

## 다중 GPS를 이용한 변위거동 연구

손호웅<sup>1)</sup> · 이강원<sup>2)</sup> · 박은호<sup>3)</sup>

Shon, Howoong · Lee, Kang Won · Park, Eunho

<sup>1)</sup> 정회원 · 배재대학교 공과대학 건설환경철도공학과 교수(E-mail: hshon@pcu.ac.kr)

<sup>2)</sup> 정회원 · 한진정보통신 상무(E-mail: kwlee@hist.co.kr)

<sup>3)</sup> 배재대학교 건설환경철도공학과 석사과정(E-mail: geopeh@gmail.comk)

### Abstract

Global warming melts polar ice, changes ocean currents, creates variation of local climate, and inundates low-altitude regions resulting in disasters to mankind. Accordingly, developed countries including U.S.A. and U.K. spend great amounts of efforts and money to plan and manage research activities on polar ice which is regarded as a key indicator of climate change. The proposed research aims to provide basic information for chasing and monitoring the melting phenomena of polar ice through multiple GPS to enhance the GPS quality.

## 1. 서 론

빙하는 눈(snow)이 쌓여 다져지면서 형성된 것으로서 중력에 의해 천천히 흐르며 변형 되게 된다. 빙하거동은 빙하 자체의 중력에 거동뿐만아니라 환경, 특히 온난화에 민감하게 반응하여 후퇴를 하면서 거동을 하게 된다.

빙하거동의 실시간 모니터링을 위하여 본 연구에서는 “다중 GPS를 이용한 위치 측정 시스템 및 무선 전송시스템”을 개발, 적용하고자 한다. 다중 GPS 3세트를 이용해 위치정확도를 확보한 시스템을 빙체에 설치하여 실시간 모니터링을 하고자 한다. 즉, 고가의 GPS 장비를 장착하면 정밀도가 향상되지만, 경제적인 단점 때문에 고가의 GPS장착에 어려움이 많이 있다. 위치오차를 줄이기 위해서 DGPS를 사용하여, 위치오차를 10-30cm 이하로 줄일 수 있으나 비용이 2,000~4,000만원으로서, 일반 저가 GPS가 20~50만원인 것에 비해 적게는 40배 많게는 200배까지의 비용이 추가가 된다.

## 2. 연구내용 및 방법

저렴한 GPS를 이용하면서 위치오차를 1m 미만으로 줄인다고 하였을 때는 범용화가 될 수 있을 것이다. 이를 위해 IMU(Inertia Measurement Unit)을 사용하여 정적 위치 오차를

줄일 수 있다. 또한 데이터 수신 불안정을 보완하고자 GPS 3개를 이용하여 데이터 수신을 안정화 하고자 한다.

