

현장 분석을 통한 위성항법기반 교통인프라 네트워크 수신국 사이트 선정 방법

Site Selection Method of Receiving Stations for the GNSS Based Transportation Infrastructure Network Analyzing the Environment of Site Candidates

손민혁*, 김규현*, 이은성*, 허문범*

Min-Hyuk Son*, Geo-Heon Kim*, Eun-Sung Lee*, and Moon-Beom Heo*

요 약

본 논문에서는 위성항법기반 교통인프라 기술개발의 네트워크 수신국 사이트 선정을 위하여 사전 조사, 현장 조사, 현장 환경 분석의 3단계 선정 절차를 제시하였으며 실제 테스트베드인 오창 지역을 기준으로 4개의 후보지를 도출하였다. IGS, NGS 등과 같은 국제상시관측기관이 제안하는 사이트 선정 권고안을 정리하여 위성항법기반 교통인프라 기술개발에 적합한 요구사항을 도출하고 이를 만족하는 1차 후보군을 선정하는 작업이 사전조사이며, 1차 후보군에 대한 육안 가시검사 및 환경, 기타 조사를 통하여 2차 후보군을 선정하는 작업이 현장조사이다. 또한 선정된 2차 후보군에 대해 상공장애도 분석과 전파환경 분석을 통해 최종적으로 수신국 사이트 후보지를 선정하는 것이 현장 환경 분석이다. 위와 같은 일련의 선정 절차를 통해 1차 16개 후보군, 2차 7개 후보군, 3차 최종 4개의 수신국 사이트를 효과적으로 선정할 수 있었다.

Abstract

In this paper a three step procedure was derived to select the GNSS network receiving site candidates for GNSS based infrastructure technology development and according to the proposed procedure the 4 site candidates was selected for final network configuration. In the first step, the site requirement was produced for GNSS based infrastructure technology development referring regulation of the international organizations related to permanent GNSS data receiving and the first candidates were selected using the proposed requirement. In the second step, the second candidates were selected among the first candidates by analyzing the visual measurement, environment test and so on. In the third step the final candidates were selected among the second candidates by analyzing sky clearance, radio frequency interference. Through above the three step procedure 16,7,4 candidates of site were selected sequentially and receiving station site could be effectively selected.

Key words : GNSS, Network configuration, Receiving Station

I. 서 론

전 세계적으로 위성항법기반(GNSS) 위치결정 성

* 한국항공우주연구원 위성항법팀 (Korea Aerospace Research Institute, Satellite Navigation Team)

· 제1저자 (First Author) : 손민혁 (Min-Hyuk Son, Tel : +82-10-6864-7151, email : nhson@kari.re.kr)

· 투고일자 : 2012년 11월 7일

· 심사(수정)일자 : 2012년 11월 7일 (수정일자 : 2012년 12월 19일)

· 게재일자 : 2012년 12월 30일

능 향상에 관련된 연구가 활발히 이루어지고 있으며 육상, 해상, 항공 등의 사회 전반적인 영역에서 널리 이용되고 있고 더욱더 정밀한 위치 결정에 대한 요구가 날로 증가하고 있다.

위성항법기반 위치결정 방법은 사용자의 수신기만을 이용한 단독 위치결정 방법과 사용자와 기준국의 차분을 통하여 생성된 보정량을 이용한 상대 위치결정 방법으로 구분된다. 상대 위치결정 방법은 주변 기준 시스템을 구축해야 하는 제약조건이 있지만 단독 위치결정 방법에 비하여 위치 결정의 정확성이 높다 [1].

위성항법 데이터는 코드(code)와 반송파(carrier phase)로 구분되며 각각의 데이터에 따라 이용방법이 다르다. 코드를 이용한 위치결정 방법의 대표적인 예로 DGPS(Differential GPS)가 있으며 수 십 cm의 위치결정 정확도를 가지는 반면 반송파 기반의 위치결정 방법은 수 cm의 위치결정 정확도로 측정이 가능하다. 그러나 이 방법의 이용에 있어 반송파 해석을 위한 미지정수(integer ambiguity)의 문제, 처리의 복잡성 문제에 대한 극복이 필요하다 [2].

상대 위치결정 방법은 사용자가 기준 수신지점으로부터 수 km 이내에 있다면 전리층(ionospheric)과 대류권(tropospheric) 오차에 대한 영향이 작아 높은 위치 정확도를 얻을 수 있는 반면 기선 거리가 10km 이상으로 멀어질 경우 오차항의 영향이 커져 위치의 정확도가 낮아지는 경향이 있다. 이를 극복하기 위해 네트워크 단위의 수신국을 설치하여 클러스터를 구성하며 클러스터 내부에서의 위치 정확성을 균일하게 유지하고자 네트워크 기반의 인프라 구축 방법이 제시되었다 [3,4].

