

인터넷 기반 GPS 데이터 처리 서비스에 관한 연구

김상호¹ · 박관동^{2*}

Development of an Internet Based GPS Data Processing Service

Sang-Ho KIM¹ · Kwan-Dong PARK^{2*}

요 약

GPS 수신기 기술의 발전으로 인해 관련지식이 없더라도 데이터를 쉽게 획득할 수 있게 되었다. 하지만 매우 정확한 좌표 획득을 위해서는 데이터 후처리 과정이 추가적으로 필요한데 이 과정은 고도의 전문성을 요구한다. 또한 일선 현장에서는 시스템 여건상 후처리 소프트웨어를 가동할 수 없는 경우가 대부분이다. 따라서 본 연구는 이를 개선할 수 있는 인터넷 기반 GPS 데이터 처리 서비스를 개발하는데 목적을 두었다. 후처리 소프트웨어는 GIPSY를 선택했는데 정밀케도력을 이용해서 이중차분 없이 단시간 내 위치정보 획득이 가능한 장점이 있다. 리눅스(Linux) 환경에서 작동하는 GIPSY와 웹서버의 연동을 통해서 사용자가 웹상에 원시 데이터를 전송하면 서버에서 자동으로 후처리가 실행되고 사용자에게 화면상으로 결과를 출력하는 구조로 설계하였다. 본 연구에서 구축한 서비스를 테스트한 결과 이중주파수 수신기를 이용하여 30초 간격으로 24시간 동안 수집한 데이터를 서버에 전송하고 처리하는데 총 30초 정도가 소요되어 매우 신속한 데이터 처리가 가능함을 알 수 있었다.

주요어 : GPS, 데이터 처리, GIPSY, Apache, PHP

ABSTRACT

As GPS equipments improve, one can acquire GPS data easily in the field. To obtain precise and accurate coordinates, however, post processing is additionally required and the processing needs high degree of skills. Besides, it is very common that we cannot operate processing softwares in the field because the required system environment is usually not prepared. The aim of this study is the development of an internet-based GPS data processing service. For post processing, we used GIPSY developed by JPL. It has many advantages such as obtaining coordinates quickly by using precise or predicted ephemeris. This service proceeds as following orders by interlocking GIPSY software and internet service which is operated on a Linux

2007년 1월 5일 접수 Received on January 5, 2007 / 2007년 3월 13일 심사완료 Accepted on March 13, 2007

1 국민대학교 삼림과학대학 산림자원학과 석사과정 College of Forest Science, Kookmin University

2 국민대학교 삼림과학대학 산림자원학과 조교수 Assistant Prof., College of Forest Science, Kookmin University

* 연락처 E-mail : kdpark@inha.ac.kr

platform: Users upload the raw data file on the internet, then GIPSY runs automatically and then the user gets the result in the field. We use an Apache web server as the hosting program and PHP scripts are used in coding web pages. The total processing time including data-uploading was around 30 seconds for a 24-hour data with a 30-second sampling rate.

KEYWORDS : GPS, Data Processing, GIPSY, Apache, PHP

서 론

GPS(global positioning system)는 측량 및 측지분야는 물론 최근의 지능형 교통시스템(ITS), 위치기반 서비스(LBS)와 같은 응용분야 및 지각변위, 기상관측 등에 이르기까지 일상생활에서 없어서는 안 될 중요한 역할을 하고 있다. 또한 GPS는 실시간으로 정확한 차량통행자료를 수집하는 추종이론(car following theory) 등 교통역학 분야의 연구에도 많은 적용이 되고 있다(김재석 등, 2000). GPS를 개발한 미 국방성은 1990년 3월부터 선택적가용성(SA : selective availability)이란 이름으로 위치정밀도를 낮추는 방법을 취하였다. 이러한 정책이 2000년 5월 1일부로 중지되면서 일반 이용자들이 얻을 수 있는 자료의 정밀도도 크게 향상되었다(김재석 등, 2002).

