

관성센서 정보를 이용한 미약신호 환경에서의 미지정수 검출 알고리즘 설계

† 박 슬기 · 조 득재* · 박 상현*

†,* 한국해양연구원 해양시스템안전연구소 GNSS연구센터

요 약 : 최근 국내에는 원활한 교통 흐름을 위해 연륙교, 연도교 등 다수의 해상 교량을 보유함에 따라 통행 안전 관련 해상사고 발생 가능성이 증가하고 있다. 반송과 위상정보를 이용한 정밀측위기법을 선박항해에 적용하기 위해서는 항해시 교량 및 시설물 등의 영향으로 위성 신호세기가 미약해지는 환경에서도 정밀측위의 연속성을 유지해야한다. 그러나 반송과 위상 정보는 미약한 위성신호세기 환경에서 측정잡음이 급격히 증가하여 반송파 미지정수 검색 및 유지를 어렵게하고 이로 인해 정밀측위를 불가능하게 한다. 본 논문에서는 위성신호가 미약해지는 환경에서 정밀측위의 연속성을 유지하기 위하여 관성센서 정보를 이용하였다. 관성센서와 위성 정보를 이용하여 해당위성의 ICP(Integrated Carrier Phase)를 추정한다. 추정된 ICP를 이용하여 반송파 위성을 재구성함으로써 끊임없이 반송파 미지정수를 유지하여 연속적이며 안정적인 측위결과를 생성한다.

핵심용어 : 관성센서 정보, 위성신호 미약, 기저거리 비중속 정밀 측위, ICP(Integrated Carrier Phase), 미지정수 검출

서론

해상 교동과 물류

- 저탄소 녹색성장을 위해 국가 교동·물류체계가 저탄소 친화적으로 전환됨에 따라 → 해상 교동·물류량 증가 전망

다수의 해상교량 보유 및 교동수 급증 전망

- 리아스식 해안 특성 등 지형
- 원활한 교통 흐름을 위해 연륙교, 연도교 등 다수의 해상교동 보유
- 내륙수로 건설시 안전통행이 필요한 교동의 수 급증 전망

관성센서 정보 활용을 통한 해상사고 예방

건설 또는 건설중인 해상교동중

- 여객선 통행가능 교동: 31개소
- 유조선 통행가능 교동: 11개소
- 화물선 통행가능 교동: 38개소
- 여객선·소형선박 통행가능 교동: 74개소

2011년 한국해양연구원의 국제기술대회 1 KORDI GNSS Research Center

서론

안전통행 결정 필요

- 운하와 다리 밑을 통과시 실시간으로 안전통행 결정
- 정밀 측위 기술 이용 → 기저거리 비중속 정밀 측위

2011년 한국해양연구원의 국제기술대회 3 KORDI GNSS Research Center

서론

부적절한 안전동량 높이 결정으로 인한 해상사고

- 2007년 4월 바지선 운반 대형구조물과 제1진도대교 충돌 → 교량 및 시설물 파손
- 2006년 8월 바지선 운반 건설장비와 제1진도대교 충돌 → 교량 및 시설물 파손
- 2006년 8월 바지선 운반 대형 크레인에 의한 신안군 송전선 절단 → 1만5000여 가구의 전기공급 일주일간 중단 → 피해규모: 100억원
- 2005년 1월 적재 여초에 의한 대경도 인근 해상송전선 훼손 → 인근 도서 정전사태 발생
- 2008년 3월 컨테이너 수송선과 저장성 진랑대교 충돌 사고 → 교량 붕괴 및 선원 4명 실종
- 2006년 8월 크레인 선박이 송전선을 훼손 → 일본 도쿄 140만 가구 정전, 지하철 운행 중단

