

효과적인 측량 성과물 작성 및 사용자 편의성 강화를 위한 GNSS 현장 측량시스템 개발

Development of GNSS Field Survey System for Effective Creation of Survey Result and Enhancement of User Convenience

박준규¹⁾ · 김민규²⁾

Park, Joon Kyu · Kim, Min Gyu

Abstract

Korea has established an advanced infrastructure for real-time precise positioning such as CORS, virtual reference station service and perform continuous upgrading. However, in order to utilize the national infrastructure, it is necessary to process the acquired spatial information and take many steps to derive the final product. In addition, this process is highly dependent on foreign software. In this study, GNSS field survey system was developed and evaluation of its usability was performed. Real-time GNSS field survey system was developed and the system improves user's convenience and usability. The system was able to conduct survey effectively and produce the results. In addition, we compare the existing software with the survey performance to show the availability of the real-time GNSS surveying system. The system developed through the research can perform all the functions from real-time survey to the production of the outputs. It can create economical added value of the foreign software as a whole and simplify the work required for post-survey performance.

Keywords : GNSS, Field Survey System, User Convenience, Network RTK

초 록

우리나라는 국가 위성기준점 망, 가상기준점 서비스 운영 등 실시간 정밀위치결정을 위한 선진화된 인프라를 구축하고, 지속적으로 고도화해 나가고 있다. 하지만 국가적 인프라 활용에 있어 취득된 공간정보를 가공하여 최종 성과물 도출까지는 많은 과정을 거쳐야하며, 이 과정에서 외산 소프트웨어에 대한 의존성이 높은 편이다. 본 연구에서는 GNSS 측위 데이터 및 현장 측량시스템의 요구사항을 분석하여 실시간 정밀위치 결정과 효과적인 성과물 작성이 가능한 GNSS 현장 측량시스템을 개발하고 활용성을 평가하였다. 연구를 통해 사용자 편의성과 활용성을 향상시킨 실시간 GNSS 현장 측량시스템을 개발하였으며, 시스템을 이용하여 효과적으로 현황측량을 수행하고 성과물을 제작할 수 있었다. 또한 기존 측량시스템과 성과를 비교하여 개발된 GNSS 현장 측량시스템의 활용성을 제시하였다. 연구를 통해 개발된 시스템은 실시간 측량에서 성과물의 생성까지 일련의 기능을 모두 수행할 수 있으며, 외산 소프트웨어의 대체로 경제적 부가가치를 창출할 수 있어 측량업무의 효율성 향상에 기여할 것이다.

핵심어 : GNSS, 현장 측량시스템, 사용자 편의성, 네트워크 RTK

Received 2017. 06. 01, Revised 2017. 06. 08, Accepted 2017. 06. 16

1) Member, Department of Civil Engineering, Seoul University, Republic of Korea (E-mail: jkpark@seoul.ac.kr)

2) Corresponding Author, Member, Department of Civil Engineering, Chungnam National University, Republic of Korea (E-mail: mgkim@geosys.co.kr)

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

1980년대 개발된 GPS(Global Positioning System)를 시작으로 현재 GLONASS, Galileo, Compass 등 다양한 위성항법시스템이 운용되고 있어 진정한 GNSS(Global Navigation Satellite System) 시대를 맞이하였다(Park and Jung, 2016; Lee, 2017). GNSS는 측량은 물론 항법, 지구물리연구 등 다양한 분야에 활용되고 있으며, 공간정보 구축에 매우 효과적인 방법으로 유비쿼터스 시대를 위한 위치결정 및 일상생활과 관련된 다양한 콘텐츠 개발에 상당한 기대효과를 창출할 수 있다(Cho and Lee, 2016).

우리나라는 GPS 도입과 함께 관련 연구가 다양하게 이루어지고 있다. 정밀한 위치결정이 필요한 지진 및 지각변동 분야에 GNSS를 적용하기 위해 정지측량 관측자료의 처리를 통해 지각변동 속도를 산출하였으며(Kim and Bae, 2015), 국토지리정보원의 위성기준점 데이터를 학술용 소프트웨어로 정밀절대측위 처리하여 성과를 산정한 연구가 수행되었다(Lee and Lyu, 2015; Park and Kim, 2017). 위성항법시스템을 이용한 위치결정을 위해 다양한 소프트웨어를 비교·분석한 연구가 수행되었으며(Park and Um, 2016), 온라인으로 자료처리를 할 수 있는 웹서비스에 대한 분석도 이루어 졌다(Kang et al., 2010, Yoon et al., 2016).