GPS는 응용 목적에 따라서 요구되는 정밀도가 다양한데, 특히 긴급 도로망 보정, 도시 기준점 설정 등의 분야는 단시간 내에 고정밀 좌표를 획득할 필요가 발생한다. GPS로 이러한 고정밀의 좌표를 획득하기 위해서는 현장에서 수집된 원시 데이터의 후처리 과정이 필수적인데, 이를 위한 소프트웨어로는 대표적으로 Bernese, GIPSY, GAMIT 등이 있으며 Bernese 경우에는 유상으로 공급되고 있다. 이러한 고정밀 후처리 소프트웨어의 문제점으로는 일반인이 이용하기에 프로그램의 실행 과정이 복잡하고 대부분의 소프트웨어 실행 플랫폼(platform)이 고사양의 CPU를 탑재한 유닉스(UNIX) 환경이라는 점 등을 꼽을 수 있다.

이러한 문제점의 대안으로 미국 JPL(Jet Propulsion Laboratory)에서는 1997년 7월부터

전자우편과 FTP를 통해 자동으로 GPS 데이터를 처리하는 AG(Auto GIPSY <http://milhouse.jpl.nasa.gov/ag/>)서비스를 제공하고 있다(Zumberge, 1999). 그림 1은 1998년 이후부터의 전 세계 지역별 AG 사용량을 보여준다. 사용자가 처리하고자 하는 RINEX(Receiver INdependent Exchange Format) 파일을 전자우편을 통해 서버로 전송하면 단시간 내에 답변이 전송되어지고 첨부된 FTP 주소를 통해 사용자는 처리 결과를 획득할 수 있다. 상대측위가 아닌 정밀단독측위(precise point positioning)의 해석서비스를 제공하는 AG를 GPS 기준점 및 공사용 GPS 도시기준점의 산정에 적용한다면 측지망의 구성에 관련한 제반작업이 필요치 않게 될 것이므로 측지학적인 응용 면에서 과거 측위 방식에 비해 그 해석과정이 단순화되므로 매우 효율적인 활용이 가능하다(이용창, 1999). 하지만 FTP와 전자우편을 통한 데이터의 전송 및 결과확인 과정을 통해서는 즉각적으로 좌표를 취득할 수 없으므로 현장에서의 실시간 이용에는 제약이 따르게 된다.

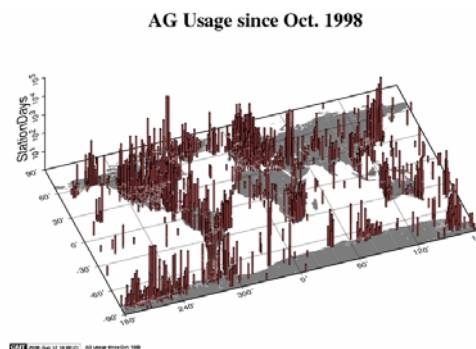


FIGURE 1. 1998년 이후 AG 이용자 현황(출처: <http://milhouse.jpl.nasa.gov/ag/>)

AG와 유사한 서비스로 미국에서는 OPUS (Online Positioning User Service)가 운영되고 있다. OPUS는 미국 NGS(National Geodetic Survey)에서 운영 중인 온라인 기반의 GPS 데이터 처리 서비스로 현재 NGS 홈페이지 (<http://www.ngs.noaa.gov/OPUS>)를 통해 서비스를 제공하고 있다. OPUS는 사용자가 홈페이지에 GPS 데이터를 업로드하면, 해당 데이터를 NGS 데이터 처리 서버로 전송하며, NGS 서버에서는 IGS(International GNSS Service) 궤도력과 PAGE 5(Program for the Adjustment of GPS Ephemerides 5) 프로그램을 이용하여 좌표를 산출한 후, 사용자가 입력한 전자우편으로 처리 결과를 전송해 주는 방식을 취하고 있다. 그림 2는 OPUS의 메인 화면으로 전자우편 주소 입력, 데이터 입력, 안테나 기종 설정, 안테나 높이의 4가지 입력 폼(form)으로 구성되어 있다. 그러나 OPUS는

