Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society
Vol. 19, No. 6 pp. 628-633, 2018

https://doi.org/10.5762/KAIS.2018.19.6.628
ISSN 1975-4701 / eISSN 2288-4688

GNSS 자료처리 S/W에 따른 정확도 분석

이용욱
인덕대학교 토목환경공학과

The GNSS Accuracy Analysis according to Data Processing S/W

Yong-Wook Lee
Dept. of Civil & Environmental Engineering, Induk University

요 약 GNSS의 정확도는 사용되는 장비에서부터 자료처리에 이르기까지 여러 가지 요인에 의해 그 정확도가 달라진다. 이것은 GNSS에 의한 위치결정이 요구되는 정확도에 따라 다르게 활용될 수 있기 때문이다. 높은 정확도를 요구하는 기준점 측량의 경우는 상대측위 방식으로 측량을 수행하게 되며, 기준점의 등급에 따라 관측시간과 자료처리 s/w가 다르게 사용되고 있다. 그러나 학술용 s/w는 사용자의 숙련도에 따라 그 정확도가 크게 좌우될 수 있어 기선거리가 짧은 경우에는 상업용 s/w를 사용하는 것이 효율성 측면에선 더 나을 수도 있다. 이에 본 연구에서는 GNSS측량 데이터에 대해 학술용 s/w와 상업용 s/w를 이용 자료처리를 수행 그 결과를 비교하였다. 연구 결과 수평위치에서는 2cm 미만의 차이를 나타냈으며, 높이 성과에 있어서는 5cm 미만의 차이를 나타냈다. 이러한 차이는 통합기준점 측량 규정에서 명시하고 있는 오차 범위에 존재하는 것으로 나타났다. 이상의 결과를 토대로 장기선이 아닌 중단기선에서는 상업용 s/w를 활용하여 GNSS 자료처리에 사용할 수 있다는 것을 입증할 수 있었다.

Abstract The accuracy of GNSS depends on several factors from the equipment used in data processing because GNSS positioning can be used differently depending on the accuracy required. In the case of the control point surveying requiring high accuracy, GNSS surveying is performed using the relative positioning method, and the observation time and data processing s/w are used differently depending on the class of the control points. On the other hand, the accuracy of academic software depends on the skill of the user, so it may be better to use commercial software in the case of a short baseline. In this study, the results of GNSS survey data were compared using scientific software and commercial software. The results showed that the horizontal position showed a difference of less than 2 cm and the height showed a difference of less than 5 cm. These differences were found to be in the error ranges specified in the unified control point survey regulations. Based on the above results, the commercial s/w can be used for GNSS data processing at the midterm baseline rather than the long baseline.

Keywords : Accuracy, Control Point, Data Processing, GNSS Surveying, Relative Positioning

1. 서론

GNSS에 의한 위치결정은 그 편리성으로 인해 많은 분야에서 활용되고 있다. 한 점의 위치를 실시간으로 결정하는 항법 분야에서부터 상대측위 원리로 정밀하게 위치를 결정하는 기준점 위치 측정 분야까지 활용될 수 있다. GNSS 위치정확도 향상에 관한 많은 연구가 그동안 진행되었다. 김두식 등은 GNSS의 위치결정시 오차 요인으로 작용하는 대류권 지연정보를 이용하여 이에 따른 정확도 향상 방법에 대하여 연구하였으며[1], 이원진 등은 GNSS 신호가 단절된 경우에 IMU에 생성되는 위치 및 자세 오차를 시뮬레이션을 통해 계산한 후 신호 단절

*Corresponding Author : Yong-Wook, Lee (Induk Univ.)
Tel: +82-2-950-7569 email: leeyoungwook@empal.com
Received March 16, 2018 Revised (1st March 30, 2018, 2nd April 6, 2018)
Accepted June 1, 2018 Published June 30, 2018

에 따른 정확도를 높이고자 보조센서 통합에 관한 활용 방안을 제시하였다[2].

