

# 효율적인 소형 기상예보서버 개발

김상철<sup>1</sup> · 왕지남<sup>2</sup> · 박창목<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국정보보호센터 / <sup>2</sup>아주대학교

## Development of an Efficient Small-sized Weather-conditions Forecasting Server

Sang-Chul Kim<sup>1</sup> · Gi-Nam Wang<sup>2</sup> · Chang-Mock Park<sup>2</sup>

We developed an efficient small sized weather condition forecasting system (WFS). A cheap NT-server was utilized for handling a large amount of data, while traditional WFS has conventionally relied on Unix based workstation server. The proposed WFS contains automatic weather observing system (AWS). AWS was designed for collecting weather conditions automatically, and it was linked-to-WFS in order to provide various weather condition information. The existing two phase scheme and chain code algorithm were used for transforming AWS's data into WFS's data. The WFS's data were mapped into geometric information system using various display techniques. Finally the transformed WFS's data was also converted into JPG (Joint Photographic Group) data type, and the final JPG data could be accessible by others though Internet. The developed system was implemented using WWW environment and has provided weather condition forecasting information. Real case is given to show the presented integrated WFS with detail information.

### 1. 서론

산업구조가 다변화하고 국민생활 수준의 향상과 더불어 기상정보에 대한 수요와 욕구가 확대됨에 따라 기존의 일반 국민 대상의 기상서비스 외에 특정 수요자 대상의 기상서비스에 대한 욕구 충족을 위한 필요성이 증대되었다. 기상청은 특정 수요자를 위한 기상서비스를 예보사업등록을 한 예보사업자가 행할 수 있도록 민간예보사업제도를 신설하였다. 따라서 기상청에 등록된 민간예보 사업자는 특정 수요자를 대상으로 기상 관련 예보업무를 사업으로 진행할 수 있게 되었다.

국내의 선정된 민간 기상예보 사업자 (진양웨더윈, 케이웨더, 웨더뉴스, 타이로스기상정보, 한국일기예보, 새하늘기상정보 등)는 기상청으로부터 민간 기상예보에 필요한 여러 가지 방대한 기상자료를 적정한 수수료를 지불하고 사용할 수 있게 되었다. 각각의 기상예보 사업자는 기상예보에 필요한 방대한 기상자료의 송·수신, 자료의 저장, 자료의 처리, 자료의 표출 등에 필요한 대용량인 서버시스템을 고가인 Workstation을 통하여 구축하게 되었다. 일반 기상예보 사업자는 서

버시스템으로서 Oracle이나 Informix 등의 RDBMS를 사용한 SUN, IBM, SGI 등의 Workstation을 사용하였다.

본 제안시스템은 중·소형 서버 시스템으로서 고가인 대용량의 서버를 대체할 수 있는 중·소형 기상예보서버(WFS: Weather-Condition Forecasting Server) 개발을 제시한다. 제안된 WFS는 자동기상관측시스템(AWS: Automatic Weather-Observing System)에서 바람, 기온, 습도, 강수량 등의 매분 관측을 통해 현재 일기상태를 관측하고, 관측된 데이터의 효율적인 표출을 위하여 효율적인 객관분석 방법인 Barnes의 2-Pass Scheme 방법과 물체인식 방법인 Chain Code Algorithm을 사용하여, 격자 자료를 등치면(Contour Line)으로 표출 후 지리정보자료(Geometric Information System: GIS)에 중첩하여 확대, 축소 및 동화표출이 가능하도록 제시하였다. 또한 표출된 자료를 JPG로 변환하고 압축된 해당 디렉토리에 저장한 다음, 사용자의 요구시 WEB이나 내부 Application으로 표출될 수 있도록 전체 시스템을 통합 개발하였다. 제안된 WFS의 개발을 통하여 기상예보 사업자는 저가이고 능률적으로 자동 수집된 기상자료를 기상 변수간 비교분석, 통합분석의 기능을 제공하고, WEB을 통한 GUI Interface등을 제공함으로써 고품질의 기상서비스와 다양한 기상정보의 제공이 가능하리라 사료된다.

## 2. 본 론

### 2.1 민간 기상정보지원 시스템 개요 및 구성도

기상청의 기상종합지원서버(Global Weather-Conditions- Information-Providing Server: GWS) 시스템은 민간예보사업자에게 기상정보를 제공하기 위한 전용 시스템이다. 기상청의 GWS는 X.25의 통신 Protocol에 의해 접속되어 실시간으로 자료를 수신하여 민간예보사업자에게 Anonymous File을 계속적으로 생성, 갱신, 추가하고 있다. 또한 File을 삭제하는 Process가 Time-Scheduler에 의하여 자동되어 자료의 특성에 따라 일정시간이 지나면 해당 자료 방에서 삭제되도록 구성되었다.

GWS 시스템은 SGI사의 Indigo와 Indy W/S 2조로 구성되어 한쪽에서 장애가 발생되면 다른 시스템으로 전환 운영할 수 있도록 이중화로 구성되어 있으나, 시스템에서 제공되는 것이 아니고 기상청에서 Application S/W를 개발하여 사용하는 것으로서 완전하게 Dual System과는 다르며 전환 시 수작업을 거치게 되므로 적은 시차가 발생할 수 있다.

GWS 시스템은 종합기상정보 시스템으로부터 수신한 자료를 Anonymous File로 만들어 자료 방을 단지 운영만 하므로 민간 기상예보 사업자에게 자료를 전송하는 S/W는 별도로 갖고 있지 않으며 민간 기상예보 사업자가 TCP/IP나 FTP에 의해 해당 디렉토리의 해당 File을 직접 수집하도록 되어 있다. 따라서 WFS는 Windows NT-Server의 FTP를 사용하여 GWS의 자료발생 시간에 맞추어 해당 파일을 자동으로 가져오는 시스템이 필요하다. WFS는 이러한 점을 고려하여 자체적으로 운영할 DBMS나 File시스템의 활용이 용이하도록 시스템을 구축하였다.

제안된 Windows NT-Server기반 WFS로부터 민간 예보사업자

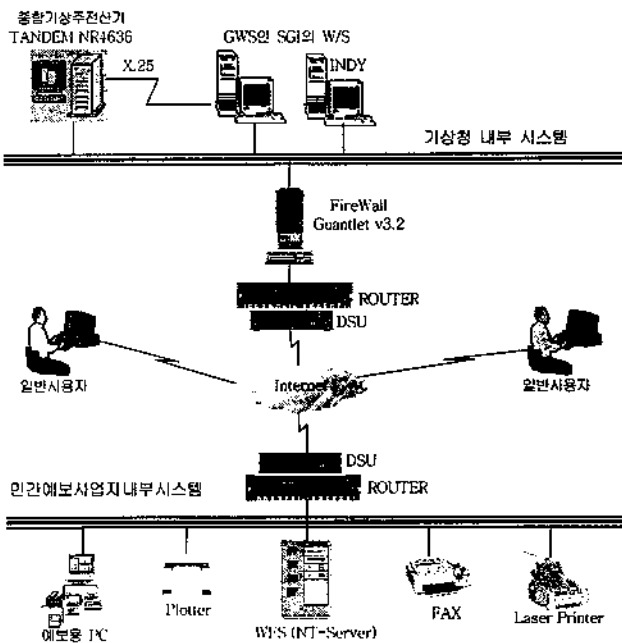


그림 1. 기상청과 민간예보사업자의 시스템 네트워크 구성도.

는 가공된 양질의 기상정보를 WEB, E-mail, FAX, 전화 등을 사용하여 사용자에게 신속히 제공할 수 있도록 구성하였다.

