

## 네트워크 기반 온라인 GPS 기선해석 시스템 개발

김수경<sup>1</sup> · 배태석<sup>1\*</sup>

### Development of Network-Based Online GPS Baseline Processing System

Su-Kyung KIM<sup>1</sup> · Tae-Suk BAE<sup>1\*</sup>

#### 요 약

측량을 비롯한 다양한 응용분야에서의 GPS 사용이 증가함에 따라 신속하고 정밀한 위치정보 취득에 대한 관심이 높아지고 있다. 이와 함께 현재 미국, 캐나다, 호주 등의 해외 여러 나라에서 인터넷을 기반으로 이메일과 FTP를 이용하여 사용자의 관측파일을 처리하는 자동화된 GPS 데이터 분석 시스템을 구축, 운영 중에 있다. 우리나라도 GPS 시장 확대와 더불어 일반 사용자의 접근이 비교적 용이하고 신속한 위치정보 제공이 가능한 웹을 기반으로 하는 자동 GPS 기선해석 시스템 구축이 필요하다. 본 연구에서 구축한 시스템은 인터넷을 기반으로 하여 시간과 장소에 구애받지 않고, 일반 사용자의 접근이 용이하도록 하였다. 과학기술용 자료처리 엔진을 이용하여 3개의 상시관측소를 네트워크 방식으로 자료처리를 실행하며, 결과는 보고서 형식으로 작성되어 사용자의 이메일로 전송된다. 본 시스템은 일반 사용자의 간편한 고정밀 GPS 자료처리를 가능하게 하며, 향후 대형 구조물 모니터링, 민간분야 공간정보 서비스 등 다양한 분야에 GPS를 적용하기 위한 기반이 될 것으로 기대된다.

주요어 : GPS, 기선해석, 웹 서비스, Bernese, PAGES

#### ABSTRACT

With the increased use of GPS in the field of various applications including surveying, the request for fast and precise positional information has increased. Several countries such as USA, Canada, and Australia have already been operating Internet-based automatic GPS data analysis system using e-mail and FTP. Expanding GPS market, it is necessary to establish automatic GPS baseline processing system that is accessible via Internet. The system developed in this study is operating on the web, and it allows

---

2011년 4월 27일 접수 Received on April 27, 2011 / 2011년 5월 26일 수정 Revised on May 26, 2011 / 2011년 6월 10일 심사완료 Accepted on June 10, 2011

1 세종대학교 지구정보공학과 Department of Geoinformation Engineering, Sejong University

\* 연락처 E-mail: baezae@sejong.ac.kr

the users to access easily regardless of time and place. The main processing engines are Bernese V5.0 and PAGES. They process user data with three GPS CORS(Continuously Operating Reference Station), and then send the report to the users through e-mail. This system allows users to process high accurate GPS data easily. It is expected that this system will be used for various GPS applications such as monitoring large-scale structures and providing spatial information services in private sector.

**KEYWORDS** : GPS, Baseline Analysis, Web Service, Bernese, PAGES

## 서 론

### 1. 연구 배경

범지구위치결정시스템(Global Positioning System : GPS)은 트랜짓 시스템(TRANSIT system)으로 명명된 미국 해군 항법용 위성 시스템 NNSS(Navigation Satellite System)을 대체하기 위해 개발되었다. 트랜짓 시스템은 정확도가 낮고 관측 주기가 길어 항법에 이용하기에는 적합하지 않았다(서용철, 2009). 이에 반해 GPS는 지구상 어디에서나 언제든지 신속하고, 정확하고, 저렴하게 시간, 위치 및 속도에 대한 정확한 정보를 사용자에게 제공한다. 따라서 항법 목적을 위해 개발된 GPS는 1980년대 들어 활용분야가 다양해졌으며, 특히 측량에도 접목되어 현장에서 활발하게 운영되고 있다. GPS를 활용한 응용연구가 활발하게 진행되면서 차량 항법, GIS, 항공사진측량 등 GPS 수요가 급격히 증가하는 추세이며, 지진감지 및 방재분야 등 다양한 분야에 이용되고 있다(건설교통부, 2005). 또한 최근에는 스마트폰의 보급과 더불어 정밀한 3차원 공간 정보를 요구하는 민간용 애플리케이션에 대한 수요도 지속적으로 증가하고 있다.

### 2. 연구목적

GPS를 이용한 다양한 측량 및 응용분야의 수요 증가로 인해 정밀 위치정보 취득에 대한 관심이 높아짐에 따라 전문적인 사용자뿐 아니라 일반 사용자들의 수요도 증가하고 있다.

