

# GPS 상대측위 자료처리를 위한 전문가 서비스 구축

박준규<sup>1</sup>, 김민규<sup>2</sup>, 이종신<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>서일대학교 토목과, <sup>2</sup>충남대학교 대학원 토목공학과

## Construction of Expert Service for GPS Relative Positioning Data Processing

Joon-Kyu Park<sup>1</sup>, Min-Gyu Kim<sup>2</sup> and Jong-Sin Lee<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Civil Engineering, Seoil University

<sup>2</sup>Department of Civil Engineering, Graduate School, Chungnam National University

**요약** GPS에 대한 이해가 부족한 일반사용자가 정상적으로 GPS 자료를 처리하기 위해서는 많은 시간과 노력이 필요하다. 하지만 GPS 자료처리 분야는 외산 소프트웨어에 크게 의존하고 있으며, 사용자 위주의 기술 개발은 거의 이루어지지 않고 있다. 이에 본 연구에서는 비전문가도 상대측위 방법으로 고정밀 GPS 자료처리가 가능한 전문가 서비스를 구축하고자 하였다. 연구결과, GPS 자료처리에 필요한 최소 정보만을 입력함으로써 사용자의 편의성을 극대화시킬 수 있는 전문가 서비스를 개발하였으며, 국토지리정보원에서 제공하는 위성기준점의 관측자료와 실제 GPS측량으로 취득한 관측자료의 처리를 통해 전문가 서비스를 검증하였다. 전문가 서비스는 GPS 자료처리에 소요되는 노력과 시간을 크게 단축시킴으로써 정밀위치결정은 물론 다양한 학술연구에 기여할 것이다.

**Abstract** It requires a lot of time and effort for general users who do not have enough understanding of GPS to properly processing GPS data. However, the GPS data processing field heavily relies on foreign-produced software and there is almost no development of user-oriented technology. Therefore, in this study, it was attempted to build an expert service that enables non-experts to use high-precision GPS data processing. As a result, an expert service that can maximize user convenience simply by entering the minimum required information for GPS data processing was developed, and the expert service was verified by relative positioning processing of the observation data of satellite control point provided by National Geographic Information Institute and observation data obtained by GPS survey. The expert service significantly reduces the effort and time for processing GPS data, which will contribute to precise positioning and other various studies.

**Key Words** : GPS, Data Processing, Expert Service, Relative Positioning

### 1. 서론

군사적 항법 목적으로 개발된 GPS는 1980년대 들어 그 활용분야가 다양화되면서 측지·측량, 지구물리 및 기상 등 다양한 분야에서 이용되고 있다. 산업분야에서는 자동차 항법, 유비쿼터스, GIS 등 수요가 폭발적으로 증가하고 있으며, 학술분야에서는 정밀위치결정, 측지 기준

계 설정 등 다양한 분야에 적용되고 있다[1].

국내의 경우, 1980년대 말 GPS가 도입하면서 관련 연구가 시작되었으며, 차량항법, 측량, 지각변동 등 다양한 분야에서 활발한 연구가 이루어지고 있다. 지진예지 및 지각변동 감지와 같은 정밀위치결정이 요구되는 분야에 GPS의 활용가능성을 입증하기 위하여 관측자료 해석으로 지각변동 속도를 산출하였으며[2], 학술연구용 소프트

이 논문은 2012년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No.2012R1A1A1004414)

\*Corresponding Author : Jong-Sin Lee(Chungnam National Univ.)

Tel: +82-42-821-7747 email: merrysc@lycos.co.kr

Received January 30, 2013

Revised (1st April 2, 2013, 2nd April 16, 2013)

Accepted May 9, 2013

웨어를 이용하여 국내 위성기준점(CORS : Continuously Operating Reference Station)의 정밀절대측위 성과를 산정한 연구가 수행되었다[3].