### 2.2 송수신 체계 구축

일반적으로 기상청의 GWS는 생성된 자료를 WFS에 자동 전송하는 프로그램이 구축되어 있지 않다. 따라서 민간 기상예보 사업자는 GWS의 해당 디렉토리에 저장되어 있는 파일을 자동으로 수신하여야 한다. 본 시스템은 자동으로 파일을 수집할 수 있는 Windows-NT상에서 지원하는 FTP를 사용하였다. NT-Server의 자료 수신 프로그램은 자료의 생성시간에 맞추어 해당 디렉토리에 저장되어 있는 기상자료를 수집하여 NT-Server의 약속된 Directory에 저장시키고, 수집된 자료 및 수집시간을 ODBC와 텔파이의 SQL Link Interface를 사용하여 해당 자료를 DB에 저장시키거나, 요구목적에 맞추어 자료를 가공한다. 하지만 이런 과정은 시스템이 정상적으로 작동할 때의 처리 과정이고, GWS의 해당 디렉토리에 생성되는 각 파일의 약속된 생성시간이 다를 수 있다. 이로 인하여 NT-Server는 각 파일을 약속된 파일 생성시간에 가져오는데 있어서 NT-Server성능에 지장을 초래한다. 따라서 본 시스템은 각각의 파일 생성시간에 대한 환경파일을 설정하고, 각 파일에 대한 수집여부를 Logging 해서 파일의 수집 에러 발생 시 다시 재수신하도록 프로그램을 구성, 통신 Network상에서 시스템의 부하를 최소화하도록 하였다.

수집된 파일은 각 파일에 해당하는 여러 가지 자료를 수요 목적에 맞추어 가공한 후 다양한 대민 기상서비스를 수행하도록 하였다. 대민 기상서비스는 가공된 기상자료를 WEB서비스, E-mail, TCP/IP, FTP, FAX, 전화 등을 통하여 민간기상예보 수용자에게 일정금액의 수수료를 받고 전달된다. 자료의 전달 과정은 <그림 2>와 같다.

### 2.3 민간기상예보에 필요한 자료의 구조 및 기능 설명

GWS에 저장되어 있는 기상자료의 디렉토리 구조와 자료의 유형에 관한 자료는 <부록 1>에 별첨하여 제공한다. 민간 기상자료는 크게 분류하면 텍스트 자료, 영상 자료 및 일기도 자료로 구분할 수 있다. 각각의 텍스트 자료는 어떤 정형화된 형식의 타입을 갖고 있다. WFS는 일정한 형식의 텍스트 자료로

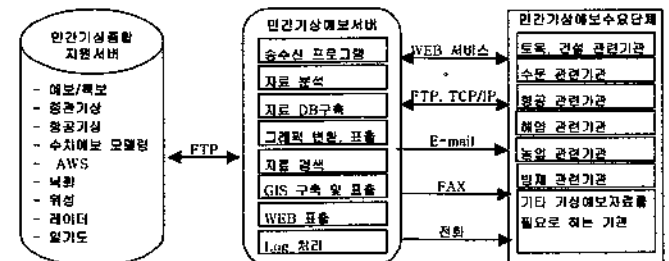


그림 2. GWS, WFS 및 민간기상 수요자 간의 자료 흐름도.

부터 필요한 요소 자료를 추출, 취합하여 RDBMS에 저장하고 수집된 영상 자료 및 일기도 자료는 예보사업자의 사용목적에 맞추어 가공하는 과정이 필요하다.

2.3.1 텍스트 자료의 정형화된 자료구조

정형화된 텍스트 자료는 다음과 같은 처리과정에 의하여 DBMS에 저장 및 가공되어서 민간예보사업자가 사용한다.

- ① 정형화된 저장자료는 자료의 내용을 구분하는 TTAAii\_YYYYMMDDhhmm형식의 파일이름으로 저장된다.
- ② TTAAii는 자료의 내용을 구분하며, YYYYMMDDhhmm은 자료의 생성 시간이다.
- ③ 파일내용 : 한 파일에는 1개 또는 다수 개의 data record로 구성되며 각 record는 “=CRCLRF”로 구분된다.

Data Record 1	=	CR	CR	LF	...	Data Record n	=	CR	CR	LF
---------------	---	----	----	----	-----	---------------	---	----	----	----

- ④ Data Record의 각 항목은 “#”으로 구분된다.

Item 1	#	Item 2	#	...	#	Item n	#
--------	---	--------	---	-----	---	--------	---

항목에 자료가 없으면 “#” 문자가 연속된다.

- ⑤ 추출된 Data Record는 ODBC와 Delphi의 SQL Link Interface에 의해 RDBMS에 저장된다.

2.3.2 영상 자료의 자료구조

기상정보의 위성영상 및 레이더 영상 자료는 통신상에서 Traffic을 최소화하기 위하여 GZIP 형식으로 압축되어 있다. 이 압축된 파일을 수집한 후에 압축을 해제하면 위성영상 자료는 GIF Image타입을 갖고, 레이더 영상 자료는 TIF Image타입을 갖는다. 이들 영상 자료를 Internet의 WEB상에 표출하기 위해서는 TIF 타입을 갖는 레이더 영상 자료를 JPG나 GIF 형식의 Image로 변환해야 한다. 변환된 이미지 자료는 WFS의 약속된 디렉토리에 자동 저장되어 사용자의 요구시 사용되어질 수 있다. 그리고 변환된 최신의 영상 자료를 정지영상과 동화영상으로 표출하기 위하여 영상 자료의 생성시간을 영상 자료의 결측 여부를 WFS에 알리기 위해 RDBMS에 저장한다.

2.3.3 일기도의 자료구조

기상청에서 제공되는 모든 일기도 파일은 영상 자료와 마찬가지로 GZIP 형식으로 압축되어 있다. 일기도 파일의 압축을 해제하면 HP사의 그래픽 포맷인 HPGL(HP Graphic Library: Vector형식) 타입으로 구성되어 있다. 마찬가지로 HPGL 타입의 일기도 파일을 Internet상에 표출시키기 위하여 HPGL 타입의 파일을 GIF나 JPG 타입으로 변환해야 한다. 그러나 HPGL 파일을 직접적으로 GIF나 JPG Type으로 Convert시키는 데 많은 어려움이 있기 때문에 HPGL 파일을 PCX 타입으로 변환한 다음, 이 PCX파일을 GIF로 변환하는 방법을 사용하였다. 영상 자료와 마찬가지로 변환된 일기도 영상 자료는 WFS의 약속된 디렉토리에 자동 저장되어 사용자의 요구시 신속, 정확하게 사용될 수 있도록 구성하였다. 그리고 최신의 일기도 자료를 표

출하기 위하여 일기도 자료의 생성시간을 RDBMS에 저장한다.

2.4 민간 기상자료의 DBMS구축

기상청의 GWS에서 수집되는 모든 자료를 축적하고, 모든 Text 자료는 해당 파일의 생성시간과 자료를 ODBC와 델파이의 SQL Link Interface를 사용하여 DBMS에 저장하였다. 즉, WFS는 영상 자료와 일기도 자료는 자료의 특성상 파일시스템으로 설계하였다. 단, 영상 자료와 일기도 자료의 생성시간은 DBMS에 저장하여 최신자료를 불러오거나, 자료의 결측이 발생하였을 때의 오류를 극복하였고, 자료의 동화표출이 가능하도록 구성하였다. 수집된 민간 기상자료의 Entity 유형의 내용을 <표 1>에 나타내었다.

DB에 저장된 자료는 과거자료의 재사용을 위하여 Text자료는 7일마다, 일기도 및 영상 자료는 3일 주기로 RW-CD에 백업(Backup)된다. 백업된 자료는 복원(Restore) 과정을 통하여 필요시 재사용할 수 있도록 시스템을 구성하였다.

