트로 제한했음

- 이외에도 드론은 '보호받지 못하는 사람들(unprotected people)' 의 머리 위로 날 수 없도록 해서 이 규정으로 인해 상업용 드론은 일반 가정집 위로 날 수 없을 것으로 보임

□ 2015년 12월 미 연방항공청(FAA)이 12월 21일부터 드론 등록제를 시행함

○ 새로 도입되는 드론 등록제는 0.5파운드(25 g) 이상, 55파운드(약 25 kg, 카메라 등 적재 물건 포함) 미만의 소형 드론(sUAV)을 대상으로 실시

- FAA는 드론을 등록하는 웹사이트를 운영하고 있음

- 새로운 드론을 구입하거나 2015년 12월 21일 이후 드론을 구입하면 야외에서 드론 사용 전에 반드시 등록해야 하고 현재 드론을 보유하고 있다면 늦어도 2016년 2월 19일 이전에 등록을 마쳐야함

□ 오바마 행정부는 2015년 2월 개인정보와 시민권을 보장하면서도 관련 산업의 경쟁을 촉진할 수 있는 드론 관련 제도개선을 시작하여 드론의 안전한 활용을 위한 소형무인기 규정안 제안 공고가 2015년 2월 연방항공청에서 발표됨

○ 규정에는 소형무인기 운영에 관한 세부기준이 구체적으로 제시됨

- 무게의 제한, 운영 시간의 제한, 비행고도의 제한, 속도의 제한 등 운영제한과 조종사 자격 취득과 자격을 명시한 조종사 인증 및 책임을 비롯해 항공기 요구사항, 항공기 모델 등의 내용이 포함되었음

□ 2016년 5월 '로보허브'는 유럽연합(EU)이 드론·위성 등 테크놀로지를 활용한 재난 대응 기술 개발을 적극 추진하고 있다고 보도함

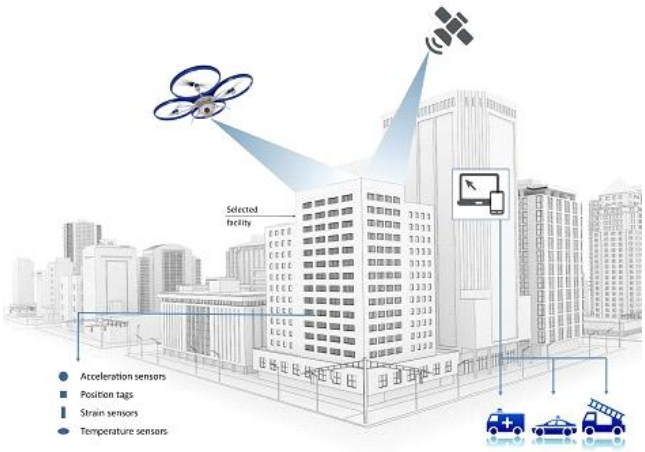
○ 현재 EU가 자금을 지원해 진행 중인 재난 대응 기술 개발 프로젝트는 리코나스(RECONASS), 5-라이브스(Lives), 'AF-3' 등이 대표적임

○ 리코나스 프로젝트는 드론과 위성 기술을 활용해 재난 현장을 공중에서 조망하고 위치, 파손 정도 등을 정확하게 파악할 수 있는 시스템을 개발하는 것임

- 신축 건물이나 재건축 빌딩 내무 곳곳에 압력, 온도, 가속 센서 등과 함께 무선 위치 태그를 심어 놓고 화재 등 재난이 발생하면 드론이 건물 주변을 비행하면서 센서와 무선 위치 태그를 스캐닝해 정확한 사고 지점, 붕괴 위험 등을 파악할 수 있음

- 드론이 확인한 3D 이미지는 위성에서 송신하는 데이터, 지상에서 확인한 데이터와 합쳐져 재난 현장의 정확한 실태를 파악할 수 있도록 함

- 2016년 하반기 스웨덴에 3층짜리 모형 빌딩을 만들어 테스트를 진행할 계획임



<RECONASS 프로젝트 개념도>
자료 : RECONASS 홈페이지

□ ‘5-라이브스’ 프로젝트는 새롭게 출범한 글로벌 내비게이션 위성 시스템인 ‘GNSS(Galileo Global Navigation Satellite System)’와 유럽 정지궤도 내비게이션 서비스인 ’EGNOSiEuropean Geostationary NavigationOverlay Service)’를 활용해 시스템을 구축하여 GNSS 위성에서 수신한 정보를 EGNOS 데이터로 보완해 보다 정확한 위치 정보를 얻음

○ 이 시스템은 헬레콥터 조종사들에게 악천후에도 정확한 위치 정보를 제공하고 사람 대신 드론이 수색 구조 활동을 펼칠 수 있도록 지원하는 데 목표를 두고 있음

- 헬레콥터 조종사들은 악천후에는 사고 현장에 접근하기 힘들고 야간에는 시야가 확보되지 않아 구조 작전을 벌이기 쉽지 않지만, 5-라이브스 프로젝트는 GNSS와 EGNOS 정보를 활용해 정확한 위치를 확인할 수 있으며 카메라를 탑재한 드론을 띄워 악천후에도 실종자 수색 등 업무가 가능하도록 해줌

□ AF3(Advanced Forest Fire Fighting) 프로젝트는 빠른 속도로 번져가는 대형 산불이나 화재에 대처하기 위한 기술 개발을 추진하고 있음

○ AF3 프로젝트는 최근 빈도가 높아지고 있는 대형 산불에 효과적으로 대처하는데 목표를 두고 있으며 소방시스템의 로지스틱과 기술을 한 차원 높임

- 연기나 열기 때문에 소방수나 헬기가 접근하기 힘든 곳에서 진화 물질로 만들어진 알갱이를 공중 살포하는 방식으로, 이들 프로젝트를 통해 EU는 대형 재난에 효과적으로 대처하겠다는 계획임

□ 유럽 집행위원회(EC)는 민간용 드론의 사용이 늘어나는 상황에 맞추어 통합 규제 기준을 만들기로 결정함

○ EC는 2015년 중으로 드론의 영향 평가를 끝낸 다음 규제를 위한 최선의 방안을 마련하고 2016년 초안을 발표할 계획임

○ 본 규제안은 원격조종항공기시스템의 안전을 담보하기 위한 지침과 개인정보 보호 등의 문제를 포함할 예정인 것으로 알려짐

□ 유럽연합은 비전 2020이라는 이름으로 민간영역 드론 산업 육성을 위한 규제 정책 및 진흥 정책을 2014년 9월부터 진행 중에 있음

○ 2010년 이후 유럽 민간 드론산업은 폭발적인 성장을 기록하고 있음

○ 프랑스의 경우 2012년 민간영역 드론 사업자가 86개 수준이었으나 2014년 431개로 증가하였음

- 프랑스의 델에어-테크는 석유수송 파이프라인을 점검하고 감시하는 장거리 드론을 개발하여 시장에 선보이고 있음

○ 덴마크 항공시스템의 경우 농업 및 광물탐사 전용 드론을 생산하며 유럽을 넘어 시장을 확대하고 있고, 2014년 기준 유럽연합지역에 민간드론기업은 1,000개를 넘어서고 있음

○ 유럽연합 규제기관인 유럽항공안전국이 발표한 '비전 2020'은,, 항공 관련 규제 정책의 혁신 필요성을 담고 있을 뿐 아니라 '위험 카테고리(risk category)'에 따라 3개의 드론 영역을 구별하고 영역별 차별화된 규제정책을 제시하고 있음

□ 일본 국희는 국토교통성을 비롯해 주요 관계부처가 참여하는 연락회의를 개설하고 드론법 제정 논의를 본격화함

○ 특히 여당측은 민간드론에 대한 경비를 강화하는 데 초점을 맞춘 신속한 법규 마련이 필요하다는 입장임

○ 일본은 드론을 국가 전략산업으로 지정하고 드론을 활용한 배송 서비스의 상용화를 위해 관련 규제 정비에 들어갔으며, 지바시를 드론특구로 지정하고 시범사업 진행 중

- 최근 IT 업계의 화두로 부상한 드론은 이미 일본에서는 민간 산업용으로 보급이 확산되고 있지만, 동시에 시가지에서 종종 추락사고가 발생하는 등 안전 문제도 끊이지 않는 실정임

- 이에 항공법 개정과 관련해 드론 운용과 관련된 각종 법제도에 대한 검토에도 집중하고 있음

□ 2015년 12월 일본 정부가 도쿄와 접한 수도권 도시 치바(千葉)시를 국가 전략 특구로 지정하고 드론을 사용한 택배를 허용하기로 했다고 발표함

○ 그동안 아마존 등 일부 기업이 드론 택배를 시범적으로 운용하였지만 아직 사업화하지는 않았음

○ 하지만 일본 정부가 이번에 드론 택배를 허용함에 따라 일본이 드론 택배 상용화의 첫걸음을 내디디게 되었음

□ 일본 정부는 현재 공항과 항공로를 제외한 대부분의 지역에서 고도 250m 이하이면 누구나 자유롭게 드론을 날릴 수 있게 하고 있음

○ 현행 일본 항공법은 드론을 포함한 무인항공기가 아닌 유인항공기만을 대상으로 제정했기 때문에 드론에 대한 상세한 정의나 법규가 없으며, 따라서 드론법 제정을 위해서는 다양한 분야에 걸쳐 드론 관련 이슈를 검토해야 할 상황임

□ 2015년 9월 일본 정부가 드론 비행 규제를 명시한 개정 항공법을 발표함

○ 드론 확산에 따른 안전문제를 해결하기 위한 조치로, 규제 대상이 되는 드론을 명시하고, 비행 지역에 관한 기본 규칙을 마련함

- 개정된 항공법에 따르면, 규제 대상이 되는 드론은 회전익뿐만 아니라 고정된 날개로 비행이 가능한 고정익도 포함됨

- 경량화 된 장남감은 규제 대상에서 제외되며 구조 상 사람이 탈 수 없는 항공 물체 가운데 원격 조작 또는 자동 조종을 통해 비행할 수 있는 물체는 법 적용을 받음

- 항공기 운항 안전을 위한 공항 주변과 인구가 1㎢ 당 4,000명이 넘는 주택 밀집지역은 비행금지구역으로 지정됐음

- 예외적으로 안전성을 확보하고 당국의 허가를 받은 경우 비행이 가능함

- 드론의 야간 비행은 허용되지 않고, 주간 비행의 경우 육안으로 무인비행기를 계속 확인해야 함

- 행사나 전시회 등 사람이 모이는 장소에서는 비행을 금하며, 폭발물 수송은 금하고 있음

○ 일본 국토교통성은 드론 활용 현황 조사 및 운항 규칙 홍보 등 드론 안전대책을 위해 2,600만엔(약 2억 5500만원)을 2016년도 예산 편성에 포함함

□ 중국 주요 정부기관별 드론 산업 관련 법률 및 육성정책으로는 2003년 5월 중국 최초의 드론 관련 조례인 ‘선전통용항공비행관제조례’가 있음

○ 무인기를 민간용도로 사용할 시 통용항공비행기와 같이 취급한다고 밝힘

○ 이어 2005년부터는 민항부문의 요구에 따라 무인기에 필수로 항공관리 응답기를 장착, 충돌방지기능을 탑재하도록 함

□ 중국 드론 산업이 직면한 문제점은 먼저 드론의 보급에 따른 안전 문제의 확산에 있음

○ 드론의 오작동 또는 조종의 미숙으로 인한 드론 추락 및 충돌 위험 발생 가능성이 있는데다가, 특히 상업지구나 거주 밀집 지역 등 드론이 많이 이용되는 장소에서는 통제가 어려울 것임

○ 또한 드론이 상용화돼 여러 대가 비행을 하는 경우 드론 간 충돌사고가 발생할 수 있으며 기상의 영향을 받아 드론이 추락하는 경우도 발생할 것임

- 이 경우 지상에 떨어지는 드론으로 인해 사람이 다치거나 재물에 손괴가 발생할 수 있음

○ 그러나 자동차와 달리 드론 운영에 대한 제도가 전혀 갖춰져 있지 않기 때문에 피해 받은 사람에 대한 적절한 구제책이 마련돼 있지 않을 뿐만 아니라 자등차와 달리 하늘에서 떨어지는 물체는 미리 예측하기가 힘들고, 떨어지는 가속도로 인해 대형사고로 이어질 수 있기 때문에 위험함

○ 대부분의 드론은 스마트폰과 마찬가지로 카메라를 내장하고 있고, 카메라 기능으로 인해 드론의 활용성이 높아지는 것도 사실이지만 스마트폰과 달리 드론은 자기주변을 넘어서 공중에서 멀리 떨어진 거리에 있는 사람까지도 촬영이 가능해 사생활 침해 우려가 있음

□ 캐나다 교통청(Transport Canada)은 무인항공기 기술발전과 함께 무인항공기에 대한 수요 또한 급증하면서 이에 대한 규제가 불가피해짐에 따라, 무인항공기에 대한 세부 규정 방침안인 '수정 규제안(Notice of Proposed Amendment)'을 발표함

○ 캐나다 교통청은 2014년 발표한 무인항공기 안전규칙보다 좀 더 세분화되고, 교통청 자체 분석 및 업계요구를 반영한 '수정 규제안'을 공고하였음

- 기존 규정은 2016년 12월까지 적용되는 임시규제였으며, 모든 드론에 대해 일괄적으로 '특별 비행 운용 인증(Special Flight Operations Certificate, SFOC)' 을 요구하고 있었음

- 새로운 비행 규칙, 항공기 등록 요건 및 테스트, 최소 연령 제한 및 비행 허가 등에 관한 변경사항을 포함한 개정안을 발표함

○ 제안된 규정은 유인항공기에 적용되는 대부분의 캐나다 항공 규정에서 제외되며, 소형 드론에 대한 제약을 대폭 완화함

- 가시 거리내의 25Kg 이하의 무인항공기에 적용되며, 각 규제사항에 대해 2Kg 미만의 소형 드론, 한정된 운용을 하는 25K m 미만의 드론, 다양한 목적으로 운용하는 25Kg 미만의 드론 등 대상을 3가지로 분류하여 이용 조건을 차등 적용함

- 소형 드론은 안전성이 보장되는 것으로 판단해 운용의 폭을 크게 확대함

○ 드론의 프라이버시 침해 위협에 대한 방안으로 캐나다 교통청은 향후에도 캐나다 개인정보보호위원회(Office of th e Privacy Commissioner)와 공조할 것이며, 무인항공기 운용에 있어 개인정보보호법의 역할을 강조하기 위해 앞으로도 지속적으로 노력한다는 계획임

○ 2013년 개인정보보호위원회는 '캐나다 국내 무인항공기 사용의 확산은 개인정보보호에 대한 새로운 문제를 제기한다'며, 무인항공기를 구입하고 사용할 때에는 1) 책임 범위 안에서 균형을 맞춰 무인항공기를 사용해야 하며, 2) 장소에 맞는 사용 점검이 필요하다고 설명함

□ 유럽 내 드론 산업이 급격히 발전함으로써 통일적인 규제 방향 수립 필요성이 대두되고 있는 가운데, 2015년 3월, 유럽항공안정청(European Aviation Safety Agency, EASA)은 드론으로 인해 발생 가능한 각종 사고의 예방과 유럽 드론 시장 활성화를 내용으로 하는 규제 가이드라인을 발표하였음

○ EASA 회원국들 내 이륙 질량 최대 150kg 이내 드론 운영자 수가 2,495명, 제작자 수가 114명으로 집계(그 외 나라 운영자 수 총합이 2,342 명)됨

○ EASA는 드론을 이륙 질량 기반으로 분류하는 방식을 무효화시키고 위험성 기반으로 새로이 분류하는 방식으로 방향을 수립함

□ 독일 법령은 지상 15 미터 이상 비행하는 것을 금지하고 있으며, 드론의 GPS를 이용한 자율 비행도 금지함

○ 조종사에 의한 컨트롤이 의무화 되어 있으며, 인구 밀집 위치에서 이착륙하는 것도 금지되어 있음

○ 2015년 1월 30일, 독일은 민간인의 드론(Unmanned Aerial Vehicles, UAV) 이용을 규제하기 위해 항공법(Luftverkehrsgesetzes, LuftVG)을 개정함

- 비행이 가능한 5kg 이상 25kg 미만의 무인항공기는 각 주(州)항공청의 비행 허가를 받아야 함

- 5kg 미만의 민간 드론은 무인항공기로 간주하여 항공법에 대해 인지해야 하며(항공법시행규칙 제16조 제1항 la호) 스포츠 나 여가활동의 목적으로 이용하되 항공법 시행규칙(제16조 제1항 7호)에 따른 허가의무는 없음

□ 프랑스에서는 육안의 범위를 벗어는 조종을 위해서는 면허를 따야 하며 일정 기간의 연수를 마치고 실기와 필기시험을 통과해야 조종이 허용됨

○ 인구 밀집 지역 및 비행장 주위, 원전 상공에서의 비행은 허용되지 않고, 위반한 사람은 최대 1년의 금고 또는 벌금이 부과됨

2. 국내 정책 동향

가. 스마트 하천관리 관련 정책

□ 국내 하천관리 정책은 1990년대 이후 환경에 대한 관심이 증대되어 2000년대 들어 자연친화적 하천관리가 본격화되었음

○ 하천관리에 대해 기능별, 행정구역별로 3개 부처 및 지자체로 분산됨

- 국토부는 수량관리, 하천 및 댐관리를 담당함
- 환경부는 수질관리, 하천관리를 담당함
- 국민안전처 및 지자체는 소하천과 재해관리를 담당함

하천환경에 대한 의식변화 및 하천정비의 필요성 인식

하천환경 관심증대 (1990년대)

*** 1991 하천환경 관리기법 연구 실시**
*** 1996 하천환경관리지침, 하천정비기본계획 수립규정 제정**
*** 1998 하천환경정비 시범사업 시행(오산천 등 7개 하천)**
*** 1999 하천정비기본계획에 하천환경계획 포함, 자연친화적 공법 적용, 하천유지유량 개념 도입**

국가차원에서 종합적이고 체계적인 하천환경사업 추진

자연친화적 하천관리 (2000년대)

*** 2001 수자원장기종합계획에 하천환경계획 포함**
*** 2005 국가하천 도시구간 생태하천 조성사업 착수**
*** 2006 하천유지유량 고시**
*** 2009 지방하천 생태하천 조성사업 착수**
*** 2012 하천환경을 고려한 4대강살리기 사업 완공**

〈하천관리정책의 변화〉

〈하천관련 정부 조직별 담당업무 현황〉

국토교통부	환경부	국민안전처, 지자체
• 국가하천 관리 • 다목적댐 및 하구둑 관리 • 홍수관리(홍수예경보) • 지하수 관리	• 하천정화사업 • 하천수질 기준관리 • 수질관측 • 수질규제	• 지방하천 및 소하천 관리 • 수원지역 관리 • 자연재해대책

□ 하천관련 계획은 국토부와 환경부로 이원화되어 수립됨

○ 국토부는 국토종합계획(국토기본법)에 의거하여 수자원장기종합계획, 유역종합치수계획, 댐건설장기계획, 하천기본계획 등 법정계획을 수립함

○ 환경부는 국가환경종합계획(환경정책기본법)에 의거하여 수질 및 수생태계 보전 계획(대·중·소권역별), 시·도별 환경보전계획, 물환경관리기본계획(대·중·소권역별) 등 법정계획을 수립함

국토종합계획
(국토기본법 제6조, 국토교통부)

〈하천관련 계획 수립 현황〉

□ 국토교통부는 2016년 하천법 및 시행령을 일부 개정하였으며, 하상변동조사와 하천기본계획 수립기준, 하천의 유지보수 효율화 등 하천관리 전반에 대한 내용을 신설 및 개선하였음

○ 하천법에서는 하천관리청으로 하상의 세굴 및 퇴적 등이 하천의 소통능력, 하천시설의 안전이나 고유기능에 미치는 영향을 파악하기 위하여 하상변동조사를 정기적으로 실시하도록 함

- 이에 따라 시행령에서는 하천측량 등의 조사방법, 조사주기, 관련자료 처리 및 활용, 관련업무 종사자의 교육훈련 등 하상변동조사의 시행에 관한 사항을 정하여 홍수방지를 위한 하천관리 및 정비사업의 효율성 경제성을 제고하도록 함

○ 하천법에서는 하천기본계획의 수립기준 절차 방법 등을 신설하였으며 개정하천법 에서 위임한 하천기본계획의 수립기준 절차 등을 체계적 하천정비와 관련계획 등을 고려하여 국토교통부장관이 정하도록 하였음

□ 국토교통부 '우리ㅋㄹ이용도우미' 에서는 대하천 친수지구의 수변활동 관련 정보(자전거여행, 캠핑 및 여행)를 제공하고 있으나, 그 밖의 지역에 대한 국민여가 활동 정보 제공이 미흡함

○ 하천기본계획 보고서 등 하천사업 위주의 자료 제공으로 친수공간과 같은 하천이용을 위한 일반 수요자가 필요로 하는 하천상황에 관한 정보 제공이 어려운 실정임

- 현재 대하천사업 시 구축된 친수지구의 하천이용 및 홍수위험에 대한 정보는 우리강 이용도우미 웹 또는 앱을 이용한 4대강 자전거길 안내, 인근 스토리텔링 음성서비스, 캠핑장 시설 소개 및 예약 서비스 등 제한된 시설에 국한된 하천이용 정보가 제공중이며, 하천이용 정보와 더불어 일부 친수지구를 대상으로 침수예측 및 홍수정보를 일부 제공 중임

□ 수자원 장기종합계획(2011~2020)에서는 녹색국토를 위한 물강국 실현을 위해 안정적 수자원 확보, 홍수 방어 및 하천 정비를 추진하며 수자원분야의 연구 및 기술개발을 계획함[2)]

○ 수자원 장기종합계획(2011~2020)은 국토종합계획의 목표인 균형국토, 개방국토, 복지국토, 녹색국토 및 통일국토를 위한 수자원 관련 국가 최상위 계획임

- '01년 제 4차 수자원장기종합계획이 수립되어 건전한 물 활용과 안전하고 친근한 물 환경 조성을 주요 기조로 선정함

- '06년 1차 수정을 통해 사람과 자연이 바라는 지속가능한 물 관리를 '11년 제 2차 수정을 통해 녹색국토를 위한 물 강국 실현을 주요 기조로 선정함

〈「수자원장기종합계획(2011~2020)」의 비전 및 추진목표〉

비전	***"2020 녹색국토를 위한 물강국 실현"***	
추진 목표	1. 물이용 종합계획	⇒ 사람과 자연에 맑고 충분한 물 공급
	2. 치수 종합 계획	⇒ 기후변화에 안전한 국토기반 구축
	3. 하천환경 종합계획	⇒ 생명이 살아있는 물환경 조성
	4. 수자원 조사연구 및 기술개발 계획	⇒ 물관련 기술의 선진화
	5. 수자원 미래과제 대응전략 수립	⇒ 수자원 미래과제 선제 대응

○ 수자원 장기종합계획에서는 물이용, 치수, 하천환경 분야에 대한 종합계획과 수자원 조사・연구 및 기술개발 계획, 수자원 미래과제 대응전략을 수립함

- 안전한 물의 이용과 접근성 향상 기술, 개발과 기후변화로 인한 사회・경제적 문제 해결기술, 건강한 수자원 환경 조성 및 관리 기술, 경제발전 및 해외진출을 위한 생산적 물이용 기술 개발을 추진함

2) 수자원장기종합계획(`11~`20), 국토교통부, 2011

○ 본 과업의 목적인 하천관리와 관련된 정책 부문은 ‘하천환경 종합계획’이며 동 계획에서의 현안 문제점으로 5개 사항을 제시함

- 지역별·수계별 특성을 고려하지 않고 획일화된 자연형 공법을 동일하게 적용함으로써 다양한 하천공간을 형성치 못하고 단순화를 초래하였음

- 일부 지방하천의 경우, 치수안정성을 고려하지 않은 자연형 공법을 적용함으로써 집중호우시 오히려 홍수피해를 가중하는 사례가 발생함

- 하천환경정비가 H/W적인 구조물 전환을 중심으로 계획됨에 따라 지역의 고유한 하천문화를 반영하지 못함

- 치수·이수·하천환경·문화 등 다양한 하천의 특성을 종합적으로 고려하는 최근의 하천정비 패러다임을 수용하기에 부족함

- 하천환경 정비 이후에도 이를 체계적으로 관리하기 위해서는 지역사회의 적극적 참여가 필요하나 이를 유도하기 위한 제도적 프로세스가 부족함

○ 하천관리 추진계획으로 하천정비사업을 통한 하천환경 개선과 기후변화 대응능력을 강화하는 등 하천환경성의 확보를 목적으로 함

□ 현행 하천설계기준은 지침, 요령 등과 같은 하위기술기준이 존재하지 않기 때문에 주요 구조물(제방, 호안, 하상유지시설, 보 등)에 대한 세부절차 및 예제 등 자세한 내용을 정리한 지침을 통한 상세화가 필요함

○ 하천설계기준에서는 제방 및 호안의 침식관련 개략적인 설계절차 등 최소기준만이 제시되어 있어 흐름현상 및 지형여건 등을 고려한 역학적 근거를 바탕으로 한 설계기준 제시가 필요함

□ 하천관리 주관부처인 국토해양부에서는 하천시설물에 대해 명확하고 세부적인 기준 수립을 필요로 하고 있으나, 기초기술개발이 선행되지 않아 정책반영 및 실용화가 어려운 실정임

□ 건설사업의 기획, 설계, 시공, 유지관리 등 전 과정의 정보를 발주자, 관련업체 등에게 제공하기 위해 건설사업정보화(건설CALS) 시스템이 구축되어 운영 중임

□ 건설사업정보 운용지침(국토교통부고시 제 2015-850호)에 도로 및 하천건설사업의 기획, 설계, 시공, 존공에 이르는 전 업무단계에서 발생하는 공사현황정보, 도급내역정보, 공공정보 등 각종 공사정보를 관리하도록 하고 있으며 발주청과 수급인 간에 계약에 명시된 자료를 인터넷을 통해 교환·공유하도록 하고 있음

○ 동 지침에서 시설물유지관리시스템을 통해 국토관리사무소의 시설물제원관리, 점검진단업무, 일상보수 및 정기보수업무, 점검 및 보수계획의 수립업무 등을 수행하도록 하고 있으나 현재는 일반국도에 대해서만 제공하고 있음

○ 시설물정보관리종합시스템(FMS)는 시설물의 안전 및 유지관리에 관련된 정보체계 구축을 목적으로 인터넷을 이용하여 실시간으로 시설물의 정보, 안전진단전문기관, 유지관리업자의 정보 등의 종합적 관리를 위해 구축되었음

○ 반면, 하천시설은 「시설물의 안전관리에 관한 특별법령」에서 정하고 있는 1, 2종 시설물만을 대상으로 하여 하천에 산재한 소규모 하천시설물도 포함한 유지관리기술이 필요함

□ 국가하천유지관리종합정보시스템(RFMS)에서는 국가하천 시설의 점검, 보수보강 이력관리가 가능하고 하천보수원 활용을 위한 모바일 기반 점검시스템을 구축하였으나 현재 현업에 적용하기 위한 준비단계에 있으며 추후 지방하천으로의 확장이 필요함

□ 정부는 관계부처 합동으로 기후변화로 인한 영향을 최소화하고 국민의 안전과 재산을 보호하기 위해 ‘저탄소녹색성장기본법’에 의거 국가 기후변화 적응대책을 수립하였음

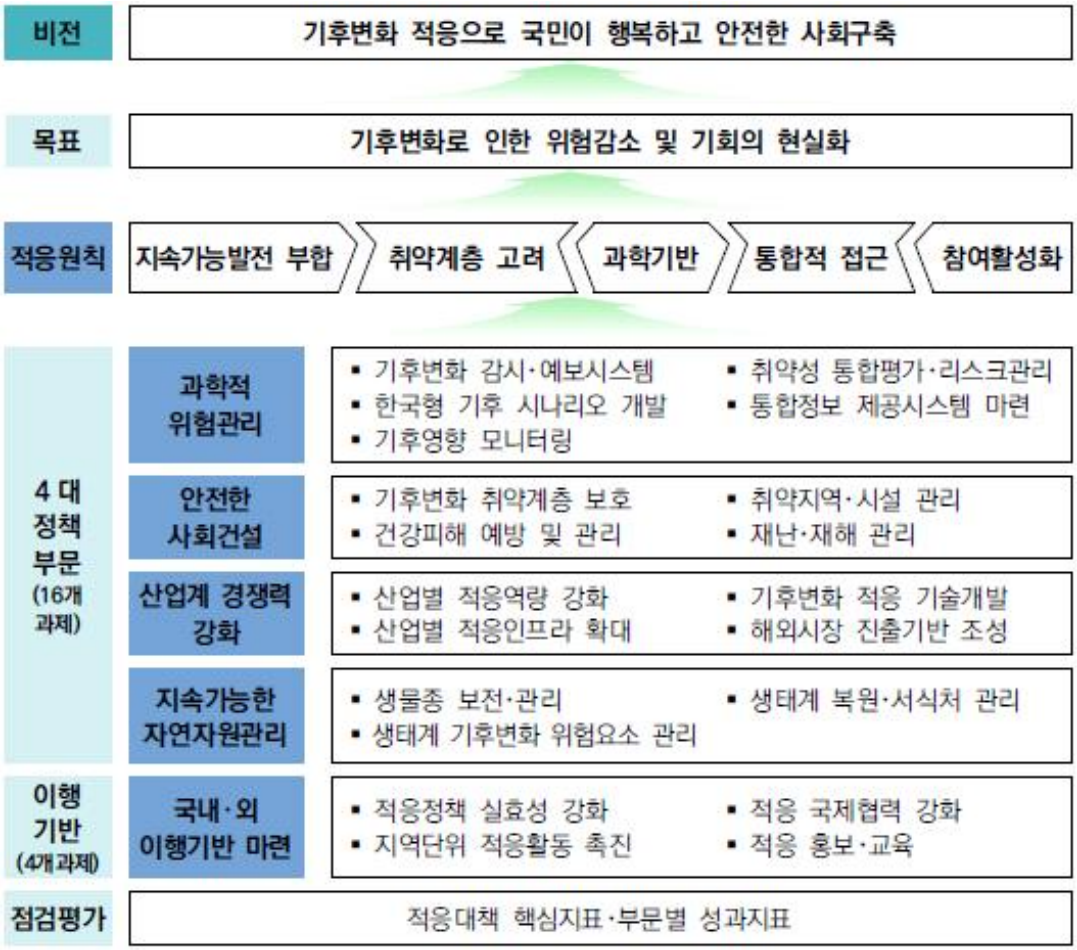
○ 제1차 대책(2011~2015)에 이어 2015년 제2차 국가 기후변화 적응대책(2016~2020)이 수립되었으며 4대 정책 부문 16개 과제를 수립함

○ 첨단 기술을 동원한 과학적인 기후변화 위험관리 체계 마련이 정책 방향의 하나로 마련되었으며, 중점추진과제인 ‘기후변화로 인한 생태계 및 건강 영향 모니터링’ 부문에서는 ICT 기반의 기후변화 영향 모니터링 체계를 구축하고자 함

- 동 과제에서 국토부는 첨단기술 기반 하천 모니터링 및 하천정보 활용기술 개발로 하천 운영·관리 선진화를 담당함

○ ‘기후변화 취약지역·취약시설 피해 최소화’ 과제에서는 4대강 외 하천 및 소하천에 대한 관리와 정비를 추진함

- 동 과제에서 국토부는 기후변화로 홍수에 취약한 4대강 외 나머지 하천의 홍수예방을 위해 지속적인 하천정비를 추진하도록 함



<제2차 국가 기후변화 적응대책의 기본체계>

* 자료 : 제2차 국가 기후변화 적응대책, 관계부처 합동, 2015.12

□ 국토교통부에서는 2017년 1월 수자원 조사·계획 및 관리에 관한 법률(수자원조사법)을 제정 및 공포하였음

○ 국내 수자원 정책은 1962년에 제정된 하천법에 근거하여 하천 중심으로 시행되어 왔으나, 이번 수자원조사법 제정으로 수자원 조사·계획·관리 범위가 전 국토로 확대됨

○ 수자원의 효율적 이용과 물 관련 재해를 막기 위해 국가와 지방자치단체의 책무를 새로 규정하였으며, 지자체가 계획적으로 수자원을 관리할 수 있는 기반을 마련함

- 공공이익의 증진, 모든 국민에 평등한 혜택 제공, 물순환을 고려한 통합적 관리, 사회·경제·문화·자연환경 등을 고려한 종합적 관리 등 수자원 관리 원칙을 마련하고 수자원조사법에 포함함

- 가뭄 피해상황조사와 갈수예보 근거가 마련돼 기후변화로 발생하는 극한가뭄에 따른 물 부족 현상에 능동적으로 대응할 수 있게 됨

- 수자원 산업을 신성장동력으로 육성하기 위해 관련 기술개발·인력양성·국제협력 관련 조항을 포함함

□ 환경부에서는 2017년 1월 수질·수생태계 보전에 관한 법률(물환경보전법)의 개정안을 공포하였음

○ ‘물환경’ 정의를 신설해 기존 ‘수질·수생태계’ 대신 ‘물환경’ 용어를 쓰고, 제명도 ‘물환경보전법’으로 변경하였으며, ‘물환경’은 사람 생활과 생물 생육에 관계되는 ‘물의 질’(수질)·공공수역의 모든 생물과 이들을 둘러싸고 있는 비생물적인 것을 포함한 수생태계로 정의함

○ 수생태계를 건강하게 보전하기 위한 유량 관리와 하천구조물 개선까지 정책대상으로 포괄할 수 있도록 법체계를 정비하였으며, 수질·수량·수생태계가 연계된 물환경 관리 방안을 도입하면서 효과적인 운영을 위해 관계부처 간 협업체계를 제도화함

- 10년간 물환경 관리 정책방향을 제시하는 ‘국가 물환경관리 기본계획’의 법적 근거를 마련하면서 하위 계획의 수립체계도 개편하게 됨

나. 드론 육성 정책

□ 과학기술정보통신부에서는 2017년 12월 R&D의 생산성 제고 및 고급 일자리 창출을 위한 연구산업 혁신성장전략을 발표하여 연구산업을 혁신성장 동력화하는 육성 방안을 마련하였음

○ 계획에서는 연구산업을 ‘R&D 단계별로 투입·산출되는 자원 및 결과물과 연계되어 R&D 활동의 생산성을 제고하고 고부가가치를 창출하는 제품 및 서비스를 생산·공급하는 R&D 연동산업’으로 정의하고 4개 분야로 구분함

- 4개 분야는 각각 주문연구산업과 연구관리산업, 연구개발 신서비스산업, 연구장비산업임

- 연구장비 개발, 연구개발서비스업 육성 등 R&D 연동산업 정책이 개별적으로 수립되어 통합적 관점의 산업화 노력이 미흡하다는 점을 인식하고, R&D 활동을 전문화된 주체들에게 개방하여 R&D 생산성을 제고하고 R&D 연동산업을 혁신성장 동력화함

<연구산업 분야별 혁신성장 동력화 방향>

연구산업	추진방향
주문연구산업	분업화 가능한 R&D 분야 발굴·확산, 기업역량 강화 지원, 해외진출 지원 및 매칭 활성화 필요
연구관리산업	유망 연구관리 서비스 발굴·육성하여 국내외 시장 창출 필요
연구개발 신서비스산업	연구개발의 미래 변화를 예측하고, 신서비스를 발굴·육성하여 First-Mover로서의 글로벌 경쟁력 확보 필요
연구장비산업	연구장비 국산화, 국내외 시장확보, 국산장비 인식제고 필요

○ 계획에서는 직접적으로 드론 산업을 언급하고 있지는 않으나, 하천관리를 위한 드론시스템과 같은 신산업은 계획에서 추구하는 신서비스, 연구관리, 연구장비 등 미래 연구산업에서 매우 적합한 분야임

- 향후 연구산업 혁신성장 동력화를 통해 본 과제에서 추진하는 R&D 분야 역시 기업 역량강화 및 창업촉진, 일자리 창출 등에 기여 가능한 분야로 판단할 수 있음

□ 국토교통부는 공연.광고.배송 등 안보를 제 외 한 전 분야로 드론 산업을 확대하는 내용의 항공법 시행규칙 개정안을 2016년 7.1일부터 시행함

○ 현재 3,000만 원인 25kg 이하 소형 드론 사업자 자본금 요건도 폐지해 소규모 창업을 유도

□ 국토교통부는 2016년 국토부 업무계획을 수립하면서 국토교통 분야 7대 신산업을 지정하고 드론의 활성화를 위한 계획을 포함하였음[3)]

○ 7대 신산업은 자율주행차・무인비행장치(드론)・공간정보・해수담수화・스마트시티・제로에너지빌딩・리츠(REITS・부동산투자회사) 등이 있음

- 드론 활성화를 위해 전선・전주 등 장애물 정보를 표현한 3차원 정밀지도를 시범 구축하며 물품수송・국토조사・시설물관리 등 드론활용 8대 유망분야에 대한 시범사업을 본격 추진하고 상용화를 위한 제도정비도 추진함

- '16~'17년 기간에 산림감시, 국토조사, 해안선관리 등 모니터링 부문을 중심으로 새로운 사업모델 발굴 및 시범사업을 추진하고, 이후 공역・사업분야 확대를 검토함

○ 공간정보 산업은 공간 빅데이터를 중심으로 부동산・교통 등 45종의 융합 DB를 구축하고 종합 분석서비스를 제공하는 한편, 해상도 50cm급 위성 2기 발사(2019~2020)에 대비한 위성영상 처리・활용기술 개발과 국토위성정보센터 설립도 추진하여 위성정보 활용 신산업 기반을 구축하는 사업으로 드론을 활용한 하천관리에 융합 적용될 분야임



<국토교통 7대 신산업 육성>

* 자료 : 국토교통부

3) 국토교통부 7대 신산업 육성 홈페이지(http://www.molit.go.kr/7works/content/sub_0201.jsp)

□ 국토교통부에서는 2017년 1월 드론산업 인프라 구축 및 드론 기술 연구개발(R&D) 육성방안을 마련하였음

○ 2017년 상업용 드론(Drone)이 크게 성장할 것으로 전망되는 가운데 드론산업 육성 예산으로 167억 원을 드론산업 인프라 구축과 R&D 투자에 투입할 계획이며, 지난해 예산(30억 원) 대비 457% 증액됨

○ 국토교통부의 드론 사업은 모두 7개 분야로 일반 사업(4개)과 R&D 사업(3개)으로 나눠 추진되며, 신규 추진 사업으로는 ①시범사업 및 전시회 개최(9억 1,300만 원), ②드론 전용 비행 시험장 구축(60억 원), ③드론 기업 지원 허브 운영(18억 3,900만 원), ④드론 교통관리 체계 개발(20억 원), 계속되는 사업으로는 ①드론 챔피언십 개최(3억 원), ②무인항공기 안전운항기술 개발(32억 원), ③국가종합시험장 구축(25억 원) 등으로 구분됨

- 세부적으로 일반 사업과 R&D 사업으로 나누고 있지만 전체 사업의 주요목표는 기술개발 및 이를 위한 테스트베드 마련으로, 선진국 수준의 도전적인 테스트와 공공 수요를 연계한 다양한 실증 시범 사업과 함께 현장 시연회·드론산업 전시회·시범 사업성과 발표회 등 산업 활성화를 위한 행사를 지속적으로 개최하고 있음

○ 공공 드론 활용분야의 수요를 발굴하고 드론 업체와의 비즈니스 매칭을 지원하기 위해 2016년 9월 ‘고 드론 2016(Go Drone 2016)’, ‘드론 심포지엄’ 등을 개최하여 국내 산업용 드론의 활용 가능성과 비즈니스 공유 등 드론 시장의 초기 수요 창출을 위한 공공 분야의 드론 도입을 촉진함

○ 현재 실증 사업으로 토지보상 업무(LH공사), 지적 재조사 사업(LX공사), 댐·하천 관리(수공, 국토청) 등을 추진하고 있으며, 유인 항공 촬영 방식으로 진행한 토지보상 현장 조사를 드론 촬영으로 대체하여 1㎢당 1,000만 원의 비용 저감을 달성함

○ 드론산업 활성화를 위한 사업화 지원, 비행 여건 개선, 시장 수요 창출 등을 위해 규제 정비와 정책 지원 등을 지속적으로 추진하고 있으며, 2016년 7월 국민의 안전과 안보를 저해하지 않는 경우 모든 드론 사용 사업을 허용하는 사업 범위 네거티브 전환과 소형 드론(25kg 이하) 자본금 요건 폐지, 6개월 장기 비행 승인 도입, 비행승인, 비행승인 면제 범위 확대(12kg→25kg 이하) 등 항공법 시행 규칙을 개정, 시행함

○ 비행 여건 개선을 위해 2016년 3월 수도권 지역에 초경량 비행장치 전용구역 4곳과 비행수요가 많은 지역에 전용 공역 7곳도 추가 지정하였으며, 2017년 1월부터는 드론 기체 신고부터 비행 승인까지 드론 민원 신청을 한 번에 처리할 수 있는 부처 통합형 온라인 민원서비스(드론 원스톱 시스템)를 개시함

□ 국토부는 시범사업을 기점으로 ‘20년까지 드론을 활용한 8대 유망 산업영역 상용화를 목표로 4대 추진전략과 12개 추진 과제를 제시하였음

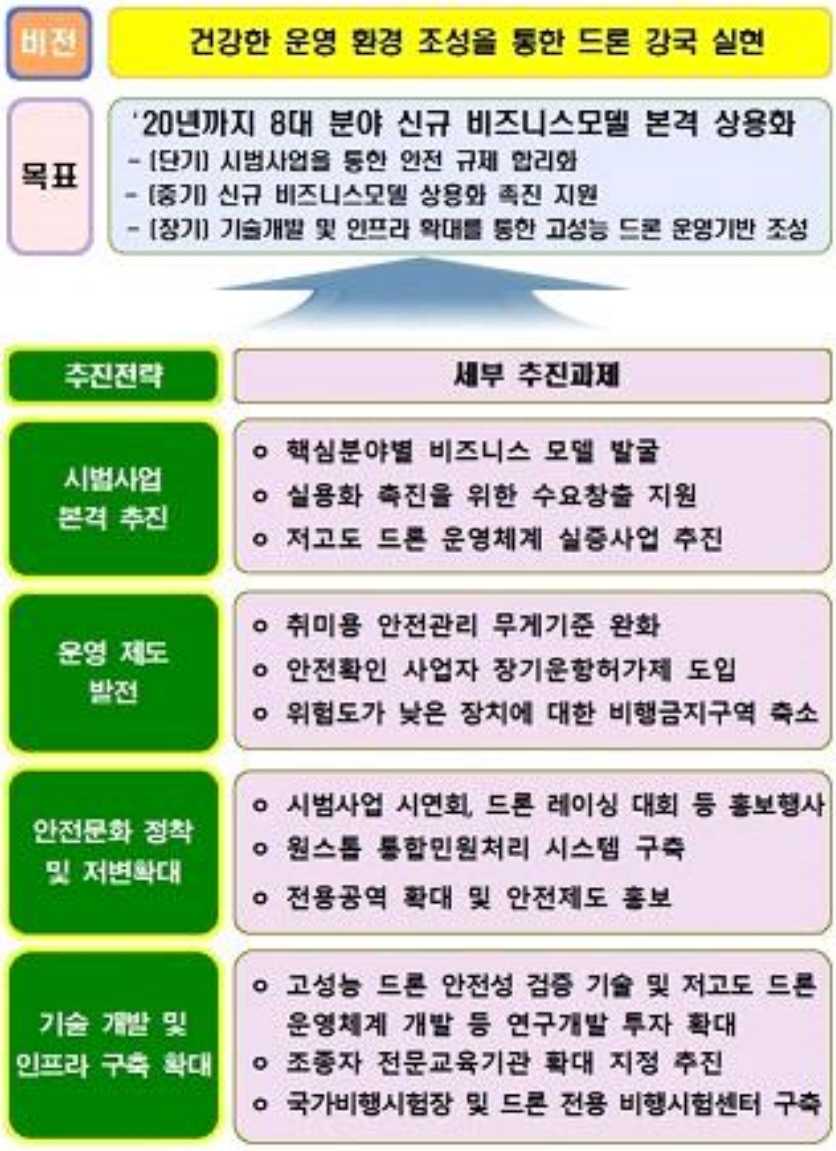
○ 8대 산업분야는 물품수송, 산림보호, 해안감시, 국토조사, 시설물 안전진단, 통신망 활용, 촬영. 레저, 농업 지원임

- 15개 사업자가 5개 지역에서 비즈니스 모델 발굴 및 활용 가능성을 검증하는 등 실증 테스트를 추진함

- 조종자격, 안전체계 등이 확보된 업체에 3개월 이상 장기 단위 비행을 승인하는 장기운항허가제를 도입함

- 안전성 검증 기술 및 저고도 교통관리 운영 체계 개발을 위한 R&D를 추진함

- 비행허가 통합 웹서비스를 구축함



<무인비행장치 활성화 지원 추진 로드맵 내용>

자료 : 국토교통부

□ 2015년 12월에는 전국 14개 시도에서 '규제 프리존'이 도입됨

○ 규제 프리존에서 육성할 지역 전략사업을 개별 지역의 특성과 인프라에 맞춰 다양하게 선정하였으며, 첨단 정보기술(IT)이 접목된 사물인터넷(IoT)과 무인 자동차 및 드론, 차세대 바이오산업, 에너지 관련 신산업을 집중적으로 배치함

○ 경북의 경우 정보통신기술(ICT) 융합을 중심으로 육성, 전남에서는 '드론' 등 무인기 산업 생태계 조성하여 시범사업지역 내 야간·장거리 비행 허가 절차를 간소화하고 종합 비행성능 시험장을 만들기 위해 용도지역 변경, 환경영향 평가를 간소화함

○ 국가기술 표준원은 표준개발협력 기관으로 한국드론 산업진흥 협회를 지정하고 2016년 드론 표준 제정 작업을 위한 준비에 착수하였음

- 드론을 용도•크기별 분류를 정리하고 성능 항목과 시험 방법을 규정하고 규격은 한국산업표준(KS) 체계에 반영, 향후 드론 시장 확대로 개발자, 제조사•소비자 간 소통체계 역할을 할 것으로 예상됨

- 또한 산업 표준에 기반을 두고 제품 성능 향상이 이뤄지는 등 드론 산업이 도약할 것으로 기대함

□ 국토부는 2016년 5월 제5차 규제개혁장관회의에서 드론 산업을 포함한 규제혁신 방안에 대해 발표하였음

○ 최근 드론 기술의 발전 및 다양한 분야에서의 활용 가능성 증대로 드론 시장이 급격히 성장하고 있으며 이에 국내 산업 성장을 위한 대응이 필요함

○ 규제완화 내용으로는 비행승인•기체검사 면제 대상이 25kg 까지(최대이륙중량 기준) 확대 되고 장기간 비행은 6개월 단위로 일괄 승인이 가능해짐 ('16.9)

- 또한, 농업지원 분야에 사용하는 경우 운영 고도가 3~5m 정도로 위험도가 낮아 비행금지구역, 공항 주변 관제권 등 외 지역에서 비행승인 면제 중

- 여러 기관으로 분산되어 불편했던 비행승인, 항공촬영허가 등 각종 신청은 온라인으로 일원화하고 스마트폰 앱을 이용 비행가능지역을 확인 가능하도록 하였음

○ 드론 제작업체가 많은 수도권에 전용비행구역을 확대하고 대전 등 비행금지구역 내에서도 비행장소 확보를 지원함

○ 초기 수요 창출을 위해 공공분야에서 지적재조사, 토지보상, 댐 관리 등의 업무 현장에 드론을 활용하는 실증사업을 추진함

○ 향후 무인항공시대에 선제적 대응을 위하여 인프라 구축 및 모델 중심

- 다수의 드론이 안전하게 비행하기 위한 교통체계 개발과 3차원 정밀지도 구축, 국가 비행시험장 조성 등 인프라를 확충함

- 수요 타겟형 실용화 연구 강화 등 비즈니스 모델 중심의 R&D를 확대하여 드론 운영 및 서비스 분야 확대를 지원함

○ 본 규제개혁안에서는 드론 산업 활성화 방안을 통해 향후 10년 간 약 3.1만 명의 취업 유발 효과와 약 12.7조 원의 경제적 파급효과를 전망하였음



<드론산업 규제지도>

자료 : "드론 및 자율주행차 규제혁신", 국토교통부 보도자료, 2016.05.16.

<주요국별 드론 관련 제도 비교>

구분		우리나라	미국	영국
드론활용 사업범위		특정분야 허용 -> 제한 없음	개별 심사로 허용	제한 없음
비행승인		12kg 초과 -> 25kg 초과	25kg 초과 및 사업용	20kg 초과 및 사업용
기체검사		12kg 초과 -> 25kg 초과	25kg 초과 및 사업용	25kg 초과
조종자 준수 사항	가시권 밖 비행	-	-	-
	인구밀집지역 또는 사람이 많이 모인 장소	-	-	-
	일정고도 이상 비행	- (150m)	- (150m)	- (150m)
	야간비행	-	-	-
	공항 및 국가중요시설 주변 비행	-	-	-

자료 : 용도가 확장되는 글로벌 드론 시장과 기술 개발동향 사업 참여기업 전략, CHO Alliance, 2016

□ 미래창조과학부는 2015년 12월 ‘항공업무용 무선설비의 기술 기준’을 개정하여 무인항공기 관련 산업의 활성화를 도모함

○ 기존 무인항공기에서 많이 이용되고 있는 와이파이 주파수 대역의 경우 전파 혼신 발생 우려, 낮은 출력으로 인한 운항거리 제한 등 문제점이 있었음

○ 5,030~5,091MHz 대역은 무인항공기 전용 대역으로서 전파혼신으로 인한 무인항공기 추락, 충돌 등 사고위협을 최소화함으로써 보다 안정적인 무인항공기 운용 환경을 제공함

- 해당 대역은 전 세계적으로 무인항공기 지상제어 전용으로 주파수 분배가 되어 있음

○ 또한 무인항공기의 출력을 최대 10W까지 운용하도록 하여 매우 한정된 거리로 운용되던 무인항공기 운용 범위를 확장함

□ 농림축산식품부는 농업용으로 사용되는 무인항공살포기(드론)에 대한 검정방법과 기준을 담은 ’농업용 무인항공살포기 검정방법 및 기준’을 제정해 공표하였음

○ 검정 대상은 회전익 비행 장치에 살포장치를 부착해 농약과 비료를 살포하거나, 파종 등의 농작업을 수행할 수 있도록 개발된 농업용 무인항공살포기에 대해 실시함

- 농식품부는 검정을 받은 무인항공살포기에 대해 정부지원대상 농업기계로 선정, 지원함으로써 농업용으로 활용되는 드론, 무인 헬리콥터 등에 대한 농업적 활용을 촉진할 계획임

□ 2017년 12월 정부는 관계부처 합동으로 ‘드론산업 발전 기본계획(2017~2026)’을 수립하고 공공수요를 기반으로 운영시장을 육성할 계획임[4)]

○ 계획은 드론산업의 미래 잠재력을 인식하고 드론산업을 육성하여 4차 산업혁명을 선도하는 신성장동력을 창출하기 위하여 수립됨

- 계획의 4개 추진전략 중 드론산업의 생태계 조성과 인프라, 기술력 향상 외에 ‘공공 수요 기반으로 운영시장을 육성’하는 전략을 수립함

- 동 전략을 통해 3,500억 원 규모의 공공수요 창출을 통한 초기 시장의 성장동력을 확보하는 일과, 조달 혁신 및 민관협력을 통한 국산 도입률을 90%까지 향상시키도록 목표를 설정함

○ 공공분야는 국산 드론이 적어 저가 저성능의 해외 범용 드론을 활용하는 경우가 대부분임

- 공공기관은 드론에 대한 전문성이 부족하여 수요의 구체화가 어렵고, 실사용을 위해 운영 성능 검증이 필요해 도입에 에로가 발생함

○ 드론산업의 초기 성장기반 확보를 위해 국가·공공기관의 드론 활용분야에 5년간 약 3,700대 수요를 발굴하도록 함

- 건설·시설물 안전, 국토조사, 수자원, 도로, 철도 등 국토교통분야 약 850대 및 농업·경찰·소방·해경·산업·산림·해양 등 약 2,230대, 지자체 약 660대를 투입할 계획임

- 계획을 통해 공공분야에서 적용될 수 있는 드론산업으로 하천관리 분야가 꼽히고 있으며, 하천측량 및 하상변동조사의 드론 활용을 통해 비용 70% 절감 및 작업시간 90%의 단축을 기대하고 있음

<표 15> 공공분야 드론 활용모델

분야	활용모델	기대효과
공공건설	토지보상 단계 현지조사	비용 50% 절감(연간 약 10억원), 해상도 10배 증가
하천관리	하천측량 및 하상변동조사	비용 70% 절감 및 작업시간 90% 단축
산림보호	소나무 재선충 피해조사 (국토의 64%가 산림)	인력 대비 90% 기간단축 및 1인당 조사 면적 10배 증가
수색정찰	적외선 카메라 탑재 드론 활용 실종자 수색	인력 접근이 어려운 지역 효과적 수색·탐지
에너지	송전선 철탑 안전점검 (철탑 4만 2,372개)	점검시간 최대 90% 단축, 1일 점검량 10배 이상 증가
국가통계	농업면적 등 통계조사 (3만 2천 개 표본조사구)	인력 접근이 어려운 지역 효과적 조사

* 자료 : 드론산업 발전 기본계획(안) 2017~2026, 관계부처 합동, 2017.12

4) 드론산업 발전 기본계획(안) 2017~2026, 관계부처 합동, 2017.12

□ 또한 정부는 관계부처 합동으로 4차 산업혁명의 대응을 위하여 ‘4차 산업혁명 대응계획’을 수립하여 드론 산업의 육성을 지원함[5)]

○ 동 계획은 세계 주요국들이 4차 산업혁명 선점을 위해 경쟁하는 시점에서, 우리의 강점인 ICT 역량을 바탕으로 혁신성장을 뒷받침하기 위한 미래 먹거리 육성 계획임

- 계획에서는 4차 산업혁명의 핵심인 지능화 기술을 본격 확산하여 산업혁신과 사회혁신을 통한 경제성장 및 삶의 질 제고를 목표로 함

○ 계획에서 판단하는 국내 드론 산업의 기술경쟁력은 세계 7위 수준이며, 아직 태동기인 국내 드론 산업의 경쟁력 확보를 위해 산업 全생애주기 맞춤형 지원으로 新성장동력으로 육성하도록 함

- ‘22년까지 드론시장을 20배 확대하여 1.4조 원의 시장으로 육성하고 산업용 드론을 14배 확대하여 2.8만 대를 활용하도록 목표함

- 거점별 드론 비행시험장과 국가 종합비행시험장 등 선진국 수준의 시험 인증 인프라를 확충함

- 공공혁신조달 등 공공수요를 창출하고 야간 가시권 밖 비행 허용을 위한 특별승인제 및 공익 긴급목적의 드론 비행 특례 등 하위법령을 정비함

○ 드론·로봇 등을 접목한 입체적 상시 환경감시망·환경감시 빅데이터 플랫폼 구축으로 환경감시 효율화 및 환경사고 예방을 강화함

- 환경오염에 대한 드론 산업에 국토조사 및 하천관리가 포함될 수 있으며, 계획에서 추진하는 신산업에 부합함

5) 혁신성장을 위한 사람 중심의 ‘4차 산업혁명 대응계획’, 관계부처 합동, 2017.11

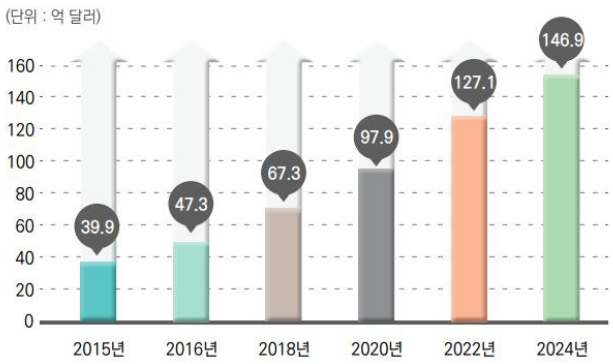
2절. 국내외 시장동향

1. 국외 시장동향

□ 세계 드론 시장 규모는 지속적으로 증가할 것으로 전망되며, 2012년 현재 미국의 시장 점유율 매우 높아 과점시장이나 이후 2021년에는 미국의 지배력이 약화되어 경쟁시장으로 변화할 것으로 전망됨[6)]

○ 미국 방산업 전문 업체인 틸그룹(Teal Group)은 물론 다수의 기관 및 기업에서는 드론 시장의 고성장을 전망하였음

- 방위산업 분석업체 Teal Group은 세계 무인항공기 시장규모는 2015년 40억 달러(약 4조 8,000억원)에서 '24년 147억 달라(약 17조 7,000억원) 규모로 급증할 것으로 예상하였음



<세계 드론 시장규모>

* 자료: 틸그룹, 드론 시장 및 산업 동향. 2017.1.9. 융합연구정책센터. 재인용

- 특히, 소형 드론 시장은 급성장해 전체 시장 규모가 2024년까지 연평균 15% 성장할 것이라고 전망함

- KEIT가 발간한 자료에서도 세계 드론 시장은 향후 10년 간 매년 10%씩 빠르게 성장하여 2023년에는 125억 달러 규모에 이를 것으로 전망하고 있음

- 마켓 엔 마켓은 글로벌 산업용 UAV 시장이 2015년부터 2020년까지 연평균 32.22%로 성장하여 2020년에는 약 55.9억 달러에 달할 것으로 예측함

- 글로벌 시장조사 업체 글로벌 인포메이션은 상업용 민간 드론 시장이 연평균 35% 이상 성장세를 기록할 것으로 예측함

6) 드론 시장 및 산업 동향. 2017.1.9. 융합연구정책센터.

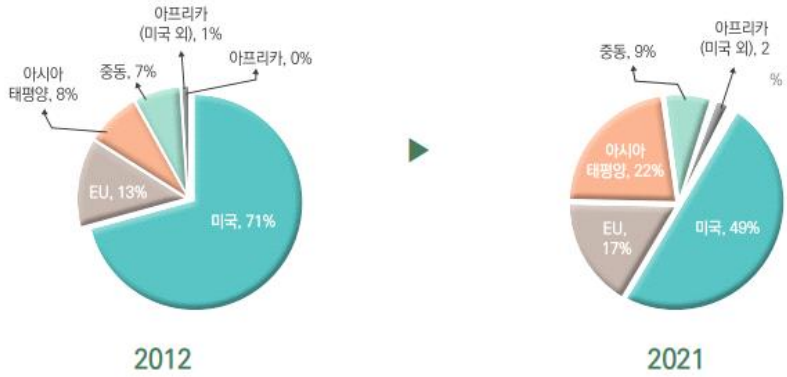


<무인기 용도별 전망>

*자료 : 미국 틸그룹(Teal Group), 2013

- 중국의 시장조사기관 이관즈쿠는 현재 20억 위안(약 3,732억 원) 수준의 중국 상업용 드론 시장 규모가 2018년 110억 위안(약 2조 524억 원)에 달할 것으로 전망함

○ 2012년 기준 국가별 드론 시장 점유율은 미국 71%, 유럽 13%, 중동 7%, 아시아·태평양 8%에서 2021년에는 미국의 지배력이 약화되어 미국 49%, 유럽 17%, 아시아·태평양 22%, 중동 9%등으로 과점시장에서 경쟁시장으로 변화될 것으로 예상하고 있음



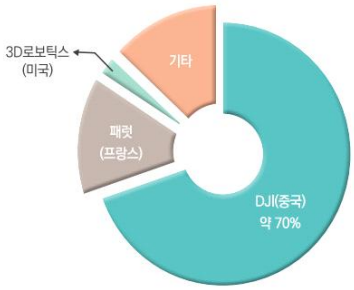
<주요 국가/대륙별 드론 점유율 현황 및 전망>

* 자료: World Unmanned Aerial Systems 2012 market profile and forecast. 틸그룹. 2014.04., 드론 시장 및 산업 동향. 2017.1.9. 융합연구정책센터. 재인용

- 이와 같은 아시아·태평양 지역에서의 급속한 발전은 중국의 급성장에서 기인하는 것으로, 중국은 민간수송용으로 소형무인기를 제작중이며 내수시장을 기반으로 투자를 확대 중에 있음

- 중국의 무인기 수준은 13년 기준 시장 규모가 세계 3위이며 중국 무인기 기술 수준은 12년 수준 세계 9위권임

- 특히 2014년 기준 상업용 드론의 경우 농업용, 수색·구조용 등 다양한 용도의 상업용 드론을 생산하고 있는 중국의 DJI가 세계 시장의 70%를 차지하고 있음



〈세계 상업용 드론 시장 점유율〉

*자료: 골드만삭스, 2014년 기준. 드론 시장 및 산업 동향. 2017.1.9. 융합연구정책센터. 재인용

□ 현재 세계 드론 시장은 미국과 중국이 주도하고 있으며, 기존 항공기 제조업체 및 항공사들 외에도 IT, 전기·전자, 통신업체 등의 드론 시장 진출이 활발하게 이루어지고 있음[7)]

○ 미국의 경우 군사용 드론 산업의 전통적 강자인 보잉(Boeing), 노스롭 그루먼(Northrop Grumman) 등 군사업체를 중심으로 드론 산업 발전

- 최근에는 구글, 아마존 등 글로벌 ICT 기업을 중심으로 드론을 이용한 제조·유통·물류산업의 패러다임 변화를 추진하고 있음

〈미국 민간 드론 기업 사업추진 현황〉

기업명	주요 사업추진 현황
보잉	- 세계 최고 수준의 무인기 기술/실적 보유 - 미 해군과 합동으로 무인정찰기 팬텀레이 개발 * 2010년 일반에 공개된 '팬텀레이'는 기존 정찰 기능뿐 아니라 방공망 제압, 전자전 공격 등도 가능해 스텔스 무인전투기로 평가
노스롭 그루먼	- 미국의 3대 항공우주산업체 중 하나 - 대형 고고도 정찰기인 트리톤 드론 개발 (2017년까지 총 68대 해군에 납품 예정)
구글	- 차세대 기술개발 프로젝트 '구글X' 중 하나로 드론 활용 배달 프로젝트인 project wing 진행 - 비행선 형태의 무인기를 이용하여 인터넷 및 통신에 활용(프로젝트 룬) - 태양광 무인기 제작업체인 타이탄 에어로스페이스 사 인수(`14년)하여 드론을 통한 무선인터넷 보급망 확장에 활용 예정
아마존	- 무인헬기를 이용한 차세대 드론 배송시스템(Amazo Prime Air) 실용화 추진 중
페이스북	- 영국의 드론 업체인 어센타(Ascenta)를 2천만 불에 인수 - 인터넷 소외 지역에 인터넷 서비스를 가능케 하는 인터넷 드론 아퀼라(Aquila) 개발 중 * 첫 시험비행에 성공했으나 `16년 11월 진행한 시험비행의 실패로 아퀼라를 통한 인도 인터넷 제공 보류
3DROBOTICS	- 북미지역을 중심으로 개방형 플랫폼을 통한 상업용 드론 개발 및 제품 판매 * 개방형 커뮤니티를 이용하여 사용자가 직접 운영시스템, 기술개발, 부품조달 등 드론을 직접 제작하고 경험을 공유하는 형태

* 자료 : 드론 시장 및 산업 동향. 2017.1.9. 융합연구정책센터.

7) 드론 시장 및 산업 동향. 2017.1.9. 융합연구정책센터.

○ 중국은 과거 해양영토 분쟁 등 안보의 목적으로 드론 산업을 육성했으며, 최근에는 상업용 드론 시장을 주도하고 있음

- 중국 정부는 드론 산업에 예외적으로 선허용·후보완 형태의 네거티브 규제를 적용함으로써, 중국 드론 기업들이 세계 상업용 드론 시장을 주도하는데 큰 영향력을 행사하고 있음

<중국 민간 드론 기업 사업추진 현황>

기업명	주요 사업추진 현황
DJI	- 농업용 드론을 최초로 출시하였고 팬텀시리즈 개발 - 드론의 핵심기능인 플라이트 컨트롤러와 드론의 움직임과 관계없이 카메라를 일정한 기울기로 유지하는 짐벌 분야에서 최고의 기술을 보유 - 국내에 플래그십 스토어 및 실내 드론 경기장 DJI 아레나 구축
XAIRCRAFT	- 스마트 농업 드론 선두업체 - 기업가치만 12억 7,000만 위안에 달하며 주요제품으로 P20 시리즈 보유
이항	- 사람이 탈 수 있는 1인용 유인 드론 개발 - 스마트폰 어플을 통한 드론 콘트롤 시장을 공략하는 업체로, DJI의 전문적인 항공촬영보다 대중화 성격이 강함
샤오미	- 저가 스마트폰의 대명사인 샤오미도 미 드론(MI Drone) 출시 * 4K 동영상 촬영을 지원하면서도 기존 4K 드론에 비해 저렴한 가격

* 자료 : 드론 시장 및 산업 동향. 2017.1.9. 융합연구정책센터.

○ 그 외에도 프랑스, 일본 등에서도 레저용 소형 드론을 중심으로 드론 시장 활성화를 촉진하고 있음

- 프랑스는 세계에서 드론을 가장 많이 띄운 국가로 미국, 영국에 이어 랭킹 3위를 기록(2015년 기준) 하였으며, 대표적 드론제조사인 패럿(Parrot)을 중심으로 드론 시장을 확대하고 있음

- 일본 또한 드론 산업이 빠르게 성장함에 따라 규제완화·정비를 통해 상업용 드론 시장 활성화를 추진하고 있으며, 저출산·고령화 등 사회문제해결을 위한 방안의 하나로 산간·낙후지역의 드론 택배 상용화를 위한 사업을 추진중임

□ 일본은 드론 관련 이업종 제휴가 활발히 진행되고 있으며, 기술 융합으로 새로운 서비스를 만드는 수요 창출 비즈니스 활로 모색이 두드러짐

<일본 드론 관련 주요 사업제휴 현황>

협력 기업명		주요 사업추진 현황
도시바 (전력시스템)	알파인 (차량탑재기기)	송전선이나 철탑 등을 점검하는 센서를 개발해 2017년도를 목표로 실용화
소니 (센서)	ZMP (로봇)	2015년도에 공동출자회사 설립. 건설현장의 측량이나 시설의 점검 등을 위탁
캐논MJ (영상기기)	프로드론 (드론)	캐논MJ가 1억 엔 출자. 자사의 촬영장치를 활용해 영상해석 서비스 제공
라쿠텐 (IT서비스)	자율제어시스템연구소 (드론)	라쿠텐이 약 20% 출자해 배송 서비스를 개발. 올해 5월 기간 한정으로 골프장에서 도입
얀마 (농업기기)	유니케미컬 (동영상해석시스템)	상공에서의 생육 상황 분석 등을 통해 농사 작업의 효율화를 지원

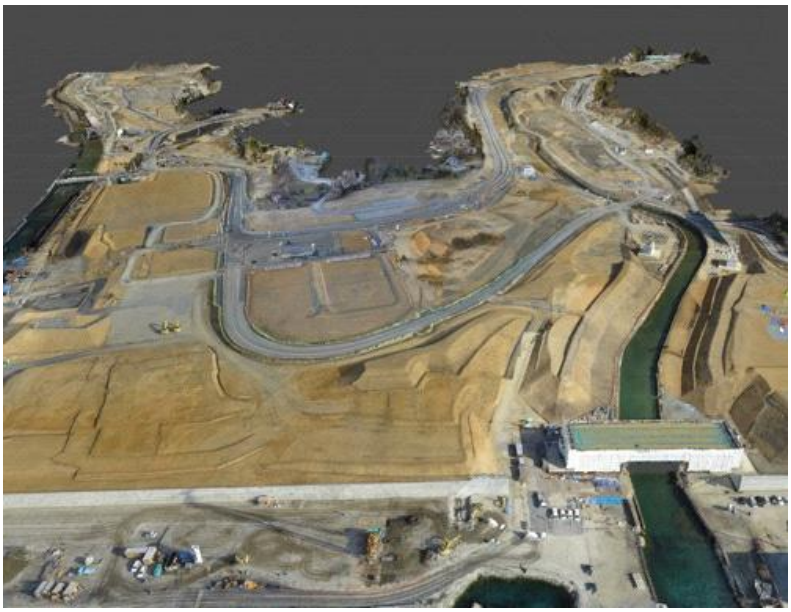
*자료: 일본. 이업종 간 기술 융합을 통한 드론 활용 기대. 2016.9.9. KORTA 해외시장뉴스

○ 위치정보시스템(GPS)에 강한 알파인과 화상처리, 데이터 분석의 노하우를 보유한 도시바가 드론으로 공중에서 전력설비를 점검하는 서비스를 2017년부터 시작할 것을 발표

- 기존의 송전선・철탑 점검 서비스는 숙련된 작업원이 행했으나, 안전상의 위험과 문제 파악에 시간이 걸린다는 어려움이 있었음.

- 그러나, 드론 촬영 영상을 이용하면 안전할 뿐만 아니라 신속하게 문제점을 파악할 수 있고, 비용도 감소하며, 작업원이 놓치기 쉬운 설비 트러블도 발견하기 용이함

○ 소니는 로봇분야에도 진출한 자율운전기술 보유 ZMP와 손을 잡고, 2015년 8월에 공동으로 에어로센스를 설립해 건설현장 드론 측량 사업을 시작함



〈에어로센스의 미나미산리쿠쵸의 동일본대지진 부흥공사 현장 드론 측량 결과〉

*자료: 일본. 이업종 간 기술 융합을 통한 드론 활용 기대. 2016.9.9. KORTA 해외시장뉴스

○ 그 외에도 캐논, 얀마 등의 회사가 농업지원에도 드론을 활용. 공중에서 촬영한 영상을 통해 토양의 질이나 작물의 발육상태를 파악해 불필요한 농사작업을 줄이고 생산성을 높임

□ Pwc 컨설팅에서는 드론을 활용한 서비스 시장이 1,273억 달러로 추정되고 있으며 그 중 사회기반시설 분야가 452억 달러를 차지하고 있음

○ 2016년 세계 드론을 활용한 서비스 시장(Global Market for Commercial Applications of Drone Technology)은 1,273억 달러로 추정되며, 그 중 사회기반시설에 대한 모니터링이 452억 달러로 약 35.5%를 차지해 가장 높은 비중을 보임

<드론 서비스 부문별 시장 규모>

드론 서비스 활용 분야	시장 규모(십억 달러)
Infrastructure	45.2
Agriculture	32.4
Transport	13
Security	10
Media & Entertainment	8.8
Insurance	6.8
Telecommunication	6.3
Mining	4.4
Total	127.3

* 자료 : Pwc 컨설팅

□ 상업용 민간 드론 시장은 2014년 6천만 달러에서 2023년 8억 8천만 달러로 연평균 35%성장 전망

○ 미국의 드론 규제는 강한 편이나 방산 업체가 주도하는 시장이 점차 상업적으로 자유화될 전망

○ 유럽의 경우 비전 2020 발표 이후, 드론 산업이 급성장 하고 있고 상업용 드론의 개발과 보급이 활발히 진행되고 있음

□ LiDAR Market - Global Forecast to 2020 에 의하면, 미국과 캐나다를 포함하는 아메리카 대륙의 라이다 시장 규모는 2012년 약 111.26 백만불에서 2020년 약 307.38백만불로 시장규모가 8년 사이에 약 3배가 확장될 것으로 예상됨

○ 특히, UAV 라이다가 포함되는 기타(UAV & 스테레오 영상)는 약 18.53 백만불에서 2020년 71.50백만불로 약 3.8배 시장이 증가되는 추세임

○ 이는 UAV 기술 개발 및 라이다 센서의 보급화로 보다 많은 사용자 증가와 기술의 보편화로 시장규모가 확대되는 것으로 예상

2. 국내 시장동향

(KICT)
※ 기술위원회를 활용하여 드론분야 산업생태계 및 유관업체 내용 보강

(KWs)
※ 하천조사항목 및 조사비용 제시 ※ KICT가 제시한 내용 기반 재구성

□ 2016년 기준 국내 드론 시장규모는 제작시장이 153억원, 활용시장이 551억원이나, 국토교통부는 드론산업발전을 촉진하여 2026년까지 제작 1940억원, 활용 6332억원으로 규모를 키울 계획임[8)]

○ 한국교통연구원에 따르면 세계 드론 시장은 연 53%씩 성장하고 있지만 미국·중국 등 주요국가 중심으로 강약구도가 고착화 되고 있어 한국이 드론시장을 이끌어가기 위한 중장기적 계획이 시급하다고 판단함

○ 이에 정부는 드론산업발전 기본계획을 수립하고 2026년까지 제작 1940억원, 활용 6332억원 등 총 4조 1000억원 규모로 키우겠다는 목표를 설정하였음

○ 또한 국내 시장의 초기 성장을 이끌기 위해 5년간 3012억원을 투입해 국가·공공기관에 3000여대의 드론을 도입해 공공 수요를 창출할 계획임

8) 드론 시장 4조 규모로 키우고 '하늘길' 만든다. 2017.7.19. 국민일보.



공공분야 드론 활용모델

분야	활용모델	기대효과
공공건설	토지보상 단계 현지조사	비용 50%절감(연간 약 10억원), 해상도 10배 증가
하천관리	하천측량 및 하상변동조사	비용 70% 절감 및 작업시간 90% 단축
산림보호	소나무 재선충 피해조사 (국토의 64%가 산림)	인력 대비 90% 기간단축 및 1인당 조사 면적 10배 증가
수색·정찰	적외선 카메라 탑재 드론 활용 실종자 수색	인력 접근이 어려운 지역 효과적 수색·탐지
에너지	송전선 철탑 안전점검 (철탑 4만 2372개)	점검시간 최대 90% 단축 1일 점검량 10배 이상 증가

<국내 드론 시장 전망 및 공공분야 활용모델>

*자료: 드론 시장 4조 규모로 키우고 '하늘길' 만든다. 2017.7.19. 국민일보.

□ 드론 기술발전 및 다양한 분야에서의 활용 가능성 증대로 국내에서도 드론 산업을 미래 신성장 동력 산업의 하나로 육성하기 위한 지원을 하고 있음[9)]

○ 정부는 무인이동체 발전 5개년 계획(2016년~2020년)을 심의·확정하였으며, 국토부, 미래부, 산업부를 중심으로 다양한 사업 추진 및 지자체별로도 드론 산업을 육성중에 있음

- (미래부) 원천기술개발 중심 연구 추진, (국토부) 드론을 항공 분야의 일부로 파악하고 사업화 매진, (산업부) 고기능·중대형 등 첨단 드론 육성 추진

- (부산시) 사물인터넷(IoT) 테스트 베드를 운영 중이고, 드론의 이동성을 융합한 도시관리시스템을 단계별로 구축할 계획

- (대구시) 무인항공기 집적단지 조성 및 스마트 드론 기반 구축사업 추진

- (수원시) 드론 강소기업 육성 및 드론 실외 테스트 베드, 장거리 옥외 테스트배드 조성 예정

○ 국내 드론 산업은 대한항공과 한국 항공우주산업주식회사(KAI) 등 전통적인 항공 산업체가 군수요를 바탕으로 두각을 나타내고 있으며, 정찰이나 군사 위주로 전개됨

○ 상업용 드론 시장은 아직 시작단계 수준으로, 최근 주목받고 있는 엔터테인먼트, 항공촬영 등에 쓰일 수 있는 소형 드론의 경우에는 소수의 업체만이 개발을 진행하고 있음

<국내 민간 드론 기업 사업추진 현황>

기업명	주요 사업추진 현황
대한항공	- 항공우주연구원과 공동으로 틸트로터형 무인기 개발(TR-60) 성공 및 상용화 추진 노력중 * 다만 최근 틸트로터 무인기 사업인 고속수직 이착륙 무인항공기 시스템 개발 상용화 사업의 예비타당성조사에서 미시행 판정을 받으면서 사용○화 사업이 언제 재개될지 불투명한 상황 - 미국 모잉사와 MOU를 통한 무인헬기사업(500MD를 무장형 무인헬기로 개조하는 사업 추진) 추진 * 주야간 정찰감시에 근거리 정밀타격 기능까지 가능하도록 제작, 개발 완료 후에는 전방 감시정찰과 즉각 대응활동 등에 활용
한화	- 군사분야 초소형 무인항공기 기술개발을 위한 사업 참여 - 초소형 무인항공시스템인 크로우(CRAW)를 제작한 마이크로에어로봇사 인수(`10년)
LG CNS	- 소프트웨어와 하드웨어를 융합한 자체 무인헬기 토탈 솔루션 개발 추진중 - 산업용 무인헬기 토탈 솔루션 공급업체인 원신스카이텍 인수(`13년)
LG 유플러스	- LT 망을 이용한 드론 제어 기술 확보(기술시연 성공) - 세계 최초 LTE망을 통한 드론 조정 성공

9) 드론 시장 및 산업 동향. 2017.1.9. 융합연구정책센터.

기업명	주요 사업추진 현황
	- 드론을 활용하여 결혼식 생중계 * LTE 통신망을 이용해 공중에서 촬영한 동영상을 스마트폰으로 실시간 확인할 수 있는 LTE 지능형 비행로봇 U+LTE 드론을 민간 분야인 야외 결혼식에 적용
KAI	- 1990년대 초반 국내 최초 드론인 군 정찰용 저고도 단거리 무인항공기 송골매 개발
유콘시스템	- 무인기 전문 업체로, 정찰용 무인기인 리모아이(Remo Eye) 개발 및 국내 최초로 UAE에 지상통제장비 수출 - 농업용 방제드론 리모팜(Remo Farm)을 시작으로 민간시장 진출 추진중
바이로봇	- 완구용 비행로봇인 '드론 파이터'를 시작으로 산업용 비행로봇 개발 진행중 * 순수 국내 기술로 개발한 쿼드콥터 모형으로 기존 무선조종 헬기에 비해 조종이 쉽고 가상현실에서만 가능한 비행 게임을 현실에서 즐길 수 있다는 게 장점
성우 엔지니어링	- 농업용 무인 방제헬기 상용화 성공(REMO-H)

* 자료 : 드론 시장 및 산업 동향. 2017.1.9. 융합연구정책센터.

