

신호차폐 시뮬레이션 환경에서의 통합 GPS/GLONASS 이중차분 상대측위 정확도 분석

† 이호석 · 박관동* · 김두식** · 손동호***

† 인하대학교 대학원, (주) 싸이버로지텍, * 인하대학교 지리정보공학과 교수, **,*** 인하대학교 대학원

Analysis of integrated GPS and GLONASS double difference relative positioning accuracy in the simulation environment with lots of signal blockage

† Ho-Seok Lee · Kwan-Dong Park* · Dusik Kim** · Dong-Hyo Sohn***

† Graduate school of Inha University, Incheon 402-751, Korea, CyberLogitec Co., Ltd, Seoul 131-831, Korea

* Department of Geoinformatic Engineering, Inha University, Incheon 402-751, Korea

,* Graduate School of Inha University, Incheon 402-751, Korea

요 약 : 위성항법시스템의 기술발전이 지속적으로 진행되고 있지만 여전히 신호차폐가 빈번히 발생하는 지역에서는 측위정확도 확보에 어려움을 겪고 있다. 이 연구에서는 통합 GPS/GLONASS 이중차분 상대측위 알고리즘을 구현하고 신호차폐 환경의 시뮬레이션을 수행해 그 성능을 검증하였다. 동쪽, 서쪽, 남쪽 방향으로 고층건물에 의해 신호차폐가 발생하는 환경을 시뮬레이션 하고 시뮬레이션 상황에 따른 GPS와 GPS/GLONASS의 정확도 평가를 수행하였다. 그 결과, 신호차폐 시뮬레이션 환경에서는 GPS/GLONASS가 GPS에 비해 최소 0.3m에서 최대 13m이상의 수평정확도가 향상되었다.

핵심용어 : GPS, GLONASS, 상대측위, 신호차폐, 시뮬레이션

Abstract : Although GNSS hardware and software technologies have been steadily advanced, it is still difficult to obtain reliable positioning results in the area with lots of signal blockage. In this study, algorithms for integrated GPS and GLONASS double difference relative positioning were developed and its performance was validated via simulations of signal blockages. We assumed that signal blockages are caused by high-rise buildings to the east, west, and south directions. And then, GPS-only and integrated GPS/GLONASS positioning accuracy was analysed in terms of 2-dimensional positioning accuracies. Compared with GPS-only positioning, the positioning accuracy of integrated GPS/GLONASS improved by 0.3-13.5 meters.

Key words : GPS, GLONASS, relative positioning, signal blockage, simulation

1. 서 론

미국의 위성항법시스템 GPS(Global Positioning System)는 지속적인 기술발전으로 높은 측위정확도를 제공하고 있다. 하지만 신호차폐가 빈번히 발생하는 도심지역에서는 가시위성수 확보에 문제점이 발생하고 있으며 특히 대표적인 고층건물 밀집지역인 강남 테헤란로에서는 최소 0개에서 최대 4개까지 GPS 위성이 관측되었다(김혜인, 2009). 이처럼 도심지역에서는 측위성능이 현저히 저하되고 있지만 스마트폰의 보급이 가속화 되면서 도심지역에서의 위성항법시스템 사용은 오히려 증가하고 있는 추세이다. 이와 같은 상황에서 러시아의 위성항법시스템인 GLONASS(GLObal Navigation Satellite System)가 2011년 12월에 시스템 정상화에 도달하였고 애플사의 스마

트폰인 아이폰 4S와 삼성 갤럭시노트에 GLONASS 수신기능이 탑재됨에 따라 민간사용자들의 범세계적 GLONASS 활용이 가능하게 되었다. 따라서 GPS와 GLONASS를 동시에 사용하여 신호차폐 환경에서의 측위성능을 향상시키고 보다 효과적인 측위방법에 대한 연구가 필요하다.

신호차폐 지역에서의 GPS/GLONASS 측위에 대한 국외의 연구사례에 대해 살펴보면 다음과 같다. Yamada 등(2008)은 이동측위 실험을 통해 GPS 단독측위와 GPS/GLONASS 통합측위의 정확도와 측위가능시간을 분석하였다. 또한 신호차폐 지역에서 기준국의 보정정보를 활용한 DGPS와 DGPS/DGLONASS의 측위 정확도를 분석하였다. 그 결과 이동측위 실험에서는 GPS와 GPS/GLONASS는 각각 38%와 87%의 측위가능 시간을 나타냈으며, DGPS와 DGPS/DGLONASS는 각

† 교신저자 : 연희원, gnsshs@gmail.com 032)873-4310

* 연희원, kdpark@inha.ac.kr 032)860-7604

** 연희원, dskim@inha.edu 032)873-4310

*** 연희원, dhsohn5@gmail.com 032)873-4310

각 11.9m, 8.9m의 수평 정확도를 나타내었다.