그러나 고정밀 GPS 자료 처리는 복잡할 뿐 아니라 과학기술용 소프트웨어가 필요하므로 일반 사용자들의 이용에 많은 제약이 따른다. 따라서 본 연구에서는 사용자의 편리성을 고려하여 인터넷을 기반으로 고정밀 GPS 자료 처리 시스템을 구축하였다. 이를 위해 시간과 장소에 구애받지 않고 사용자의 접근성을 우선적으로 고려하였다.

### 3. 국외 현황 및 사례

GPS의 발전과 더불어 고정밀 GPS 자료처리를 인터넷에서 수행하기 위한 연구들이 많이 진행되었다. 그림 1에서와 같이 해외의 경우에는 미국, 캐나다, 호주 등에서 웹을 기반으로 이메일과 FTP를 이용하여 사용자의 관측파일을 자동으로 처리하여 결과를 제공하는 서비스를 운영하고 있다(Misra and Enge, 2006).

미국의 NGS(National Geodetic Survey)에서 운영하는 OPUS(Online Positioning User Service)는 사용자가 제출한 RINEX 파일을 수 센티미터 이내의 정확도로 처리하여 그 결과를 사용자에게 이메일을 통해 제공한다. 사용자는 자료처리에 관한 여러 옵션을 선택할 수 있으며, 자료처리 방법으로 정지측량(static survey)과 신속정지측량(rapid static survey) 중 한 가지를 선택할 수 있다. 자료처리는 PAGES(Program for the Adjustment of GPS EphemerideS) 소프트웨어를 이용하며, 자료처리 결과는 리포트 형식으로 제공되고, 대상지역은 미국으로 한정되어 있다(OPUS, 2011).

호주의 Geoscience Australia에서는 AUSPOS라는 온라인 GPS 자료처리 시스템을 운영하고 있다. 전 세계 GPS 상시관측소망을 이용하여 사용자가 업로드한 자료에 인접 상시관측소를 자동으로 검색하여 상대측위에 의한 자료처리 결과를 리포트 형식으로 이메일을 통해 서비스하고 있다. 이중 주파수의 GPS 자료를 처리한 결과는 센티미터 수준의 정확도를 제공하며, 24시간 관측 자료를 기준으로 15분 이내의 시간이 소요된다(AUSPOS, 2011).

캐나다의 CSRS(Canadian Spatial Reference System)에서는 PPP(Precise Point Positioning) 방식으로 사용자 관측 자료에 대한 정밀 위치를 계산하여 사용자들에게 전송한다. 특히 CSRS에서는 정지측량 뿐만 아니라 이동측량(kinematic survey) 자료도 처리 가능하다(CSRS, 2011).

미국 SOPAC(Scripps Orbit and Permanent Array Center)의 SCOUT(Scripps Coordinate Update Tool)는 사용자의 관측파일을 GAMIT 소프트웨어를 이용하여 네트워크 방식으로 자료처리를 수행한다. 상시관측소 네트워크는 사용자가 직접 선택하거나 사용자 관측데이터의 인접 상시관측소를 자동으로 검색한다(SOPAC, 2011).

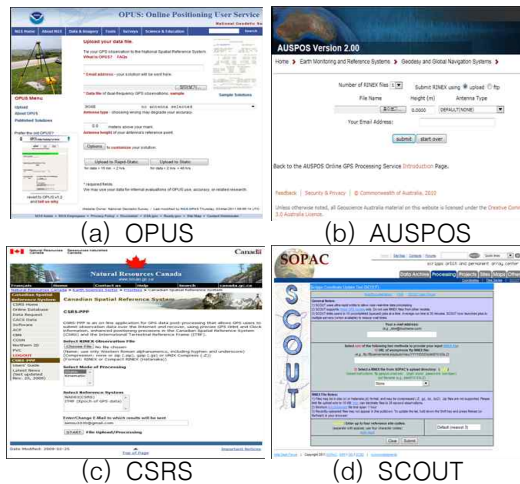


FIGURE 1. 온라인 GPS 자료처리 국외 현황

## GPS 자료처리 시스템 구축

### 1. 시스템 구성

본 연구에서 구축한 GPS 자료처리 시스템(OPUS-K)은 사용자의 요청과 서버의 응답이 웹을 통해서 이루어진다. 서버는 웹과 자료처리의 별도 서버로 운영되며, 서버 구축을 위해 오픈 소스 운영체제 중 현재 가장 많이 사용되는 리눅스를 사용하였다.

