한국측량학회지, 제 26권 제 4호, pp. 423～431(2008년 08월 31일)

입체 영상칩을 이용한 영상기준점 활용방안에 관한 연구

A Study on the Practical Application of Image Control Point Using Stereo Image Chip

김훈정[1] · 김감래[2] · 정해진[3] · 조원우[4]

Kim, Hoon Jung · Kim, Kam Lae · Cheong, Hae Jin · Cho, Won Woo

Abstract

The control surveying which aims at identifying the coordinate system of satellite images with that of ground is a repeatedly performed essential process to produce digital ortho - photos and it acts as the main factor to increase the production cost of the photos by duplicated budgets and redundant works when executing the projects for acquiring basic geographical information from high density satellite images. During the experimentation, an application system was established for producing a stereo image chip by the analysis of DPPDB file structure, the stereo image chip was produced with SPOT and IKONOS images, the analysis of 3D modeling accuracy was performed to secure the required accuracy and to present the optimal number and deployment of the control points, and a 3D modeling was performed for new SPOT images and lastly, 3D ground coordinates were extracted by the observation of the same points through the overlapping with the new images. As the results of the research, it is proved that the stereo image chip can be used as the ground controls through the accuracy analysis between the coordinates of the images and the ground, close results were obtained between the coordinates by the ground survey and those by the 3D modeling using new images and the observation of the same points, positional changes were not found during observing the same points, and the research presented the methodology for improving the process of the control survey by showing the availability of the image controls on the stereo image chip instead of the ground controls.

Keywords : GIS, Ortho-photos, Stereo image chip, Satellite image, DPPDB(Digital Point Positioning Data Base)

초 록

최근 고해상도 위성영상을 활용한 기본지리정보 사업 수행에 있어 영상과 지상간의 좌표체계를 일원화 하는 기준점 측량은 수치정사영상 제작시 반복적으로 수행되는 필수적 공정으로 중복 예산 및 작업에 의해 추가 제작상의 어려움을 주는 큰 요인으로 작용하고 있다. 이에 본 연구에서는 지상과 동일한 좌표체계를 가지는 스테레오 영상칩 제작을 통해 신규영상에 대한 영상 기준점으로의 활용 가능성을 제시함으로서 기존 작업 방법에 대한 개선 가능성을 제시 하였다. 실험방법은 DPPDB의 파일구조 분석을 통해 스테레오 영상 칩 제작 기준을 정하였으며, SPOT과 IKONOS 위성영상을 활용하여 스테레오 영상 칩을 제작하였다. 소요 정확도 확보를 위해 기준점 수량에 따른 3차원 모델링 정확도 분석을 수행하여 수치정사영상제작을 위한 최적의 기준점 배치 및 수량을 제시하였으며, 신규영상과의 중첩도시를 통한 동일점 관측을 실시하여 3차원 지상좌표를 추출하고 신규 SPOT 위성영상에 대한 3차원 모델링을 수행하였다. 연구 결과 제작된 스테레오 영상 칩과 지상좌표와의 정확도 분석 수행결과 지상기준점으로 활용상에 문제가 없으며, 동일점 관측을 통해 신규 위성영상을 활용한 3차원 모델링 수행 시 측량을 통해 취득한 지상좌표를 활용한 모델링 결과값과 근접한 결과를 획득함으로서 영상 기준점 활용에 대한 적정성을 제시한 결과로서 기준점 측량 작업 공정 개선을 위한 방안을 제시할 수 있었다.

핵심어 : 지리정보시스템, 수치정사영상, 입체 영상 칩, 위성영상, 정밀영상위치제공 지형정보

1) 정회원 · 명지대학교 토목환경공학과 박사과정(E-mail:giskim@paran.com)
2) 연결저자 · 정회원 · 명지대학교 토목환경공학과 교수(E-mail:kam@mju.ac.kr)
3) 정회원 · 명지대학교 토목환경공학과 박사(E-mail:cheonghj@paran.com)
4) 명지대학교 토목환경공학과 박사과정(E-mail:zzonu@nate.com)

1. 서 론

최근 고해상도 위성영상이 출현하고 GIS기술의 비약적인 발달로 인하여 다양한 지형정보를 취득하고 이를 체계적으로 관리할 수 있는 여건이 조성되고 있다. IKONOS, Quick Bird, SPOT-5, KOMSAT-1,2와 같은 고·중해상도 광학위성을 통한 지리정보 기반 데이터인 수치지형도 제작 및 영상지도 제작과 능동적 센서를 탑재한 RADARSAT을 이용한 도시지형정보 및 재해정보를 취득하여 도시 관리, 각종 건설관리, 자원관리, 환경관리 등에 활용이 급증하고 있어 지형공간정보자료를 GIS와 연계시켜 다양한 용도의 정보체계를 구축하는 것이 필요하게 되었다. 중·저해상도의 위성영상자료를 이용하여 취득된 각종 정보와 고해상 영상자료와의 통합 및 다중센서 자료들의 통합은 영상정보의 활용성을 다양화시키는데 매우 필요한 연구과제로 활용되고 있다.

