Kinematic GPS에 의한 수치지도 도로 갱신

Road-update of the digital map by Kinematic GPS

강준묵* · 이은수** · 조성호** · 송낙현***
Kang, Joon Mook · Lee, Eun Soo · Cho, Sung Ho · Song, Nak Hyun

1. 서 론

현대사회는 국토의 지형·지물이 국가 발전과 더불어 빠른 속도로 향상, 발전되고 있으며, 그 중에서도 매우 중요하면서도 급변하고 국토의 혈관과 같은 역할을 하는 것이 국토의 도로망이다. 우리나라의 도로망은 전국 주요 도시를 연결하는 고속 국도 및 일반 국도가 주축을 이루고, 각 도내의 지역 생활권을 연결하는 지방도 및 군도, 시가지 내 도로망이 상호 연계되어 전국 도로망을 형성하고 있고 도로의 총 연장은 1961년도 1,100㎞에서 2000년 말 88,775㎞로서 약 80배 이상 신장되었다. 그러나, 이처럼 나날이 신장되는 도로에 비해 이에 대한 갱신은 매우 취약한 실정으로 국립지리원에서 발행한 1: 5000 지형도의 경우 대부분 현재로부터 약 7년에서 10년 전에 구축된 성과들을 그대로 이용하고 있다. 이는 국립지리원 주도의 지형정보의 갱신 주기가 늦음으로 인하여 파생된 것으로 정보화 사회로 급변하는 현 시점에서 국가적인 큰 손실이므로 신뢰할 수 있고, 신속하며, 경제적인 도로 정보의 획득이 절실히 요구되고 있는 실정이다.

따라서 본 연구는 이에 대한 대안으로 최신의 도로 정보 획득을 위하여 대전시와 충청남도 공주시 지역의 신설도로에 대하여 최근 그 정확도와 효율성을 입증받고 있는 Kinematic GPS 기법에 의해 신설 도로의 위치정보를 획득하고 종래의 수치지도상의 도로정보와 비교, 분석하므로써 보다 신뢰할 수 있고 신속, 경제적인 최신 도로정보를 획득하는 방법을 제시하고자 한다.

2. 연구내용 및 방법

Kinematic GPS 위치결정 방식은 지형도 작성 및 3차원 DTM의 기본이 되는 3차원 위치정보를 효율적으로 획득할수 있고 종래의 static GPS 기법과 비교하여 시간과 비용면에서 경제적이고 신속한 기법으로 대두되고 있다. 본 연구는 신설 도로 구간에 대해 이동 GPS관측을 수행하고, 처리 결과를 지형도에 나타내고 그 정확도를 분석함으로써, 국립지리원 주도하의 항공사진측량에 의한 지형도 수정에 소요되는 기간을 단축하는데 그 목적이 있다. 이를 위해 대상지역을 선정하고, 대상지역에 대한 1:5,000 및 1:50,000 지형도를 참조하여 GPS관측을 계획한다. 신속한 지형정보를 취득하기 위해 차량위에 GPS 수신기를 설치하고 continous Kinematic GPS 기법으로 측량을 수행한다. GPS 관측 자료를 처리하여 취득한 결과는 WGS84타원체에 근거한 성과이므로 이를 베셀타원체에 근거한 성과로 변환해서 수치지도에 중첩하여야 한다. 이를 위해 취득한 성과를 좌표변환에 의해 베셀타원체 TM으로 변환하는 방법, WGS84TM좌표로 변환하여 국내 수치지도에 나타내고 이를 피팅하는 방법, 1:5,000 지형도에서 구별할 수 있는 특징점들에 대해 Fast static GPS 측량을 수행하여 특징점에 대한 변환관계를 이용하는 방법을 수행하여 1:5,000 및 1:50,000 수치지도에 출력해 봄으로써 GPS 측량성과가 어느 정도로 접근하는지에 대한 분석을 통해 GPS 관측을 통한 지형도의 갱신 가능성을 검토한다.