GPS 자료처리 분야의 연구로 학술연구용 소프트웨어와 상용 소프트웨어를 다양한 조건에서 비교·분석하여 상용 소프트웨어의 한계와 정밀측위에 대한 활용성을 검증하는 연구가 수행되었으며[4], AUSPOS, SCOUT, Auto-GIPSY 등의 온라인 자료처리 서비스를 평가하고 자료처리 서비스의 성과를 비교하고, 관측 시간을 다양하게 한 데이터 세트를 이용한 분석을 수행하기도 하였다[5]. 이처럼 기존 GPS 자료처리에 관한 연구들은 대부분 학술용 또는 상업용 소프트웨어를 이용하여 자료처리를 수행하고 각 프로그램들 간의 비교 및 분석이 주를 이루어 왔으며, 국내뿐만 아니라 국외 연구 중에도 GPS 자료처리 방안에 대한 연구는 부족한 실정이다.

특히, 우리나라는 측량법 개정을 통해 세계측지좌표계를 도입하고, 위성기준점의 통합관리 및 노후장비 교체 등 공간정보 고도화를 위한 국가 차원의 적극적인 투자를 하고 있다. 하지만 GPS 자료처리는 외산 소프트웨어에 크게 의존하고 있는 실정이며, 국내 기술의 개발은 거의 이루어지지 않고 있다[6]. 자료처리를 통한 정밀한 성과 산출을 위해서는 전문지식과 비용 투자가 필요하므로, 일반사용자들도 손쉽게 정밀 좌표를 취득할 수 있는 방안이 필요하다. 이에 본 연구에서는 일반사용자들도 전문가 수준의 성과를 취득할 수 있는 전문가 서비스를 개발하고자 한다. 또한 국토지리정보원의 위성기준점에서 제공되는 자료와 GPS 측량을 통해 취득된 관측자료를 이용하여 전문가 서비스로 처리하고, 성과의 분석을 통해 검증한다. Fig. 1은 연구 흐름도를 나타낸다.



[Fig. 1] Study flow chart

## 2. 전문가 서비스 개발

전문가 서비스는 학술연구용 소프트웨어인 Bernese의 상대측위 과정에 대한 분석을 통해 정보입력, 자료생성, 데이터 다운로드, 자료처리, 결과출력으로 구성하였다[7]. GPS 관측자료 이외의 자료처리에 필요한 입력 정보를 최소화시켜 사용의 편의성을 확보하는 한편, C#을 개발언어로 Bernese BPE를 자동으로 구동할 수 있는 라이브러리를 개발하여 호환성을 높이고, 손쉽게 유지보수 및 업그레이드가 가능하도록 하였다. Fig. 2는 전문가 서비스의 라이브러리 구성을 나타낸다.

Library (EzBernese.dll)	Definition (Methods)
<b>Input information</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Campaign, Date</li> <li>• Observation file</li> <li>• Plate definition</li> </ul>
<b>Data creation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Create campaign</li> <li>• Station information</li> <li>• Plate definition</li> <li>• Search control point</li> </ul>
<b>Data download</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ephemeris</li> <li>• Earth rotation model</li> <li>• Ionospheric model</li> <li>⋮</li> </ul>
<b>Data processing</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relative positioning</li> </ul>
<b>Print result</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Text file creation</li> <li>• Print on screen</li> </ul>

[Fig. 2] Composition of the expert service

정보입력에서는 자료처리를 수행할 캠페인 명, 관측일 자, GPS 관측자료 및 지각판 정보 등 자료처리에 필요한 정보를 입력받는다.

자료생성 부분에서는 사용자가 입력한 캠페인 명으로 폴더를 생성하고, 자료처리에 필요한 정보를 저장할 세부 폴더를 생성한다. 세부폴더는 전리층 모델 정보를 저장하는 ATM과 자료처리 log와 관련된 BPE, 위성의 궤도정보를 저장하는 OBS와 ORB, 관측파일을 저장하는 ORX와 RAW, Satellite Clock Coefficients 및 자료처리 결과를 저장하는 OUT과 SOL, 관측점 관련 정보를 저장하는 STA를 생성한다. 또한 사용자가 가장 먼저 입력한 관측점에서 가장 가까운 IGS 상시관측소를 자동으로 선정한다. 기준점 선정은 IGS에서 제공하는 각 위성기준점의 3차원 직교좌표와 사용자가 입력한 RINEX 자료의 Approximate Position 좌표를 비교하여 관측이 이루어진 측정점과 거리가 최소가 되는 기준점을 선정하도록 하였다.