데이터 처리 가능 지역이 한정되어 있고 현재 대한민국은 처리 가능 지역에 포함되어 있지 않은 상태이다. 그러므로 국내에서 수집된 데이터를 OPUS를 이용해서 처리하고 좌표를 얻을 수 없는 실정이다.

위의 AG와 OPUS의 경우 후처리 소프트웨어에 대한 지식과 실행 가능한 플랫폼 및 소프트웨어 없이도 정밀한 좌표를 획득할 수 있다는 장점이 있지만, AG의 경우 FTP 접속이 가능해야만 사용할 수 있고, 두 프로그램 모두 전자우편을 통해 결과 전송이 이뤄지기 때문에 그로 인한 시간 지연이 발생하게 되며, 결국 실시간 이용에는 제약을 받게 된다.

국내의 경우 정밀단독측위기법에 의한 GPS 기준점 좌표의 산정(이용창, 1999), ASP를 이용한 인터넷 GPS 자료처리 시스템에 관한 연구(윤희천 등, 2004)가 선행된 바 있고, 국토지리정보원은 국내 상시기준국 데이터를 이용한

FIGURE 2. OPUS 메인 화면(출처: <http://ngs.noaa.gov/OPUS>)

상대측위 서비스인 GPS 기준점 서비스 NGPS(<http://gps.ngii.go.kr/>)를 준비 중에 있다.

본 연구는 데이터 처리 소프트웨어가 설치되어 있는 서버에 사용자가 원격에서 웹을 통하여 데이터를 전송하고, 처리된 데이터를 실시간으로 획득하는 구조의 서비스를 구축하는데 목적이 있다. 본 서비스를 통해 사용자가 HTML호환 브라우저를 탑재한 시스템이 가능한 환경이면 원격에서 실시간으로 데이터 처리 결과를 획득할 수 있게 되고, 별도의 기준점 데이터 없이도 2~3cm내의 정확한 결과를 얻게 된다.

서비스 시스템 구축

1. 개발 환경

본 연구는 AG에서 사용된 GIPSY 와 HTML이 적용 가능한 APM을 기반으로 한다. GIPSY는 NASA JPL이 개발한 고정밀 GPS 데이터 처리 소프트웨어로 가장 뛰어난 장점은 앞에서 언급한 정밀단독측위 기법을 이용할 수 있다는 것이다. GPS 데이터의 오차를 줄이는 방법은 크게 상대측위 방식과 정밀단독측위 방식으로 나뉜다. 상대측위방식은 위치가 이미 알려진 기준국과 위치를 알고자 하는 이동국을 구성하고 기준국 쪽에서의 변동은 오차로 간주하고, 이 값을 이동국의 정보로부터 가감하여 정확한 위치를 구하는 기법이다(장용구, 2006). 정밀단독측위방식은 국제 GPS 데이터 분석센터에서 제공하는 GPS 위성궤도력과 위성시계오차 해(solution)를 사용하여 위치를 알고자 하는 관측소의 의사거리(pseudo range)와 반송파위상(carrier phase)데이터만을 이용하여 처리하는 기법이다(박관동 등, 2003). 정밀단독측위를 할 경우 기준국의 관측데이터가 필요하지 않기 때문에 이중차분을 할 필요가 없을 뿐만 아니라 관측소간 기선을 고려할 필요가 없으므로 데이터 처리 속도가 빨라진다.