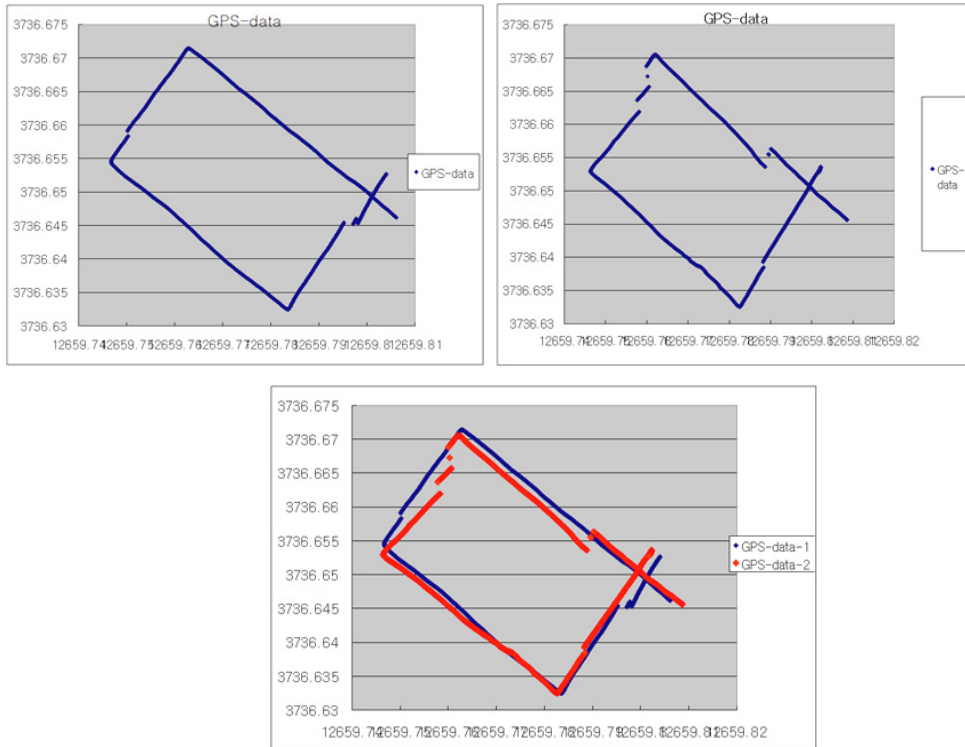


그림 1. Route of 1 GPS data at different time

위의 그림에서는 동일한 루트를 따라 이동하면서 단일 GPS를 이용하여 궤적을 나타내었다. 그림에서 볼 수 있듯이 같은 방식으로 같은 루트를 이동하더라도 시간에 따라, 외부 요인에 따라 데이터가 달라지는 것을 알 수 있다. 또한 중간 중간에 데이터의 점핑 현상을 볼 수도 있다. 이처럼 GPS에는 불안정한 데이터 수신 존재한다.

데이터 수신 불안정을 보완하고자 GPS 3개를 이용하여 데이터 수신을 안정화 하고자 한다.

먼저 GPS 데이터는 시간과 경도, 위도, 수신 가능한 위성의 수, 이동 속도, 이동 방위 등의 여러 정보를 담고 있다. 이 중에서 경도, 위도의 데이터가 주로 쓰이는데 다음의 표에서 최소 측정 단위가 변하게 되면 지상거리 값이 얼마나 차이가 나는지 보여주고 있다.

표 1. Distance of Latitude and Longitude

분 류	GPS 최소단위	1초당 실거리(m)	GPS 최소단위의 실거리값(m)
경 도	0.00001	약 24.697	0.0148182
위 도	0.00001	약 30.828	0.0184968

## 2.1 알고리즘

속도가 느릴수록 데이터의 점핑 현상이나 오류가 큰 것을 알 수 있고, 특히 정지 측위

상태 시에는 시간이나 주위 환경에 따라 안정적인 데이터를 얻기가 힘든 변수를 많이 갖게 된다. 이를 보완하기 위해 3 개의 수신기를 이용하여 각 각의 데이터가 신뢰성이 있는지 판단한 후 사용하기 안정적인 데이터를 이용하여 삼각형의 무게중심을 찾는 방안을 이용하였다.

$$\begin{aligned}
 P(G1) &= \{x_{G1}, y_{G1}\} \\
 P(G2) &= \{x_{G2}, y_{G2}\} \\
 P(G3) &= \{x_{G3}, y_{G3}\} \\
 P(CG) &= \left\{ \frac{G1 + G2 + G3}{3} \right\} \\
 &= \left\{ \frac{x_{G1} + x_{G2} + x_{G3}}{3}, \frac{y_{G1} + y_{G2} + y_{G3}}{3} \right\} \quad (1)
 \end{aligned}$$

