

제 출 문

국토교통부 장관 귀하

이 보고서를 "R&D정책 인프라 사업"과제 (세부과제 "레이더 격자 강우
정보 제공 시스템 개발")의 보고서로 제출합니다.

2013. 11. 18

주관연구기관명 : (주)헤르메시스

주관연구책임자 : 원영진

연 구 원 : 김순연

연 구 원 : 장우정

연 구 원 : 제영호

연 구 원 : 정영심

연 구 원 : 김남규

연 구 원 : 문정록

보고서 요약서

과제고유번호	12TRPI-C062289-01	해당 단계 연구 기간	2012.8.31~ 2013.8.30	단계구분	1/1	
연구 사업 명	중 사 업 명	R&D정책 인프라 사업				
	세부사업명					
연구 과 제 명	대 과 제 명					
	세부과제명	레이더 격자 강우 정보 제공 시스템 개발				
연구 책임 자	원영진	해당단계 참 여 연구원수	총 : 9 명 내부 : 7 명 외부 : 2 명	해당단계 연 구 비	정부:113,000천원 기업 :77,181천원 계 : 190,181천원	
		총연구기간 참 여 연구원수	총 : 9 명 내부 : 7 명 외부 : 2명	총연구비	정부:113,000천원 기업 :77,181천원 계 : 190,181천원	
연구기관명 및 소 속 부 서 명	(주)헤르메시스 부설연구소		참여기업명	(주)헤르메시스		
국제공동연구	상대국명 :		상대국연구기관명 :			
위탁 연구	연구기관명 :		연구책임자 :			
- 시스템 아키텍처 설계 및 국내외 지적재산권 확보 - UF 처리모듈 소스코드 리팩터링을 통한 성능 개선 - 제공 격자 자료의 정확도 개선 - 최적 격자 좌표계 파악 및 적용(WAMIS와 상호 운영성 극대화) - 제공 격자의 CAPPI 기준고도(1.5km, 2km), 해상도(250m, 500m, 1000m), 포맷(ASC, GRD, GeoTIFF) 다변화 기술 확보 - UF 관측레이더 자료의 최적 자동 수신 기능 개발 - UF 관측 레이더 → 격자 강우 자동 변환 모듈 개발 - UF 자료 수신 후 격자 강우 제공 가능 시점까지 처리시간 개선 - 수요자의 자료 요청(HTTP)에 대하여 최적 자료 전송 기능 제공 - 500명 이상의 동시 접속 허용치 확보 - 가용 자료 조회/다운로드용 Windows 8 Metro APP 개발 - 시스템 목표 가용성 SLA 확보					보고서 면수	83쪽
색 인 어 (각 5개 이상)	한 글	강우, 레이더, UF, 격자 래스터, 지리정보시스템				
	영 어	Rainfall, Radar, UF, Raster, GIS				

요 약 문

I. 제 목

레이더 격자 강우 정보 제공 시스템 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

기상이변으로 인하여 최근 단시간, 국지적으로 내리는 집중호우가 빈번해짐에 따라 기존의 점 우량 관측으로는 홍수예보의 정확도를 높이기 어렵음이 있다. 돌발적이고 국지적인 강우에 대한 고해상도의 시공간적인 자료 및 감시, 분석 능력이 요구되고 있다.¹⁾ 현재 국토교통부와 기상청, 공군에서 레이더 관측을 실시하고 있으며, 기상청에서는 레이더 관측 자료를 요청하는 유관기관에 준 실시간으로 제공하고 있다. 제한된 개수의 지상 강우 관측과 병행 시 여러모로 유용한 활용이 가능한 자료이다. 레이더 관측은 지구 곡률이 고려되어야 하는 광역에서 방사형-3차원으로 이뤄진다. 이를 일반적인 분포형 강우 자료인 격자형으로 변환하는 과정이 필요한데 이 단계에서 수자원/방재 연구기관, 관련 대학 등에서 접근하기에는 기술적으로 많은 어려움이 있다.

레이더 자료를 격자 강우로 변환하는 핵심기술이 국토교통부 과제에서 성공적으로 연구 개발되어 2011년 12월 당사가 기술이전 받은 바 있으며 본 과제에서는 해당 기술을 서비스할 수 있는 형태로 발전시키고자 한다.

III. 연구개발의 내용 및 범위

1. 개발 시스템 구성

- UF 관측레이더 자료의 자동 수신
- UF 관측 레이더 → 격자 강우 자동 변환
- 수요자의 자료 요청(HTTP)에 대하여 자료 전송
- 가용 자료 조회/다운로드용 Windows 8 Metro APP개발

1) '하천유역 모니터링 지원시스템 개발 최종 보고서', 한국건설기술연구원, 2012.4

2. 시스템 목표 사양

- 제공 격자 자료의 정확도 : 95% (기술 이전 받은 핵심 모듈과 동등 수준 유지, 전문가의 평가 수검)
- 시스템 가용성 SLA(Service Level Agreement) : 99% 이상
- UF 자료 수신 후 격자 강우 제공 가능 시점까지의 처리 시간 : 20초 (기상청 광덕산 레이더 사이트, 고정 고도 CAPPI 래스터 가정)
- 동시 접속 허용치 :500명
- 제공 격자의 CAPPI 기준 고도는 1.5km 포함 2종 이상
- 제공 격자의 해상도는 1000m, 250m 포함 3종 이상
- 제공 격자의 포맷은 BMP, ASC포함 3종 이상

IV. 연구개발결과

- 레이더 격자 강우 정보 제공 시스템 아키텍처 설계 및 국내외 지적재산권 확보
- UF 처리모듈 소스코드 리팩터링을 통한 성능 개선
- 제공 격자 자료의 정확도 개선
- 최적 격자 좌표계 파악 및 적용(WAMIS 데이터와의 상호 운영성 극대화)
- 제공 격자의 CAPPI 기준고도(1.5km, 2km), 해상도(250m, 500m, 1000m), 포맷(ASC, GRD, GeoTIFF) 다변화 기술 확보
- UF 관측레이더 자료의 최적 자동 수신 기능 개발
- UF 관측 레이더 → 격자 강우 자동 변환 모듈 개발
- UF 자료 수신 후 격자 강우 제공 가능 시점까지의 처리 시간 개선
- 수요자의 자료 요청(HTTP)에 대하여 최적 자료 전송 기능 제공
- 500명 이상의 동시 접속 허용치 확보
- 가용 자료 조회/다운로드용 Windows 8 Metro APP 개발
- 시스템 목표 가용성 SLA 확보

V. 연구개발결과의 활용계획

- 본 연구과제의 개발결과물은 자료 제공 웹사이트를 통하여 실시간 공급²⁾
- 직접 판매와 동시에 시장에 이미 진입한 기존 중계 채널과의 협력을 통한 시장 진출³⁾
- 사용자 및 전문가자문 등을 통한 시스템 고도화 방향 확인되었으며, 이러한 확장을 위한 필수 선행 기반 시스템으로 활용
 - 기상강우보정을 거친 격자 자료 추가 제공
 - 이중편파레이더 격자 자료(RZ, RDR, RKDP) 추가 제공
 - 국토교통부 레이더 격자 자료 추가 제공
 - AWS 등 기상 관측 강우에 대한 격자 강우 자료 추가 제공
 - 표준 구역 또는 행정 경계 단위의 자료 추가 제공
 - 누적 격자 강우 자료 추가 제공
 - 온디맨드 자료 요청에(CAPPI 고도, 해상도, 포맷, 좌표계) 대한 응답 기능 추가
 - UF 내용의 3차원 가시화 기술

2) 2013.9 현재 전문기업(공공기관 홍수예경보 분야 등)과 공급 계약을 체결한 것을 시작으로 다양한 기관과의 접촉을 시작하고 있다.

3) 2013.9 현재 국내 메이저급 기상사업자와 전략적 협력에 대하여 심도 있는 협의를 진행 중이다.

SUMMARY

I . Title

Development of Rainfall Information Providing System based on Radar Grid

II . Objectives and Necessities

It has been difficult to improve the accuracy of flood forecast with the existing Point Rainfall observation because of frequent localized heavy rains due to unusual weather. High-resolution temporal & spatial data, monitoring and analysis skills have been required for preparing the unpredicted and localized heavy rains.⁴⁾ Nowadays, Radar observations have been carried out by Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Korea Meteorological Administration and Korea Air Force. Especially, Korea Meteorological Administration is providing the observed radar data to the related organizations in near real-time. It can be very useful in various fields when it is used for observation with the limited number of rainfall data on the ground. The radar observation data is collected as Radial-3D in a wide area the curvature of the earth should be considered. Although the data should be converted to Grid data, there are many technical difficulties to handle the converting process in water resources/disaster research institutions and related universities.

The core technology that the radar data convert to grid rainfall data was developed successfully in the research project by Ministry of Land, Infrastructure and Transport and the technology was transferred to our company in December 2011. We are going to develop this core technology to Production Level

III. Research Contents and Scope

1. Development System

4) ‘하천유역 모니터링 지원시스템 개발 최종 보고서’, 한국건설기술연구원, 2012.4

- Automatic Reception of UF Observation Radar Data
- Automatic Conversion (UF Observation Radar Data → Grid Rainfall Data)
- Data Transmission for the Customer's Data Request(HTTP)
- Windows 8 Metro Application Development for Search & Download of Available Data

2. System Goals Configuration

- The Accuracy of provided grid data : 95% (Keep equivalent level with Transferred core module, Inspection of Expert Evaluation)
 - System Availability SLA(Service Level Agreement) : 99% or more
 - Process time for providing grid rainfall data after UF data reception : 20sec (in case of Kwangduk Mountain Radar Site of Korea Meteorological Administration, fixed altitude CAPPI Raster)
 - Concurrent Connections : 500 people
 - CAPPI base altitude of provided grid data : 1.5km or more
 - Resolution of provided grid data : 1000m, 250m and more
 - Format of provided grid data : BMP, ASC or more

IV. Research Results

- Radar Grid Rainfall Information Providing System
- Automatic Reception Function Development of UF Observation Radar Data
- Converting Module Development of UF Observation Radar to Grid Rainfall
- Data Transmission Function Development for the customer's Data Request(HTTP)
- Windows 8 Metro Application Development for Search & Download of Available Data
- Improvement of the accuracy of provided Grid data
- Securement of System Goals Availability SLA

- Improvement of process time for providing grid rainfall data after UF data reception
- Guarantee of more than 500 people concurrent connection
- Diversification of CAPPI Base Altitude (1.5km, 2km), Resolution (500m, 1000m), Format(ASC, GRD, GeoTIFF) of provided grid data

V. Application Plan

- With this research, many experts in the related fields can approach to radar rainfall data information more easily and it brings advantages that they can focus on their own professional duties.
- If other organizations as well as Korea Meteorological Administration can provide/sell the Radar observation data to private agencies, it may bring various additional services with the related system.
- It may be developed in various fields such as rainfall raster output by Dual Pol radar, the cumulative rainfall output, clipping by watershed unit or local government unit and fusion services with various information in the future .

CONTENT

Chapter 1 Overview of Research	1
Sec 1. Purpose of Research	1
Sec 2. Necessities of Research	2
Sec 3. Scope of Research	2
Chapter 2 The Status of domestic - overseas technology	3
Sec 1. Domestic R&D and Performance Analysis	3
Sec 2. Overseas R&D and Performance Analysis	5
Chapter 3 Research Contents & Results	6
Sec 1. System Architecture Design & Patent Application	6
1. Selection & Design of the optimum architecture	6
2. Securement of Intellectual Property Rights	14
Sec 2. “UF Processing Module v2011” Source Code Refactoring	15
1. Improvement/ Complementary of transferred source code	15
2. Removal of unnecessary dependencies	21
3. Improvement of efficiency/speed of source code	21
4. Shorten the time of Calculated grid rainfall data	22
Sec 3. The optimum Grid Coordinate System Research and Application	23
1. Lambert conformal conic projection	23
2. The recent domestic general coordinate system	25
3. Selection of the optimum coordinate system	28
Sec 4. Base Altitude Diversification of Grid Rainfall Data	30
Sec 5. Grid Resolution Diversification	31
1. Selection of the optimum Resolution	31
Sec 6. Provided Grid Format Diversification	34
1. Selection of the optimum Format	34
Sec 7. Research of the optimum UF data reception system	35

1. Minimization of delay time in receiving data	35
2. Alarm function of receive failure status	36
3. Handling of big data to increase by time steadily	37
Sec 8. Research of Distribution System of the optimum grid rainfall data	38
1. Goal achievement of concurrent connection	38
2. High performance system construction for its price	38
Sec 9. Automatic Calculation System Construction of radar rainfall raster in Kwangduk mountain area of KMA	41
1. Application of full automatic process for test site	41
2. Unmanned process construction for Reception, Conversion and Distribution	42
Sec 10. Launch of Pilot Service	43
Sec 11. Windows 8 Metro App Development for Search/ Download of Available Data	46
1. Application Development for search/download of available data list more easily	46
2. Development with Windows 8 Metro App	48
3. Support of Blob Service REST API	49
Sec 12. Securement of System Goal Availability(SLA)	53
Sec 13. Automatic Calculation System Construction of Rainfall Rasters from 11 Sites of KMA(Korea Meteorological Administration)	54
1. Evaluation & Complementary of Pilot Service	54
2. Extension to 11 Sites of KMA	54
Sec 14. Research & Application of the optimum price and billing system	55
Chapter 4 Achievement Rate and Contribution Rate for related fields	56
Sec 1. Achievement Rate of Research	56
Sec 2. Technical/Social/Economical Contribution Rate for related fields	57
Chapter 5 Application Plans	58
Sec 1. Application plans of the Research results	58
Sec 2. Methods for connecting with other researches	59

Chapter 6 Overseas Scientific Technique Information to collect from the process research	60
Chapter 7 Reference	61
Appendix 1	63
Appendix 2	65

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요	1
제 1 절 연구개발의 목적	1
제 2 절 연구개발의 필요성	2
제 3 절 연구개발의 범위	2
제 2 장 국내외 기술개발 현황	3
제 1 절 국내 연구개발 현황 및 성과분석	3
제 2 절 국외 연구개발 현황 및 성과분석	5
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과	6
제1절. 시스템 아키텍처 설계	6
1. 최적 아키텍처 선정 및 설계	6
2. 지재권 확보	14
제 2 절. “UF 처리모듈 v2011” 소스코드 리팩터링	15
1. 소스 코드에 대한 개선 / 보완	15
2. 불필요 디펜던시 제거	21
3. 소스 코드 효율/속도 개선	21
4. 격자 강우 산출 시간 단축	22
제 3 절 최적 격자 좌표계 연구 및 적용	23
1. 람베르트 등각원추도법	23
2. 국내 범용 좌표계	25
3. 최적 좌표계 선정	28
제 4 절 격자 강우 기준 고도 다변화	30
제 5 절 격자 해상도 다변화	31
1. 최적 해상도 선정	31
제 6 절 제공 격자 포맷 다변화	34
1. 최적 격자 포맷 선정	34

제 7 절 최적 UF 자료 수신 시스템 연구 개발	35
1. 자료 수신 지연 시간 최소화	35
2. 수신 장애 상황 간파 및 알림 기능	36
3. big data 상황에 대한 대응	37
제 8 절 최적 격자 강우 자료 배부 시스템 연구 개발	38
1. 동시접속 목표 달성	38
2. 비용 대비 성능 고려한 구축	38
제 9 절 시험 레이더 사이트 강우래스터 자동산출 시스템구축	41
1. 시험 site에 대하여 전자동 프로세스 적용	41
2. 수신, 변환, 배부 과정 무인화 구축	42
제 10 절 시범 서비스	43
제 11 절 조회/다운로드용 App 개발	46
1. 가용 자료 목록에 대한 조회, 다운로드 기능 개발	46
2. Windows 8 Metro APP 개발	48
3. Blob 서비스 REST API 제공	49
제 12 절 시스템 목표 가용성(SLA) 확보	53
제 13 절 11개 사이트 강우래스터 자동 산출 시스템 구축	54
1. 시범 서비스에 대한 평가 및 보완	54
2. 11개 site에 확장 적용	54
제 14 절 최적 가격, 과금 체계 연구 및 적용	55
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	56
제1절 연구개발 목표 달성도	56
제2절 관련 분야의 기술적/사회적/경제적 기여도	57
1. 기술적 측면	57
2. 사회적 측면	57
3. 경제적 측면	57
제 5 장 연구개발결과의 활용계획	58
제1절 연구개발 결과물 활용계획	58
제2절 연구개발 결과물 타 연구 연계 방안	59

제 6 장 연구 개발과정에서 수집한 해외과학기술 정보	60
제 7 장 참고문헌	61
부록1. 정확도 검증 사항	63
부록2. 지재권 출원 내역	65

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 목적

“UF 처리모듈 v2011“을 SBC(Server Based Computing)방법으로 시스템화하여 강우 래스터 데이터 수요자는 원하는 자료를 손쉽게 다운로드 할 수 있도록 한다. 서버에서는 UF 레이더 관측 자료의 수신, 변환, 배부 과정이 365일 자동적으로 진행될 수 있도록 구축한다. 이를 통하여 수요자는 웹브라우저 등으로 자료를 손쉽게 획득할 수 있다.

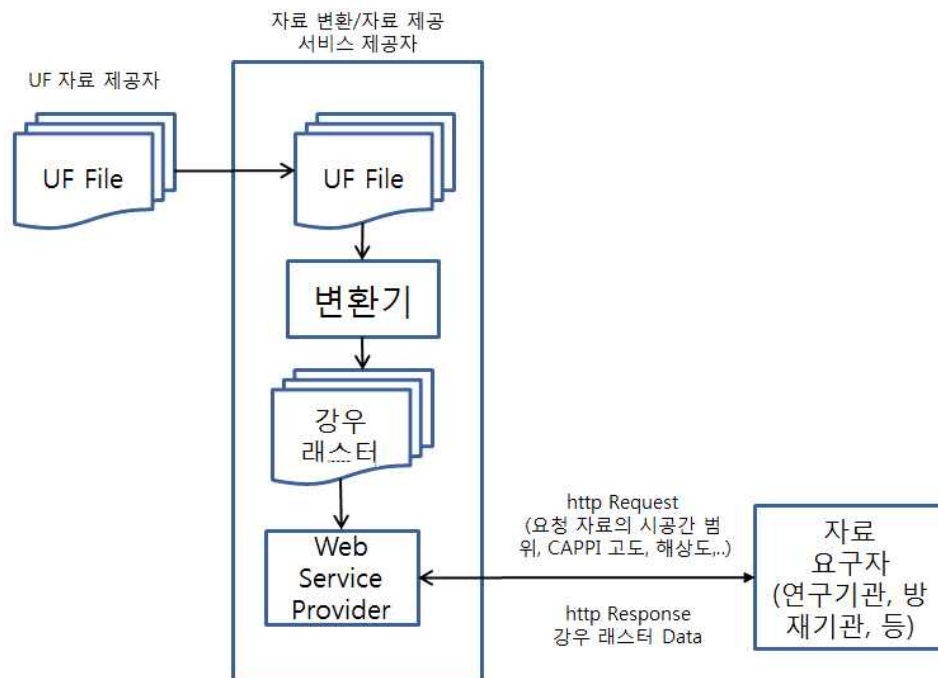


그림 1 시스템 개요도

최종성과물은 강우 래스터 정보를 다운로드 할 수 있는 시스템이며, 레이더 자료를 격자 강우로 변환하는 핵심기술이 국토교통부 과제에서 성공적으로 연구 개발되어 2011년 12월 당사가 기술이전 받은 바 있으며 본 과제에서는 해당 기술을 서비스할 수 있는 형태로 발전시키고자 한다.

제 2 절 연구개발의 필요성

기상이변으로 인하여 최근 단시간, 국지적으로 내리는 집중호우가 빈번해짐에 따라 기존의 점 우량 관측으로는 홍수예보의 정확도를 높이기 어렵음이 있다. 돌발적이고 국지적인 강우에 대한 고해상도의 시공간적인 자료 및 감시, 분석 능력이 요구되고 있다.⁵⁾

현재 국토교통부와 기상청, 공군에서 레이더 관측을 실시하고 있으며, 기상청에서는 레이더 관측 자료를 요청하는 유관기관에 준 실시간으로 제공하고 있다. 제한된 개수의 지상 강우 관측과 병행 시 여러모로 유용한 활용이 가능한 자료이다. 레이더 관측은 지구 곡률이 고려되어야 하는 광역에서 방사형-3차원으로 이뤄진다. 이를 일반적인 분포형 강우 자료인 격자형으로 변환하는 과정이 필요한데 이 단계에서 수자원/방재 연구기관, 관련 대학 등에서 접근하기에는 기술적으로 많은 어려움이 있다.

제 3 절 연구개발의 범위

본 과제의 개발범위 중 시스템은 크게 다음으로 구성된다.

- UF 관측레이더 자료의 자동 수신
- UF 관측 레이더 -> 격자 강우 자동 변환
- 수요자의 자료 요청(HTTP)에 대하여 자료 전송
- 가용 자료 조회/다운로드용 Windows 8 Metro APP개발

시스템의 목표 사양은 다음과 같다.

- 시스템 가용성 SLA(Service Level Agreement) : 99% 이상
- UF 자료 수신 후 격자 강우 제공 가능 시점까지의 처리 시간 : 20초 (기상청 광덕산 레이더 사이트, 고정 고도 CAPPI 래스터 가정)
- 동시 접속 허용치 :500명
- 제공 격자의 CAPPI 기준 고도는 1.5km 포함 2종 이상
- 제공 격자의 해상도는 1000m,250m 포함 3종 이상
- 제공 격자의 포맷은 BMP, ASC포함 3종 이상

5) '하천유역 모니터링 지원시스템 개발 최종 보고서', 한국건설기술연구원, 2012.4

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 국내 연구개발 현황 및 성과분석

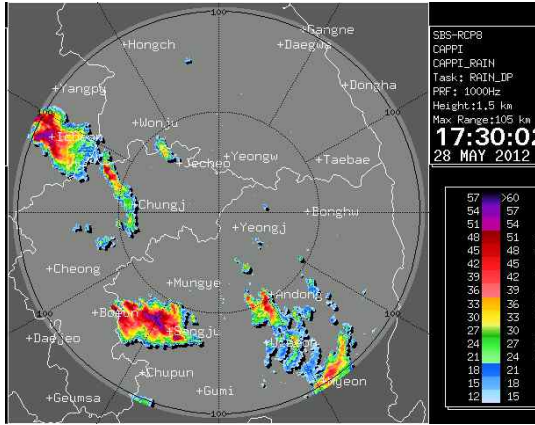
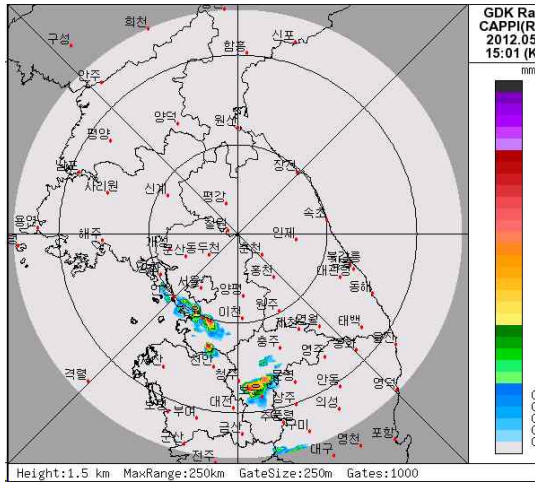
본 사업화 대상 핵심기술은 SW저작권이며 한국저작권위원회에서 RADAR or UF 로 검색하면 아래의 유사 SW를 발견 할 수 있다.⁶⁾

구 분	기존기술명	지적 재산권자 (개발년도)	기술내용	공법의 원리, 특징 및 기능 ⁷⁾ (관련 도면 첨부)	보유기술의 차별성
1	RADARSIM Ver1.0	한국 해양 연구원 (2003)	해상용 레이더 시뮬레이 터 프로그램	- Gain/Tune에 의한 레이더 영상 변화를 반영한 레이더 영상 생성 - 주어진 시나리오에 대한 레이더 영상 생성 - 각종 화면 컨트롤을 이용한 레이더 영상 변화 가능	- API 제공하는 라이브러리가 아닌 실행형 프로그램 - 산출물은 영상이며 수치 격자정보가 아님
2	RDDP (Radar Data Display Program)	정성화 (2008)	UF로 저장된 레이더 자료를 불러와 PPI방식으 로 영상을 표출하는 프로그램	- 레이더 반사도, 시선속도, 스펙트럼 폭을 PPI영상으로 표출. - PPI화면에서 마우스 이동시 해당지점의 레이더 자료값, 위도 및 경도를 표출. - 표출 고도각, 지상 우량계 위치, 반경원, 망위선, 색상값을 자유롭게 조절 가능함. - 프린트, 미리보기, PPI 영상 이미지 저장 등의 기능 제공	- API 제공하는 라이브러리가 아닌 실행형 프로그램 - 산출물은 영상이며 수치 격자정보가 아님 - 등고도 CAPPI 자료기능이 아닌 SWEEP 단위 PPI까지 기능을 제공

6) 2012.5 기준

7) S/W저작권 등록 명부의 내용 인용

SW모듈이 아닌 서비스로서는 아래표의 기술이 제공되고 있다.

구분	제공사	기술내용	기술, 서비스의 특징	한계점
1	국토교통부	레이더 관측 이미지 자료 제공		RAIDOM ⁸⁾ 등 방법으로 이미지에서 강우 수치격자를 생성하는 과정에서 데이터 손실이 크게 발생함.
2	기상청	레이더 관측 원시 자료(UF) 제공	UF 포맷을 SFTP방법으로 전송해줌	3차원 방사형 UF 원시 자료는 수자원 분야에서 활용하기가 어려움
3	기상청	레이더 관측 이미지 자료 제공		RAIDOM 등 방법으로 이미지에서 강우 수치격자를 생성하는 과정에서 데이터 손실이 크게 발생함. 또한 국내 수자원 분야에서 일반적으로 사용하는 좌표계가 아님
5	기상사업자	UF->ASC 변환용역	용역 발주 시, 변환 결과를 수일 내에 이메일 등으로 수신 가능함(2008년 기준)	자동화된 인터넷 시스템이 아니어서 UF 자료생성 후 준실시간 처리가 어려움

제 2 절 국외 연구개발 현황 및 성과분석

본 과제 목표 시스템의 성과물을 대체 생산할 수 있는 외산 SW로서 아래 SW가 확인된 바 있다.

구분	제공자	기술내용	기술, 서비스의 특징	한계점
1	Vieux, Inc Rainvieux	UF->ASC 변환기능	레이더 관측 UF Format을 ESRI ASC 래스터로 변환지원	S/W가격이 500만원 ⁹⁾ 이상 외산S/W로 국내 사용자지원의 한계(언어, 좌표계)

또한 미국 기상청의 경우 전지구 위성 기후(강우) 자료를 웹기반으로 제공하여 전세계 사용자들이 자유롭게 다운로드 및 활용할 수 있도록 공개하고 있다.



그림 2 . NOAA(미기상청)의 전지구 위성 기후(강우) 자료 배포 서비스 사례

8) RAIDOM : 이미지 파일의 픽셀 색상으로부터 범례를 참고하여 수치 정보를 결정하는 기법(육군사관학교 오경두 교수 등 개발)

9) 2010년 550만원

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제1절. 시스템 아키텍처 설계

1. 최적 아키텍처 선정 및 설계

본 연구에서는 레이더 격자 강우 정보 제공 시스템을 운영할 수 있는 최적의 기반 서비스를 선정하고 이에 맞추어 시스템을 설계 구축하였다. 기존의 온프레미스 방식과 차세대 컴퓨팅 환경인 클라우드 방식을 비교하여 본 연구에 적합한 기반 서비스를 선정하였다.

온프레미스는 운영조직내부에 직접 인프라와 플랫폼, 애플리케이션을 구축 관리하는 전통적인 IT 인프라 모델을 말한다. 한편 클라우드는 인터넷을 통해 손쉽게 위에서 언급한 IT 자원을 구축 관리 가능하며, 자원을 사용한 만큼만 합리적으로 지불할 수 있도록 한다.