□ 산업통상자원부에서는 국내 드론 시장이 2022년까지 6,000억 원 규모로 성장할 것을 전망하고 다양한 지원정책 마련 중에 있음

○ 한국항공우주연구원은 2014년 11월 기획재정부로부터 고속 수직 이착륙 무인항공기가 예비타당성 조사 대상사업으로 선정되어 2015년 1월 달부터 조사에 들어감

- 사업 기간은 2016~2023년의 8년이며 총 사업비는 2,573억 원임

- 2020년까지 일반 상용 무인기를 개발하는 1단계 사업을 마친 뒤 2023년까지 세계 수준의 무인기 개발을 위한 2단계 사업을 진행함

- 상용화가 추진되는 무인기는 고도의 자율비행과 수직이착륙, 고속비행이 가능한 틸트로터 무인기로 사람이 직접 관찰하기 힘든 재난 및 군사 상황에 활용 가능함

□ 국토교통부는 '12년부터 '20년까지 3.7조원을 투입하여 4대강에서 제외된 지천에 대한 하천정비 사업을 추진할 계획임[10)]

○ 신규사업 3.4조원, 계속사업 0.3조원을 투입하여 지천에 대한 하천정비사업을 추진할 계획을 수립함

- 지천사업의 대상은 4대강사업에 제외된 국가하천 43개소(1,023km)임

10) 4대강 외 국가하천 종합정비계획 보고서, 2011.7

<국가하천 정비사업 연차별 투자계획>

(단위: 억원)

구분	`12	`13	`14	`15	`16~``20	계
예산(억원)	4,000	4,000	4,000	4,000	21,000	37,000

* 자료 : 4대강 외 국가하천 종합정비계획 보고서, 2011.7

<국가하천 정비사업 주요 내용 및 사업비(신규사업)>

사업내용	사업량	사업비(억원)
제방보강	291km	6,601
하도개선(준설 등)	190km(0.45억㎥)	11,282
강변저류지/배수갑문	6개소/1개소	1,286/347
보 신설・개량	21개소	927
생태하천 조성(비도심지)	478km	4,650
하천환경정비(도심지, 관광지등)	186km	5,247
자전거길 및 탐방로	718km	1,741
설계, 감리비등 기타	-	1,574
총계		33,655

* 자료 : 4대강 외 국가하천 종합정비계획 보고서, 2011.7

<4대강 권역별 국가하천 정비사업 주요 내용 및 사업비>

구분	총사업비	주요 사업내용
한강 권역	7,954억원	보 3개소 / 준설비 3,473억원 / 제방보강 1,477억원 하천환경정비 1,650억원 / 생태하천 523억원
낙동강 권역	11,453억원	보 11개소 / 준설비 3,095원 / 제방보강 3,248억원 하천환경정비 1,839억원 / 생태하천 1,269억원
금강 권역	10,499억원	보 6개소 / 준설비 4,029원 / 제방보강 954억원 하천환경정비 614억원 / 생태하천 2,655억원
영산・섬진강 권역	3,767억원	보 1개소 / 준설비 692억원 / 제방보강 915억원 하천환경정비 1,193억원 / 생태하천 154억원

* 자료 : 4대강 외 국가하천 종합정비계획 보고서, 2011.7

□ 국가하천 외 지방하천에 대해서도 '18년까지 11조 3,370억원(국고 60%,지자체 40%)을 투입하여 정비사업을 추진할 계획임[11)]

○ 지방하천 정비사업의 사업내용을 보면, 제방보강, 준설, 보 신설 및 개량 등의 치수사업에 7조 6천억원, 생태하천 조성, 고향의 강 사업 등 친수사업에 3조 7천억원을 투입할 계획임

□ 환경부는 '생태하천 복원사업 중장기 계획'을 통해 '11년~'15년 동안 총 412개 하천(1,667km)에 3.2조원, 800개 도랑・실개천(200km) 복원에 800억원을 투입하고 있음[12)]

11) 국정감사 보도자료-김진애 의원실, 2011.09.26
12) 생태하천 복원사업 중장기 추진계획, 환경부 수생태보전과, 2010. 09

○ 90개 하천(325km)의 계속사업에 8,239억원을 투자하였으며, 319개 하천(1,324km)와 도랑・실개천 800개소의 복원을 위한 신규사업에 2조 3,595억 원을 투자할 계획임

<년도별/수계별 투자계획>

(단위: 억원)

구분	수계	개소수	사업비					
			계	`11	`12	`13	`14	`15
수질개선·생태복원	계	412	31,834	11,462	8,785	5,747	3,098	2,742
	4대강	232	16,750	6,426	5,112	2,919	1,353	940
	한강	94	8,664	3,430	2,275	1,787	743	429
	낙동강	61	2,977	1,320	842	350	216	249
	금강	21	1,693	531	959	107	80	16
	영산강·섬진강	56	3,416	1,145	1,036	675	314	246
	기타	180	15,084	5,036	3,673	2,828	1,745	1,802
도랑·실개천 살리기	계	800개	800	150	350	100	100	100
	4대강	500	500	150	350	-	-	-
	한강	135	135	41	94	-	-	-
	낙동강	120	120	36	84	-	-	-
	금강	130	130	39	91	-	-	-
	영산강·섬진강	115	115	34	81	-	-	-
	기타	300	300	-	-	100	100	100

□ 2016년도 국토교통부 예산안에서는 수자원 분야에서 21,496억 원의 예산을 편성하였으며 하천관리 및 홍수예보 분야에서 16,999억 원으로 약 79.1%를 차지함

○ 국가하천정비 예산은 4,338억 원에서 3,900억 원으로, 지방하천정비 예산은 6,754억 원에서 6,383억 원으로 축소되었으며 하천정비사업은 치수사업 위주로 편성하여 예산을 절감하였음

○ 수자원공사의 4대강 사업 투자에 따른 금융비용이 3,090억 원에서 3,010억 원으로 큰 차이가 없으며 원금 일부(390억원)를 지원 예정

<국토부 수자원분야 2016년도 예산(안)>

구 분	'15예산		'16예산	증 감	
	본예산(A)	추경(증액)	(B)	(B-A)	%
계	22,731	1,924	21,496	△1,235	△5.4
하천관리 및 홍수예보	18,014	450	16,999	△1,015	△5.6
댐건설 및 치수능력	3,752	1,084	3,175	△577	△20.6
용수공급 및 개발	691	390	1,116	425	61.5
수자원정책	274	-	206	△68	△22.4

* 자료 : 2016 회계연도 국토교통부 소관 예산 및 기금운용계획안 개요, 국토교통부, 2016.01

<국토부 하천관리 및 홍수예보 2016년도 예산 상세내역(안)>

구 분	'15예산		'16예산	증 감	
	본예산(A)	추경(증액)	(B)	(B-A)	%
계	22,731	1,924	21,496	△1,235	△5.4
하천관리및홍수예보	18,014	450	16,999	△1,015	△5.6
국가하천정비	4,338	-	3,900	△438	△10.1
치수연구개발	323	-	323	0	0.0
댐직하류정비	100	-	150	50	50.0
수자원공사지원	3,090	-	3,400	310	10.0
국가하천유지보수	1,622	-	1,558	△64	△3.9
경인아라뱃길사업지원	800	-	670	△130	△16.3
하천편입토지 보상	500	-	300	△200	△40.0
홍수예보및수문조사	120	-	121	1	0.8
수문조사시설설치및개선	367	-	194	△173	△47.1
지방하천정비	6,754	450	6,383	△371	△5.5

* 자료 : 2016 회계연도 국토교통부 소관 예산 및 기금운용계획안 개요, 국토교통부, 2016.01

□ 국내 드론 시장은 정부차원에서 신기술 산업 육성을 위해 관련 규제들을 완화하여 향후 15년간 1.62조원의 규모로 성장할 전망임

○ 향후 정부기관 및 지자체에서 적극적인 도입 및 활용에 따라 재난재해, 농업, 토목 분야 등 일반 산업에도 활발한 성장이 예측됨

○ 현재 사용되는 민간 상업용 드론은 15,000개 수준이고 관련 법률 제도도 미비하나 최근 영상촬영 및 식물보호, 전력에너지 검사, 취미 레저용으로 급성장 하고 있는 추세임

<드론 도입 및 활용을 위한 예상획득경비>

용도	시기	예상획득비(억 원)	비고
해안감시	2018-2025	5,200	26개 해경 x 2조
산불감시	2018-2022	2,000	5개 산림청 x 4조
환경감시	2020-2025	1,000	10개 지자체 x 1조
재해재난 모니터링	2018-2030	2,000	10개 지자체 x 2조
교통통제/사고수습	2018-2022	1,000	10개 지자체 x 1조
공중촬영	2016-2025	1,500	업체 60대(대당 25억원)
농업용	2016-2025	2,000	업체 1,000대(대당 2억원)
기타	2016-2025	1,500	소형 위주
계	-	16,200	-

□ 경기 수원시에서는 2017년 5월 GIS(지리정보시스템)를 기반으로 하는 ‘물순환 통합관리 시스템’을 구축 및 추진하였음

○ ‘GIS 기반 물 순환 통합관리 시스템’을 이용해 스마트폰이나 컴퓨터로 시스템에 접속해 수원시의 물 순환 체계를 한 눈에 볼 수 있으며, 수원시의 빗물관리 정책 ‘레인시티 사업’의 과정·관련 시설 현황, 레인시티 사업의 효과 등을 상세하게 소개해 누구나 쉽게 수원시 물 순환 체계를 확인할 수 있도록 함

○ 2009년 ‘수원시 통합 물 관리 조례’와 ‘수원시 물 순환 관리에 관한 조례’를 제정하며 ‘레인시티 사업’을 시작하였으며, 민선 6기 공약사업으로 ‘레인시티 수원 시즌 2’ 조성사업을 선정함

○ 2014년 환경부와 함께 ‘그린빗물 인프라 조성’ 시범사업으로 장안구청 청사에 ‘그린빗물 인프라’를 전국 최초로 조성하였으며, 2016년 말 현재 공공기관 42개소, 민간시설 152개소, 빗물 저금통 85개소 등 279개소가 적용되어 연간 8만8441톤의 수돗물을 절약하고, 3만5651kg의 이산화탄소 감소, 2억1400여만 원의 수도요금을 절약한 것으로 추정됨

□ 국토교통부에서는 2017년 2월 ‘드론의 하천 분야 이용 활성화를 위한 세미나’를 개최하였음

○ 국토교통부, 한국수자원학회, 한국하천협회, 공간정보산업협회, 한국국토정보공사 등, 학계, 산업계, 지자체 관계자 및 드론 관련업체 200여명이 참여함

○ 하천 분야의 드론 도입 및 정책 방향에 관한 국토교통부의 발표와 드론을 이용한 하천 조사방안과 하천측량 전문 드론의 개발방안에 대한 학계 및 업계의 발표를 통해 드론활용 하천측량 기본계획, 해외진출 및 제도개선 방안 등 하천분야 드론 정책방향, 하천관리용 드론개발 기술현황, 국내외 시장전망에 대한 관련 관·산·학·연 전문가로 구성된 패널 토론을 진행

○ 국내 무인기 시장은 현재 1억 5천 달러이나, 25년에는 30억 달러로 확대될 전망이며, 정부는 공공서비스 및 기술 개발 분야를 집중적으로 지원하기 위한 재원을 준비 중에 있음

- 대표적인 드론활용 공공서비스의 하나로 하천분야 활성화에 힘을 기울이고 있으며, 특히 드론활용 하천 모니터링뿐만 아니라, 하천관리용 전문드론 제작, 하천측량을 위한 드론 S/W개발에 대한 민간 기술개발을 촉진하기 위해 다양한 제도적 방안을 마련 중임

□ 2016년 2월부터 영월, 부산, 대구 등을 중심으로 드론 레저산업 기반 마련 및 시장 확대가 일어나고 있음

○ 강원도를 드론 레저산업의 국제 표준화로 하여 세계시장을 선점하고, 이와 함께 안전기준과 기술기준, 비행기준 등 현재 국제적으로 표준화하지 못한 드론산업 전반에 대한 표준화를 통한 세계 시장 선점을 도모함

○ 2016년 10월 영월군 덕포리, 부산시 중동 청사포, 대구시 달성군 구지면, 전남 고흥군 고소리, 전북 전주 5곳을 무인비행장치 활용 신산업 분야 안전성 검증 시범사업 지역으로 선정하고, 국토교통부가 수립한 무인비행장치 안전 증진 및 활성화 대책을 위한 무인비행장치 활용가능성 점검 및 적정 안전기준 등을 검토하기 위한 국내 첫 실증사업을 출범함

- 시범사업을 통해 국토조사 및 순찰, 산림보호 및 재해감시, 시설물 진단, 물품수송, 통신망 활용 등 다양한 신 산업군에 대한 테스트를 실시하고, 야간비행, 자동항법, 시각보조장치 등 신뢰성, 기상·지형지물 등 비행영향, 충돌·추락 모의실험, 주요기술·시스템 정밀도 등 무인비행장치 산업 상용화에 필요한 각종 안전 측면도 실증을 통해 폭 넓게 검증함

○ 경기도는 무인항공기(드론) 산업의 육성 및 지원에 관한 조례안 추진 중이고, 수원시는 드론(무인비행물체) 산업 육성을 위한 3단계 로드맵을 발표, 부산광역시는 항공산업 육성방안으로 드론 산업 로드맵을 작성한 것을 시작으로 국제 드론 전시회를 개최하고, 국제 드론 레이싱 대회, 드론 경진대회 등을 개최할 예정임

□ 서울시는 2015년 8월 하천의 실태조사 및 분석을 통한 새로운 서울형 생태하천 사업 모형을 개발함

○ 서울시는 생태하천사업 성과평가 및 하천관리전략 수립을 위한 용역업체를 선정하고, 생태하천 조성사업 19곳의 평가와 서울시내 하천 전 구간 관리전략 수립, 새로운 서울형 생태하천 사업의 모형 개발 등을 시행하였음

□ 하천환경조사는 하천사업에서 하천의 치수, 이수, 환경기능(생물서식처, 수질, 친수기능 등)의 조화로운 관리를 위해 하천의 물리, 화학, 생물, 공간에 관한 다양한 특성을 조사·분석하는 것을 의미함

○ 하천환경 조사를 통해 하천 환경을 개선시킬 가능성과 필요성을 인식하고 대상하천의 보전과 복원에 대한 정비주제 및 방향을 설정함

○ 하천공간을 종·횡적으로 구분하면 수역(물길)과 수제역(물가), 육역(홍수터)으로 구분할 수 있으며, 이를 통틀어 수변공간으로 정의함

○ 하천환경조사는 이러한 수변공간에서 일어나는 물리, 화학, 생물, 공간 등에 대한 전반적인 조사로 전문가 그룹을 구성하여 일련의 표준절차에 따라 체계적으로 수행됨



< 하천환경조사의 수행절차 >

○ 하천환경조사에서는 기존문헌자료 수집, 항공사진 분석 등의 사전자료 조사를 통하여 대상하천의 특성을 파악하고 있음

< 사전자료조사의 수집자료 목록 >

분류	자료	발행기관
기초자료	지형도 및 수치지도	국토지리정보원
	항공사진(과거~현재)	
	토지이용도, 지질도	환경부, 한국지질자원연구원
	유역도 및 수계도	국토교통부, 한국수자원공사
유황 및 수질에 관한 자료	강수량, 풍속, 평균기온, 상대습도, 일조시간	기상청
	기존 최대, 최소, 풍수, 평수, 저수, 갈수량	기상청, 지방자치단체
	수질 관측망 자료, 유량 측정망 자료	홍수통제소, 환경부
측량자료	하도특성자료(종, 횡단면도 등)	하천 관리청
생물에 관한 자료	유역조사사업 및 하천정비계획의 생물편	국토교통부, 지방자치단체
	멸종위기 야생동식물 및 환경부 보호종 자료	환경부
	자연환경 전국기초조사 자료	
	학술조사자료	대학, 기타연구기관
인문, 사회자료	하천의 문화, 역사, 지형지물, 문화재	지방자치단체 등
	지방의 도감, 향토자료 등	

○ 하천환경조사는 물리조사, 화학조사, 생물조사, 공간조사로 구분되며 세부조사항목 및 방법, 일정은 아래와 같음

< 하천환경조사 항목 및 시행방향 >

조사항목		세부항목	방법	일정
물리조사	수리	수온, 유속, 수심, 유량, 홍수기 조사	기상청 및 유량관측소 자료 이용	월별 및 홍수기 조사
	수문	기온, 강수량, 증발산량		일별·월별 및 홍수기 조사
	형태	횡단, 평면, 종단면	측량 및 측량도	-
	하도	여울과 소, 사주, 수제 하도의 침식과 퇴적 기타특성(저수로와 고수부지 특성 등)	사진촬영 RCS지도 작성	계절별 및 홍수기 후 조사
	허상재료	측량, 입경분포, 기타특성(유사분포)	-	계절별 및 홍수기 후 조사
화학조사	수질	BOD, COD, DO, SS, pH, T-N, T-P, 전도도, As, Cd, Hg, Pb, 총황, (TOC) 등	채수 및 화학분석	월별조사
	저니질	COD, 강열감량, pH, T-N, T-P, As, Cd, Cr, Hg, Pb, 총황	채수 및 화학분석	계절별 및 홍수기 후 조사
	오염발생원 및 부하량	오염발생원, 발생오염부하량, 배출오염부하량, 유출오염부하량, 유달률	-	-
	수질예측	하천수질예측, 호소수질예측	-	-
	토양	수분함량, 유기물함량, T-N, T-P, pH. 토양온도, 토성(입경분석) 등	채토 및 화학분석	계절별 및 홍수기 후 조사
생물조사	식물	식물상, 식생도, 군집구조, 색생단면	정성 및 정량채집	계절별 및 홍수기 후 조사
	미소생물	저서무척추동물, 육상곤충, 플랑크톤, 부착조류 등의 생물상, 서식상황	정성 및 정량채집	
	여류	어류상, 서식상황	정성 및 정량채집	
	양서파충류	양서류상, 파충류상, 서식상황	채집, 목견, 흔적조사	
	조류	조류상, 번식상황, 집단분포지	선 및 정점조사법	
	포유류	포유류상, 서식상황	채집, 목견, 흔적조사	
공간조사	경관	문화, 사회, 역사적 가치를 갖는 지형지물, 장소	자료수집 및 현장조사	-
	이용자	이용자수, 목적, 개선사항	선 및 면적조사 설문조사	이용자수가 많은 날
	시설물	수리구조물, 수문, 기타 시설	도면 및 실측조사	-

□ 정부는 수자원장기종합계획 등 수자원 관련계획 수립시 토대가 되는 유역단위의 기초자료를 지속적으로 조사·관리하여 수자원의 효율적 관리 이용을 도모하고 유역의 인문·산업, 이·치수, 환경생태 등에 대한 체계적이고 종합적인 조사를 위해 2000년부터 5대강 유역에 대한 유역조사를 실시하고 있음

○ 유역조사는 하천법 제16조(유역조사의 실시) 및 제22조(수자원자료의 정보화)를 근거로 하여 실시함

○ 하천의 관리 및 국가개발계획의 수립 등에 필요한 하천유역의 기본현황과 이수·치수·하천환경 등 수자원의 이용 및 관리를 위한 조사이며, 항목별 조사 주기에 따라 1년, 5년, 10년, 수시 및 특별조사로 구분하여 조사를 수행하고 있음

○ 유역조사의 조사 자료는 성과검증위원회의 검토를 통해 신뢰성을 확보하고 있으며 조사 성과는 DB화하여 국가수자원관리종합정보시스템(WAMIS, wamis.go.kr)을 통해 일반국민에게 제공하고 있음

○ 전국유역조사는 하천법 제16조, 제22조 및 유역조사 지침(현 국토교통부 훈령 685호)에 근거하여 시행되었으며, 전국 유역의 이·치수 및 환경생태 등 주요 인자 등에 대한 종합 조사를 통하여 하천 및 수자원의 개발·이용과 보전·관리를 위한 기초자료를 제공하는 데 그 목적이 있음

〈 유역조사 지침 주요내용 〉

구분	유역조사 지침 주요내용
조사유형	기본현황, 이수, 치수, 환경생태 조사
조사주기	1년, 5년, 10년, 수시, 특별조사로 구분
조사방법	GIS/RS조사, 문헌조사, 현장조사로 구분
성과검증	성과검증위원회의 검토로 신뢰성 확보
정보화	DB화하여 국가수자원관리종합정보시스템(WAMIS)을 통하여 제공
교육훈련	조사 수행자에 대한 교육이수 의무화

○ 유역조사 항목은 전체 160개 항목 중 수시 및 1년, 5년, 10년 주기 95개 항목임

〈 유역조사 항목 및 방법 〉

조사항목					조사방법	조사주기
유형	조사구분	조사항목		세부항목		
기본현황조사	GIS/RS조사	유역특성	유역구분	수자원단위지도, 단위유역	수자원단위지도 기준으로 단위유역 선정	10년
			유역특성인자	유역면적, 좌안면적, 우안면적, 유역둘레, 유역평균폭, 유역형상계수	유역구분에 따라 GIS S/W를 활용하여 추출	10년
			수치표고(DEM) 및 지형특성	DEM(30x30), 표고특성, 경사특성, 향특성	1/5,000 수치지형도를 이용하여 등고선 추출 후 GIS S/W를 활용하여 수치표고 추출 DEM을 GIS S/W를 활용하여 표고, 경사, 향 분석후 유역별로 구분하여 특성치 산출	10년
			하천망도(DSN) 및 하천특성	DSN(1/25,000), 최원유로연장, 유로연장, 법정하천연장, 하천총길이, 하천차수에 따른 하천수, 하천길이	1/25,000 수치지형도를 이용하여 하천망을 추출하고, 하천에 따라 GIS S/W를 활용하여 추출	10년
			토양도 및 토양특성	정밀토양도(1/25,000), 기호, 종류, 배수, 유효토심, 명칭, SCS분류	농업과학기술원의 정밀토양도를 수치지도화하여 GIS DB를 구축하고, 토양도 속성자료를 유역별로 분류하여 특성치 산출	10년
			지질도 및 지질특성	지질도(1/50,000), 지질기호, 지질명, 면적	한국지질자원연구원의 지질도(1/50,000)를 수치지도화하여 GIS DB구축 지질도 속성자료를 유역별로 분류하여 특성치 산출	10년
			토지피복도	토지피복도(대분류)	환경부 토지피복도를 이용하여 토지 피복분류도 작성(대분류 8항목기준)	5년
				토지피복도(중분류)	환경부 토지피복도를 이용하여 토지피 복분류도 작성(중분류 23항목 기준)	5년
			임상도 및 임상특성	임상도(1/50,000), 임상별, 영급별, 경급별, 수관밀도별 면적	산림청의 수치임상도를 이용하여 GIS DB 구축하고, 임상도 속성자료를 유역별로 분류하여 특성치 산출	10년
			항공특성	항공촬영(하천)	단위유역의 주요하천에 대한 항공촬영 자료를 국립지리원에서 수집	10년

조사항목					조사방법	조사주기
유형	조사구분	조사항목		세부항목		
기본현황조사	문헌/통계조사	인문산업경제조사	행정구역	행정구역현황	한국행정구역총람 자료를 활용하여 행정구역을 현재 기준년으로 일원화	1년
				행정-유역변환비(인구비, 면적비)	면적비 : 행정구역과 표준유역도를 이용하여 편입비 산정 인구비 : 수치지도상의 주택도형수를 이용하여 인구분포가 고려된 편입비 산정 * 인구센서스 자료를 이용하여 실제 유역인구비 산정(5년주기)	5년
				기준연도 행정구역 변환비	조사자료연도 행정구역을 기준연도 행정구역으로 변환하기 위한 편입비	5년
			인구	주민등록인구	행정자치부 주민등록 인구	1년
				인구주택총조사	통계청 인구주택 총조사시 주소지번상에 조사된 실제인구를 이용하여 유역인구 산정	5년
				유역별인구(주민등록, 총조사)	인구비를 이용한 유역인구 산정	1년
			역사문화	하천관련 역사, 유적과 유물, 생활 관련자료	문화관광부, 문화재청, 지자체의 문헌 및 지자체 홈페이지 등 조사	10년
				문화재현황, 관광지, 관광객	문화재청, 지자체 문헌 조사	5년
			경제	경제지표, 도시내총생산, 소득지표	한국은행 자료를 활용하여 경제지표(물가지수, 국민소득, 경기, 환율), 도시내 총생산, 소득관련지표 등을 행정구역별 정리	수시
				유통금융, 재정(지방세, 세외수입, 총수입)	통계청 및 지자체 통계연보를 활용하여 조사	수시
				공시지가	국토교통부 공시지가자료 조사	수시
			산업	광공업	통계청 광업 DB 자료 활용	수시
				산업농공단지, 농업	산업단지총람, 경지면적통계 등을 활용하여 조사	수시
				교육	지자체 및 시도 통계연보 활용하여 조사	수시
			시설물	건물, 도로, 교량	건물수, 도로, 교량 현황 조사	5년
				하수관거, 우수관로 설치 길이	하수도통계를 활용하여 하수관거 현황, 우수관로 설치 길이	5년
			관련계획	이치수계획, 국토이용계획, 도시계획, 하천환경계획	국토종합계획,수자원장기종합계획, 하천유역종합치수계획,하천기본계획,국토이용계획,도시계획,하천환경 계획 조사	5년
			토지	토지지목별현황	한국토지정보시스템(KLIS)과 연계하여 토지지목별(25분류) 유역별 정리	1년
				법적지역현황 (도시계획, 상수원보호구역, 수변구역, 공원, 개발제한구역)	시도통계연보 및 국토교통부 자료 이용	5년
			산림	산림면적, 임목축적	지자체 통계연보 자료 이용	5년
			광물	광물자원현황	광물자원 매장량현황 보고서를 이용하여 조사	5년

조사항목					조사방법	조사주기
유형	조사구분	조사항목		세부항목		
기본현황조사	문헌/통계조사	자원조사	하천골재	하천골재현황	하천기본계획 및 골재자원부존 조사를 이용하여 조사	5년
				하천골재 채취현황, 예정지현황	지자체 통계연보 자료 등 문헌자료 이용	1년
			담수어	담수어현황	지자체 통계연보 자료 등 문헌자료 이용	5년
		기후기상		기상관측소제원(이력 포함), 기상요소	기상청 자료조사 (기온, 강수량 등 기상요소 자료)	1년
				기존유출성과(홍수, 일유출)	기존 문헌의 유출량 분석결과를 조사(홍수사상, 일유출)	수시
		수문특성		일유출(실측유량, 수위-유량식), 유황	수위-유량곡선식에 의한 계측유량 미계측 전이유량을 유역별로 산정하고, 유역별 유황곡선 작성	1년
				일유출(자연유량, 유출모형), 유황	유출모형에 의한 모의유량을 유역별로 산정하고, 유역별 유황곡선 작성	1년
				홍수유출특성	주요홍수사상에 대한 유출특성인자조사 정리	1년
				유역면적평균강우	티센망 작성 및 유역별 면적평균 강우량 산정	1년
				유사량 특성	주요지점에 대한 유사량 특성 조사	1년
				증발산량 특성	주요지점에 대한 증발산량 특성 조사	1년
		지하수특성		생활 공업 농업용 지하수이용량	지하수조사연보 등 통계자료 이용하여 행정구역, 유역별 자료 산정	1년
				충적(7요소), 암반(11개요소) 수리특성	기존 시추조사, 착정 및 양수시험자료 (수맥조사보고서, 전국충적층 지하수 조사보고서, 골재원조사보고서)를 이용하여 특성분석	1년
				수질특성	국가지하수관측망의 수질자료 조사	1년
				지하수 개발 가능량	지하수관리기본계획에서 조사하여 시도, 유역별로 정리	5년
	현장조사	유역특성	하상특성	하상재료조사, 유사입경분포	유량측정지점의 하상재료 조사(유사량 조사지점)로 체가름분석 및 단위중량 분석, 입경가적곡선 작성	1년
			하도특성	여울, 소, 사주, 수제, 저수로특성, 고수로특성	주요지점의 하도특성을 사진, RCS 지도로 작성	1년
				평면조사, 사행특성조사, 종횡단조사	주요지점의 하도특성 조사	1년
				조도계수, 도달시간	하도특성조사지점의 시료를 이용한 조도계수 간접추정 조사	1년
		수면증발		수면증발량	수면증발계 설치, 관측 및 분석	1년

조사항목					조사방법	조사주기
유형	조사구분	조사항목		세부항목		
이수조사	문헌/통계조사	생활용수	상수도 이용량	총인구	주민등록상 행정구역내 등록(외국인포함)되어 있는 인구수 산정	1년
				급수인구, 보급률	광역 및 지방상수도 급수시설을 통하여 수돗물을 공급받고 있는 인구수 산정	1년
				상수도 급수량	급수인구에 연간 공급한 수돗물량을 365 일로 나눈 값	1년
				1인1일당 급수량	급수량/급수인구 x 1,000	1년
				상수도 생산성분석 현황	상수도통계를 이용하여 연간생산량, 유효수량, 유수수량, 요금수량, 분수량, 기타, 무수수량, 계량기불감수량, 수도 사업용수량, 공공수량, 부정사용량, 무효수량, 조정감액수량, 누수량, 누수율 산정(유역별)	수시
				상수도 공사비, 유지관리비	상수도통계를 활용하여 조사	1년
				수도요금 (생산 원가, 평균단가)	상수도통계를 활용하여 조사	1년
				상수도 업종별 급수량	상수도통계를 이용하여 가정용, 업무용, 영업용, 욕탕1종, 욕탕2종, 전용공업용, 기타 급수량 산정	1년
			미급수 이용량	미급수이용량, 원단위	(총인구-급수인구) x 미급수지역 원단위	1년
			기타 이용량	생활용 지하수 이용량	지하수조사연보를 이용하여 생활용지하수이용량(생활용 지하수이용량 중 상수도 및 간이상수도 지하수이용량을 제외한 양)	1년
				기타용 지하수 이용량	지하수조사연보를 이용하여 기타용 지하수이용량(기타용 지하수이용량 중 온천수 및 먹는샘물 지하수이용량)	1년
		공업용수	계획 입지 공단 이용량	업종별 부지면적	기반시설을 제외한 제품생산을 목적으로 사용하고 있는 부지면적에 광공업통계 D/B의 업종별 부지면적 비율 적용	1년
				부지면적당 원단위	산업총조사결과를 이용하여 업종별, 지역별 부지면적당 원단위 산정	1년
				생산액당 원단위	산업총조사의 이용량에 생산자 물가지수로 보정한 생산액을 이용하여 산정	1년
				공업용수 재이용률	공장폐수의 발생과 처리(환경부)의 재이용현황을 업종별로 재분류(해수는 제외)하여 재이용률을 산정한 후, 산업총조사의 이용량에 재이용률을 고려하여 행정구역별, 유역별 재이용량 산정	1년
				제조업 평균가동률	산업생산연보를 이용하여 기준연도의 제조업 월평균 실가동률에 비교시 가동률 지수를 곱하여 산출	1년
			자유 입지 업체 이용량	하천수 이용량	하천점용허가대장상의 공업용 유수 인용 허가량	1년
				지하수 이용량	지하수조사연보상의 자유입지업체 지하수 이용량	1년
			화력 발전 냉각 용수	화력발전 냉각용수	산자부의 화력발전소의 냉각용수 이용량 (해수 제외)	1년

조사항목					조사방법	조사주기
유형	조사구분	조사항목		세부항목		
이수조사	문헌/통계조사	농업용수	논용수	수리답면적(이앙, 직파)	농업생산기반정비사업 통계연보상의 시군별 수리답면적에 농촌공사에서 제공한 시군별 직파재배면적을 고려하여 시군별 이앙, 직파재배면적 산정, 농업총조사의 시가지·읍·면별 수리답면적 비율을 적용하여 시가지·읍·면별 이앙, 직파재배면적 산정	1년
				수리불안전답면적	논면적 - 수리답면적	1년
				논용수 단위용수량	한국농어촌공사 자료를 이용하여 산정	1년
			밭용수	관개전, 시설재배, 비관개전 면적	경지면적 통계상의 시군별 밭면적에 한국농어촌공사에서 제공한 시군별 관개, 비관개, 시설재배면적 비율을 고려하여 시군별 면적 산정 후, 농업총조사의 시가지·읍·면 비율을 적용하여 면적 분류	1년
				과수면적	작물통계상의 광역시도별 과수면적에 농업총조사의 시가지·읍·면 비율을 적용하여 면적 분류	1년
				밭용수 단위용수량	한국농어촌공사 자료를 이용하여 산정	1년
			축산용수	가축사육두수	가축통계상의 광역시도별 과수면적에 농업총조사의 시가지·읍·면 비율을 적용하여 면적 분류	1년
				축종별 원단위	일본 초지개발 사업계획 설계기준상의 축종별 원단위	1년
				가공용수	양축용수의 15.6% 적용	1년
		용수이용량		생활, 공업, 농업용수, 합계	생활용수, 공업용수, 농업용수(유효우량포함, 미포함), 합계량에 대한 유역별 정리	1년
		이수시설현황조사	다목적댐	다목적댐 제원, 운영현황	댐 및 저수지 제원, 용수공급, 몽리구역, 수력발전 등 댐운영정보 수집 정리	1년
			발전용댐	발전용댐 제원, 운영현황		1년
			생공용수 전용댐	생공용수전용댐 제원, 운영현황		1년
			농업용댐	농업용댐 제원		1년
			광역 및 공업용수도	광역 및 공업용수도 제원(취,정,가,배), 취수실적, 정수실적	취수장, 정수장, 가압장 등 제원 및 운영정보 수집 정리	1년
			지방상수도	지방상수도 제원(취,정,가,배), 취수실적, 정수실적	해당 지자체 방문조사를 통한 시설물 관리대장을 입수하여 제원 및 운영정보 수집 정리	1년
			급수구역	상수도급수구역	관련기관 및 지자체 방문조사를 통한 급수구역조사	1년
			전용상수도	전용상수도 제원	해당 지자체 방문조사를 통한 시설물 조사	1년
			마을 및 소규모급수시설	마을 및 소규모급수시설 제원		1년

조사항목					조사방법	조사주기
유형	조사구분	조사항목		세부항목		
기본현황조사	문헌/통계조사	이수시설현황조사	저수지	저수지 제원	한국농어촌공사 자료를 이용하여 유역별 정리	수시
			양수장	양수장 제원		수시
			양배수장	양배수장 제원		수시
			보	보 제원		수시
			집수암거	집수암거 제원		수시
			관정	관정 제원		수시
			기타(지하댐등)	기타(지하댐 등) 제원		수시
		수리권조사	허가 수리권	수리권 허가량, 허가기간	하천점용허가대장(홍수통제소, 지자체) 상의 허가시설물, 댐용수사용계약(한국수자원공사)상의 허가시설물	1년
			관행 수리권	관행수리권 용량	허가수리권과 이수시설현황조사에서 조사된 농업용 이수시설(양수장, 양배수장, 보) 중 주수원공을 비교하여 허가시설물을 제외한 시설물	1년
			수리권 이용실태	수리권 이용실태현황	홍수통제소, 지자체, 한국농촌공사 방문조사를 통한 취수실적자료를 조사하여 허가량 대 이용량 실태조사	1년
		가뭄		가뭄현황, 피해실적, 제한급수지역인구, 농작물 피해면적	지자체, 기존문헌을 통한 가뭄현황조사	수시
		물이동특성		광역/공업용수도	이수시설, 환경기초시설 등에서 조사된 시설물의 유출입 현황을 파악하고 시설용량 기준으로 물이동특성을 조사하여 행정구역별, 유역별 물이동 현황 정리	수시
				지방상수도		수시
				농업용 수리시설		수시
				하수처리장		수시
		하천유지유량		하천유지유량 고시현황	하천유지유량의 고시현황을 정리	수시
		수력현황		전력수요 및 공급	에너지 수요전망, 한국전력통계를 통해 수요현황 및 수력 발전실적 현황을 조사	10년
				수력발전현황		10년
	현장조사	회귀수량 표본조사		생활용수 (미시적, 거시적)	미시적 : $\frac{\text{실측하수배출량}}{\text{상수도이용량}+\text{지하수이용량}} \times 100$ 거시적 : $\frac{\text{하수처리장유입량}}{\text{상수도이용량}+\text{지하수이용량}} \times 100$	1년
				공업용수 (미시적, 거시적)	$\frac{\text{폐수배출량}+\text{냉각수배출량}}{\text{공업용수도}+\text{상수도}+\text{지하수이용량}} \times 100$ 단, 미시적조사는 업종별로, 시적조사는 공단단위로 시행	1년
				농업용수 (신속, 지연)	신속 : (배수량/관개량) x 100 지연 : (침투량/관개량) x 100	1년
		수리권조사	신설 및 폐쇄 수리권 현황	수리권제원	신설 및 폐쇄 수리권에 대한 조서 작성	10년

조사항목					조사방법	조사주기
유형	조사구분	조사항목		세부항목		
치수조사	문헌/통계조사	치수사업현황	치수사업 연혁	치수사업연혁, 법령	기존 문헌, 국토해양부 및 지자체자료를 통하여 치수사업 연혁 정리	수시
			치수사업 계획 및 실적	치수사업계획, 치수사업실적	하천기본계획 등 치수사업의 계획과 치수사업 공사실적을 정리하여 계획 대비 실적현황을 정리	수시
			하천 개수율	하천개수율	한국하천일람 자료를 이용하여 유역별 정리	1년
			고시 홍수량	고시홍수량, 고시홍수위	한국하천일람 자료를 이용하여 하천별 이력 정리	1년
			하천구역	하천구역, 예정지	지방국토관리청 고시자료를 활용하여 조사	수시
			치수사업 투자비율	치수사업예산	하천일람 및 국토부 예산자료 활용하여 조사	수시
			복구비	피해복구비용	재해연보 등을 활용하여 조사	수시
		치수시설현황조사	제방	제방현황	하천기본계획 등의 제방을 조사하고 국가, 지방 하천은 지자체 방문조사를 실시하여 제원현황(28종류)에 대하여 조사	수시
			내수배제시설	내수배제시설 현황	하수도통계연보와 한국농어촌공사 DB자료의 위치 및 제원 등을 조사하고 국가하천 및 지방1급 하천에 대해서는 방문조사하여 제원현황(12종류) 조사	수시
			수문, 통관, 통문	수문, 통관, 통문 현황	하천기본계획의 수문, 통관, 통문을 조사하여 제원현황(9종류)에 대하여 조사	수시
			사방댐	사방댐 현황	지자체 및 산림청의 사방댐 자료를 조사하여 제원현황 정리	수시
			홍수 방어시설	강변저류지, 홍수조절지, 방수로	유역종합치수계획에서 제시한 강변저류지의 설치 현황조사	수시
			중계 펌프장	중계펌프장 현황	중계펌프장 제원 및 운영현황 조사	수시
		홍수피해및위험지역조사	홍수피해 조사	홍수피해현황	재해연보, 시·군별 홍수피해액을 조사하여 유역별 홍수피해액 산정	1년
				홍수피해지역조사	재해연보, 수해백서, 홍수범람상황조사 등 자료를 수집하여 침수실적, 홍수흔적을 조사하고, 지도자료 수집·Digital화하여 1/25,000 수치지도상에 표시	1년
				주요 홍수사상 현황	주요 홍수사상에 대한 수문, 기상, 피해 등 현황 조사	1년
				우심피해 횟수	재해연보조사, 시군구별 우심피해횟수 자료 조사	1년
			홍수위험지역조사	수해상습지	수해상습지 보고서에서 제시된 위치, 지구명, 하천등급, 하천명, 사업량, 사업비, 사업효과(농토, 인가)등을 조사	5년
				홍수관리구역	지방국토관리청 및 지자체 고시현황 조사	1년
				재해위험지역	행정안전부에서 선정한 재해위험지구의 위치, 지구명, 유형, 위험등급, 시설명, 총사업규모(사업물량, 사업비), 사업효과(인명, 침수면적), 관리기관 등을 조사	5년
	현장조사	치수시설물 조사		제방, 내수배제시설, 수문, 통문, 통관, 하천부속물	치수시설물 현장방문조사(국가하천 등)	1년
				하천지장물	하천지장물 현장조사(국가하천 등)	1년

조사항목					조사방법	조사주기
유형	조사구분	조사항목		세부항목		
환경생태조사	문헌/통계조사	환경기초시설현황조사	하수처리시설	하수처리시설 제원, 운영현황	하수도통계, 환경부 및 지자체 통계자료를 이용하여 제원 및 현장 운영자료 조사	수시
			분뇨처리시설	분뇨처리시설 제원, 운영현황	오수·분뇨 및 축산폐수처리 통계, 환경부 및 지자체 통계자료를 이용하여 제원 및 현장 운영자료 조사	수시
			축산폐수처리시설	축산폐수처리시설 제원, 운영현황		수시
			산업폐수처리시설	산업폐수처리시설 제원, 운영현황	환경산업총람, 환경부 및 지자체 통계자료를 이용하여 제원 및 현장 운영자료 조사	수시
			마을하수도	마을하수도 제원, 운영현황	전국마을하수도 현황, 환경부 및 지자체 통계자료를 이용하여 제원 및 현장 운영자료 조사	수시
			매립장	매립장 제원, 운영현황	전국 폐기물발생 및 처리현황, 환경부 및 지자체 통계자료를 이용하여 제원 및 현장 운영자료 조사	수시
		수질조사	수질측정망	하천수 측정망현황, 수질	환경부 자료를 이용하여 유역별 정리	1년
				호소수 측정망현황, 수질		1년
				농업용수 측정망현황, 수질		1년
				공단배수 측정망현황, 수질		1년
				도시관류 측정망현황, 수질		1년
				지하수 측정망현황, 수질		1년
			오염부하량	오염원단위	환경부 등 지침에 의한 원단위 정리	5년
				인구오염부하량(발생, 배출)	인구조사의 총인구 자료	5년
				축산오염부하량(발생, 배출)	이수조사의 가축사육두수 자료	5년
				산업오염부하량(발생, 배출)	환경부 전국오염원조사 자료 조사	5년
				토지오염부하량(발생, 배출)	기본현황조사 중 자원조사부분의 토지피복 분류 현황 자료 조사	5년
				양식장오염부하량(발생, 배출)	환경부 전국오염원조사 자료 조사	5년
		생태환경		어류, 조류, 포유류, 양서류, 파충류	전국자연환경조사 등 환경부 및 연구기관, 논문 등 문헌자료 조사를 통한 유역별 정리	1년
				식생		1년
				식물성 플랑크톤, 동물성 플랑크톤, 저서성 무척추		1년
				천연,멸종		1년
		토양오염		전국 토양측정망 제원, 오염현황	환경부 자료를 이용하여 유역별 정리	5년
				지역 토양측정망 제원, 오염현황	환경부, 지자체 자료를 이용하여 유역별 정리	5년
		어도		어도 제원	지자체 방문조사, 농업기반시설관리시스템 등을 활용하여 조사	수시
		하천환경정비현황사례		정비 현황	하천환경정비사업 실적과 내용을 유역별 정리	5년
	현장조사	하천공간조사		하천공간활용 조사	주요지점별 하천공간활용 현장조사	1년

○ 유역조사에 대해 최근 5년간 평균 110개 항목 조사, 14.3억원 예산 소요되었음

<유역조사 비용>

연도별	총사업비 (백만원)	조사항목
2016년	1,540	* 전체 100개 항목 - 기본현황 : 인문산업경제조사, 자원조사 등 30개 - 이 수 : 생활용수, 공업용수 등 41개 - 치 수 : 치수사업현황 등 11개 - 환경생태 : 환경기초시설현황조사 등 18개
2015년	1,340	* 전체 95개 항목 - 기본현황 : 행정구역 현황 등 20개 - 이 수 : 수리권 허가량 등 44개 - 치 수 : 하천개수율 등 18개 - 환경생태 : 하천수 수질측정망 등 13개
2014년	1,540	* 전체 107개 항목 - 기본현황 : 행정구역 현황 등 27개 - 이 수 : 1인 1일당 급수량 등 48개 - 치 수 : 하천개수율 등 15개 - 환경생태 : 하천수 수질측정망 등 17개
2013년	1,340	* 전체 99개 항목 - 기본현황 : 행정구역 현황 등 31개 - 이 수 : 1인 1일당 급수량 등 41개 - 치 수 : 하천개수율 등 9개 - 환경생태 : 하천수 수질측정망 등 18개
2012년	1,400	* 전체 151개 항목 - 기본현황 : 행정구역 현황 등 45개 - 이 수 : 1인 1일당 급수량 등 78개 - 치 수 : 하천개수율 등 14개 - 환경생태 : 하천수 수질측정망 등 14개

□ 국토교통부는 내년 1월~3월 본격적으로 실시하는 하상 측량 시범사업에 드론을 도입한 측량을 도입할 계획이며, 이로 인해 새로 창출되는 드론 측량 시장은 연간 320억원에 달할 전망임[13)]

○ 새로 창출되는 드론 시장은 하천 기본계획 수립(100억원), 수시 하상 변동조사(20억원), 하천 모니터링(100억원), 소하천 관리(100억원) 등 연간 320억원에 달할 것으로 추산됨

○ 드론 측량은 비용은 절반으로 줄이면서도 측량 사진 해상도는 4배 높이는 등 다양한 장점이 있는 것으로 파악됨

- 하천 1㎢를 측량할 때 드는 비용은 항공 측량이 약 900만원 이지만, 드론 측량은 약 450만원으로 절반에 불과함

- 항공 촬영을 위한 항공기 임대료, 고성능 카메라와 자세보정장치(INS) 등 장비 운영비 등이 7억원 가량 소요되지만, 드론은 현재 5천만원 수준의 장비만 투입해도 이 이상의 효과를 거둘 수 있음

- 정해진 궤적을 따라 고공비행하며 찍는 항공사진의 해상도는 약 40㎝ 수준이지만, 저공비행이 가능한 드론은 약 10㎝ 수준의 해상도를 확보할 수 있음

- 구름이 많이 끼거나 비가 오는 등 환경에 영향을 많이 받는 항공촬영은 1년에 80일가량 가능하지만, 50m로 저공비행하는 드론의 경우 구름의 영향을 받지 않고 약한 비가 내릴 때도 운용이 가능해 1년에 약 250일가량 가능

- 측량에 걸리는 시간도 항공 측량은 20~30일이지만, 드론 측량은 1~2일이면 완료할 수 있음

- 또한 항공 촬영에서 포착하기 어려운 구불구불한 하천의 구체적인 상태나 댐, 제방 등 시설물, 홍수 등 수해 지역에 대한 긴급촬영 등이 드론을 이용하면 모두 가능해짐

13) 드론, 하천관리에 본격 투입… “연간 320억원 신시장 창출” . 2017.12.14. 연합뉴스

※ 1㎢의 경우 비교

항공측량	구 분	드론측량	
약 7억 원	장비취득 비용	약 0.5억 원	
약 40cm	항공사진 해상도	약 10cm	4배
약 900만 원	하천측량 소요비용	약 450만 원	1/2
20 ~ 30일	소요기간	1 ~ 2일	1/10
실시간 반영 불가	실시간 촬영	실시간 가능	
연간 80일 내외	운영가능일수	연간 250일 내외	3배

<항공측량과 드론측량 비교표>

*자료: 드론, 하천관리에 본격 투입..."연간 320억원 신시장 창출". 2017.12.14. 연합뉴스

3절. 국내외 기술동향

(KICT)

※ *현재 국내외 기술동향을 비교 가능하도록 동일한 분류로 체계화 하였으며, 일부 내용이 누락된 항목이 존재*

※ *해당 부분에 대하여 추가적인 동향 보완 필요*

구분	국외	국내
스마트 하천관리	스마트시티	스마트시티
	초분광 영상을 활용한 하천 정보 분석	초분광 영상을 활용한 하천 정보 분석
	3차원 지형정보(DSM/GIS) 구축 기술	3차원 지형정보(DSM/GIS) 구축 기술
	IT 기술 융합 친수정보 관리 기술	IT 기술 융합 친수정보 관리 기술
	IT 기술 융합 수재해 방어 계획 및 관리 기술	IT 기술 융합 수재해 방어 계획 및 관리 기술
드론시스템 및 센서	드론시스템	드론시스템
	드론용 계측 센서 및 정보 관리	드론용 계측 센서 및 정보 관리
	드론 활용 하천관리 기술	드론 활용 하천관리 기술
	드론용 LiDAR 활용 기술	드론용 LiDAR 활용 기술
	드론용 초분광센서 및 활용 기술	드론용 초분광센서 및 활용 기술

* : 누락항목

(KWs)

※ *KICT가 제시한 컨텐츠 기반 내용 재구성*

1. 국외 기술동향

가. 스마트 하천관리

(1) 스마트시티

□ 전 세계적으로 스마트시티 시장규모는 2019년에 1.1조 달러 수준으로 크게 증가할 것으로 전망되고 있음

○ Frost & Sullivan에서는 스마트시티 기술을 8가지 부문 : 스마트 거버넌스, 스마트 에너지, 스마트 빌딩, 스마트 모빌리티, 스마트 인프라스트럭처, 스마트 헬스케어, 스마트 기술, 스마트 시티즌으로 나누고 있음

○ Google은 미래도시 건설을 목표로 Side Walk Labs를 설립하였으며 교통, 건설, 에너지 수자원 등 총 6개의 스마트시티 구축 프로젝트를 추진할 계획

○ 세계의 개도국 등은 단기간 내 고도의 경제성장과 성공적인 도시개발 경험을 보유하고 있는 한국의 도시개발 모델에 대한 관심이 높고, 벤치마킹과 함께 협력 강화를 희망하고 있음

(2) 초분광 영상을 활용한 하천 정보 분석

□ Doxaran 등(2002)은 인공위성으로부터 얻은 분광영상의 각 파장대별 반사율을 이용하여 로그함수 형태의 경험식을 제안함[14)]

○ 제안된 경험식의 매개변수는 35~2000 mg/l 범위의 실측된 부유물질의 농도와의 회귀분석을 통해 결정하였으며, 프랑스 남서부지역의Gironde 하구역에 적용한 결과, SPOT위성으로부터 얻은 분광영상의 경우 근적외선영역의 파장대의 반사율이 부유물질의 농도와 높은 상관관계가 있는 것을 보임

□ Wang 등(2009)은 기존의 회귀분석적인 방법 대신 인공신경망 기법을 적용하여 인공위성의 분광영상으로부터 얻은 수체 반사율과 부유사 농도와의 관계를 분석함[15)]

○ 중국Hangzhou Bay 인근 연안의 광범위한 영역에 대한 부유사의 공간적 분포를 측정한 결과 기존의 회귀분석을 이용한 결과에 비해 월등히 높은 정확도를 확인함

---

14) Doxaran, D., Froidefond, J. M., Lavender, S., & Castaing, P. (2002). Spectral signature of highly turbid waters: Application with SPOT data to quantify suspended particulate matter concentrations. *Remote sensing of Environment*, *81*(1), 149-161.

15) Wang, F., Zhou, B., Xu, J., Song, L., & Wang, X. (2009). Application of neural network and MODIS 250 m imagery for estimating suspended sediments concentration in Hangzhou Bay, China. *Environmental geology*, *56*(6), 1093-1101.

□ Chang 등(2004)은 Landsat 위성의 분광영상 자료를 이용하여 대만Techi 저수지에서 발생한 독성 조류(Dinoflagellates)의 농도를 관측함[16)]

○ 분광영상자료와 조류의 농도는 Landsat의 6개의 분광파장대에 대한 경험적인 다항식으로 제안되었으며, 실측된 조류의 농도값과 비교하여 70% 이상의 정확도를 보임

□ Cannizzaro와 Carder(2006)은 선박에 장착된 분광카메라를 이용하여 Chl-a의 농도를 추정하는 3차 다항식형태의 경험식을 제안함[17)]

○ 경험식의 다양한 매개변수들은 실측된 농도와 회귀분석을 통해 결정하였으며, 공간적으로 상이한 수체 바닥면의 반사율을 고려하기 위해 다양한 파장대의 반사율 간 비율을 고려하는Band Ratio방법을 사용함

□ Matthews 등(2010)은 MERIS위성의 다양한 분광파장대를 이용하여 Zeekoevlei Lake의 Chl-a, TSS, ISS등과 같은 수질을 측정함과 동시에 초분광영상자료와 비교하여 MERIS 위성에 장착된 분광센서의 파장대가 수질분석의 용도로 적합함을 나타냄[18)]

(3) 3차원 지형정보(DSM/GIS) 구축 기술

(4) IT 기술 융합 친수정보 관리 기술

□ 무인항공기(UAV) 지오코딩에 있어서 주로 GNSS/INS 시스템을 활용한 Direct Georeferencing이 주요 연구대상이 되었으며, 이에 관련해 Darren Turner 등(2013)은 고화질 영상의 Direct Georeferencing 검증 연구를 수행

□ Direct Georeferencing에 있어서 영상의 기하 정확도는 사용된 항법장치의 성능과 센서 간의 통합시스템 정밀도가 크게 영향을 미치며, cm 급 영상 해상도 수준의 지오코딩 정확도를 확보하기 위해서는 항법장치가 수천만원에서 억대의 가격대를 형성

○ 이를 극복하기 위해 항법장치와 센서 간의 기하보정에서 개별 센서의 캘리브레이션을 통해 파라미터를 추출한 후 항법장치와 통합 시스템 검증을 거치는 방법으로 발전되었dma

○ 최근에는 저가의 MEMS(Micro Electro Mechanical System) 기반 항법장치의

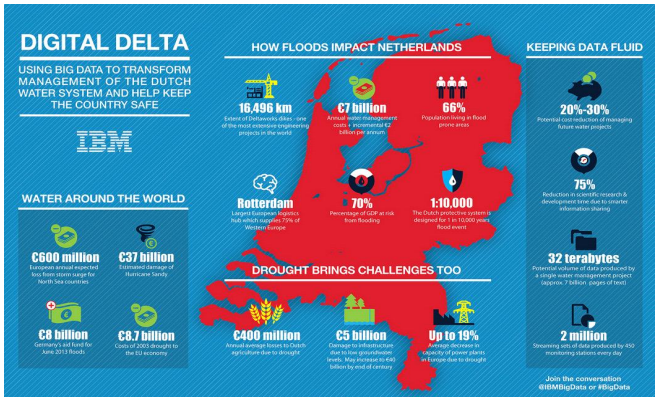
16) Chang, K. W., Shen, Y., & Chen, P. C. (2004). Predicting algal bloom in the Techi reservoir using Landsat TM data. *International Journal of Remote Sensing*, *25*(17), 3411-3422.
17) Cannizzaro, J. P., & Carder, K. L. (2006). Estimating chlorophyll a concentrations from remote-sensing reflectance in optically shallow waters. *Remote Sensing of Environment*, *101*(1), 13-24.
18) Matthews, M. W., Bernard, S., & Winter, K. (2010). Remote sensing of cyanobacteria-dominant algal blooms and water quality parameters in Zeekoevlei, a small hypertrophic lake, using MERIS. *Remote Sensing of Environment*, *114*(9), 2070-2087.

기하 정확도를 극복하기 위한 기법도 개발되고 있음(Chiang et al., 2015)

- 항공/위성 등에 개발된 기법들과 광학영상을 중심으로 개발된 지오코딩 기법들을 통합하면 시너지 효과를 낼 수 있을 것으로 기대

□ 네덜란드는 “Digital Delta” 프로젝트를 시작하여 네덜란드 전체의 효율적인 물관리 및 홍수로 부터의 재난관리를 위한 빅데이터기반 물관리체계를 구축하고 있음

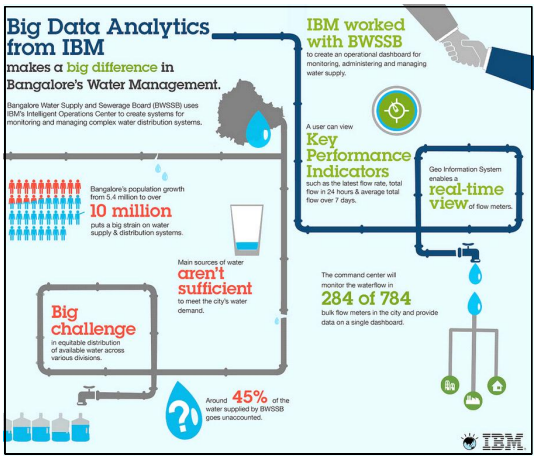
○ Intelligent Water software 및 Smarter Water Resource Management solution 환경의 물관련 정보화 체계 구축 및 물관리 시스템 구축을 위하여 네덜란드 정부는 Deltares Science Institute, the University of Delft 및 IBM과 공동 추진함



<네덜란드의 빅데이터 기반 물관리 및 홍수관리>

□ 인도 Bangalore Water Supply and Sewerage Board (BWSSB)는 IBM과 협력하여 빅데이터 및 예측분석기법 등을 활용하여 1000만 명의 인구에게 물을 효율적으로 공급할 수 있도록 물 분배를 모니터링하고 관리하기 위한 시스템을 구축하고 있음

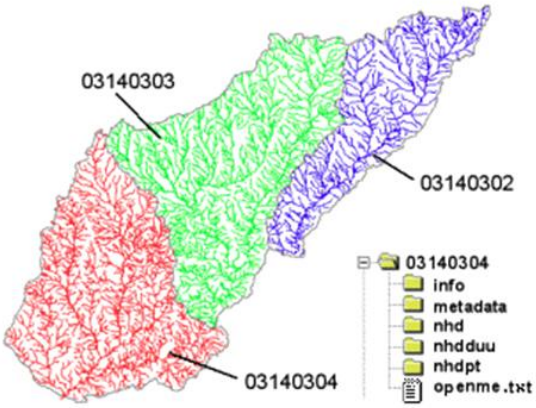
○ IBM Intelligent Operations Center (IOC) 환경의 빅데이터 기반 운영시스템(Operational Dash Board)을 구축하고 스마트 물관리를 실현하여 매년 반복되는 물부족 해결을 시도하고 있음



〈인도의 스마트 물관리〉

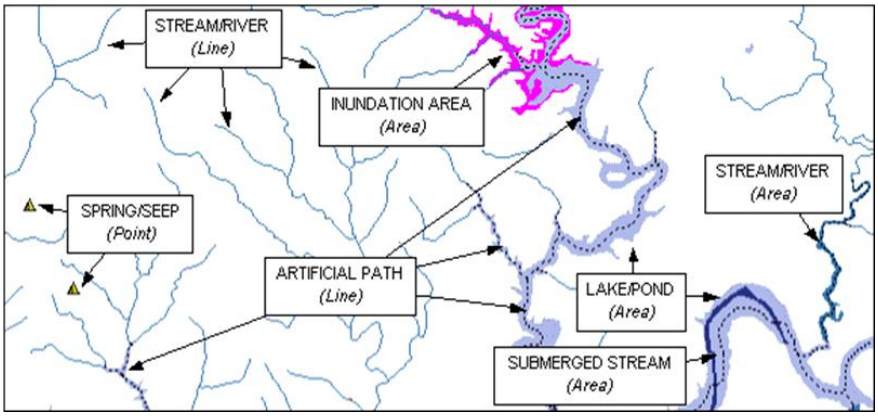
□ 첨단 IT 기반의 유량 측정·모니터링 및 정보제공 기술 현황은 아래와 같음

○ NHD(National Hydrography Dataset, http://nhd.usgs.gov)는 미국 USGS가 제공하는 하천망 정보로 유역식별번호 (Hydrologic Unit Code) 8 자리 유역에 대해 구분하여 상세 하천망 정보를 제공하고 있음



〈NHD 유역식별번호 샘플〉

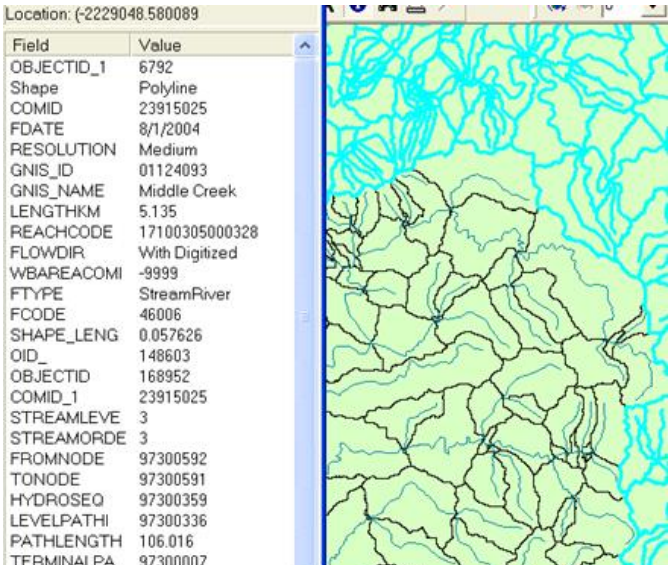
- 자연하천뿐만 아니라 호수, 인공수로, 범람지역 등의 하천 관련 정보도 추가 제공



<NHD 자료 제공 범위>

○ NHD(National Hydrography Dataset) Plus는 미국 USGS와 EPA가 공동으로 제작한 웹기반의 하천 및 유역 공간 정보 시스템임

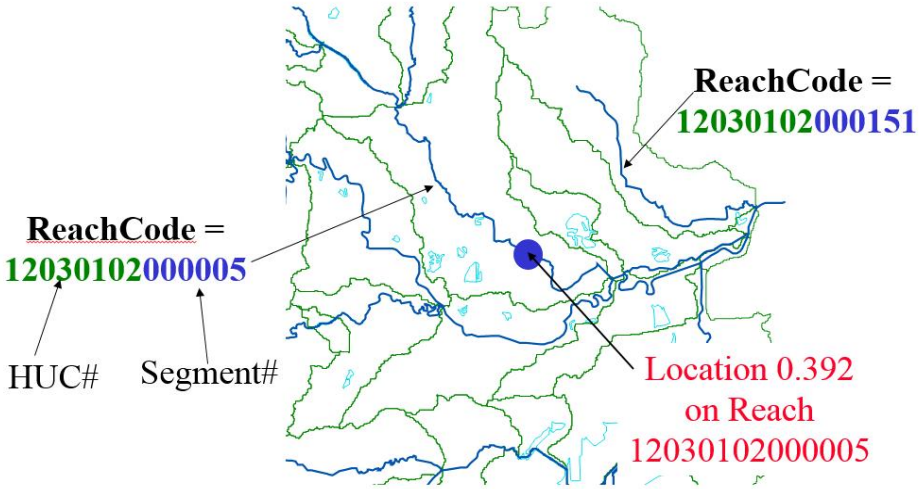
- NHD에서 제공하는 상세하천망에 추가하여 하천위치의 종방향 상대길이, 하천경사, 조도, 평균유속 등의 정보를 부가하여 제공하고 있음



<NHD Plus 유역 속성정보 샘플>

- 모든 하천망에서 하천 세그먼트 별로 색인번호를 부여하였고 해당 하는 유역도 고유번호를 포함하며, 모든 정보는 GIS 기반으로 제작되며 대중에 전면 공개하고 있음

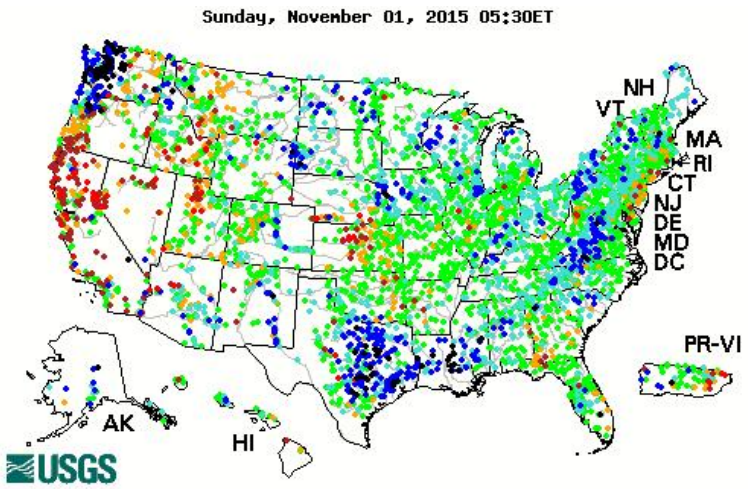
- ArcHydro 기반으로 제작된 파일 기반 Geodatabase 형태 또는 Shapefile형태로 제공하고 있으며, 현재 버전 2로 제공 중임



〈NHD Plus 하도구간 식별번호 샘플〉

- 하천 정보는 1차원 하천망 중심으로 제공하나 하천 시설물 정보는 미제공함

○ NWIS(National Water Information System, http://waterdata.usgs.gov/nwis)는 전국의 하천에 위치한 1백 5십만 관측소에서 지난 100여 년간 유량, 수위, 지하수위 등 계측 정보를 누적하였고 실시간 정보까지 제공하는 정보화 시스템임



〈NWIS 자료 제공 지점〉

- 하천, 호수, 지하수, 수질, 용수에 정보까지 망라한 방대한 관측자료 제공 시스템임

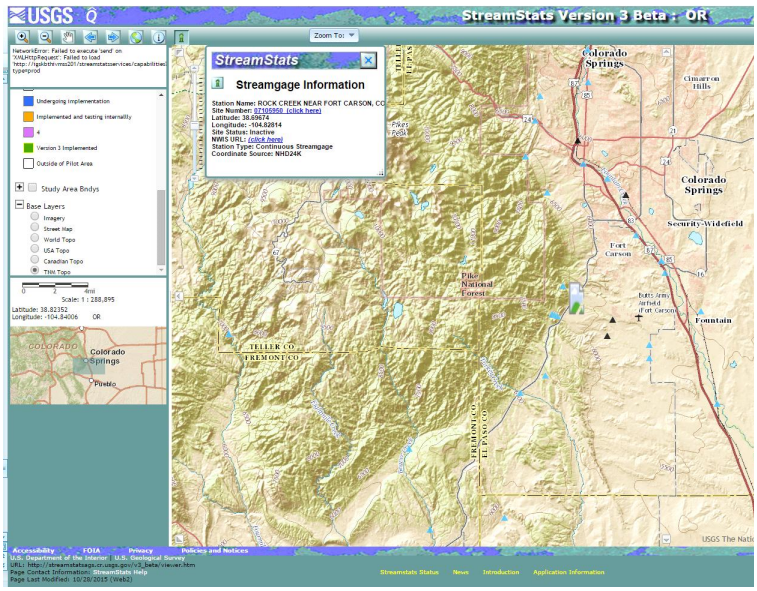
- 우리나라 WAMIS와 비슷한 역할을 수행하며 웹기반으로 사이트 검색이 용이하며 관련 자료의 ASCII 포맷의 다운로드 기능제공

- 하천지형정보 및 2/3차원 계측 정보는 제공하지 않음

○ StreamStat(http://water.usgs.gov/osw/streamstats/)는 웹 GIS 기반의 하천정보

시스템으로 임의의 하천지점에서의 상류 유역을 능동적으로 제공하며 해당 지점에서의 수위 정보를 모델링을 통해 제공

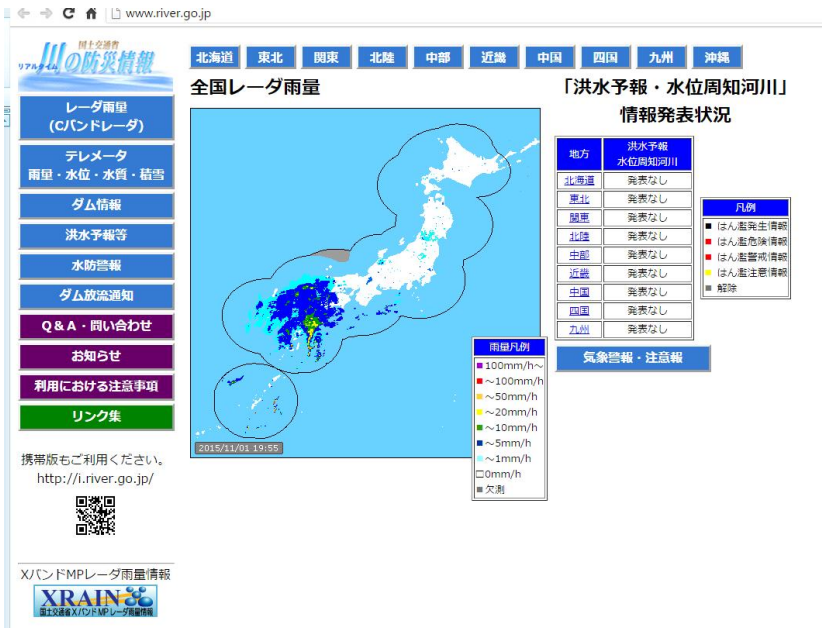
- 수자원의 계획 및 관리 목적으로 수립됨



〈StreamStat 자료 검색 화면〉

○ 일본 국토교통성 하천재해정보시스템(www.river.go.jp)은 홍수예보를 위한 하천수위 정보 및 레이더 강우량, 우량/수위/수질/적설, 댐정보, 댐방류량 정보 등 하천 유관 정보 온라인 제공

- 상세 하상정보, 하천시설물 정보 등 하천공간정보를 제공하지 않음



〈일본 하천재해정보시스템 메인화면〉

○ 일본 하천정보센터 FRICS(Foundation of River and Basin Integrated Communications)는 하천 및 유역에 대한 정보를 수집, 처리하고 정부 기관 및 국민들에게 제공하여 홍수피해 경감과 적절한 하천이용 목표로 하며, 하천 유역내의 하천・지진 재해, 환경에 관한 정보를 최첨단의 기술을 활용하여 종합적으로 제공하고 있음

- 일본은 하천정보관리에 IT 기술을 접목하여 하천변 약 15,000km의 광통신망을 매설하여 양방향 대용량 정보전송 시스템을 구축하고 약 7,300여대의 CCTV를 설치하여 실시간 멀티미디어 예보 시스템을 구축함

- 또한 광통신, 다중무선, 위성통신, 헬기화상 등 유무선을 복합한 체계적인 이중화 정보전달체계를 구축하여 하천종합정보센터를 운영하고 있으며 하천 제방안전관리를 위해 제방에 광센서를 매설하여 하천을 관리하고 있음



〈FRICS 메인화면〉

□ 국외의 경우 UNEP(United Nations Environment Programme)는 국가 간 자연재해에 노출된 물리적 정도, 취약성 및 위험도 사이를 비교・평가할 수 있는 Disaster Risk Index(DRI)를 개발하였음

○ 관련 데이터들은 CRED(Center for Research on the Epidemiology of Disaster)에서 취합된 EM-DAT(The International Emergency Disasters Database)를 사용하고 있으나 국가 간의 세부특성을 고려한 데이터를 취득하는데 한계성이 있으나, 단순지표로 나타내기 때문에 국가 간 재해에 대한 취약정도는 한눈에 파악할 수 있음

□ 홍수 재해의 사회적, 경제성 특징을 평가하고 홍수경감을 위한 정책의 홍수피해에 대한 영향 정도를 평가하기 위해 일본의 Public Works Research

Institute(PWRI)는 Risk and Policy Assessment Indicator를 개발하였음(WWAP, 2006)

○ 이 지표는 홍수정책의 예산배분, 강수량, 피해액, 침수면적, 도시화율, 홍수에 대한 재산 취약성 등의 5년 이동평균자료를 이용함

○ RPAI에 사용된 자료들은 국제기구 및 국가별 통계자료를 사용하였기 때문에 자료 취득이 쉽지만, 계산방법을 알지 못하여 결과 값을 이해하기 어려움이 있음

□ 미국의 경우, 하천을 이용한 레크리에이션 활동 지원을 위하여 주요 여가활동 지점 및 낚시터를 대상으로 하천의 실황 및 예측정보를 제공하고 있음

□ 영국의 경우, 알기 쉬운 하천정보 제공을 위하여 하천수위를 평사시를 의미하는 안전한 범위와 홍수시를 의미하는 위험한 범위로 구분 제공하고 있음

□ 일본은 생물조사, 하천공간 이용실태 조사 등 매년 전국 규모의 하천환경 조사 수행 중임

□ 친수공간에 대한 평가 및 설계에 있어서 90년대 이후 하천경과, 친수시설 등 도시하천 설계 단계에서 AHP(Analytic Hierarchy Process), ANP(Analytic Network Process), Universal Design 개념 등이 제안되어 국내에서도 일부 연구가 진행되었으나 제도적으로는 도입되지 않음

□ 최근 스마트 성장평가(Smart Growth Scoreboard) 방식에 대한 사전/ 사후 친수공간 평가 기법이 일부 미국 주정부 사례가 소개되었으나 전문가 대상 평가방식으로 시설 사용 경험자 및 예정자의 의견이 충분히 반영되기에는 어려움이 있음

○ 일본 하천정보센터는 하천 및 유역에 대한 정보를 수집, 처리하고 정부 기관 및 국민들에게 제공하여 홍수피해 경감과 적절한 하천이용 목표로 함. 하천 유역내의 하천・지진 재해, 환경에 관한 정보를 최첨단의 기술을 활용하여 종합적으로 제공하고 있음

(5) IT 기술 융합 수재해 방어 계획 및 관리 기술

□ 대부분 안보 수준의 적응형 물 관리 정책을 추진 중이며, 대부분의 국가에서도 기후변화, 인구증가 및 도시화, 환경의 중요성, 수자원 확보의 어려움 등 매우 유사한 패러다임 하에서 물 재해에 강한 국토, 안전한 취수원 확보, 통합 수자원 관리 정책을 추진중임

○ 미국은 증발산량 및 가뭄 예측에 인공위성을 활용하고 있으며, 첨단 센서 네크워크를 활용한 실시간 모니터링에 활용하고 있음

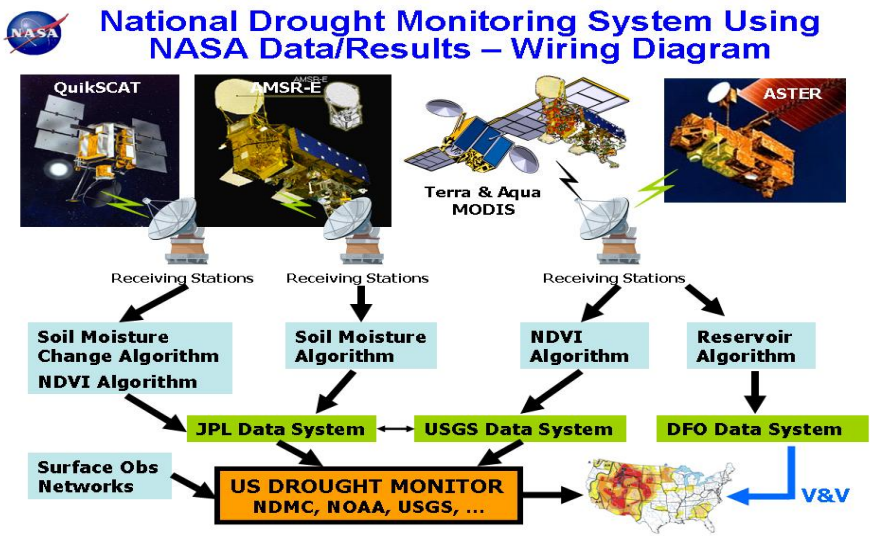
- 기후변화 관련 과학・기술 부문 연구에 연간 2조원의 예산을 투입하고, 인

공위성을 이용하여 증발산량, 가뭄 등 예측에 활용

- 국가차원의 수질·수량 통합관리기술 개발과 물관련 계측기 및 정보 시스템 분야에 연관산업 육성 및 시장 창출(실용화 및 응용화 단계)

- 허드슨강 507㎞ 구간을 대상으로 첨단 센서 네트워크를 이용해 실시간으로 수량 및 수질 상태를 모니터링 할 수 있는 데이터 플랫폼을 개발하여 실제 적용 중

- USBR(United States Bureau of Reclamation)과 USGS는 공동으로 하천 종합관리시스템을 구축하여 중장기 및 실시간 하천과 저수지를 포함한 통합유역 관리에 활용



<위성 영상을 이용한 미국의 가뭄 모니터링 시스템>

○ 일본은 원격탐사와 레이더를 홍수예측에 활용하고 있음

○ EU는 산업 관련 융복합 프로젝트로 물 관리 IT 기술 중심의 아쿠아 네트워크 프로젝트를 추진하고 있음

- 독일은 전 지구를 격자로 구분하여 물 부족량을 추정하는 기술 확보

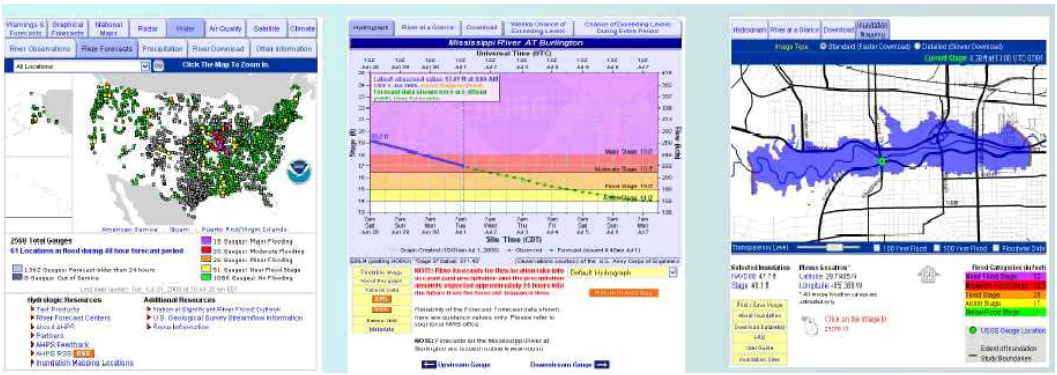
- 네덜란드는 빈번한 홍수의 시시각각 변화하는 범람상태를 모니터링하고 그에 따라 실시간으로 대응할 수 있는 현명한 제방(Smart Levee)을 건설하는 프로젝트를 IBM과 공동으로 진행중임

□ 또한 미국, 유럽, 일본은 첨단 IT기반의 유량 측정·모니터링 및 정보제공 기술을 중심으로 스마트 물관리 시스템 핵심기술 확보 연구에 주력하고 있음

○ 미국은 대표적 물관리 기관인 개척국(USBR), 지질조사국(USGS), 테네시 유역관리청(TVA)이 참여하여 물관리 시스템을 운영하고 있음

○ 미국은 홍수예보시스템을 위한 하천예보센터(River Forecast Center, RFC)를 만들어 기상예보국과 협동해 모든 하천에 모니터링 시스템을 형성함

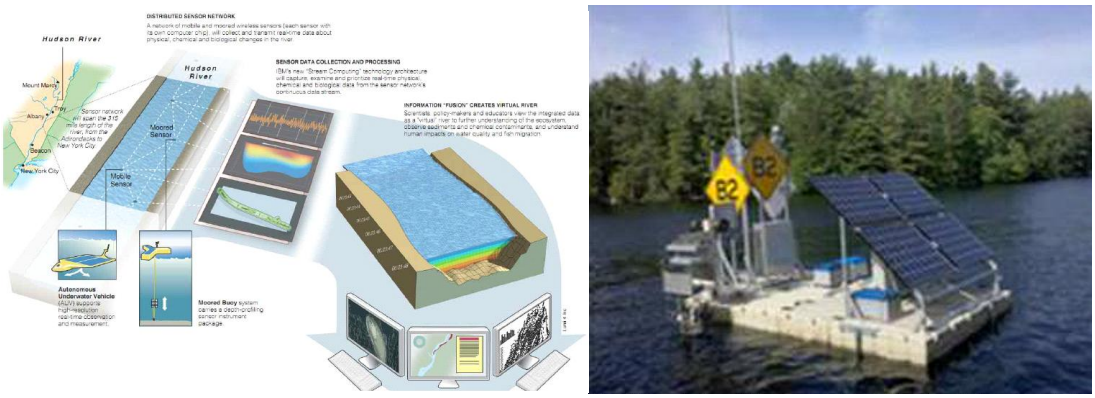
- 실시간 수문예측자료 및 경보자료를 제공하며 웹 기반의 하천 및 수문 예측 정보를 제공하는 홍수예보시스템(Advanced Hydrologic Prediction Service, AHPS)을 구축하여 홍수 및 가뭄에 대비 기간확보, 정확한 하천 예보 및 홍수 경보 등의 정보제공으로 수재해에 대한 인적, 경제적 피해를 감소시킴



〈미국 홍수 예보 시스템(AHPS)〉

○ 미국 Beacon 연구소, IBM, Clarkson University가 공동으로 REON(River & Estuary Observatory Network)프로젝트를 실시하여 하천의 물리적, 화학적, 생물학적 정보를 실시간으로 수집하고 분석하며 태양광발전 패널과 배터리를 이용하여 불필요한 에너지를 줄이고 컴퓨터가 통제하는 자율 로보틱 프로파일러(Autonomous Robotic Profiler)설치함

- 분 단위로 수질정보를 획득과 다수의 센서로부터 실시간으로 정보를 주고받는 광역환경센서 네트워크를 통해 최첨단 IT기술을 이용한 수중환경 실시간 모니터링 서비스 제공



〈REON 프로젝트 개념도 및 로보틱 프로파일러〉

○ 유럽은 WaterWare(Water Resources Management Information System)를 통해 통합정보의사결정시스템을 구축하여 수자원관리 문제를 해결하기 위한 데이터분석, 모델링, 의사결정지원 등 통합된 프레임을 제공함

- 모듈 시스템으로 구성 및 분석을 위해 연계 가능한 프로그램인 RRM(Rainfall Runoff Model), WRM(Water Resource Model), STREAM을 사용

- RRM은 유사량 산정 및 자동검정, WRM은 지하수와 연계하여 신뢰성분석 및 최적화 모듈, STREAM은 일별 수질계산 모형을 위한 프로그램임



<RRM 프로그램 화면>

○ 일본은 하천 유역 종합 정보시스템(FRICS: Foundation of River & Basin Integrated Communication System)을 통해 과거·현재 정보를 종합한 유역 정보를 제공함

□ 허리케인 Sandy 피해 추정에 LiDAR를 탑재한 MMS 시스템과 항공 LiDAR 데이터를 활용한 측정과 실제 현황조사와의 비교를 통해 센서 기반 피해추정 시스템 검증 연구를 수행(Adam Hatzikyriakou, 2015)

(6) 하천관리 첨단화를 위한 법/제도 정비

나. 드론 시스템 및 센서

(1) 드론시스템

□ 드론분야의 경우 미국이 기술적 우위를 점하고 있으며, 약 32개국에서 250여 종의 무인항공기를 개발・생산하고 있음

○ 미국은 약 11,000만기(120여종)의 무인기 운용, 단일국가로 최대 수량 확보하고 있으며, 스텔스 기능을 갖춘 정찰 무인기의 활용이 증대될 전망

○ 이스라엘은 방위산업 위주로 국가 전략산업으로 인식며 우수한 무인기 개발로 무인기 시장에 빠르게 진입, 중소형 무인기에 강점을 갖고 있음

- 일정 지역을 대상하는 전술 감시 및 소규모 공격이 우수한 무인기 체계개발에 주력

- 방위산업 수출액의 약10%를 무인기 시스템 수출이 점하고 있으며 증가 추세

○ 유럽은 미국에 비하여 상대적으로 열세였으나 최근 기업 주도의 컨소시엄을 구성해 군사용 무인기 개발에 나서면서 무인기 개발 경쟁에 합류

- 프랑스가 주축이 되어 스웨덴, 이탈리아, 스페인, 스위스, 그리스 기업 등이 참여하고 있는 군사용 무인기 개발 프로그램인 nEUROn은 마하 0.8, 스텔스 기능, 250㎏이상의 레이저유도무기체계 장착이 가능하도록 2030년 실전배치 목표로 개발 중

○ 중국의 무인기는 1960년대부터 개발되기 시작, 대학 중심으로 무인기 설계, 연구기관을 설립하여 자체 설계 및 소량 생산능력 확보

- 1969년 베이징 항공대학을 중심으로 고공촬영, 지질탐사, 대기 샘플채취 등 과학연구에 주로 활용

- 베이징 항공대학 주도록 1972년 2대의 원형기를 제조하여 첫 시험비행에 성공, 1976년에는 전부 중국산 재료를 사용한 시제품 2대 제작

- 중국 무인기 전자시스템의 신뢰성은 미국 못지 않은 세계 인류 수준이며, 향후 엔진과 센서 개선을 통해 세계 무인기 생산 중심지로 부상할 전망

- 최근 중국 경제의 급성장과 기술수준, 특히 정보통신 기술의 급속한 향상에 힘입어 기술, R&D 투자에 크게 개선

- 중국의 무인기 기술수준은 이스라엘, EU보다 높은 제1 진영에 진입하였지만 미국과는 어느 정도 격차 존재

□ 영국에서는 촬영용 카메라, 측량용 센서, 배달용 운반도구, 농약 살포기 등

온갖 용도에 맞춰 완벽하게 조정 가능한 적응성 극대화 산업용 드론 시스템인 ACSL-PF1가 개발됨

○ 독자적인 비행 제어기를 적용하여 확장 가능한 소프트웨어 아키텍처를 이용해서 산업적 사용자의 요구에 쉽게 맞출 수 있도록 설계된 자율비행 시스템을 사용하고 있음

- 이에 따라 무선송신기를 이용한 제어가 필요없으며 이륙부터 착륙까지 자율적으로 비행함

○ ACSL-PF1은 적응성이 극대화되도록 설계되어 항공사진, 배달, 측량, 농업, 검사 등 모든 용도에 맞춰 조정됨



<ACSL-PF1 - 측량, 검사, 배달에 맞추어 조정 예>

□ INES(INDUSTRY NETWORK ENGINEERING AND SERVICE) 그룹은 서비스 엔지니어링에 특화된 개발 등을 실시하는 워킹그룹조직으로 무인기계나 특수용 로봇 등의 개발을 통해 지역 산업 활성화를 도모함

○ 산업 네트워크, 대학 연구기관, 기업, 1인 업체가 집결해 탄력적인 개발 환경 하에서 프로젝트를 추진하고 있으며 개발 프로젝트는 드론 및 드론의 공중촬영 서비스를 포함함

○ 드론은 다축 타입, 고 페이로드 타입, 전동식, 엔진식, 쌍발 직립형기 등 다양한 드론을 개발하고 있음

- 쌍발 직립형 수직 이착륙 무인기. 고정 날개이면서 활주로가 필요하지 않아 어디에서나 이착륙 운용이 가능함

- 수직 이착륙, 공중정지, 천이 비행, 고속수평이동이 가능하여 고정 날개기와는 다른 운용 형태가 가능하며, 장시간・장거리, 광역 미션이 가능함

□ 일본 NEDO에서는 다양한 환경과 상황에서 드론의 시스템을 적용할 수 있도록 하는 시스템을 개발하는 ‘로봇・드론이 활약하는 에너지 절약 사회 구현 프로젝트’를 수행하였음

○ ㈜프로 드론에서 개발한 인프라 점검 및 검사 드론 시스템은 복수의 레이저 시스템으로 비GPS 환경 하에서도 자동 비행이 가능한 특징을 가짐

- 일본에서는 노후화 된 교량이나 터널 등에 대한 인프라 점검이 시급한 상황

으로 향후 유지 관리·갱신 비용의 절감을 위해 높은 곳이나 위험한 현장에서 주위 상황을 파악하면서 대상물에 이동·접근하는 드론을 활용한 인프라 점검·검사 드론이 개발되었음

- '인프라 점검·검사 드론'은 복수의 레이저 시스템을 탑재해 터널 내 점검 등GPS 시스템을 이용 할 수 없는 환경에서도 자동 비행이 가능하며, 산업용 드론 기본 플랫폼으로 착수·수중 촬영, 옥내 비행, 사진 측량 등 용도에 맞춰 다양하게 활용할 수 있음



〈㈜프로 드론의 P06-AW2BASIC〉

○ ㈜엔루트에서는 내화성 프레임의 채택과 내열 콘트롤러 구조로 1,000℃의 불길에서 발생하는 열풍 속에서도 비행 가능한 소방 방재 구조활동용 드론을 개발함

- 1,000℃에서도 녹지 않는 프레임과 열 영향이 적은 내열 구조의 드론과 화재 시 발생하는 열풍에 대응할 수 있는 특수 기체로 내열 자율제어를 이용한 안정 비행을 실현함

- 화재, 화산 분화 등 특수 환경 하에서 비행할 수 있어 종래 구조대원을 위협하던 생존자 확인이나 재해 규모 확인이 가능하며, 향후 열센서를 이용한 딥 러닝으로 열원을 피해 비행하는 기능을 개발할 예정임

- 기계 부분의 노출을 최소한으로 줄여 공기 저항을 줄임으로써 유선형 보디(카울)를 채택함으로써 외부 방해로 인한 바람의 영향을 극적으로 줄였음



<바람을 받아 넘기는 유선형 카울 디자인>

○ ㈜자율제어시스템연구소에서 개발한 자율비행드론은 풍속 변화에 대응해 비행 경로를 재생성할 수 있는, 자율적 비행경로 생성기능이 탑재됨

- 다른 드론의 위치 및 예정된 비행 경로를 파악한 후, 기상 정보나 삼차원 지도를 조합하는 운항 관리 시스템

- 운항 시스템을 관리할 수 없는 드론끼리의 예측하지 못한 사태에 대응해 비행의 방해가 되는 장애물 위치를 특정하는 충돌 회피 기능

- 비행 경로의 재생성 기능 등 다른 정보도 추가한 후 드론 스스로가 최적의 비행경로를 생성

- 자율제어시스템연구소는 4종의 PF1 시리즈를 개발하여 각각의 특성에 맞게 제원을 적용하였음

〈표 54〉 ㈜자율제어시스템연구소의 개발 드론 및 특징

제품명	특징
 PF1-Survey	▪ 독자적 제어기술로 50km/h 이상의 고속비행 중에도 안정적으로 비행 가능 ▪ PF1-Survey에는 4개의 카메라 모듈이 탑재 ▪ 디지털 보정 기술과 방수가공 처리를 함으로써 고속비행 중에도 선명한 화상을 확보 ▪ 공사현장, 농업, 구조물 등 현장의 영상 정보를 확보하기 위한 촬영 작업에 최적화
 PF1-Vision	▪ 하향 탑재 카메라의 화상을 독자적 알고리즘으로 처리함으로써 드론이 위치 및 방각을 파악하는 기술(Visual SLAM)을 적용 ▪ 전향 탑재 스테레오 카메라로 전방에 있는 대상물과의 거리를 파악해 일정거리를 유지하는 기능을 부가 ▪ 비 GPS 환경 하에서도 안전한 자율비행이 가능
 PF 1-Delivery	▪ 독자개발한 완전자율비행기술과 고속비행기술을 응용해 물건을 운반 ▪ 드론 하부에 목적지에서 자동으로 개폐하는 운반기구 '캐쳐'를 탑재해 최대 5kg 중량을 시속 50km/h의 속도로 사람의 조작 없이 운반 가능 ▪ 편도 12km 거리를 운반 가능 ▪ 오지, 벽지, 대규모 시설 내 운반을 통한 저비용 고효율
 PF1-Protection	▪ 고해상도 카메라(4K)와 적외선 카메라가 탑재되어 있으며, 사람이 현장에 접근하지 않고 인명 탐색이나 정확한 상황파악이 가능 ▪ 영상전송기술을 탑재하면 떨어진 장소(지휘차량, 지휘실)에서 실시간으로 상황을 파악할 수 있어 재난 대책을 세우는데 기여 ▪ 토사 붕괴, 화산, 인명탐색 등 위험한 지역의 상황 파악에 최적화

□ (연료) 미국 Aerovironment 사는 태양전지를 장착하여 태양열 에너지로 비행하는 무인기를 개발 중에 있음

○ 미국 Aerovironment 사는 NASA와의 공동 연구과제인 ERAST 프로그램을

통해 고고도 무인기 헬리오스(Helios)를 개발함

- 저고도 통신위성을 대체하기 위한 대안으로서 연구된 프로젝트로, 이론상 무한비행이 가능함

- 헬리오스는 길이 3.6m, 폭 76.8m, 익면적 2,000평방 피트의 대형 무인기로 주날개에 6만 2천 장의 태양전지판이 장착되어 2마력급 모터 14대를 돌려 비행함

- 태양전지는 총 40kw의 전력만을 생산하지만, 헬리오스는 무게가 700kg에 불과하여 충분히 비행이 가능함

- 2003년 추락하여 프로그램이 중단되었음

○ Aerovironment 사는 자사의 소형 무인기 Puma AE의 태양광 추진 프로토타입에 대한 실험을 최근 성공리에 마침

- Puma 무인기는 고성능 배터리를 장착하고 9시간 11분 연속 비행에 성공함

- 새로운 고효율 배터리는 태양광 발전을 하지 않는 경우에도 체공 시간을 3시간까지 늘려 더 오래, 넓은 지역에서 임무를 수행할 수 있게 함

- Aerovironment 사는 Alta Devices 사와 협력하여 Puma AE에 적용할 수 있도록 유연하고 휴대가 용이한 태양전지를 생산 중에 있음

- 무게 5.9kg, 날개길이 2.8미터의 Puma AE는 손으로 던져 발사되며 최고속도는 시속 83km 이고 재충전 배터리를 통해 한번 비행 시 •체공시간은 약 2시간, 항속거리는 이전 버전의 10km 보다 큰 15km를 가지고 있으며 수면에도 착륙할 수 있음

- 또한 이전 버전보다 경량이면서 커진 기계적 짐발된(mechanically gimballed) 안정화된 상태에서 전자광학 장비와 적외선 카메라를 탑재하여 ‘eyes on target’ 유지 능력이 향상되도록 계속 개발 중에 있음

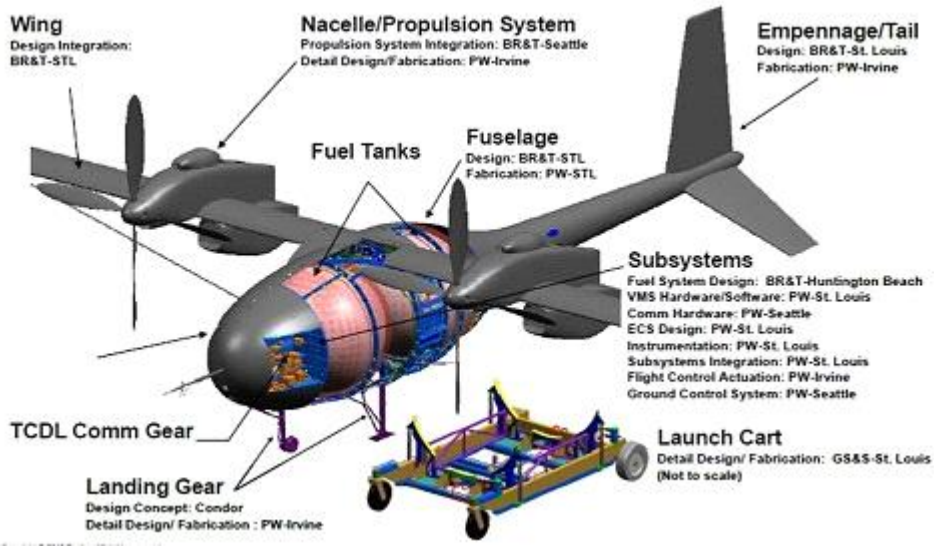


<Puma AE 태양광 추진 프로토타입>

□ (연료) 2011년 미국 정부와 보잉사는 고고도 장기 체공 무인항공기인 ‘팬텀 아이’(HALE)의 시제기를 공개한 바 있음

○ 수소연료를 사용하는 팬텀아이는 19.8km 상공에서 최장 4일간 비행이 가능하며, 2.3리터, 4실린더로 구성된 150마력의 엔진을 2기 탑재하고 있음

○ 팬텀아이의 엔진은 포드자동차, 날개는 오로라 플라이트 사이언스, 추진 컨트롤은 말레 파워트레인, 연료탱크는 볼 에어로스페이스가 각각 개발에 참여하였음



<보잉 사의 팬텀아이>

○ 팬텀 아이는 액화 수소 동력 기반 고고도 장기 체공 무인 항공 시스템으로 지속적인 정보수집, 감시, 정찰, 통신 임무를 수행함

- 팬텀아이의 첨단 추진 시스템은 액화수소 내연 기관을 통해 구동되며, 넓은 지역에서 지속적인 ISR업무가 가능함

- 보잉이 투자, 개발한 팬텀 아이 시제기의 액화 수소 추진 시스템은 탁월한 연비를 자랑하며, 연소 후 배출 물질은 물 뿐이며, 기체는 또한 총 450파운드의 탑재물을 싣고도, 4일 동안 체공할 수 있는 능력을 갖추고 있음

□ (무선전력전송) Lockheed Martin과 LaserMotive는 Stalker 무인기를 이용하여 혁신적인 레이저 추진 시스템의 성능을 검증하기 위한 비행시험을 완료함

○ Staker는 2006년 이래로 미군 특수부대에서 정보수집, 수색, 정찰 임무를 수행하기 위해 사용하고 있는 소형 전기모터 추진 무인기로, 최근의 풍동

시험에서 레이저 추진 시스템을 이용하여 48시간의 연속 비행을 시연한 바 있음

○ 일련의 기술 검증 시험은 바람과 열 등의 환경 조건이 일정하게 유지되는 사막 지역에서 수행되었음

- 이러한 환경 조건하에서 레이저 추진 Stalker는 사고 없이 성공적으로 주, 야간 비행을 마쳤으며 궁극적으로 이러한 레이저 추진 시스템은 Stalker와 같은 소형 무인기에 장기 체공 능력을 부여함으로써 임무 프로파일을 크게 확장시킬 것으로 기대됨



〈Lockheed Martin의 Stalker〉

□ iXs Research Corp에서는 DJI Phantom 드론 기종에 적용 가능한 드론캠을 개발하였음

○ 개발된 드론캠은 시판 중인 드론을 활용해 구조물을 점검할 때, 카메라를 촬영 대상에 정 대칭 시키기 위한 카메라 어태치먼트로 드론 동체에 접속 장치를 부착함으로써 각각의 카메라에 대응한 첨단 어태치먼트를 장착함

- 구조물 점검에 이용될 때 카메라의 부속 WiFi 리모트 촬영앱 등을 사용하여 편의성을 더하였음



〈DJI Phantom용 드론 촬영 시스템〉

□ 농업법인 구보타에서는 약제 살포를 위하여 고정밀 멀티 로터를 장착한 드론 시스템을 개발하였음

○ 본 시스템의 특성은 농업 약제 살포에 적합한 기술이 적용되어 정확한 비행 컨트롤 기능과 작물과의 일정한 거리를 유지하는 고도 유지 기능, 배터리 성능 향상 등의 기술이 적용되었음

- 탱크 내 액체가 흔들릴 경우에도 안정된 비행이 가능하도록 설계되었으며 또 2개의 기압계와 2개의 컴퍼스를 장착하여 안전성과 신뢰성을 확보함

- 3개의 고정밀 1-10밀리미터의 전파 레이더를 탑재함으로써 더욱 정확한 고도 유지가 가능하고 작물로부터 일정한 거리를 유지함으로써 포장의 기복에 상관없이 균일한 살포가 가능함

○ 안정적인 비행과 정확한 고도 유지 등의 성능은 캠을 이용한 조사 목적의 드론 시스템에도 매우 중요한 요소기술로서 작용함

□ TDU에서 개발한 스마트 포레스트 IRT란, 임업의 정보화를 추진해 임업을 지원하는 로봇 기술임

○ 일본 역시 한국과 마찬가지로 국토에서 산지가 차지하는 비중이 매우 높고 삼림 자원의 활용성과 산 정비의 필요성이 높아지는 상황임

○ 스마트 포레스트IRT에서는 삼차원 측역 센서를 탑재한 엔진형 드론으로 삼림 정보를 스캔하며 나무, 한 개 한 개의 굵기, 높이, 구부러짐, 장소를 조사해 삼림의 정확한 정보 데이터베이스를 구축함

- 종래의 1/10. 데이터베이스를 기본으로 치밀한 삼림경영계획을 수립함으로써 안전하고 효율적인 삼림작업을 수행함

○ 드론 시스템을 이용한 영상의 촬영 및 해석 기술에는 드론의 흔들림을 고려한 삼차원 스캔 점군 데이터의 보정이 필요

- 드론 위치나 자세각에 따라 점군 데이터를 보정하며 관성 센서로 가속도·자세각·자세각 속도를 취득함



<스마트 포레스트 IRT의 임업 지원 로봇>

□ 일본의 신에너지 산업기술종합개발기구에서는 '사회과제대응시스템 개발 프로젝트' 수행의 일환으로 인프라 구조물의 상태 모니터링을 위하여 센서 시스템과 데이터 처리, 촬영 기법 기술을 개발하였음

○ 가와타 테크놀로지 주식회사에서 개발한 교량점검 시스템 '마루코'는 로봇시스템을 이용하여 높은 교각이나 구조물의 숨은 부분에 대한 화상 취득을 위해 이용되는 로봇 시스템임

- 미리 계획한 비행 루트에 따라 수동 비행하여 단시간에 고정밀 화상을 취득하며, 화상을 직접 보면서 손상도를 작성하게 됨

○ 루체 서치 주식회사에서 개발한 '소형 무인 헬리콥터를 이용한 구조물 점검 기술'은 난류 환경 하에서 높은 운동성능과 내후성, 안전성을 양립함으로써 고정밀 사진을 토대로 한 높은 정밀도의 교량 점검을 가능케 함