GIPSY로 데이터를 처리하기 위해서는 GPS

위성의 궤도력이 필요하다. 궤도력에는 정밀궤도력(precise orbits), 신속궤도력(rapid orbits), 초신속궤도력(ultra-rapid orbits), 방송궤도력(broadcast orbits)이 있다. 이 중 초신속궤도력은 UT(Universal Time)를 기준으로 하루에 4번(03시, 09시, 15시, 21시) 제공되며 24시간 후까지 추정된 궤도력을 포함하고 있어 실시간 혹은 준실시간 응용이 가능하다(박관동 등, 2003).

GIPSY 소프트웨어를 사용하기 위해서는 레드햇 리눅스(RedHat Linux) 9.0 버전 이상과, 처리 과정에서의 높은 CPU 점유율 및 메모리 소비, 다중 실행 시 과부하 방지를 위한 서버 형태의 플랫폼, 데이터 분석센터로부터 궤도력을 가져오기 위한 인터넷 연결 설정이 필수적이다. 하지만 현장에서는 이와 같은 여건을 마련하기가 쉽지 않고 특히 유닉스 기반의 콘솔(console) 환경에 익숙하지 않은 경우가 많기 때문에 쉽게 접근할 수가 없는 경우가 대부분이다.

HTML을 이용한 웹 서비스를 위해서 본 연구에서는 APM이 사용되었다. APM은 Apache, PHP, MySQL의 약자로서, 그림 3과 같이 세 가지의 프로그램이 연동되어 실행되는 구조를 지닌다. Apache는 세계 시장의 50% 이상을 점유하고 있는 웹서버 솔루션으로서 리눅스, 윈도우즈 양쪽에서 사용 가능하고 윈도우즈 기반의 IIS(Internet Information Server)에 버금가는 기능과 보안, 속도를 지니고 있으며 무료로 소스 코드를 제공받아 설치할 수 있는 장점을 지니고 있다. 서버에 Apache의 설정이 완료되면 리눅스에는 Apache 프로세스(process)가 항상 작동되며 최대 100명까지의 사용자가 동시접속을 할 수 있게 되고 서버에 부여된 IP(Internet Protocol) 주소 혹은 DNS(Domain Name System) 주소를 통해 외부 사용자는 Apache에서 설정된 공개 디렉터리 내의 파일에 접근할 수 있게 된다. 단 공개 디렉터리의 접근은 윈도우즈, 모바일 윈도우즈, 리눅스 등과 같이 HTML 4.01규약에 호환되는 웹브

라우저를 탑재한 운영체제여야 하며 이상의 시스템에서는 모두 동일한 화면이 표시된다.

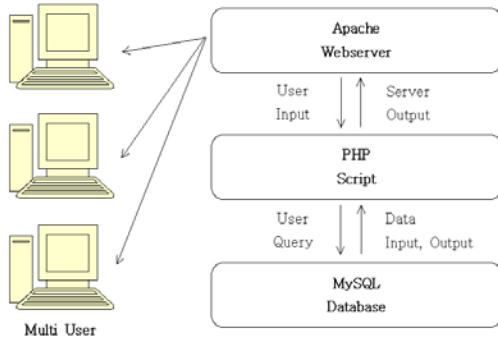


FIGURE 3. APM 개념도

PHP는 Professional HTML Preprocessor의 약자로서 프로그래밍이 가능하고 HTML과의 호환성이 뛰어난 스크립트 언어이다. 특히 PHP 코드의 해석은 서버에서 이루어지고 결과물이 HTML 형식으로 사용자에게 재전송되기 때문에 사용자는 별도의 해석기(parser) 없이 서버에서 해석된 내용을 확인할 수 있고, 그로 인한 실행 속도의 향상과 코드의 보안 유지가 용이하며, 컴파일 과정 없이 스크립트의 수정만으로 유지 보수 할 수 있는 장점이 있다. 특히 본 서비스와 같이 멀티세션이 장시간 지속될 경우 Perl 혹은 CGI 기반의 프로그램은 운영체제에 개별적인 프로세스를 요구하기 때문에 시스템에 부하를 주지만 PHP는 웹 서버 프로세스의 일부로 실행되기 때문에 속도 향상을 기대할 수 있다(Thomas et al, 2002).

