

지적기준점 성과계산 소프트웨어 개발에 관한 연구 (Development of a Software for Calculation of Cadastral Control Points)

우인제*¹⁾, 이종기²⁾, 김병국³⁾
(In-je Woo¹⁾, Jong-Gi Lee²⁾, Byung-Guk Kim³⁾)

- 1) 인하대학교 공과대학 지리정보공학과 석사과정 (niceje@yahoo.com)
- 2) 인하대학교 공과대학 지리정보공학과 박사과정 (g2021543@inhavision.inha.ac.kr)
- 3) 인하대학교 공과대학 환경토목공학부 부교수 (byungkim@inha.ac.kr)

요 약

GPS 관측기법을 지적측량에 도입하기 위하여 GPS를 이용한 새로운 지적측량 모형 (Model)을 정립하는 연구와 관련 기술들을 개발하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 이와 같은 추세에 발맞추어 GPS 자료처리 및 기준점 성과산출과 관련하여 국내·외 측량 관련 상용 GPS 자료처리 소프트웨어의 현황 및 성능을 파악하고, 자료처리 알고리즘을 분석하여, 우리 실정에 적합한 GPS 자료처리 소프트웨어를 개발하는 것을 본 연구의 목적으로 한다.

본 연구에서는 국내·외의 전문 업체, 기관(대학)이 보유하고 있는 상용 소프트웨어 현황 분석 및 자료처리 방법에 따른 오차 발생을 연구하여 기선해석, 망 조정, 좌표변환 등에 관련된 전문 소프트웨어 기능을 비교 분석하여 자료처리 산출성과의 정확도를 향상시키는 방향을 모색한다. 또한 기존 GPS 자료처리 소프트웨어에 적용된 알고리즘을 분석하고 지적측량성과 산출에 최적의 알고리즘을 연구하여 새로운 지적기준점 성과 산출을 위한 지적측량 성과계산 소프트웨어를 개발한다.

1. 서론

GPS의 효율적 활용을 위하여 세계좌표계의 도입이 진행되고 있는 등 측량분야에 큰 변화가 예상된다. 현재 여러 연구기관에서는 지적 분야에 각종 실험측량을 통하여 GPS 측량기법의 활용범위 및 적용방법을 파악하고, 이를 바탕으로 GPS 측량작업규정(안)을 작성하여 지적측량에도 GPS를 활용할 수 있는 기초가 마련되

고 있다. 이제는 GPS 상시관측소를 기본축으로 하는 GPS 지적기준망의 구축과 이를 이용한 지적측량의 실현을 위한 기술적·제도적 기틀을 확립해야 할 시점에 있다. 따라서 GPS를 이용해 우리 실정에 적합한 지적측량계산 소프트웨어의 개발이 필요하게 되었다.

본 연구에서는 Trimble, Leica, Sokkia,

Ashtech, Topcon 등 대표적 GPS 측량 메이커의 상용처리 소프트웨어에 대한 기능을 비교·분석하였다. 기능 분석은 실제 관측을 통하여 기선 해석, 좌표 변환, 망 조정 등의 수치실험을 수행하고 GPS 관측자료 처리의 정확도 향상을 위한 방법을 제시한다.

또한 상용 GPS 자료처리 소프트웨어 기능과 알고리즘 분석을 통하여 새로운 지적기준점 성과 산출을 위한 지적측량 성과 계산 소프트웨어를 개발한다.

2. 연구내용

2.1 상용 GPS자료 처리 소프트웨어 기능 분석

국내·외의 전문 업체, 기관(대학)이 보유하고 있는 상용 소프트웨어 현황 분석 및 자료 처리 방법에 따른 오차 발생을 연구하여 기선 해석, 망 조정, 좌표 변환 등의 관련된 전문 소프트웨어 기능을 비교 분석하였다.

<표 1> 소프트웨어별 기능 비교·분석

(상태 : ● 상, ◎ 중, ○ 하)

기능		구분		Static & Kinematic	기선해석 및 망 조정	좌표 변환	Report	Export
		GUI 지원	RINEX 포맷입력					
Trimble	GPSurvey Ver2.35	○	●	●	●	●	○	◎
	Trimble Geomatics Office Ver1.50	●	●	●	●	◎	●	●
Leica	SKI-Pro Ver2.5	●	●	●	●	◎	◎	●
Sokkia	Spectrum Survey Ver3.23	●	●	●	●	◎	◎	●
Ashtech	Ashtech Solution Ver2.0	●	●	●	●	◎	◎	◎
Topcon	Pinnacle Ver1.0	●	●	●	◎	◎	●	●

2.2 자료처리 알고리즘 도출

기존 GPS 측량 소프트웨어에 적용된 기능 및 알고리즘을 분석하여 지적성과계산에 필요한 최적 알고리즘을 도출하였다.