현재 국토지리정보원은 위성기준점 망, 가상기준점 서비스 운영 등 실시간 정밀위치결정을 위한 선진화된 인프라를 구축하고, 지속적으로 고도화해 나가는 등 우리나라의 공간정보 구축 기술 선진화를 위해 많은 노력을 기울이고 있다. 하지만 국가적 인프라 활용에 있어 취득된 공간정보를 가공하여 최종 성과물 도출까지는 많은 과정을 거쳐야하며, 이 과정에서 외산 소프트웨어에 대한 의존성이 높은 편이다. 본 연구에서는 효과적인 측량 성과물 작성과 사용자 편의성을 강화한 GNSS 현장 측량시스템을 개발하고 이에 대한 활용성을 평가하고자 하였다. Fig. 1은 본 연구의 연구흐름도를 나타낸다.

2. GNSS 현장 측량시스템 개발

2.1 시스템 설계

본 연구에서는 GNSS 현장 측량시스템과 관련된 국내·외 연구동향 조사와 시스템의 요구사항에 대한 다각적인 분석을 기반으로 사용자의 편의성과 활용성을 고려한 GNSS 현장 측량시스템을 설계하였다. 시스템의 주요 기능은 데이터 import, NTRIP 설정, 데이터 편집, 시스템화면의 디스플레이, GNSS 장비 설정, 각종 계산, 데이터 export 등이 있으며, 각 기능에 대한 세부적인 메뉴를 설계하였다. Fig. 2는 시스템 메뉴를 나타낸다.

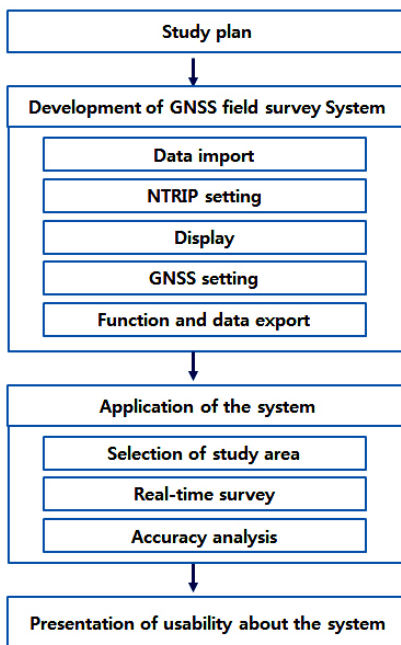


Fig. 1. Study flow

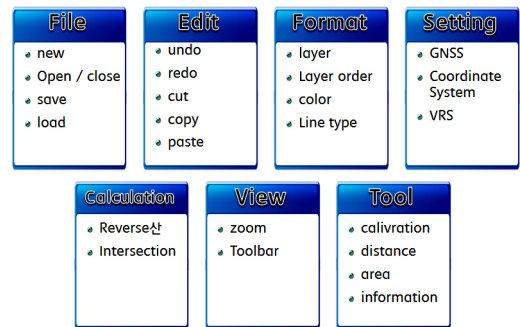


Fig. 2. System menu

2.2 시스템 구현

시스템은 사용자 편의성과 활용성을 고려하여 AutoCAD의 add-on형식으로 개발하였으며, 데이터 import, NTRIP 설정, 데이터 편집, 디스플레이, GNSS 장비설정, 각종 계산 및 데이터 export 기능을 구현하였다. 데이터 import는 *.DWG, *.VEC, *.DXF 형태의 파일을 import 할 수 있도록 하고, 추가로 shape 형태의 파일도 import할 수 있도록 구현하였다.

국토지리정보원의 VRS 서비스를 이용하기 위한 NTRIP

설정 기능은 VRS 서버에 접속하기 위해 필요한 기능으로 최초 서버 접속 후 실제 측량에는 사용하지 않기 때문에 최초 측량 시작 시 정보를 입력하고, 측량 중 사용하게 되는 메뉴에는 나타나지 않게 하였다. 이 기능에서는 국토지리정보원 서버의 IP 및 port를 설정하고, 사용자 이름과 비밀번호를 입력해 VRS 서비스에 접속할 수 있도록 하였다. Fig. 3은 데이터 import 기능이며, Fig. 4는 NTRIP 설정 화면을 나타낸다.