2.5 데이터의 처리환경

WFS시스템은 WEB Server system으로서 MicroSoft의 IIS (Internet Information Server)를 사용하였으며, 개발도구로 Delphi 4.0 Client/Server버전, Visual C++ 5.0 및 DB Interface를 위하여 ODBC 및 델파이의 SQL Link를 사용하였다. 그리고 WEB개발 언어로서는 HTML, JAVA, JAVA Script, ASP, VB Script를 사용하였다.

WFS는 민간기상 예보자료를 GWS로부터 자료를 수집하는 자료 수신 프로그램, 수집된 자료의 DB저장 및 영상 자료, 일기도를 요구목적에 맞게 변환하는 프로그램, 수집된 AWS자료를 QC 및 객관분석하여 GIS가 중첩된 Contour(등치면)로 표출시키고, 표출된 자료를 JPG로 변환하는 AWS의 처리프로그램의 3가지 프로그램으로 구성되어 있다. 각 자료의 처리 과정은 다음과 같다.

2.5.1 일반 Text(예보, 특보, 종관기상, 낙뢰 등) 자료의 처리

기상청은 예보, 특보, 종관 기상, 낙뢰 등의 텍스트 자료가 발표되면 발표자료를 GWS의 약속된 저장소의 약속된 파일명으로 저장한다. 저장 후 WFS는 발표자료를 FTP를 사용하여 가져온다. 취합된 자료는 기후 값을 이용하는 RangeCheck, 같은 시간대에 대해 다른 관측지점과 비교하는 Spatial Check 및 과거시간대와 비교하는 Temporal Check의 Algorithm을 사용하여 자료를 QC한다.

QC된 자료로부터 추출된 해당 기상자료의 Record는 Delphi 4.0의 SQL Link와 ODBC의 Interface를 사용하여 SQL Server 7.0의 RDBMS에 저장된다. 저장된 자료는 바로 단기예보, 중장기예보 및 기상특보용 자료로서 활용되고, 대민 서비스나 WEB서비스를 위하여 사용된다. 이를 간략히 그림으로 설명하면 <그림 3>과 같다.

표 1. 민간 기상자료의 Entity 유형

내 용		엔티티의 속성 및 DBMS 구성여부	자료의 저장기간
예보자료	기상개황, 단기/주간/월간예보, 계절전망, 육해상광역/국지예보, 고속도로/산악/항로예보	문, 숫자자료 (DB로 구성됨)	7일
종관기상 관측자료	전국기상실황, 산업기상, 계절관측, 강우, 해상기상, 등대기상, 기본통계자료 등	문, 숫자자료 (DB로 구성됨)	7일
AWS 관측자료	전국 방재용 AWS자료, 전국 관서용 AWS자료	문, 숫자자료 (DB로 구성됨)	7일
특보자료	한파, 건조, 호우, 대설, 해일, 태풍, 파랑, 폭풍, 특보종합 이미지	문, 숫자자료 (DB로 구성됨)	7일
항공/고층	공항기상실황, 항공기보고, 항공예보, 악기상정보, WAFS 자료 등	문, 숫자자료 (DB로 구성됨)	7일
수치예보 자료	GDAPS, RDAPS 등의 분석자료, 태풍예상도, 기타 예상도	HPGL 형식의 자료 파일로 저장	3일
낙뢰자료	낙뢰발생위치, 시각, 강도	문, 숫자자료 (DB로 구성됨)	7일
일기도	기본일기도, 보조일기도1~2, 저장일기도, 상층일기도, 3시간 일기도, 북반구 일기도, 태풍분석도, 최고최저기온 예상도, 강수확률예상도, 해상풍 파고 예상도, 항로예보도, 500hPa 고도와도, 500hPa 온도 700hPa T-Td도, 고층 연직류 바람예상도, 3시간 강수예상도, 850.700hPa 노점온도예상도, 500hPa 바람예상도, 700hPa 바람예상도, 850hPa 바람예상도, 925hPa 바람예상도, 기타	HPGL 형식의 파일을 GIF 형식으로 변환하여 저장	3일
GMS 위성자료	가시영상, 적외영상, 수증기영상, 가시적외영상(전구, 아시아, 한반도)	GIF 형식의 파일로 저장	3일
레이더 영상자료	전국5개소의 전체 레이더 합성자료	TIFF 형식을 GIF 형식의 파일로 저장	3일

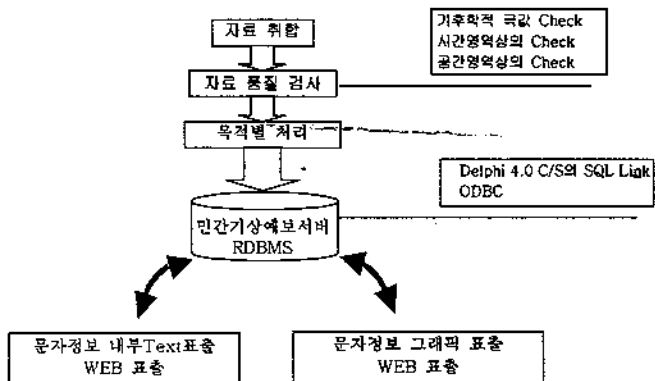


그림 3. 일반 Text 자료의 자료처리 흐름도.

AWS자료는 민간 기상예보사업자에게 제공된다.

본 WFS시스템은 기상학적으로 타당한 객관분석 및 그래픽 표출 시스템을 도입하여 사용자에게 현재의 기상상태를 한눈에 식별 가능하도록 개발하였다. 객관분석 방법으로는 처리속도가 빠르고, 중소규모 현상을 잘 분석해 주는 Barnes의 2-Pass Scheme (부록2) 방법을 적용하였다. Barnes의 2-Pass Scheme 방법을 통하여 객관분석된 격자자료는 Digital Image Processing의 물체인식 방법인 Chain Code Algorithm을 사용하여 격자자료를 등치면(Contour Line)으로 표출한 다음 지리정보자료(Geometric Information System: GIS)를 중첩하여 확대, 축소 및 동화표출이 가능하도록 처리하였다. 여기서 생성된 현재 기상실황의 영상 자료는 JPG타입으로 압축된 해당 디렉토리에 저장한 다음 사용자의 요구시 WEB이나 내부 Application으로 표출된다. 이를 간략히 그림으로 설명하면 <그림 4>와 같다.

2.5.2 자동기상관측시스템(AWS: Automatic Weather-Observing System) 자료의 처리

현재 우리나라에는 400여 개의 자동기상관측시스템(Automatic Weather-Observing System: AWS)이 설치되어 있다. 기상청은 이 AWS로부터 바람, 기온, 습도, 강수량 등의 매분 관측을 통해 현재 일기상태가 관측되고 있으며, 실시간으로의 기상예보와 기상재해 방지를 위해 이용되고 있다. 뿐만 아니라, AWS로부터 관측된 자료들은 단시간, 조밀격자 수치예보모형의 초기자료로 매우 중요하게 활용되고 있다. 그리고 관측되어 수집된

2.5.3 위성영상자료의 처리

위성영상자료는 기상예보와 기상연구 등에 아주 중요한 자료로서, 위성영상자료는 날씨의 변화과정을 가시적으로 관찰함으로써 고·저기압의 발달, 소멸, 이동상태, 구름의 이동·높이·분포, 태풍감시, 집중호우 감시, 대기의 수직구조 등의 기상상태를 파악하는 데 이용된다.

