

정적 후처리방식에 의한 GPS의 측위정도 개선

김민선 · 신현옥[†]

부경대학교

Improvement of GPS positioning accuracy by static post-processing method

Min Sun KIM and Hyeon-Ok SHIN[†]

Pukyong National University

Abstract

To measure the GPS position accuracy and its distribution according to the length of the baseline, 30 minutes to 24 hours observations at the fixed location were conducted with two GPS receivers (L1, 12 channels) on May 29 to June 2, 2002. The GPS data received at the reference station, the rover station and the ordinary times GPS observation station operated by the National Geography Institute in Korea were processed in kinematic and static post-processing methods with a post-processing software. The results obtained are summarized as follows:

1. The number of the satellite that could be observed continuously more than six hours was 16 and most of these satellites were positioned at east-west direction on May 31, 2002. The number of the satellite observed and the geometric dilution of precision (GDOP) determined by the average of every 10 minute for the day were 8 and 3.89, respectively.
2. Both the average GPS positions before and after post-processing were shifted (standalone: 1.17m, post-processing: 0.43m) to the south and west. The twice distance root mean square (2drms) measured with standalone was 6.65m. The 2drms could be reduced to 33.8% (standard deviation $\sigma=17.2$) and 5.3% ($\sigma=2.2$) of standalone by the kinematic and the static post-processing methods, respectively.
3. The relationship between the length of the baseline x (km) and the 2drms y (m) obtained by the static post-processing method was $y=0.0016x+0.006$ ($R^2=0.87$). In the case of the positioning with the static post-processing method using the GPS receiver, it was found that a positioning within 20cm 2drms was possible when the length of the baseline was less than 100km and the receiving time of the GPS is more than 30 minutes.

Key word : GPS(위성위치계측기), kinematic post-processing(동적후처리), static post-processing(정적후처리), length of the baseline(기선장)

[†]Corresponding author : shinho@pknu.ac.kr

서 론

Global Positioning System (GPS)는 미국에서 개발되어 상업적 운용에 들어간 이후부터 지속적으로 취해왔던 Selective Availability (SA) 정책을 Universal Time Coordinated (UTC)로 2000년 5월 2일 4시경부터 공식적으로 중단함에 따라 SA로부터 파생되는 거리오차 계산이 무의미해졌으며, 거리오차의 정확도에 따라 측위 정도가 좌우되는 절대 좌표에 대해서는 그 정확도가 상당히 향상되었다.

이러한 GPS 시스템을 사용하면 전세계에 걸쳐 언제든지 $\pm 10m$ 이내의 오차범위에서 위치를 측정할 수 있다 (강 등, 2001). 이 보다 더 정밀한 위치가 필요할 경우에는 Differential GPS (DGPS) 방식을 자주 사용한다 (김·신, 2001; 박, 2002; 신 등, 2001). DGPS 방식은 실시간 처리 (Real-Time Kinematic: RTK)와 후처리 (post-processing) 방식으로 나눌 수 있다 (신, 2000). 후처리방식은 다시 이동국이 움직였다는 전제하에 처리하는 동적 (kinematic) 후처리방식과 이동국이 고정되었다는 전제하에 처리하는 정적 (static) 후처리방식이 있다. 측위 정도는 정적 후처리방식이 동적 후처리보다 높은 것이 일반적이다.

RTK DGPS 방식은 해저지형측정과 같이 실시간으로 정확한 위치를 측정할 필요가 있을 때 많이 사용하지만 (Kang and Shin, 2002; Kim and Shin, 2001), 이용할 수 있는 거리는 10km 내외인 경우가 많다. 그러나 후처리 방식은 현장에서 정확한 위치를 실시간으로 알지 못하여도 무방한 경우에 편리하게 사용할 수 있다. 때로는 미국의 GPS 위성과 러시아의 GLONASS 위성을 함께 사용할 수 있는 수신기로 측위 정도를 더 높이기도 한다 (Okuda *et al.*, 2001; 강 등, 2001).

후처리 방식은 수10~수100km의 거리에서도 RTK DGPS보다 훨씬 간단한 장치로 고정도의 위치 측정이 가능하므로, 고정된 물표의 위치를 측정할 때 즉 해안선 형태의 변화, 바다에 고정시킨 어구의 형태, 인공어초의 위치, RTK DGPS에서 필요로 하는 기준점의 위치 등을 정확하게 측정할 때에 편리하게 사용할 수 있다.

또한, 이것은 장차 수백km, 수천km 이상의 넓은 범위에 걸쳐 사용할 수 있는 실시간 광역 DGPS (Wide Area DGPS: WADGPS)의 운용을 위한 기초자료 조사에 사용될 수 있다 (Alfred, 1995; Miyamoto *et al.*, 1997). 후처리방식의 경우, 기준국과 이동국간의 거리 (기선장)에 비례하여 측위 오

차가 선형적으로 증가하는 경향이 있음을 보고하고 있다 (Kakihara *et al.*, 1993; Miyamoto *et al.*, 1997; Okuda *et al.*, 2001; 이, 1998).

본 논문에서는 이와 같이 다양하게 활용할 수 있는 후처리 GPS의 측위 정도를 파악하기 위하여 단독 측위 실험을 부정대학교 회류수조 옥상의 고정점에서 실시하였다. 아울러 대구, 광주, 제주, 수원 지역에 있는 국립지리원의 GPS 상시관측소의 GPS 데이터를 전송 받아 고정점에서의 단독 측위와 후처리에 의한 측위 정도를 비교하였고, 각 기선장에 대한 시간에 따른 Geometric Dilution of Precision (GDOP) 변화와 위도와 경도의 편차를 비교·분석하였다. 그리고 1m에서 420km까지 현장 실험한 데이터와 국립지리원의 GPS 상시관측 데이터를 이용하여 기선장과 확률원 오차와의 관계를 분석·고찰하였다

재료 및 방법

1. 실험장치의 구성

1) 위치 데이터 수신 시스템

후처리 DGPS용 위치 데이터 수신 시스템은 Fig. 1과 같고, GPS 수신기의 사양은 Table 1과 같다.