고해상도 관측위성의 발전 추세에 따라 현지측량은 물론 항공사진 촬영을 대치할 수 있는 기술수준까지 급성장하고 있는 현실 속에서 최근 가장 크게 부각된 사항이 현실세계를 그대로 반영한 수치정사영상을 활용한 영상지도 제작 및 사용자 중심의 다양한 주제도 제작을 통한 다변화된 활용성이지만, 고해상도 위성영상을 활용한 지도제작에 수반되는 과도한 경비의 지출 및 작업공정의 중복성은 제작상의 큰 제약사항으로 자리하고 있다. 위성영상을 활용한 수치정사영상 제작 및 활용상에서 가장 큰 경비 지출 요인인 지상기준점의 관측은 초기 지상과의 상관성을 규정하기 위해 필수적으로 수반되는 사항이나, 중복지역에 대해 추후 촬영된 위성영상을 이용한 수치정사영상 제작을 위해서는 중복적으로 수행하여야 하는 작업공정의 일환으로 공정 개선에 따른 예산절감 및 공정효율화 측면에서의 연구가 끊임없이 진행되어 오고 있는 현실이다.

본 연구에서는 기존 제작된 지역의 위성영상을 활용하여 입체 영상칩을 제작하고 이를 통해 중복 촬영된 위성영상을 활용한 수치정사영상 제작시 기준점 측량없이 데이터베이스화된 입체 영상칩 상에서 기준점을 추출하여 현지 지상기준점으로 대치하여 사용함에 있어 적정성 및 가용성을 규명하고자 한다. 또한, 입체 영상칩의 정확도 확보를 위해 기준점 수량 변화에 따른 최적의 제작 조건을 제시함으로서 입체 영상칩 제작상의 최적의 방법과 정확도 확보, 신규영상에 대한 3차원 모델링 성과와의 정확도 및 상관성을 규명함으로서 본 연구를 통해 도출된 성과물 사용에 대한 사용상의 타당성을 부여하고자 한다.

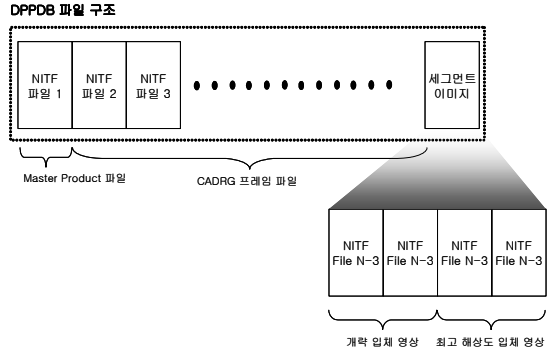


그림 1. 입체 영상칩 파일구조

2. 입체 영상칩 파일구조

입체 영상칩 파일은 지리부호화된 위성영상 뿐만 아니라 이에 대한 다수의 텍스트 및 이미지 정보를 가지고 있으며, 파일 구조에 대한 개괄적 구조는 그림 1과 같이 파일 전체에 대한 개략적 정보를 수용하고 있는 주 헤더파일, 정확도 파일 및 참조 지도 등에 대한 정보를 수용하고 있는 CADRG 프레임 파일, 입체 영상 칩과 이에 대한 정보를 수용하고 있는 세그먼트 이미지파일로 구성되어 있다.

2.1 주헤더파일 구조

주 헤더 파일이란 그림 2와 같이 입체 영상 이외의 텍스트 정보를 모두 포함하는 다중파일 형태인 입체 영상칩 파일 내에 포함되어 있는 파일내용, 입체 영상의 정확도 자료, 주요 텍스트 정보 목록 등에 대한 전반적인 사항에 대해 기술하고 있는 종합 헤더 파일이며, 이러한 주 헤더 파일 파일에 포함되는 내용으로는 그림 2와 같다.

2.2 개략 입체영상 파일구조

개략 입체영상 파일에는 크게 저해상도 입체세그먼트 영상, 파일구조별 부여번호, RFM계수, 영상 모델 번호 및 세그먼트 영상 모델 번호 등이 수록되어있다. 입체 영상 파일에 대한 상세 정보는 그림 3과 같으며, 세그먼트 영상 파일 구조는 개략 입체 영상 파일 구조와 동일하게 구성하였다.

