

위성영상을 이용한 비접근지역의 지형정보 획득 및 정확도 평가 Acquisition and Accuracy Assessment of topographic information of inaccessible areas

고종식¹⁾ · 최윤수²⁾ · 김옥남³⁾ · 이상준⁴⁾

Go, Jong Sik · Choi, Yun Soo · Kim, Uk Nam · Lee, Sang Jun

1) 중앙항업 총무부 부장 (E-mail:jump-go@cass.co.kr)

2) 서울시립대학교 도시과학대학 지적정보학과 교수 (E-mail:choiys@uos.ac.kr)

3) 신구대학 지적정보학과 교수 (E-mail:kun@ns.shingu_c.ac.kr)

4) 서울시립대학교 대학원 지적정보학과 석사과정 (E-mail:maximax@uos.ac.kr)

Abstract

It is transformed map data of different coordinate system into unique system and We tried to make topographic map on non-accessible area. We transformed Russian map coordinates(Krassovsky, G-K projection) into WGS-84, TM projection and assessed accuracy. The RMSE(in East and West bearings : $\pm 13.67m$, in North and South bearings : $\pm 14.67m$) using only SCP(Survey Control Point) is more accurate than that(in East and West bearings : $\pm 24.26m$, in North and South bearings : $\pm 25.32m$) using SCP, intersection of road, bridge. Exterior orientation parameters are estimated using rigorous modelling and GCPs are classified with SCP, intersection of road, bridge. Rigorous modelling is performed with each classified GCP. The modelling result using only SCP(in East and West bearings : $\pm 13.53m$, in North and South bearings : $\pm 14.22m$) is more accurate than that using intersection of road(in East and West bearings : $\pm 16.11m$, in North and South bearings : $\pm 23.85m$), bridge(in East and West bearings : $\pm 17.21m$, in North and South bearings : $\pm 21.82m$). The results mean that SCP is more accurate than intersection of road, bridge because of edit to generate map. therefore, SCP is suitable for object of GCP in paper map(1:50,000). Geographic information on non-accessible area and analysis is performed. The results of stereoscopic plotting is well matched old map data on road, railroad but, many objects are generally edited. It is possible to update on new objects(building, tributary ...etc). Ability of description using SPOT-5(stereo) is more than features and items included in 1:50,000 topographic map. Therefore, it is possible to make large scale map than 1:50,000 topographic map using SPOT-5 imagery. But, there are many problems(accurate GCPs, obtain of high resolution stereoscopic satellite imagery in a period ... etc) to make topographic map on non-accessible area. It is actually difficult to solve these problems. therefore, it is possible to update 1:50,000 topographic map in part of topographic map generation.

keyword : non-accessible area, SCP, stereo satellite image, Edit to make map

1. 서 론

남북한은 대부분의 분야에서 장기간 교류가 미진하였고 군 분야에서만 비밀리에 정보를 획득하는 것으로 알려져 왔다. 최근에는 군뿐만 아니라 관광, 건설 등의 민간분야에서도 교류가 증가하고 있는 추세이며 비접근지역에 대한 지형정보의 획득방안이 절실히 요구되고 있는 추세이다. 그러나, 현재 비접근지역에 대한 위성영상은 확보할 수 있으나 정확한 지상기준점에 대한 측량자료가 전무한 상태로 지형정보의 획득방법에 대한 개발이 요구되고 있다.

따라서 본 연구에서는 남한지역에 대해 현재 획득 가능한 구소련지도, 국토지리정보원지도 등을 이용하여 좌표계를 변환할 수 있는 방안을 모색하고 추출된 변환계수를 이용하여 비접근지역의 구소련지도와 입체위성영상에 적용하여 지형정보를 획득하는 실험을 수행하였다. 변환계수와 위성영상 모델링에 대한 정확도 평가를 수행하고 지형정보 획득 수준을 분석하여 비접근지역의 지형정보 획득 시 다른 국가에서 제작된 지도와 비접근지역의 위성영상에 대한 이용가능성을 판단하고자 하였다.

2. 연구내용 및 방법

비접근지역의 지형정보를 획득하고 정확도를 평가하기 위하여 아래의 세 가지 실험을 수행하였다.