네트워크 단위의 인프라 구축을 위해 인프라의 형태 및 각 수신국간의 기선거리를 고려하여 수신국 후보지를 선정하여야 한다. 이러한 방법은 기존의 상시 기준국 또는 측량용 네트워크 위성항법 정밀 위치결정 인프라 구축을 위한 요구조건에 포함되어 있다. 그러나 육상 교통 인프라용 다중 수신국 구축은 그 사례를 찾기 어려우므로 이에 적합한 요구조건을 설정하여야 한다.

본 연구에서는 육상교통 인프라용 다중 수신국 네트워크 구축을 위해 기존의 구축 사례와

IGS(International GNSS Service), NGS(National Geodetic Survey) 국제 표준 권고안 [5-7], 육상 교통 인프라의 요소들을 고려하여 요구 조건을 정의 및 수신국 네트워크 구축을 위한 절차 등에 대한 일련의 과정을 제시한다. 또한 실제 테스트베드 시험지역을 기준으로 이러한 과정에 대한 적합성을 평가 하여 최종 후보지역을 선정하였다.

II. 네트워크 수신국 사이트 선정 조건

2-1 교통인프라 기술개발

위성항법기반 교통인프라 기술개발은 미래 육상 교통의 안정성(safety)과 효율성(efficiency)을 증대하기 위해 다양한 교통 환경에서 위성항법을 활용한 응용분야의 위치 정확도와 신뢰도 향상을 최종 목표로 하는 시스템이다. 이 시스템은 GPS 반송파 신호 수신을 위한 수신국과 이를 취합하여 사용자를 위한 보정정보 생성의 역할을 하는 중앙국으로 구성되어 있다. 그림 1은 위성항법기반 교통인프라 시스템의 개념도를 나타낸다.

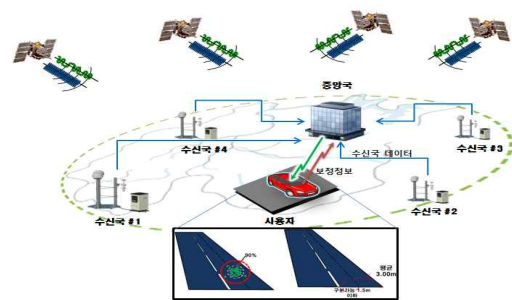


그림 1. 위성항법 기반 교통인프라 개념도

Fig. 1. The concept of GNSS based transportation infrastructure system

다수의 수신국이 테스트 시험지역인 오창 지역을 기준으로 30km~70km 간격으로 배치되어 하나의 네트워크를 구성한다.

2-2 사이트 선정 요구사항

네트워크 수신국 사이트 선정을 위하여 육상 교통

인프라의 요소와 국제 표준 권고안을 반영 요구사항을 도출 하였다.

1) 장기간 고정밀 서비스 제공

육상교통 인프라용 네트워크 수신국은 지속적으로 각 지역별 위성항법 데이터를 수신하여 안정적으로 중앙국으로 전달하여야 하므로 지속적인 위성 시계의 안정성이 우선적으로 확보되어야 하며, 장기간 구축 시스템은 장기간 운용이 가능하여야 한다.

2) 신호의 품질 확보

균일한 네트워크 수신국의 신호 품질확보를 위하여 획득 과정에서 야기될 수 있는 다중 경로(multi-path) 및 사이클 슬립(cycle-slip)이 최소화 되어야 한다. 또한 전리층 및 대기권 오차의 영향이 적은 고품질 신호의 수신을 위하여 위성 시계의 확보 및 신호 간섭 요소의 분석이 필요하며 수신국의 상공장애도(sky clearance) 및 주변의 전파에 대한 간섭 분석이 필요하다.

① 사이트의 위성 가시 환경 확보

사이트의 위성의 가시 환경 확보를 위하여 고도각 5도 이상에 방해물이 거의 없는 지역을 사용하여야 한다[5-7]. 하지만 산지의 분포율이 높은 국내 여건상 권고된 지역 확보가 제약적이며, 도심 지역은 높은 건물로 인하여 공간의 확보가 힘들다. 이를 최소화하기 위해 건물의 옥상이 고려될 수 있으며 최소 15도 이상의 위성 가시 환경이 확보될 수 있다.

② 사이트의 전파 환경 확보

신호 품질의 확보를 위해 사이트는 전파 간섭이 심한 매개체는 배제되어야 한다. 신호 품질을 저해하는 요인인 전파 간섭원은 TV, 마이크로파, FM라디오 방송국, 핸드폰, 고주파수/극초단 중계기, 레이더, 고전압선 등이 있으며 이는 네트워크 사이트로부터 최대한 이격 시켜야 한다. 위성의 전파 간섭원 측정을 위해 설치 지역의 주파수 환경 분석이 우선 되어야 한다.

