

서울특별시 네트워크 RTK 시스템의 NTRIP 데이터 전송 및 Virtual RINEX의 활용

A Study on Utilization of NTRIP Data Delivery and Virtual RINEX from Seoul Metro Government Network-RTK System

곽 인 선* 남 대 현** 권 재 현***
In Sun Gwak Dae Hyun Nam Jay Hyoun Kwon

요 약 서울특별시는 2009년 초 4개의 GNSS 고정 기준국을 설치하고 네트워크 RTK 시스템을 구축하여 현재 운영 중에 있다. 현재는 무선인터넷을 이용한 VRS 측위 서비스와 후처리를 위한 고정 기준국 RINEX 데이터를 제공하고 있다. 본 연구에서는 서울특별시 네트워크 RTK 시스템의 활용성 증대 방안을 검토하고, Virtual RINEX 실용성 검토를 위한 실험을 수행하였다. 네트워크 RTK 시스템의 활용 다양화를 위한 검토는 1) GNSS 고정 기준국의 관측 데이터를 NTRIP을 통하여 타기관의 사용자 시스템으로 실시간 전송하고 수신측 기관에서는 이를 RINEX 데이터로 변환 생성하는 방법, 2) GNSS를 이용하여 주요 장대 시설물의 변위를 모니터링 하는 방법을 검토하였다. 또한 3) NTRIP을 이용한 GNSS Internet Radio로 VRS 보정 데이터를 네트워크 RTK 시스템으로부터 수신하고 무선모뎀을 이용, 소규모 작업 지역을 대상으로 방송하여 RTK측위를 실시하는 방법을 소개 하였다. Virtual RINEX 실용성 검토를 위한 실험은 1) GNSS고정 기준국에서 관측한 기준국 데이터와 특정 지점에서 실제로 관측한 GNSS 관측 데이터로 후처리한 성과와 그 지점의 Virtual RINEX 데이터를 이동국 데이터로 한 후처리 성과를 비교하였다. 또한 2) 특정 지점에 대한 VRS RTK 측위 결과와 이동국 측위 지점에 대한 Virtual RINEX 데이터의 후처리 성과를 비교하였다. 그 결과, Virtual RINEX와 GPS 관측 성과는 거의 동일하여 향후 Virtual RINEX도 후처리 데이터로 사용할 수 있는 가능성을 확인하였고, VRS RTK 측위 성과는 Virtual RINEX 후처리 성과와 수 mm 이내 차이를 보여 산출된 성과가 거의 같음을 확인할 수 있었다.

키워드 : 네트워크 RTK, GNSS, VRS, MAC, FKP, NTRIP, Virtual RINEX

Abstract Since January 2009, Seoul Metro Government(SMG) is operating own Network RTK Systems connecting four(4) GNSS Reference Stations which are installed inside Seoul Metro City area. SMG is currently providing VRS data service via wireless internet for Network-RTK and RINEX data observed from GNSS Reference Stations. This paper will discuss utilization of data available from SMG Network-RTK System for various applications, and present the test results on practicalities of Virtual RINEX data. For the utilization of data available from SMG Network-RTK system, 1)NTRIP data delivery of GNSS realtime observables streaming and converting to RINEX at receiving side, 2) monitoring deformation of bulky structures using GNSS observation were discussed. In addition to those discussion, 3) broadcasting VRS correction data for job site via radio modem after acquiring such correction data on-line using NTRIP based GNSS Internet Radio from SMG Network-RTK System were introduced. For the test results on practicalities of Virtual RINEX data, 1) the post-processing results of the GNSS observation data on a certain point with GNSS Reference Station data have been compared to the post-processing results of Virtual RINEX data on the same point generated from SMG Network-RTK System, and 2) VRS RTK positioning results for a certain point and post-processing results of Virtual RINEX data for the point were compared. The results showed only a few mm difference, and the high possibility for using Virtual RINEX data for post-processing applications.

Keywords : Network-RTK, GNSS, VRS, MAC, FKP, NTRIP, Virtual RINEX

* 서울특별시 도시계획국 토지관리과, 서울시립대학교 대학원 박사과정 수료 atgis@seoul.go.kr(교신저자)

** 서울특별시 도시계획국 토지관리과 과장 namdh44@seoul.go.kr

*** 서울시립대학교 공간정보공학과 교수 jkwon@uos.ac.kr

1. 서론

서울특별시(이하 서울시)는 2009년 초 관내 4개소에 GNSS 고정 기준국을 설치하고 네트워크 RTK 시스템을 구축하였다. 현재는 RTK 측량을 위한 보정 데이터를 인터넷으로, 후처리용 RINEX 데이터는 웹을 통하여 제공하고 있다.

네트워크 RTK 시스템은 다수의 GNSS 고정 기준국을 연결하여 각각의 기준국이 관측한 데이터를 실시간으로 수신하고, 정밀 측위를 위한 측위 보정 솔루션을 인터넷을 통해 제공한다. RTK 측위 사용자들은 정밀한 좌표를 가지고 있는 기지점에 별도의 기준국용 GNSS 시스템을 설치할 필요 없이 cm 정밀도의 RTK 측량이 가능하다. 따라서 사용자들이 기준국을 설치하지 않아도 되기 때문에 측위 또는 측량 비용 면에서 경제적이다. 또한 네트워크 RTK 시스템이 제공하는 측위 보정 데이터를 사용하는 경우 시스템에 연결된 GNSS 고정 기준국 망 내에서는 일정한 수준의 정밀도를 가진 RTK 측위 결과를 얻을 수 있다. 현재까지 개발된 네트워크 RTK 시스템의 보정 방식은 VRS (Virtual Reference Station), MAC (Master-Auxiliary Concept), FKP (Flat Korrection Plane)가 대표적이며 (Hans-Jurgen Euler, 2005), 현재 서울시의 네트워크 RTK 시스템은 이 모든 방식을 전부 수용하도록 구축되어 있다.