GNSS 상시관측소를 활용한 정확도 분석에 있어서는 최우석 등이 국토지리정보원에서 운영하고 있는 Network-RTK를 이용한 기적도근점에 적용 가능함을 주장하였다[3]. 이홍규 등은 망조정을 통해 산정되는 함수모형과 통계모형이 기준점 위치 정확도에 미치는 영향을 분석하였다.[4]강준묵 등은 GNSS 자료 처리시 사용자의 숙련도에 따라 자료처리가 성과가 달라질 수 있어 온라인 GNSS 자료처리 프로그램의 위치 결정 가능성에 대한 연구를 수행하였다[5]. 조재명 등은 GNSS의 정밀해석이 지각변동 예측에 적용가능하다는 것을 입증하기 위하여 GNSS 상시관측소의 데이터를 분석하여 이들에 대한 연간 변동량을 계산하였다[6]. 반송파를 이용한 자료처리 프로그램을 개발하여 이에 대한 활용성을 검토한 연구도 그 동안 진행되었다[7]. 그리고 위치결정 시 위성의 위치를 결정하기 위해 필수적으로 요구되는 위성궤도력에 따른 정확도 분석을 수행한 연구도 있었으며, [8]위성 수신 환경에 변화에 따른 위치 정확도 영향에 관한 연구도 수행되었다[9].

자료처리 소프트웨어에 정밀도 분석에 관한 연구는 주현승 등이 상시관측소 데이터를 이용 학술용 s/w인 GAMIT와 상업용 s/w인 LGO를 이용하여 위성궤도력에 따른 분석을 수행하여 3시간 미만에서는 정확도가 저하된다는 것을 주장하였다[10]. 국토지리정보원 및 국립해양조사원에서 운영하고 있는 최상 등급의 기준점 측량은 8시간 관측을 규정으로 정하고 있으며 학술용 소프트웨어를 이용하여 자료 처리를 수행하도록 명시하고 있다. 그러나 학술용 소프트웨어의 경우 사용자의 숙련도에 따라 자료처리 정확도가 크게 달라질 수 있다. 국토지리정보원에서는 GNSS 측량의 편리성을 증대시키고자 전국에 10km 미만의 간격으로 통합기준점을 설치하였으며, 이에 따라 기준점 측량 시 기선거리는 30km 미만의 중단기선으로 기준점 배치가 전국에 가능해 진 상태이다. 따라서 중단기선의 경우 상업용 s/w와 학술용 s/w의 성과 차이가 없다면 상업용 s/w를 활용하는 것이 현자의 불편함을 줄일 수 있을 것이다. 이에 본 연구에서는 상업용 소프트웨어와 학술용 소프트웨어의 자료처리 정확도를 분석하여 장기선이 아닌 경우에 상업용 소프트웨어의 활용 가능성을 입증하고자 한다.

2. 본론

2.1 데이터 획득

데이터 획득은 기준점 측위에 적합한 이주파 GNSS 수신기를 사용하였으며, 모든 데이터는 8시간 이상 동시관측이 수행되도록 측정하였다. 8시간 이상의 관측시간을 수행한 이유는 기준점 측량 시 가장 높은 정밀도로 측량을 수행하는 것이 8시간 이상을 기준으로 하고 있기 때문에 이러한 조건에 부합하기 위하여 8시간 이상의 관측을 수행하였다. 관측은 2016. 4.18부터 20일까지 수행하였다. 날짜별로 관측된 측점은 아래 Table 1에서부터 Table 3과 같으며, 관측상태가 양호한 측점을 선별하여 표시하였다. 데이터는 측량업체로부터 협조를 통해 취득하였다. Fig 1.에서부터 Fig 3.은 관측지점을 나타내고 있다.

Table 1. GNSS Observation (2016.4.18)

Station	Observation time(hr)	Data format	Method
BKR1	8	rinex	Static
DJR2	8	rinex	Static
HDR4	8	rinex	Static
HW16	8	rinex	Static
SBR1	8	rinex	Static
SMH4	8	rinex	Static
SMH6	8	rinex	Static
SMR1	8	rinex	Static
SPBM	8	rinex	Static
SPH1	8	rinex	Static
WDM1	8	rinex	Static
WPR1	8	rinex	Static
WSY2	8	rinex	Static

