
육상교통 사용자를 위한 위성항법기반 중앙국 시스템 설계 및 구현

손민혁* · 김규현 · 허문범

*한국항공우주연구원

A design process of central stations for GNSS based land transportation infrastructure network

Min-Hyuk Son* · Gue-Heon Kim · Moon-Bum Heo

*Korea Aerospace Research Institute, KARI

E-mail : nhson@kari.re.kr

요 약

위성항법기반 육상교통 인프라 시스템은 수신국과 중앙국으로 구성된다. 중앙국은 실시간 데이터의 획득과 디코딩, 반송파 보정정보와 무결성 정보의 생성, 데이터의 전송 등의 기능을 포함하는 시스템이다. 일반적으로 중앙국 아키텍처는 시스템의 하드웨어와 소프트웨어, 데이터의 획득 및 검증, 운용에서의 가용성 및 연속성 등이 고려된다. 중앙국 아키텍처는 어떠한 사항에서도 운용 가능한 포괄적인 설계가 필요하며 확장성 및 데이터의 상호정보 교환이 개발 과정에 고려된다. 본 논문에서는 중앙국의 설계, 제작, 검증의 일련의 과정을 제시한다.

ABSTRACT

GNSS(Global Navigation Satellite System) based land transportation infrastructure system is consists of receiving station and central station. The functions of the central system include receiving station's data gathering and decoding, carrier correction and integrity information generated, transmission of data in real-time. In general, The central station architecture should take into account various important points relating to hardware/software of system, data archiving and checking, availability and continuity of operation, etc. There is a fundamental need for a generic design capable of being used in any situation. Also, There is need to develop an expandable and interoperable central station architecture. In this paper, the process of design and manufacture and verification will be introduced.

키워드

위성항법, 수신국, 중앙국, 교통인프라 기술

I. 서 론

전 세계적으로 위성항법을 이용한 이동체의 정밀 위치 결정 연구가 활발하게 이루어지고 있으며 측지·측량, 건축, 항공, 교통 등으로 그 이용 분야가 날로 확대 대고 있다[1-2].

이동체의 위치결정 방법은 이동체 수신기만을 이용한 단독의 위치결정 방법과 이동체 및 주변 기준 수신기를 이용하여 상대적인 위치를 결정하는 방법으로 구분된다[3-4]. 단독 위치결정 방법은 복잡한 시스템의 도움 없이 단독으로 이용가능하다는 장점이 있지만, 위치 결정의 오차요소

추정의 복잡성으로 인하여 상대적으로 위치결정 성능이 낮다는 단점을 지니고 있다. 반면 상대 위치 결정 방법은 추가적인 시스템의 구축이 요구되지만 오차의 제거 방법이 비교적 간단하며 상대적으로 위치결정 성능이 단독에 비해 높다

상대 위치결정 방법 중 다수의 기준국을 이용하는 방법은 기준국과 이동체간의 거리가 멀어지면 대류층 및 전리층에 의한 오차의 요인이 커져 수십 km이상 적용이 불가능한 단일 기준국 방법의 한계 극복할 수 있으며 네트워크 안에는 균일한 위치를 보장할 수 있는 장점이 있다[5].

교통인프라 기술개발의 중앙국 시스템은 다수의 수신국 위성항법데이터를 활용하여 수신국간의 오차보정망을 생성하여 육상교통 사용자에게 그 정보를 제공, 위치결정 성능을 향상하는 시스템이다[6].

본 논문에서는 중앙국 시스템의 구축을 위한 시스템의 요구사항 도출 최상위 설계, 상세 설계, 제작, 검증의 일련의 과정을 제시한다

II. 중앙국 시스템 개요

교통인프라 기술개발의 중앙국 시스템은 그림 1과 같이 네트워크 단위의 수신국으로부터 위성항법데이터 및 기상데이터를 획득하여 반송파 보정정보 및 무결성정보를 생성, 사용자에게 전송하는 시스템이다.