Fig. 1에서 기준국은 실시간 측량용으로도 많이 사용되는 1주파용 12채널 GPS 수신기 (Novatel, RT-20)와 IBM 호환기종인 퍼스널 컴퓨터 (P-II, 233MHz)로 구성하였다.

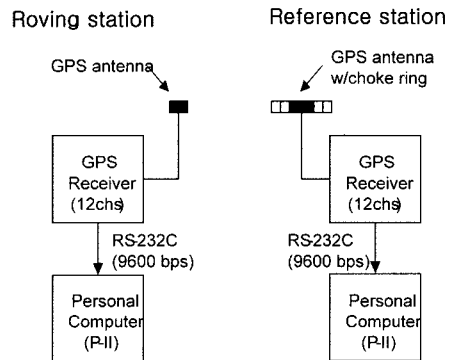


Fig. 1. Configuration of the GPS data acquisition system for post-processing. The reference station could be changed to roving station for confirming its GPS antenna coordinates using the ordinary times GPS observation stations.

Table. 1 Specifications of the GPS receiver and antenna

| Item | Specifications |
|---------------------------|-----------------------------------|
| GPS receiver | Model RT-20 |
| Frequency | L1, 1575.42MHz (C/A Code) |
| Channels | 12 independent tracking channel |
| Computed data updata rate | up to 10 solutions per second |
| Measured data updata rate | up to 20 data records per second |
| Position accuracy | |
| Standalone | 15m CEP (SA off) GDOP < 2 |
| RTK mode | 20cm CEP nomial |
| Static mode | 10cm RMS, 3 minutes, no multipath |
| GPS antenna for reference | Model 502 |
| Gain and size | 26±3dB and 17.8cm diameter |
| GPS antenna for rover | Model 521 |
| Gain and size | 26±3dB and 5.6cm diameter |

이동국은 기준국에서 사용한 것과 동일 모델의 GPS 수신기와 동급의 퍼스널 컴퓨터로 구성하였다. 데이터 수신에 사용한 소프트웨어는 GPS 수신기의 각종 기능을 설정할 때 사용하는 GPSolution (Novatel, Ver. 2.2)이었다. 기준국에서는 GPS 안테나에 choke ring을 사용하여 주변 건물이나 지면으로부터의 다중반사(multipath)의 영향을 감소시켰다.

한편, Fig. 1에 나타난 기준국의 위치는 국립지리원의 GPS 상시관측 데이터를 사용하여 측정하였다. 국립지리원 소속 GPS 상시관측소의 수신기는 Trimble사의 4000-SSI (choke-ring ANT, 2주파용)이었다.

2) 데이터 처리 시스템

후처리를 통하여 GPS 수신기의 위치를 정밀하게 구하기 위한 데이터 처리 시스템은 IBM 호환기종의 펜티엄급 퍼스널 컴퓨터와 후처리용 소프트웨어인 SoftSurv (Novatel, Ver. 1.52)로 구성하였다.

2. 현장 실험

1) 실험 환경

기준국용 GPS 안테나는 부경대학교 (이하 PKNU라고 한다)에 있는 화류수조의 옥상 (35°07' 59.1447"N, 129°06' 27.4803"E, 타원체고: 42.105m)에 설치하였다. 후처리방식으로 기선장제 따른 측위정도와 확률원 오차와의 상관 관계를 파악하기 위하여 현장 실험을 수행한 지역은 Fig. 2와 같다. 여기서, 확률원 오차 (twice distance root mean

square : 2drms)란 개별 측위점에 평균위치를 중심으로 하여 전체 측위점의 95%를 내포하고 있는 오차원의 반경을 말한다.

후처리 전후의 GPS의 측위 정도를 비교하고 PKNU의 위치 좌표를 결정하기 위하여 사용한 국립지리원 소속 GPS 상시관측소의 위치를 나타내면 Fig. 3과 같고, 상시관측소의 위치 좌표 및 타원체고는 Table 2와 같다. 본 연구에서 사용한 좌표계는 WGS 84이다.

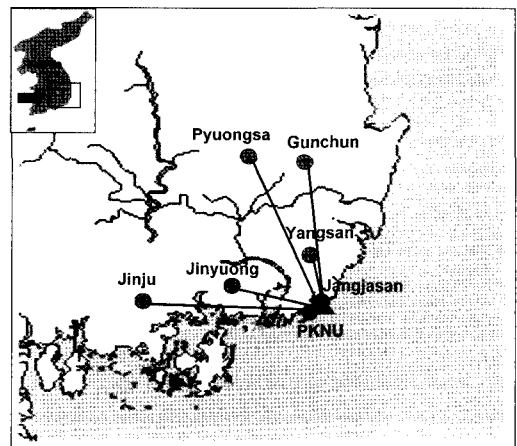


Fig. 2. Location of the reference station (▲) and the roving stations (⊕) used to measure the 2drms variation with the length of the baseline.