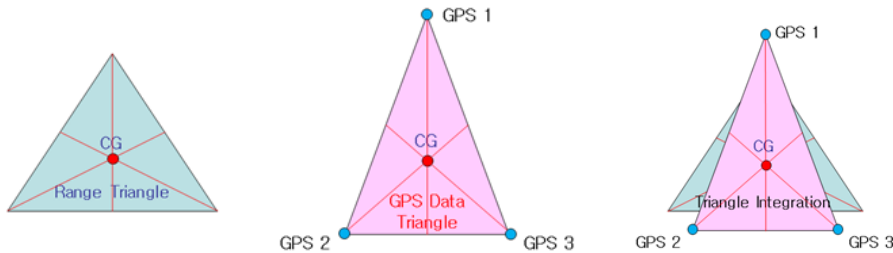


그림 2. Concept of Triangle CG finding

3 개의 수신기 데이터가 모두 양호할 경우에는 삼각형의 형태를 이용하여 무게 중심을 구하고, 2개의 데이터가 신뢰성이 있다고 판단이 될 경우에는 두 데이터의 평균을 구해 사용하였다. 1개의 데이터만이 신뢰성이 있을 시에는 단독 측위 형식을 취하여 데이터를 수신하였다. 또한 3개의 데이터 값이 모두 신뢰성이 없다고 판단되는 경우에는 선형 회귀분석을 사용한 Dead Reckoning 방안을 사용하였다. 물론 모든 데이터는 회귀분석 알고리즘을 통한 데이터와 신뢰성 비교를 거치게 된다.

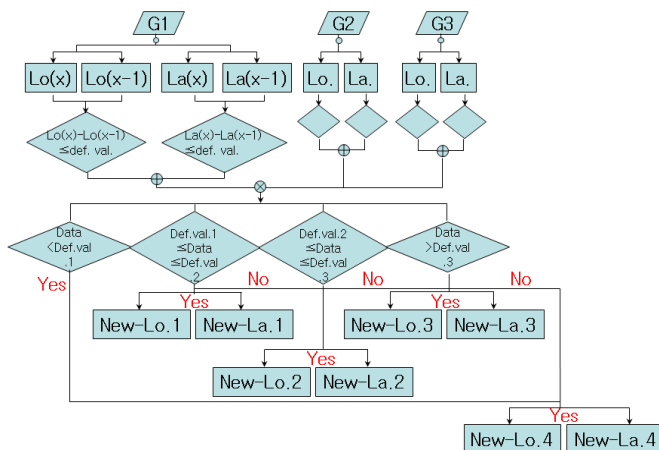


그림 3. GPS data acquisitions algorithm

자북 방향을 기준으로 4 부분으로 분할하여 GPS 데이터의 특성을 선형회귀 분석하여 예측 기법을 사용하였다. 아래의 표는 0~90°, 90~180°, 180~270°, 270~360° 으로 분할하여 얻은 선형회귀분석 데이터를 나타낸다.

표 1. part linear regression

0~90°	Y-위도	1.07328679	-9850.944645	Y-경도	0.92983481	9185.331428
		0.00338126	42.80601793		0.00292933	10.94586214
		0.99797942	0.000299021		0.99797942	0.000278321
		100756.977	204		100756.977	204
		0.00900904	1.82404E-05		0.00780492	1.58024E-05
90~180°	Y-위도	-0.60361	11378.22431	Y-경도	-1.65522	18844.75029
		0.001118	14.14781727		0.003065	11.45104077
		0.999113	0.000187901		0.999113	0.000311157
		291734.3	259		291734.3	259
		0.0103	9.14447E-06		0.028245	2.5076E-05
180~270°	Y-위도	1.035173	-9368.369148	Y-경도	0.962842	9061.93798
		0.004874	61.70243879		0.004533	16.93960475
		0.996708	0.000277544		0.996708	0.000267672
		45109.87	149		45109.87	149
		0.003475	1.14776E-05		0.003232	1.06756E-05
270~360°	Y-위도	-0.58594	11154.54746	Y-경도	-1.70636	19035.86874
		0.000443	5.606733397		0.00129	4.819295651
		0.999826	9.6347E-05		0.999826	0.000164417
		1750414	304		1750414	304
		0.016249	2.82196E-06		0.047319	8.21802E-06

위에서 언급한 바와 같이 저가 GPS를 이용한 위치측정은 적게는 3m에서 많게는 15m까지의 위치 오차가 발생할 수 있다. 위치오차를 줄이기 위해서 DGPS를 사용할 수 있는데 이때 위치 오차는 30cm이하로 발생하지만 비용이 2000~4000만원으로 일반 GPS가 20~50만원인 것에 비해 적게는 40배 많게는 200배까지의 비용이 추가가 된다. 이러한 이유로 위치 측정장비가 범용화 되지 못하고 있다. 저렴한 GPS를 이용하면서 위치오차를 1m미만으로 줄인다고 하였을 때 범용화가 될 수 있을 것이다. 이를 위해 IMU(Inertia Measurement Unit)을 사용하여 정적 위치 오차를 줄일 수 있다. IMU는 3축 가속도센서와 3축 각속도센서가 내장된 하나의 센서 모듈이다.