---

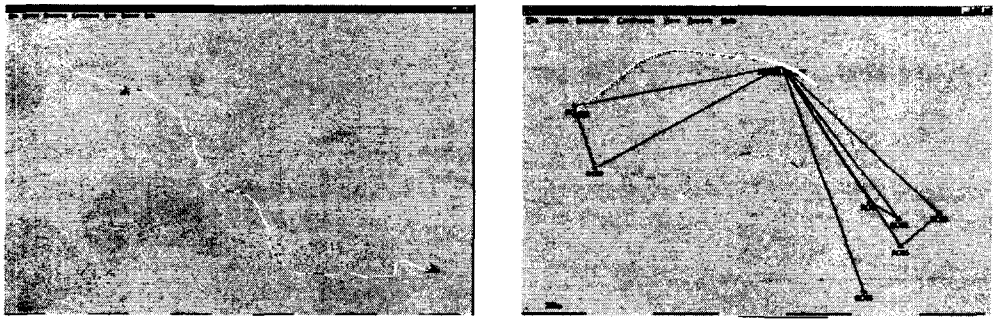
*정회원 · 충남대학교 토목공학과 교수 · 공학박사 · 042-821-5678(E-mail : KANG_JM@CNU.AC.KR)
**정회원 · 충남대학교 토목공학과 박사과정 · 공학석사 · 042-823-4557(E-mail : ESLEE@ITGPS.ORG)
***정회원 · 운봉공업고교 토목과 ·공학석사 · 042-823-4557

3 자료취득 및 처리

GPS 관측에 의한 지형도 갱신 대상지는 대전시 유성인터체인지에서부터 공주대교에 이르는 도로(약 12km×20km)와 충청남도 공주시 정안면 장원리 지역(약 1km×1km)으로 각각 1구간과 2구간으로 명명한다. 이 지역에 대한 1:5,000 및 1: 50,000지형도는 국립지리원 지도 판매 대행기관으로부터 구입하였으며 지형도에서 신설 도로 부근을 확인하고 GPS 관측을 수행하였다. 우리 나라 지형도는 베셀 타원체에 근거한 좌표 체계이므로 WGS84(World Geodetic System 84)타원체를 근거로 하는 GPS 성과와는 차이가 있다. 따라서, GPS 성과를 우리 나라 지형도 성과로 변환하여야 한다. 이를 위해 제 2구간의 관측에서는 대상 도로를 둘러싼 외곽 지역에 위치한 지형도 상에 구별이 뚜렷한 점들을 여러 점 선정하고 GPS 관측을 수행하였다. 신설 도로 지역과 특징점에 대한 관측은 모두 상대 측위 방식으로 행하였으며 표 1과 같이 요약할 수 있으며, 자료처리의 관측망도는 그림 1과 같다.

표 1. GPS 관측 실험 개요

구간	구분	신설 도로 지역	기존 도로 지역	특징점	고정점
제1구간	관측방법	Continuous Kinematic		없음	Static
	관측횟수	1회 왕복	1회 주행		1회
	소요시간	110분	20분		140분
	관측장비	Trimble 4700			Trimble 4800
제2구간	관측방법	Continuous Kinematic		Fast Static	Static
	관측횟수	3회 왕복	1회 주행	1회/1점	1회
	소요시간	50분	10분	15분/1점	120분
	관측장비	Trimble 4000SE			Trimble 4800



(a) 제 1 구간 (b) 제 2 구간

그림 1. 각 구간별 자료처리 관측망도

4. 수치지도 중첩 및 분석

수치지도는 평면좌표로 구축되므로 GPS 관측 자료의 처리 성과를 중첩시키기 위해서는 처리 성과를 WGS84 평면좌표로 변환하였으며, 충남북 일원의 7 매개변수를 이용한 좌표변환방법과 수치지도상의 피팅에 의한 방법으로 수치지도상의 도로에 대한 중첩을 수행하였다. 피팅에 의한 변환은 GPS 관측자료의 처리성과를 WGS84 타원체 상수를 이용하여 TM 투영변환을 한 다음, 변환된 TM 성과를 수치지도에 도시하고 이를 수치지도 편집 소프트웨어의 복사기능을 이용하여 사용자가 직접 수치지도에 중첩시키는 방법이다. 본 연구에서는 중첩 작업의 편리성을 위해 변환된 TM성과들을 하나의 폴리라인으로 DXF(Data Exchange Format)편집한 후 중첩하였다. 제 1 구간에 대한 WGS84 TM 성과와 Bessel TM

성과에 대한 도시는 그림 2와 같다. 도로시점, 중점, 종점간 두 좌표계간의 TM성과의 직선길이 차이는 각각 314.876m, 315.032m, 315.171m로 평면좌표원점에서 멀어질수록 평균 약 15cm로 증가되는 경향을 보이고 있는데 이는 평면투영시 원점에서 멀어질수록 축척계수에 따른 왜곡량의 증가에 기인한 것으로 판단된다. 두 변환 결과에 대한 TM종축좌표의 차는 약 30cm이며, TM횡축좌표의 차는 약 10cm로 그림 3과 같으며 약 20km에 이르는 도로 길이에 비해 매우 적은 차이를 보이고 있음을 알 수 있다. 위 변환 방법들에 의한 결과가 구간 길이에 비해 매우 미소하므로 본 연구에서는 좌표변환 방법에 의해 변환한 결과와 수치지도상에서 실험 차량이 주행한 궤적을 예측하여 나타낸 결과와의 차이를 비교하였으며 그림 4와 같다.