- 개발된 로봇 시스템은 단시간에 탈장착이 가능한 프로펠러 가드, 포터블 피치 프로펠러를 보유한 드론, 오르소 화상 작성을 위해 시판중인 범용 소프트웨어를 복합적으로 활용함

- 현장의 환경 상황이나 작업자의 숙련도에 따라 현장에서 임기응변으로 프로펠러 가드를 탈장착 가능

- 바람의 난류나 돌풍에 대항 가능한 고기동 기체를 구현하며, 시판중인 범용 소프트웨어 기능을 활용하면서 원화상의 품위를 저하시키지 않고 참조가능

한 연계법을 개발, 이를 통해 손상추출율 향상과 점검작업전체의 효율화

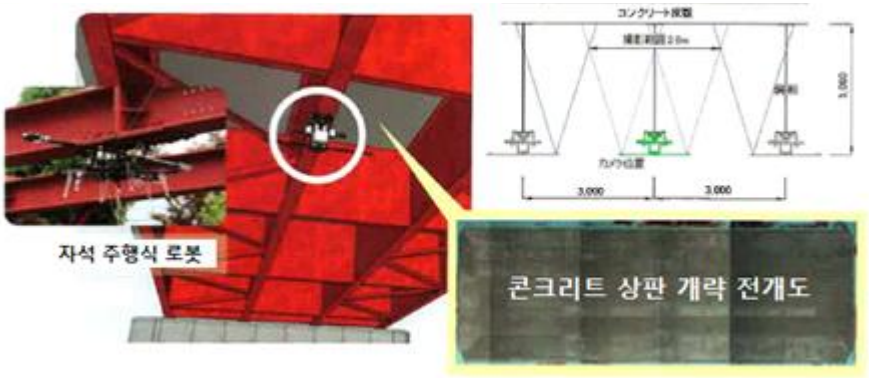


〈소형 무인 헬리콥터 활용 구조물 점검 시스템〉

○ 주식회사 구마다니구미, 주식회사 이동로봇연구소가 개발한 ‘자석 주행식 로봇 등을 활용한 교량 점검 시스템’은 낙하방지 그물을 넘어서 주파가 가능한 자력흡착 메커니즘을 적용하여 위험 작업을 최소화함

- 개발된 로봇은 거더에 자석으로 흡착가능하고 대형이며, 조타하기 쉬운 박형 자석바퀴를 사용함으로써 주파성, 조작성을 높인 이동 로봇임

- 이 로봇은 경량이므로 준비나 뒷정리가 간편하고 로터 추진력을 병용함으로써 낙하에 대한 안전성도 확보하고 있고 로봇 측면으로 튀어나온 암 선단의 카메라로 하상 전체를 촬영 가능함



〈자석주행식 로봇을 활용한 점검시스템〉

○ 국제항업주식회사, 주식회사 엔루트에서 개발한 ‘토사류 예측을 목적으로 한 센싱 기술 및 고정밀 토석류 시뮬레이션 시스템’ 기술은 화산분화 직후 상황 조사 등 사람이 접근할 수 없는 위험지역에 UAV를 활용하여 상세한 조사를 수행하도록 함

- 지형계측, 토사 채취, 표면류 발생상황의 직접 관찰’을 통해 ‘토석류 발생 가능성에 관한 정보수집, 범람범위예측에 이바지하는 시뮬레이션 정밀도를 향상시킴으로써 피해 경감과 대피정보를 더욱 확실하게 전송’할 수 있음

- 이를 위하여 멀티콥터와 통신기술, 관측용 UGV 운반과 설치 및 회수, 화상

을 통한 지형데이터 취득과 DB 구축 등의 기술을 개발함

- 드론을 통한 화상정보 취득과 지형분석 등으로 하천관리와 유사성이 높은 기술임



<토사류 예측 센싱 및 시뮬레이션 기술의 개요>

(2) 드론용 계측 센서 및 정보 관리

□ 미국 Headwall Photonics의 Nano0Hyperspec은 드론용 초분광 센서로 뛰어난 공간 및 스펙트럼 해상도, 넓은 시야, 높은 SNR을 가짐

○ 최소한의 비행으로 넓은 지역 촬영가능

<Nano-Hyperspec 사양>

항목	사양
제조사	Headwall Photonis
센서	초분광 센서
파장범위	400 - 1000 nm
분광밴드수	270 개
각 주파수 폭	약 6 nm
주파수 분해능	2.2 nm/pixel
센서 무게	520 g
센서 크기	7.6 x 7.6 x 11.9 cm
전력	13 W



□ 미국 BaySpec의 OCITM UAV는 소형화된 하이퍼스펙트럴 카메라로 드론 및 무인 자율 자동차를 위해 개발됨

〈OCI UAV-1000 사양〉

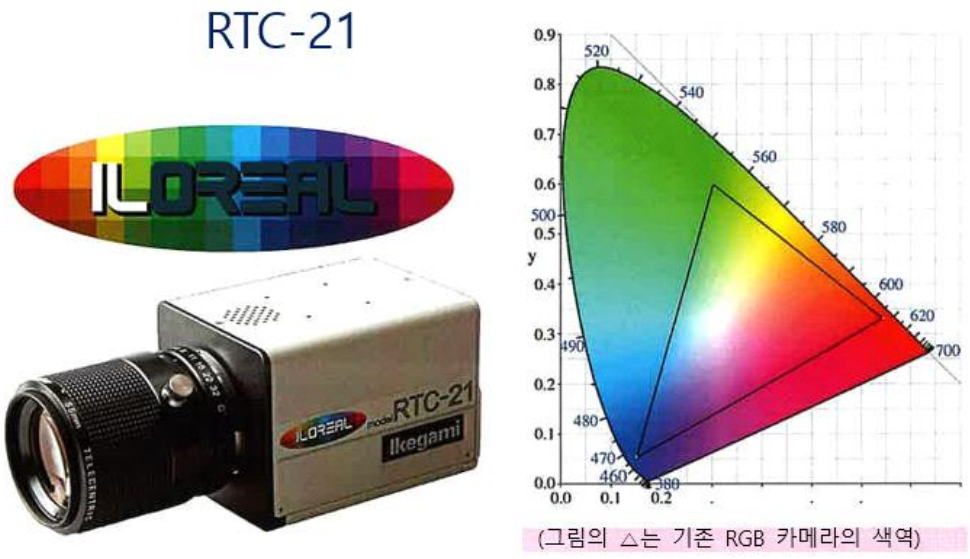
항목	사양
제조사	BaySpec
센서	초분광 센서
운영 모드	푸쉬브룸
파장범위	600 - 1000 nm
분광밴드수	100 개
각 주파수 폭	5 nm 이하
센서 무게	180 g
센서 크기	8 x 3 x 3 cm



□ 일본 Ikegami에서는 인간의 눈에 가장 가까운 감도를 구현한 ‘Real True Color XYZ 카메라’를 개발하였음

○ 인간이 인지할 수 있는 대부분의 색을 충실하게 취득 가능하며, 촬영한 대상으로 색을 정량적으로 구현할 수 있기에 인간의 색 인지에 근거한 색 평가 및 비교가 가능함

- 인간의 눈의 감도를 나타내는 CIEXYZ 등색 함수를 분광 감도에 채택. 일반적인 RGB 삼원색 카메라로는 확보할 수 없는 광범위한 색역의 색 정보를 취득할 수 있음



〈Ikegami의 RTC-21과 RGB 카메라의 색역 비교〉

□ 국외 멀티센서 통합 모델 구축에 있어서는 주로 자율주행자동차 또는 차량 기반의 MMS(Mobile Mapping System)을 중심으로 개발이 되어 왔으며, 무인항공기(UAV) 관련 연구도 관심 받고 있으나 고가이며 시스템 운용에 있어 추락 위험성 등으로 인해 드물게 이루어지고 있음

○ Nagai et al.(2009)는 LiDAR, 적외선, 광학센서 통합을 수행한바 있으며, Bendig et al.(2012)는 열적외선 영상과 다중분광 영상 센서를 기반으로 한 무인항공기(UAV)를 개발한 바 있음

□ ISP는 AI/Deep Learning에 대한 기술 개발하는 기업으로 수탁 및 자체 연구를 통해 다양한 기술을 개발하였음

○ ISP는 AI와 관련한 화상, 영상, 센서 데이터의 처리와 물체 검출, 화상 인식, 이상 감지 등의 기술을 개발하였음

- 회사는 로봇 적용 AI/Deep Learning의 기술 개발을 주로 수행하고 있으며 각 방면의 물체 인식과 센서 데이터에 의한 행동 판별, 데이터 해석 등 드론 시스템에 적용 가능한 기술들에도 상당 부분 관여하고 있음

(3) 드론 활용 하천관리 기술

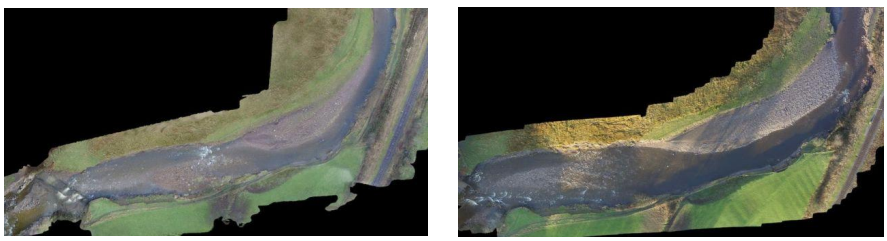
□ 수계 이상 징후 탐지는 위성과 항공으로 분류되어 연구가 수행됨

○ 위성의 경우 특정 센서를 활용하거나 고해상도 영상과 초분광센서를 통한 비접근지역 연구가 수행되었으며, MODIS, ENVISAT 등 광범위 영상도 활용

○ 항공의 경우 초분광이 주요 센서로 활용되었으며 항법장치를 이용한 위치결정 연구도 활발하게 이루어짐(Walczykowski, 2013)

□ 영국에서는 UAV를 이용하여 실시간 홍수 수위 및 홍수 흔적 수위를 측정하여 정부에서 관리하는 홍수지도(Environment Agency’s Flood Map)에 반영

□ 홍수피해 분석을 위하여 UAV에서 촬영한 고해상도 영상을 기반으로 3D 하상 변동 자료 및 하천 시설 피해 자료 구축



<3D 하상 변동 및 하천시설 피해 분석(영국)>

□ 해외에서는 하천, 해양 관리를 위한 무인항공기, 무인잠수정 기반 다양한 연구가 진행되고 있음

○ 일본은 자연재해에 대한 긴급대응, 하천정비・관리시 더욱 정밀도 높은 측량데이터를 취득하여 활용하기 위한 무인항공기(UAV) 및 자체 개발 한 초소형 측량기 기반 실시간 고해상도 지형측량 기술을 연구하고 있음

- 사용된 무인항공기는 직경 1m, 중량 5kg의 소형으로, 입력해둔 비행경로를 따라 자동비행할 수도있기 때문에 조작할 필요가 없으며, 위성항법장치(GNSS)로 정확한 위치를 파악할 수 있음

- 고해상도 사진을 촬영해 10분 안에 3D 데이터를 처리해 제공할 수 있기 때문에 긴급 시 및 재해 시에도 위험장소 파악에 즉시 활용이 가능하며, 댐 및 제방, 지형 변화 등도 파악할 수 있음

○ 2016년 1월 미국에서 열린 AMS(American Meteorological Society) 총회에서 Lockheed Martin 사는 “Marlin Autonomous Underwater AUV”를 개발하였다고 발표함

- 이 무인잠수정은 해저 지형 파악, 해저 설치물 검사 등 다양한 조사를 실시간으로 할 수 있음

(4) 드론용 LiDAR 활용 기술

□ 오스트리아 Rigel사의 BathyCopter는 세계 최초 소형 UAV기반 라이다 측량 시스템임

○ 수로측량 장비로 수면 아래 측정이 가능하며, 수역의 프로파일 생성에 적합한 이상적인 시스템으로 강, 호수, 해엽 등의 내륙 수역 프로파일 생성, 저수지 측량, 운하측량, 조경, 수공학 및 하천 계획 등을 위한 측량 등의 활용 분야에 적용

○ BathyCopter 페이로드는 RIGEL에서 제공하는 RiCOPTER 플랫폼에 탑재되어 운영되도록 설계

○ 레이저 거리 측정기, GNSS/INS, 카메라, 데이터 저장 등이 가능한 솔루션을 제공함

<BathyCopter 성능>

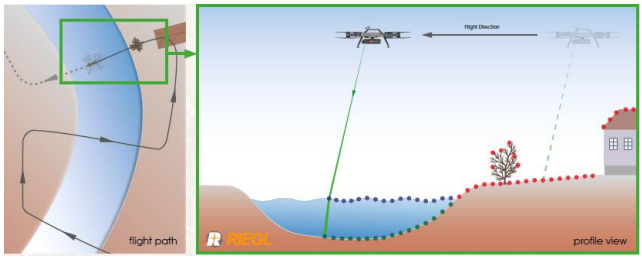
항목	사양	비고
제조사	RIGEL	
센서	Topo-bathymetric LiDAR	+ BathyCopter
촬영 고도	10 - 30 m	+ 평균해수면 기준
측정 깊이	1 Secchi depth 이상	
측정 속도	4 kHz	
센서 무게	6.5 kg 이하	
전력	24V DC, 2.6A(65W)	

<RiCOPTER에 탑재된 BathyCopter 무게 및 크기>

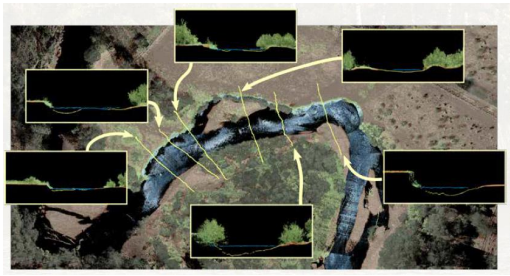
항목	사양	비고
무게	25 kg 이하	- 최대 무게
크기	624mm x 986mm x 470 mm	- 촬영 중 드론의 팔이 펼쳐진 경우
	1,920mm x 1,820mm x 470 mm	- 촬영 전 드론의 팔이 접혀진 경우



<RiCOPTER에 탑재된 BathyCopter>



<BathyCopter의 하천측량 원리>



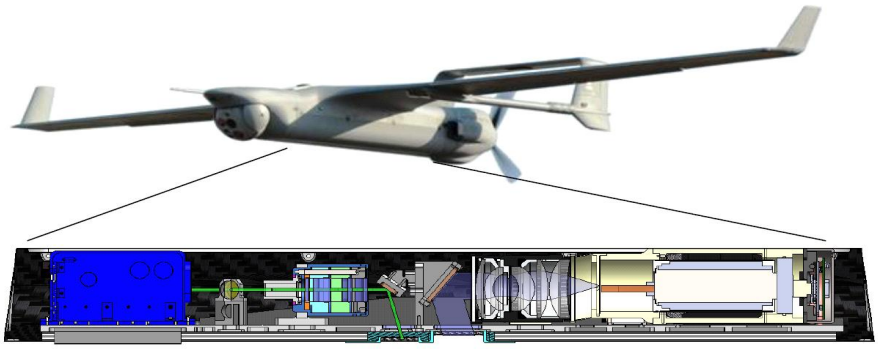
<BathyCopter의 스캔 데이터 예시>

□ 미국의 국방회사 Arete Associates의 PILLS(Pushbroom Imaging Lidar for Littoral Surveillance)는 소형 경량화된 LiDAR 시스템임

○ 지형 및 수심 맵핑을 목적으로 푸시브룸 이미징 라이다로 개발되어 CCD(Charge Coupled Device)를 사용하고 스캐너는 없음

<PILLS 1.0 시스템 장비 사양>

항목	사양	비고
제조사	Arete Associates	
센서	(지형 및 수심 맵핑을 위한) 푸쉬부룸 이미징 라이다	+ 이미징 라이다로 CCD로 데이터를 획득하기 때문에, swath 정보가 제공됨
촬영 고도	300 m	
측정 깊이	3 kD	
스캐너	없음	+ 이미징 어레이(CCD) 사용
주사폭 (Swath width)	300m@ 304.8m(1000피트)	
센서 무게	13.7kg(30파운드) 이하	+ PILLS 1.0 : 19.9 kg (44 파운드)
		+ PILLS 2.0 : 12.7 kg(28 파운드)
센서 크기	102 mm x 229 mm x 991 mm	+4 인치 x 9 인치 x 39 인치
전력	25V, 9A(250W)	



<RQ-21 STUAS에 탑재된 PILLS 1.0 이미징 라이다 시스템>

□ LiDAR는 방사되는 펄스들 사이의 시간 차이 를 처리하여 1cm 미만의 고해상도 수치표고모델 (DEM)을 구축하는 데 매우 성공적으로 활용되어왔음

○ 그러나, 주로 적색 파장대인 일반적인 LiDAR의 펄스는 대부분 물에 흡수되어 침수 환경이 포함된 하천 하상 조사에는 적용될 수 없음

○ 최근, 투과력이 높은 녹색 혹은 청색 파장대 펄스를 이용하여 수체를 투과하고 바닥을 탐지할 수 있는 수심 LiDAR (Bathymetry LiDAR 혹은 Blue-Green LiDAR) 개발이 진행되었음(Allouis 등, 2010)

- 하상 측정을 위해 주로 활용되고 있는 현 장 직접 측량이 노동 집약적이고, 고비용, 관측 안정성, 시간이 많이 소요되는 요구 한 점을 감안할 때, 이러한 LiDAR 기반 원격 탐사에 의한 하상측정 기술은 광역의 하상 변동을 신속하게 측정할 수 있는 등 비교할 수 없는 장점을 가지고 있어 매우 유망한 기술이라고 할 수 있음(Marcus, 2012)

□ SHOALS (irish et al., 2010)로 대표되는 초기 수심 LiDAR는 수십 m 의 해안 수심측량용을 개발 되었는데, 강한 방사에너지와 보통 수 미터 반경의 넓은 탐지면적 (footprint)이 필요해 바닥경사가 완 만한 지역에 적합하도록 운용되었음

○ 초기 수심 LiDAR은 상대적으로 공간적인 규모가 작고 하상 변화가 심하고 수심이 수 m 이내로 얕은 하천 하상조사에는 부적합하였음

○ SHOALS이 수심이 얕 은 지역에 적용될 경우, 바닥과 수면에 각각 반사되는 신호가 결합하여 구분이 어려워지는 문제가 있거 나, 너무 얕은 수심일 경우 반사파가 산란되어 해석 에 문제가 있어 왔음(Allouis 등, 2010).

○ 따라서, 폭이 좁은 하천환경에서 LiDAR 수심 측 량을 적용하기 위해 기존 해양용 수심 LiDAR의 개선이 필요했음

- 우선, 하상 변화가 심하고 좁은 지역 에 적합하도록 탐지면적을 반경 15 ~ 20 cm로 저감 가진 수심 LiDAR (EAARL, McKean 등, 2009) 가 시도되었음

- 그리고, 물 표면 검출을 위해 근적 외선 신호와 하상 탐지를 위한 녹색 신호를 복합적으로 운용하는 다중 파장의 시스템이 시도되어 반환 신호의 혼합을 방지하도록 하였고, 특히 저수심에서 의 관측 정확도를 대폭 개선시켰음 (Irish 등, 2010; Allouis 등, 2010)

- 이 방식은 그러나 다중 파장을 운용해야 하므로 기기 비용이 증대되는 면이

있고 따라서, 단일 파장대 (일반적으로 Green)을 사용 하더라도 FWP(Full waveform processing) 등 신호처리 방식을 획기적으로 개선하여 수면과 바닥이 구분 가능하도록 하고 있음

- 즉, 기존 방식의 수심 LiDAR를 활용하더라도 신호처리 알고리즘 개선을 통해 관측정확도를 제고하고자 한 것임.

□ 최근의 기술 진보에 따라 LiDAR 기반 하상 측 정 기술의 정확도가 향상되고 있으나 여전히 개선되어야 할 부분이 지적되고 있음

○ 우선, 지상 측정 LiDAR에 비해 수심 LiDAR은 장비가 희귀하고 고가로 범용으로 활용될 단계가 아님

○ 기술적으로도 수표면, 수체, 거품, 바닥으로 반사되는 신호가 혼합 되므로 신호를 분리하여 구분하는 기술의 개선이 필요하고, 탁도가 높을 경우 탐지 수심이 줄어들거나 신호가 교란되어 적용에 한계가 있으며, 하상재료에 따라 반사 경향이 상이하여 정확도가 저하되는 부분이 있음

○ 또한, 수변 및 수중 식생이 많은 국내 하천 환경에서는 운용이 제한적일 수밖에 없어, 아직 하상 측정용 수심 LiDAR은 맑은 물의 저수심 하상 측정용으로 제한적으로 운용되고 있음

○ LiDAR는 일반적으로 장비가 무거워 주로 유인항공기에 탑재되어 운용되어 오고 있으며, 드론에 탑재할 정도로 경량화되지 못하고 있음

- 최근 지상 측정용 LiDAR는 경량화되어 드론에 탑재 가능하고 저가로 공급되기 시작하고 있음 (VeloDyne, 2015)

- 드론에 탑재 가능할 정도로 경량화된 수심 LiDAR도 도입되기 시작하였음 (McLean, 2015)



<소형 LiDAR를 탑재한 드론 (VeloDyne, 2015)>

○ 이러한 추세를 볼 때 가까운 장래에 드론에 탑재된 수심 LiDAR가 보편화되어 많은 하천 연구와 실무에 적용될 수 있을 것으로 기대됨

□ Texas Instruments 社에서는 DLP 테크놀로지와 고휘도 LED 광원을 이용해 최대 1,000fps에서 8bit 그라데이션의 영상을 최소 지연 3ms로 투영하는 고속 프로젝터 DynaFlash를 개발하였음

○ FPGA에 탑재한 고속제어회로를 이용해 Digital Micromirror Device(DMD)와 LED를 고속으로 제어함으로써 높은 frame rate를 구현하며, 독자적인 통신 인터페이스로 화상을 고속 전송 하는 회로를 계산기에 탑재함으로써 영상 생성 후 투영까지의 지연을 최소 3ms로 억제함

○ 해당 기술은 움직이고 있는 부품 등의 인식과 제어가 가능하여 드론에 탑재하여 이동 중 검사에 적용할 수 있으며, 고속으로 3D 데이터를 수집하고 신속 안전한 점검이 가능해짐



〈DynaFlash를 이용한 3차원 계측 개요〉

□ Keyence 社에서는 원클릭으로 간단히 설정이 가능한 최적의 3D 로봇 비전 시스템을 개발함

○ 개발된 3D 로봇 비전 시스템 CV-X480D는 4개의 카메라와 CMOS 센서, 고속의 프로세서를 탑재하여 사각지대를 없애고 검출 성능을 향상시키며 고정밀도, 고속성의 영상을 생성함

- 복수 장의 스트라이프 패턴을 고속으로 투영. 워크로부터의 반사광을 초고속 MOS와 고속 프로세서가 실시간으로 해석, 3차원 화상을 생성함

- 방향이 90도 다른 프로젝션 패턴을 투영, 해석함으로써 광택에 따른 다중 반사의 영향을 경감함

○ 교정-서치설정-파지설정-검증까지의 설정 단계를 15분으로 단축하여 단순화하고 고정밀도의 즉각 실행과 즉각 복구를 구현하였음

- CAD 데이터를 읽어 들이면 각 방향별 서치 모델이 자동으로 등록되고 서치 설정이 완료하며 마우스 조작만으로 워크의 파지 위치 티칭 설정이 가능함

○ 키엔스의 3D 로봇 비전 시스템은 비용대 효과가 높고, 다양한 워크에 대응 가능하며 안정적이고 안전한 운용이 가능한 장점을 가짐



<키엔스 3D 로봇 비전 시스템의 설정 단계>

□ 일본 국토교통성은 2016년 '차세대 사회 인프라 로봇의 개발·도입의 추진' 현장 검증에서 항공 측심 시스템(ALB)을 시행적으로 도입하였음

○ 항공 측심 시스템은 수중 점검 로봇과 함께 육상 및 물가의 하천 구조물 본체 및 기초 부분 변화를 측정하고 하상 지형, 저수 호안·바닥다짐공 등 주변의 하상 저하, 국소세굴 등을 포함한 구조물 주변의 하상 변동을 측정함

- 하천 호안의 팽창, 경사, 침하 확인/하상 세굴, 토사 형상이나 양 등의 확인/호상블록 유출확인 등 법령 점검에 의거한 하천 구조물이나 하상의 경과 관찰·기록에 활용할 수 있으며 또한 홍수 후 긴급 점검에도 이용 가능함



〈항공 측심 시스템과 수중 점검 로봇의 활용〉

(5) 드론용 초분광 센서 및 활용 기술

□ Doxaran 등(2002)은 인공위성으로부터 얻은 분광영상의 각 파장대별 반사율을 이용하여 로그함수 형태의 경험식을 제안

○ 제안된 경험식의 매개변수는 35 ~ 2000 mg/l 범위의 실측된 부유물질의 농도와의 회귀분석을 통해 결정

□ 프랑스 남서부지역의 Gironde 하구역에 적용한 결과, SPOT위성으로부터 얻은 분광영상의 경우 근적외선영역의 파장대의 반사율이 부유물질의 농도와 높은 상관관계가 있는 것을 확인

□ Wang 등(2009)은 기존의 회귀분석적인 방법 대신 인공신경망 기법을 적용하여 인공위성의 분광영상으로부터 얻은 수체 반사율과 부유사 농도와의 관계를 분석

□ 중국 Hangzhou Bay 인근 연안의 광범위한 영역에 대한 부유사의 공간적 분포를 측정한 결과, 기존의 회귀분석을 이용한 결과에 비해 월등히 높은 정확도를 확인

□ Chang 등(2004)은 Landsat 위성의 분광영상 자료를 이용하여 대만 Techi 저수지에서 발생한 독성 조류(Dinoflagellates)의 농도를 관측

○ 분광영상자료와 조류의 농도는 Landsat의 6개의 분광파장대에 대한 경험적인 다항식으로 제안

○ 실측된 조류의 농도값과 비교하여 70%이상의 정확도를 확인

□ Cannizzaro와 Carder(2006)은 선박에 장착된 분광카메라를 이용하여 Chl-a의 농도를 추정하는 3차 다항식형태의 경험식을 제안

○ 경험식의 다양한 매개변수들은 실측된 농도와 회귀분석을 통해 결정하였으며, 공간적으로 상이한 수체 바닥면의 반사율을 고려하기 위해 다양한 파장대의 반사율 간 비율을 고려하는 Band Ratio방법을 사용

□ Matthews 등(2010)은 MERIS위성의 다양한 분광파장대를 이용하여 Zeekoevlei Lake의 Chl-a, TSS, ISS등과 같은 수질을 측정함과 동시에 초분광 영상자료와 비교

○ MERIS위성에 장착된 분광센서의 파장대가 수질분석의 용도로 적합함을 확인

□ 지금까지는 조류 조사를 위한 초분광 영상의 활용은 위성이나 유인항공기에 탑재 된 초분광 센서를 활용하고 주로 범위가 넓은 해안이나 호수에 주로 시도되어 왔음(Leonard, 2013; Lucieer 등, 2014)

○ 2000년에 출시 된 EO-1 하이페리온 위성은 400-2500 nm 파장 대, 7.5 km 의 넓은 길의 폭, 16일 주기, 30m의 공 간해상도로 조류 탐지에 활용됨 (Leonard, 2013)

○ Dierseen 등(2015)은 유인항공기에 탑재 가 능한 공간해상도 1m인 PRISM (Portable Remote Imaging Spectrometer)에 기반하여 정규화된 식생 지수 (NDVI)를 활용하여 조류를 조사함

○ 최근 보다 짧은 5일 주기와 30m 공간해상도를 가진 NASA의 HyspIRI 위성 기반 초분광 영상을 활용한 조류조사가 시행된 바 있음 (Hestir 등, 2015)

○ 그러나, 위성 또한 유인항공기 기반 초분광영상은 기본 적으로 공간분포가 큰 해안이나 하구영역에 적합하고 상대적으로 폭이 좁은 하천에는 적합하지 않거나 고비용을 수반함

- Marcus (2012)는 특히 좁은 강작은 호수에서 조류의 동적 프로세스를 모니터링하는데 있어 공간 해상도 1m는 5m보다 19.4 %의 전 체 정확도를 증가시킬 수 있으며, 128개의 초분광 파장대는 17.6 %의 관측 정확도를 향상시킬 수 있다 고 보고하였음

□ 네덜란드 Deltares에서는 수변 및 하천 공간을 대상으로 드론 시스템과 초분광 카메라를 결합하여 지형 변화에 따른 식생 분포의 변화를 분석하는 연구를 진행

□ 스케쥴링된 자동화 드론 측정을 통하여 복잡한 수계망에 대하여 인력 의존을 최소화한 연구를 진행하고 있으며, 초분광 영상 분석을 통하여 하도 및 수변 지역에서의 식생 생체량(biomass) 변화 및 종 변화에 따른 식생 군집 특성을 분석



〈초분광 영상을 이용한 식생 분포 분석(네덜란드 Deltares)〉

(6) 드론 활용을 위한 법/제도 정비

2. 국내 기술동향

가. 스마트 하천관리

(1) 스마트시티

□ 스마트시티란 수자원, 에너지, 교통 등 도시의 각종 기능들이 유기적으로 연결되어 도시 효율성을 극대화하는 새로운 개념의 도시를 뜻함

○ 국토교통부는 제10차 무역투자진흥회의(2016년 7월 7일)에서 신규 유망 수출품목 창출 방안의 일환으로 “한국형 스마트시티 해외진출 확대 방안”을 관계부처와 협업하여 발표

○ 국토교통부는 우리나라가 보유한 기술의 강점을 살려 스마트시티를 유망 수출 전략산업으로 적극 육성하기 위하여 도시개발 노하우와 다양한 요소기술(스마트그리드, ITS, 해수담수화 등)을 적용한 K-Smart City 모델을 구축

○ K-Smart City 모델의 구성 모델로는 스마트 신도시, 친환경 물 산업, 에너지 신산업, 스마트 교통, ICT 솔루션 등이 있음

○ 친환경 물 산업 모델의 경우 해수담수화, 스마트 물 관리 등 비교우위 기술을 중심으로 한 통합 패키지를 제공하는 것을 전략으로 하고 있으며, 하천 구역 및 시설관리 조사에 드론을 활용하고 있지만 체계적으로 뒷받침할 수 있는 ICT 융합관점에서의 종합적 스마트 하천관리 기술은 부족한 상황

□ 전 세계적으로 IT 기술융합을 통한 신기술 창조의 시너지 효과를 예상하여 국가 주도의 기술개발정책을 발표하여 본격적인 연구체제에 돌입

○ 국내 건설기술 분야에서도 첨단기술을 도입한 융합기술 연구개발 사업이 활발하게 진행 중

분야	주요항목	IT 융합기술 수준 Manual(0%) automation(100%)	해외기술 대비
계획 / 설계	• 3-D GIS • 강도설계기반 구조계산 자동화 Tool • Value Engineering / Life Cycle Cost 평가 • Intelligence System • Project Management Information System		30% 80% 50% 40% 50%
시공	• 4-D CAD • RFID / USN • Construction Management System • Construction Monitoring System • Construction Automation		40% 80% 70% 60% 30%
공용 / 유지관리	• Facility Management System • Infra-Structures Assessment System • RFID / USN • Maintenance Intelligence System • Building Remodeling		40% 50% 60% 30% 50%

<국내 건설기반 IT 융합기술의 수준 및 해외 기술과의 격차>

(2) 초분광 영상을 활용한 하천 정보 분석

(3) 3차원 지형정보(DSM/GIS) 구축 기술

□ 최근 컴퓨터 하드웨어의 비약적 발전으로 인해 3차원 처리기술, 가상현실 처리기술 등에 대한 제한사항이 없어지면서 비교적 단순한 3차원 공간 표현 및 관리에 3차원 컴퓨터 그래픽 기술을 적용

○ 특히, 국가 공간정보 오픈플랫폼인 V-World는 대한민국의 지형 및 지물을 3차원 공간정보로 제공하며 단순 정보 표출 뿐 만 아니라 2차, 3차로 활용할 수 있도록 다양한 서비스 체계로 공간정보를 공개



<공간정보 오픈플랫폼(V-World)>

□ 최근 드론의 관성항법장치 정보나 영상정보 분석 등 단일 기술을 기반으로 한 객체 추적 방식은 주변 환경에 의한 관성항법장치 정보의 오류, 영상 분석의 정확도 하락이 발생하여 정밀한 위치의 영상정보 획득이 불가능해 관심 객체의 추적 및 감시가 어려움(정우정, 2015)

○ GNSS(Global Navigation Satellite System) 수신기를 통해 취득한 3차원 지상기준점으로 획득한 데이터의 지오코딩이 가능하지만 시간과 인력 소모가 큼

○ 이를 극복하기 위한 대안기술로 공간정보자료를 활용하여 드론 기반 홍수 피해지도 생성 자동화 기술이 필요(Choi,2013)

○ SAR 영상으로부터 홍수지역을 탐지하는데 있어 기구축된 토지피복도와 수치지도 DEM을 이용한 정확도 향상방안을 연구하였으며, 객체기반의 노이즈 제거방법을 도입하여 사용자 정확도가 매우 높은 홍수지도를 제작(홍승환, 2015)

○ 정확한 지오코딩 및 홍수범람지역이 추출되었을 때, 기존의 수치지도, 토지피복도, 토지이용도, 기반시설물 정보 등 기초 공간정보 데이터와의 위치기반 정합을 통해 신속하고 정확한 홍수/재해피해 분석이 가능 할 것으로 기대

(4) IT 기술 융합 친수정보 관리 기술

□ 광학영상 지오코딩에 대한 연구는 GCP(Ground Control Point) 기반의 지오코딩 또는 Direct Geo-referencing 기법 적용 등 다양하게 이루어져 있으나 자동화된 지오코딩 기법은 아직까지 개발되어 있지 않은 실정

○ 무인항공기(UAV) 영상 정보를 효과적으로 활용하기 위해서는 지오코딩이 필수적이며, 특히 실시간 하천공간 모니터링 및 이상 징후 발견을 위해서는 자동화된 지오코딩 기술이 필수적이며 이를 위한 기하모델 개발 및 기반 데이터(수치지도, 고해상도 위성/항공 영상 등) 활용 기술이 필수적(김상필, 2011)

□ LiDAR 및 초분광 센서 시스템의 경우에는 위성 및 항공 시스템으로 연구 및 개발이 한정되어 있는 상황

□ 첨단화된 정보화 사회와 발맞춰 하천정보 수요가 급증하고 있으나 체계적인 공급은 미흡한 수준이며, 국토교통부 '우리ㅈ름이용도우미' 에서 친수지구의 수변활동 관련 정보(자전거여행, 캠핑 및 여행)를 제공하고 있으나, 그 밖의 지역에 대한 국민여가 활동 정보 제공은 여전히 미흡

○ 현재 4대강 사업시 구축된 친수지구의 하천이용 및 홍수위험 정보에 대해서 제한적 제공

□ 국토교통부 하천관리지리정보시스템(RIMGIS)는 국가하천의 효율적인 관리와 대민 서비스의 질 향상, 하천관리업무의 효율성 제고 등을 목표로 하천정보와 표준화 및 전산화를 통한 정보제공 및 하천에 관련한 제반 업무를 지원하기 위해 개발되었음

○ 5개 지방국토관리청에서 관리하고 있는 하천대장 및 부도, 구조물도 등의 다양한 하천관련 정보를 정보화하여 인허가 및 하천기본계획 등의 하천 업무를 보다 신속하고 효율적으로 수행할 수 있는 서비스 체계를 지원하기 위해 추진 중임

○ RIMGIS는 1999년 정보화근로사업으로 하천지도전산화 사업을 시작으로 2015년 현재 공간정보 DB는 지형시설물, 관측소 등 23개의 점자료와 실폭하천, 하천중심선, 호안, 수제 등 22개의 선자료, 그리고 수자원단위지도(대권역, 중권역, 표준권역), 수치표고자료, 지적 등 53개 면자료 등으로 구분하고 표준화 하고 있음

□ 국토교통부 국가수자원관리종합정보시스템(WAMIS)에서는 수자원단위지도, 수자원주제도, 유역주제도 및 분석주제도를 구분하여 지형공간정보에 관한 서비스가 제공되고 있음

○ 주 사용자는 정책입안자, 정책결정자, 수자원관련 종사자, 일반시민을 대상으로 함

□ 국토지리정보원 국토공간영상정보서비스는 1960년대부터 현재까지 국토의 모습이 담겨있는 공간영상자료를 “국토공간영상정보시스템(http://air.ngii.go.kr)”을 통하여 서비스하고 있음

○ 국토지리정보원에서 보유하고 있는 항공사진(181,716매)과 위성영상(3,005매)뿐만 아니라, 수치표고자료(20,878도엽)및 정사영상(5,317도엽) 등 다양한 국가공간영상자료를 누구나 열람 가능함

□ 기상청 방재기상정보시스템에서는 기관 간 정보 공유 활용을 위한 기상예보시스템으로 빅데이터와 기상분석기술을 적용한 클라우드 환경에서 기상정보를 공동으로 활용할 수 있도록 2015년부터 서비스를 시작하였음

○ 태풍, 호우, 대설, 폭염 등 11개 항목에 대한 위험기상 감시와 일기도, 보조분석도, 예측 및 관측하는 통합기상 분석 기능을 포함하고 있음

□ 국민안전처에서 2014년에 개발된 스마트재난상황관리시스템(Smart Big Board)에서는 유관기관의 다양한 재난정보를 연계·표출하여 하나의 지도위에 통합해 효과적인 재난상황 모니터링을 지원하고 있음

○ 현장중심의 상환관리 기능과 전문 분석정보, 사용자 맞춤형 기능을 포함하고 재난정보로는 광역적으로 기상정보, 위성 및 레이더 영성, 조위정보와 국지적으로 국가교통센터, 홍수통제소, 경찰청 CCTV, SNS 등과 현장 상황파악을 위해 모바일, UAV를 통한 실시간 동영상 및 현장사진 등을 포함하여 전방위적 재난모니터링을 통해 신속 정확한 상황관리 및 의사결정을 지원함

□ IT기술과 계측기기의 발달로 하천에서 다양한 종류와 양의 정보가 발생하고 있으며, 이러한 하천공간정보를 활용하고자 하는 수요가 증가함에 따라 이를 지원할 수 있는 하천공간정보 시스템에 대한 요구도 증대함

○ 반면 각 기관별 업무특성 및 정보관리 지침에 따라 개별적으로 개발, 운영

되고 있는 한계가 있으며, 시계열자료의 단순 표출 또는 공간적 정보를 개별적으로 제공하는 등 하천공간정보 시스템의 본래 취지를 만족하지 못하는 어려움이 있음

○ 하천공간정보에 대한 가시화 기술은 최근 HTML5 기술 발전과 WebGL 성능 향상, Java 프로그래밍 기술 발전에 힘입어 기존 정보시스템들이 웹기반으로 전환되고 있으며, 다양한 오픈소스 기반의 수치해석 모듈, 통계분석 모듈 등이 등장하여 학술 및 업무 영역으로 다수 도입되고 있음

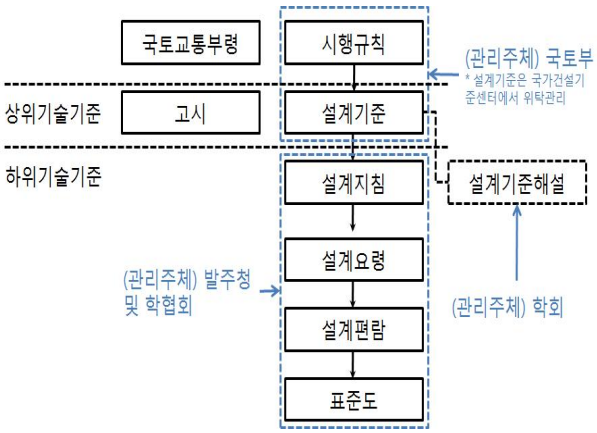
□ 하천이용 확대를 위한 친수이용 및 관리기술은 국가하천 및 지방하천 사업에 연평균 약 1조 1천억 원 가량이 투자되고 있으며 하천등급 및 수계단위 중심의 하천평가 방식으로 하천기본계획이 수립되고 있음

○ 하천 이용 수요증가에 따른 하천환경 사업 투자는 증대되고 있으나, 하천환경 평가 기준 미흡으로 사업의 효과 평가가 곤란함

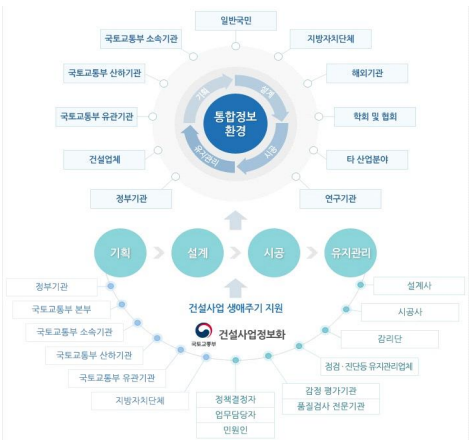
□ 하천시설물 설계, 시공, 유지관리를 위한 핵심기술 및 개발내용은 다음과 같음

○ 하천설계기술 분야는 하천설계기준의 법체계 정비 및 기준상세화를 위해 개발되며 하천설계기준의 위계 설정 및 체계화, 이상기후 등 하천환경 변화에 대응한 기준의 보완·강화, 글로벌스탠다드 제시, 하천시설에 대한 요소기술 개발, 하천시설물 설계기법 실험·실증 기술 등

○ 하천시설물 유지관리기술 분야는 생산된 하천정보 저장, 전송, 관리 및 활용을 위해 개발되며 하천시설물 점검기술, 하천시설물 상태평가기술, 최적 보수·보강기법 선정기술, 하천시설물 유지관리 시스템구축기술, 하천시설물 모니터링 기술, 하천시설물 정보 현행화 기술 등



〈하천설계기준 위상체계〉



〈건설 CALS 개념도〉

(5) IT 기술 융합 수재해 방어 계획 및 관리기술

□ 국내에서는 홍수관리를 위한 다양한 연구를 추진중이며, 특히 IT, GIS 등 무선통신 인프라 기반 기술개발을 추진 중임

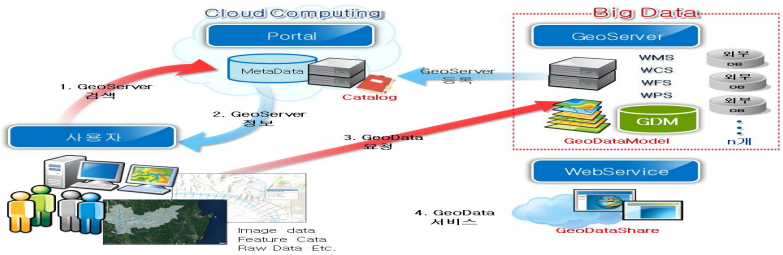
○ 실시간 홍수 예보기술 개발, 유역 단위 홍수 대응기술 개발, 국가·지자체 홍수통합관리시스템 기술 구축을 위한 연구를 추진 중임

- 4대강사업 등 대규모 국책사업에 따른 하천환경 변화에 능동적으로 대응할 수 있는 IT·GIS 등 첨단기술 기반 하천운영 및 관리 기술 개발을 추진 중으로, 현재 하천거동 해석의 요소기술은 개발되어 상용화 단계로 진입 중임

- 무선통신 인프라 확대로 원격감시 기술 개발 중, 감시제어기기의 소형화로 원격관리가 용이한 휴대 단말기 인터페이스 적용 추세임



〈Smart Water Grid 개념도〉



〈스마트 리버 정보관리 기술개발 개념도〉

(6) 하천관리 첨단화를 위한 법/제도 정비

나. 드론 시스템 및 드론 계측 센서

(1) 드론시스템

□ 국내 드론 시스템은 국방 및 취미용 드론에 집중되어 산업용도의 기술력과 가격경쟁력은 미미한 실정이나 점차 다양한 분야에서 활용되고 있으며, 국내의 드론 관련 기술은 현재 세계 7위권으로서 최근 10년 동안 산・학・연을 중심으로 기술이 급성장

○ 향후 정부기관 및 지자체에서 적극적인 도입 및 활용에 따라 재난재해, 농업, 토목 분야 등 일반 산업에도 활발한 성장이 예측됨

○ 상업용 민간 드론 시장은 2014년 6천만 달러에서 2023년 8억 8천만 달러로 연평균 35% 성장할 전망이며, 현재 (주)마이크로드론코리아의 MD-1000과 ㈜동원측량콘설탄트의 SurvDopter 602 등이 국내에서 활용되고 있음

○ 국립해양과학기술원의 ‘수심측량장비 국산화 개발‘ 프로젝트로 항공기 탑재가 가능한 229 kg의 경량화된 수심측량시스템을 개발 중

○ 향후 드론에도 탑재가 가능한 페이로드(payload) 개발이 가능할 것으로 예상되며, 드론을 활용한 하상변화 및 모니터링 분야에 적용가능성이 기대됨

<국내 활용 드론 시스템>

제조사	(주)마이크로드론코리아		(주)동원측량콘설탄트	경북대스마트드론센터
제품명	MD-1000	VTOL Autonomous Micro Unmanned Aerial Vehicle System (Quad Type)	SurvDopter 602	경북대 2호
장비 사진				
특징	- 초소형 회전익 무인정찰기 - 다양한 카메라 장착 가능 - 실시간 영상 제공 - 수동 및 자동항법 가능 - 비상회항 가능	- 수면 착륙/이륙 - 수면 이동 가능 - 수면에서 수중 촬영 가능 - 헬기 영상 실시간 모니터링 - 자동비행 - 이륙지점 비상회황	- 자동 이착륙 시스템 - 자동항법장치를 장착한 국산 비행체 - GSD 1 cm 급 초정밀 정사영상 취득 가능 - 산악 및 도심지 이착륙 용이	- 수면 이착륙 가능 - 장거리 및 자동비행 가능 - 홈복귀 가능 - 모터고장(1개)에도 복귀 가능 - 다양한 기상환경(강우 등)에도 비행가능
무게	2.9 kg	1.6 kg	8 kg	16 kg
크기	105 cm	F505mm x R405mm x B330mm	직경 1.1m 높이 58cm	1.4m x 0.8m x 1.4m
페이로드	최대1.2 kg	500g	N/A	N/A
비행고도	N/A	N/A	0~300m	0 ~ 1,000m
비행시간	최대 70 분	최대 10분	20분	15분
비행속도	N/A	30km/h	40 km/h	35km/h
활용 분야	- 휴전선 군 주요건물, 임시 주둔지 경계 - 재난/재해 지역 지속 촬영 - 바다 조난 및 사고 감시	- 안전한 수면 위 항공 촬영 - 환경감시 - 인명구조 - 수중 탐색 및 불법 어선 감시	- 해안선 및 갯벌 조사측량 - 산사태, 침수, 시설물 붕괴 등 피해지역 긴급 복구용 수치지도 제작 - 하천, 댐, 저수지 등 모니터링	- 해상 오염감지, 해안선감지, 수질검사, 녹조분포 등 모니터링 - 홍수 대비 댐 및 저수지 수위 모니터링

□ 드론 시스템에서 통신 부분은 유인항공기보다 더 큰 비중을 차지하는 분야로 조종사가 탑승하지 않는 특성 때문에 통신량이 더 많을 수밖에 없으므로 더욱 독립적이고 안전한 통신체계가 요구됨

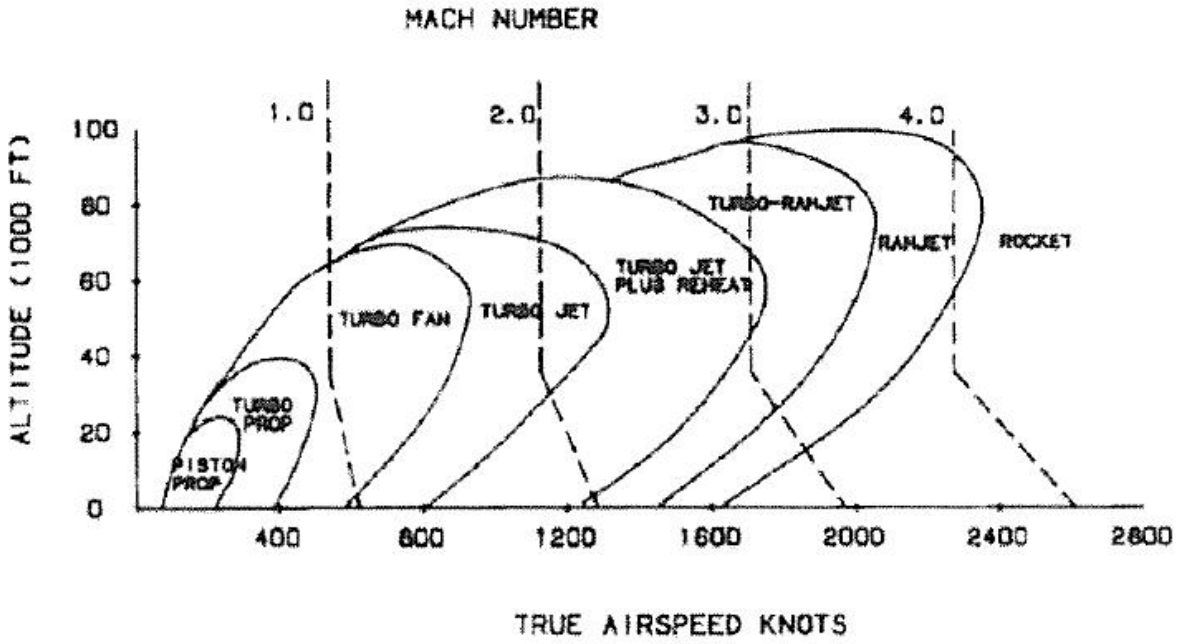
○ 스마트 무인기 통신시스템의 구성은 운용 주파수에 따라 주 통신링크와 보조 통신링크, 음성통신 링크로 구분됨

○ 통신링크는 전송 데이터의 전송방향에 따라 관제장비로부터 비행제어 및 임무제어 명령을 비행체에 전송하는 상향링크와 비행체에서 획득한 비행 및 임무장비 상태 데이터 및 영상 정보를 전송하는 하향링크로 구성

○ 국제적으로 무인항공기 통신시스템 도입이 활발해지면서 국제적으로 지상 및 위성제어용 주파수의 신규 분배가 논의됨

□ (엔진) 정찰용 무인항공기에 적합한 엔진의 필요조건은 엔진의 최대 비행고도에서 우수한 비연료소모율(SFC) 성능임

○ 엔진의 연료소모율은 비행 속도에 영향을 크게 받는데, 저속 비행에서는 프로펠러를 장착한 피스톤엔진이나 터보프롭엔진의 SFC 성능이 우수하고 고속 비행에서는 프로펠러의 성능이 급격히 저하되므로 터보팬 혹은 터보제트엔진이 요구됨



<엔진별 적합한 비행고도 및 속도>

○ 현재까지 개발된 무인기와 개발되고 있는 무인기는 대부분 유인 항공기용으로 개발된 기존 엔진을 사용 중임

- 무인기 엔진은 유인기 엔진보다 요구도가 낮으므로 기존 엔진을 적용하는데 큰 문제가 없기 때문임

○ 단, 미래형 무인기는 서로 상이한 엔진 사이클을 요구하는 고속비행과 저속비행 임무을 함께 수행하기 위해 극한 조건에서의 운용이 가능해야 함

- 최근에는 임무에 최적화된 무인기용 엔진 개발이 요구되고 있으며 임무에 따라 엔진 사이클을 변경하는 가변 사이클 등 다양한 엔진 사이클이 연구되

는 중임

□ (연료) 한국항공우주연구원은 지난 2010년부터 연료전지와 태양전지, 2차전지를 탑재한 EAV를 제작, 시험비행 수행 중임

○ 항우연은 일반 항공기가 도달할 수 없는 성층권에서 수주일~수개월 간 체공하며 지상 관측 등의 업무를 수행하는 전기 HALE 무인기 개발을 최종 목표로 삼고 있음

- 항우연은 2000년대 초에 성층권 무인 비행선을 개발해 전기추진 방식으로 3km의 고도에서 3시간 체공 목표를 달성한 바 있음

- 2005년에는 화석 연료를 사용하여 고도 3km, 10시간 비행에 성공함

- 2011년에는 EAV1 모델이 국내 무인기 최장시간인 고도 3km에서 4시간 30분 동안 비행에 성공하였으며, 이 과정에서 태양전지 일체형 복합재 날개 설계 및 제작기술과 하이브리드 전원 추진기술, 자동 이착륙 등 고고도 장기체공(HALE)을 구현할 핵심 원천기술을 확보함

○ 2013년 초 한국과학기술연구원과 한국항공우주연구원은 고용량의 고체 수소저장 물질인 암모니아보란을 이용한 연료전지시스템을 무인항공기에 장착해 시험비행에 성공하였음

○ 한국에너지기술연구원은 지난 2009년 방위산업 청고ˆ 국방과학연구소가 주관하는 차세대 군용전원 특화연구센터를 운영하고 있으며 소형 추진 전원 연구실의 연구 일환으로 연료전지 적용 무인항공기 개발에 나섰음

○ 재료연구소는 자체 개발한 고분자전해질 연료전지 스택을 주 동력원으로 하는 무인항공기를 개발해 1시간 이상 비행에 성공했음

- 기체와 동체 길이는 2.7m, 날개폭 5m, 출력량은 300W로 연료는 상용 고압 수소탱크를 적용해 사용함

- 초기 이륙 시엔 배터리를 이용하고, 일정 고도 진입 시에는 동력원이 연료전지로 전환됨

- 재료연구소는 2012년 3월 경상남도의 지원을 받아 ‘무인항공기용 연료전지 동력원 개발 및 실증과제’를 수행하고 있으며 2015년 과제가 종료됨

○ 기존에 시험비행에 성공한 무인항공기들은 대부분 고분자전해질 연료전지(PEMFC) 기술을 기반으로 한 반면, 인하대학교는 세계 최초로 직접메탄올 연료전지(DMFC)를 적용한 무인항공기의 시험비행에 성공해 많은 이들의 주목을 받기도 했음

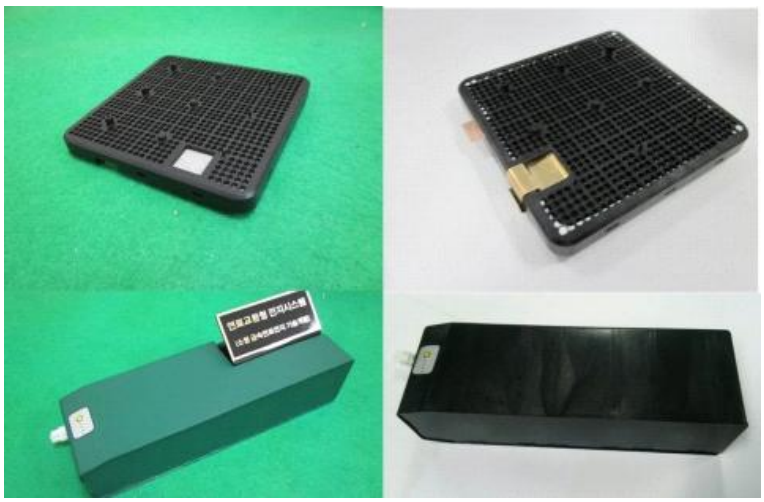
- 일반적으로 DMFC는 액체인 메탄올을 이용하기 때문에 연료의 저장, 운반 측면에서 수소를 이용하는 PEMFC 보다 유리함

□ (연료) 국내 연구진이 폭발위험성이 없고, 세계 최고 수준 에너지 밀도를 가지며, 제작 단가를 리튬전지의 10분의 1 수준으로 낮출 수 있는 획기적인 금속공기전지 개발에 성공했음

○ 한국전기연구원(KERI) 전지연구센터 엄승욱 박사팀은 kg당 최대 395Wh로 세계 최고 수준 에너지 밀도를 갖는 아연금속공기전지를 개발하는데 성공했음

- 아연공기전지는 차세대 전지인 금속공기전지의 일종으로 기존 전지보다 높은 에너지 밀도를 구현할 수 있음

- 폭발 위험성이 없으면서도, 납축전지의 5배, 리튬전지의 2배 에너지를 저장할 수 있는 고용량 전지시스템 개발함으로써 공기와 아연금속만을 재료로 사용하는 친환경 전지시스템 시대를 개척함



<한국전기연구원의 아연공기전지>

자료 : 정보통신신문

○ 풍부한 금속자원 중 하나인 아연을 이용함으로서 전지 제작단가를 리튬전지의 10분의 1 수준으로 낮출 수 있다는 장점도 있음

- 개발된 아연공기전지는 고에너지 밀도의 특성을 살려 무인정찰기, 초소형 무인항공기, 개별병사의 운용전원 등 장시간 사용이 요구되는 다양한 무기체계에 적용이 가능할 것으로 예상됨

□ (연료) 2013년 3월, 교육과학기술부는 한국과학기술원(KIST) 연료전지연구센터와 한국항공우주연구원이 고용량 고체 수소저장물질인 '암모니아보란'을 이용한 연료전지 시스템을 개발해 무인항공기 비행시험에 성공했음

○ 암모니아보란은 수소저장 화합물 중 수소저장 용량이 매우 높은 흰색 고체 물질로 100° C 이상의 온도에서 분해에 의해 수소를 방출함

- 1kg의 암모니아보란으로부터 사용할 수 있는 수소는 약 65g으로 다른 수소 저장 화합물인 붕소수소화나트륨보다 수소저장용량이 1.6배 가량 높음

□ (연료) 인하대 기계공학부 주현철 교수 연구팀(ESPL)이 직접 메탄올연료전지(Direct Methanol Fuel Cell, DMFC)로 작동하는 무인항공기 제작에 성공, 30분 간 시험비행을 하는데 성공했음

○ DMFC 기반 무인항공기는 연구팀이 자체 개발한 DMFC 시스템을 주요 동력원으로, 인하대 기계공학부 항공우주공학전공 최기영 교수 연구팀(항공우주제어시스템 연구실)과 바이오마이크로연구실(김선민 교수) 등과의 협력을 통해 제작됐음

○ 수소보다 연료의 공급, 운반•교체가 편리한 액체 메탄올을 연료로 하는 DMFC 시스템을 제작, 무인항공기에 탑재해 시연한 사례는 세계 최초로 알려지고 있음



<인하대 개발 메탄올 연료전지 무인항공기>

자료 : 노컷뉴스

(2) 드론용 계측 센서 및 정보 관리

□ 도심지 내 시설물 붕괴 사고가 발생할 경우, 구조 인원의 신속한 초기 대응이 매우 중요하며 기존의 방법을 활용하여 매몰자를 탐지하고 구호하는 방식으로는 신속하고 안전한 인명구호에 한계가 있음

○ 붕괴 및 매몰사고 발생 시 신속, 정확한 매몰자의 고립지점 탐지를 위하여 드론과 같은 무인비행장치를 활용하여 재난 현장의 붕괴지형을 3차원으로 형상화하고 분석하는 기술과 무선통신기술을 기반으로 매몰자의 위치를 신속, 정확하게 탐지하여 재난현장에서 인명구조를 위한 정보를 제공해 주는 기술을 개발



〈붕괴지형 3차원 형상 모델링 과정〉 **〈무선통신 기술을 활용한 매몰자 탐색〉**

□ 미래창조과학부에서는 2015~2018년 기간 동안 ‘무인기 탑재 복합형 센서 기반의 국지적 재난 감시 및 상황 대응을 위한 스마트아이 기술 개발’ 과제를 발주하였음

○ 항공·무인기의 실시간 영상/센싱자료를 통해 국지적 재난(산불, 국지홍수, 산사태 등)을 감시·예측하고, 재난 지역에 대한 신속·정확한 상황 파악과 대응을 지원하는 스마트아이 기술 개발을 목적으로 함

〈스마트아이 기술 개발 과제의 연차별 목표 및 결과물〉

연도	1차년도	2차년도	3차년도
목표	무인기 가시광선/열화상 센서 기반 산불 재난 감지 및 정보 전달을 위한 스마트아이 기술 개발	무인기 가시광선/열화상/다분광/ 풍향·풍속 기반 산불·국지 홍수 재난 감지·상황 대응 및 정보 전달을 위한 스마트아이 기술 개발	무인기 가시광선/열화상/다분광/라이다/SAR/풍향·풍속 기반 산불·국지 홍수·산사태 재난 감지·상황대응·예측을 위한 스마트아이 기술 개발
결과물	무인기 기반 산불 재난 감지·상황 대응·예측을 위한 스마트아이 플랫폼 연구 시제품	무인기 기반 산불·국지홍수 재난 감지·상황 대응·예측을 위한 스마트아이 플랫폼 실험 시제품	무인기 기반 산불·국지홍수·산사태 재난 감지·상황 대응·예측을 위한 스마트아이 플랫폼 실용 시제품

□ 미래창조과학부에서는 ‘재난·재해 골든타임 확보를 위한 실시간 국토영상 빅데이터 기반 ‘SKY·EYE’ 실증 프로젝트’를 추진함

○ SKY·EYE 시스템은 전국 1,000여 개의 상기 시스템으로 구성되며, 실시간 고해상도 영상 빅데이터 생성, 전달, 분석, 예측, 가공을 통해 재난·재해 골든타임을 확보하고, 영상 용도별 재생산(기상·교통·물류·환경·해양·보안·GIS·사고 등) 관련 산업 생태계 구축과 가치사슬을 활성화함

○ 지정된 위치에서 임무 발생 시 자동 이륙하여 감시·정찰 임무를 수행하고, 자동 착륙하는 드론 시스템 및 독립전원 방식의 드론박스 시스템을 구축하고, 도킹·언도킹 시스템을 통해 충전 및 임무 수행하도록 함

○ 지정된 범위에서 운용되는 ISR 드론과 드론박스 시스템, 통신 시스템을 전국토 10km 내외 간격으로 설치하여, 10cm급 고해상도 실시간 국토영상 빅

데이터를 생성함



〈SKY-EYE 개념도〉

□ 리모트센싱 분야와 접목된 기계학습 기법은 영상 기반의 특정 관심영역 자동 분류 및 식별의 한 방법으로서 활용되며, 이는 군사적 측면의 항공기 식별, 해양 양식 시설물 분류 등 다양한 방면에서 연구개발이 진행 중



〈활주로에서 자동 식별된 항공기〉

(3) 드론 활용 하천관리 기술

□ 국내 무인항공기(UAV) 기반의 수위/유속/수질 모니터링 기술은 아직까지 크게 확보된 바 없음

○ 위성/항공 플랫폼을 기반으로 한 수위 추정에는 LiDAR/광학/초분광/SAR(Synthetic Aperture Radar) 센서를 지속적으로 활용하였으며 유속 추정에는 SAR 센서를, 수질 연구에는 초분광/다분광 센서가 지속적으로 활용됨(Hong, 2015)

○ 위성 기반의 멀티센서를 이용한 홍수 위험성 분석 연구가 수행 된 바 있으며(김상필, 2016), 수질 연구 분야에서는 수질 매개변수 추정에 항공 초분광 영상의 가용성 고찰 연구가 수행된 바 있음(김태우, 2014)

□ 현업에서 사용하고 있는 드론을 활용한 수질조사 기술은 다음 그림과 같이 동일지점에서 일정시간 수심 별 수질을 조사하기 위해 드론 상부 양축에 자세 제어를 위한 모터를 장착함

○ 좌측 그림은 하부에 수질센서인 YSI사의 ‘adv6600’을 장착하고 다른 지점으로 이동하기 위해 이륙하는 모습을 보여주고 우측은 양축의 프로펠러를 이용해 수면을 이동하며 표층 수질을 조사하는 모습임

○ 기존의 수질조사에 드론을 접목시키기 위해서는 조사지점에 드론을 착륙시킨 채 수심별로 센서의 하강 및 상승을 제어할 수 있는 기술이 필요함

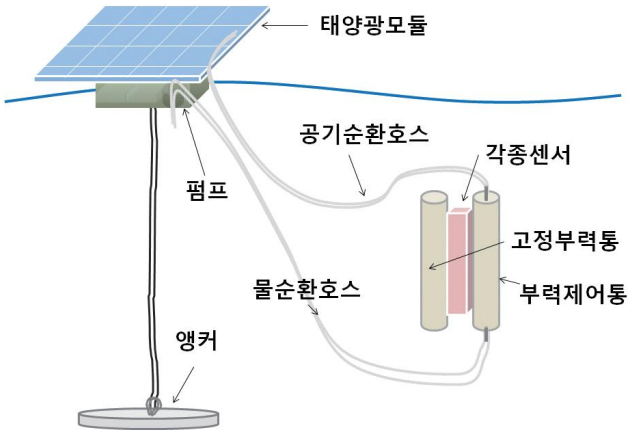
- 또한 다항목수질계에 장착할 수 없는 다른 항목의 수질 분석을 위해서는 일정 수심 혹은 수심적분이 가능한 채수기능이 요구됨



〈드론을 활용한 수질조사 현황〉

자료 : 드론의 활용한 수자원 조사 기술, 물과 미래

○ 휴대용 자동수질관측시스템이 미래 수질조사용 드론의 핵심기술로 검토되고 있으며 부력을 이용한 수심별 채수기능까지를 포함한 현업에서 요구하는 실용적인 기술개발이 이루어지고 있음



〈자동수질관측시스템〉

자료 : 드론의 활용한 수자원 조사 기술, 물과 미래

□ 현재 드론을 활용한 유량조사는 유속 0.3 m/sec 이하에서만 적용하고 있는데 향후 풍수기를 고려한 약 0.7 m/sec 이상의 유속에서도 단면 횡단이 가능한 엔진의 출력이 필요함

○ 유량조사용 드론은 무게가 나가는 센서를 탑재하고 수면에서도 원활한 움

직임이 요구됨

- 수면에서의 사용을 고려해 초기 드론은 약간의 생활방수 만을 제공하였으나, 점차 대상 수체의 종류가 다양해지고 점점 유속이 빠른 상황에서도 투입이 요구됨에 따라 기존의 케이블법에서 사용하고 있는 유속측정 장치와 유사한 수준인 동체가 일시적으로 잠수하는 경우에도 관측에 문제가 없는 수준의 방수기술을 개발하고 있음

○ 또한 현장에서의 적용성 향상을 위해서는 무선 통신 및 제어 기술이 매우 중요한 요소임

- 즉 수심은 낮고 하폭은 넓은 우리나라 대하천은 평·갈수기 조사 중 엔진 이상 등의 돌발 사태가 발생할 가능성이 높고, 초음파를 사용하는 ADCP는 물이라는 매질을 떠나서는 유량조사 개시 및 종료에 대한 제어가 어려우므로 원활한 유량조사를 위해서는 충분한 제어 거리를 제공할 수 있는 무선통신 기술이 필요함

□ 현재 홍수조사용 드론은 살수차를 이용한 방수실험과 이동속도 측정 등 기본적인 성능실험만 완료한 상태임

○ 홍수로 인한 피해범위 및 규모를 신속하게 파악하기 위해서는 홍수사상이 끝나기 전 비가 내리는 상황 에서도 비행이 가능하고, 강풍이 동반되는 경우에는 어느 정도 이상의 풍속에서도 이동 및 촬영을 위한 제어가 가능한 출력이 높은 드론이 필요

○ 또한 홍수로 인한 피해 면적을 판단하기 위해서는 가장 일반적인 광학센서인 RGB 및 열화상 카메라뿐만 아니라 물과 육지의 경계 구분이 탁월한 NIR센서가 필요함



〈드론 활용 홍수조사 기술〉
자료 : 드론의 활용한 수자원 조사 기술, 물과 미래

□ 수자원 및 하천관리 분야에 드론이 적용된 연구 사례를 보면 현재 수자원

관리 및 측량분야에 무인항공기(드론)를 활용하는 연구 사례가 나타나고 있음

○ ADCP를 장착한 무선조종보트와 무인항 공기를 이용한 하천지형정보 취득에 관한 연구(정 창삼, 2014)에서는 저수부 하상 측정은 ADCP 센 서를 장착한 무선조종 하천조사보트(R2V2)를 이용하여 3차원 저수부 하상지형자료를 취득하였으며, 고수부 지형자료 취득에는 사진측량 장비를 장착한 무인항공기 (UAV)를 이용하였음

○ 이현석 등(2015)은 ‘수자원분야 적용을 위한 드론 활용 기술 검토‘ 에서 (1) 드론을 활용한 흐름특성 모니터링 (2) 드론을 활용한 수질 관측 (3) 드론을 활용한 유량조사 (4) 드론을 활용한 재해 관리 등에 적용하여 연구한 사례도 언급하고 있음



〈수질측정용 드론 및 드론 장착용 유량조사 장비〉

○ 최근 우리나라 무인항공기 관련 연구경향이 무인항공기(드론) 및 맞춤형 센서 개발도 포함하여 추진되고 있으며, 이를 활용하여 다양한 현장정보 취득에 활용하는 방향으로 가고 있음

〈드론활용 수자원분야 연구사례〉

연구자	연구내용
김민규 등(2010)	· 풍수해 모니터링을 위한 UAV 적용성 분석
이지훈 등(2012)	· UAV 기반 저고도 멀티센서 사진측량 시스템의 캘리브레이션을 위해서는 총 6개의 스트립으로 구성된 비행경로를 따라 획득된 데이터와 5점 이상의 지상기준점 정보가 필요함을 확인
이인수 등 (2013)	· 초경량 고정익 무인항공기 사진측량기법의 정사영상 정확도 평가 수행
김홍래 등 (2014)	· UAV를 활용한 감시정보정찰 임무 분석 및 설계도구 개발을 위한 연구
이수암 등 (2015)	· UAV영상을 활용한 수변구조물의 DSM 생성 및 정확도 연구 · 지상 LIDAR와 같은 수준의 DSM 및 더욱 정확한 GCP 취득 필요성 제시
이용창 (2015)	· 회전익 UAS 영상기반 고밀도 측점자료의 위치 정확도 평가 · 소규모 지역을 대상으로 회전익 무인항공촬영시스템에 의한 정사영상 및 수치표고모델 제작의 가능성 확인

(4) 드론용 LiDAR 활용 기술

□ 2015년 연세대학교에서는 고정밀 도로 공간영상 취득 시스템 개발 연구를 통해 LiDAR와 IP Camera, GNSS/INS 간의 통합시스템 모델 개발 및 LiDAR와 영상정보 통합 연구를 수행

○ 고정밀 도로네트워크 및 360도 전방위 공간영상 동시 취득 시스템 개발

□ 무인항공기(UAV) 멀티센서 통합 모델 구축에 있어서는 자율주행자동차에 대한 연구가 활발해지면서 개발된 LiDAR/영상/항법센서 통합 기술이 유용할 것으로 판단됨

○ 다중센서 정보(LiDAR, 광학, 초분광)의 통합을 통해 공간에 대한 심도 있는 분석이 가능해질 수 있으나, LiDAR/광학/초분광 데이터는 다른 특징을 가지므로 기존 데이터 정합 기법의 적용이 어려움

○ 무인항공기(UAV) 플랫폼의 경우에는 흔들림이 심하고 Payload의 한계가 있어 별도의 통합모델 구축 방법이 요구되며, 이를 극복하기 위한 멀티센서 통합기술이 개발되어야 함

□ 최근 드론은 GPS, 고해상도 카메라 등의 다양한 센서를 통해 실종자 수색, 재난현장 감시, 수질오염 감시 등의 다양한 모니터링 영역을 담당

○ 특히, 지적재조사, GIS 구축 등의 측량 분야에서도 사용되며 강원도와 충청

도는 지적재조사에 드론을 활용하고 있음

□ 드론을 활용하여 하천 고정밀도 DEM(DSM) 자료를 구축하고 하천 모델링을 위한 기초 자료로 활용하고 있으며, 3D 자료를 이용한 하상변동조사 및 분석 기술을 도입하고 있으나 외국 기술에 의존하며 기술 종속이 심화

○ 특히, 하천 수심부 지형측량을 위한 다양한 기술들이 제안되고 있으나 대부분 해양 관측 센서(MBES, Side Scan Sonar, Green/Blue LiDAR 등)를 활용하여 하천에 적용하기에는 기술적으로 부족한 상황

(5) 드론용 초분광 센서 및 활용 기술

□ 초분광 영상은 수많은(large number), 좁은(narrow), 연속적인(contiguous) 밴드의 높은 분광해상도(high spectral resolution) 특성을 보이는 영상을 말하며(Goetz, 1992; Van der Meer 등, 2001), LiDAR 및 SAR와 함께 향후 가장 수요 증가가 기대되는 데이터로 인식되고 있음(Mondello 등, 2008)

○ 초분광 영상은 영상을 구성하는 하나의 화소마다 분광곡선을 얻을 수 있으며, 개체를 구별하는데 있어 각 개체의 성분을 식별하거나 정보를 검출하는데 활용 가능

○ 초분광 영상은 높은 분광해상도의 영상을 취득할 수 있으므로 목표대상물의 분광정보를 보다 유사하게 표현함으로써, 기존 다중분광(multispectral) 영상에 비해 보다 세밀한 분석이 가능(Van der Meer 등, 2001; 김선화 등, 2005)

○ 초분광 영상은 활용하고자 하는 목적에 따라 적용하는 파장대가 달라지며 목적으로 하는 대상체의 분광라이브러리 작성이 선행되어야함

- 분광라이브러리는 초분광 영상을 해석하기 위한 기본 자료로서 실험실이나 야외에서 측정된 다양한 종류의 하천공간 구성 요소에 대한 분광반사값을 보유할 필요가 있으며, 현재 미국 및 유럽의 국가기관을 중심으로 분광반사 특성 곡선을 데이터베이스화한 분광라이브러리가 구축되고 있음

○ 국외의 경우 초분광 센서를 활용한 하천의 수심, 하상 재료를 추정하는 기술개발이 최근 진행 중에 있으나, 국내에서 초분광 센서를 활용한 분야는 식생 분류 등 육상부에 한정되어 있고 하천 분야에 적용된 사례는 거의 없음

○ 드론 및 고해상도 카메라를 통하여 얻어진 항공사진을 활용한 지형측량 분야와 열화상 카메라를 활용하여 취득된 열영상 스펙트럼 분석 분야가 일부 수행되고 있으며 초분광 영상 분석 관련 연구는 점차 확산되는 경향

○ 드론 및 영상센서(고해상도, 초분광)를 활용한 지형, 토지피복분류 등의 하천환경 정보 취득 가능성에 대하여 일부 연구가 수행되고 있으나, 가능성에 대한 검토, 제안 등의 연구로 완전한 솔루션은 제공하고 있지 않음

□ 보다 정밀한 정량적인 조류 조사를 위해 조류가 방사하는 특유의 파장대를 탐지할 수 있는 초분광영상을 활용한 원격탐사 방식이 대안으로 부각되고 있음

○ 녹조의 현장 직접 조사는 정확도는 높으나 일 부 지역에 국한되고 많은 비용 및 힘든 현장작업 을 수반하는 단점이 있어 하도 공간을 포괄하는 조류 조사에는 부족한 면이 있음

○ 위성 또는 유인 공중 플랫폼에서의 원격탐사가 대안이 될 수 있으나, 고비용과 긴 조사주기를 수반하고 공간적 해상도에 제한이 있어 여름철 지속적 조류 모니터링에 문제가 있음

○ 녹조조사의 경우 드론을 활용한 조사가 최근 적절 한 대안으로 나타나고 있으나 단순 영상을 통한 정성적인 조류의 공간분포 조사에 국한되고 있는 실정임

○ 최근, 경량화된 초분광 카메라를 탑재할 수 있는 드론이 등장하면서 위성영상이 가진 한계를 극복하고 1 cm의 초정밀 공간해상도와 1일 이내의 조사주기를 가질 수 있게 되었음

○ 드론에 탑재된 초분광영상을 활용한 조류조사는 기술적으로 가능해졌으며 이슈화되고 있는 국내 대하천 조류 조사 및 연구에도 활용될 것으로 기대됨

□ SAR(Synthetic Aperture Radar) 센서는 고해상도 레이더 영상을 취득하기 위한 능동 센서(Active sensor)로 레이더 신호가 비, 구름 등을 투과할 수 있어 전천후 하천 모니터링을 가능하게 하며, 우리나라도 X 밴드, SAR 센서를 탑재한 KOMPSAT-5 위성을 운용 중에 있음

○ 기존 SAR 드론은 군사적인 목적으로 개발되어 왔으나 긴급 재해 상황에서 활용 시 홍수피해지도 생성, 유속/수위 모니터링 등 하천관리에도 효과적으로 응용될 수 있을 것으로 기대됨

○ 드론 기반의 SAR 센싱 시스템은 기존의 광학센서가 가진 한계점(구름, 비 등을 투과하지 못하는 점)을 극복하는데 효과적일 수 있으며, 고해상도 SAR 영상 생성을 통해 하천의 유속 및 수위 모니터링에도 활용 가능할 것으로 예상됨

- 특히, SAR 영상은 하천범람지역 및 홍수피해지역 추출에 유리하며 연세대학교에서는 KOMPSAT-5를 이용한 홍수범람지역 추출에 관한 알고리즘(홍승환 등, 2016)을 개발한 바 있음

○ 광학센서 뿐만 아니라 3차원 포인트클라우드, Hyperspectral 영상에 대한 자

동화 지오코딩 기술 개발이 가능 할 것으로 보이며, 광학센서, LiDAR센서, 초분광센서를 활용한 홍수범람지역 추출 기술은 다양한 기술들이 개발되어 있어 국내 하천 상황에 맞게 개량하여 홍수범람지역 자동화가 가능 (Cheon-Kyu CHOI, 2013)

(6) 드론 활용을 위한 법/제도 정비

4절. 특허 및 논문동향

1. 특허동향 분석

가. 분석 개요

□ 하천드론 기술 관련 2개 대분류, 9개 중분류 기술에 대하여 '02년 이후에 출원된 특허를 분석 대상으로 설정함

대분류	중분류
ICT 기술 연계 스마트 하천 분야 융복합 관리기술	1. 첨단센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술 Multi-sided river monitoring technology linked with high-tech sensors and mobile robots
	2. 초연결 IoT 기반 수리/수문/환경 계측 네트워크 구축 기술 based on hyper-connected IoT
	3. 빅데이터 기반 정보 관리 및 공급 기술 Information management and delivery technology based on Big data
	4. 인공지능 기반 융복합적 하천 해석 기술 Converging (or Convergence) rivery analysis technology based Artificial Intelligence
	5. 원격제어 기반 지능형 하천관리 및 예측 기술 Intelligent river management and forecasting technology based on remote-control (wireless-control)
하천조사 최적화 드론시스템 및 첨단 계측 핵심기술	A. 스마트 하천관리 최적화 드론시스템 및 운영 기술 River drone system and managing technology optimized to Smart River Management
	B. 드론을 이용한 하천공간 및 특성 정보 스마트 조사 분석 기술 Smart surveying technology of river and riverine space characteristics and hydraulic information by river-drone
	C. 드론 및 첨단 계측 센서 연계 재해피해 조사 및 분석 기술 개발 Disaster survey and analysis technology linked with drones and high-tech sensors
	D. (스마트 하천관리를 위한) 하천조사 전문 드론 기술 검증 및 법제화 Technology inspection and legislation linked with river-drone for Smart River Management

□ 사용 DB는 Focust 특허검색시스템으로, 중분류 단위에서 국가별·연도별 출원건수 및 출원기관 정보를 수집하여 대분류·중분류별 국가별·연도별 출원건수, 출원비중, 기술성장단계 분석을 수행함

분석대상	내용
기술	하천드론 기술 관련 2개 대분류, 9개 중분류
국가	한국, 미국, 일본, 유럽, 중국 특허청
DATA	출원, 공개, 공고/등록 특허
적용기간	출원일 기준 2002. 01. 01. ~ 2016. 12. 31.
활용DB	FOCUST DB (focust.wosdomain.net)

나. 총괄 분석

(1) ICT 기술 연계 스마트 하천 분야 융복합 관리기술분야

(가) 특허 출원 추이

□ ICT 기술 연계 스마트 하천 분야 융복합 관리기술분야 특허 출원건수는 출원일 기준 '00년대 초중반에는 '08년을 제외하고 10건대에 머물렀으나 '10년 이후에는 증가하기 시작하여 '16년에는 연간 최다 출원건수인 89건을 기록함

○ 가장 적은 연간 출원건수를 기록한 해는 '02년으로, 3건의 특허가 출원됨

○ '16년 하반기 기준 출원일 이후 1년 6개월이 경과하지 않아 검색되지 않은 특허출원이 존재하는 것을 감안하면 최근 출원건수는 정확히 확인되지 않음



<ICT 기술 연계 스마트 하천 분야 융복합 관리기술 연도별 특허출원건수(`02~`16)>

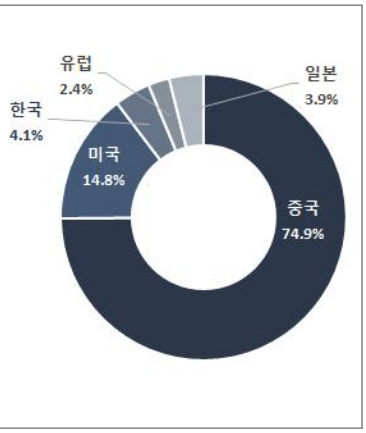
□ ICT 기술 연계 스마트 하천 분야 융복합 관리기술 관련 특허출원건수 중 중국이 가장 비중을 차지하고 있는 것으로 나타남

○ 중국(74.9%)이 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 그 다음으로는 미국(14.8%), 한국(4.1%), 일본(3.9%), 유럽(2.4%) 순으로 나타남

<ICT 기술 연계 스마트 하천 분야 융복합 관리기술 관련 연도별 국가별 특허출원건수 및 비중(`02~`16)>

***단위 : 건**

구분	`02	`03	`04	`05	`06	`07	`08	`09	`10	`11	`12	`13	`14	`15	`16	합계
중국	-	4	7	9	11	10	20	15	13	49	34	36	63	56	78	405
미국	1	8	4	4	5	3	2	1	4	5	10	8	10	5	10	80
한국	1	-	-	1	-	2	-	1	3	6	1	2	1	3	1	22
유럽	-	5	3	3	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	13
일본	1	1	1	2	3	-	2	2	4	1	-	2	-	2	-	21



○ 중국의 특허 출원건수는 '03년 첫 특허 출원이 이뤄진 이후 매년 전반적으로 증가하는 추세를 보이고 있음



<ICT 기술 연계 스마트 하천 분야 융복합 관리기술 관련 연도별 특허출원건수(중국, `02~`16)>

○ 미국의 특허출원건수는 등락을 거듭하는 가운데 매년 한자릿수에서 최대 10건의 출원건수를 보이고 있음



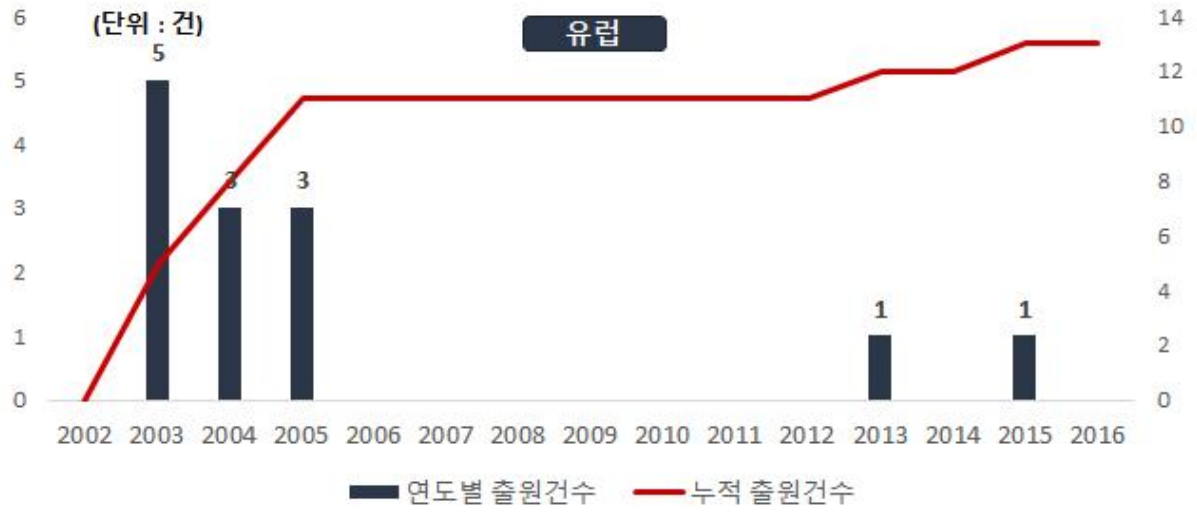
<ICT 기술 연계 스마트 하천 분야 융복합 관리기술 관련 연도별 특허출원건수(미국, `02~`16)>

○ 한국의 특허출원건수는 '02~'16년 기간 동안 한자리수대에 머물러 있으며 증감을 반복하고 있음



<ICT 기술 연계 스마트 하천 분야 융복합 관리기술 관련 연도별 특허출원건수(한국, `02~`16)>

○ 유럽의 특허출원은 드물게 이뤄지고 있으며, 최근 10년 동안 두 건의 특허 출원이 조사됨



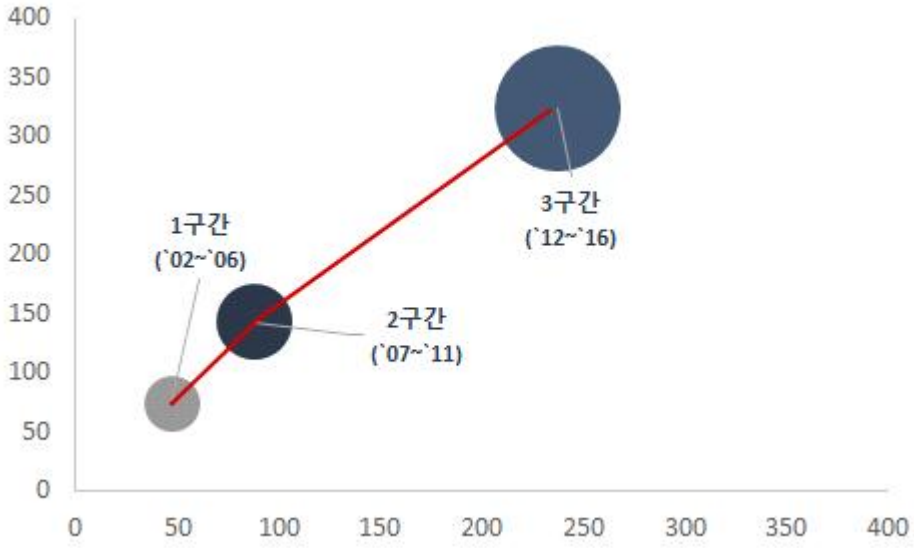
<ICT 기술 연계 스마트 하천 분야 융복합 관리기술 관련 연도별 특허출원건수(유럽, `02~`16)>

○ 일본의 특허출원건수는 '02년부터 '10년까지는 전반적으로 증가하는 추세였으나 '11년 이후 매년 1~2건으로 정체되고 있음



<ICT 기술 연계 스마트 하천 분야 융복합 관리기술 관련 연도별 특허출원건수(일본, `02~`16)>

□ ICT 기술 연계 스마트 하천 분야 융복합 관리기술의 성장단계는 특허출원건수 및 특허출원인수가 함께 증가하는 '성장기' 단계에 있는 것으로 나타남



〈ICT 기술 연계 스마트 하천 분야 융복합 관리기술의 성장단계〉



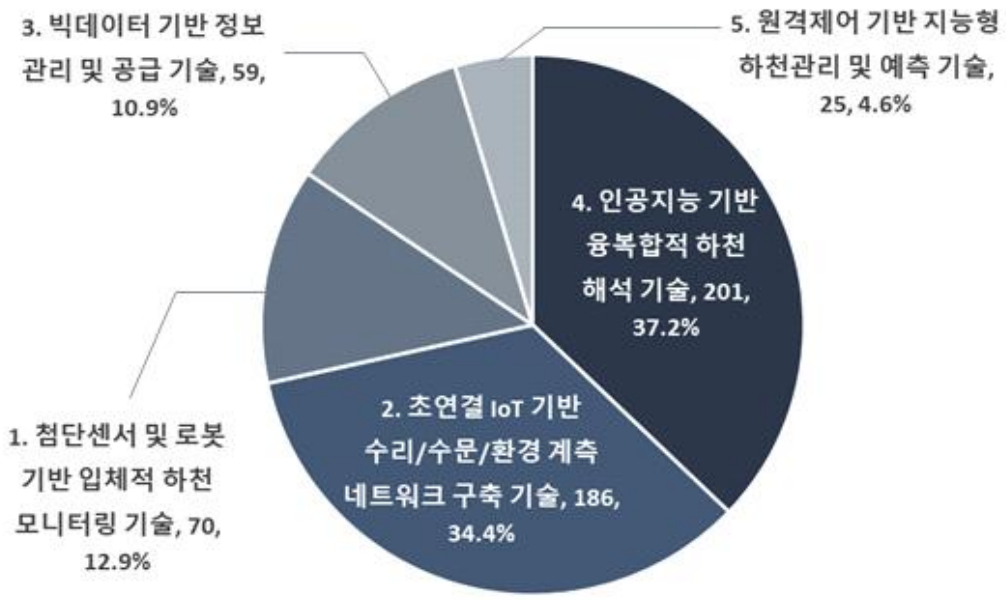
〈기술성장단계 곡선〉

(나) 기술분야별 출원비중

□ '02년부터 '16년까지의 기간 동안 '인공지능 기반 융복합적 하천 해석 기술' 분야의 특허가 가장 많이 출원된 것으로 나타남

○ '인공지능 기반 융복합적 하천 해석 기술'은 201건이 출원되어 전체의 37.2%의 비중을 차지하는 것으로 나타남

○ '초연결 IoT 기반 수리/수문/환경 계측 네트워크 구축 기술'(34.4%), '첨단 센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술'(12.9%) 등의 순으로 많은 것으로 분석됨