3) 수신국 구축 및 관리의 용이성

네트워크 수신국 사이트 선정에 있어 후보지에 대한 토질 안정성, 네트워크/전원 가용성, 관리의 용이성 등이 고려되어야 한다. 관리의 용이성 고려에 있어 후보지는 유지 관리를 위한 접근이 용이해되, 파손/훼손/도난의 위험이 최소화 되어야 하며 천재지변에 대한 낙뢰, 침수 등의 위험이 최소화 되는 지역을 고려하여 구축되어야 한다.

4) 사용자 서비스 지역 및 비용 고려

네트워크 수신국 구축에 있어 사용자 서비스 지역과 수신국간의 기선거리는 가장 중요한 고려 사항중 하나이다. 그 중 각 수신국간의 기선거리는 구축에 따른 비용적인 측면과 서비스 범위를 결정하는 중요한 요소이다. 이러한 내용을 정리하여 표 1과 같이 네트워크 수신국의 선정 요구 사항을 도출하였다.

표 1. 네트워크 수신국 사이트 선정 요구사항
Table 1. The requirements of the Network of the Receiving Station site

항목	분류	내용
장기간 고정밀 서비스 제공	장기간 안정성	최소 15년간 운영
신호의 품질확보	위성 가시환경	위성 고도각 15° 이상
	주변 전파환경	외부 전파 영향이 작은 곳
수신국 구축 및 용이성	구축 안정성	안정된 지반이나 석조건물
	네트워크 및 전원 안정성	상시 전원/네트워크 공급
	보안 및 관리 가능성	보안 가능한 건물
서비스 지역	테스트 서비스 지역	오창 지역 30~60km 내외

2-3 네트워크 수신국 사이트 선정 절차

네트워크 사이트 선정 절차는 3단계로 구분되며 1단계 사전 조사, 2단계 현장 조사, 3단계 현장 환경 분석 조사로 구분된다. 그림 2는 사이트의 선정절차를 나타내고 있다.



그림 2. 수신국 사이트 선정을 위한 선정 절차
 Fig. 2. Receiving station site selection procedure

1) 1차 후보군 선정: 사전 조사

사전 조사는 본 조사 과정에 앞서 후보군을 선정하기 위한 조사 방법이며 사이트 선정에 대한 요구사항 분석 및 타당성을 검토하여야 한다.

서비스 지역은 수신국 사이트 후보군 선정에 있어 중요한 고려 요소이다. 사이트 후보군은 서비스 지역을 기준으로 각 수신국간의 기선 거리 및 배치 형태를 고려하여야 하며 수신국의 안정적인 운용환경을 보장하기 위하여 토질의 안정성, 네트워크 및 전원의 안정성, 지속적인 운용을 위한 보안 및 관리 등을 고려하여야 한다.

사전 조사는 통한 각 지역별 후보군의 선정 방법은 지역별로 산재되어 있는 수신국 후보지 답사에 대한 인적, 시간적인 비용을 극복하기 위한 방법이며 그 방법은 기존 포털사이트의 위성뷰(satellite view)와 도로뷰(street view)를 이용한다. 그림 3은 포털 사이트를 이용하여 후보군을 선정하는 예를 나타내고 있다.



그림 3. 사전조사 방법 (위성뷰, 도로뷰)
 Fig. 3. The pre-survey methods (satellite view, street view)

2) 2차 후보군 선정: 현장 조사

사전 조사에 의해 1차 확정된 후보지에 대한 적합성을 판별하기 위해 현장 조사 방법을 사용한다. 이 방법은 현장의 가시 환경 육안 확인 및 후보지의 구축 환경(네트워크/전원, 접근성, 보안 등)의 용이성

등을 평가하여 후보지에 대한 적합성을 판별하는 방법이다. 그림 4의 (a)~(d)는 후보지에 대하여 각각 동서·남북 방향의 육안 가시 환경을 나타내고 있다.

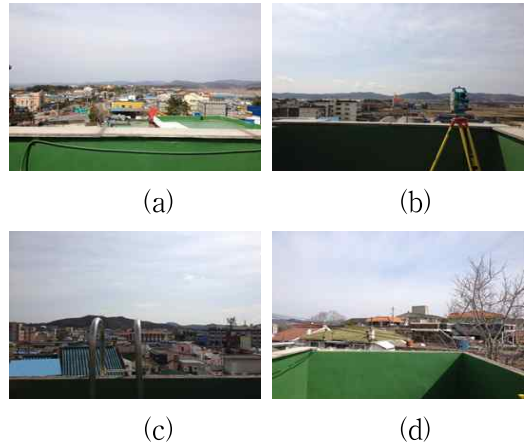


그림 4. 사이트의 가시 환경 분석 (a)동쪽방향, (b)서쪽방향, (c)남쪽방향, (d)북쪽방향
 Fig. 4. Visible environmental analysis of the site

3) 3차 최종 선정: 현장 환경 분석 조사

현장 조사에 의해 확정된 후보지는 최종적으로 상공장애도 및 전파간섭의 영향을 분석한 후 최종 선정된다.