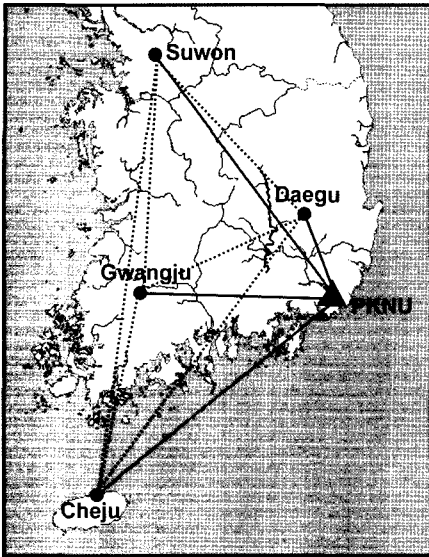


Fig. 3. Locations of the ordinary times GPS observation station (⊕) and the reference station of PKNU (▲) to compare the GPS positioning accuracy before and after post-processing and to fix the GPS antenna coordinates of PKNU.

Table 2. Position coordinates and height of ellipsoid of the ordinary times GPS observation stations used in experiment

| Name of station | Location | Height ellip. (m) |
|-----------------|-------------------|-------------------|
| Suwon | 37°16' 31.8704"N | 83.293 |
| | 127°03' 15.2893"E | |
| Gwangju | 35°10' 42.1667"N | 71.140 |
| | 126°54' 36.8739"E | |
| Daegu | 35°54' 22.7296"N | 105.859 |
| | 128°48' 07.1048"E | |
| Cheju | 33°30' 50.1526"N | 49.755 |
| | 126°31' 47.3734"E | |

2) 고정점에서의 GPS 데이터의 수신과 저장

기준국과 이동국에서는 GPS 안테나를 옥상 또는 지면에 고정시킨 상태에서 30분~24시간동안 GPS 데이터를 연속적으로 수신하고 이를 컴퓨터에 저장하였다. 후처리에서는 관측에 사용한 위성의 수가 많을

수록 짧은 시간동안 수신된 GPS 데이터를 이용하여도 양호한 측위 정도를 얻을 수 있고, GPS 수신시간을 30분 이상으로 하면 그 수신기에서 제시하는 측위 정도를 대부분 얻을 수 있다 (장, 2000).

기준국과 이동국에서는 ① almanac 정보를 담고 있는 ALMA 포맷 데이터, ② 위치추산력 정보(raw ephemeris)를 담고 있는 REPA 포맷 데이터, ③ 채널별 의사거리 측정 정보(channel pseudorange measurement)를 담고 있는 RGEA 포맷 데이터 (Novatel, 1995)를 저장하여 후처리에 사용할 수 있도록 하였다. 아울러 단독 측위 정보를 담고 있는 POSA 포맷 데이터도 저장하여 후처리 전후의 측위 정도를 비교할 수 있도록 하였다. 각 포맷의 마지막 글자인 "A"는 ASCII 데이터임을 나타낸다.

ALMA 및 REPA 포맷 데이터는 데이터에 변화가 있을 때마다 저장하도록 하였고, 나머지 포맷 데이터는 1sec 또는 5sec 간격으로 저장되도록 하였다.

3) GPS 상시관측 데이터의 수집

후처리방식으로 위치를 측정할 때에는 기준국의 좌표에 대한 신뢰성이 높아야 한다. 본 연구에서는 기준국인 PKNU의 위치 좌표를 결정하기 위하여 국립지리원에서 운용하고 있는 수원, 대구, 광주, 제주 지역의 GPS 상시관측소에서 수신한 GPS 데이터를 입수하였다. PKNU의 위치 좌표는 PKNU로부터 가장 가까이 있는 대구 지역의 GPS 상시관측 데이터를 후처리의 보정치로 적용하여 결정하였다. 국립지리원에서는 회사 또는 개인의 요청에 의해 GPS 상시관측 데이터를 전자우편으로 보내주고 있으며, 데이터의 형식은 후처리용 소프트웨어의 표준 포맷인 RINEX 형식이였다.

실험에 사용한 상시관측소의 GPS 데이터는 UTC로 2002년 5월 31일 00시 00분에서 23시 59분까지 30sec 간격으로 수신된 것이였다.

결과 및 고찰

1. 측위 가능한 위성의 배치와 위성별 시각대

2002년 5월 31일 00시 00분에서 5월 31일 23시 59분까지 PKNU의 고정점에서 차단각 (cut-off angle)을 15°로 하여 24시간 측위에 이용할 수 있는 위성별 출몰시각대와 관측 가능 위성 수 및 GDOP (Geometric Dilution of Precision)를 나타내면 Fig. 4의 (a), (b), (c)와 같다.

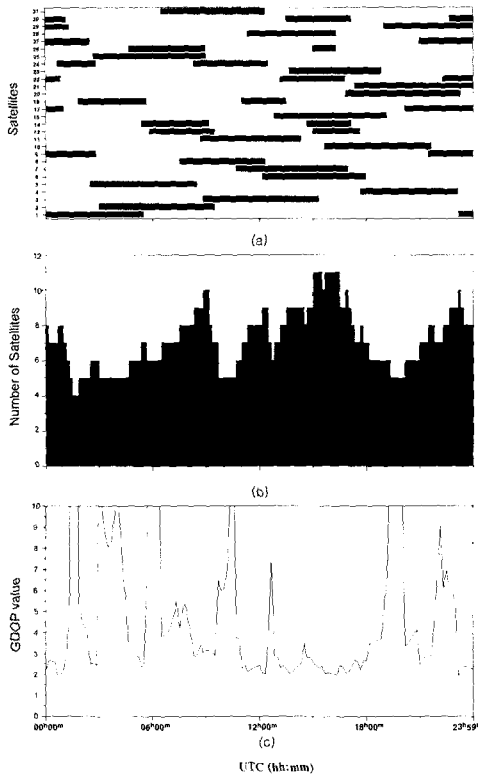


Fig. 4. Shows (a) satellite visibility and GPS availability, (b) number of GPS satellite visible and (c) variation of GDOP at the station of PKNU on May 31, 2002.