2.2.1 자료 입력

상용소프트웨어의 대부분이 제작사 고유포맷과 공통포맷인 RINEX 포맷을 함께 입력받을 수 있게 설계하였으나, 제작사 고유포맷은 해당 제작사에서 공개하지 않은 이상 그 포맷을 분석할 수 없기 때문에 RINEX 포맷을 입력 포맷으로 하여 분석하였다. RINEX 파일의 내용은 다음과 같다.

*RINEX(Receiver INdependent EXchange format)

- 다양한 GPS 수신기로부터 획득한 자료의 보다 쉬운 공유를 위해 제안
- ASCII 파일 형태로 구성
- RINEX Ver 2.10의 구성은 다음과 같다.

① Observation Data File :
수신기에서 관측한 값들 저장
(Pseudo- Range, Phase, Observation time)

② Navigation Data File :
위성의 궤도력을 구하기 위한 파라미터(이심률, Toe 등) 값 저장

- RINEX 포맷의 이름은 다음과 같이 정의한다.

ssssdddf.yyt

ssss : station 이름

ddd : 첫 번째 레코드에서 당해 년도로 부터의 날수

f : 데이터 취득한 날에서의 파일 순서

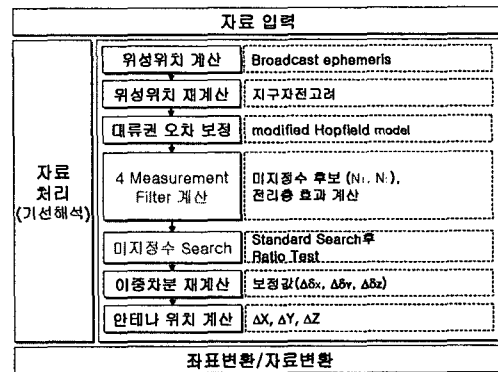
번호

yy : 연도(1999 → 99, 2000 → 00, 2002 → 02)

t : 파일 타입(O→Observation file, N →Navigation file)

2.2.2 자료 처리

1) 기선 해석



<그림 1> 기선해석 흐름도

기선 해석의 방법에는 의사거리를 이용한 자료처리와 반송파 위상을 이용한 자료처리가 있으며 본 연구에서는 반송파 위상을 이용한 자료처리를 수행하였다.

여기서 위성과 안테나 사이의 파장 수를 헤아리지 못하는데 이를 미지정수(Integer ambiguity)라고 하고, 이것의 정확한 결정이 자료처리의 정확도를 좌우한다. 차분법(Differencing) 기술을 이용하여 미지정수를 결정할 수 있고, 다양한 오차를 제거할 수 있다.

기존의 기선 해석 프로그램은 $\pm 3\sigma$ 범위에서 미지정수 후보들을 검색 하였으나 본 연구에서는 4-Measurement Filter를 이용하여 최적의 미지정수 후보들을 도출한 뒤에 Wide-lane Filter, Iono Filter 등을 사용하여 검색공간을 획기적으로 줄였다.

2) 망 조정

망 조정을 위하여 최소제곱법을 적용한다. GPS망은 3차원이므로 기선, 측점 하나당 관측방정식이 3개가 구성된다. 예를 들면 다음과 같다.

$$X_C - X_A = \Delta X_{AC} + V_{\Delta X_{AC}}$$

$$Y_C - Y_A = \Delta Y_{AC} + V_{\Delta Y_{AC}}$$

$$Z_C - X_A = \Delta Z_{AC} + V_{\Delta Z_{AC}}$$

<기선에 대한 관측방정식>

$$X_A = X_A + V_{X_A}$$

$$Y_A = Y_A + V_{Y_A}$$

$$Z_A = Z_A + V_{Z_A}$$

<측점에 대한 관측방정식>

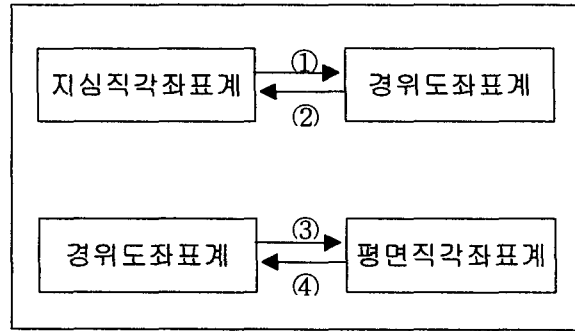
$AX = L + V$ 의 관측방정식을 구성하여 다음과 같이 최소제곱법을 이용하여 계산을 수행한다.

$$\therefore A^T W A X = A^T W L$$

$$\therefore X = (A^T W A)^{-1} (A^T W L)$$

2.2.3 좌표 변환

본 연구에서 사용될 좌표계는 3가지로 분류될 수 있다. 우선 GPS 측량을 통해 얻어질 3차원 지심직각좌표계(ECEF Coordinate System), 그리고 경위도와 표고로 표현될 수 있는 경위도좌표계(Geodetic or Geographical Coordinate System), 마지막으로 TM 투영법을 이용한 평면직각좌표계이다.