① 위성 상공장애도(상공 시계) 분석

2차 후보군으로 축약된 수신국 후보지는 충분한 상공 시계 확보 및 안정적인 위성신호를 수신할 수 있는 환경을 고려하여야 한다. 수신국 후보지 주변의 높은 건물, 나무 등은 위성항법 데이터의 멀티패스(multi-path), 싸이클슬립(cycle-slip)등을 야기하며 최종적으로 네트워크 기반 위성항법 정밀 위치결정을 위한 보정정보의 정확성을 저하시키는 요인이 된다. 이러한 방해 요인을 측정하기 위한 방법으로 수신국 후보지 주변의 상공장애도 측정 방법이 사용된다. 상공장애도는 수신국 후보지에서의 주변 장애물에 대한 정보를 도식화한 개념이다.

그림 5의 (a)는 수신국 후보지의 위성 상공장애도 측정 방법을 나타내고 있다. 상공장애도 측정을 위하여 수평각(horizontal angle)과 고저각(elevation angle)이 측정 가능한 지적 측량용 토탈스테이션(total-station)을 이용하였으며 이 장치는 1km 측량 시 약 10mm 미만의 측정 오차를 가진다 [9]. 그림 5 (b)

는 (a)의 방법으로 측정된 데이터를 도식화 한 결과와 상공장애도와 가시위성간의 관계를 나타내고 있다.

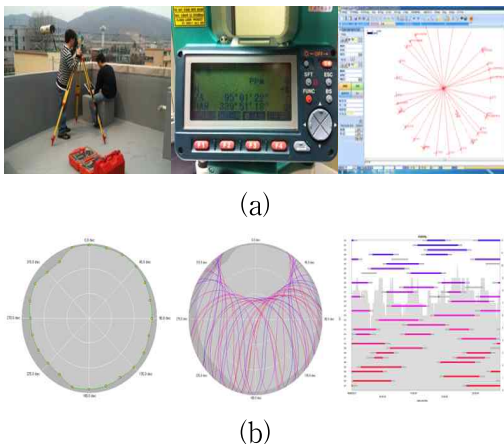


그림 5. 상공 장애도 분석 방법
Fig. 5. Sky clearance analysis methods

② 전파간섭 분석

항법위성에서 송출되는 신호는 크게 반송파와 코드로 나뉘고 코드에 포함된 정보가 반송파에 실려서 보내진다. GNSS 위성군 중 GPS는 L1, L2, L5신호로 구분되며 이 신호의 주파수는 L1(1575.42MHz), L2(1227.60MHz)를 주로 사용하고 있는데 이는 원자시계 출력 10.23MHz의 154배와 120배에 의해 생성된 값이다. GPS 현대화 계획에 따라 일부 위성의 경우 L5(1176.45MHz)로 신호를 송출하고 있다. 그림 6은 미국의 GPS, 유럽의 Galileo, 러시아의 GLONASS에 대한 주파수 분포를 나타내고 있다.

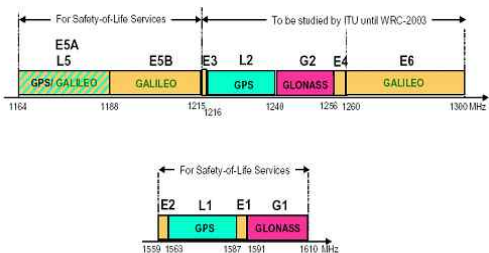


그림 6. GNSS 위성의 주파수 분포
Fig. 6. The frequency distribution of the GNSS

위성항법 신호는 항법위성으로부터 수신기의 안테나, 수신기로 도달하는 과정에서 그 신호의 강도가 약해지며 주변의 여러 전파에 의해 잡음(noise)을 포

함하게 된다. 신호가 약해지는 주요 원인은 주변의 장애물(나무, 전신주, 건물 등)에 의해 가려지거나 이를 통과하여 도달하는 경우와 낮은 고도각을 갖는 위성으로부터 신호가 도달되는 경우로 구분된다. 항법 위성의 신호 강도는 신호잡음비(signal to noise)로 표현되며 신호의 품질(quality)은 신호정도가 증가함에 따라 향상된다.

전파간섭 측정은 수신국 후보지 인근에서 위성신호 영역 대의 전파 존재 여부, 전파의 강도와 세기를 측정하여 위성 항법신호에 영향을 미칠 수 있는 전파를 파악하기 위한 과정이다.