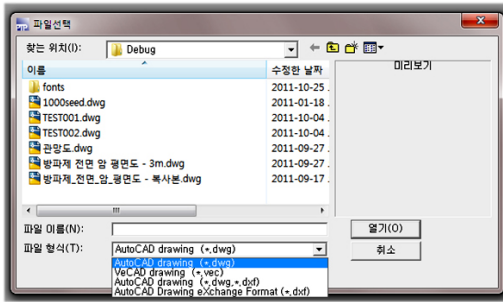


Fig. 3. Data import

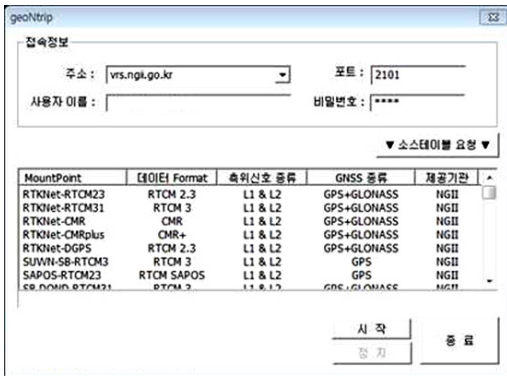


Fig. 4. NTRIP Setting

데이터 편집은 기본적인 CAD 기능과 같이 직전 작업의 실행취소, 다시 실행, 잘라내기, 복사, 붙여넣기 기능과 실시간 측량결과를 자동으로 결선하고, 배경도면 및 측량결과를 편집할 수 있는 기능을 구현하였다. 시스템화면의 디스플레이는 툴바 형태로 화면 좌측에 메뉴를 배치하였다. 툴바는 측량작업흐름에 따라 버튼을 배치하여 사용자 편의성을 높이고자 하였다. 툴바의 메뉴는 GNSS 설정, GNSS 연결 및 해지, 측량 버튼, 배경맵, 점 형태 확인 버튼, GNSS 상태, 포인트 이름, 좌표, DOP, 코드, 심볼로 구성하였다. Fig. 5는 시스템 화면의 툴바를 나타낸다.

GNSS 장비와 시스템의 연결을 위해 연결 port, baud rate, data bit, stop bit, parity의 설정이 가능하도록 장비설정 메뉴

를 구현하였다. 장비 연결의 경우, 측량을 위해 가장 먼저 수행되는 과정이기 때문에 장비 설정 이후 측량의 작업흐름을 고려하여 좌표계 설정이 바로 이루어질 수 있도록 메뉴를 구성하였다. Fig. 6은 GNSS 장비와 좌표계 설정을 나타낸다.



Fig. 5. Toolbar menu

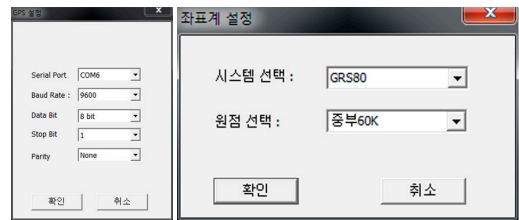


Fig. 6. GNSS and coordinate system setting

계산 기능은 거리 및 면적측정, 역계산, 교점계산을 구현하였다. 역계산은 실시간 측량결과와 import된 데이터의 좌표성과를 이용하여 거리, 방위, 사거리, 수평거리, 수직거리 등을 계산하며, 교점계산은 두 직선의 교점 좌표를 계산하는 기능이다.

데이터 export는 데이터 import와 같이 *.DWG, *.VEC, *.DXF 형태의 파일을 export 할 수 있으며, GIS 소프트웨어와의 원활한 호환을 위해 추가적으로 shape 형태의 파일로도 export 할 수 있도록 구현하였다.

주요 기능 이외에 추가적으로 측량시스템의 요구사항에 따라 측설 및 사이트 캘리브레이션 기능을 구현하였다. 측설은 좌표성과를 알고 있는 지점을 찾아가 수 있도록 하는 기능으로 방향과 거리로 해당 지점까지의 방향과 거리를 표시하도록 구현하였다.