우리나라에서는 국토지리정보원이 2005년 3월 네트워크 RTK 시스템을 설치하고, 2007년 11월 정식으로 실시간 정밀 측위 서비스(네트워크 RTK 측위 서비스)를 시작하였다 (국토지리정보원, 2007).

네트워크 RTK 시스템 운영 이전에는 네트워크 RTK의 도입을 위한 연구들이 많이 이루어졌고, 서비스 이후에는 주로 네트워크 RTK 시스템의 성과 검증에 대한 연구들이 많이 발표되었다. [11]은 독일의 GPS 기준망을 이용하여 가상의 측점에 대한 RINEX 데이터를 생성하여 후처리 방식으로 VRS RINEX의 효용성을 검토하였다. [8]은 국토지리정보원의 네트워크 RTK 시스템을 이용하여 3등 기준점 고시성결과와 VRS 측량 결과 좌표값을 비교하여 VRS 측량방식의 효용성을 검증하였다. 또 [7]은 건설현장에서의 VRS-RTK 측량의 적용성을 검토하였고, [13]은 필계점의 정확도를 VRS-RTK 측량을 이용하여 평가하였다.

본 연구는 VRS 측량 외에 네트워크 RTK 시스템을 보다 적극적으로 이용할 수 있는 방안을 검토하고자 수행되었다. NTRIP 데이터 전송 프로토콜을 이용한 데이터의 가용성 확장은 네트워크 RTK 시스템이 생성하는 데이터를 다양한 분야에서 활용하게 했다. 그 구체적인 사례 중 일부에 대하여 검토하였으며, 기준국 망 내 임의의 점에 대한 Virtual RINEX의 후처리 이용 가능성에 대한 평가를 시도하였다.

2. NTRIP

2.1 NTRIP 개요

NTRIP(Network Transport of RTCM via Internet Protocol)은 인터넷을 통하여 GNSS 데이터를 스트리밍 방식으로 제공하는 프로토콜을 의미하며, 독일 BKG (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie)가 개발하여 공개한 프로토콜이다. 다시 말하면, NTRIP은 GNSS 보정데이터나 여러 종류의 GNSS 스트리밍 데이터를 인터넷이라는 매체를 통해서 전송하는 규약을 말한다[2].

2.2 NTRIP의 구성 및 기능

NTRIP은 DGPS 또는 RTK 데이터 스트림을 생성하는 NTRIP Source, NTRIP Source로부터 취득한 데이터를 NTRIP Caster로 중계하는 NTRIP Server, 그리고 GNSS 데이터를 일반 사용자들이 이용할 수 있도록 전송하는 NTRIP Caster로 구성된다. 마지막으로 NTRIP 방식으로 데이터를 사용하는 부분을 NTRIP Client로 분류한다[1].

서울시 네트워크 RTK 시스템을 상기의 분류에

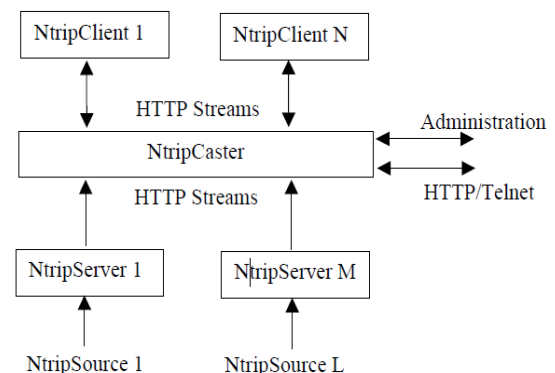


그림 1. NTRIP 구성 (NTRIP)

적용한다면 4개의 고정 기준국, 각종 보정 데이터를 생성하는 GPSNet 등이 NTRIP Source에 해당된다. 그리고 생성된 네트워크 RTK 보정데이터를 일반 사용자들이 쓸 수 있도록 제공하는 역할을 하는 Trimble NTRIP Caster(TNC)가 Ntrip Caster로 대응된다. 무선인터넷을 이용한 VRS 사용자, 일반 유선 인터넷을 이용한 네트워크 RTK 사용자 등이 NTRIP Client에 속하게 된다[5].

2.3 NTRIP의 특징

NTRIP의 특징은 다음과 같다. 첫째, 인터넷 기반 데이터 전송 프로토콜이다. 현재 NTRIP의 버전은 2.0으로 인터넷 프로토콜(HTTP)과 완벽히 호환된다. 둘째, 어떤 종류의 GNSS 데이터도 인터넷을 통하여 전송할 수 있는 장점이 있다. GNSS 보정치, RTK 관측치 등 모든 포맷의 GNSS 데이터를 전송할 수 있다는 것을 의미한다. 셋째, 여러 종류의 GNSS 데이터를 단 하나의 포트로 제공할 수 있어, 네트워크 RTK 사용자는 자신이 원하는 데이터를 선택적으로 취득할 수 있다. 넷째, 사용자를 접속계정에 의하여 관리할 수 있다. 따라서 접속이 허가된 이용자에게만 데이터를 제공함으로써 보안을 강화할 수 있다[6].

3. 서울시 GNSS 시스템

3.1 서울시 GNSS 시스템 개요

서울시는 관내 지적측량을 지원하기 위하여 2009년 1월 4개의 GNSS 고정 기준국과 네트워크 RTK 시스템과 실시간 변위 감시 시스템을 구축하였다(서울특별시, 2009). 또한, 시스템 이용의 편의를 위하여 서울특별시 네트워크 RTK 시스템 홈페이지를 별도로 구축하여 GNSS RINEX 데이터 및 고정 기준국 운영 현황 등 GNSS 관련 다양한 정보를 제공하고 있다.

3.1 GNSS 시스템 구성

서울시의 경우 GNSS 기준국을 도봉구, 송파구, 금천구, 강서구에 각 1개소씩 설치하여 운용중이며 각각의 위치는 그림 2와 같다.

