

정사영상을 이용한 비접근지역의 위치결정 가능성 평가 Assessment of Possibility for Unaccessible Areas Positioning Using Ortho Imagery

강준목¹⁾ · 이용웅²⁾ · 조현옥³⁾

Kang, Joon Mook · Lee, Yong Woong · Jo, Hyeon Wook

¹⁾ 충남대학교 공과대학 토목공학과 교수(E-mail: jmkang@cnu.ac.kr)

²⁾ 충남대학교 공과대학 토목공학과 겸임교수(E-mail: lyw4638@naver.com)

³⁾ 충남대학교 공과대학 토목공학과 공학석사(E-mail: hyunooky@nate.com)

Abstract

Currently application of high-resolution satellite imagery is expanding with development of high tech optical and space aviation technology. Although using 3 dimensional modeling technology in order to attain accurate terrain information using existing ground control points is the most dependable reference data, such means are unapplicable for certain area because of it's limited access. In this study, we have researched into ways to utilizing high resolution satellite images from IKONOS and Quickbird, and sub-meter class satellites images that will be utilized in the future such as Arirang images and PLEIADES images for unaccessible areas. For that purpose we have created accuracy verification and GCP files for existing ortho-imagery and digital elevation model. The results showed that accuracy of ortho-imagery and digital elevation model was RMSE X:3.043m, Y:2.921m, Z:6.139m. Also, after ortho-rectifying IKONOS images using ground control points extracted from ortho imagery and digital elevation model the accuracy of the imagery was RMSE X:3.243m, Y:2.067m, Z:1.872m.

1. 서 론

최근 지형공간정보체계 구축에 있어 첨단 전자광학 및 항공우주 기술을 바탕으로 고해상도 위성영상의 활용범위가 확대되고 있는 추세에 있다. 하지만, 정밀한 위치정보 취득을 위한 3차원 모델링 기술에서는 해당지점에 접근하여 지상기준점을 취득하는 방법이 가장 정확하나, 비접근 및 난접근 지역에 대하여는 접근관측을 통한 지상기준점 획득이 원천적으로 불가능하므로 정밀한 지형정보를 얻을 수 있는 범위는 매우 제한된다. 따라서 위성영상으로부터 신속하고 정확한 지상위치를 결정하기 위해서는 정확한 기준점을 충분히 보유하고 관리해야 하며, 정밀한 기하학적 모델을 수립하기 위한 연구가 필요하다.

위성영상의 활용 초기에는 토지의 피복현황과악, 환경변화분석, 식생조사, 재해조사 등과 같은 정성적인 분석이 주류를 이루었으나, 1986년 프랑스에서 입체영상 획득이 가능한 SPOT 위성을 발사하면서 위성영상을 이용한 지도제작 등 정량적인 분석도 가능해졌다. 1999년 9월에 발사된 미국 Space Imaging사의 IKONOS 위성은 1m 해상도의 흑백영상과 4m 해상도의 다중분광 영상을 제공함으로써 기존의 위성영상과는 차원이 다른 고해상도 위성영상의 시대를 열었으며, 그동안 실험적 성격으로 진행되었던 위성영상을 이용한 지도제작 분야에도 그 활용성에 큰 기대를 하고 있다. 특히, 고해상도 위성영상은 항공사

진촬영이 불가능하여 대축척 지도 제작이 곤란한 지역 또는 지상기준점 측량이 불가능한 지역에 대한 수치지도 제작 분야에 있어 효율적인 방법으로 주목을 받고 있다.

이에 본 연구에서는 기 접근 가능지역에 대한 정사영상과 수치표고모형을 이용하여 기 구축된 성과들의 정확도를 평가하였고 이를 바탕으로 연구대상지역 내의 지상기준점 성과를 획득하였으며 이 지상기준점을 사용하여 IKONOS 입체영상을 기하보정한 후 검사점들에 대한 위치 정확도를 평가하였다. 또한, 신규 및 유사 영상에 대한 모델링을 실시하여 그 정확도를 유지할 수 있도록 하여 최신의 정사영상 데이터베이스를 구축할 수 있는 방안을 제시하고자 하였으며, 비접근 및 난접근 지역에서의 지상기준점 획득에 대한 제한을 극복하는 수단으로 본 연구의 결과를 활용하고자 하였다.

2. 기 구축 자료의 정확도 평가 및 지상기준점 획득

2.1 정사영상 및 수치표고모형 정확도 평가

기 구축된 정사영상과 수치표고모형의 위치정확도를 평가하기 위하여 대상 지역에 고르게 분포된 검사점을 다수 선정하여 이에 대한 기준 좌표와 정사영상 좌표(X, Y), 수치표고모형 고도값(Z)에서 측정된 성과를 비교·분석하여야 한다.