사이트 캘리브레이션은 지적측량과 같이 지역마다 기준이 되는 좌표계가 다를 경우 이용할 수 있는 기능으로 성과를 알고 있는 4점 이상의 기지점 성과를 입력하고, 입력된 성과와 실제 VRS로 측정된 성과를 대응시켜 좌표계를 변환하는 기능을 수행한다. Fig. 7은 측설 기능이며, Fig. 8은 사이트 캘리브레이션 기능을 나타낸다.

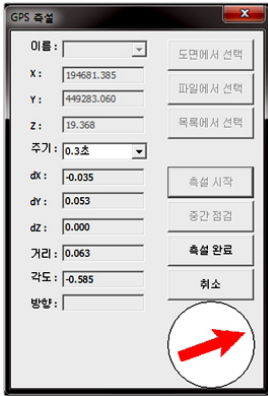


Fig. 7. Stake out



| Item | Description |
|--------------------|--|
| Channel | 440 |
| Satellite Tracking | GPS GLONASS SBAS Galileo Compass |
| Accuracy | Static H:3mm+0.1ppm V:3.5mm+0.1ppm Network-RTK H:8mm+0.5ppm V:15mm+0.5ppm |

Fig. 10. GNSS and specification



Fig. 8. Site calibration

3. 시스템의 활용성 평가

본 연구에서는 GNSS 현장 측량시스템의 활용성 평가를 위해 연구대상지를 선정하고, 현황측량을 수행하였다. 연구대상지는 경기도 가평 일원이며, 현황측량 대상은 도로, 교량, 도로 반사경, 건물 등 주요 시설물을 선정하였다. Fig. 9는 연구대상지를 나타내며, Fig. 10에 연구에 사용된 GNSS 수신기와 주 사양을 나타내었다.

연구대상지에 대한 현황측량은 도로, 교량, 도로 반사경, 건



Fig. 9. Study area

물과 정확도 평가를 위한 검사점에 대해 수행하였으며, 국토 지리정보원의 VRS(Virture Reference Station) 서비스를 이용하여 총 227 점을 측량하였다. 측량에 사용된 컨트롤러는 블루투스를 지원하는 일반적인 노트북 컴퓨터를 이용하였으며, 스마트폰의 테더링 기능을 이용하여 VRS 서비스에 연결하였다. 각 측정점에 대한 위치결정을 위해 측정당 10초 동안 관측하였으며, 도로, 건물 등 코드를 부여하여 측량을 수행하였다. Table 1은 측량 성과 중 일부를 나타낸다.

Table 1. Real-time survey result

| No. | N(m) | E(m) | H(m) | Code |
|-----|-------------|-------------|-------------|------|
| 1 | 478887.0651 | 238892.9622 | 193.0739073 | 도로 |
| 2 | 478887.2888 | 238901.4561 | 192.9633169 | 도로 |
| 3 | 478887.4938 | 238912.8093 | 193.7016978 | 도로 |
| 4 | 478887.0234 | 238918.73 | 194.0896433 | 도로 |
| 5 | 478884.5707 | 238925.0679 | 194.7751102 | 도로 |
| 6 | 478882.013 | 238927.9903 | 195.3561133 | 도로 |
| 7 | 478877.4732 | 238930.6815 | 196.3051441 | 도로 |
| 8 | 478872.368 | 238931.7922 | 197.1466982 | 도로 |
| 9 | 478865.8836 | 238930.6924 | 198.2022927 | 도로 |
| 10 | 478861.0695 | 238927.7321 | 198.935885 | 도로 |
| 11 | 478856.519 | 238921.8421 | 199.7010045 | 도로 |
| 12 | 478852.1506 | 238913.9088 | 200.7026433 | 도로 |
| 13 | 478846.4518 | 238901.2365 | 202.4773498 | 도로 |
| 14 | 478839.8039 | 238883.8784 | 204.8801197 | 도로 |
| ∴ | ∴ | ∴ | ∴ | ∴ |
| 78 | 479066.0097 | 239132.8569 | 183.04988 | 교량 |
| 79 | 479053.2527 | 239137.8603 | 183.1364854 | 교량 |
| 80 | 479046.0664 | 239133.1425 | 183.3756138 | 도로 |