<ICT 기술 연계 스마트 하천 분야 융복합 관리기술의 중분류별 출원비중>

(다) 출원기관 분석

□ ICT 기술 연계 스마트 하천 분야 융복합 관리기술의 출원건수 상위 10위까지의 출원기관 분석 결과, 가장 많은 특허를 출원한 출원기관은 Li Zongcheng(중국)으로 나타남

○ 출원건수 상위 10위에 속한 출원기관의 국적 분석 결과, 중국이 8곳, 영과 일본이 각각 1곳으로 조사됨

<ICT 기술 연계 스마트 하천 분야 융복합 관리기술 출원건수 상위 10위의 출원기관 목록>

순번	출원기관	출원기관 국적	출원건수
1	Li Zongcheng	중국	25
2	M2M Solutions LLC	영국	24
3	Hehai University	중국	5
3	JAPAN RADIO CO LTD	일본	5
3	Wuhan University	중국	5
6	CHENGDU LINGYI INTELLIGENCE TECHNOLOGY CO., LTD.	중국	4
6	HOHAI UNIVERSITY	중국	4
6	HOHAI UNIVERSITY, CHANGZHOU	중국	4
6	Huawei Technology Co., Ltd.	중국	4
6	JINAN ZHANFEI INTERNET OF THINGS SCIENCE & TECHNOLOGY CO., LTD.	중국	4

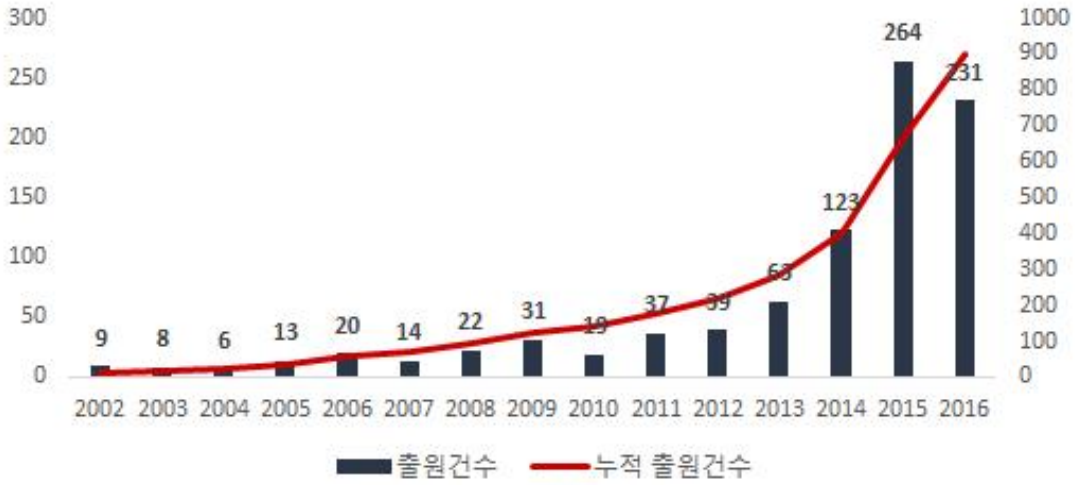
(2) 하천조사 최적화 드론시스템 및 첨단 계측 핵심기술

(가) 특허 출원 추이

□ 하천조사 최적화 드론시스템 및 첨단 계측 핵심기술 기술 관련 특허 출원건수는 출원일 기준 '00년대 초중반에는 정체하다가 '13~'15년 기간 동안 급증하는 추세를 보임

○ 가장 많은 출원건수를 기록한 해는 '15년으로, 264건의 특허가 출원되었으며 이는 전년도의 2.1배에 달하는 수치임

○ '16년 하반기 기준 출원일 이후 1년 6개월이 경과하지 않아 검색되지 않은 특허출원이 존재하는 것을 감안하면 최근 출원건수는 정확히 확인되지 않음



<하천조사 최적화 드론시스템 및 첨단 계측 핵심기술 연도별 특허출원건수(`02~`16)>

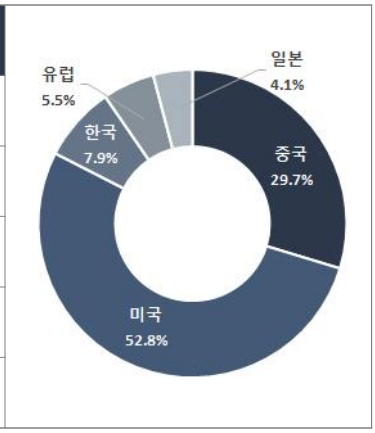
□ 하천조사 최적화 드론시스템 및 첨단 계측 핵심기술 관련 특허출원건수 중 미국이 가장 비중을 차지하고 있는 것으로 나타남

○ 미국(52.8%)이 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 그 다음으로는 중국(29.7%), 한국(7.9%), 유럽(5.5%), 일본(4.1%) 순으로 나타남

<하천조사 최적화 드론시스템 및 첨단 계측 핵심기술 관련 연도별 국가별 특허출원건수 및 비중(`02~`16)>

***단위 : 건**

구분	`02	`03	`04	`05	`06	`07	`08	`09	`10	`11	`12	`13	`14	`15	`16	합계
중국	1	-	-	4	6	1	5	13	8	20	20	25	38	42	84	267
미국	2	6	5	5	10	10	13	15	11	10	11	31	71	153	122	475
한국	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	2	50	16	71
유럽	1	1	1	3	3	-	3	2	-	-	8	3	10	9	5	49
일본	5	1	-	1	1	3	1	1	-	5	-	3	2	10	4	37

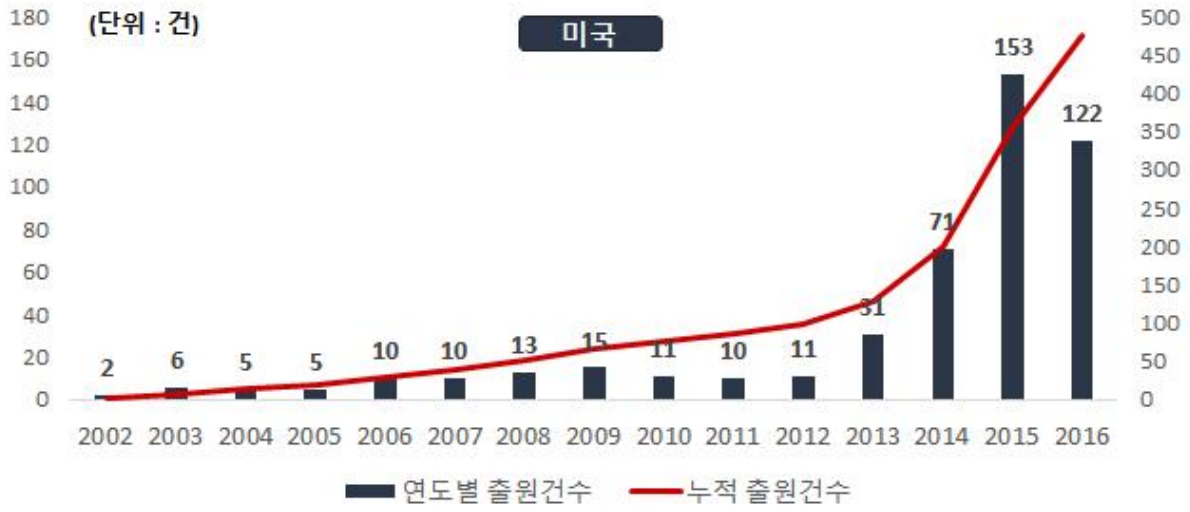


○ 중국의 특허 출원건수는 매년 전반적으로 증가하는 추세에 있으며, '16년에는 연간 최다 출원건수인 84건을 기록함



<하천조사 최적화 드론시스템 및 첨단 계측 핵심기술 관련 연도별 특허출원건수(중국, `02~`16)>

○ 미국의 특허출원건수는 ‘02년 2건에서 ‘16년 122건으로 연도별 증감은 있으나 전반적으로 증가하는 추세를 보임



<하천조사 최적화 드론시스템 및 첨단 계측 핵심기술 관련 연도별 특허출원건수(미국, `02~`16)>

○ 한국의 특허출원건수는 ‘14년 이전에는 거의 전무한 가운데 한자리수대에 머물렀으나 ‘15년에 급증하여 50건의 특허가 출원되었음



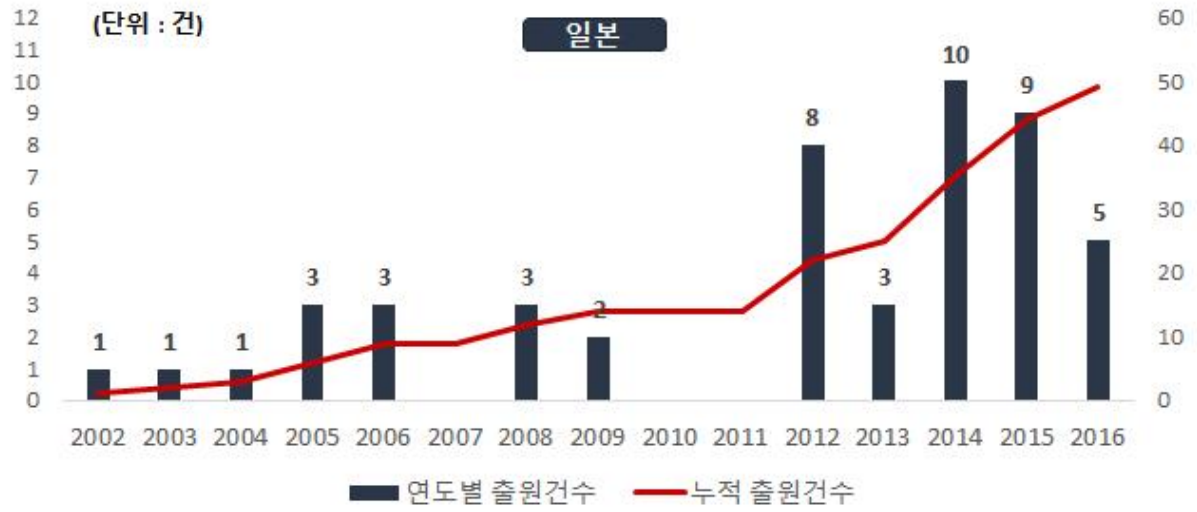
<하천조사 최적화 드론시스템 및 첨단 계측 핵심기술 관련 연도별 특허출원건수(한국, `02~`16)>

○ 유럽의 특허출원건수는 '15년에 10건으로 최대치를 기록하였으며, 나머지 기간 동안 한자리수대의 출원을 기록함



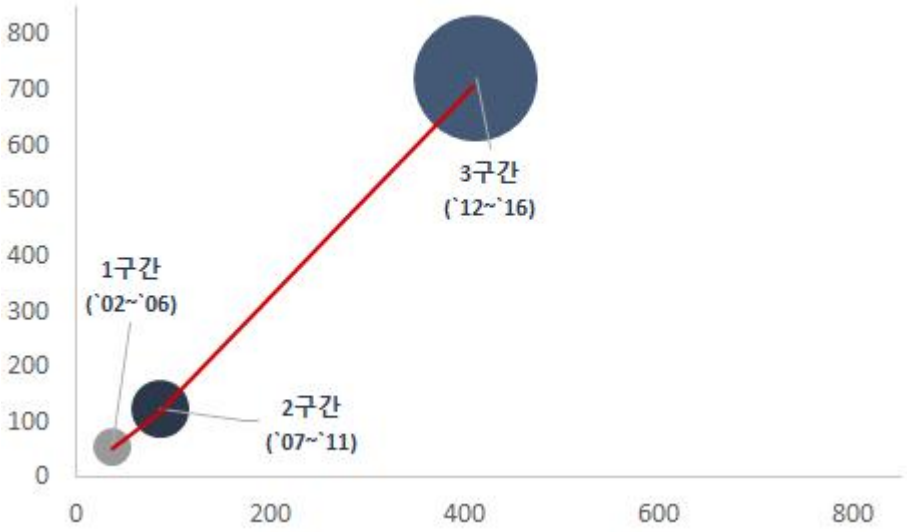
<하천조사 최적화 드론시스템 및 첨단 계측 핵심기술 관련 연도별 특허출원건수(유럽, `02~`16)>

○ 일본의 특허출원건수는 '14년에 10건으로 최대치를 기록하였으며, 나머지 기간 동안 한자리수대의 출원을 기록함



<하천조사 최적화 드론시스템 및 첨단 계측 핵심기술 관련 연도별 특허출원건수(일본, `02~`16)>

□ 하천드론관련 기술은 특허출원건수 및 특허출원인수가 증가하고 있는 ‘성장기’에 있는 것으로 나타남



〈하천조사 최적화 드론시스템 및 첨단 계측 핵심기술의 성장단계〉



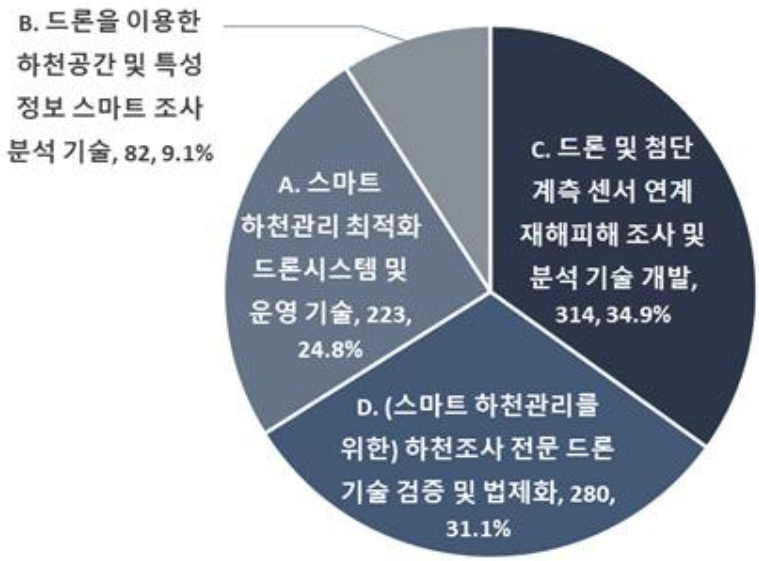
〈기술성장단계 곡선〉

(나) 기술분야별 출원비중

□ ‘02년부터 ‘16년까지의 기간 동안 ‘드론 및 첨단 계측 센서 연계 재해피해 조사 및 분석 기술 개발’ 분야의 특허가 가장 많이 출원된 것으로 나타남

○ ‘드론 및 첨단 계측 센서 연계 재해피해 조사 및 분석 기술 개발’은 314건이 출원되어 전체의 34.9%의 비중을 차지하는 것으로 나타남

○ ‘초연결 IoT 기반 수리/수문/환경 계측 네트워크 구축 기술’(34.4%), ‘첨단 센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술’(12.9%) 등의 순으로 많은 것으로 분석됨



<하천조사 최적화 드론시스템 및 첨단 계측 핵심기술의 중분류별 출원비중>

(다) 출원기관 분석

□ 하천조사 최적화 드론시스템 및 첨단 계측 핵심기술의 출원건수 상위 10위까지의 출원기관 분석 결과, 가장 많은 특허를 출원한 출원기관은 PARROT DRONDES(프랑스)으로 나타남

○ 출원건수 상위 10위까지의 출원기관 국적 분석 결과, 미국 5곳, 프랑스 3곳, 중국 및 일본이 각각 1곳으로 나타남

<하천조사 최적화 드론시스템 및 첨단 계측 핵심기술의 출원건수 상위 10위의 출원기관 목록>

순번	출원기관	출원기관 국적	출원건수
1	PARROT DRONES	프랑스	29
2	Elwha LLC	미국	13
3	China University of Mining AND Technology, Beijing	중국	10
3	Intel Corporation	미국	10
5	International Business Machines Corporation	미국	8
5	Panasonic Corporation	일본	8
5	PC-TEL, INC.	미국	8
8	THOMSON LICENSING	프랑스	7
9	ALCATEL LUCENT	프랑스	6
9	FLIR Systems, Inc.	미국	6

다. 분야별 분석

(1) ICT 기술 연계 스마트 하천 분야 융복합 관리기술분야

(가) 첨단센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술

□ 첨단센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술 관련 특허는 일부 증감을 반복하나 전반적으로 증가 추세에 있으며, '16년에는 연간 최다 출원건수인 16건을 기록함



〈첨단센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술 관련 특허의 연도별 특허출원건수(`02~`16)〉

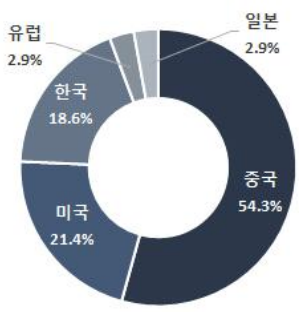
□ 첨단센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술 관련 특허 출원건수 중, 중국이 가장 많은 비중을 차지하고 있는 것으로 나타남

○ 중국(54.3%), 미국(21.4%), 한국(18.6%), 유럽(2.9%), 일본(2.9%) 순으로 많은 비중을 차지하고 있음

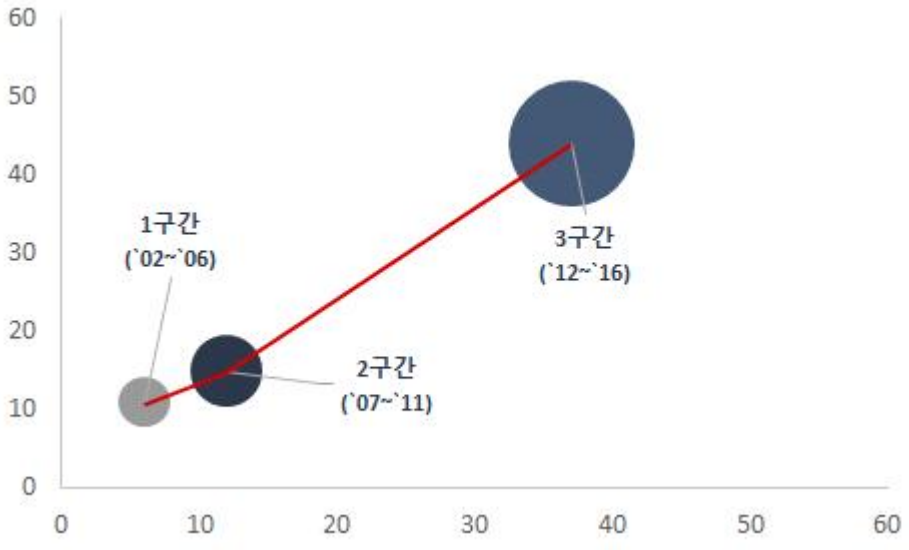
〈ICT 기술 연계 스마트 하천 분야 융복합 관리기술분야 연도별 국가별 특허출원건수 및 비중(`02~`16)〉

***단위 : 건**

구분	`02	`03	`04	`05	`06	`07	`08	`09	`10	`11	`12	`13	`14	`15	`16	합계
중국	-	-	-	-	3	-	-	2	1	1	5	3	6	5	12	38
미국	-	1	-	1	2	1	-	1	-	-	2	1	2	1	3	15
한국	-	-	-	-	-	1	-	-	3	5	1	-	1	1	1	13
유럽	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
일본	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2

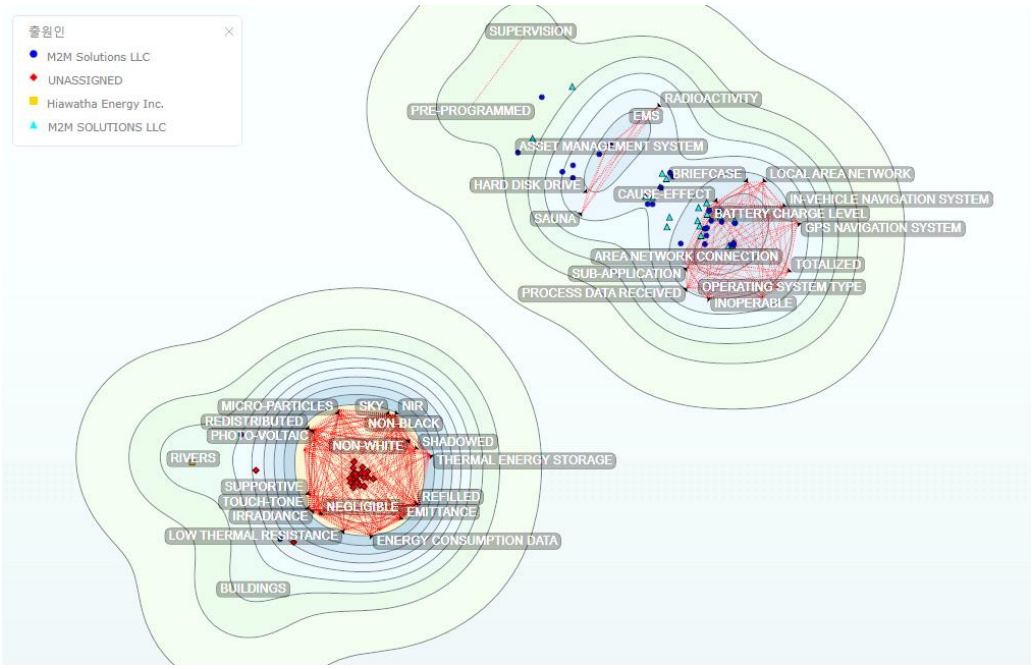


□ 첨단센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술의 기술성장단계는 출원인수와 출원건수가 증가하는 ‘성장기’에 있는 것으로 판단됨



〈첨단센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술의 성장단계〉

□ 키워드맵 분석 결과 GPS Navigation System, Area Network Connection 및 Photo-voltaic, Irradiance 등의 text를 중심으로 등고선이 밀집되어 있어 해당 키워드를 중심으로 기술 집중도가 높은 것으로 판단됨



〈첨단센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술 관련 특허의 키워드맵〉

□ 첨단센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술 분야의 피인용건수 상위 5위까지의 특허 분석 결과 출원번호 US10/515094의 <System and method for monitoring and control of wireless modules linked to assets> 특허의 피인용건수가 573건으로 가장 많은 것으로 집계됨

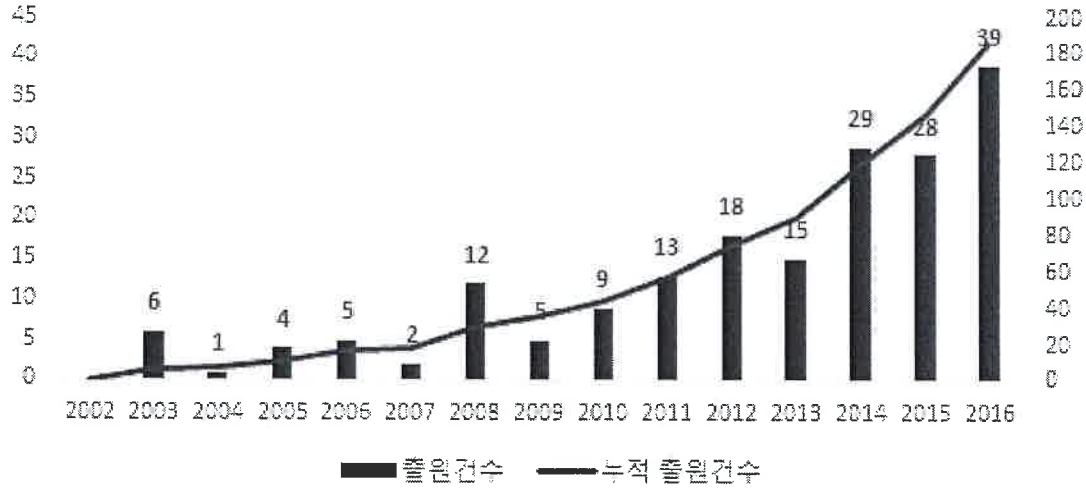
<첨단센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술 분야의 피인용건수 상위 5위 특허 목록>

※ 특허별 상세 정보는 '라. 분야별 주요특허' 절 참고

출원번호	발명의 명칭	출원기관	피인용건수
US10/515094	System and method for monitoring and control of wireless modules linked to assets	-	573
US11/326752	System and method for remote asset management(stepper module 및 thermocouple 포함)	-	68
US13/450756	System and method for remote asset management(물, 전기, 유속 측정 가능)	M2M Solutions LLC	10
KR20070080655A	지아이에스를 이용한 유비쿼터스 기반의 지하매설물 실시간모니터링 시스템	인하대학교 산학협력단	5
US13/797845	System and method for remote asset management(습도, 기압, 산소 측정 가능)	M2M Solutions LLC	4

(나) 초연결 IoT 기반 수리/수문/환경 계측 네트워크 구축 기술

□ 초연결 IoT 기반 수리/수문/환경 계측 네트워크 구축 기술 관련 특허 는 전반적으로 증가 추세를 보이는 가운데, '16년에는 연간 최다 출원건수인 39건을 기록함



<초연결 IoT 기반 수리/수문/환경 계측 네트워크 구축 기술 관련 특허의 연도별 특허출원건수(`02~`16)>

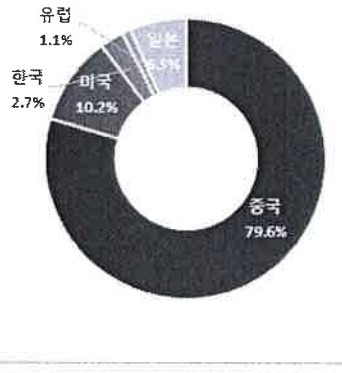
□ 초연결 IoT 기반 수리/수문/환경 계측 네트워크 구축 기술 관련 특허 출원건수 중, 미국이 가장 많은 비중을 차지하고 있는 것으로 나타남

○ 미국(50.0%) 다음으로, 일본(31.6%), 한국(13.2%), 유럽(5.3%)의 순으로 가장 많은 비중을 차지하고 있음

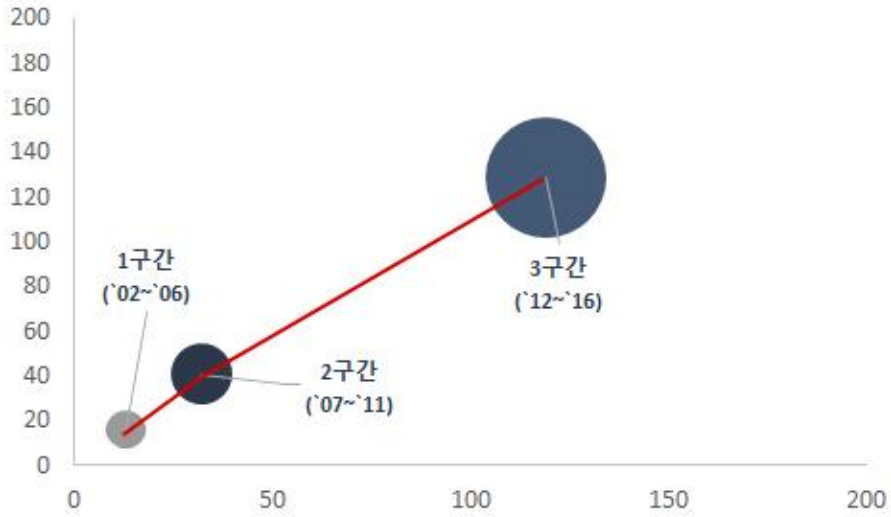
<초연결 IoT 기반 수리/수문/환경 계측 네트워크 구축 기술 연도별 국가별 특허출원건수 및 비중(`02~`16)>

***단위 : 건**

구분	`02	`03	`04	`05	`06	`07	`08	`09	`10	`11	`12	`13	`14	`15	`16	합계
중국	-	1	1	2	4	-	9	4	5	9	16	12	26	23	36	148
미국	-	2	-	-	1	1	1	-	1	2	2	1	3	-	3	19
한국	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	2	-	5
유럽	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
일본	-	1	-	1	-	-	2	1	3	1	-	2	-	1	-	12

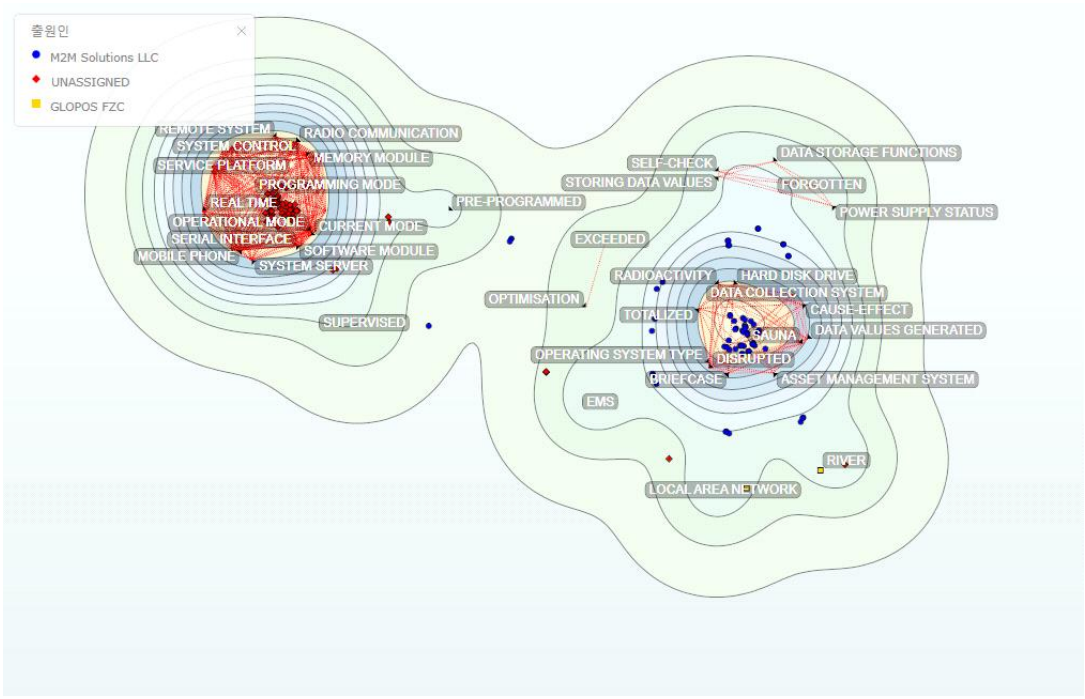


□ 초연결 IoT 기반 수리/수문/환경 계측 네트워크 구축 기술은 특허 출원인수와 출원건수가 함께 증가하는 ‘성장기’ 단계에 있는 것으로 나타남



<초연결 IoT 기반 수리/수문/환경 계측 네트워크 구축 기술의 성장단계>

□ 키워드맵 분석 결과 Radio Communication, Real time 및 Data Collection System, Asset Management System 등의 text를 중심으로 등고선이 밀집되어 있어 해당 키워드를 중심으로 기술 집중도가 높은 것으로 판단됨



<초연결 IoT 기반 수리/수문/환경 계측 네트워크 구축 기술 관련 특허의 키워드맵>

□ 초연결 IoT 기반 수리/수문/환경 계측 네트워크 구축 기술 분야의 출원건수 상위 5위까지의 특허 분석 결과 공개번호 US10/515094의 <System and method for monitoring and control of wireless modules linked to assets> 특허의 피인용 건수가 573건으로 가장 많은 것으로 집계됨

<초연결 IoT 기반 수리/수문/환경 계측 네트워크 구축 기술 분야의 출원건수 상위 5위 특허 목록>

※ 특허별 상세 정보는 '라. 분야별 주요특허' 절 참고

공개번호	발명의 명칭	출원기관	피인용건수
US10/515094	System and method for monitoring and control of wireless modules linked to assets	-	573
US11/326752	System and method for remote asset management(stepper module 및 thermocouple 포함)	-	68
US13/450756	System and method for remote asset management(물, 전기, 유속 측정 가능)	M2M Solutions LLC	12
US12/807672	Free flow hydro-powered hydraulic ram	-	5
KR20070080655A	지아이에스를 이용한 유비쿼터스 기반의 지하매설물 실시간모니터링 시스템	인하대학교 산학협력단	5

(다) 빅데이터 기반 정보 관리 및 공급 기술

□ 빅데이터 기반 정보 관리 및 공급 기술 관련 특허 는 매년 증감을 반복하는 가운데 '14년의 10건을 제외하면, 한자리수 대의 출원 규모를 보이고 있음



<빅데이터 기반 정보 관리 및 공급 기술 관련 특허의 연도별 특허출원건수(`02~`16)>

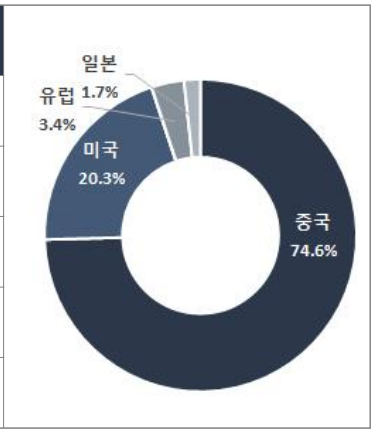
□ 빅데이터 기반 정보 관리 및 공급 기술의 관련 특허 출원건수 중, 중국이 가장 많은 비중을 차지하고 있는 것으로 나타남

○ 중국(74.6.%) 다음으로 미국(20.3%), 유럽(3.4%), 일본(1.7%)이 많은 비중을 차지하고 있음

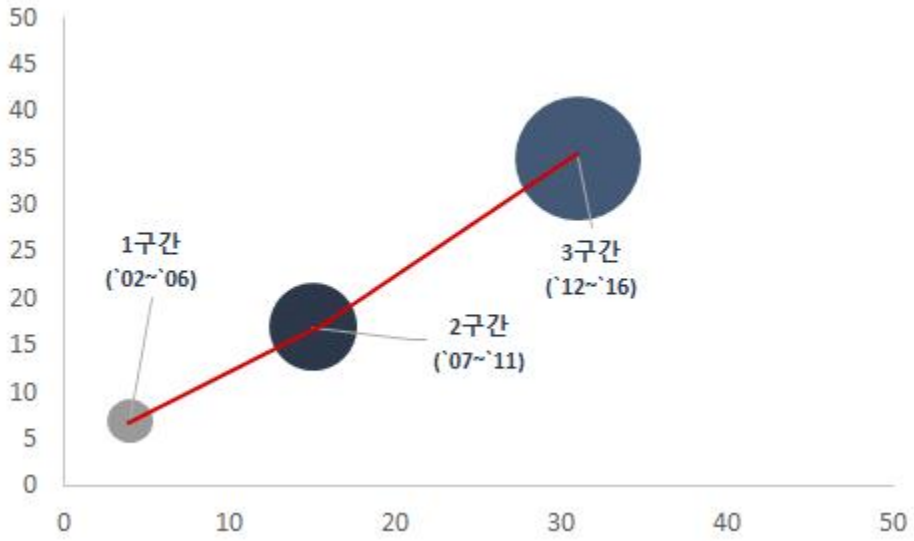
<빅데이터 기반 정보 관리 및 공급 기술 연도별 국가별 특허출원건수 및 비중(`02~`16)>

***단위 : 건**

구분	`02	`03	`04	`05	`06	`07	`08	`09	`10	`11	`12	`13	`14	`15	`16	합계
중국	-	-	2	-	-	-	5	3	-	6	2	4	8	7	7	44
미국	-	2	-	-	1	-	-	-	-	2	3	1	2	-	1	12
한국	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
유럽	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
일본	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1

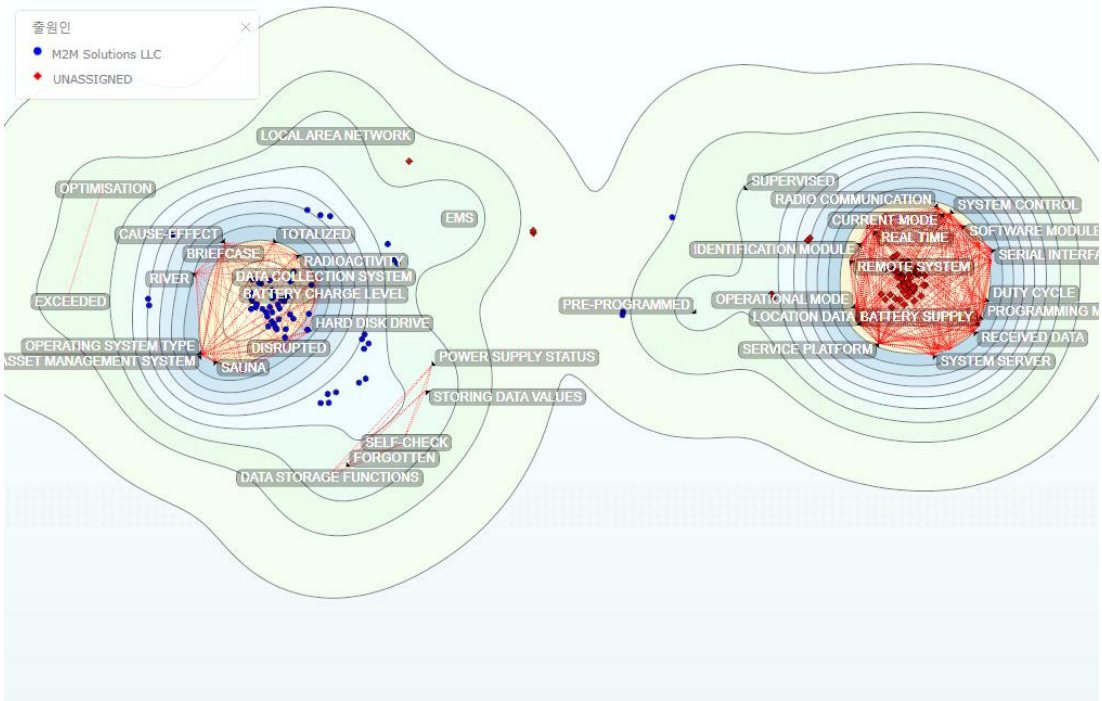


□ 빅데이터 기반 정보 관리 및 공급 기술은 특허 출원건수와 출원인수가 모두 증가하는 ‘성장기’ 단계에 있는 것으로 나타남



<빅데이터 기반 정보 관리 및 공급 기술의 성장단계>

□ 키워드맵 분석 결과 Radio Communication, System Server 및 Data Collection System, Operating System Type 등의 text를 중심으로 등고선이 밀집되어 있어 해당 키워드를 중심으로 기술 집중도가 높은 것으로 판단됨



<빅데이터 기반 정보 관리 및 공급 기술 관련 특허의 키워드맵>

□ 빅데이터 기반 정보 관리 및 공급 기술 분야의 출원건수 상위 5위까지의 특허 분석 결과 공개번호 US10/515094의 <System and method for monitoring and control of wireless modules linked to assets> 특허의 피인용 건수가 573건으로 가장 많은 것으로 집계됨

<빅데이터 기반 정보 관리 및 공급 기술 분야의 출원건수 상위 5위 특허 목록>

※ 특허별 상세 정보는 '라. 분야별 주요특허' 절 참고

공개번호	발명의 명칭	출원기관	피인용건수
US10/515094	System and method for monitoring and control of wireless modules linked to assets	-	573
US11/326752	System and method for remote asset management(stepper module 및 thermocouple 포함)	-	68
US13/450756	System and method for remote asset management(물, 전기, 유속 측정 가능)	M2M Solutions LLC	12
US13/797845	System and method for remote asset management(습도, 기업, 산소 측정 가능)	M2M SOLUTIONS LLC	4
US14/524357	System and method for remote asset management(비디오 녹화를 포함한 다목적 자산 관리 가능)	M2M SOLUTIONS LLC	1

(라) 인공지능 기반 융복합적 하천 해석 기술

□ 인공지능 기반 융복합적 하천 해석 기술 관련 특허 는 매년 증감을 반복하는 가운데, ‘11년에는 연간 최다 출원건수인 32건을 기록함



<인공지능 기반 융복합적 하천 해석 기술 관련 특허의 연도별 특허출원건수(`02~`16)>

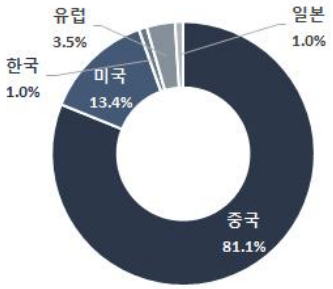
□ 인공지능 기반 융복합적 하천 해석 기술의 출원건수 중 중국이 가장 많은 비중을 차지하고 있는 것으로 나타남

○ 중국(81.1%) 다음으로 미국(13.4%), 유럽(3.5%), 한국(1.0%), 일본(1.0%)이 많은 비중을 차지하고 있음

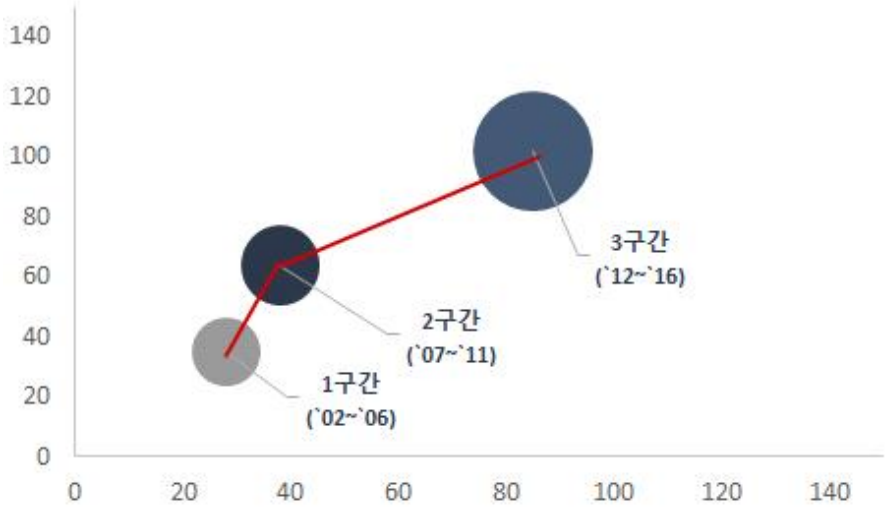
<인공지능 기반 융복합적 하천 해석 기술 연도별 국가별 특허출원건수 및 비중(`02~`16)>

***단위 : 건**

구분	`02	`03	`04	`05	`06	`07	`08	`09	`10	`11	`12	`13	`14	`15	`16	합계
중국	-	3	4	7	4	10	5	5	7	31	9	15	21	19	23	163
미국	-	2	-	-	1	-	-	-	-	2	3	1	2	-	1	12
한국	1	2	4	3	-	1	1	-	3	1	1	5	3	1	1	27
유럽	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	7
일본	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2

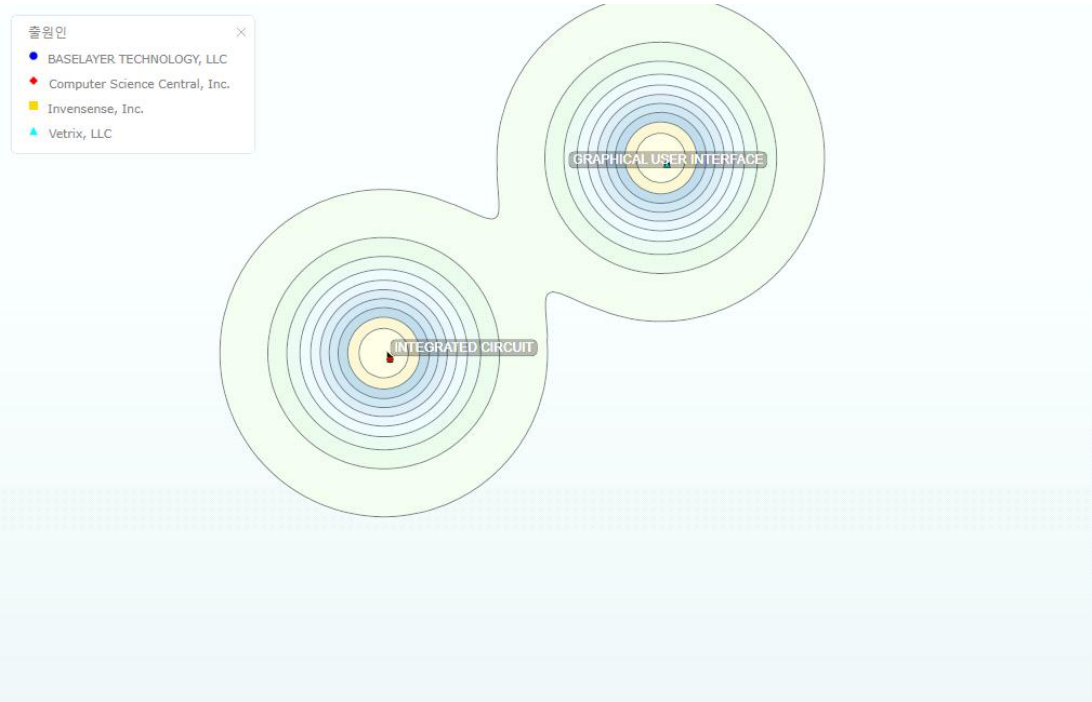


□ 인공지능 기반 융복합적 하천 해석 기술의 기술성장단계는 전반적으로 ‘성장기’ 단계에 있는 것으로 분석되었으나, ‘00년대 전반 대비 ‘10년대의 성장폭이 둔화되고 있는 것으로 나타남



<인공지능 기반 융복합적 하천 해석 기술의 성장단계>

□ 키워드맵 분석 결과 Integrated Circuit 및 Graphical User Interface의 키워드를 중심으로 기술 집중도가 높은 것으로 판단됨



<인공지능 기반 융복합적 하천 해석 기술 관련 특허의 키워드맵>

□ 인공지능 기반 융복합적 하천 해석 기술 분야의 출원건수 상위 5위까지의 특허 분석 결과 출원번호 US10/210480의 <MULTIFUNCTIONAL WORLD WIDE WALKIE TALKIE, A TRI-FREQUENCY CELLULAR-SATELLITE WIRELESS INSTANT MESSENGER COMPUTER AND NETWORK FOR ESTABLISHING GLOBAL WIRELESS VOLP QUALITY OF SERVICE (QOS) COMMUNICATIONS, UNIFIED MESSAGING, AND VIDEO CONFERENCING VIA THE INTERNET> 특허의 피인용 건수가 732건으로 가장 많은 것으로 집계됨

<인공지능 기반 융복합적 하천 해석 기술 분야의 출원건수 상위 5위 특허 목록>

※ 특허별 상세 정보는 '라. 분야별 주요특허' 절 참고

출원번호	발명의 명칭	출원기관	피인용건수
US10/210480	MULTIFUNCTIONAL WORLD WIDE WALKIE TALKIE, A TRI-FREQUENCY CELLULAR-SATELLITE WIRELESS INSTANT MESSENGER COMPUTER AND NETWORK FOR ESTABLISHING GLOBAL WIRELESS VOLP QUALITY OF SERVICE (QOS) COMMUNICATIONS, UNIFIED MESSAGING, AND VIDEO CONFERENCING VIA THE INTERNET	Computer Science Central, Inc.	732
US10/645363	Refractive index system monitor and control for immersion lithography	Advanced Micro Devices, LLP	67
US11/740063	Converged logical and physical security	Vetrix, LLC	22
US12/184231	Method of fabrication of AI/GE bonding in a wafer packaging environment and a product produced therefrom	Invensense, Inc.	22
US11/071998	Flood gun for charge neutralization	Thermo Electron Corporation	7

(마) 원격제어 기반 지능형 하천관리 및 예측 기술

□ 원격제어 기반 지능형 하천관리 및 예측 기술 관련 특허는 매년 1~4건의 출원 규모를 나타내고 있으며, '10년대 이후 매년 2건 이상의 특허 출원을 보임



<원격제어 기반 지능형 하천관리 및 예측 기술 특허의 연도별 특허출원건수(`02~`16)>

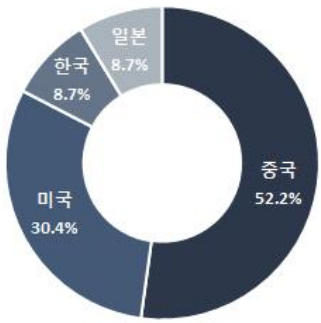
□ 원격제어 기반 지능형 하천관리 및 예측 기술의 출원건수 중 미국이 가장 많은 비중을 차지하고 있는 것으로 나타남

○ 미국(53.8%) 다음으로 일본(30.8%), 한국(15.4%)순으로 많은 비중을 차지하고 있음

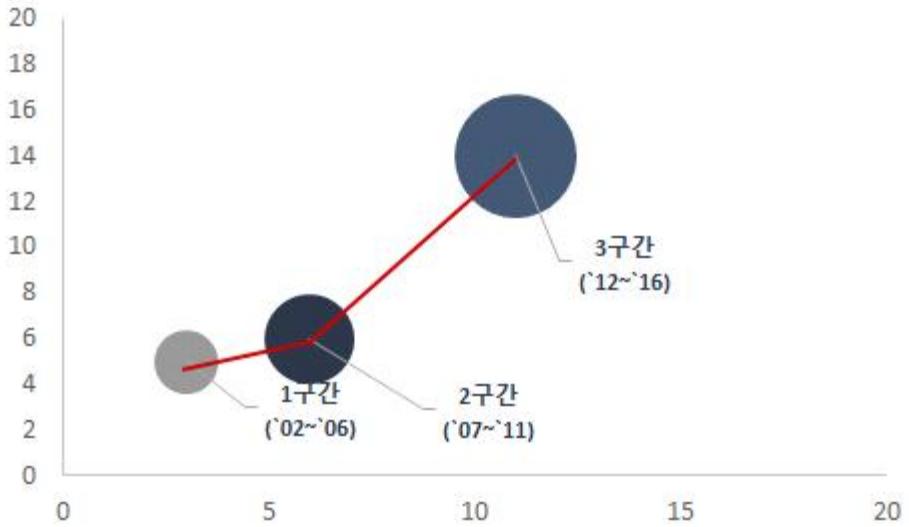
<원격제어 기반 지능형 하천관리 및 예측 기술 연도별 국가별 특허출원건수 및 비중(`02~`16)>

***단위 : 건**

구분	`02	`03	`04	`05	`06	`07	`08	`09	`10	`11	`12	`13	`14	`15	`16	합계
중국	-	-	-	-	-	-	1	1	-	2	2	2	2	2	-	12
미국	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	2	-	-	1	2	7
한국	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2
유럽	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
일본	1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	4

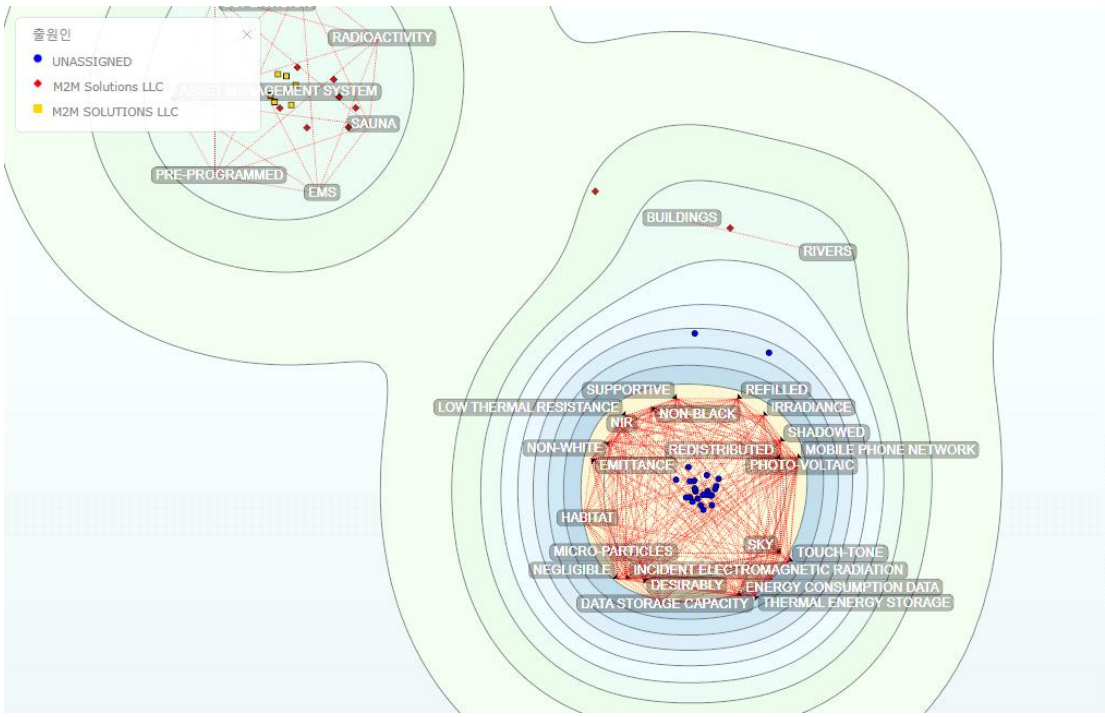


□ 원격제어 기반 지능형 하천관리 및 예측 기술의 기술성장단계는 ‘성장기’ 단계에 있는 것으로 나타났으며, ‘00년대 전반기 대비 ‘10년대의 성장폭이 큰 것으로 분석됨



<원격제어 기반 지능형 하천관리 및 예측 기술의 성장단계>

□ 키워드맵 분석 결과 Asset Management System, Pre-programmed 및 Data Storage Capacity, Mobile Phone Network 등의 text를 중심으로 등고선이 밀집되어 있어 해당 키워드를 중심으로 기술 집중도가 높은 것으로 판단됨



<원격제어 기반 지능형 하천관리 및 예측 기술 관련 특허의 키워드맵>

□ 원격제어 기반 지능형 하천관리 및 예측 기술 분야의 출원건수 상위 5위까지의 특허 분석 결과 출원번호 US10/515094의 <System and method for monitoring and control of wireless modules linked to assets> 특허의 피인용 건수가 573건으로 가장 많은 것으로 집계됨

<원격제어 기반 지능형 하천관리 및 예측 기술 분야의 출원건수 상위 5위 특허 목록>

※ 특허별 상세 정보는 '라. 분야별 주요특허' 절 참고

출원번호	발명의 명칭	출원기관	피인용건수
US10/515094	System and method for monitoring and control of wireless modules linked to assets	-	573
US11/326752	System and method for remote asset management(stepper module 및 thermomodule 포함)	-	68
US13/450756	System and method for remote asset management(물, 전기, 유속 측정 가능)	M2M Solutions LLC	12
KR20090030627A	무인 완전자동화 하천수문 개폐시스템	윤주섭 | 이춘범	9
JP2004035839A	수문 원격 감시 시스템	NIKKO CO LTD, NIKKO MACHINERY KK	2

(2) 하천조사 최적화 드론시스템 및 첨단 계측 핵심기술

(가) 스마트 하천관리 최적화 드론시스템 및 운영 기술

□ 스마트 하천관리 최적화 드론시스템 및 운영 기술 관련 특허는 전반적으로 증가하는 추세에 있으며, '15년에는 연간 최대 출원건수인 78건의 출원을 기록함



〈스마트 하천관리 최적화 드론시스템 및 운영 기술 관련 특허의 연도별 특허출원건수(`02~`16)〉

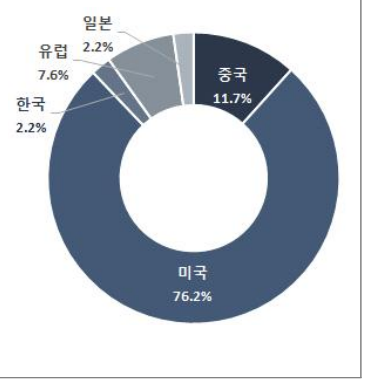
□ 스마트 하천관리 최적화 드론 시스템 및 운영 기술의 출원건수 중 미국이 가장 많은 비중을 차지하고 있는 것으로 나타남

○ 미국(76.2%) 다음으로 중국(11.7%), 유럽(7.6%), 한국(2.2%), 일본(2.2%) 순으로 많은 비중을 차지함

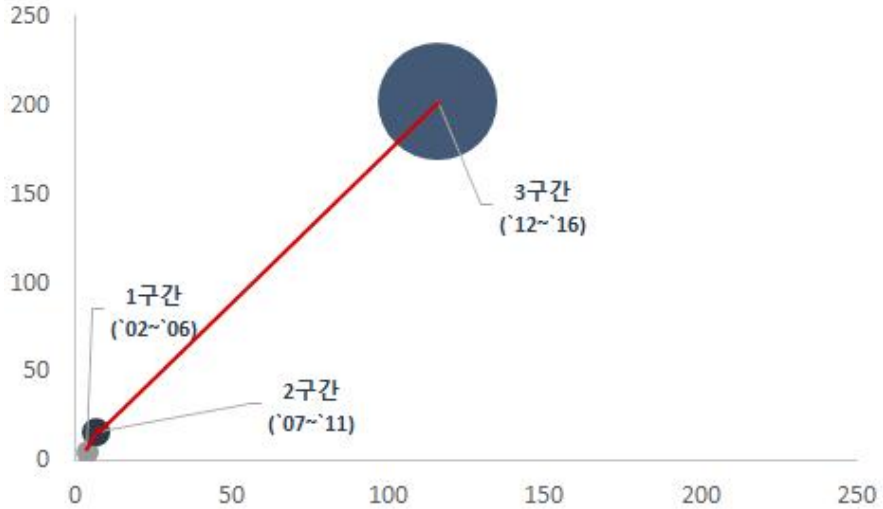
〈스마트 하천관리 최적화 드론시스템 및 운영 기술 연도별 국가별 특허출원건수 및 비중(`02~`16)〉

***단위 : 건**

구분	`02	`03	`04	`05	`06	`07	`08	`09	`10	`11	`12	`13	`14	`15	`16	합계
중국	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	1	-	4	6	12	26
미국	-	-	1		1	2	1	5	3	3	4	6	24	63	57	170
한국	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4	-	5
유럽	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	5	-	3	4	3	17
일본	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	3	5

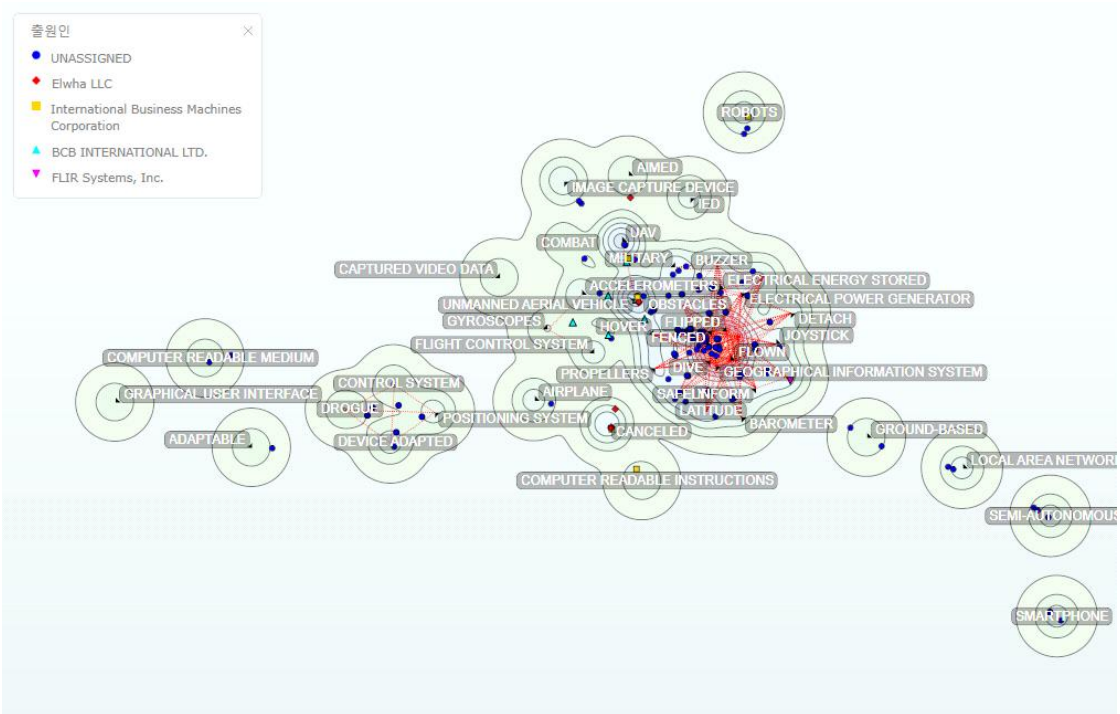


□ 스마트 하천관리 최적화 드론시스템 및 운영 기술의 기술성장단계는 출원건수와 출원인수가 증가하는 ‘성장기’에 있는 것으로 판단됨



〈스마트 하천관리 최적화 드론시스템 및 운영 기술의 성장단계〉

□ 키워드맵 분석 결과 Unmmaned Aerial Vehicle, Hover, Accelerometers, Geographical Information System 등의 text를 중심으로 등고선이 밀집되어 있어 해당 키워드를 중심으로 기술 집중도가 높은 것으로 판단됨



〈스마트 하천관리 최적화 드론시스템 및 운영 기술 관련 특허의 키워드맵〉

□ 스마트 하천관리 최적화 드론시스템 및 운영 기술 분야의 출원건수 상위 5위까지의 특허 분석 결과 출원번호 US14/689979의 <System, apparatus, and method for the measurement, collection, and analysis of radio signals utilizing unmanned aerial vehicles> 특허의 피인용수가 26건으로 가장 많은 것으로 집계됨

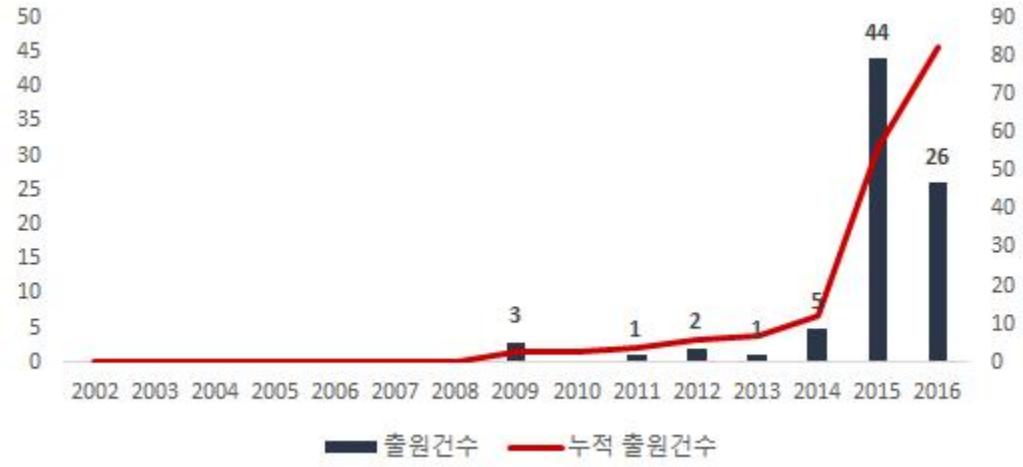
<스마트 하천관리 최적화 드론시스템 및 운영 기술 분야의 출원건수 상위 5위 특허 목록>

※ 특허별 상세 정보는 '라. 분야별 주요특허' 절 참고

출원번호	발명의 명칭	출원기관	피인용건수
US14/689979	System, apparatus, and method for the measurement, collection, and analysis of radio signals utilizing unmanned aerial vehicles	PC-TEL, INC.	26
US14/450877	Sensor-based controllable LED lighting system with repositionable components and method	Panopoulos; Peter	23
US13/733361	Method for the intuitive piloting of a drone by means of a remote control	Parrot	21
US13/407692	Configurable pod structure and store stowage and deployment system and method	The Boeing Company	14
US14/940379	Amphibious vertical takeoff and landing unmanned device	-	5

(나) 드론을 이용한 하천공간 및 특성 정보 스마트 조사 분석 기술

□ 드론을 이용한 하천공간 및 특성 정보 스마트 조사 분석 기술의 특허 출원 건수는 '14년 이전에는 한 자리수의 출원 추이를 보이다가 '15년 44건으로 급증하였으며, '16년에도 26건의 출원 규모를 보임



〈드론을 이용한 하천공간 및 특성 정보 스마트 조사 분석 기술 특허의 연도별 특허출원건수(`02~`16)〉

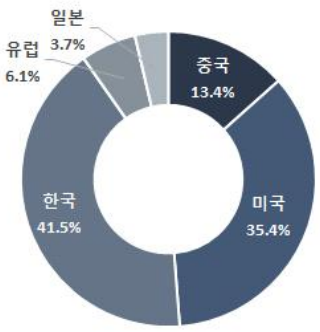
□ 드론을 이용한 하천공간 및 특성 정보 스마트 조사 분석 기술의 출원건수 중 한국이 가장 많은 비중을 차지하고 있는 것으로 나타남

○ 한국(41.5%) 다음으로 미국(35.4%), 유럽(6.1%), 일본(3.7%) 순으로 많은 비중을 차지하고 있음

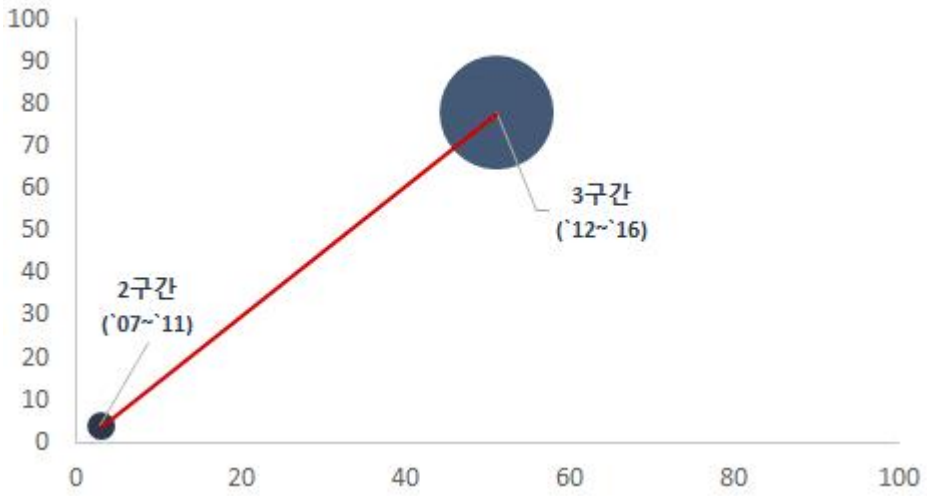
〈드론을 이용한 하천공간 및 특성 정보 스마트 조사 분석 기술 연도별 국가별 특허출원건수 및 비중(`02~`16)〉

***단위 : 건**

구분	`02	`03	`04	`05	`06	`07	`08	`09	`10	`11	`12	`13	`14	`15	`16	합계
중국	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1		5	4	11
미국	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	4	12	11	29
한국	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	10	34
유럽	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	2	-	5
일본	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1	3

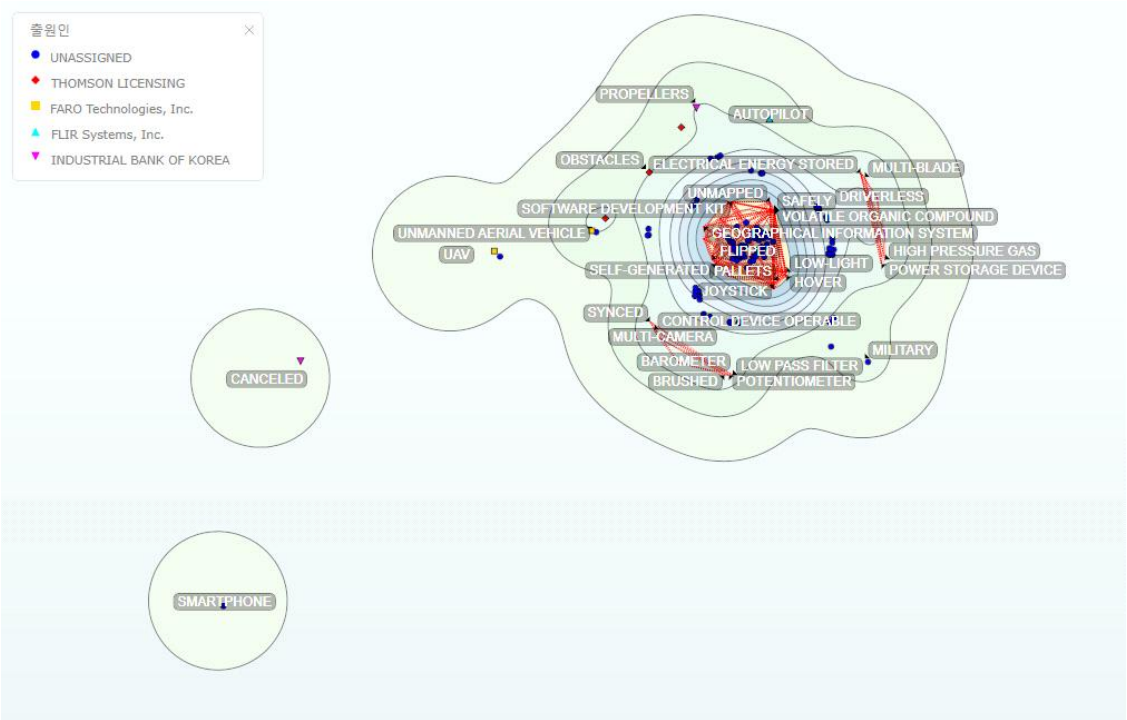


□ 드론을 이용한 하천공간 및 특성 정보 스마트 조사 분석 기술의 기술성장단계는 출원건수와 출원인수가 증가하는 ‘성장기’에 있는 것으로 판단됨



<드론을 이용한 하천공간 및 특성 정보 스마트 조사 분석 기술의 성장단계>

□ 키워드맵 분석 결과 Geographical Information System, Hover, Low-light 등의 text를 중심으로 등고선이 밀집되어 있어 해당 키워드의 기술 집중도가 높은 것으로 판단됨



<드론을 이용한 하천공간 및 특성 정보 스마트 조사 분석 기술 관련 특허의 키워드맵>

□ 드론을 이용한 하천공간 및 특성 정보 스마트 조사 분석 기술 분야의 출원건수 상위 5위까지의 특허 분석 결과 출원번호 US14/579760의 <Method and system for an emergency location information service (E-LIS) from unmanned aerial vehicles (UAV)> 특허의 피인용 건수가 6건으로 가장 높은 것으로 나타남

<드론을 이용한 하천공간 및 특성 정보 스마트 조사 분석 기술 분야의 출원건수 상위 5위 특허 목록>

※ 특허별 상세 정보는 '라. 분야별 주요특허' 절 참고

출원번호	발명의 명칭	출원기관	피인용건수
US14/579760	Method and system for an emergency location information service (E-LIS) from unmanned aerial vehicles (UAV)	RedSky Technologies, Inc.	6
US14/858467	Apparatus and methods for tethered aerial platform and system	-	4
KR20150107351A	3D 항공 촬영을 이용한 지형물의 안전 예측 방법	주식회사 에이베스트	3
US12/363959	System for determing and controlling inertial attitude, for navigation, and for pointing and/or tracking for an artificial satellite employing and optical sensor and a counter-rotational optical mirror, and terrestrial-based testing system for assessing inertial attitude functions of an artificial satellite	Johnson; Kara Whitney|Johnson; Brett Harper	2
KR20150142448A	수중익을 구비한 수중드론을 이용한 실시간 파랑-유속 관측방법 및 그 장치	한국해양과학기술원	1

(다) 드론 및 첨단 계측 센서 연계 재해피해 조사 및 분석 기술 개발

□ 드론 및 첨단 계측 센서 연계 재해피해 조사 및 분석 기술 관련 특허는 일부 증감이 관측되나 '13년 이후에는 꾸준이 증가하는 추세에 있으며 '16년에는 연간 최대 출원건수인 59건의 출원을 기록함



<드론 및 첨단 계측 센서 연계 재해피해 조사 및 분석 기술 관련 특허의 연도별 특허출원건수(`02~`16)>

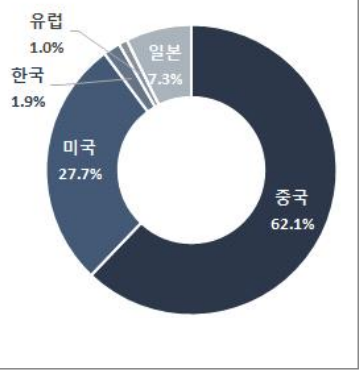
□ 드론 및 첨단 계측 센서 연계 재해피해 조사 및 분석 기술 관련 특허 출원건수는 중국이 가장 많은 비중을 차지하고 있는 것으로 나타남

○ 중국(62.1%) 다음으로 미국(27.7%), 일본(7.3%), 한국(1.9%), 유럽(1.0%) 순으로 많은 비중을 차지하고 있음

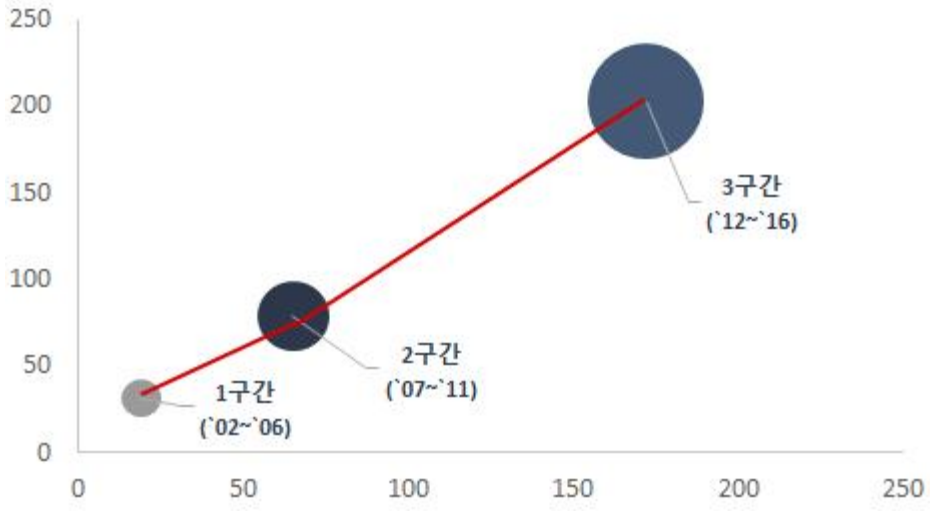
<드론 및 첨단계측 센서 연계 재해피해 조사 및 분석 기술 연도별 국가별 특허출원건수 및 비중(`02~`16)>

***단위 : 건**

구분	`02	`03	`04	`05	`06	`07	`08	`09	`10	`11	`12	`13	`14	`15	`16	합계
중국	1	-	-	2	2	1	5	11	8	19	18	21	29	23	55	195
미국	1	6	3	-	7	3	6	5	6	4	3	12	7	20	4	87
한국	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	1	2	-	6
유럽	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	3
일본	5	1	-	1	1	3	1	1	-	4	-	1	2	3	-	23

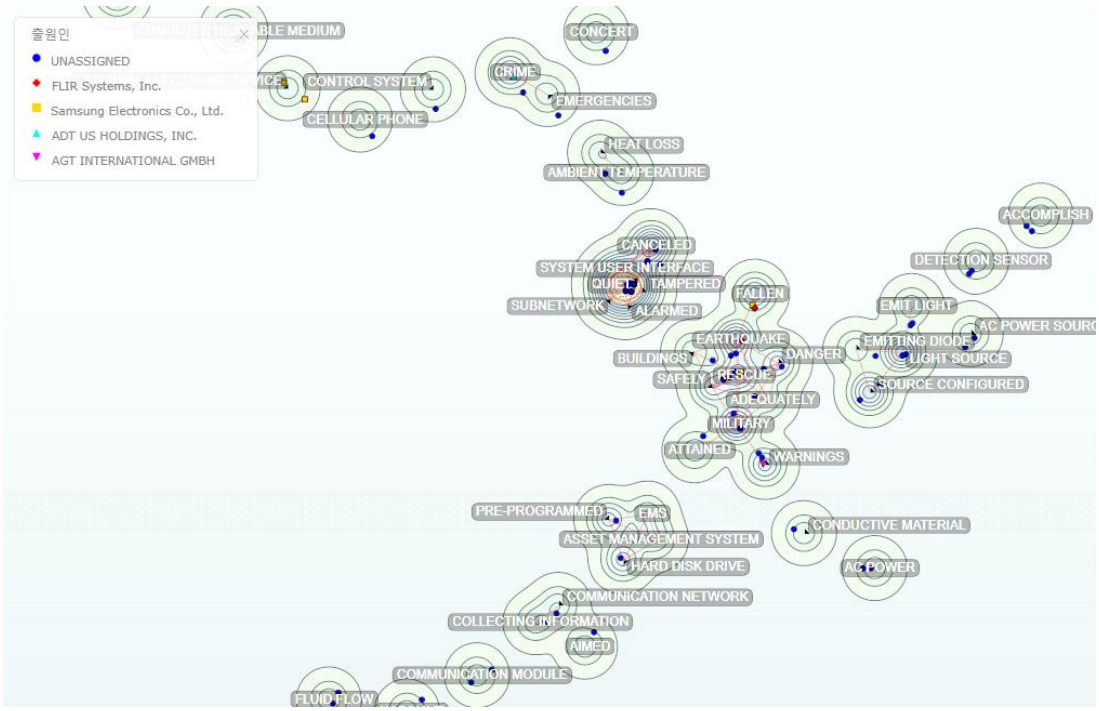


□ 드론 및 첨단 계측 센서 연계 재해피해 조사 및 분석 기술의 기술성장단계는 출원건수와 출원인이 증가하는 ‘성장기’ 단계에 있는 것으로 판단됨



<드론 및 첨단 계측 센서 연계 재해피해 조사 및 분석 기술의 성장단계>

□ 키워드맵 분석 결과 Subnetwork, Danger, Asset Management System 등의 text를 중심으로 등고선이 밀집되어 해당 키워드로의 기술 집중도가 높은 것으로 판단됨



<드론 및 첨단 계측 센서 연계 재해피해 조사 및 분석 기술 관련 특허의 키워드맵>

□ 드론 및 첨단 계측 센서 연계 재해피해 조사 및 분석 기술 분야의 출원건수 상위 5위까지의 특허 분석 결과 출원번호 US10/515094의 〈System and method for monitoring and control of wireless modules linked to assets〉 특허의 피인용 건수가 573건으로 가장 많은 것으로 집계됨

〈드론 및 첨단 계측 센서 연계 재해피해 조사 및 분석 기술 분야의 출원건수 상위 5위 특허 목록〉

※ 특허별 상세 정보는 '라. 분야별 주요특허' 절 참고

출원번호	발명의 명칭	출원기관	피인용건수
US10/515094	System and method for monitoring and control of wireless modules linked to assets	-	573
US13/373368	Customer-controlled instant-response anti-fraud/anti-identity theft devices (with true-personal identity verification), method and systems for secured global applications in personal/business e-banking, e-commerce, e-medical/health insurance checker, e-education/research/invention, e-disaster advisor, e-immigration, e-airport/aircraft security, e-military/e-law enforcement, with or without NFC component and system, with cellular/satellite phone/internet/multi-media functions	-	133
US11/326752	System and method for remote asset management(stepper module 및 thermocouple 포함)	-	68
US10/764392	Pump control and management system	-	41
US10/817276	Computer monitoring system for pumps	-	24

(라) (스마트 하천관리를 위한) 하천조사 전문 드론 기술 검증 및 법제화

□ (스마트 하천관리를 위한) 하천조사 전문 드론 기술 검증 및 법제화 관련 특허 출원 건수는 '13년 이전에는 한자리수대의 출원 규모를 보이다가 '13년 이후 급증하기 시작하여 '15년에는 94건의 출원을 기록함



<(스마트 하천관리를 위한) 하천조사 전문 드론 기술 검증 및 법제화 관련 특허의 연도별 특허출원건수(`02~`16)>

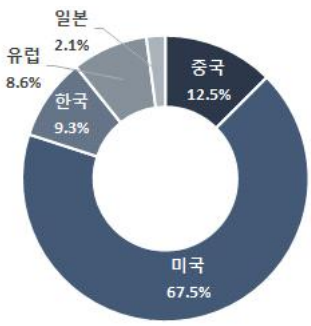
□ (스마트 하천관리를 위한) 하천조사 전문 드론 기술 검증 및 법제화 관련 특허 출원 건수는 미국이 가장 많은 비중을 차지하고 있는 것으로 나타남

○ 미국(67.5%) 다음으로 중국(12.5%), 한국(9.3%), 유럽(8.6%), 일본(2.1%) 순으로 많은 비중을 차지하고 있음

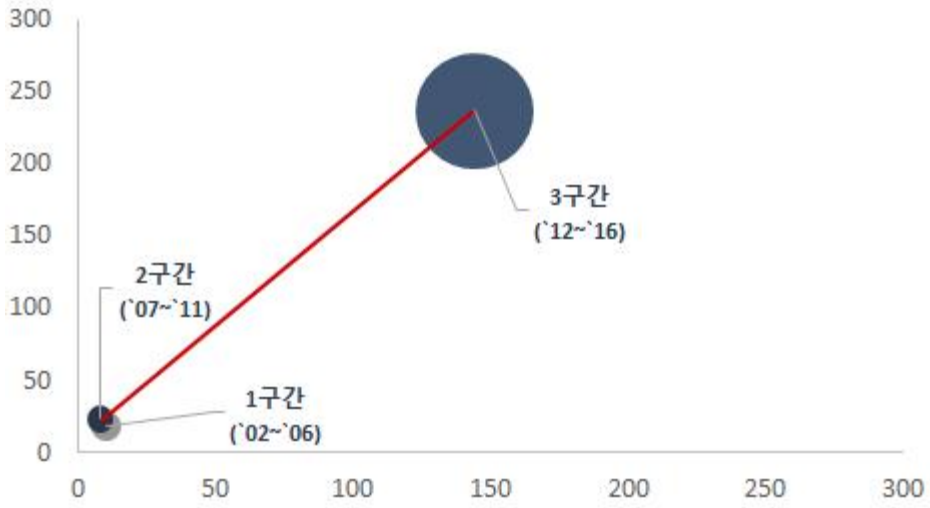
<(스마트 하천관리를 위한) 하천조사 전문 드론 기술 검증 및 법제화 연도별 국가별 특허출원건수 및 비중(`02~`16)>

***단위 : 건**

구분	`02	`03	`04	`05	`06	`07	`08	`09	`10	`11	`12	`13	`14	`15	`16	합계
중국	-	-	1	3	-	-	1	-	-	1	3	5	8	13	55	90
미국	1	1	5	2	5	6	3	2	3	4	13	36	58	50	4	193
한국	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	6	-	26
유럽	1	1	3	1	-	3	1	-	-	1	2	6	3	2	-	24
일본	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		5	-	-	6

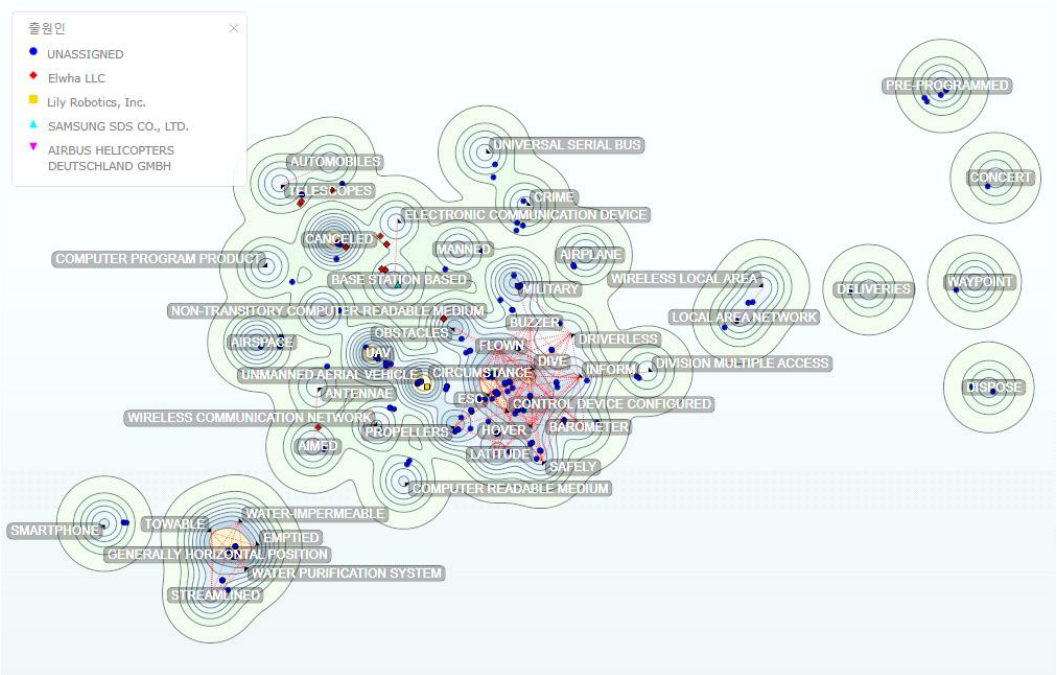


□ (스마트 하천관리를 위한) 하천조사 전문 드론 기술 검증 및 법제화 관련 기술의 성장단계는 출원건수와 출원인이 증가하는 '성장기' 단계에 있는 것으로 판단됨



<(스마트 하천관리를 위한) 하천조사 전문 드론 기술 검증 및 법제화 관련 기술의 성장단계>

□ 키워드맵 분석 결과 Wireless Communication Network, Unmmaned Aerial Vehicle, Control Device Configured 등의 text에 등고선이 밀집되어 있으며 해당 키워드로의 기술 집중도가 높은 것으로 판단됨



<(스마트 하천관리를 위한) 하천조사 전문 드론 기술 검증 및 법제화 관련 특허의 키워드맵>

□ (스마트 하천관리를 위한) 하천조사 전문 드론 기술 검증 및 법제화 분야의 출원건수 상위 5위까지의 특허 분석 결과 출원번호 US14/310261의 <Method and system for drone deliveries to vehicles in route> 특허의 출원 건수가 38건으로 가장 많은 것으로 집계됨

<(스마트 하천관리를 위한) 하천조사 전문 드론 기술 검증 및 법제화 분야의 출원건수 상위 5위 특허 목록>

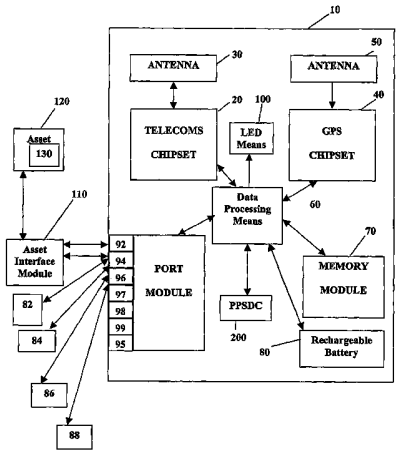
※ 특허별 상세 정보는 '라. 분야별 주요특허' 절 참고

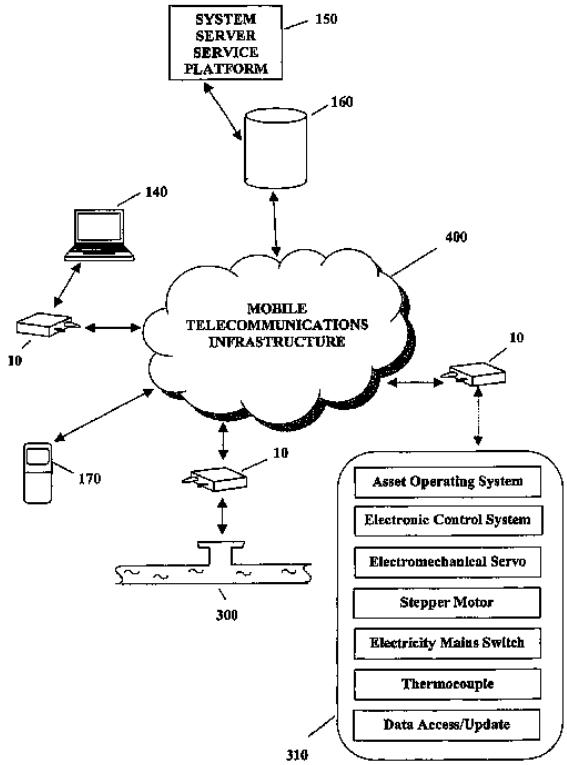
출원번호	발명의 명칭	출원기관	피인용건수
US14/310261	Method and system for drone deliveries to vehicles in route	Verizon Telematics Inc.	38
US10/583323	Speaker system	Panasonic Corporation	37
US14/689979	System, apparatus, and method for the measurement, collection, and analysis of radio signals utilizing unmanned aerial vehicles	PC-TEL, INC.	26
US14/854534	Closed-loop optimization of a wireless network using an autonomous vehicle	Cisco Technology, Inc.	20
US10/594504	Loudspeaker system	Panasonic Corporation	18