<그림 2> 좌표계간의 변환 분류

2.2.4 자료 변환

관측한 자료를 좌표변환을 통해 현재의 좌표체계로 변환한 자료는 텍스트 형태로 되어 있다. 이 자료를 다른 3D 프로그램들과의 data 호환을 위해 표준 DXF (Release 12) Format으로 자료 변환이 필요하다. 또한 본 연구의 목적에 맞추어 지적도 파일 포맷으로의 변환도 가능하게 하였다. 지적도 DXF 파일 포맷은 기존의 DXF 파일 포맷에 새로운 블록을 추가시킨 형태의 파일이다.

2.2.5 PBLIS 연계

GPS 측량을 이용한 지적기준점 성과계산 소프트웨어를 필지중심 토지정보시스템(PBLIS)에 연계할 수 있는 모듈은 지적측량 프로그램 중 관측방정식해법 모듈뿐이다. 따라서 GPS 자료처리 결과를 관측방정식해법 모듈의 파일형식으로 바꿔주어야만 한다. 하지만 이 모듈의 형식은 GPS 데이터와는 달리 2차원의 형식을 나타내고 있어 PBLIS 연계 모듈을 구현하기 위해서는 PBLIS의 수정이 필요하다고 본다.

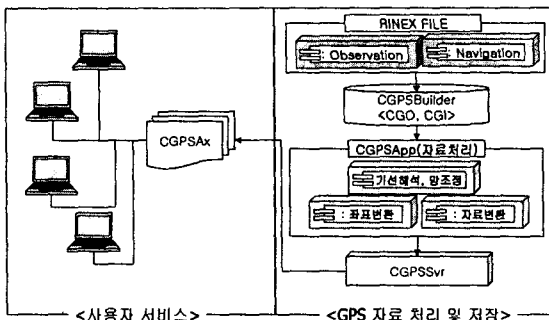
2.3 통합 소프트웨어 구성

통합소프트웨어는 CGPSApp, CGPS-Builder의 2개의 모듈로 구성되어 있고 각

모듈의 기본적인 기능은 다음과 같다.

CGPSApp는 GPS 자료처리를 위하여 개발되었으며, CGPSBuilder는 처리된 결과를 저장하고 관리하기 위한 프로그램이다.

- CGPSApp : 자료처리(기선해석, 망 조정, 좌표변환, 자료변환 등) 모듈
- CGPSBuilder : 효율적인 GPS 자료처리를 위한 GPS 자료의 DB화 모듈



<그림 3> 컴포넌트 기반의 CGPS 구성도

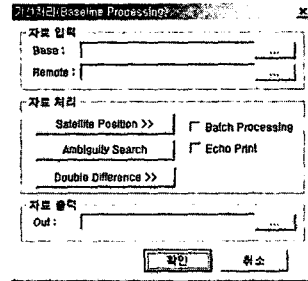
2.3.1 CGPSApp

CGPSApp는 기선 처리, 망 조정, 좌표 변환, 자료 변환 등 GPS 자료처리 기능을 수행한다. 각각은 컴포넌트 모듈로 개발되어 모듈의 인터페이스만을 노출한다. 사용자는 인터페이스를 이용하여 데이터를 입력한 후 결과를 얻을 수 있고, 각 모듈을 원하는 프로그램에 붙일 수 있다.

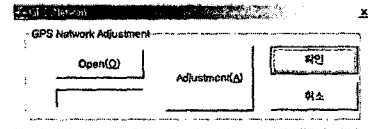
CGPSApp 프로그램은 자료 처리 기능(Function), 데이터 연결(Database), 소스 연결(Source) 3가지 모듈이 결합되어 있다. CGPSApp 프로그램의 왼쪽에는 각 모듈을 선택할 수 있는 기능 선택 Dialog bar가 있다.