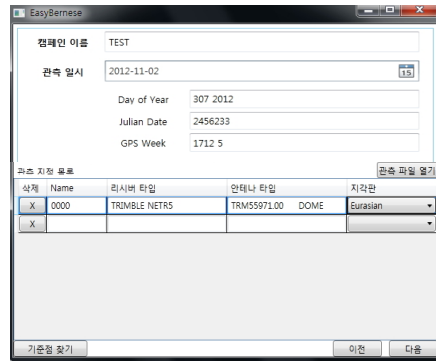
데이터 다운로드 부분에서는 자료생성 부분에서 생성된 폴더 별로 필요한 정보를 NASA JPL, 베른대학 전문연구소 등에서 다운로드 하고, 자료처리가 가능한 형태로

변환한다.

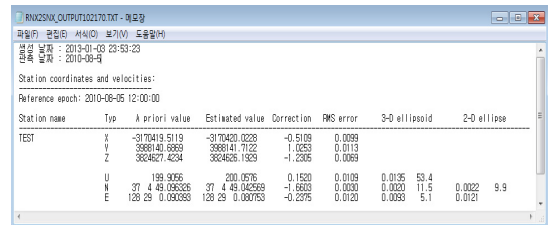
자료처리 부분은 이전 단계에서 준비된 데이터를 별도의 설정이나 입력값 없이 자동으로 BPE(Bernese Processing Engine)에 의한 상대측위로 처리되도록 하였다. Fig. 3은 자료처리 흐름이며, Table 1은 자료처리를 위한 parameter를 나타낸다.

[Table 1] Parameters for data processing

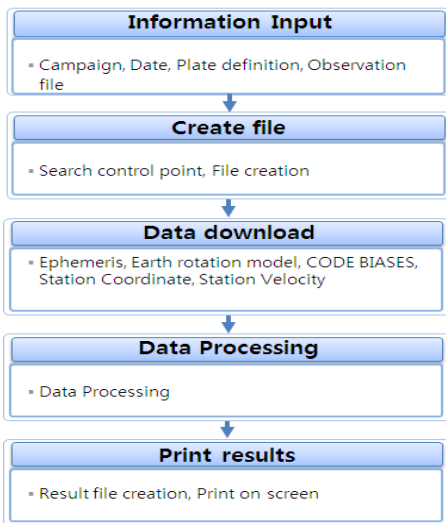
Parameters	Description
Method	Relative Positioning
Observation Data	L1, L2 CODE and Phase
Satellite Ephemeris	Precise Ephemeris
Ambiguity Resolution	Quasi Ionosphere Free
Tropospheric Correction	Dry and Wet Niell Model
Earth Gravity Potential	JGM3
Sub-daily Earth rotation parameters	IERS2000
Nutation	IAU2000
Antenna Model	Absolute Model
Solar System Ephemerides	JPL DE200



[Fig. 4] Execution screen of expert service



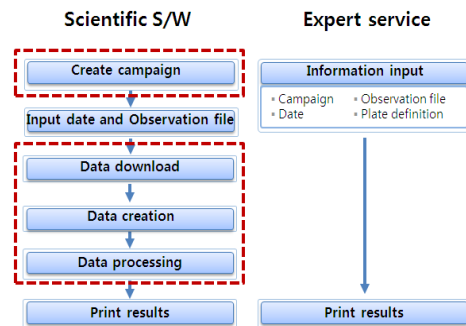
[Fig. 5] Data processing result



[Fig. 3] Data processing flow

처리결과는 ITRF2000 평면직각좌표(X, Y, Z)와 GRS80 경위도 및 타원체고(N, E, H)로 표기하며, 각 성분별 RMSE를 화면에 출력한다. 또한, 처리결과를 캠페인 안에 text 파일로 저장하여 성과의 관리가 가능하도록 하였다. Fig. 4와 Fig. 5는 각각 전문가 서비스 실행화면과 처리결과를 나타낸다.