4개의 GNSS 고정 기준국이 연결된 네트워크 RTK 시스템은 서울시 데이터 센터에 설치되어 있다. 또한 제공하는 RTK 보정정보의 무결성 확보를



그림 2. 서울시의 GNSS 기준국망도

위하여, 각각의 고정 기준국의 변위를 실시간으로 감시하기 위한 실시간 변위감시 시스템이 별도로 설치되어 있다.

3.2 네트워크 RTK 시스템

서울시 네트워크 RTK 시스템 구성도는 그림 3과 같다.

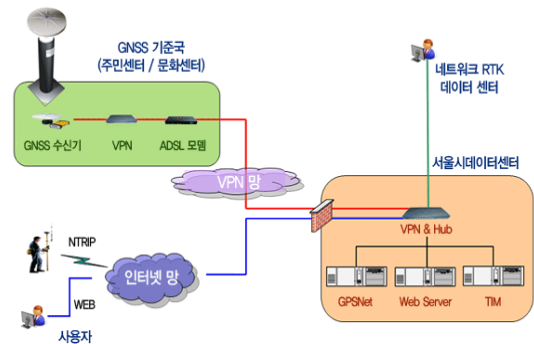


그림 3. 서울시 네트워크 RTK시스템 구성도 (서울시 네트워크 RTK 홈페이지)

서울시는 네트워크 RTK 시스템으로서 Trimble GPSNet을 도입하였다. GPSNet은 VRS방식, MAC 방식 및 FKP 방식을 모두 지원하는 시스템이다. 현재 보정 데이터는 CMR, CMR+, RTCM 2.3, RTCM 3.1 포맷으로 제공하고 있으며, 그림 4는 GPSNet에서 생성되는 서울시 네트워크 RTK 제공 포맷을 보여주고 있다.

```

SOURCEABLE 200 OK
Server: NTRIP Trimble NTRIP Caster
Content-Type: text/plain
Content-Length: 1514
Date: 03/Aug/2010:14:36:33 UTC

STR:VRS-RTD03-VRS-RTD03-RTM 2.3.1(1).3(10).18(1).19(1).2:GPS-GLONASS-SMG-KOR:0.0:1:1:Trimble GPSNet.None.B.N.0:;
STR:VRS-RTD01-VRS-RTD01-RTM 2.3.10(1).10(5).10(4).1.1 res:1.10(5).1. all res:1.10(5).1. all res:1.10(5).1.1:Trimble GPSNet.None.B.N.0:;
STR:VRS-OM-VRS-OM-OM-Oba(1).Info(10).PreInfo(1):2:GPS-GLONASS-SMG-KOR:0.0:1:1:Trimble GPSNet.None.B.N.0:;
STR:VRS-OM-VRS-OM-Vrs-Oba(1).Info(10).PreInfo(1):2:GPS-GLONASS-SMG-KOR:0.0:1:1:Trimble GPSNet.None.B.N.0:;
STR:OBN-RTD03-OBN-RTD03-RTM 2.3.1(1).3(10).18(1).19(1).2:GPS-GLONASS-SMG-KOR:37.6:127.0:0:Trimble GPSNet.None.B.N.0:;
STR:OBN-OM-OBN-OM-Oba(1).Info(10).PreInfo(1):2:GPS-GLONASS-SMG-KOR:37.6:127.0:0:Trimble GPSNet.None.B.N.0:;
STR:SNP-RTD03-SNP-RTD03-RTM 2.3.1(1).3(10).18(1).19(1).2:GPS-GLONASS-SMG-KOR:37.5:127.1:0:0:Trimble GPSNet.None.B.N.0:;
STR:SNP-OM-SNP-OM-Oba(1).Info(10).PreInfo(1):2:GPS-GLONASS-SMG-KOR:37.5:127.1:0:0:Trimble GPSNet.None.B.N.0:;
STR:QMC-RTD03-QMC-RTD03-RTM 2.3.1(1).3(10).18(1).19(1).2:GPS-GLONASS-SMG-KOR:37.5:126.9:0:0:Trimble GPSNet.None.B.N.0:;
STR:QMC-OM-QMC-OM-Oba(1).Info(10).PreInfo(1):2:GPS-GLONASS-SMG-KOR:37.5:126.9:0:0:Trimble GPSNet.None.B.N.0:;
STR:GAG-RTD03-GAG-RTD03-RTM 2.3.1(1).3(10).18(1).19(1).2:GPS-GLONASS-SMG-KOR:37.5:126.9:0:0:Trimble GPSNet.None.B.N.0:;
STR:GAG-OM-GAG-OM-Oba(1).Info(10).PreInfo(1):2:GPS-GLONASS-SMG-KOR:37.5:126.9:0:0:Trimble GPSNet.None.B.N.0:;
STR:VRS-OPS-VRS-OPS-RTM 2.1.1(1).3(10).18(1).19(1).2:GPS-SMG-KOR:0.1:1:1:Trimble GPSNet.None.B.N.0:;
ENDSOURCEABLE
    
```

그림 4. 서울시 네트워크 RTK 제공 포맷 (<http://gnss.seoul.go.kr:2101>)

GPSNet은 각 고정 기준국의 관측 데이터를 RINEX 데이터로 변환 생성하며, 서울시는 네트워크 RTK 시스템 홈페이지를 통하여 이를 제공하고 있다. 그림 5는 사용자가 홈페이지를 통하여 요청하는 임의의 지점에 대한 Virtual RINEX 데이터를 생성하고 제공받는 서울시 네트워크 RTK 홈페이지 화면이다.



그림 5. Virtual RINEX 데이터 생성 (서울시 네트워크 RTK 홈페이지)

3.3 실시간 변위 감시 시스템

제공하는 RTK 보정정보의 무결성 확보를 위한 실시간 고정 기준국들의 변위를 감시하는 시스템으로 TIM(Trimble Integrity Manager)을 설치, 운용 중이다. TIM은 변위를 모니터링 할 수 있는 3개의 실시간 엔진과 1개의 후처리 엔진으로 구성되어 있으며, 각 엔진의 특징은 그림 6과 같다.