국내 연구사례를 살펴보면 강준목 등(2001)은 이동측위시 DGPS와 DGPS/DGLONASS의 정확도를 수치지도와 비교하여 확인하고, 각 시스템의 자료획득률을 분석하였다. DGPS 보다 DGPS/DGLONASS 측위시 자료획득률이 6.7% 증가했으며 이를 통해 도심지역에서의 측위가능 증대효과를 확인하였다. 김진수 등(2005)은 고층건물 밀집지역에서의 GPS, GPS/GLONASS RTK를 이용하여 건물과의 이격거리를 증가시키면서 지적측량을 수행하였다. GPS/GLONASS RTK가 GPS RTK에 비해 자료획득률이 52%가 향상되었고 약 12m이상 이격된 거리에서 측량성과를 만족시키는 것을 확인하였다. 이런 선행연구들에서는 단순히 기준국의 보정정보를 이용한 상대측위라는 점과 자료처리 소프트웨어에 의존하였다는 한계점이 있다. 또한 GLONASS 시스템의 정상화 이전의 연구이기 때문에 최신 자료를 이용한 연구가 필요하다.

이 연구에서는 신호차폐 시뮬레이션을 통해 위성가시성 변화에 따른 측위정확도의 변동과 GPS/GLONASS 통합 측위의 활용성을 확인하였다. 이를 위해 코드자료 기반의 통합 GPS/GLONASS 이중차분 상대측위를 구현하고 가시환경이 우수한 상시관측소의 최신 자료를 활용한 정확도분석을 수행하였다. 이후 건물과 같은 신호차폐요소로 인해 이동국의 동쪽, 서쪽, 남쪽의 시야가 각각 차단되는 상황을 가정하였다. 이와 같은 각각의 시뮬레이션 상황에 대해 GPS와 GPS/GLONASS 상대측위를 수행하고 정확도를 분석하였다.

2. GPS/GLONASS 이중차분 상대측위

2.1 GPS vs GLONASS

GPS와 GLONASS는 궤도특성, 시각기준계, 좌표계, 신호체계에 이르기까지 다양한 시스템차이를 갖고 있다. 2012년 2월 현재 GPS와 GLONASS는 각각 31기와 24기가 정상 운용 중에 있다. 궤도특성에 대해 좀 더 살펴보면 GLONASS위성이 GPS위성에 비해 약 1,000km 낮은 고도로 공전하며 궤도면은 3개로 GPS의 6개와 차이가 있다. 또한, GLONASS의 궤도경사각은 64.8°로 GPS보다 약 10°가 더 높다(ICD-GLONASS, 2008; Hoffman-Wellenhof 등 2007).

특히, GLONASS는 UTC(Soviet Union)를 기준으로 하기 때문에 GPS 시간과 윤초(leap second)만큼의 차이가 있으며, GLONASS와 GPS의 시간기준계 차이를 고려해야한다(ICD-GLONASS, 2008; Habrich, 1999). 또한 GPS와 GLONASS를 동시에 사용하기 위해서는 다른 좌표계를 사용하는 부분도 고려해야 하며 Bazlov 등(1999), Misra 등(1996), Roßbach 등(1996)에 의해 좌표변환식이 제안된 바 있다. 본 연구에서는 1m이내의 정확도를 나타낼 수 있는 Bazlov 등(1999)의 좌표변환식을 사용하였다(식 (1)).

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}_{WGS84} = (1 - 0.012 \cdot 10^{-6}) \begin{bmatrix} 1 & 0.82 \cdot 10^{-6} & 0 \\ 0.82 \cdot 10^{-6} & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}_{PZ90} - \begin{bmatrix} 1.1m \\ 0.3m \\ 0.9m \end{bmatrix} \quad (1)$$

Table 1. Comparison of GPS and GLONASS

| 구분 | GPS | GLONASS |
|--------------|------------------------------------|---|
| 현재 위성수 | 31 | 24 |
| 위성고도 | 20,200km | 19,100km |
| 궤도면 | 6 | 3 |
| 궤도경사각 | 55° | 64.8° |
| 궤도주기 | 11시간 57.96분 | 11시간 15.73분 |
| 코드 Chip rate | C/A: 1.023 MHz P : 10.23 MHz | C/A: 0.511 MHz P : 5.11 MHz |
| 신호체계 | CDMA | FDMA |
| 반송파 주파수 | L1: 1575.42 MHz L2: 1227.62 MHz | L1: (1602 + 0.5625k) MHz L2: (1246 + 0.4375k) MHz k = frequency number(-7~13) |
| 시간기준 | UTC(USNO) | UTC(SU) |
| 좌표계 | WGS84 | PZ90 |

2.2 GPS/GLONASS 이중차분 상대측위 과정

이 연구에서 수행한 GPS/GLONASS 이중차분 상대측위 과정은 Fig. 1에 나타내었다. 기준국과 이동국에서 생성된 GPS와 GLONASS의 항법 및 관측 RINEX 자료를 사용하였다. GLONASS는 GPS와 다르게 항법 RINEX 파일에서 위치 및 속도벡터에 대한 정보를 제공하기 때문에 수치적분법을 이용하여 위성좌표를 산출하였다. 이 논문에서는 GLONASS 표준문서 GLONASS-ICD(Interface Control Document)에서 제안하는 4차 Runge-Kutta 수치적분법을 사용하였으며, GLONASS 위성위치산출에 대한 자세한 내용은 ICD-GLONASS(2008)에서 확인 할 수 있다.