전문가 서비스는 자료처리를 위한 최소한의 정보만을 입력하도록 하여 사용자 편의성을 극대화시킴으로써 자료처리에 필요한 노력과 시간을 크게 단축시킬 수 있다. Fig. 6은 학술연구용 소프트웨어와 전문가 서비스의 자료처리 과정을 비교한 것이며, 자료처리 과정에서 자동으로 수행되는 부분을 점선으로 나타내었다.



[Fig. 6] Comparison of data analysis process

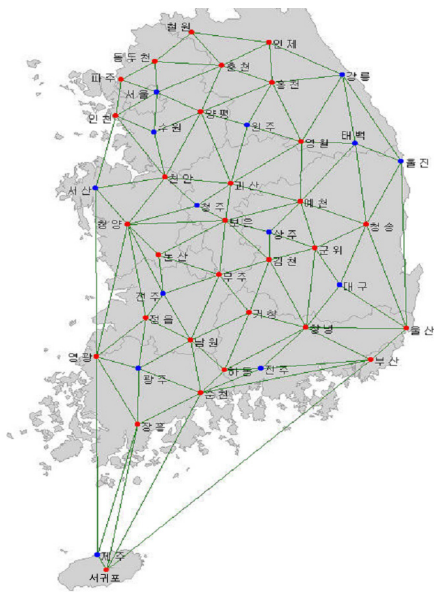
### 3. 전문가 서비스 검증

본 연구에서는 국토지리정보원 위성기준점 관측자료

를 처리하여 고시성과와 비교·분석 하는 한편, 통합기준점을 대상으로 실제 GPS측량을 수행하고 성과를 산출함으로써 전문가 서비스를 검증하였다.

### 3.1 위성기준점 관측자료를 이용한 검증

국토지리정보원은 1995년에 설치한 수월기준점을 시작으로 14개의 위성기준점을 운용하여 왔으며, 2008년 4월부터 구 행정자치부에서 운영하던 30개소를 통합하고, 2009년에 창원기준점을 설치하여 현재 45개소를 운영하고 있다. Fig. 7은 국토지리정보원의 위성기준점을 나타낸다.



[Fig. 7] CORS of NGII

위성기준점 관측자료를 이용한 전문가 서비스의 검증을 위해 14개소를 대상으로 선정하고, 2012년 1월 1일의 관측자료를 취득하였으며, 전문가 서비스를 통해 성과를 산출하였다. Table 2는 자료처리 결과를 나타낸다.

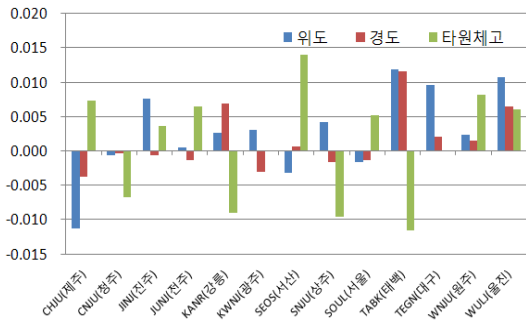
[Table 2] Data processing results - CORS