MySQL은 관계형 데이터베이스로서 일반에 무료로 공개되어 있고, 상용 데이터베이스와 비교했을 때 거의 동등한 기능을 가진 프로그램이다. 특히 리눅스 플랫폼에서 안정적인 운영이 가능하며 Apache, PHP와의 연동이 용이하기 때문에 사용자로부터 전송된 GPS 데이터들을 서버 상에 DB로 구축하기 용이하다.

2. 서비스 흐름

본 서비스는 그림 4에 표시된 바와 같은 순서로 진행된다. 먼저, 사용자의 데이터 입력을 통해 PHP 구문이 실행되는 과정에서 데이터 검증이 실행된다. GIPSY가 지원하는 데이터 형식은 GPS 데이터 형식의 표준인 RINEX인데, 최신 버전은 2.10 이다. 간혹 2.00 이전 버전의 데이터를 입력하는 경우와 무결성(integrity) 상태가 아닌 경우 오류가 발생하는 경우가 있는데, 이를 방지하기 위해 본 서비스에서는 TEQC(Translation, Editing and Quality-Checking)를 통한 데이터 전처리(pre-processing) 과정을 추가하였다. TEQC는 UNAVCO(University NAVstar Consortium)에 의해 개발되어 일반에게 무료로 제공되는 소프트웨어로 번역, 편집, 품질검증의 세 가지 주요 기능이 있다(Estey and Meertens, 1999). 이 중 편집 기능을 이용해 업로드 된 데이터를 GIPSY에 최적화된 형식으로 변환한다. 이후 GIPSY를 호출하는 명령이 실행되는데 GIPSY는 단일 실행 명령이 아닌 스크립트 형태로 실행되게 된다. GIPSY는 데이터 입력부터 출력까지 여러 단계의 실행 파일들을 거치게 되는데, 이를 단계적으로 자동 실행하기 위해서는 스크립트 작성이 필수적이다. 본 연구에서는 리눅스 C-shell로 작성한 스크립트를 사용하였는데, JPL로부터 GPS 위성의 궤도력과 시계오차 해를 FTP를 통해 자동으로 전송해오는 내용과 추가적으로 임계고도각(elevation cutoff angle)값을 설정하는 내용도 포함하였다. 궤도력은 IGS 혹은 JPL로부터 정밀궤도력이 이미 생성된 경우 이를 우선적으로 받아오게 되고, 아직 생성되지 않은 경우 신속궤도력 혹은 초신속궤도력을 받아오게 된다. 따라서 사용자는 궤도력 정보가 포함된 항법(navigation)파일 없이 관측(observation)파일을 단독으로 입력해서 결과를 획득할 수 있다.