온프레미스와 클라우드 기반 서비스를 비교했을 때 먼저 온프레미스에 비하여 클라우드는 IT 인프라 구축 및 운용이 용이하다. 물리적인 인프라를 직접 구축하지 않아도 되며 응용 프로그램과 서비스를 신속하게 배포 관리가 가능하다. 또한 확장성과 고가용성이 우수하다. 서비스 요구가 폭증 혹은 감소하는 경우 사용 자원을 쉽게 확장 및 축소 가능하다. 뿐만 아니라 비용 절감 효과가 크다. 초기 투자와 자체 전산시스템 운용이 불필요하므로 운용비가 절감된다.

가. 클라우드 기반 서비스 이점

실제 시스템 운영단계에 진입하면 클라우드 기반 서비스는 다음과 같은 이점을 제공할 것으로 기대된다.

(1) 초기 구축 시간 단축

래스터 형태의 데이터를 다운로드 방식으로 제공하는 본 시스템은 서버 기반의 컴퓨팅(SBC) 서비스이다. 온프레미스의 경우 HW, SW 초기 투자와 설치를 요구하기 때문에 구현된 서비스가 실제 사용되기까지 소요되는 전체 시간관점에서 클라우드에 비해 오랜 시간이 걸린다.

(2) 안정성 보장

또한 10분 단위의 데이터를 지속적으로 변환/제공해야 하기 때문에 응용 프로그램과 서비스 장애 발생 시 빠른 대응 조치 및 S/W 재설치/배포 역량이 필요하다. 온프레미스의 경우 자원 관리를 직접 수행하기 때문에 기반(Infrastructure) 장애 발생 시 원인 파악과 조치에 상당한 시간이 소요된다. 클라우드의 경우 응용프로그램에 대한 오류 수정 후 신속한 배포가 가능하며 가상화 기술로 실 운영 중인 서버 머신에 대한 복사본(대기 서버)을 만들어 준비하고 이중화를 통해 빠르게 장애에 대응할 수 있다.¹⁰⁾

(3) 확장성

제공되는 래스터 데이터의 종류가 증가하여 고성능의 컴퓨팅 자원 필요하거나 대용량 데이터의 연산을 위해 분산처리가 필요할 때 혹은 서비스 요구 폭증으로 서버에 과부하 발생 시 온프레미스의 경우 서버를 확장하거나 스펙을 높이는 것이 단시간에 이루어지기 힘들다. 클라우드의 경우는 유연성과 확장성이 우수하므로 빠른 시간 안에 서버의 수를 추가하거나 스펙을 높일 수 있다.

(4) 비용 절감 효과

온프레미스의 경우 초기 투자비용과 운용에 관한 비용이 발생한다. 클라우드의 경우 초기 투자와 설치를 사용자에게 요구하지 않으며 별도의 OS 업데이트와 같은 전산시스템 관리 혹은 운용이 필요하지 않기 때문에 운용비가 절감된다.

클라우드 기반 서비스는 IT 인프라에 수반되는 여러 비용들을 획기적으로 감소시켜 주며, 동시에 응용어플리케이션의 빠른 적용 및 IT 서비스의 유연성과 확장성을 제공하여 본 과제 목표 시스템의 구축에 적합한 컴퓨팅 환경을 제공하는 것으로 평가하였다.

나. 상용 클라우드 플랫폼

현재 대표적으로 서비스 되고 있는 상용 클라우드 플랫폼에는 Amazon EC2 & S3, Google Cloud Platform, 마이크로소프트 애저(Azure) 등이 있다. 각각의 상용 클라우드 플랫폼의 특징은 다음과 같다.

10) 또한 Production 과 Staging 서버를 구비하고 이를 Virtual IP SWAP방식으로 순간적으로 교체하는 기술은 본 과제 수행 기간 중 S/W의 업데이트 적용 과정을 통하여 빈번히 적용되었으며 해당 노하우가 확보 되었다.

(1) Amazon EC2 & S3¹¹⁾

아마존 클라우드 서비스는 아마존 웹서비스(AWS)라고 하며, 저장장치와 데이터베이스, 서버 자원을 제공하는 형태로 S3와 EC2라고 한다. 이는 간단한 저장 서비스 S3(Simple Storage Service)와 서버의 자원을 유용하게 할당해주는 EC2(Elastic Computing Cloud)를 말한다.

(2) Google Cloud Platform

Google Cloud Platform은 application, 웹 사이트, 데이터 저장, 데이터 분석 등을 구글의 인프라에서 제공하는 서비스를 말한다. Google Cloud는 서비스별로 이름을 달리하는데 Google Cloud Storage(데이터 저장), Google BigQuery(데이터 분석), Google Compute Engine(가상 컴퓨팅)이 있다.

(3) 마이크로소프트 애저(Azure)

마이크로소프트에서 제공하는 클라우드 플랫폼 서비스인 Window Azure 서비스는 클라우드 환경에서 MS 윈도우 서버를 실행하고 데이터를 저장하기 위한 플랫폼 서비스로 어플리케이션 개발, 가상화 서버/스토리지, 어플리케이션 호스팅을 위한 네트워킹 구축 도구들을 제공한다.

Azure는 한국 내에 고속 network node에 CDN을 확보하고 있어서 국내의 자료 송수신에 있어 최고 수준의 속도를 보장한다. 또한 타사 대비 한글화 및 한국 내 기술지원의 수준이 가장 충실하게 구비되어 있다. 무엇보다도 본 과제의 사업화 대상기술이 마이크로소프트 닷넷 Framework를 기반으로 개발된 라이브러리이며 이를 사용한 시스템 구축에 있어 여타 클라우드 플랫폼과 비교 시 기술적인 조합에 가장 유리할 것으로 판단되어 본 과제는 Azure 클라우드 기술을 기반으로 설계/구축하였다.

다. 서비스 제공 영역 범위

마이크로소프트 애저(Azure)는 서비스 수준에 따라 하드웨어 인프라를 서비스로 제공하는 IaaS (Infrastructure As A Service), 응용 개발 및 실행 플랫폼을 서비스로 제공하는 PaaS (Platform As A Service), 그리고 마지막으로 응용어플리케이션을(Applications) 서비스로 제공하는 SaaS (Software As A Service)를 모두 제공한다.

IaaS, PaaS, SaaS는 IT인프라 구성요소에 따라 차이가 있으며 클라우드 서비스 제공

11) 제프바, 2013, 아마존 웹 서비스 완벽 활용법, 위키북스 참조

벤더에서 직접 관리하는 영역의 범위에 따라 아래 그림과 같이 분류된다.

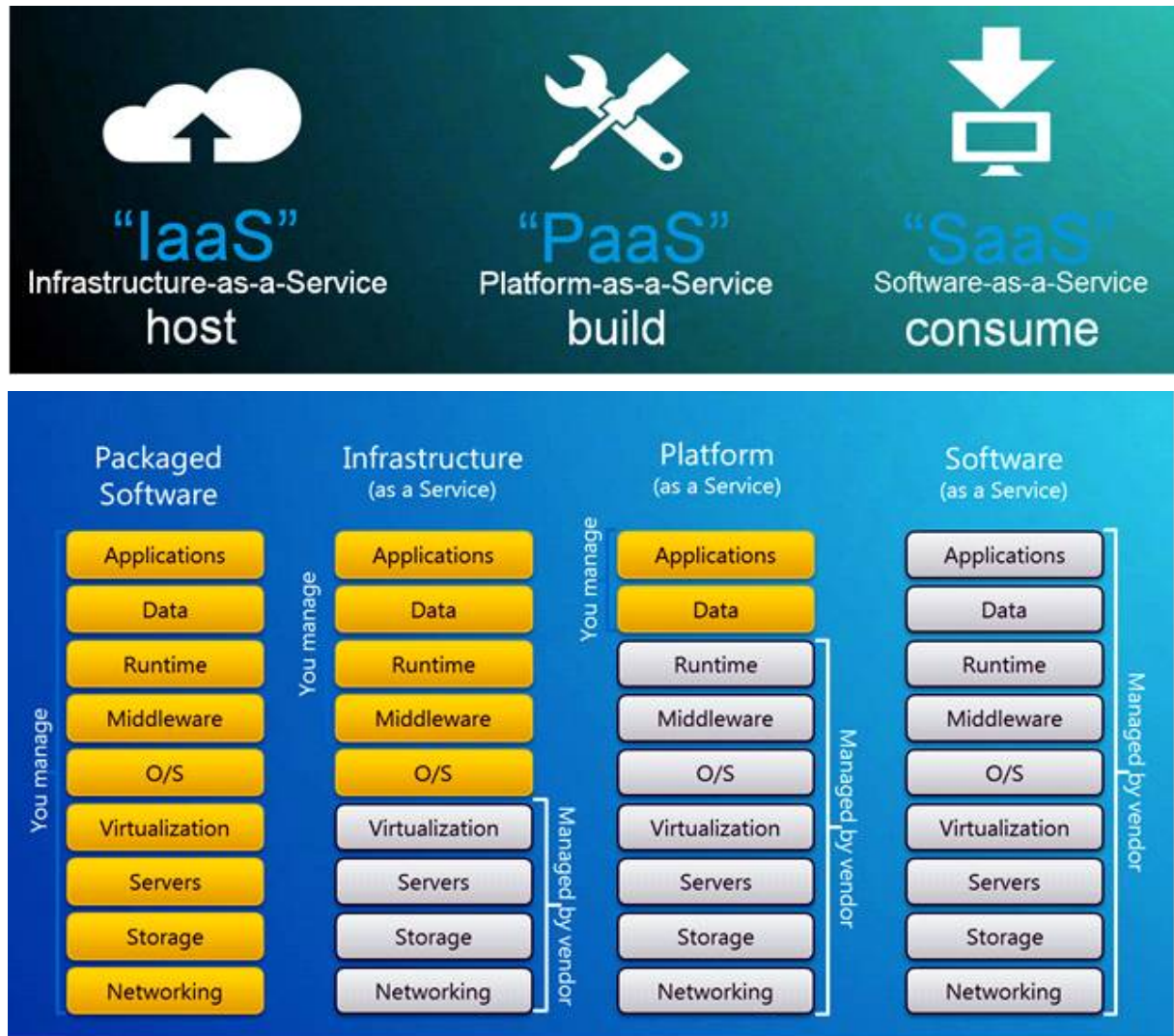


그림 3 서비스 수준에 따른 클라우드 분류

(1) IaaS

인프라스트럭처 레벨을 제공하는 서비스를 의미한다. 즉, OS부터 상위의 모든 플랫폼이나 어플리케이션을 사용자가 직접 관리하게 된다.

(2) PaaS

개발자가 어플리케이션을 개발, 서비스 하기위해 사용가능한 서비스와 기능들이 제공되는 클라우드 서비스를 의미한다. 개발 프레임워크 등 인프라가 제공되고, 개발자는 상위의 플랫폼에서 어플리케이션 개발 및 데이터에 집중하는 방식이다. IaaS, SaaS와 비교 시 최근에 도입된 개념이며 상대적으로 활용하기는 기술적으로 가장 어렵다.

(3) SaaS

어플리케이션의 소비 관점에서 제공되는 IT의 서비스 방식을 의미한다. 조직이나 개인이 쉽게 어플리케이션을 사용하고 소비할 수 있도록 전달 가능한 어플리케이션 서비스이며 다음 클라우드, 네이버 N Driver 등이 해당된다.

레이더 격자 강우 정보 제공 시스템에서는 SBC(Server Based Computing) 방식으로의 최종 결과물인 격자 데이터를 산출하며 시스템에서 요구되는 핵심역량은 탄력성이다. 왜냐하면 강우가 집중되는 시기와 건기, 그리고 원시 레이더 자료의 제공 주기 및 분량은 고정적이지 않기 때문이다. 필요시 필요한 만큼의 컴퓨팅 역량을 매우 손쉽게 인출/반환하기 위한 최적의 모델은 PaaS라고 판단하였으며, 본 과제에서는 PaaS 기법을 도입하여 시스템을 설계/구축하였다.

라. 가상 머신

윈도 애저 가상머신은 어플리케이션 모델에서 사용했던 응용 프로그램들을 구축, 관리, 확장 할 수 있다. 어플리케이션을 호스트하는 윈도우 애저 가상 머신을 Role이라하며 3가지 형태의 Role이 존재한다. IIS 내에서 어플리케이션을 호스트하는 가상 머신인 WebRole과 IIS가 생략된 상태로 백엔드 처리 부하를 담당하는 WorkerRole 그리고 가상 하드디스크 형태의 이미지를 호스팅 하는 가상머신인 VM Role 등이 있다. 이중 SBC에 최적화된 WorkerRole을 사용하여 레이더 격자 강우 정보 제공 시스템의 핵심 SW 모듈을 개발하였다.

마. 저장소

윈도우즈 애저에서는 데이터 유형에 따른 스토리지 서비스를 제공하고 있다. Blob(Binary Large Object) 형식의 데이터 저장소와 서비스간의 메시지 통신 시 사용되는 Queue 형식의 저장소, 그리고 구조화된 Table 형태의 데이터 저장소로 분류 된다. 제공 격자 자료는 이미지 파일로서 바이너리 형식의 Blob에 해당하여 Blob 저장소에 저장된 후 HTTP URL로 다운로드 가능하도록 제공된다.

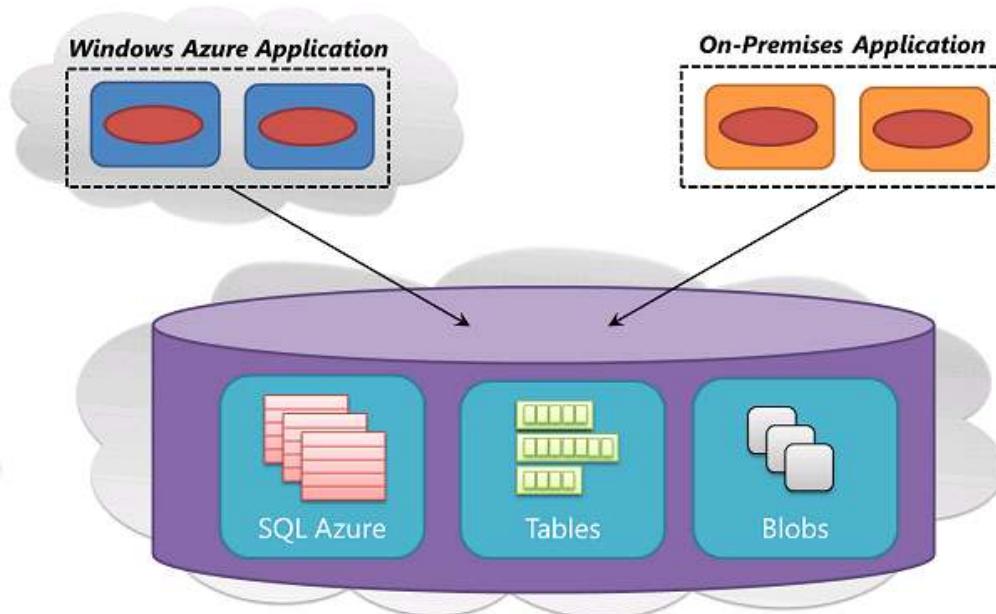


그림 4 Azure 저장소

바. 데이터베이스

윈도우 SQL 애저는 클라우드 환경에서 제공되는 관계형 데이터베이스 관리 시스템이다. 클라우드 환경에서 제공되는 DBMS이므로 방화벽 설정, 사용자 계정 설정, 데이터베이스 관리 등에 대한 기능을 Azure 포털에서 관리 사용할 수 있는 기능을 제공하고 있다. Azure 포털에서 데이터베이스에 대한 작업, Sliverlight로 개발된 Manage Tool에서 작업 그리고 SSMS R2 버전에서 SQL Azure Server에 접속하여 사용이 가능하다. 이러한 DB 환경을 이용하여 작업 관리 테이블, 로그 테이블을 생성한 후 UF 관측 레이더 자료 수신 시간, 격자 강우 변환 자료, Blob 저장소 저장 시간, 데이터 처리 완료 여부 등 시스템 전반에 관한 작업 내용을 기록하고 이를 참조하여 애플리케이션을 동작 제어하거나 장애 시 오류 여부 등을 확인하도록 구축하였다.

사. 시스템 아키텍처¹²⁾

윈도우즈 애저 클라우드 서비스를 기반으로 한 레이더 격자 강우 정보 제공 시스템 아키텍처는 다음과 같다. 원시데이터에서 부터 가공된 최종 데이터를 제공 받기까지의 진행 순서는 B1~B5이다. B1에서는 송신 측으로 부터 FTP를 통해 실시간으로 UF 관측 레이더 자료를 자동 수신한다. 애플리케이션이 구현된 WorkerRole은 그 역할을 담당하며 1~n 개 까지 증설이 가능하다. B2에서는 WorkerRole 프로세스에 의해 진행되는 중요 작업 과정에 대한 내용들을 SQL Azure 작업 테이블, 로그 테이블에 기록한다. 또한 테이블에 기록된 이전 레코드 내용을 확인하여 이미 처리된 작업에 대해서 작업 처리를 생략하고 프로세스가 대기할 수 있도록 한다. B3에서는 WorkerRole 프로세스에서 원시 데이터, 가공된 중간 결과물, 최종결과물을 blob 저장소에 저장한다. B4에서는 HTTP 기반으로 수요자의 자료 요청에 대응하여 격자강우를 송신한다. B5에서는

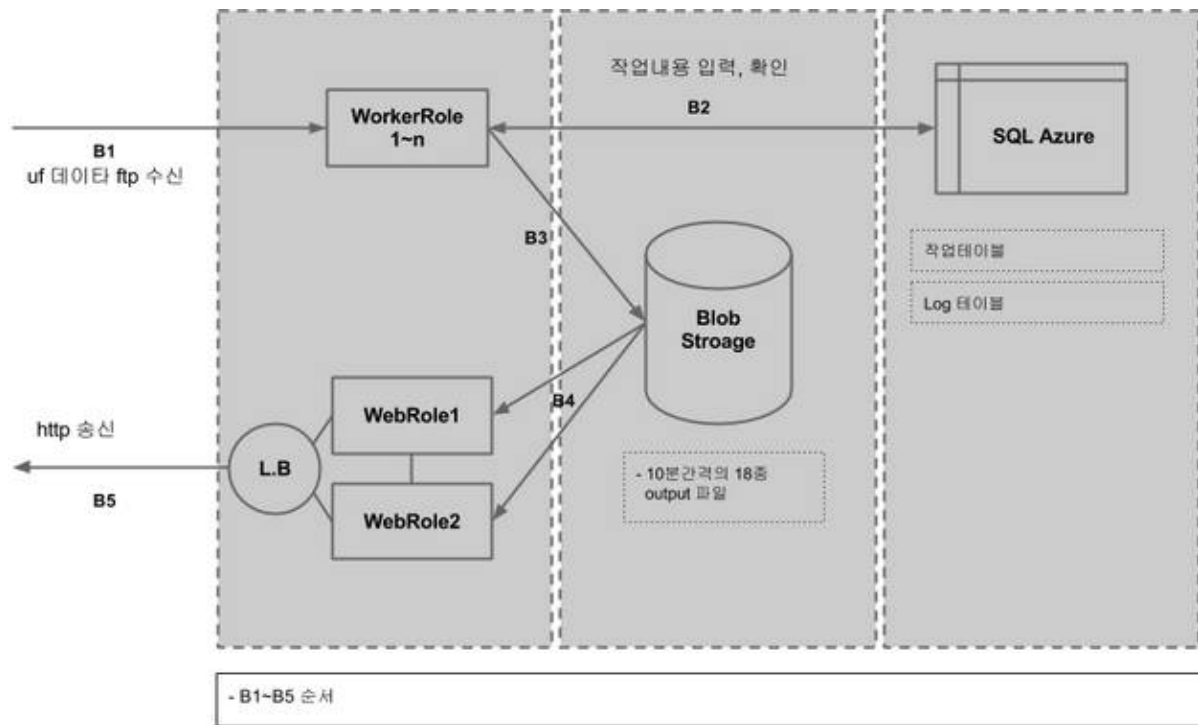


그림 5 레이더 격자 강우 시스템 아키텍처 개요도

12) 도미닉 베즈 외 4인, 2012, 윈도우 애저 클라우드로 애플리케이션 이전하기, 에어콘
도미닉 베즈 외 4인, 2012, 윈도우 애저 클라우드로 애플리케이션 개발하기, 에어콘 참조

레이더 격자 강우 정보 제공 시스템에서의 자료 생성 과정은 다음과 같다. FTP에서 UF 파일 목록을 다운로드 한다. 시간 순으로 정렬된 목록을 순차적으로 진행한다. 이때 이미 작업 완료된 항목은 처리 생략하고 신규 작업 항목에 대해서는 작업 관리 테이블에 기록을 남기고 진행한다. 실제 UF 파일을 다운로드 하고 격자 강우 자동 변환 기능을 통하여 중간 결과물인 ASC 격자 데이터를 생성한 후 레이더 사이트별, CAPPI 기준 고도별, CELL 해상도별, Raster 포맷별 최종 결과물을 blob 저장소에 저장한다. 전체 작업이 완료되었는지 여부를 확인한 후 작업을 종료한다. 일정 간격의 대기시간 후에 본 과정을 무한 반복한다.



2. 지재권 확보

이상 서술한 “레이더 격자 강우정보 제공 시스템”의 아키텍처 설계를 실시한 후 향후 본 시스템의 활용도 확장을 고려하여 국내외 출원을 통하여 지적재산권이 보호될 수 있도록 조치하였다.

표 1 주요 지재권 출원 현황

출원번호	특허 명칭	개요	비고
10-2012-0104011	강우정보를 제공하는 클라우드 서버	클라우드 기반 UF 자료 수신, 변환, 제공 시스템 전반 아키텍처, 탄력적 시스템을 목표로 함	
10-2012-0132815	레이더 관측자료의 격자화 시스템 및 그 방법	모어 CAPPI 알고리즘에 있어 상하면 SWEEP에서의 보간점 8개를 효율적으로 확보 및 재사용함으로써 CAPPI 격자 강우 생성 속도를 개선할 수 있는 기술	
10-2013-0064563	레이더 관측자료 격자화 장치 및 방법	3차원 공간상의 관측점을 격자 셀에 대응함에 있어 맵 투영 기술 활용함으로써 위치결정의 효율성과 정확도를 확보하는 기술	
PCT/KR2013/007134호	차량 강우센서, 지상 강우 계측기, 레이더 강우 데이터와 빅 데이터 처리 기술을 접목한 강우 정보 시스템 및 강우 정보 서버	지상 강우 보정을 통한 레이더 강우의 정확도 향상 프로세스에서 지상 강우의 활용 폭을 확장하기 위한 기술	국제
10-2013-0104541	레이더 관측자료를 3차원 격자 데이터로 구축하여 활용하는 강우량 추정 장치	CAPPI 격자 강우가 특정고도의 관측값만 사용하는 한계를 극복하기 위한 기술이며 고도별 CAPPI자료의 누적 및 바람의 영향을 추가 고려하기 위한 기술	

제 2 절. “UF 처리모듈 v2011” 소스코드 리팩터링

1. 소스 코드에 대한 개선 / 보완

가. 리팩터링

소프트웨어 품질 향상의 필요성은 꾸준히 제기되어 왔다. 소프트웨어는 개발 후 사용자에게 대한 지속적인 요구사항이 발생하여 이를 위한 유지보수가 필요하다. 변경된 요구사항을 만족하도록 수정할 시 소스 코드는 설계의 본래 의도와는 다르게 커지거나 복잡하게 되어 효율성을 저하시킬 우려가 있다. 또한 개발자가 변경되었을 경우 쉽게 소스 코드를 수정하거나 이해할 수 없게 되는 문제점이 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 리팩터링 기법을 사용한다. 리팩터링은 결과의 오류 또는 품질저하 등 변경없이 소스 코드의 내부 구조를 개선하여 단순화 및 효율화하는 과정으로 요약할 수 있다. 즉, 소프트웨어를 개발하고, 요구사항이 변경되어 유지보수 할 때에도 리팩터링을 고려하여 소스 코드를 작성하는 것이다. 리팩터링을 고려하면, 향후 요구사항이 변화되거나, 개발자가 변경되었을 시에도 코드를 쉽게 이해하고 수정할 수 있게 도움을 준다. 리팩터링은 소프트웨어 품질을 향상시키기 위한 기법 중 하나이다.

나. 리팩터링 효과¹³⁾

소프트웨어 리팩터링을 실시하면 다음과 같은 효과를 얻을 수 있다.

(1) 소프트웨어 설계 개선

코드 설계가 나쁘면 여기저기 중복되어 있어 불필요하게 코드가 길어진다. 코드가 길수록 이해할 분량이 많아져 정확한 수정이 어렵다. 코드 구조는 한번 복잡해지면 이후엔 점차 복잡해지게 된다. 리팩터링은 구조가 복잡해진 코드를 정리하며 부적절한 코드를 제거하는 것이다. 설계를 개선하는 주요 기법 중 하나는 중복 코드를 없애는 것이다. 중복 코드 제거는 좋은 설계의 필수 요건이다.

(2) 가독성 개선

프로그래밍에서 개발자는 컴퓨터에게 수행할 작업을 정확히 명령하는 것이 중요하다. 뿐만 아니라 개발자 간의 코드를 신속히 파악해서 수정 가능하도록 해야 한다. 컴퓨터와

13) 마틴 파울러, 1999, 리팩터링: 코드 품질을 개선하는 객체지향 사고법, 한빛미디어 참조

사람 즉 코드 이해 대상을 두루 고려해야 한다. 개발자가 프로그램을 실행하는데 집중하여 그 코드를 나중에 수정하게 될 다른 개발자에 대해 고려하지 않는다면 코드를 이해하고 수정하는데 상당한 시간이 소요되며 이것은 큰 문제가 된다. 리팩터링을 실시하면 코드를 파악하기 쉬워진다. 즉 코드의 가독성이 좋아진다. 리팩터링은 실행은 되지만 구조가 완전하지 못한 코드에 대해 실시한다. 프로그래밍에서 중요한 것은 의도한 바를 정확히 전달하는 것이며 리팩터링은 이러한 문제를 해결한다.

(3) 버그 발견 유지보수성 개선

코드를 파악하기 쉬워지면 버그 발견도 쉬워진다. 코드 리팩터링을 실시하면 코드 기능을 근본적으로 이해할 수 있으며 프로그램 구조를 명료하게 만들어서 버그를 놓치지 않을 수 있다.

(4) 프로그래밍 속도 증가

리팩터링을 하면 코드 품질이 좋아질 뿐만 아니라 코드를 신속하게 개발할 수 있다. 코드 품질 향상 요소(설계 개선, 가독성 향상, 버그 감소)로 인해 개발 속도가 높아진다. 설계 개선으로 인해 새 기능 추가가 쉽고 버그를 찾는 데도 오랜 시간이 걸리지 않는다. 시스템을 이해하고 중복 코드를 찾는 데 수정시간이 짧아지며 시스템의 설계가 최신의 상태로 유지되어 소프트웨어 개발이 빨라진다.

(5) 실제 적용 사례 예시

상기와 같은 리팩터링 방법 및 도구를 통하여 본 과제에서 다음과 같은 리팩터링이 수행되었다. ¹⁴⁾

14) 기술이전 받은 SW 모듈에 대한 수정/변경 전수 카운팅 과정은 생략하였으나 수백라인 수준으로 판단됨

본 과제에서는 최신 IDE SW를 활용하여 코드 메트릭, 코드 디펜던시 그래프 등 SW 품질 관리를 수행하였다.