| | | | | |
|-----|-------------|-------------|-------------|-------|
| 81 | 479040.1203 | 239132.8325 | 183.5796871 | 도로 |
| 82 | 479033.8908 | 239134.2599 | 184.0917477 | 도로 |
| 83 | 479025.4962 | 239134.0683 | 185.4083488 | 도로 |
| 84 | 479012.5794 | 239132.6952 | 186.8715145 | 도로 |
| 85 | 479002.4195 | 239130.7714 | 188.2716529 | 도로 |
| 86 | 478995.2899 | 239128.8417 | 189.2757555 | 도로 |
| 87 | 478984.4901 | 239123.2549 | 191.0239366 | 도로 |
| 88 | 478977.6502 | 239116.0549 | 192.4765865 | 도로 |
| 89 | 478971.1777 | 239108.6679 | 193.4172342 | 도로 |
| 90 | 478964.1943 | 239104.0437 | 193.0468619 | 도로 |
| 91 | 478969.5391 | 239111.3436 | 193.3292281 | 도로반사경 |
| 92 | 478970.4457 | 239116.1584 | 193.0036712 | 도로 |
| 93 | 478981.5399 | 239122.9702 | 190.0794743 | 도로반사경 |
| 94 | 479014.8055 | 239137.0955 | 186.6109469 | 도로반사경 |
| 95 | 479023.3427 | 239137.9179 | 185.7423384 | 도로반사경 |
| ∴ | ∴ | ∴ | ∴ | ∴ |
| 105 | 479091.5162 | 239126.8858 | 185.6321309 | 도로 |
| 106 | 479093.4641 | 239127.7989 | 185.7840996 | 도로 |
| 107 | 479098.4113 | 239122.7675 | 185.9390855 | 도로 |
| 108 | 479089.9925 | 239112.8595 | 186.2622743 | 도로 |
| 109 | 479070.8487 | 239095.0733 | 186.9011636 | 도로 |
| 110 | 479051.3447 | 239077.3607 | 187.4580598 | 도로 |
| 111 | 479024.81 | 239053.3931 | 187.9346031 | 도로 |
| 112 | 479002.5081 | 239033.1741 | 188.1160656 | 도로 |
| 113 | 478985.5558 | 239017.0455 | 188.2844276 | 도로 |
| 114 | 478969.5807 | 238998.9298 | 188.3692995 | 도로 |
| 115 | 478961.6387 | 238987.5991 | 188.448508 | 도로 |
| 116 | 478952.5085 | 238971.4571 | 188.6017794 | 도로 |
| 117 | 478946.5567 | 238956.8841 | 188.726997 | 도로 |
| 118 | 478941.0202 | 238941.3389 | 188.9967203 | 도로 |
| 119 | 478936.5066 | 238925.8839 | 189.2394311 | 도로 |
| 120 | 478930.5281 | 238897.3958 | 189.4787932 | 도로 |
| 121 | 478926.0562 | 238875.2528 | 189.9255759 | 도로 |
| 122 | 478921.2854 | 238852.1305 | 190.451376 | 도로 |
| 123 | 478917.579 | 238835.713 | 191.0230957 | 도로 |
| 124 | 478914.2525 | 238822.0805 | 191.5027833 | 도로 |
| 125 | 478909.6513 | 238809.2542 | 191.8809812 | 도로 |
| 126 | 478904.68 | 238798.7949 | 192.2126604 | 도로 |
| 127 | 478898.3359 | 238802.865 | 191.8807032 | 도로 |
| 128 | 478904.0743 | 238815.2161 | 191.4979936 | 도로 |
| ∴ | ∴ | ∴ | ∴ | ∴ |