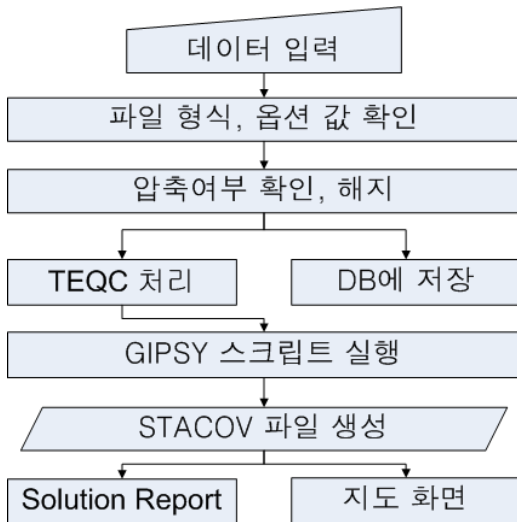


FIGURE 4. 인터넷 기반 GPS 데이터 처리 서비스 흐름도

3. 처리 과정

그림 5는 본 서비스의 초기 화면이다. 입력 폼은 총 두 개로 첫 번째 폼은 파일 업로드를 위한 것이고 두 번째 폼은 사용자가 원하는 임계고도각 값을 입력하는 것이다. 업로드 가능한 데이터의 최대 크기는 Apache 설정에서 제한 가능한데, 본 연구에서는 최대 32MB로 제한하였다. 일반적으로 이중주파수 수신기에서 30초 간격으로 24시간동안 수신된 데이터는 2-3Mb 정도의 용량이 된다. 사용자가 파일을 업로드하지 않고 확인 버튼을 누르면 경고 메시지가 출력되고 초기 화면으로 돌아오게 되며 임계고도각 값은 입력하지 않을 경우 디폴트(default)값 10°로 자동 입력된다. 파일의 형식은 확장자 YYo 형식의 관측파일과 리눅스에서 통용되는 zip, gz, Z 형식의 압축파일을 선택적으로 입력할 수 있고, 파일명은 Classic 8.3 RINEX의 SSSSDDDF.YYT(SSSS: Site ID, DDD: Day of the Year, F: File Sequence Number, YY: Year, T: File Type) 형식을 지원한다.

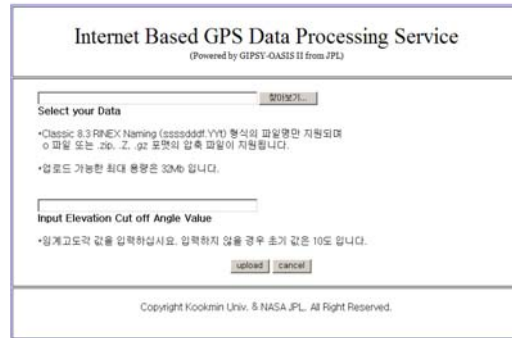


FIGURE 5. 서비스 메인 화면

폼에 내용이 채워지고 입력이 완료되면 사용자의 화면에는 처리중이라는 메시지가 출력되고 이와 동시에 서버에서는 PHP 스크립트와 GIPSY 스크립트가 실행되게 된다. 사용자의 데이터는 MySQL을 통해 DB에 저장, 목록화 되며 GIPSY 처리를 위한 임시 폴더에 복사된다. 동시에 파일 검증 스크립트는 파일의 형식이 처리 가능한지 검사한 후 압축 유무를 점검한다. 이후 압축 형식에 따른 압축 해제 명령을 실행한 후 TEQC를 통한 헤더(header) 정보 점검 및 RINEX 호환 검증 처리를 거친 후 자동으로 처리된다. 이중주파수 수신기에서 30초 간격으로 저장된 24시간 데이터를 처리하는데 소요되는 시간은 Intel Xeon 2.8 CPU 두 개와 2GB RAM을 탑재한 서버 기준으로 약 30초 정도이다. 다중 사용자의 동시 요청이 있을 경우에는 약간의 시간 지연이 발생하는데, 지연량은 서버의 처리속도에 전적으로 의존된다.

서버에서 데이터가 처리되는 동안 사용자의 화면에는 아무런 변화가 없고, 처리가 완료되는 시점에서 화면이 갱신되면서 그림 6과 같은 결과 값이 출력된다. GIPSY의 처리 결과 출력은 확장자 stacov 형식의 ASCII 파일로 생성되는데 ITRF2000의 X, Y, Z의 3차원 좌표가 포함되어 있다. 이 좌표는 변환 알고리즘을 통해서 위도, 경도, 해발고도 값으로 변환된다. 위도와 경도는 DMS(Degree-Minute-Second),

DEG(decimal degree)의 두 가지 형식으로, 고도는 미터 단위의 해발고도(Mean Sea Level) 형식으로 표현된다. 사용자는 계산된 위치를 지도상으로 확인할 수 있는데, 결과페이지 하단의 Map_View 버튼을 누르면 지도 출력 화면으로 넘어가게 된다. 지도 화면은 GMT (Generic Mapping Tools) 프로그램을 통해서 생성된 파일을 보여주는데, 몇몇 국내 GPS 상시관측소들의 위치와 함께 사용자의 위치가 그림 7과 같이 별표와 문자로 나타난다.