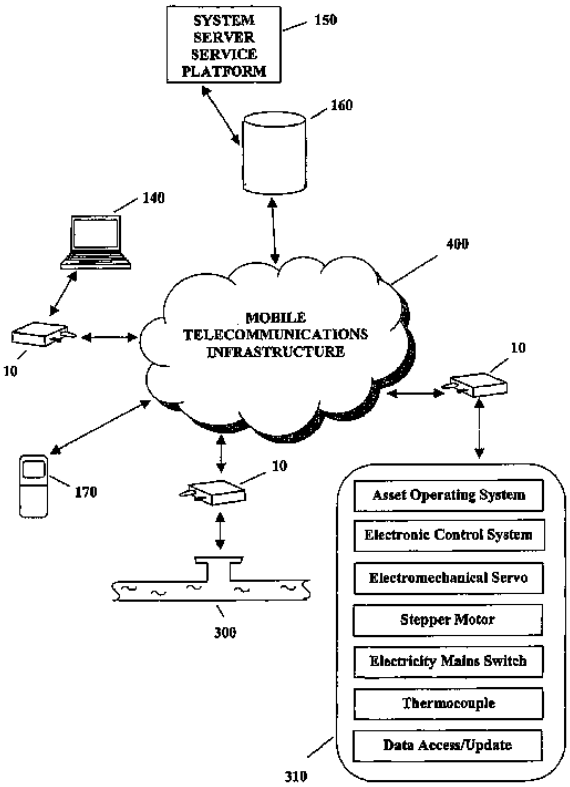
라. 분야별 주요특허

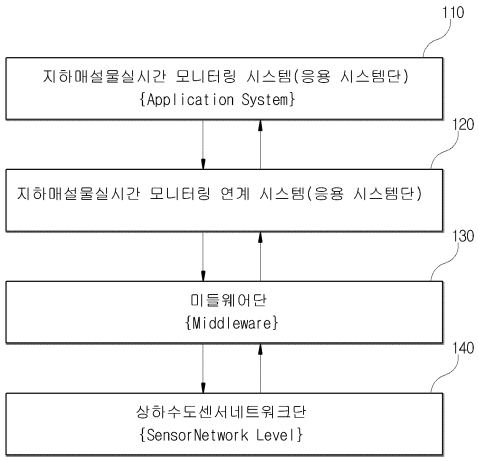
(1) ICT 기술 연계 스마트 하천 분야 융복합 관리기술분야

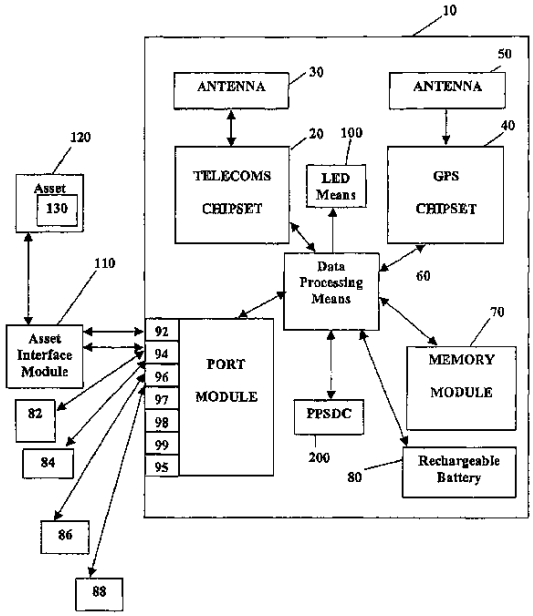
(가) 첨단센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술

기술분류	첨단센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술	특허번호 (출원번호)	US10/515094	특허번호 (공개번호)	US20050222933A1
출원인	-	출원일	2003.05.21	공개일	2005.10.06
발명의 명칭	System and method for monitoring and control of wireless modules linked to assets				
대표도면					
주요내용	무선 모듈을 통해 여러 자산 상태 및 위치를 감시하여 원격으로 통신하는 원격 위치 감시 시스템에 관한 연구임.				
주요 청구항	1. A remote asset management system comprising a fixed remote operator centre comprising a remote system server service platform (150), said remote asset management system further comprising a network of programmable wireless modules (10) communicating via a standard radio communication protocol, each of said programmable wireless modules (10) being linked to one or a plurality of fixed or mobile assets (120) to be remotely managed wherein programs, commands, parameters, and status data pass through said network of programmable wireless modules (10), each of said programmable wireless modules (10) further comprising an identification module, a telecommunications chipset (20) comprising an antenna (30) to communicate via mobile telecommunications infrastructure (400) said telecommunication chipset (20) further comprising means for communicating via a standard wireless telecommunication network being either GSM (global system for mobile telecommunication) or GPRS (general packet radio service) or CDMA (Code division multiple access) or WCDMA (wide band CDMA) or CDMA2000 or WLAN (wireless LAN) or PDC (Personal Digital Cellular) or a pager network, or via a satellite telecommunications system, said programmable wireless modules (10) further comprises means (100) indicating the current mode of operation of said programmable wireless module (10)				
피인용 횟수	573				

기술분류	첨단센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술	특허번호 (출원번호)	US11/326752	특허번호 (공개번호)	US20060122925A1
출원인	-	출원일	2006.01.06	공개일	2006.06.08
발명의 명칭	System and method for remote asset management(stepper module 및 thermocouple 포함)				
대표도면					
주요내용	무선 모듈 네트워크를 갖춘 안테나 및 식별 모듈과 무선 통신 프로토콜을 통해 통신하는 원격 자산 관리 시스템에 관한 연구임(stpper moudle 및 thermocouple를 통한 데이터 전송이 가능한 시스템)				
주요 청구항	1. A remote asset management system comprising: at least one programmable wireless module, each having an antenna and an identification module and configured to communicate via a radio communication protocol; a plurality of assets each linked to one of the programmable wireless modules; a remote system server service platform configured to receive remote asset data from at least one of the programmable wireless modules, pass the remote asset data to and from the wireless modules, send messages to at least one of the programmable wireless modules, monitor the programmable wireless modules by requesting and receiving current mode information, and remotely program the programmable wireless modules to control an operational status of the linked assets; and a data processing module located within the at least one programmable wireless module and configured to process messages received by the programmable wireless module, authenticate whether said message was sent by a permitted server service platform, analyze authenticated messages, and carry out asset management instructions included in the message, thereby controlling the operational status of the linked asset.				
피인용 횟수	68				

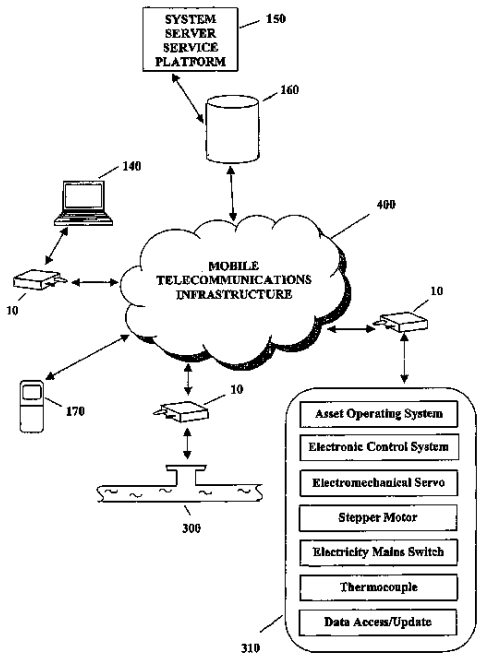
기술분류	첨단센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술	특허번호 (출원번호)	US13/450756	특허번호 (공개번호)	US20120243686A1
출원인	M2M Solutions LLC	출원일	2012.04.19	공개일	2012.09.27
발명의 명칭	System and method for remote asset management(물, 전기, 유속 측정이 가능)				
대표도면					
주요내용	무선 모듈 네트워크를 갖춘 안테나 및 식별 모듈과 무선 통신 프로토콜을 통해 통신하는 원격 자산 관리 시스템에 관한 연구임(물, 전기, 유속 및 가스 등의 원격 측정 및 데이터 공유가 가능한 시스템)				
주요 청구항	1. A remote asset management system comprising:at least one programmable wireless module, each having an antenna and an identification module and configured to communicate via a radio communication protocol;a plurality of assets each linked to one of the programmable wireless modules;a remote system server service platform configured to receive remote asset data from at least one of the programmable wireless modules, send messages to at least one of the programmable wireless modules, monitor the programmable wireless modules by requesting and receiving current mode information, and remotely program the programmable wireless modules to control an operational status of the linked assets; anda data processing module located within the at least one programmable wireless module and configured to process at least one message received by the programmable wireless module, authenticate whether said at least one message was sent by a permitted server service platform, analyze authenticated messages, and carry out asset management instructions included in the at least one message, thereby controlling the operational status of the linked asset.				
피인용 횟수	12				

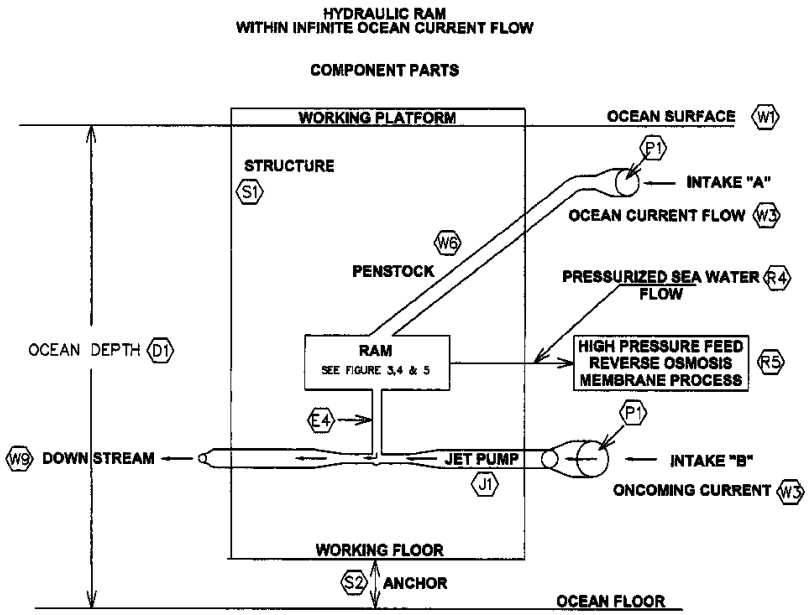
기술분류	첨단센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술	특허번호 (출원번호)	KR2007 0080655A	특허번호 (공개번호)	KR20090016185 A
출원인	인하대학교 산학협력단	출원일	2007.08.10	공개일	2009.02.13
발명의 명칭	지아이에스를 이용한 유비쿼터스 기반의 지하매설물 실시간모니터링 시스템{Ubiquitous realtime monitoring system for underground facility using a GIS}				
대표도면					
주요내용	GIS를 이용한 유비쿼터스 기반의 지하매설물 실시간 모니터링 시스템에 관한 연구임.				
주요 청구항	지하매설물인 상하수도 관을 통해 유통되는 유체 상태를 감지하는 센서와; 유비쿼터스 기반의 모니터링을 가능하게 하는 지하매설물 실시간 모니터링 연계시스템의 센싱Data DB와 미들웨어단으로 모니터링 명령을 수행하는 송신 API 및 센싱Data DB 송신부(111); 모니터링 명령을 수행한 결과값을 취득하는 미들웨어단 수신 API 및 센싱Data DB 수신부(112); 연계시스템과 미들웨어단과의 송수신을 통해 취득한 센싱값을 가공 처리하고, 센싱값을 기준값과 비교하여 알람신호를 발생시키는 시스템구동유닛(113); 상수도와 하수도의 지하매설물에 대한 도형 정보를 갖는 지리도형DB(119-1) 및 그에 따른 속성 정보를 갖는 속성정보DB(119-2); 상기 구축된 지리도형DB와 속성정보DB 및 모니터링 설정 과정을 통해 취득한 센싱값에 대한 결과를 화면 출력할 수 있도록 기능하는 GUI(117); 상기 DB(119-1, 119-2)와 시스템구동유닛(113) 및 GUI(117)와 전기적으로 연결되어 이들을 총괄 제어하는 중앙제어처리장치(115)로 구성된 것을 특징으로 하는 GIS를 이용한 유비쿼터스 기반의 지하매설물 실시간 모니터링 시스템에 있어서,상기 미들웨어단 수신 API 및 센싱Data DB 수신부(112)는 지하매설물 실시간 모니터링시스템의 모니터링을 통해 설정 가능한 유형 중 한번에 한하여 알람 발생이 가능한 결과를 취득할 수 있는 일시성 알람 발생 모니터링부(112-1); 상기 설정 가능한 모니터링 유형 중 한번에 한하여 알람 발생없이 결과를 취득할 수 있는 일시성 알람 발생 없음 모니터링부(112-2);상기 설정 가능한 모니터링 유형 중 정해진 주기와 시간에 한하여 알람 발생이 가능한 결과를 취득할 수 있는 연속성 알람 발생 모니터링부(112-3); 상기 설정 가능한 모니터링 유형 중 정해진 주기와 시간에 한하여 알람 발생없이 결과를 취득할 수 있는 연속성 알람 발생 없음 모니터링부(112-4)로 구성된 것을 특징으로 하는 GIS를 이용한 유비쿼터스 기반의 지하매설물 실시간 모니터링 시스템.				
피인용 횟수	5				

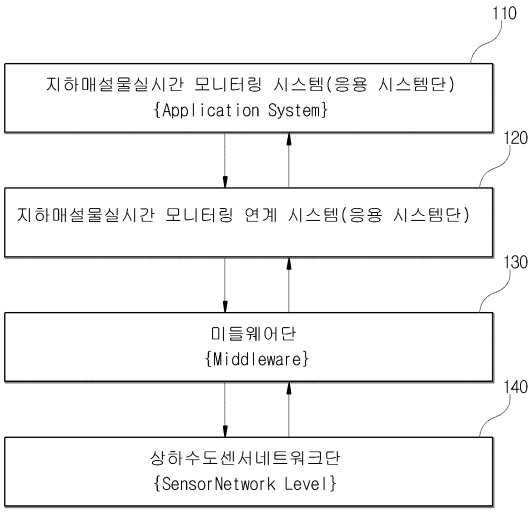
기술분류	첨단센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술	특허번호 (출원번호)	US13/797845	특허번호 (공개번호)	US20130273898A1
출원인	M2M Solutions LLC	출원일	2013.03.12	공개일	2013.10.17
발명의 명칭	System and method for remote asset management(습도, 기압, 산소 측정 가능)				
대표도면					
주요내용	무선 모듈 네트워크를 갖춘 안테나 및 식별 모듈과 무선 통신 프로토콜을 통해 통신하는 원격 자산 관리 시스템에 관한 연구임(습도, 산성도, 기압, 방사능, 초음파, 기압 등의 환경 상태 원격 측정 및 데이터 공유가 가능한 시스템)				
주요 청구항	1. A remote asset management system comprising:a network of programmable wireless modules, each of the programmable wireless modules having an antenna and an identification module and configured to communicate via a radio communication protocol;a plurality of assets each linked to one of the programmable wireless modules;a remote system server service platform configured to receive and process remote asset data received in at least one data message from at least one of the programmable wireless modules, and communicate with at least one selected from the group consisting of at least one programmable wireless module, at least one subscriber number, at least one IP address, and at least one e-mail address in response to receiving each of said data messages, the remote system server service platform also configured to send messages to at least one of the programmable wireless modules, monitor the programmable wireless modules by requesting and receiving current mode information, and communicate with the network of programmable wireless modules to manage operation of the linked assets; anda data processing module located within each of the programmable wireless modules and configured to process messages received by the programmable wireless module, authenticate whether said message was sent by a permitted server service platform, analyze authenticated messages, and carry out asset management instructions included in the message, thereby controlling the operational status of the linked asset; andwherein the said plurality of assets each comprises one or more consumer electronics products.				
피인용 횟수	4				

(나) 초연결 IoT 기반 수리/수문/환경 네트워크 구축 기술

※ US10/515094, US11/326752 특허는 “(가) 첨단센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술” 분야의 주요특허를 참조

기술분류	초연결 IoT 기반 수리/수문/환경 네트워크 구축 기술	특허번호 (출원번호)	US13/450756	특허번호 (공개번호)	US20120243686A1
출원인	M2M Solutions LLC	출원일	2012.04.19	공개일	2012.09.27
발명의 명칭	System and method for remote asset management(물, 전기, 유속 측정이 가능)				
대표도면					
주요내용	무선 모듈 네트워크를 갖춘 안테나 및 식별 모듈과 무선 통신 프로토콜을 통해 통신하는 원격 자산 관리 시스템에 관한 연구임(물, 전기, 유속 및 가스 등의 원격 측정 및 데이터 공유가 가능한 시스템)				
주요 청구항	1. A remote asset management system comprising:at least one programmable wireless module, each having an antenna and an identification module and configured to communicate via a radio communication protocol;a plurality of assets each linked to one of the programmable wireless modules;a remote system server service platform configured to receive remote asset data from at least one of the programmable wireless modules, send messages to at least one of the programmable wireless modules, monitor the programmable wireless modules by requesting and receiving current mode information, and remotely program the programmable wireless modules to control an operational status of the linked assets; anda data processing module located within the at least one programmable wireless module and configured to process at least one message received by the programmable wireless module, authenticate whether said at least one message was sent by a permitted server service platform, analyze authenticated messages, and carry out asset management instructions included in the at least one message, thereby controlling the operational status of the linked asset.				
피인용 횟수	12				

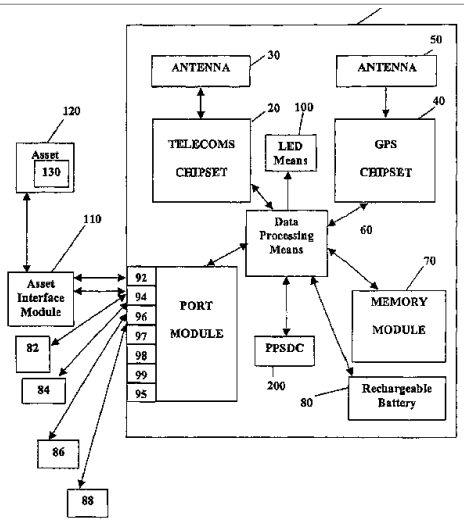
기술분류	초연결 IoT 기반 수리/수문/환경 네트워크 구축 기술	특허번호 (출원번호)	US12/807672	특허번호 (공개번호)	US20110042956A1
출원인	-	출원일	2010.09.10	공개일	2011.02.24
발명의 명칭	Free flow hydro-powered hydraulic ram				
대표도면					
주요내용	수력 지지 구조 속에서 물을 원동기로 사용하여 엔진 역할을 하는 수압식 유압 램에 관한 연구임.				
주요 청구항	1. A system comprising a watertight structure with interior conduits in which a moving body of seawater is channeled through its passageways as hydro power at a depth and around its exterior surfaces, a prime mover for at least one of hydraulic or electricity generation, and a hydraulic ram powered by seawater from one of the interior conduits, wherein said hydraulic ram feeds a highly pressurized flow for an offsite reverse osmosis process and said hydraulic ram is housed within the watertight structure, which is partially submerged within the surrounding body of moving water with its base firmly anchored to or resting on the sea floor with its forward surfaces facing the oncoming current of the moving body of seawater.				
피인용 횟수	5				

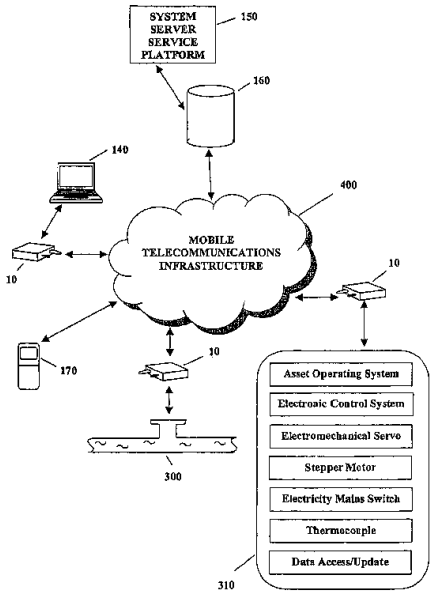
기술분류	초연결 IoT 기반 수리/수문/환경 네트워크 구축 기술	**특허번호 (출원번호)**	KR20070080655 A	**특허번호 (공개번호)**	KR20090016185 A
출원인	인하대학교 산학협력단	**출원일**	2007.08.10	**공개일**	2009.02.13
발명의 명칭	지아이에스를 이용한 유비쿼터스 기반의 지하매설물 실시간모니터링 시스템{Ubiquitous realtime monitoring system for underground facility using a GIS}				
대표도면					
주요내용	GIS를 이용한 유비쿼터스 기반의 지하매설물 실시간 모니터링 시스템에 관한 연구임.				
주요 청구항	지하매설물인 상하수도 관을 통해 유통되는 유체 상태를 감지하는 센서와; 유비쿼터스 기반의 모니터링을 가능하게 하는 지하매설물 실시간 모니터링 연계시스템의 센싱Data DB와 미들웨어단으로 모니터링 명령을 수행하는 송신 API 및 센싱Data DB 송신부(111); 모니터링 명령을 수행한 결과값을 취득하는 미들웨어단 수신 API 및 센싱Data DB 수신부(112); 연계시스템과 미들웨어단과의 송수신을 통해 취득한 센싱값을 가공 처리하고, 센싱값을 기준값과 비교하여 알람신호를 발생시키는 시스템구동유닛(113); 상수도와 하수도의 지하매설물에 대한 도형 정보를 갖는 지리도형DB(119-1) 및 그에 따른 속성 정보를 갖는 속성정보DB(119-2); 상기 구축된 지리도형DB와 속성정보DB 및 모니터링 설정 과정을 통해 취득한 센싱값에 대한 결과를 화면 출력할 수 있도록 기능하는 GUI(117); 상기 DB(119-1, 119-2)와 시스템구동유닛(113) 및 GUI(117)와 전기적으로 연결되어 이들을 총괄 제어하는 중앙제어처리장치(115)로 구성된 것을 특징으로 하는 GIS를 이용한 유비쿼터스 기반의 지하매설물 실시간 모니터링 시스템에 있어서,상기 미들웨어단 수신 API 및 센싱Data DB 수신부(112)는 지하매설물 실시간 모니터링시스템의 모니터링을 통해 설정 가능한 유형 중 한번에 한하여 알람 발생이 가능한 결과를 취득할 수 있는 일시성 알람 발생 모니터링부(112-1); 상기 설정 가능한 모니터링 유형 중 한번에 한하여 알람 발생없이 결과를 취득할 수 있는 일시성 알람 발생 없음 모니터링부(112-2);상기 설정 가능한 모니터링 유형 중 정해진 주기와 시간에 한하여 알람 발생이 가능한 결과를 취득할 수 있는 연속성 알람 발생 모니터링부(112-3); 상기 설정 가능한 모니터링 유형 중 정해진 주기와 시간에 한하여 알람 발생없이 결과를 취득할 수 있는 연속성 알람 발생 없음 모니터링부(112-4)로 구성된 것을 특징으로 하는 GIS를 이용한 유비쿼터스 기반의 지하매설물 실시간 모니터링 시스템.				
피인용 횟수	5				

(다) 빅데이터 기반 정보 관리 및 공급 기술

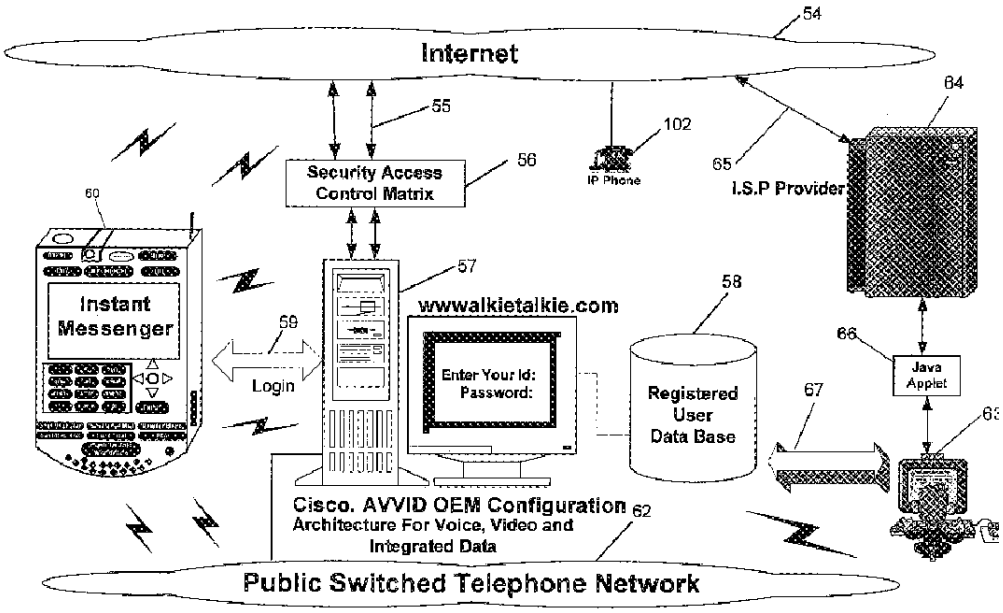
※ US10/515094, US11/326752 특허의 세부내용은 “(가) 첨단센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술” 분야의 주요특허를 참조

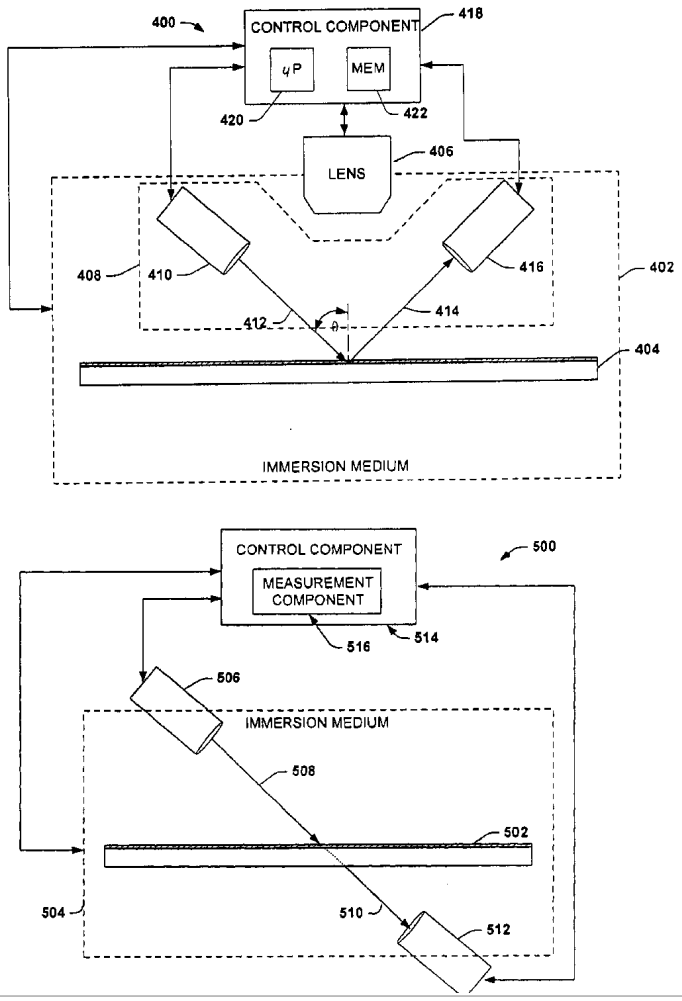
※ US13/450756 특허의 세부내용은 “(나) 초연결 IoT 기반 수리/수문/환경 계측 네트워크 구축 기술” 분야의 주요특허를 참조

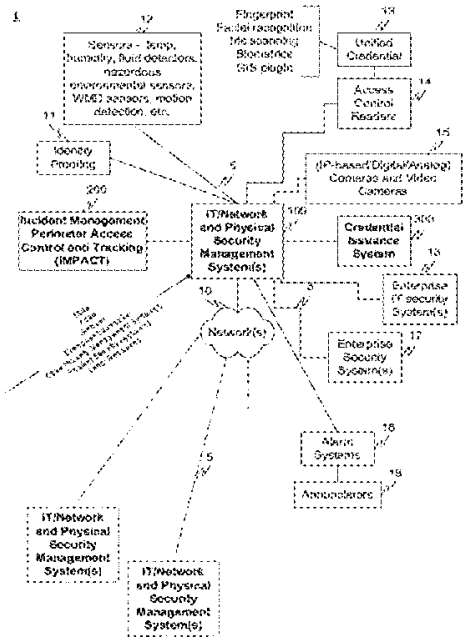
기술분류	빅데이터 기반 정보 관리 및 공급 기술	특허번호 (출원번호)	US13/797845	특허번호 (공개번호)	US20130273898A1
출원인	M2M SOLUTIONS LLC	출원일	2013.03.12	공개일	2013.10.17
발명의 명칭	System and method for remote asset management(습도, 기압, 산소 측정 가능)				
대표도면					
주요내용	무선 모듈 네트워크를 갖춘 안테나 및 식별 모듈과 무선 통신 프로토콜을 통해 통신하는 원격 자산 관리 시스템에 관한 연구임(습도, 산성도, 기압, 방사능, 초음파, 기압 등의 환경 상태 원격 측정 및 데이터 공유가 가능한 시스템)				
주요 청구항	1. A remote asset management system comprising:a network of programmable wireless modules, each of the programmable wireless modules having an antenna and an identification module and configured to communicate via a radio communication protocol;a plurality of assets each linked to one of the programmable wireless modules;a remote system server service platform configured to receive and process remote asset data received in at least one data message from at least one of the programmable wireless modules, and communicate with at least one selected from the group consisting of at least one programmable wireless module, at least one subscriber number, at least one IP address, and at least one e-mail address in response to receiving each of said data messages, the remote system server service platform also configured to send messages to at least one of the programmable wireless modules, monitor the programmable wireless modules by requesting and receiving current mode information, and communicate with the network of programmable wireless modules to manage operation of the linked assets; anda data processing module located within each of the programmable wireless modules and configured to process messages received by the programmable wireless module, authenticate whether said message was sent by a permitted server service platform, analyze authenticated messages, and carry out asset management instructions included in the message, thereby controlling the operational status of the linked asset; andwherein the said plurality of assets each comprises one or more consumer electronics products.				
피인용 횟수	4				

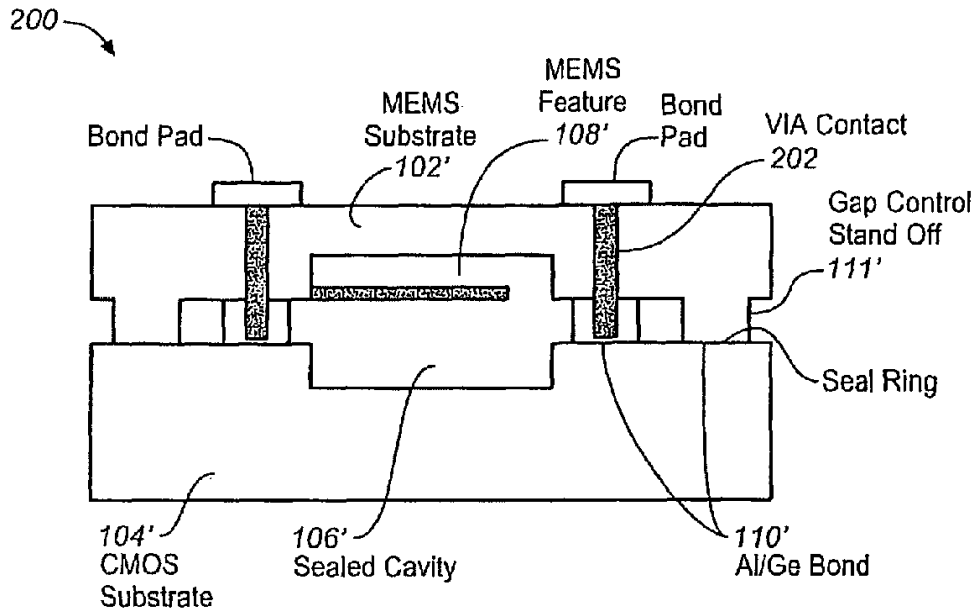
기술분류	빅데이터 기반 정보 관리 및 공급 기술	특허번호 (출원번호)	US14/524357	특허번호 (공개번호)	US20150044996A1
출원인	M2M SOLUTIONS LLC	출원일	2014.10.27	공개일	2015.02.12
발명의 명칭	System and method for remote asset management (비디오 녹화를 포함한 다목적 자산 관리 가능)				
대표도면					
주요내용	무선 모듈 네트워크를 갖춘 안테나 및 식별 모듈과 무선 통신 프로토콜을 통해 통신하는 원격 자산 관리 시스템에 관한 연구임(비디오 녹화를 통한 데이터 측정과 이를 기반으로 한 다목적·범용 자산 데이터 관리 시스템)				
주요 청구항	1. A remote asset management method comprising:providing a network of programmable wireless modules, each programmable wireless module having an antenna and an identification module and configured to communicate via a radio communication protocol;providing a plurality of fixed or moveable assets each linked to one of said programmable wireless modules;providing a remote system server service platform, the remote system server service platform configured to (1) receive and process remote asset data, contained within at least one data message, from at least one of said programmable wireless modules, (2) communicate with at least one selected from the group consisting of at least one programmable wireless module, at least one fixed or mobile subscriber number, and at least one IP address or Email address in response to receiving each of said data messages, (3) send messages to at least one of said programmable wireless modules, and (4) monitor the programmable wireless modules by requesting and receiving current mode information;communicating with said network of programmable wireless modules by said remote system server service platform to manage the operation of said linked assets; andconfiguring each programmable wireless module within said network of programmable wireless modules, wherein each programmable wireless module comprises a data processing module, the data processing module configured to (1) process one or more messages received by each of said programmable wireless modules, (2) authenticate whether said one or more messages were sent by a server service platform, (3) analyse authenticated messages, and (4) carry out asset management instructions included in the messages.				
피인용 횟수	1				

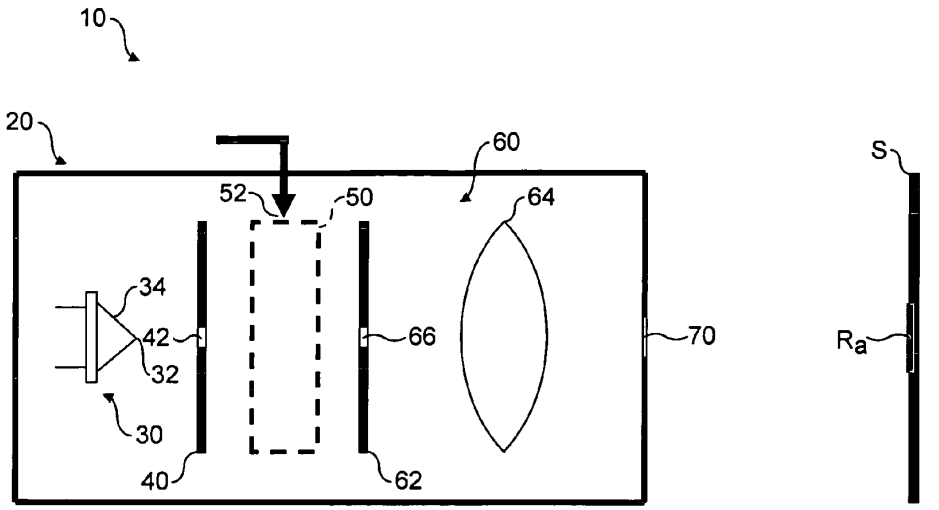
(라) 인공지능 기반 융복합적 하천 해석 기술

기술분류	인공지능 기반 융복합적 하천 해석 기술	특허번호 (출원번호)	US10/210480	특허번호 (공개번호)	-
출원인	Computer Science Central, Inc.	출원일	2002.07.31	공개일	-
발명의 명칭	MULTIFUNCTIONAL WORLD WIDE WALKIE TALKIE, A TRI-FREQUENCY CELLULAR-SATELLITE WIRELESS INSTANT MESSENGER COMPUTER AND NETWORK FOR ESTABLISHING GLOBAL WIRELESS VOLP QUALITY OF SERVICE (QOS) COMMUNICATIONS, UNIFIED MESSAGING, AND VIDEO CONFERENCING VIA THE INTERNET				
대표도면					
주요내용	글로벌 무선 통신을 제공하여 어느 곳에서든 장거리 통신이 가능한 고속 다기능 통신 시스템에 관한 연구임.				
주요 청구항	1. A satellite based/tri-frequency cellular wireless apparatus and network for establishing real time instant messaging, Voice Over IP communications, and global unified telecommunications between wireless networks, the public switched telephone network a data network, and the internet, comprising: (a) a built-in Instant Messenger software program capable of automatically connecting to the internet and providing a means for real time two way voice chat, text chat, and video conferencing between two or more wireless devices, and, (b) a external Instant Messenger software program capable of being downloaded from a network or internetwork computer allowing internet users to connect to a common network or internetwork providing a means for real time two way voice, chat, text chat, and video conferencing between two or more devices, and, (c) a net2phone.TM. or equivalent internet based Voice over Internet Protocol (VoIP) gateway server and network system of servers capable of providing high Quality Of Service (Qos) voice calls, voice chat, internet protocol facsimile calls, and managing user and communication sessions between the public switched telephone network, any data network, any wireless network, or the internet.				
피인용 횟수	732				

기술분류	인공지능 기반 융복합적 하천 해석 기술	특허번호 (출원번호)	US10/645363	특허번호 (공개번호)	-
출원인	Advanced Micro Devices, LLP	출원일	2003.08.21	공개일	-
발명의 명칭	Refractive index system monitor and control for immersion lithography				
대표도면					
주요내용	격자 구조에서 산란된 빛을 감지하여 침수 매체의 측정 및 제어를 도와주는 굴절 모니터에 관한 연구임.				
주요 청구항	1. A system facilitating measurement and control of refractive index of an immersion medium, comprising: a component that measures one or more parameters of the immersion medium, the one or more parameters relating to refractive index of the immersion medium; and a component that effectuates modification of the one or more parameters of the immersion medium based at least in part upon the one or more measured parameters, wherein modification of the one or more parameters effectuates control of the refractive index of the immersion medium.				
피인용 횟수	67				

기술분류	인공지능 기반 융복합적 하천 해석 기술	특허번호 (출원번호)	US11/740063	특허번호 (공개번호)	US20080109883A1
출원인	Vetrix, LLC	출원일	2007.04.25	공개일	2008.05.08
발명의 명칭	Converged logical and physical security				
대표도면	
주요내용	IT 및 물리적인 보안 관리가 가능한 통합 보안 관리시스템에 관한 연구임.				
주요 청구항	1. A converged physical and logical security management system comprising: a unique identifier having associated therewith information usable for authentication and authorization to control access decisions for a physical area and logical access to one or more of a computer system, computer network or network resource, the information including at least two configuration options; and a security management computer including at least one microprocessor, a data store and connectivity modules, the security management computer scalable via one or more connections to one or more additional security management computers, the security management computer determining the access decisions for the physical area and the logical access to the one or more of the computer system, the computer network or the network resource, the security management computer connected to one or more access control readers and capable of communicating with the one or more access control readers in the access control readers' standard protocol, wherein the security management computer also includes a directory service that is used with the data store and the configuration options to make the access decisions, wherein: for an access request to the physical area, a first authentication and authorization utilize a first of the at least two configuration options within the data store of the security management computer for a physical access decision, and for logical access, a second, separate, authentication and authorization utilize a second of the at least two configuration options within the directory service of the security management computer for a logical access decision.				
피인용 횟수	22				

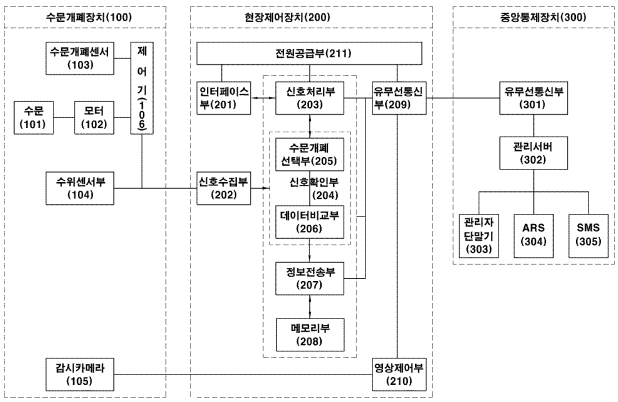
기술분류	인공지능 기반 융복합적 하천 해석 기술	특허번호 (출원번호)	US12/184231	특허번호 (공개번호)	US20080283990A1
출원인	Invensense, Inc.	출원일	2008.07.31	공개일	2008.11.20
발명의 명칭	Method of fabrication of AI/GE bonding in a wafer packaging environment and a product produced therefrom				
대표도면					
주요내용	강력한 전기 및 기계적 접촉을 생성하기 위한 게르마늄-알루미늄 결합 방법에 관한 연구임.				
주요 청구항	1. A method for providing a wafer, the method comprising: providing a first substrate including a microelectromechanical systems (MEMS) feature and a patterned, germanium layer, the patterned, germanium layer being an exposed layer on the first substrate; providing a second substrate including a patterned, aluminum layer and an electrical contact, the patterned, aluminum layer being an exposed layer on the second substrate; bonding the patterned, germanium layer of the first substrate to the patterned, aluminum layer of the second substrate to create an electrical and mechanical bond between the first substrate and the second substrate; and using a forming gas to deoxidize a bonding surface of the patterned, aluminum layer of the first substrate and a bonding surface of the patterned, germanium layer of the second substrate.				
피인용 횟수	22				

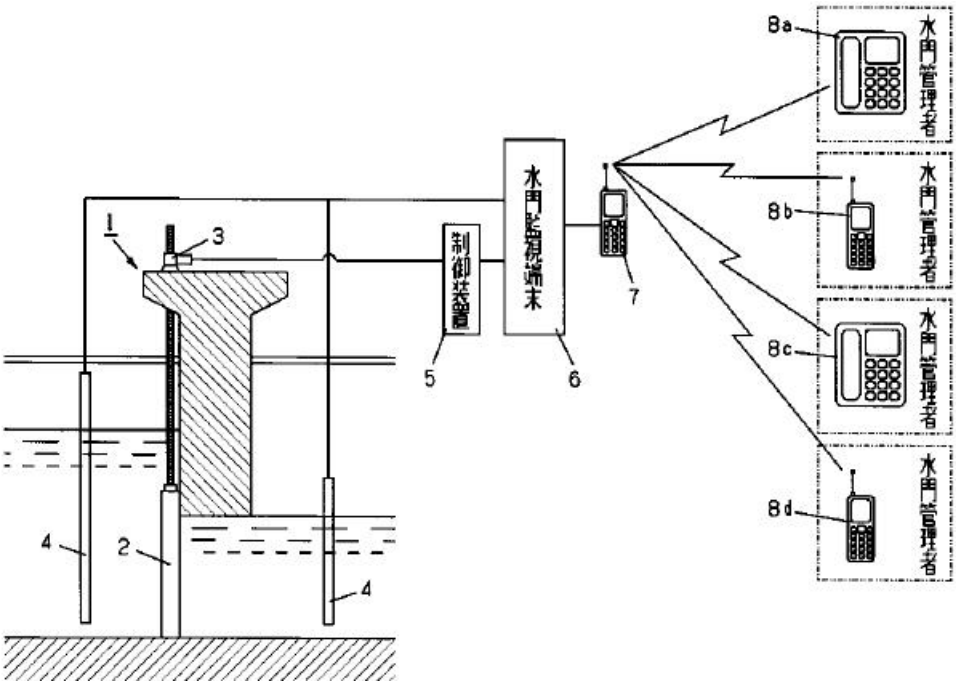
기술분류	인공지능 기반 융복합적 하천 해석 기술	특허번호 (출원번호)	US11/071998	특허번호 (공개번호)	US20050205800A1
출원인	Thermo Electron Corporation	출원일	2005.03.04	공개일	2005.09.22
발명의 명칭	Flood gun for charge neutralization				
대표도면					
주요내용	전하 중화를 제공하는 대응 방법 및 이차 입자 방출 분석을 위한 분광 시스템에 관한 연구임.				
주요 청구항	1. A flood gun for charge neutralization of an analysis region of a sample downstream of the flood gun, comprising: a first source of electrons; a second source of positively charged particles; and an extraction and focusing assembly, arranged to: (i) extract a first, electron beam from the first source and focus the first beam to a first flood area at the analysis region; and (ii) extract a second, positive particle beam from the second source and focus the second beam to a second flood area at the analysis region.				
피인용 횟수	7				

(마) 원격제어 기반 지능형 하천관리 및 예측 기술

※ US10/515094, US11/326752 특허의 세부 내용은 “(가) 첨단센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술” 분야의 주요특허를 참조

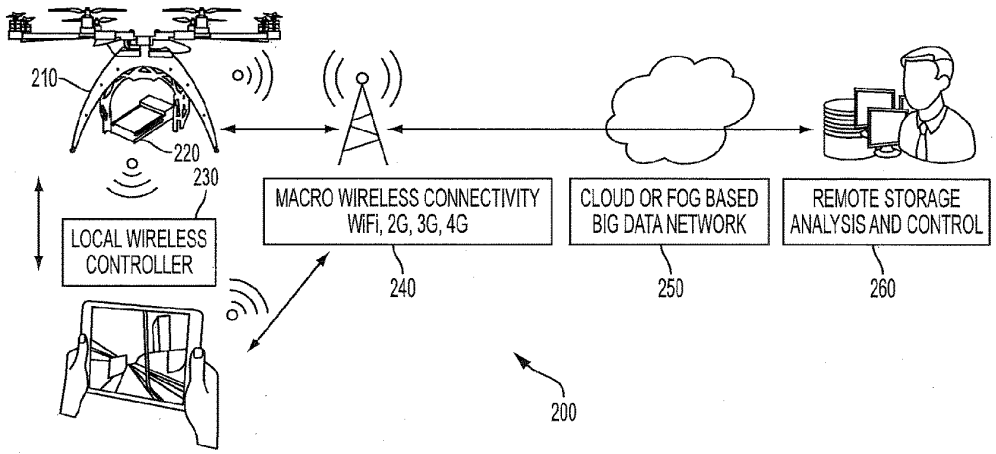
※ US13/450756 특허의 세부내용은 “(나) 초연결 IoT 기반 수리/수문/환경 계측 네트워크 구축 기술” 분야의 주요특허를 참조

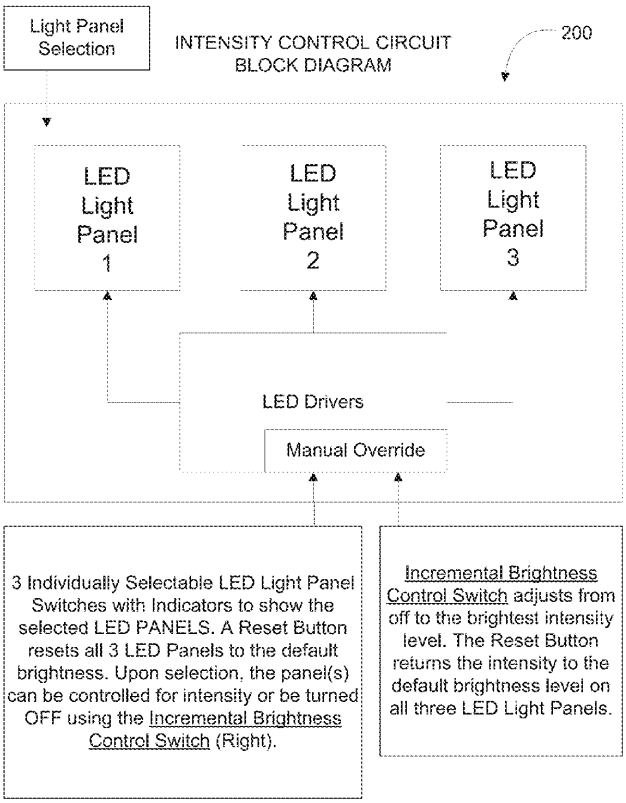
기술분류	원격제어 기반 지능형 하천관리 및 예측 기술	**특허번호 (출원번호)**	KR20090030627A	**특허번호 (공개번호)**	-
출원인	윤주섭|이춘범	**출원일**	2009.04.09	**공개일**	-
발명의 명칭	무인 완전자동화 하천수문 개폐시스템{AUTOMATIC RIVER WATER GATE OPENING/CLOSING SYSTEM TO PREVENT ACCIDENTS IN A TYPHOON, A STORM, OR FLOOD}				
대표도면					
주요내용	하천수문의 강수위를 자동 감지하여, 수위에 따라 수문을 제어하고 담당자등에게 신호를 보내는 무인완전자동 하천수문 개폐시스템에 관한 연구임.				
주요 청구항	각급하천에 설치된 각종 수문의 개폐장치에 있어서, 수문(101)과; 수문개폐모터(102)와; 수문의 개폐상태(열림, 닫힘 등) 및 나무, 바위 등 장애물에 의한 수문개폐장애상태를 탐지하는 하나 이상의 수문개폐센서(103)와; 수문 내외의 수위를 판독할 수 있는 적어도 하나 이상의 센서 및 수위계로 구성된 수위센서부(104)와; 수문개폐센서로(103)부터 획득한 신호를 인터페이스부(201)로 전송하고, 인터페이스부(201)로부터 수문개폐정보를 수신하며, 수신된 수문개폐정보에 의거하여 수문이 개폐구동되도록 제어하는 제어기(106)를 포함하여 구성되는 수문개폐장치(100)와;상기 수위센서부(104)로부터 수문 내외의 수위 데이터를 수집하는 신호수집부(202)와; 상기 수집된 수문 내외의 수위 데이터를 판독하고, 메모리부(208) 또는 관리서버(302)로부터 오는 수위 데이터 기준값과 비교하는 데이터비교부(206) 및 데이터비교부(206)의 데이터 비교를 통해 기준값과의 수위차를 계산하고 수문개폐를 결정하는 수문개폐선택부(205)로 구성된 신호확인부(204)와; 상기 신호확인부(204)로부터 수신된 수문 개폐정보에 따라 수문개폐모터의 구동을 위한 구동제어신호로 변환 출력하여 인터페이스부(201)를 거쳐 제어기(106)를 통해 수문을 개폐하도록 하는 신호처리부(203)와; 상기 신호처리부(203)와 제어기(106)를 접속하는 인터페이스부(201)와; 상기 수문 내외의 수위 데이터와 수문개폐 및 장애상태 정보를 유무선 통신부(209)와 메모리부(208)로 전송하는 정보전송부(207)와; 중앙제어장치(300)의 유무선통신망(301)과 접속되는 유무선통신부(209)와; 상기 각 구성부에 전원을 공급하는 전원공급부(211)를 포함하여 구성되는 현장제어장치(200)와;상기 유무선 통신부(209)와 유무선 통신망(301)으로 연결된 관리서버(302)와; 상기 관리서버(302)와 연결된 관리자 단말기(303), ARS(304), SMS(305)를 포함하여 구성되는 중앙제어장치(300)로 이루어짐				
피인용 횟수	9				

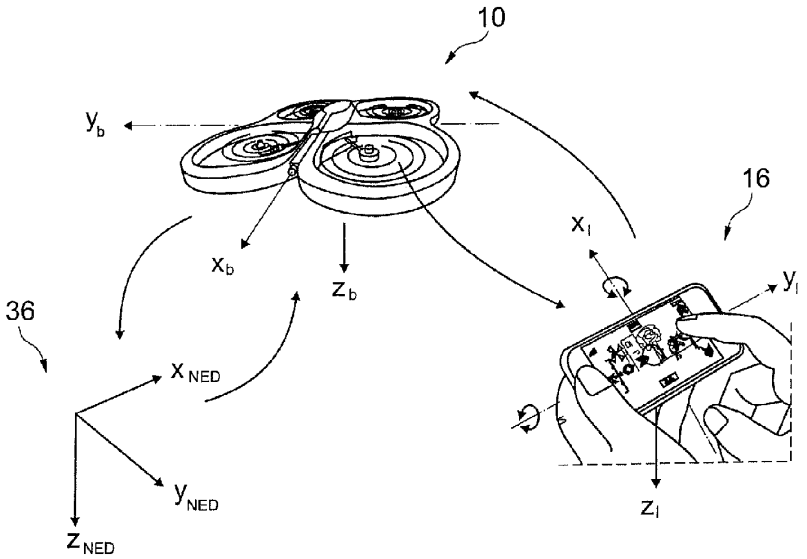
기술분류	원격제어 기반 지능형 하천관리 및 예측 기술	특허번호 (출원번호)	JP2004035839A	특허번호 (공개번호)	JP2005229320A
출원인	NIKKO CO LTD,NIKKO MACHINERY KK	출원일	2004.02.13	공개일	2005.08.25
발명의 명칭	수문 원격 감시 시스템				
대표도면					
주요내용	비용을 억제하고, 비교적 소규모인 수문이나 홈통문에서도 아주 알맞게 채용할 수 있는 수문 원격 감시 시스템에 관한 연구임.				
주요 청구항	하천이나 수로에 설치되는 수문에, 수위 등의 수문 관리 정보를 감시하는 수문감시단말기와, 통보 장치인 통보용 휴대전화를 갖춘다 동시에, 해당 통보용 휴대전화에는 수문관리자의 소유하는 유선전화나 휴대전화 등의 전화번호나 메일 주소를 미리 등록해 두고, 상기 수문감시단말기가 수문 관리 정보에 이상을 검출한다고 통보용 휴대전화에서 상기 전화번호나 메일 주소에 자동적으로 통보하게 구성한 것을 특징으로 하는 수문 원격 감시 시스템.				
피인용 횟수	2				

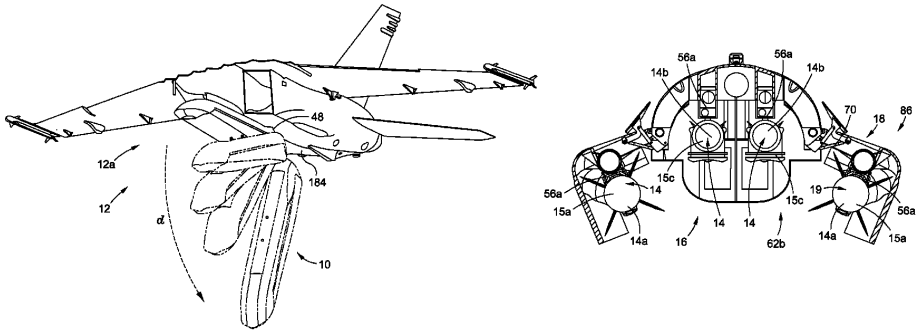
(2) 하천조사 최적화 드론시스템 및 첨단 계측 핵심기술

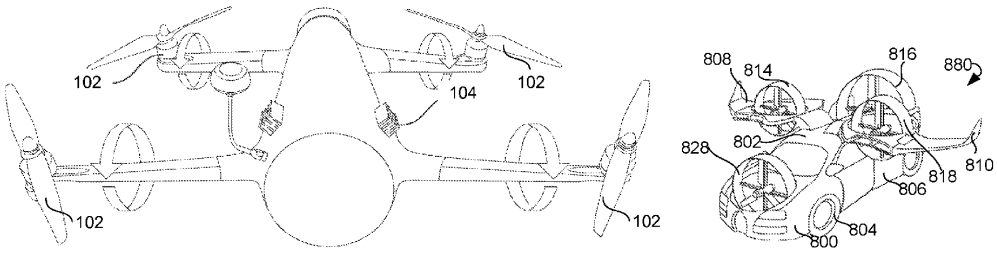
(가) 스마트 하천관리 최적화 드론시스템 및 운영 기술

기술분류	스마트 하천관리 최적화 드론시스템 및 운영 기술	특허번호 (출원번호)	US14/689979	특허번호 (공개번호)	US20150304869A1
출원인	PC-TEL, INC.	출원일	2015.04.17	공개일	2015.10.22
발명의 명칭	System, apparatus, and method for the measurement, collection, and analysis of radio signals utilizing unmanned aerial vehicles				
대표도면					
주요내용	무선 신호의 측정, 수집, 분석을 위한 시스템 장치 및 방법에 관한 연구임.				
주요 청구항	1. A system comprising:a transport host device; anda scanning device connected to the transport host device,wherein the scanning device autonomously collects radio data from at least one wireless network,wherein the transport host device, autonomously or via remote control, transports the scanning device to target locations that enable the scanning device to collect the radio data from the at least one wireless network,wherein the scanning device dynamically generates a flight path or a secondary flight path for the transport host device based on the radio data and an analysis thereof,wherein the analysis of the radio data includes generating an RF three-dimensional model representing the radio data and identifying at least one gap in the three-dimensional model, andwherein dynamically generating the secondary flight path includes identifying the target locations corresponding to the at least one gap and instructing the transport host device to return to the target locations corresponding to the at least one gap for the scanning device to re-collect the radio data until the at least one gap is reconciled.				
피인용 횟수	26				

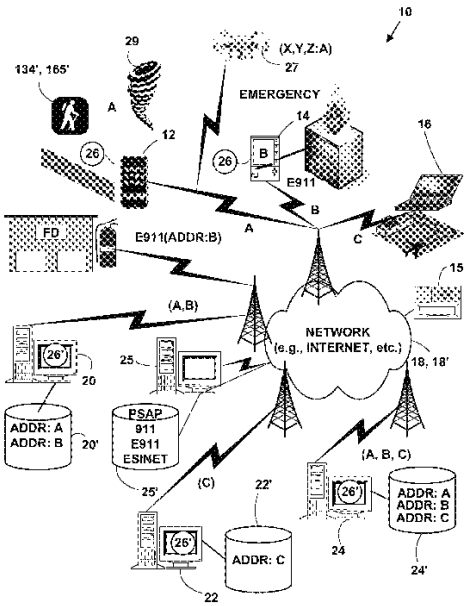
기술분류	스마트 하천관리 최적화 드론시스템 및 운영 기술	특허번호 (출원번호)	US14/450877	특허번호 (공개번호)	US20150035437A1
출원인	Panopoulos; Peter	출원일	2014.08.04	공개일	2015.02.05
발명의 명칭	Sensor-based controllable LED lighting system with repositionable components and method				
대표도면					
주요내용	재배치 가능한 광원과 센서와 컨트롤러, 통신 시스템을 갖는 조명 시스템에 관한 연구임.				
주요 청구항	1. A lighting system comprising:a movement system comprising a repositionable, vertically adjustable and rotatable panel;a light source mounted on the panel to emit light in a spectrum, the panel being repositionable via the movement system;one or more sensor to detect a condition of an environment and track an object in the environment; anda controller comprising a processor and a memory to execute electronic logic communicably connected to the movement system, the light source, and the one or more sensor,the controller controlling characteristics of the light emitted by the light source, wherein the characteristics comprises color and light intensity;wherein, the controller receives signal information from the one or more sensors upon detection of the tracked object, the controller controls the movement system in response to the signal information to illuminate the tracked objectwherein settings are programmable to the memory by the controller relating to operation of the movement system and the light source, the settings being retrievable from the memory to be executed by the controller and affect operation of the movement system and the light source;wherein the panel is selectively manually repositionable independent of the settings;wherein the panel is vertically adjusted in order to affect a proximity to the tracked object being illuminated by the light emitted by the light source.					
피인용 횟수	23				

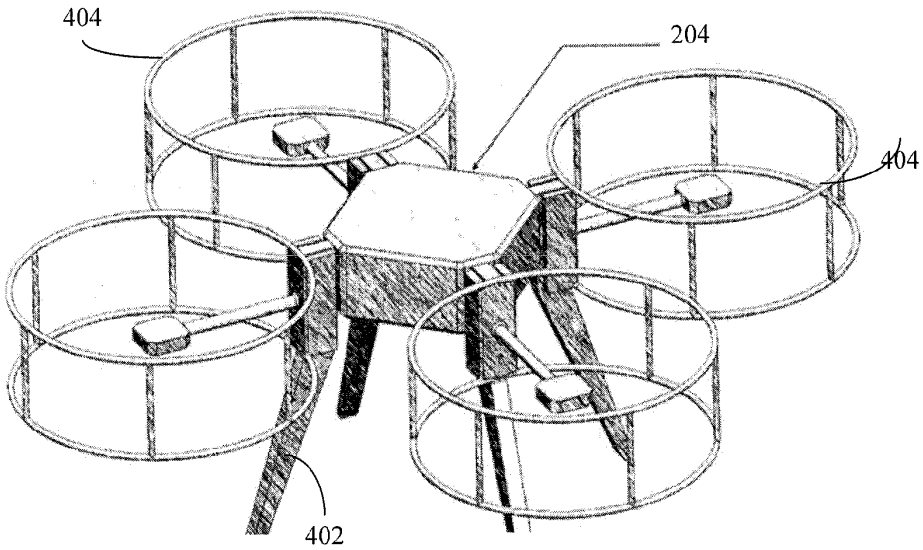
기술분류	스마트 하천관리 최적화 드론시스템 및 운영 기술	특허번호 (출원번호)	US13/733361	특허번호 (공개번호)	US20130173088A1
출원인	Parrot	출원일	2013.01.03	공개일	2013.07.04
발명의 명칭	Method for the intuitive piloting of a drone by means of a remote control				
대표도면					
주요내용	사용자 명령에 대응하여 무인 비행기의 직관적인 조종이 가능하게 하는 방법에 관한 연구임.				
주요 청구항	1. A method for piloting, by means of a remote control apparatus, a rotary wing drone with multiple rotors driven by respective motors that can be controlled in a differentiated manner to pilot the drone attitude-wise and speed-wise, comprising the following steps:by the apparatus (16):inclination of the apparatus according to the pitch (32) and roll (34) axes of this apparatus, and production of corresponding inclination signals (?I, ?I); andtransformation of these inclination signals of the apparatus into piloting commands and sending of these commands to the drone, andby the drone (10):reception of the piloting commands and generation from these commands of setpoint values (?d, ?d) for a drone motor control loop, these setpoint values being suitable for controlling the attitude of the drone according to the pitch (22) and roll (24) axes of the drone,wherein this method comprises the following additional steps:acquisition of first orientation data (?iP) of a local reference frame linked to the apparatus (XlYlZl) in relation to an absolute reference frame linked to the ground (XNEDYNEDZNED);acquisition of second orientation data (?drone) of a local reference frame linked to the drone (XbYbZb) in relation to said absolute reference frame (XNEDYNEDZNED);computation of a relative angular orientation datum (??) of the drone in relation to the apparatus, from said first and second orientation data; andrealignment of the reference frame of the apparatus on the reference frame of the drone, by application to the piloting commands of a rotation that is a function of said relative angular orientation datum, so as to thus produce realigned setpoint values according to the pitch and roll axes of the drone which are a function of the inclinations, applied to the apparatus by the user according to the pitch and roll axes thereof, considered in the local reference frame linked to the apparatus and no longer in that linked to the drone.					
피인용 횟수	21				

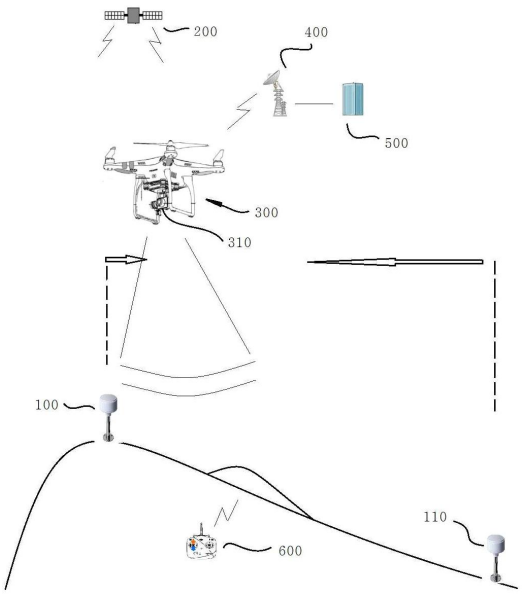
기술분류	스마트 하천관리 최적화 드론시스템 및 운영 기술	특허번호 (출원번호)	US13/407692	특허번호 (공개번호)	US20130221158A1
출원인	The Boeing Company	출원일	2012.02.28	공개일	2013.08.29
발명의 명칭	Configurable pod structure and store stowage and deployment system and method				
대표도면					
주요내용	공기 항력을 고려한 외부 장착형 포드 하우징 구조체				
주요 청구항	In one embodiment there is provided a radar signature and induced aerodynamic drag minimizing, externally mountable, internally configurable pod structure optimized for internal placement of one or more deployable stores through configuration and optimal kinematic operation of a pod door assembly. The pod structure has an externally mountable pod housing, a predetermined pod housing cross-sectional configuration optimized to provide a configurable interior volume accommodating multiple different store configurations, and a predetermined pod housing configuration having a cross-sectional configuration optimized to minimize a radar signature and an induced aerodynamic drag. The pod structure further has a pod door assembly integral with the pod housing and having a plurality of pod doors and one or more seal door mechanism assemblies. The pod structure is optimized in kinematic operational combination of the pod doors and seal door mechanism assemblies controlling ejection launch envelopes.					
피인용 횟수	14				

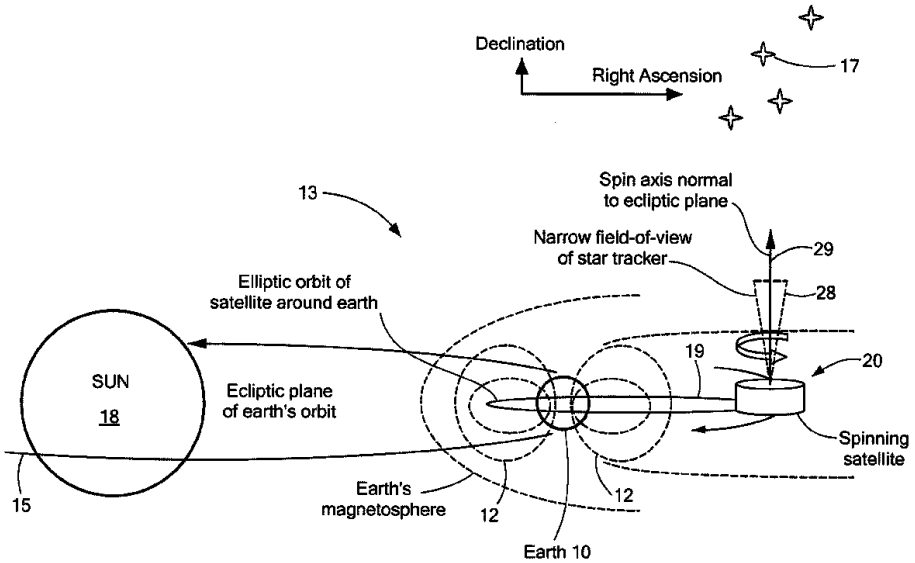
기술분류	스마트 하천관리 최적화 드론시스템 및 운영 기술	특허번호 (출원번호)	US14/940379	특허번호 (공개번호)	US20160114887A1
출원인	-	출원일	2015.11.13	공개일	2016.04.28
발명의 명칭	Amphibious vertical takeoff and landing unmanned device				
대표도면					
주요내용	모듈식으로 확장 가능한 방수 바디가 포함된 수륙 양용 수직 이착륙 무인 장치에 관한 연구임.				
주요 청구항	1. An externally mountable pod structure comprising:an externally mountable pod housing comprising:a configurable interior volume configured to contain one or more deployable stores;a pod housing configuration having a cross-sectional configuration optimized to minimize a radar signature and optimized to minimize an induced aerodynamic drag; and,a pod door assembly integral with the pod housing and comprising a plurality of pod doors comprising at least two main doors and at least two seal doors, and further comprising one or more seal door mechanism assemblies, each seal door mechanism assembly coupling each main door to each seal door, and coupling each main door and each seal door to the pod structure, and when each seal door mechanism assembly is in a closed position, each seal door mechanism assembly holds each seal door against a pod structure skin, wherein the seal door mechanism assemblies operationally linked to the pod doors provide in an open position a clearance independence such that if a store ejector device fails to deploy the one or more deployable stores coupled to the store ejector device, no trapped deployable stores occur within the pod structure.				
피인용 횟수	5				

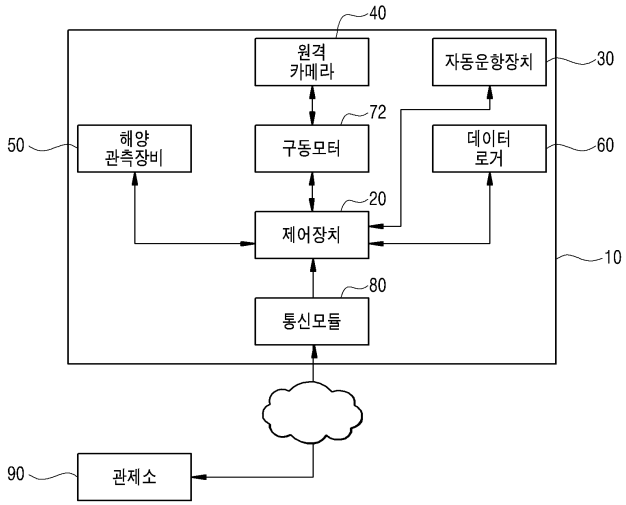
(나) 드론을 이용한 하천공간 및 특성 정보 스마트 조사 분석 기술

기술분류	드론을 이용한 하천공간 및 특성 정보 스마트 조사 분석 기술	특허번호 (출원번호)	US14/579760	특허번호 (공개번호)	US20150140954A1
출원인	RedSky Technologies, Inc.	출원일	2014.12.22	공개일	2015.05.21
발명의 명칭	Method and system for an emergency location information service (E-LIS) from unmanned aerial vehicles (UAV)				
대표도면					
주요내용	무인 항공기, 비행기에서 긴급 메시지를 이용하여 네트워크 장치의 위를 결정하기 위한 방법에 관한 연구임.				
주요 청구항	1. A method for locating a network device during an emergency with an emergency information system (E-LIS), comprising:receiving on a server application on a server network device with one or more processors a wireless emergency message or a text-to-911 message from a mobile application on a first mobile network device with one or more processors via a wireless communications network indicating an emergency event has occurred with the first mobile network device;sending a wireless emergency location request message from the server application on the server network device via the wireless communications network to an unmanned aerial vehicle (UAV) with one or more processors flying over a geographic area including the first mobile network device;receiving on the server application on the server network device via the wireless communications network from the UAV a wireless emergency location response message including a current set of 3D (X,Y,Z) geo-space coordinates or 2D (X,Y) geo-space coordinates for the first mobile network device;determining on the server application on the server network device with the current set of 3D (X,Y,Z) geo-space coordinates or 2D (X,Y) geo-space coordinates a current physical geographic location for the first mobile network device; andsending an emergency response message or a 911-to-text message including the determined current physical geographic location for the first mobile network device from the server application on the server network device via a second communications network to a desired emergency response server with one or more processors.				
피인용 횟수	6				

기술분류	드론을 이용한 하천공간 및 특성 정보 스마트 조사 분석 기술	특허번호 (출원번호)	US14/858467	특허번호 (공개번호)	US20160083115A1
출원인	-	출원일	2015.09.18	공개일	2016.03.24
발명의 명칭	Apparatus and methods for tethered aerial platform and system				
대표도면					
주요내용	공중 유닛에 명령 및 원격 측정 정보를 송수신하고 추진 시스템과 카메라 시스템을 제어하는 무인 항공기 시스템에 관한 연구임.				
주요 청구항	1. AN ETAP drone system comprising: a drone having a propulsion system, a flight stabilizer system, an air payload interface unit, and a camera system, wherein the camera system includes a camera stabilizing unit; a ground support system to which the drone is detachably coupled through a tether unit, said tether unit providing electrical power to the propulsion system; a ground payload, power and interface unit for receiving and transmitting command and telemetry information to the air payload interface unit through the tether unit; and a controlling device for controlling the propulsion system and the camera system through the tether unit; and further comprising: a winch operatively coupled to the tether unit and a winch control system configured to receive command information to ensure that the tether unit does not become entangled with objects foreign to an operating environment; in which the winch control system includes a constant slip ring apparatus that enjoins a spinning side and a stationary side together.				
피인용 횟수	4				

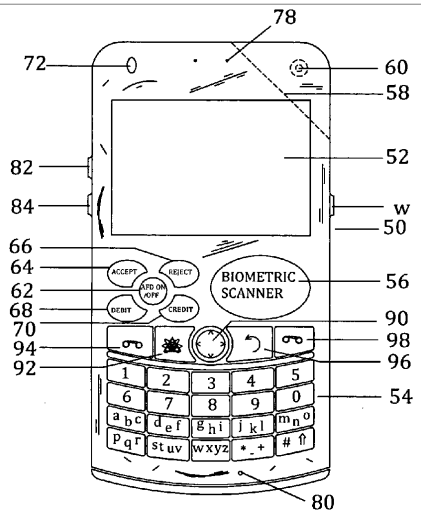
기술분류	드론을 이용한 하천공간 및 특성 정보 스마트 조사 분석 기술	**특허번호 (출원번호)**	KR20150107351 A	**특허번호 (공개번호)**	-
출원인	주식회사 에이베스트	**출원일**	2015.07.29	**공개일**	-
발명의 명칭	3D 항공 촬영을 이용한 지형물의 안전 예측 방법{Method for safety prediction of terrain using a 3D aerial shooting}				
대표도면					
주요내용	드론을 이용하여 지형물을 촬영하고 영상을 분석하여 사용자의 주위에 발생하는 위험 요소를 사전에 예측하는 방법에 관한 연구임.				
주요 청구항	a)중앙서버에서 촬영영역을 설정하고, 드론을 운행시키는 단계;b)상기 드론에 부착된 3D 카메라로 지형물을 촬영하는 단계;c)상기 지형물의 높이를 측정하는 단계;d)상기 3D카메라로 촬영된 지형물 영상을 3D 맵핑하여 디스플레하고 시간대별로 누적 저장하는 단계; 및e)상기 누적 저장된 3D 매핑 영상을 일정 주기의 시간대별로 비교 분석하여 지형물의 변형 여부를 판단하는 단계;를 포함하는 3D 항공 촬영을 이용한 지형물의 안전 예측 방법에 있어서,상기 a단계는, 상기 중앙서버가 상기 촬영영역을 사각형의 평면으로 형성하고, 사각형의 4개의 꼭지점 마다 GPS 좌표를 설정하여 상기 드론이 미리 설정된 촬영영역을 벗어나지 않게 운행하도록 제어하고,상기 b단계 및 c단계는, 상기 드론에 부착된 레이저 거리측정기로 지면으로부터 지형물의 높이를 측정함과 동시에 상기 3D 카메라가 X, Y, Z축을 촬영하고, 촬영된 이미지를 맵핑하여 상기 지형물의 3차원 고도 및 위치를 설정하고,상기 e단계는, 상기 지형물의 변형 여부가 미리 저장된 기준값 이상으로 변형된 것으로 판단될 경우 해당지역의 다수의 개인휴대 단말기에 ARS 경고 통화 또는 경고 문자를 발송하는 것을 특징으로 하는 3D 항공 촬영을 이용한 지형물의 안전 예측 방법.				
피인용 횟수	3				

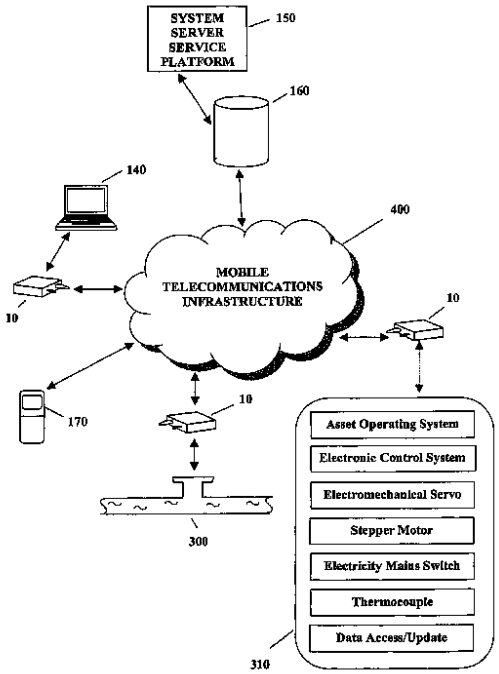
기술분류	드론을 이용한 하천공간 및 특성 정보 스마트 조사 분석 기술	특허번호 (출원번호)	US12/363959	특허번호 (공개번호)	US20090222153A1
출원인	Johnson; Kara Whitney|Johnson; Brett Harper	출원일	2009.02.02	공개일	2009.09.03
발명의 명칭	System for determing and controlling inertial attitude, for navigation, and for pointing and/or tracking for an artificial satellite employing and optical sensor and a counter-rotational optical mirror, and terrestrial-based testing system for assessing inertial attitude functions of an artificial satellite				
대표도면					
주요내용	관성 자이로스코프를 사용하지 않고 회전하는 인공위성의 자세를 결정하고 제어하는 방법 및 장치에 관한 연구임.				
주요 청구항	1. A pointing and/or tracking system, comprising:a spinning artificial satellite; anda launch mechanism adapted to launch the artificial satellite so as to spin about a spin axis;wherein the artificial satellite includes:an optical sensor having a field-of-view parallel or substantially parallel to the spin axis;at least one of a microwave tracking device, a radiation-tracking device, a microwave-pointing device, and a radiation-pointing device, each of said devices having a field-of-view oriented generally opposite the field-of-view of the optical sensor; andan optical mirror that is counter-rotational about the spin axis of the artificial satellite for stabilizing a line-of-sight communication link in inertial space between said at least one microwave tracking device, radiation-tracking device, microwave-pointing device, and radiation-pointing device and a target, the target comprising one or more terrestrial locations or one or more artificial satellites, the optical mirror controllable to direct a signal on the line of sight to or from the target.				
피인용 횟수	2				

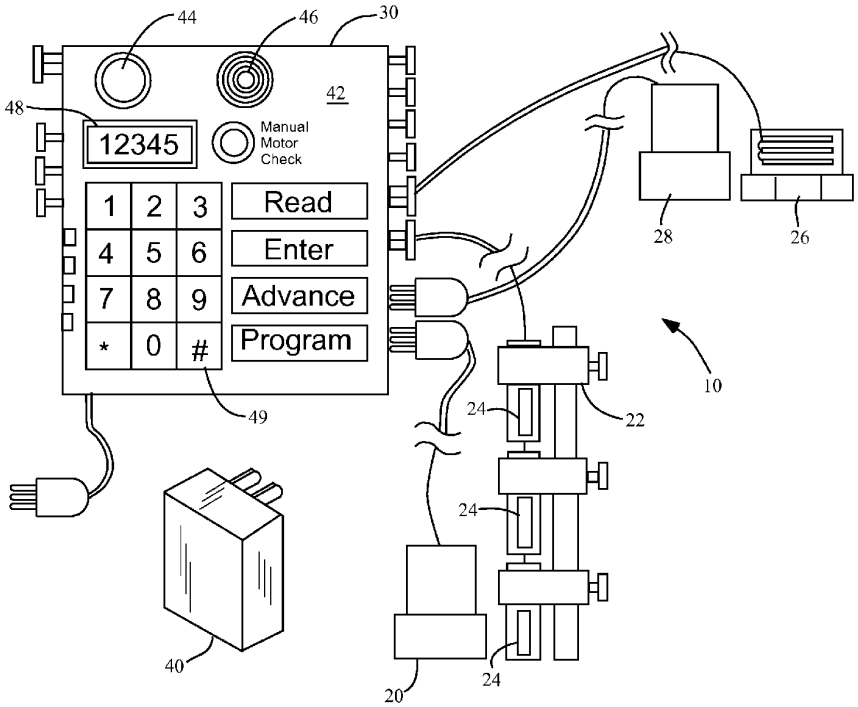
기술분류	드론을 이용한 하천공간 및 특성 정보 스마트 조사 분석 기술	**특허번호 (출원번호)**	KR20150142448 A	**특허번호 (공개번호)**	-
출원인	한국해양과학기술원	**출원일**	2015.10.12	**공개일**	-
발명의 명칭	수중익을 구비한 수중드론을 이용한 실시간 파랑-유속 관측방법 및 그 장치{Real-time wave and current measurement using Waterproof Drone equipped with hydrofoil}				
대표도면					
주요내용	수중익을 구비한 수중드론을 이용한 실시간 파랑-유속 관측 방법에 관한 연구임.				
주요 청구항	회전익을 구비하고 자동운항 및 원격조정이 가능하도록 지피에스 위성수신센서, 아이엔에스 관성항법장치를 포함하는 자동 운항장치가 장착된 드론; 상기 드론의 저면에 설치되는 부력체; 수면에 착륙하는 상기 드론이 조류나 파랑에 의해 이동할 수 있도록 상기 드론의 저면에 설치되는 수중익; 상기 드론에 설치되는 원격 카메라; 파랑센서를 포함하여 상기 드론의 저면에 설치되는 해양관측장비; 상기 자동 운항장치와 해양관측장비와 전기적으로 연결되고 상기 자동 운항장치와 해양관측장비를 제어하도록 구성되어 상기 드론에 설치되는 제어장치; 상기 해양관측장비와 상기 원격 카메라가 관측하고 촬영한 해양정보를 저장하고 처리하도록 구성되어 상기 제어장치에 구비되는 데이터 로거; 및 상기 데이터 로거에 저장된 해양정보 및 영상을 실시간으로 관측소에 전송하고, 상기 관측소의 제어신호를 상기 제어장치가 수신하도록 셀룰러 방식 또는 위성통신 방식으로 구성되어 상기 제어장치에 구비되는 통신모듈을 포함하여 구성되고, 상기 드론의 저면에는, "+"형상의 작동공을 갖는 하우징이 결합되고, 상기 하우징의 내부에는 상기 수중익이 상부 또는 하부로 이동할 때 안내하고 지지하기 위한 한 쌍의 안내부재가 설치되며, 상기 안내부재의 내부에는 안내돌기가 구비되고, 상기 수중익은, 상기 작동공에 삽입되어 상,하로 이동 가능하도록 "+"형상으로 형성되며, 상기 수중익의 한쪽 날개에는 랙기어가 형성되고, 상기 안내부재 사이에 위치하는 날개에는 상기 안내돌기가 삽입되어 직선방향으로 안내되기 위한 안내홈이 형성되며, 상기 하우징의 내부에는, 상기 랙기어와 맞물리는 구동 피니언을 구비하여 상기 제어장치에 의해 정회전하거나 역회전 작동하는 구동모터가 구비되며, 상기 구동모터의 작동으로 상기 수중익을 상승시켜 상기 하우징에 수납하거나, 하강시켜 상기 하우징의 하부로 돌출시키도록 된 것을 특징으로 하는, 수중익을 구비한 수중드론을 이용한 실시간 파랑-유속 관측장치.				
피인용 횟수	1				

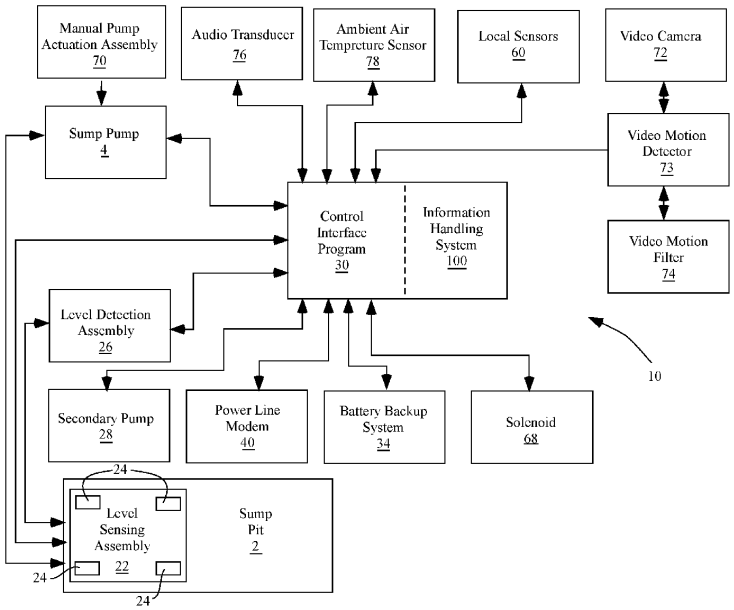
(다) 드론 및 첨단 계측 센서 연계 재해피해 조사 및 분석 기술 개발

※ US10/515094 특허의 세부 내용은 “(가) 첨단센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술” 분야의 주요특허를 참조

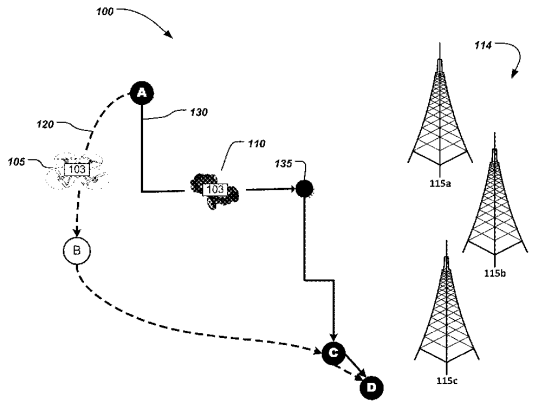
기술분류	드론 및 첨단 계측 센서 연계 재해피해 조사 및 분석 기술 개발	**특허번호 (출원번호)**	US13/373368	**특허번호 (공개번호)**	US20140162598A1
출원인	-	**출원일**	2011.11.10	**공개일**	2014.06.12
발명의 명칭	Customer-controlled instant-response anti-fraud/anti-identity theft devices (with true-personal identity verification), method and systems for secured global applications in personal/business e-banking, e-commerce, e-medical/health insurance checker, e-education/research/invention, e-disaster advisor, e-immigration, e-airport/aircraft security, e-military/e-law enforcement, with or without NFC component and system, with cellular/satellite phone/internet/multi-media functions				
대표도면					
주요내용	개인 식별 증명을 통해 부정 방지, ID 도용을 보호하는 올인원 무선 이동 통신 시스템에 관한 연구임.				
주요 청구항	1. Devices for electronic multi-functional telecommunications, specially dedicated as customer-controlled instant-response anti-fraud and anti-identity theft wireless mobile phones or tablets or PDAs with secured accurate true-personal identity verification, having built-in integrated internal and external components, electrical power supplies with voltage control and electrical power distribution means, data/information reception, and transmission means, recording, storage, retrieval and audio-visual display means, input and output means and controls, analyzer means, language translation interactive means, time and calendar and timer means, data/information audio-visual display means, alert or alarm means, messaging means, monitoring means, GPS means, accelerator means, and with or without built-in NFC means, magnetic card swiping means, and magnetic stripe reader means, audio and audio-visual capture means, data/information input, and output means, means for PIN/password and biometric scanning and capture and input and output, storage and retrieval means, data/information analytical matching and comparator means, imaging means, microphone and speaker means, microprocessor means for processing data/information and program applications.				
피인용 횟수	133				

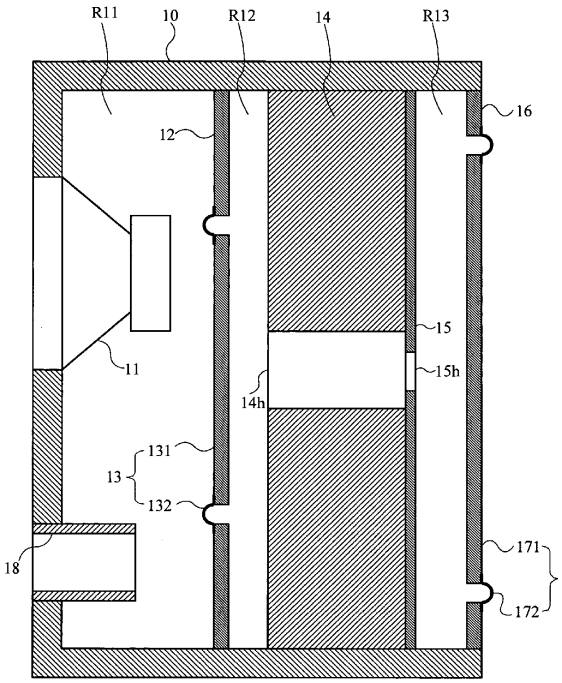
기술분류	드론 및 첨단 계측 센서 연계 재해피해 조사 및 분석 기술 개발	특허번호 (출원번호)	US11/326752	특허번호 (공개번호)	US20060122925A1
출원인	-	출원일	2006.01.06	공개일	2006.06.08
발명의 명칭	System and method for remote asset management(복수 자산 데이터 처리모듈 기반)				
대표도면					
주요내용	무선 모듈 네트워크를 갖춘 안테나 및 식별 모듈과 무선 통신 프로토콜을 통해 통신하는 원격 자산 관리 시스템에 관한 연구임.				
주요 청구항	1. A remote asset management system comprising: at least one programmable wireless module, each having an antenna and an identification module and configured to communicate via a radio communication protocol; a plurality of assets each linked to one of the programmable wireless modules; a remote system server service platform configured to receive remote asset data from at least one of the programmable wireless modules, pass the remote asset data to and from the wireless modules, send messages to at least one of the programmable wireless modules, monitor the programmable wireless modules by requesting and receiving current mode information, and remotely program the programmable wireless modules to control an operational status of the linked assets; and a data processing module located within the at least one programmable wireless module and configured to process messages received by the programmable wireless module, authenticate whether said message was sent by a permitted server service platform, analyze authenticated messages, and carry out asset management instructions included in the message, thereby controlling the operational status of the linked asset.				
피인용 횟수	68				