OPUS-K는 FTP와 HTTP를 통해 사용자, 웹 서버, 자료처리 서버간의 정보를 자동으로 주고받으며, 위성궤도 등 자료처리에 필요한 파일을 FTP를 통해 자동으로 다운로드 한다. 상시관측소 자료를 제공하는 국토지리정보원은 FTP 접속을 허용하지 않으므로 관리자가 매일 수동으로 다운로드한다(그림 2).

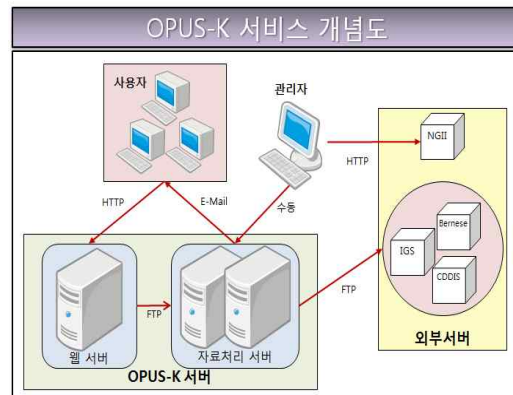


FIGURE 2. OPUS-K 서비스 개념도

### 2. 웹 서버

웹 서버는 오픈소스 서버용 소프트웨어인 Apache를 사용하여 구축하였으며, 관측파일을 비롯하여 사용자 정보, 안테나 종류 및 오프셋 등 GPS 자료처리에 필요한 정보를 입력받아 자료처리 서버로 전달하는 역할을 수행한다. 서버와 사용자간의 정보를 동적으로 주고받기 위한 CGI(Common Gateway Interface)는 Perl을 이용해 구현하였다.

### 3. 자료처리 서버

자료처리 서버는 웹 서버로부터 전달받은 사용자 정보 및 관측 자료를 처리하여 결과를 사용자에게 이메일로 보낸다. 자료처리를 위한 일련의 과정은 Perl 스크립트 형태의 데몬이 담당하며, 자료처리 순서는 그림 3과 같다. 데몬은 컴퓨터 시스템에 상주하여 응용 프로그램이나 시스템이 특정한 조건을 만족할 때 자동으로 수행되는 시스템 프로그램이다. 본 시스템에서는 웹 서버에서 전달받은 관측자료 및 사용자 정보 등을 정기적으로 체크하여 새로운 자료가 입력되면 스크립트를 실행한다. 본 시스템은 한 번에 하나의 관측파일만을 처리하도록 되어 있으며, 만일 동시에 여러 사용자가 관측파일을 업로드 하였을 경우에는 관측파일과 사용자 정보파일들은 대기상태가 된다. 대기상태로 들어간 파일들은 알파벳순으로 하나씩 자료처리가 진행된다. 자료처리 완료 후 결과 파일을 이용하여 사용자를 위한 보고서를 생성하여 이메일로 전송한 후 대기모드로 진입한다.

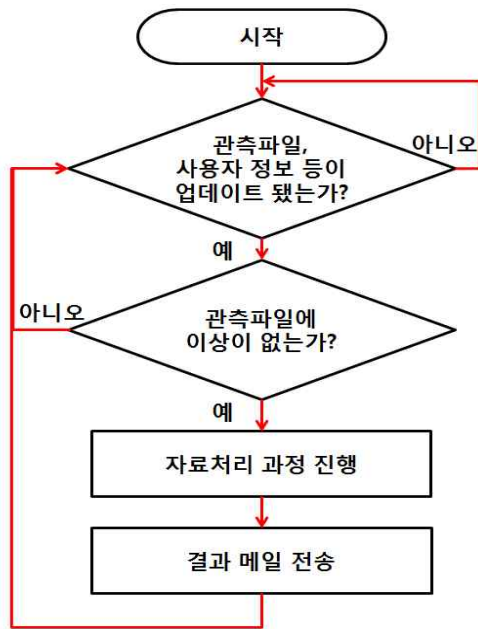


FIGURE 3. 자료처리 서버 순서도

### GPS 관측자료 처리

#### 1. 자료처리 흐름

사용자가 웹 서버에 관측 자료와 보조정보를 입력하면 웹 서버는 이 정보를 텍스트 파일로 저장하여 자료처리 서버로 전송한다. 자료처리 서버에서는 사용자 관측 자료의 대략적인 위치 및 관측일자 등을 바탕으로 상시관측소를 선정하고, IGS 및 CODE 서버로부터 정밀 궤도력, 전지구 전리층 모델 등의 파일을 다운로드한다. 과학기술용 GPS 자료처리 소프트웨어를 이용하여 수동 다운로드 된 상시관측소와 사용자간의 기선을 형성하여 자료처리를 진행하고, 자료처리결과 중 주요 내용을 보고서 형식으로 작성하여 사용자의 이메일로 전송한다(그림 4).

