

Network RTK 환경에서 위성에 의한 이상 검출 기법

† 신미영* · 조득재* · 유윤자* · 홍철의* · 박상현*

*한국해양연구원

요약 : 개선된 정확도 성능을 확보하기 위하여 보강 시스템을 이용한 많은 연구가 진행되고 있다. Network RTK는 다중 기준국의 반송파 측정치 보정정보를 이용하여 시공간 오차를 보강한 측위성능을 얻기 위한 기법으로 현재에도 꾸준히 연구되고 있다. 그러나 성능개선을 목적으로 한 알고리즘 개선안에 대한 연구는 지속적으로 연구되었지만, 무결성 확보를 위한 연구는 아직 연구된 바가 없다. 본 논문에서는 Network RTK에서의 무결성 확보를 위한 기초연구로 위성이상이 발생한 경우에 이상을 검출하고 이상 위성을 식별할 수 있는 알고리즘을 제안하였다. 그리고 시뮬레이터를 사용하여 오차 시나리오가 인가된 위성 신호를 생성하고, 이중주파수용 상용 수신기를 사용하여 수신한 데이터를 사용하여 제안한 알고리즘의 성능을 검증하였다.

핵심용어 : Network RTK, 무결성, 이상검출, 이상위성식별

서론 - 연구배경

• 연구목적

- Network RTK 환경에서 활용할 수 있는 위성에 의한 이상 감시 기법 제안
 - Network RTK 환경에서 고정밀 측위를 위한 연구는 활발, 그러나 무결성 확보를 위한 연구는 부재한 상태임
 - 측위를 위한 성능 파라미터 중 정확성 못지않게 무결성, 유효성, 연속성 또한 중요한 파라미터임
 - GPS 위성의 노후화로 항법신호의 이상현상 발생 가능성은 증가할 것으로 예상됨
 - Network RTK 환경에서의 무결성을 위한 기초 연구의 일환으로, 다중 기준국 환경에서 확보할 수 있는 추가적인 측정치 특성 분석을 통한 위성에 의한 이상 감시 기법 제안

본론 - 위성에 의한 이상 사례 분석

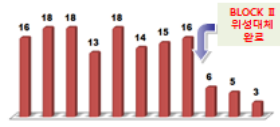
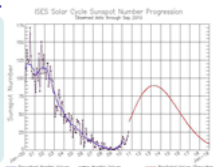
• 항법신호 이상 현상 (과거 10년)

년도	원인	위성시계 이상	위성궤도 이상	방범메시지 이상	기타
2010					SVN39/PRN09
2009				SVN54/PRN18	SVN49/PRN01
2007	SVN37/PRN07		SVN40/PRN10 SVN54/PRN18	SVN51/PRN20	SVN54/PRN18
2006			SVN24/PRN24		
2004	SVN23/PRN23				
2003	SVN27/PRN27 SVN35/PRN05				
2002				SVN21/PRN21	
2001	SVN22/PRN21				
2000	SVN14/PRN14 SVN16/PRN16			SVN39/PRN09	

서론 - 연구배경

◆ 2011년 운영 중인 GPS 위성 현황

- 32기의 위성 운영, 31기 위성이 정상 서비스 중
- BLOCK IIA 위성 (1990 ~ 1997년 발사) : 11기
- BLOCK IIR 위성 (1997 ~ 2003년 발사) : 9기
- BLOCK IIR-M 위성 (2004 ~ 2009년 발사) : 11기
- BLOCK IIF 위성 (2010 ~) : 1기



NANU 공지 분석을 통해 분석된 항법신호 이상현상 발생 건수

◆ GPS 위성 노후화

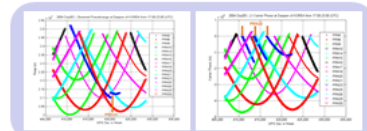
- 15년 이상 운영 : 7기
- 10년 이상 운영 : 16기 (운영 중인 위성의 50%)
- 태양활동 극대기 도래(2013~2014)에 따른 GPS 위성의 급격한 노후

태양폭풍의 영향으로 인한 위성 노후화로 항법신호 이상현상 증가 예상

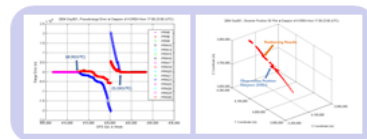
본론 - 위성에 의한 이상 사례 분석

• 위성 시계 이상 발생 사례 분석

- 2004년 1월 1일 17:00~23:00 (UTC)
- PRN 23 / SVN 23 위성 시계 이상 발생



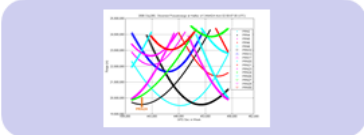
이상 발생 위성의 의사거리 오차 증가 및 반송파 측정치 추적 손실 발생



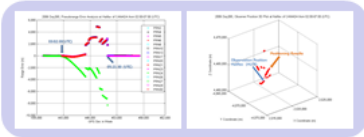
이상 발생 위성과 타 위성의 측정치 잔여 오차 증가 및 측위 성능 저하 초래