Fig. 4 (a)는 측위점에서 관측 가능한 위성의 수를 나타낸 것으로, 24시간 동안 총 28개의 위성이 측위에 이용될 수 있는 것으로 나타났다.

측위에 이용할 수 있는 시간이 6시간 이상인 위성의 번호는 1, 2, 3, 5, 6, 7, 10, 13, 15, 20, 21, 24, 25, 26, 29, 30번이었고, 5시간 이하는 14, 17, 22번이었으며, 나머지 대부분은 5시간 이상 측위 실험에 이용될 수 있었다.

Fig. 4 (b)는 10분 간격으로 구한 관측가능 위성의 수를 나타낸 것으로 4~12개 (평균 8개)의 위성을 관측할 수 있으므로 정적 상태의 이동국의 위치를 높은 정도로 측정할 수 있음을 알 수 있었다. 그리고 이들 위성에 대한 GDOP의 일 변화는 Fig. 4 (c)와 같이 위성이 6개 이하가 될 때 GDOP의 값이 급격히 높아지는 경우를 볼 수 있다. 그러나 후처리방식의 측위에 있어서는 1.48~9.54 (평균 3.89)로 나타났다.

측위 실험에 이용한 각 위성의 고도와 방위의 변화는 Fig. 5와 같다.

Fig. 5의 (a)는 00시 00분에서 23시 59분까지 24시간 동안의 관측 가능한 위성 전체의 궤적을 나타낸 것이다. 원주의 중심은 위성이 안테나 바로 위에 있다는 것을 뜻하고, 외부로 갈수록 위성의 양각이 작아지고 있다는 뜻이다. 원주는 안테나로부터의 방위를 나타낸다. 북쪽 상공은 위성이 잘 관측이 되지 않고 있음을 볼 수 있다. 이것은 GPS 위성의 궤도 특성상 한국과 같은 위도에서는 북쪽의 GPS 위성이 잘 관측되지 않기 때문이라고 사료된다.

Fig. 5의 (b)는 00시 00분에서 07시 59분까지의 위성의 궤적을 나타낸 것이다. 측위 정도에 영향을 미치는 위성의 번호는 1, 2, 3, 5, 9, 11, 13, 14, 17, 18, 22, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31번이었다. 3, 8, 13, 14, 18, 24, 26번 위성은 서쪽에 편중되어 있으며, 9, 22, 27, 30번 위성은 동쪽에 편중되어 있어 이러한 위성 배치는 측위 정도를 높이기에는 불리할 것으로 생각된다. 1, 2, 5, 25번 위성은 8시간 동안 지속적으로 측위 정도에 영향을 미치고 있는 것을 확인할 수 있다.

Fig. 5의 (c)는 09시 00분에서 16시 00분까지의 위성의 궤적을 나타낸 것이다. 측위 정도에 영향을 미치는 위성의 번호는 2, 3, 6, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 15, 18, 22, 13, 24, 25, 26, 28, 30, 31번이었다. 2, 13, 14, 24, 26번 위성이 동쪽으로 편중되어 있고, 나머지 위성은 고르게 배치가 되어 있어 측위 정도를 높일 수 있는 양호한 배치라고 생각된다.

Fig. 5의 (d)는 16시 00분에서 23시 59분까지의 위성의 궤적을 나타낸 것이다. 측위 정도에 영향을 미치는 위성의 번호는 1, 4, 6, 7, 9, 10, 13, 14, 15, 17, 20, 21, 22, 23, 26, 27, 28, 29, 30번이었다. 13, 14, 22, 26, 30번 위성이 동쪽으로 편중되어 있어 이러한 위성의 배치에서 측위를 하면 측위 정도가 낮아질 것으로 예상된다.

위성수가 6개 이하로 떨어지면 GDOP가 급격히 상승하였다. 이것은 차단각을 15°로 설정하여 저위도 위성을 사용할 수 없기 때문이며, 따라서 측위 오차가 크게 나타날 것으로 사료된다. 남북방향에 비해 동서방향으로의 위성의 배열이 편중되어 있어, 위도 오차가 경도오차보다 작게 나타날 것으로 사료된다.