GPS와 GLONASS 위성좌표 산출단계에서는 수신기와 위성 간의 신호 송수신 과정에서 발생하는 상대론적오차인 신호전달시간 보정을 수행하였다. 또한 2.1절에서 언급한 바와 같이 GPS와 GLONASS의 상이한 기준 시간계 및 좌표계에 대한 시스템 통합을 수행하였다. 다음으로 기준국과 이동국에서 동시에 관측되는 GPS와 GLONASS에 대해 이중차분을 수행함으로써 이동국의 3차원 좌표를 산출하고 정확도를 분석하였다. GPS와 GLONASS 이중차분에 대한 내용은 Roßbach(2001)에서 확인할 수 있다.

3. 통합 GPS/GLONASS 이중차분 상대측위 정확도 분석

3.1 정확도 분석 방법

이 장에서는 통합 GPS/GLONASS 이중차분 상대측위 알고리즘의 정확도 분석을 수행하였다. 분석에 사용한 자료는 2012

년 DOY 018(1월 18일)의 30초 간격 24시간 자료이다. 이동국으로는 인하대학교 4호관 옥상에서 운용중인 상시관측소 IHU3을 이용하였으며, 기준국으로는 국토지리정보원 상시관측소 인천(INCH) 자료를 사용하였다. IHU3과 인천 상시관측소는 모두 동일한 안테나와 수신기인 Trimble사의 Zephyr Geodetic II와 NetR5를 운용중이다. 기준국과 이동국의 기선거리는 약 4km이다. 앞서 설명한 이중차분 상대측위 알고리즘으로 산출되는 추정좌표의 정확도는 GPS 정밀 자료처리 소프트웨어인 GIPSY-OASIS II의 좌표성과와 비교하였다.



Fig 1. Reference station and Rover panorama (Left: Reference station, Right: Rover)

3.2 GPS/GLONASS 상대측위 알고리즘 정확도 분석

Fig. 2는 GPS와 GPS/GLONASS 이중차분 상대측위의 수평오차를 나타낸 것이다. GPS 수평오차가 GPS/GLONASS에 비해 보다 정밀도가 높은 것을 확인할 수 있다. GPS는 수평 2m내에 오차가 밀집해있으며 GPS/GLONASS는 GPS에 비해 상대적으로 낮은 정밀도를 나타내었다. 하지만 GPS와 GPS/GLONASS 모두 이상값이 발생하지 않으며 안정된 정밀도를 나타내었다.

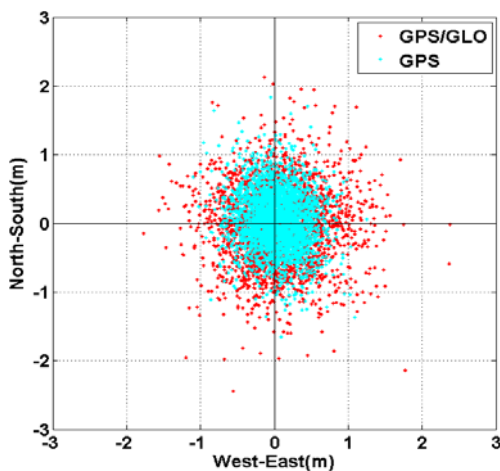


Fig 2. The horizontal error of GPS/GLONASS double difference relative positioning

GPS 이중차분 상대측위와 GPS/GLONASS 이중차분 상대측위의 수평(2D) RMS오차와 수직(V) RMS오차를 Fig. 3에 나타내었다. GPS 수평 RMS오차는 0.5m이며 GPS/GLONASS 수평 RMS오차는 0.7m로 나타났다. GPS가 GPS/GLONASS에 비해 약 0.2m 정밀한 결과가 산출되었다. 이는 수직방향 RMS 오차에서도 유사하게 나타났다. GPS의 경우 수직 RMS오차는 0.8m 이지만 GPS/GLONASS에서는 1.1m로 약 0.3m의 차이를 갖고 있는 것을 확인할 수 있었다. 이와 같이 GPS/GLONASS 측위정확도가 낮은 이유는 GLONASS가 GPS에 비해 위성 궤도오차와 위성시계오차가 상대적으로 크고, 의사거리관측치의 노이즈가 높기 때문이라고 판단된다(Yamada 등 2008).