GWS에 저장되어 있는 위성영상자료는 모두 GIF 형식으로

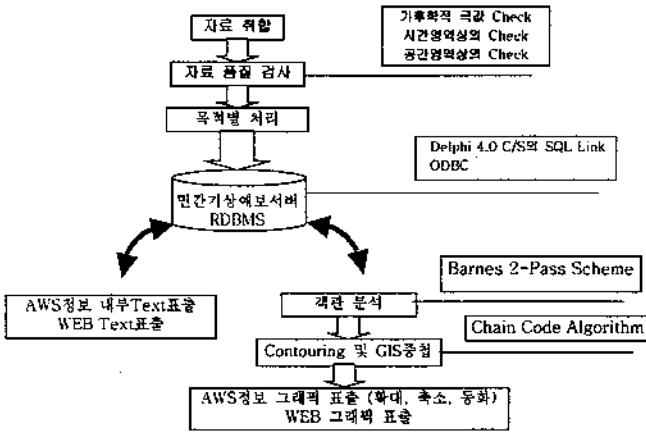


그림 4. AWS 자료의 자료처리 흐름도.

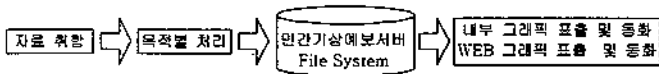


그림 5. 위성영상자료의 자료처리 흐름도.

구성되어 있어서 WFS는 FTP를 통하여 수집된 위성영상 자료를 해당 약속된 Directory에 저장만 시키면 된다. 저장된 위성영상자료는 사용자의 요구시 WEB이나 내부 Application으로 표출되어 사용자에게 기상정보를 제공한다. 이를 간략히 그림으로 설명하면 <그림 5>와 같다.

2.5.4 레이더 영상자료의 처리

기상레이더 자료를 통하여 알 수 있는 것은 강수의 구역과 세기, 비구름의 높이, 강수 예코의 이동방향 및 속도, 누적강수량의 분포 등이다. 이와 같은 정보를 자세히 분석하면 강수구역의 이동, 호우(집중호우) 구역의 예상, 강수시작과 수시간 동안의 강수량 예상 등이 가능해진다. 기상청은 레이더에서 관측된 자료는 레이더자료 합성용 컴퓨터에서 수집, 분석되어 우리나라 전역에 걸친 강수현상을 한눈에 파악할 수 있는 합성자료를 산출하여 예보 사업자들에게 제공한다.

GWS에 저장되어 있는 레이더 영상자료는 영상자료의 자료의 Size가 200K 이상이 되기 때문에 TIFF형식의 레이더 영상이 GZIP으로 압축되어 있다. 그렇기 때문에 WFS시스템은 FTP를 통하여 수집한 자료를 다음과 같은 순서로 처리하여 유용한 정보로 가공한다.

- ① GZIP으로 압축된 레이더 자료의 압축을 푼다.
- ② 압축이 풀리면 레이더 영상자료는 TIFF형식의 Image Type을 갖는다.
- ③ 이 TIFF형식의 레이더 영상자료를 GIF Type으로 변환한다.
- ④ 변환된 GIF Type의 레이더 영상자료를 약속된 해당 Directory에 저장한다.
- ⑤ 생성된 레이더 영상자료의 생성시간을 WFS의 DBMS에 저장한다.
- ⑥ 사용자의 요구시 WEB이나 내부 Application으로 표출된다.

이처럼 처리된 레이더 영상자료는 강수구역의 이동속도와 이동방향을 계산한 후, 레이더로 분석된 강수량의 변화량을 고려하여 수시간(보통 1~6시간) 후의 강수구역을 예상하고 예상강수량을 산출하는 데 사용된다.

2.5.5 일기도 자료의 처리

일기도 자료는 고기압과 저기압의 위치 및 이동경로, 기압과 고도의 변화경향, 전선의 발생 및 소멸과 이동추적, 날씨변화, 대기의 연직구조 등을 세밀히 분석하는 데 사용된다. 그리고 해면기압의 분포, 지상기온, 풍향 및 풍속, 날씨, 구름의 종류와 높이 등이 기상상태를 분석 가능하게 한다. 이와 같은 일기도는 일기도의 생성시간에 맞추어 약속된 디렉토리 및 파일로 GWS에 저장되어 있다. 저장되어 있는 일기도 영상자료는 영상자료의 자료의 Size가 크기 때문에 HP사의 Vector형식인 HPGL형식의 일기도 자료가 GZIP으로 압축되어 있다. 그렇기 때문에 WFS 시스템은 GWS로부터 FTP를 통하여 수집된 일기도 자료를 다음과 같은 순서로 처리하여 유용한 정보로 가공한다.

- ① GZIP으로 압축된 일기도 자료의 압축을 푼다.
- ② 압축이 풀리면 레이더 영상자료는 HPGL형식의 Vector Type을 갖는다.
- ③ 이 HPGL형식의 일기도 자료를 PCX Type의 영상자료로 변환한다.
- ④ 변환된 PCX Type의 일기도 영상자료를 GIF Type의 영상자료로 변환한다.
- ⑤ 변환된 GIF Type의 일기도 영상자료를 약속된 해당 Directory에 저장한다.
- ⑥ 생성된 일기도 영상자료의 생성시간을 WFS의 DBMS에 저장한다.
- ⑦ 사용자의 요구시 WEB이나 내부 Application으로 표출된다.

3. 구축사례 및 결과

본 제안 시스템은 현재 실제로 개발 완료되어 가동되어 서비스되고 있으며, 실제로 소형서버로서 긍정적인 평가를 받고 있다. 아래에 각각의 서비스되는 WFS시스템을 가동시키고 시스템 Down 및 시스템 Error 여부를 장시간 동안 Test한 결과 예보사업자가 요구하는 기능을 무리 없이 수행하였다. 보다 객관적인 성능평가를 위해서는 다양한 경우에 대하여 운영성과 능력을 평가하여야 하나, 현재 사용중인 관계로 추후 연구로 미룬다. 기상자료의 서비스는 크게 예보, 종관기상관측, 위성, 레이더, 수치예보-바람예상도, 수치예보-고도약도, 일기도, AWS, 특수지역에 대한 예보 및 AWS로 대표할 수 있다. 이의 결과에 관한 내용을 항목당 모두 설명하기에는 너무나 많은 지면을 요구하므로 각각의 대표되는 표출자료만을 나열하였다. 기타 자료는 민간 예보사업자인 WeatherOne의 Web Site를

표 2. WFS인 Windows NT Server의 Specification

WFS Specification	
H/W	CPU: Pentium II 300 Mhz, RAM: 256M Harddisk: 10 Giga RW-CDROM(자료 백업시 사용)
S/W	Microsoft NT Server 4.0 Microsoft SQL Server 7.0 Microsoft Internet Information Server (IIS) Freeware용 Mail Server Application 개발 Tool: Delphi Client/Server Suit 4.0 WEB 개발 언어: HTML, JAVA, JAVA Script, ASP, Visual Basic Script

참조하기 바란다(<http://www.weatherone.co.kr>). WFS인 Windows NT-Server의 Specification은 <표 2>와 같다.

DNS기능, IIS의 내장지원, MPR, 게이트웨이 서비스, DHCP 등의 네트워크의 서버기능, 분산기능, 병렬 처리 가능한 플랫폼으로 기업업무 환경을 효과적으로 지원하는 저가인 Windows NT-Server 4.0을 그리고 DBMS로서는 SQL Server7.0, WEB표출 서버로서는 Internet Information Server를 사용한 효율적인 저가형 기상예보 서버인 WFS (Weather-Condition Forecasting Server)를 개발하였다.