CORS ID	Latitude(° ' ")	Longitude(° ' ")	Ellipsoidal height(m)
CHJU	33 30 50.1350	126 31 47.3512	50.3383
CNJU	36 37 36.8203	127 27 40.4164	93.4853
JINJ	35 10 23.1136	128 2 58.8271	122.0066
JUNJ	35 50 36.4271	127 8 6.4488	77.1494
KANR	37 46 15.3393	128 52 5.6203	57.031
KWNJ	35 10 42.1512	126 54 36.8514	71.621
SEOS	36 46 35.0726	126 29 39.1288	52.278
SNJU	36 22 44.9922	128 8 40.1168	111.5764
SOUL	37 37 46.8973	127 4 47.0064	59.1102
TABK	37 9 39.12879	128 58 32.1712	763.1964
TEGN	35 54 22.7036	128 48 7.0820	106.372
WNJU	37 20 13.9454	127 56 49.5178	180.2111
WULJ	36 59 31.1154	129 24 46.7829	80.743

전문가 서비스를 통해 GRS80 기준의 측지좌표 및 타원체고 성과를 얻었으며, 자료처리 성과의 정확도 평가를 위해 고시성과와 비교하여 위도, 경도 및 타원체고 방향의 편차를 산출하였다. Table 3은 자료처리 결과와 고시성과와의 편차이며, Fig. 8은 그 그래프를 나타낸다.

[Table 3] Deviation between data processing results and notification results - CORS

CORS ID	Latitude(m)	Longitude(m)	Ellipsoidal height(m)
CHJU	-0.0113	-0.0038	0.0073
CNJU	-0.0007	-0.0004	-0.0067
JINJ	0.0076	-0.0006	0.0036
JUNJ	0.0005	-0.0014	0.0064
KANR	0.0026	0.0069	-0.0090
KWNJ	0.0030	-0.0031	0.0000
SEOS	-0.0032	0.0007	0.0140
SNJU	0.0042	-0.0016	-0.0096
SOUL	-0.0016	-0.0014	0.0052
TABK	0.0119	0.0116	-0.0116
TEGN	0.0096	0.0020	0.0000
WNJU	0.0024	0.0015	0.0081
WULJ	0.0107	0.0064	0.0060



[Fig. 8] Deviation graph - CORS

전문가 서비스를 통해 산출된 성과와 고시성과의 편차는 위도, 경도 및 타원체고 방향에서 최대 0.014m로 양호한 값을 나타내었으며, 이러한 결과는 위성기준점 관측자료 처리에 적용이 가능함을 나타내는 것이다.

### 3.2 통합기준점을 이용한 검증

실제 현장에서 취득된 GPS자료에 대한 전문가 서비스의 적용 가능성을 검증하기 위해 대전광역시(U558)와 세종시(U554)의 통합기준점에서 GPS측량을 수행하였다. Table 4는 관측기록이며, Fig. 9는 통합기준점을 나타낸다.

[Table 4] Observation records

Date	UCP	Start time(UT)	End time(UT)	Antenna height(m)
2012.09.07	U0554	19:02	22:55	1.099
	U0558	19:14	23:14	1.292



(a) Daejeon Metropolitan City (b) Sejong City  
[Fig. 9] Unified Control Point

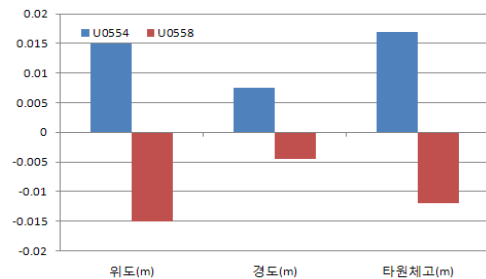
자료처리는 위성기준점과 동일한 방법으로 수행하였으며, 결과를 고시성과와 비교하였다. Table 5와 Table 6은 각각 자료처리 결과와 고시성과와의 편차이며, Fig. 10은 편차 그래프를 나타낸다.

[Table 5] Data processing results - Unified Control Point

UCP	Latitude(° ' ")	Longitude(° ' ")	Ellipsoidal height(m)
U0554	36 28 19.3708	127 17 13.2824	47.2180
U0558	36 19 21.5251	127 21 56.7330	127.6460

[Table 6] Deviation between data processing results and notification results - Unified Control Point

UCP	Latitude(m)	Longitude(m)	Ellipsoidal height(m)
U0554	0.015	0.0075	0.017
U0558	-0.015	-0.0045	-0.012



[Fig. 10] Deviation graph - Unified Control Point

취득된 GPS자료를 전문가 서비스로 처리하여 고시성과와 위도, 경도 및 타원체고 방향으로 최대 0.017m의 편차가 나타났다. 이는 실제 현장에서 취득된 자료가 전문가 서비스로 처리 가능함을 나타내는 결과이다.