2. 고정점에 대한 단독 측위 정도

2002년 5월 31일 00시 00분에서 23시 59분까지 부경대학교의 회류수조 옥상의 고정점에서 단독 측위

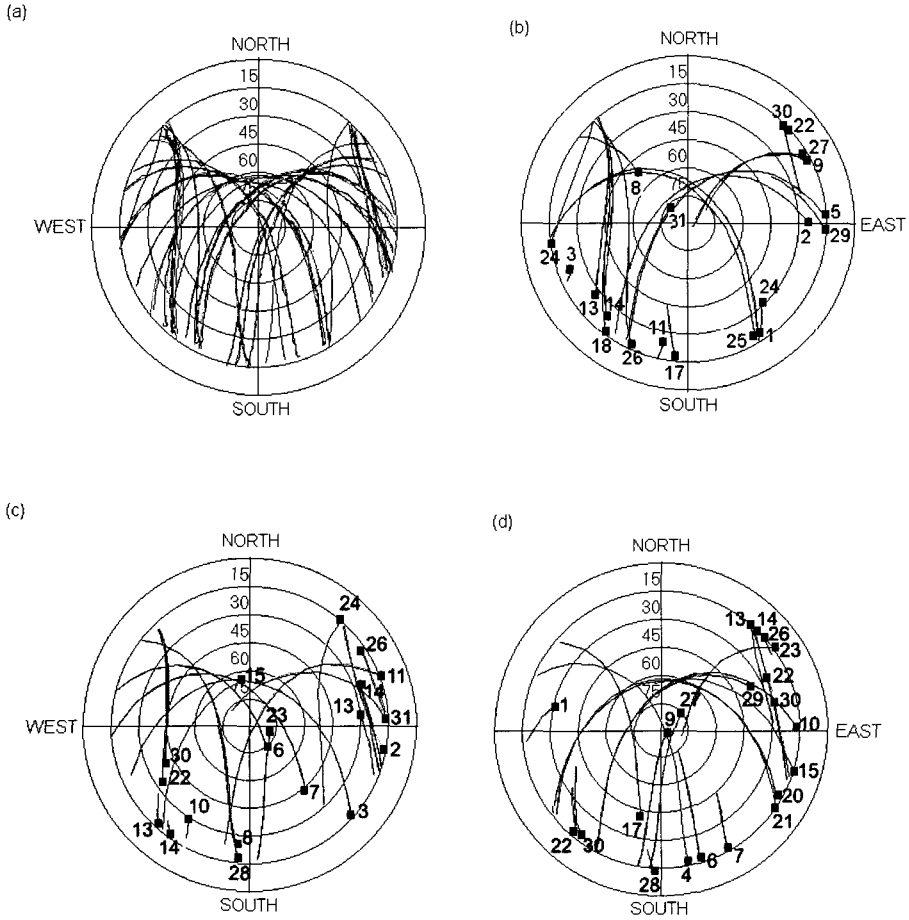


Fig. 5. Shows the azimuth and elevation sky map of the satellites at the station of PKNU on May 31, 2002.

(a): 00h 00m to 23h 59m (b): 00h 00m to 07h 59m
 (c): 08h 00m to 15h 59m (d): 16h 00m to 23h 59m.

한 실험의 결과는 Fig. 6과 같다. Fig. 6에서 단독 측위의 평균위치는 후처리방식으로 구한 위치보다 남서쪽으로 1.17m 편위된 것으로 나타났고, 확률원 오차는 6.65m이었다.

3. 고정점에 대한 동적 후처리방식의 측위 정도
 2002년 5월 31일 00시 00분에서 23시 59분 사

이에 4곳의 국립지리원 GPS 상시관측소에서 전송받은 동일한 시간대의 보정치를 PKNU 고정점에서 수신한 동일한 시간대 GPS 데이터에 적용하여 동적 후처리방식으로 측위 정도를 분석한 결과는 Fig. 7과 같다. Fig. 7의 (a), (b), (c), (d)는 각각 대구, 광주, 제주, 수원 지역의 GPS 상시관측소의 보정치를 적용한 결과이다.

정적 후처리방식에 의한 GPS의 측위정도 개선

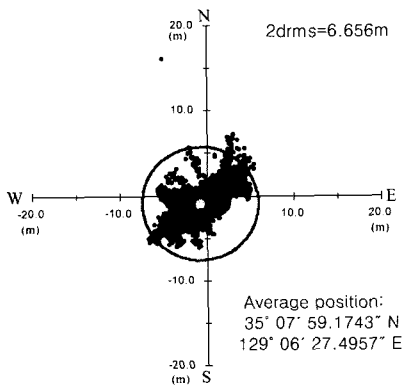


Fig. 6. Accuracies of the GPS position fixing with standalone during 24 hours at the PKNU on May 31, 2002. The origin and the center of the 2drms circle denote the measured position by a static post-processing method and the average GPS position with standalone, respectively.

GPS 상시관측소를 기준국으로 하고 PKNU를 이동국으로 설정하여 24시간 수신한 데이터를 사용하여 분석한 기선장에 따른 고정점의 측위 오차는 Table 3과 같다.

Fig. 7과 Table 3으로부터 동적 후처리방식은 위치데이터의 분포를 나타내는 데에는 편리하지만 정적 후처리방식보다 측위 정도가 낮음을 알 수 있다. 동적 후처리방식으로 구한 확률원 오차는 정적 후처리방식으로 구한 것보다 평균 6.0배 ($\sigma=2.6$) 크게 나타났다.

측위 정도가 가장 높은 것은 기선장이 90.156km인 대구를 기준국으로 하였을 때이고, 측위 정도가 가장 낮은 것은 기선장이 297.520km인 제주를 기준국으로 하였을 때로 나타났다. 그리고 경도방향의 편위 거리가 위도방향의 것보다 상대적으로 2~3배정도 큼을 확인할 수 있었다.

PKNU에 대한 GPS 평균위치를 후처리 전후로 비교하여 보면 모두 기준점으로부터 남서쪽으로 편위 (단독 측위 : 1.17m, 후처리 : 평균 0.43m)되었다.