코드 메트릭 결과						
계층 구조	유지 관리 인덱스	순환 복잡성(Cyclomatic Complexity)	상속 수준	클래스 결합 수준	코드 줄 수	
▾ RadarUtil(Debug)	81	532	3	52	1,316	
▾ { } CappiReader	56	7	3	10	73	
▾ { } GMMaPle	57	15	3	6	42	
▾ { } RadarUtil	86	397	2	45	779	
▾ { } UFParseR	68	105	3	15	404	
▾ { } UFParseRCommo	82	8	2	6	18	

그림 9 모듈 코드메트릭

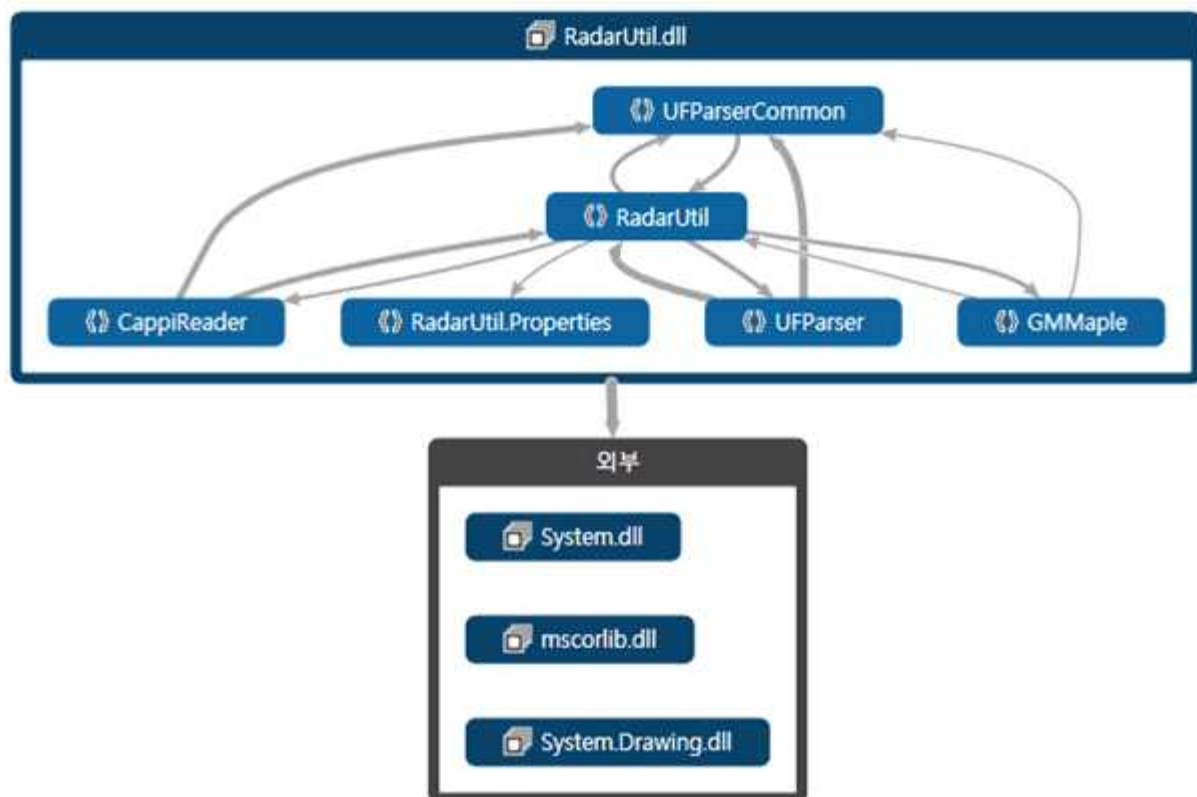


그림 10 모듈 디펜던시 그래프

다. 수신 자료 포맷 판단부 개선

기술이전 받은¹⁵⁾ 기존 소스코드에서는 제공되는 입력 자료의 file 확장자를 통하여 file format을 판단한다. 현재 본 시스템에서 정식으로 공급받고 있는 기상청 레이다 UF 원시 자료는 gzip¹⁶⁾ 파일 format으로 압축되어 있으나 확장자는 .uf 이다. 본 과제에서는

15) 지능형국토정보기술혁신사업-[하천유역 모니터링 지원시스템 개발],레이더 원시자료 처리 모듈, 2011년

16) 파일 압축에 쓰이는 응용 소프트웨어이며 GNU zip의 준말이다. 초기 유닉스 시스템에 쓰이던 압축 프로그램을 대체하기 위한 자유 소프트웨어

GZIP 파일에 대한 Binary Format을 분석한 후 소스코드를 수정 보완하여 Header 정보를 확인 후 포맷을 판단하도록 변경 하였다.

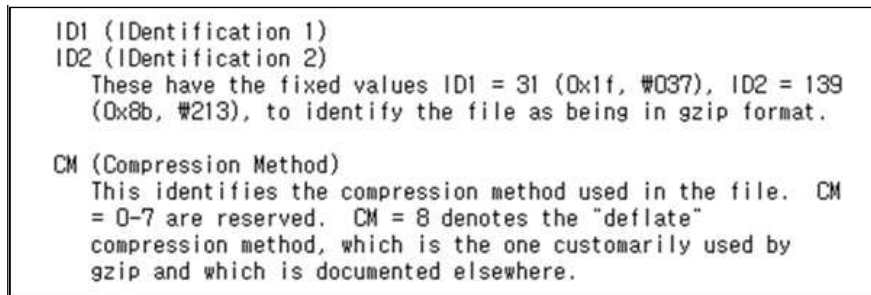


그림 11 GZIP file format Header

상기 그림에서 헤더에서 ID1과 ID2는 파일의 포맷을 알려주는 부분이다. GZIP 파일의 경우 고정된 값인 31과 139를 가지며 16진수로는 0x1f, 0x8b이다. CM (Compression Method) 부분은 GZIP 포맷의 경우 8로 지정되며 이는 ZLIB의 deflate 압축 방법을 의미한다.

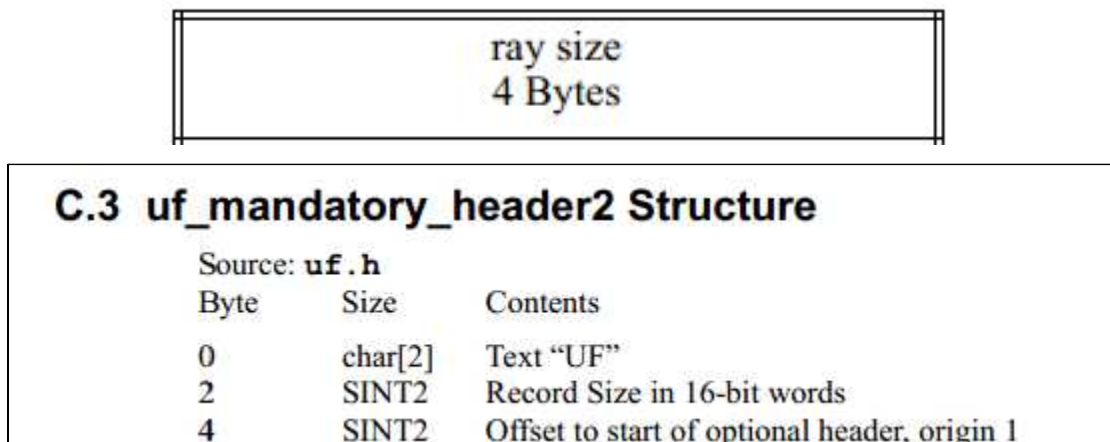


그림 12 UF file format

상기 UF 헤더에서 ray size 이후인 Header2 부분 4~5Byte를 읽게 되면 "UF" Char[2]를 확인할 수 있다. 이와 같이 파일 확장자를 통하여 판단하지 않고, GZIP, UF Binary Format 헤더를 직접 확인함으로써 정확한 수신 자료 포맷을 판단할 수 있다.

라. 기술이전 받은 모듈 리팩터링

본 과제에서는 기술이전 받은 모듈에서 레이더 정보를 확인하기 위해 사용되던 복잡하고 비효율적인 방식을 변경하였으며 일부 함수가 가지는 의미와 맞게 함수명을 개명하였다.

(1) 레이더 격자 강우를 생성하기 위해서 필요한 정보

- 레이더 사이트 : 이름, 경위도, 해발고도
- SWEEP 마다, 고도 각, 빔 간격, 개수
- SWEEP 마다, 빔 방위각의 개수 및 첫 번째 방위각
- 각 관측 점 마다, 관측 값 (CZ, dbZ)

(2) 레이더 정보 조회

(가) 기존

- 아래와 같이 레이더 정보를 Sweep , Elevation , Azimuth 단계를 거쳐서 확인 하여야 했다.
- RadarBaseInfo info = (RadarBaseInfo)UFtoCSVConv.ltRadarBaseInfo[i][0];

(나) 현재

- DataInfo 구조체를 통해 보다 더 쉽게 레이더 정보를 확인 할 수 하도록 수정 하였다.

```
public struct DataInfo
{
    public String RadarNm; //레이더 기지 명
    public double Lat; //레이더 위치 lat
    public double Lon; //레이더 위치 lon
    public int AntennaHeight; //레이더 위치 해발
    //
    public int Elevation; //고도각 * 64
    public int BinSpacing; //Bin Spacing in Meters
    public int BinCount;

    public int AzimuthCount;
    public int ftAzimuth; //방위각 * 64
    //Ray
    public int StartRangeM; //미터
}
```

그림 13 DataInfo 구조

(다) getCZ() ->getValue(nElevation, nBinIndex, nAzimuth)

- 얻고자 하는 지점의 고도 , 거리 , 방위각 을 입력하여 해당 값을 얻는다. 이때 필요 한 메타 정보는 DataInfo 구조체에서 제공해 준다.

2. 불필요 디펜던시 제거

기존이전 받은 기술 모듈은 래스터 자료 생성 등에 있어서 상용 GIS COM 컴포넌트를 참조 의존하는 방식이었다. 이 방식은 온프레미스 또는 독립 설치형 패키지 S/W에서는 크게 문제가 되지 않지만, 본 과제 시스템과 같이 클라우드 기반인 경우, 특히 추가되는 로드 에 따라 컴퓨팅 노드를 유연하게 증감하는 구조에서는 상용 컴포넌트 라이선스 문제 및 디플로이 과정의 기술적인 문제가 야기될 수 있다. NET 컴포넌트는 단순 파일 복사 수준으로 디플로이가 가능하므로 컴퓨팅 노드의 동적 증가 시 사전 절차를 개발할 수 있으나 COM 컴포넌트의 경우 이러한 과정이 매우 복잡해 저서 시스템의 단순성에 저해요소가 된다. 본 과제에서는 이러한 상용 GIS 컴포넌트 참조의존을 완벽하게 제거하여 문제를 해소하였다. 이를 위하여 상용GIS 컴포넌트에 의존 하던 부분은 자체 추가 개발을 통하여 대체하였다.

3. 소스 코드 효율/속도 개선

기존의 방식은 UF 포맷에 저장된 모든 관측정보를 메모리로 로딩한 후 필요정보를 사용하는 방식이었다. 이러한 방식의 문제는 UF 관측 영역 중 격자화 과정에서 실제로는 50% 미만만 사용되므로 효율을 저하시킨다. 그 이유는 CAPPI 자료의 특성상 특정 기준 고도 인접 전후의 자료만이 사용되기 때문이며, 또한 목표 격자 해상도가 저해상도 인 경우도 UF 관측 자료의 사용률이 더욱 낮아지게 된다. 본 과제 시스템에서는 이러한 상황을 고려하여 메모리 방식과 디스크 기반 방식을 둘 다 지원할 수 있도록 소스코드를 개선하였다.

4. 격자 강우 산출 시간 단축

기술이전 받은 모듈의 광덕산 UF → ASC 1km 해상도 CAPPI 격자변환에 소요되는 시간이 20초이고¹⁷⁾, 본 과제에서는 리팩터링을 통하여 이 산출시간을 경감하고자 연구목표를 수립한 바 있다. 본 과제의 리팩터링 결과, 변환 모듈의 속도는 Intel(R)Core(TM)2 Quad CPU Q6600 2.4GHz, 4GB Ram, Windows7 32bit 컴퓨팅 환경에서 동일 변환에 9~10초가 수행됨을 확인하였다.

표 2 uf 변환 모듈 수행 시간

파일명	시작시간	종료시간	수행시간
RDR_GDK_QCD_201307230000.uf	19:03:05	19:03:15	0:00:10
RDR_GDK_QCD_201307230010.uf	19:05:14	19:05:23	0:00:09
RDR_GDK_QCD_201307230020.uf	19:05:27	19:05:36	0:00:09
RDR_GDK_QCD_201307230030.uf	19:10:56	19:11:05	0:00:09

한편 Intel(R)Core(TM) i7-2600¹⁸⁾ 은 Intel(R)Core(TM)2 Quad CPU Q6600 2.4GHz 대비 약 2배의 성능을 가진 것으로 실험된 벤치마킹 결과를 참고할 때, 현재 달성된 성과는 애초 목표였던 성능 유지 수준이 아닌 속도에 있어 약 4배 개선된 것으로 판단할 수 있다.

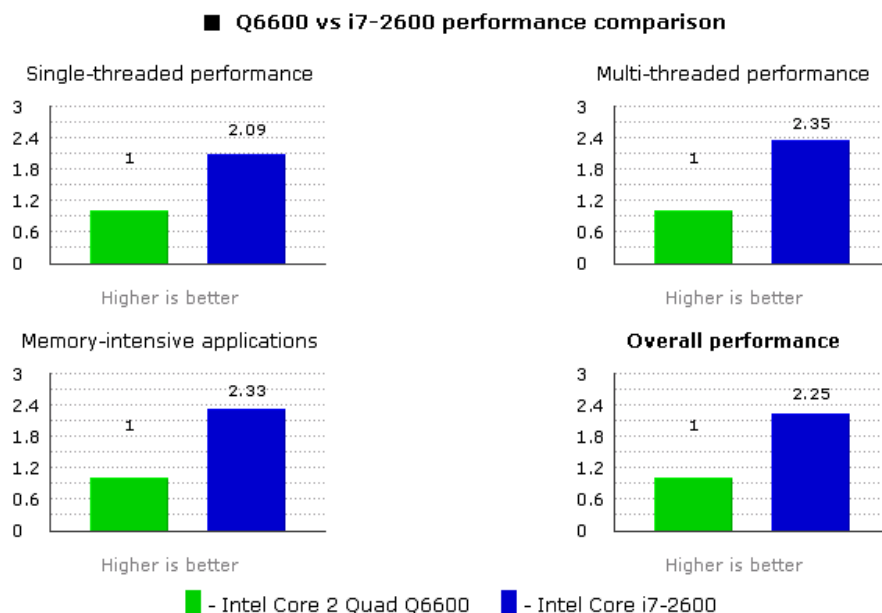


그림 14 성능 측정 두 가지 CPU에 대한 성능 비교

17) 해당 SW 모듈이 개발된 과제에서 발명된 특허문헌 "방사형 레이더의 볼륨관측시 탐색영역을 세분화하여 캐피자료 생성을 효율화 하는 방법" 에서 확인하면 기존 모듈의 성능은 Intel(R)Core(TM) i7-2600 3.4GHz, 16GB Ram, Windows 7 64bit에서 20초 소요이며 이를 근거로 본 과제 제안 시 클라우드 환경에서도 이 수준의 속도를 유지하는 것을 목표로 설정한 바 있음

18) <http://www.cpu-world.com/Compare> 에서 두 개 CPU간 명시적인 성능 비교 결과를 제공하고 있다.

제 3 절 최적 격자 좌표계 연구 및 적용

1. 람베르트 등각원추도법

가. LCC Projection 개요

람베르트 등각원추도법(Lambert conformal conic projection)은 표준위선이 2개인 원추도법을 개량한 것으로 동서방향의 축척계수와 남북방향의 축척계수가 같도록 각각의 경선을 따라 위선 간격을 조정함으로써 등각성을 유지한다. 표준위선에서 멀어 질수록 왜곡이 급격히 증가하므로 주로 중위도 지역 중 동서방향으로 넓은 지역의 지도 제작에 적합하다.

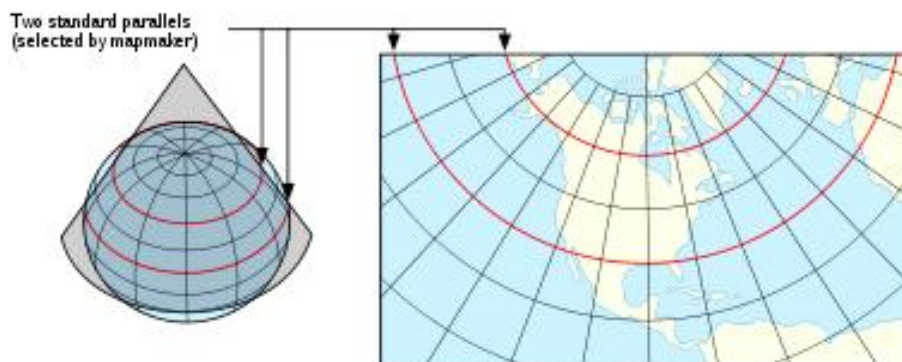


그림 15 LCC Projection 참고 이미지

지도상의 직선이 대권과 매우 유사하므로 일부 수정되어 극해도(Polar chart) 투영법으로 사용되고, 미국의 1:500,000 축척 항공용 지도에 사용(표준위선 : 33°N, 45°N)되었다.

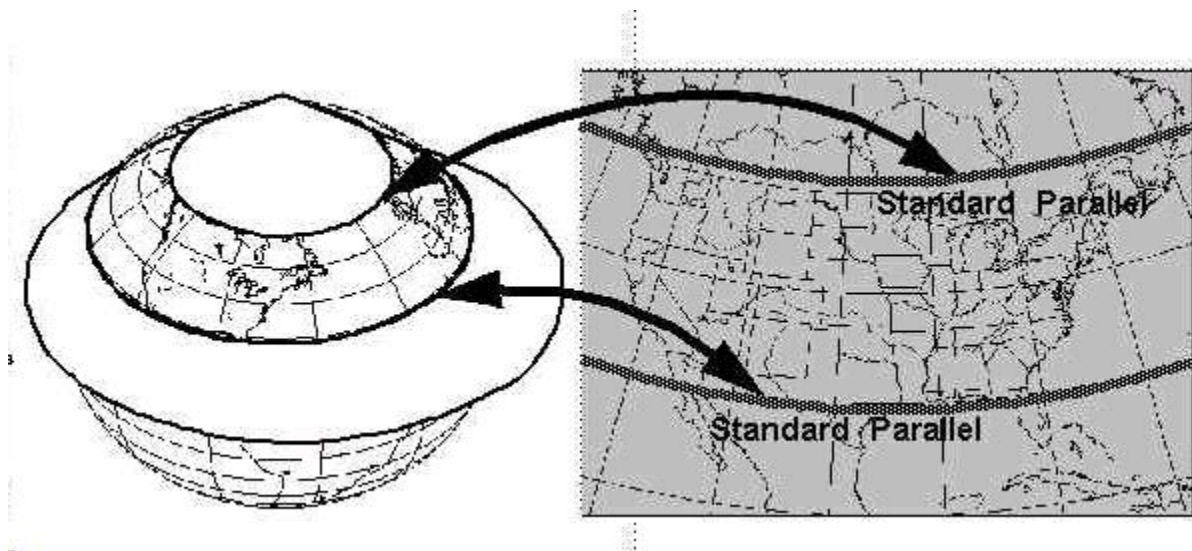


그림 16 LCC 투영법 개요(<http://www.geog.ucsb.edu/~kclarke/G176B>)

나. 기상청 좌표계

기상청에서 서비스하고 있는 지도는 원추도법 중에서 람베르트 등각원추도법(Lambert-Conformal Conic map projection)에 장단반경이 동일한 구체(Sphere)를 사용한다.

- 지도투영 : Lambert Conformal Conic map projection
- 지구반경 : 6371.00877km (중위도 평균 지구반경)
- π : 3.141592
- 실측거리 대응 위도(true lat.) : 30.0N, 60.0N
- 기준 위경도 : 기준위도 - 38.0N, 기준경도 - 126.0E
- 기준 위도, 기준 경도 대응 격자점(Dot point 기준)
 - 남북방향 Yo : 136, 동서방향 Xo : 43
- 중심 위경도 : 37.57135, 127.86340
- 격자점 간격 : 5km
- 격자수 : 가로 149격자(745km), 세로 253격자(1.265km)
- 격자자료의 방향 : 좌하단 ► 우상단
- 4개 모서리 격자점 위,경도 영역정보
 - 좌상단 좌표값: 위도: 43.3935 경도: 123.3102
 - 좌하단 좌표값: 위도: 31.7944 경도: 123.7613
 - 우상단 좌표값: 위도: 43.2175 경도: 132.7750
 - 우하단 좌표값: 위도: 31.6518 경도: 131.6423

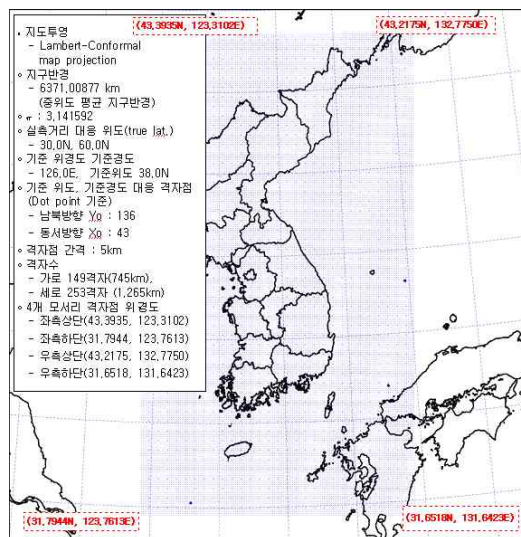


그림 17 기상청 동네예보 격자체계

2. 국내 범용 좌표계

본 과제에서는 방사형 UF 원시 레이더자료를 격자 강우로 변환 후 사용자들이 쓰기 편리한 좌표계로 제공함을 연구목표로 하고 설정한 바 있다. 이를 위하여 우리나라에서 국가기본도 제작에 적용되는 TM(Transverse Mercator)¹⁹⁾ 투영법에 Bessel, GRS80, WGS84 등의 타원체가 채택된 다양한 좌표계 정보에 대해 현황 파악 결과는 다음과 같다.

가. 지리원 표준 좌표계 (타원체 변경)

TM(Transverse Mercator) 투영법과 GRS80 타원체를 사용하고, 중앙자오선을 서부(125°E), 중부/제주(127°E), 동부(129°E), 동해(131°E)로 설정하여 각기 동서방향으로 1° 구간에 적용하며, 중앙자오선의 축척계수는 1.0000로 하였다. TM GRS80(EPSC: 5181)은 WAMIS에서 제공하는 지형공간정보에 적용된 좌표계이다.

Name	EPSG	Ellps	Datum	Proj	lon	Lat	North	East	Scale
동부원점 (GRS80)	5183	GRS80	Korea2000	TM	129	38	500000	200000	1
중부원점 (GRS80)	5181	GRS80	Korea2000	TM	127	38	500000	200000	1
서부원점 (GRS80)	5180	GRS80	Korea2000	TM	125	38	500000	200000	1
제주원점 (GRS80)	5182	GRS80	Korea2000	TM	127	38	550000	200000	1
동해원점 (GRS80)	5183	GRS80	Korea2000	TM	131	38	500000	200000	1

19) 횡축 메르카토르도법(橫軸-, transverse Mercator projection) : 적도 대신 지구본을 옆으로 누워서 투영하는 메르카토르도법이다. 지도의 축척은 중앙경선을 따라서만 정확하다. 중앙경선을 중심으로 하는 좁은 경도대에서는 축척의 증가가 매우 작기 때문에 정각성이 뛰어난 대축척지도에 유용하게 쓰인다. 대한민국에서 사용되는 1:50,000 지도는 모두 이 방식을 이용해 제작되었다.(위키백과 인용)

나. 현재 국토지리정보원 표준 좌표계

TM(Transverse Mercator) 투영법과 GRS80 타원체를 사용하고, 중앙자오선을 서부(125°E), 중부(127°E), 동부(129°E), 동해(131°E)로 설정하여 각기 동서방향으로 1° 구간에 적용하며, 중앙자오선의 축척계수는 1.0000로 하였다. 「측량·수로조사 및 지적에 관한 법률」 제6조 및 동법 시행령 별표 2에 의거, 직각좌표 투영원점의 가산수치가 X(N) 600,000m, Y(E) 200,000m로 전국에 대해 통합되었다.

Name	EPSG	Ellps	Datum	Proj	lon	Lat	North	East	Scale
동부원점 (GRS80)	5187	GRS80	Korea2000	tm	129	38	600000	200000	1
중부원점 (GRS80)	5186	GRS80	Korea2000	tm	127	38	600000	200000	1
서부원점 (GRS80)	5185	GRS80	Korea2000	tm	125	38	600000	200000	1
동해원점 (GRS80)	5188	GRS80	Korea2000	tm	131	38	600000	200000	1

다. UTM-K 좌표계

국토해양부고시에서 고시된(제2009-668호, 시행 2009.8.24) 좌표로 TM투영법을 채택하고, 동경 127도30분을 중앙자오선으로 하고 북위 38도와 만나는 점을 투영정점으로 하는 단일평면직각좌표계이다. 축척계수는 0.9996으로 하여 한반도 전역을 포괄한다. 기존 평면직각좌표와의 혼란을 방지하고 차별화하기 위하여 투영원점의 수치는 X(N)를 2,000,000m, Y(E)를 1,000,000m로 한다. UTM-K Bessel(EPSG: 5178)은 새주소 지도에서 사용하는 좌표계이다.

Name	EPSG	Ellps	Datum	Proj	lon	Lat	North	East	Scale
UTM-K (Bessel)	5178	Bessel	Korea 1985	tm	127.5	38	2000000	1000000	0.9996
UTM-K (GRS80)	5179	GRS80	Korea 2000	tm	127.5	38	2000000	1000000	0.9996

라. UTM 좌표계²⁰⁾

UTM(Universal Transverse Mercator) 투영법과 WGS84 타원체를 사용한다. UTM 좌표계에서 기준 원점의 위치는 각 UTM Zone의 중심경도선과 적도가 만나는 위치이며, 이 점을 기준으로 경도 방향을 X축, 위도 방향을 Y축으로 설정한다. 우리나라의 경우 52번째 Zone에 위치하며, 이 지역의 기준 원점인 경도 129°, 위도 0°를 UTM 좌표계의 원점으로 사용한다.

Name	EPSG	Ellps	Datum	Proj	lon	Lat	North	East	Scale
UTM 51N	32651	WGS84	WGS84	UTM	123	0	500000	0	0.9996
UTM 52N	32652	WGS84	WGS84	UTM	129	0	500000	0	0.9996

마. 지리원 표준 구좌표(보정됨)

TM(Transverse Mercator) 투영법과 Bessel 타원체를 사용하고, 경도 좌표에 10.405 “를 가산한 좌표계이다. 한국토지정보시스템(KLIS)에서 사용하는 좌표계이다.

Name	EPSG	Ellps	Datum	Proj	lon	Lat	North	East	Scale
동부원점 (Bessel)	5176	Bessel	Korean Datum 1985	tm	129.00289	38	500000	200000	1
중부원점 (Bessel)	5174	Bessel	Korean Datum 1985	tm	127.00289	38	500000	200000	1
서부원점 (Bessel)	5173	Bessel	Korean Datum 1985	tm	125.00289	38	500000	200000	1
제주원점 (Bessel)	5175	Bessel	Korean Datum 1985	tm	127.00289	38	550000	200000	1

20) UTM 좌표계(Universal Transverse Mercator Coordinate System)는 전 지구상 점들의 위치를 통일된 체계로 나타내기 위한 격자 좌표 체계의 하나로 1947년에 개발되었다. UTM 좌표계에서는 지구를 경도 6° 간격의 세로 띠로 나누어 횡측 메르카토르 도법으로 그린 뒤, 위도 8° 간격으로 총 60×20 개의 격자로 나누어 각 세로 구역마다 설정된 원점에 대한 중·형 좌표로 위치를 나타낸다.(위키백과 인용)

3. 최적 좌표계 선정

본 시스템의 결과물인 격자강우 래스터 정보는 수자원, 방재 분야 등에서 주로 사용될 것으로 예상된다. 또한 분포형 강우유출 모형등과의 연계 사용도 예상될 수 있다. 이러한 분야에서는 수자원 공간정보의 사용이 필수적이다. 즉 본 시스템의 결과물은 수자원 공간정보와의 혼용을 고려해야 한다.

현재 국내 수자원 지형공간정보는 국가수자원관리종합정보시스템(WAMIS²¹⁾)에서 서비스되고 있으며 서비스 항목은 수자원단위지도, 수자원주제도, 유역주제도 및 분석주제도 등으로 구분하여 서비스 되고 있다.



명칭		유형	해상도	포맷
표고		실수	30mX30m	E00 (ESRI GRID)
경사		실수	30mX30m	E00 (ESRI GRID)
향		실수	30mX30m	E00 (ESRI GRID)
음영기록		정수	30mX30m	E00 (ESRI GRID)
토지피복		정수	30mX30m 60mX60m	E00 (ESRI GRID)
토양	기호,명,종류,배수, <u>유효토심</u>	정수	-	E00 (ESRI GRID)
임상	임상, <u>영급</u> , <u>경급</u> ,수관밀도	정수	-	E00 (ESRI GRID)

그림 18 WAMIS 제공 격자 정보 예시

21) 국토교통부의 국가수자원관리종합정보시스템으로 수자원, 방재 관련 공간정보 유통의 근간이다.