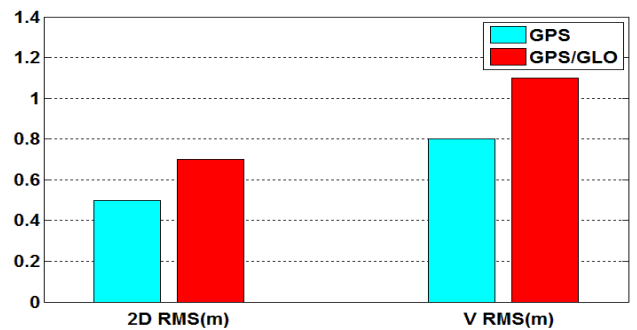


Fig 3. The horizontal and vertical RMS errors of GPS and GPS/GLONASS(m)

4. 신호차폐지역 시뮬레이션 측위정확도 분석

4.1 신호차폐지역 시뮬레이션

3장에서 가시환경이 우수한 지역에서는 GPS/GLONASS에 비해 GPS가 더 높은 측위정확도를 나타내는 것을 확인하였다. 이 장에서는 3장에서 이동국으로 사용한 자료에서 임계 방위각과 고도각을 설정하여 다양한 신호차폐 시뮬레이션 환경을 구현하고 가시위성 개수 및 측위 정확도를 분석하였다. CASE 1은 동쪽방향으로 신호차폐 요소가 존재한다고 가정한 경우로 방위각 30°~150°사이에서 고도각 60°이상의 위성신호만 획득한 경우이다. 반대로 CASE 2는 서쪽방향에 신호차폐 요소가 존재한다고 가정한 경우로 방위각 210°~330°사이에서 고도각 60°이상의 신호만 관측 가능한 조건을 설정하였다. 마지막으로 CASE 3은 남쪽방향에 극단적인 신호차폐요소로 인해 방위각 90°~270°사이의 모든 위성신호가 장애물에 의해 차단되는 상황을 설정하였다. 위와 같은 조건을 설정한 뒤 관측되는 가시위성을 GPS와 GLONASS로 구분하고 전체 자료, CASE 1, CASE 2, CASE 3을 (a), (b), (c), (d)로 분류하여 Fig. 4에 나타내었다. Fig. 4를 통해 설정한 CASE에 따라 위성 신호차폐 정도를 확인할 수 있으며 GPS에 비해 약 10° 높은 궤도경사각을 갖는 GLONASS가 보다 더 북쪽의 낮은 고도각 위치를 통과하는 것을 확인할 수 있다.

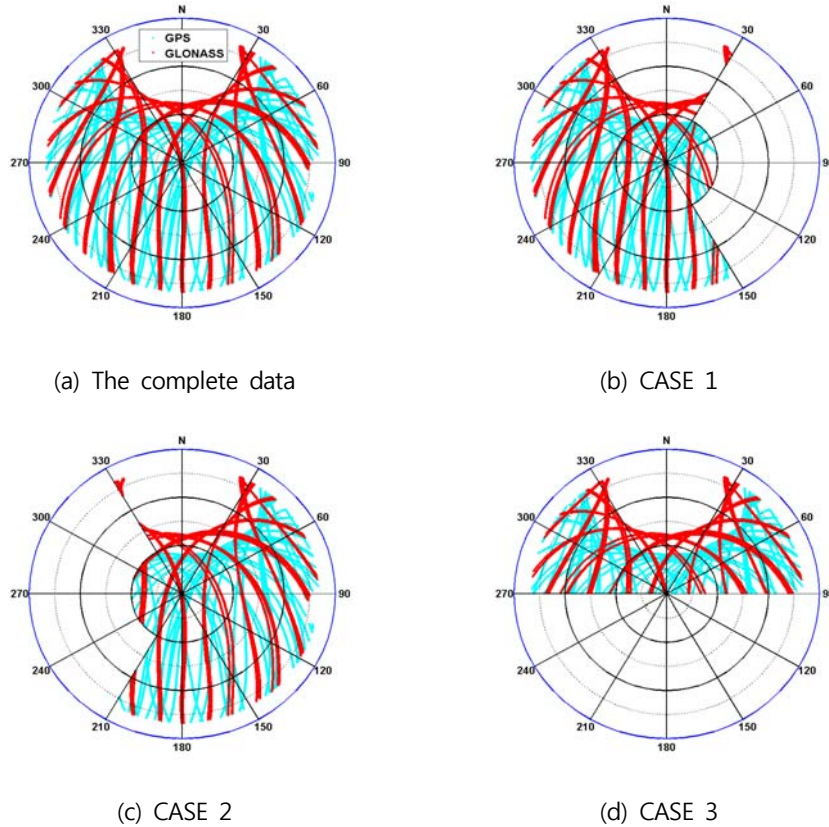


Fig 4. The CASE of signal blockage simulation

신호차폐 시뮬레이션 CASE에 따른 GPS와 GPS/GLONASS의 가시위성수 최대, 최소값 및 측위가능시간을 Table 2에 나타내었다. 신호차폐 시뮬레이션을 수행하지 않은 전체자료에서는 GPS와 GPS/GLONASS 모두 측위가 가능 최소위성인 4개보다 많은 위성이 관측되었다.