그림 7은 전파간섭 분석을 위한 데이터의 획득 과정과 그 결과를 나타내고 있다. 신호분석기(FSV)와 안테나(HL-040)을 이용하여 각 대역별로 1시간단위의 최대치 유지(Max-Hold) 모드로 측정하며 외부 간섭신호 발생시 유입 방향 및 신호 세기를 측정하였다. 그림 7의 (b)~(d)는 GPS L1, L2, L5 신호 대역에 대한 각각의 측정 결과를 나타낸다.

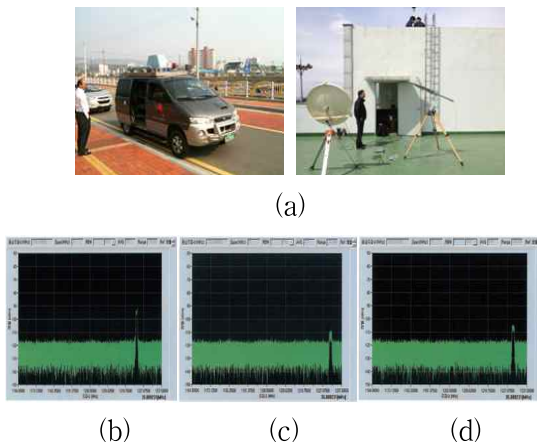


그림 7. 전파간섭 분석의 방법 및 결과 (a) 분석 방법, (b)~(d) GPS 신호대역 측정결과(L1,L2,L5)
Fig. 7. The methods and results of interference analysis

4) 네트워크 수신국 사이트 최종 선정

1차, 2차, 3차의 각 단계를 거쳐 분석된 결과에 의하여 최종적으로 네트워크 수신국 사이트를 선정한다.

Ⅲ. 네트워크 수신국 사이트 선정

II장의 선정 방법에 의거하여 실제적인 네트워크 수신국 사이트를 선정하였다.

3-1 1차 선정 후보군

1차 네트워크 사이트 후보군을 선정하기 위해 2-2 절의 요구사항을 고려하여 후보군을 선정하였다. 장기간 고정밀 서비스 제공, 신호의 품질확보, 구축 및 관리의 용이성, 서비스 지역 등을 고려한 결과 도로 주변 및 일반건물 보다는 보안, 구축, 관리가 용이한 건물이 우선적으로 고려되었으며 이를 위해 전국적으로 고르게 분포되어 있는 대한지적공사의 협조를 얻어 지사 건물을 기준으로 1차 선정 후보군을 구성하였다. 후보군의 선정에 있어 테스트 서비스 후보 지역인 오창 지역을 기준으로 하였다. 또한 각 수신국간의 기선거리가 30~60km 범위를 만족하는 후보지를 선정하였으며 후보지 주변의 고층건물 및 구조물 등을 고려하여 22개의 후보군 중 그림 8과 같이 16개의 후보군을 선정하였다.

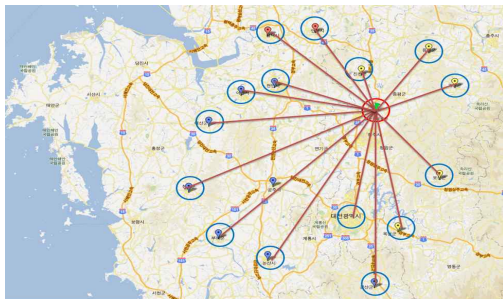


그림 8. 1차 선정 후보군

Fig. 8. First selected candidates of receiving station

3-2 2차 선정 후보군

1차 선정과정을 통해 선정된 16개의 후보군(천안, 공주, 아산, 논산, 금산, 부여, 청양, 예산, 보은, 옥천, 진천, 괴산, 음성, 평택, 안성, 오산)에 대하여 직접 방문을 통한 육안 검사 및 구축환경 검사를 수행 하였다. 육안 가시성 및 설치 가용성 평가 후 7개의 후보지를 결정할 수 있었다. 그림 9는 2차 선정 후보군에 대한 전경사진을 나타내고 있다.



그림 9. 2차 선정 후보군

Fig. 9. Second selected candidates of receiving station

3-3 3차 선정 후보군

2차 선정을 통해 선택된 7개의 후보군(공주, 부여, 예산, 보은, 옥천, 음성, 안성)에 대하여 주변전파 간섭 및 상공장애도 분석하였다.

① 전파 환경 분석 결과

각 후보군에 대하여 2-3절의 전파환경 분석 방법을 수행하였다. 그림 10은 대표적으로 옥천지역 수신국 후보군의 GPS L1, L2, L5 신호 대역에 대한 각각의 전파환경 분석 결과 스펙트럼을 나타낸다.