| | | | | |
|-----|-------------|-------------|-------------|----|
| 193 | 478901.9864 | 238909.6332 | 188.8940421 | 건물 |
| 194 | 478902.9779 | 238916.694 | 188.8834575 | 건물 |
| 195 | 478906.456 | 238916.2174 | 188.6909173 | 건물 |
| 196 | 478905.0872 | 238895.9002 | 190.2746415 | 도로 |
| 197 | 478902.3202 | 238884.2559 | 189.8927969 | 도로 |
| 198 | 478901.5744 | 238872.381 | 189.697429 | 도로 |
| 199 | 478898.7465 | 238862.4633 | 190.1890691 | 도로 |
| 200 | 478898.1218 | 238858.0554 | 190.8106233 | 도로 |
| 201 | 479041.5873 | 239129.7242 | 183.8216984 | 도로 |
| 202 | 479033.6585 | 239125.1406 | 184.1388349 | 도로 |
| 203 | 479032.0669 | 239122.4435 | 184.5648788 | 도로 |
| 204 | 479026.7783 | 239112.071 | 185.0385379 | 도로 |
| 205 | 479018.8547 | 239098.4158 | 185.3487595 | 도로 |
| 206 | 479012.6799 | 239089.2709 | 185.8259189 | 도로 |
| 207 | 479002.4788 | 239081.0082 | 186.5266193 | 도로 |
| 208 | 478992.9407 | 239071.7627 | 186.6443217 | 도로 |
| 209 | 478986.0705 | 239062.3175 | 186.3974943 | 도로 |
| 210 | 478982.2971 | 239057.0644 | 186.41659 | 도로 |
| 211 | 478973.9528 | 239045.3402 | 186.5153034 | 도로 |
| 212 | 478970.2778 | 239040.3254 | 186.5803963 | 도로 |
| 213 | 478967.0771 | 239040.5205 | 186.6134338 | 도로 |
| 214 | 478963.8178 | 239040.5026 | 186.6589741 | 도로 |
| 215 | 478960.6077 | 239042.1726 | 186.9799977 | 도로 |
| 216 | 478963.7253 | 239055.084 | 186.916836 | 도로 |
| 217 | 478971.0789 | 239066.5178 | 186.6716372 | 도로 |
| 218 | 478975.5014 | 239075.384 | 186.5399992 | 도로 |
| 219 | 478977.9553 | 239083.0102 | 186.6103971 | 도로 |
| 220 | 478982.1653 | 239092.5718 | 186.6152557 | 도로 |
| 221 | 478986.8296 | 239100.7786 | 186.7891219 | 도로 |
| 222 | 478990.8073 | 239106.8572 | 186.2985168 | 도로 |
| 223 | 478987.7884 | 239108.12 | 188.005541 | 도로 |
| 224 | 478990.2528 | 239113.9975 | 187.9859559 | 도로 |
| 225 | 478993.4807 | 239120.9176 | 187.434352 | 도로 |
| 226 | 478987.8387 | 239118.3275 | 188.2819436 | 도로 |
| 227 | 478981.534 | 239112.2502 | 188.8870764 | 도로 |

측량시스템을 이용하여 코드별로 측량성과를 실시간으로 측정 및 결선했으며, 시스템의 화면상에서 실시간으로 확인하였다. 측량시스템은 최초 수신기 및 NTRIP설정 이후 자동으로 측점이 증가하도록 개발되어 현장 측량을 위해 코드 선택과 측정 메뉴만을 사용함으로써 사용자 편의성을 크게 증

가시킬 수 있었다. Fig. 11은 측량시스템 화면이며, Fig. 12는 측량성과와 수치지형도의 중첩을 나타낸다.

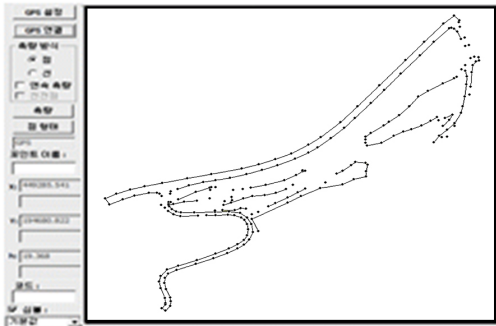


Fig. 11. GNSS field survey system

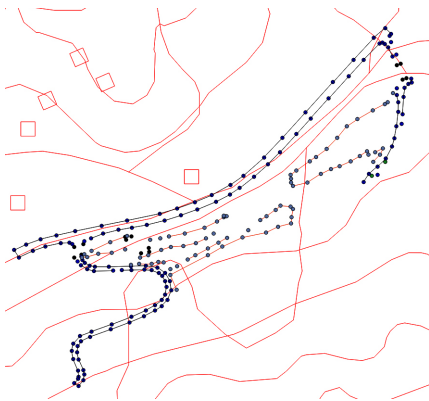


Fig. 12. Overlap of result and digital map

측량시스템은 측량 결과를 *.dxf 형식으로 저장하며, 성과의 활용성을 위해 *.shp 형태의 export 기능을 제공한다. Fig. 13은 *.shp 형태로 export한 결과를 나타낸다.