CASE 1과 CASE 3은 GPS의 가시위성의 최소값이 3개로 GPS만으로는 측위가 불가능한 시점이 발생하였다. 하지만 GPS/GLONASS 가시위성수는 최소 5개가 유지되기 때문에 모든 시간에서 측위가 가능함을 확인할 수 있다. 또한, 측위가능시간에 대해 백분율로 확인한 결과 GPS/GLONASS는 모든 CASE에서 100% 측위가 가능했으며, GPS에 비해 약 4~5% 향상된 측위가능시간을 확보하였다.

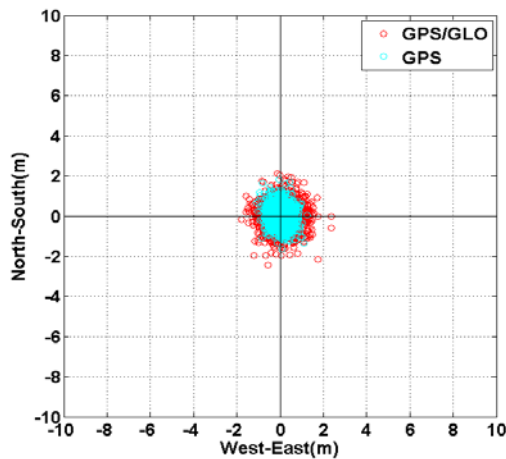
Table 2. The statistics of visible satellites by signal blockage simulation

| 구분 | | 최소 | 최대 | 측위가능시간 |
|--------|---------|----|----|--------|
| 전체자료 | GPS | 6 | 11 | 100 % |
| | GPS/GLO | 11 | 18 | 100 % |
| CASE 1 | GPS | 3 | 9 | 96 % |
| | GPS/GLO | 7 | 14 | 100 % |
| CASE 2 | GPS | 4 | 8 | 100 % |
| | GPS/GLO | 7 | 14 | 100 % |
| CASE 3 | GPS | 3 | 7 | 95 % |
| | GPS/GLO | 5 | 12 | 100 % |

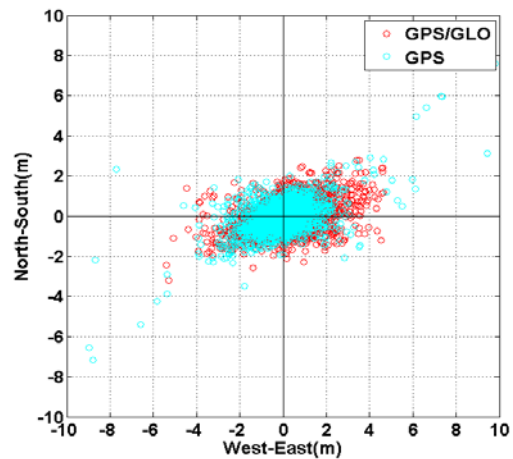
4.2 신호차폐지역 시뮬레이션 정확도 분석

신호차폐 시뮬레이션 CASE에 따른 오차분석을 수행하였다. Fig. 5의 (a), (b), (c), (d)는 차례대로 전체자료, 동쪽방향의 신호차폐 시뮬레이션을 수행한 CASE 1, 서쪽방향의 신호차폐 시뮬레이션을 수행한 CASE 2, 남쪽방향의 신호차폐 시뮬레이션을 수행한 CASE 3에 대한 GPS와 GPS/GLONASS의 수평 오차이다. 동쪽부분의 위성신호가 차폐되었다고 가정한 Fig. 5의 (b)에서는 수평오차가 북동-남서 방향으로 분포하는 것을 확인할 수 있다. 전체자료 Fig. 5의 (a)에서는 오차가 2m안에 전부 위치하였지만 신호차폐로 인해 2m를 넘는 오차들이 많이 있는 것을 확인할 수 있다. CASE 2의 수평오차를 나타낸 Fig. 5의 (c)에서는 CASE 1과 반대로 남동-북서방향으로 분포하는 것을 확인할 수 있으며 이 경우에서도 2m이상의 오차가 많이 발생하였다. 마지막으로 남쪽 방향에 대해 극단적으로 신호차폐 시뮬레이션을 수행했던 CASE 3은 남북방향으로 오차가 분포하는 것을 확인할 수 있고 차폐된 방위각의 범위가 넓기 때문에 CASE 1과 CASE 2에 비해 큰 오차를 많이 포함하는 것을 확인할 수 있다. 또한, 신호차폐 방향이 동, 서, 남으로 변동될 때 오차의 방향도 변경되는 것을 확인하였으며 신호차폐 방향과 오차분포의 상관성이 있다는 것을 확인하였다.