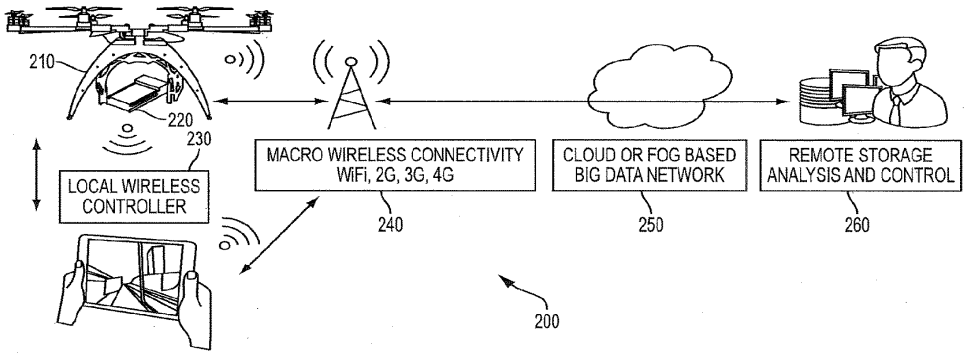
기술분류	드론 및 첨단 계측 센서 연계 재해피해 조사 및 분석 기술 개발	특허번호 (출원번호)	US10/764392	특허번호 (공개번호)	-
출원인	-	출원일	2004.01.23	공개일	-
발명의 명칭	Pump control and management system				
대표도면					
주요내용	배수 펌프를 모니터링하여 보조 제어 및 경보를 제공하는 펌프 제어 및 관리 시스템에 관한 연구임.				
주요 청구항	1. A pump control and management system comprising: a sump pump adapted for pumping water out of a sump pit; a level sensing assembly positioned within the sump pit for detecting a level of water in the sump pit, and a control assembly operationally coupled to said sump pump, said control assembly being operationally coupled to said level sensing assembly, said control assembly activating said sump pump when said level sensing assembly signals that water in the sump pit has reached a predetermined level; and wherein said control assembly periodically performs diagnostic tests of said sump pump to determine operability of said sump pump, said diagnostic tests includes periodic activation of said sump pump and monitoring of current drawing by said sump pump, no current being drawn indicating an open motor or electrical connection failure, initial high current consumption indicating potential binding of an impeller of said sump pump, continuous high current indicating a locked rotor, said control assembly providing a user alarm for each one of no current, initial high current, and continuous high current results of said diagnostic tests.					
피인용 횟수	41				

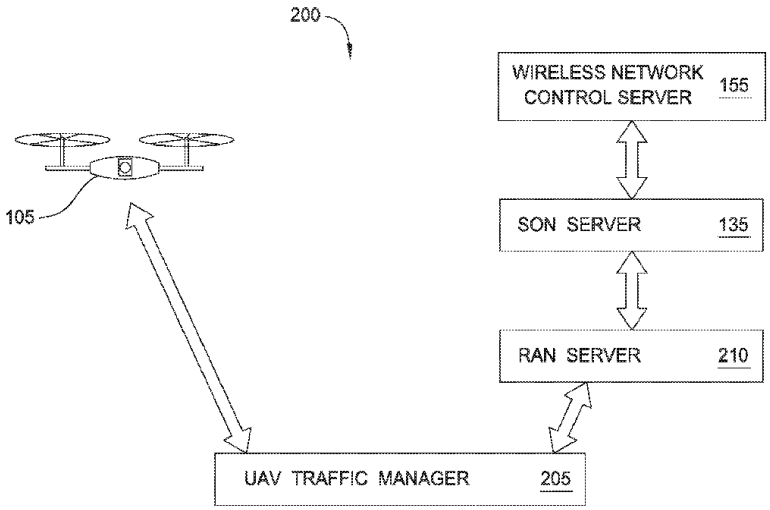
기술분류	드론 및 첨단 계측 센서 연계 재해피해 조사 및 분석 기술 개발	특허번호 (출원번호)	US10/817276	특허번호 (공개번호)	-
출원인	-	출원일	2004.04.02	공개일	-
발명의 명칭	Computer monitoring system for pumps				
대표도면					
주요내용	배수 펌프의 작동을 제어하고 고장을 보고하는 컴퓨터 감시 시스템.				
주요 청구항	1. A pump control and management system interfaced with a conventional information handling system and operationally coupled to a sump pump comprising: a level sensing assembly positioned within the sump pit for detecting a level of water in the sump pit; a control interface program operationally interacting with the conventional information handling system, said control interface program being operationally coupled to the sump pump through the conventional information handling system, said control interface program being operationally coupled to said level sensing assembly through the conventional information handling system, said control interface program activating the sump pump when said level sensing assembly signals that water in the sump pit has reached a predetermined level; and at least one local sensor for detecting a water level outside of the sump pit, said local sensor being operationally coupled to said control interface program through the conventional information handling system.				
피인용 횟수	24				

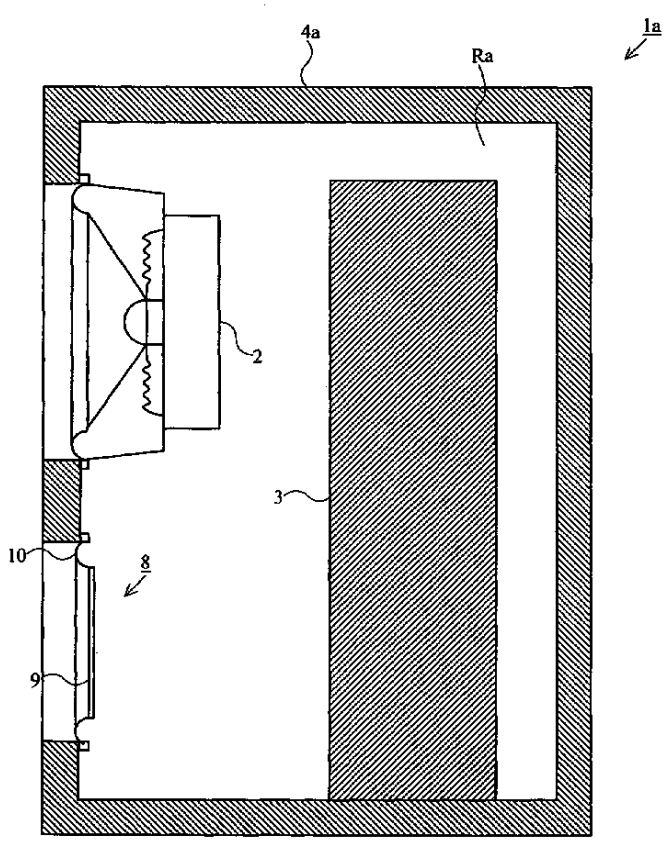
(라) (스마트 하천관리를 위한) 하천조사 전문 드론 기술 검증 및 법제화

기술분류	(스마트 하천관리를 위한) 하천조사 전문 드론 기술 검증 및 법제화	특허번호 (출원번호)	US14/310261	특허번호 (공개번호)	US20150370251A1
출원인	Verizon Telematics Inc.	출원일	2014.06.20	공개일	2015.12.24
발명의 명칭	Method and system for drone deliveries to vehicles in route				
대표도면					
주요내용	트랜시버를 통해 드론과 차량의 정보를 통신하고 픽업 위치를 식별하고 업데이트하는 방법에 관한 연구임.				
주요 청구항	1. A system comprising:a server configured to:communicate, by way of a network, vehicle information with a vehicle transceiver of a vehicle moving along a vehicle route, wherein the vehicle information at least includes a vehicle location, andcommunicate, by way of the network, drone information with a drone transceiver of a drone moving along a drone route, the drone transceiver including a coarse-grain transceiver for communication with the network and a fine-grain transceiver for communication with the vehicle transceiver, wherein the drone information at least includes a drone location, wherein the coarse-grain transceiver of the drone transceiver is configured for cellular communication with the network to rendezvous with the vehicle and the fine-grain transceiver of the drone transceiver is configured for direct wireless communication with the vehicle transceiver to engage a docking station; anda computing device with a memory and a processor configured to:communicatively connect with the server,process the vehicle information and the drone information,identify a plurality of pickup locations based in part on the vehicle information and drone information,select at least one of the plurality of pickup locations based in part on a priority score associated with a travel time to or wait time for each of the plurality of pickup locations, andupdate the drone route based in part on the selected pickup location and the vehicle location relative to the drone location.				
피인용 횟수	38				

기술분류	(스마트 하천관리를 위한) 하천조사 전문 드론 기술 검증 및 법제화	특허번호 (출원번호)	US10/583323	특허번호 (공개번호)	US20070127760A1
출원인	Panasonic Corporation	출원일	2005.03.23	공개일	2007.06.07
발명의 명칭	Speaker system				
대표도면					
주요내용	압력 변동을 억제하고 스피커 시스템 주변 온도와 대기압 변화에 기인하는 직류 성분의 압력 변동을 저감하는 방법에 관한 연구임.				
주요 청구항	1. A speaker system comprising: a cabinet in which a sealed chamber sealed from outside air is formed in at least a portion of an interior chamber of the cabinet; a speaker unit provided in a first opening formed in the cabinet; an adsorption member, disposed in the sealed chamber of the cabinet, for physically adsorbing gas in the sealed chamber; and a variable mechanism, provided in a second opening, different from the first opening, formed in the cabinet, for varying a volume of the sealed chamber of the cabinet in accordance with at least a pressure variation of a direct current component, the pressure variation occurring in the sealed chamber, wherein the variable mechanism includes a plate member, and a supporting member, fixed on the second opening, for supporting the plate member such that the plate member is capable of being displaced in a direction in which the volume of the sealed chamber increases or decreases, wherein the interior chamber of the cabinet is formed only by the sealed chamber, wherein the plate member of the variable mechanism is displaced, more easily than a diaphragm of the speaker unit, in accordance with at least the pressure variation of the direct current component, the pressure variation occurring in the sealed chamber, in the direction in which the volume of the sealed chamber increases or decreases, and wherein a resonance frequency of the variable mechanism is lower than that of the speaker unit.					
피인용 횟수	37				

기술분류	(스마트 하천관리를 위한) 하천조사 전문 드론 기술 검증 및 법제화	특허번호 (출원번호)	US14/689979	특허번호 (공개번호)	US20150304869A1
출원인	PC-TEL, INC.	출원일	2015.04.17	공개일	2015.10.22
발명의 명칭	System, apparatus, and method for the measurement, collection, and analysis of radio signals utilizing unmanned aerial vehicles				
대표도면					
주요내용	무선 신호의 측정, 수집, 분석을 위한 시스템, 장치 및 방법에 관한 연구임.				
주요 청구항	1. A system comprising:a transport host device; anda scanning device connected to the transport host device,wherein the scanning device autonomously collects radio data from at least one wireless network,wherein the transport host device, autonomously or via remote control, transports the scanning device to target locations that enable the scanning device to collect the radio data from the at least one wireless network,wherein the scanning device dynamically generates a flight path or a secondary flight path for the transport host device based on the radio data and an analysis thereof,wherein the analysis of the radio data includes generating an RF three-dimensional model representing the radio data and identifying at least one gap in the three-dimensional model, andwherein dynamically generating the secondary flight path includes identifying the target locations corresponding to the at least one gap and instructing the transport host device to return to the target locations corresponding to the at least one gap for the scanning device to re-collect the radio data until the at least one gap is reconciled.				
피인용 횟수	26				

기술분류	(스마트 하천관리를 위한) 하천조사 전문 드론 기술 검증 및 법제화	특허번호 (출원번호)	US14/854534	특허번호 (공개번호)	-
출원인	Cisco Technology, Inc.	출원일	2015.09.15	공개일	-
발명의 명칭	Closed-loop optimization of a wireless network using an autonomous vehicle				
대표도면					
주요내용	무인기를 통해 실시간 폐쇄 루프 시스템을 적용하여 무선 네트워크를 최적화하는 방법에 관한 연구임.				
주요 청구항	1. A method comprising:transmitting a path to a drone;receiving, at a self-organizing network (SON), RF data measured by the drone while traversing the path;upon determining a problem in a wireless network based on the received RF data, transmitting an action to change a parameter of a wireless network;after transmitting the action to change the parameter, instructing the drone via the SON to measure updated RF data at a location on the path corresponding to the problem;evaluating the updated RF data at the SON to determine whether the problem was resolved;transmitting a scanner profile from the SON to the drone, the scanner profile identifying one or more frequencies to be scanned by the drone to generate the RF data; andtransmitting an attenuation profile from the SON to the drone, the attenuation profile providing parameters for processing the RF data based on environmental conditions along the path.				
피인용 횟수	20				

기술분류	(스마트 하천관리를 위한) 하천조사 전문 드론 기술 검증 및 법제화	특허번호 (출원번호)	US10/594504	특허번호 (공개번호)	US20070147645A1
출원인	Panasonic Corporation	출원일	2005.03.24	공개일	2007.06.28
발명의 명칭	Loudspeaker system				
대표도면					
주요내용	특정 주파수의 소리에 공명하여 위상을 반전시켜 소리를 방출하는 위상 반전기구에 관한 연구임.				
주요 청구항	1. A loudspeaker system, comprising: a cabinet; a loudspeaker unit fitted to the cabinet; an absorbent which is disposed inside a hollow chamber within the cabinet and physically absorbs a gas inside this hollow chamber; and a phase inverting mechanism which inverts the phase by resonating with a sound of a specific frequency radiated from the loudspeaker unit into the hollow chamber and radiates this sound to outside, wherein the phase inverting mechanism includes watertight means for preventing invasion of moisture into inside the hollow chamber from outside the cabinet through the phase inverting mechanism.				
피인용 횟수	18				

2. 논문동향 분석

가. 분석 개요

□ 하천드론 기술 관련 2개 대분류, 9개 중분류 기술에 대하여 '02년 이후에 게재된 논문을 분석 대상으로 설정함

대분류	중분류
ICT 기술 연계 스마트 하천 분야 융복합 관리기술	첨단센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술 Multi-sided river monitoring technology linked with high-tech sensors and mobile robots
	초연결 IoT 기반 수리/수문/환경 계측 네트워크 구축 기술 based on hyper-connected IoT
	빅데이터 기반 정보 관리 및 공급 기술 Information management and delivery technology based on Big data
	인공지능 기반 융복합적 하천 해석 기술 Converging (or Convergence) rivery analysis technology based Artificial Intelligence
	원격제어 기반 지능형 하천관리 및 예측 기술 Intelligent river management and forecasting technology based on remote-control (wireless-control)
하천조사 최적화 드론시스템 및 첨단 계측 핵심기술	스마트 하천관리 최적화 드론시스템 및 운영 기술 River drone system and managing technology optimized to Smart River Management
	드론을 이용한 하천공간 및 특성 정보 스마트 조사 분석 기술 Smart surveying technology of river and riverine space characteristics and hydraulic information by river-drone
	드론 및 첨단 계측 센서 연계 재해피해 조사 및 분석 기술 개발 Disaster survey and analysis technology linked with drones and high-tech sensors
	(스마트 하천관리를 위한) 하천조사 전문 드론 기술 검증 및 법제화 Technology inspection and legislation linked with river-drone for Smart River Management

□ 사용 DB는 Thomson DB 논문검색시스템으로, 중분류별로 논문 정보를 수집하여 추이 분석을 수행하고, 국가별 논문정보를 수집하여 국가별・연도별 게재 추세 분석을 수행하였음

분석대상	내용
기술	하천드론 기술 관련 2개 대분류, 9개 중분류
국가	주요 4개국(미국, 유럽, 한국, 일본) 및 기타 국가
DATA	Thomson DB 등재 논문
적용기간	발간일 기준 2002. 01. 01. ~ 2016. 12. 31.
활용DB	Thomson DB (www.thomsoninnovation.com)

나. 총괄 분석

(1) ICT 기술 연계 스마트 하천 분야 융복합 관리기술

(가) 논문 게재 추이

□ ICT 기술 연계 스마트 하천 분야 융복합 관리기술 관련 논문게재건수는 '02년 32건에서 '16년 172건으로 증가함

○ ICT 기술 연계 스마트 하천 분야 융복합 관리기술 관련 논문은 '02년부터 '16년까지 총 1,343건 게재된 것으로 분석됨

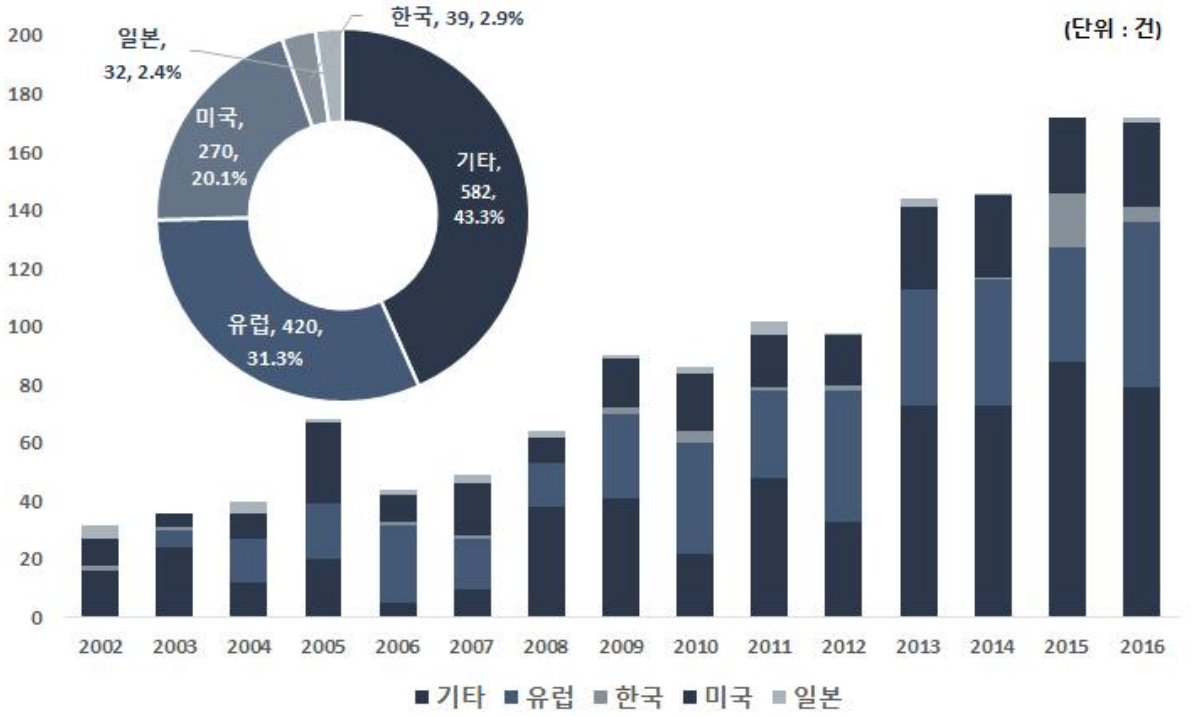
○ '02~'16년의 기간 동안 일부 증감을 반복하고 있으나 전반적으로 증가하는 추세에 있는 것으로 나타남



<ICT 기술 연계 스마트 하천 분야 융복합 관리기술 연도별 논문게재건수(`02~`16)>

□ ICT 기술 연계 스마트 하천 분야 융복합 관리기술 관련 논문게재 건수 중 유럽이 가장 큰 비중을 차지하고 있는 것으로 나타남

○ 유럽(31.3%), 미국(20.1%), 일본(2.4%), 한국(2.9%) 및 일본(2.4%) 순으로 나타남



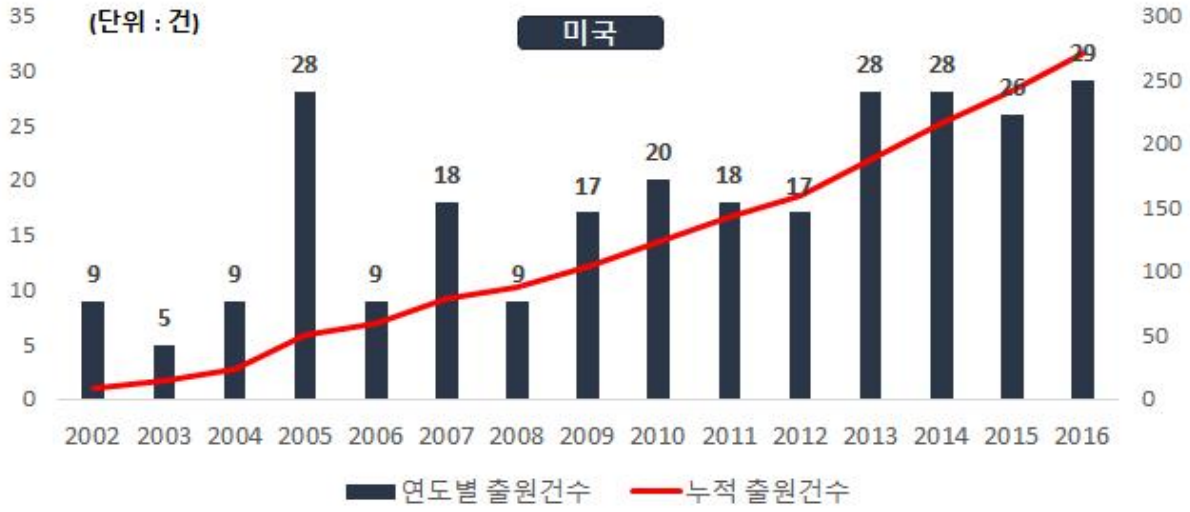
<ICT 기술 연계 스마트 하천 분야 융복합 관리기술 관련 연도별 국가별 논문게재건수(`02~`16)>

○ 유럽의 논문게재건수는 일부 하락세를 보이는 기간이 있었으나 '02~'16년의 기간 동안 전반적으로 증가하는 추세를 보이고 있음



<ICT 기술 연계 스마트 하천 분야 융복합 관리기술 관련 연도별 논문게재건수(유럽, `02~`16)>

○ 미국의 논문게재건수는 증감을 반복하는 가운데 전반적으로 증가하는 추세에 있으며, ‘16년 연간 최대 게재 건수인 29건을 기록함



〈ICT 기술 연계 스마트 하천 분야 융복합 관리기술 관련 연도별 논문게재건수(미국, `02~`16)〉

○ 한국의 논문게재건수는 19건을 기록한 ‘19년을 제외하면 연간 1~5건에 머무르고 있으며 증감을 반복하는 것으로 나타남



〈ICT 기술 연계 스마트 하천 분야 융복합 관리기술관련 연도별 논문게재건수(한국, `02~`16)〉

○ 일본의 논문게재건수는 일부 등락을 거듭하는 가운데 연간 5건 이하의 게재건수를 보이고 있음

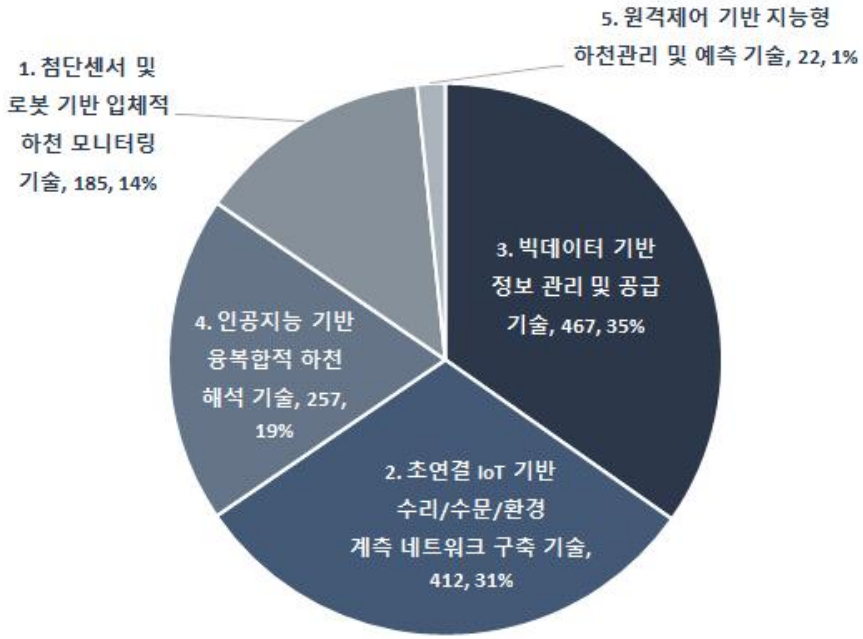


<ICT 기술 연계 스마트 하천 분야 융복합 관리기술 관련 연도별 논문게재건수(일본, `02~`16)>

(나) 기술분야별 게재비중

□ '02년부터 '16년 기간 동안 '빅데이터 기반 정보 관리 및 공급 기술 분야에서 가장 많은 게재활동이 이루어지고 있는 것으로 나타남

○ '빅데이터 기반 정보 관리 및 공급 기술' 분야 다음으로 많은 게재건수를 보이고 있는 분야는 '초연결 IoT 기반 수리/수문/환경 계측 네트워크 구축 기술' 분야로, 총 412건이 게재되어 31%의 비중을 차지함



<ICT 기술 연계 스마트 하천 분야 융복합 관리기술 기술의 중분류별 게재비중>

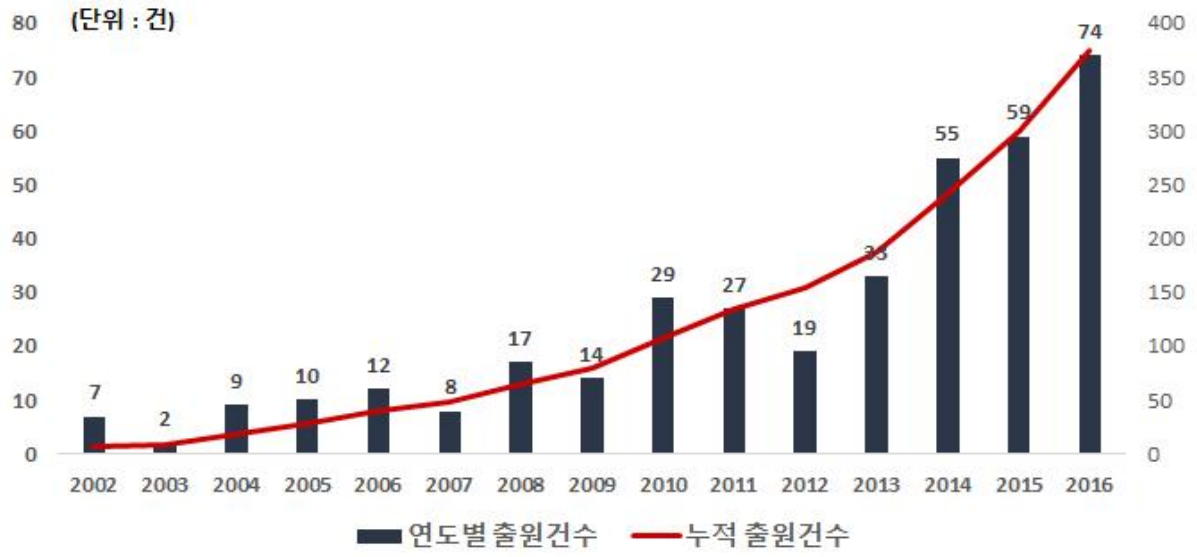
(2) 하천조사 최적화 드론시스템 및 첨단 계측 핵심기술

(가) 논문 게재 추이

□ 하천조사 최적화 드론시스템 및 첨단 계측 핵심기술 관련 논문게재건수는 ‘02년 7건에서 ‘16년 74건으로 증가함

○ 하천조사 최적화 드론시스템 및 첨단 계측 핵심기술 관련 논문은 ‘02년부터 ‘16년까지 총 375건 게재된 것으로 나타남

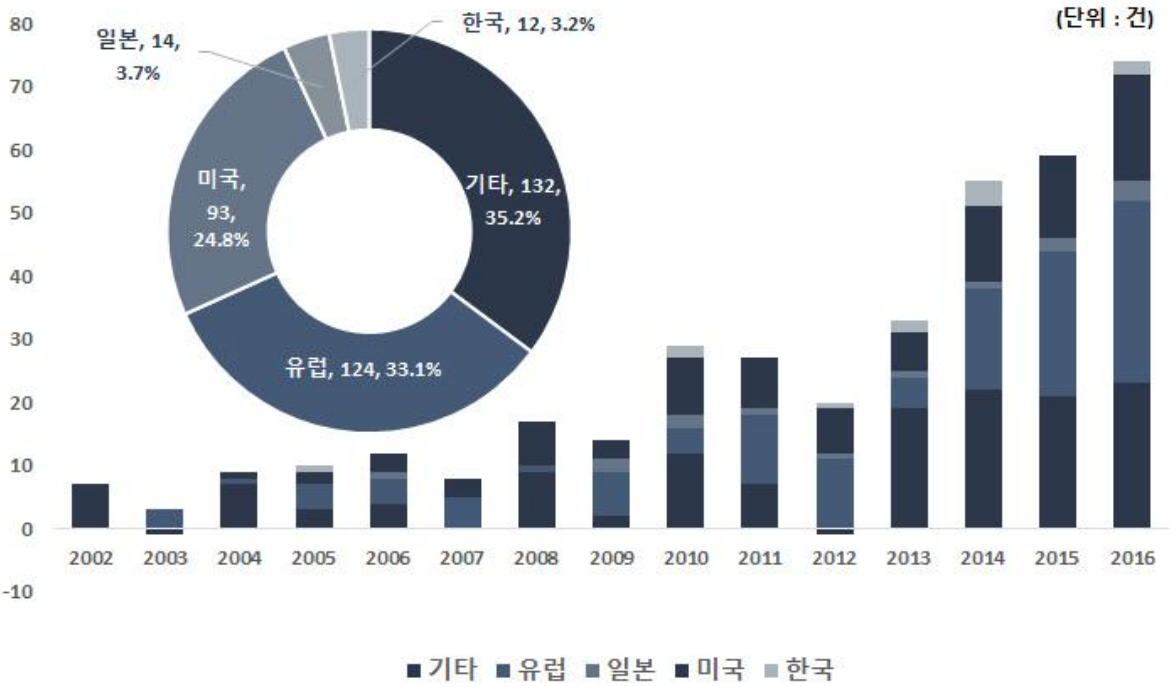
○ ‘02~‘16년의 기간 동안 일부 증감을 반복하는 기간이 존재하나, 전반적으로 증가하는 추세에 있는 것으로 분석됨



<하천조사 최적화 드론시스템 및 첨단 계측 핵심기술 연도별 논문게재건수(`02~`16)>

□ 하천조사 최적화 드론시스템 및 첨단 계측 핵심기술 관련 게재 논문 중 유럽이 가장 큰 비중을 차지하고 있는 것으로 나타남

○ 유럽(33.1%), 미국(24.8%), 일본(3.7%), 한국(3.2%) 순으로 높은 비중을 차지하고 있음



<하천조사 최적화 드론시스템 및 첨단 계측 핵심기술 관련 연도별 국가별 논문게재건수(`02~`16)>

○ 유럽의 논문게재건수는 전반적으로 꾸준히 증가하는 추세를 보이고 있으며, '16년에는 연간 게재건수 29건으로 최대치를 기록함



<하천조사 최적화 드론시스템 및 첨단 계측 핵심기술 관련 연도별 논문게재건수(유럽, `02~`16)>

○ 미국의 논문게재건수는 '10~13년의 기간 동안 감소세가 나타났으나, 전반적으로 증가하는 추세를 보임



<하천조사 최적화 드론시스템 및 첨단 계측 핵심기술 관련 연도별 논문게재건수(유럽, `02~`16)>

○ 일본의 논문게재건수는 매년 1~3건에서 정체되어 있는 것으로 조사됨



<하천조사 최적화 드론시스템 및 첨단 계측 핵심기술 관련 연도별 논문게재건수(유럽, `02~`16)>

○ 한국의 논문게재건수는 '10년 이전까지는 한 건에 머물렀으나, '10년 이후에 총 11건이 게재되었음

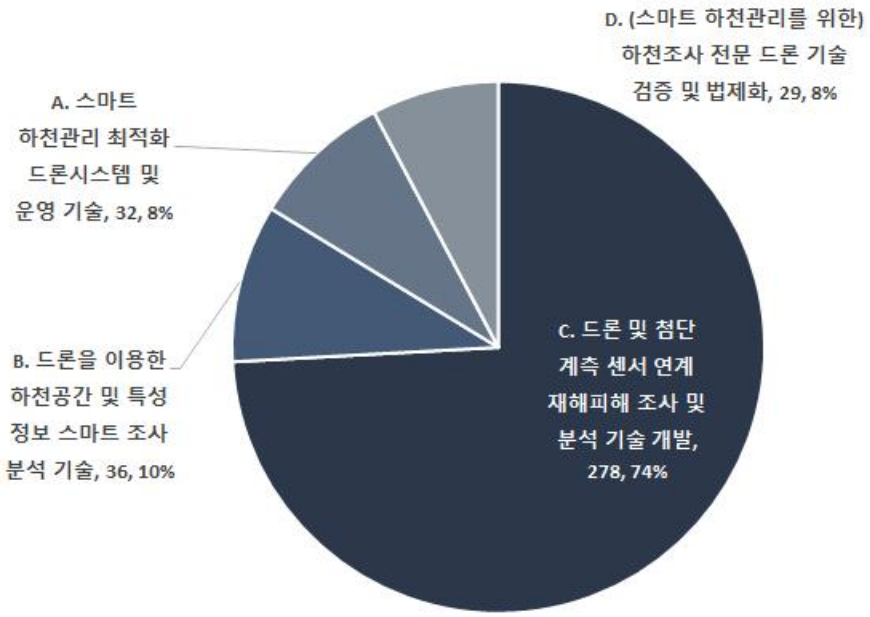


<하천조사 최적화 드론시스템 및 첨단 계측 핵심기술 관련 연도별 논문게재건수(유럽, `02~`16)>

(나) 기술분야별 게재비중

□ '02년부터 '16년 기간 동안 '드론 및 첨단 계측 센서 연계 재해피해 조사 및 분석 기술 개발' 분야에서 가장 많은 게재활동이 이루어지고 있는 것으로 나타남

○ '드론 및 첨단 계측 센서 연계 재해피해 조사 및 분석 기술 개발' 다음으로 '드론을 이용한 하천공간 및 특성 정보 스마트 조사 분석 기술' 분야의 게재 건수가 36건으로 전체의 10%를 차지함



<하천조사 최적화 드론시스템 및 첨단 계측 핵심기술의 중분류별 게재비중>

다. 분야별 분석

(1) ICT 기술 연계 스마트 하천 분야 융복합 관리기술분야

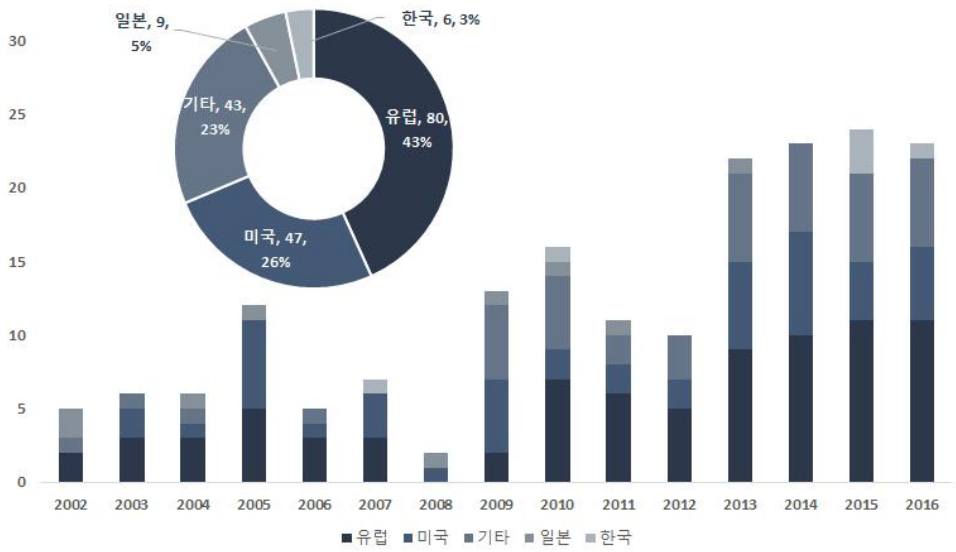
(가) 첨단센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술

□ 첨단센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술의 연도별 게재건수는 일부 등락을 반복하는 가운데 점진적으로 증가하는 추세에 있으며, '15년에 가장 많은 24건의 게재 수를 기록함



<첨단센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술의 연도별 논문게재건수(`02~`16)>

□ 조사 기간 中 유럽지역이 전체 게재 건수의 80%를 차지하여 가장 많은 비중을 차지하는 것으로 나타남



<첨단센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술 관련 연도별 국가별 논문게재건수(`02~`16)>

□ 피인용 횟수 상위 5개 논문 분석 결과, 가장 많은 인용 횟수를 보인 논문의 총 인용횟수는 145회임

<첨단센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술 관련 피인용횟수 상위 5개 논문 목록>

※ 논문별 상세 정보는 '라. 분야별 주요논문' 절 참고

제목	저자	국가	피인용횟수
Improving runoff prediction through the assimilation of the ASCAT soil moisture product	Brocca, L | Melone, F | Moramarco, T | Wagner, W | Naeimi, V | Bartalis, Z | Hasenauer, S	이탈리아	145
Application of remote sensing in flood management with special reference to monsoon Asia: A review	Sanyal, J | Lu, XX	싱가폴	123
Time-diffusion synchronization protocol for wireless sensor networks	Su, WL | Akyildiz, IF	미국	121
Evaluating the potential for measuring river discharge from space	Bjerklie, DM | Dingman, SL | Vorosmarty, CJ | Bolster, CH | Congalton, RG	미국	116
Remote survey of large-scale braided, gravel-bed rivers using digital photogrammetry and image analysis	Westaway, RM | Lane, SN | Hicks, DM	영국	81

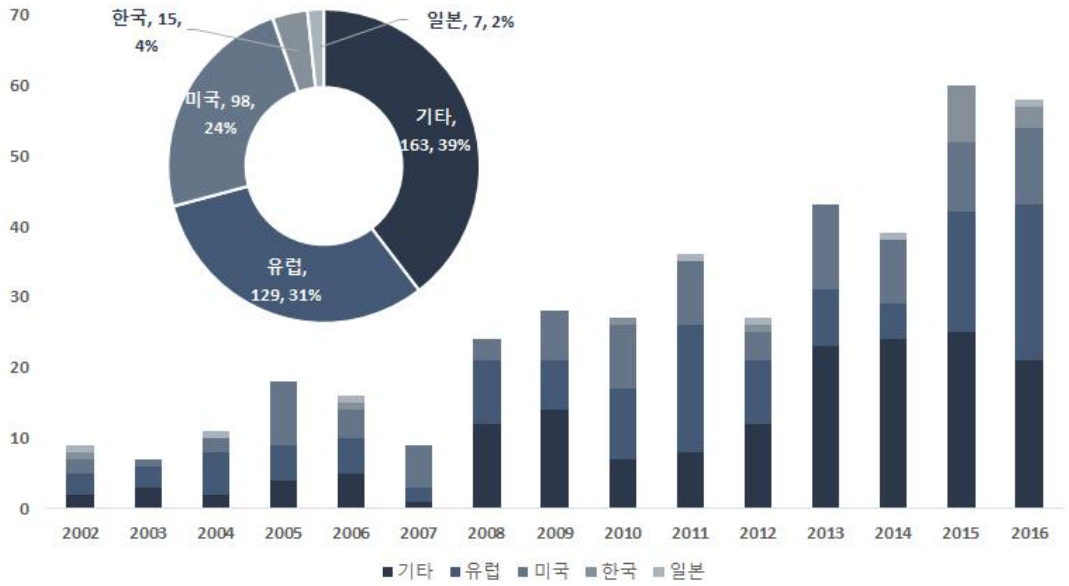
(나) 초연결 IoT 기반 수리/수문/환경 계측 네트워크 구축 기술

□ 초연결 IoT 기반 수리/수문/환경 계측 네트워크 구축 기술의 연도별 게재건수는 일부 등락을 반복하는 가운데 전반적으로 증가하는 추세에 있으며, '15년에 가장 많은 60건의 게재 수를 기록함



<초연결 IoT 기반 수리/수문/환경 계측 네트워크 기술의 연도별 논문게재건수(`02~`16)>

□ 조사 기간 中 주요 4개국을 제외한 기타 지역에서의 게재 건수가 가장 많은 것으로 나타났으며, 주요 4개국 중에서는 유럽(31%), 미국(24%), 한국(4%), 일본(2%) 순으로 많은 비중을 차지하는 것으로 나타남



<초연결 IoT 기반 수리/수문/환경 계측 네트워크 기술 관련 연도별 국가별 논문게재건수(`02~`16)>

□ 피인용 횟수 상위 5개 논문 분석 결과, 가장 많은 인용 횟수를 보인 논문의 총 인용횟수는 878회임

<초연결 IoT 기반 수리/수문/환경 계측 네트워크 구축 기술 관련 피인용횟수 상위 5개 논문 목록>

※ 논문별 상세 정보는 '라. 분야별 주요논문' 절 참고

제목	저자	국가	피인용횟수
Digital change detection methods in ecosystem monitoring: a review	Coppin, P | Jonckheere, I | Nackaerts, K | Muys, B | Lambin, E	벨기에	878
Selecting among five common modelling approaches for integrated environmental assessment and management	Kelly, RA | Jakeman, AJ | Barreteau, O | Borsuk, ME | ElSawah, S | Hamilton, SH | Henriksen, HJ | Kuikka, S | Maier, HR | Rizzoli, AE | Delden, H | Voinov, AA	호주	166
Support vector regression for real-time flood stage forecasting	Yu, PS | Chen, ST | Chang, IF	대만	164
Parameterisation and evaluation of a Bayesian network for use in an ecological risk assessment	Pollino, CA | Woodberry, O | Nicholson, A | Korb, K | Hart, BT	호주	164
Multiscale River Environment Classification for water resources management	Snelder, TH | Biggs, BJF	뉴질랜드	158

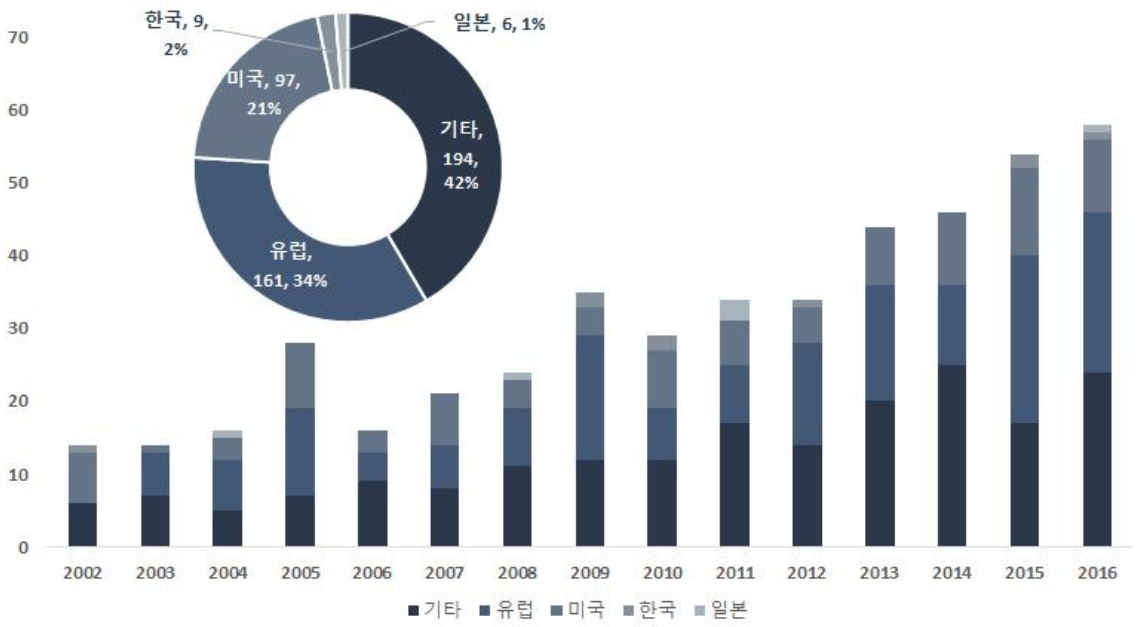
(다) 빅데이터 기반 정보 관리 및 공급 기술

□ 빅데이터 기반 정보 관리 및 공급 기술의 연도별 게재건수는 전반적으로 증가하는 추세에 있으며, ‘16년에 가장 많은 58건의 게재 수를 기록함



<빅데이터 기반 정보 관리 및 공급 기술의 연도별 논문게재건수(`02~`16)>

□ 조사 기간 中 주요 4개국을 제외한 기타 지역에서의 게재 건수가 가장 많은 것으로 나타났으며, 주요 4개국 중에서는 유럽(34%), 미국(21%), 한국(2%), 일본(1%) 순으로 많은 비중을 차지하는 것으로 나타남



<빅데이터 기반 정보 관리 및 공급 기술 관련 연도별 국가별 논문게재건수(`02~`16)>

□ 피인용 횟수 상위 5개 논문 분석 결과, 가장 많은 인용 횟수를 보인 논문의 총 인용횟수는 555회임

<빅데이터 기반 정보 관리 및 공급 기술 관련 피인용횟수 상위 5개 논문 목록>

※ 논문별 상세 정보는 '라. 분야별 주요논문' 절 참고

제목	저자	국가	피인용횟수
The influence of autocorrelation on the ability to detect trend in hydrological series	Yue, S | Pilon, P | Phinney, B | Cavadias, G	캐나다	555
A review on emerging contaminants in wastewaters and the environment: Current knowledge, understudied areas and recommendations for future monitoring	Petrie, B | Barden, R | Kasprzyk-Hordern, B	영국	186
Selecting among five common modelling approaches for integrated environmental assessment and management	Kelly, RA | Jakeman, AJ | Barreteau, O | Borsuk, ME | ElSawah, S | Hamilton, SH | Henriksen, HJ | Kuikka, S | Maier, HR | Rizzoli, AE | Delden, H | Voinov, AA	호주	166
River flow modeling using artificial neural networks	Kisi, O	터키	156
Methodology for construction, calibration and validation of a national hydrological model for Denmark	Henriksen, HJ | Troldborg, L | Nyegaard, P | Sonnenborg, TO | Refsgaard, JC | Madsen, B	덴마크	151

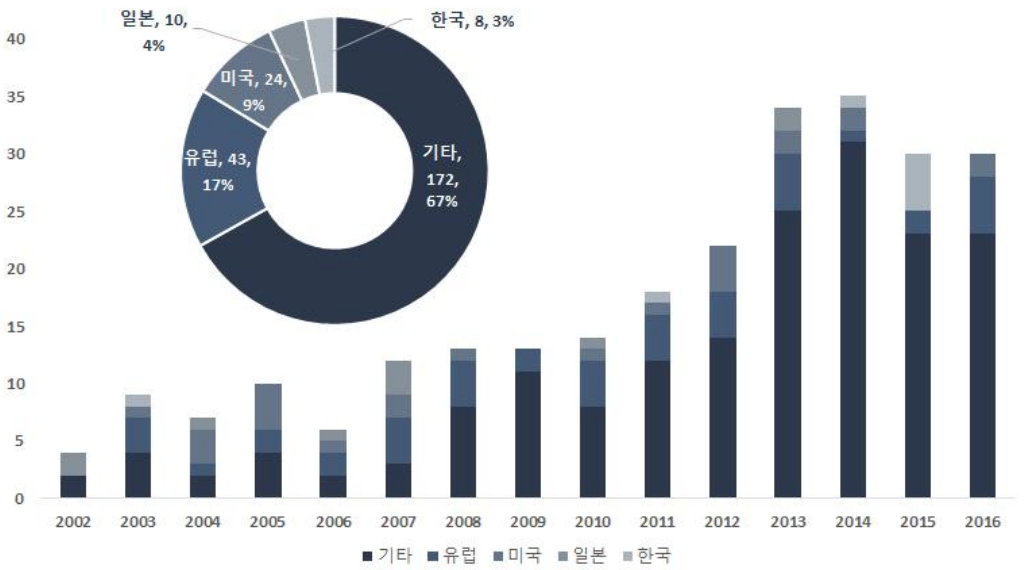
(라) 인공지능 기반 융복합적 하천 해석 기술

□ 인공지능 기반 융복합적 하천 해석 기술 관련 논문의 연도별 게재건수는 전반적으로 증가하는 추세에 있으며, '14년에 가장 많은 35건의 게재 수를 기록함



<인공지능 기반 융복합적 하천 해석 기술의 연도별 논문게재건수(`02~`16)>

□ 조사 기간 中 주요 4개국을 제외한 기타 지역에서의 게재 건수가 가장 많은 것으로 나타났으며, 주요 4개국 중에서는 유럽(17%), 미국(9%), 일본(4%), 한국(3%) 순으로 많은 비중을 차지하는 것으로 나타남



<인공지능 기반 융복합적 하천 해석 기술 관련 연도별 국가별 논문게재건수(`02~`16)>

□ 피인용 횟수 상위 5개 논문 분석 결과, 가장 많은 인용 횟수를 보인 논문의 총 인용횟수는 164회임

<인공지능 기반 융복합적 하천 해석 기술 관련 피인용횟수 상위 5개 논문 목록>

※ 논문별 상세 정보는 '라. 분야별 주요논문' 절 참고

제목	저자	국가	피인용횟수
Support vector regression for real-time flood stage forecasting	Yu, PS | Chen, ST | Chang, IF	대만	164
M5 model trees and neural networks: Application to flood forecasting in the upper reach of the Huai River in China	Solomatine, DP | Xue, YP	네덜란드	98
Two hybrid Artificial Intelligence approaches for modeling rainfall-runoff process	Nourani, V | Kisi, O | Komasi, M	이란	96
Application of generalized regression neural networks to intermittent flow forecasting and estimation	Cigizoglu, HK	터키	84
Applications of hybrid wavelet-Artificial Intelligence models in hydrology: A review	Nourani, V | Baghanam, AH | Adamowski, J | Kisi, O	이란	78

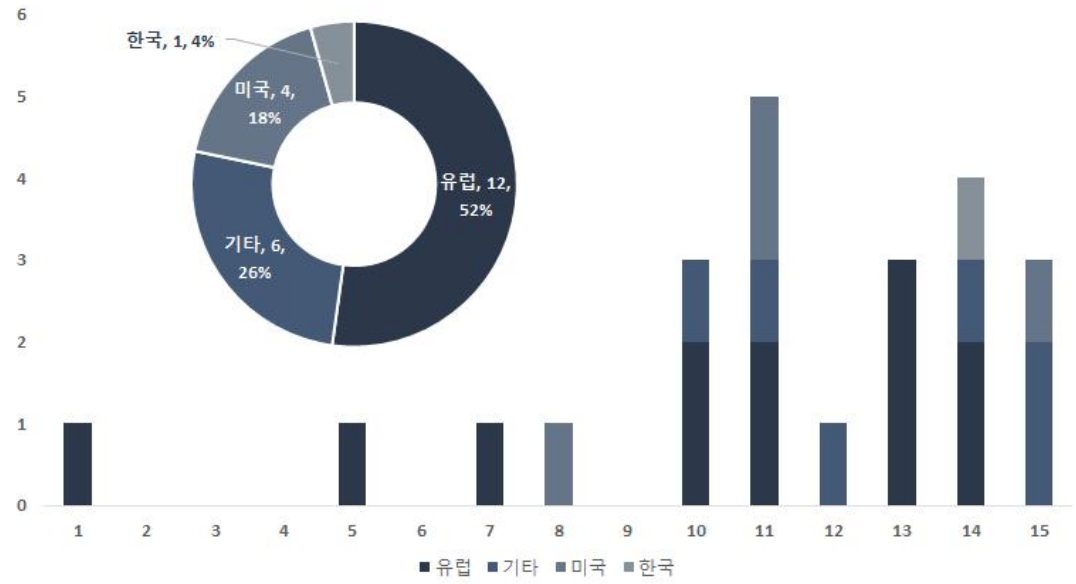
(마) 원격제어 기반 지능형 하천관리 및 예측 기술

□ 원격제어 기반 지능형 하천관리 및 예측 기술 관련 논문의 연도별 게재건수는 등락을 반복하는 가운데 연간 한자리수의 게재를 보이고 있으며, '12년에 가장 많은 5건의 게재 수를 기록함



<원격제어 기반 지능형 하천관리 및 예측 기술의 연도별 논문게재건수(`02~`16)>

□ 조사 기간 中 유럽 지역이 전체 게재 건수의 52%로 가장 많은 비중을 차지하는 것으로 나타났으며, 기타지역(26%), 미국(18%), 한국(4%) 순으로 많은 비중을 차지하는 것으로 나타남



<원격제어 기반 지능형 하천관리 및 예측 기술 관련 연도별 국가별 논문게재건수(`02~`16)>

□ 피인용 횟수 상위 5개 논문 분석 결과, 가장 많은 인용 횟수를 보인 논문의 총 인용횟수는 63회임

<원격제어 기반 지능형 하천관리 및 예측 기술 관련 피인용횟수 상위 5개 논문 목록>

※ 논문별 상세 정보는 '라. 분야별 주요논문' 절 참고

제목	저자	국가	피인용횟수
A hybrid object-based classification approach for mapping urban sprawl in periurban environment	Jacquin, A | Misakova, L | Gay, M	프랑스	63
Spatial prediction of flood susceptible areas using rule based decision tree (DT) and a novel ensemble bivariate and multivariate statistical models in GIS	Tehrany, MS | Pradhan, B | Jebur, MN	말레이시아	59
Modeling snowmelt-runoff under climate scenarios in the Hunza River basin, Karakoram Range, Northern Pakistan	Tahir, AA | Chevallier, P | Arnaud, Y | Neppel, L | Ahmad, B	프랑스	48
Selecting and conserving lands for biodiversity: The role of remote sensing	Wiens, J | Sutter, R | Anderson, M | Blanchard, J | Barnett, A | Aguilar-Amuchastegui, N | Avery, C | Laine, S	미국	40
Calibration of satellite measurements of river discharge using a global hydrology model	Brakenridge, GR | Cohen, S | Kettner, AJ | De Groeve, T | Nghiem, SV | Syvitski, JPM | Fekete, BM	미국	24

(2) 하천조사 최적화 드론시스템 및 첨단 계측 핵심기술

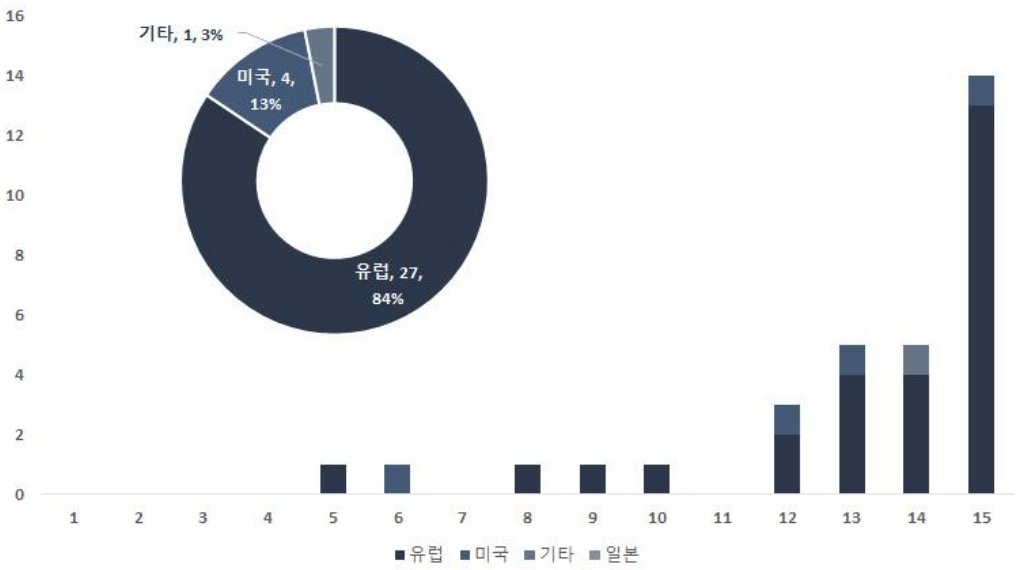
(가) 스마트 하천관리 최적화 드론시스템 및 운영 기술

□ 스마트 하천관리 최적화 드론시스템 및 운영 기술 관련 논문의 연도별 게재건수는 증가 추세에 있으며, ‘16년에는 가장 많은 14건의 게재건수를 기록함



〈스마트 하천관리 최적화 드론시스템 및 운영 기술의 연도별 논문게재건수(`02~`16)〉

□ 조사 기간 中 유럽 지역이 전체 게재 건수의 84%로 가장 많은 비중을 차지하는 것으로 나타났으며, 미국(13%), 기타지역(3%) 순으로 많은 비중을 차지하는 것으로 나타남



〈스마트 하천관리 최적화 드론시스템 및 운영 기술 관련 연도별 국가별 논문게재건수(`02~`16)〉

□ 피인용 횟수 상위 5개 논문 분석 결과, 가장 많은 인용 횟수를 보인 논문의 총 인용횟수는 49회임

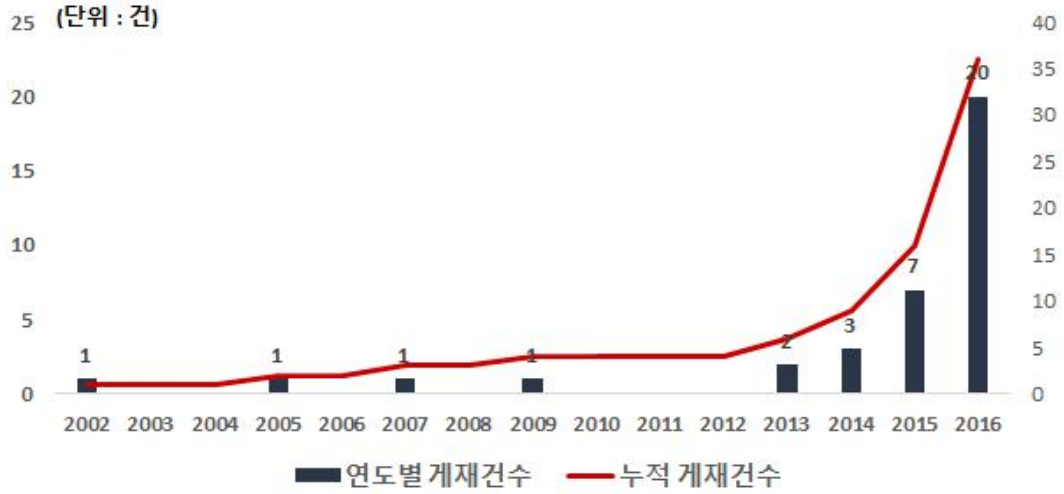
<스마트 하천관리 최적화 드론시스템 및 운영 기술 관련 피인용횟수 상위 5개 논문 목록>

※ 논문별 상세 정보는 '라. 분야별 주요논문' 절 참고

제목	저자	국가	피인용횟수
Focusing of Airborne Synthetic Aperture Radar Data From Highly Nonlinear Flight Tracks	Frey, O | Magnard, C | Ruegg, M | Meier, E	스위스	49
Using Unmanned Aerial Vehicles (UAV) to Quantify Spatial Gap Patterns in Forests	Getzin, S | Nuske, RS | Wiegand, K	독일	22
The labor of surveillance and bureaucratized killing: new subjectivities of military drone operators	Asaro, PM	미국	18
Prediction of water temperature heterogeneity of braided rivers using very high resolution thermal infrared (TIR) images	Wawrzyniak, V | Piegay, H | Allemand, P | Vaudor, L | Grandjean, P	프랑스	15
A General Purpose Configurable Controller for Indoors and Outdoors GPS-Denied Navigation for Multirotor Unmanned Aerial Vehicles	Pestana, J | Mellado-Bataller, I | Sanchez-Lopez, JL | Fu, CH | Mondragon, IF | Campoy, P	스페인	11

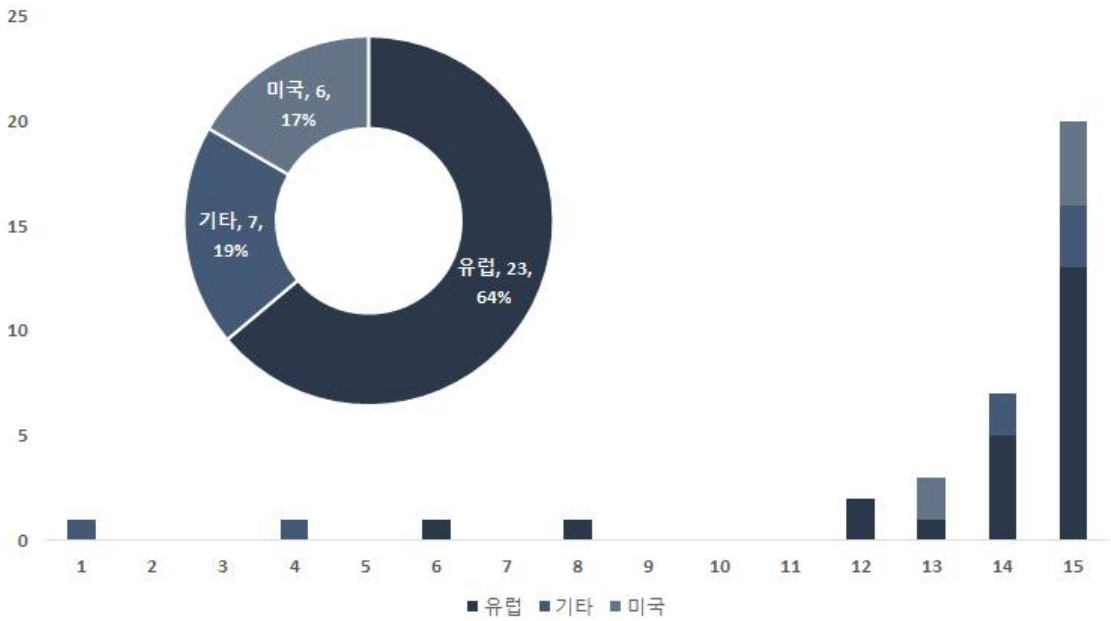
(나) 드론을 이용한 하천공간 및 특성 정보 스마트 조사 분석 기술

□ 드론을 이용한 하천공간 및 특성 정보 스마트 조사 분석 기술 관련 논문의 연도별 게재건수는 '15년 이전에는 한자리수 대에 머물렀으나, '16년에는 급증하여 20건의 게재를 기록함



<드론을 이용한 하천공간 및 특성 정보 스마트 조사 분석 기술의 연도별 논문게재건수(`02~`16)>

□ 조사 기간 中 유럽 지역이 전체 게재 건수의 64%로 가장 많은 비중을 차지하는 것으로 나타났으며, 기타지역(19%), 미국(17%) 순으로 많은 비중을 차지하는 것으로 나타남



<드론을 이용한 하천공간 및 특성 정보 스마트 조사 분석 기술관련 연도별 국가별 논문게재건수(`02~`16)>

□ 피인용 횟수 상위 5개 논문 분석 결과, 가장 많은 인용 횟수를 보인 논문의 총 인용횟수는 66회임

<드론을 이용한 하천공간 및 특성 정보 스마트 조사 분석 기술 관련 피인용횟수 상위 5개 논문 목록>

※ 논문별 상세 정보는 '라. 분야별 주요논문' 절 참고

제목	저자	국가	피인용횟수
The Africanization of honeybees (Apis mellifera L.) of the Yucatan: A study of a massive hybridization event across time	Clarke, KE | Rinderer, TE | Franck, P | Quezada-Euan, JG | Oldroyd, BP	호주	66
Temporal variation in the genetic structure of a drone congregation area: an insight into the population dynamics of wild African honeybees (Apis mellifera scutellata)	Jaffe, R | Dietemann, V | Crewe, RM | Moritz, RFA	독일	18
Linking plant phenology to conservation biology	Morellato, LPC | Alberton, B | Alvarado, ST | Borges, B | Buisson, E | Camargo, MGG | Cancian, LF | Carstensen, DW | Escobar, DFE | Leite, PTP | Mendoza, I | Rocha, NMWB | Soares, NC | Silva, TSF | Staggemeier, VG | Streher, AS | Vargas, BC | Peres, CA	브라질	16
Prediction of water temperature heterogeneity of braided rivers using very high resolution thermal infrared (TIR) images	Wawrzyniak, V | Piegay, H | Allemand, P | Vaudor, L | Grandjean, P	프랑스	15
Temporal genetic structure of a drone congregation area of the giant Asian honeybee (Apis dorsata)	Kraus, FB | Koeniger, N | Tingek, S | Moritz, RFA	멕시코	15

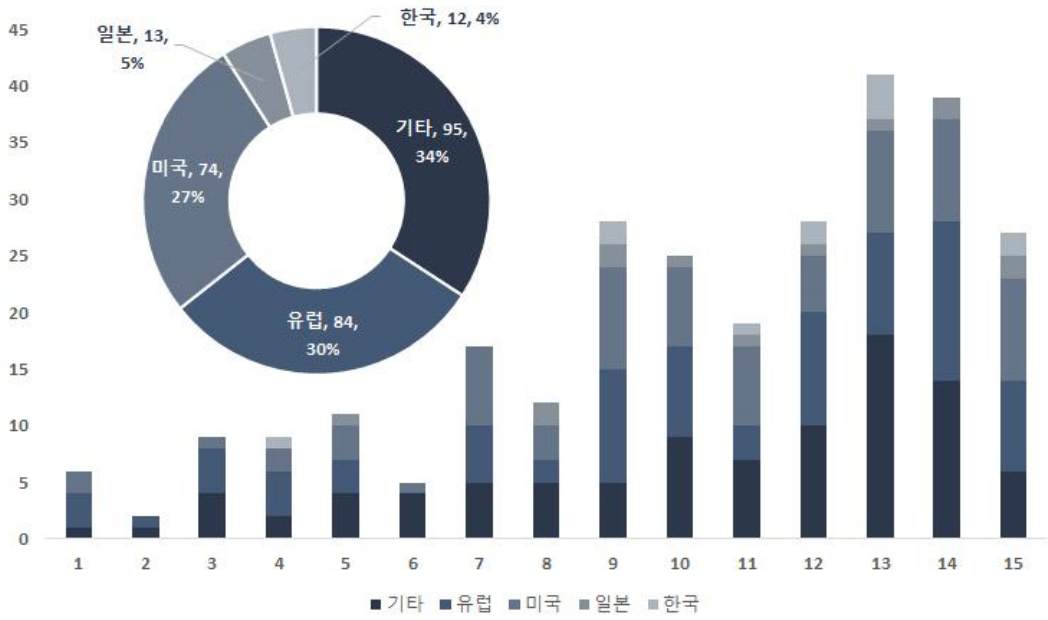
(다) 드론 및 첨단 계측 센서 연계 재해피해 조사 및 분석 기술 개발

□ 드론 및 첨단 계측 센서 연계 재해피해 조사 및 분석 기술 개발 관련 논문의 연도별 게재건수는 등감을 반복하는 가운데, '16년에 가장 많은 41건의 게재 건수를 기록함



<드론 및 첨단 계측 센서 연계 재해피해 조사 및 분석 기술의 연도별 논문게재건수(`02~`16)>

□ 조사 기간 中 주요 4대국을 제외한 기타지역의 게재건수 비중이 34%로 가장 많은 것으로 나타났으며, 유럽(30%), 미국(27%), 일본(5%), 한국(4%) 순으로 나타남



<드론 및 첨단 계측 센서 연계 재해피해 조사 및 분석 기술 관련 연도별 국가별 논문게재건수(`02~`16)>

□ 피인용 횟수 상위 5개 논문 분석 결과, 가장 많은 인용 횟수를 보인 논문의

총 인용횟수는 730회임

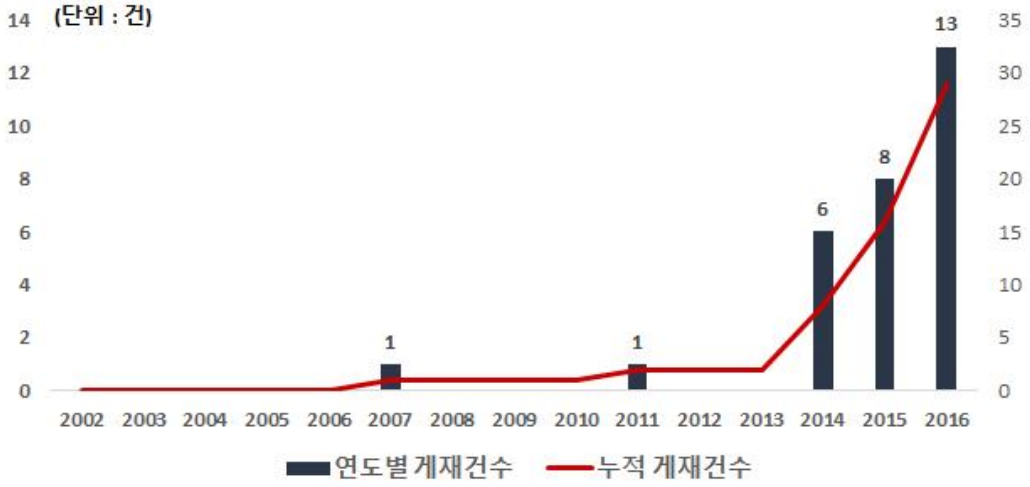
<드론 및 첨단 계측 센서 연계 재해피해 조사 및 분석 기술 관련 피인용횟수 상위 5개 논문 목록>

※ 논문별 상세 정보는 '라. 분야별 주요논문' 절 참고

제목	저자	국가	피인용횟수
The Soil Moisture Active Passive (SMAP) Mission	Entekhabi, D | Njoku, EG | O'Neill, PE | Kellogg, KH | Crow, WT | Edelstein, WN | Entin, JK | Goodman, SD | Jackson, TJ | Johnson, J | Kimball, J | Piepmeier, JR | Koster, RD | Martin, N | McDonald, KC | Moghaddam, M | Moran, S | Reichle, R | Shi, JC | Spencer, MW | Thurman, SW | Tsang, L | Van Zyl, J	미국	730
Mapping paddy rice agriculture in southern China using multi-temporal MODIS images	Xiao, XM | Boles, S | Liu, JY | Zhuang, DF | Frolking, S | Li, CS | Salas, W | Moore, B	미국	298
Remote sensing of landslides: An analysis of the potential contribution to geo-spatial systems for hazard assessment in mountainous environments	Metternicht, G | Hurni, L | Gogu, R	호주	182
Evaluation of the consistency of long-term NDVI time series derived from AVHRR, SPOT-Vegetation, SeaWiFS, MODIS, and Landsat ETM+ sensors	Brown, ME | Pinzon, JE | Didan, K | Morisette, JT | Tucker, CJ	미국	168
Earthquake Damage Assessment of Buildings Using VHR Optical and SAR Imagery	Brunner, D | Lemoine, G | Bruzzone, L	이탈리아	146

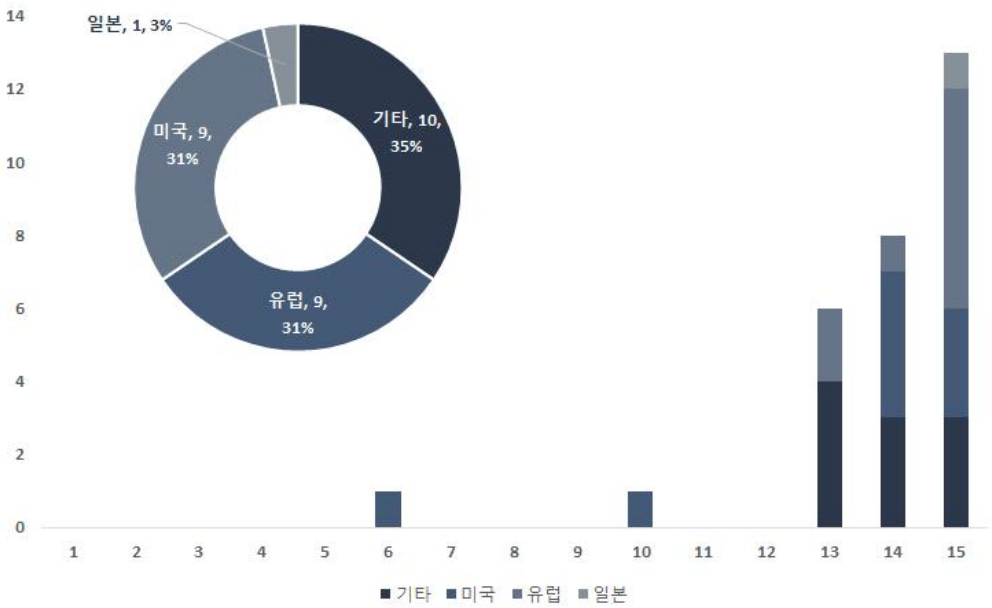
(라) (스마트 하천관리를 위한) 하천조사 전문 드론 기술 검증 및 법제화

□ (스마트 하천관리를 위한) 하천조사 전문 드론 기술 검증 및 법제화 개발 관련 논문의 연도별 게재건수는 등감을 반복하는 가운데, '16년에 가장 많은 41건의 게재 건수를 기록함



〈(스마트 하천관리를 위한) 하천조사 전문 드론 기술 검증 및 법제화 관련 연도별 논문게재건수(`02~`16)〉

□ 조사 기간 中 주요 4대국을 제외한 기타지역의 게재건수 비중이 35%로 가장 많은 것으로 나타났으며, 유럽(10%), 미국(31%), 일본(3%) 순으로 나타남



〈(스마트 하천관리를 위한) 하천조사 전문 드론 기술 검증 및 법제화 관련 연도별 국가별 논문게재건수(`02~`16)〉

□ 피인용 횟수 상위 5개 논문 분석 결과, 가장 많은 인용 횟수를 보인 논문의 총 인용횟수는 250회임

<(스마트 하천관리를 위한) 하천조사 전문 드론 기술 검증 및 법제화 관련 피인용횟수 상위 5개 논문 목록>

※ 논문별 상세 정보는 '라. 분야별 주요논문' 절 참고

제목	저자	국가	피인용횟수
Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review	Colomina, I | Molina, P	스페인	250
The regulation of civilian drones' impacts on public safety	Clarke, R | Moses, LB	호주	17
The social implications of using drones for biodiversity conservation	Sandbrook, C	영국	13
DEMOCRATIC POLICING	Friedman, B | Ponomarenko, M	미국	13
Framework for Autonomous On-board Navigation with the AR.Drone	Lugo, JJ | Zell, A	독일	10

라. 분야별 주요논문

(1) ICT 기술 연계 스마트 하천 분야 융복합 관리기술

(가) 첨단센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술

논문명	Improving runoff prediction through the assimilation of the ASCAT soil moisture product		
기관	CNR | Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) | Vienna Univ Technol | Vienna University of Technology | European Space Agcy | European Space Agency | DLR | German Aerospace Centre		
저자	Brocca, L | Melone, F | Moramarco, T | Wagner, W | Naeimi, V | Bartalis, Z | Hasenauer, S		
게재일	2010. -. -	피인용 횟수	145
내용	The role and the importance of soil moisture for meteorological, agricultural and hydrological applications is widely known. Remote sensing offers the unique capability to monitor soil moisture over large areas (catchment scale) with, nowadays, a temporal resolution suitable for hydrological purposes. However, the accuracy of the remotely sensed soil moisture estimates has to be carefully checked. The validation of these estimates with in-situ measurements is not straightforward due the well-known problems related to the spatial mismatch and the measurement accuracy. The analysis of the effects deriving from assimilating remotely sensed soil moisture data into hydrological or meteorological models could represent a more valuable method to test their reliability. In particular, the assimilation of satellite-derived soil moisture estimates into rainfall-runoff models at different scales and over different regions represents an important scientific and operational issue. In this study, the soil wetness index (SWI) product derived from the Advanced SCATterometer (ASCAT) sensor onboard of the Metop satellite was tested. The SWI was firstly compared with the soil moisture temporal pattern derived from a continuous rainfall-runoff model (MISDc) to assess its relationship with modeled data. Then, by using a simple data assimilation technique, the linearly rescaled SWI that matches the range of variability of modelled data (denoted as SWI*) was assimilated into MISDc and the model performance on flood estimation was analyzed. Moreover, three synthetic experiments considering errors on rainfall, model parameters and initial soil wetness conditions were carried out. These experiments allowed to further investigate the SWI potential when uncertain conditions take place. The most significant flood events, which occurred in the period 2000-2009 on five subcatchments of the Upper Tiber River in central Italy, ranging in extension between 100 and 650 km(2), were used as case studies. Results reveal that the SWI derived from the ASCAT sensor can be conveniently adopted to improve runoff prediction in the study area, mainly if the initial soil wetness conditions are unknown.		
출처	HYDROLOGY AND EARTH SYSTEM SCIENCES | 14 (10): 1881-1893 2010		

논문명	Application of remote sensing in flood management with special reference to monsoon Asia: A review		
기관	Natl Univ Singapore | National University of Singapore | Fac Arts & Social Sci | Dept Geog | Natl Univ Singapore National University of Singapore Fac Arts & Social Sci Dept Geog		
저자	Sanyal, J | Lu, XX		
게재일	2004-10-01	피인용 횟수	123
내용	The conventional means to record hydrological parameters of a flood often fail to record an extreme event. Remote sensing technology along with geographic information system (GIS) has become the key tool for flood monitoring in recent years. Development in this field has evolved from optical to radar remote sensing, which has provided all weather capability compared to the optical sensors for the purpose of flood mapping. The central focus in this field revolves around delineation of flood zones and preparation of flood hazard maps for the vulnerable areas. In this exercise flood depth is considered crucial for flood hazard mapping and a digital elevation model (DEM) is considered to be the most effective means to estimate flood depth from remotely sensed or hydrological data. In a flat terrain accuracy of flood estimation depends primarily on the resolution of the DEM. River flooding in the developing countries of monsoon Asia is very acute because of their heavy dependence on agriculture but any flood estimation or hazard mapping attempt in this region is handicapped by poor availability of high resolution DEMs. This paper presents a review of application of remote sensing and GIS in flood management with particular focus on the developing countries of Asia.		
출처	NATURAL HAZARDS | 33 (2): 283-301 OCT 2004		

논문명	Time-diffusion synchronization protocol for wireless sensor networks		
기관	Georgia Inst Technol | University System of Georgia | Georgia Institute of Technology | Sch Elect & Comp Engn | Broadband & Wireless Networking Lab | Georgia Inst Technol University System of Georgia Georgia Institute of Technology Sch Elect & Comp Engn Broadband & Wireless Networking Lab		
저자	Su, WL | Akyildiz, IF		
게재일	2005-04-01	피인용 횟수	121
내용	In the near future, small intelligent devices will be deployed in homes, plantations, oceans, rivers, streets, and highways to monitor the environment. These devices require time synchronization, so voice and video data from different sensor nodes can be fused and displayed in a meaningful way at the sink. Instead of time synchronization between just the sender and receiver or within a local group of sensor nodes, some applications require the sensor nodes to maintain a similar time within a certain tolerance throughout the lifetime of the network. The Time-Diffusion Synchronization Protocol (TDP) is proposed as a network-wide time synchronization protocol. It allows the sensor network to reach an equilibrium time and maintains a small time deviation tolerance from the equilibrium time. In addition, it is analytically shown that the TDP enables time in the network to converge. Also, simulations are performed to validate the effectiveness of TDP in synchronizing the time throughout the network and balancing the energy consumed by the sensor nodes.		
출처	IEEE-ACM TRANSACTIONS ON NETWORKING | 13 (2): 384-397 APR 2005		

논문명	Evaluating the potential for measuring river discharge from space		
기관	Univ New Hampshire | University System Of New Hampshire | University of New Hampshire | Dept Earth Sci | Inst Study Earth Oceans & Space | Dept Nat Resources | Univ New Hampshire University System Of New Hampshire University of New Hampshire Dept Earth Sci Univ New Hampshire University System Of New Hampshire University of New Hampshire Inst Study Earth Oceans & Space Univ New Hampshire University System Of New Hampshire University of New Hampshire Dept Nat Resources		
저자	Bjerklie, DM | Dingman, SL | Vorosmarty, CJ | Bolster, CH | Congalton, RG		
게재일	2003-07-25	피인용 횟수	116
내용	Numerous studies have demonstrated the potential usefulness of river hydraulic data obtained from satellites in developing general approaches to tracking floods and changes in river discharge from space. Few studies, however, have attempted to estimate the magnitude of discharge in rivers entirely from remotely obtained information. The present study uses multiple-regression analyses of hydraulic data from more than 1000 discharge measurements, ranging in magnitude from over 200,000 to less than 1 m(3)/s, to develop multi-variate river discharge estimating equations that use various combinations of potentially observable variables to estimate river discharge. Uncertainty analysis indicates that existing satellite-based sensors can measure water-surface width (or surface area), water-surface elevation, and potentially the surface velocity of rivers with accuracies sufficient to provide estimates of discharge with average uncertainty of less than 20%. Development and validation of multi-variate rating equations that are applicable to the full range of rivers that can be observed from satellite sensors, development of techniques to accurately estimate the average depth in rivers from stage measurements, and development of techniques to accurately estimate the average velocity in rivers from surface-velocity measurements will be key to successful prediction of discharge from satellite observations. (C) 2003 Elsevier Science B.V. All rights reserved.		
출처	JOURNAL OF HYDROLOGY | 278 (1-4): 17-38 JUL 25 2003		

논문명	Remote survey of large-scale braided, gravel-bed rivers using digital photogrammetry and image analysis		
기관	Halcrow Grp Ltd | Univ Leeds | University of Leeds | Natl Inst Water & Atmospher Res Ltd | National Institute of Water & Atmospheric Research (NIWA) - New Zealand | Geomatics & GIS | Sch Geog | Halcrow Grp Ltd Geomatics & GIS Univ Leeds University of Leeds Sch Geog Natl Inst Water & Atmospher Res Ltd National Institute of Water & Atmospheric Research (NIWA) - New Zealand		
저자	Westaway, RM | Lane, SN | Hicks, DM		
게재일	2003-02-20	피인용 횟수	81
내용	The use of conventional survey methods to monitor large, gravel river beds has traditionally led to a reliance on repeat measurements of cross-sections which, unless very closely spaced, may give unreliable information about three-dimensional channel morphology and morphological change. Provided certain technological limitations can be overcome, remote survey techniques, such as digital photogrammetry and airborne laser scanning, remove the spatial and temporal constraints typically associated with ground-based surveys, allowing high spatial resolution, distributed, elevation mapping of gravel river beds. This paper develops the use of digital photogrammetry for the survey of a 3.3 km reach of the braided Waimakariri River, New Zealand, which, when combined with image analysis of water colour to infer water depth, provides a Digital Elevation Model (DEM) of the entire river bed. Central to the successful application of this method is DEM post-processing. Errors take two forms: (i) individual point errors associated with incorrect stereo-matching during automated data collection; and (ii) spatially-variable systematic errors that are associated with uncertainties in sensor position and orientation as determined during the bundle adjustment. An automated post-processing procedure is developed to deal with individual point errors and this improves DEM surface quality in terms of accuracy, precision and internal reliability. Systematic errors in the final DEM surface were reduced by applying a simple correction based on surveyed photo-control point elevations.		
출처	INTERNATIONAL JOURNAL OF REMOTE SENSING | 24 (4): 795-815 FEB 20 2003		

(나) 초연결 IoT 기반 수리/수문/환경 계측 네트워크 구축 기술

논문명	Digital change detection methods in ecosystem monitoring: a review		
기관	Katholieke Univ Leuven | IMEC | KU Leuven | Catholic Univ Louvain | Universite Catholique Louvain | Geomat & Forest Engn Grp | Dept Land Management | Dept Geog | Katholieke Univ Leuven IMEC KU Leuven Geomat & Forest Engn Grp Dept Land Management Catholic Univ Louvain Universite Catholique Louvain Dept Geog		
저자	Coppin, P | Jonckheere, I | Nackaerts, K | Muys, B | Lambin, E		
게재일	2004-05-01	피인용 횟수	878
내용	Techniques based on multi-temporal, multi-spectral, satellite-sensor-acquired data have demonstrated potential as a means to detect, identify, map and monitor ecosystem changes, irrespective of their causal agents. This review paper, which summarizes the methods and the results of digital change detection in the optical/infrared domain, has as its primary objective a synthesis of the state of the art today. It approaches digital change detection from three angles. First, the different perspectives from which the variability in ecosystems and the change events have been dealt with are summarized. Change detection between pairs of images (bi-temporal) as well as between time profiles of imagery derived indicators (temporal trajectories), and, where relevant, the appropriate choices for digital imagery acquisition timing and change interval length definition, are discussed. Second, pre-processing routines either to establish a more direct linkage between remote sensing data and biophysical phenomena, or to temporally mosaic imagery and extract time profiles, are reviewed. Third, the actual change detection methods themselves are categorized in an analytical framework and critically evaluated. Ultimately, the paper highlights how some of these methodological aspects are being fine-tuned as this review is being written, and we summarize the new developments that can be expected in the near future. The review highlights the high complementarity between different change detection methods.		
출처	INTERNATIONAL JOURNAL OF REMOTE SENSING | 25 (9): 1565-1596 MAY 2004		

논문명	Selecting among five common modelling approaches for integrated environmental assessment and management		
기관	Australian Natl Univ | Australian National University | IsNRM | IRSTEA | Irstea | Dartmouth Coll | Dartmouth College | Univ Helsinki | University of Helsinki | Univ Adelaide | University of Adelaide | Natl Ctr Groundwater Res & Training | Australian Natl Univ Australian National University Natl Ctr Groundwater Res & Training IsNRM IRSTEA Irstea Dartmouth Coll Dartmouth College Univ Helsinki University of Helsinki Univ Adelaide University of Adelaide		
저자	Kelly, RA | Jakeman, AJ | Barreteau, O | Borsuk, ME | ElSawah, S | Hamilton, SH | Henriksen, HJ | Kuikka, S | Maier, HR | Rizzoli, AE | Delden, H | Voinov, AA		
게재일	2013-09-01	피인용 횟수	166
내용	The design and implementation of effective environmental policies need to be informed by a holistic understanding of the system processes (biophysical, social and economic), their complex interactions, and how they respond to various changes. Models, integrating different system processes into a unified framework, are seen as useful tools to help analyse alternatives with stakeholders, assess their outcomes, and communicate results in a transparent way. This paper reviews five common approaches or model types that have the capacity to integrate knowledge by developing models that can accommodate multiple issues, values, scales and uncertainty considerations, as well as facilitate stakeholder engagement. The approaches considered are: systems dynamics, Bayesian networks, coupled component models, agent-based models and knowledge-based models (also referred to as expert systems). We start by discussing several considerations in model development, such as the purpose of model building, the availability of qualitative versus quantitative data for model specification, the level of spatio-temporal detail required, and treatment of uncertainty. These considerations and a review of applications are then used to develop a framework that aims to assist modellers and model users in the choice of an appropriate modelling approach for their integrated assessment applications and that enables more effective learning in interdisciplinary settings. (c) 2013 Elsevier Ltd. All rights reserved.		
출처	ENVIRONMENTAL MODELLING & SOFTWARE | 47: 159-181 SEP 2013		

논문명	Support vector regression for real-time flood stage forecasting		
기관	Natl Cheng Kung Univ | National Cheng Kung University | Dept Hydraul & Ocean Engn | Natl Cheng Kung Univ National Cheng Kung University Dept Hydraul & Ocean Engn		
저자	Yu, PS | Chen, ST | Chang, IF		
게재일	2006-09-15	피인용 횟수	164
내용	Flood forecasting is an important non-structural approach for flood mitigation. The flood stage is chosen as the variable to be forecasted because it is practically useful in flood forecasting. The support vector machine, a novel artificial intelligence-based method developed from statistical learning theory, is adopted herein to establish a real-time stage forecasting model. The tags associated with the input variables are determined by applying the hydrological concept of the time of response, and a two-step grid search method is applied to find the optimal parameters, and thus overcome the difficulties in constructing the learning machine. Two structures of models used to perform multiple-hour-ahead stage forecasts are developed. Validation results from flood events in Lan-Yang River, Taiwan, revealed that the proposed models can effectively predict the flood stage forecasts one-to-six-hours ahead. Moreover, a sensitivity analysis was conducted on the tags associated with the input variables. (c) 2006 Elsevier B.V. All rights reserved.		
출처	JOURNAL OF HYDROLOGY | 328 (3-4): 704-716 Sp. Iss. SI SEP 15 2006		

논문명	Parameterisation and evaluation of a Bayesian network for use in an ecological risk assessment		
기관	Monash Univ | Monash University | Water Studies Ctr | Fac Informat Technol | Monash Univ Monash University Water Studies Ctr Monash Univ Monash University Fac Informat Technol		
저자	Pollino, CA | Woodberry, O | Nicholson, A | Korb, K | Hart, BT		
게재일	2007-08-01	피인용 횟수	164
내용	Catchment managers face considerable challenges in managing ecological assets. This task is made difficult by the variable and complex nature of ecological assets, and the considerable uncertainty involved in quantifying how various threats and hazards impact upon them. Bayesian approaches have the potential to address the modelling needs of environmental management. However, to date many Bayesian networks (Bn) developed for environmental management have been parameterised using knowledge elicitation only. Not only are these models highly qualitative, but the time and effort involved in elicitation of a complex Bn can often be overwhelming. Unfortunately in environmental applications, data alone are often too limited for parameterising a Bn. Consequently, there is growing interest in how to parameterise Bus using both data and elicited information. At present, there is little formal guidance on how to combine what can be learned from the data with what can be elicited. In a previous publication we proposed a detailed methodology for this process, focussing on parameterising and evaluating a Bn. In this paper, we further develop this methodology using a risk assessment case study, with the focus being on native fish communities in the Goulburn Catchment (Victoria, Australia). (c) 2006 Elsevier Ltd. All rights reserved.		
출처	ENVIRONMENTAL MODELLING & SOFTWARE | 22 (8): 1140-1152 AUG 2007		

논문명	Multiscale River Environment Classification for water resources management		
기관	NIWA | National Institute of Water & Atmospheric Research (NIWA) - New Zealand | NIWA National Institute of Water & Atmospheric Research (NIWA) - New Zealand		
저자	Snelder, TH | Biggs, BJF		
게재일	2002-10-01	피인용 횟수	158
내용	River Environment Classification (REC) is a new system for classifying river environments that is based on climate, topography, geology, and land cover factors that control spatial patterns in river ecosystems. REC builds on existing principles for environmental regionalization and introduces three specific additions to the "ecoregion" approach. First, the REC assumes that ecological patterns are dependent on a range of factors and associated landscape scale processes, some of which may show significant variation within an ecoregion. REC arranges the controlling factors in a hierarchy with each level defining the cause of ecological variation at a given characteristic scale. Second, REC assumes that ecological characteristics of rivers are responses to fluvial (i.e., hydrological and hydraulic) processes. Thus, REC uses a network of channels and associated watersheds to classify specific sections of river. When mapped, REC has the form of a linear mosaic in which classes change in the downstream direction as the integrated characteristics of the watershed change, producing longitudinal spatial patterns that are typical of river ecosystems. Third, REC assigns individual river sections to a class independently and objectively according to criteria that result in a geographically independent framework in which classes may show wide geographic dispersion rather than the geographically dependent schemes that result from the ecoregion approach. REC has been developed to provide a multiscale spatial framework for river management and has been used to map the rivers of New Zealand at a 1:50,000 mapping scale.		
출처	JOURNAL OF THE AMERICAN WATER RESOURCES ASSOCIATION | 38 (5): 1225-1239 OCT 2002		