### 3.1 예보자료

아래의 그림에서 보듯이 예보자료에는 육상광역예보, 육상국지예보, 고속도로예보, 산악예보, 해상광역예보, 해상국지예보, 항로예보, 기상개황, 주간예보, 월간예보, 계절전망의 예보자료를 표출한다. 민간예보 사업자는 여기서 표출되는 예보 및 기상개황 등을 토대로 하여 단기예보 및 국지예보업무를 수행한다. 사용자는 단순히 WEB접속을 통하여 여기서 표출되는 PAGE를 확인함으로써 해당 지역의 여러 가지 예보내용을 확인할 수 있다. 각각의 표출되는 자료는 7주일간의 자료가 저

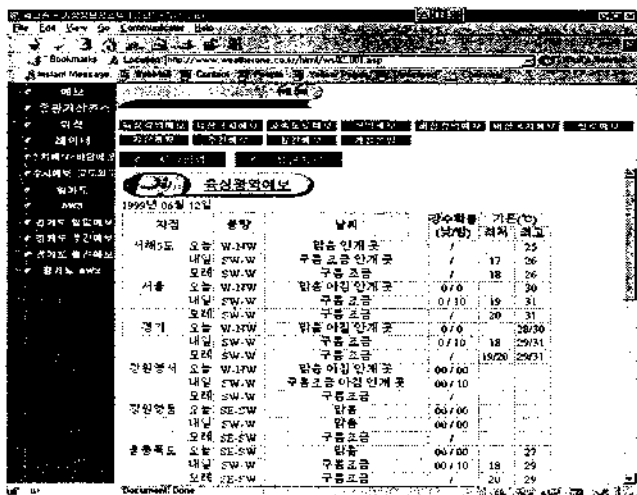


그림 6. 예보자료 중 육상광역예보의 WEB 표출 화면.

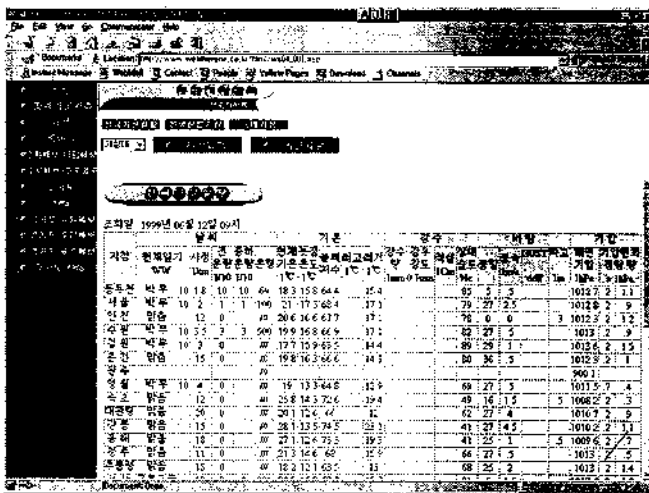


그림 7. 종관기상관측자료 중 전국기상실황자료의 WEB 표출 화면.

장되어 있기 때문에 7주일간의 자료를 시간입력을 통하여 과거자료를 확인할 수 있다.

### 3.2 종관기상관측자료

위의 그림에서 보듯이 종관기상관측자료에는 전국지상실황, 전국산업기상, 등대기상자료를 표출한다. 각각의 표출되는 자료는 7주일간의 자료가 저장되어 있기 때문에 7주일간의 자료는 시간입력을 통하여 과거자료를 확인할 수 있다.

### 3.3 위성영상자료

위성영상자료에는 가시/적외영상합성도, 적외영상합성도, 수증기영상합성도, 가시영상합성도의 한반도 영역과 아시아 영역에 대한 위성영상자료를 표출한다. 각각의 표출되는 자료는 3일간의 자료가 저장되어 있기 때문에 3일간의 자료를 시간입력을 통하여 과거자료를 확인할 수 있다. 그리고 구름의 이



그림 8. 위성자료 중 아시아의 가시적/적외영상합성도 자료의 WEB의 표출 화면.

동경로를 확인하기 위하여 동화표출이 가능하게 구성하였다.

### 3.4 레이더 영상자료

레이더 영상자료는 3일간의 자료가 저장되어 있기 때문에 3일간의 자료를 시간입력을 통하여 과거자료를 확인할 수 있다. 그리고 레이더 에코의 이동경로를 확인하기 위하여 동화표출이 가능하게 구성하였다. 표출되는 레이더 에코자료는 옆의 Palette를 비교하여 현재의 강수상태를 알 수 있다.



그림 9. 레이더 영상자료의 WEB 표출 화면.

### 3.5 일기도 및 수치예보도

일기도 및 수치예보자료는 지상일기도, 보조일기도1 보조일기도2, 항로예보도, 해상풍 및 파고예상도, 최저 및 최고기온 예상 일기도, 강수확률 예상일기도, 3시간 강수예상도, 3시간 850 및 700 hPa노점온도, 500hPa 바람예상도, 700hPa 바람예상도, 850hPa 바람예상도, 925hPa 바람예상도, 500hPa의 고도-와도, 700hPa의 T-Td, 고층연직류-온도-바람예상도 등의 3일간 자료가 저장되어 있다. 그리고 일기도 및 수치예보자료는 3일

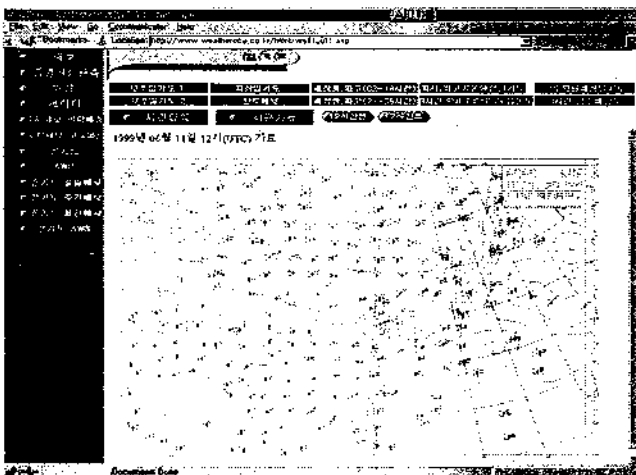


그림 10. 일기도 자료 중 지상일기도 자료의 WEB 표출 화면.

간 자료가 저장되어 있기 때문에 3일간의 자료는 시간입력을 통하여 과거자료를 확인할 수 있다. 위의 표출되는 자료는 지상일기도 자료이다.

### 3.6 AWS 자료

Barnes의 2-Pass Scheme에 의하여 객관분석된 AWS자료는 기상학적인 Color 흐름을 사용하여 GIS가 중첩된 등치면과 Text 형태로 표출된다. 사용자는 등치면으로 표출되는 자료를 Color 분포 Palette를 통하여 현재 기상분포에 대한 정보를 알 수 있다. 실제 WEB상에서는 현재기온과 누적강수 및 시간강수자료만 표출되지만 사내 내부에서 사용하는 예보관용 PC에는 AWS의 모든 기상자료가 등치면으로 표출되도록 구성하였다.

사용자는 AWS의 자료를 문자자료라고 표출된 지점을 Mouse로 클릭함으로써 자료를 Text형식으로 확인할 수 있다.

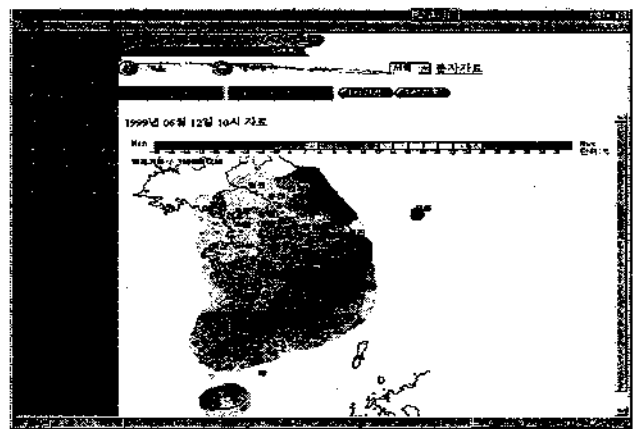


그림 11. AWS 자료의 WEB 표출 화면.