2011년 한국해양연구원의 국제기술대회 2 KORDI GNSS Research Center

서론

위성 신호 미약 또는 차단으로 인해 측정잡음 증가

- 원시정보 측정 정확도 저하: 반송파 미지정수 검색 및 유지 어려움
- 측위 정확도 저하: 원시정보의 위성배치(DOP)가 열악

신호세기 미약, 장애물에 의한 신호 차단

2011년 한국해양연구원의 국제기술대회 4 KORDI GNSS Research Center

† 대표저자: 박슬기(정회원), parksg85@moeri.re.kr 042)866-3685

서론

- 위성 신호 미약 또는 차단으로 인해 측정잡음 증가
 - 원시정보 측정 정확도 저하 : 반송파 미지정수 검색 및 유지 어려움
 - 측위 정확도 저하 : 원시정보의 위성배치(DOP)가 열악



2011년 한국해양과학기술원 연구보고서

4



기저거리 비중속 정밀 측위

• Functional Model

- Tropospheric delay는 안다고 가정
- Instrument error 없다고 가정

$$P_{p,\alpha} = \rho + CB + 0.5 \cdot \lambda_c N_c + \varepsilon(P_{p,\alpha}) \quad (5)$$

$$\Phi_{p,\alpha} = \rho + CB + \frac{f_1^2 \lambda_1 N_1 - f_2^2 \lambda_2 N_2}{f_1^2 - f_2^2} + \varepsilon(\Phi_{p,\alpha}) \quad (6)$$

• Floating Solution

$$\begin{bmatrix} \frac{1}{2} & 0 & \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} & 0 & \frac{1}{2} \\ \frac{f_1^2}{f_1^2 - f_2^2} & \frac{-f_2^2}{f_1^2 - f_2^2} & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_x \\ \phi_y \\ P \\ P \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H & 1 \\ H & 1 \\ H & 1 \\ H & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta x \\ \delta y \\ CB \\ CB \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{\lambda_1}{2} & 0 \\ 0 & \frac{\lambda_2}{2} \\ \frac{f_1^2}{f_1^2 - f_2^2} \lambda_1 & -\frac{f_2^2}{f_1^2 - f_2^2} \lambda_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} N_1 \\ N_2 \\ \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \end{bmatrix} \quad (7)$$

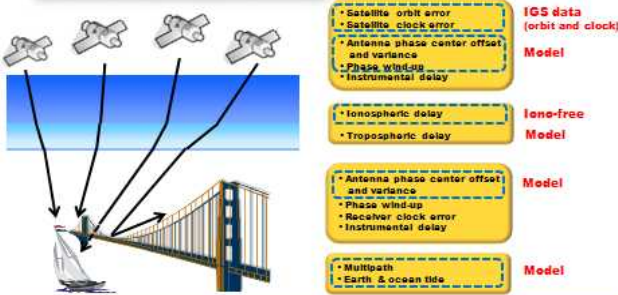
2011년 한국해양과학기술원 연구보고서

7



기저거리 비중속 정밀 측위

기저거리 비중속 정밀 측위 구조



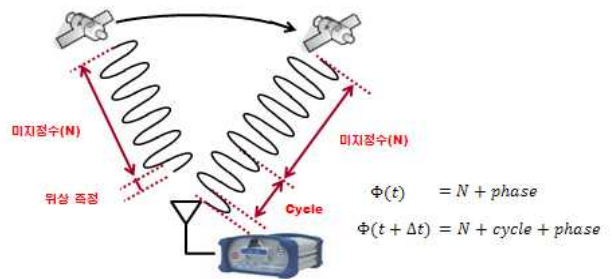
2011년 한국해양과학기술원 연구보고서

5



Integrated Carrier Phase

• ICP를 이용한 반송파 계산



2011년 한국해양과학기술원 연구보고서

8



기저거리 비중속 정밀 측위

• 위성 신호 구성

- 코드 및 반송파 측정 방정식

$$P(L_i) = \rho + c(dt - dt) + d_{p,\alpha} + d_{m,\alpha} + \varepsilon(P(L_i)) \quad (1)$$

$$\Phi(L_i) = \rho + c(dt - dt) + d_{p,\alpha} + d_{m,\alpha} + \lambda_c N_c + \varepsilon(\Phi(L_i)) \quad (2)$$