## 4. 결론

본 연구는 고정밀 자료처리가 가능한 전문가 서비스를 개발하고, 자료처리를 통해 성과를 검증한 것으로 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 학술연구용 GPS 자료처리 소프트웨어를 기반으로 비전문가들도 정밀한 성과를 산출할 수 있는 전문가 서비스를 개발하였다.
2. 개발된 전문가 서비스는 자료처리 시 필요한 최소한의 정보만을 입력하도록 하여 사용자 편의성을 극대화시킴으로써 자료처리에 필요한 노력과 시간을 크게 단축시켰다.

3. 위성기준점과 통합기준점 관측자료의 처리를 통해 고시성도와 최대 0.017m의 편차를 보이는 정밀한 성과를 얻어 전문가 서비스를 통한 자료처리가 가능함을 제시하였다.

## References

- [1] Ministry of Construction & Transportation, "The Development of On-line GPS location information Provision System", Research Report, p. 1.
- [2] J. M. Cho, "Crustal deformation analysis from permanent GPS stations in the Korean peninsula", Thesis of Doctor, Sungkyunkwan Univ, 2006.
- [3] J. M. Kang, Y. W. Lee, M. G. Kim and J. K. Park, "Positional Accuracy Analysis of Permanent GPS Sites Using Precise Point Positioning", Korean Society of Geodesy, Photogrammetry and Cartography, Vol.26, No.5, pp.529-536, 2008.
- [4] J. W. Kim, J. H. Kwon and J. S. Lee, "The Analysis of the GPS Data Processing of the NGII CORS by Bernese and TGO", Korean Society of Geodesy, Photogrammetry and Cartography, Vol.26, No.6, pp.549-559, 2008.
- [5] Ghoddousi-Fard, Reza and Dare, Peter, "Online GPS processing services: an initial study", GPS Solution, Vol. 10, pp.12-20, 2006.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10291-005-0147-5>
- [6] J. K. Park, M. G. Kim and J. S. Lee, "Analysis of Data Processing Expert System Service for the Multilateral Application of GPS", Proceedings of 2012 KSCE Annual Conference, pp. 2636-2639.
- [7] Rolf Dach, "Bernese GPS Software Version 5.0", Astronomical Institute, University of Bern, pp. 381-422.

---

### 박 준 규(Joon-Kyu Park)

[종신회원]



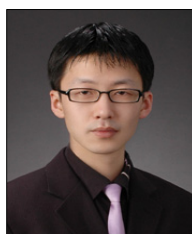
- 2001년 2월 : 충남대학교 공과대학 토목공학과 (공학사)
- 2003년 2월 : 충남대학교 대학원 토목공학과 (공학석사)
- 2008년 8월 : 충남대학교 대학원 토목공학과 (공학박사)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 서일대학교 토목과 조교수

<관심분야>  
지형공간정보공학

---

### 김 민 규(Min-Gyu Kim)

[정회원]



- 2006년 2월 : 충남대학교 공과대학 토목공학과 (공학사)
- 2008년 2월 : 충남대학교 대학원 토목공학과 (공학석사)
- 2012년 8월 : 충남대학교 대학원 토목공학과 (공학박사)

<관심분야>  
지형공간정보공학

---

### 이 종 신(Jong-Sin Lee)

[정회원]



- 2008년 2월 : 충남대학교 공과대학 토목공학과 (공학사)
- 2010년 2월 : 충남대학교 대학원 토목공학과 (공학석사)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 충남대학교 대학원 토목공학과 (박사과정)

<관심분야>  
지형공간정보공학