WAMIS에서는 좌표참조체계는 TM GRS80(5181) 좌표계를 사용하고 있다.

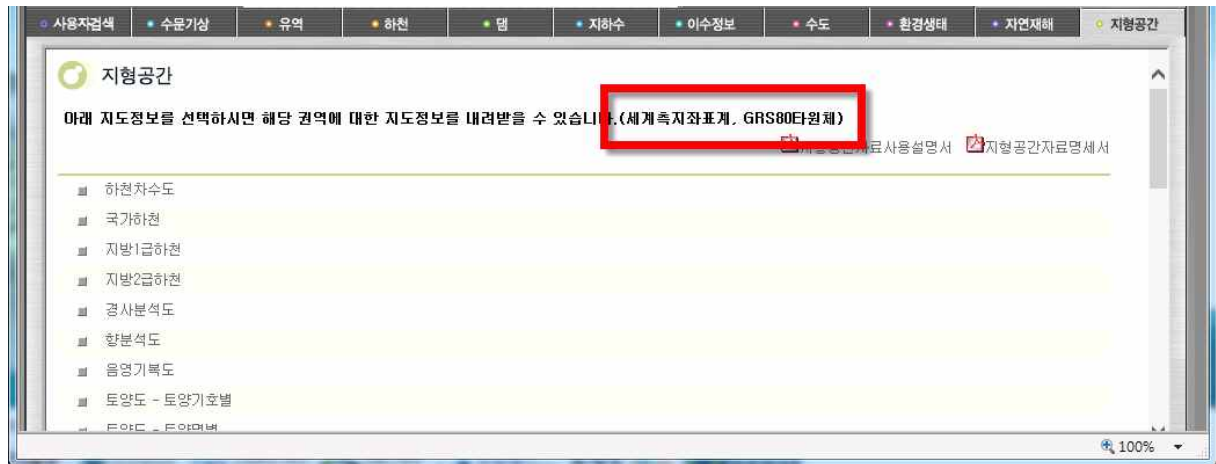


그림 19 WAMIS 지형공간 정보 다운로드의 좌표계 안내

이에 본 과제 시스템은 국내 수자원 공간 정보와의 혼용을 완벽하게 지원하기 위하여 EPSG 5181 국제 표준 좌표계를 채택하여 시스템에 적용하였다. 클라우드 시스템 내부에서 진행되는 UF 원시자료의 격자화에 있어서는 레이더 극좌표계가 먼저 사용되며 격자강우 자료를 사용자에게 제공하기 위한 준비단계에서 EPSG 5181 좌표계로 변환하여 제공하는 방식을 채택하였다

제 4 절 격자 강우 기준 고도 다변화

현재 기상청 레이더 이미지를 비롯하여 일반적인 CAPPI 기준고도는 1.5km를 채택하여 운영/연구되고 있다.

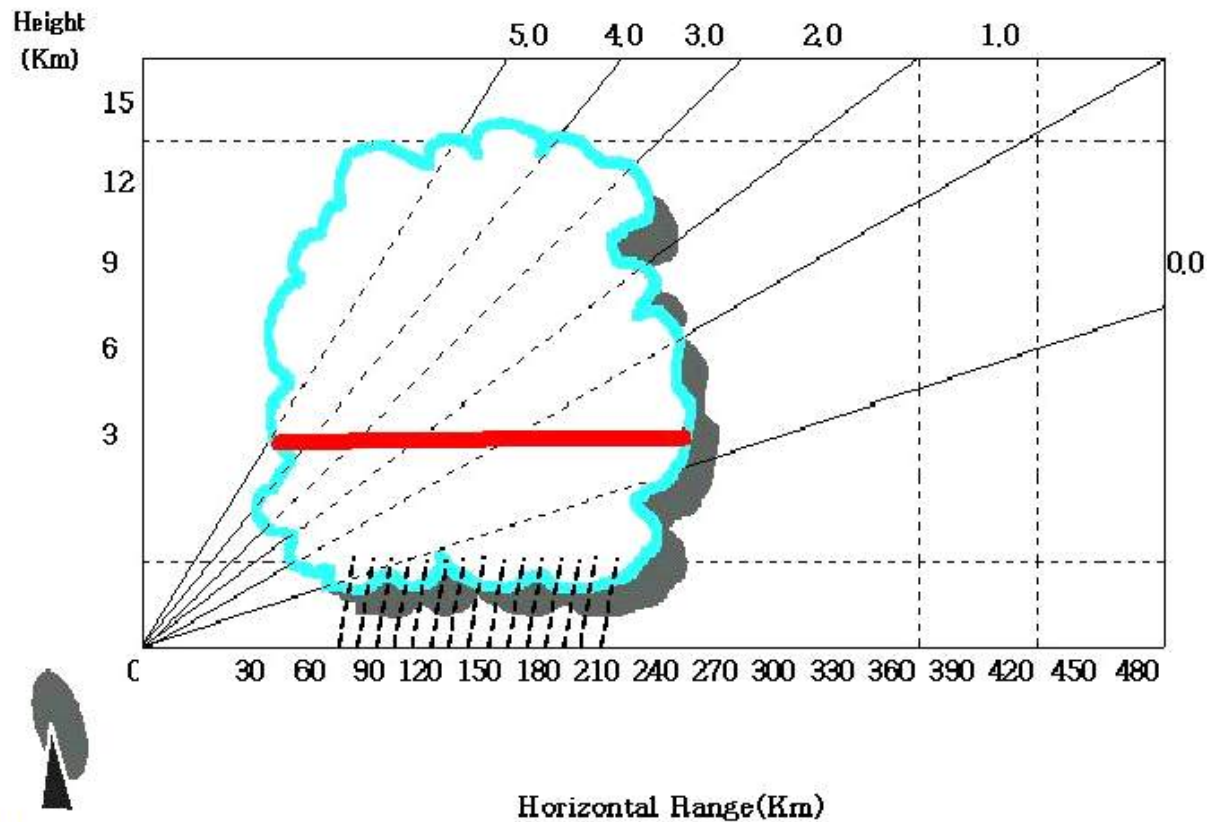


그림 20 CAPPI 개념 개요도(<http://app.nimr.go.kr/radar/>)

최근 국토교통부 이중편파 레이더에 대한 QPE(Quantitative Precipitation Estimation)에서는 기존 CAPPI 방법 이외에도 PPI 방법, LEMAP 방법 등이 활발히 연구/활용되고 있다. ²²⁾ 향후 CAPPI 방법의 활용도가 낮아 질 수는 있으나, 본 과제에서는 기술적으로 임의의 특정 CAPPI 기준고도를 사용할 수 있도록 기술 개발하였으며 2.0 km를 채택하여 이를 클라우드 환경에서 시험 운영하고 있다.

²²⁾ HRFCO, Hydrological Analysis of Namgang Dam Basin using Dual Polarization Radar Rainfall Estimation, 2012.11.2

제 5 절 격자 해상도 다변화

1. 최적 해상도 선정

본 과제 시스템에서는 임의의 해상도를 가지는 격자를 생성, 서비스 할 수 있는 기술을 확보하였다.²³⁾

본 과제에서 파악한 선행연구인 “레이더 자료의 해상도를 고려한 분포형 강우-유출 모형의 GIS 자료 최적 격자의 결정”²⁴⁾에서는 침투유량 및 유출체적에 대해서는 DEM 30~150m 레이더 500m~2km 크기의 격자강우일 때 최적의 결과를 산출한다고 제시하고 있으며, DEM, 레이더 격자 강우는 위의 max 범위를 넘어선 경우 강우-유출 모형의 결과에 대한 신뢰성이 낮다고 평가하였다.

표 3 DEM과 레이더 강우 격자 해상도 변화에 따른 유출 모의 비교

레이더강우 DEM		500m	1km	2km	5km	10km
30m	침투유량(cms)	1,946.40	1,934.50	1,918.00	1,884.20	1,761.80
	침투유량 차	1,075.80	1,087.70	1,104.20	1,138.00	1,260.40
	유출체적(1,000m ³)	154,250	153,459	152,955	145,649	138,772
	유출체적 차	38,208.30	38,999.30	39,503.30	46,809.30	53,686.30
150m	침투유량(cms)	2,078.40	2,066.20	2,050.30	2,123.70	1,812.90
	침투유량 차	943.8	956	971.9	898.5	1,209.30
	유출체적(1,000m ³)	155,577	155,376	154,458	147,623	139,904
	유출체적 차	36,881.30	37,082.30	38,000.30	44,835.30	52,554.30
250m	침투유량(cms)	1,894.90	1884.5	1908.6	2064.2	1875.9
	침투유량 차	1,127.30	1,137.70	1,113.60	958	1,146.30
	유출체적(1,000m ³)	153,388	153,017	152,456	145,380	138,652
	유출체적 차	39,070.30	39,441.30	40,002.30	47,078.30	53,806.30
350m	침투유량(cms)	1,917.20	1,906.40	1,902.20	1,959.80	1,729.50
	침투유량 차	1,105.00	1,115.80	1,120.00	1,062.40	1,292.70
	유출체적(1,000m ³)	153,040	152,775	152,297	144,348	139,408
	유출체적 차	39,418.30	39,683.30	40,161.30	48,110.30	53,050.30

23) 개발된 Console Application의 Command Line Argument 로서 Cell Resolution이 지정된다

24) 한국습지학회지 제13권 제1호, 2011년 4월 (105 - 116)

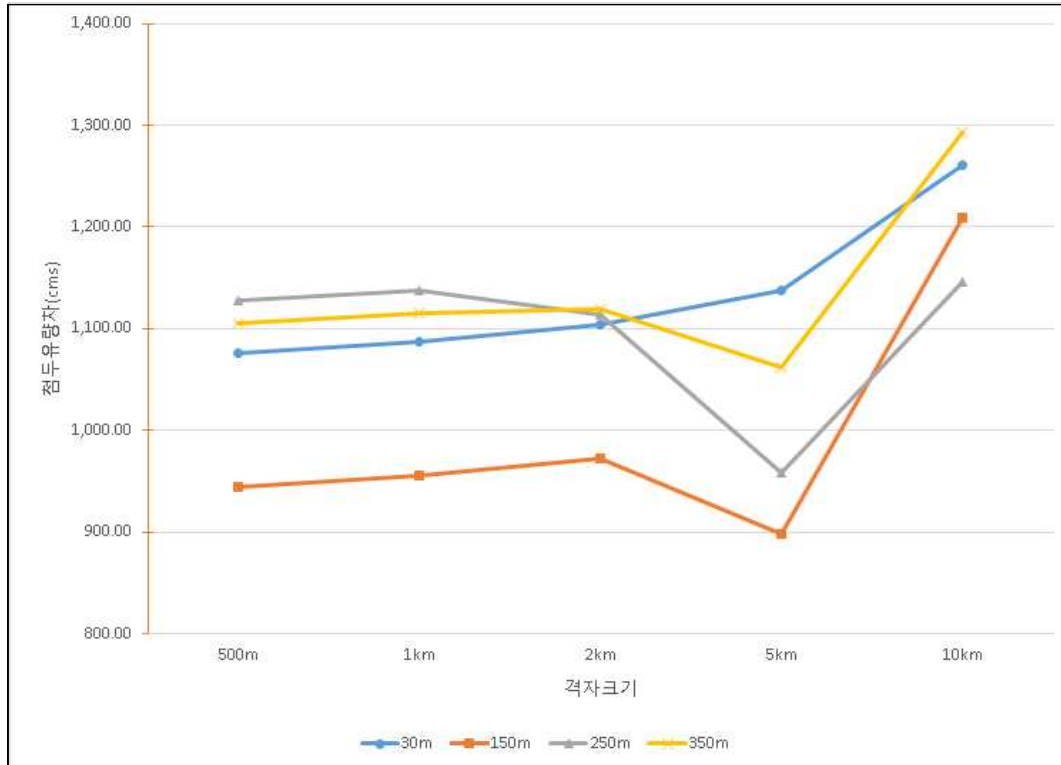


그림 21 DEM 격자 해상도에 따른 레이더 강우 해상도별 침투유량 차

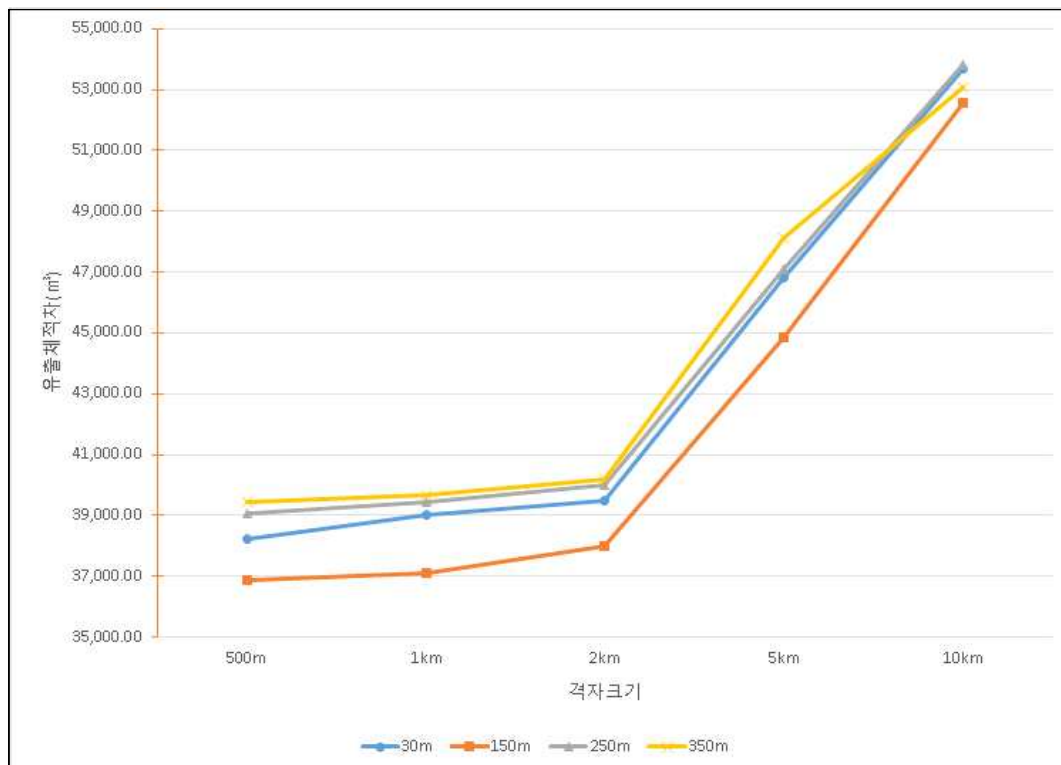


그림 22 DEM 격자 해상도에 따른 레이더 강우 해상도별 유출 체적 차

또한 2013년 한국수자원학회 학술발표회에 게재된 “수자원분야 활용을 위한 최적 강수격자크기 및 관측소밀도 연구”(한국건설기술연구원 황석한, 함대헌)에서는 “우리나라의 경우 호우의 공간적 변동성과 유역평균 강수량을 적절히 표현하기 위해서 격자크기는 최소 5km 정도가 요구되고 국지적 집중호우 등을 고려하면 1km 수준이 적절“하다고 권고한 바 있다.

이러한 전문가들의 의견을 종합하여 현재 시스템에서는 500m, 1000m 해상도를 적용하고 있다. 향후 레이더의 Radial 해상도(Gate Step)이 더 상세화되고 시장의 요구가 발생하는 경우 250m 등 추가 격자를 생성할 계획이다.²⁵⁾ 불필요한 생성/저장은 클라우드 서비스의 비용에 직접적인 영향을 미친다.

25) 추후 적용하고자 하는 국토교통부 레이더는 비슬산의 경우 125m 로 관측되고 있다.

제 6 절 제 공 격 자 포맷 다변화

1. 최적 격자 포맷 선정

본 시스템은 자료 요청에 건건히 응답하는 시스템이 아니라 10분 주기 자료를 전수 변환하여 상시 제공 가능한 상태를 유지하는 방식이므로 사용자군을 고려하여 미리 적정 포맷으로 변환할 필요가 있다. 이에 본 과제 연구 계획에서는 BMP, ASC를 포함하여 3종이상의 포맷을 제공하기로 계획된 바 있다. 그러나 본 과제 수행과정에서 BMP 격자보다 GeoTIFF 포맷이 공간정보 특히 수치 래스터의 유통에 있어 기술적으로 유리하다고 판단되었다. 왜냐면 BMP는 기준 좌표 등의 정보가 분리된 상태로 운영되어야 하지만 GeoTIFF는 포맷 헤더에서 통합적으로 관리될 수 있기 때문이다. 이에 본 시스템은 대중적인 래스터 포맷인 ASC 와 이미지 포맷 중 공간정보 분야에서 가장 대표적인 포맷인 GeoTIFF 포맷을 선정하였으며 추가로 GRD 포맷을 선정 하였다. GRD 포맷은 지점강우의 격자 보간²⁶⁾ 등에서 가장 널리 사용되는 SW중에 하나인 Golden Software Surfer의 포맷이며, 헤더에서 격자해상도, 기준좌표 등을 충실히 지원하고 있으며 바이너리 포맷이어서 격자강우 정보의 효율적인 저장, 전송에 적합하다고 판단되었다.

표 4 제 공 포맷 특 징

포맷	확장자	특징
ASC (ASCII Grid Format)	Asc	- ESRI에서 개발한 격자GIS 파일 포맷 - 헤더와 그리드 셀 값으로 구성 - 격자 파일 변환 시 헤더와 데이터 값의 구조가 일치해야함
GeoTIFF	Tif	- TIFF 포맷에 지리 참조 데이터를 포함하는 TAG를 추가한 데이터 포맷 - EPSG를 GeoTag형태로 첨가하여 좌표정보 표현 - TIFF 6.0 포맷 규정을 따르며 일반 영상 SW 에서도 출력 가능 - 이미지 프로세싱에서 벡터 중첩이 손쉽고 위성영상과의 합성 분석의 소요시간이 적게 걸림
Golden Software GRD	Grd	- Golden Software Surfer의 격자 포맷 - ASC의 정보 100% 보존 가능

26) 지점 강우와 Surfer를 사용한 격자 강우 그리드 보간은 IDW, 크리깅, Nearest Neighbor, TIN 등의 방법으로 국내외에서 다양한 연구가 발표된 바 있다.

제 7 절 최적 UF 자료 수신 시스템 연구 개발

1. 자료 수신 지연 시간 최소화

본 과제에서 레이더 원시자료 제공을 계약한 기상청 UF 자료 프로바이딩 기관은 FTP 서버를 운영하고 있으며 인가 된 사용자에게 한하여 자료 Download를 허용한다. 이때 UF 자료는 FTP 서버에 사이트 단위로 1-Day 정도 보관된다.

FTP 프로토콜은 인터넷상의 컴퓨터들 간에 파일을 교환하기 위한 표준 프로토콜로서 가장 널리 사용되는 방법이기도 하다. 인터넷의 TCP/IP 응용 프로토콜 중의 하나이다.

본 과제 시스템에서는 사용자 또는 관리자가 주기적으로 FTP Client Application을 가동하여 GUI 에 따라 수작업으로 UF 자료를 수신할 수 없다. 왜냐면 UF 원시 자료는 10분 주기로 1일 24시간 중단 없이 생성되기 때문이다. 따라서 자동 프로그램을 통한 주기적인 확인 및 자동 다운로드 기능이 필요하며, 본 과제에서는 닷넷 Framework의 System.Net 네임스페이스에서 FtpWebRequest 클래스를 통하여 이러한 과정을 자동화할 수 있도록 개발하였다.

2. 수신 장애 상황 간파 및 알림 기능

본 시스템은 UF 관측 레이더 자료의 수신 시간을 SQL AZURE의 작업 관리 테이블에 기록한다. 하나의 UF 파일에 대하여 신규 작업 레코드를 추가하고 수신 시간을 나타내는 필드에는 기본 값으로 NULL 을 의미하는 시간 값을 입력한다. UF 파일이 정상적으로 다운로드 되었을 경우 해당 필드 값은 NULL에서 현재 수신된 시간으로 변경되며 다운로드 실패 시에는 NULL 값 그대로 남게 된다. NULL 값 그대로 존재하는 레코드에 대해서는 수신 장애로 간주하고 SQL 쿼리를 통해 이를 간파할 수 있다.

한편 보다 조기에 장애 상황을 모니터링 하기 위하여 모니터링 프로그램을 개발하였다. 이 때 특정 고정 Resource에 대한 응답을 기준으로 판단하는 것은 바람직하지 않다. 지속적으로 유입되는 레이더원시자료에 대한 변환이 정상적으로 수행되는지 여부를 모니터링 해야 하며, 이를 위하여 현재 시간을 고려하여 특정 offset 시간을 마이너스하고 이에 대한 격자강우 자료의 존재여부를 자동으로 모니터링하여 부재시 modal window 등으로 알림/경고 할 수 있는 어플리케이션을 추가 개발하였다. 이를 통하여 현재 제공중인 격자강우 시스템을 모니터링 하고 있다.²⁷⁾

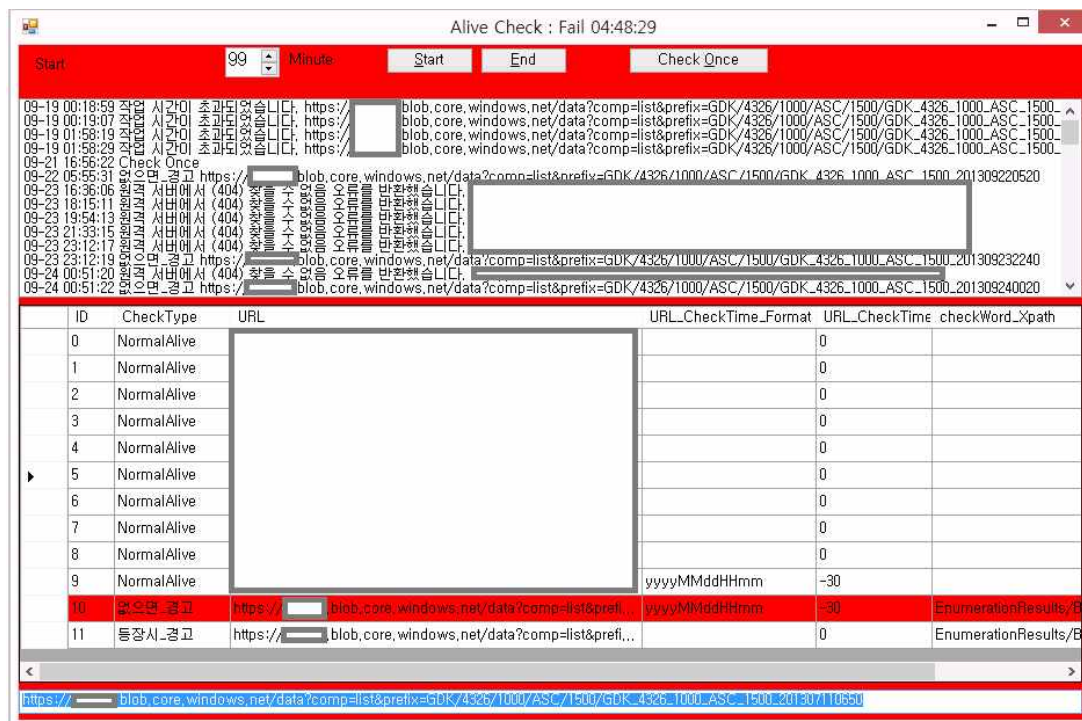


그림 23 서비스 장애 모니터링 어플리케이션 (BOX는 보안상 가린 부분)

27) 최근 아래 두건의 알람이 발생한 바 있다. 그러나 이는 레이더 H/W 또는 기상사업자 까지 전송 체계 등의 장애로 예상된다.
 2013.9.2 17:24분 시점에서 기상청 웹에서 11:21분 CAPPI 이미지 까지 존재.
 2013.9.3 13:08분 시점에서 기상청 웹에서 09:41분 CAPPI 이미지 까지 존재.

3. big data 상황에 대한 대응

윈도우 애저 저장소에서는 UF 관측 레이더 수신 자료, 압축 해제된 UF 데이터를 격자 강우로 자동 변환된 자료 및 관측 사이트, 좌표계, 해상도, 포맷, 기준고도 별 격자 강우 자료들이 저장된다. 이들 자료들은 애저 BLOB 저장소에 누적되며 시간에 비례하여 저장소 사용량이 증가하게 된다. 윈도우의 애저 저장소는 주어진 구독에서 5개의 스토리지 계정을 만들 수 있으며 1개의 스토리지 계정 즉 단일 저장소 안에는 Blob, 테이블, 큐의 총 크기가 모두 합해 최대 100TB(테라바이트)까지 저장할 수 있다. 아래의 표는 서비스 되고 있는 시스템에서 저장소에 저장되는 자료들의 사용량 추정치를 나타낸다. 임의의 1개 사이트 UF 데이터 수행 시 하루 저장소 사용량은 2,357 MB이며 한 달 사용량은 29GB이다. 11개 사이트로 확장 시 한 달 사용량은 319GB로 예상된다. 이를 일년 사용하게 되면 $319\text{GB} \times 12\text{개월} = 3828\text{GB}$ 로 계산된다. 테라바이트로 환산하면 $3828 / 1024 = \text{약 } 3.7\text{TB}$ 가 된다. 단일 저장소 최대 저장량인 100TB를 전제로 계산 시 27년까지 쓸 수 있다는 추정된다. 현재 구축한 시스템은 저장 용량에서는 실질적으로 한계가 없다고 판단할 수 있다.

표 5 애저 저장소 사용량

구분	MB	개	MB/개
UF Raw	377	1496	0.25
UF격자변환(ASC, BMP) ²⁸⁾	12677.12	2992	4.24

	1개 Site				11개Site
구분	MB/10분	MB/1시간	MB/1일	GB/Month	GB/Month
UF Raw	0.25	2	36	1.1	11.7
UF 격자 변환 (ASC, BMP)	4.24	25.44	610.56	17.9	196.8
래스터 3중, 기준고도2개, CS=500	38	228	1368	8.0	88.2
래스터 3중, 기준고도2개, CS=1000	9.5	57	342	2.0	22.0
합계	52	312	2,357	29	319

28) 현재 상용 시스템에서는 ASC, TIFF, GRD를 채택하고 있으나 본 용량 산정의 결과에 크게 영향이 없다.

제 8 절 최적 격자 강우 자료 배부 시스템 연구 개발

1. 동시접속 목표 달성

본 과제에서 자료 제공 시스템은 Azure Cloud Blob Storage 기술을 채택하여 구축하였다. 윈도우 애저 스토리지는 하나의 스토리지 계정 당 트랜잭션 5,000(blobs)/s, 대역폭 3Gigabits/s 까지 가능하다. 또한 이 이상의 허용량이 필요하다면 복수개의 계정을 나누어 서비스할 수 있도록 구축하였다.

추후 추가적인 동시접속 웹 요청으로 인해 부하가 발생할 경우는 웹서버를 분리하여 로드 밸런싱이 가능하다.

아래 그림은 본 과제 구축 시스템에 대하여 Apache software foundation의 JMeter 스트레스 테스트 S/W를 활용하여 1초간 500 유저의 동시접속요청을 10회 반복 실험한 결과이다.