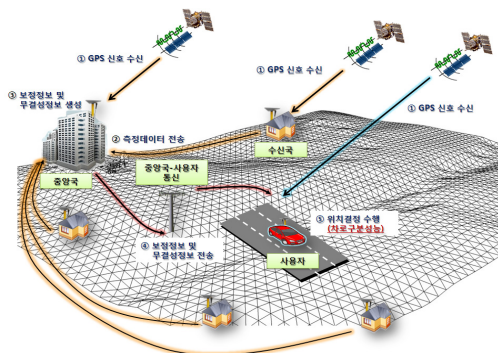


그림 1. 교통인프라 기술개발 개념도

1. 중앙국의 구성

중앙국은 다수의 수신국과 상용 유선망을 통해 연결되며 수신국으로부터 위성항법데이터, 기상데이터, 영상데이터 등을 획득한다. 다수의 수신국은 네트워크 단위의 클러스터(cluster)를 이루고 있으며 중앙국은 클러스터의 중심이나 외곽에 위치하여 데이터의 획득 및 반송파 보정정보, 무결성 정보의 생성, 생성 데이터의 출력 기능을 가진다. 중앙국은 다수의 수신국 데이터 처리를 위하여 고성능의 연산장치와 네트워크 장치로 구성되며 개별 수신국의 데이터 및 시스템 상태 감지

중앙국의 데이터 및 시스템 상태감지 등을 실시간으로 수행한다.

중앙국에서 수신국 데이터를 통해 생성되는 반송파 보정정보의 생성 개념도는 그림 2와 같다.

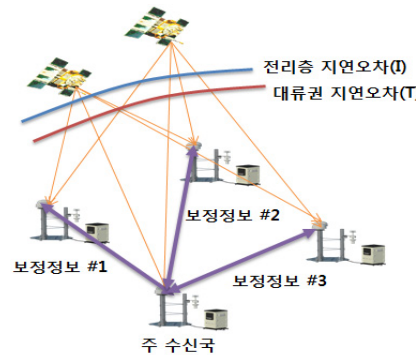


그림 2. 중앙국 반송파 보정정보 생성 개념도

I 는 전리층 지연오차, T 는 대류권 지연오차를 나타내며, 중앙국은 하나를 주수신국 선정하여 주-부수신국간의 오차정보를 생성한다.

III. 시스템 설계

중앙국의 시스템 설계는 요구사항 도출 최상위 설계, 상세 설계로 구분된다.

1. 요구 사항 도출

중앙국은 사용자를 위한 최소 데이터 전송시간 1hz를 만족하기 위하여 시스템의 실시간성이 보장되어야 하며 사용자의 차로구분이 가능한 위치결정 성능을 위해 반송파 보정정보 생성 성능은 0.05m 이내로 보장되어야 한다. 또한 안정적인 데이터 제공을 위해 95%이상의 시스템 가용성이 보장되어야 한다.

2. 시스템 최상위 설계

요구 사항을 고려한 시스템의 최상위 설계 사양은 표 1과 같다. 단계별 구축전략에 따라 최상위 일부 설계사양은 요구사항의 80%로 설정하였다.

표 1. 중앙국 최상위 설계 사양

항목	세부 항목	수치
SIS기준 성능	SIS 보정정보 성능	0.05m(오차)
	SIS 무결성 정보 위험도	10^{-2}
	SIS 가용성	80%
보정정보 생성 기준 성능	SIS 보정정보 생성 주기	1 Sec
	데이터 처리 성능	0.8 Sec

SIS(Signal in space)는 생성 반송파 보정정보의 성능 및 데이터 및 시스템의 무결성 정보의 위험도를 나타내며 보정정보 생성 기준은 반송파 보

정정보 생성주기 및 획득, 처리, 전송까지의 데이터 지연과 관련된 처리 성능을 나타낸다 시스템 기준은 최종 제작된 중앙국의 안정성을 나타낸다

3. 중앙국 시스템 상세 설계

최상위 설계를 고려한 시스템의 상세 설계 사양은 표 2와 같으며 각 상세설계의 합은 최상위 설계와 같다.