본 연구의 정확도 평가를 위하여 사용한 기준 수치지도는 건설교통부 산하 국토지리정보원에서 제작한 축척 1:5,000의 지도이며 이로부터 식별이 명확한 점 80점을 선정하여 기준 좌표로 활용하였다. 3차원 위치정확도의 평가 결과, 각각의 위도나 경도의 위치에 따른 위치오차 방향성이 없으며 지역적 특성에 따라 편차도 보이지는 않으므로 이는 기 구축되어있는 정사영상이나 수치표고모형이 균질한 오차 특성을 가지고 있다고 볼 수 있다.

표고위치 과대오차는 영상 확인 결과 인공지물의 생성으로 인한 지형의 변화가 있는 지역이며, 이는 수치지도와 정사영상 및 수치표고모형 구축 시의 시간적 차이에 의해 발생한 것으로 추측된다. 따라서 전체 80점 중 과대오차 발생 측정 13점을 제거한 대상지역 검사점의 평면 및 표고 위치에 대한 RMSE는 표 1과 같다.

표 1. 평면 및 표고위치에 대한 RMSE

평면위치 RMSE		표고위치 RMSE
N(m)	E(m)	H(m)
3.043m	2.921m	6.139m

이는 공공측량의 작업규정 세부기준(건설교통부 고시 제2003-326호)을 적용시켰을 경우, 평면위치에서는 축척 1:25,000의 허용 정확도(17.5m)를 만족시키는 성과이며 수직위치에서는 축척 1:50,000의 허용 정확도(6.67m)를 만족시키는 결과이다. 이로부터, 정사영상과 수치표고모형에서 얻은 지상기준점은 평면 및 표고위치 RMSE를 만족시키는 지도의 정확도 범위에서 비접근지역에 대한 기준점획득에 활용할 수 있음을 확인하였다.

2.2 지상기준점 획득

본 연구에서는 연구대상지역의 기 구축 정사영상 및 수치표고모형에서 식별이 용이하고 명확한 측정점인 총 18개의

지상기준점을 선점하였다. 이를 통해 구축된 지상기준점은 접근 가능지역에 대한 고해상도 위성영상의 기하보정 시 활용하였으며, 이로부터 해당 지역에 대한 수치지도 성과를 기준으로 기 구축 성과로부터 기하보정된 영상의 정확도를 분석하고자 하였다. 그림 1은 연구대상지역의 기 구축된 정사영상 및 수치표고모형으로부터 선점된 지상기준점을 보여주고 있으며 표 1에 선점된 지상기준점에 대한 성과들을 제시하였다.

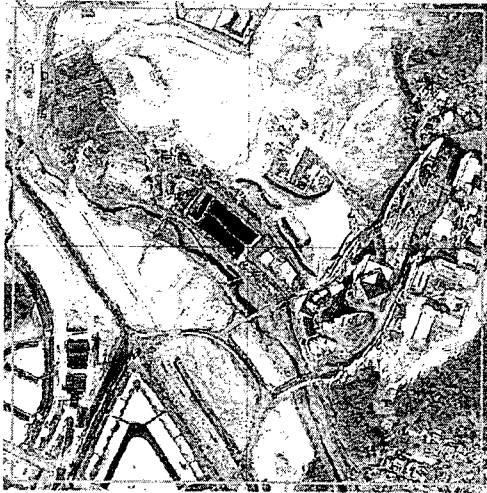


그림 1. 지상기준점 획득 광경

표 2. 지상기준점 성과

기준점	X(m)	Y(m)	Z(m)
GCP 1	4031218.14	349487.64	182
GCP 2	4031494.58	351703.26	72
GCP 3	4032169.24	354155.82	69
GCP 4	4032572.06	356841.68	27
GCP 5	4032466.25	359152.10	43
GCP 6	4030873.17	360059.36	93
GCP 7	4028015.66	349506.66	60
GCP 8	4029017.76	351944.35	72
GCP 9	4028273.50	354556.32	81
GCP 10	4028911.08	356966.78	36
GCP 11	4025820.21	349238.47	53
GCP 12	4026017.02	352303.16	55
GCP 13	4026617.79	354682.33	37
GCP 14	4027249.64	358973.80	88
GCP 15	4023300.41	351009.80	47
GCP 16	4023920.37	354212.68	50
GCP 17	4023475.68	356689.14	42
GCP 18	4022995.80	358920.36	55

3. 3차원 지형정보의 정확도 분석

3.1 영상 자료의 구축

지상피복 면적이 약 11Km × 11Km인 IKONOS 위성영상의 모형화에 적절한 지상기준점의 개수는 지형의 형태, 기준점의 분포 등에 따라 약간의 차이가 있지만 대략 10점 이상이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 기 구축 자료들로부터 획득된 지상기준점을 이용하여 IKONOS 입체 위성영상을 기하학적 모형화를 시키고 축척 1:5000 수치지도를 기준으로 IKONOS 위성영상의 3차원 위치 정확도 분석을 수행하였다.