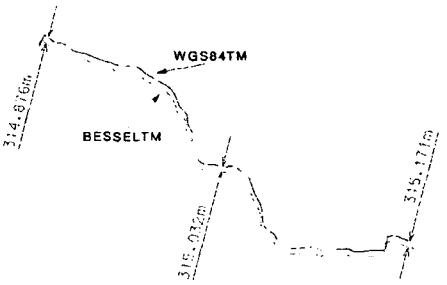
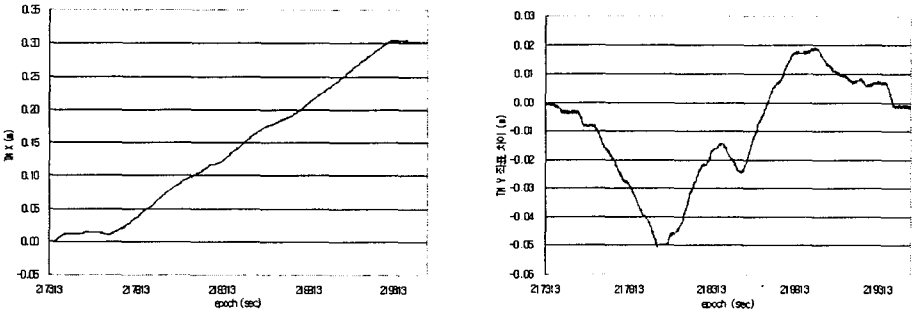
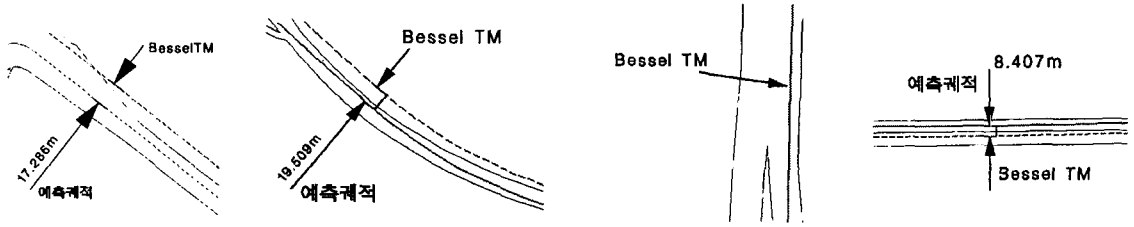


그림 2. 제 1 구간에 대한 WGS84 TM과 좌표변환한 Bessel TM 도시



(a). TM종축 좌표 편차 (b). TM횡축 좌표 편차

그림 3. 좌표 변환과 피팅변환에 의한 좌표 편차



(a) 공주 16 (b) 공주 17(c) (c) 공주 39 (d) 대전 52

그림 4. 예측궤적과 Bessel TM의 차이

제 1 구간의 14도엽 중 공주 16, 공주 17, 공주 39, 대전 52도엽을 선택하여 이에 대한 예측궤적과 Bessel TM의 차이는 대부분의 도엽에서는 그림 4-8의 (d) 대전 52 도엽과 같이 약 10m이내의 차이를 보였다. 또한, 그림 4의 (a) 공주 16 도엽, (b) 공주 17도엽과 같이 최대 약 20m를 보이는 부분도 있었고, (c) 공주 39 도엽에서와 같이 예측궤적과 Bessel TM이 일치하는 부분도 있었다. 1:50,000의 경우, 수치지도에서의 20m는 도상에서 0.4mm에 해당하므로 본 연구에서 예측궤적과 Bessel TM의 차이를 10m로 볼 때, 0.2mm의 도상허용오차를 갖는 지도갱신이 가능하리라 판단된다.