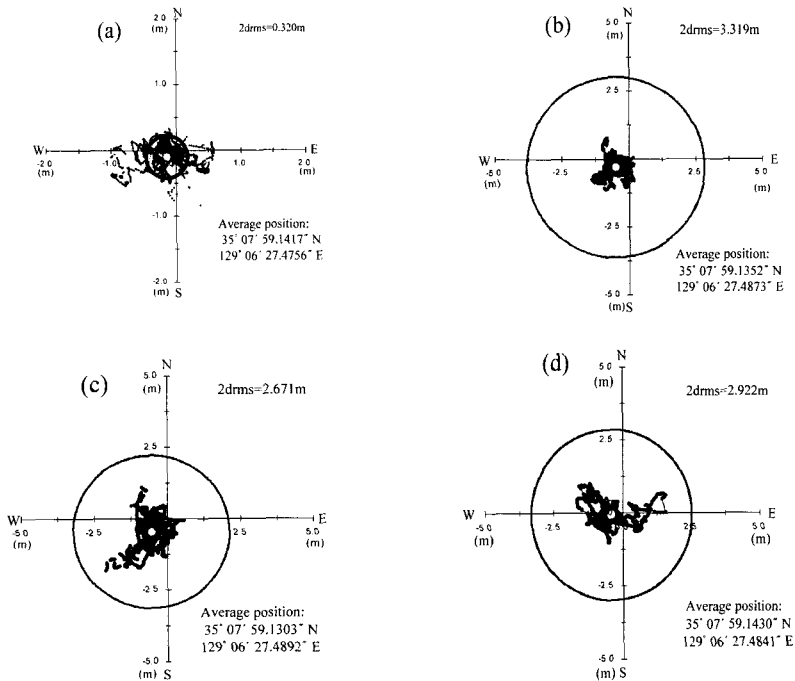


Fig. 7. Accuracies of the GPS position fixing by the kinematic post-processing method during 24 hours at the PKNU on May 31, 2002. The origin and the center of the 2drms circle denote the measured position by the static post-processing and the average position, respectively. Reference station of (a) to (d) is Daegu, Gwangju, Cheju, Suwon, respectively.

Table 3. Measured the length of the baseline, average deviations in latitude and in longitude and 2drms with a kinematic and a static post-processing methods at the PKNU on May 31, 2002

| Name | Baseline Length(km) | Deviation (m) | | 2drms (m) | |
|--------------|------------------------|---------------|-----------|-----------|--------|
| | | Latitude | Longitude | Kinematic | Static |
| Deagu-PKNU | 90.156 | -0.108 | -0.061 | 0.320 | 0.166 |
| Gwangju-PKNU | 200.267 | -0.302 | -0.450 | 2.671 | 0.304 |
| Cheju-PKNU | 297.520 | -0.454 | -0.554 | 3.319 | 0.570 |
| Suwon-PKNU | 300.980 | -0.061 | -0.403 | 2.671 | 0.366 |

Note) The minus sign (-) denotes the southern direction in latitude and western one in longitude.

확율원 오차는 단독 측위가 6.65m이지만 이를 후 처리하면 동적인 경우에는 단독 측위의 약 33.8% ($\sigma = 17.2\%$), 정적인 경우에는 단독 측위의 약 5.3% ($\sigma = 2.2\%$)로 감소시킬 수 있는 것으로 나타났다.

기선장 90km대와 200km대, 297km대, 300km대의 경과시간에 따른 위도 방향의 편차 및 경도 방향의 편차와 GDOP의 변화의 일례를 보이면 Fig. 8, Fig. 9, Fig. 10, Fig. 11과 같다.

Fig. 8에서 기선장 90km대에서의 위도편차, 경도 편차, GDOP를 나타낸 것이다. 위도편차가 최대일 때는 15시~16시였고, 경도편차가 최대일 때는 17시~19시경이었다. GDOP가 최대일 때는 12시~16시경이었고, 위성 수는 08시~11시경과 17시~19시경에 최대이었다.

Fig. 9는 기선장 200km대에서의 위도편차, 경도 편차, GDOP를 나타낸 것이다. 위도편차가 최대일 때는 16시~17시경이었고, 경도편차가 최대일 때는 16시~17시경이었다. GDOP가 최대일 때는 9시~10시경이었다.

Fig. 10은 기선장 300km대에서의 위도편차, 경도 편차, GDOP를 나타낸 것이다. 위도편차는 04시~05시경과 16시~18시경에 최대이었고, 경도편차가 최대일 때는 16시~18시경이었다. GDOP가 최대일 때는 16시~17시경이었다.

Fig. 11은 기선장 300km대에서의 위도편차, 경도 편차, GDOP를 나타낸 것이다. 위도편차는 16시~17시경과 18시~19시경에 최대이었고, 경도편차가 최대일 때는 14시~17시경이었다. GDOP가 최대일 때는 09시~10시경이었다.

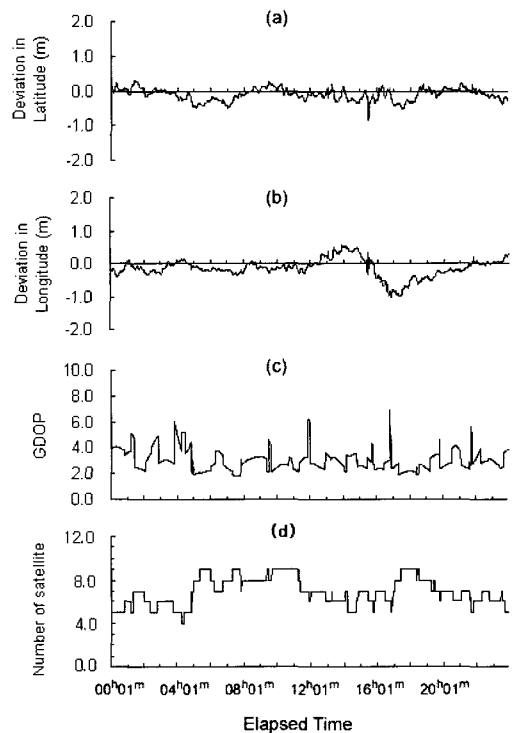


Fig. 8. Shows (a) deviation in latitude, (b) deviation in longitude, (c) variation of GDOP and (d) number of satellite with the kinematic post-processing in the case of a baseline (Daegu-PKNU) length of 100km. The minus sign (-) in the (a) and (b) denotes southern direction and western one, respectively.