2.1 기존 연구의 개선

기존 연구에서는 남한의 2개 지역에 대해 구 소련지도(그림 2 참조)와 우리나라 지도(그림 3 참조)를 이용하여 원점이동량을 산출하고 검사점들에 대해 정확도 평가를 수행하였다. 본 연구에서는 기존 연구에서 사용한 대상지역(2개 지역)이 비접근지역에 사용할 변환계수를 추출하기에는 부족하다고 판단하여 19개 지역(그림 1 참조)으로 기준점 추출 대상지역을 확대하였다. 또한, 지도로부터 추출하는 기준점이 도면제작 편집의 영향을 받는다는 점을 고려하여 기준점을 삼각점, 교량, 도로교차점으로 분류(표 1 참조)하여 원점이동량을 산출하고 검사점들에 대해 정확도 평가를 수행하였다. 타원체간 변환계수를 산출하기 위해 좌표 변환 방식은 표준 Molodensky공식을 적용하여 WGS84 타원체에 대한 Krassovsky 타원체의 원점이동량을 산출하였다. 아래는 실험과정에 대한 과정을 설명하였고 실험과정은 그림 4에 나타내었다.

- 국내 지도에서 추출한 평면직각좌표(TM)와 지도에서 독취한 h 값을 WGS84의 ϕ, λ, h 로 변환한다.
- 구소련 지도에서 추출한 평면직각좌표(UTM)를 경위도 좌표의 ϕ, λ 로 변환하고, h 값은 지도로부터 독취한다.
- 표준 Molodensky 공식의 변환전 좌표계의 지리좌표에 구소련 지도의 ϕ, λ, h 를 대입하고, $\Delta\phi, \Delta\lambda, \Delta h$ 에 국내지도에서 구한 WGS84의 ϕ, λ, h 와 구 소련 지도의 ϕ, λ, h 간의 차이 값을 대입하여 Krassovsky 타원체에 대한 WGS84 타원체 중심의 원점이동량($\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$)을 역산출한다.
- 계산한 원점이동량($\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$)을 다시 표준 Molodensky 공식에 대입하여 구소련 지도의 ϕ, λ, h 를 WGS84 좌표로 변환한다.
- 각각의 WGS84 좌표를 TM 좌표로 변환하여 비교함으로써 수평위치오차를 구하여 정확도를 비교한다.

