


위치 정확도 향상을 위한 GPS와 BeiDou 결합

김라우* · 최광호 · 임준후 · 유원재 · † 이형근

*한국항공대학교 항공전자정보공학과

요 약 : 선박 항해에 있어 GPS (global positioning system)는 선박의 3차원 위치를 추정하여 항로의 이탈이나, 항만 접근을 위하여 활용된다. 따라서 위성을 활용한 위치 정확도 향상을 위하여 본 논문에서는 GPS와 BeiDou의 결합 방법을 제안한다. GPS와 BeiDou 시스템을 결합하여 가시위성의 수를 증가시킬 수 있고, 이에 따라 정밀한 위치를 추정할 수 있다. 본 논문에서 제안한 GPS/BeiDou 결합 방법의 성능 평가를 위하여 실제 수신된 위성 데이터를 활용하였고, GPS 단독 측위와의 가시위성 개수 및 위치정확도를 비교, 분석 하였다.

핵심용어 : GPS, BeiDou, Multi-GNSS




연구 배경

Korea Aerospace University

항공 및 우주시스템 연구실
Navigation & Positioning System Research

한국항공대학교

http://naips.kau.ac.kr



선박 사고

- 지형지물과의 충돌 사고
 - 2016년 4월 13일 전남 신안 낙도 여객선과 교각 충돌
 - 2013년 9월 23일 부산 백양대교 어선과 교각 충돌
 - 2012년 4월 24일 고흥 나로2대교 폐쇄선과 교각 충돌
 - 선박의 정확한 3D 위치 정보를 통하여 교각&교량과의 충돌 방지 (GPS 플로터)
- 선박 간의 충돌 사고
 - 소형 어선간 충돌 사고 빈번
 - 2013년 12월 29일 부산 대영 화물선과 케이컬 운반선 충돌
 - 정확한 위치 정보를 통한 사전 충돌 방지 (AIS, 선박자동식별장치)
 - 사고 후에 GNSS 위치 정보 기록을 통한 블랙박스 역할 가능

항공 및 우주시스템 연구실
Navigation & Positioning System Research

한국항공대학교

http://naips.kau.ac.kr

5



연구 배경

- 선박 사고의 증가
- 북한의 GPS 전파 교란 공격
- 자율항해 시스템의 이슈화



北 GPS 교란에 바닷길 못찾아...어민들 “통발 찾을수 없다”
280여척 선박 내비 역문-바닷길 보이지 않아, 일부 조업 포기

항공 및 우주시스템 연구실
Navigation & Positioning System Research

한국항공대학교

http://naips.kau.ac.kr

4



선박 사고 (2)

- GPS 플로터
 - 선박위치, 통항제한구역, 사고다발지역, 수심 등을 표기한 3차원 해상 내비게이션
 - 해양수산부 국립해양조사원, 삼영이앤씨 개발




GPS 플로터

선박 충돌 후 케이컬 운반선 화재 진압

항공 및 우주시스템 연구실
Navigation & Positioning System Research

한국항공대학교

http://naips.kau.ac.kr

6

† 교신저자 : hyklee@kau.ac.kr
* 주저자 : 정희원, lawookim@kau.ac.kr



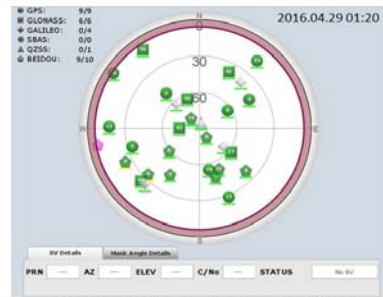
GPS 전파 교란

- 2016년 4월 등 지속적인 북한의 GPS 전파 교란 공격
- GPS뿐 아니라 중국의 BeiDou, 러시아의 GLONASS 신호 수신

- BeiDou와 GLONASS는 GPS와 다른 주파수 대역을 사용
- GPS를 겨냥한 교란 신호의 영향을 받지 않음
- GPS 전파 교란이 없더라도 더 많은 위성으로부터 위성 신호를 수신하여 위치 정보 정확도를 높임