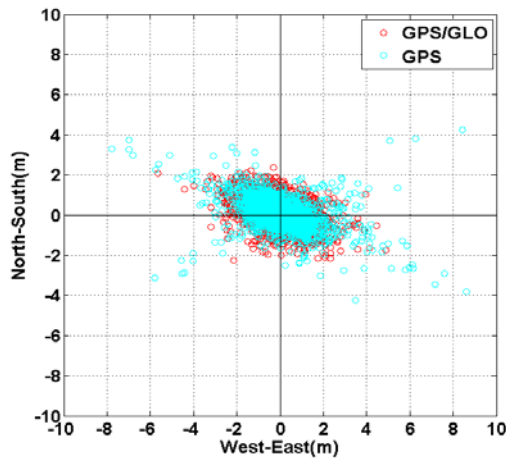
다음으로 신호차폐에 의한 오차 변동에 대해 자세히 알아보기 위해 NEV(North, East, Vertical)오차의 시계열로 표현하였으며 시뮬레이션전의 전체자료에서 CASE 1, 2, 3까지 처리



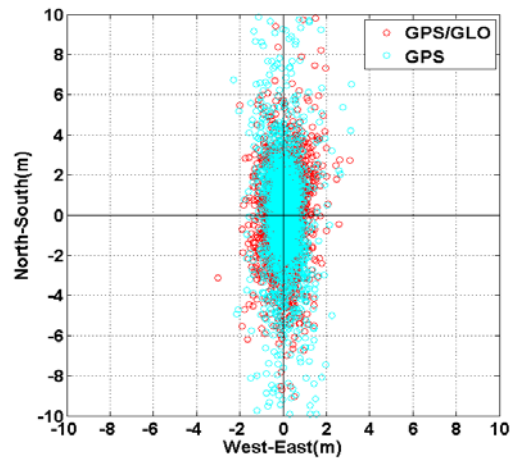
(a) The complete data



(b) CASE 1



(c) CASE 2



(d) CASE 3

Fig 5. The horizontal error by case of signal blockage simulation(m)

하여 정리하였다. Fig. 6 (a)에 나타난 전체자료의 NEV시계열에서는 GPS와 GPS/GLONASS 모두 수평 2m, 수직 5m 이내에 오차가 분포하는 것을 확인할 수 있다. 하지만 CASE 1과 CASE 2는 GPS의 경우 10m 이상의 오차가 발생하는 구간이 일부 존재하는 것을 확인할 수 있다(Fig. 6 (b), (c)). 그 원인은 신호차폐 시뮬레이션에 의해 관측위성의 배치상태가 좋지 않아지기 때문이다. 이러한 현상은 CASE 3에서 더 크게 발생하는 것을 확인할 수 있다.

Fig. 6 (d)에 나타난 CASE 3의 NEV시계열에서 확인할 수 있듯이 GPS의 경우 10m 이상의 오차가 남북방향과 수직방향에서 많이 발생 하지만 GPS/GLONASS의 경우 과대오차가 발생하지 않는 것을 확인할 수 있다.

신호차폐 시뮬레이션을 통해 NEV시계열에서 발생한 오차의 원인을 보다 자세히 알아보기 위해 GPS만 사용한 경우에서 과대오차가 발생한 시점의 skyplot을 그려 GPS위성의 배치상태를 확인하였다(Fig. 7).

Fig 7은 서쪽방향을 차폐시킨 CASE 2의 과대오차 발생시점이며, UTC 기준으로 14시 03분 00초이다. Fig 7에서 확인할 수 있듯이 해당시점에서는 4개의 GPS 위성(PRN 14, 25, 29, 31)이 관측되었다. 4개의 위성이 관측됨에 따라 측위를 수행할 수 있었지만 위성의 기하학적 배치상태가 불량한 것을 확인할 수 있다. 이 시점의 GPS와 GPS/GLONASS의 위성수와 PDOP, NEV오차를 Table 3에 나타내었다. Table 3에서 확인할 수 있듯이 GPS만 사용할 때는 적은 위성수와 위성의 배치상태로 인해 PDOP가 크게 나타나며 이로 인해 NEV오차가 각각 -13.5m, -21.9m, -57.1m라는 큰 오차가 발생하는 것을 확인할 수 있다. 하지만, GPS와 GLONASS를 동시에 사용하였을 경우에는 위성수가 9개가 확보됨에 따라 안정적인 PDOP를 나타내었으며 -0.4m, 2.1m, 0.9m의 NEV 오차를 나타냈다. 이 경우에는 통합측위가 각 성분별로 약 13m에서 56m까지 향상된 정확도를 나타내는 것을 확인할 수 있다.