## 4. 결론 및 추후연구

본 논문에서는 소형 서버 시스템으로서 고가인 대용량의 서버를 대체할 수 있는 소형 기상예보서버(WFS: Weather-Condition Forecasting Server) 개발사례를 소개하였다. 제안된 WFS는 자동 기상관측시스템(AWS: Automatic Weather-Observing System)을 통하여 바람, 기온, 습도, 강수량 등의 매분 관측을 통해 현재 일기상태를 관측하고 관측된 데이터의 효율적인 표출을 위하여 효율적인 객관분석 방법인 Barnes의 2-Pass Scheme방법과 물체인식 방법인 Chain Code Algorithm을 사용하여 격자자료를 등치면(Contour Line)으로 표출 후 지리정보자료(Geometric Information System : GIS)에 중첩하여 확대, 축소 및 동화표출이 가능하도록 제시하였다. 표출된 자료를 JPG로 변환하고 약속된 해당 디렉토리에 저장한 다음 사용자의 요구시 WEB이나 내부 Application으로 표출될 수 있도록 전체 시스템을 통합 개발하였다.

본 시스템의 저가형 Windows NT-Server 개발을 통하여 민간

기상자료에 대한 기상자료 데이터베이스를 구축하고, 기상청과 민간예보사업자간의 송수신체계를 구축하였으며, 인터넷 환경 하에서의 편리한 자료의 검색, 표출, 예보 등의 민간 기상정보를 사용자에게 제공하고 다양한 기상정보를 민간예보사업자가 사용자에게 제공할 수 있는 기반을 마련하였다. 그리고 웹을 통한 편리하고 유연한 사용자 Interface를 지원함으로써 분석/표출기술 및 개별적인 내부시스템의 통합을 유도하여 고품질의 기상서비스와 다양한 기상정보 및 예보의 제공이 가능해졌다.

구축된 WFS시스템을 통하여 민간예보 사업자는 각종 일기도의 분석, 고기압과 저기압의 위치 및 이동경로, 기압과 고도의 변화경향, 전선의 발생 및 소멸과 이동추적, 날씨변화, 대기의 연직구조 등의 세밀한 분석이 가능해졌을 뿐만 아니라, 특수기상 관측 자료인 기상레이더에 의한 강수구역 추적, 기상위성에 의한 구름사진 분석, 자동기상관측자료(AWS) 등을 분석하여 앞으로의 날씨변화 등을 예상 가능하게 되었다. 예상된 단기예보는 1~2일까지 일별, 구역별로 날씨, 기온, 바람, 해상상태 등을 발표하고 호우, 대설, 폭풍 등 악 기상 발생이 예상될 때는 수시로 단시간예보를 발표하여 재해예방에 대처할 수 있게 되었다. 그리고 단기예보기간 다음부터의 중기예보로서 5일간 날씨, 기온, 강수유무 및 바다의 파고 등을 매일 발표하여 수산업, 농업, 공업 등 산업 생산활동, 일상생활과 레저활동 등에 이용되고 있다. 그리고 악 기상 발생이 예상될 때에는 기상정보를 발표하고, 기상관측장비(AWS), 레이더, 위성, 낙뢰감지기 등을 분석하여 태풍, 호우, 폭풍우 등의 악 기상으로 인하여 재해가 일어날 것이 예상될 때는 주의보를, 막대한 재해가 일어날 것이 예상될 때는 경보를 수시로 발표할 수 있게 되었다.

개발된 WFS시스템은 주로 기능적인 면에 중점을 두고 개발하였기 때문에 표출되는 화면의 질이 미려하지 못하다. 추후 연구로 요즘 서버로서 높게 평가되고 있는 저가형인 Linux 서

버 및 Oracle DBMS를 사용하여 서버를 구축하고, 민간 기상자료의 미려한 화면 디자인과 기능적인 모든 측면을 고려하여 사용자에게 고품질의 기상서비스와 다양한 기상정보를 제공하고자 한다.

일기도나 AWS 등의 그래픽자료는 내부적으로 확대 및 축소가 가능하게 구현되었으나, WEB상으로는 자료의 확대 및 축소기능이 구현되지 않아서 일기도 및 영상자료의 정확한 식별이 어려웠다. 추후에는 WEB상에 표출되는 영상자료의 확대, 축소 및 Panning 기능을 부여하여 보다 더 양질의 기상서비스를 제공하는 연구를 하고자 한다.

참고문헌

이정환 (1994), 레이더를 이용한 시간 강수량에 대한 연구, *서울대학교 이학석사학위논문*.  
 전자신문사 (1996), 윈도NT 4.0의 분산 COM과 새로운 OLE기능, *Microsoft Systems Journal*.  
 정보통신부 (1997), 96 초고속 공공응용서비스 개발사업 방재기상정보시스템, *완료 보고서*.  
 정보통신부 (1998), 97년도 정보화 지원산업 방재기상정보시스템, *완료 보고서*.  
 Barnes, S. (1964), A technique for maximizing details in numerical map analysis, *J. Appl. Meteor.*, 395-409.  
 Barnes, S. (1973), Mesoscale objective analysis using weighted time-series observation, *NOAA Tech. Memo. ERL NSSL-62, National Severe Storms Laboratory*, Norman, OK 73069, NTIS COM-73-10781.  
 Charles, Calvert. (1997), *Delphi2 Unleashed*, 도서출판 대림.  
 James R. Parker (1997), *Algorithms for image processing and computer vision*, John Wiley & Sons, inc., 176-219.  
 Jason Garms, et al. (1997), *Window NT 4.0 Server Unleashed*, SAMS Publishing.  
 Koch, S. E., M. Desjardins, and P. J. Kocin. (1983), An Interactive Barnes objective map analysis scheme for use with satellite and convectional data, *J. Appl. Meteor.*, 22, 1487-1503.  
 Rafael C. Gonzalez, and Richard E. Woods (1992), *Digital Image Processing*, Addison Wesley, 483-503.

<부록1> GWS의 디렉토리 파일목록

표 3. 민간기상자료의 TEXT 자료 파일목록 및 유형

Dir 1	Dir 2	Dir 3	File Name(내용)	Record-Key	file 갱신	비고
/pub/	BAS	FCT	RLKO50_yyyymmdd (육상예보)	예보구역코드	○	광역, 국지, 산악, 고속도로
			RLKO54_yyyymmdd (북한광역예보)	예보구역코드	○	
			RLKO55_yyyymmdd (북한국지예보)	예보구역코드	○	
			ROKO50_yyyymmdd (해상예보)	예보구역코드	○	광역, 국지, 항로, 원해
			RQKO50_yyyymmdd (해수욕장예보)	예보구역코드	○	
			RWKO50_yyyymmdd (주간예보)	1 REC	×	
			RMKO50_yyyymm (월간예보)	1 REC	×	
			RSKO50_yyyymm (계절예보)	1 REC	×	
			RYKO50_yyyymmdd (기상개황)	발표지점	○	