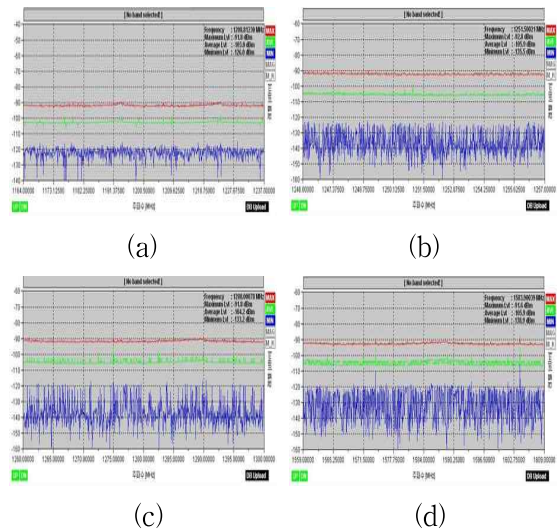


그림 10. 전파환경 분석 결과 스펙트럼

(a)1,164 ~ 1,237Mhz, (b)1,246 ~ 1,257Mhz, (c)1,260 ~ 1,300Mhz (d)1,559 ~ 1,609Mhz

Fig. 10. Spectrum of the propagation environment analysis results

그림 10의 (a)~(d)와 같이 모든 주파수 범위 대에 걸쳐 최대치 90dBm, 평균 105dBm, 최소치 140~150dBm으로 평상 노이즈레벨로 나타낸다. 다른 후보군 역시 위와 유사한 결과를 나타내며 이는 GPS의

신호 대역에 방해가 되지 않음을 의미한다. 표 2는 대표적인 사이트 후보군에 대하여 각 대역별로 1시간씩 첨두치(MAX-Hold)모드로 측정된 결과이다.

표 2. 전파간섭 분석 결과

Table 2. Propagation environment analysis

측정지점	수신주파수 대역 (MHz)	측정값	
		신호세기 (dBm)	전계강도 (dBdBμV/m)
옥천	1,164~1,237	-91.8	42.32
	1,246~1257	-92.8	41.54
	1,260~1,300	-91.8	42.65
	1,559~1,609	-91.6	44.09
보은	1,164~1,237	-92.0	42.12
	1,246~1257	-92.1	42.24
	1,260~1,300	-92.1	42.35
	1,559~1,609	-91.6	44.09
음성	1,164~1,237	-92.2	41.92
	1,246~1257	-92.4	41.94
	1,260~1,300	-91.7	42.75
	1,559~1,609	-91.5	44.19

위성의 신호세기와 전계강도를 통하여 각 대역에서 비주기성 펄스신호가 간헐적으로 출현하였으나 평균치가 평시 노이즈 수준으로 나타나 신호 대역 방해가 되지 않음을 알 수 있다.

② 상공 장애도 분석 결과

각 후보군에 대하여 2-3절의 상공장애도 분석 방법을 수행하였다. 위성 수신환경을 파악하기 위하여 수신국 설치 예정지에 토탈스테이션을 설치하여 수평 방향 15° 간격으로 위성항법 데이터의 수신을 방해할 수 있는 건물, 수목 등을 측정하여 표 3과 같이 정리하였다. 그림 11의 (a)~(g)는 각 후보지에 대한 측

정 결과를 도식화한 것이다.

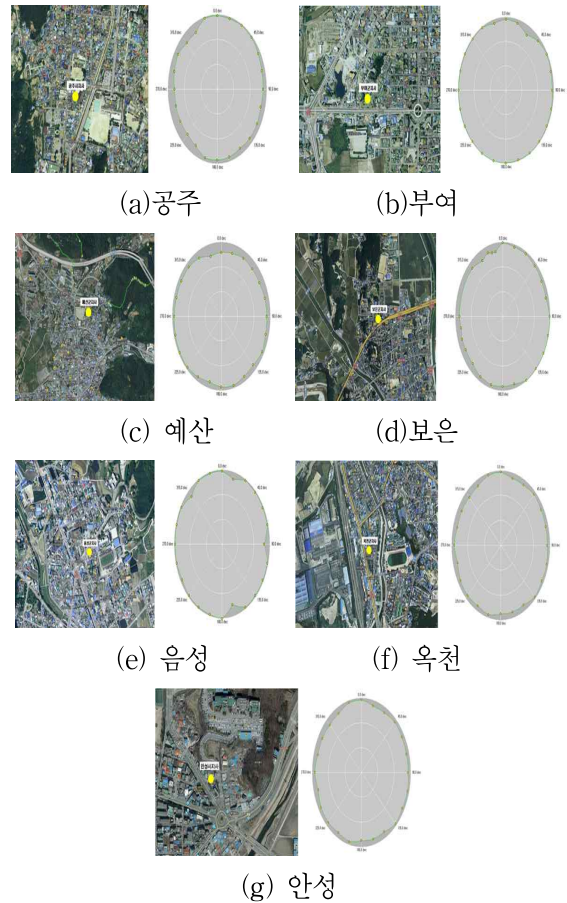


그림 11. 각 후보군에 대한 상공장애도 결과
Fig. 11. Sky clearance result for each candidate

예산 후보지를 제외한 모든 후보지에서 사이트 요구사항의 15도 범위 내에서 안정적으로 상공 시계 확보가 가능함을 알 수 있다.