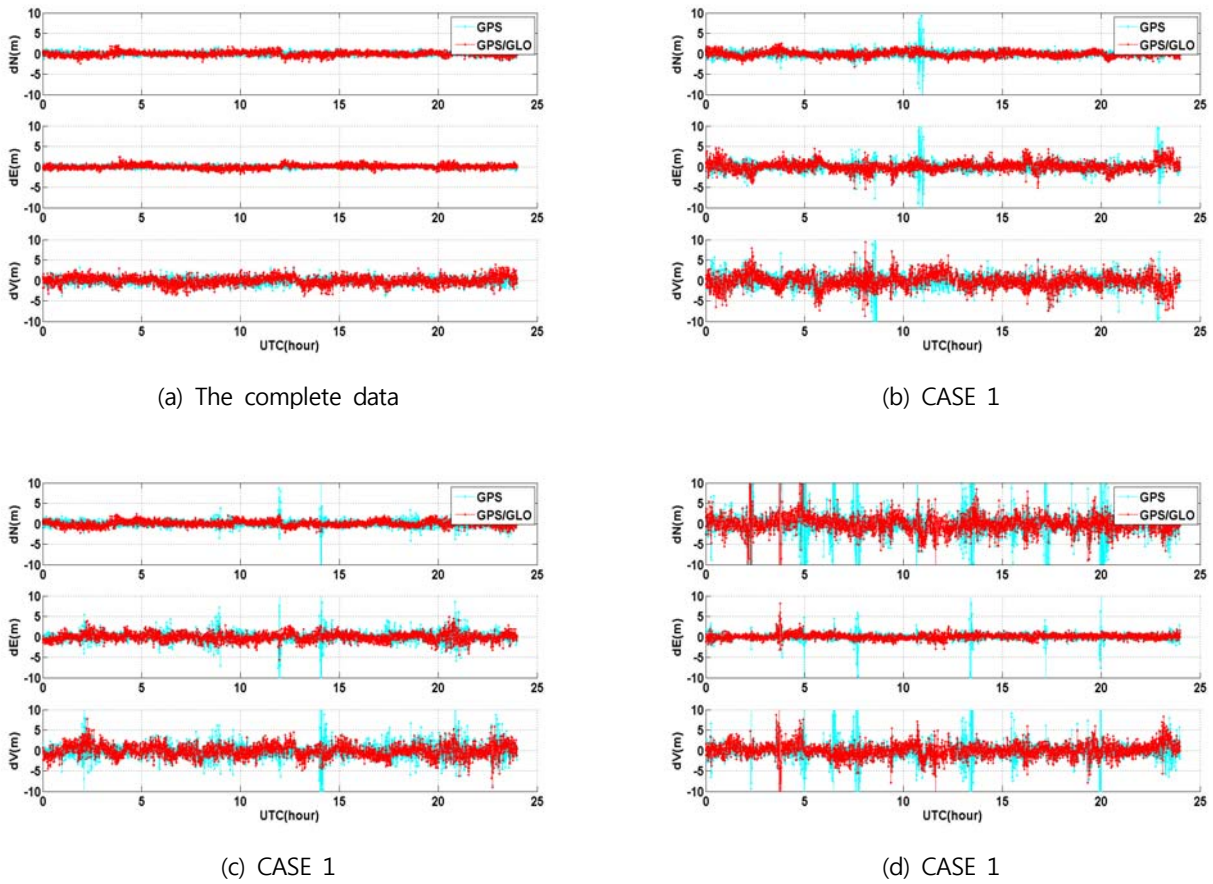


Fig 6. The NEV time series by case of signal blockage simulation(m)

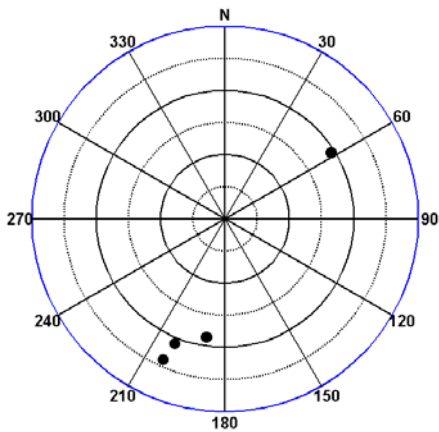


Fig 7. The skyplot of at an outlier epoch(CASE 2)

Table 3. Number of satellite, PDOP, and NEV errors at the outlier epoch

| 구 분 | 위성수 | PDOP | N(m) | E(m) | V(m) |
|---------|-----|------|-------|-------|-------|
| GPS | 4 | 75.5 | -13.5 | -21.9 | -57.1 |
| GPS/GLO | 9 | 2.1 | -0.4 | 2.1 | 0.9 |

앞서 CASE에 따른 NEV시계열을 통해 GPS 단독처리가 신호차폐 시뮬레이션 상황에서 관측위성의 부적절한 배치상태로 인해 다수의 과대오차가 발생함을 확인하였다. 이러한 과대오차의 영향과 24시간 자료의 정확도를 알아보기 위해 CASE에 따른 RMS오차를 Table 4에 나타내었다. CASE 1의 GPS와 GPS/GLONASS의 수평 RMS오차는 GPS/GLONASS가 GPS에 비해 약 0.3m 향상되었다. CASE 2와 CASE 3에서는 GPS에 비해 GPS/GLONASS가 최대 13m이상 차이나는 것을 확인할 수 있다. Table 4를 통해 신호차폐가 발생하지 않는 방향에 대해 우수한 신호를 수신하더라도 가시위성의 배치상태가 매우 불량한 경우에는 과대오차가 크게 발생하기 때문에 GPS 단독처리만으로는 신뢰도가 낮은 것을 확인하였다. 하지만 GPS와 GLONASS를 동시에 사용할 경우에는 신호차폐가 발생하는 상황에서도 상대적으로 높은 정확도를 유지하는 것을 확인할 수 있다. 특히 남쪽 방향을 극단적으로 차폐시킨 CASE 3에서는 GPS/GLONASS의 수평 정확도가 2.9m로 나타났기 때문에 신호차폐현상이 심한 지역에서도 중급 정확도를 확보할 수 있다고 판단된다.

