

Standalone GPS 기준점을 사용한 DGPS 성능 평가

고광섭*, 홍성래**, 정세모***

*해군사관학교 항해학과, **군사과학대학원 해양공학과, ***한국해양대학교

Performance Evaluation of DGPS Based on Standalone GPS Reference Point

Kwang-soob Ko*, Sung-lae Hong**, Se-mo Chung***

요 약

본 연구에서는, 정 기준점(Optimal reference point)을 기준으로 한 DGPS(Differential Global Positioning System)와, 준 기준점(Sub-optimal reference point)을 기준으로 한 DGPS 시스템을 구현하였다. 이러한 2가지 DGPS 시스템으로부터 얻은 위치를 분석 평가하고, 그 결과를 나타냈다. 실험 결과, 준 기준점을 기준으로 하는 DGPS 시스템은, 기존의 DGPS 기준국을 사용하지 않더라도 정밀 위치 측정이 가능함을 나타내었다.

1. 서 론

DGPS(Differential Global Positioning System) 설계에서 우선 고려해 할 사항은, 기준점의 정밀 위치 측정이다. DGPS의 위치 결정 방법은, 먼저, 기준국의 GPS 수신기에서 GPS 위성까지의 의사 거리를 측정한다. 그리고, GPS의 항법 데이터에 포함된 궤도 파라미터와, 기준국의 정밀 위치를 이용하여 기준국으로부터 위성까지의 기하학적 거리를 계산한다. 측정된 의사 거리와 계산된 기하학적 거리의 차(이하, 의사 거리 오차)를 계산하여 RTCM(Radio Technical Commission for Maritime Services) 형태로 사용자에게 보낸다. 수신된 의사 거리 정보는, 사용자 수신기에서 발생되는 공통 오차 제거에 이용된다. 이렇게 함으로써, 군용 P-Code 수신기의 정밀도에 준하는 정밀 위치 계산이 가능하다. 그럼에도 불구하고, 기준국측의 GPS와 사용자측의 GPS에는 서로 독립된 변동 오차가 발생하는 문제점이 있다. 이러한 독립된 변동 오차는, 수신기 내부 잡음, 다중 경로 오차, 수신기 시계 바이어스 오차 등으로 알려져

있다[1,2,4].

여기서, 기준국 위치를 정밀하게 측정하기 위해서는, 기준국 설계시의 기준국 주변 환경, 수신기 종류, 기준국 위치 측정 시스템 등에 대한 세심한 주의가 필요하다. DGPS 시스템 구축시, 기준국 위치의 측량은 GPS측량 원점과, 기준국 선택 지점에서 수신한 GPS궤도 정보를 이용하여 구한다[3].

이러한 방법은, 일반적인 DGPS 망 구성이나 공개적인 DGPS 시스템 구축과 같은 영구적인 시스템 구축시는 필연적으로 행하는 방법이지만, 기준국을 임의의 지점에 수시로 이동하거나 기타 특수목적 상황을 위한 지역 사용용 DGPS 구축시에는 기준국 위치를 측정할 수 있는 보편적인 방법에는 GPS 측정원점과 임의의 기준국 위치까지의 거리, 후처리과정 및 소요시간에 기인한 문제와 혹은 고가의 단독 측정시스템을 유지해야 하는 등 몇 가지 문제점을 내포하고 있다.

본 연구에서는 정 기준점(Optimal Reference Point)을 이용한 Differential 방법과 정확한 측정 정점을 알지 못할 경우 준 기준점 (Sub-optimal Reference Point)을 이용한 Differential 방법에 대

한 DGPS 시스템구현을 하였고, 실험결과를 분석하여 DGPS 망 사용 지역이 아닌 곳, 사용 지역이지만 기준국에서 보내주는 의사 거리 보정 데이터의 서비스를 받지 못하는 지역에서 단독측위 GPS 시스템의 평균치를 이용한 근거리 DGPS 시스템이 정밀위치 측정이 가능함을 보였다.

II. DGPS 시스템 설계 및 구현

2.1. DGPS 시스템 구성

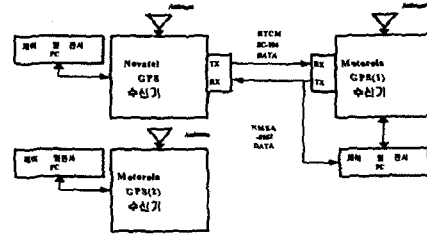
시스템 구성은, Novatel GPS 수신기(12-channel) 1세트, Motorola GPS 수신기(8 Channel) 2대, PC(Personal Computer)3대를 사용했다. 여기서, Novatel GPS 수신기는 DGPS 기준국으로 사용하고, Motorola GPS(1),(2) 수신기는 사용자국으로 사용했다. PC는 데이터 입출력, 제어, 전시용으로 사용하였다.