이온층 지연오차 : 비중속 정밀 측위시 물리적인 오차로 크게 영향을 줄 정밀 측위시 제거필요

- Shen and Gao model(UofC)

$$P_{p,\alpha} = 0.5 [P_1 + \Phi_1] \quad (3)$$

$$= \rho + c(dt - dt) + d_{p,\alpha} + d_{m,\alpha} + 0.5 \cdot \lambda_c N_c + \varepsilon(P_{p,\alpha})$$

$$\Phi_{p,\alpha} = \frac{f_1^2 \Phi_1 - f_2^2 \Phi_2}{f_1^2 - f_2^2} \quad (4)$$

$$= \rho + c(dt - dt) + d_{p,\alpha} + d_{m,\alpha} + \frac{f_1^2 \lambda_1 N_1 - f_2^2 \lambda_2 N_2}{f_1^2 - f_2^2} + \varepsilon(\Phi_{p,\alpha})$$

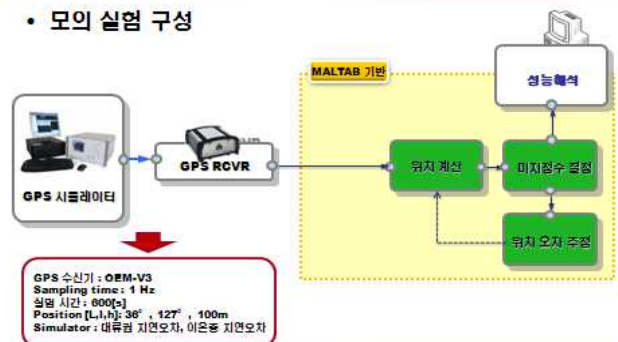
2011년 한국해양과학기술원 연구보고서

6



성능 검증

• 모의 실험 구성



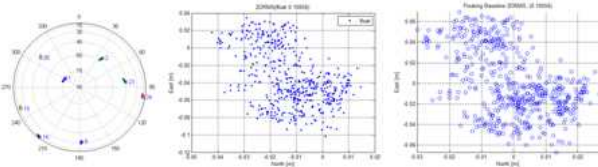
2011년 한국해양과학기술원 연구보고서

9



성능 검증

• 모의 실험 결과



2DRMS : 0.10056[m]

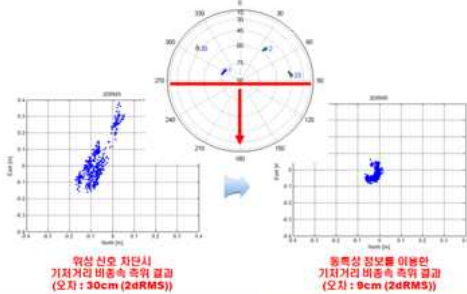
▶ 안전 동작을 위한 항법 성능을 만족함 (1m이내의 오차)

결론

- 통항 안전 관련 해상사고 가능성 증가
 - 안전 통항 높이 결정 기술 필요
 - ▶ 기저거리 비중속 정밀 측위
- 교량 및 시설물 등의 영향으로 위성 신호 미약 또는 차단
 - 관성센서 정보를 이용하여 ICP 정보 생성
 - ICP(Integrated Carrier Phase)를 이용하여 반송파 생성
- 모의 실험
 - 위성신호 미약 또는 차단시 제안한 알고리즘 확인
- 추후과제
 - 실시간 실험을 위한 오차 정밀 추정
 - 관성센서 정보를 이용한 ICP 정보 생성

성능 검증

• 실험 1 : 위성신호 미약 또는 차단 (남쪽)



후 기

본 연구는 한국해양연구원의 지원으로 수행 중인 연구개발 과제(PES1470)와 기초기술연구회의 지원으로 수행 중인 연구 개발과제(PGS2330)의 연구결과 중 일부임을 밝힌다.

성능 검증

• 실험 2 : 위성신호 미약 또는 차단(북쪽)