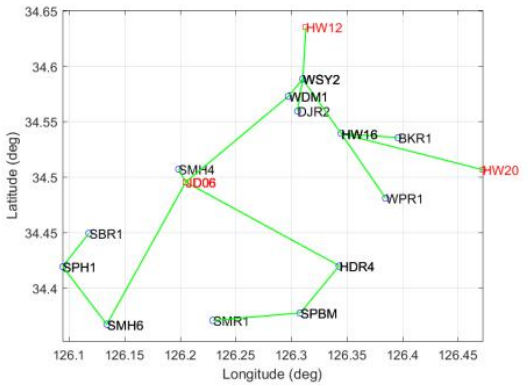

Fig. 1. Observation stations (2016.4.18)

Table 2. GNSS Observation (2016.4.19)

Station	Observation time(hr)	Data format	Method
ARJ8	8	rinex	Static
ARR1	8	rinex	Static
CRR1	8	rinex	Static
DRD1	8	rinex	Static
GSR4	8	rinex	Static
HDR4	8	rinex	Static
HHP2	8	rinex	Static
JCR1	8	rinex	Static
NDR6	8	rinex	Static
NSR1	8	rinex	Static
SHP1	8	rinex	Static
SHR2	8	rinex	Static
SPBM	8	rinex	Static
WDH9	8	rinex	Static
WPR1	8	rinex	Static

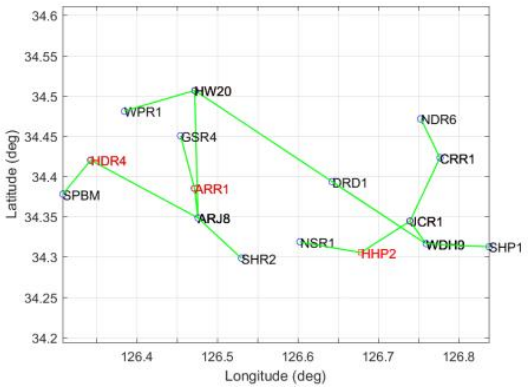

Fig. 2. Observation stations (2016.4.19)

Table 3. GNSS Observation (2016.4.20)

Station	Observation time(hr)	Data format	Method
ADR4	8	rinex	Static
BJP2	8	rinex	Static
CRR1	8	rinex	Static
DAR4	8	rinex	Static
DR04	8	rinex	Static
GMR2	8	rinex	Static
HJH1	8	rinex	Static
HJR3	8	rinex	Static
MDSD	8	rinex	Static
MHS1	8	rinex	Static
MRH3	8	rinex	Static
NDR6	8	rinex	Static
SHP1	8	rinex	Static
TD04	8	rinex	Static

관측에 있어서 고정점은 국토지리정보원에서 운영하고 있는 통합기준점이 활용될 수 있도록 동시 관측을 수행하였다.

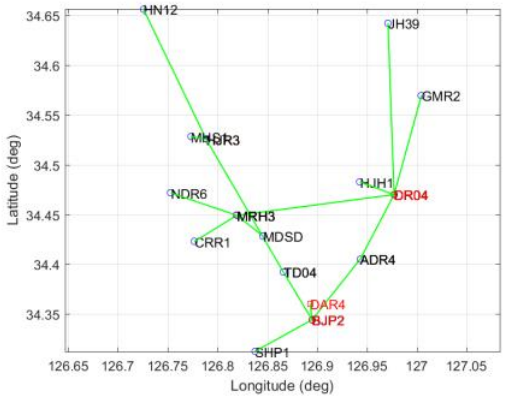

Fig. 3. Observation stations (2016.4.19)

2.2 결과분석

자료처리는 상업용 소프트웨어인 LGO와 학술용 소프트웨어인 버니스를 이용하여 자료처리 하였다. 버니스 자료처리는 통합기준점을 고정점으로 사용하였고 전리층 지연 및 궤도 정보 등은 CODE에서 제공하는 ION 파일을 이용하여 자료처리 하였다. 자료처리 순서는 정밀절대측위 방식을 통한 초기 좌표를 날짜 별로 처리하였고 이를 기반으로 한 상대 측위 방식을 통해 기선처리를 수행하였다. 대류권 지연량 추정은 기선거리가 짧기 때문에 사용하지 않았다. 이를 통해 상업용 소프트웨어에 의한 자료처리 결과와 학술용 소프트웨어에 의한 자료처리 결과를 분석하였다. Table 4와 Table 5는 버니스에 의한 자료처리결과와 LGO에 의한 자료처리 결과이다.