자료처리 기능은 지도(Map), 기선처리, 망 조정, 좌표변환, 자료변환, PBLIS 등의 5가지 기능들로 구성되어 있고, 각 모듈은 독립 프로그램 단위로 연결되어 있다. 각

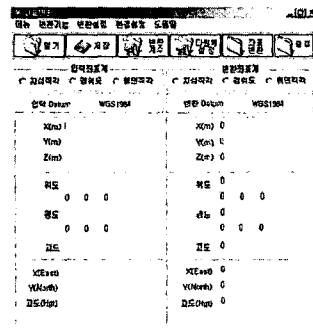
기능 버튼을 클릭하면 해당 다이얼로그 박스가 실행되면서 각 기능에 해당하는 데이터 처리를 수행할 수 있고, 각 기능은 진행되는 순서대로 배열되었다.



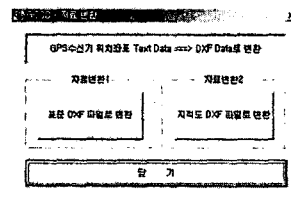
<그림 5> 기선 해석



<그림 6> 망 조정



<그림 7> 좌표 변환



<그림 8> 자료 변환

2.3.2 성능 평가

기선 해석, 망 조정 결과를 확인하기 위하여 GPSurvey 2.35를 사용하였다. 기선 거리에 따른 기선 해석 결과는 기선 길이가 30km 이내의 지역에서는 GPSurvey와의 차이가 0.5cm이하의 결과를 보였으나, 30km 이상의 기선 거리에서는 약 1cm의 오차로 오차가 증가함을 보였다. 이것은 중기선으로 갈수록 이온효과(Iono effect)가 커지기 때문이다. 망 조정도 GPSurvey와 비교한 결과 좌표값의 차이가 1cm이하로 나타났다.

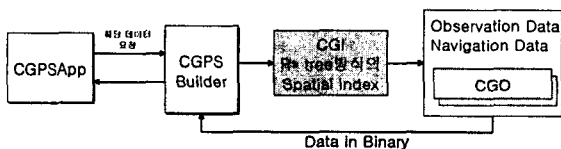
좌표 변환은 국립지리원의 NGI-Pro와 비교한 결과 경위도 좌표계에서 경도는 0.3cm 정도 차이가 있었지만 위도에서는 경도 보다 조금 큰 오차가 발생하였다.

2.3.3. CGPSBuilder

CGPSBuilder는 다량의 GPS 자료를 효율적으로 처리하기 위하여 파일 형식의 DB로 저장하는 모듈이다.

CGO(Cadastral GPS Object)파일 형식으로 저장하는 이유는 GPS 자료(RINEX File)는 ASCII 형식이므로 이진(Binary)파일로 저장하면 용량이 크게 감소된다.

또한, 대용량의 GPS 데이터를 효율적으로 검색 및 관리하기 위하여 CGI(Cadastral GPS Index) 인덱스를 사용한다. CGI는 인덱스(R* Tree 방식)를 이용하면 자료 입출력 속도 및 전체 처리속도를 향상시킬 수 있다.



<그림 9> CGPSBuilder 개요

3. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 국내의 측량 관련 상용 GPS 자료처리 소프트웨어의 기능을 분석하고, 자료처리 알고리즘을 도출하여 지적기준점 성과계산을 위한 GPS 자료처리 소프트웨어를 개발하였다.

개발된 소프트웨어는 기존의 도해적 지적측량방법을 탈피하여 보다 정확한 위치 정보를 가진 GPS 측량을 이용한다는 장점이 있지만 자료처리 과정에서 발생하는 오차를 제거하기 위해서는 지속적인 관리가 필요하다.

향후 연구과제로는 개발한 성과계산 소프트웨어를 이용하여 인터넷상에서 GPS 데이터를 교환하고, 모바일(Mobile) 환경 하에서 지적성과를 확인할 수 있는 소프트웨어 개발에 관한 연구가 필요하다.

감사의 글

본 연구는 대학 IT연구센터 육성·지원 사업의 연구결과로 수행되었음.

참고 문헌

- [1] 김동현, "실시간 GPS 정밀측량을 위한 이동 중 위치결정에 관한 연구", 1997.
- [2] (주)지오시스템, "GPSurvey Software User's Guide", 1998.
- [3] 지적기술연구원, "좌표변환, 평면거리 계산 S/W 개발", 1998
- [4] 행정자치부, "GPS 지적측량기법 개발에 관한 연구", 2002.
- [5] 강인준, 최종봉, 광재하, 최현, "위성측량을 이용한 지적기준점 정확도 분석", 한국측량학회지, 제 20권 제1호, 2002.
- [6] Jay Kwon, "GPS/INS Integration for Mobile Mapping System", 2001.
- [7] 좌표변환 알고리즘 <http://www.gis815.re.kr/GISDB>