연구에 사용할 IKONOS 위성영상은 동일궤도 입체영상으로 인접궤도 입체영상과 달리 수 십 초(T+20초)내에 두 이미지를 획득함으로써 두 이미지 사이에 동일한 밝기와 영상 상태를 유지할 수 있어서 좌·우 영상 쌍에서 지형·지물의 변화가 거의 없고 영상이 거의 동일한 기하 특성을 지니고 있으며 촬영 경사각이 다르기 때문에 입체영상의 구성도 가능하다. 연구대상지에 대하여 서로 다른 각도에서 촬영한 2개의 IKONOS 위성영상을 사용하였으며 영상의 처리 수준은 Level 2(Geo)의 컬러 수치영상이다.

3.2 고해상도 위성영상의 정확도 평가

본 연구에서는 기 구축 자료로부터 획득된 지상기준점을 이용하여 기하보정한 IKONOS 위성영

상을 정사영상과 수치표고모형의 정확도 평가 시 적용한 동일 검사점을 사용하여 정확도 평가를 하였다. 정사영상과 수치표고모형은 각각 30Km×30Km이나 IKONOS 위성영상은 11Km×11Km이므로 공통된 범위에서 벗어나는 6점을 제외한 총 14점을 사용하였다.

검사점들의 정확도 분석을 위해 국토지리정보원에서 제공하고 있는 축척 1:5,000 수치지도를 활용하였으며, 표 3, 4 및 그림 2, 3에 3차원 위치에 대한 정확도 분석 결과를 제시하였다.

표 3. 평면위치 정확도 분석

측점	수치지도 (m)		IKONOS (m)		편차 (m)	
	X	Y	X	Y	dX	dY
4	4033481.880	358607.940	4033484.221	358612.312	2.341	4.372
5	4032980.180	358378.530	4032974.450	358371.376	5.730	7.154
6	4028261.360	352613.260	4028258.214	352616.623	3.146	3.363
7	4027764.240	353587.040	4027754.291	353594.334	9.949	7.294
8	4027969.380	354395.150	4027963.802	354396.514	5.578	1.364
9	4028461.910	356476.330	4028460.531	356473.737	1.379	2.593
10	4029109.240	356664.270	4029119.259	358667.416	10.019	3.146
11	4026624.240	353347.460	4026615.956	353350.670	8.284	3.210
12	4026666.480	355640.820	4026670.315	355641.099	3.835	0.279
13	4025777.590	350663.980	4025773.445	350669.391	4.145	5.411
14	4025002.750	350721.580	4025002.847	350726.015	0.097	4.435
15	4024152.270	350298.030	4024151.511	350296.695	0.759	1.335
18	4024166.160	359804.060	4024162.335	359809.193	3.825	5.133
20	4022434.810	358747.650	4022436.246	358751.855	1.436	4.205

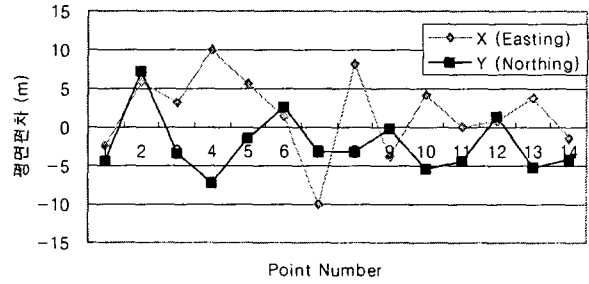


그림 2. 평면위치에 대한 정확도 분석

표 4. 수직위치 정확도 분석

측점	수치지도 (m)	IKONOS (m)	편차 (m)
	Z	Z	dZ
4	44.000	45.640	1.64
5	54.000	56.230	2.23
6	50.037	50.322	0.285
7	64.000	61.091	2.909
8	70.246	62.699	7.547
9	45.793	44.612	1.181
10	58.000	55.024	2.976
11	58.353	56.494	1.859
12	40.000	40.687	0.687
13	48.015	48.214	0.199
14	49.000	47.470	1.53
15	59.000	56.817	2.183
18	70.000	71.328	1.328
20	49.669	49.763	0.094