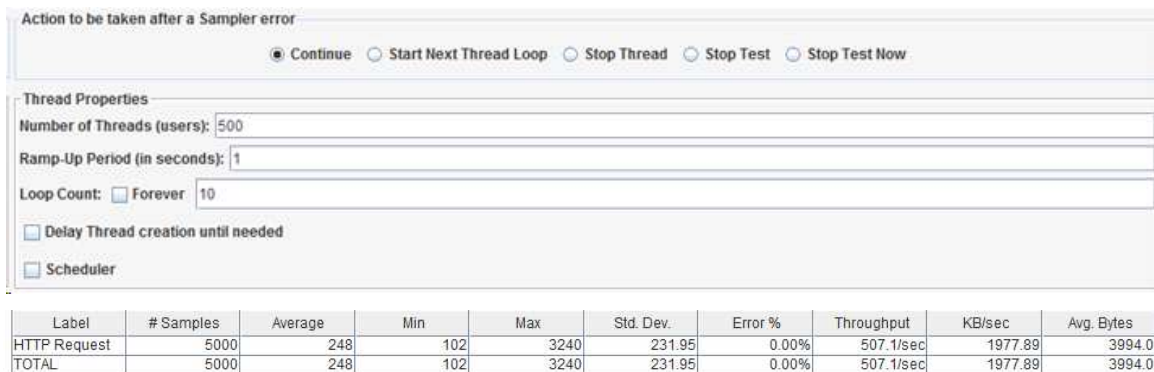


그림 25 jMeter를 이용한 스트레스 테스트 결과

평균 응답속도는 248milliseconds로 1초 미만이고 에러도 0%로 매우 준수한 수준이다. 이러한 수치로 예상해 볼 때 약 1만명 정도의 동시접속은 수용할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 비용 대비 성능 고려한 구축

가. 경제적 시스템 구성

윈도우즈 애저의 비용은 컴퓨팅과 스토리지 그리고 대역폭으로 나뉘어서 생각해 볼 수 있다. 이중 컴퓨팅은 서버의 사양을 의미하며 CPU, RAM, HDD의 크기에 따라 비용이 달라진다. 본 시스템은 하나의 작업에 대하여 복잡한 연산이나 많은 양의 데이터 처리를 요구하지 않으므로 초소규모인 Extra -Small(1GHz CPU, 768MB RAM, 20GB 저장소)를

사용해도 무리 없이 동작한다. 그리고 스토리지는 한 달에 얼마나 많은 저장소를 사용하고 있는지와 몇 회의 트랜잭션이 일어났는지에 따라 비용이 적용 된다. 본 시스템에서는 저장소에 원본 데이터와 결과물 데이터를 누적하여 저장하기 때문에 스토리지가 차지하는 비중이 크다. 현재는 결과 데이터를 백업하고 이후 사용자가 접근 가능한 결과 데이터를 일주일 동안만 보관한 후 삭제 하도록 조치하여 저장소 사용량을 줄이는 노력을 하고 있다. 마지막으로 대역폭은 얼마나 많은 데이터가 윈도우즈 애저 데이터 센터로 부터 나가고 들어왔는지에 대한 부분이다. 윈도우즈 애저로 보내는지는 인바운드 데이터는 무료이며 지정된 청구 주기 동안 인터넷을 통해 윈도우즈 애저 데이터 센터 밖으로 나가는 아웃바운드 데이터는 사용된 총 데이터양을 기준으로 비용이 청구된다. 본 과제의 성과물은 제한된 전문가들에게 제공되는 서비스 이므로 초기 대역폭은 크지 않을 것으로 예상된다.

표 6 표준 인스턴스에 대한 가격 정보(* 매월 744시간 기준)

이름	가상 코어	RAM	시간당 가격
매우 작음(A0)	공유	768MB	₩24 (~₩18,000/월)
작음(A1)	1	1.75GB	₩96 (~₩72,000/월)
보통(A2)	2	3.5GB	₩192 (~₩142,800/월)
큼(A3)	4	7GB	₩384 (~₩285,600/월)
매우 큼(A4)	8	14GB	₩768 (~₩571,200/월)

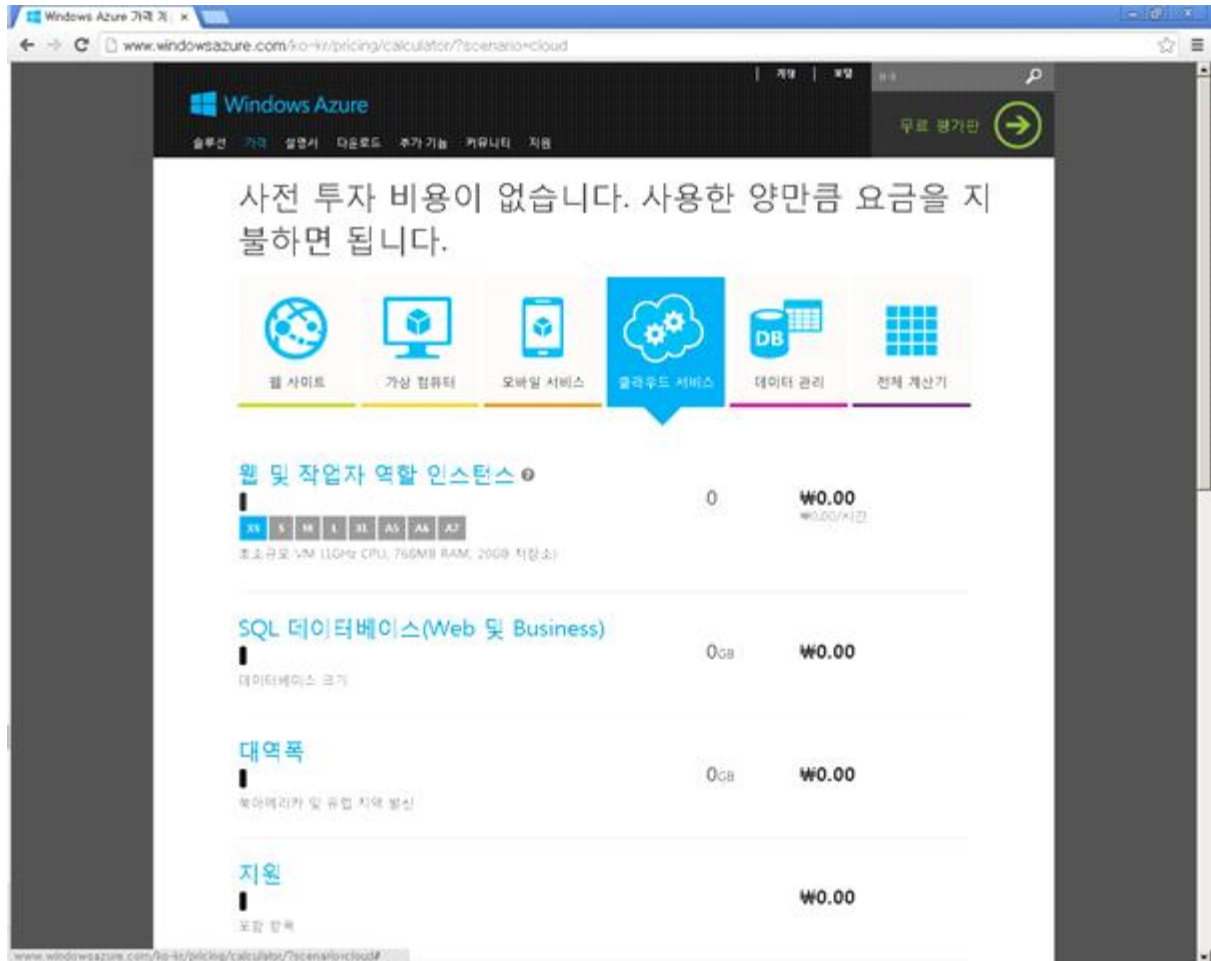
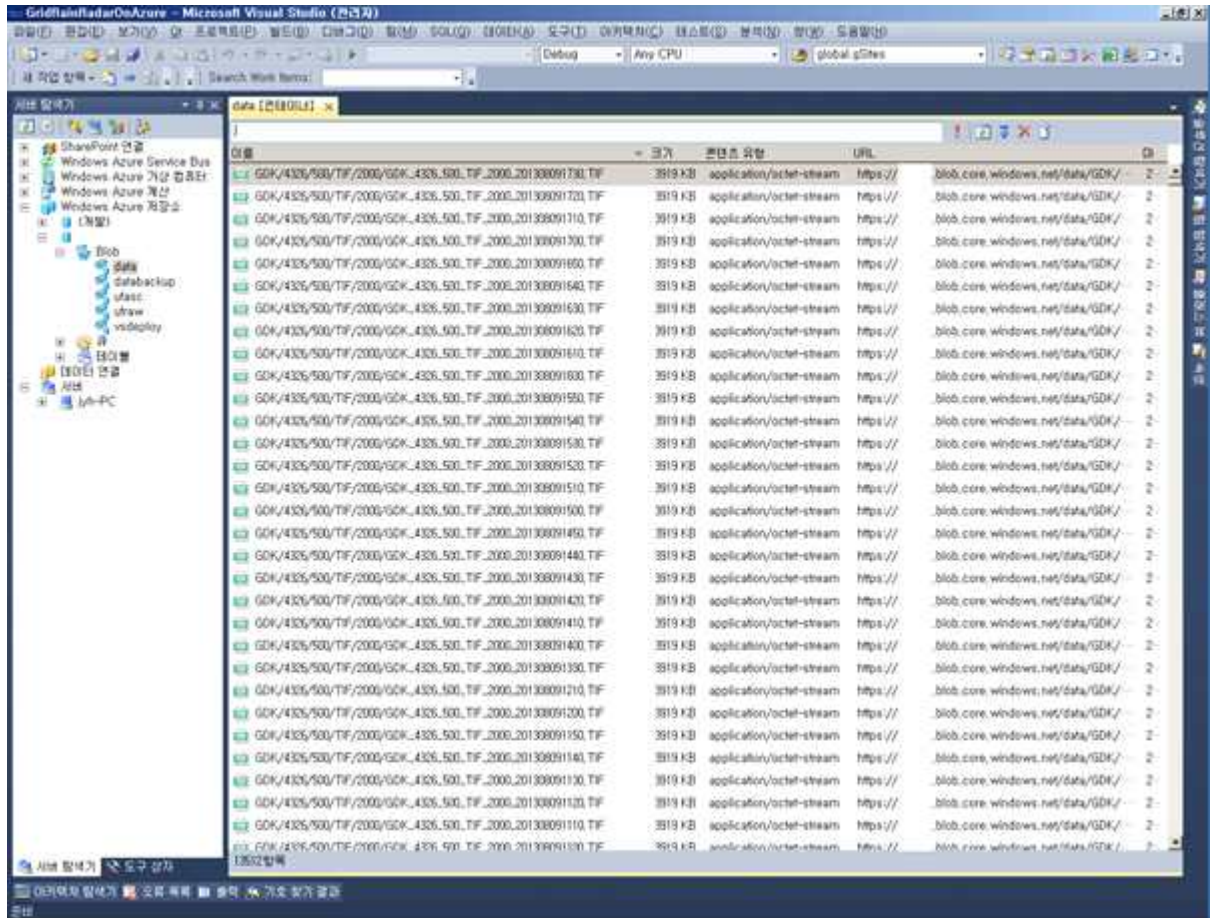


그림 26 윈도우 애저 서비스 계산기

제 9 절 시험 레이더 사이트 강우래스터 자동산출 시스템구축

1. 시험 site에 대하여 전자동 프로세스 적용

과제 중반 시점에 광덕산 레이더 관측소 1개의 사이트 자료를 이용하여 격자 강우 자료를 산출하는 전자동 프로세스를 시험 구축하였다. 제공 격자 강우는 관측 사이트, 좌표계, 해상도, 포맷, 기준고도 등의 요소들로 구성되며 총 12가지의 형태의 자료를 배포한다. 광덕산 레이더 관측소 자료에서 좌표계는 WGS84 경위도 (EPSG 4326) 해상도는 500m, 1000m 기준고도는 1500m, 2000m 포맷은 ASC, GRD, TIFF 으로 격자 강우 자료를 자동 생성하였다.



이름	크기	콘텐츠 유형	URL
GDK\4326\500\TIF\2000\GDK_4326_500_TIF_2000_201308091730.TIF	3519 KB	application/octet-stream	https://blob.core.windows.net/data/GDK/...
GDK\4326\500\TIF\2000\GDK_4326_500_TIF_2000_201308091720.TIF	3519 KB	application/octet-stream	https://blob.core.windows.net/data/GDK/...
GDK\4326\500\TIF\2000\GDK_4326_500_TIF_2000_201308091710.TIF	3519 KB	application/octet-stream	https://blob.core.windows.net/data/GDK/...
GDK\4326\500\TIF\2000\GDK_4326_500_TIF_2000_201308091700.TIF	3519 KB	application/octet-stream	https://blob.core.windows.net/data/GDK/...
GDK\4326\500\TIF\2000\GDK_4326_500_TIF_2000_201308091650.TIF	3519 KB	application/octet-stream	https://blob.core.windows.net/data/GDK/...
GDK\4326\500\TIF\2000\GDK_4326_500_TIF_2000_201308091640.TIF	3519 KB	application/octet-stream	https://blob.core.windows.net/data/GDK/...
GDK\4326\500\TIF\2000\GDK_4326_500_TIF_2000_201308091630.TIF	3519 KB	application/octet-stream	https://blob.core.windows.net/data/GDK/...
GDK\4326\500\TIF\2000\GDK_4326_500_TIF_2000_201308091620.TIF	3519 KB	application/octet-stream	https://blob.core.windows.net/data/GDK/...
GDK\4326\500\TIF\2000\GDK_4326_500_TIF_2000_201308091610.TIF	3519 KB	application/octet-stream	https://blob.core.windows.net/data/GDK/...
GDK\4326\500\TIF\2000\GDK_4326_500_TIF_2000_201308091600.TIF	3519 KB	application/octet-stream	https://blob.core.windows.net/data/GDK/...
GDK\4326\500\TIF\2000\GDK_4326_500_TIF_2000_201308091550.TIF	3519 KB	application/octet-stream	https://blob.core.windows.net/data/GDK/...
GDK\4326\500\TIF\2000\GDK_4326_500_TIF_2000_201308091540.TIF	3519 KB	application/octet-stream	https://blob.core.windows.net/data/GDK/...
GDK\4326\500\TIF\2000\GDK_4326_500_TIF_2000_201308091530.TIF	3519 KB	application/octet-stream	https://blob.core.windows.net/data/GDK/...
GDK\4326\500\TIF\2000\GDK_4326_500_TIF_2000_201308091520.TIF	3519 KB	application/octet-stream	https://blob.core.windows.net/data/GDK/...
GDK\4326\500\TIF\2000\GDK_4326_500_TIF_2000_201308091510.TIF	3519 KB	application/octet-stream	https://blob.core.windows.net/data/GDK/...
GDK\4326\500\TIF\2000\GDK_4326_500_TIF_2000_201308091500.TIF	3519 KB	application/octet-stream	https://blob.core.windows.net/data/GDK/...
GDK\4326\500\TIF\2000\GDK_4326_500_TIF_2000_201308091450.TIF	3519 KB	application/octet-stream	https://blob.core.windows.net/data/GDK/...
GDK\4326\500\TIF\2000\GDK_4326_500_TIF_2000_201308091440.TIF	3519 KB	application/octet-stream	https://blob.core.windows.net/data/GDK/...
GDK\4326\500\TIF\2000\GDK_4326_500_TIF_2000_201308091430.TIF	3519 KB	application/octet-stream	https://blob.core.windows.net/data/GDK/...
GDK\4326\500\TIF\2000\GDK_4326_500_TIF_2000_201308091420.TIF	3519 KB	application/octet-stream	https://blob.core.windows.net/data/GDK/...
GDK\4326\500\TIF\2000\GDK_4326_500_TIF_2000_201308091410.TIF	3519 KB	application/octet-stream	https://blob.core.windows.net/data/GDK/...
GDK\4326\500\TIF\2000\GDK_4326_500_TIF_2000_201308091400.TIF	3519 KB	application/octet-stream	https://blob.core.windows.net/data/GDK/...
GDK\4326\500\TIF\2000\GDK_4326_500_TIF_2000_201308091350.TIF	3519 KB	application/octet-stream	https://blob.core.windows.net/data/GDK/...
GDK\4326\500\TIF\2000\GDK_4326_500_TIF_2000_201308091340.TIF	3519 KB	application/octet-stream	https://blob.core.windows.net/data/GDK/...
GDK\4326\500\TIF\2000\GDK_4326_500_TIF_2000_201308091330.TIF	3519 KB	application/octet-stream	https://blob.core.windows.net/data/GDK/...
GDK\4326\500\TIF\2000\GDK_4326_500_TIF_2000_201308091320.TIF	3519 KB	application/octet-stream	https://blob.core.windows.net/data/GDK/...
GDK\4326\500\TIF\2000\GDK_4326_500_TIF_2000_201308091310.TIF	3519 KB	application/octet-stream	https://blob.core.windows.net/data/GDK/...
GDK\4326\500\TIF\2000\GDK_4326_500_TIF_2000_201308091300.TIF	3519 KB	application/octet-stream	https://blob.core.windows.net/data/GDK/...

그림 27 광덕산 레이더 격자 강우 자료

2. 수신, 변환, 배부 과정 무인화 구축

본 과제 시스템의 특징은 전 과정이 무인 자동 처리된다는 점이다. 기상청 UF 관측 자료의 수신 후 이를 격자강우 자료로 변환, 이를 다양한 사용자 니즈에 부합하기 위한 해상도, 포맷, 좌표계로 자동 변환은 물론 사용자의 HTTP 자료 요청에 대한 자동 응답, 이모든 과정은 클라우드 공간에서 무인 자동처리 되도록 구축되었다.

제 10 절 시범 서비스

레이더 격자 강우 정보 제공 시스템은 2013년 5월에 베타 서비스를 시작하였다. 시범 서비스 사이트를 통하여 관련 정보 및 서비스를 제공 받을 수 있으며 서비스 내용, 서비스 요금, 서비스 Sample(cs=1000m), FAQ, Q&A 등으로 구성하였다. “서비스 Sample(cs=1000m)” 메뉴를 통해 베타서비스를 제공 받을 수 있으며 서비스상의 오류를 점검하고 사용자들에게 피드백을 받기 위한 목적으로 서비스 된다.

HermesSys 레이더 격자 강우 정보 제공 시스템

알림 게시판 | 서비스 내용 | 서비스 요금 | FAQ | Q&A 게시판

공지사항 더보기 ▶

[소개] 본 웹 사이트 소개
13.05.31 iceil
헤르메시스 격자 강우 제공 시스템에 방문해 주셔서 감사합니다.본 사이트에서는 제공하는 자료에 대한 개요 및 구매 방법 등을 안내 합니다.국토교통부 산하 국토교통과학기술진흥원(KAIA) (구 한국건설교통기술평가원), RD정책인프라사업으로 “레이더 격자 강우 정보 제공 시스템 개발” (2012.8.31 ...

[안내] 본 사이트 관리 방침
13.05.31 iceil
Q/A 확인 주기는 업무 일과 시간 중 최소 2회(오전,오후)로 운영될 예정입니다. 보다 빠른 답변을 희망하시는 회원분께서는 이메일 info@hermesys.co.kr 를 이용해 주시면 성심껏 안내해 드리겠습니다. 관리책임. (주)헤르메시스 기업부설연구소 제영호 선임연구원

FAQ 더보기 ▶

• Q 시스템 관련 자주 문의하시는 내용	관리자	17	13.05.31
• Q Data Format 관련 자주 문의 하시는 내용	관리자	20	13.05.31
• Q Data 관련 자주 문의하시는 내용	관리자	30	13.05.31
• Q 위치해석,PQE관련 자주 문의 하시는 내용	관리자	17	13.05.31

Q&A 게시판 더보기 ▶

• Q 맞출형 데이터로 받을 수 있나요? 답변1	zeroh..	7	13.06.05
• Q "격자 강우 제공 서비스" 메뉴 선택 시 XML이 보이는데, 사용자.. 답변1	바다	18	13.06.03
• Q 기존 소프트웨어와의 차이점은 무엇인가요? 답변1	mario..	21	13.06.03
• Q 서비스 이용 전 샘플 데이터를 제공 받을 수 있나요? 답변1	giswo..	27	13.05.31

그림 28 시범 서비스 사이트 화면

Q 위치해석,PQE관련 자주 문의 하시는 내용 FAQ	
관리자 등급변경 ▼ 조회 17 2013.05.31, 14:36	http://cafe.daum.net/Radar/380/8
Q. UF 자료를 격자 강우화 하는 방법은 무엇인가요? A. 한국건설기술연구원의 "레이더 처리 기술"(S/W DLL Library)을 기술실시계약을 통하여 기술미전 받았습니다. Q. 격자화 이론은 어떤 것인가요? A. Mohr, Vaughan(1979)의 Bilinear CAPPI 방법 입니다. Q. 도입된 자료 변환 기술은 어느정도 정확한가요? A. 하천유역 모니터링 지원시스템 개발 최종 보고서(2012.4) 한국건설기술연구원, "기상청 CAPPI 자료와의 비교" 188page 를 참고 하면 기상청의 강우 래스터 산출 결과와 약 5% 이내의 차이만을 보입니다. 이는 지구 반경 수치, 적용 좌표참조체계의 상이함 등을 고려시 정상적인 차이로 판단됩니다. Q. 지상 보정 후 의 격자 강우인가요? A. 아닙니다. UF-QCD 3차원 방사형 data를 격자화하여 그대로 제공합니다. Q. 지상 보정은 필수인데, 이 부분이 생략된 이유가 있는지요? A. 당사에서 CM,OC 등 방법을 실무에 적용한 경험은 있으나, 이 부분은 매우 다양한 많은 최신 연구가 진행되고 있다고 판단하며 오히려 그러한 후처리 적용의 용이성을 위하여 QCD-UF의 격자화만 수행하였습니다. Q. 지구반경은 얼마로 가정하고 있는가요? A. 6374km 입니다. Q. PQE식은? A. $Z = 200 R^{1.6}$ (Marshall ,Palmer) 입니다.	

그림 29 제공중인 FAQ의 일부 예시

Q 시스템 관련 자주 문의하시는 내용 | FAQ

관리자 | 등급변경 ▼ | 조회 17 | 2013.05.31, 18:11

<http://cafe.daum.net/Radar/380/11>

Q. 고객이 매번 10분 마다 직접 download 해야 하는지?

A. 2013.5. 현재 저희 시스템의 자료 보관 주기는 1주 미므로 2~3일에 1회 수행하셔도 됩니다.

Q. 실시간 강우유출분석 모형과 연계하려는데 사람이 수작업으로 download 후 모형 가동해야 하는가?

A. 아닙니다. http 표준 interface를 제공하므로 http 방식으로 신규 격자 강우 자료 존재여부 확인/local download 를 자동화 수행하시면 됩니다. 구매 고객분에 대해서는 저희가 기술 지원 가능 합니다. (.net sample code 제공)

Q. 자료 제공 주기는?

A. 기상청 레미더 원시 자료는 10분마다 공급되고 있습니다. 본 시스템에서도 동일합니다.

Q. "시스템에서 자료 보존 및 공급 기간 : 1주" 의 의미는?

A. 예를 들어 1년 전 시점의 자료를 http 로 요청해도 수신할 수 없다는 것 입니다. 만약 과거 데이터가 지속적으로 필요한 경우 고객 분께서는 pc 에 download 해 두고 운영하셔도 됩니다.

Q. 왜 격자 자료 제공 시점이 불규칙 한가?

A. 원시데이터 생성 이후 [기상청 - 기상전문데이터공급업체 - 본 시스템] 간 데이터 송수신 과정에 다소 차이가 발생할 수 있습니다.

Q. 수신 측에서 VPN 필요한가요?

A. 필요 없습니다.

Q. 사파리 웹브라우저에서도 접근, data download 가능한가요?

A. 모든 웹 브라우저 지원 합니다. IE, 크롬, 사파리 등

Q. 가용 data 목록은 어떻게 확인하나요?

A. 전체목록은 다음에서 확인 가능 합니다. <http://ll.blob.core.windows.net/data?comp=list>

Q. 특정 사이트,좌표계,격자해상도,포맷,CAPPI고도에 대한 자료 목록만 조회하려면?

A. <https://rll.blob.core.windows.net/data?comp=list&prefix=GDK/4326/1000/ASC/1500> 입니다.

Q. 특정 사이트,좌표계,격자해상도,포맷,CAPPI고도,특정일자에 대한 자료 목록만 조회하려면?

A. 상기에서 [prefix=comp=list&prefix=GDK/4326/1000/ASC/1500/GDK_4326_1000_ASC_1500_20130601](https://rll.blob.core.windows.net/data?comp=list&prefix=GDK/4326/1000/ASC/1500/GDK_4326_1000_ASC_1500_20130601) 입니다.

Q. 가용 data 목록은 반드시 확인해야 하나요?

A. 아닙니다. 특정 시점 자료를 주기적으로 폴링 방식으로 확인/download 하셔도 됩니다.

Q. 자동 폴링 방식에서 허용 interval이 있는지요?

A. 10초 이상을 권장 드립니다.

Q. "격자 강우 제공 서비스" menu 선택시 격자 data가 아닌 xml 만 보입니다.

A. <Url> Tag를 보시면 확인할 수 있습니다. 예를 들어 다음 형태이며 이를 웹브라우저 주소창에 기입시 download 시작됩니다.
http://rll.blob.core.windows.net/data/GDK/5174/500/ASC/1500/GDK_5174_500_ASC_1500_201305312050_ASC

그림 30 제공중인 FAQ의 일부 예시

제 11 절 조회/다운로드용 App 개발

1. 가용 자료 목록에 대한 조회, 다운로드 기능 개발

본 시스템에서 제공하는 격자 데이터는 레이더 관측소, CAPPI 기준 고도, CELL 해상도, OUTPUT FORMAT, 조회 대상 기간을 한정하여 검색할 수 있다. 본 과제에서 개발한 앱은 이러한 검색조건을 모두 수용 하고 있으며 동시에 조건으로 사용할 수 있다. 사용자는 검색 결과를 다운로드 또는 선택적으로 다운로드 할 수 있다. 이때 다운로드 진행에 따른 진행률 정보가 사용자에게 제공된다.