Dir 1	Dir 2	Dir 3	File Name(내용)	Record-Key	file 갱신	비고
/pub/	BAS	INF	RIKO60 yyyyymmdd (기상정보)	발표지점	○	
			RTKO60_yyyynn_ii (태풍정보)	1 REC	×	nn: 태풍번호 ii: 발표횟수
		WAR	KWKO60 yyyyymmdd (폭풍특보)	특보코드, 구역코드	○	
			KPKO60 yyyyymmdd (파랑특보)	특보코드, 구역코드	○	
			KRKO60 yyyyymmdd (호우특보)	특보코드, 구역코드	○	
			KHKO60 yyyyymmdd (대설특보)	특보코드, 구역코드	○	
			KTKO60 yyyyymmdd (태풍특보)	특보코드, 구역코드	○	
			KVKO60 yyyyymmdd (해일특보)	특보코드, 구역코드	○	
			KDKO60 yyyyymmdd (건조특보)	특보코드, 구역코드	○	
			KCKO60 yyyyymmdd (한파특보)	특보코드, 구역코드	○	
			KIKO60 yyyyymmdd (특보해제)	특보코드, 구역코드	○	
			KEKO60 yyyyymmdd (특보해제연장)	특보코드, 구역코드	○	
		AJKO60 yyyyymmdd hh(지진통보)	1 REC	×		
		WEKO60 yyyyymmdd hh(쓰나미보고)	1 REC	×		
	SYN	SMKO50 yyyyymmddhh (국내지상관측전망)	지점번호	○	기상대	
		SMKO60 yyyyymmddhh (국내지상관측전망)	지점번호	○	관측소	
		CBKO40 yyyyymmddhh(국내지상관측전문해독)	지점번호	○	전관서	
		CBKO42 yyyyymmdd(메시강수량통계자료)	지점번호	○	강수집계용	
	UPP	USKO60 yyyyymmdduu (국내고층 TTAA)	지점번호	○	uu: UTC	
		USKO60 yyyyymmdduu (국내고층 TTBB)	지점번호	○		
		USKO60 yyyyymmdduu (국내고층 TTCC)	지점번호	○		
		USKO60 yyyyymmdduu (국내고층 TTDD)	지점번호	○		
		USKO60 yyyyymmdduu (국내고층 PPBB)	지점번호	○		
		USKO60 yyyyymmdduu (국내고층 PPDD)	지점번호	○		
		USKO60 yyyyymmdduu (북한고층 TTAA)	지점번호	○		
		USKO60 yyyyymmdduu (북한고층 TTBB)	지점번호	○		
	CLM	KAKO60 yyyyymmdd (산업기상)	지점번호	○		
		CKKO54_yyyymmdd (동물계절관측)	지점번호, 동물코드, 현상코드	○		
		CFKO55_yyyymmdd (꽃계절관측)	지점번호, 식물코드, 현상코드	○		
		CTKO50_yyyymmdd (단풍계절관측)	지점번호, 식물코드, 현상코드	○		
		CCKO50 yyyyymmdd (기후계절관측)	지점번호, 현상코드	○		
		CLKO50 yyyyymmdd (생활계절관측)	지점번호, 현상코드	○		
		VLKO60 yyyyymmddhh (등대기상전문)	등대지점번호	○		
	SEA	VBKO60 yyyyymmddhh (BOUY관측전문)	BUOY번호	○		
		VFKO60 yyyyymmddhh (어선관측자료)	선박명	○		
		VHKO60 yyyyymmddhh (해양수산부 BUOY)	입력지점	○		
		SMXXXX yyyyymmdduu MM(주통보 synop, ship)	지점번호	×	MM: 수신시간(KST)	
	GTS	SMXXXX yyyyymmdduu MM(부통보 synop, ship)	지점번호	×	"	
		USXXXX yyyyymmdduu MM(TEMP TTAA)	지점번호	×	"	
		UKXXXX yyyyymmdduu MM(TEMP TTBB)	지점번호	×	"	
		WWXXXX yyyyymmdduu(warning, summary)	AA Code	○	AA: 국가코드	
		WTXXXX yyyyymmdduu(Typhoon warning)	AA Code	○		
SAXXXX yyyyymmdduu(METAR)		AA Code	○			
FTXXXX yyyyymmdduu(TAF)		AA Code	○			
WEXXXX yyyyymmdduu(쓰나미)		1 Record	×			
WSXXXX yyyyymmdduu(SIGMET)		AA Code	○			
UAXXXX yyyyymmdduu(AIREP)		AA Code	○			
SEXXXX yyyyymmdduu(지진전문)	AA Code	○				

/pub/	AER	FCT	FTKO60_yyyymmdduu (국내 TAF)	공항 호출부호	○	
			FRKO60_yyyymmdduu (국내 ROFOR)	1 RECORD	×	
			FAKO60_yyyymmdduu (국내 ARFOR)	1 RECORD	×	
			FBKO60_yyyymmdduu (국내 GAMET)	1 RECORD	×	
			RUKO60_yyyymmdduu (이착륙예보)	1 RECORD	×	
			WSKO60_yyyymmdduu (국내 SIGMET)	1 RECORD	×	
			KSKO60_yyyymmdduu (국내 AIRMET)	1 RECORD	×	
			KBKO60_yyyymmdduu (공항주의보 발표)	1 RECORD	×	
			KYKO60_yyyymmdduu (공항주의보 연장)	1 RECORD	×	
			KJKO60_yyyymmdduu (공항주의보 해제)	1 RECORD	×	
			KFKO60_yyyymmdduu (기타 공항자료)	1 RECORD	×	
	OBS	SAKO60_yyyymmddhnnn (국내 METAR)	공항호출부호	○	nn 분	
		SPKO60_yyyymmddhnnn (국내 SPECI)	1 Record	×		
		UAKO60_yyyymmddhh (국내수집 AIREP)	1 Record	×		
		UPKO60_yyyymmddhh (PIREP)	1 Record	×		
		UBKO60_yyyymmddhh (PIBAL관측자료)	1 Record	×		
	WAF	WCHI_yyyymmdduu (WAFS 일기도)	1 Record	×	TIFF형식	
		WBIN_yyyymmdduu ( WAFS GRIB)	1 Record	×	GRIB 형식	
		WDAT_yyyymmddhnnn( WAFS A/N 자료)	AA Code	×	문자, 숫자자료	
	AWS	AWS	AWS_yyyymmddhnnn(무인 AWS 자료)	지점번호	×	
NWP	GPV	RDPA_yyyymmdduu(RDAPS 실태격자자료)	요소, 층	×	GRIB 형식	
		RDPF_yyyymmdduu(RDAPS 예상격자자료)	예보기간, 요소, 층	×	GRIB 형식	
		GDPA_yyyymmdduu(GDAPS 실태격자자료)	요소, 층	×	GRIB 형식	
		GDPF_yyyymmdduu(GDAPS 예상격자자료)	시, 분, 초	×	GRIB 형식	
LGT	LGT	LGT_yyyymmdd (낙뢰자료)	시, 분, 초	○	계속 Appending	

표 4. 민간기상자료의 일기도 및 영상자료 파일목록 및 유형

Dir 1	Dir 2	Dir 3	File Name	내 용	자료발생시간	비 고
/pub/	SAT	ANL	GZsat_anl_ddhhuu.pcx	구름해석보	15:40, 04:00	uu: UTC GZ: gzip 압축 Z: 압축 yyyy: 년 mm: 월 dd: 일 uu: UTC nn: 분
		CMP	Sat_ldyyyyymmdduu.gif	한반도 가시적외 영상합성도	10~35분	
			Sat_rdyyyyyymmdduu.gif	아시아 가시적외 영상합성도	10~20분	
			Sat_sdyyyyyymmdduu.gif	전구 가시적외 영상합성도	40~50분	
			EIR	Sat_rdm_Emmdd_uu_min.Z	아시아 강조 적외 영상	
		I_R	Sat_rdm_lmmdd_uu_min.Z	아시아 적외 영상	35~55분	
			Sat_liyyyyymmdduu.gif	한반도 적외 영상합성도	15~35분	
			Sat_riyyyyymmdduu.gif	아시아 적외 영상합성도	10~25분	
			Sat_siyyyyymmdduu.gif	전구 적외 영상합성도	40~45분	
		NOA	Sat_p?(1,2,3,4,5)yyyyymmdduu.gif	전체영역에 대한 영상특성	약2시간 20분	
			Sat_v?(1,2,3,4,5)yyyyymmdduu.gif	한반도 영역에 대한 영상특성	약2시간 20분	
		VAP	Sat_lwyyyyymmdduu.gif	한반도 수증기 영상합성도	15~35분	
			Sat_rwyyyyymmdduu.gif	아시아 수증기 영상합성도	10~25분	
			Sat_swyyyyymmdduu.gif	전구 수증기 영상합성도	40~45분	
		VIS	Sat_rdm_Vmmdd_uu_min.Z	아시아 가시 영상	40~55분	
			Sat_lvyyyyymmdduu.gif	한반도 가시 영상합성도	15~35분	
			Sat_rvyyyyymmdduu.gif	아시아 가시 영상합성도	10~25분	
			Sat_svyyyyymmdduu.gif	전구 가시 영상합성도	40~45분	