Table 4. RMS errors by case of signal blockage simulation(m)

| 구분 | CASE 1 | | CASE 2 | | CASE 3 | |
|---------|--------|-----|------------|-------------|-------------|------------|
| | 2D | V | 2D | V | 2D | V |
| GPS | 1.7 | 2.0 | 6.5 | 14.0 | 16.4 | 8.2 |
| GPS/GLO | 1.4 | 1.9 | 1.2 | 1.6 | 2.9 | 1.9 |

5. 결 론

이 논문에서는 코드자료 기반의 GPS와 GPS/GLONASS 이중차분 상대측위 알고리즘을 구현하고 정확도를 확인하였다. 국토지리정보원 상시관측소 인천을 기준국으로 설정하고 인하대학교 상시관측소 IHU3의 위치결정을 수행하였다. 이 후 고층건물과 같은 장애물에 의해 신호차폐가 발생하는 경우를 가정하여 동쪽, 서쪽, 남쪽에 대해 각각 신호차폐 시뮬레이션을 수행하여 GPS와 GLONASS의 위성궤적과 가시위성수를 확인하였다. 또한 신호차폐 시뮬레이션 CASE에 따른 GPS 상대측위와 GPS/GLONASS 상대측위의 정확도를 분석하였다.

그 결과 신호차폐 상황에서는 GPS만으로는 측위가 불가능한 시점이 발생했지만 GPS/GLONASS는 모든 시간대에서 측위가 가능하였으며 GPS에 비해 약 4-5% 향상된 측위가능시간이 나타났다. 또한, 신호차폐가 발생하지 않은 전체자료에서는 GPS가 GPS/GLONASS에 비해 비교적 정확한 결과를 나타냈지만 신호차폐 시뮬레이션 자료에서는 GPS/GLONASS가 GPS에 비해 최소 0.3m에서 최대 13.5m까지 향상된 정확도를 나타냈다. 특히, 심각한 신호차폐가 발생할 경우 불량한 GPS 위성 배치상태로 인해 과대오차가 빈번히 발생하지만 GPS/GLONASS는 3m이내의 수평 정확도를 확보하였다. 또한, 수평오차 분석으로 오차분포와 신호차폐 방향의 상관성을 확인하였다.

후 기

이 연구는 국토해양부 소관 연구개발사업 “지상파 DMB기반 DGPS 서비스 광역화 및 상용화 기술개발”과 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(2011-0004367).

참 고 문 헌

[1] 강준목, 박정현, 이은수(2001), “DGPS/DGLONASS에 의한 3차원 위치결정”, 한국측량학회지, 제 19권, 제 4호, pp. 317-325.
 [2] 김진수, 서동주, 김남식(2005), “GNSS위성의 RTK 측량방법을 이용한 고층건물 밀집지역에서의 지적경계측량”, 한국지적정보학회지, 제 7권, 제 1호, pp. 1-10.
 [3] 김혜인(2009), 위성측위 가용성 및 정확도 향상 평가를 위

한 통합 GNSS 시뮬레이터 개발, 석사학위논문, 인하대학교, pp. 58-59.

[4] Habrich, H.(1999), Geodetic Applications of the Global Navigation Satellite System(GLONASS) and of GLONASS/GPS Combinations, PhD Thesis, University of Berne.
 [5] Hoffman-Wellenhof, B., Lichtenegger, H. and Wasle, E.(2007), GNSS-Global Navigation Satellite Systems, Springer Wien NewYork.
 [6] ICD-GLONASS(2008), GLONASS Interface Control Document (version 5.1), Coordinational Scientific Information Center Russian Space Forces, Moscow.
 [7] Misra P.N., Abbot R.I., Gaposchkin E.M.(1996), “Transformation Between WGS-84 and PZ90”, Proceedings of the 9th International Technical Meeting of the Satellite Division of the Institute of Navigation, ION GPS-96, Kansas City, Missouri.
 [8] Roßbach U., Habrich, H., Zarraoa N.(1996), “Transformation parameter Between PZ90 and WGS84”, Proceedings of the 9th International Technical Meeting of the Satellite Division of the Institute of Navigation, ION GPS-96, Kansas City, Missouri.
 [9] Roßbach, U.(2001), Positioning and navigation using the Russian satellite system GLONASS, PhD Thesis, Schriftenreihe der Universität der Bundeswehr München.
 [10] Yamada, H., Takasu, T., Kubo, N., Yasuda(2008), “Evaluation of Positioning Accuracy with Differential GPS/GLONASS”, ION GNSS 21st Technical Meeting of the Satellite Division, Savannah, GA. 16-19.

원고접수일 : 2012년 6월 19일
 심사완료일 : 2012년 7월 31일
 원고채택일 : 2012년 8월 6일