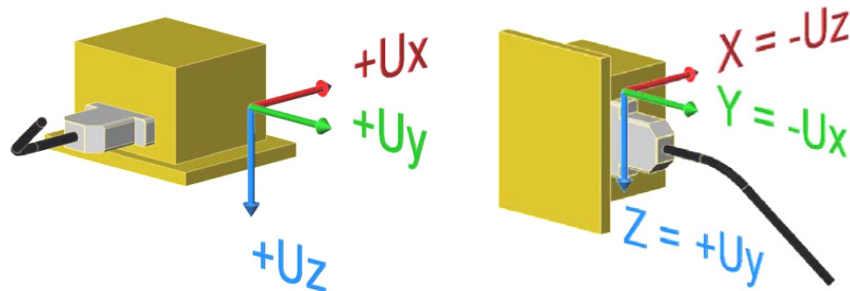


그림 4. IMU를 이용한 가속도 측정 예

GPS를 이용하여 고정된 위치를 측정하는 경우에 GPS데이터는 약 10m반경 범위에서 움직이면서 측정이 된다. 하지만 IMU를 이용하면 움직임이 없기 때문에 가속도 성분의 데이터가 변화가 없을 것이다. 이러한 특성을 이용하여 GPS의 데이터를 IMU를 이용하여 보정할 수 있다.

## 2.2 설계

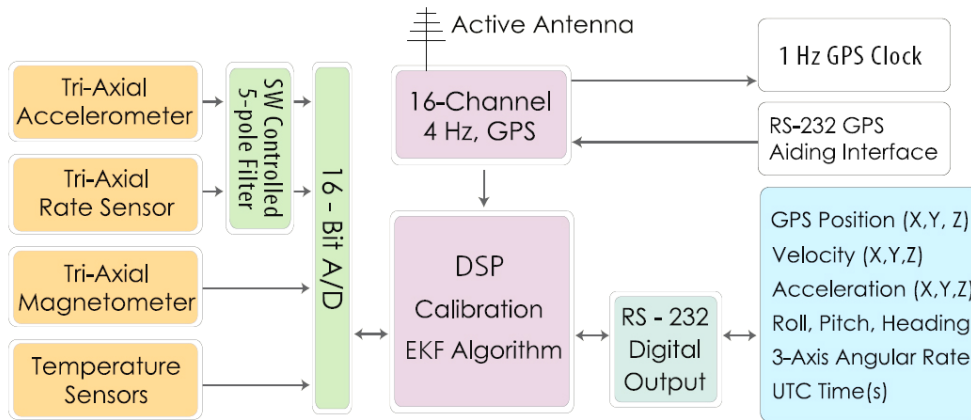


그림 5. GPS와 IMU를 이용한 위치측정 시스템 내부 구조

다음의 그림은 IMU와 GPS를 이용하여 위치 측정 시스템을 구성한 예이다. 3축 가속도 센서와 3축 각속도 센서 그리고 3축 지자기 센서와 센서 보정을 위한 온도센서를 내장하고 WAAS신호를 수신 가능한 GPS를 이용한 시스템이다.