본 연구에서는 측량시스템의 활용성 평가를 위해 검사

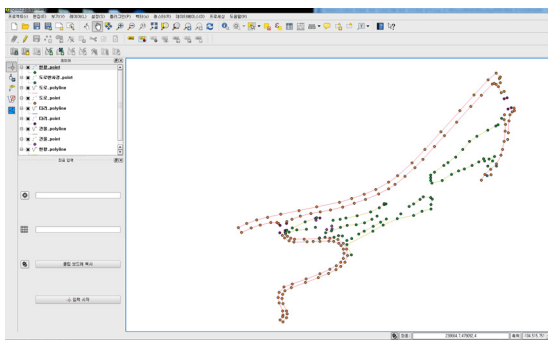


Fig. 13. Result of Shape file export

점 10개를 선정하여 기존 실시간 GNSS 측량에 활용되는 TA(Trimble Access) 소프트웨어와 측량결과를 비교하였다. Table 2는 검사점에 대한 측량결과 및 편차이며, Fig. 14는 그 그래프를 나타낸다.

Table 2. Survey result and deviation

| TA Software | | | | |
|-----------------------|------------|------------|---------|--------|
| No. | N(m) | E(m) | H(m) | Remark |
| 001 | 478815.570 | 238853.647 | 210.691 | |
| 002 | 478841.657 | 238899.529 | 202.834 | |
| 003 | 478877.600 | 238934.795 | 196.417 | |
| 004 | 478893.732 | 238860.637 | 191.591 | |
| 005 | 478909.734 | 238859.323 | 190.202 | |
| 006 | 478922.287 | 238889.929 | 189.646 | |
| 007 | 478935.043 | 238944.614 | 189.177 | |
| 008 | 478958.806 | 238995.707 | 188.601 | |
| 009 | 479036.909 | 239073.312 | 187.554 | |
| 010 | 479084.384 | 239122.600 | 185.148 | |
| Real-Time GNSS System | | | | |
| No. | N(m) | E(m) | H(m) | Remark |
| 001 | 478815.566 | 238853.652 | 210.693 | |
| 002 | 478841.662 | 238899.533 | 202.837 | |
| 003 | 478877.605 | 238934.790 | 196.416 | |
| 004 | 478893.736 | 238860.635 | 191.594 | |
| 005 | 478909.736 | 238859.326 | 190.198 | |
| 006 | 478922.285 | 238889.933 | 189.649 | |
| 007 | 478935.047 | 238944.617 | 189.180 | |
| 008 | 478958.808 | 238995.714 | 188.602 | |
| 009 | 479036.906 | 239073.308 | 187.555 | |
| 010 | 479084.386 | 239122.601 | 185.155 | |
| Deviation | | | | |
| No. | dN(m) | dE(m) | dH(m) | Remark |
| 001 | -0.004 | 0.005 | 0.002 | |
| 002 | 0.005 | 0.004 | 0.003 | |
| 003 | 0.005 | -0.005 | -0.001 | |
| 004 | 0.004 | -0.002 | 0.003 | |
| 005 | 0.002 | 0.003 | -0.004 | |
| 006 | -0.002 | 0.004 | 0.003 | |
| 007 | 0.004 | 0.003 | 0.003 | |
| 008 | 0.002 | 0.007 | 0.001 | |
| 009 | -0.003 | -0.004 | 0.001 | |
| 010 | 0.002 | 0.001 | 0.007 | |