기선장과 GDOP와 경과 시간에 대한 관계를 살펴 보면 기선장 100km 이내에서는 위도와 경도에 있어서 편차의 기복이 mm~cm단위로 변동폭이 작으나, 기선장 200km 이상에서는 편차의 기복이 수 cm~수 m의 단위로 심화됨을 볼 수 있다. 기선장 100km대에서는 GDOP의 값이 측위 편차에 미치는 영향이 비교적 작지만, 기선의 길이 200km 이상에서는 GDOP 값의 영향을 많이 받는 것을 알 수 있다. 무선데이터 통신망을 사용하지 않아도 되는 후처리방식에 있어서 이러한 현상은 기선의 길이가 길어지면 시간지연오차를 제외한 이온층의 지연오차, 대류권의 지연오차, 위성궤도의 오차, 지역간 위성 양각 차이에 의한 오차가 잔류하고 있기 때문이라고 사료된다.

Fig. 8에서 Fig. 11을 보면 측위 편차는 경도, 위도의 순으로 크다는 것을 확인할 수 있었다. 이것은 위성의 배치 상태가 원인임을 알 수 있다. Fig. 5와 같이 북쪽 상공에서는 GPS 위성이 관측되지 않는다. 따라서 남북방향에 비해 동서방향으로 위성의 배치가 양호하여 위도방향의 편차가 경도방향보다 적음을 확인할 수 있다. 그리고 위성의 배치가 좋은 반대 방향으로 오차가 작게 나타나고 있다는 것을 확인할 수 있었다.

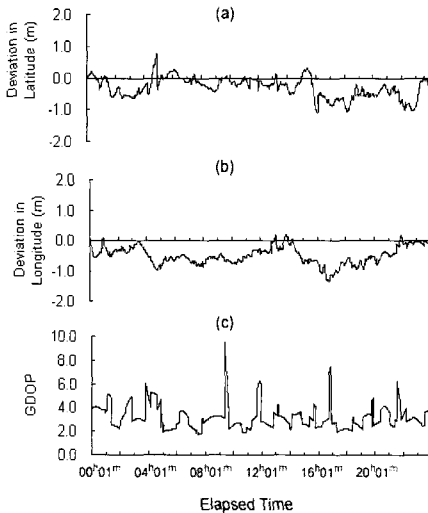


Fig. 9. Shows (a) deviation in latitude, (b) deviation in longitude and (c) variation of GDOP with the kinematic post-processing in the case of a baseline (Gwangju-PKNU) length of 200km. The minus sign (-) in the (a) and (b) denotes southern direction and western one, respectively.

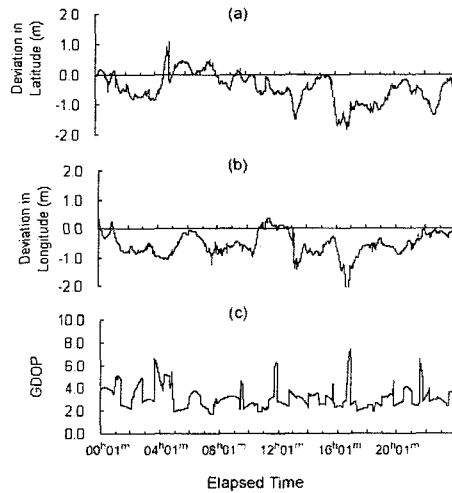


Fig. 10. Shows (a) deviation in latitude, (b) deviation in longitude and (c) variation of GDOP with the kinematic post-processing in the case of a baseline (Cheju-PKNU) length of 298km. The minus sign (-) in the (a) and (b) denotes southern direction and western one, respectively.

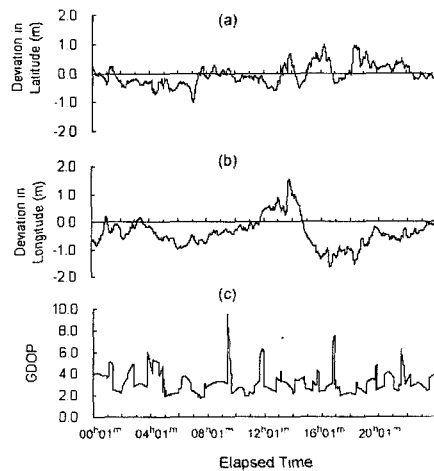


Fig. 11. Shows (a) deviation in latitude, (b) deviation in longitude and (c) variation of GDOP with the kinematic post-processing in the case of a baseline (Suwon-PKNU) length of 300 km. The minus sign (-) in the (a) and (b) denotes southern direction and western one, respectively.

4. 정적 후처리방식에 의한 기선장과 확률원 오차와의 관계

2002년 5월 29일부터 6월 2일까지 PKNU의 고정점과 경부고속도로 및 남해고속도로변의 고정점에서 동일시간대에 측위 실험을 하여 정적 후처리방식으로 기선장에 따른 확률원 오차를 구하였다. 각 측위점에서의 수신시간은 30분 이상으로 하였다. 그리고, 2002년 5월 31일 00시 00분에서 23시 59분까지의 PKNU에서 수신한 GPS 데이터와 4개의 GPS 상시관측소에서 수신한 동일시간대의 GPS 데이터를 이용하여 정적 후처리방식으로 기선장에 따른 확률원 오차를 구하였다.

각 이동국과 기준국간의 기선장과 확률원 오차와의 상관 관계를 회귀분석으로 구한 결과는 Fig. 12와 같다. x축은 기선장이고, y축은 확률원 오차이다.