표 2. 시스템 상세 설계 사양

항목	세부 항목	수치
SIS 보정정보 성능 [0.10m]	비 공통오차	0.03m 이하
	추정 오차	
	미지정수 추정 오차	0.02m 이하
SIS 무결성 정보 위험도 [10^{-1}]	무결성정보(HPL)	0.5×10^{-2}
	생성 위험도	HPL_0, HPL_1
	위성항법신호 고장검출 위험도	0.5×10^{-2} HPL_0, HPL_1 이외
SIS 보정정보 생성 가용성 [100-20%]	데이터 수신 및 처리	비가용성 5%
	보정정보 계산 가용성	비가용성 5% (Protection 위험도)
보정정보 제공 성능 제공 주기 [1Hz]	중앙국 시스템 가용성	비가용성 10% (시스템 이상유지보수)
	수신국 데이터 수신	1 Hz
보정정보 제공 성능 데이터 처리 성능 [800ms]	네트워크 장치	100Mb, 4port
	시스템 제어 모듈	Multi - Thread
	데이터 획득 모듈	300ms 이하
보정정보 생성 모듈	보정정보 출력 모듈	150ms 이하
	동기화/전처리 모듈	150ms 이하
	보정정보 생성 모듈	200ms 이하
연산장치	2.4Ghz, RAM 4G	

IV. 시스템 제작

시스템의 제작은 하드웨어 및 소프트웨어의 제작을 위한 구성 설계 및 제작으로 구분된다

1. 시스템 설계

그림 3은 중앙국 시스템의 하드웨어 구성도를 나타내고 있다.

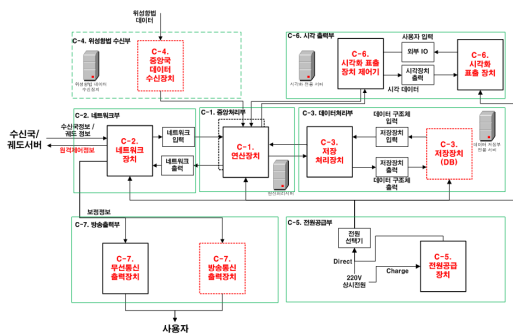


그림 3. 중앙국 하드웨어 구성도

중앙국 하드웨어는 기능 구성별로 중앙처리부, 네트워크부, 위성항법 수신부, 시각화 출력부, 데이터 저장부, 방송출력부, 전원부로 구분된다.

그림 4는 중앙국 소프트웨어의 구성도이다

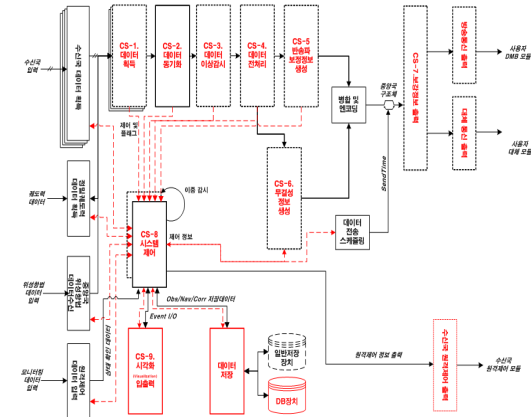


그림 4. 중앙국 소프트웨어 구성도

중앙국 소프트웨어는 핵심 모듈과 시스템 모듈로 구분된다. 핵심 모듈은 다수의 수신국 데이터를 획득하기 위한 다중 데이터 획득 모듈, 수신국 간의 이격량을 검출하기 위한 데이터 동기화 모듈, 이상 데이터 검사를 위한 데이터 전처리 모듈, 대류권 및 전리층 오차량을 생성하기 위한 반송파 보정정보 생성 모듈, 생성 및 출력 데이터의 결성을 검증하기 위한 무결성정보 생성모듈 사용자에 전송하기 위한 포맷으로 패키징하기 위한 반송파 보정정보 출력 모듈로 구분된다

또한 시스템 제어 모듈은 시스템제어 모듈 시각화 표출 모듈로 구분된다

2. 시스템 제작

시스템 설계에 의해 최종 제작된 중앙국의 하드웨어 및 소프트웨어는 그림5와 같다. 하드웨어는 2.4Ghz, 4core이상의 서버급 장치 및 기타장치를 구성하였으며, 소프트웨어는 수신국/중앙국의 데이터 및 상태 등을 포괄적으로 표현하기 위하여 다중 창을 구성하였다.



그림 5. 중앙국 하드웨어 및 소프트웨어 외형 하드웨어 및 소프트웨어를 통합한 중앙국의 최

중 외형은 그림 6과 같다.