Table 4. Bernese data processing results(4.18)

Station	East(m)	North(m)	Ellipsoid Height(m)
BKR1	144557.4335	215725.4043	31.5057
DJR2	136270.0535	218442.8894	29.5759
HDR4	139615.8445	202943.9803	27.4918
HW16	139854.7617	216170.4223	27.1916
SBR1	118939.7084	206354.7694	26.5183
SMH4	126394.1707	212714.9887	26.5575
SMH6	120338.5034	197231.741	28.9022
SMR1	129110.8909	197546.9019	27.0189
SPBM	136372.8408	198263.5913	29.5056
SPH1	116732.7806	203043.647	26.1487
WDM1	135552.4205	219949.6329	25.8184
WPR1	143494.194	209689.1993	27.9974
WSY2	136723.5272	221633.2005	26.11

Table 5. LGO data processing results(4.18)

Station	East(m)	North(m)	Ellipsoid Height(m)
BKR1	144557.4335	215725.4043	31.5057
DJR2	136270.0535	218442.8894	29.5759
HDR4	139615.8445	202943.9803	27.4918
HW16	139854.7617	216170.4223	27.1916
SBR1	118939.7084	206354.7694	26.5183
SMH4	126394.1707	212714.9887	26.5575
SMH6	120338.5034	197231.741	28.9022
SMR1	129110.8909	197546.9019	27.0189
SPBM	136372.8408	198263.5913	29.5056
SPH1	116732.7806	203043.647	26.1487
WDM1	135552.4205	219949.6329	25.8184
WPR1	143494.194	209689.1993	27.9974
WSY2	136723.5272	221633.2005	26.11

Table 6. Difference Bernese-LGO (4.18)

Station	East(m)	North(m)	Ellipsoid Height(m)
BKR1	0.003	-0.003	-0.033
DJR2	-0.005	-0.008	0.013
HDR4	0.007	0.004	-0.012
HW16	0.002	-0.005	-0.021
SBR1	-0.005	0.008	-0.026
SMH4	-0.002	-0.004	-0.009
SMH6	-0.006	0.010	-0.042
SMR1	-0.003	0.005	-0.047
SPBM	-0.001	0.004	-0.053
SPH1	0.003	0.008	-0.040
WDM1	0.000	-0.009	0.017
WPR1	0.001	0.003	-0.035
WSY2	0.007	-0.008	-0.021

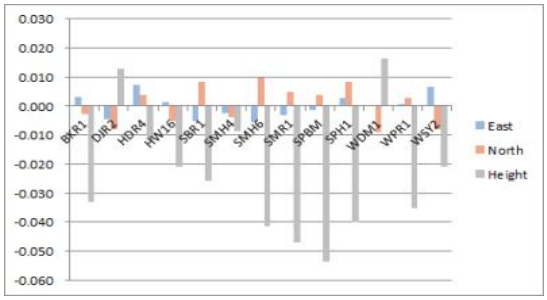

Fig. 4. N, E, H Difference (Bernese-LGO (4.18))

Table 6.과 Fig. 6은 버니스에 의한 자료처리 결과와 LGO에 의해 자료처리된 결과의 차이를 나타난 것으로 N, E 성분에 있어서는 모든 측점들이 1cm 미만으로 양호한 성과를 얻었지만, 높이 성과에 있어서는 4cm를 초과하는 측점이 4점 발견되었다. Table 7과 8은 4.19일 측정된 결과를 나타내고 있다.

Table 7. Bernese data processing results(4.19)

Station	East(m)	North(m)	Ellipsoid Height(m)
ARJ8	151813.1574	194919.8988	28.3228
ARR1	151441.655	198970.9173	27.3296
CRR1	179464.8314	203088.1661	27.8094
DRD1	167146.8156	199837.7254	27.1681
GSR4	149885.7867	206219.6063	27.8432
HDR4	139615.8331	202943.9734	27.5153
HHP2	170415.5107	190057.5335	28.3185
JCR1	176026.3573	194381.5835	27.8543
NDR6	177306.4587	208509.2009	28.7754
NSR1	163447.6844	191546.3091	27.0915
SHP1	185036.1256	190827.0468	29.9362
SHR2	156730.2405	189342.2770	26.446
SPBM	136372.8400	198263.5887	29.5211
WDH9	177858.1172	191251.4638	27.9862
WPR1	143494.1947	209689.1927	28.0209