Solution Report		
FILE:icnw3100.05o		DATE:2006-09-15
ITRF2000(meter)		
X	Y	Z
-3022107.42167	4070436.6665	3857357.04094
LLH(DEG)		
Longitude:	Latitude:	Height(MSL):
126.592145975	37.4519990979	34.2960396791
LLH(DMS)		
Longitude:	Latitude:	Height(MSL):
126° 35' 31.7255097612"	37° 27' 7.19675260164"	34.2960396791
Elapsed Time: 43sec		

FIGURE 6. 데이터 처리 결과 화면

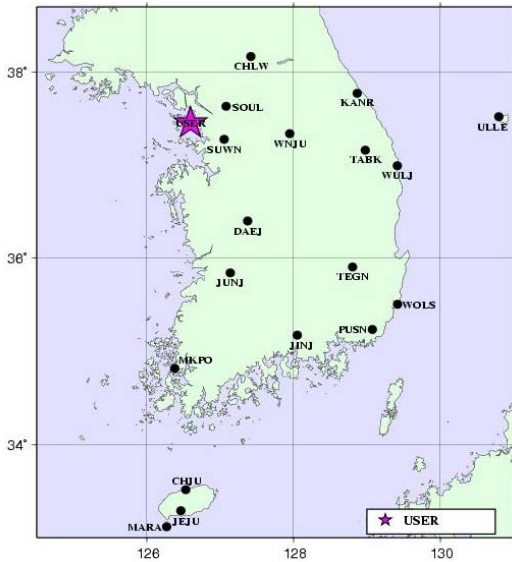


FIGURE 7. 지도 표시 화면

4. 적용 및 고찰

이 연구에서 개발한 인터넷 기반 GPS 데이터 처리 서비스의 가장 근간이 되는 프로그램은 고정밀 GPS 데이터 처리소프트웨어인 GIPSY이다. 앞서 언급하였듯이, GIPSY는 전세계에서 가장 정확한 과학기술용 GPS 소프트웨어로 알려져 있다. 하지만, GIPSY로 달성할 수 있는 측위정확도는 GPS 위성의 위치정보인 궤도력의 종류에 따라 다르다. 이 연구에서는 세 가지 궤도력을 사용하는데, 그 중 정밀궤도력이 가장 정확하며, 두 번째로는 신속궤도력, 그리고 마지막이 초신속궤도력이다. 만약 24시간 관측데이터를 정밀궤도력으로 처리한다면 측위정확도는 수평방향으로 2-3mm, 수직방향으로 7-9mm 수준이다. 하지만 정밀궤도력 사용에 있어 가장 큰 제약조건은 처리하고자 하는 GPS 데이터가 생성된 날짜에 해당하는 정밀궤도력이 생성되었는가 하는 점이다. 그 이유는 정밀궤도력은 대략 약 2주의 시간이 지나야 생성되기 때문이다. 그러므로 만약 현장에서 취득한 데이터를 즉각적으로 처리하고자 할 때는 정밀궤도력을 사용할 수 없다.