TIM은 4개의 기준국으로부터 실시간 데이터를 취합하여 변위량을 산출한다. 기준국의 변위가 기준값을 초과할 경우 관리자에게 자동으로 이메일을 통하여 기준국 변위 초과에 대한 경보메일을 전달한다.

또한 후처리 변위감시 엔진을 통해 서울시 고정 기준국의 일일 변위량을 산출한다. 후처리를 위한

고정점으로는 IGS에서 취득한 수원(SUWN) 데이터를 사용하며, 서울시 고정 기준국의 변위량을 후처리 엔진으로 자동 처리한다. 처리된 결과는 홈페이지를 통하여 매일 자동 갱신하여 제공하고 있다.

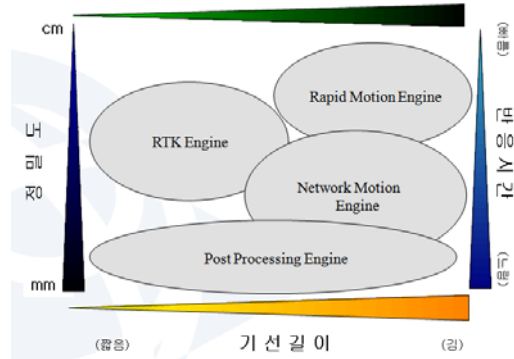


그림 6. TIM의 처리 엔진의 특징 (Trimble Integrity Monitor Brochure)

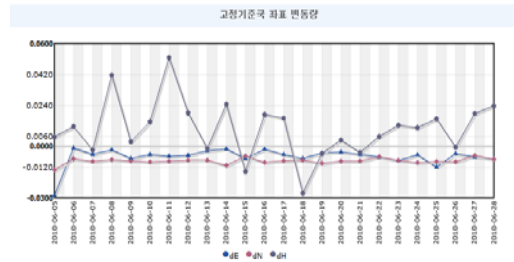


그림 7. 고정 기준국 변위발생량 (서울시 네트워크 RTK 홈페이지)

3.4 네트워크 RTK 시스템 홈페이지

서울시 네트워크 RTK 홈페이지는 네트워크 RTK 시스템의 활성화를 위하여 구축하였고, 일부 기능은 GPSNet의 웹모듈을 커스터마이징 하여 적용하였다.

주요 기능으로는 각 고정 기준국의 실시간 위성 추적 현황, GNSS고정 기준국 현황 및 좌표 변동량, GNSS 고정기준국 및 Virtual RINEX 데이터 제공, 네트워크 RTK 사용이력 제공 등이 있다. RINEX 데이터는 사용자가 원하는 기간과 예포크 인터벌만큼 주문형으로 제공하고 있다. 또한 서울시 네트워크 RTK 시스템을 이용한 측량 이력조회를 할 수 있다.



그림 8. 실시간 위성추적 현황 (서울시 네트워크 RTK 홈페이지)

이용한 주요시설물의 실시간 모니터링의 활용 방안을 소개한다.

4.1 NTRIP을 통한 서울시 고정기준국 데이터 제공

최근 기상(氣象)과 관련하여 GNSS 데이터를 이용하여 기상예보의 자료로 활용하는 연구가 활발히 이루어지고 있다. 한국천문연구원에서는 GNSS 가강수량 정보 제공 서비스 웹페이지를 통해 GNSS 가강수량과 기상정보 등을 제공하고 있다. [9]은 한국의 계절별 특성을 고려한 고정확도 GPS 수증기 추정 모델링에서 국토지리정보원의 4개 관측소의 1년치 관측데이터를 이용하여 분석하였으며, [16]은 GPS 관측 자료를 이용하여 대기 수증기의 연직 분포를 추정하였다. 이처럼 GNSS 데이터가 기상 분야에서 활발히 이용됨에 따라 이를 효과적으로 공유할 수 있는 방법이 필요하다.

서울시는 2010년 2월 8일 기성청과 기후변화 공동대응을 위한 업무협약(MOU)을 체결하였다[18]. 네트워크 RTK 시스템인 GPS Net에서 수신한 각각의 고정기준국 실시간 데이터를 NTRIP Caster를 이용하여 기상청이 제공 받을 수 있도록 설정함으로써 서울시는 실시간으로 GNSS 기준국 데이터를 기상청으로 제공할 수 있다.

데이터의 수신측에서는 BKG NTRIP 홈페이지에서 제공하는 BNC (BKG NTRIP Client) 프로그램으로 RINEX 데이터를 기록할 수 있다. BNC 프로그램은 실시간으로 수신되는 GNSS 데이터를 디코딩하여, RINEX로 변환해주는 프로그램이다(BNC Manual).

4.2 가상기준국 RINEX 데이터

[11]은 독일 서부지역 내에서 가상의 RINEX 파일을 생성하여 실제 기준국과 가상의 기준점 RINEX 데이터를 이용하여 기지점의 좌표정밀도를 분석하여 VRS RINEX의 효용성에 대해서 검증하였다. [10]은 GPS/INS 항공사진측량의 지상기준국 측량의 VRS 적용에 관한 연구에서 가상의 지점에 RINEX 파일을 GPS/INS 시스템의 외부표정 요소를 결정하는 실험에 이용하였다.