Table 8. LGO data processing results(4.19)

Station	East(m)	North(m)	Ellipsoid Height(m)
ARJ8	151813.1638	194919.9102	28.3437
ARR1	151441.6587	198970.9189	27.3419
CRR1	179464.8348	203088.1785	27.7659
DRD1	167146.8174	199837.7312	27.1844
GSR4	149885.7918	206219.6122	27.8394
HDR4	139615.8372	202943.9764	27.5035
HHP2	170415.5168	190057.5407	28.3029
JCR1	176026.3616	194381.5929	27.8307
NDR6	177306.4724	208509.2149	28.7325
NSR1	163447.6792	191546.3121	27.1242
SHP1	185036.1326	190827.0590	29.9431
SHR2	156730.2393	189342.2798	26.4866
SPBM	136372.8422	198263.5876	29.5591
WDH9	177858.1208	191251.4678	27.9890
WPR1	143494.1933	209689.1965	28.0327

Table 9. Difference Bernese-LGO (4.19)

Station	East(m)	North(m)	Ellipsoid Height(m)
ARJ8	-0.006	-0.011	-0.021
ARR1	-0.004	-0.002	-0.012
CRR1	-0.003	-0.012	0.044
DRD1	-0.002	-0.006	-0.016
GSR4	-0.005	-0.006	0.004
HDR4	-0.004	-0.003	0.012
HHP2	-0.006	-0.007	0.016
JCR1	-0.004	-0.009	0.024
NDR6	-0.014	-0.014	0.043
NSR1	0.005	-0.003	-0.033
SHP1	-0.007	-0.012	-0.007
SHR2	0.001	-0.003	-0.041
SPBM	-0.002	0.001	-0.038
WDH9	-0.004	-0.004	-0.003
WPR1	0.001	-0.004	-0.012

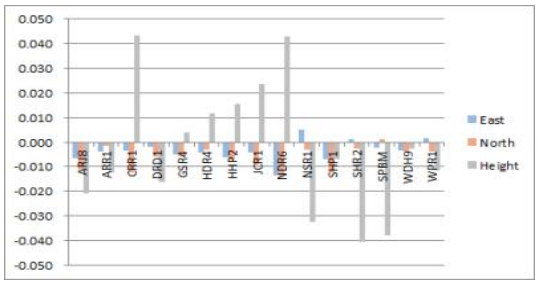

Fig. 5. N, E, H Difference (Bernese-LGO (4.19))

Table. 9와 Fig. 5의 경우는 4.19일에 대한 버니스와 LGO의 결과 차이를 나타낸 것으로 N, E 성분에 있어서는 모든 측점에서 1cm 미만의 차이를 보였고 높이 성분에 있어서는 4cm를 초과하는 측점이 2점이 나타났다.

Table 10. Bernese data processing results(4.20)

Station	East(m)	North(m)	Ellipsoid Height(m)
ADR4	194771.4793	201106.5295	27.9102
BJP2	190318.6027	194355.5355	28.6488
CRR1	179464.8378	203088.1816	27.7973
DAR4	190150.009	196142.7265	28.2164
DR04	197895.2954	208295.1961	29.5508
GMR2	200421.3389	219333.6785	28.9199
HJH1	194742.3036	209700.0915	27.9761
HJR3	180583.9926	214496.6652	27.3077
MDSD	185823.3101	203660.6124	27.7223
MHS1	179179.4807	214776.4357	27.2846
MRH3	183397.8277	205996.7278	28.1583
NDR6	177306.4725	208509.2127	28.7645
SHP1	185036.1595	190827.033	29.9176
TD04	187677.4461	199669.9962	27.2803

Table 11. LGO data processing results(4.20)