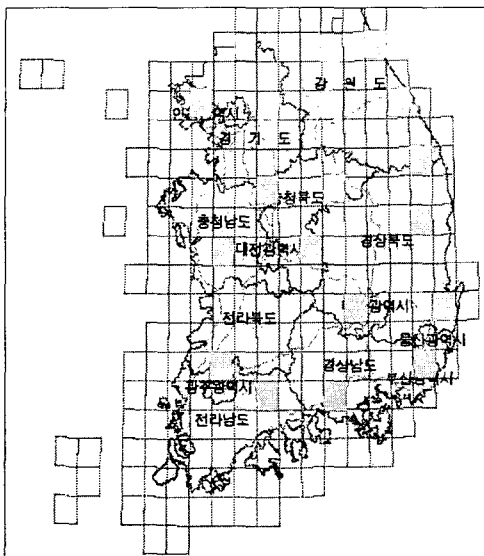


그림 1. 실험대상지역

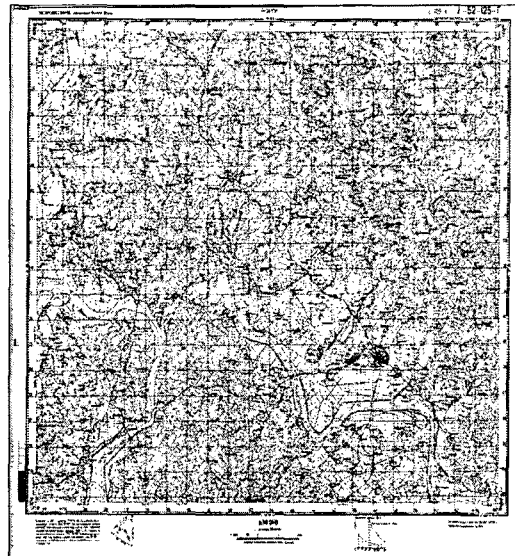


그림 2. 1:50,000 구소련지도

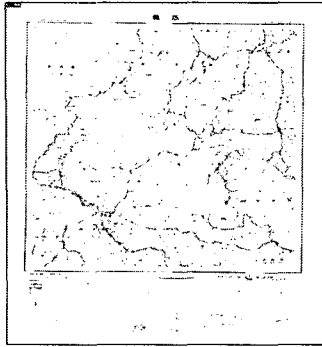


그림 3. 국토지리정보원
1:50,000 지형도

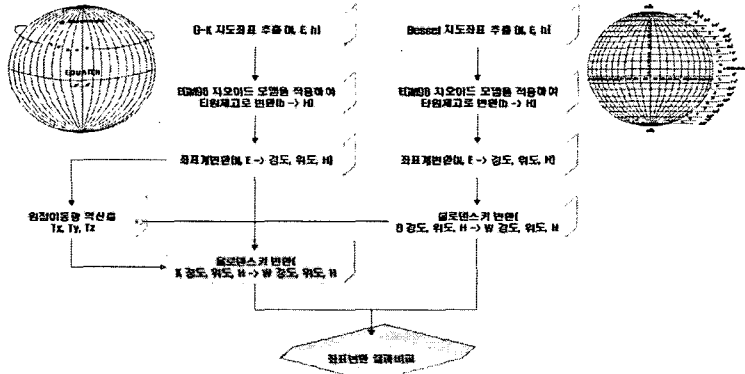


그림 4. 원점이동량 산출 및 위치오차 비교과정

2.2 비접근지역 위성영상 모델링

위성영상은 비접근지역(그림 5 참조)의 SPOT-5 입체위성영상(그림 6 참조)을 이용하였고 지상기준점은 구 소련지도로부터 추출하여 사용하였다. 지상기준점 추출 시에는 삼각점, 도로교차점, 교량(표 1 참조)으로 구분하여 추출하고 실험-(1)에서 계산된 변환계수를 적용하여 좌표계를 변환하였다. 모델링 시에는 세 가지로 분류된 지상기준점별로 적용하여 정확도평가를 수행하였다. 이는 실험-(1)에서 적용한 바와 같은 아이디어로 지상기준점을 종이지도로부터 추출할 때 도면제작편집에 의해 영향을 받는 정도에 따라 위성영상 모델링에 영향이 있을 것이므로 3가지로 구분한 점들에 대해 위성영상 모델링을 수행하고 RMSE를 계산하여 지상기준점 추출에 적합한 요소를 분석하였다.

2.3 비접근지역 지형정보 획득

실험-(1)과 실험-(2)에 의해 정량적으로 결정된 입체위성영상의 기하학적인 조건들을 이용하여 비접근지역(그림 6 참조)에 대하여 정성적인 지형정보들을 판독·묘사(그림 7 참조)하였다.

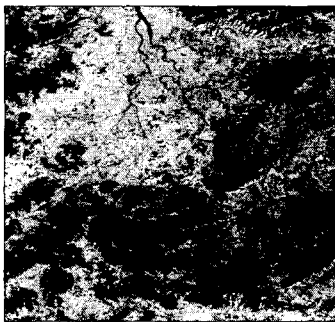


그림 5. SPOT-5 위성영상

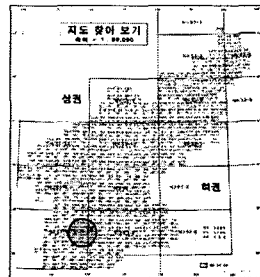


그림 6. 모델링과 지형정보추출지역



그림 7. 판독 및 묘사

표 1. 국내지도와 구소련지도에서의 기준점 추출

	교량	도로교차점	삼각점
국토지리 정보원 지도			
구소련 지도			

3. 분 석

3.1 기존연구의 개선

구 소련지도와 국토정보지리원지도에서 삼각점, 도로교차점, 교량을 대상으로 동일점에 대한 좌표를 추출하고 원점이동량을 산출하였다. 그림 8 은 속성별 좌표변환 성과에 대한 수평위치오차를 나타내고 있다. 교량이나 도로교차점이 삼각점에 비해 큰 RMSE가 발생함을 알 수 있는데 이는 1:50,000 지도에서 기호(교량, 도로 등)가 과장되게 표시되고 도식규정의 차이가 있으며 중앙점 독취가 용이하지 않기 때문이다. 그림 9 는 기존 연구결과와 비교한 결과를 나타내고 있다. 삼각점, 교량, 도로교차점을 모두 사용한 결과보다는 삼각점만을 사용한 결과가 우수함을 알 수 있다. 따라서 기준점의 대상으로 많은 오차요인을 내포하고 있는 교량이나 도로교차점을 제외하고 삼각점을 사용하는 것이 타당할 것으로 사료된다.