송태민 등의 연구처럼 관측해야할 대상지역이 매우 넓어 여러 지점에 대한 GNSS 데이터가 동시에 필요할 경우 해당 위치좌표와 취득 시간을 입력하여 Virtual RINEX를 생성할 수 있기 때문에 Virtual

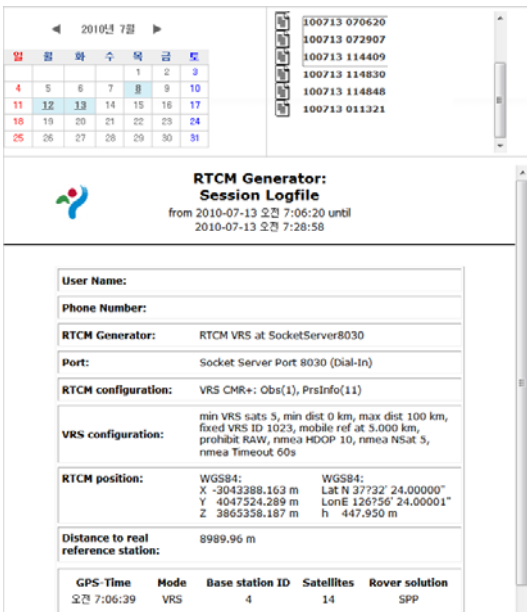


그림 9. 사용자 VRS 측량이력 (서울시 네트워크 RTK 홈페이지)

4. 서울시 네트워크 RTK 시스템 활용

이 장에서는 NTRIP을 통하여 서울시 GNSS 데이터를 제공하고 활용하는 방법을 검토하였다. 그리고 Virtual RINEX 데이터의 활용과 최근 GNSS를

RINEX는 매우 효과적이다.

서울시 네트워크 RTK시스템에서는 홈페이지를 통해 관내 특정 지점에 대한 RINEX데이터를 손쉽게 생성하여 이용할 수 있다.

4.3 변위 모니터링 시스템을 이용한 구조물 변위감시

GNSS를 이용한 주요 구조물의 변위 모니터링은 여러 방면으로 활발한 연구가 이루어지고 있다. [15]은 GPS의 높이값을 장대 교량의 수직변위 모니터링을 위하여 취득하고, 이를 레이저 변위계와 비교를 하였고, [14]은 다수의 GPS 센서를 이용하여 교량의 형상을 3차원으로 관리할 수 있는 시스템을 개발하였다.

변위 모니터링을 수행하고자 하는 대상물에 GNSS 수신기를 설치, 실시간으로 서울시 데이터 센터의 TIM으로 관측 데이터를 전송하여 대상물의 변위를 모니터링 할 수 있다. 모니터링 결과는 서울시 네트워크 RTK 홈페이지를 통하여 조회할 수 있다.

4.4 GNSS Internet Radio Client와 Radio Modem을 이용한 VRS 측량



그림 10. 변위 측정국의 변위량 (서울시 네트워크 RTK 홈페이지)

VRS 측량을 수행할 때, 휴대전화를 이용하여 무선인터넷으로 데이터 센터에 접속하여 RTK 보정 데이터를 취득해 가는 것이 일반적이다. 그러나 건설 현장처럼 UHF 무선 모뎀으로 커버가 가능한 지역에서 다수의 이동국 GNSS 측량기를 사용하는 경우, 휴대 전화를 사용하는 것보다 무선모뎀을 사용하는 것이 경제적 또는 실용상 합리적이다.

이런 경우에는 현장에서 PC에 GNSS Internet Radio를 설치하여 데이터 센터로부터 현장 내의 임의점에 대한 VRS RTK 보정치를 수신한다. 이를 무선 모뎀을 이용하여 GNSS 이동국이 사용할 수 있도록 현장 내에서 방송할 수 있다. 현장의 이동국은 GNSS 수신기 내장 또는 외장 무선모뎀을 이용하여 보정데이터를 수신, RTK 측위를 수행한다. 또한 현장 근처에 고정 기준국이 존재하는 경우에는 해당 고정 기준국을 선택하여 연결하면 동 기준국의 RTK 보정 데이터를 수신할 수도 있다.

시스템 구성도는 다음 그림과 같다.

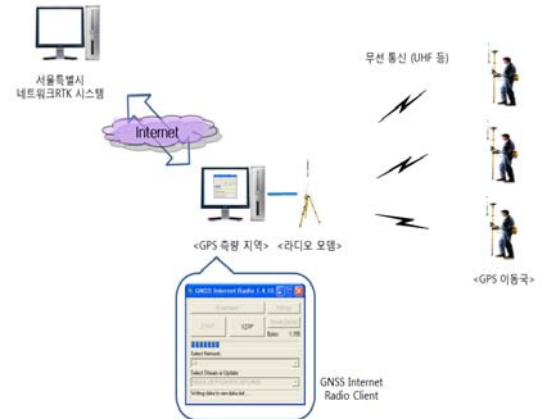


그림 11. GNSS Radio Client와 Radio Modem을 조합한 Network-RTK 측량 구성도

5. Virtual RINEX 데이터 및 성과 검증

4.2에서 기술한 것처럼, 이용창 등과 송태민 등은 Virtual RINEX를 생성하여 활용하였지만, 특정 지점에 대한 GNSS 정지측량 후처리 성과와 Virtual RINEX 데이터에 의한 성과비교는 이루어지지 않았다. 따라서 본 실험에서는 한 점에 대하여 GNSS 수신기를 이용한 후처리 성과와, 여기서 산출된 좌

표를 이용한 Virtual RINEX 성과를 후처리 방식으로 계산하고 두 성과를 비교하여, Virtual RINEX가 특정점의 후처리용 기준국 데이터로 사용될 수 있는지 여부를 확인하였다. 또한 VRS RTK 방식으로 관측하여, VRS RTK의 가상기준점의 좌표를 Virtual RINEX 파일을 생성하고 후처리하여 검증하였다.

5.1 실험 환경 및 관측

본 연구에서는 네트워크 RTK 측량 시 생성되는 가상기준점의 성과 및 정확도를 평가하기 위해 서울시 GNSS 기준국 네트워크 내부에 1점(도심지)과 외부에 2점(농지, 주거지)을 선정하였다.

선정한 기준점에 GNSS 수신기를 이용하여 정지 측량 관측 1회 2시간, VRS RTK 측량 방식으로 5회 반복 관측하였다. 관측은 개정된 공공측량 작업 규정(2010년 7월 1일, 국토지리정보원 고시) 중 네트워크 RTK 측량방법에 준하여 실시하였다.