표 3. 수신국 후보군에 대한 상공장애도 분석 결과

Table 3. Analysis result of Receiving station site's sky clearance

후보지	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	360
안성	10.57	12.12	11.29	10.53	9.13	12.30	10.53	2.32	3.26	4.33	2.34	2.35	1.37	2.01	4.32	2.45	2.08	1.53	1.53	5.00	10.59	7.12	13.49	10.57
부여	5.25	12.25	5.00	1.88	2.93	3.35	2.00	1.88	1.20	0.98	1.53	0.95	0.52	0.48	1.00	1.52	1.33	1.00	1.72	1.65	1.68	1.60	5.57	3.00
보은	3.92	3.20	4.23	5.27	5.58	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.63	5.70	4.75	6.05	9.75	9.37	8.25	9.98	8.15	8.32	12.93	8.87	11.12	11.32
음성	9.47	2.00	2.00	2.00	2.00	10.60	2.00	2.00	2.00	2.00	14.50	0.00	2.00	2.00	2.00	4.17	2.00	2.00	2.00	2.00	9.23	2.00	2.00	2.00
예산	11.63	9.48	9.57	9.85	7.47	6.83	6.17	3.88	7.37	6.28	3.62	4.57	8.25	5.67	2.67	2.63	3.33	3.73	5.10	5.83	6.15	9.03	15.30	12.88
공주	2.92	1.92	2.30	4.53	6.45	6.98	8.32	6.62	6.48	7.77	5.67	4.67	4.42	11.85	13.50	12.70	12.27	12.17	9.10	7.38	11.87	11.83	2.00	2.00
옥천	7.29	7.09	4.21	5.20	5.20	5.20	3.34	4.14	2.34	7.59	7.26	8.04	4.13	6.44	5.16	5.56	9.01	5.41	8.27	8.15	9.15	8.06	3.37	2.52

IV. 수신국 사이트 선정

II~ III 장의 1차, 2차, 3차에 걸친 네트워크 수신국 사이트 선정 절차에 따라 적합성을 표 4와 같이 정리하였다. 1차 선정결과 22개의 후보군 중 16개의 후보군을 선정하였으며 2차 선정결과 7개의 후보군으로 압축하였다. 현장 환경 분석을 통한 3차 선정결과 최종 4개의 수신국 후보지를 선택할 수 있었으며 최종 선정된 수신국 후보지는 보은, 음성, 안성, 공주이다. 그림 12는 수신국 후보지를 네트워크화 하여 정리한 결과를 나타낸다.

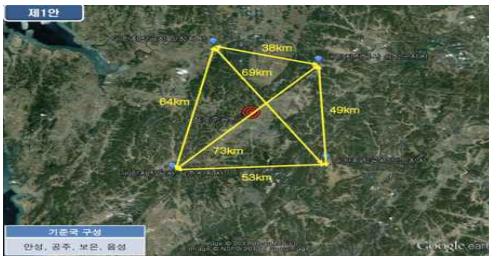


그림 12. 최종 사이트 선정 결과
Fig. 12. The final results of candidates selected receiving station

V. 결 론

네트워크 기반의 수신국 사이트 결정을 위하여 시스템의 특성과 가이드의 권고 사항에 따라 요구사항을 정리하였으며 사이트 선정을 위한 3단계 절차를 제시하였다. 1차 사전조사를 통하여 사이트 후보군을 생성 한 뒤 2차 현장조사, 3차 현장 환경 분석의 일련의 절차에 의해 최종 수신국 사이트를 선정하였다. 각각의 선정 단계에서 1차 16개 후보군, 2차 7개의 후보군, 3차 최종 4개의 수신국 사이트를 선정할 수 있었다.

추후 최종 선정된 네트워크의 가용성을 판별하기 위하여 네트워크 구성에 따른 사용자의 위치정확도 성능분석을 수행할 예정이다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 위성항법기반 교통인프라 기술개발의 연구비 지원(06교통핵심A3)에 의해 수행되었습니다.