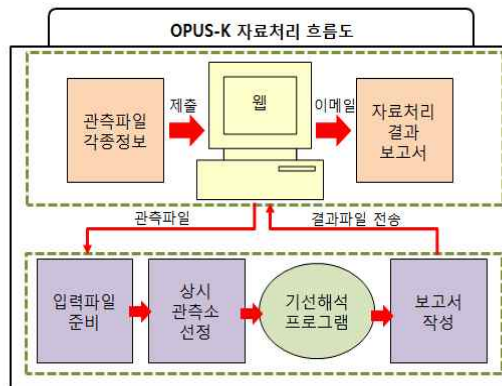


FIGURE 4. 자료처리 흐름도

#### 2. 사용자 파일 업로드

사용자는 OPUS-K의 초기 화면에서 자료처리에 필요한 각종 정보 및 관측파일을 업로드 한다. 사용자의 이름 및 소속과 자료처리 결과를 전송할 이메일 주소와 더불어 안테나 및 표석으로부터 안테나 기준선까지의 높이를 입력한다. 특히 사용자는 특수한 목적 또는 관측소의 일시적인 장애 등에 대처하기 위하여 자료처리에서 제외할 5개 이내의 상시관측소를 선택할 수 있다. 안테나 종류와 높이 정

보는 사용자 관측파일의 헤더에서 얻을 수 있으나 해당 정보의 부정확 또는 누락 가능성으로 인해 자료처리에는 사용자가 웹에서 입력한 정보를 사용한다(그림 5).

사용자가 입력한 정보 및 관측파일은 FPT를 통해 자료처리 서버의 해당 디렉터리로 전송되며, 서버의 데몬이 자료처리 스크립트를 구동한다.

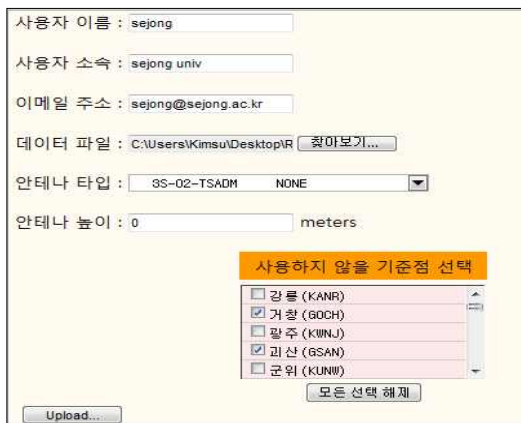


FIGURE 5. OPUS-K의 자료입력 화면

### 3. 관련파일 다운로드

자료처리 서버에서 실행중인 데몬이 웹 서버로부터 전송된 사용자 관측파일을 확인하면, IGS를 비롯한 FTP 서버로부터 자료처리에 필요한 각종 파일을 다운로드하는 스크립트를 실행한다. 이 스크립트는 사용자 파일의 관측 날짜에 해당하는 정밀궤도력(SP3), 위성의 시계정보(CLK), 지구자전축의 움직임에 관한 파일(ERP) 및 항법메시지를 IGS 서버로부터 다운로드 한다. 또한 모호정수 결정을 위해 전지구전리층모델(ION)과 수신기와 위성의 코드 바이어스(DCB)를 CODE 서버로부터 전송받는다. 국토지리정보원을 제외한 FTP 서버로부터의 관련파일 다운로드는 자동적으로 이루어진다(표 1).

IGS 서버로부터 다운로드하는 정밀궤도력은 정확도가 2cm 이하로 알려져 있다. 정밀

기션해석을 위해서는 정밀궤도력이 반드시 필요하지만 정밀궤도력은 관측일로부터 2주 이상 지연되어 제공되는 문제점이 있다. 따라서, 사용자의 관측파일 업로드가 관측일로부터 2주 이내에 이루어져 정밀궤도력을 제공 받을 수 없는 경우에는 5cm 이하의 정확도를 가지는 신속궤도력으로 대체하여 사용한다. 또한, 신속궤도력 역시 17시간의 시간이 지연되어 제공되며, 따라서 관측일 기준 2일 이내의 자료는 처리하지 않는다. 지구자전축의 움직임에 대한 정보는 위성궤도에 상응하는 파일을 이용한다.