실험 장치 구성은 그림 1과 같다. Novatel GPS 수신기의 Com port-1과 PC의 Com port-1을 연결하고, RTCM SC-104 Message Type.1의 Correction Data가 입력되도록 Novatel GPS 수신기의 Com port-2와 Motorola GPS(1) 수신기를 연결하였다. Motorola GPS(1),(2)수신기는 PC Com port-1과 연결했다[5,6].

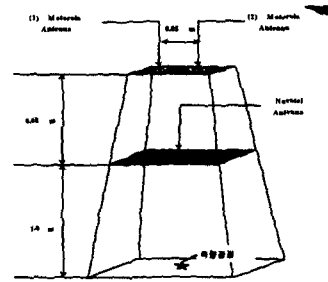
2.2 기준국 위치 측정

기준국 위치로 사용한 연구실 옥상의 기준점은 WGS-84 측지계에 근거한 측량 위치를 사용했다. 측지장비는 Trimble 4400 GPS 수신기를 이용했다.

기준점 측정은 대전 천문대를 기준으로 하여 측량된 진해 국방 과학 연구소의 한 지점(대전과 진해사이의 거리 기준점으로부터 오차는 약±7cm)과 연구실 옥상의 한 지점에 대해 측량하였다. 두 지점의 기선거리는 2.5 km 이다. 두 지점에 Trimble 4400 GPS 수신기를 각각 설치하여 기준점 측량을 했다. 측량방식은 Fast Static으로 기선 끝단에서 수집한 데이터를 수신기 제작회사로부터 제공된 소프트웨어로 구했다. 정밀도는 1cm미만이었다. 측량된 위치는 위도 N35° 07' 44.980716" ($\sigma = 0.0012m$), 경도 E128° 39' 54.001101" ($\sigma = 0.0009m$), 고도 56.8860m ($\sigma = 0.0021$) 이다[4].



(a)



(b)

그림1. (a) DGPS 시스템 구성도
(b)안테나 배치

III. 실험 및 결과분석

3.1 실험방법

구현한 DGPS 시스템으로 수신기의 데이터를 실시간으로 처리하여 분석하였다.

분석은, 첫째, 기준국 위치를 측량 정점으로한, 자체 구현 DGPS 시스템 위치와 단독 측위 GPS 수신기의 위치를 분석했다.

둘째, 단독 측위 GPS 수신기 측정위치의 시간별 평균값을 기준국으로 하고, 이것을 구현한 Mean DGPS 시스템(이하 MDGPS라 함) 이용한 결과를 분석했다.

셋째, 자체 구현 DGPS와 MDGPS 시스템 결과를 측량 정점과 분석했다.

3.2 측량 기준점을 이용한 DGPS 구성 결과

그림2는 1시간동안 구현한 DGPS 시스템과 단독측위 GPS의 위치를 비교한 것이다. 그림3은 고도를 비교했다.

구현한 DGPS 정밀도는 측량 정점과 비교시 위도, 경도의 DRMS(Distance Root Mean Square)는 2.3m, 고도 표준편차는 3m 였다. 단독측위 GPS 위치 정밀도는 측량 정점과 비교시 위도, 경도의 DRMS 는 35m, 고도는 37m 였다. 따라서 구현한 DGPS 시스템에 의해 SA를 포함한 공통오차를 거의 완벽하게 제거됨을 알았다. 고도는 평면위치(경도, 위도) 보다는 정밀도가 떨어짐을 알았다.

DRMS값이 확률적인 산술값임을 감안할 때 구현한 DGPS 나 단독측위 GPS 는 순간적으로 나타나는 최대의 오차는 더욱 크게 나타난다.

실험결과 구현한 DGPS 는 위도, 경도의 최대 변화폭은 9m, 고도는 10m 였다.

단독측위 GPS는 위도, 경도의 최대 변화폭은 98m, 고도는 200m 였다.

실험 결과에 대한 정밀도의 상대평가를 통해 자체 구현한 DGPS 시스템의 신뢰도를 위해 측정된 위도, 경도, 고도의 실측 결과에 대한 표준편차 계산을 기준국 측량원점을 평균으로 하여 계산한 결과 약 0.7m 의 변화가 있음을 확인했다.

수신기 자체잡음 및 멀티 패스 등에 의한 오차를 고려할 때 실험결과와 높은 신뢰도를 확인했다.

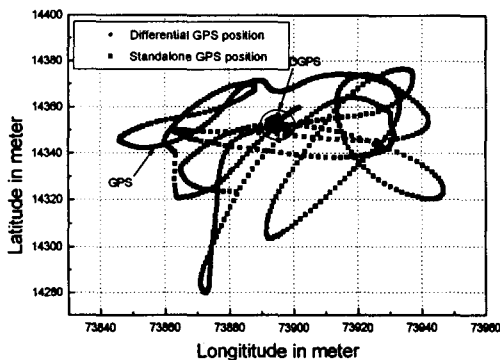


그림 2.시간경과에 따른 위치 변화.