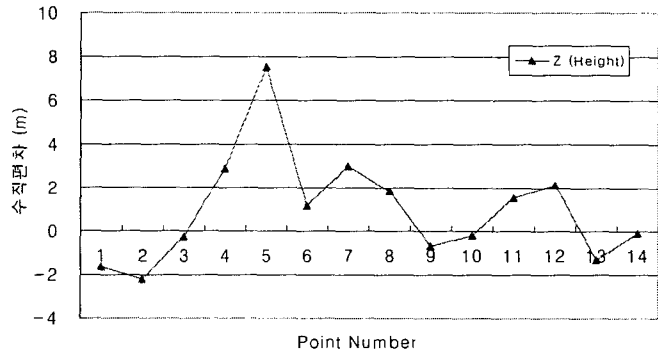


그림 3. 수직위치에 대한 정확도 분석

이와같이 기 구축 자료를 이용하여 기하보정된 IKONOS 위성영상에 대한 정확도 분석 결과 다음과 같은 성과를 도출할 수 있었다. 이때 평면위치의 경우 기 구축 정사영상과 수치표고모형의 정확도 평가 결과와 유사한 성과이나 수직위치에 대해서는 현저히 향상된 결과를 나타냈다. 이는 IKONOS 입체영상이 기존의 수치표고모형보다 최신의 자료이므로 지형·지물의 변화에 의한 과대오차가 상당히 감소되었기 때문이라 판단된다.

표 5. 평면 및 표고위치에 대한 RMSE

평면좌표 RMSE		표고좌표 RMSE
N(m)	E(m)	H(m)
3.243m	2.067m	1.872m

이로부터 정사영상과 수치표고모형에서의 지상기준점 획득기법이 비접근지역에 대한 기준자료 확보를 위해 현지관측에 대한 불가능이나 경제적 부담 등을 해소할 수 있을 것이라 판단되며 현지관측이 곤란한 지역에 대한 매우 효과적인 위치 정확도 개선 기법으로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

4. 결 론

본 연구는 기 구축 정사영상과 수치표고모형을 사용한 지상기준점 획득 방법을 통하여 지상기준점 측량 불가능역에 대한 3차원 위치결정 및 지형정보획득에 대한 연구를 수행한 것으로 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다.

1. 기 구축 정사영상과 수치표고모형의 정확도 분석 결과, RMSE는 X에서 3.043m, Y에서 2.921m, Z는 6.139m로 나타남을 알 수 있었다.
2. 기 구축 자료를 이용하여 기하보정된 IKONOS 위성영상에 대한 정확도 분석 결과, RMSE X에서 3.243m, Y에서 2.067m, Z에서 1.872m로 나타났다.
3. 비접근지역의 위치결정에 대한 가능성을 제시하였으며 향후 광역적인 정확도 검증이 이루어진다면 본 연구의 결과가 크게 활용될 수 있을 것이라 판단된다.

참고문헌

1. 박준규, "RPC/GCP를 이용한 IKONOS 위성영상의 3차원 지형정보 해석", 석사학위 논문, 충남대학교 대학원, 2003
2. 정주권, "Strip 입체 위성영상을 이용한 비접근지역 3차원 위치결정(KOMPSAT EOC 영상을 중심으로)", 석사학위 논문, 경상대학교 대학원, 2003
3. Paul R. Wolf and Bon A. Dewitt, "Elements of Photogrammetry with Applications in GIS", 3rd Ed., Mc GrawHill, 2000
4. Westin, T., "Precision Rectification of SPOT Imagery", PE&RS, Vol 56(2), 1990, pp.247-253
5. 유복모, 이용웅, 최선용, 조봉환, "SPOT 위성영상의 지상기준점 제작 및 위치정확도 평가 연구", 대한토목학회논문집, 제20권, 제3-D호, pp331~339, 2000
6. 윤희천, 이용욱, "GPS를 이용한 SPOT영상의 GCP 및 DEM 정확도 평가", 한국측량학회지, 제 22권 제 1호, 2004, pp.73~80
7. 방기인, 조우석, "비접근지역에 대한 SPOT영상의 Pseudo 영상 구성 및 센서모델분석", Korea Journal of Remote sensing, Vol.17 No.1, pp33~44, 2001
8. 국토지리정보원, 공공측량의 작업규정 세부기준, 2004