TABLE 1. 외부서버로부터 전송받는 파일

IGS	정밀궤도력(SP3)
	위성의 시계정보(CLK)
	지구 자전축의 움직임(ERP)
CODE	항법메시지(n)
	전지구전리층모델(ION)
NGII	수신기와 위성의 코드 바이어스(DCB)
	국내 상시관측소 RINEX파일(o)

### 4. 상시관측소 선정

OPUS-K는 네트워크 방식의 기션처리를 수행하므로 사용자 관측위치를 중심으로 하는 상시관측소의 선정이 필요하다. 이상적인 상시관측소의 배치를 위해서는 네트워크의 기하학적인 요소를 고려하여 사용자가 삼각형의 무게중심과 일치해야 하지만, 현재 운영중인 상시관측소는 좌표가 고정되어 있으므로 사용자가 상시관측소 네트워크 내부에 위치하도록 선정한다. 따라서 상시관측소 선정을 위해서는 사용자의 대략적인 위치가 필요하며, 이를 위해서 UNAVCO(University NAVstar Consortium)에서 개발해 일반에게 무상으로 제공하는 TEQC(Translation, Edition, and Quality-Checking) 프로그램을 사용하였다. TEQC는 GPS 자료의 수신율, 수신기 시계오차, 사이클 슬립, 다중경로 오차, GPS 위성의 고도각 및 방위각 등 다양한 정보를 제공하며 (박관동 등, 2007), 미터 수준의 대략적인 위

치 계산이 가능하다. 사용자의 대략적인 위치를 계산한 후, 그림 5에 제시한 바와 같이 사용자가 사용하기를 원치 않는 상시관측소를 제외하고 관측날짜에 사용가능한 상시관측소를 확인한다. 관측점으로부터 각 상시관측소까지의 거리를 계산하고, 기하학적인 배치를 고려하여 가장 가까운 3개의 상시관측소를 선정한다(그림 6).

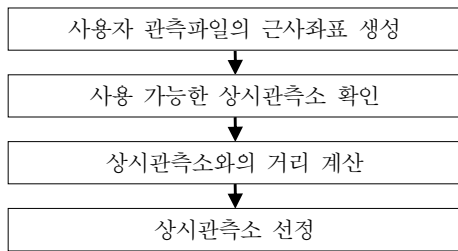


FIGURE 6. 상시관측소 선정과정

### 5. 기선해석

선정된 3개의 상시관측소 자료를 고정국으로 하여 네트워크 방식으로 사용자의 관측자료를 처리한다. 사용자 자료는 Bernese GPS Software V5.0과 NGS의 PAGES의 두 종류의 소프트웨어로 처리가능하다. Bernese는 스위스 베른대학교의 천문연구소에서 개발한 과학기술용 소프트웨어로 두 수신기간의 직선 거리에 대해 1억분의 2(20 ppb)의 정밀도로 위치를 결정할 수 있으며(최정민, 2000), PAGES는 미국 NGS에서 개발하여 GPS 기선처리 및 위성궤도 결정에 사용되는 소프트웨어로 높은 정밀도를 요구하는 다양한 프로젝트에 적합하다. 이 두 개의 소프트웨어에 의한 자료처리 결과는 GPS 자료처리 오차범위 내에서 동일한 수준의 정밀도를 제공한다. 두 개의 소프트웨어 중 사용자의 관측파일이 처리될 소프트웨어는 랜덤하게 선택되어 자료처리를 실시한다.

Bernese를 이용한 자료처리를 위한 옵션은 표 2와 같으며, 이중 대류권에 의한 GPS 관측값 지연은 Niell 모델을 적용한다. Niell 모

델은 입력 값으로 관측소의 위치와 연중 시간(time of year)만 필요로 하며, 독립적이고 정확하여 지상 기상학에 널리 사용되고 있는 모델이다(전재한 등, 2008). 또한 대류권 지연오차 추정을 위해 선정된 세 개의 상시관측소의 대류권 지연오차를 모두 추정할 경우 각 관측소간의 짧은 거리에 의한 높은 상관관계로 인해 추정값의 안정성이 급격히 저하된다. 따라서 상시관측소 중 한 점을 모델값에 고정하여 상대적인 대류권 지연 오차를 추정한다. 이 외에 앞 단계에서 다운로드한 전리층 모델, 정밀 궤도력, 위성의 시계정보, 지구 자전축 움직임 등의 파일이 이용되며, JGM-3 중력 모델, IAU2000 장동모델 및 FES2004 해양조석모델을 사용하며, Bernese의 BPE(Bernese Procession Engine) 기능을 이용하여 일련의 과정을 자동으로 처리할 수 있도록 하였다(표 2). BPE는 Bernese에서 제공하는 자동화된 자료처리 프로그램으로 PCF(Process control File)에 의해 처리과정이 정해지며, 사용자가 정해놓은 일련의 자료처리 과정을 순서대로 자동으로 처리한다. PAGES의 경우는 일반적으로 사용되는 기본 옵션으로 기선해석을 실시한다.