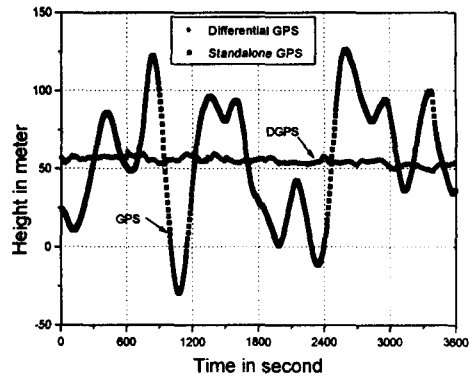
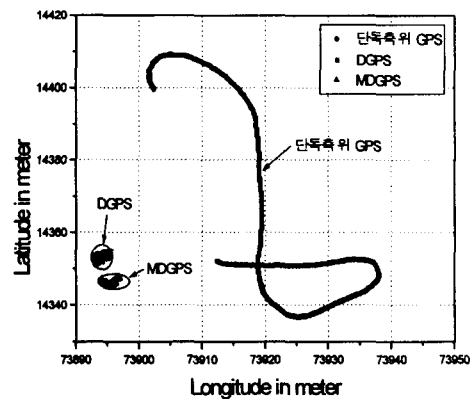


그림 3.시간경과에 따른 고도 변화.

3.3 단독측위 GPS 수신기만을 이용한 DGPS 구성 결과

단독측위 GPS 수신결과, 자체구현 DGPS 구현 결과, MDGS 결과는 그림 4 와 같다.

여기에서, MDGPS 는 단독측위 GPS의 60분동안 평균위치 값을 기준점으로 했다.

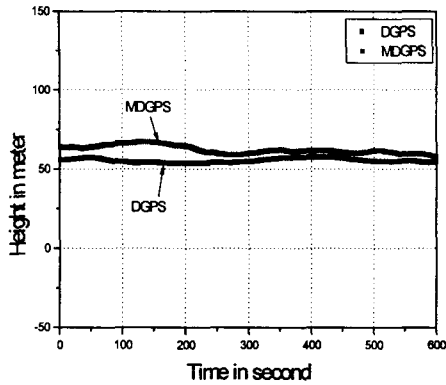


(a)

확인하기 위해 데이터 전송체계를 포함, 보다 광범위한 연구가 진행중이다.

[참고문헌]

[1] Bradford W, Parkinson, James J. Spilker Jr
."Global Positioning System:Theory and Applications", Volume I, pp. 3-43.
[2] Elliot D. Kaplan, 1996,"Understand GPS Principles and Application",Artech House Boston · London, pp.321-333.
[3] 정세모, 1997, "DGPS설치를 위한 조사 연구 기본 및 실시 설계보고서",해양수산부
[4] 고광섭, 이형욱, 정세모, "한국 동해안에서의 Marine Radiobeacon/DGPS 정밀도 분석 에 관한 연구", 98년 한국 항해학회 논문집, pp.2-6,9-10.
[5] Motorola, 1996,"Oncore Receiver User's manual", Software Version 10.0.
[6] Novatel, 1995,"Oem-card User's manual", Software Version 3.3.'



(b)
그림 4. 시간경과에 따른 위치 변화(a),
고도 변화(b).

구현한 DGPS 와 MDGPS 의 위치오차는 위도가 최대 10m , 경도가 최대 8m , 고도가 최대 14m 로 나타났다. 구현한 DGPS의 결과와는 10m 범위에서 일정하게 오차가 나타났다. 따라서, 오차 한계를 현용 DGPS보다 약간 높게 잡을 때 부합하는 용도에 유용하게 사용될 수 있음을 알았다. 해상에서 위험지역 통과 한계를 30m로 할 때 단독측위 GPS 수신결과로는 신뢰성이 없으나 MDGPS에 의한 항해안전 및 해상 작업안전을 크게 향상 시킬 수 있음을 알 수 있었다.

IV. 결 론

본 연구는 근거리 통신 방식에 의한 DGPS 체계 구현을 통한 DGPS 정밀도 분석 및 기존의 DGPS 서비스 범위에 있으나 전파 사각지역에 있거나 특수상황에 처하여 불가피하게 DGPS 보정 정보를 사용하지 못할 경우 간단하게 구성할 수 있는 MDGPS 구현을 통해 준 기준점 수준의 DGPS 위치 정확도를 획득하고자 시도했다. 연구결과 측량기준점을 이용 구현한 DGPS 정밀도는 2drms에서 5m, MDGPS 정밀도는 2drm에서 12m 였다. 사용 오차한계를 20m 정도로 하는 해양 활동 등에 응용이 가능함을 알았다. 앞으로 특정해역에서 본 연구의 결과를 토대로 적용가능 최대오차 한계를 설정하여 시나리오별 신뢰도를