그림 31 Radar Data Provider 시작화면

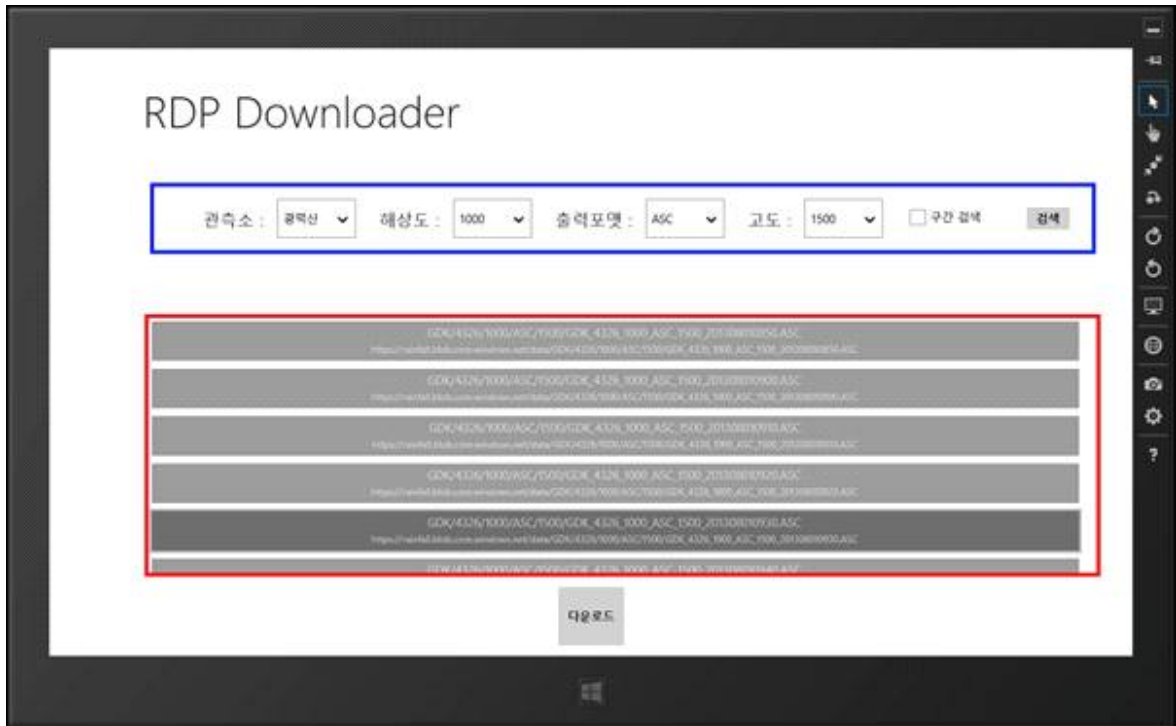


그림 32 Radar Data Provider 조회화면

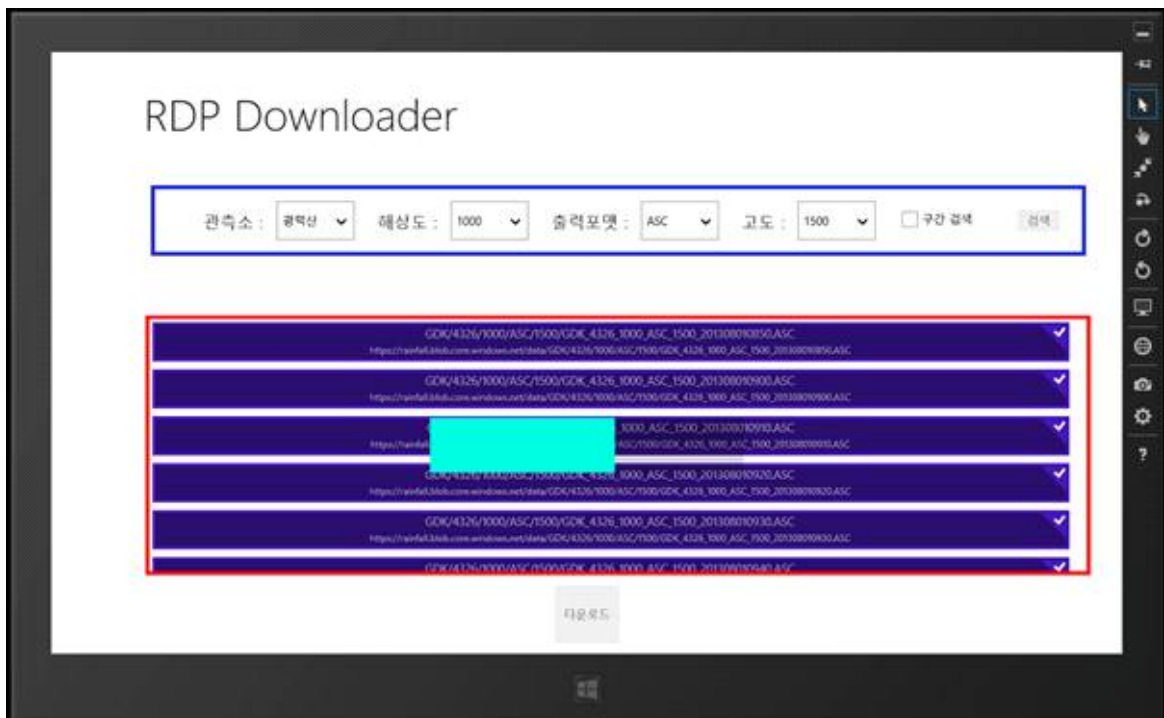


그림 33 Radar Data Provider Download화면

2. Windows 8 Metro APP 개발

Windows 8 APP 으로 개발 된 프로그램은 직관적인 조작으로 격자강우 자료의 조회 및 다운로드가 가능하며 HTTP를 사용하여 자료 목록 조회 및 DOWNLOAD를 수행하므로 별도의 네트워크 PORT 개방이 필요하지 않다. Windows 8 APP으로 제작하여 Windows 8, Windows 8.1, WinRT 에서 구동 가능하며 앱 설치는 Win8 App Package 파일 또는 App Store에서 다운로드 할 수 있다.²⁹⁾

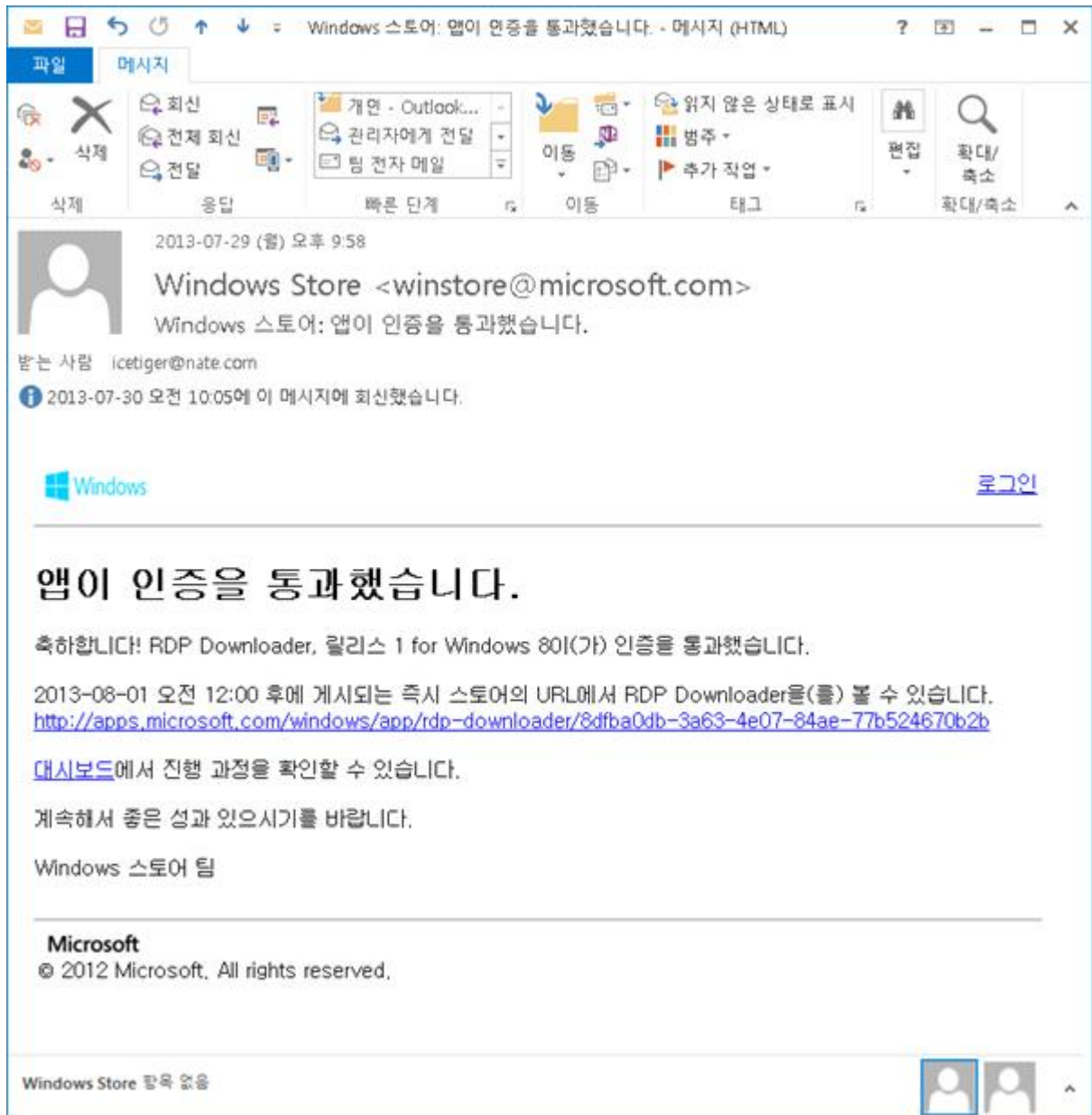


그림 34 앱 인증 통과 고지서

29) 본 과제에서 개발된 Windows 8 APP은 정식 구매 사용자에게 개별 제공이 가능하기 때문에 Windows Store에 퍼블리싱하지는 않고 있음. 그러나 MS Windows Store 의 엄격한 품질 실험에 합격한(2013-7) 상태 이므로 필요시 Store를 경유한 배포가 가능함

RDP Downloader: 인증 보고서

전체 결과: 성공

다음 시간에 생성될 보고서 2013-07-29 오후 12:57 UTC

Windows 8

보안 테스트: 성공

이 테스트는 앱에서 멀웨어 및 사용자 동의 없이 수행된 동작을 검사합니다. 자세한 정보

기술 준수: 성공

이 테스트는 Windows 앱 인증 키로 앱을 테스트합니다. 또한 50K에서 로컬로 이 테스트를 실행할 수 있습니다. 자세한 정보

내용 준수: 성공

이 테스트는 Windows 스토어 인증 요구 사항에 대한 컨텐트 준수에 대하여 소프트웨어를 평가합니다. 자세한 정보

그림 35 앱 인증 결과 보고서

3. Blob 서비스 REST API 제공

본 과제 제안단계에서는 Windows 8 APP을 기본 클라이언트로 가정한 바 있다. 당시 차기 버전 OS 이면서 새롭게 강조되던 UX로 대부분의 사용자들이 전환될 것으로 예상했으나, 현재 시점에서 재판단시 Windows 8 APP의 보급률 등은 예상보다 낮다. 이에 본 과제에서는 사용자에게 별도의 접근 방법을 제공하고자 모색하였다. 특히 강우 유출 모델, 실시간 홍수 분석 시스템 등에서 활용되기 위하여 API를 제공하고 이를 사용자 측에서 활용하여 자동화 하는 기능이 필요하다고 판단하였다. 이에 최근 가장 활용도가 높은 인터페이스인 REST 기술로 자료를 송수신 할 수 있도록 설계/구축 하였다.

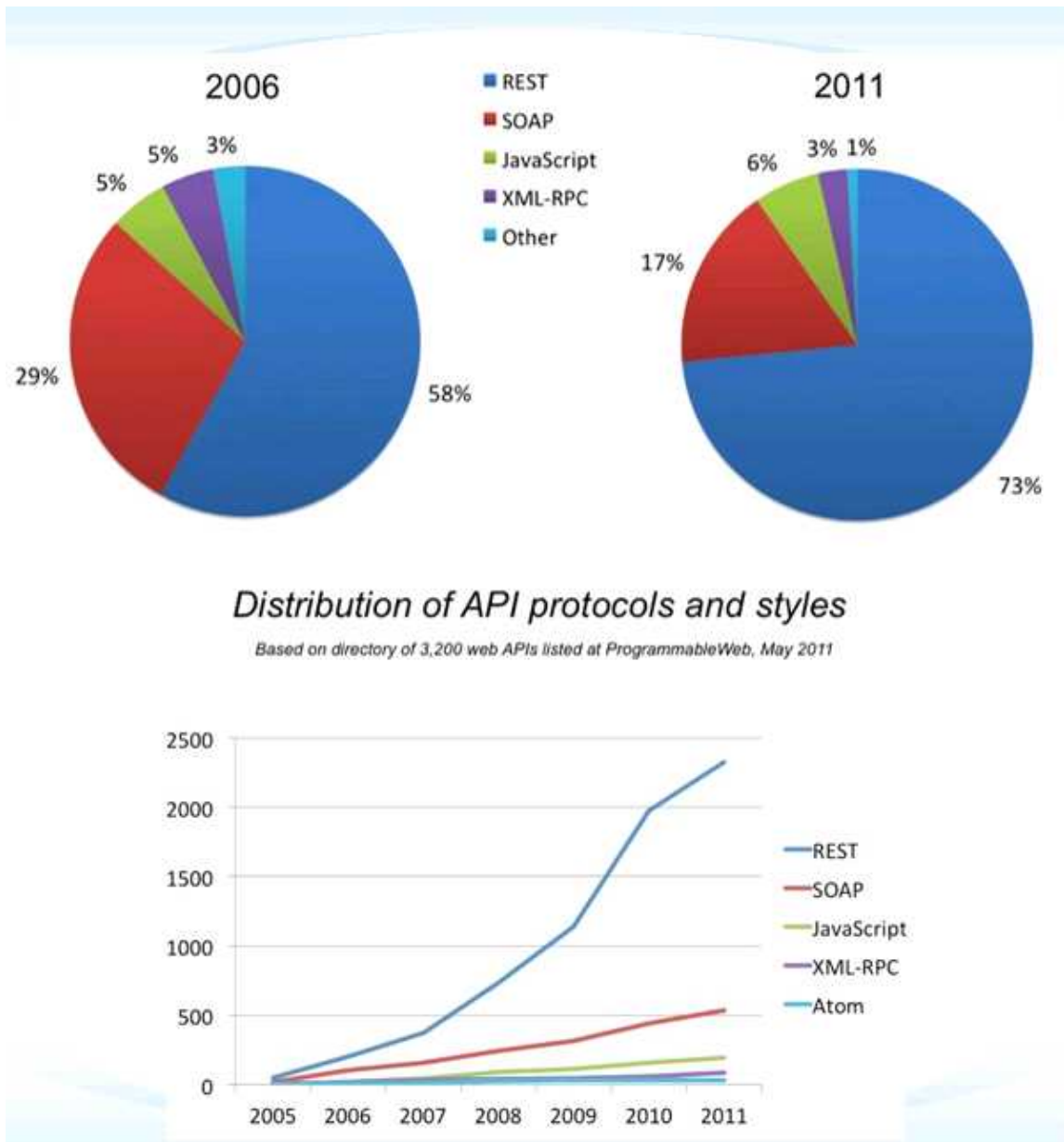


그림 36 REST 확산 추세

본 과제의 격자강우가 저장되는 Blob 서비스에서는 HTTP 작업을 통해 blob 서비스의 리소스인 컨테이너 및 blob 리소스를 작업할 수 있는 방법을 제공한다. 저장소 계정에 있는 모든 컨테이너, blob을 나열하거나 리소스들의 속성, 메타정보를 가져오거나 설정할 수 있다. 다음 표는 API로 수행할 수 있는 작업에 대한 개요이다.

표 7 Rest API

작업	리소스 유형	설명
컨테이너 나열 (REST API)	계정	- 저장소 계정에 있는 모든 컨테이너를 나열
Blob 서비스 속성 설정 (REST API)	계정	- 로깅 및 통계 설정, 기본 서비스 버전을 포함하여 Blob 서비스의 속성을 설정
Blob 서비스 속성 가져오기 (REST API)	계정	- 로깅 및 통계 설정, 기본 서비스 버전을 포함하여 Blob 서비스의 속성을 가져옴
컨테이너 속성 가져오기 (REST API)	컨테이너	- 컨테이너의 사용자 정의 메타데이터 및 시스템 속성을 반환
컨테이너 메타데이터 가져오기 (REST API)	컨테이너	- 컨테이너의 사용자 정의 메타데이터만 반환
컨테이너 메타데이터 설정 (REST API)	컨테이너	- 컨테이너의 사용자 정의 메타데이터를 설정
Blob 나열 (REST API)	컨테이너	- 컨테이너에 있는 모든 Blob를 나열
Blob 가져오기 (REST API)	블록 및 페이지 Blob	- 사용자 정의 메타데이터 및 시스템 속성을 포함하여 Blob 서비스에서 Blob를 읽거나 다운로드
Blob 속성 가져오기 (REST API)	블록 및 페이지 Blob	- Blob의 모든 시스템 속성과 사용자 정의 메타데이터를 반환
Blob 속성 설정 (REST API)	블록 및 페이지 Blob	- 기존 Blob에 정의된 시스템 속성을 설정
Blob 메타데이터 가져오기 (REST API)	블록 및 페이지 Blob	- 기존 Blob 또는 스냅샷의 모든 사용자 정의 메타데이터를 검색
Blob 메타데이터 설정 (REST API)	블록 및 페이지 Blob	- 기존 Blob의 사용자 정의 메타데이터를 설정

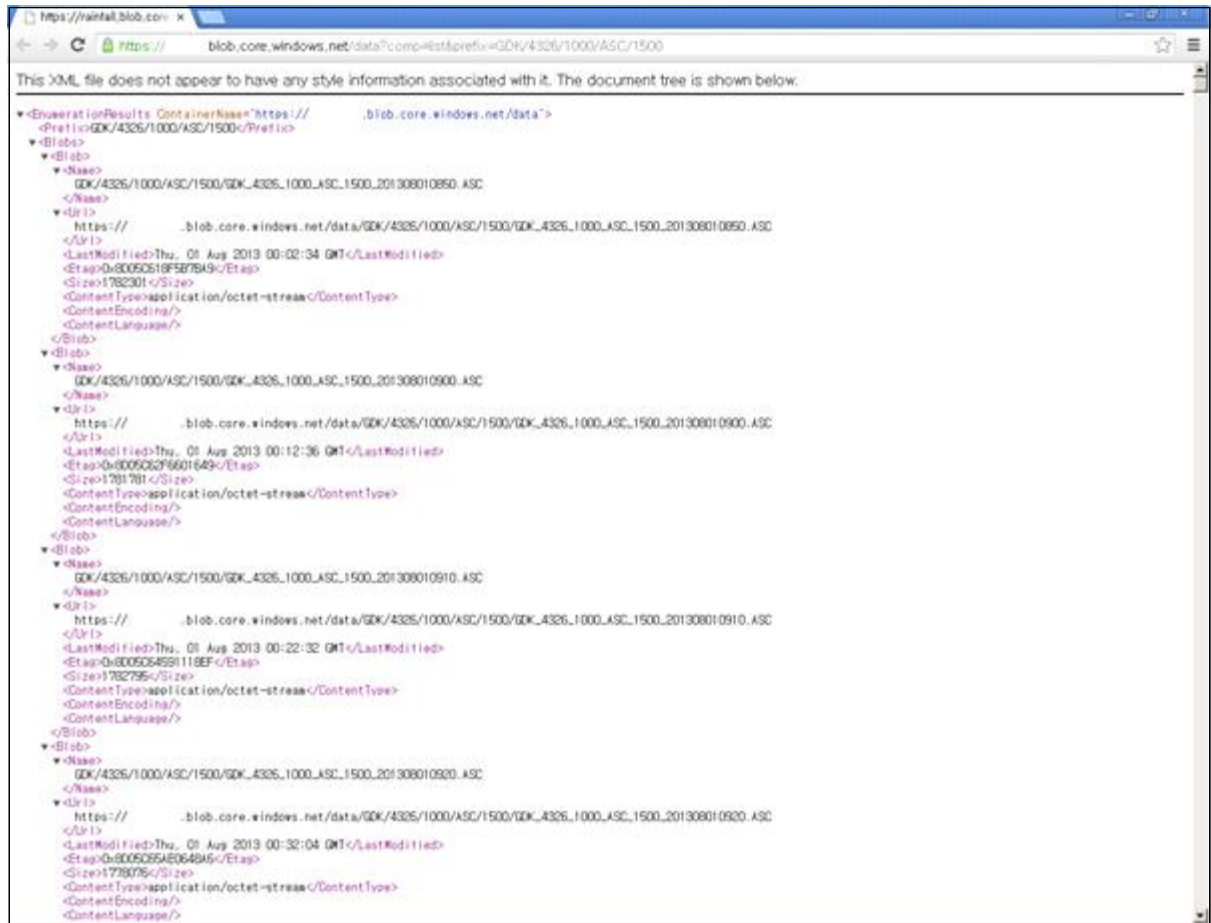


그림 37 REST API를 이용한 Blob 목록 조회 화면

제 12 절 시스템 목표 가용성(SLA) 확보

시범서비스 개시(2013.5) 이후 시스템 접근 장애 발생 사례는 현재 까지 발견되지 않았다.³⁰⁾ 본 시스템에서 장애를 모니터링 하는 방식은 주기적 폴링 방식이므로 예를 들어 1분 단위 모니터링 인 경우 그 사이 1초 장애가 발생되었을 수는 있다. 그러나 실용적인 관점에서 통계를 산출한다면 시범서비스 이후 현재까지의 SLA 100% 유지 상황으로 판단할 수 있다.

한편 2013.9월 고객과 체결한 격자 강우 구매계약서에서 SLA를 아래와 같이 명시하고 있다.

제 9 조 : 의무

- (1) “갑”은 본 계약과 관련된 “갑”의 컴퓨터 시스템 및 그 운영에 관하여 “을”은 “을”의 설비 및 그 운영에 관하여 책임을 지며, 장애가 발생했을 경우 신속한 조치를 취한다.
- (2) “을”의 제공서비스에 대한 해당 월의 **SLA** 가 **95%**에 미달하는 경우 “갑”의 사용기간이 **1** 달 연장된다.
- (3) “을”과 “갑”은 업무 수행상 알게 된 상대방의 영업정보 등을 누설해서는 안 된다.

그림 38 실제 체결된 계약서의 SLA 문구

30) 2013.7 클라우드 계정 교체 작업은 장애로 분류하지 않음

제 13 절 11개 사이트 강우래스터 자동 산출 시스템 구축

1. 시범 서비스에 대한 평가 및 보완

시범 서비스 운영 기간 중 특별한 기술적 문제점은 발견되지 않았다. 그러나 클라우드 운영 계정(Account)에 있어 Trial 계정 만료에 따른 정식 계정으로 변경하는 과정에서 문제가 발견되었다.(2013.7) 이러한 과정이 기술적인 리스크도 있으며, 대용량의 자료 이전에 시간도 소요 되고, 외부에 알려진(홍보, 매뉴얼 등) URL을 변경해야하는 문제도 야기하였다. 정식 계정으로 이전된 현재는 유사한 상황이 재연되지 않을 것으로 예상되나 클라우드 시스템에서는 컴퓨터 HW 자원의 관리에 상응하게 클라우드 계정의 유지/관리가 매우 중요하다는 점은 주지할 필요가 있다고 판단된다.

2. 11개 site에 확장 적용

시범 서비스 운영 후 기상청 11개소 (관악산, 인천공항, 광덕산, 강릉, 면봉산, 구덕산, 오성산, 진도, 고산, 성산, 백령도)에 대하여 격자 강우 자료 제공 서비스를 확장 적용하였다. 총 11개의 컴퓨팅 노드 (Worker Role)로 운영되며 각각의 노드는 UF 데이터가 수신된 순으로 1개의 사이트에 대하여 1개의 노드가 일대일 대응되어 분산 처리하도록 설계/구축하였다.

표 8 기상레이더 제원

레이더	밴드	경도	위도	안테나 해발고도(m)	관측거리(m)
백령도(BRI)	C	124 ° 38' E	37 ° 58' N	185	256
광덕산(GDK)	S	127 ° 26 E	38 ° 07 N	1066	240
관악산(KWK)	S	126 ° 57 E	37 ° 26 N	637	240
인천공항(IIA)	C	126 ° 21 E	37 ° 27 N	142	130
동해(DNH)	C	129 ° 07 E	37 ° 30 N	53	240
면봉산(MYN)	C	128 ° 59 E	36 ° 11 N	1129	200
구덕산(PSN)	S	129 ° 00 E	35 ° 06 N	545	240

오성산(KSN)	S	126 ° 48 E	36 ° 01 N	227	240
진도(JNI)	S	126 ° 20 E	34 ° 28 N	494	240
고산(GSN)	S	126 ° 10 E	33 ° 17 N	91	250
성산(SSP)	S	126 ° 53 E	33 ° 23 N	91	250

제 14 절 최적 가격, 과금 체계 연구 및 적용

본 과제 수행 중 실제 현장 전문가(엔지니어링사, 연구기관 등) 자문을 통하여 의견 청취/수렴한 바, 본 서비스는 가격에 민감한 상품이 아닌 수요 발생, 유도가 관건임이 파악되었다. 종합적으로 고려한 후 가격 체계는 제안 단계의 안을 일단 유지하되, 무료베타 사용 기간 부여, 실시간 자료 뿐만 아니라 과거 특정 시점 격자 자료 다운로드 권한 부여 등을 통한 시장 접근이 더욱 필요할 것으로 판단되어 졌으며, 이러한 부분은 향후 마케팅 과정에서 적극 활용할 계획이다.

구분	교육기관	교육기관 이외	비고
레이더 사이트 당 월 구매 비용	₩100,000	₩500,000	
SLA(가용성 보장)	저수준	고수준	

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제1절 연구개발 목표 달성도

연 구 목 표	달성도(%)	주 요 연 구 내 용
- “UF 처리모듈 v2011“을 SBC(Server Based Computing)방법으로 시스템화 - 강우 래스터 데이터 수요자는 원하는 자료를 손쉽게 다운로드 - 서버에서는 UF 레이더 관측 자료의 수신, 변환, 배부 과정이 365일 자동적으로 진행될 수 있도록 구축 - 이를 통하여 수요자는 웹브라우저 등으로 자료를 손쉽게 획득	100%	- 시스템 아키텍처 설계 및 국내외 지적재산권 확보 - UF 처리모듈 소스코드 리팩터링을 통한 성능 개선 - 제공 격자 자료의 정확도 개선 - 최적 격자 좌표계 파악 및 적용(WAMIS와 상호 운영성 극대화) - 제공 격자의 CAPPI 기준고도(1.5km, 2km), 해상도(250m, 500m, 1000m), 포맷(ASC, GRD, GeoTIFF) 다변화 기술 확보 - UF 관측레이더 자료의 최적 자동 수신 기능 개발 - UF 관측 레이더 → 격자 강우 자동 변환 모듈 개발 - UF 자료 수신 후 격자 강우 제공 가능 시점까지 처리시간 개선 - 수요자의 자료 요청(HTTP)에 대하여 최적 자료 전송 기능 제공 - 500명 이상의 동시 접속 허용치 확보 - 가용 자료 조회/다운로드용 Windows 8 Metro APP 개발 - 시스템 목표 가용성 SLA 확보

제2절 관련 분야의 기술적/사회적/경제적 기여도

1. 기술적 측면

본 과제를 통하여 아래 기술의 국내 노하우가 축적되었으며 특허가 출원되었다.

- 국제적인 레이더표준 포맷인 UF(Universal Format) 자료 해석
- 구면 기하학 및 좌표계 투영법 관련 기술
- IT 업계의 최신 주류인 클라우드 시스템 및 빅데이터 기술
- 상기 기술 융합 분야

2. 사회적 측면

기상청 산하 기상레이더센터에서 2012년 4월에 “레이더자료 활용 사용자 컨퍼런스”를 개최하여 많은 유관기관 및 수요자들과 정보를 공유하였다. 2011년 11월의 “레이더 자료 활용 사용자 회의”에서의 사용자 요구사항과 종합하면 아래로 정리될 수 있다.

- 레이더 자료의 가치는 인정
- 레이더 자료를 손쉽게 사용하기 위해 현 3차원 방사형 자료구조 아닌 격자형 강우 자료로 배부 해 줄 것
- 레이더 자료를 격자 강우로 변환하기 위해 기상청에서 제공하는 방법(Linux OS, GCC Compiler, C++소스코드)이 아닌 윈도우즈 기반의 엔드유저용 S/W제공

레이더 강우 자료의 가치에 대하여는 좋은 평가가 있으나 정보의 접근성에서 어려움을 토로하는 경우가 많다. 현재 일선 대학에서는 수자원 전공 대학원생이 Linux, GCC, C++을 수개월간 배워서 필요한 자료를 처리하거나 필요시 건건히 변환 용역을 발주하는 방법 등으로 레이더 관측 자료를 격자 강우 자료로 변환하고 있다. 본 시스템을 통하여 강우 레이더 자료를 격자 강우화하여 서비스하면 국내 해당분야의 고급 두뇌들이 강우-유출, 강우분석 등 본연의 전문적인 임무에 집중할 수 있다.

3. 경제적 측면

본 시스템은 격자 강우 자료를 상대적으로 저렴한 가격으로 공급할 수 있다. 이는 외산 S/W 구매비용 저감, 자료변환 인건비 저감 등의 경제적 기여로 환산될 수 있다.

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

제1절 연구개발 결과물 활용계획

- 본 연구과제의 개발결과물은 자료 제공 웹사이트를 통하여 실시간 공급³¹⁾
- 직접 판매와 동시에 시장에 이미 진입한 기존 중계 채널과의 협력을 통한 시장 진출³²⁾
- S/W+ DATA를 SET로 제공 추진
 - 분포형 강우유출 모형인 HyGIS-GRM ³³⁾설치형 S/W와 융합
 - 현재 강우 자료의 처리 방식 : UF 자료를 확보하여 변환
 - HyGIS-GRM + 레이더 격자강우 Data를 포함하여 판매 추진하는 전략
- 국토교통부 강우레이더 자료유통 허브에 기술 적용
 - 홍수통제소 레이더 자료 자동 수신 시스템 , 이중편파 UF 원시자료 → 관측 자료 이미지화 등 개발참여 (2013)
 - 2014년 고도화 사업에 많은 추가 개선 수행 예정
- 사용자 및 전문가자문 등을 통한 시스템 고도화 방향 확인되었으며, 이러한 확장을 위한 필수 선행 기반 시스템으로 활용
 - 지상강우보정을 거친 격자 자료 추가 제공
 - 이중편파레이더 격자 자료(RZ, RDR, RKDP) 추가 제공
 - 국토교통부 레이더 격자 자료 추가 제공
 - AWS등 지상 관측 강우에 대한 격자 강우 자료 추가 제공
 - 표준 유역 또는 행정 경계 단위의 자료 추가 제공
 - 과거 시점 자료, 누적 격자 자료 공급 서비스 추가 제공
 - 격자형 확률강우 시스템과의 연계
 - 온디맨드 자료 요청에(CAPPI고도, 해상도, 포맷, 좌표계) 대한 응답 기능 추가
 - UF 내용의 3차원 가시화 기술

31) 2013.9 현재 전문기업(공공기관 홍수예경보 분야 등)과 공급 계약을 체결한 것을 시작으로 다양한 기관과의 접촉을 시작하고 있다.