TABLE 2. Bernese 기본 옵션

장동모델	IAU2000
중력모델	JGM-3
대류권모델	Niell
해양조석모델	FES2004
임계 고도각	10°
기준 좌표계	ITRF2000

### 6. 결과 전송

자료처리 결과파일은 세부적이고 복잡한 내용을 많이 포함하고 있으므로 일반 사용자들이 필요한 정보를 파악하기 쉽지 않다. 따라서 스크립트를 이용하여 결과파일 중 사용자 위치와 관련된 주요 정보를 텍스트 형식의 보고서로 작성한다. 그림 7에서와 같이 보고서

는 사용자 관측파일에 관한 정보, 자료처리에 사용된 파일 및 소프트웨어 정보, 그리고 조정계산 된 사용자 위치정보를 포함한다. 관측 정보는 안테나 종류와 높이, 관측 시작 및 종료 시간, 수신기의 종류, 수신간격, 관측 위성 리스트 등을 포함한다. 또한 자료처리에 사용된 소프트웨어, 상시관측소 목록, 좌표계 정보와 함께 최종적인 사용자의 위치를 직각좌표 및 측지좌표로 표시한다. 작성된 보고서는 사용자가 입력한 이메일로 자동으로 전송되며, 사용통계 등의 목적을 위해 서버에 로그 파일로 저장된다.

NETWORK-BASED GNSS PROCESSING				
SOFTWARE: PAGESS (NGS)				
USER : 김수경 / 세종대학교 / kimsul0308@gmail.com				
DATE : 2011-04-20 11:04:22				
CONTACT : EGLS / Sejong University / jaba1030@naver.com				
RINEX FILE: ds010160.11o				
ANTENNA : TRM59800.00		SC1S		
MPK -> ARP: 0.00 [m]				
START TIME: 2011/01/16 00:00:00		(DAY-OF-YEAR: 016.000000)		
STOP TIME : 2011/01/16 01:59:30		(DAY-OF-YEAR: 016.082986)		
RECEIVER TYPE : TRM59800.00		SC1S (00363230)		
OBS. INTERVAL : 30.0 seconds				
NUM. EPOCHS : 240				
NUM. SATELLITES: 32				
01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25				
26 27 28 29 30 31 32				
REFERENCE STATIONS				
STATION	X [m]	Y [m]	Z [m]	
DNJU	00003	-3117076.2070	4067949.7910	3784300.4880
BOEN	99118	-3141804.9160	4060586.5870	3772023.1180
NONS	99120	-3106784.9940	4110681.1940	3744932.1420
REFERENCE FRAME: ITRF2000				
REFERENCE EPOCH: 2011-04-20 12:00:00				
USER STATION				
STATION	X [m]	Y [m]	Z [m]	
	LAT [deg]	LON [deg]	HGT [m]	
ds01 23902M002	-3120041.9021 ( 0.0021)	4084614.9142 ( 0.0024)	3764026.9094 ( 0.0020)	
	36 23 57.94369 ( 0.0021)	127 22 28.12199 ( 0.0022)	116.8198 ( 0.0022)	
THIS REPORT MAY BE USED FOR REFERENCE ONLY. EGLS CANNOT ACCEPT LIABILITY FOR ANY PROBLEM CAUSED BY THIS REPORT.				