가시위성 수 비교



한국항공대학교 기준국에서의 각 시스템 별 가시위성 수



BeiDou



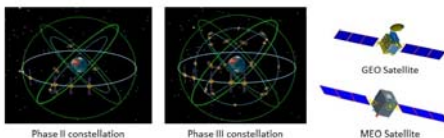
GPS, BeiDou 차이점

| | GPS (2016.04 기준) | BeiDou (2016.04 기준) |
|-------|-----------------------------------|---|
| 위성 구성 | 31 MEO satellites | 5 GEO satellites 7(8) IGSO satellites 6(7) MEO satellites |
| 주파수 | L1: 1575.42 MHz L2: 1227.6 MHz | B1: 1561.098 MHz B2: 1207.140 MHz |
| 변조 기법 | BPSK | QPSK |
| 시간 체계 | 1980년 1월 6일 0시 (UTC) ~ | 2006년 1월 1일 0시 (UTC) ~ |
| 좌표계 | WGS-84 | CGCS2000 |



BeiDou란?

- 중국의 GNSS (Global Navigation Satellite System)
- 1980년 초반 개발 착수, 2000년에 시범 시스템 완성
- 미국, 러시아에 이어 세 번째 독자 항법 시스템
- 2012년 12월 아시아-태평양 지역 서비스 시작
- 2020년 글로벌 서비스 예정



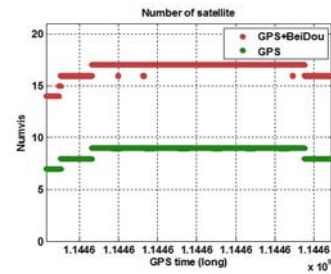
BeiDou

- 2012년 12월 27일 아시아-태평양 지역 서비스 시작 (Phase II)
 - 5 GEO satellites, 5 IGSO satellites, 4 MEO satellites (total 14 satellites)
 - Position accuracy: better than 10 m (horizontal, vertical)
 - Velocity accuracy: better than 0.2 m/s
 - Time accuracy: 50 ns
- 2020년 전 지구 서비스 예정 (Phase III)
 - 5 GEO satellites, 3 IGSO satellites, 27 MEO satellites (total 35 satellites)
- GEO satellite
 - altitude: 35,786 km, 정지궤도 위성
- IGSO satellite
 - altitude: 35,786 km, inclination: 55°
- MEO satellite
 - altitude: 21,528 km, inclination: 55°



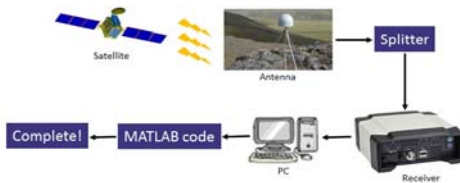
실험 및 결과

가시 위성 수



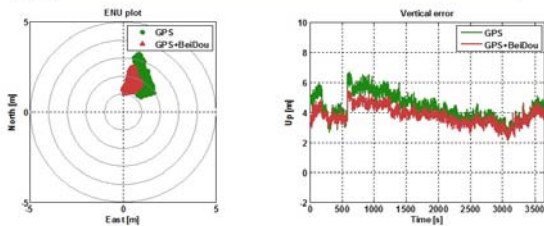
실험 사용 장비

- GPS Receiver
 - Novatel, ProPak6
- Antenna
 - Trimble, Choke Ring Antenna



결론

GPS+BeiDou 위치 정확도



| | 2D RMSE [m] | Vertical RMSE [m] |
|------------|------------------|-------------------|
| GPS | 오차 1.49 | 오차 4.42 |
| GPS+BeiDou | 오차 17.5% 감소 1.23 | 오차 13.5% 감소 3.83 |

결론

- 연구 배경
 - 선박사고의 증가: 위치 정보 정확도의 향상 필요
 - 북한의 GPS 전파 교란 공격: GPS뿐 아니라 다른 GNSS의 사용 필요
 - 자율항해 시스템의 이슈화
- 실험 결과
 - GPS와 BeiDou 복합 측위 결과 2D 오차의 RMSE값이 1.49 m에서 1.23 m로 약 17.5% 감소하였으며, 수직 오차의 RMSE값이 4.42 m에서 3.83 m로 약 13.5% 감소하였음을 확인함
- 추후 연구 계획
 - GPS와 BeiDou의 결합에 있어 더욱 정밀한 보상을 통하여 위치 정확도를 향상시킬 것

감사의 글

본 연구의 주저자는 해양수산부 해양교통전문인력양성사업 (GNSS 부분)의 지원을 받고 있습니다.