수집되는 즉시 GPS 데이터를 처리할 때는 정밀궤도력 대신에 초신속궤도력을 사용해야 한다. GIPSY로 데이터를 처리할 때 초신속궤도력을 이용하면 약 1-2시간의 데이터만으로도 1.5cm 이내의 측위정확도가 달성된다(박관동 등, 2003). 정밀궤도력과 초신속궤도력 외에도 신속궤도력을 사용할 수도 있는데, 취득한 GPS 데이터를 약 12시간 후에 처리할 경우가 이에 해당된다. 신속궤도력의 경우에는 1.1cm 이내의 측위정확도를 얻을 수 있다(박관동 등, 2003). 이 연구에서 개발한 시스템은 세 가지 종류의 궤도력을 사용자의 데이터 생성 날짜와 시간에 맞춰 자동으로 선택하도록 설계되어 있다. 따라서 사용자는 1~2시간의 관측데이터만 있으면, 언제 데이터를 처리하더라도 1.5cm 이내의 매우 정확한 위치정보를 획득할 수 있다.

결 론

인터넷을 기반으로 한 GPS 데이터 처리 서비스 시스템 구축에 관한 연구를 통해 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다. 첫째, 본 서비스를 이용한 GPS 데이터 처리는 기준점 및 기준망의 구성없이 단시간 내에 정밀단독측위 기법을 통한 2cm 수준의 정밀 좌표 값이 획득된다. 계산된 좌표 값은 다양한 좌표 형식의 값으로 획득 가능하며 지도상으로도 위치 확인이 가능하다. 그리고 APM을 사용한 웹 인터페이스는 사용자의 운영체제에 상관없이 HTML 규약을 준수하는 시스템과 인터넷이 가능한 상황에서 실시간으로 좌표 해석 결과를 제공받을 수 있다. 마지막으로, Apache는 100명 이내의 다중 사용자의 접속이 가능하게 하며, PHP 스크립트는 컴파일 없이 필요 없기 때문에 시스템의 신속한 유지 관리를 가능하게 한다.

본 연구는 GPS 데이터 후처리에 관련 지식이 없거나 현장에서 실시간으로 위치정보를 필요로 하는 경우 등에 유용하게 사용될 것이다. 차후 이 서비스는 다양한 안테나 선택 옵션과 위상중심변동(Phase Center Variations) 보정, 해양조석(ocean tide) 모델 등을 적용할 수 있도록 개선될 예정이며, 위치정보 외에 기상 모델링을 위한 추가적인 옵션도 지원할 예정이다.

감사의 글

이 연구는 2006년 국민대학교 교내 학술연구비 지원에 의해 수행되었으며, 지원에 감사드립니다. **KAGIS**

참고 문헌

- 장용구. 2006. 모바일 GPS/GIS기술을 이용한 유적 지표조사 시스템 구현. 한국지리정보학회지 9(2):91-101.
- 김재석, 우용한, 임채문. 2000. 수치지도와 DGPS 수신자료를 이용한 차량의 통행특성 분석. 한국지리정보학회지 3(3):1-11.
- 김재석, 이승준, 우용한. 2002. 통행차량에 대한 GPS수신자료의 정확도에 관한 연구. 한국지리정보학회지 5(4):75-82.
- 이용창. 1999. 정밀절대측위(PPP)기법에 의한 GPS 기준점 좌표의 산정. 한국측량학회지 17(2):145-152.
- 윤희천, 최병길, 이용욱. 2004. 인터넷 GPS 자료 처리 시스템에 관한 연구. 한국측량학회지 22(2):145-150.
- 박관동, 조정호, 하지현, 임형철. 2003. 초신속케도력을 이용한 신속한 고정밀 GPS 데이터 처리. 한국측량학회지. 21(4):309-316.
- Zumberge, J. F. 1999. Automated GPS Data Analysis Service. GPS Solutions. 2(3):76-78.
- Estey, L. H. and C. M. Meertens. 1999. TEQC: the multi-purpose toolkit for GPS/GLONASS data. GPS solutions. 1(1):42-49.
- Thomas, D., W. Choi, J. Coggeshall, K. Egervari, M. Geisler, Z. Greant, A. Hill, C. Hubbard, J. Moore, D. O'Dell, J. Parise, H. Rawat, T. Sani, and C. Scollo. 2002. Professional PHP4 Programming. Wrox. **KAGIS**