Station	East(m)	North(m)	Ellipsoid Height(m)
ADR4	194771.4811	201106.5348	27.8558
BJP2	190318.5991	194355.5362	28.6419
CRR1	179464.8348	203088.1785	27.7659
DAR4	190150.0106	196142.7279	28.1796
DR04	197895.2940	208295.2015	29.5138
GMR2	200421.3386	219333.6772	28.8670
HJH1	194742.3059	209700.0885	27.9428
HJR3	180583.9827	214496.6676	27.3162
MDSD	185823.3052	203660.6145	27.7211
MHS1	179179.4704	214776.4382	27.2920
MRH3	183397.8304	205996.7322	28.1232
NDR6	177306.4724	208509.2149	28.7325
SHP1	185036.1326	190827.0590	29.9431
TD04	187677.4404	199669.9952	27.2760

Table 12. Difference Bernese-LGO (4.20)

Station	East(m)	North(m)	Ellipsoid Height(m)
ADR4	-0.002	-0.005	0.054
BJP2	0.004	-0.001	0.007
CRR1	0.003	0.003	0.031
DAR4	-0.002	-0.001	0.037
DR04	0.001	-0.005	0.037
GMR2	0.000	0.001	0.053
HJH1	-0.002	0.003	0.033
HJR3	0.010	-0.002	-0.008
MDSD	0.005	-0.002	0.001
MHS1	0.010	-0.003	-0.007
MRH3	-0.003	-0.004	0.035
NDR6	0.000	-0.002	0.032
SHP1	0.027	-0.026	-0.026
TD04	0.006	0.001	0.004

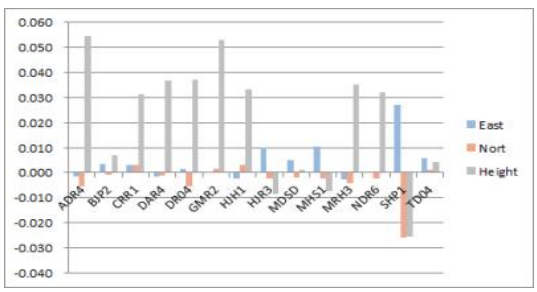

Fig. 6. N, E, H Difference (Bernese-LGO (4.20))

Table 10.과 Table 11.은 4.20일 측량한 데이터에 대한 버니스와 LGO를 이용한 자료처리 결과를 보여주고 있다. N, E 성분의 경우 한 측점을 제외 하고는 앞서 측량한 결과와 비슷하게 학술용과 상업용의 차이가 1cm 정도로 양호한 결과를 얻을 수 있었지만 높이 결과에 있어서는 4cm를 초과하는 측점이 2점이 발생한 것을 알 수 있었다. Fig. 7과 8은 전체 측점에 대한 N, E 성분에 대한 차이를 나타낸 것이다.

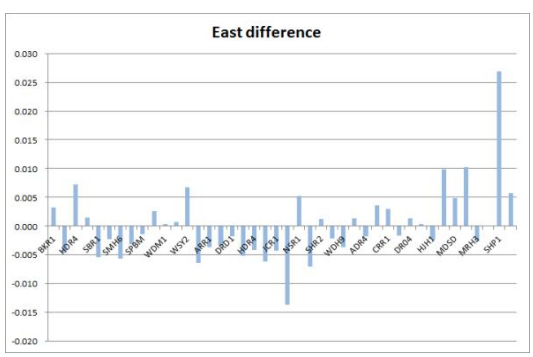

Fig. 7. East difference(m)

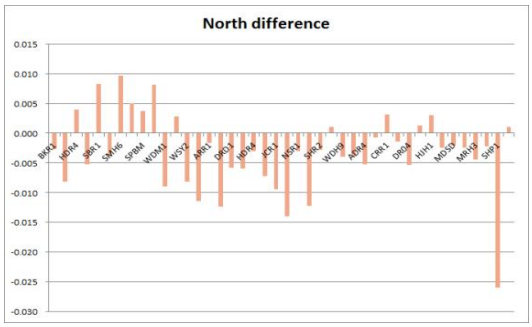

Fig. 8. North difference(m)

N, E 값들에 대한 절대 평균을 산출한 결과 N값에서는 0.004m, E 성분에 대해서는 0.005m로 양호한 성과를 얻을 수 있었지만, 높이 값에서는 평균 값으로 0.025m의 차이를 나타냄을 알 수 있었다.