그림 12. 선점 및 관측 (중구 도심지역)



그림 13. 이동국 관측

5.2 실험평가

실험 평가는 1) Static 측량에 의한 성과와 Virtual RINEX에 의한 후처리 성과 비교와 2) VRS RTK의 가상기준점을 Virtual RINEX를 이용하여 후처리 성과 검증하는 2가지를 수행하였고, 다음의 과정으로 진행하였다.

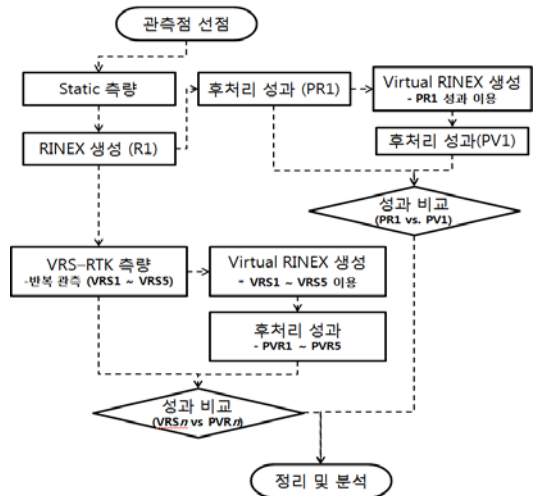


그림 14. 실험 검증 방법

5.2.1 GNSS 정지측량 성과와 Virtual RINEX 데이터에 의한 성과 비교

관측 위치는 중구 도심지역(서소문동), 노원구 주거지역(상계동), 강서구 농경지역(오곡동)으로 선정하였다. 관측은 각각 2시간 동안 정지측량을 수행하였다. 정지측량 RINEX 데이터 (R1)를 서울시 고정기준국 데이터와 함께 TGO 프로그램을 이용하여 결과(PR1)를 산출하였다.

관측지점의 Virtual RINEX를 생성하기 위해서 앞서 산출한 성과(PR1)를 이용하여 서울시 네트워크 RTK 홈페이지에서 Virtual RINEX 데이터를 생성하였다. 그 후 PR1을 산출했을 때와 동일한 고정기준국 데이터를 이용하여 후처리를 수행하였다. 처리된 결과는 다음과 같다.

실 관측에 의한 정지측량 성과와 Virtual RINEX에 의한 성과를 비교한 결과 모두 1cm 이하로 거의 차이가 없음을 알 수 있었다. 이를 통하여 송태민 등의 연구처럼 Virtual RINEX 데이터가 특정 관측점의 RINEX 데이터로 사용할 수 있음을 확인할 수 있었다.

표 1. GNSS 정지측량점과 동일지점이 가상기준점 처리 결과 비교 (중구 서소문동 도심지역)

		GNSS 정지측량 처리 성과	Virtual RINEX 처리 성과	차이
CH 002	Lat	37-33-51.76002	37-33-51.76002	-
	Lon	126-58-30.14045	126-58-30.14042	-
	H	57.762	57.760	-0.002
	N	551649.555	551649.555	0.000
	E	197794.710	197794.709	-0.010
CH 003	Lat	37-33-52.26108	37-33-52.26109	-
	Lon	126-58-30.12659	126-58-30.12660	-
	H	57.752	57.751	-0.001
	N	551665.003	551665.003	0.000
	E	197794.374	197794.374	0.001
CH 004	Lat	37-33-52.45421	37-33-52.45422	-
	Lon	126-58-30.73348	126-58-30.73349	-
	H	57.721	57.720	-0.001
	N	551670.953	551670.953	0.000
	E	197809.270	197809.270	0.000
CH 005	Lat	37-33-52.89222	37-33-52.89223	-
	Lon	126-58-31.41481	126-58-31.41482	-
	H	56.768	56.767	-0.001
	N	551684.452	551684.453	0.001
	E	197825.994	197825.994	0.001
CH 006	Lat	37-33-52.91832	37-33-52.91837	-
	Lon	126-58-32.16201	126-58-32.16205	-
	H	56.447	56.447	0.000
	N	551685.252	551685.254	0.002
	E	197844.332	197844.332	0.000

표 2. GNSS 정지측량점과 동일지점이 가상기준점 처리 결과 비교 (노원구 상계동 주거지역)

		GNSS 정지측량 처리 성과	Virtual RINEX 처리 성과	차이
TL 005	Lat	37-41-24.91557	37-41-24.91549	-
	Lon	127-02-58.83959	127-02-58.83957	-
	H	50.145	50.151	0.006
	N	565621.390	565621.387	-0.003
	E	204381.600	204381.600	0.000
TL 006	Lat	37-40-43.67904	37-40-43.67898	-
	Lon	127-02-46.20340	127-02-46.20339	-
	H	53.940	53.944	0.004
	N	564349.880	564349.878	-0.002
	E	204072.637	204072.637	0.000
TL 007	Lat	37-40-45.28211	37-40-45.28206	-
	Lon	127-03-21.77677	127-03-21.77676	-
	H	56.296	56.300	0.004
	N	564399.779	564399.778	-0.001
	E	204944.296	204944.295	-0.001
TL 008	Lat	37-40-32.62124	37-40-32.62124	-
	Lon	127-05-12.84771	127-05-12.84765	-
	H	94.474	94.477	0.003
	N	564011.511	564011.511	0.000
	E	207666.317	207666.315	-0.002
TL 009	Lat	37-40-02.08109	37-40-02.08107	-
	Lon	127-02-41.76819	127-02-41.76819	-
	H	48.564	48.567	0.003
	N	563067.336	563067.335	-0.001
	E	203964.572	203964.572	0.000

5.2.2 VRS RTK 가상기준점과 Virtual RINEX 후처리 성과의 비교

이동국 관측시 초기화 때 생성되는 가상기준점 (VRS)의 정확도 검증은 하기 위해, 동일 지점에 대하여 현재 서울시에서 운영 중인 네트워크 RTK 측량 서비스를 이용하여 VRS RTK 관측을 실시하였다.