32) 2013.9 현재 국내 메이저급 기상사업자와 전략적 협력에 대하여 심도있는 협의가 진행중이다.

33) KICT와 기술이전 계약 추진중 금액 협의 완료(2013년 중 계약 예정)

제2절 연구개발 결과물 타 연구 연계 방안

본 연구조직은 한국건설기술연구원과 다양한 유관 연구개발을 수행하고 있다. 크게 아래의 연구 분야에 연계활용 계획이다.

- KICT 분포형 강우 유출모형과 연계(특정 강우 이벤트 지정)
- KICT 분포형 강우 유출모형과 연계(실시간 가동)
- 국토교통부 레이더 자료 처리 및 배포 시스템과 연계하여 시너지 효과 모색
- AWS 강우 격자와의 통합 생성/관리 시스템으로 확장
- 확률강우 격자 시스템과의 연계를 통한 시너지 효과 모색

제 6 장 연구 개발과정에서 수집한 해외과학기술 정보

해당사항 없음

제 7 장 참고문헌

가. 국내 참고문헌

윤경철 외 3인, 2008, 지도 읽기와 이해, 푸른길

조익제 외 1인, 2005, 표준 라이선스 계약, 법영사

도미닉 베츠 외 4인, 2012, 윈도우 애저 클라우드로 애플리케이션 이전하기, 에어콘

도미닉 베츠 외 4인, 2012, 윈도우 애저 클라우드로 애플리케이션 개발하기, 에어콘

이종호 외 1인, 2009, 레이더 기상학 (GEO SERIES 17), 시그마프레스

마틴 파울러, 1999, 리팩터링: 코드 품질을 개선하는 객체지향 사고법, 한빛미디어
pp.77-80

김연수 외 3인, 2011, 레이더 자료의 해상도를 고려한 분포형 강우-유출 모형
GIS 자료 최적 격자의 결정, 한국습지학회지, 제13권 제1호, pp.105-116

전병호, 2012, 수문학, 양서각

김형수, 2012, 수문학, 동화기술

제레미 릭니스, 2013, C#과 XAML을 이용한 윈도우즈 8 애플리케이션 개발, 제이펍

윤태훈, 2011, 응용수문학 이론과 실무, 청문각

제프바, 2013, 아마존 웹 서비스 완벽 활용법, 위키북스

CHARLES PETZOLD, 2008, WINDOWS 3D 프로그래밍, 정보문화사

윤원정, 2003, 건축리모델링을 위한 스케치업, 도서출판과학기술

폴배리, 2011, Head First Python, 한빛미디어

정일주, 2009, SQL Server 2008을 이용한 개체연관 모델과 관계형 데이터베이스의 설계 및 활용, 아이티미디어

알렉산더 오스터왈더 외 1인, 2011, 비즈니스 모델의 탄생, 타임비즈

우재남, 2013, 뇌를 자극하는 SQL Sever 2012. 1: 기본편, 한빛미디어

정진희, 2011, 거침없이 배우는 익스프레션블렌드, 지앤선

원철연, 2011, 예제로 배우는 C# XML LINQ 완벽가이드 Bible Series, 영진닷컴

정우진, 2013, 빅데이터를 말하다, 클라우드북스

편집부, 2008, 풍수해저감종합계획수립, 한국방재협회 부설 방재연수원

한건연, 2013, 홍수방재, 부연사

벤 프레인, 2012, HTML5와 CSS3로 작성하는 반응형 웹 디자인, 에이콘출판

나. 국외 참고문헌

Esri Press (2013) “Line Up Data in ArcGIS”, Esri Press

Masser, Ian (2010) “Building European Spatial Data infrastructures”, ESRI Press

다. 관련 홈페이지

<http://www.windowsazure.com/ko-kr/> : 마이크로소프트 한국 윈도우즈 애저

부록1. 정확도 검증 사항

과제 선정 평가 당시, 본 과제에서 이전 받은 기술의 기상청 자료 대비 정확도(95%)를 시스템에서도 유지하는 것을 과제 목표로 책정할 것을 평가의견으로 받은 바 있다. 이에 본 과제에서는 이에 대한 검증을 실시한 후 전문가 자문을³⁴⁾ 통하여 이를 확인하였다. 검증 내용을 요약하면 다음과 같다.

검증 방법

- Binary File Compare : 생성 산출물(격자 강우) Byte 단위 비교
- 유역 평균 강우 : 중랑천 유역 1km , AVG, STD, MEAN 비교

비교 내역

- #1 클라우드 시스템으로 전환 개발 직후 : Binary File Compare 일치
- #2 성능 개선 변환 모듈 적용 후 : Binary File Compare 일치
- #3 투영법 연구 성과³⁵⁾ 반영 후 : Binary File Compare 상이
- 추가 검증 실시 : 이전 받은 기술의 검증과 동일 지역, 강우 사상으로 비교

	max	대비(%)	mean	대비(%)	표준편차 ³⁶⁾	대비(%)
기상청자료	85.2	-	10.66	-	14.11	-
이전 기술산출	86.5	101.53%	10.28	96.44%	14.04	99.50%
과제시스템 산출	86.5	101.53%	10.28	96.44%	14.04	99.50%

34) 낙동강홍수통제소 박정술 시설연구사(한국건설기술연구원 재직당시 원천기술의 검증연구를 주도적으로 수행한 바 있음)

35) '레이더 관측자료 격자화 장치 및 방법' 특허

36) 격자의 표준편차는 타 격자와의 비교가 아닌 격자 자체 내부의 표준편차를 의미함. 이는 MAX, MEAN에서도 동일함

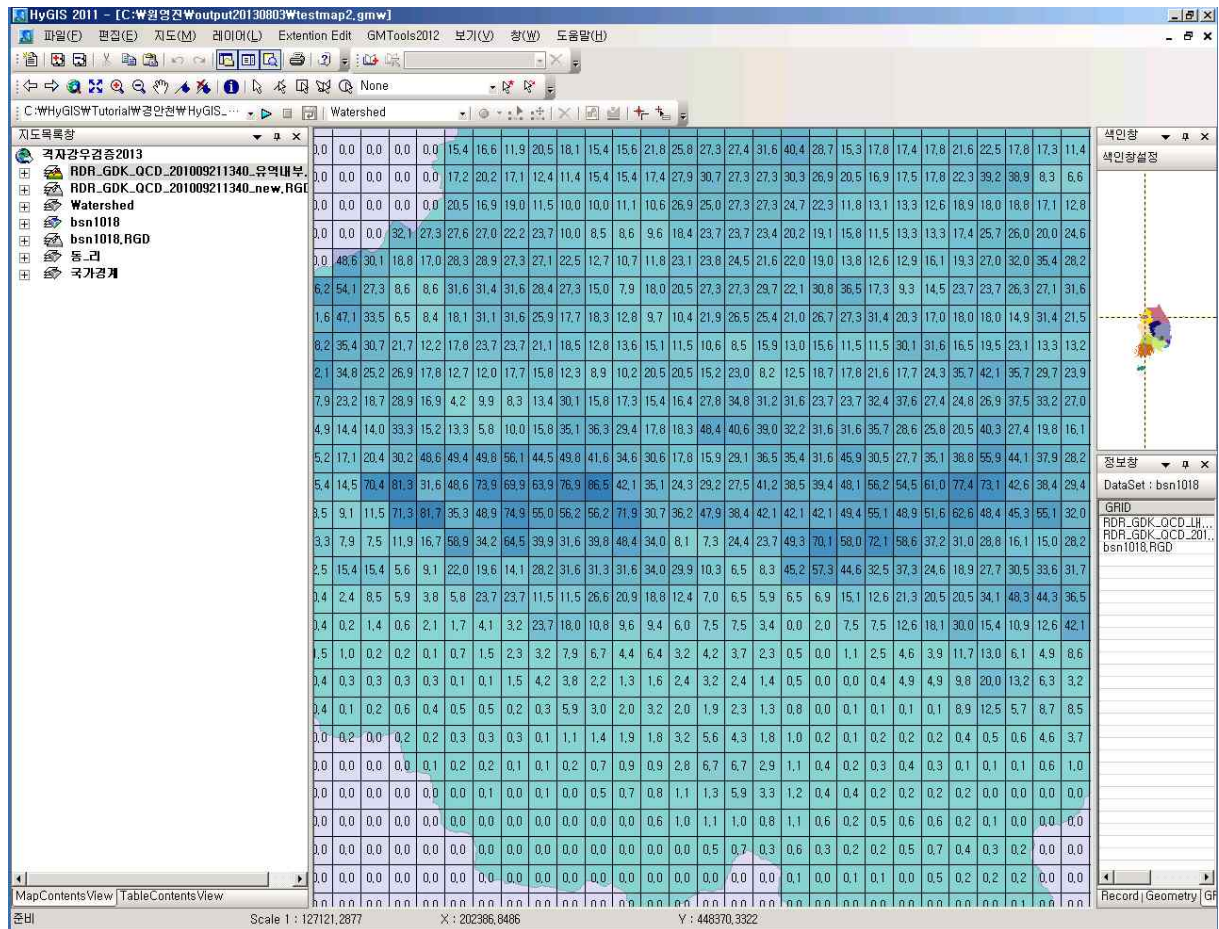


그림 39 . 중랑천 격자 강우 검증

전문가 자문 요약

- 수행된 검증 방법은 원천기술의 검증 방식과 동일 방법(시점, 공간범위)
- 검증결과는 원천기술의 정확도를 손실 없이 재현하고 있음.
- 원천기술보다 향상된 정확도임을 정량적으로 입증하려면 원천기술 검증 공간범위 (중랑천 유역)를 확대하는 등 추가 검토가 필요함

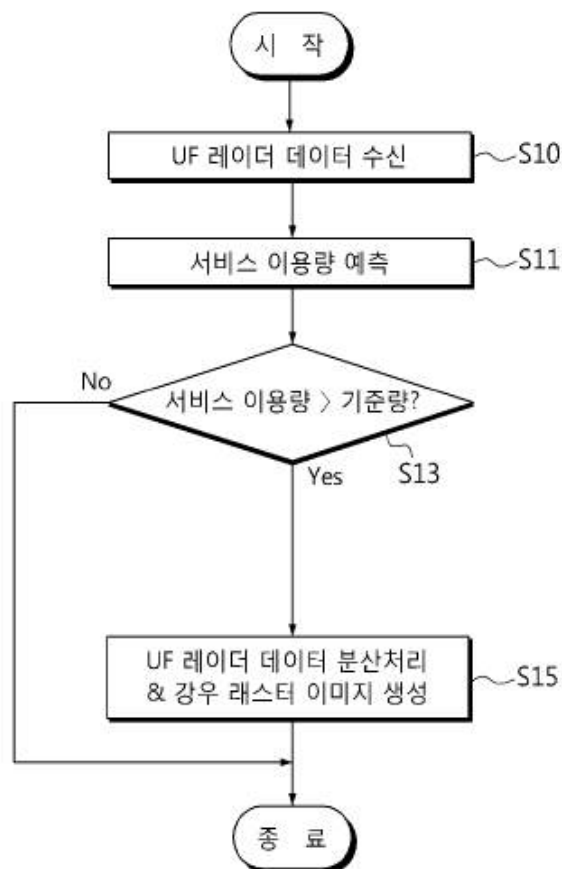
부록2. 지재권 출원 내역

본 과제는 연구계획/제안단계에서 특허출원 및 지재권 확보를 연구개발내용 및 방법으로 구체적으로 명시한 바 있으며, 주요 출원건의 개요 및 청구범위는 다음과 같다.

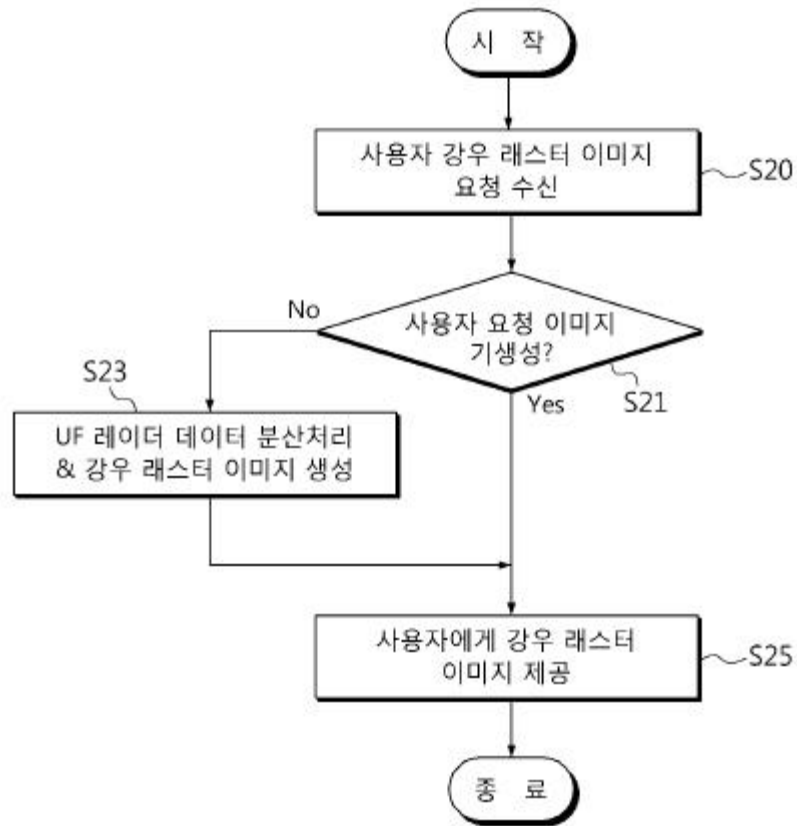
가. ‘강우정보를 제공하는 클라우드 서버’ 특허 개요

본 발명은 강우정보를 제공하는 클라우드 서버에 관한 것으로서, 클라우드 컴퓨팅을 기반으로 복수의 가상머신과 스토리지를 포함하여 구축되는 클라우드 서버에 있어서, 기상정보를 제공하는 외부 시스템으로부터 UF 레이더 원시 데이터를 수신하는 데이터 수신부; 상기 UF 레이더 원시 데이터를 기초로 강우 래스터 이미지를 생성하는 이미지 생성부; 및 사용자 단말기의 요청에 대응하여 상기 강우 래스터 이미지를 제공하는 데이터 제공부를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다. 이와 같이, 클라우드 컴퓨팅을 기반으로 강우 래스터 이미지를 제공하여 서비스 이용량에 따라 탄력적으로 서버를 운용할 수 있으며, 서비스 이용량을 반영하여 프로세싱을 수행함으로써 자원을 경제적으로 이용할 수 있다.

【도 5】



【도 6】



【청구항 1】

클라우드 컴퓨팅을 기반으로 복수의 가상머신과 스토리지를 포함하여 구축되는 클라우드 서버에 있어서, 기상정보를 제공하는 외부 시스템으로부터 UF 레이더 원시 데이터를 수신하는 데이터 수신부; 상기 UF 레이더 원시 데이터를 기초로 강우 래스터 이미지를 생성하는 이미지 생성부; 및 사용자 단말기의 요청에 대응하여 상기 강우 래스터 이미지를 제공하는 데이터 제공부를 포함하는 것을 특징으로 하는 클라우드 서버.

【청구항 2】

제1항에 있어서, 수신한 상기 UF 레이더 원시 데이터를 복수개로 분할 또는 복제하여 상기 이미지 생성부에 할당하는 데이터 할당부를 더 포함하고, 상기 이미지 생성부는 분할 또는 복제된 상기 UF 레이더 원시 데이터를 분산 처리하여 복수개의 강우 래스터 부분 이미지를 생성하고, 상기 강우 래스터 부분

이미지를 통합하여 상기 강우 래스터 이미지를 생성하는 것을 특징으로 하는 클라우드 서버.

【청구항 3】

제1항에 있어서, 상기 사용자 단말기의 상기 강우 래스터 이미지 요청횟수의 통계정보를 기초로 서비스 이용량을 예측하는 이용량 예측부를 더 포함하고, 상기 이미지 생성부는 예측된 상기 서비스 이용량이 미리 정해진 기준량 이하인 경우, 상기 사용자 단말기의 요청수신에 대응하여 상기 강우 래스터 이미지의 생성을 위한 프로세싱을 수행하고, 상기 서비스 이용량이 상기 기준량을 초과하는 경우, 상기 UF 레이더 원시 데이터 수신에 대응하여 상기 강우 래스터 이미지의 생성을 위한 프로세싱을 수행하는 것을 특징으로 하는 클라우드 서버.

【청구항 4】

제3항에 있어서, 예측된 상기 서비스 이용량에 대응하여 상기 데이터 수신부, 상기 데이터 할당부, 상기 이미지 생성부, 및 상기 데이터 제공부 중 적어도 어느 하나를 구성하는 가상머신의 개수를 증감시키는 가상머신 증감부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 클라우드 서버.

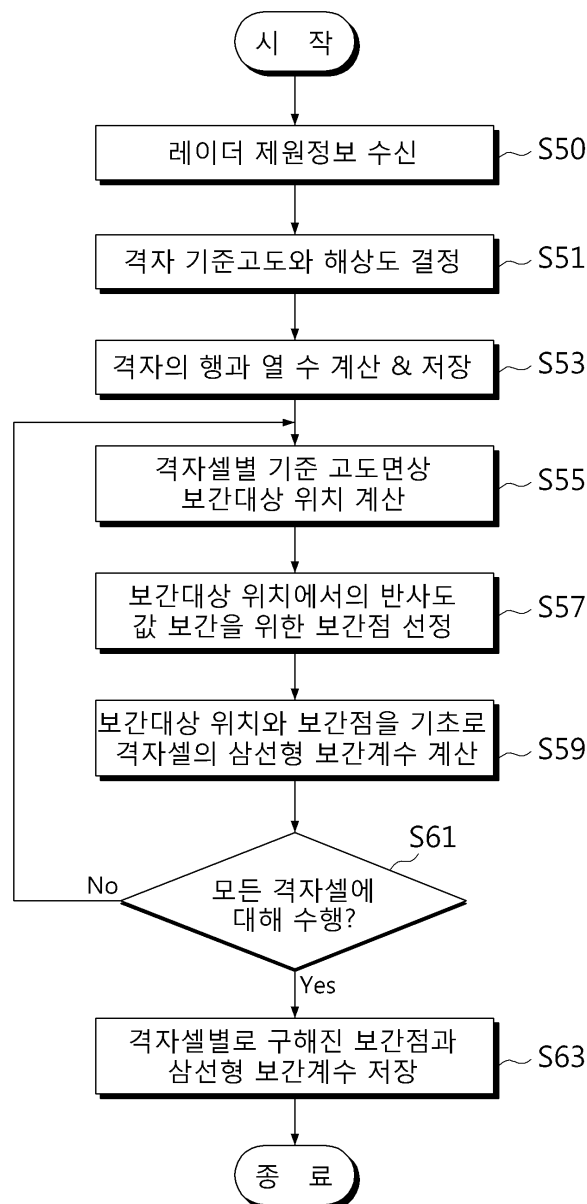
【청구항 5】

제1항에 있어서, 상기 이미지 생성부는 상기 사용자 단말기가 요청하는 강우 래스터 이미지의 지역이 일부인 경우, 상기 UF 레이더 원시 데이터 중 상기 사용자 단말기가 요청한 지역에 대응하는 부분을 추출하여 상기 강우 래스터 이미지를 생성하는 것을 특징으로 하는 클라우드 서버.

나. ‘레이더 관측자료의 격자화 시스템 및 그 방법’ 특허 개요

본 발명은 레이더 관측자료의 격자화 시스템 및 그 방법에 관한 것으로서, 본 발명에 따른 레이더 관측자료의 격자화 시스템은 레이더 관측소 식별명, 레이더 관측원점, 레이더의 관측거리범위와 관측거리간격, 관측 고도각 종류, 및 관측 방위각 간격을 포함하는 레이더 제원정보를 획득하는 단계; 격자화하려는 기준 고도와 격자 해상도를 결정하는 단계; 레이더의 관측거리범위와 상기 격자 해상도를 기초로 격자의 행과 열의 수를 계산하는 단계; 상기 격자의 행과 열을 구성하는 격자 셀을 순회하면서 레이더의 관측원점과

상기 격자 셀의 중심점에 대한 관측거리, 방위각, 및 고도각을 계산하여 기준 고도면상의 보간대상 위치를 구하는 단계; 상기 보간대상 위치에서의 레이더 반사도 값의 보간을 위하여 상기 레이더 제원정보를 기초로 상기 보간대상 위치에 인접한 보간점을 선정하는 단계; 및 상기 격자 셀별로 구해진 상기 보간대상 위치와 상기 보간점에 관한 정보를 저장하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다. 이를 통하여, 저장된 정보를 이용하여 격자화 과정에서 수행되는 연산의 반복을 감소시킴으로써, 레이더 관측자료를 고속으로 격자화 할 수 있다.



【청구항 1】

특정 고도를 기준으로 레이더 관측자료를 격자화하는 레이더 관측자료의 격자화 방법에 있어서,

레이더 관측소 식별명, 레이더 관측원점, 레이더의 관측거리범위와 관측거리간격, 관측 고도각 종류, 및 관측 방위각 간격을 포함하는 레이더 제원정보를 획득하는 단계;

격자화하려는 기준 고도와 격자 해상도를 결정하는 단계;

레이더의 관측거리범위와 상기 격자 해상도를 기초로 격자의 행과 열의 수를 계산하는 단계;

상기 격자의 행과 열을 구성하는 격자 셀을 순회하면서 레이더의 관측원점과 상기 격자 셀의 중심점에 대한 관측거리, 방위각, 및 고도각을 계산하여 기준 고도면상의 보간대상 위치를 구하는 단계;

상기 보간대상 위치에서의 레이더 반사도 값의 보간을 위하여 상기 레이더 제원정보를 기초로 상기 보간대상 위치에 인접한 보간점을 선정하는 단계; 및

상기 격자 셀별로 구해진 상기 보간대상 위치와 상기 보간점에 관한 정보를 저장하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 레이더 관측자료의 격자화 방법.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

격자정보 생성을 위한 UF(Universal Format) 레이더 데이터를 수신하는 단계;

상기 격자 셀마다 저장된 상기 보간대상 위치와 상기 보간점에 관한 정보 중에서 상기 UF 레이더 데이터와 레이더 관측소 식별명, 기준 고도, 및 격자 해상도가 서로 대응되는 정보를 읽어오는 단계;

상기 UF 레이더 데이터로부터 상기 보간점에 대응되는 관측값을 추출하는 단계;

상기 보간대상 위치, 상기 보간점 중 동일한 고도각을 가지는 보간점, 및 상기 관측값을 기초로 이중선형 보간을 수행하여 상·하면 보간값을 획득하는 단계; 및

상기 보간대상 위치의 고도각, 상기 보간점의 고도각 정보, 및 상기 상·하면 보간값을 기초로 선형 보간을 수행하여 상기 격자 셀의 반사도를 획득하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 레이더 관측자료의 격자화 방법.

【청구항 3】

특정 고도를 기준으로 레이더 관측자료를 격자화하는 레이더 관측자료의 격자화 방법에 있어서,

레이더 관측소 식별명, 레이더 관측원점, 레이더의 관측거리범위와 관측거리간격, 관측 고도각 종류, 및 관측 방위각 간격을 포함하는 레이더 제원정보를 획득하는 단계;

격자화하려는 기준 고도와 격자 해상도를 결정하는 단계;

레이더의 관측거리범위와 상기 격자 해상도를 기초로 격자의 행과 열의 수를 계산하는 단계;

상기 격자의 행과 열을 구성하는 격자 셀을 순회하면서 레이더의 관측원점과 상기 격자 셀의 중심점에 대한 관측거리, 방위각, 및 고도각을 계산하여 기준 고도면상의 보간대상 위치를 구하는 단계;

상기 보간대상 위치에서의 레이더 반사도 값의 보간을 위하여 상기 레이더 제원정보를 기초로 상기 보간대상 위치에 인접한 보간점을 선정하는 단계;

상기 보간 대상위치와 상기 보간점에 대한 정보를 기초로 삼선형 보간을 수행하여 상기 격자 셀마다 상기 보간점에 대한 삼선형 보간 계수를 계산하는 단계; 및

상기 격자 셀별로 상기 보간점과 상기 삼선형 보간 계수를 저장하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 레이더 관측자료의 격자화 방법.

【청구항 4】

제3항에 있어서,

격자정보 생성을 위한 UF(Universal Format) 레이더 데이터를 수신하는 단계;

상기 격자 셀마다 저장된 상기 보간점과 상기 삼선형 보간 계수에 관한 정보 중에서 상기 UF 레이더 데이터와 레이더 관측소 식별명, 기준 고도, 및 격자 해상도가 서로 대응되는 정보를 읽어오는 단계;

상기 UF 레이더 데이터로부터 상기 보간점에 대응되는 관측값을 추출하는 단계; 및

상기 관측값과 상기 삼선형 보간 계수를 기초로 상기 격자 셀의 반사도를 구하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 레이더 관측자료의 격자화 방법.

【청구항 5】

제2항 또는 제4항에 있어서,

상기 격자 셀의 반사도에 강우와 레이더 반사도 관계식을 적용하여 강우 격자 자료를 생성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 레이더 관측자료의 격자화 방법.

【청구항 6】

제1항 또는 제3항에 있어서, 상기 보간점을 선정하는 단계는,

상기 보간 대상위치의 관측거리와 인접한 전, 후의 관측거리를 구하는 단계;

상기 보간 대상위치의 고도각에 인접한 위, 아래의 고도각을 구하는 단계; 및

상기 보간 대상위치의 방위각에 인접한 전, 후의 방위각을 구하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 레이더 관측자료의 격자화 방법.

【청구항 7】

특정 고도를 기준으로 레이더 관측자료를 격자로 생성하는 레이더 관측자료 격자화 시스템에 있어서,

격자의 행과 열을 구성하는 격자 셀을 순회하면서 레이더의 관측원점과 상기 격자 셀의 중심점에 대한 관측거리, 방위각, 및 고도각을 계산하여 기준 고도면상의 보간대상 위치를 구하는 보간대상 위치산출부;

상기 격자 셀을 순회하면서 상기 레이더 관측자료를 기초로 상기 보간대상 위치의 고도각에 인접하는 상, 하 고도각, 상기 보간대상 위치의 방위각에 인접하는 전, 후 방위각, 및 상기 보간대상 위치의 관측거리에 인접하는 전, 후 관측거리를 판단하여 상기 보간대상 위치의 보간을 위한 보간점을 선정하는 보간점 선정부; 및

상기 격자 셀별로 상기 보간대상 위치와 상기 보간점에 관한 정보를 저장하는 정적정보 저장부를 포함하는 것을 특징으로 하는 레이더 관측자료 격자화 시스템.

【청구항 8】

제7항에 있어서,

격자자료 생성을 위한 UF(Universal Format) 레이더 데이터를 수신하는 수신부; 및

상기 보간점에 대응하는 관측값을 상기 UF 레이더 데이터에서 추출하고, 상기 보간점 중 동일한 고도각을 가지는 보간점의 상기 관측값에 대하여 이중선형 보간을 수행하여 상·하면 보간값을 획득하고, 상기 상·하면 보간값에 대한 선형 보간을 수행하여 상기 격자 셀의 반사도를 구하는 반사도 산출부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 레이더 관측자료 격자화 시스템.