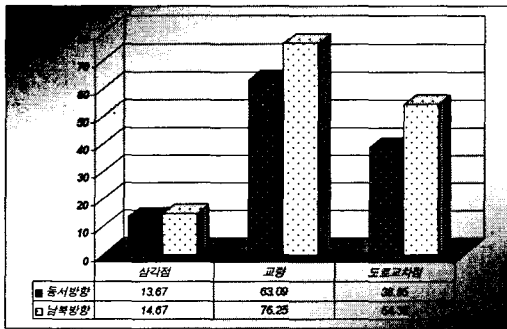


그림 8. 속성별 수평위치 오차그래프

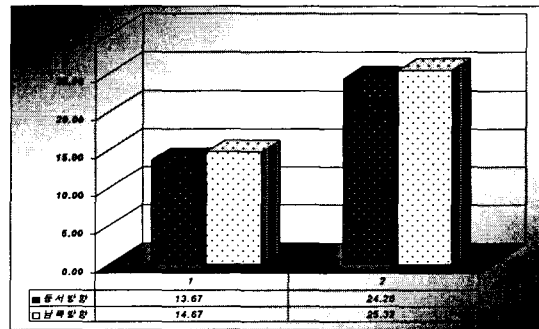


그림 9. 기존연구와의 비교

3.2 비접근지역 위성영상 모델링

그림 10 의 결과를 보면 삼각점을 이용하여 모델링을 수행한 결과는 RMSE가 X방향으로 13.53m, Y방향으로 14.22m로 도로교차점을 이용한 경우(16.11m, 23.85m)와 교량(21.69m, 25.95m)을 이용하여 모델링을 수행한 경우보다 좋은 성과를 나타내고 있다. 따라서 위성영상 모델링에서 종이지도를 이용하는 경우에는 일반화와 도면제작편집에 의한 오차의 누적은 적은 삼각점을 이용하는 것이 가장 효과적인 방법으로 사료된다.

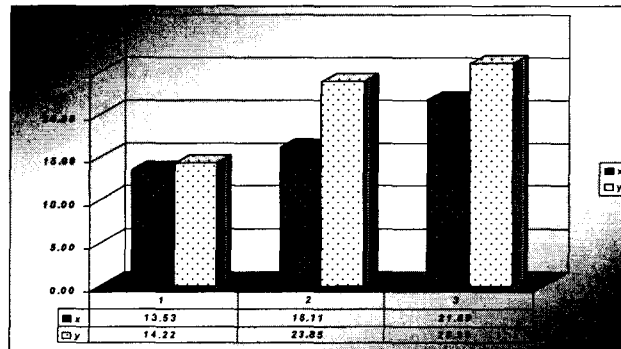


그림 10. 속성별 모델링 정확도 비교

3.3 비접근지역 지형정보 획득

표 2는 도로, 교량, 하천, 수계공, 철도, 지류 등에 대해서 판독결과를 간략하게 묘사한 결과를 위성영상(원영상), 구 소련지도, 묘사결과 순으로 나타내고 있다.

표 2. 항목별 묘사 결과

	원 영상	구 소련지도	묘사결과
도로와 수제공			
철도			
건물			
지류			

구 소련지도의 수제공은 편집된 형태로 수제공간의 거리와 형태가 조금씩 편집되어 있었으며 도로 역시 미관상 보기 좋은 곡선이나 좁은 도로의 경우는 일반화된 형태로 편집되어 있었다. 철도의 경우 철도의 곡선부가 꺾은선으로 편집되어 있었다. 건물의 경우에는 일반화 과정에 의해 처리되므로 독립건물을 찾기 어려웠다. 지류의 경우에는 구 소련지도와 도화성과는 많은 차이를 나타내고 있는데, 이는 두 가지 원인으로 추정된다. 첫째는 구 소련지도의 제작시기와 위성영상의 촬영시기가 달라 지형이 변화되었을 경우이며 둘째는 1:50,000 지형도의 특성상 일반화되어 기존 지형도에 지류계가 나타나지 않은 경우이다.