관측은 개정된 공공측량 작업규정(2010년 7월 1 일, 국토지리정보원 고시) 중 네트워크 RTK 측량 방법에 준하여 3회 반복 실시하여 VRS RTK 성과 VR1~VR5 를 도출하였다. 가상기준점(VRS)은 이동국 관측시 기지점과의 초기화로 생성된 점의 위치를 GNSS 수신기의 데이터 로거 원시데이터에서 확인하였다.

생성된 VR1~VR5 등 5개의 지점에 대한 Virtual

RINEX는 서울시 고정 기준국 4개소의 동시간 RINEX 파일을 이용하여 후처리를 통해 결과를 산출하였다.

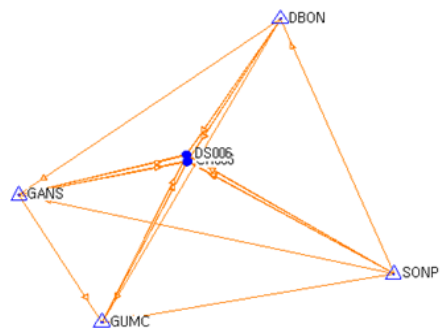


그림 15 가상기준국 데이터 처리(도심지역)

표 3. GNSS 정지측량점과 동일지점이 가상기준점 처리 결과 비교 (강서구 오크동 농경지역)

		GNSS 정지측량 처리 성과	Virtual RINEX 처리 성과	차이
TL 012	Lat	37-33-30.73765	37-33-30.73763	
	Lon	126-46-30.83374	126-46-30.83384	
	H	30.058	30.068	0.010
	N	551024.887	551024.886	-0.001
	E	180140.267	180140.269	0.002
TL 013	Lat	37-33-16.21202	37-33-16.21200	
	Lon	126-47-11.95572	126-47-11.95582	
	H	32.561	32.570	0.009
	N	550574.708	550574.708	0.000
TL 014	Lat	37-32-51.55303	37-32-51.55302	
	Lon	126-46-29.07435	126-46-29.07444	
	H	29.162	29.172	0.010
	N	549816.925	549816.925	0.000
TL 015	Lat	37-32-56.92951	37-32-56.92950	
	Lon	126-47-11.81815	126-47-11.81824	
	H	35.786	35.794	0.008
	N	549980.235	549980.234	-0.001
TL 016	Lat	37-32-27.54736	37-32-27.54735	
	Lon	126-46-30.32477	126-46-30.32486	
	H	28.768	28.778	0.010
	N	549076.757	549076.756	-0.001
	E	180123.114	180123.116	0.002

표 4 VRS RTK 성과와 후처리 성과의 비교 (도심지역)

점명	가상기준점 (VRS-RTK)		Virtual RINEX 후처리 성과		dN	dE
	N	E	N	E		
VR1	551650.162	197796.451	551650.162	197796.450	0.000	-0.001
VR2	551649.820	197834.186	551649.821	197834.186	0.001	0.000
VR3	551672.211	197809.905	551672.211	197809.905	0.000	0.000
VR4	551686.152	197826.518	551686.153	197826.518	0.001	0.000
VR5	551684.213	197844.213	551684.214	197844.214	0.001	0.001

TGO 소프트웨어를 이용해 해석된 Virtual RINEX 성과는 VRS RTK의 가상기준점 좌표와 cm 미만의 차이를 보였다.

결국 VRS RTK 측량 방법은 이동국 관측대상

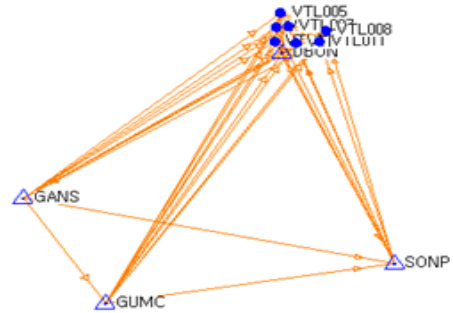


그림 16 가상기준국 데이터 처리(주거지역)

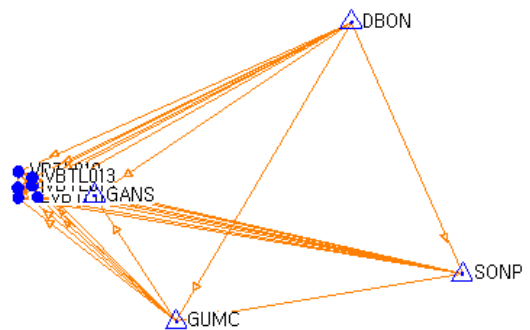


그림 17 가상기준국 데이터 처리(농경지역)

표 5 VRS RTK 성과와 후처리 성과의 비교 (주거지역)

점명	가상기준점		Virtual RINEX 후처리 성과		dN	dE
	N	E	N	E		
VR1	551025.601	180140.586	551025.596	180140.588	-0.005	0.002
VR2	550575.506	181148.840	550575.501	181148.842	-0.005	0.002
VR3	549817.846	180094.168	549817.842	180094.170	-0.004	0.002
VR4	549981.967	181143.399	549981.963	181143.401	-0.004	0.002
VR5	549077.606	180123.246	549077.603	180123.247	-0.003	0.001

표 6 VRS RTK 성과와 후처리 성과의 비교 (농경지역)

점명	가상기준점		Virtual RINEX 후처리 성과		dN	dE
	N	E	N	E		
VR1	565621.396	204381.496	565621.393	204381.496	-0.003	0.000
VR2	564355.445	204068.467	564355.443	204068.467	-0.002	0.000
VR3	564400.467	204942.483	564400.465	204942.483	-0.002	0.000
VR4	564013.304	207666.977	564013.303	207666.976	-0.002	-0.001
VR5	563067.233	203964.692	563067.232	203964.692	-0.001	0.000

대한 정확한 위치정보 뿐 만 아니라, 그 정확한 위치정보의 근간을 이루는 가상기준점도 기본 측량에 원리와 부합되고 그 정확도 또한 크게 이상이 없음을 알 수 있었다.