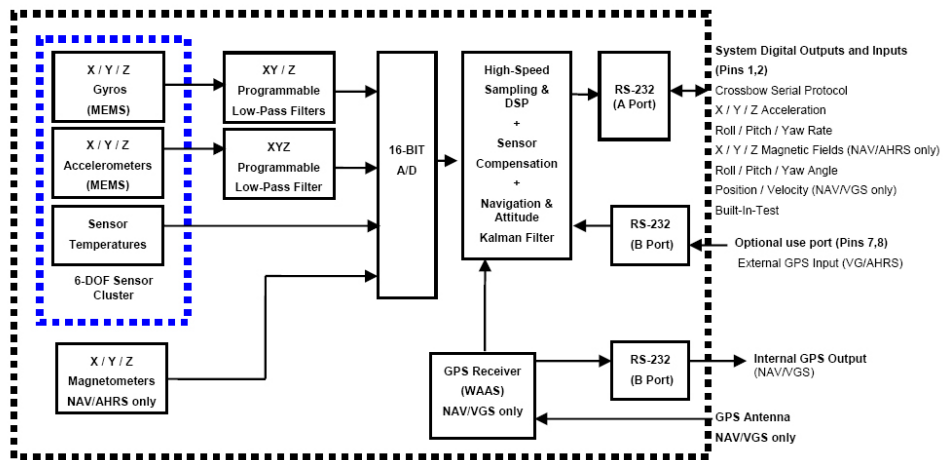


그림 6. IMU 내부 블록 다이어그램

IMU센서의 데이터 처리를 위해 Embedded Micro Controller와 DSP를 이용하여 노이즈 제거필터와 칼만필터를 이용하여 위치오차를 보정하고자 한다.

## 3. 결론

빙하거동을 추적, 모니터링하기 위한 빙체거동의 실시간 모니터링을 위하여 본 연구에서는 다중 GPS를 이용한 위치 측정 시스템 및 무선 전송시스템을 개발, 적용하고자 한다. 다중 GPS 3세트를 이용해 위치정확도를 확보한 시스템을 빙체에 설치하여 실시간 모니터링을

하고자 한다. 한편, IMU(Inertia Measurement Unit)을 사용하여 정적 위치 오차를 줄이고자 하였으며, 데이터 수신기의 불안정을 보완하고자 GPS 3개를 이용하여 데이터 수신을 안정화하고자 한다.

## 감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시기술개발사업 지능형국토정보기술혁신사업과제의 연구비 지원(07국토정보C02)에 의해 수행되었으며, 한국과학재단 특정기초연구사업(R01-2007-000-20194-0)의 일부 지원으로 이루어졌습니다.

## 참고문헌

- 손호웅, 김지수, 송영수, 윤왕중, 김인수, 서만철, 김기영, 조인기, 김학수, 2000, 지반환경물리 탐사, 시그마프레스, 751p.
- 장순근, 윤호일, 정호성, 1998, 지구온난화와 서남극 남쉐틀랜드군도 킹조지섬의 최근 빙벽후퇴, 한국지구과학회지, v. 19, p. 101-106.
- 장순근, 정호성, 이방용, 2002, 남극 세종기지 부근에 있는 빙벽의 최근 후퇴, 한국지구과학회 2002년도 추계학술발표회 논문요약, 한국지구과학회지, v. 23, p. 614-616.
- 정호성, 이방용, 장순근, 김지희, 김예동, 2004, 세종기지 주변에서 관찰된 빙벽후퇴와 바다결빙, Ocean and Polar Research, v. 26, n. 1, p. 1-10.
- Arthern, R.J., Wingham, D.J., and Ridout, A.L., 2001, Controls on ERS altimeter measurements over ice sheets: Footprint-scale topography, backscatter fluctuations, and the dependence of microwave penetration depth on satellite orientation, J. Geophys. Res., v. 106, n. D24, p. 33471-33484.
- Bird, E.C.F., 1993, Submerging Coasts, John Wiley and Sons.
- Davis, C.H. and Ferguson, A.C., 2004, Elevation change of the antarctic ice sheet, 1995-2000, from ERS-2 satellite radar altimetry, IEEE Trans. Geosci. Remote Sens., v. 42, n. 11, p. 2437-2445.
- Douglas, B.C., 1995, Global sea level change: Determination and Interpretation, Rev. Geophys. v. 33 Suppl., American Geophysical Union.
- ENVISAT Altimetry over Ice Caps, ESA POTAL: <http://eopi.esa.int>.
- Fleming, K., Johnston, P., Zwartz, D., Yokoyama, Y., Lambeck, K., and Chappell, J., 1998, Refining the eustatic sea-level curve since the Last Glacial Maximum using far and intermediate-field sites, Earth and Planetary Science Letters, v. 163, p. 327-342.
- Meier, M.F., 1984, The contribution of small glacier to global sea level, Science, v. 226, p. 1418-1421.
- Wingham, D.J., Ridout, A.J., Scharroo, R., Arthern, R.J., and Shum, C.K., 1998, Antarctic elevation change from 1992 to 1996, Science, v. 282, p. 456-458.