FIGURE 7. 자료처리 결과 보고서

### 시스템 운영

국토지리정보원에서 운영 중인 전국 46개 상시관측소 자료를 이용하여 사용자의 GPS

자료를 네트워크 방식으로 처리한다. 현재 사용 가능한 위성은 GPS이며, 국내에서 관측된 자료만을 처리하도록 지역적인 제한을 두었으며, 자료처리 결과의 정확도를 위하여 최소 관측시간을 2시간으로 제한하였다. 사용자는 측정 자료를 RINEX 포맷으로 변환하여 업로드 하여야 하며, 안테나 타입 및 표적으로부터의 높이를 정확하게 제공해야 한다. 또한 관측파일 업로드는 동시에 한 개의 파일만 가능하다. 현재 사용 가능한 안테나 타입은 310 개이며, 만일 사용한 안테나 타입이 목록에 없는 경우에는 제시된 목록 중 호환 가능한 안테나를 선택하도록 한다. 또한 상시관측소 중 사용자의 필요성 또는 관측소 자료의 일시적인 장애 등에 대처하기 위해 제외하고자 하는 기준점을 최대 5개 까지 선택할 수 있도록 하였다. 사용자 관측자료 업로드 이후 결과파일 전송까지의 총 소요시간은 24시간 관측과일을 기준으로 최대 5분이며, 신속케도력 시간간격을 고려하여 사용자의 관측으로부터 2일 경과 후 본 시스템이 이용이 가능하다. 상시관측소의 좌표는 국토지리정보원에서 2010년 3월 12일 고시한 좌표를 사용하며(국토지리정보원, 2010), 별도의 속도 정보는 고려하지 않는다.

## OPUS-K 적용사례

### 1. 실험환경

OPUS-K 시스템의 효용성 검증을 위하여 국토지리정보원의 상시관측소 중 하나인 보은(BOEN) 관측소의 데이터를 사용자 관측 파일로 간주하여 2011년 1월 1일부터 7일까지 일주일간 처리하였다(표 3). 자료처리 결과는 상업용 데이터처리 소프트웨어로 국내에서 광범위하게 사용되는 TGO(Trimble Geomatics Office)의 결과와 비교하였다.

OPUS-K를 이용한 자료처리를 위해 보은 관측소에서 사용하는 안테나 타입과 높이를 웹 페이지에 입력하고, 자료처리에서 제외할



상시관측소로 보은을 선택함으로써 보은을 제외한 3개의 상시관측소가 선택되어 기선해석을 수행할 수 있도록 하였다.

TGO의 경우는 OPUS-K에서 선정된 세 개의 관측소를 이용한 망조정을 수행하였다.

TABLE 3. 관측 데이터 설명

관측소 이름	보은(BOEN)
관측 날짜	2011년 1월 1일~7일(7일간)
수신기 타입	TRIMBLE NETR5
안테나 타입	TRM33429.00+GP DOME
안테나 높이	0.028m
관측 간격	30초
관측 시간	24시간

2. 결과 비교

이메일로 전송된 OPUS-K의 결과 보고서

에 따르면 사용자가 선택한 보은을 제외한 청주, 괴산, 상주 관측소가 자동으로 선정되어 기선해석을 실시하였음을 확인할 수 있다.

OPUS-K와 TGO를 이용한 자료처리 결과를 국토지리원에서 고시한 보은 좌표와 각각 비교하여 그 차이를 지역 평면좌표로 산출하였다(그림 8). 결과적으로 수평오차의 일별 변화는 OPUS-K의 경우 남쪽, 동쪽 모두 mm 수준의 차이가 발생하였고, TGO의 결과는 남쪽으로 1cm 이내, 동쪽 방향으로는 1cm 이상의 오차가 발생하였다. 수직오차의 경우는 OPUS-K와 TGO 모두 3cm 수준의 차이를 보였나, TGO의 경우는 OPUS-K 보다 비교적 일별 오차가 고르지 않게 결정되었다. 따라서 OPUS-K를 이용한 자료처리가 TGO보다 높은 신뢰성을 제공하는 것을 알 수 있다.