본론 - 위성에 의한 이상 사례 분석

- 위성 궤도 이상 발생 사례 분석
 - 2006년 9월 22일 03:02 ~ 05:21 (UTC)
 - PRN 24 / SVN 24 위성 궤도 이상 발생



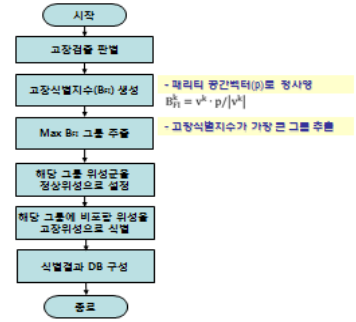
이상 발생 위성의 의사거리 오차 증가 발생



이상 발생 위성과 타 위성의 측정치 잔여 오차 증가 및 측위 성능 저하 조래

본론 - 이상 검출 및 원인 식별 알고리즘

- 이상 위성 식별

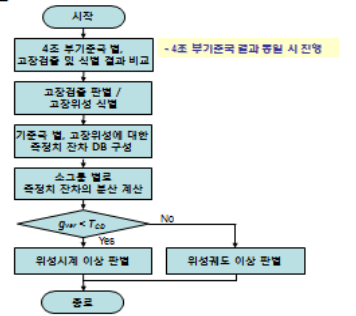


본론 - 위성 이상 감시 알고리즘



본론 - 이상 검출 및 원인 식별 알고리즘

- 이상 원인 판별



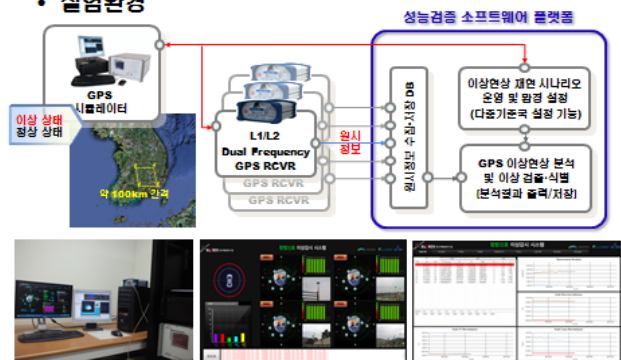
본론 - 이상 검출 및 원인 식별 알고리즘

- 위성 이상 검출



본론 - 성능평가

- 실험환경

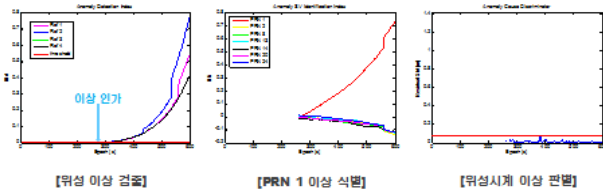


후 기

본 연구는 국토해양부 교통체계효율화사업의 연구비 지원 (06교통핵심A03; PMS2410)에 의해 수행되었습니다.

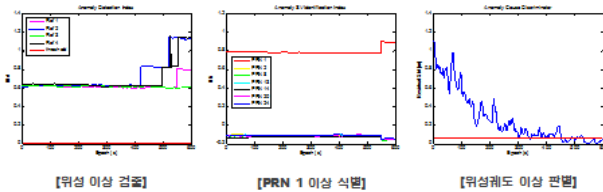
본 론 - 성능평가

- 위성시계 이상
 - 이상위성 : PRN 1
 - 이상현상 : 5분 이후부터 이상위성의 ΔA_{10} 에 $1e-9[s]$, ΔA_{11} 에 $1e-11[s/s]$, ΔA_{12} 에 $1e-13[s/s^2]$ 시계 오차 인가
 - 성능평가 :



본 론 - 성능평가

- 위성궤도 이상
 - 이상위성 : PRN 1
 - 이상현상 : 초기시점부터 이상위성의 Along 축으로 10[m], Across 축으로 10[m], Down 축으로 5[m] 궤도 오차 인가
 - 성능평가 :



결 론

- 연구성과
 - 기존의 위성이상 사례 분석
 - 위성궤도 / 위성시계 이상 인가 시, 패러티 공간벡터를 이용한 위성이상 검출 및 이상위성 식별 알고리즘 타당성 확인
 - 위성궤도와 위성시계 이상 시 다중 기준국 측정지 특성 분석을 통한 이상원인 판별 알고리즘 타당성 확인
- 추후 연구 내용
 - 실신호 특성을 고려한 적정 임계치 결정
 - 다양한 실신호 환경 분석을 통한 이상원인 판별 알고리즘 일반화
 - 기준국 간 거리와 이상원인 판별 알고리즘의 유효성 관계 도출