그림 6. 최종 제작된 중앙국 외형

IV. 시스템의 검증

최종 제작된 중앙국을 2질의 설계 사양에 대해 검증하였다. 그림 7,8은 중앙국에서 생성된 반송파 보정정보와 데이터 처리 성능을 나타내고 있다.

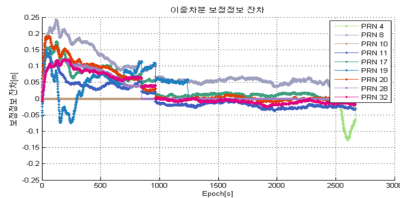


그림 7. 보정정보 성능 분석결과

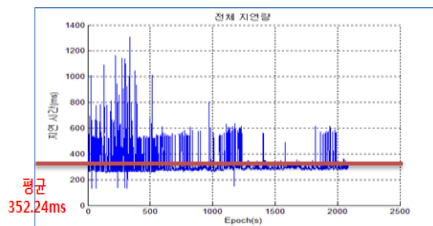


그림 8. 데이터 처리성능 분석결과

위와 같은 방법에 의해 항목별로 그 결과를 도출하여 표 3과 같이 정리하였다.

표 3.시스템 검증 결과

세부 항목	목표치	달성치
SIS 보정정보 성능	0.05m(오차)	평균 0.045m
SIS 무결성 정보 위험도	10^{-2}	10^{-2}
SIS 가용성	80%	80%
보정정보 생성 주기	1 Sec	1 sec
데이터 처리 성능	0.8 Sec	0.35sec

보정정보 성능은 45cm, 무결성 10^{-2} , 가용성 80%, 보정정보 생성 주기 1sec, 데이터 처리 성능 0.32sec로 설계 사양을 만족하는 중앙국이 제작되었음을 알 수 있다.

V. 결 론

수신국으로부터 데이터를 획득하여 반송파 보정정보 및 무결성 정보 생성 출력하는 교통인프라 기술개발의 중앙국의 구축을 위하여 설계 제작, 검증의 일련의 과정을 제시하였다 최상위 설계 사양 도출 및 이에 따른 상세 설계 사양을 도출하였으며 설계 사양에 따른 중앙국의 시스템 하드웨어 및 소프트웨어를 제작하였다 또한 최종 제작된 중앙국을 설계 사양과 비교하여 제작의 적합성을 평가하였다. 최종 평가 결과 설계 사양을 충족하는 중앙국이 제작되었음을 알 수 있었다.

추후 반송파 보정정보를 통한 사용자의 위치 결정 성능 향상 및 중앙국 시스템의 실시간 적용과 관련된 연구를 진행할 예정이다

VI. 감사의 글

본 연구는 국토해양부 위성항법기반 교통인프라 기술개발의 연구비 지원(06교통핵심A03)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] 김인섭, 주현승, “건설현장에서의 VRS-RTK측량 적용성 검토”, 한국측량학회지, 제 26권, 제 6호, pp. 625-631, 2008
- [2] P. Kaniewski: “Aircraft Positioning with INS/ TACAN/ALT Integrated System”, ENC-GNSS 2008 - The European Navigation Conference, Francia, Tuluza, pp. 23-25, 2008
- [3]Huber, K., Heuberger, F., Abart, C., Karabatic, A., Weber, R., and Berglez, P., “PPP: precise point positioning . constraints and opportunities.” Proc. of FIG Congress , Sydney, Australia, pp. 11-16, 2010
- [4] Y. Kubo, H. Tanaka, M. Ohashi and S. Sugimoto, “Long Baseline GNSS Relative Positioning with Estimating Ionospheric and Tropospheric Delays and Their Gradients”,Proc. of the 42nd ISCE Int. Symp. on Stochastic Systems Theory and Its Applications, pp.228-235 ,2010
- [5] C.Rizos., “Network RTK research and implementation: A geodetic Perspective”, Journal of Global Positioning System, 1(2), pp. 144-150, 2002
- [6] 허문범, “위성항법시스템 교통인프라 기술 개발”, 교통기술과 정책, 제3권 제4호, pp.20-27, 2006