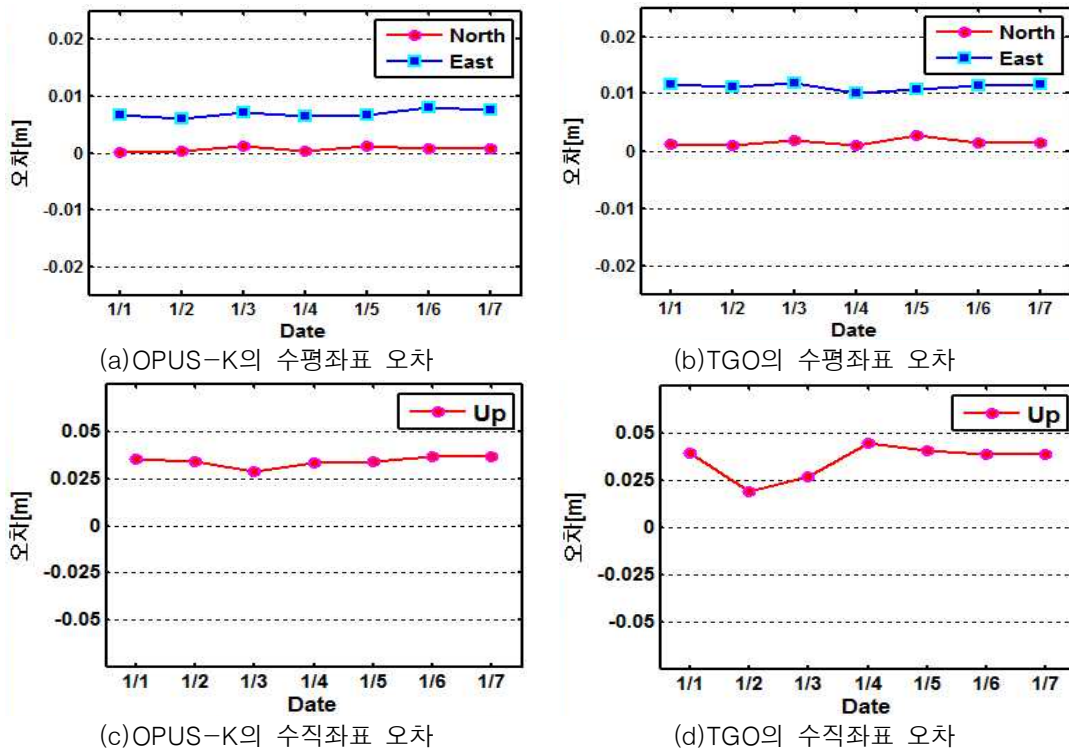


FIGURE 8. OPUS-K와 TGO의 정확도 분석




## 결 론

본 연구에서는 인터넷을 기반으로 사용자의 관측파일을 자동으로 처리하여 결과를 제공하는 시스템을 구축하였다. 웹을 통해 사용자의 관측파일을 입력받아 자료처리에 필요한 관련 파일들을 자동으로 다운로드 받고, 사용자와 근접한 상시관측소를 선정하여 네트워크 방식의 기선해석을 실행한다. 자료처리 결과 보고서는 보고서 형식의 텍스트 파일로 작성하여 사용자의 이메일로 전송된다.

웹 환경의 자동 기선해석 시스템은 일반적으로 복잡한 과학기술용 소프트웨어를 필요로 하는 고 정밀 GPS 데이터 처리를 온라인으로 신속하게 수행할 수 있다. 따라서 GPS 자료 처리에 대한 전문적인 지식이 없는 일반 사용자들도 시간과 장소에 구애받지 않고 쉽고 빠르게 접근할 수 있어 사용자들의 GPS 이용 증가와 새로운 분야로의 확대 등의 효과를 기대할 수 있다. 또한 온라인 자료상에서 GPS 자료를 자동으로 처리하기 위한 기술을 향후 대형 구조물 모니터링, 민간분야 공간정보 서비스 등 다양한 분야에 적용하기 위한 기반이 될 것으로 기대된다.

## 감사의 글

이 연구는 공간정보 전문인력 양성사업의 지원을 받아 수행된 연구임. 

## 참고문헌

- 건설교통부. 2005. 온라인 GPS 위치정보제공 시스템 개발. 1쪽.
- 국토지리정보원. 2010. 고시 제2010-189호.
- 박관동, 김혜인, 원지혜. 2007. 국토지리정보원 GPS 상시관측소 관측환경 분석. 한국측량학회지 25(4):337-345쪽.
- 서용철. 2009. GPS 이론과 응용. 시그마프레스. 4쪽.
- 전재한, 권재현, 이지선. 2008. 시뮬레이션을 통한 GPS 오차의 영향 분석. 한국측량학회지 26(4):397-405.
- 최정민. 2000. 지적재조사를 위한 GPS 상시관측소 운영에 관한 연구. 지적 308. 52-57쪽.
- Misra, P. and P. Enge. 2006. Global Positioning System: Signals, Measurements, and Performance. GangaJamuna. pp.274-275.
- AUSPOS. 2011. <http://www-b.ga.gov.au/bin/gps.pl>
- CSRS(Canadian Spatial Reference System). 2011. [http://www.geod.nrcan.gc.ca/index\\_e.php](http://www.geod.nrcan.gc.ca/index_e.php)
- OPUS(Online Positioning User Service). 2011. <http://www.ngs.noaa.gov/OPUS>
- SOPAC(Scripps Orbit and Permanent Array Center). 2011. <http://sopac.ucsd.edu> 