Dir 1	Dir 2	Dir 3	File Name	내 용	자료발생시간	비 고	
/pub/	RDR	CMP	Rdr tdm Rmmdd hhhh.Z	레이더 합성도	관측15분 후		
	CHT	BOJ	GZHPZAn AXFE1XX yyyyymmdduu	보조일기도 1	11:35, 23:30		
			GZHPZAn AXFE2XX yyyyymmdduu	보조일기도 2	11:35, 23:30		
		SFC	GZHPGAn ASASXXX yyyyymmdduu	지상일기도	11:25, 23:25		
		UPP	GZHPGAn AUAShpX yyyyymmdduu	상층일기도	11:30, 23:30		
		SFC3	GZHPGAn ASFEXXX yyyyymmdduu	3시간 일기도	40~50분		
		MUN	TYPHOON ANL ddhhnn	태풍분석도	태풍발생시		
		MOS	GZHPGA4 MOSMXMNT yyyyymmdduu	최고최저기온 예상	03:00, 15:00		
			GZHPGA4 MOSPOPRA yyyyymmdduu	강수확률 예상	03:00, 15:00		
		OCN	GZHPGAn OCNPAGE? yyyyymmdduu	해상풍파고예상도(? => 1:03~18시간, 2:21~36시간)	02:45, 14:55		
			GZHPGAn OCNROUTE yyyyymmdduu	항로예보	02:50, 15:00		
		RDS	GZHPGAn_FUFE50? yyyyymmdduu	500hPa 고도와의도 (? => 1:12 시간, 2:24 시간, 3:36 시간, 4: 48시간)	03:00, 14:50	n : 출력 크기	
			GZHPGAn FUFERGM yyyyymmdduu	FUFE 500hPa 고도와의도 종합	03:05, 14:55		
			GZHPGAn_FXFE?XX yyyyymmdduu	500hPa온도 700hPaT-Td ( ? => 1:12시간, 2:24시간, 3:36 시간, 4: 48시간 )	02:45, 14:50	HPGA 그래픽 형식	
			GZHPGAn_FXFE78? yyyyymmdduu	고층 연직류, 온도, 바람예상 ( ? => 1:12시간, 2:24시간, 3:36 시간, 4: 48시간 )	03:05, 14:55	hp : 고도	
			GZHPGAn FXKO4XX yyyyymmdduu	3시간 강수예상도	03:00, 14:55		
			GZHPGAn FXKO784 yyyyymmdduu	3시간 850,700hPa노점예상온도	03:05, 14:55		
			WTM	GZHPGAn_WTMW500? yyyyymmdduu	500hPa 바람예상도 (? => 1~14까지) (1:09시간, ~, 2:48시간)	03:00, 15:10	
				GZHPGAn_WTMW700? yyyyymmdduu	700hPa 바람예상도 (? => 1~14까지) (1:09시간, ~, 2:48시간)	03:00, 15:10	
				GZHPGAn_WTMW850? yyyyymmdduu	850hPa 바람예상도 (? => 1~14까지) (1:09시간, ~, 2:48시간)	03:00, 15:10	
				GZHPGAn_WTMW920? yyyyymmdduu	925hPa 바람예상도 (? => 1~14까지) (1:09시간, ~, 2:48시간)	03:00, 15:10	

<부록 2> Barnes의 2-Pass Scheme Algorithm

Object Analysis algorithm : Barnes 2-Pass Scheme Method

[1-Pass]

$$f_A^0(\vec{r}_i) = \frac{\sum_{k=1}^{K_i} W_0(r_{ik}) f_0(\vec{r}_k)}{\sum_{k=1}^{K_i} W_0(r_{ij})} : \text{격자점 } \vec{r}_i \text{에서의 값} \quad f_A^0(\vec{r}_k) = \frac{\sum_{k=1}^{K_i} W_0(r_{ki}) f_0(\vec{r}_i)}{\sum_{k=1}^{K_i} W_0(r_{ki})} : \text{관측점 } \vec{r}_k \text{에서의 값}$$

[2-Pass]

$$f_A^1(\vec{r}_i) = f_A^0(\vec{r}_i) + \frac{\sum_{k=1}^{K_i} W_1(r_{ik}) [f_0(\vec{r}_k) - f_A^0(\vec{r}_k)]}{\sum_{k=1}^{K_i} W_0(r_{ik})}$$

$$= \frac{\sum_{k=1}^{K_i} W_0(r_{jk}) [f_A^0(\vec{r}_k)]}{\sum_{k=1}^{K_i} W_0(r_{jk})} + \frac{\sum_{k=1}^{K_i} W_1(r_{jk}) [f_0(\vec{r}_k) - f_A^0(\vec{r}_k)]}{\sum_{k=1}^{K_i} W_1(r_{jk})}$$

여기서  $f_A^0(\vec{r}_k)$ 는  $\vec{r}_k$  위치에서의 관측값

$f_A^j(\vec{r}_i)$ 는  $\vec{r}_i$  위치에서의  $j$  번째 분석값

$W_j(r_{jk})$ 는  $j$  번째 Weighting function ( $r_{jk}$ 는  $\vec{r}_i$ 와  $\vec{r}_k$ 간의 거리)

$$W_0(r) = \exp\left(-\frac{r^2}{R^2}\right), \quad W_1(r) = \exp\left(-\frac{r^2}{rR^2}\right),$$

$K_i$ 는  $\vec{r}_i$  점 계산에 필요한 주변의 관측점

$R$ 은 smoothing scale length

$r$ 은 수렴률(0.2에서 0.1까지)

[Smoothing Scale Length의 결정]

Pauley 등이 제시한  $R = \frac{4}{3} \Delta d$ 를 사용

$\Delta d$ 는 관측소간의 평균거리

[수렴률 결정]

1차원의  $f(x) = \sin(2\pi x/L)$ 에 위식을 적용하면 다음과 같은 관계 성립

$$g_0(x) = D_0 f(x), \quad D_0 = \exp\left[-\left(\frac{\pi R}{L}\right)^2\right]$$

$$g_1(x) = g_0(x) + [f(x) - g_0(x)] D_1 = D_1^* f(x), \quad D_1^* = D_0(1 + D_0^{-1} - D_0)$$

$L = m\Delta d$ 이고,  $R = \frac{4}{3} \Delta d$ 인 경우

$$\therefore D_1^* = D_0(1 + D_0^{-1} - D_0), \quad D_0 = \exp\left[-\frac{4\pi}{3m}\right]$$



김상철

아주대학교 산업공학과 학사  
 아주대학교 산업공학과 석사  
 현재: 한국정보보호센터 해킹 바이러스상담  
 지원팀 연구원  
 관심분야: 정보 보호



박창목

아주대학교 산업공학과 학사  
 아주대학교 산업공학과 석사  
 아주대학교 산업공학과 박사 수료  
 현재: 마크에니 부설연구소 주임 연구원  
 관심분야: Computer Vision, 신경망, 유전자 알고리즘, Data Hiding



왕지남

아주대학교 산업공학과 학사  
 한국과학기술원 산업공학과 석사  
 미 Texas A&M Univ. 산업공학과 박사  
 현재: 아주대학교 기계 및 산업공학부 산업공학전공 부교수  
 관심분야: Neural Network, 시스템진단, 감시 및 제어, 제조시스템의 데이터 통신, 지능형 분산 정보시스템, CIM, CALS, 초고속망 응용기술, Computer Vision 응용