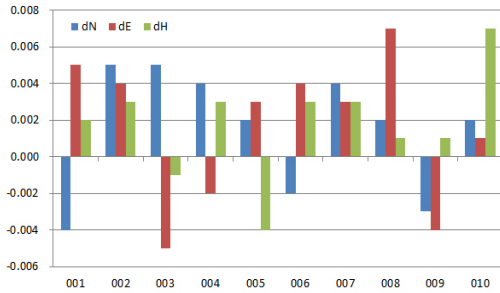


Fig. 14. Deviation graph

기존 시스템과 GNSS 현장 측량시스템의 편차는 N, E, H 방향으로 $-0.005\text{m} \sim 0.007\text{m}$ 로 나타났다. GNSS 현장 측량시스템의 측량성도가 기존 시스템과 0.007m 이하의 차이를 나타낸 것은 개발된 시스템이 충분히 측량에 활용 가능함을 나타내는 것이다. 연구를 통해 개발된 시스템은 정밀한 실시간 공간정보 취득과 성과제작을 가능하게 하여 측량 및 공간정보 관련 학술연구와 측량관련 산업분야 발전에 기여할 것이다.

4. 결론

본 연구는 효과적인 측량 성과물 작성 및 사용자 편의성 강화를 위해 GNSS 측위 데이터 및 측량시스템의 요구사항을 분석하여 실시간 정밀위치 결정과 효과적인 성과물 작성이 가능한 GNSS 현장 측량시스템을 개발하고 활용성을 평가하고자 한 것으로 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. GNSS 측량시스템과 관련된 국내·외 연구동향 조사와 시스템의 요구사항에 대한 다각적인 분석을 기반으로 사용자의 편의성과 활용성을 고려한 GNSS 현장 측량시스템을 개발하였다.

2. 시스템은 사용자 편의성과 활용성을 고려하여 AutoCAD의 add-on형식으로 개발하였으며, 데이터 import, NTRIP 설정, 데이터 편집, 디스플레이, GNSS 장비설정, 각종 계산 및 데이터 export 기능을 구현하였다.

3. GNSS 현장 측량시스템을 통해 효과적으로 현황측량을 수행하고, 성과물을 제작할 수 있었으며, 기존 측량시스템과 측량성도를 비교 및 분석하여 개발된 GNSS 현장 측량시스템의 활용성을 제시하였다.

연구를 통해 개발된 측량시스템은 실시간 측량에서 성과물의 생성까지 일련의 기능을 모두 수행할 수 있어 측량 관련 업무의 효율성 향상에 기여할 것이다.

감사의 글

이 논문은 2015년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(No. NRF-2015R1A1A1A05001366)

References

- Cho, I.S. and Lee, H.K. (2016), Experimental assessment on accuracy of kinematic coordinate estimation for CORS by GPS medium-range baseline processing technique, *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, Vol. 34, No. 1, pp. 79-90. (in Korean with English abstract)
- Kang J.M., Park, J.K., Lee, C.G., and Lee, Y.W. (2010), Accuracy analysis of online GPS data processing service, *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, Vol. 28, No. 1, pp. 13-20. (in Korean with English abstract)
- Kim, M.H. and Bae, T.S. (2015), Preliminary analysis of Network-RTK for navigation, *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, Vol. 33, No. 5, pp. 343-351. (in Korean with English abstract)
- Lee, H.K. (2017), Experimental implementation of continuous GPS data processing procedure on near real-time mode for high-precision of medium-range kinematic positioning applications, *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, Vol. 18, No. 3, pp. 31-40. (in Korean with English abstract)
- Lee, H.K. and Lyu, S.W. (2015), Implementation of a kinematic network-based single-frequency GPS measurement model and its simulation tests for precise positioning and attitude determination of surveying vessel, *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, Vol. 33, No. 1, pp. 131-142. (in Korean with English abstract)
- Park, J.K. and Jung, K.Y. (2016), Design of the realtime GNSS surveying software for advancement of geospatial information construction technology, *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, Vol. 34, No. 4, pp. 425-430.

- Park, J.K. and Kim, M.G. (2017), Application of scanning total station for efficiency enhancement of tunnel surveys, *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, Vol. 18, No. 4, pp. 242-247. (in Korean with English abstract)
- Park, J.K. and Um, D.Y. (2016), Analysis of positioning performance according to the condition of multi-constellation GNSS, *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, Vol. 17, No. 4, pp. 567-572. (in Korean with English abstract)
- Yoon, H.S., Choi, Y.S., and Kwon, J.H. (2016), Accuracy analysis of ocean tide loading constituent detection using GNSS positioning, *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, Vol. 34, No. 3, pp. 299-308. (in Korean with English abstract)