제 2 구간에서는 특징점들을 선정하고 이들 점들에 대해 수행한 신속 GPS 관측자료의 WGS84좌표성과를 TM 좌표

로 변환하고, 수치지도상의 특징점들과 2차원 변환을 수행하여 매개변수를 도출하고 이를 수치지도에 도시한 후, 그 차를 산출하였다. 수치 지도상의 특징점들과 GPS 관측을 통한 자료 처리 결과값의 거리 차는 1.177m ~ 24.351m로 그 기복이 상당히 크게 나타나고 있으므로 이를 이용하여 2차원 변환을 수행하고 그 결과를 수치 지도에 중첩시킬 경우 상당히 무리가 있음을 예상할 수 있다. 따라서, 피팅변환을 수행한 후 피팅변환 한 결과와 수치지도상의 특징점을 선택하여 2차원 변환을 통한 수치지도 중첩을 꾀하였다. 이들 2차원 변환 매개변수를 이용하여 자료 처리 결과값들을 변환하고 이를 수치지도에 중첩시킨 결과는 그림 5와 같다. 중앙 상단과 중앙 하단에 각각 닮은 꼴 궤적이 있는데 중앙 상단은 WGS 84 TM 좌표를 나타낸것이고, 중앙 하단의 굵은 선으로 나타난 부분은 중앙 상단의 결과값을 수치지도에 맞게 2차원 변환한 결과이다. 수치지도에 나타낸 결과, GPS 관측 자료의 처리 결과값은 최대 2m 이내로 수치지도에 부합되었으며, 이는 피팅 변환에 의한 3m보다 더 나은 결과임을 알 수 있다. 1:5,000의 경우 수치지도에서의 2m는 0.4mm에 해당되므로 본 연구 대상지와 같이 1km×1km에 해당되는 범위일 경우 GPS를 이용할 경우 0.4mm의 도상오차를 갖는 수치지도의 갱신을 수행할 수 있으리라 판단된다.

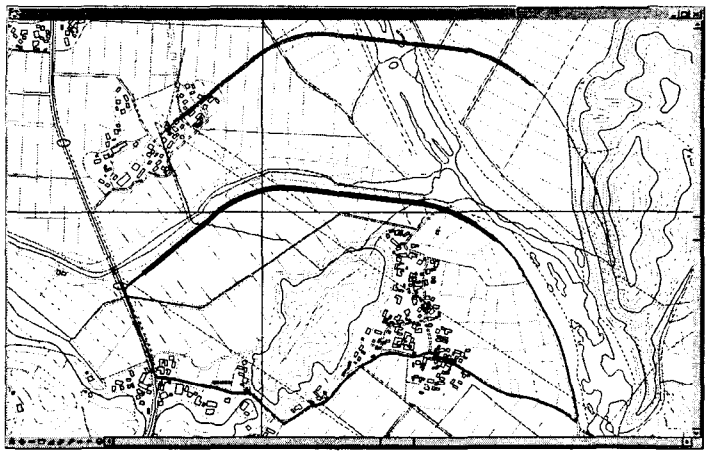


그림 5. 피팅변환과 평면변환 수행 후 수치지도 중첩 결과

본 연구는 GPS 수신기를 차량위에 탑재하고 신설도로를 주행하면서 수신한 관측 자료를 Kinematic GPS 상대측위 방식으로 처리하고, 이를 수치지도에 나타냄으로써 수치지도의 도로부분에 대한 갱신 가능성을 검토한 것으로 GPS 관측 성과를 수치지도에 중첩할 경우, 피팅변환 또는 좌표변환 후 이들 변환 결과값들과 이에 대응되는 수치지도상의 측점들과 다시 2차원 변환 관계를 이용하는 것이 타당함을 알 수 있었으며 약 22km 구간에 이르는 도로에서 GPS에 의한 변환 성과는 수치지도의 TM값과 평균 10m의 편이량을 보였으며, 1:50,000 지형도의 경우, 0.2mm의 도상허용오차를 가지는 도로 갱신이 가능하리라 판단된다. 1km 이내의 도로에서 GPS에 의한 변환성과는 수치지도의 TM값과 평균 2m의 편이량을 보였으며, 1:5,000 지형도의 경우, 0.4mm의 도상허용오차를 가지는 도로 갱신이 가능하리라 판단된다.

참고문헌

1. Leick, A., GPS Satellite Surveying, 2nd Edition, (1994), New York

2. Paul R. Wolf, and Charles D. Ghilani (1997) *Adjustment computations : statistics and least squares in surveying and GIS, Third Edition*, Wiley series in surveying and boundary control, John Wiley & Sons, New York

3. 강준묵, 김홍진, 이형석, "Kinematic GPS에 의한 3차원 위치결정의 정확도 분석", *한국측지학회 제 11권 제2호*, (1993), pp. 79-87

4. *국토개발연구원*, "국가 기본도 수치지도화 방안 연구", 1996. 5

5. 박필호, 박종욱, 강준묵, "GPS실용화를 위한 우리나라 측지계와 WGS84의 좌표변환(II)", *한국측지학회, 제11권, 제1호*, (1993), pp. 37-45