3. 결론

중단기선에 대한 상업용과 학술용 S/W 차이를 분석한 결과 수평위치에서는 2cm, 높이에서는 5cm 미만의 차이를 보였다. 통합기준점 규정에 의한 허용오차가 수평 및 수직에서 5mm±1ppm, 10mm±2ppm임을 감안할 때 모든 결과가 허용오차 범위에 있다는 것을 알 수 있었으며, 이러한 결과를 토대로 상업용s/w를 이용한 자료처리가 가능함을 알 수 있었다.

References

[1] D. S. Kim, J. H. Won, E. S. Son, K. D. Park, "Generation of Grid Maps of GPS Signal Delays in the Troposphere and Analysis of Relative Point Positioning Accuracy Enhancement", *Journal of Korean Navigation and Port Research,* vol. 36 no. 10 pp. 825-832, 2012. DOI: https://doi.org/10.5394/KINPR.2012.36.10.825

[2] Y. J. Lee, J. H. Kwon, J. G. Lee, J. H. Han., "Accuracy Analysis using Assistant Sensor Integration on Various IMU during GPS Signal Blockage", *Journal of the Korean Society of Surveying,* Geodesy, Photogrammetry, and Cartography, vol. 28 no. 1, pp. 65-71, 2010.

[3] W. S. Choi, H. H. Yoo, "Accuracy Analysis of Cadastral Supplementary Control Points by Using Virtual Reference Station-Real Time Kinematic GPS Surveying -Focused on Geoje City", The Korea Society For GeospatIal Information System, vol. 19 no. 4, pp. 65-70, 2011.
DOI: https://doi.org/10.3743/KOSIM.2011.28.2.065

[4] H. G. Lee, W. S. Seo, "Impact of Mathematical Modeling Schemes into Accuracy Representation of GPS Control Surveying", *Journal of the Korean Society of Surveying,* Geodesy, Photogrammetry, and Cartography, vol. 30 no. 5, pp. 445-458, 2012.
DOI: https://doi.org/10.7848/ksgpc.2012.30.5.445

[5] J. M. Kang, J. K. Park, C. G. Lee, Y. W. Lee, "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, 2010.

[6] J. M. Cho, H. S. Hong, M. R. Lee, "Improvement of GPS Relative Positioning Accuracy by Using Crustal Deformation Model in the Korean Peninsula", *Journal of the Korean Society of Surveying,* Geodesy, Photogrammetry, and Cartography, vol. 29 no. 3, pp. 237-247, 2011.
DOI: https://doi.org/10.7848/ksgpc.2011.29.3.237

[7] Y. W. Lee, K. H. Bae, "Accuracy Enhancement using Network Based GPS Carrier Phase Differential Positioning", The Korea Society For GeospatIal Information System, vol. 15 no. 2, pp. 111-121, 2007

[8] C. Y. Kim, S. B. Lee, S. K. Do, "Accuracy Analysis of baseline determination using Broadcast ephemeris and Precise ephemeris in GPS surveying",*Journal of the Korean Society of Surveying,* Geodesy, Photogrammetry, and Cartography, vol. 27 no. 2, pp. 149-157, 2009.

[9] M. K. Kim, J. K. Park, "Accuracy Evaluation of Internet RTK GPS by Satellite Signal Reception Environment", *Journal of the Korean Society of Surveying,* Geodesy, Photogrammetry, and Cartography, vol. 31 no. 4, pp. 277-283, 2013.
DOI: https://doi.org/10.7848/ksgpc.2013.31.4.277

[10] H. S. Joo, C. D, Han, Y. Yeu, S. P. Choi, "Analysis of GPS Data between Precise Ephemeris and Broadcast Ephemeris Using GAMIT and LGO",*Journal of the Korean Society of Surveying,* Geodesy, Photogrammetry, and Cartography, vol. 27 no. 6, pp. 761-768, 2009.

이 용 욱(Yong-Wook Lee) [정회원]

- 1996년 2월 : 충남대학교 공과대학원 토목공학과 (공학석사)
- 2001년 2월 : 충남대학교 공과대학 토목공학과 (공학박사)
- 2009년 3월 ~ 현재 : 인덕대학교 토목환경공학과 교수

<관심분야>
측량공학, 공간정보