6. 결론

본 연구에서는 서울시 네트워크 RTK 시스템에 대한 VRS RTK 측량 외의 활용방안에 대해서 조사하였다. 인터넷 매체를 이용한 GNSS 데이터 제공 프로토콜인 NTRIP을 이용하여 실시간으로 4개소의 GNSS 데이터를 전송할 수 있으며, 수신측에서는 BNC 프로그램을 이용하여 RINEX 데이터를 생성할 수 있다. 기상청에서 이 방법을 사용한다면 GNSS 데이터를 효과적으로 수신하여 기상예보에 활용할 수 있을 것이다. 관내 다수 지점에 대한 RINEX 데이터가 필요한 경우 서울시 네트워크 RTK 시스템 홈페이지에서 원하는 지점, 시간 그리고 에포크 인터벌을 입력하여 생성하여 이용할 수 있다. 또한 서울시에서는 최근 주요 시설물에 GNSS 모니터링을 위하여 GNSS 변위모니터링 시스템을 이용할 수 있는 가능성을 열어두었다. 그리고 GNSS Internet Radio 프로그램을 이용한 VRS RTK 측량 방식을 소개하였다.

실제 GNSS 수신기를 이용한 관측성과와 Virtual RINEX에 의한 후처리 성과를 비교해 보았을 때 거의 차이가 없음을 알 수 있었고, Virtual RINEX를 특정 지점의 후처리용 데이터로 이용이 가능하다는 것을 알 수 있었다. 또한 VRS RTK 측량시 생성되는 가상기준점이 이 좌표를 이용한 Virtual RINEX의 후처리 성과 역시 수 mm 이내의 차이를 보여 차이를 보여 VRS RTK 측량시 가상기준점에 대한 성능이 입증되었다.

참 고 문 헌

- [1] Elmar LENZ, 2004, "Networked Transport of RTCM via Internet Protocol(NTRIP) - Application and Benefit in Modern Surveying System", FIG Working Week.
- [2] Gebhard H, Weber G., 2003, "Networked Transport of RTCM via Internet Protocol", Design-Protocol- Software, Federal Agency for Cartography and Geodesy.
- [3] Euler, 2007, "Reference Station Network Information Distribution. International Association of Geodesy Commission".
- [4] "BKG Ntrip Client(BNC) Version 2.2 Manual," 2010. Federal Agency for Cartography and Geodesy.
- [5] "Trimble GPSTServer - Data Publishing Using the Internet, User Guide", 2007, Trimble Navigation Ltd.
- [6] "Trimble GPSNet User Guide v2.7", 2007. Trimble Navigation Ltd.
- [7] 김인섭, 주현승, 2008, "건설현장에서의 VRS-RTK 측량 적용성 검토", 한국측량학회지, 제 26권 제 6호, pp.625~631.
- [8] 김혜인, 유기석, 박관동, 하지현, 2008, "국토지리정보원 VRS RTK 기준망 내부 측점 측량 정확도 평가", 한국측량학회지, 제 26권 제 2호, pp.139~147.
- [9] 송동섭, 2009, "한국의 계절별 특성을 고려한 고정확도 GPS 수증기 추정 모델링", 한국측량학회지, 제 27권 제 5호, pp.565~574.
- [10] 송태민, 권재현, 2008, "계절별 RTK GPS의 Mapping 정확도 평가", 한국GIS학회지, Vol.24, No.4, pp.381~388.
- [11] 이용창, 강준목, 2003, "GPS 기준망의 가상기준점에 의한 후처리 측위 분석", 한국측량학회 추계학술발표회 논문집, 2003, pp.123~126.
- [12] 이인수, 2005, "GPS 기준망의 가상기준점에 의한 후처리 측위 분석", 한국GIS학회지, Vol.13 No.1, pp.19~29.
- [13] 장상규, 김진수, 정공운, 2009, "VRS GPS을 이용한 필계점의 정확도 평가", 한국지형공간정보학회지, 제 17권 제 1호, pp.37~42.
- [14] 최병길, 나영우, 2009, "멀티 GPS 센서를 이용한 장대교량의 형상관리시스템 개발에 관한 연구", 한국측량학회지, 제37권, 제3호, pp. 385~392.
- [15] 최연웅, 장영운, 홍태화, 조기성, 2009, "장대교량 수직변위 모니터링을 위한 GPS 적용 연구", Journal of GIS Association of Korea, Vol.17, No.3, pp. 301~309.
- [16] 하지현, 박관동, 2009, "GPS 관측자료를 이용한 대기 수증기 연직 분포 추정", Atmosphere 19(3), pp. 289~296.

- [17] 홍성연, 2006, "RTK-GPS와 RTK-GPS/GLONASS에 의한 일필지 측량의 정확도 분석", 한국GIS학회지, Vol.14 No.2, pp. 211-221.
- [18] 아시아 경제신문, 2010년 2월 8일자.

논문접수 : 2010.09.29
수정일 : 1차 2010.11.16 / 2차 2010.11.22
심사완료 : 2010.12.06



곽 인 선

2002년 서울시립대학교 공간정보공학과 이학사
2004년 서울시립대학교 도시과학대학원 공학석사
2007년 서울시립대학교 공간정보공학과 박사과정 수료
1988년~현재 서울특별시
관심분야는 지적, 측량, 공간정보



남 대 현

2007년 서울시립대학교 도시과학대학원 공학석사
2009년 서울시립대학교 공간정보공학과 겸임교수
1980년~현재 서울시 현 토지관리과장
관심분야는 지적, 측량, 공간정보



권 재 현

1992년 서울대학교 지구과학교육과 교육학 학사
1994년 서울대학교 지구과학교육과 교육학 석사
2000년 오하이오주립대학교 측지학 박사
2005년~현재 서울시립대학교, 교수
관심분야는 측지, GNSS, 공간정보