(다) 빅데이터 기반 정보 관리 및 공급 기술

논문명	The influence of autocorrelation on the ability to detect trend in hydrological series		
기관	Environm Canada | Ontario Minist Environm | Meteorol Serv Canada Ontario Reg | Environm Canada Meteorol Serv Canada Ontario Reg Ontario Minist Environm		
저자	Yue, S | Pilon, P | Phinney, B | Cavadias, G		
게재일	2002-06-30	피인용 횟수	555
내용	This study investigated using Monte Carlo simulation the interaction between a linear trend and a lag-one autoregressive (AR(1)) process when both exist in a time series. Simulation experiments demonstrated that the existence of serial correlation alters the variance of the estimate of the Mann-Kendall (MK) statistic; and the presence of a trend alters the estimate of the magnitude of serial correlation. Furthermore, it was shown that removal of a positive serial correlation component from time series by pre-whitening resulted in a reduction in the magnitude of the existing trend; and the removal of a trend component from a time series as a first step prior to pre-whitening eliminates the influence of the trend on the serial correlation and does not seriously affect the estimate of the true AR(1). These results indicate that the commonly used pre-whitening procedure for eliminating the effect of serial correlation on the MK test leads to potentially inaccurate assessments of the significance of a trend; and certain procedures will be more appropriate for eliminating the impact of serial correlation on the MK test. In essence, it was advocated that a trend first be removed in a series prior to ascertaining the magnitude of serial correlation. This alternative approach and the previously existing approaches were employed to assess the significance of a trend in serially correlated annual mean and annual minimum streamflow data of some pristine river basins in Ontario, Canada. Results indicate that, with the previously existing procedures, researchers and practitioners may have incorrectly identified the possibility of significant trends. Copyright (C) 2002 Environment Canada. Published by John Wiley Sons, Ltd.		
출처	HYDROLOGICAL PROCESSES | 16 (9): 1807-1829 JUN 30 2002		

논문명	A review on emerging contaminants in wastewaters and the environment: Current knowledge, understudied areas and recommendations for future monitoring		
기관	Univ Bath | University of Bath | Wessex Water | Dept Chem | Univ Bath University of Bath Dept Chem Wessex Water		
저자	Petrie, B | Barden, R | Kasprzyk-Hordern, B		
게재일	2015-04-01	피인용 횟수	186
내용	This review identifies understudied areas of emerging contaminant (EC) research in wastewaters and the environment, and recommends direction for future monitoring. Non-regulated trace organic ECs including pharmaceuticals, illicit drugs and personal care products are focused on due to ongoing policy initiatives and the expectant broadening of environmental legislation. These ECs are ubiquitous in the aquatic environment, mainly derived from the discharge of municipal wastewater effluents. Their presence is of concern due to the possible ecological impact (e.g., endocrine disruption) to biota within the environment. To better understand their fate in wastewaters and in the environment, a standardised approach to sampling is needed. This ensures representative data is attained and facilitates a better understanding of spatial and temporal trends of EC occurrence. During, wastewater treatment, there is a lack of suspended particulate matter analysis due to further preparation requirements and a lack of good analytical approaches. This results in the under-reporting of several ECs entering wastewater treatment works (WwTWs) and the aquatic environment. Also, sludge can act as a concentrating medium for some chemicals during wastewater treatment. The majority of treated sludge is applied directly to agricultural land without analysis for ECs. As a result there is a paucity of information on the fate of ECs in soils and consequently, there has been no driver to investigate the toxicity to exposed terrestrial organisms. Therefore a more holistic approach to environmental monitoring is required, such that the fate and impact of ECs in all exposed environmental compartments are studied. The traditional analytical approach of applying targeted screening with low resolution mass spectrometry (e.g., triple quadrupoles) results in numerous chemicals such as transformation products going undetected. These can exhibit similar toxicity to the parent EC, demonstrating the necessity of using an integrated analytical approach which compliments targeted and non-targeted screening with biological assays to measure ecological impact. With respect to current :toxicity testing protocols, failure to consider the enantiomeric distribution of chiral compounds found in the environment, and the possible toxicological differences between enantiomers is concerning. Such information is essential for the development of more accurate environmental risk assessment. (C) 2014 The Authors. Published by Elsevier Ltd. This is an open access article under the CC BY license (http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/).		
출처	WATER RESEARCH | 72: 3-27 Sp. Iss. SI APR 1 2015		

논문명	Selecting among five common modelling approaches for integrated environmental assessment and management		
기관	Australian Natl Univ | Australian National University | IsNRM | IRSTEA | Irstea | Dartmouth Coll | Dartmouth College | Univ Helsinki | University of Helsinki | Univ Adelaide | University of Adelaide | Natl Ctr Groundwater Res & Training | Australian Natl Univ Australian National University Natl Ctr Groundwater Res & Training IsNRM IRSTEA Irstea Dartmouth Coll Dartmouth College Univ Helsinki University of Helsinki Univ Adelaide University of Adelaide		
저자	Kelly, RA | Jakeman, AJ | Barreteau, O | Borsuk, ME | ElSawah, S | Hamilton, SH | Henriksen, HJ | Kuikka, S | Maier, HR | Rizzoli, AE | Delden, H | Voinov, AA		
게재일	2013-09-01	피인용 횟수	166
내용	The design and implementation of effective environmental policies need to be informed by a holistic understanding of the system processes (biophysical, social and economic), their complex interactions, and how they respond to various changes. Models, integrating different system processes into a unified framework, are seen as useful tools to help analyse alternatives with stakeholders, assess their outcomes, and communicate results in a transparent way. This paper reviews five common approaches or model types that have the capacity to integrate knowledge by developing models that can accommodate multiple issues, values, scales and uncertainty considerations, as well as facilitate stakeholder engagement. The approaches considered are: systems dynamics, Bayesian networks, coupled component models, agent-based models and knowledge-based models (also referred to as expert systems). We start by discussing several considerations in model development, such as the purpose of model building, the availability of qualitative versus quantitative data for model specification, the level of spatio-temporal detail required, and treatment of uncertainty. These considerations and a review of applications are then used to develop a framework that aims to assist modellers and model users in the choice of an appropriate modelling approach for their integrated assessment applications and that enables more effective learning in interdisciplinary settings. (c) 2013 Elsevier Ltd. All rights reserved.		
출처	ENVIRONMENTAL MODELLING & SOFTWARE | 47: 159-181 SEP 2013		

논문명	River flow modeling using artificial neural networks		
기관	Erciyes Univ | Erciyes University | Tech Univ Istanbul | Istanbul Teknik University | Fac Engn | Dept Civil Engn | Hydraul Div | Fac Civil Engn | Erciyes Univ Erciyes University Fac Engn Dept Civil Engn Hydraul Div Tech Univ Istanbul Istanbul Teknik University Fac Civil Engn Hydraul Div		
저자	Kisi, O		
게재일	2004-01	피인용 횟수	156
내용	This paper demonstrates the application of artificial neural networks (ANNs) in predicting mean monthly streamflow. The estimation of flow is very important for reservoir operation policy; therefore, in this study, based on the monthly flow data obtained from the Turkey State of Water Works, ANNs have been used to predict river flow. Autoregressive (AR) models have also been applied to the same data. The performance of the neural network is compared with that of the statistical method.		
출처	JOURNAL OF HYDROLOGIC ENGINEERING | 9 (1): 60-63 JAN-FEB 2004		

논문명	Methodology for construction, calibration and validation of a national hydrological model for Denmark		
기관	GEUS | Geol Survey Denmark & Greenland | GEUS Geol Survey Denmark & Greenland		
저자	Henriksen, HJ | Troldborg, L | Nyegaard, P | Sonnenborg, TO | Refsgaard, JC | Madsen, B		
게재일	2003-09-10	피인용 횟수	151
내용	An integrated groundwater/surface water hydrological model with a I km(2) grid has been constructed for Denmark covering 43,000 km(2). The model is composed of a relatively simple root zone component for estimating the net precipitation, a comprehensive three-dimensional groundwater component for estimating recharge to and hydraulic heads in different geological layers, and a river component for streamflow routing and calculating stream-aquifer interaction. The model was constructed on the basis of the MIKE SHE code and by utilising comprehensive national databases on geology, soil, topography, river systems, climate and hydrology. The present paper describes the modelling process for the 7330 km(2) island of Sjaelland with emphasis on the problems experienced in combining the classical paradigms of groundwater modelling, such as inverse modelling of steady-state conditions, and catchment modelling, focussing on dynamic conditions and discharge simulation. Three model versions with different assumptions on input data and parameter values were required until the performance of the final, according to pre-defined accuracy criteria, model was evaluated as being satisfactory. The paper highlights the methodological issues related to establishment of performance criteria, parameterisation and assessment of parameter values from field data, calibration and validation test schemes. Most of the parameter values were assessed directly from field data, while about 10 'free' parameters were subject to calibration using a combination of inverse steady-state groundwater modelling and manual trial-and-effor dynamic groundwater/surface water modelling. Emphasising the importance of tests against independent data, the validation schemes included combinations of split-sample tests (another period) and proxy-basin tests (another area). (C) 2003 Elsevier B.V. All rights reserved.		
출처	JOURNAL OF HYDROLOGY | 280 (1-4): 52-71 SEP 10 2003		

(라) 인공지능 기반 융복합적 하천 해석 기술

논문명	Support vector regression for real-time flood stage forecasting		
기관	Natl Cheng Kung Univ | National Cheng Kung University | Dept Hydraul & Ocean Engn | Natl Cheng Kung Univ National Cheng Kung University Dept Hydraul & Ocean Engn		
저자	Yu, PS | Chen, ST | Chang, IF		
게재일	2006-09-15	피인용 횟수	164
내용	Flood forecasting is an important non-structural approach for flood mitigation. The flood stage is chosen as the variable to be forecasted because it is practically useful in flood forecasting. The support vector machine, a novel artificial intelligence-based method developed from statistical learning theory, is adopted herein to establish a real-time stage forecasting model. The tags associated with the input variables are determined by applying the hydrological concept of the time of response, and a two-step grid search method is applied to find the optimal parameters, and thus overcome the difficulties in constructing the learning machine. Two structures of models used to perform multiple-hour-ahead stage forecasts are developed. Validation results from flood events in Lan-Yang River, Taiwan, revealed that the proposed models can effectively predict the flood stage forecasts one-to-six-hours ahead. Moreover, a sensitivity analysis was conducted on the tags associated with the input variables. (c) 2006 Elsevier B.V. All rights reserved.		
출처	JOURNAL OF HYDROLOGY | 328 (3-4): 704-716 Sp. Iss. SI SEP 15 2006		

논문명	M5 model trees and neural networks: Application to flood forecasting in the upper reach of the Huai River in China		
기관	UNESCO IHE | Yellow River Conservancy Commiss | Inst Water Educ IHE Delft | UNESCO IHE Inst Water Educ IHE Delft Yellow River Conservancy Commiss		
저자	Solomatine, DP | Xue, YP		
게재일	2004.11	피인용 횟수	98
내용	The applicability and performance of the so-called M5 model tree machine learning technique is investigated in a flood forecasting problem for the upper reach of the Huai River in China. In one of configurations this technique is compared to multilayer perceptron artificial neural network (ANN). It is shown that model trees, being analogous to piecewise linear functions, have certain advantages compared to ANNs-they are more transparent and hence acceptable by decision makers, are very fast in training and always converge. The accuracy of M5 trees is similar to that of ANNs. The improved accuracy in predicting high floods was achieved by building a modular model (mixture of models); in it the flood samples with special hydrological characteristics are split into groups for which separate M5 and ANN models are built. The hybrid model combining model tree and ANN gives the best prediction result.		
출처	JOURNAL OF HYDROLOGIC ENGINEERING | 9 (6): 491-501 NOV-DEC 2004		

논문명	Two hybrid Artificial Intelligence approaches for modeling rainfall-runoff process		
기관	Univ Tabriz | University of Tabriz | Erciyes Univ | Erciyes University | Univ Minnesota | University of Minnesota System | University of Minnesota Twin Cities | Fac Civil Eng | Civil Eng Dept | Fac Engn | Natl Ctr Earth Surface Dynam NCED | St Anthony Falls Lab | Dept Civil Eng | Univ Tabriz University of Tabriz Fac Civil Eng Erciyes Univ Erciyes University Civil Eng Dept Fac Engn Univ Minnesota University of Minnesota System University of Minnesota Twin Cities Natl Ctr Earth Surface Dynam NCED St Anthony Falls Lab Dept Civil Eng		
저자	Nourani, V | Kisi, O | Komasi, M		
게재일	2011-05-13	피인용 횟수	96
내용	The need for accurate modeling of the rainfall-runoff process has grown rapidly in the past decades. However, considering the high stochastic property of the process, many models are still being developed in order to define such a complex phenomenon. Recently, Artificial Intelligence (AI) techniques such as the Artificial Neural Network (ANN) and the Adaptive Neural-Fuzzy Inference System (ANFIS) have been extensively used by hydrologists for rainfall-runoff modeling as well as for other fields of hydrology. In this paper, two hybrid AI-based models which are reliable in capturing the periodicity features of the process are introduced for watershed rainfall-runoff modeling. In the first model, the SARIMAX (Seasonal Auto Regressive Integrated Moving Average with exogenous input)-ANN model, an ANN is used to find the non-linear relationship among the residuals of the fitted linear SARIMAX model. In the second model, the wavelet-ANFIS model, wavelet transform is linked to the ANFIS concept and the main time series of two variables (rainfall and runoff) are decomposed into some multi-frequency time series by wavelet transform. Afterwards, these time series are imposed as input data to the ANFIS to predict the runoff discharge one time step ahead. The obtained results of the models applications for the rainfall-runoff modeling of two watersheds (located in Azerbaijan, Iran) show that, although the proposed models can predict both short and long terms runoff discharges by considering seasonality effects, the second model is relatively more appropriate because it uses the multi-scale time series of rainfall and runoff data in the ANFIS input layer. (C) 2011 Elsevier B.V. All rights reserved.		
출처	JOURNAL OF HYDROLOGY | 402 (1-2): 41-59 MAY 13 2011		

논문명	Application of generalized regression neural networks to intermittent flow forecasting and estimation		
기관	Istanbul Tech Univ | Istanbul Teknik University | Fac Civil Engn | Div Hydraul | Istanbul Tech Univ Istanbul Teknik University Fac Civil Engn Div Hydraul		
저자	Cigizoglu, HK		
게재일	2005-07	피인용 횟수	84
내용	The majority of artificial neural network (ANN) applications to water resources data employ the feed-forward back-propagation (FFBP) method. This study used an ANN algorithm, the generalized regression neural network (GRNN), for intermittent river flow forecasting and estimation. GRNNs were superior to FFBP in terms of the selected performance criteria. The GRNN simulations do not face the frequently encountered local minima problem in FFBP applications, and GRNNs do not generate forecasts or estimates that are not physically plausible. Preliminary analysis of statistics such as auto- and cross correlation, which explained variance by multilinear regression and the Akaike criterion for the autoregressive moving average (ARMA) model of corresponding order, were found quite informative in determining the number of nodes in the input layer of neural networks.		
출처	JOURNAL OF HYDROLOGIC ENGINEERING | 10 (4): 336-341 JUL-AUG 2005		

논문명	Applications of hybrid wavelet-Artificial Intelligence models in hydrology: A review		
기관	Univ Tabriz | University of Tabriz | McGill Univ | McGill University | Canik Basari Univ | Canik Basari University | Ondokuz Mayis University | Fac Civil Engn | Dept Water Resources Engn | Dept Bioresource Engn | Fac Engn | Univ Tabriz University of Tabriz Fac Civil Engn Dept Water Resources Engn McGill Univ McGill University Dept Bioresource Engn Canik Basari Univ Canik Basari University Ondokuz Mayis University Fac Engn		
저자	Nourani, V | Baghanam, AH | Adamowski, J | Kisi, O		
게재일	2014-06-06	피인용 횟수	78
내용	Accurate and reliable water resources planning and management to ensure sustainable use of watershed resources cannot be achieved without precise and reliable models. Notwithstanding the highly stochastic nature of hydrological processes, the development of models capable of describing such complex phenomena is a growing area of research. Providing insight into the modeling of complex phenomena through a thorough overview of the literature, current research, and expanding research horizons can enhance the potential for accurate and well designed models. The last couple of decades have seen remarkable progress in the ability to develop accurate hydrologic models. Among various conceptual and black box models developed over this period, hybrid wavelet and Artificial Intelligence (AI)-based models have been amongst the most promising in simulating hydrologic processes. The present review focuses on defining hybrid modeling, the advantages of such combined models, as well as the history and potential future of their application in hydrology to predict important processes of the hydrologic cycle. Over the years, the use of wavelet-AI models in hydrology has steadily increased and attracted interest given the robustness and accuracy of the approach. This is attributable to the usefulness of wavelet transforms in multi-resolution analysis, de-noising, and edge effect detection over a signal, as well as the strong capability of AI methods in optimization and prediction of processes. Several ideas for future areas of research are also presented in this paper. (C) 2014 Elsevier B.V. All rights reserved.		
출처	JOURNAL OF HYDROLOGY | 514: 358-377 JUN 6 2014		

(마) 원격제어 기반 지능형 하천관리 및 예측 기술

논문명	A hybrid object-based classification approach for mapping urban sprawl in periurban environment		
기관	Purpan Grad Sch Agr | Mendel Univ Agr & Forestry Brno | Mendel University Brno | Lab Remote Sensing & Land Management | Dept Geoinformat Technol | Purpan Grad Sch Agr Lab Remote Sensing & Land Management Mendel Univ Agr & Forestry Brno Mendel University Brno Dept Geoinformat Technol		
저자	Jacquin, A | Misakova, L | Gay, M		
게재일	2008-02-06	피인용 횟수	63
내용	With the projected global increase of urbanization, pressure on land availability for urban use will increase. In areas where urbanization is not controlled, the concentration of human presence in residential and industrial settings may lead to an alteration of ecosystems patterns and processes. More specifically, urban growth points to an increasing need to continuously assess the urban flood hazard from the urban planning, water resource management and ecosystem management perspectives. The general impacts of urbanization on hydrologic processes and flood behaviour were widely studied and remote sensing has been demonstrated as an essential tool in any environmental and socioeconomic studies of urban areas. But, there is still a need to propose an operational method to map urban objects in complex landscape mainly characterized by different types of urbanization. According to these elements, the scope of the study is defined by three main objectives: to assess which data are most appropriate for a given unit of analysis (e.g. catchment vs. county level); to assess the ability of an object-based approach to classify urban objects (e.g. houses, farms, buildings) at multiple spatial scales; to propose an operational methodology for mapping urban sprawl. In order to validate the argument discussed above, and to test the efficiency of the suggested methodology, a case study of the Touch River catchment in southwest Toulouse (France) has been carried out. Urban objects were extracted at regional and local scales from two SPOT-5 images at 5 m and 10 in spatial resolution using an object-based classification method. Results were validated using ground data. The quality of the urban objects classification decreased within the density of urbanization. Only in areas characterized by spread urbanization, post-treatments are required. Nevertheless, the comparison of the results with an urban database realized using a Computer Assisted Photo-Interpretation method shows a better capacity to delineate urban extent at regional scale and to quantify urban objects at local scale. Information on internal distinction within the urban matrix is not provided. Findings of this study can be used for different applications: to produce detailed map required for the production of hazard assessment maps; to produce input data for hydrological models; to form policies on land-use planning and balanced urbanization by the city development, planning and conservation authorities and flood control agencies. (c) 2007 Elsevier B.V. All rights reserved.		
출처	LANDSCAPE AND URBAN PLANNING | 84 (2): 152-165 FEB 6 2008		

논문명	Spatial prediction of flood susceptible areas using rule based decision tree (DT) and a novel ensemble bivariate and multivariate statistical models in GIS		
기관	Univ Putra Malaysia | Universiti Putra Malaysia | Fac Engn | Dept Civil Engn | Univ Putra Malaysia Universiti Putra Malaysia Fac Engn Dept Civil Engn		
저자	Tehrany, MS | Pradhan, B | Jebur, MN		
게재일	2013-11-11	피인용 횟수	59
내용	Flood is one of the natural hazards which occur all over the world and it is critical to be controlled through proper management. Severe flood events in Kelantan, Malaysia cause damage to both life and property every year, and therefore the development of flood model to recognize the susceptible areas in watersheds is important for decision makers. Remote sensing (RS) and geographic information system (GIS) techniques could be useful in hydrological studies while they are able to fulfill all the requirements for comprehensive, rapid and accurate analysis. The aim of the current research is to compare the prediction performances of two different approaches such as rule-based decision tree (DT) and combination of frequency ratio (FR) and logistic regression (LR) statistical methods for flood susceptibility mapping at Kelantan, Malaysia. DT is based on the rules which are created precisely and strongly by considering all the characteristics of the variables which can enhance the performance of the flood susceptibility mapping. On the other hand, LR as multivariate statistical analysis (MSA) has some weak points. For that reason, FR was used to analyze the impact of classes of each variable on flood occurrence and overcome the weakness of LR. At first, flood inventory map with a total of 155 flood locations was extracted from various sources over the part of the Kelantan. Then the flood inventory data was randomly divided into a testing dataset 70% (115 flood locations) for training the models and the remaining 30% (40 flood locations) was used for validation purpose. The spatial database includes digital elevation model (DEM), curvature, geology, river, stream power index (SPI), rainfall, land use/cover (LULC), soil type, topographic wetness index (TWI) and slope. For validation both success and prediction rate curves were performed. The validation results showed that, area under the curve for the results of DT and integrated method of FR and LR was 87% and 90% for success rate and 82% and 83% for prediction rate respectively. (C) 2013 Elsevier B.V. All rights reserved.		
출처	JOURNAL OF HYDROLOGY | 504: 69-79 NOV 11 2013		

논문명	Modeling snowmelt-runoff under climate scenarios in the Hunza River basin, Karakoram Range, Northern Pakistan		
기관	Univ Montpellier 2 | Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) | Universite de Montpellier | Languedoc-Roussillon Universites (ComUE) | Institut de Recherche pour le Developpement (IRD) | Univ Grenoble 1 | Universite Grenoble Alpes (UGA) | Joseph Fourier University | Institut National Polytechnique de Grenoble | Pakistan Agr Res Council | National Agricultural Research Council - Pakistan | Univ Montpellier 1 | CNRS | UMR 5569 | Lab Hydrosci,IRD | UMR 5564,LGGE,IRD | Lab Etud Transferts Hydrol & Environm,Grenoble IN | Nat Resources Div | Univ Montpellier 2 Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) Universite de Montpellier Languedoc-Roussillon Universites (ComUE) Institut de Recherche pour le Developpement (IRD) CNRS UMR 5569 Lab Hydrosci,IRD Univ Grenoble 1 Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) Universite Grenoble Alpes (UGA) Joseph Fourier University Institut de Recherche pour le Developpement (IRD) Institut National Polytechnique de Grenoble CNRS UMR 5564,LGGE,IRD Lab Etud Transferts Hydrol & Environm,Grenoble IN Pakistan Agr Res Council National Agricultural Research Council - Pakistan Nat Resources Div Univ Montpellier 1 Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) Universite de Montpellier Languedoc-Roussillon Universites (ComUE) Institut de Recherche pour le Developpement (IRD) CNRS UMR 5569 Lab Hydrosci,IRD		
저자	Tahir, AA | Chevallier, P | Arnaud, Y | Neppel, L | Ahmad, B		
게재일	2011-10-28	피인용 횟수	48
내용	A major proportion of flow in the Indus River is contributed by its snow and glacier-fed river catchments situated in the Karakoram Range. It is therefore essential to estimate the snowmelt runoff from these catchments (with no or scarce precipitation records) for water resources management. The snowmelt runoff model (SRM) integrated with MODIS remote-sensing snow cover products was selected to simulate the daily discharges and to study the climate change impact on these discharges in the Hunza River basin (the snow- and glacier-fed sub-catchment of the Indus River). The results obtained suggest that the SRM can be used efficiently in the snow- and glacier-fed sub-catchments of the Upper Indus River Basin (UIB). The application of the SRM under future climate (mean temperature, precipitation and snow cover) change scenarios indicates a doubling of summer runoff until the middle of this century. This analysis suggests that new reservoirs will be necessary for summer flow storage to meet with the needs of irrigation supply, increasing power generation demand, flood control and water supply. (C) 2011 Elsevier B.V. All rights reserved.		
출처	JOURNAL OF HYDROLOGY | 409 (1-2): 104-117 OCT 28 2011		

논문명	Selecting and conserving lands for biodiversity: The role of remote sensing		
기관	Nature Conservancy | Eglin AFB | Nature Conservancy Nature Conservancy Nature Conservancy Eglin AFB		
저자	Wiens, J | Sutter, R | Anderson, M | Blanchard, J | Barnett, A | Aguilar-Amuchastegui, N | Avery, C | Laine, S		
게재일	2009-07-15	피인용 횟수	40
내용	A major focus of conservation is on protecting areas to ensure the persistence of biological diversity. Because such areas may be large, not easily accessible, subject to change, and sensitive to the surrounding landscape, remote sensing can be a valuable tool in establishing and managing protected areas. We describe three case studies to illustrate how remote sensing can contribute to setting priorities for conservation actions, monitoring the status of conservation targets, and evaluating the effectiveness of conservation strategies. In the Connecticut River watershed, remote sensing has been used to assess flood regimes and identify key areas of floodplain forests and their context for conservation planning. At Eglin Air Force Base in Florida, remote sensing has provided information to assess the effectiveness of management strategies to restore fire to the longleaf pine sandhills ecosystem, control invasive species, and prioritize annual prescribed burns. In eastern US forests, remote sensing is being used to evaluate the ecological condition and changes at properties where direct access would be difficult. As the resolution and capacities of remote-sensing technology continue to develop, however, several issues are becoming increasingly important. It is essential that the spatial and temporal resolution of remotesensing data be matched to the relevant scales of biodiversity, major threats, and management actions. Data layers must be compatible, both in scale and in measurement properties, and key patterns must be distinguished from irrelevant detail, especially at the finer scales of application in local management. Combining remote sensing with ground surveys can expand the array of information used in management and contribute to the ecological interpretation of remote-sensing data. Because conservation funds are always limited, remote sensing also must be cost effective. This requires balancing the wealth of detail afforded by ever-finer resolution of remote-sensing data with what is actually needed to implement sound conservation and management. Remote sensing is a valuable tool, but it is not a panacea for all of the challenges of conservation monitoring and management. Published by Elsevier Inc.		
출처	REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT | 113 (7): 1370-1381 JUL 15 2009		

논문명	Calibration of satellite measurements of river discharge using a global hydrology model		
기관	Univ Colorado | University of Colorado Boulder | University of Colorado System | Univ Alabama | University of Alabama System | University of Alabama Tuscaloosa | Commiss European Communities | EC JRC ISPRA Site | European Commission Joint Research Centre | CALTECH | California Institute of Technology | National Aeronautics & Space Administration (NASA) | Jet Propulsion Laboratory | CUNY City Coll | City College of New York (CUNY) | National Oceanic Atmospheric Admin (NOAA) - USA | City University of New York (CUNY) System | Inst Arctic & Alpine Res | Dept Geog | Joint Res Ctr | Jet Prop Lab | CUNY Environm CrossRd Initiat | NOAA CREST Ctr | Univ Colorado University of Colorado Boulder University of Colorado System Inst Arctic & Alpine Res Univ Alabama University of Alabama System University of Alabama Tuscaloosa Dept Geog Commiss European Communities EC JRC ISPRA Site European Commission Joint Research Centre Joint Res Ctr CALTECH California Institute of Technology National Aeronautics & Space Administration (NASA) Jet Propulsion Laboratory Jet Prop Lab CUNY City Coll City College of New York (CUNY) National Oceanic Atmospheric Admin (NOAA) - USA City University of New York (CUNY) System CUNY Environm CrossRd Initiat NOAA CREST Ctr		
저자	Brakenridge, GR | Cohen, S | Kettner, AJ | De Groeve, T | Nghiem, SV | Syvitski, JPM | Fekete, BM		
게재일	2012-12-19	피인용 횟수	24
내용	Measurements of river discharge and watershed runoff are essential to water resources management, efficient hydropower generation, accurate flood prediction and control, and improved understanding of the global water cycle. Previous work demonstrates that orbital remote sensing can measure river discharge variation in a manner closely analogous to its measurement at ground stations, and using reach flow surface area instead of stage as the discharge estimator. For international measurements, hydrological modeling can, in principle, be used to provide the needed calibration of sensor data to discharge. The present study tests this approach and investigates the accuracy of the results. We analyze six sites within the US where gauging station, satellite measurements, and WBM model results are all available. Knowledge is thereby gained concerning how accurately satellite sensors can measure discharge, if the signal is calibrated only from global modeling results without any ground-based information. The calibration (rating) equations obtained for the remote sensing signal are similar, whether based on gauging station or on model information: r(2) correlation coefficients for least squares fits at one example site (#524; White River, Indiana) are both .66 (n = 144, comparing monthly daily maxima, minima, and mean, 20032006). Space-based 4-day mean discharge values for this site when using the model calibration are accurate to within +/- 67% on the average (n = 1824; largest percent errors occur at low discharges), and annual total runoff is accurate to 9%, 2003-2008. Comparison of gauging station versus modeled discharge commonly indicates a small positive model bias; the observed errors of satellite-observed annual runoff are also positive and could be improved by bias removal from the rating curves. Also, analysis of a large flood event, along the Indus River in 2010, shows that the model does not capture flood wave attenuation by overbank flow, and thus predicts faster flood wave celerity and higher peak discharge than was measured by the remote sensing. The incorporation of overbank processes would improve discharge estimation via modeling, and also facilitate more accurate satellite-based measurement of peak discharge. The analysis shows that existing and planned microwave sensors can usefully characterize global river discharge dynamics, and that water balance model-based rating curves provide acceptable calibration of remote sensing signal to discharge. (C) 2012 Elsevier B.V. All rights reserved.		
출처	JOURNAL OF HYDROLOGY | 475: 123-136 DEC 19 2012		

(2) 하천조사 최적화 드론시스템 및 첨단 계측 핵심기술

(가) 스마트 하천관리 최적화 드론시스템 및 운영 기술

논문명	Focusing of Airborne Synthetic Aperture Radar Data From Highly Nonlinear Flight Tracks		
기관	Univ Zurich | University of Zurich | Remote Sensing Labs | Univ Zurich University of Zurich Remote Sensing Labs		
저자	Frey, O | Magnard, C | Ruegg, M | Meier, E		
게재일	2009. 06. 01	피인용 횟수	49
내용	Standard focusing of data from synthetic aperture radar (SAR) assumes a straight recording track of the sensor platform. Small nonlinearities of airborne platform tracks are corrected for during a motion-compensation step while maintaining the assumption of a linear flight path. This paper describes the processing of SAR data acquired from nonlinear tracks, typical of sensors mounted on small aircraft or drones flying at low altitude. Such aircraft do not fly along straight tracks, but the trajectory depends on topography, influences of weather and wind, or the shape of areas of interest such as rivers or traffic routes. Two potential approaches for processing SAR data from such highly nonlinear flight tracks are proposed, namely, a patchwise frequency-domain processing and mosaicking technique and a time-domain back-projection-based technique. Both are evaluated with the help of experimental data featuring tracks with altitude changes, a double bend, a 90 degrees curve, and a linear flight track. In order to assess the quality of the focused data, close-ups of amplitude images are compared, impulse response functions of a point target are analyzed, and the coherence is evaluated. The experimental data were acquired by the German Aerospace Center's E-SAR L-band system.		
출처	IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING | 47 (6): 1844-1858 JUN 2009		

논문명	Using Unmanned Aerial Vehicles (UAV) to Quantify Spatial Gap Patterns in Forests		
기관	Univ Gottingen | University of Gottingen | UFZ Helmholtz Ctr Environm Res | Helmholtz Association | Helmholtz Center for Environmental Research (UFZ) | Northwest German Forest Res Stn | Fac Forest Sci & Forest Ecol | Dept Ecosyst Modelling | Dept Ecol Modelling | Univ Gottingen University of Gottingen Fac Forest Sci & Forest Ecol Dept Ecosyst Modelling UFZ Helmholtz Ctr Environm Res Helmholtz Association Helmholtz Center for Environmental Research (UFZ) Dept Ecol Modelling Northwest German Forest Res Stn		
저자	Getzin, S | Nuske, RS | Wiegand, K		
게재일	2014. 08. 01	피인용 횟수	22
내용	Gap distributions in forests reflect the spatial impact of man-made tree harvesting or naturally-induced patterns of tree death being caused by windthrow, inter-tree competition, disease or senescence. Gap sizes can vary from large (>100 m(2)) to small (<10 m(2)), and they may have contrasting spatial patterns, such as being aggregated or regularly distributed. However, very small gaps cannot easily be recorded with conventional aerial or satellite images, which calls for new and cost-effective methodologies of forest monitoring. Here, we used an unmanned aerial vehicle (UAV) and very high-resolution images to record the gaps in 10 temperate managed and unmanaged forests in two regions of Germany. All gaps were extracted for 1-ha study plots and subsequently analyzed with spatially-explicit statistics, such as the conventional pair correlation function (PCF), the polygon-based PCF and the mark correlation function. Gap-size frequency was dominated by small gaps of an area <5 m(2), which were particularly frequent in unmanaged forests. We found that gap distances showed a variety of patterns. However, the polygon-based PCF was a better descriptor of patterns than the conventional PCF, because it showed randomness or aggregation for cases when the conventional PCF showed small-scale regularity; albeit, the latter was only a mathematical artifact. The mark correlation function revealed that gap areas were in half of the cases negatively correlated and in the other half independent. Negative size correlations may likely be the result of single-tree harvesting or of repeated gap formation, which both lead to nearby small gaps. Here, we emphasize the usefulness of UAV to record forest gaps of a very small size. These small gaps may originate from repeated gap-creating disturbances, and their spatial patterns should be monitored with spatially-explicit statistics at recurring intervals in order to further insights into forest dynamics.		
출처	REMOTE SENSING | 6 (8): 6988-7004 AUG 2014		

논문명	The labor of surveillance and bureaucratized killing: new subjectivities of military drone operators		
기관	New Sch Social Res | The New School | Sch Media Studies | New Sch Social Res The New School Sch Media Studies		
저자	Asaro, PM		
게재일	2013. -. -	피인용 횟수	18
내용	As the military's armed surveillance drones have become the iconic weapon of the early twenty-first century, they have also introduced radical transformations in the traditional labor of those who operate them - the pilots, crew, analysts, and commanders. In so doing, these transformations have engendered new kinds of subjectivity, with new ways of experiencing the work of surveillance and killing. This paper investigates the nature of these new subjectivities, how they are constructed through new technologies that combine surveillance with remote agency, the bureaucratization of killing, and the psychological implications for operators. It examines how scientific management strategies from Taylorism to business process re-engineering have contributed to reconstituting the subjectivity of drone pilots and sensor operators through decomposing their labor practices and reconstituting them within professionalized careers and technological systems of supervision and management. It also looks at how the decisions to use lethal force are themselves decomposed and distributed among individuals designated as responsible agents within the chain-of-command. In light of the creation of these new subjectivities, the paper examines the psychological stress experienced by those who occupy these new subject positions through an examination of several recent military studies, journalistic accounts, and a recent short film based upon an interview with a drone pilot, Omer Fast's 5,000 Feet is the Best (2011).		
출처	SOCIAL SEMIOTICS | 23 (2): 196-224 Sp. Iss. SI 2013		

논문명	Prediction of water temperature heterogeneity of braided rivers using very high resolution thermal infrared (TIR) images		
기관	Univ Lyon | Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) | University of Lumiere - Lyon II | University of Jean Moulin - Lyon III | Universite de Lyon (ComUE) | Jean Monnet University | Institut National des Sciences Appliquees de Lyon (INSA) | Ecole Normale Superieure (ENS) Lyon | Univ Lyon 1 | University of Claude Bernard - Lyon 1 | CNRS UMR 5600 | ENS Lyon | Plateforme ISIG | CNRS UMR 5276 | Univ Lyon Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) University of Lumiere - Lyon II University of Jean Moulin - Lyon III Universite de Lyon (ComUE) Jean Monnet University Institut National des Sciences Appliquees de Lyon (INSA) Ecole Normale Superieure (ENS) Lyon CNRS UMR 5600 ENS Lyon Plateforme ISIG Univ Lyon 1 Universite de Lyon (ComUE) University of Claude Bernard - Lyon 1 CNRS UMR 5276 ENS Lyon		
저자	Wawrzyniak, V | Piegay, H | Allemand, P | Vaudor, L | Grandjean, P		
게재일	2013. 07. 10	피인용 횟수	15
내용	Braided rivers exhibit high spatial thermal heterogeneity that is difficult to understand using only in situ measurements. In this summer study, we used a drone and a powered paraglider to acquire very high spatial resolution (1427cm) thermal infrared (TIR) images of nine braided reaches located in the French Alps. We applied atmospheric corrections to TIR images and calibrated them based on in situ data. To characterize spatial and temporal thermal patterns, three temporal approaches were applied. A single survey of each site was performed to comparatively explore the nine braided reaches. Three reaches were imaged twice, in 2010 and 2011, to explore inter-annual variability. Finally, two reaches were selected for an intra-day survey for which four and three flights, respectively, were realized within one day. We reported two types of thermal patterns in braided reaches, the first showing very low thermal variability throughout the day. This low variability was linked to the low diversity found in the aquatic habitat, notably due to proglacial regimes with high summer flows which homogenize water temperatures. The second type exhibited a higher thermal variability with changes during the day. The temperature of flowing channels changed during the daytime according to air temperature. In contrast, the temperature of channels downstream connected to the main network exhibited smaller changes, which created thermal variability over space and time associated with hyporheic or phreatic flows. Non-proglacial and proglacial reaches behaved differently according to air temperature. Proglacial reaches were colder and less sensitive to air temperature in comparison with non-proglacial reaches. These findings allow for a prediction of habitat diversity from temperature heterogeneity based on time and the proportion of ponds, alluvial, and groundwater channels.		
출처	INTERNATIONAL JOURNAL OF REMOTE SENSING | 34 (13): 4812-4831 JUL 10 2013		

논문명	A General Purpose Configurable Controller for Indoors and Outdoors GPS-Denied Navigation for Multirotor Unmanned Aerial Vehicles		
기관	CSIC UPM | Consejo Superior de Investigaciones Cientificas (CSIC) | Pontificia Univ Javeriana | Pontificia Universidad Javeriana | Ctr Automat & Robot | Ctr Tecnol Automatizac Ind | CSIC UPM Consejo Superior de Investigaciones Cientificas (CSIC) Ctr Automat & Robot Pontificia Univ Javeriana Pontificia Universidad Javeriana Ctr Tecnol Automatizac Ind		
저자	Pestana, J | Mellado-Bataller, I | Sanchez-Lopez, JL | Fu, CH | Mondragon, IF | Campoy, P		
게재일	2014. 01. 01	피인용 횟수	11
내용	This research on odometry based GPS-denied navigation on multirotor Unmanned Aerial Vehicles is focused among the interactions between the odometry sensors and the navigation controller. More precisely, we present a controller architecture that allows to specify a speed specified flight envelope where the quality of the odometry measurements is guaranteed. The controller utilizes a simple point mass kinematic model, described by a set of configurable parameters, to generate a complying speed plan. For experimental testing, we have used down-facing camera optical-flow as odometry measurement. This work is a continuation of prior research to outdoors environments using an AR Drone 2.0 vehicle, as it provides reliable optical flow on a wide range of flying conditions and floor textures. Our experiments show that the architecture is realiable for outdoors flight on altitudes lower than 9 m. A prior version of our code was utilized to compete in the International Micro Air Vehicle Conference and Flight Competition IMAV 2012. The code will be released as an open-source ROS stack hosted on GitHub.		
출처	JOURNAL OF INTELLIGENT & ROBOTIC SYSTEMS | 73 (1-4): 387-400 Sp. Iss. SI JAN 2014		

(나) 드론을 이용한 하천공간 및 특성 정보 스마트 조사 분석 기술

논문명	The Africanization of honeybees (Apis mellifera L.) of the Yucatan: A study of a massive hybridization event across time		
기관	Univ Sydney | University of Sydney | USDA ARS | United States Department of Agriculture (USDA) | Ctr Biol & Gest Populat | Institut de Recherche pour le Developpement (IRD) | Univ Autonoma Yucatan | Universidad Autonoma de Yucatan | Sch Biol A12 | Honey Bee Breeding Genet & Physiol Res Lab | Fac Med Vet & Zootecnica | Univ Sydney University of Sydney Sch Biol A12 USDA ARS United States Department of Agriculture (USDA) Honey Bee Breeding Genet & Physiol Res Lab Ctr Biol & Gest Populat Institut de Recherche pour le Developpement (IRD) Univ Autonoma Yucatan Universidad Autonoma de Yucatan Fac Med Vet & Zootecnica		
저자	Clarke, KE | Rinderer, TE | Franck, P | Quezada-Euan, JG | Oldroyd, BP		
게재일	2002. 07. 01	피인용 횟수	66
내용	Until recently, African and European subspecies of the honeybee (Apis mellifera L.) had been geographically separated for around 10,000 years. However, human-assisted introductions have caused the mixing of large populations of African and European subspecies in South and Central America, permitting an unprecedented opportunity to study a large-scale hybridization event using molecular analyses. We obtained reference populations from Europe. Africa, and South America and used these to provide baseline information for a microsatellite and mitochondrial analysis of the process of Africanization of the bees of the Yucatan Peninsula, Mexico. The genetic structure of the Yucatecan population has changed dramatically over time. The pre-Africanized Yucatecan population (1985) comprised bees that were most similar to samples from southeastern Europe and northern and western Europe. Three years after the arrival of Africanized bees (1989). substantial paternal gene flow had occurred from feral Africanized drones into the resident European population, but maternal gene flow from the invading Africanized population into the local population was negligible. However by 1998, there was a radical shift with both African nuclear alleles (65%) and African-derived mitochondria (61%) dominating the genomes of domestic colonies. We suggest that although European mitochondria may eventually be driven to extinction in the feral population, stable introgression of European nuclear alleles has occurred.		
출처	EVOLUTION | 56 (7): 1462-1474 JUL 2002		

논문명	Temporal variation in the genetic structure of a drone congregation area: an insight into the population dynamics of wild African honeybees (Apis mellifera scutellata)		
기관	Univ Halle Wittenberg | Martin Luther University Halle Wittenberg | Univ Pretoria | University of Pretoria | Swiss Bee Res Ctr | Inst Biol | Mol Ecol Res Grp | Dept Zool & Entomol | Social Insect Res Grp | Agroscope Liebefeld Posieux Res Stn ALP | Univ Halle Wittenberg Martin Luther University Halle Wittenberg Inst Biol Mol Ecol Res Grp Univ Pretoria University of Pretoria Dept Zool & Entomol Social Insect Res Grp Swiss Bee Res Ctr Agroscope Liebefeld Posieux Res Stn ALP		
저자	Jaffe, R | Dietemann, V | Crewe, RM | Moritz, RFA		
게재일	2009. 04. 01	피인용 횟수	18
내용	The mating system of the honeybee (Apis mellifera) has been regarded as one of the most panmictic in the animal kingdom, with thousands of males aggregating in drone congregation areas (DCAs) that virgin queens visit to mate with tens of partners. Although males from many colonies gather at such congregations, the temporal changes in the colonies contributing drones remain unknown. Yet, changes in the DCAs' genetic structure will ultimately determine population gene flow and effective population size. By repeatedly sampling drones from an African DCA over a period of 3 years, we studied the temporal changes in the genetic structure of a wild honeybee population. Using three sets of tightly linked microsatellite markers, we were able to reconstruct individual queen genotypes with a high accuracy, follow them through time and estimate their rate of replacement. The number of queens contributing drones to the DCA varied from 12 to 72 and was correlated with temperature and rainfall. We found that more than 80% of these queens were replaced by mostly unrelated ones in successive eight months sampling intervals, which resulted in a clear temporal genetic differentiation of the DCA. Our results suggest that the frequent long-range migration of colonies without nest-site fidelity is the main driver of this high queen turnover. DCAs of African honeybees should thus be regarded as extremely dynamic systems which together with migration boost the effective population size and maintain a high genetic diversity in the population.		
출처	MOLECULAR ECOLOGY | 18 (7): 1511-1522 APR 2009		

논문명	Linking plant phenology to conservation biology		
기관	UNESP Univ Estadual Paulista | Universidade Estadual Paulista | Aix Marseille Univ | Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) | University of Aix-Marseille | Universite d'Avignon et des Pays de Vaucluse | Institut de Recherche pour le Developpement (IRD) | Univ E Anglia | University of East Anglia | Inst Biociencias | Dept Bot | Lab Fenol | Programa Posgrad Ecol & Biodiversidade | Inst Geociencias & Ciencias Exatas | Dept Geog | Ecosyst Dynam Observ | Univ Avignon & Pays Vaucluse | IMBE | CNRS,IRD | Programa Posgrad Biol Vegetal | Sch Environm Sci | UNESP Univ Estadual Paulista Universidade Estadual Paulista Inst Biociencias Dept Bot Lab Fenol UNESP Univ Estadual Paulista Universidade Estadual Paulista Programa Posgrad Ecol & Biodiversidade UNESP Univ Estadual Paulista Universidade Estadual Paulista Inst Geociencias & Ciencias Exatas Dept Geog Ecosyst Dynam Observ Aix Marseille Univ Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) University of Aix-Marseille Universite d'Avignon et des Pays de Vaucluse Institut de Recherche pour le Developpement (IRD) Univ Avignon & Pays Vaucluse IMBE CNRS,IRD UNESP Univ Estadual Paulista Universidade Estadual Paulista Programa Posgrad Biol Vegetal Univ E Anglia University of East Anglia Sch Environm Sci		
저자	Morellato, LPC | Alberton, B | Alvarado, ST | Borges, B | Buisson, E | Camargo, MGG | Cancian, LF | Carstensen, DW | Escobar, DFE | Leite, PTP | Mendoza, I | Rocha, NMWB | Soares, NC | Silva, TSF | Staggemeier, VG | Streher, AS | Vargas, BC | Peres, CA		
게재일	2016. 03. 01	피인용 횟수	16
내용	Phenology has achieved a prominent position in current scenarios of global change research given its role in monitoring and predicting the timing of recurrent life cycle events. However, the implications of phenology to environmental conservation and management remain poorly explored. Here, we present the first explicit appraisal of how phenology a multidisciplinary science encompassing biometeorology, ecology, and evolutionary biology can make a key contribution to contemporary conservation biology. We focus on shifts in plant phenology induced by global change, their impacts on species diversity and plant-animal interactions in the tropics, and how conservation efforts could be enhanced in relation to plant resource organization. We identify the effects of phenological changes and mismatches in the maintenance and conservation of mutualistic interactions, and examine how phenological research can contribute to evaluate, manage and mitigate the consequences of land-use change and other natural and anthropogenic disturbances, such as fire, exotic and invasive species. We also identify cutting-edge tools that can improve the spatial and temporal coverage of phonological monitoring, from satellites to drones and digital cameras. We highlight the role of historical information in recovering long-term phenological time series, and track climate-related shifts in tropical systems. Finally, we propose a set of measures to boost the contribution of phonology to conservation science. We advocate the inclusion of phenology into predictive models integrating evolutionary history to identify species groups that are either resilient or sensitive to future climate-change scenarios, and understand how phenological mismatches can affect community dynamics, ecosystem services, and conservation over time. (C) 2015 Elsevier Ltd. All rights reserved.		
출처	BIOLOGICAL CONSERVATION | 195: 60-72 MAR 2016		

논문명	Prediction of water temperature heterogeneity of braided rivers using very high resolution thermal infrared (TIR) images		
기관	Univ Lyon | Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) | University of Lumiere - Lyon II | University of Jean Moulin - Lyon III | Universite de Lyon (ComUE) | Jean Monnet University | Institut National des Sciences Appliquees de Lyon (INSA) | Ecole Normale Superieure (ENS) Lyon | Univ Lyon 1 | University of Claude Bernard - Lyon 1 | CNRS UMR 5600 | ENS Lyon | Plateforme ISIG | CNRS UMR 5276 | Univ Lyon Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) University of Lumiere - Lyon II University of Jean Moulin - Lyon III Universite de Lyon (ComUE) Jean Monnet University Institut National des Sciences Appliquees de Lyon (INSA) Ecole Normale Superieure (ENS) Lyon CNRS UMR 5600 ENS Lyon Plateforme ISIG Univ Lyon 1 Universite de Lyon (ComUE) University of Claude Bernard - Lyon 1 CNRS UMR 5276 ENS Lyon		
저자	Wawrzyniak, V | Piegay, H | Allemand, P | Vaudor, L | Grandjean, P		
게재일	2013. 07. 10	피인용 횟수	15
내용	Braided rivers exhibit high spatial thermal heterogeneity that is difficult to understand using only in situ measurements. In this summer study, we used a drone and a powered paraglider to acquire very high spatial resolution (1427cm) thermal infrared (TIR) images of nine braided reaches located in the French Alps. We applied atmospheric corrections to TIR images and calibrated them based on in situ data. To characterize spatial and temporal thermal patterns, three temporal approaches were applied. A single survey of each site was performed to comparatively explore the nine braided reaches. Three reaches were imaged twice, in 2010 and 2011, to explore inter-annual variability. Finally, two reaches were selected for an intra-day survey for which four and three flights, respectively, were realized within one day. We reported two types of thermal patterns in braided reaches, the first showing very low thermal variability throughout the day. This low variability was linked to the low diversity found in the aquatic habitat, notably due to proglacial regimes with high summer flows which homogenize water temperatures. The second type exhibited a higher thermal variability with changes during the day. The temperature of flowing channels changed during the daytime according to air temperature. In contrast, the temperature of channels downstream connected to the main network exhibited smaller changes, which created thermal variability over space and time associated with hyporheic or phreatic flows. Non-proglacial and proglacial reaches behaved differently according to air temperature. Proglacial reaches were colder and less sensitive to air temperature in comparison with non-proglacial reaches. These findings allow for a prediction of habitat diversity from temperature heterogeneity based on time and the proportion of ponds, alluvial, and groundwater channels.		
출처	INTERNATIONAL JOURNAL OF REMOTE SENSING | 34 (13): 4812-4831 JUL 10 2013		

논문명	Temporal genetic structure of a drone congregation area of the giant Asian honeybee (Apis dorsata)		
기관	Colegio Frontera Sur | El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) | Univ Frankfurt | Goethe University Frankfurt | Agr Res Stn Tenom | Univ Halle Wittenberg | Martin Luther University Halle Wittenberg | Dept Entomol Trop | Bienenkunde | Inst Zool | Colegio Frontera Sur El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) Dept Entomol Trop Univ Frankfurt Goethe University Frankfurt Bienenkunde Agr Res Stn Tenom Univ Halle Wittenberg Martin Luther University Halle Wittenberg Inst Zool		
저자	Kraus, FB | Koeniger, N | Tingek, S | Moritz, RFA		
게재일	2005. 12. 01	피인용 횟수	15
내용	The giant Asian honeybee (Apis dorsata), like all other members of the genus Apis, has a complex mating system in which the queens and males (drones) mate at spatially defined drone congregation areas (DCAs). Here, we studied the temporal genetic structure of a DCA of A. dorsata over an 8-day time window by the genotyping of sampled drones with microsatellite markers. Analysis of the genotypic data revealed a significant genetic differentiation between 3 sampling days and indicated that the DCA was used by at least two subpopulations at all days in varying proportions. The estimation of the number of colonies which used the DCA ranged between 20 and 40 colonies per subpopulation, depending on the estimation procedure and population. The overall effective population size was estimated as high as N (e)=140. The DCA seems to counteract known tendencies of A. dorsata for inbreeding within colony aggregations by facilitating gene flow among subpopulations and increasing the effective population size.		
출처	NATURWISSENSCHAFTEN | 92 (12): 578-581 DEC 2005		

(다) 드론 및 첨단 계측 센서 연계 재해피해 조사 및 분석 기술

논문명	The Soil Moisture Active Passive (SMAP) Mission		
기관	MIT | Massachusetts Institute of Technology (MIT) | CALTECH | California Institute of Technology | National Aeronautics & Space Administration (NASA) | Jet Propulsion Laboratory | NASA | Goddard Space Flight Center | ARS | United States Department of Agriculture (USDA) | NASA Headquarters | Ohio State Univ | Ohio State University | Univ Montana | University of Montana | University of Montana System | Univ Michigan | University of Michigan | University of Michigan System | USDA | Univ Calif Santa Barbara | University of California Santa Barbara | University of California System | Univ Washington | University of Washington | University of Washington Seattle | Jet Prop Lab | Goddard Space Flight Ctr | Hydrol & Remote Sensing Lab | SW Watershed Res Ctr | MIT Massachusetts Institute of Technology (MIT) CALTECH California Institute of Technology National Aeronautics & Space Administration (NASA) Jet Propulsion Laboratory Jet Prop Lab NASA Goddard Space Flight Center National Aeronautics & Space Administration (NASA) Goddard Space Flight Ctr ARS United States Department of Agriculture (USDA) USDA Hydrol & Remote Sensing Lab NASA Headquarters National Aeronautics & Space Administration (NASA) Ohio State Univ Ohio State University Univ Montana University of Montana University of Montana System Univ Michigan University of Michigan University of Michigan System USDA United States Department of Agriculture (USDA) SW Watershed Res Ctr Univ Calif Santa Barbara University of California Santa Barbara University of California System Univ Washington University of Washington University of Washington Seattle		
저자	Entekhabi, D | Njoku, EG | O'Neill, PE | Kellogg, KH | Crow, WT | Edelstein, WN | Entin, JK | Goodman, SD | Jackson, TJ | Johnson, J | Kimball, J | Piepmeier, JR | Koster, RD | Martin, N | McDonald, KC | Moghaddam, M | Moran, S | Reichle, R | Shi, JC | Spencer, MW | Thurman, SW | Tsang, L | Van Zyl, J		
게재일	2010. 05. 01	피인용 횟수	730
내용	The Soil Moisture Active Passive (SMAP) mission is one of the first Earth observation satellites being developed by NASA in response to the National Research Council's Decadal Survey. SMAP will make global measurements of the soil moisture present at the Earth's land surface and will distinguish frozen from thawed land surfaces. Direct observations of soil moisture and freeze/thaw state from space will allow significantly improved estimates of water, energy, and carbon transfers between the land and the atmosphere. The accuracy of numerical models of the atmosphere used in weather prediction and climate projections are critically dependent on the correct characterization of these transfers. Soil moisture measurements are also directly applicable to flood assessment and drought monitoring. SMAP observations can help monitor these natural hazards, resulting in potentially great economic and social benefits. SMAP observations of soil moisture and freeze/thaw timing will also reduce a major uncertainty in quantifying the global carbon balance by helping to resolve an apparent missing carbon sink on land over the boreal latitudes. The SMAP mission concept will utilize L-band radar and radiometer instruments sharing a rotating 6-m mesh reflector antenna to provide high-resolution and high-accuracy global maps of soil moisture and freeze/thaw state every two to three days. In addition, the SMAP project will use these observations with advanced modeling and data assimilation to provide deeper root-zone soil moisture and net ecosystem exchange of carbon. SMAP is scheduled for launch in the 2014-2015 time frame.		
출처	PROCEEDINGS OF THE IEEE | 98 (5): 704-716 MAY 2010		

논문명	Mapping paddy rice agriculture in southern China using multi-temporal MODIS images		
기관	Univ New Hampshire | University System Of New Hampshire | University of New Hampshire | Chinese Acad Sci | Chinese Academy of Sciences | Appl Geosolut LLC | Inst Study Earth Oceans & Space | Inst Geophys Sci & Nat Resources | Univ New Hampshire University System Of New Hampshire University of New Hampshire Inst Study Earth Oceans & Space Chinese Acad Sci Chinese Academy of Sciences Inst Geophys Sci & Nat Resources Appl Geosolut LLC		
저자	Xiao, XM | Boles, S | Liu, JY | Zhuang, DF | Frolking, S | Li, CS | Salas, W | Moore, B		
게재일	2005. 04. 30	피인용 횟수	298
내용	Information on the area and spatial distribution of paddy rice fields is needed for trace gas emission estimates, management of water resources, and food security. Paddy rice fields are characterized by an initial period of flooding and transplanting, during which period open canopy (a mixture of surface water and rice crops) exists. The Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) sensor onboard the NASA EOS Terra satellite has visible, near infrared and shortwave infrared bands; and therefore, a number of vegetation indices can be calculated, including Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Enhanced Vegetation Index (EVI) and Land Surface Water Index (LSWI) that is sensitive to leaf water and soil moisture. In this study, we developed a paddy rice mapping algorithm that uses time series of three vegetation indices (LSWI, EVI, and NDVI) derived from MODIS images to identify that initial period of flooding and transplanting in paddy rice fields, based on the sensitivity of LSWI to the increased surface moisture during the period of flooding and rice transplanting. We ran the algorithm to map paddy rice fields in 13 provinces of southern China, using the 8-day composite MODIS Surface Reflectance products (500-m spatial resolution) in 2002. The resultant MODIS-derived paddy rice map was evaluated, using the National Land Cover Dataset (1: 100,000 scale) derived from analysis of Landsat ETM+ images in 1999/2000. There were reasonable agreements in area estimates of paddy rice fields between the MODIS-derived map and the Landsat-based dataset at the provincial and county levels. The results of this study indicated that the MODIS-based paddy rice mapping algorithm could potentially be applied at large spatial scales to monitor paddy rice agriculture on a timely and frequent basis. (c) 2005 Elsevier Inc. All rights reserved.		
출처	REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT | 95 (4): 480-492 APR 30 2005		

논문명	Remote sensing of landslides: An analysis of the potential contribution to geo-spatial systems for hazard assessment in mountainous environments		
기관	Curtin Univ Technol | Curtin University | ETH Honggerberg | ETH Zurich | Dept Spatial Sci | Inst Cartog | Curtin Univ Technol Curtin University Dept Spatial Sci ETH Honggerberg ETH Zurich Inst Cartog		
저자	Metternicht, G | Hurni, L | Gogu, R		
게재일	2010. -. -	피인용 횟수	182
내용	Natural hazards like landslides, avalanches, floods and debris flows can result in enormous property damage and human casualties in mountainous regions. Switzerland has always been exposed to a wide variety of natural hazards mostly located in its alpine valleys. Recent natural disasters comprising avalanches, floods, debris flows and slope instabilities led to substantial loss of life and damage to property, infrastructure, cultural heritage and environment. In order to offer a solid technical infrastructure, a new concept and expert-tool based on an integrated web-based database/GIS structure is being developed under HazNETH. Given the HazNETH database design contemplates the detection and mapping of diagnostic features from remote sensors (e.g., ground, air and space borne) this paper analyses the use of remote sensing data in landslides studies during the 1980s, 1990s and 2000s, including a discussion of its potential and research challenges as result of new operational and forthcoming technologies such as the very high spatial resolution optical and infrared imagery of Ikonos, Quickbird, IRS CartoSat-1, ALOS, the satellite based interferometric SAR (InSAR and DInSAR of Radarsat, ERS, Envisat, TerraSAR-X, Cosmo/SkyMed, ALOS), micro-satellites like the Pleiades, DMC, RapidEye, airborne LASER altimetry or ground-based differential interferometric SAR. The use of remote sensing data, whether air-, satellite- or ground-based varies according to three main stages of a landslide related study, namely a) detection and identification; b) monitoring; c) spatial analysis and hazard prediction. Accordingly, this paper presents and discusses previous applications of remote sensing tools as related to these three main phases, proposing a conceptual framework for the contribution of remote sensing to the design of databases for natural hazards like debris flows, and identifying areas for further research. (C) 2005 Elsevier Inc. All rights reserved.		
출처	REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT | 98 (2-3): 284-303 OCT 15 2005		

논문명	Evaluation of the consistency of long-term NDVI time series derived from AVHRR, SPOT-Vegetation, SeaWiFS, MODIS, and Landsat ETM+ sensors		
기관	NASA | Goddard Space Flight Center | National Aeronautics & Space Administration (NASA) | Univ Arizona | University of Arizona | Goddard Space Flight Ctr | SSAI | TBRS Lab Soil Water & Environm Sci | NASA Goddard Space Flight Center National Aeronautics & Space Administration (NASA) Goddard Space Flight Ctr SSAI Univ Arizona University of Arizona TBRS Lab Soil Water & Environm Sci		
저자	Brown, ME | Pinzon, JE | Didan, K | Morisette, JT | Tucker, CJ		
게재일	2006. 07. 01	피인용 횟수	168
내용	This paper evaluates the consistency of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) records derived from Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR), SPOT-Vegetation, SeaWiFS, Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer, and Landsat ETM+. We used independently derived NDVI from atmospherically corrected ETM+ data at 13 Earth Observation System Land Validation core sites, eight locations of drought, and globally aggregated one-degree data from the four coarse resolution sensors to assess the NDVI records agreement. The objectives of this paper are to: 1) compare the absolute and relative differences of the vegetation signal across these sensors from a user perspective, and, to a lesser degree, 2) evaluate the possibility of merging the AVHRR historical data record with that of the more modern sensors in order to provide historical perspective on current vegetation activities. The statistical and correlation analyses demonstrate that due to the similarity in their overall variance, it is not necessary to choose between the longer time series of AVHRR and the higher quality of the more modern sensors. The long-term AVHRR-NDVI record provides a critical historical perspective on vegetation activities necessary for global change research and, thus, should be the basis of an intercalibrated, sensor-independent NDVI data record. This paper suggests that continuity is achievable given the similarity between these datasets.		
출처	IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING | 44 (7): 1787-1793 Part 1 JUL 2006		

논문명	Earthquake Damage Assessment of Buildings Using VHR Optical and SAR Imagery		
기관	European Commiss | EC JRC ISPRA Site | European Commission Joint Research Centre | Univ Trento | University of Trento | Joint Res Ctr | Dept Comp Sci & Informat Engn | European Commiss EC JRC ISPRA Site European Commission Joint Research Centre Joint Res Ctr Univ Trento University of Trento Dept Comp Sci & Informat Engn		
저자	Brunner, D | Lemoine, G | Bruzzone, L		
게재일	2010. 05. 01	피인용 횟수	146
내용	Rapid damage assessment after natural disasters (e. g., earthquakes) and violent conflicts (e. g., war-related destruction) is crucial for initiating effective emergency response actions. Remote-sensing satellites equipped with very high spatial resolution (VHR) multispectral and synthetic aperture radar (SAR) imaging sensors can provide vital information due to their ability to map the affected areas with high geometric precision and in an uncensored manner. In this paper, we present a novel method that detects buildings destroyed in an earthquake using pre-event VHR optical and post-event detected VHR SAR imagery. The method operates at the level of individual buildings and assumes that they have a rectangular footprint and are isolated. First, the 3-D parameters of a building are estimated from the pre-event optical imagery. Second, the building information and the acquisition parameters of the VHR SAR scene are used to predict the expected signature of the building in the post-event SAR scene assuming that it is not affected by the event. Third, the similarity between the predicted image and the actual SAR image is analyzed. If the similarity is high, the building is likely to be still intact, whereas a low similarity indicates that the building is destroyed. A similarity threshold is used to classify the buildings. We demonstrate the feasibility and the effectiveness of the method for a subset of the town of Yingxiu, China, which was heavily damaged in the Sichuan earthquake of May 12, 2008. For the experiment, we use QuickBird and WorldView-1 optical imagery, and TerraSAR-X and COSMO-SkyMed SAR data.		
출처	IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING | 48 (5): 2403-2420 MAY 2010		

(라) (스마트 하천관리를 위한) 하천조사 전문 드론 기술 검증 및 법제화

논문명	Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review		
기관	Ctr Tecnol Telecomunicac Catalunya | Centre Tecnologic Telecomunicacions Catalunya (CTTC) | Ctr Tecnol Telecomunicac Catalunya Centre Tecnologic Telecomunicacions Catalunya (CTTC)		
저자	Colomina, I | Molina, P		
게재일	2014. 06. 01	피인용 횟수	250
내용	We discuss the evolution and state-of-the-art of the use of Unmanned Aerial Systems (UAS) in the field of Photogrammetry and Remote Sensing (PaRS). UAS, Remotely-Piloted Aerial Systems, Unmanned Aerial Vehicles or simply, drones are a hot topic comprising a diverse array of aspects including technology, privacy rights, safety and regulations, and even war and peace. Modern photogrammetry and remote sensing identified the potential of UAS-sourced imagery more than thirty years ago. In the last five years, these two sister disciplines have developed technology and methods that challenge the current aeronautical regulatory framework and their own traditional acquisition and processing methods. Navety and ingenuity have combined off-the-shelf, low-cost equipment with sophisticated computer vision, robotics and geomatic engineering. The results are cm-level resolution and accuracy products that can be generated even with cameras costing a few-hundred euros. In this review article, following a brief historic background and regulatory status analysis, we review the recent unmanned aircraft, sensing, navigation, orientation and general data processing developments for UAS photogrammetry and remote sensing with emphasis on the nano-micro-mini UAS segment. (C) 2014 International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Inc. (ISPRS) Published by Elsevier B.V. All rights reserved.		
출처	ISPRS JOURNAL OF PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING | 92: 79-97 JUN 2014		

논문명	The regulation of civilian drones' impacts on public safety		
기관	Xamax Consultancy Pty Ltd | Univ New S Wales | University of New South Wales Sydney | Australian Natl Univ | Australian National University | UNSW Law Sch | UNSW Australia | Xamax Consultancy Pty Ltd Univ New S Wales University of New South Wales Sydney UNSW Law Sch UNSW Australia Australian Natl Univ Australian National University		
저자	Clarke, R | Moses, LB		
게재일	2014. 06. 01	피인용 횟수	17
내용	Because they are airborne artefacts, drones embody threats to people and property, even in normal operation, but especially when malfunctions occur in equipment or in the data communications on which they are heavily dependent. Some natural controls exist over inappropriate drone behaviour. General liability laws provide remedies for harm that arises from drones, and act as a deterrent against irresponsible behaviour. Specific air safety laws do, or may, apply to drones. Co-regulatory mechanisms provide protections, as may industry and organisational self-regulation. However, a review of current and emergent regulatory arrangements identifies a considerable range of gaps and uncertainties that need to be addressed, particularly in relation to small drones, including micro-drones. (C) 2014 Xamax Consultancy Pty Ltd and Lyria Bennett Moses/UNSW. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved.		
출처	COMPUTER LAW & SECURITY REVIEW | 30 (3): 263-285 JUN 2014		

논문명	The social implications of using drones for biodiversity conservation		
기관	World Conservat Monitoring Ctr | United Nations Environm Programme | World Conservat Monitoring Ctr United Nations Environm Programme		
저자	Sandbrook, C		
게재일	2015. 11. 01	피인용 횟수	13
내용	Unmanned aerial vehicles, or 'drones', appear to offer a flexible, accurate and affordable solution to some of the technical challenges of nature conservation monitoring and law enforcement. However, little attention has been given to their possible social impacts. In this paper, I review the possible social impacts of using drones for conservation, including on safety, privacy, psychological wellbeing, data security and the wider understanding of conservation problems. I argue that negative social impacts are probable under some circumstances and should be of concern for conservation for two reasons: (1) because conservation should follow good ethical practice; and (2) because negative social impacts could undermine conservation effectiveness in the long term. The paper concludes with a call for empirical research to establish whether the identified social risks of drones occur in reality and how they could be mitigated, and for self-regulation of drone use by the conservation sector to ensure good ethical practice and minimise the risk of unintended consequences.		
출처	AMBIO | 44: S636-S647 Suppl. 4 Sp. Iss. SI NOV 2015		

논문명	DEMOCRATIC POLICING		
기관	NYU | New York University | Sch Law | Law | Policing Project | NYU New York University Sch Law Law NYU New York University Sch Law Policing Project NYU New York University Sch Law		
저자	Friedman, B | Ponomarenko, M		
게재일	2015. 12. 01	피인용 횟수	13
내용	Of all the agencies of executive government, those that police that employ force and engage in surveillance are the most threatening to the liberties of the American people. Yet, they are the least regulated. Two core requisites of American constitutionalism are democratic accountability and adherence to the rule of law. Democratic accountability ensures that policy choices are vetted in the public arena and have popular support; the rule of law requires that those choices be constitutional as well. Legislative enactments governing policing are few and far between. Although police departments have internal rules, these rules are rarely made public or publicly debated. When it comes to regulating policing, we rely primarily on ex post judicial review, which at best ensures policing practices are constitutional (though it often fails on this score), and does nothing to assure democratic accountability or sound policymaking. This Article argues that it is fundamentally unacceptable for policing to remain aloof from the ordinary processes of democratic governance. All police practices such as use of drones or other surveillance equipment; SWAT, Tasers, and other means of force; checkpoint stops, administrative inspections, and other warrantless searches and seizures should be legislatively authorized, subject to public rulemaking, or adopted and evaluated through some alternative process that permits democratic input. In addition to spelling out the ways in which the ordinary processes of governance can be utilized to regulate policing, this Article fills in substantial gaps in the existing literature by analyzing why this has not been the case in the past, and explaining how, within the existing framework of administrative and constitutional law, courts can motivate change. It also directs attention to the manifold questions that require resolution in order to move policing to a more democratically accountable footing.		
출처	NEW YORK UNIVERSITY LAW REVIEW | 90 (6): 1827-1907 DEC 2015		

논문명	Framework for Autonomous On-board Navigation with the AR.Drone		
기관	Univ Tubingen | Eberhard Karls University of Tubingen | Univ Tubingen Eberhard Karls University of Tubingen		
저자	Lugo, JJ | Zell, A		
게재일	2014 01. 01	피인용 횟수	10
내용	We present a framework for autonomous flying using the AR.Drone low cost quadrotor. The system performs all sensing and computations on-board, making the system independent of any base station or remote control. High level navigation, computer vision and control tasks are carried out in an external processing unit that steers the vehicle to a desired location. We experimentally demonstrate the properties and capabilities of three systems to autonomously following several trajectory patterns, visually estimate its position and detecting and following a person and evaluate the performance of the systems.		
출처	JOURNAL OF INTELLIGENT & ROBOTIC SYSTEMS | 73 (1-4): 401-412 Sp. Iss. SI JAN 2014		

5절. 기술 수요 및 수준분석

1. 기술수요조사

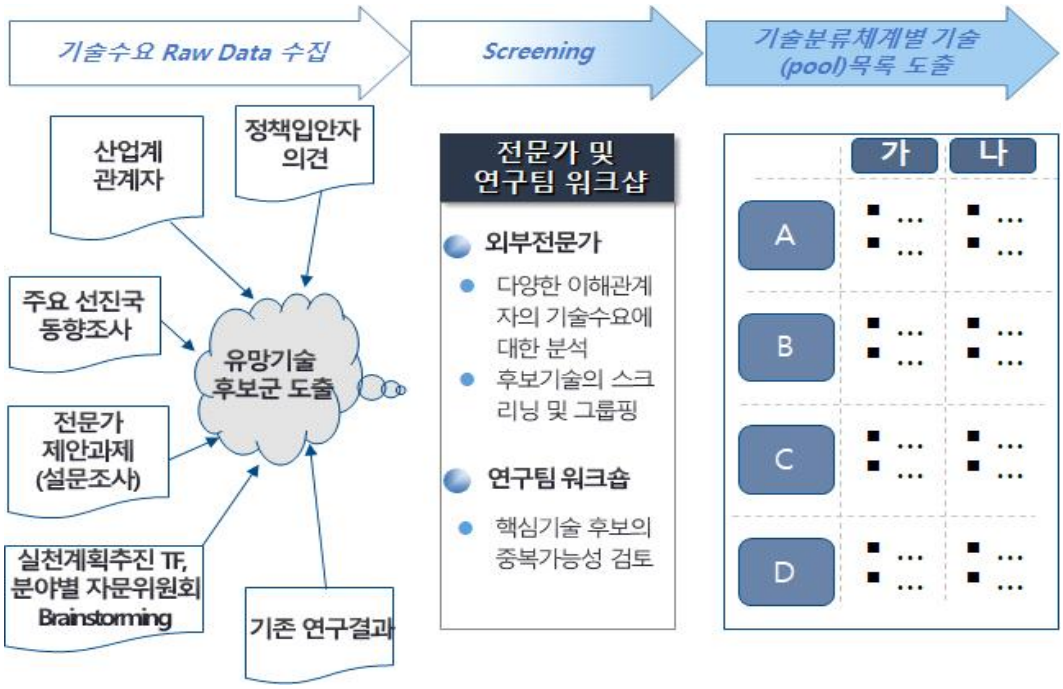
가. 기술수요조사 개요

□ 기술수요조사는 스마트 하천관리 분야 및 드론시스템 분야의 사업영역을 구성하고 기술개발이 필요한 기술아이템의 도출을 목적으로 함

○ 산·학·연 전문가를 대상으로 국내 스마트 하천관리 분야 및 드론시스템 분야의 기술 확보를 위해 기술개발이 필요한 기술아이템에 대한 기술수요를 조사함

○ 기술수요조사는 기술개발 우선순위를 파악하고 기술개발 과제간의 효율적인 자원배분 방안을 마련하기 위한 사전 조사에 해당됨

○ 분야별 기술분류체계별 기술 목록을 도출함



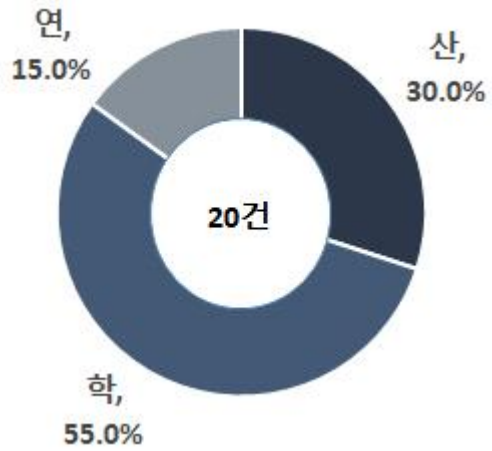
〈기술수요조사 개요〉

나. 기술수요조사 결과

(1) 스마트 하천관리 분야

□ 스마트 하천관리 분야에서는 총 20건의 기술 수요가 조사되었으며, 산업체 30.0%, 학교 55.0%, 연구소 15.0%로 학교의 기술 수요가 가장 많았음

○ 스마트 하천관리 분야의 기술수요조사 결과 산업체 6건, 학교 11건, 연구소 3건으로 총 20건의 기술 수요가 조사되었음



〈스마트 하천관리 분야의 산학연별 수요조사 결과〉

○ 기술 분야별로는 모든 분류체계별 1건 이상씩 기술 수요가 발생하였음

- 중복을 포함하면 수요조사는 총 61건의 분류체계에 관여하고 있음

- 1.2, 3.1 분야에서 각각 8건으로 가장 높은 기술 수요가 조사되었음

〈표 168〉 스마트 하천관리 분류체계별 기술수요조사 결과

분야	대분류	중분류	조사결과
스마트 하천관리 기술	1. 첨단센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술(취득)	1.1 첨단센서 개발 기술	2
		1.2 첨단센서 활용 기술	8
		1.3 로봇 활용 기술	2
		1.4 무인기체 활용 기술	5
	2. 초연결 IoT 기반 수리/수문/환경 계측 네트워크 구축 기술 (전송)	2.1 IoT 기반 센서모니터링 기술	7
		2.2 IoT 기반 수리시설물 관리 기술	1
	3. 빅데이터 기반 정보 관리 및 공급 기술 (정보화)	3.1 빅데이터 기반 하천정보 관리 기술	8
		3.2 지식기반 물정보서비스 생산 및 분석 기술	4
	4. 융복합적 하천 해석 기술 (해석)	4.1 물리모델 기반 하천해석 기술	6
		4.2 인공지능 기반 하천해석 기술	4
	5. 원격제어 기반 지능형 하천관리 및 예측 (하천관리)	5.1 하천조사 지능화 및 원격시스템 기술	7
		5.2 하천시설 지능화 및 원격시스템 기술	5
	6. 스마트 하천관리를 위한 국내 및 국제 표준화(표준화)	6.1 스마트 하천관리를 위한 국내 및 국제 표준화	2

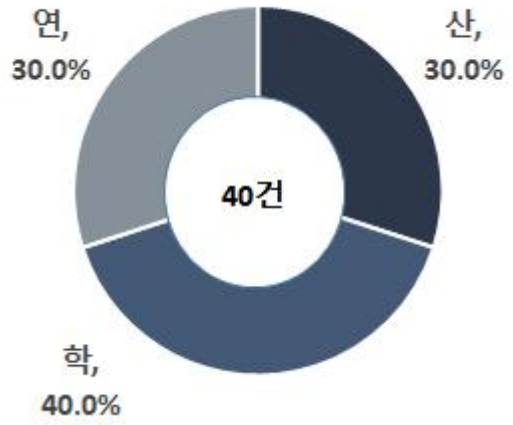
〈표 169〉 스마트 하천관리 분야의 기술수요조사 결과

번호	기술수요조사	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2	5.1	5.2	6.1
1	5G(LTE)를 이용한 실시간 드론관리시스템				○							○	○	
2	USV를 이용한 3차원 원격 하천환경 모니터링 시스템		○	○	○	○		○				○		
3	고성능 컴퓨팅(HPC) 및 인공지능 기반 하천/물환경 빅데이터 분석을 통한 수재해(침수, 가뭄 등) 대응 하천 유량 통합관리 플랫폼							○	○		○	○		○
4	광역 스마트 하천관리를 위한 군집 IoT기반 협업 복합 센싱기술	○				○								
5	기상조건을 반영한 드론 영상자료 분석 및 하천정보추출 기술							○						
6	복잡계 이론과 행위자 기반 모형을 이용한 하천공원 정보 제공 기술								○	○	○	○	○	
7	빅데이터 기반 댐/하천 무인관리플랫폼				○			○	○			○	○	
8	빅데이터와 연계한 홍수 예측 기술							○		○	○			
9	수문/수질정보의 모니터링과 품질관리를 위한 지능형 데이터베이스 기술		○			○						○		
10	드론활용 하천친수 지능형 정보 제공 체계 및 친수시설 유지관리 기술				○				○				○	
11	고정식 또는 레일이동식수표면 다중분광영상 DB 구축 및 분석시스템 개발		○	○				○		○				
12	위성영상 및 초분광센서를 이용한 수화현상 추정 및 하천환경정보도 구축 기술		○			○				○				
13	입체적 하천 흐름 해석을 위한 다차원 상용소프트웨어 개발									○				
14	증강현실을 활용한 인터렉티브 하천관리 기술							○						
15	지표 피복 및 식생조건에 따른 드론 기반 하천지형 측량 성과 정확도 평가 기술		○		○									○
16	초음파센서를 활용한 실시간 하천 유사량 측정 연구		○			○								
17	하천 수리량 측정을 위한 초분광영상활용 기술		○											
18	하천 입체화모델을 통한 하천정보제공 기술							○		○	○			
19	하천수리량 조사 및 분석을 위한 Optical Remote Sensing 기술					○						○		
20	홍수 특성 별 유역단위 홍수 계획 및 IoT·ICT기반 시설물 연계 운영 기술	○	○			○	○						○	

(2) 드론시스템 분야

□ 드론시스템 분야에서는 총 40건의 기술 수요가 조사되었으며, 산업체 30.0%, 학교 40.0%, 연구소 30.0%로 학교와 연구소의 기술 수요가 두드러졌음

○ 드론시스템 분야의 기술수요조사 결과 산업체 12건, 학교 16건, 연구소 12건으로 총 40건의 기술 수요가 조사되었음



<드론시스템 분야의 산학연별 수요조사 결과>

○ 기술 분야별로는 모든 분류체계별로 기술 수요가 발생하였음

- 중복을 포함하면 수요조사는 총 68건의 분류체계에 관여하고 있음

- 2.1 분야에서 가장 높은 20건, 4.1 분야에서 가장 낮은 4건의 기술 수요가 조사되었음

<표 170> 드론시스템 분류체계별 기술수요조사 결과

분야	대분류	중분류	조사결과
드론시스템 기술	1. 스마트 하천관리 최적화 드론시스템 및 운영 기술	1.1 하천조사 최적화 드론시스템 개선 기술	17
		1.2 하천조사 최적화 드론 적용 전문 센서 개발	8
	2. 드론을 이용한 하천공간 및 특성 정보 스마트 조사 분석 기술	2.1 드론 계측 기반 모니터링 기술	20
		2.2 드론 계측 기반 하천 정보 예측 기술	9
	3. 드론 및 첨단 계측 센서 연계 재해피해 조사 및 분석 기술	3.1 재해피해 조사 및 분석 기술	10
	4. (스마트 하천관리를 위한) 하천조사 전문 드론 기술 검증 및 법제화	4.1 드론 기술 검증 및 법제화 방안	4

〈표 171〉 드론시스템 분야의 기술수요조사 결과

번호	기술수요조사	1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	4.1
1	FPV(First Person View) 드론을 활용한 실시간 비행궤적(제어) 추출 및 외관조사기술	○		○		○	
2	IoT-IoE-WoT기반 FLE 지역의 재난재해 이상징후 통합 예측 기술			○		○	
3	USV용 모터 / 한국형 수직이착륙기 / 상업용 드론의실시간 위치 모니터링 기술	○					○
4	드론 기반 영상정보 활용 광영 녹조 모니터링 기술			○			
5	드론 및 탑재 센서를 이용한 하천 식물분포 조사 및 AI 기반 자동분류, 분석시스템			○	○		
6	드론 운용 효율화를 위한 3D 스캐너 활용 실사 기반 3D 디지털 비행지도	○					
7	드론탑재형Topo-Bathy LiDAR 시스템(HW&SW)	○	○				
8	드론자동 채수시스템을 이용한 하도 단면 변화 및 수심별 수질 측정 모니터링 기술	○		○			
9	드론(수상·수중)을 활용한 유량 조사 및 분석 기술			○	○		
10	드론과PIV를 이용한 표면유속 및 환경 모니터링 시스템		○	○			
11	드론영상 기반의 가뭄재해 상황 모니터링 플랫폼					○	
12	드론영상을 이용한 댐·하천 가뭄 관리 기술			○		○	
13	드론을 이용한 3차원 하천 지형정보구축 및 통합관리시스템			○	○		
14	수질조사 취약지점 자율 판단 후 이동 및 집중조사를 수행할 수 있는 드론제어 및 판단 기술	○		○			
15	드론탑재형Green-LiDAR 센서 및 통합 운영 기술	○	○	○			
16	LiDAR, SAR 장착형대형 드론시스템	○	○				
17	물관리맞춤형 소형 다중분광센서		○				
18	비행시간 확대를 위한 드론시스템(스테이션) 개발(배터리 충전 및 확대)	○					○
19	수자원관리 특화 원격 운용이 가능한 방수/방진 드론시스템 및 스테이션	○					○
20	수자원관리를 위한 드론 탑재용 다중 기능 임무장비		○				
21	드론 기반 광역 수질 모니터링 기술 및 시공간적 상세분포해석기법			○	○		
22	드론 계측 실시간 홍수피해 공간정보 조사 및 정보 제공 기술	○				○	
23	액추에이터(actuator), 센서(배터리, 온도, 충돌 회피 등), 비상착륙을 고려한 Fail-safe 기반 AI 자율비행 하천관리 드론	○					

번호	기술수요조사	1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	4.1
24	드론영상 및 원격탐사(Remote Sensing) 기법을 활용한 자연재해(지진 등) 전후 하천구조물균열 진단 및 안정성 평가 기술	○	○			○	
25	드론 기반 재난재해(홍수, 환경사고) 이상 징후 자동탐지 및 정보 제공 기술					○	
26	드론을 이용한 하천 및 하도의 지형 변화 조사 및 3D mapping 기술			○	○		
27	초분광센서가 탑재된 드론을 이용한 수질 오염사고 대응 시스템					○	
28	하천공간재구축을 위한 드론 기반 3차원 지형 모델링 및 분석 기술			○			
29	하천관리 드론을 이용한 재난재해 지역 지반 침하 및 사면 붕괴 탐지 기술					○	
30	하천관리용임무장비자동 장착/탈착이 가능한 표준 짐벌	○					
31	드론 기반 하천 및 댐 공간정보 조사 및 분석 기술			○	○		
32	드론 계측 하천 주변 식생분포분석 및 증강현실 활용 하천정보제공 기술			○	○		
33	드론 기반 수환경및 수생태환경변화 조사 및 분석 기술			○	○		
34	하천공간정보 추출을 위한 드론영상 분류·분석 기법			○			
35	하천 수심측량을위한 수직이착륙 무인보트드론 개발	○					
36	하천시설물 및 지형을 이용한 드론 기반 지형 측량 지원시스템 구축 및 운영 기술			○			○
37	하천조사용드론 탑재 센서 자료 처리 기술				○		
38	홍수 발생에 따른 댐 수문 방류 맞춤형 예·경보 기술					○	
39	무인기체와다항목 수질 및 유속 측정 장치를 활용한 비행 및 수면에서의 지점 이동을 통한 수심별 수질 및 유속 조사 기술	○	○	○			
40	하천 탐사용 드론 제작 및 HW 여유자유도 기술	○					

2. 기술수준조사

가. 기술수준조사 개요

□ 기술수준조사는 각각의 분야에 대해 기술 중분류 단위로 최고기술보유기관 및 국내기술수준, TRL 단계, 기술적 중요도에 대해 정량적 평가를 조사함

○ 2017년 기준 해당 기술의 세계 최고기술 보유국을 조사함

- 최고기술 대비 국내 기술 수준을 평가하여 전문가들이 인식하는 세계 최고 기술과 국내 기술의 차이를 진단함

- 상대적 기술 수준과 기술적 중요도의 포트폴리오 분석을 통해 영역별 기술 개발 전략을 도출함

○ 세계 최고기술국과 국내의 TRL 단계를 조사하여 기술성숙도의 차이를 평가함

〈표 172〉 TRL(기술성숙도) 단계별 기준

기술성숙도 단계	설명
1단계	기초이론/실험 등 기초연구가 시작되고 응용연구로 전환되기 시작하는 단계
2단계	실용목적의 아이디어, 특허 등 개념이 정립되는 단계
3단계	실험실 규모의 기본성능평가가 수행되는 단계
4단계	실험실 규모의 핵심성능평가가 수행되는 단계
5단계	확정된 시스템의 시작품 제작 및 성능평가가 수행되는 단계
6단계	파일럿 규모의 시작품 제작 및 성능평가가 수행되는 단계
7단계	신뢰성 평가 및 수요기업 평가가 이루어지는 단계
8단계	시제품 제작 및 신기술 검증/인증/표준화가 수행되는 단계
9단계	사업화가 완료된 단계



〈기술수준조사 개요〉

나. 기술수준조사 결과

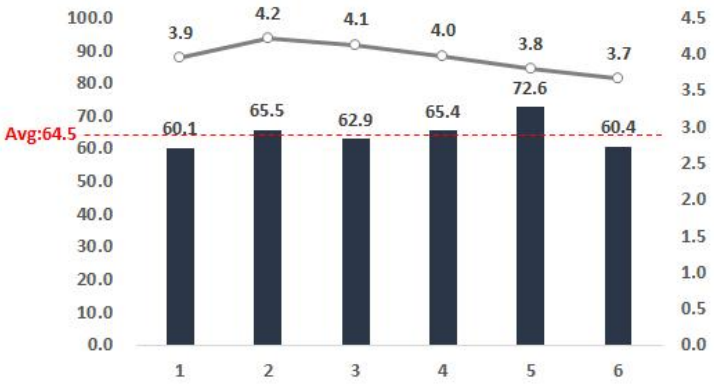
(1) 스마트 하천관리 분야

(가) 총괄

□ 스마트 하천관리 분야의 기술 대분류별 기술수준 및 중요도 조사 결과, 기술수준은 5. 하천관리 분야에서, 중요도는 2. 전송 분야에서 가장 높게 나타남

○ 기술수준은 평균 64.5%이며 5. 하천관리 분야가 72.6%로 가장 높게, 1. 취득 분야가 60.1%로 가장 낮게 조사되었음

○ 기술적 중요도는 2. 전송 분야가 4.2점으로 가장 높게, 6. 표준화 분야가 3.7점으로 가장 낮게 조사되었음

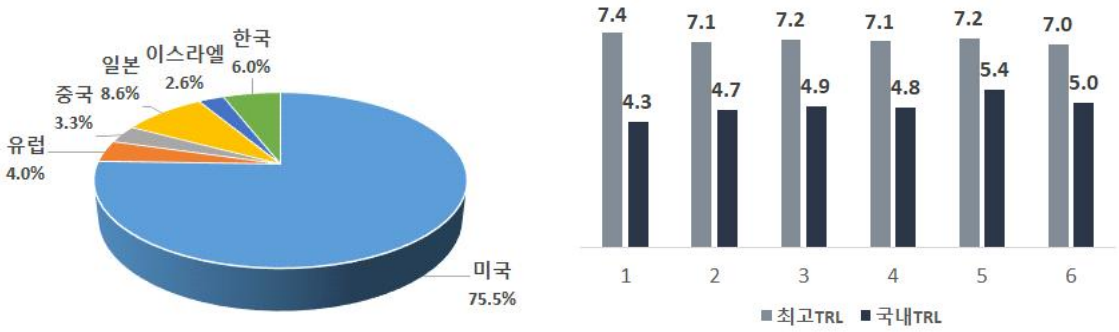


1	첨단센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술(취득)
2	초연결 IoT 기반 수리/수문/환경 계측 네트워크 구축 기술 (전송)
3	빅데이터 기반 정보 관리 및 공급 기술 (정보화)
4	융복합적 하천 해석 기술 (해석)
5	원격제어 기반 지능형 하천관리 및 예측 (하천관리)
6	스마트 하천관리를 위한 국내 및 국제 표준화(표준화)