【청구항 9】

특정 고도를 기준으로 레이더 관측자료를 격자로 생성하는 레이더 관측자료 격자화 시스템에 있어서,

격자의 행과 열을 구성하는 격자 셀을 순회하면서 레이더의 관측원점과 상기 격자 셀의 중심점에 대한 관측거리, 방위각, 및 고도각을 계산하여 기준 고도면상의 보간대상 위치를 구하는 보간대상 위치산출부;

상기 격자 셀을 순회하면서 상기 레이더 관측자료를 기초로 상기 보간대상 위치의 고도각에 인접하는 상, 하 고도각, 상기 보간대상 위치의 방위각에 인접하는 전, 후 방위각, 및 상기 보간대상 위치의 관측거리에 인접하는 전, 후 관측거리를 판단하여 상기 보간대상 위치의 보간을 위한 보간점을 선정하는 보간점 선정부;

상기 보간대상 위치와 상기 보간점에 관한 정보를 이용하여 삼선형 보간을 수행하여 상기 보간점에 대한 삼선형 보간 계수를 계산하는 보간계수 산출부; 및

상기 격자 셀별로 상기 보간점과 상기 삼선형 보간 계수에 관한 정보를 저장하는 정적정보 저장부를 포함하는 것을 특징으로 하는 레이더 관측자료 격자화 시스템.

【청구항 10】

제9항에 있어서,

격자자료 생성을 위한 UF(Universal Format) 레이더 데이터를 수신하는 수신부; 및

상기 UF 레이더 데이터로부터 상기 보간점에 대응하는 관측값을 추출하고, 상기 관측값과 상기 삼선형 보간 계수를 이용하여 상기 격자 셀의 반사도를 구하는 반사도 산출부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 레이더 관측자료 격자화 시스템.

본 발명은 레이더 관측자료 격자화 장치 및 방법에 관한 것으로서, 본 발명에 따른 레이더 관측자료 격자화 방법은 특정고도를 기준으로 레이더 관측자료를 격자화하는 레이더 관측자료의 격자화 방법에 있어서, (a) 격자화 대상이 되는 공간범위, 격자화하려는 기준 고도 및 격자 해상도를 설정하는 단계; (b) 상기 격자해상도를 만족하고, 상기 공간범위에 대하여 투영원점을 레이더 관측원점으로 하며, 투영법을 정거방위도법(azimuthal equidistant projection)으로 하는 좌표참조체계를 가지는 격자를 구성하는 단계; (c) 상기 격자의 행과 열을 구성하는 적어도 하나 이상의 격자 셀을 순회하면서 상기 레이더 관측원점과 상기 격자 셀 중심점 간의 직선거리를 계산하여 상기 레이더 관측원점과 상기 격자 셀 중심점 간의 대원거리(great circle distance)를 산출하는 단계; (d) 상기 격자의 행과 열을 구성하는 적어도 하나 이상의 격자 셀을 순회하면서 상기 레이더 관측원점을 지나는 상기 격자 상의 수직축에 대하여 상기 레이더 관측원점과 상기 격자 셀 중심점을 연결하는 직선이 이루는 각도를 계산하여 상기 격자 셀 중심점에 대응하는 방위각을 산출하는 단계; (e) 상기 대원거리를 기초로 상기 격자 셀 중심점에 대응하는 상기 기준 고도의 레이더 관측거리와 고도각을 산출하는 단계; (f) 상기 레이더 관측자료의 레이더 관측값을 기초로 상기 기준 고도의 레이더 관측거리, 고도각 및 상기 방위각에 대응하는 레이더 관측값에 대한 보간을 수행하여 상기 격자 셀 중심점의 레이더 관측값을 산출하는 단계; 및 (g) 상기 격자 셀 중심점의 레이더 관측값을 상기 격자 셀별로 저장하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다. 이를 통하여, 대원거리와 방위각 연산의 복잡도를 줄임으로써 레이더 관측자료를 격자화하는 데 소요되는 시간을 단축할 수 있다.

【청구항 1】

특정고도를 기준으로 레이더 관측자료를 격자화하는 레이더 관측자료의 격자화 방법에 있어서, (a) 격자화 대상이 되는 공간범위, 격자화하려는 기준 고도 및 격자 해상도를 설정하는 단계; (b) 상기 격자 해상도를 만족하고, 상기 공간범위에 대하여 투영원점을 레이더 관측원점으로 하며, 투영법을 정거방위도법(azimuthal equidistant projection)으로 하는 좌표참조체계를 가지는 격자를 구성하는 단계; (c) 상기 격자의 행과 열을 구성하는 적어도 하나 이상의 격자 셀을 순회하면서 상기 레이더 관측원점과 상기 격자 셀 중심점 간의 직선거리를 계산하여 상기 레이더 관측원점과 상기 격자 셀 중심점 간의 대원거리(great circle distance)를 산출하는 단계;

(d) 상기 격자의 행과 열을 구성하는 적어도 하나 이상의 격자 셀을 순회하면서 상기 레이더 관측원점을 지나는 상기 격자 상의 수직축에 대하여 상기 레이더 관측원점과 상기 격자 셀 중심점을 연결하는 직선이 이루는 각도를 계산하여 상기 격자 셀 중심점에 대응하는 방위각을 산출하는 단계; (e) 상기 대원거리를 기초로 상기 격자 셀 중심점에 대응하는 상기 기준 고도의 레이더 관측거리와 고도각을 산출하는 단계;

(f) 상기 레이더 관측자료의 레이더 관측값을 기초로 상기 기준 고도의 레이더 관측거리, 고도각 및 상기 방위각에 대응하는 레이더 관측값에 대한 보간을 수행하여 상기 격자 셀 중심점의 레이더 관측값을 산출하는 단계; 및 (g) 상기 격자 셀 중심점의 레이더 관측값을 상기 격자 셀별로 저장하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 레이더 관측자료의 격자화 방법.

【청구항 2】

제1항에 있어서, 상기 (b)단계에서, 상기 격자의 좌표참조체계는 장반경과 단반경의 길이가 동일한 구체이면서 구체의 중심이 지구의 중심과 일치하는 데이텀(datum)을 적용하여 형성되는 것을 특징으로 하는 레이더 관측자료의 격자화 방법.

【청구항 3】

제1항에 있어서, 상기 (f)단계의 상기 격자 셀 중심점의 레이더 관측값을 산출하는 단계는, 레이더의 관측거리, 관측 고도각 및 관측 방위각의 간격 정보를 포함하는 레이더 제원정보를 기초로 상기 격자 셀 중심점에 대응하는 레이더 관측거리, 고도각, 및 방위각에 인접한 복수의 보간점을 선정하는 단계; 상기 레이더 관측자료로부터 상기 보간점에서의 레이더 관측값을 추출하는 단계; 및 상기 보간점의 레이더 관측값을 기초로 보간을

수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 레이더 관측자료의 격자화 방법.

【청구항 4】

제1항에 있어서, (h) 상기 격자 셀 중심점의 레이더 관측값을 기초로 상기 격자 셀 중심점의 강우량을 계산하여 상기 격자 셀별로 저장하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 레이더 관측자료의 격자화 방법.

【청구항 5】

특정 고도각을 기준으로 레이더 관측자료를 격자화하는 레이더 관측자료의 격자화 방법에 있어서, (a) 격자화 대상이 되는 공간범위, 격자화하려는 기준 고도각 및 격자 해상도를 설정하는 단계; (b) 상기 격자 해상도를 만족하고, 상기 공간범위에 대하여 투영원점을 레이더 관측원점으로 하며, 투영법을 정거방위도법(azimuthal equidistant projection)으로 하는 좌표참조체계를 가지는 격자를 구성하는 단계; (c) 상기 격자의 행과 열을 구성하는 적어도 하나 이상의 격자 셀을 순회하면서 상기 레이더 관측원점과 상기 격자 셀의 중심점 간의 직선거리를 계산하여 상기 레이더 관측원점과 상기 격자 셀의 중심점 간의 대원거리(great circle distance)를 산출하는 단계; (d) 상기 격자의 행과 열을 구성하는 적어도 하나 이상의 격자 셀을 순회하면서 상기 레이더 관측원점을 지나는 상기 격자 상의 수직축에 대하여 상기 레이더 관측원점과 상기 격자 셀의 중심점을 연결하는 직선이 이루는 각도를 계산하여 상기 격자 셀의 중심점에 대응하는 방위각을 산출하는 단계; (e) 상기 대원거리를 기초로 상기 격자 셀의 중심점에 대응하는 상기 기준 고도각에서의 레이더 관측거리를 산출하는 단계; (f) 상기 레이더 관측자료의 레이더 관측값을 기초로 상기 레이더 관측거리와 상기 방위각에 대응하는 레이더 관측값에 대한 보간을 수행하여 상기 격자 셀의 중심점에서의 레이더 관측값을 산출하는 단계; 및 (g) 상기 격자 셀 중심점의 레이더 관측값을 상기 격자 셀별로 저장하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 레이더 관측자료의 격자화 방법.

【청구항 6】

제5항에 있어서, 상기 (b)단계에서, 상기 격자의 좌표참조체계는 장반경과 단반경의 길이가 동일한 구체이면서 구체의 중심이 지구의 중심과 일치하는 데이텀(datum)을 적용하여 형성되는 것을 특징으로 하는 레이더 관측자료의 격자화 방법.

【청구항 7】

제5항에 있어서, 상기 (f)단계에서의 상기 격자 셀의 중심점에서의 레이더 관측값을 산출하는 단계는, 레이더의 관측거리, 및 관측 방위각의 간격 정보를 포함하는 레이더의 제원 정보를 기초로 상기 격자 셀의 중심점에 대응하는 레이더 관측거리와 방위각에 인접한 복수의 보간점을 선정하는 단계; 상기 레이더 관측자료로부터 상기 보간점에서의 레이더 관측값을 추출하는 단계; 및 상기 보간점의 레이더 관측값을 기초로 보간을 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 레이더 관측자료의 격자화 방법.

【청구항 8】

제5항에 있어서, (h) 상기 격자 셀 중심점의 레이더 관측값을 기초로 상기 격자 셀 중심점의 강우량을 계산하여 상기 격자 셀별로 저장하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 레이더 관측자료의 격자화 방법.

【청구항 9】

특정고도를 기준으로 레이더 관측자료를 2차원 형태의 격자자료로 격자화하는 레이더 관측자료의 격자화 장치에 있어서, 격자화 대상 공간범위에 대하여 투영원점을 레이더 관측원점으로 하며, 투영법을 정거방위도법(azimuthal equidistant projection)으로 하는 좌표참조체계를 가지는 격자를 구성하는 격자 구성부; 구성된 상기 격자의 행과 열을 구성하는 적어도 하나 이상의 격자 셀을 순회하면서 상기 레이더 관측원점과 상기 격자 셀 중심점 간의 직선거리를 계산하여 상기 레이더 관측원점과 상기 격자 셀 중심점 간의 대원거리(great circle distance)를 산출하는 대원거리 산출부; 상기 대원거리를 기초로 상기 격자 셀 중심점에 대응하는 상기 기준 고도의 레이더 관측거리와 고도각을 구하는 거리/고도각 산출부; 구성된 상기 격자의 행과 열을 구성하는 적어도 하나 이상의 격자 셀을 순회하면서 상기 레이더 관측원점을 지나는 상기 격자 상의 수직축에 대하여 상기 레이더 관측원점과 상기 격자 셀 중심점을 연결하는 직선이 이루는 각도를 계산하여 상기 격자 셀 중심점에 대응하는 방위각을 산출하는 방위각 산출부; 및 상기 레이더 관측자료를 기초로 상기 기준 고도의 레이더 관측거리, 상기 고도각, 상기 방위각의 레이더 관측값에 대한 보간을 수행하여 상기 격자 셀 중심점에서의 레이더 관측값을 산출하고, 상기 격자 셀별로 저장하는 레이더 관측값 산출부를 포함하는 것을 특징으로 하는 레이더 관측자료의 격자화 장치.

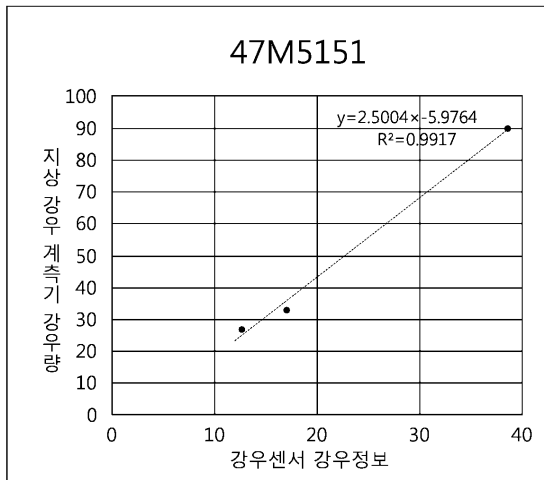
【청구항 10】

특정 고도각을 기준으로 레이더 관측자료를 2차원 형태의 격자자료로 격자화하는 레이더 관측자료의 격자화 장치에 있어서,

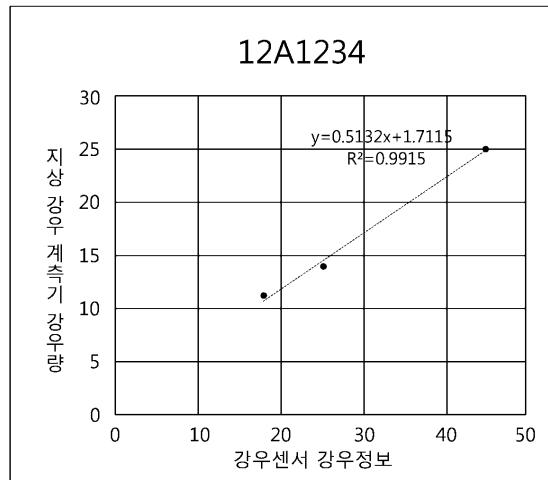
격자화 대상 공간범위에 대하여 투영원점을 레이더 관측원점으로 하며, 투영법을 정거 방위도법(azimuthal equidistant projection)으로 하는 좌표참조체계를 가지는 격자를 구성하는 격자 구성부; 구성된 상기 격자의 행과 열을 구성하는 적어도 하나 이상의 격자 셀을 순회하면서 상기 레이더 관측원점과 상기 격자 셀 중심점 간의 직선거리를 계산하여 상기 레이더 관측원점과 상기 격자 셀 중심점 간의 대원거리(great circle distance)를 산출하는 대원거리 산출부; 상기 대원거리를 기초로 상기 격자 셀 중심점에 대응하는 상기 기준 고도각에서의 레이더 관측거리를 구하는 관측거리 산출부; 구성된 상기 격자의 행과 열을 구성하는 적어도 하나 이상의 격자 셀을 순회하면서 상기 레이더 관측원점을 지나는 상기 격자 상의 수직축에 대하여 상기 레이더 관측원점과 상기 격자 셀 중심점을 연결하는 직선이 이루는 각도를 계산하여 상기 격자 셀 중심점에 대응하는 방위각을 산출하는 방위각 산출부; 및 상기 레이더 관측자료의 레이더 관측값을 기초로 상기 기준 고도각에서의 레이더 관측거리와 상기 방위각에 대응하는 레이더 관측값에 대한 보간을 수행하여 상기 격자 셀 중심점에서의 레이더 관측값을 산출하고, 상기 격자 셀별로 저장하는 레이더 관측값 산출부를 포함하는 것을 특징으로 하는 레이더 관측자료의 격자화 장치.

라. ‘차량 강우센서, 지상 강우 계측기, 레이더 강우 데이터와 빅 데이터 처리 기술을 접목한 강우 정보 시스템 및 강우 정보 서버’ 특허 개요

본 발명은 차량 강우센서 데이터를 활용한 강우 정보 시스템 및 강우 정보 서버에 관한 것으로, 본 발명에 따른 강우 정보 시스템은 위치 및 속도 정보를 제공하는 GPS 모듈과 와이퍼의 동작 제어를 위해 강우 정보를 센싱하는 강우센서를 구비하는 차량; 및 상기 차량의 위치와 근접한 지점에 설치된 지상 강우 계측기의 강우량 데이터를 이용하여 상기 차량의 강우센서에서 센싱된 강우 정보를 강우량 단위의 데이터로 변환하기 위한 회귀식을 산출하고, 상기 회귀식을 이용하여 구해진 강우량 데이터를 기초로 강우 래스터 자료를 생성하는 강우 정보 서버를 포함하는 것을 특징으로 한다. 이를 통하여, 일반 차량에 구비된 강우센서를 활용하여 대규모의 이동형 지상 강우 센서망을 구축하고, 빅데이터 기술을 활용하여 강우 자료를 생성함으로써 시스템의 경제적 운용이 가능하고, 강우 자료의 정확성을 높일 수 있다.



(a)



(b)

【청구항 1】

위치 및 속도 정보를 제공하는 GPS 모듈과 와이퍼의 동작 제어를 위해 강우 정보를 센싱하는 강우센서를 구비하는 차량; 및 상기 차량의 위치와 근접한 지점에 설치된 지상 강우 계측기의 강우량 데이터를 이용하여 상기 차량의 강우센서에서 센싱된 강우 정보를 강우량 단위의 데이터로 변환하기 위한 회귀식을 산출하고, 상기 회귀식을 이용하여 구해진 강우량 데이터를 기초로 강우 래스터 자료를 생성하는 강우 정보 서버를 포함하는 것을 특징으로 하는 강우 정보 시스템.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 강우 정보 서버는 상기 차량의 강우 정보로부터 산출되는 강우량 데이터와 상기 지상 강우 계측기의 강우량 데이터를 미리 설정된 가중치에 따라 합성하여 상기 강우 래스터 자료를 생성하는 것을 특징으로 하는 강우 정보 시스템.

【청구항 3】

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 강우 정보 서버는 상기 차량의 강우 정보로부터 산출되는 강우량 데이터, 상기 지상 강우 계측기의 강우량 데이터, 및 레이더 강우 정보를 합성하여 상기 강우 래스터 자료를 생성하는 것을 특징으로 하는 강우 정보 시스템.

【청구항 4】

지상에 설치되어 강우량을 측정하는 지상 강우 계측기 및 차량의 위치, 속도 정보를 제공하는 GPS모듈과 와이퍼의 동작 제어를 위해 강우 정보를 센싱하는 강우센서를 구비하는 차량으로부터 정보를 수신하고 저장하는 정보 수신부; 상기 차량의 위치에서 미리 결정된 거리 이내에 설치된 상기 지상 강우 계측기의 강우량 데이터와 상기 강우센서의 강우 정보의 관계를 도출하여, 상기 강우센서의 강우 정보를 강우량 단위의 데이터로 변환하기 위한 회귀식을 산출하고, 상기 차량의 식별을 위한 식별ID와 대응하여 저장관리하는 회귀식 산출부; 산출된 상기 회귀식을 기초로 상기 강우센서에서 센싱된 강우 정보를 강우량 데이터로 변환하여 차량 측정 강우량을 산출하는 강우량 산출부; 및 상기 차량의 위치 정보와 상기 차량 측정 강우량 수치를 이용하여 강우 래스터 자료를 생성하는 자료 생성부를 포함하는 것을 특징으로 하는 강우 정보 서버.

【청구항 5】

제4항에 있어서, 상기 회귀식 산출부는 상기 차량과 상기 지상 강우 계측기와의 거리, 상기 강우 정보의 수치, 상기 강우 정보의 측정 시점, 및 상기 강우 정보가 측정된 시점의 상기 차량의 고도와 속도 중 적어도 어느 하나와 관련된 조건을 설정하고, 상기 조건을 만족하는 상기 차량의 강우 정보를 추출하여 상기 회귀식을 산출하는 것을 특징으로 하는 강우 정보 서버.

【청구항 6】

제4항에 있어서, 상기 회귀식 산출부는 기설정된 주기에 대응하여 또는 비주기적으로 상기 회귀식에 대한 보정을 수행하는 것을 특징으로 하는 강우 정보 서버.

【청구항 7】

제6항에 있어서, 상기 강우량 산출부는 상기 회귀식의 최종 보정이 이루어진 시점으로부터 미리 결정된 시간이 경과되었거나, 상기 보정의 기초가 된 데이터의 측정시간 간격이 미리 결정된 시간간격을 넘는 경우, 또는 상기 보정의 기초가 된 데이터의 개수가 기설정된 기준 이하인 회귀식을 가지는 차량의 강우 정보는 상기 차량 측정 강우량 산출시 제외하는 것을 특징으로 하는 강우 정보 서버.

【청구항 8】

제4항에 있어서, 상기 강우량 산출부는 상기 회귀식의 신뢰성이 미리 결정된 수준 이하이거나 상기 회귀식 산출의 기초가 된 데이터 개수가 기설정된 기준 이하인 차량의 강우 정보는 상기 차량 측정 강우량 산출시 제외하며, 상기 회귀식의 신뢰성은 상기 회귀식의 결정계수에 의하여 정의되는 것을 특징으로 하는 강우 정보 서버.

【청구항 9】

제4항에 있어서, 상기 강우량 산출부는 상기 차량이 위치한 고도, 및 상기 차량의 속도에 관한 조건을 설정하고, 상기 조건을 만족하는 상기 차량의 강우 정보만을 강우량 데이터로 변환하여 상기 차량 측정 강우량을 산출하는 것을 특징으로 하는 강우 정보 서버.

【청구항 10】

제4항에 있어서, 상기 자료 생성부는 상기 회귀식의 신뢰성에 따라 차량마다 차등적으로 부여되는 가중치를 반영하여 상기 강우 래스터 자료를 생성하며,

상기 회귀식의 신뢰성은 상기 회귀식의 결정계수에 의하여 정의되는 것을 특징으로 하는 강우 정보 서버.

【청구항 11】

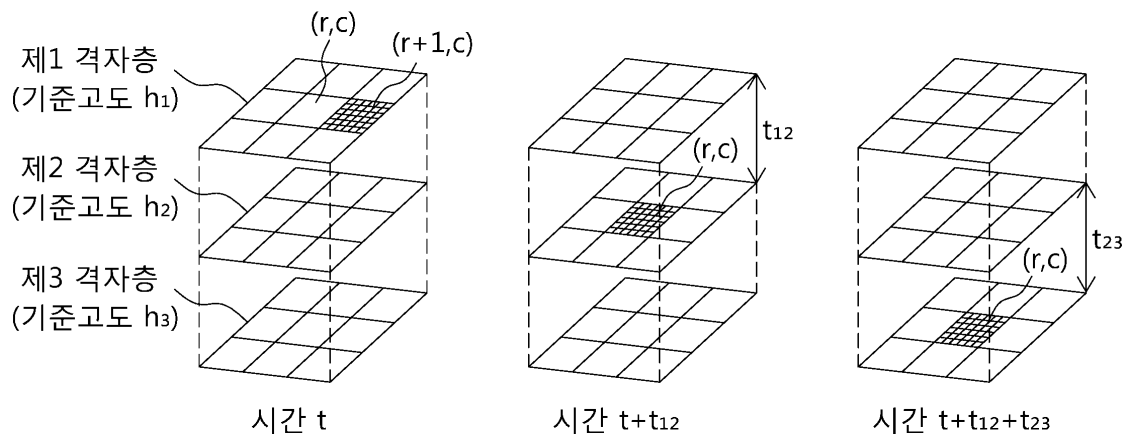
제4항에 있어서, 상기 자료 생성부는 상기 차량의 강우센서에서 센싱된 강우 정보로부터 산출되는 강우량 데이터와 상기 지상 강우 예측기의 강우량 데이터를 미리 결정된 가중치에 따라 합성하여 상기 강우 래스터 자료를 생성하는 것을 특징으로 하는 강우 정보 서버.

【청구항 12】

제4항에 있어서, 상기 자료 생성부는 상기 차량의 강우센서에서 센싱된 강우 정보로부터 산출되는 강우량 데이터, 상기 지상 강우 예측기의 강우량 데이터, 및 레이더 강우 정보를 합성하여 상기 강우 래스터 자료를 생성하는 것을 특징으로 하는 강우 정보 서버.

**마. ‘레이더 관측자료를 3차원 격자 데이터로 구축하여 활용하는 강우량 추정 장치’
특허 개요**

본 발명은 강우량 추정 장치에 관한 것으로서, 일정 지역에 대한 레이더 관측자료를 격자화하여 격자 데이터를 생성하고, 상기 격자 데이터를 이용하여 강우량을 추정하는 장치에 있어서, 상기 레이더 관측자료를 수신하는 수신부; 격자화하려는 복수의 기준 고도에 각각 대응되는 복수의 격자층을 누적하여 멀티 격자층 데이터 구조를 마련하고, 상기 레이더 관측자료를 기초로 상기 격자층의 행과 열을 구성하는 격자 셀 중심점에서의 레이더 관측값을 보간하여 멀티 격자층 형태의 격자 데이터를 생성하는 격자 데이터 생성부; 및 상기 복수의 격자층의 격자 데이터를 복합적으로 이용하여 해당 영역의 지상 강우량을 추정하는 강우량 추정부를 포함하는 것을 특징으로 한다. 본 발명에 따르면, 다중 고도의 3차원 격자화 데이터를 이용하여 강우량을 추정함으로써, 고도에 따라 위치한 구름과 지형의 영향에 따른 오차를 크게 줄일 수 있다.



【청구항 1】

일정 지역에 대한 레이더 관측자료를 격자화하여 격자 데이터를 생성하고, 상기 격자 데이터를 이용하여 강우량을 추정하는 장치에 있어서,

상기 레이더 관측자료를 수신하는 수신부;

격자화하려는 복수의 기준 고도에 각각 대응되는 복수의 격자층을 누적하여 멀티 격자층 데이터 구조를 마련하고, 상기 레이더 관측자료를 기초로 상기 격자층의 행과 열을 구성하는 격자 셀 중심점에서의 레이더 관측값을 보간하여 멀티 격자층 형태의 격자 데이터를 생성하는 격자 데이터 생성부; 및

상기 복수의 격자층의 격자 데이터를 복합적으로 이용하여 해당 영역의 지상 강우량을 추정하는 강우량 추정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 강우량 추정 장치.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 격자 데이터 생성부는 보간 대상에 해당하는 상기 격자 셀 중심점으로부터 기설정된 반경 이내의 상기 레이더 관측자료를 이용하여 상기 격자층의 레이더 관측값을 보간하는 것을 특징으로 하는 강우량 추정 장치.

【청구항 3】

제1항에 있어서,

상기 격자 데이터 생성부는

보간 대상에 해당하는 상기 격자 셀 중심점과 보간 활용 관측값의 거리,

보간 활용 관측값과 레이더 관측원점간 거리,

보간 활용 관측값을 관측한 레이더 사이트마다 지정된 신뢰도

에 따라 가중치를 부여한 보간법을 통하여 상기 격자층의 레이더 관측값을 보간하는 것을 특징으로 하는 강우량 추정 장치.

【청구항 4】

제1항에 있어서,

상기 강우량 추정부는 상기 각각의 기준 고도에 대응하는 격자층의 레이더 관측값을 기초로 추정되는 강우량을 최고 기준 고도부터 최저 기준 고도까지 누적하여 상기 지상 강우량을 추정하는 것을 특징으로 하는 강우량 추정 장치.

【청구항 5】

제4항에 있어서,

상기 격자 데이터 생성부는 상기 레이더 관측자료의 관측 주기별로 상기 격자 데이터를 생성하며,

상기 강우량 추정부는 특정 기준 고도의 강우량 산출시 상위 격자층에서의 강우 낙하시간을 고려하여 그 시간만큼의 과거 시점에 대응한 상위 격자층 레이더 관측값을 기초로 추정되는 강우량을 누적하여 상기 지상 강우량을 추정하는 것을 특징으로 하는 강

우량 추정 장치.

【청구항 6】

제5항에 있어서,

상기 강우량 추정부는 강우가 낙하하는 동안 상기 각각의 기준 고도 사이에 존재하는 바람의 방향과 속도에 의한 강우의 수평 이동 거리를 산출하고, 상기 수평 이동 거리만큼 이동된 상기 격자 셀에서의 상기 강우 레이더 관측값을 이용하여 추정되는 강우량을 누적하여 상기 지상 강우량을 추정하는 것을 특징으로 하는 강우량 추정 장치.

【청구항 7】

제1항에 있어서,

상기 강우량 추정부는 지상 강우량과의 상관관계에 따라 부여된 상기 기준 고도별 가중치를 이용하여 상기 지상 강우량을 추정하는 것을 특징으로 하는 강우량 추정 장치.

【청구항 8】

제1항에 있어서,

상기 격자 데이터 생성부는 복수의 레이더로부터 관측된 상기 레이더 관측자료가 수신될 때, 상기 레이더별로 관측자료를 분리하여 분산 처리하거나, 상기 레이더의 각 SWEEP별로 관측자료를 분리하여 분산 처리하거나, 상기 레이더 관측값의 보간 수행시 상기 격자층의 관측변수(수평반사도(CZ),차등반사도 등) 별로 분산 처리하는 것을 특징으로 하는 강우량 추정 장치.