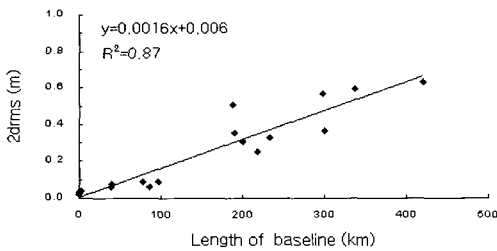


Fig. 12. Variation of 2drms with the length of baseline.

Fig. 9에서 기선장이 길어질수록 확률원 오차는 선형적으로 증가하는 것을 볼 수가 있고, 기선장 x (km)와 확률원 오차 y (m) 사이에는 $y=0.0016x + 0.006$ ($R^2=0.87$)의 관계가 성립되는 것으로 나타났다.

이 결과로부터 후처리방식 DGPS의 측위에 있어서 이동국과 기준국간의 기선장에 따른 측위정도는 단순한 선형 모델을 적용하여 추정할 수 있음을 확인할 수 있었다. 또한, 본 연구에서 사용한 1주파용 GPS 수신기를 이용하여 정적 후처리방식으로 위치를 측정하는 경우, 기선장을 100km 이내로 하고 GPS 수신시간을 30분 이상으로 하면 확률원 오차 20cm 이내의 측위가 가능함을 알 수 있었다.

요 약

기선장에 따른 GPS 위치 정도 및 분포를 측정하기 위하여 2002년 5월 29일부터 6월 2일까지 2대의 GPS

수신기 (L_1 , 12채널)를 이용하여 고정점에서 30분에서 24시간동안 관측하는 실험을 수행하였다. 기준국 (PKNU)과 이동국, 국립지리원의 GPS 상시관측소에서 수신한 GPS 데이터는 동적 및 정적 후처리방식으로 처리하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 2002년 5월 31일 차단각 (cut-off angle) 15° 에서 6시간 이상 관측 가능한 위성은 16개였고, 위성은 주로 동서방향으로 배치되어 있었다. 10분마다 평균한 위성 수와 GDOP는 각각 8개, 3.89이었다.

2. 후처리 전후의 GPS 평균위치는 모두 기준점에서 남서쪽으로 편위 (단독 측위 : 1.17m, 후처리 : 평균 0.43m)되었다. 확률원 오차는 단독 측위가 6.65m 이었고 이를 동적 후처리하면 단독 측위의 약 33.8% (표준편차 $\sigma=17.2$), 정적 후처리하면 단독 측위의 약 5.3% ($\sigma=2.2$)로 감소시킬 수 있었다.

3. 정적 후처리방식으로 구한 기선장 x (km)와 확률원 오차 y (m)의 관계식은 $y = 0.0016x + 0.006$ ($R^2 = 0.87$)이었다. 본 연구에서 사용한 1주파용 GPS 수신기를 이용하여 정적 후처리방식으로 위치를 측정하는 경우, 기선장을 100 km 이내로 하고 GPS 수신시간을 30분 이상으로 하면 확률원 오차 20 cm 이내의 측위가 가능함을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

- Arfred, L.(1995) : DGPS and WADGPS, ACSM Bulletin, March/April.
- Kakihara, T., Takeda, S., Miyamaoto, Y., Noda, A. and Min, Y. (1995) : Influence of Distance between Reference Station and User Station on DGPS Positioning Accuracy, J. Japan Inst. Nav., 93, 1~6.
- Kang, K.M. and Shin, H.O. (2002) : Characteristics of current patterns and structure of bamboo weir in Samchunpo water area, Bull. Korean Soc. Fish. Tech. 38(1), 69~78.
- Kim, S.C. and Shin, H.O. (2001) : Research on the geographic characteristics of the sea bed and the distribution of artificial reefs in Jaran Bay, Bull. Korean Soc. Fish. Tech. 37(3), 214~222.
- Miyamoto, Y., Uchida, A., Kakihara, T. and Takeda, S. (1997) : On the positioning

- accuracy of DGPS in case of long base line. J. Japan Inst. Nav., 97, 1~6.
- Novatel Inc.(1995): Command descriptions manual for GPSCard. ●
- Okuda, K., Mise, M., Motomura, K. and Tatsumi, S. (2001): The base line length characteristics of the positioning accuracy by kinematic GPS/GLONASS. Fish. Eng., 38(1), 9~17.
- 강준목·김육남·박정현·이은수(2001): GPS 절대 측위 정확도 분석, 한국측량학회지 19(1), 1~8.
- 강준목·이용욱·박정현(2001): GPS/GLONASS 조합에 의한 절대 측위정밀도 분석, 한국측량학회지 19(1), 9~17.
- 김광홍·신형일(2001): GPS 선간거리계측 시스템에 의한 묘박상황의 감시, 한국어업기술학회지 37(4), 257~266.
- 박노선(2002): 한국 남해안에서 단일 및 복수 기준국에 의한 DGPS의 측위정도 비교, 부경대학교 대학원 석사학위논문집, 13~17.
- 신현옥(2000): 해저지형정보처리 기술 (첨단수산기술과 정책, 수산공개강좌위원회 편), 부경대학교 수산과학대학, 53~58.
- 신형일·김형석·김석재·배문기·박노선(2001): GPS 모듈 (KGP 9800C)의 測位性能改善, 한국어업기술학회지 37(3), 181~188.
- 이은수(1998): IGS의 GPS 데이터를 이용한 초장기선 정확도 분석, 충남대학교 대학원 석사학위논문집.
- 장호식(2000): GPS 위성수에 따른 거리별 측위 시간 결정, 부경대학교 대학원 석사학위논문집, 8~22.
-
- 2003년 8월 4일 접수
2003년 8월 4일 수리