<스마트 하천관리 분야의 대분류별 기술수준 및 중요도>

□ 스마트 하천관리 분야의 최고기술 보유국은 미국이라는 응답이 압도적으로 높았으며 최고기술 대비 국내 TRL 단계는 2~3단계 차이를 보였음

○ 미국은 75.5%, 한국은 6.0%의 응답률을 보였으며 TRL은 최고기술이 실제 환경에서의 시작품 검증 단계인 반면 국내는 실험단계에 그침



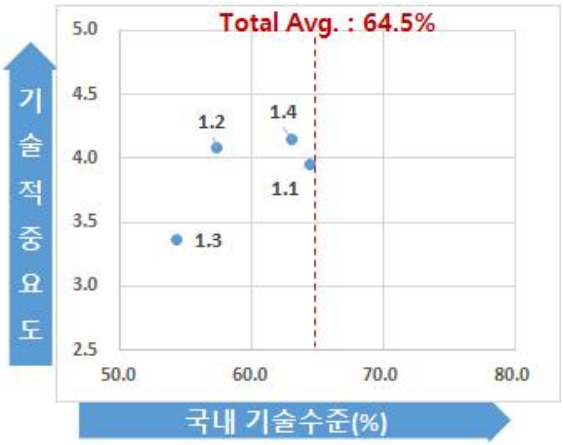
<스마트 하천관리 분야의 최고기술 보유국 및 국내외 TRL 단계>

(나) 첨단센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술(취득)

□ 첨단센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술의 평균 기술수준은 59.8%이며 4개 중분류가 모두 전체평균 기술수준에 미달하였음

○ 가장 높은 기술수준을 보인 분야는 64.4%의 첨단센서 개발기술이지만, 스마트 하천관리 분야의 전체 평균 기술수준인 64.5%를 넘긴 기술 분야는 없음

○ 기술적중요도 조사 결과 5점 척도에 모든 요소기술이 3.4~4.1로 높은 중요도를 가지고 있는 것으로 조사되었으므로, 첨단센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술은 전반적으로 중요도는 높으나 기술수준이 낮은 분야로 평가됨

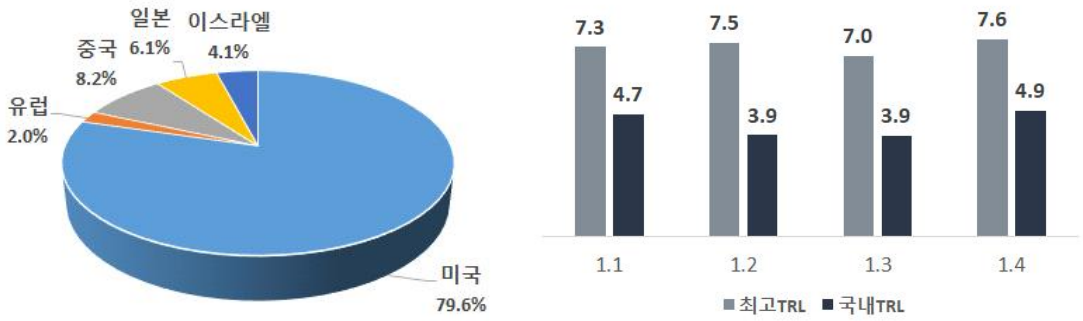


분류	분류명	기술수준	중요도
1.1	첨단센서 개발기술	64.4	4.0
1.2	첨단센서 활용기술	57.4	4.1
1.3	로봇 활용기술	54.3	3.4
1.4	무인기체 활용기술	63.1	4.1

<첨단센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술의 기술수준 및 중요도>

□ 첨단센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술의 최고기술 보유국은 미국이 79.6%로 압도적인 응답률을 보였으며 최고기술 대비 TRL 단계는 3~4단계 차이를 보였음

○ 최고기술 보유국에 한국 응답은 없었으며, TRL 단계는 최고기술이 실제 환경에서의 시작품 검증 단계인 반면 국내는 실험단계에 그침



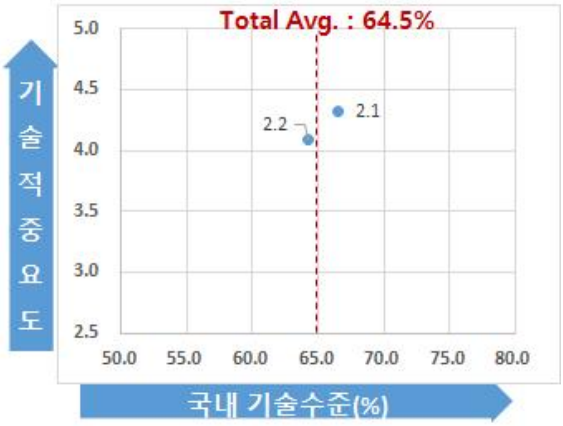
〈첨단센서 및 로봇 기반 입체적 하천 모니터링 기술의 최고기술 보유국 및 국내외 TRL 단계〉

(다) 초연결 IoT 기반 수리/수문/환경 계측 네트워크 구축 기술(전송)

□ 초연결 IoT 기반 수리/수문/환경 계측 네트워크 구축 기술의 평균 기술수준은 65.4%이며 1개 중분류가 전체 평균 이상의 기술수준을 보였음

○ IoT기반 센서 모니터링 기술은 평균 수준을 우회하는 반면, IoT기반 수리시설물 관리기술은 평균에 미달하는 수준을 보였음

○ 기술적중요도 조사 결과 2개 기술이 모두 5점 척도에 4.1~4.3으로 높은 중요도를 가지고 있는 것으로 조사되었으므로, 초연결 IoT 기반 수리/수문/환경 계측 네트워크 구축 기술은 중요도와 수준이 모두 양호한 분야로 평가됨

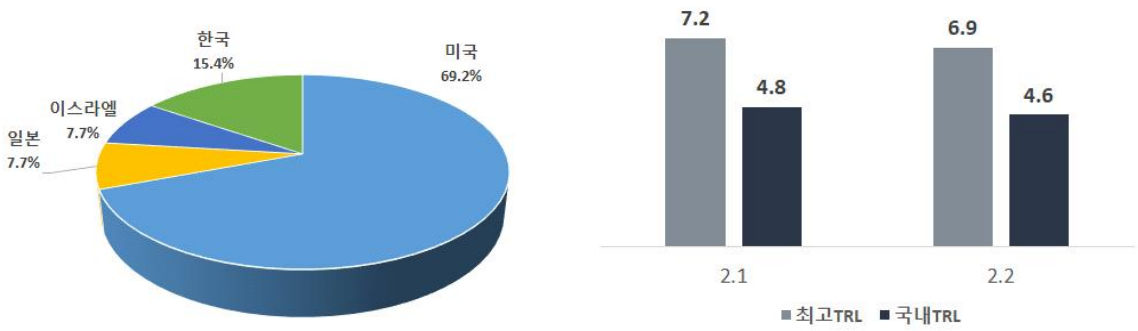


분류	분류명	기술수준	중요도
2.1	IoT기반 센서모니터링 기술	66.5	4.3
2.2	IoT기반 수리시설물 관리기술	64.3	4.1

〈초연결 IoT 기반 수리/수문/환경 계측 네트워크 구축 기술의 기술수준 및 중요도〉

□ 초연결 IoT 기반 수리/수문/환경 계측 네트워크 구축 기술의 최고기술 보유국은 미국이 69.2%로 압도적인 응답률을 보였으며 최고기술 대비 TRL 단계는 2~3단계 차이를 보였음

○ 최고기술 보유국에 한국이 15.4%로 높은 응답을 보였으며, TRL 단계는 최고기술이 시작품~제품화 단계인 반면 국내는 실험단계에 그침



〈초연결 IoT 기반 수리/수문/환경 계측 네트워크 구축 기술의 최고기술 보유국 및 국내외 TRL 단계〉

(라) 빅데이터 기반 정보 관리 및 공급 기술(정보화)

□ 빅데이터 기반 정보 관리 및 공급 기술의 평균 기술수준은 62.8%이며 2개 중분류가 모두 전체평균 기술수준에 미달하였음

○ 2개 중분류의 기술 수준이 62.9%, 62.7%로 유사했으며, 스마트 하천관리 분야의 전체 평균 기술수준인 64.5%를 넘긴 기술 분야는 없음

○ 기술적중요도 조사 결과 2개 기술이 모두 5점 척도에 3.8~4.3으로 높은 중요도를 가지고 있는 것으로 조사되었으므로, 빅데이터 기반 정보 관리 및 공급 기술은 전반적으로 중요도는 높으나 기술수준이 낮은 분야로 평가됨

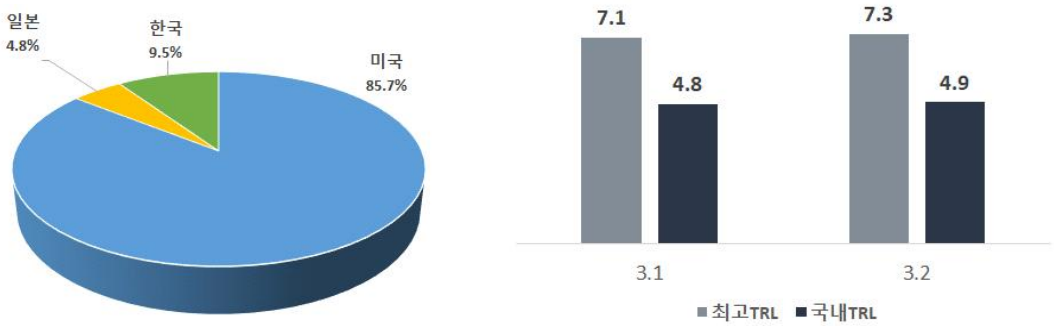


분류	분류명	기술수준	중요도
3.1	빅데이터 기반 하천정보 관리기술	62.9	4.3
3.2	지식기반 물정보서비스 생산 및 분석기술	62.7	3.8

〈빅데이터 기반 정보 관리 및 공급 기술의 기술수준 및 중요도〉

□ 빅데이터 기반 정보 관리 및 공급 기술의 최고기술 보유국은 미국이 85.7%로 압도적인 응답률을 보였으며 최고기술 대비 TRL 단계는 3단계 차이를 보였음

○ 최고기술 보유국에 한국이 9.5%로 높은 응답을 보였으며, TRL 단계는 최고기술이 제품화 단계인 반면 국내는 실험단계에 그침



〈빅데이터 기반 정보 관리 및 공급 기술의 최고기술 보유국 및 국내외 TRL 단계〉

(마) 융복합적 하천 해석 기술(해석)

□ 융복합적 하천 해석 기술의 평균 기술수준은 64.8%이며 1개 중분류가 전체 평균 이상의 기술수준을 보였음

○ 물리모델기반 하천해석기술은 평균 수준을 우회하는 반면, 데이터기반 하천해석기술은 평균에 미달하는 수준을 보였음

○ 기술적중요도 조사 결과 2개 기술이 모두 5점 척도에 3.8~4.3으로 높은 중요도를 가지고 있는 것으로 조사되었으므로, 융복합적 하천 해석 기술은 중요도가 높으나 일부 기술수준이 낮은 분야로 평가됨

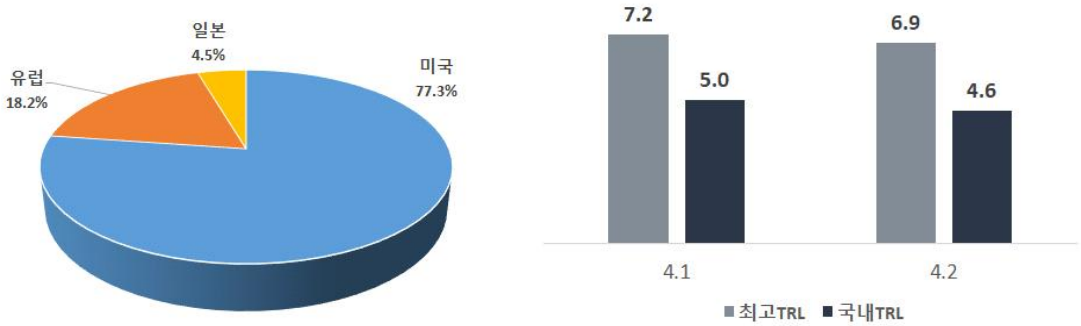


분류	분류명	기술수준	중요도
4.1	물리모델기반 하천해석기술	66.6	3.8
4.2	데이터기반 하천해석기술	62.9	4.3

〈융복합적 하천 해석 기술의 기술수준 및 중요도〉

□ 융복합적 하천 해석 기술의 최고기술 보유국은 미국이 77.3%로 압도적인 응답률을 보였으며 최고기술 대비 TRL 단계는 2단계 차이를 보였음

○ 최고기술 보유국에 한국은 응답되지 않았으며, TRL 단계는 최고기술이 시작품~제품화 단계인 반면 국내는 실험~시작품 단계를 보였음



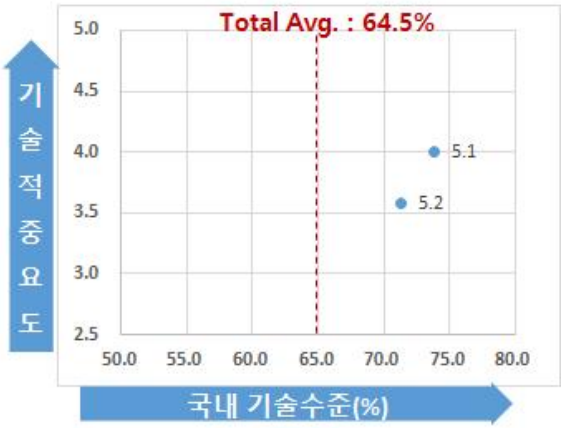
〈융복합적 하천 해석 기술의 최고기술 보유국 및 국내외 TRL 단계〉

(바) 원격제어 기반 지능형 하천관리 및 예측(하천관리)

□ 원격제어 기반 지능형 하천관리 및 예측의 평균 기술수준은 72.5%이며 2개 중분류가 모두 전체 평균 이상의 기술수준을 보였음

○ 하천시설 지능화기술과 하천제어 원격시스템기술은 모두 기술수준이 70%를 넘어 평균을 크게 상회하고 있음

○ 기술적중요도 조사 결과 2개 기술이 모두 5점 척도에 3.6~4.0으로 높은 중요도를 가지고 있는 것으로 조사되었으므로, 원격제어 기반 지능형 하천관리 및 예측 기술은 중요도와 수준이 모두 양호한 분야로 평가됨

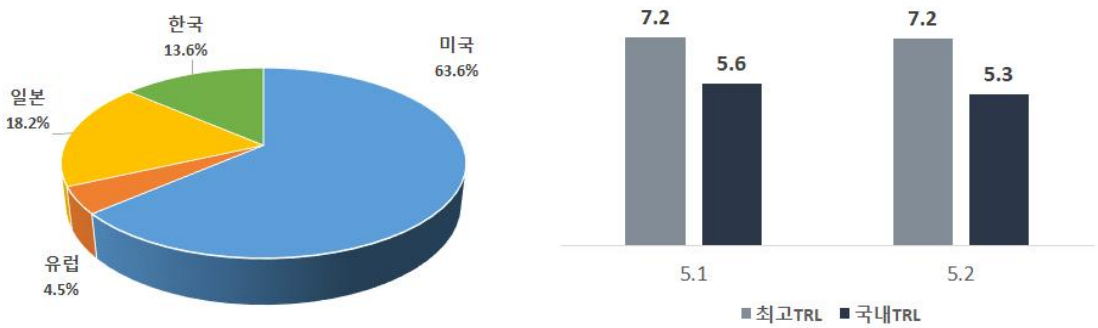


분류	분류명	기술수준	중요도
5.1	하천시설 지능화기술	73.8	4.0
5.2	하천제어 원격시스템기술	71.8	3.6

〈원격제어 기반 지능형 하천관리 및 예측의 기술수준 및 중요도〉

□ 원격제어 기반 지능형 하천관리 및 예측의 최고기술 보유국은 미국이 63.6%로 압도적인 응답률을 보였으며 최고기술 대비 TRL 단계는 2단계 차이를 보였음

○ 최고기술 보유국에 한국은 13.6%의 응답을 보였으며, TRL 단계는 최고기술이 제품화 단계인 반면 국내는 시작품 단계를 보였음



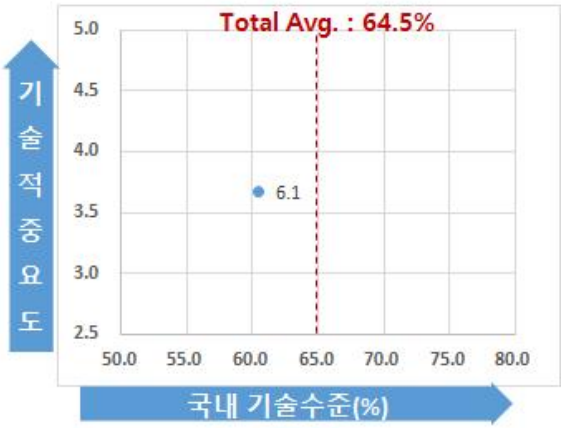
〈원격제어 기반 지능형 하천관리 및 예측의 최고기술 보유국 및 국내외 TRL 단계〉

(사) 스마트 하천관리를 위한 국내 및 국제 표준화(표준화)

□ 스마트 하천관리를 위한 국내 및 국제 표준화의 기술수준은 60.4%이며 전체 평균 기술수준에 미달하였음

○ 요소기술인 스마트 하천관리를 위한 국내 및 국제표준화 기술은 기술수준이 60.4로 낮은 수치를 보였음

○ 기술적중요도 조사 결과 5점 척도에 3.7로 높은 중요도를 가지고 있는 것으로 조사되었으므로, 스마트 하천관리를 위한 국내 및 국제 표준화 기술은 중요도가 높으나 기술수준이 낮은 분야로 평가됨

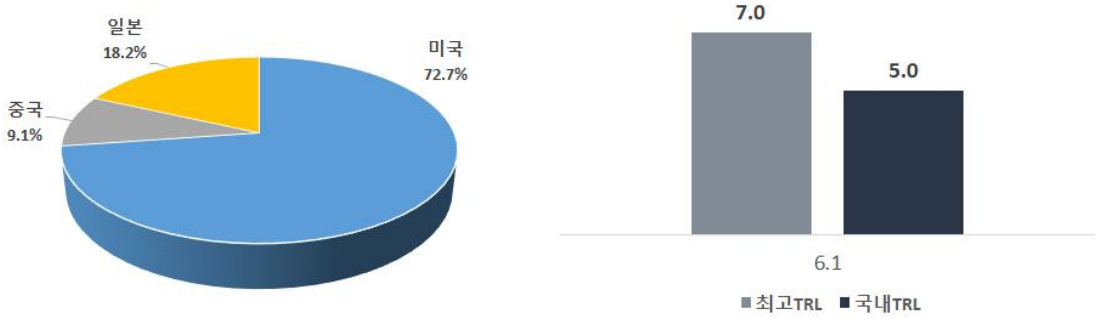


분류	분류명	기술수준	중요도
6.1	스마트 하천관리를 위한 국내 및 국제 표준화	60.4	3.7

〈스마트 하천관리를 위한 국내 및 국제 표준화의 기술수준 및 중요도〉

□ 스마트 하천관리를 위한 국내 및 국제 표준화의 최고기술 보유국은 미국이 72.7%로 압도적인 응답률을 보였으며 최고기술 대비 TRL 단계는 2단계 차이를 보였음

○ 최고기술 보유국에 한국은 응답을 보이지 않았으며, TRL 단계는 최고기술이 제품화 단계인 반면 국내는 시작품 단계를 보였음



〈스마트 하천관리를 위한 국내 및 국제 표준화의 최고기술 보유국 및 국내외 TRL 단계〉

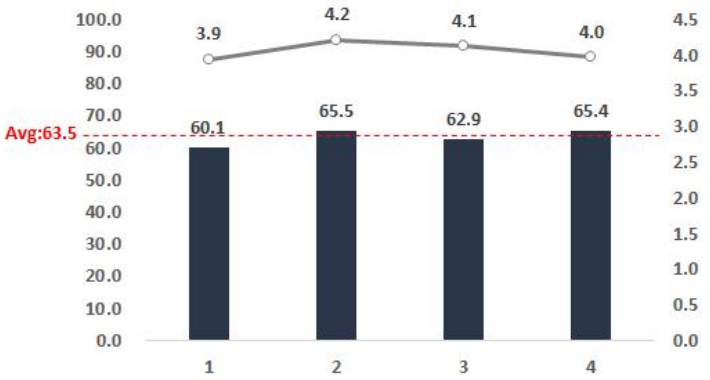
(2) 드론시스템 분야

(가) 총괄

□ 드론시스템 분야의 기술 대분류별 기술수준 및 중요도 조사 결과, 2. 드론을 이용한 하천공간 및 특성정보 스마트 조사분석 기술 분야에서 기술수준과 중요도가 모두 높게 나타남

○ 기술수준은 평균 63.5%이며 2. 드론을 이용한 하천공간 및 특성정보 스마트 조사분석 기술이 65.5%로 가장 높게, 1. 스마트 하천관리 최적화 드론시스템 및 운영 기술이 60.1%로 가장 낮게 조사되었음

○ 기술적 중요도는 3.9~4.2의 범위를 보였으며 2. 드론을 이용한 하천공간 및 특성정보 스마트 조사분석 기술이 4.2점으로 가장 높게 조사되었음

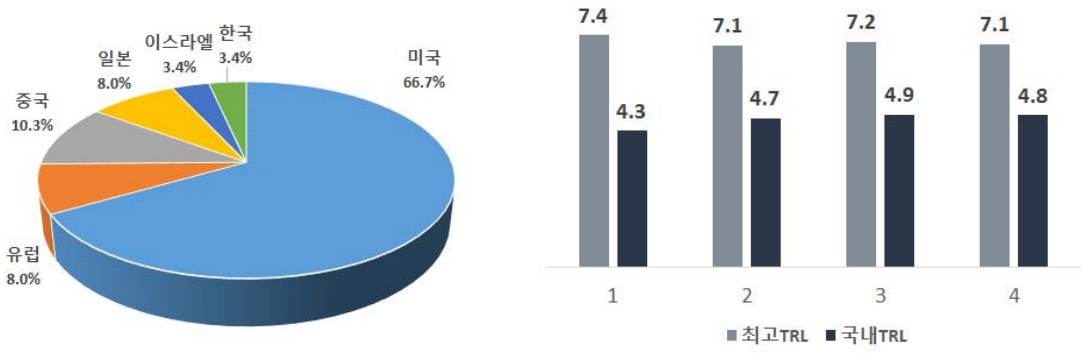


1	스마트 하천관리 최적화 드론시스템 및 운영 기술
2	드론을 이용한 하천공간 및 특성 정보 스마트 조사 분석 기술
3	드론 및 첨단 계측 센서 연계 재해피해 조사 및 분석 기술
4	(스마트 하천관리를 위한) 하천조사 전문 드론 기술 검증 및 법제화

<드론시스템 분야의 대분류별 기술수준 및 중요도>

□ 드론시스템 분야의 최고기술 보유국은 미국이라는 응답이 압도적으로 높았으며 최고기술 대비 국내 TRL 단계는 3단계 차이를 보였음

○ 미국은 66.7%, 한국은 3.4%의 응답률을 보였으며 TRL은 최고기술이 실제 환경에서의 시작품 검증 단계인 반면 국내는 실험단계에 그침



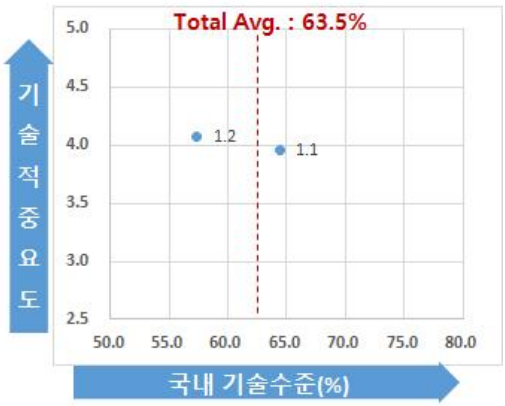
<드론시스템 분야의 최고기술 보유국 및 국내외 TRL 단계>

(나) 스마트 하천관리 최적화 드론시스템 및 운영 기술

□ 스마트 하천관리 최적화 드론시스템 및 운영 기술의 평균 기술수준은 60.9%이며 1개 중분류가 전체 평균 이상의 기술수준을 보였음

○ 하천조사 최적화 드론시스템 개선 기술은 평균 수준을 우회하는 반면, 하천조사 최적화 드론 적용 전문 센서 개발은 평균에 미달하는 수준을 보였음

○ 기술적중요도 조사 결과 2개 기술이 모두 5점 척도에 4.0~4.1로 높은 중요도를 가지고 있는 것으로 조사되었으므로, 스마트 하천관리 최적화 드론시스템 및 운영 기술은 중요도가 높으나 일부 기술수준이 낮은 분야로 평가됨

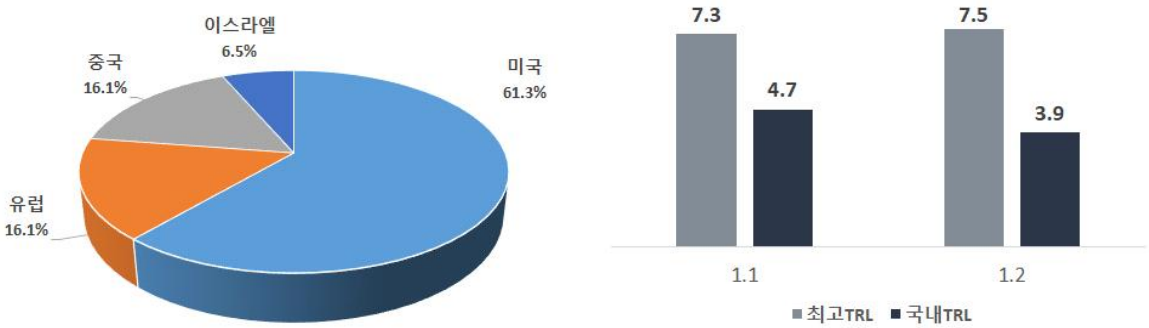


분류	분류명	기술수준	중요도
1.1	하천조사 최적화 드론시스템 개선 기술	64.4	4.0
1.2	하천조사 최적화 드론 적용 전문 센서 개발	57.4	4.1

〈스마트 하천관리 최적화 드론시스템 및 운영 기술의 기술수준 및 중요도〉

□ 스마트 하천관리 최적화 드론시스템 및 운영 기술의 최고기술 보유국은 미국이 61.3%로 압도적인 응답률을 보였으며 최고기술 대비 TRL 단계는 3~4단계 차이를 보였음

○ 최고기술 보유국에 한국 응답은 없었으며, TRL 단계는 최고기술이 실제 환경에서의 시작품 검증 단계인 반면 국내는 실험단계에 그침



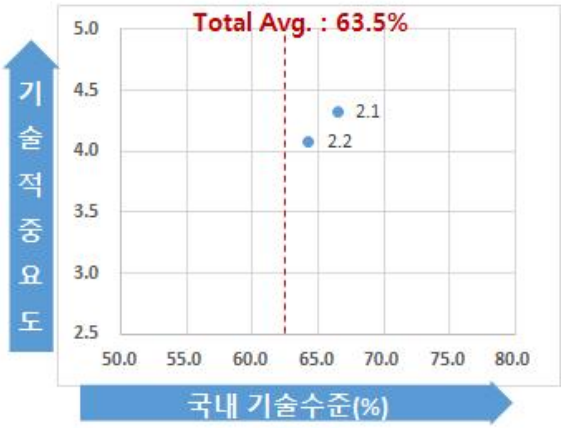
〈스마트 하천관리 최적화 드론시스템 및 운영 기술의 최고기술 보유국 및 국내외 TRL 단계〉

(다) 드론을 이용한 하천공간 및 특성 정보 스마트 조사 분석 기술

□ 드론을 이용한 하천공간 및 특성 정보 스마트 조사 분석 기술의 평균 기술수준은 65.4%이며 2개 중분류가 모두 전체 평균 이상의 기술수준을 보였음

○ 드론 계측 기반 모니터링 기술과 드론 계측 기반 하천 정보 예측 기술은 모두 기술수준이 평균을 원만하게 상회하고 있음

○ 기술적중요도 조사 결과 2개 기술이 모두 5점 척도에 4.1~4.3으로 높은 중요도를 가지고 있는 것으로 조사되었으므로, 드론을 이용한 하천공간 및 특성 정보 스마트 조사 분석 기술은 중요도와 수준이 모두 양호한 분야로 평가됨

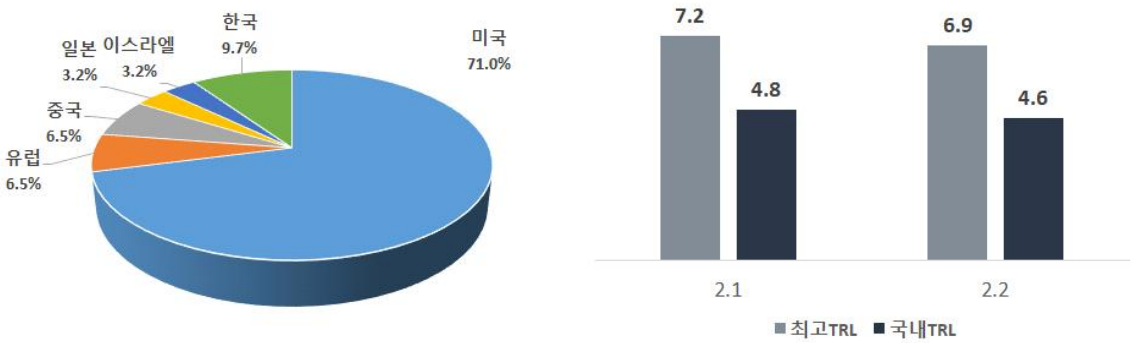


분류	분류명	기술수준	중요도
2.1	드론 계측 기반 모니터링 기술	66.5	4.3
2.2	드론 계측 기반 하천 정보 예측 기술	64.3	4.1

<드론을 이용한 하천공간 및 특성 정보 스마트 조사 분석 기술의 기술수준 및 중요도>

□ 드론을 이용한 하천공간 및 특성 정보 스마트 조사 분석 기술의 최고기술 보유국은 미국이 71.0%로 압도적인 응답률을 보였으며 최고기술 대비 TRL 단계는 2~3단계 차이를 보였음

○ 최고기술 보유국에 한국은 9.7%의 응답을 보였으며, TRL 단계는 최고기술이 시작품~제품화 단계인 반면 국내는 실험단계에 그침



<드론을 이용한 하천공간 및 특성 정보 스마트 조사 분석 기술의 최고기술 보유국 및 국내외 TRL 단계>

(라) 드론 및 첨단 계측 센서 연계 재해피해 조사 및 분석 기술

□ 드론 및 첨단 계측 센서 연계 재해피해 조사 및 분석 기술의 기술수준은 62.9%이며 전체 평균 기술수준에 미달하였음

○ 요소기술인 재해피해 조사 및 분석 기술은 기술수준이 62.9로 낮은 수치를 보였음

○ 기술적중요도 조사 결과 5점 척도에 4.3으로 높은 중요도를 가지고 있는 것으로 조사되었으므로, 드론 및 첨단 계측 센서 연계 재해피해 조사 및 분석 기술은 중요도가 높으나 기술수준이 낮은 분야로 평가됨

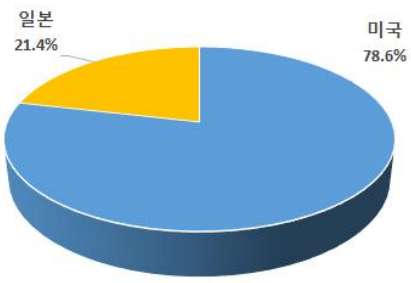


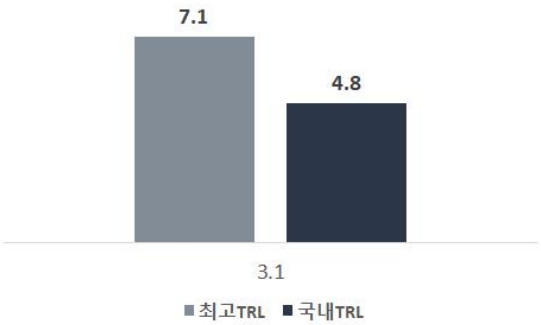
분류	분류명	기술수준	중요도
3.1	재해피해 조사 및 분석 기술	62.9	4.3

<드론 및 첨단 계측 센서 연계 재해피해 조사 및 분석 기술의 기술수준 및 중요도>

□ 드론 및 첨단 계측 센서 연계 재해피해 조사 및 분석 기술의 최고기술 보유국은 미국이 78.6%로 압도적인 응답률을 보였으며 최고기술 대비 TRL 단계는 3단계 차이를 보였음

○ 최고기술 보유국에는 미국과 일본만이 응답을 보였으며, TRL 단계는 최고기술이 제품화 단계인 반면 국내는 실험단계에 그쳤음





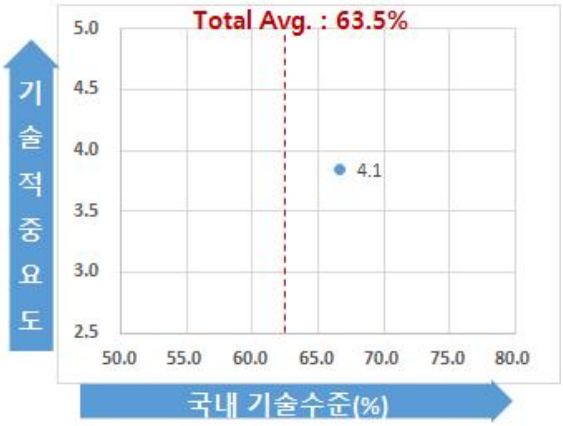
<드론 및 첨단 계측 센서 연계 재해피해 조사 및 분석 기술의 최고기술 보유국 및 국내외 TRL 단계>

(마) (스마트 하천관리를 위한) 하천조사 전문 드론 기술 검증 및 법제화

□ (스마트 하천관리를 위한) 하천조사 전문 드론 기술 검증 및 법제화의 기술수준은 66.6%로 전체 평균 이상의 기술수준을 보였음

○ 요소기술인 드론 기술 검증 및 법제화 방안은 기술수준이 66.6으로 평균을 상당히 상회하는 것으로 조사되었음

○ 기술적중요도 조사 결과 5점 척도에 3.8로 높은 중요도를 가지고 있는 것으로 조사되었으므로, (스마트 하천관리를 위한) 하천조사 전문 드론 기술 검증 및 법제화는 중요도와 수준이 모두 양호한 분야로 평가됨

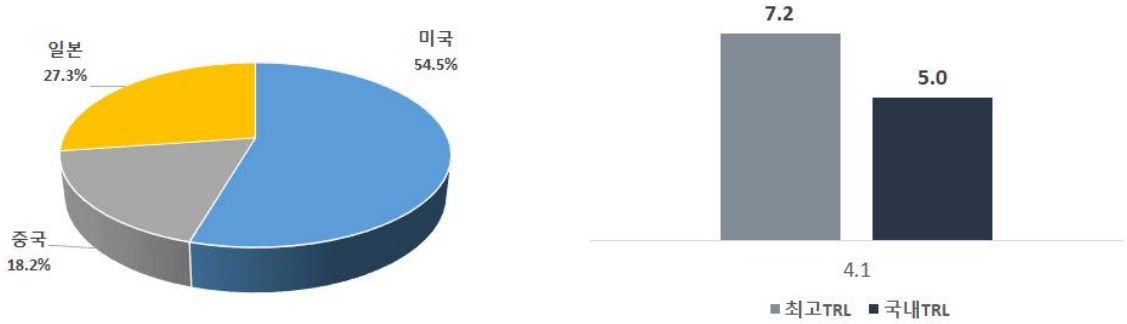


분류	분류명	기술수준	중요도
4.1	드론 기술 검증 및 법제화 방안	66.6	3.8

〈(스마트 하천관리를 위한) 하천조사 전문 드론 기술 검증 및 법제화의 기술수준 및 중요도〉

□ (스마트 하천관리를 위한) 하천조사 전문 드론 기술 검증 및 법제화의 최고기술 보유국은 미국이 54.5%로 가장 높은 응답률을 보였으며 최고기술 대비 TRL 단계는 2단계 차이를 보였음

○ 최고기술 보유국에는 미국 외에 중국과 일본이 높은 응답을 보였으며, TRL 단계는 최고기술이 제품화 단계인 반면 국내는 시작품 단계를 보였음



〈(스마트 하천관리를 위한) 하천조사 전문 드론 기술 검증 및 법제화의 최고기술 보유국 및 국내외 TRL 단계〉

6절. 종합분석

□ 복합적인 하천관리 문제를 효율적으로 해결하기 위한 통합 스마트 하천관리 인프라 구축 및 운영 기술 확보 필요

○ 기후변화로 인해 부각되고 있는 홍수, 가뭄, 수질, 생태 등의 재해에 대응하기 위해 기존 기술의 한계가 있음

○ 하천의 친수적 이용에 대한 안전성 향상, 수재해 대응, 수생태 및 수환경 건전화를 달성하기 위한 하천계측 스마트 토털 솔루션에 대한 필요성이 증가

- 반면, 이를 체계적으로 뒷받침할 수 있는 ICT의 새로운 패러다임(IoT, 빅데이터 등)을 적용한 융합관점에서의 종합적 하천관리 인프라 기술이 부족

□ 최근 제정된 수자원조사법에서는 수자원 조사·계획·관리 범위를 전 국토로 확대하여 하천관리의 중요성을 강조하였음

○ 국내 수자원 정책은 1962년에 제정된 하천법에 근거하여 하천 중심으로 시행되어 왔으나, 이번 수자원조사법 제정으로 수자원 조사·계획·관리 범위가 전 국토로 확대됨

○ 수자원의 효율적 이용과 물 관련 재해를 막기 위해 국가와 지방자치단체의 책무를 새로 규정하였으며, 지자체가 계획적으로 수자원을 관리할 수 있는 기반을 마련함

□ 국토교통부는 국토교통 분야 7대 신산업을 지정하여 드론의 공간정보 산업의 활성화를 위한 계획을 포함하였음

○ 드론 활성화를 위해 전선·전주 등 장애물 정보를 표현한 3차원 정밀지도를 시범 구축하며 물품수송·국토조사·시설물관리 등 드론활용 8대 유망 분야에 대한 시범사업을 본격 추진하고 상용화를 위한 제도정비도 추진함

○ 공간정보 산업은 공간 빅데이터를 중심으로 부동산·교통 등 45종의 융합 DB를 구축하고 종합 분석서비스를 제공하는 한편, 해상도 50cm급 위성 2기 발사(2019～2020)에 대비한 위성영상 처리·활용기술 개발과 국토위성정보센터 설립도 추진하여 위성정보 활용 신산업 기반을 구축하는 사업으로 드론을 활용한 하천관리에 융합 적용될 분야임

□ 정부는 드론 관련 다양한 연구개발 육성방안 및 정책 추진 중에 있음

○ 국토교통부에서는 2017년 1월 드론산업 인프라 구축 및 드론 기술 연구개발(R&D) 육성방안을 마련하였음

- 2017년 상업용 드론(Drone)이 크게 성장할 것으로 전망되는 가운데 드론산업 육성 예산으로 167억 원을 드론산업 인프라 구축과 R&D 투자에 투입할 계획이며, 지난해 예산(30억 원) 대비 457% 증액됨

○ 국토부는 시범사업을 기점으로 '20년까지 드론을 활용한 8대 유망 산업영역 상용화를 목표로 4대 추진전략과 12개 추진 과제를 제시하였음

○ 국토부는 2016년 5월 제5차 규제개혁장관회의에서 드론 산업을 포함한 규제혁신 방안에 대해 발표하였음

□ 국내 드론 시스템은 국방 및 취미용 드론에 집중되어 산업용도의 기술력과 가격경쟁력은 미미한 실정이나 점차 다양한 분야에서 활용되고 있으며, 국내의 드론 관련 기술은 현재 세계 7위권으로서 최근 10년 동안 산·학·연을 중심으로 기술이 급성장 중임

□ 국토교통부는 물관리분야의 4차 산업혁명 대비와 차헌관리 기술의 고급화 및 디지털화 달성을 위해 첨단 ICT 기술을 융합한 스마트 하천관리를 핵심과제로 검토하고 있으나, 이를 체계적으로 뒷받침할 수 있는 ICT의 새로운 패러다임(IoT, 빅데이터 등)을 적용한 융합관점에서의 종합적 하천관리 인프라 기술이 부족한 실정임

□ 정부는 국가하천 및 지방하천 정비에 수십 조 원의 예산을 투입 예정임

○ 국토교통부는 '12년부터 '20년까지 3.7조원을 투입하여 4대강에서 제외된 지천에 대한 하천정비 사업을 추진할 계획임

○ 국가하천 외 지방하천에 대해서도 '18년까지 11조 3,370억원(국고 60%,지자체 40%)을 투입하여 정비사업을 추진할 계획임

○ 2016년도 국토교통부 예산안에서는 수자원 분야에서 21,496억 원의 예산을 편성하였으며 하천관리 및 홍수예보 분야에서 16,999억 원으로 약 79.1%를 차지함

□ 세계적으로 드론시스템에 대한 국가 주도의 기술개발정책을 발표하였음

○ 오바마 행정부는 2015년 2월 드론 관련 제도개선을 시작하여 드론의 안전한 활용을 위한 소형무인기 규정안 제안 공고가 2015년 2월 연방항공청에서 발표됨

○ 2016년 5월 '로보허브'는 유럽연합(EU)이 드론·위성 등 테크놀로지를 활용한 재난 대응 기술 개발을 적극 추진하고 있다고 보도함

○ 유럽연합은 비전 2020이라는 이름으로 민간영역 드론 산업 육성을 위한 규제 정책 및 진흥 정책을 2014년 9월부터 진행 중에 있음

□ 하천관리 및 드론시스템 기술의 중요도는 전문가들에게 매우 높게 인식됨

○ 스마트 하천관리 분양의 기술 중요도는 5점 척도에서 3.7~4.2, 드론시스템의 기술 중요도는 3.9~4.2로 모든 기술 분야에서 매우 높은 점수를 보이고 있음

□ Pwc 컨설팅의 자료에 의하면 드론을 활용한 서비스 시장 중 사회기반시설 분야가 가장 높은 비중을 차지하고 있음

○ 2016년 세계 드론을 활용한 서비스 시장(Global Market for Commercial Applications of Drone Technology)은 1,273억 달러로 추정되며, 그 중 사회기반시설에 대한 모니터링이 452억 달러로 약 35.5%를 차지해 가장 높은 비중을 보임

□ 드론시스템의 국내 TRL은 4단계(실험실 규모의 핵심성능 평가 수행 수준)로 최고기술보유국(7단계)과 격차가 존재하여, 최고기술이 실제 환경에서의 시작품 검증 단계인 반면 국내는 실험단계에 그침

□ 국외에서는 방수 및 Floating 기능을 가진 전문 드론과 드론 탑재형 소형 계측센서를 개발하여 하천조사를 위해 시범 적용 중이나, 국내는 시작 단계로 기술 개발 촉진을 위한 계기가 필요함

○ 향후 불확실한 하천환경 변화에 능동적으로 대처하기 위해 하천정보를 시공간적으로 관측하고 모니터링 할 수 있는 하천 기반 드론 활용 기술 개발이 필요

- 이를 위해 극심한 기온 변화, 강풍, 강우에 노출되는 운용 조건을 고려한 4계절 전천후 하천 적합형 전문 드론 및 탑재 센서의 개발이 필요

○ 유럽, 미국에서는 하천 고정밀도 DEM(DSM) 자료를 구축하여 하천 모델링을 위한 기초자료로 활용하고 있음

□ ICT 기술 연계 스마트 하천 분야 융복합 관리기술의 성장단계는 특허출원건수 및 특허출원인수가 함께 증가하는 '성장기' 단계에 있는 것으로 나타남

□ 방위산업 분석업체 Teal Group은 세계 무인항공기 시장규모는 2014년 76억 달러에서 연평균 8% 성장해 오는 2023년 115억 달러에 달할 것으로 전망함

○ 틸그룹 자료에 의하면, 국가별로는 2012년 기준 미국 71%, 유럽 13%, 중동 7%, 아태 8%에서 2021년에는 미국의 지배력이 점점 약화되어 미국 49%, 유럽 17%, 아태 22%, 중동 9%등으로 과점시장에서 경쟁시장으로 변화될 것으로 예상하고 있음

□ 드론분야의 경우 미국이 기술적 우위를 점하고 있으며, 약 32개국에서 250여 종의 무인항공기를 개발·생산하고 있음

○ 미국은 약 11,000만기(120여종)의 무인기 운용, 단일국가로 최대 수량 확보

하고 있으며, 스텔스 기능을 갖춘 정찰 무인기의 활용이 증대될 전망

○ 이스라엘은 방위산업 위주로 국가 전략산업으로 인식며 우수한 무인기 개발로 무인기 시장에 빠르게 진입, 중소형 무인기에 강점을 갖고 있음

○ 유럽은 미국에 비하여 상대적으로 열세였으나 최근 기업 주도의 컨소시엄을 구성해 군사용 무인기 개발에 나서면서 무인기 개발 경쟁에 합류

○ 중국의 무인기는 1960년대부터 개발되기 시작, 대학 중심으로 무인기 설계, 연구기관을 설립하여 자체 설계 및 소량 생산능력 확보

□ 현행 하천설계기준은 지침, 요령 등과 같은 하위기술기준이 존재하지 않기 때문에 주요 구조물(제방, 호안, 하상유지시설, 보 등)에 대한 세부절차 및 예제 등 자세한 내용을 정리한 지침을 통한 상세화가 필요함

○ 하천설계기준에서는 제방 및 호안의 침식관련 개략적인 설계절차 등 최소 기준만이 제시되어 있어 흐름현상 및 지형여건 등을 고려한 역학적 근거를 바탕으로 한 설계기준 제시가 필요함

□ 지역별·수계별 특성을 고려하지 않고 획일화된 자연형 공법을 동일하게 적용함으로써 다양한 하천공간을 형성치 못하고 단순화를 초래하였음

□ 하천환경정비가 H/W적인 구조물 전환을 중심으로 계획됨에 따라 지역의 고유한 하천문화를 반영하지 못함

제3장 사업내용

1절. 사업추진 방향

□ 정책, 기술, 시장동향 분석, 논문 및 특허 분석, 기술수요/수준 분석 등 내외부 환경분석 결과를 기반으로 주요 강점, 약점, 기회, 위협 요인을 분석함

○ 주요 강점 요인으로는 우리나라 하천드론 분야 특허는 최근 출원인과 출원수가 급증하는 성장단계 진입, 국내 전문가들의 하천관리 및 드론시스템 기술의 중요도에 대한 높은 인식과 연구 추진 기반 확보, 정부는 국가하천 및 지방하천 정비에 수십 조 원의 예산을 투입 예정, 국내 드론 기술은 세계 7위 수준으로 기술적 기반은 확보한 상태 등이 있음

○ 주요 약점 요인으로는 국내 드론기술의 산업용도 기술력, 가격경쟁력 미흡, 시설 관리 및 하천조사가 진행 중이나, 이를 뒷받침할 수 있는 종합적 기술 부족, 드론의 하천분야 활용을 위한 최적화, 정확도, 신뢰도 미흡, 드론시스템의 국내 TRL은 4단계로 최고 기술 보유국(7단계)과 격차 존재, 지역별, 수계별 특성을 고려하지 않은 획일화된 공법 적용, H/W 적인 구조물 전환을 중심으로 지역 고유의 하천문화 반영 곤란 등이 있음

○ 주요 기회 요인으로는 정부의 드론 관련 다양한 연구개발 육성방안 및 정책 추진, 국토부의 4차 산업혁명 관련 7대 신산업(드론, 공간 정보, 스마트시티 등) 추진, 첨단 계측 및 빅데이터 기반 지능형 하천관리의 패러다임 전환, 수자원조사법 제정을 통해 수자원 조사·계획·관리 범위가 전 국토로 확대, 드론 활용시장 증가, 특히 사회기반시설에 대한 모니터링 활용 분야 비중 높음, 현행 하천설계기준의 상세화 필요성 제기 등이 있음

○ 주요 위협 요인으로는 세계적으로 하천관리에 대한 국가 주도의 기술개발 정책 발표, 국외에서는 이미 드론을 이용한 하상변동조사 및 하천특성 분석을 시행 중, 드론의 다양한 활용방안에 대한 연구가 진행, 특허출원 등 경쟁 심화, 해외 약 32개국에서 다양한 드론시스템 개발, 활용 분야 확대 중 등이 있음

	【 강 점(S) 】	【 약 점(W) 】
내부 환경 분석	▪ 우리나라 하천드론 분야 특허는 최근 출원인과 출원수가 급증하는 성장단계 진입 ▪ 국내 전문가들의 하천관리 및 드론시스템 기술의 중요도에 대한 높은 인식과 연구 추진 기반 확보 ▪ 정부는 국가하천 및 지방하천 정비에 수십 조 원의 예산을 투입 예정 ▪ 국내 드론 기술은 세계 7위 수준으로 기술적 기반은 확보한 상태	▪ 국내 드론기술은 산업용도 기술력, 가격경쟁력 미흡 ▪ 시설 관리 및 하천조사가 진행 중이나, 이를 뒷받침할 수 있는 종합적 기술 부족 ▪ 드론의 하천분야 활용을 위한 최적화, 정확도, 신뢰도 미흡 ▪ 드론시스템의 국내 TRL은 4단계로 최고 기술 보유국(7단계)과 격차 존재 ▪ 지역별, 수계별 특성을 고려하지 않은 획일화된 공법 적용 ▪ H/W 적인 구조물 전환을 중심으로 지역 고유의 하천문화 반영 곤란
외부 환경 분석	【 기 회(O) 】	【 위 협(T) 】
	▪ 정부의 드론 관련 다양한 연구개발 육성방안 및 정책 추진 ▪ 국토부의4차 산업혁명 관련 7대 신산업(드론, 공간 정보, 스마트시티 등) 추진 ▪ 첨단 계측 및 빅데이터 기반 지능형 하천관리의 패러다임 전환 ▪ 수자원조사법 제정을 통해 수자원 조사·계획·관리 범위가 전 국토로 확대 ▪ 드론 활용시장 증가, 특히 사회기반시설에 대한 모니터링 활용 분야 비중 높음 ▪ 현행 하천설계기준의 상세화 필요성 제기	▪ 세계적으로 하천관리에 대한 국가 주도의 기술개발 정책 발표 ▪ 국외에서는 이미 드론을 이용한 하상변동조사 및 하천특성 분석을 시행 중 ▪ 드론의 다양한 활용방안에 대한 연구가 진행, 특허출원 등 경쟁 심화 ▪ 해외 약 32개국에서 다양한 드론시스템 개발, 활용 분야 확대 중

□ 주요 강점, 약점, 기회, 위협요인 분석을 기반으로 한 SWOT 분석을 통해 스마트 하천관리를 위한 하천조사 최적화 드론시스템(River Drone) 개발 사업 추진을 위한 4대 방향을 설정함



□ 법, 국가정책 및 상위계획 지원을 위한 종합적인 기술개발 추진

○ 국내 수자원조사법 제정으로 수자원 관리의 중요성이 강조됨에 따라 기술적 고도화의 요구가 높아지는 상황이며, 네덜란드의 Digital Delta 프로젝트 및 인도 BWSSB의 시스템 등 국외에서는 물관리에 대한 첨단 기술 도입을 활성화하고 있음

○ 국토부에서는 7대 신산업 분야로 드론 산업 및 공간정보를 지정하는 등 드론 관련 다양한 정책의 추진으로 수자원 분야에서 드론의 도입에 대한 정책적 근거가 확보되었음

□ 정부의 정책적 지원을 통한 민간 중심의 ICT 및 드론 활용 분야의 기술 개발 및 조기 실증화 추진

○ 국내 드론 기술력은 세계 7위로 인식, 자체조사에서도 드론시스템의 기술력은 최고기술 대비 평균 63.5%를 나타내 선진국과는 차이가 있으며 드론이 하천분야에 활용되기에는 아직 다양한 요소에서 불안을 드러내고 있는 것으로 보임

○ 정부는 하천정비 사업에 많은 예산을 투입할 것으로 전망됨에 따라, 하천관리 분야에서 드론의 조기 실증화를 통한 빠른 도입으로 효율적인 하천관리가 필요한 시점임

□ 스마트시티 기반이 되는 도시 하천에 대한 융복합 스마트 하천 실현으로 미래 성장 동력 창출

○ 세계 대부분의 업체에서 드론 시장의 폭발적 성장을 전망하고 있으며 이제 대응하여 국외에서는 이미 32개국에서 드론의 개발 및 생산을 수행하고 있고, 특허 분석 결과 매우 높은 수준의 경쟁 강도를 보이고 있는 것으로 조사

○ 이러한 상황에서 국내 TRL은 국외에 비하여 평균 3단계 뒤쳐지는 것으로 조사되었으며, 미래 신시장 창출을 위해서는 다양한 드론시스템의 개발에 주력해야 할 시점

□ 불확실한 하천 환경 변화에 능동적으로 대처할 수 있는 모니터링 기술 및 하천 드론 최적화 기술개발 추진

○ 국내 ‘하천환경 종합계획’에서는 국내 하천관리의 문제점으로 지역별, 수계별 특성을 고려하지 않은 획일화된 자연형 공법의 적용과 구조물 전환 중심 계획 등 현안을 적시에 반영하지 못한다는 점을 지적

○ 해외에서는 이미 드론을 이용한 하상변동조사 및 하천특성 분석을 시행 중으로, 국내에서도 불확실한 하천 환경 변화에 대처할 수 있도록 모니처링 및 드론의 최적화가 필요함

2절. 사업 구조

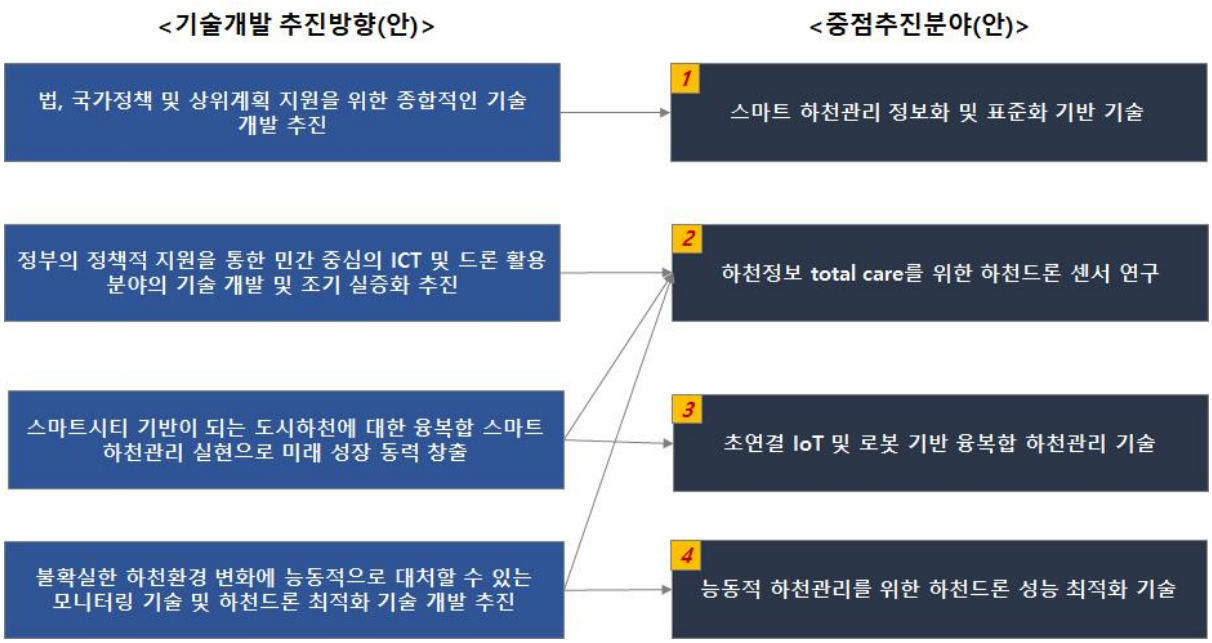
□ 기술개발 추진방향에 따라 4대 중점추진분야(안)을 설정

○ ‘스마트 하천관리 정보화 및 표준화 기반 기술’은 4차 산업혁명 신산업 추진과 동시에 첨단 ICT 기술 연계의 지능형 하천 관리의 중요성을 강조, 국내 수자원(물)관리 및 하천공간정보 분야의 특성 맞춤형 정책적 기술 근거를 확보

○ ‘하천정보 total care를 위한 하천드론 센서 연구’는 ICT 기술과 치수 및 이수, 친수 환경 개선 기능 실현을 위해 드론 플랫폼을 베이스로 한 하천조사 및 계측 전문 드론 센서를 개발

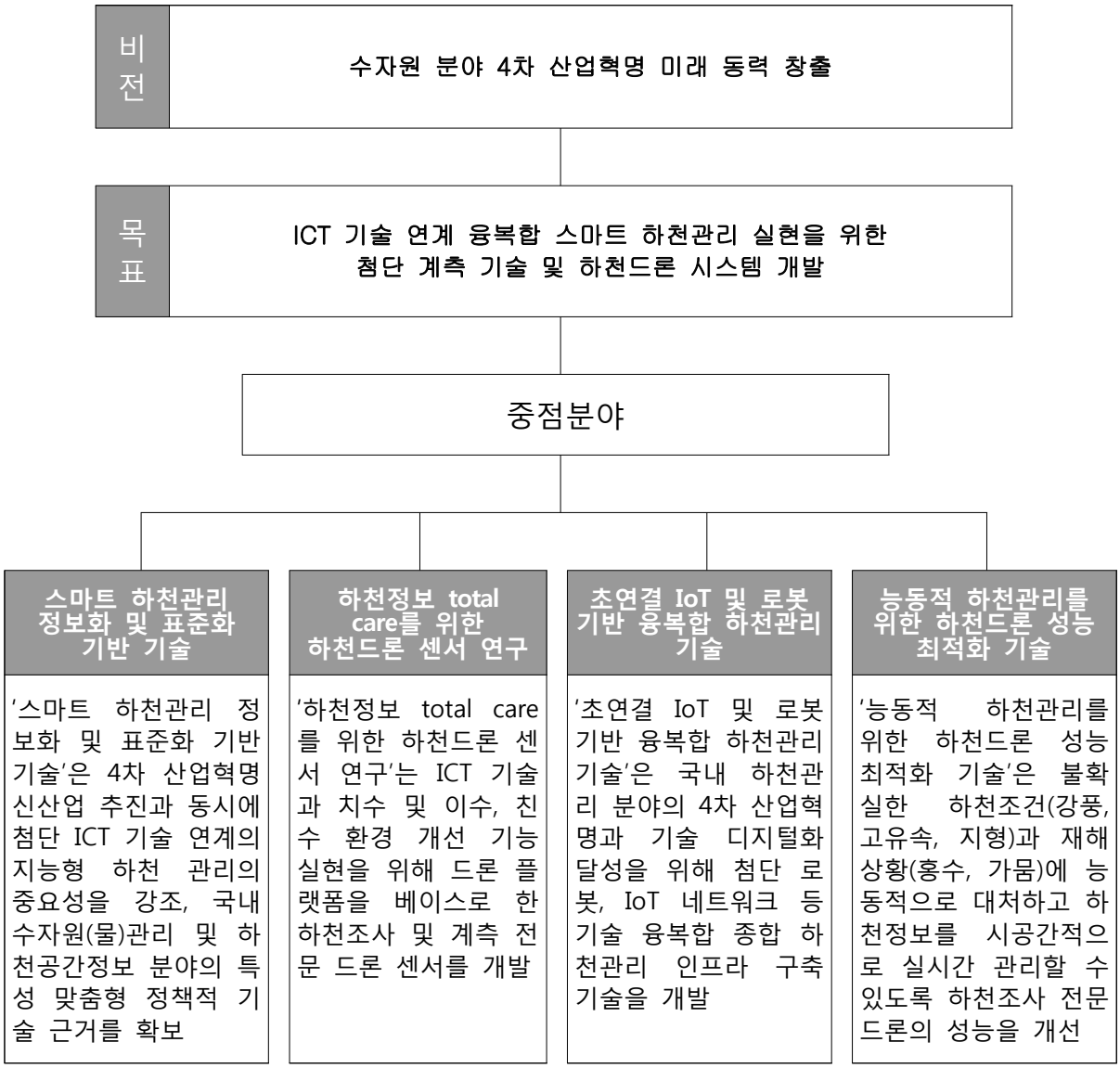
○ ‘초연결 IoT 및 로봇 기반 융복합 하천관리 기술’은 국내 하천관리 분야의 4차 산업혁명과 기술 디지털화 달성을 위해 첨단 로봇, IoT 네트워크 등 기술 융복합 종합 하천관리 인프라 구축 기술을 개발

○ ‘능동적 하천관리를 위한 하천드론 성능 최적화 기술’은 불확실한 하천조건(강풍, 고유속, 지형)과 재해상황(홍수, 가뭄)에 능동적으로 대처하고 하천정보를 시공간적으로 실시간 관리할 수 있도록 하천조사 전문 드론의 성능을 개선



3절. 비전 및 목표

□ 동 사업의 비전 목표 체계도는 아래와 같음



제4장 중점추진분야

1절. 중점추진분야별 후보과제 도출

1. 스마트 하천관리 정보화 및 표준화 기반 기술

- o 고성능 컴퓨팅(HPC) 및 인공지능 기반 하천/물환경 빅데이터 분석을 통한 수재해(침수, 가뭄 등) 대응 하천 유량 통합관리 플랫폼
- o 하천공간정보 추출을 위한 드론 영상 분류·분석 기법
- o 드론 기반 하천 및 댐 공간정보 조사 및 분석 기술
- o 드론 활용 하천친수 지능형 정보 제공 체계 및 친수시설 유지관리 기술
- o 드론 계측 실시간 홍수피해 공간정보 조사 및 정보 제공 기술
- o 드론영상 기반의 가뭄재해 상황 모니터링 플랫폼
- o 하천 입체화모델을 통한 하천
- o 복잡계 이론과 행위자 기반 모형을 이용한 하천공원 정보 제공 기술정보 제공 기술
- o 증강현실을 활용한 인터렉티브(interactive) 하천관리 기술
- o 하천시설물 및 지형을 이용한 드론 기반 지형 측량 지원시스템 구축 및 운영 기술
- o 지표 피복 및 식생조건에 따른 드론 기반 하천지형 측량 성과 정확도 평가 기술
- o 입체적 하천 흐름 해석을 위한 다차원 상용소프트웨어 개발

2. 하천정보 total care를 위한 하천드론 센서 연구

- o 드론(수상·수중)을 활용한 유량 조사 및 분석 기술
- o 드론과 PIV를 이용한 표면유속 및 환경 모니터링 시스템
- o 드론 기반 광역 수질 모니터링 기술 및 시공간적 상세분포 해석기법
- o 드론 기반 영상정보를 활용한 광역 녹조 모니터링 기술
- o 드론을 이용한 하천 및 하도의 지형 변화 조사 및 3D mapping 기술
- o 드론 계측 하천 주변 식생분포 분석 및 증강현실을 활용한 하천정보 제공 기술
- o 드론 탑재형 Green-LiDAR 센서 및 통합 운영 기술
- o 드론 탑재형 Topo-Bathy LiDAR 시스템(HW&SW)
- o 물관리 맞춤형 소형 다중분광센서
- o 수자원관리를 위한 드론 탑재용 다중 기능 임무장비
- o 하천관리용 임무장비 자동 장착/탈착이 가능한 표준 짐벌
- o 하천조사용 드론 탑재 센서 자료 처리 기술

3. 초연결 IoT 및 로봇 기반 융복합 하천관리 기술

- o 광역 스마트 하천관리를 위한 군집 IoT 기반 협업 복합 센싱 기술
- o 하천 공간 재구축을 위한 드론 기반 3차원 지형 모델링 및 분석 기술
- o 하천 수리량 측정을 위한 초분광영상 활용 기술
- o 수문/수질정보의 모니터링과 품질관리를 위한 지능형 데이터베이스 기술
- o 초분광센서가 탑재된 드론을 이용한 수질 오염사고 대응 시스템
- o 드론을 이용한 3차원 하천 지형정보 구축 및 통합관리시스템
- o 초음파센서를 활용한 실시간 하천 유사량 측정 연구
- o 드론 기반 수환경 및 수생태 환경변화 조사 및 분석 기술
- o 홍수 특성 별 유역단위 홍수 계획 및 IoT·ICT 기반 시설물 연계 운영 기술
- o 하천수리량 조사 및 분석을 위한 Optical Remote Sensing 기술
- o USV를 이용한 3차원 원격 하천환경 모니터링 시스템
- o 빅데이터와 연계한 홍수 예측 기술
- o 빅데이터 기반 댐/하천 무인관리 플랫폼
- o 드론영상을 이용한 댐·하천 가뭄 관리 기술
- o 드론 기반 재난재해(홍수, 환경사고 등) 이상 징후 자동탐지 및 정보 제공 기술
- o IoT-IoE-WoT 기반 FLE 지역의 재난재해 이상징후 통합 예측 기술

4. 능동적 하천관리를 위한 하천드론 성능 최적화 기술

- o 수자원관리 특화 원격 운용이 가능한 방수/방진 드론시스템 및 스테이션
- o LiDAR, SAR 장착형 대형 드론시스템
- o 수질조사 취약지점 자율 판단 후 이동 및 집중조사를 수행할 수 있는 드론 제어 및 판단 기술
- o FPV(First Person View) 드론을 활용한 실시간 비행궤적(제어) 추출 및 외관조사 기술
- o USV용 모터 / 한국형 수직이착륙기 / 상업용 드론의 실시간 위치 모니터링 기술
- o 액추에이터(actuator), 센서(배터리, 온도, 충돌회피 등), 비상착륙을 고려한 Fail-safe 기반 AI 자율비행 하천관리 드론
- o 하천 탐사용 드론 제작 및 HW 여유자유도 기술
- o 비행시간 확대를 위한 드론시스템(스테이션) 개발(배터리 충전 및 확대)
- o 5G(LTE)를 이용한 실시간 드론 관리시스템
- o 드론 운용 효율화를 위한 3D 스캐너 활용 실사 기반 3D 디지털 비행지도
- o 하천 수심측량을 위한 수직이착륙 무인보트드론 개발

2절. 중점추진분야 상위 기획 연계한안)

1. 상위 기획과의 연계 분야 설정

□ 하천과 유역에서의 첨단계측과 인공지능 분석도구를 활용하여 홍수, 가뭄 등 수재해의 사전예측부터 피해저감까지의 전주기 복합 수재해 대응 기술과 자연친화형 하천 및 친수공간 조성 그리고 지속가능한 통합 유역 관리 달성을 위한 지능형 하천관리 기술개발 사업으로서 ‘복합수재해 대응 하천관리 기술개발 사업’이 기획되었음

○ 기획에서는 중점추진분야(안)로 6개 분야와 22개 세부기술분야(안)를 도출

- 센서기반 계측 : 저비용·광대역·무인형 센서 및 IoT 통신망을 통한 유역단위 하천 센서 계측 및 빅데이터 활용

- 슈퍼스톰 대응 : 인공지능 및 원격탐사 기반 예보기술 및 슈퍼스톰 대비 하천시설물 최적 관리·운영 기술 개발

- 지능형 도시수재해 대응 : 도시홍수 발생지역의 예경보 및 신속대응을 위한 ICT 융합형 도시홍수예경보 체계 및 지역 기반 통합플랫폼 구축

- 스마트 통합하천관리 : 지능형 통합하천관리를 위한 플랫폼 구축과 인공지능 최적의사결정기술을 활용한 하천시설물 운영 기술 개발

- 건천화 방지 : 하천 건천화 요인 분석을 위한 계측/모니터링/진단 체계 구축 및 건천화 방지기술 개발과 친환경적 친수공간 조성 기술 개발

- 다기능 이치수융합 : 기존 수자원 인프라의 재평가 및 최적 활용 기술 개발, 유역 간 수자원의 시공간적 불균형 해소를 위한 통합 물공유시스템 구축

○ 스마트 하천관리를 위한 드론시스템과 연계되는 기술분야로는 ‘센서 기반 계측 분야의 3개 세부기술분야와 연계 가능함

〈 “복합 수재해 대응 하천관리 기술개발 사업 기획” 중점추진분야(안)〉

중점추진분야	세부기술분야
센서 기반 계측 분야 (Sensing Sector)	자율형 하천센서 및 무인기 활용 하천모니터링 기술
	센서네트워크 기반 하천관리체계 구축 기술
	시민과학 기반의 참여형 하천 모니터링 기술
슈퍼스톰 분야 (Super-Storm Sector)	인공지능 융합형 슈퍼스톰 트래킹 기술
	다중위성 기반 원격지능형 태풍 모니터링 기술
	슈퍼스톰 대비 인공지능 기반 수공시설물 연계운영 기술
지능형 도시수재해대응 분야 (Urban-Flood Sector)	도시하천에 특화된 홍수량 계측 및 스마트전송 기술
	도시홍수 모니터링을 위한 IoW(internet of Water) 플랫폼 기술
	인공지능 기반의 도시홍수 예경보 기술
스마트 통합하천관리 분야 (eco Sector)	유역통합 빅데이터 기반 하천정보 관리 및 공급 기술
	인공지능 및 물리모델 융복합 유역/하천환경/친수 해석 기술
	하천시설물 무인 원격제어 기반 지능형 하천관리 기술
	수량·수질연계 유역단위 하천관리 기술
건천화방지 분야 (Anti-Depletion Sector)	초연결 IoW 기반 전국단위 건천화 모니터링 및 진단맴핑 기술
	유역통합 빅데이터 기반 건천화 정보관리 및 공급 기술
	건천화방지를 위한 용수수요관리 기술
	건천화방지를 위한 하천수 공급능력 증대 기술
	도시재생과 연계한 하천 어메니티(Amenity) 공간설계 기술
	하천친수공간 조성 기술
다기능 이치수융합 분야 (Multi-function Sector)	기존시설물 재평가 및 스마트 재개발 기술
	수계간 기후변화 적응형 통합도수 네트워크 구축 기술
	하구 기수역 하천시설물의 지속가능성 확보 기술

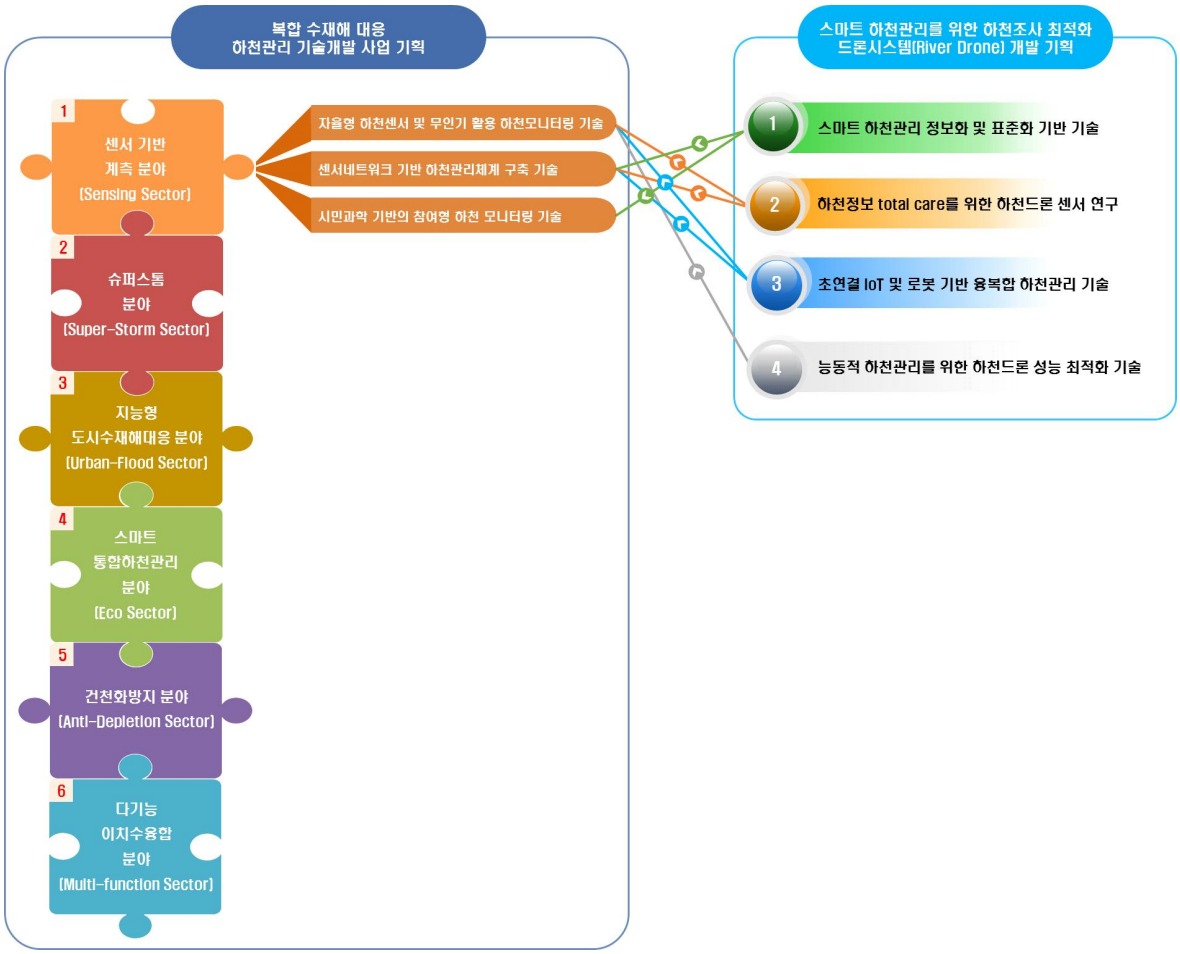
2. 세부기술분야별 연계방안(안)

□ ‘복합수재해 대응 하천관리 기술개발 사업 기획’의 3개 세부기술분야를 스마트 하천관리를 위한 하천조사 최적화 드론시스템 개발 기획의 4개 중점 추진분야와 연계가 가능함

○ ‘자율형 하천센서 및 무인기 활용 하천모니터링 기술’이 ‘하천정보 total care를 위한 하천드론 센서 연구’, ‘초연결 IoT 및 로봇 기반 융복합 하천관리 기술’, ‘능동적 하천관리를 위한 하천드론 성능 최적화 기술’의 3개 분야와 연계가 가능할 것으로 판단됨

○ ‘센서네트워크 기반 하천관리체계 구축 기술’이 ‘스마트 하천관리 정보화 및 표준화 기반 기술’, ‘하천정보 total care를 위한 하천드론 센서 연구’, ‘초연결 IoT 및 로봇 기반 융복합 하천관리 기술’의 3개 분야와 연계가 가능할 것으로 판단됨

○ ‘시민과학 기반의 참여형 하천 모니터링 기술’이 ‘스마트 하천관리 정보화 및 표준화 기반 기술’의 1개 분야와 연계가 가능할 것으로 판단됨



가. 자율형 하천센서 및 무인기 활용 하천모니터링 기술

□ **(기술정의)** 저비용・광대역・무인형 유량/수질 센서활용 무인기/지상계측기반 유량/홍수/재해/유황/건전성 등 하천모니터링 기술

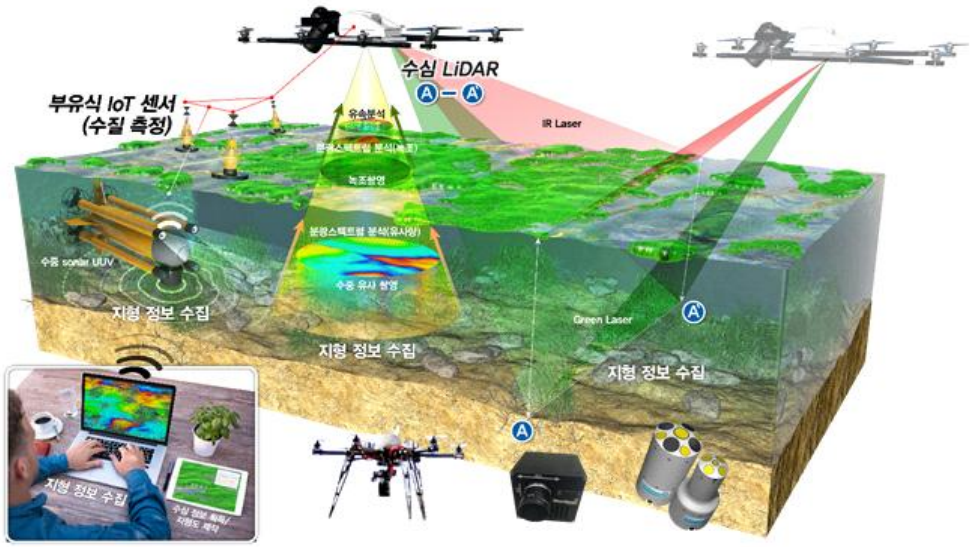
○ 전국단위 홍수량 관측망 확대를 위한 IoT 기반 자립형 저비용 수위/유량 장비 개발

○ 드론 탑재 가능 하상변동 모니터링 하천용 소형 원격탐사(그린라이다, 초분광) 센서 및 활용기술 개발

○ 수중 모니터링용 자율형 로봇 및 수중 위치결정시스템(Underwater Positioning System) 개발

○ 드론/CCTV 영상 기반 전국단위 하천환경변화(식생, 하천오염, 건천화) 주기적 모니터링 및 정보추출 기술

○ 저가형 수량/수질 모니터링 이동형 GPS/IOT 부자 센서키트 개발



<자율형 하천센서 및 무인기 활용 하천모니터링 기술 개념도>

□ **(기술개발목표)** 수위/유량 장비 설치비용 절감을 통한 홍수량 관측망 25% 확대 및 소형원격탐사 기술개발을 통한 하상모니터링 비용 25% 절감

〈자율형 하천센서 및 무인기활용 하천모니터링 기술 As is-To be〉

As is	→	To be
▪ 비용 부담으로 인해 홍수량 관측을 위한 수위관측소 증설이 제한적이고, 단면-유속법 또는 제한된 자동유량측정으로 인해 홍수량관측 한계 ▪ 기존 측량방법에 의한 고비용 문제로 인하여 하상변동모니터링이 필요한 구간에 대한 측량 실시 제한 ▪ 수중모니터링 기술 미흡으로 수동적인 방법에 의한 유량/수질 측정	→	▪ 자립형 저비용 수위/유량 장비 활용을 통한 홍수량 측정 지점 확대 ▪ 드론 탑재 하상변동모니터링 기술 실용화를 통한 하상변동모니터링 주기 단축 ▪ 수중모니터링시스템 및 무인보트 활용을 통한 상시 수중 관측자료 수집

□ **(활용방안 및 기대효과)** 원격 관제 가능 다측정 결합장비 활용을 통해 하천관리 선진화를 달성

○ 국가 수문조사 기본계획과 연계하여 국토교통부 및 관련 부처에서 수문관측망 확대에 활용

○ 하상모니터링 비용 저감으로 하상모니터링 필요 구간에 대한 하천관리청(국토교통부 및 지자체)의 상시모니터링 체계 제공

□ **(연계방안)** 하천드론 기술개발과의 세부 연계방안

○ 하천정보 total care를 위한 하천드론 센서 연구

- 드론용 수심 LiDAR 및 초분광센서 이용 면단위 하천지형 계측기술 개발을 통한 하상모니터링 비용 저감

○ 초연결 IoT 및 로봇 기반 융복합 하천관리 기술

- 군집 IoT 기반 복합 센싱 기술을 활용한 원격 수중모니터링시스템 구축

○ 능동적 하천관리를 위한 하천드론 성능 최적화 기술

- 자율 판단형 드론 운영 시스템을 이용한 하천지형측량 드론 운영 및 관리체계 마련

나. 센서네트워크 기반 하천관리체계 구축 기술 개발

□ **(기술정의)** IoT기반 하천센서망을 통한 유역단위 하천빅데이터 구축 및 응용분야 활용을 위한 하천센서모니터링 플랫폼 구축

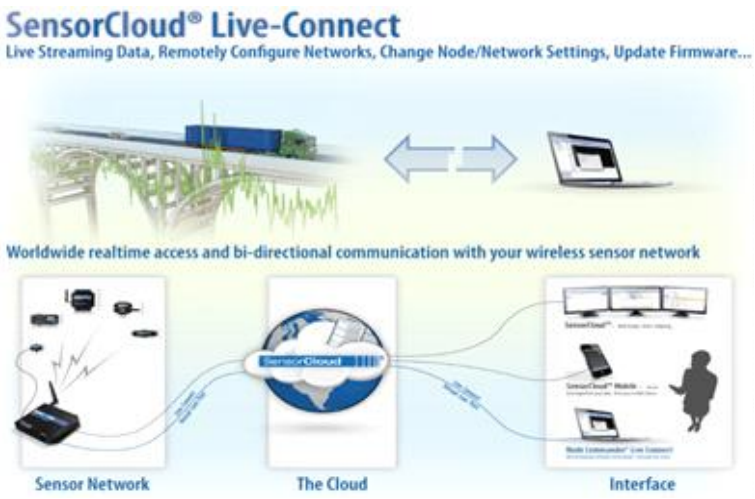
○ 초고밀도 센서망 연결 클라이드 기반 정형/비정형 대용량 하천정보 수집, 관리 및 정보추출 기술

○ 인공지능 기반 하천정보 제공 및 관리 챗봇 개발

○ 국토부 V-world 기반 타 정보와 융합 가능한 하천공간정보 및 계측정보 제공 표준화 기술

○ IoT 네트워크 및 AR/VR 기반 하천시설물 원격제어, 모니터링, 운영 및 관리 기술

○ 센서네트워크 프로토콜 및 계측정보 코드 표준화



<센서네트워크 기반 하천관리체계 구축 기술 개발 개념도>

□ **(기술개발목표)** 첨단센서 및 로봇 기반 하천모니터링 기술 표준화 90% 구현, ICT기술 기반의 유역 홍수/이수/친수 예측 정확도 80% 구현, 하천 시설물 무인 원격제어 기반 지능형 하천관리 기술 확립 80%

〈센서네트워크기반 하천관리체계 구축기술 As is-To be〉

As is	→	To be
▪ 노동집약적인 전통적 하천조사 방법으로 인해 정밀한 하천정보 취득 및 하천조사 빈도 증가가 어려움 ▪ 전국 관측소의 실시간 하천정보를 앱 및 웹 기반으로 제공, 물리모델의 시뮬레이션 결과를 통해 하천정보를 예측 ▪ 복합수재해 발생에 따른 자동예경보 및 수자원관리 의사결정지원 시스템 구축이 미흡	→	▪ 첨단센서를 탑재한 로봇 기반의 하천 모니터링 기술을 통해 하천조사를 위한 비용감소 및 정확도 향상 ▪ 빅데이터 관리기술을 통한 수리/수질 데이터의 효율적 관리 및 ICT 기술을 통한 하천정보 예측기술 실현과 의사결정 지원 ▪ IoT 네트워크 기반의 원격제어 및 자동제어 기술을 통해 통합하천관리의 실현

□ **(활용방안 및 기대효과)** IoT 기반의 원격제어기술을 통해 통합하천관리체계 구축 가능

○ 정밀 측정된 하천 계측자료와 빅데이터 활용 기술과 접목하여 새로운 형태의 비정형 하천자료 관리 및 활용 체계 구축

○ 딥러닝 등 인공지능 기술을 적용한 유역 단위 데이터 기반 수량/수질 해석 모듈 개발을 통한 신속하고 정확한 홍수/이수/치수 예경보 체계 구축 가능

□ **(연계방안)** 하천드론 기술개발과의 세부 연계방안

○ 스마트 하천관리 정보화 및 표준화 기반 기술

- 드론 탑재 고성능 컴퓨팅을 이용한 준실시간 하천정보(유속, 수질, 유사량) 계측에 따른 하천정보 조사비용 감소

○ 하천정보 total care를 위한 하천드론 센서 연구

- 국가/지방하천에 대한 하상변동 시계열 데이터 축적을 통한 빅데이터 분석 기술 기반 장/단기 하상변동 예측

○ 초연결 IoT 및 로봇 기반 융복합 하천관리 기술

- IoT 네트워크 기반 USV를 이용하여 3차원 원격 하천환경 모니터링 기술 실현

다. 시민과학 기반의 참여형 하천모니터링 기술 개발

□ **(기술정의)** 일반인에 의한 자발적 모니터링(Volunteer monitoring)과 시민과학(Citizen science)기반의 참여형 모니터링을 통한 하천 빅데이터 구축기술

○ 자발적 모니터링 자료의 품질평가 및 관리기술 개발

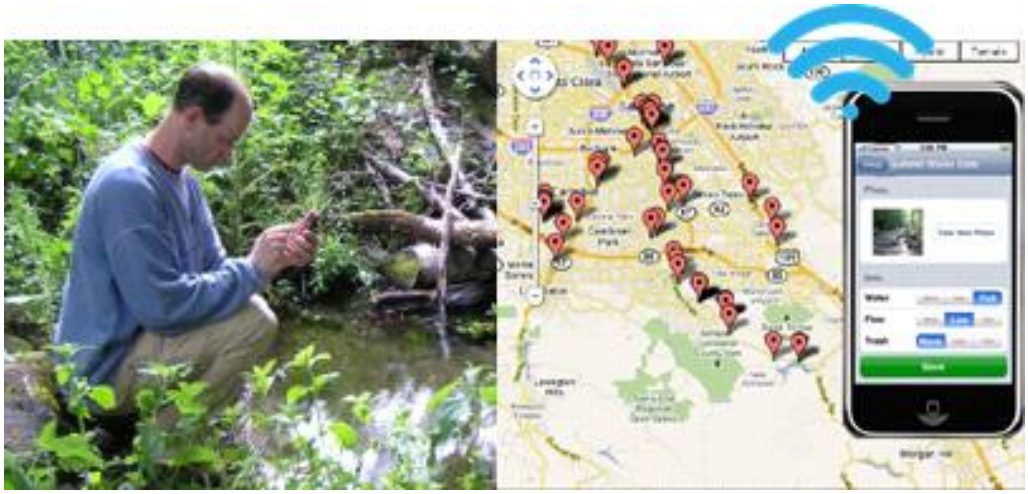
○ 비정형 네트워크로부터 생산된 계측자료의 표준화, 합성 및 분석기술 개발

○ 국민참여형 정보서비스 구현을 위한 서비스 플랫폼 구축 기술

○ IoT 기반 유무선 네트워크 연동 모니터링 자료수집 기술

○ UX 기반 피드백 정보처리 기술

○ 개방형 상황인지 재해정보 미들웨어 플랫폼 기술



〈시민과학 기반의 참여형 하천모니터링 기술 개발 개념도〉

□ **(기술개발목표)** 스마트폰 기반 어플리케이션 및 공유 플랫폼 구축을 통한 하천 모니터링 체계 구축 및 친수공간 유지관리비용 20% 이상 절감, 하천친수공간 정보 공유 및 하천 내 친수활동지수 등에 관한 정보 제공을 통한 친수이용도 및 시민만족도 20% 이상 증대

〈시민과학기반의 참여형 하천 모니터링 기술 As is-To be〉

As is	→	To be
▪ 하천친수시설 공간이 많이 증가되면서 시민들의 이용이 급격하게 증가하였으나, 시민들의 친수공간에 대한 정보 부족 ▪ 하천친수시설 증대로 인한 많은 유지비용이 발생되며, 이로 인한 친수시설 유지관리 우선순위에 대한 정보가 필요한 실정 ▪ 하천의 다양한 모니터링 체계에 대한 사회적 요구와 비용증가로 인해 일부 구간에 대해 시공간적 해상도 부족과 음영지역 발생	→	▪ 스마트폰 기반 어플리케이션을 통한 하천에 대한 다양한 정보 취득 및 공유로 인해 하천유지관리에 대한 시민 인식 재고 ▪ 시민들의 스마트폰 연계 모니터링을 통해 하천 모니터링 체계의 음영지역 보완 및 유사시 신속한 재해정보 제공 ▪ 하천친수시설에 대한 빅데이터 구축 및 시민들의 이용 효율과 만족도에 대한 정보 분석을 통해 유지관리비용 예산 절감

□ **(활용방안 및 기대효과)** 스마트폰을 활용한 하천정보의 공유체계 구축 및 객관적 정보제공으로 인한 신뢰성 증가로 시민의 하천공간 이해도 증가

○ 시민들의 스마트폰을 활용한 빅데이터 분석을 통해 하천친수공간 이용현황 분석을 통해 유지관리 우선순위에 대한 의사결정 지원

□ **(연계방안)** 하천드론 기술개발과의 세부 연계방안

○ 스마트 하천관리 정보화 및 표준화 기반 기술

- 드론을 활용한 하천친수 정보 제공 체계 마련 및 친수시설 유지관리를 위한 빅데이터 구축

- 증강현실을 활용하여 시민과 상호 정보 공유가 가능한 하천관리 기술 구축