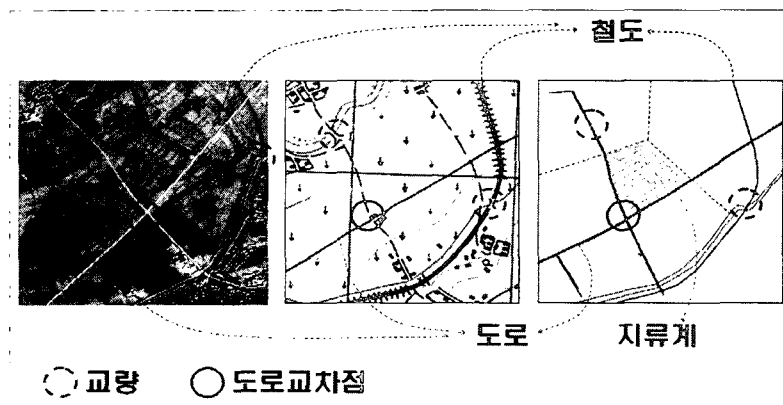


그림 11. 묘사결과 종합

그림 11 은 도로, 수제공, 철도, 지류 등을 종합적으로 묘사한 결과를 위성영상(원영상), 구 소련지도, 묘사결과의 순으로 나타내고 있다. 실험-(1)과 실험-(2)에 사용된 도로교차점과 교량이 상당부분 편집된 것으로 나타나 있다. 이는 심벌로 도식화되는 교량이나 선형자료의 교차점과 같은 요소를 지상기준점으로 사용하는 것은 모델링이나 이후의 2차 가공물 제작에 있어 전체적인 정확도 저하의 요인이 될 것으로 판단된다. 따라서, 삼각점과 같이 도면제작편집량이 거의 없는 대상을 사용하는 것이 적합하다고 판단된다. 또한, 그림 11 의 지류계에 대한 묘사결과와 같이 해상도가 2.5m 인 SPOT-5 위성영상은 1:50,000 지형도 도식규

정의 표현한계보다 세밀하게 묘사할 수 있었으며 변화된 지형에 대한 판독과 갱신이 가능할 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구에서는 비접근지역에 적용할 변환계수와 위성영상 모델링에 대한 정확도 평가를 수행하고 지형 정보 획득 수준을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

기존 연구에 대한 개선 연구로 구 소련지도와 국토정보지리원지도의 변환계수 산출 및 정확도 평가에서 2개 지역 대신 19개 지역을 대상으로 원점이동량을 산출하고 검사점에 대한 정확도 평가를 수행한 결과 삼각점, 교량, 도로교차점의 RMSE(단위:m)가 (13.67, 14.67), (63.09, 76.25), (38.85,54.36) 로 삼각점이 가장 우수한 결과를 도출하였고 기존연구결과 (24.26,25.32)보다도 우수하게 나타났다. 이는 도면제작편집이나 일반화에 의한 영향이 없는 삼각점을 기준점으로 사용하는 것이 적합함을 알 수 있었다.

비접근지역에 대한 위성영상 모델링에서도 삼각점, 교량, 도로교차점의 RMSE(단위:m)가 (13.53,14.22), (16.11,23.85), (21.69,25.95)로 삼각점을 이용한 결과가 가장 좋은 성과를 보여 도면제작편집량이 가장 적은 삼각점을 이용하는 것이 적합함을 알 수 있었다.

비접근지역의 지형정보 획득 및 분석에서는 위성영상, 구 소련지도, 묘사결과를 비교한 결과 과거부터 존재했던 도로, 철도 등의 자료는 구 소련지도와 도화성과가 비슷하나 전반적으로 약간 편집되어 있었다. 이는 지상기준점 선정시에 편집량이 많은 지점은 기하학적으로 악영향을 줄 수 있다는 것을 의미한다. 또한, 건물이나 지류 등의 지형지물에 대하여 도화할 수 있으므로 SPOT-5 입체위성영상을 이용하면 비접근지역에 대한 1:50,000 지형도를 갱신하는 부분에 매우 유용할 것으로 판단된다.

참고문헌

- 김감래, 전호원, 현민호, "Krassovsky 타원체 좌표의 3차원 변환에 대한 연구", 한국측량학회지, 제19권 (2001), 제2호, pp.117-123
- 방기인, "비 접근지역에 대한 위성영상의 Pseudo영상 구성 및 센서 모델 분석", 석사학위논문, 인하대학교, 2001. pp. 4-25
- 이영진, 차득기, 김상연 "GRS80타원체로의 지도변환과 좌표변화량 분석", 한국측량학회지, 제17권 (1999), 제3호, pp.265-272
- 박희주, 한상득, 안기원, 박병욱 "중해상도 위성영상을 이용한 지도제작 시험연구", 한국측량학회지, 제19권 (2001), 제4호, pp.373-383
- 김태정, 김승범, 신동석, "대표적 위성영상 센서모델링 알고리즘들의 비교 연구", Journal of the Korean Society of Remote Sensing, Vol. 16, No. 1, 2000, pp. 73-86
- 이현직, "SPOT 위성영상을 이용한 3차원 위치결정에 관한 연구", 박사학위논문, 연세대학교, 1992. pp. 11-74
- 신동석, 이영란, "선형 CCD센서 영상의 기하학적 모델 수립 및 좌표 변환", Journal of the Korean Society of Remote Sensing, Vol. 13, No. 2, 1997, pp. 85-98
- 유복모, Anton F. Schenk, 현대수치사진측량학, 문운당, 1999, pp. 139-214
- 유복모, 측지학, 동명사, 1997, pp. 71-116
- 대한측량협회, 측량관계법령집, 대한측량협회, 1998, pp. 333-360
- SPOT Image Corporation, SPOT Users Handbook, 1988.
- SPOT Image Corporation, SPOT System, 1998