표 4. 수신국 후보군 선정 절차

Table 4. Receiving Station candidate selection procedures

사이트 후보군	1차 선정				2차 선정				3차 선정			
	포털 확인 적합성	기관 협조 가능성	테스트 근접성 (이격)	1차 선정결과	육안 적합성	기관 협조 가능성	네트워크 및 통신 상태	2차 선정결과	데이터 분석		적합성	3차 최종 선정결과
									상공 장애도	전파 간섭		
대전 충남	Fail	Fail	Fail	Fail				Fail				
대전 동부	Fail	Fail	Fail	Fail				Fail				
천안	Pass	Pass	Pass	Pass	Fail	Pass	Pass	Fail				
공주	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	최종 선정
아산	Pass	Pass	Pass	Pass	Fail	Fail	Pass	Fail				
논산	Pass	Pass	Pass	Pass	Fail	Pass	Fail	Fail				
금산	Pass	Pass	Pass	Pass	Fail	Pass	Fail	Fail				
부여	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Fail	
청양	Pass	Pass	Pass	Pass	Fail	Pass	Fail	Fail				
예산	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	A	Pass	Fail	Pass	Pass	
보은	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	최종 선정
청원	Fail	Fail	Fail	Fail				Fail				
연기	Fail	Fail	Fail	Fail				Fail				
옥천	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	A	Pass	Pass	Pass	Fail	
진천	Pass	Pass	Pass	Pass	Fail	Pass	A	Fail				
충북	Fail	Fail	Fail	Fail				Fail				
괴산	Pass	Pass	Pass	Pass	Fail	Pass	Pass	Fail				
음성	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	최종 선정
평택(1)	Fail	Fail	Fail	Fail				Fail				
평택(2)	Pass	Pass	Pass	Pass	Fail	Pass	Pass	Fail				
안성	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	최종 선정
오산	Pass	Pass	Pass	Pass	Fail	Pass	Fail	Fail				

Reference

[1] C. Rizos., "Network RTK research and implementation: A geodetic Perspective", *Journal of Global Positioning System*, 1(2), pp. 144-150, 2002.

[2] C. Rizos., D. Han., "Reference Station Network RTK Systems - Concepts and Progress", *Wuhan University Journal of Natural Sciences*, 8(2), pp. 566-574, 2003.

[3] P. Wielgosz., I. Kashani., D. Grejner-Brzezinska., "Analysis of long-range network RTK during a severe ionospheric storm", *Journal of Geodesy, Volume 79, Issue 9*, pp. 524-531, Dec 2005.

[4] P. Dabove., et al., "Network RTK and Reference Station Configuration", *Inside GNSS Nov/Dec*. 2011.

[5] IGS Site Guidelines
<http://igs.cb.jpl.nasa.gov/guidelines/guidelines.html>

[6] NGS, Guidelines for New and Existing Continuously Operating Reference Station(CORS)

[7] NGS, National Geodetic Survey Guideline for Real Time GNSS Networks Draft v2.0, March 2011.

[8] D. A. Grejner - Brzezinska., "On accuracy and reliability of instantaneous network RTK as a function of network geometry, station separation, and data processing strategy", *GPS Solution*, 9: pp. 122-255, 2005.

[9] Leica Geosystems homepage
<http://www.leica-geosystems.co.kr/kr/index.htm>

손민혁 (孫民赫)



2009년 2월: 대구대학교 전자공학 (공학사)
 2011년 2월: 대구대학교 전자공학 (공학석사)
 2011년 9월~현재: 한국항공우주연구원 연구원
 관심분야 : 위성항법 정밀위치결정, 위성항법시스템고장검출, 위성항법 보강항법시스템

김규헌 (金奎憲)



2007년 2월 : 목원대학교 컴퓨터공학 (공학사)
 2011년 8월 : 충북대학교 전파·전자·정보통신공학(공학 석사)
 2011년 8월~현재 : 한국항공우주연구원 연구원
 관심분야 : 위성항법 정밀위치결정, 위성항법시스템고장검출, 위성항법 보강항법시스템

이은성 (李銀成)



1996년 2월 : 건국대학교 항공우주공학 (공학사)
 1998년 2월 : 건국대학교 기계공학 (공학석사)
 2005년 2월 : 건국대학교 항공우주공학 (공학박사)
 2007년 ~현재 : 한국항공우주연구원 선임연구원

관심분야: 위성항법 정밀위치결정, 위성항법 시스템 고장검출, 위성항법 보강항법시스템

허문범 (許文範)



1992년 2월 : 경희대학교 기계공학 (공학사)
 1997년 2월 : Illinois Institute of Technology(공학석사)
 2004년 2월:Illirnois Institute of Technology(공학박사)
 2005년 ~ 현재 : 한국항공우주연구원 선임연구원

관심분야: 위성항법 정밀위치결정, 위성항법시스템고장검출, 위성항법 보강항법시스템