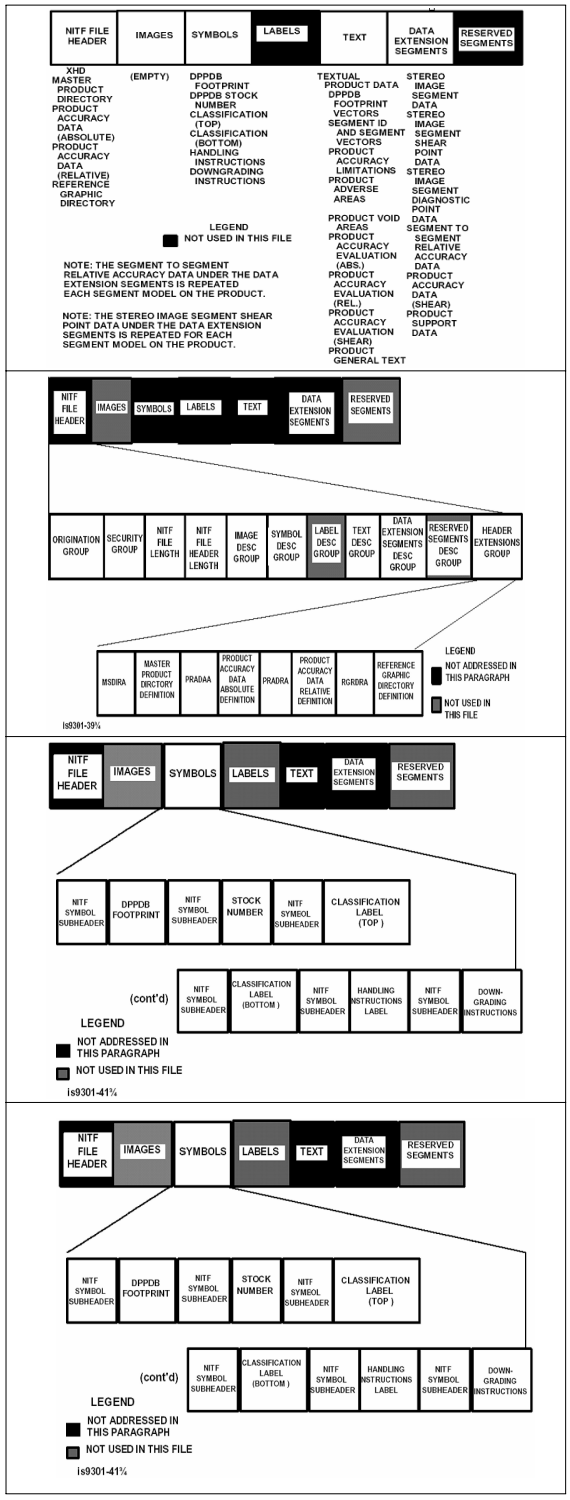


그림 2. 주헤더 파일 구조

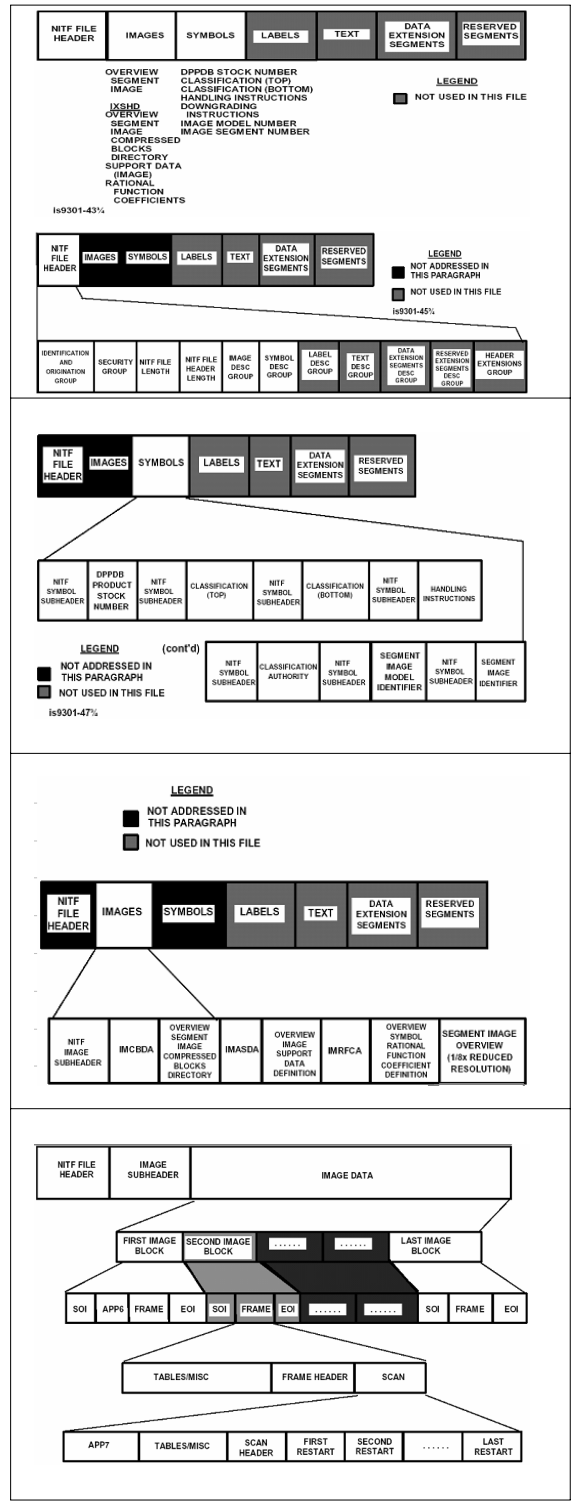


그림 3. 개략 입체 영상 파일구조

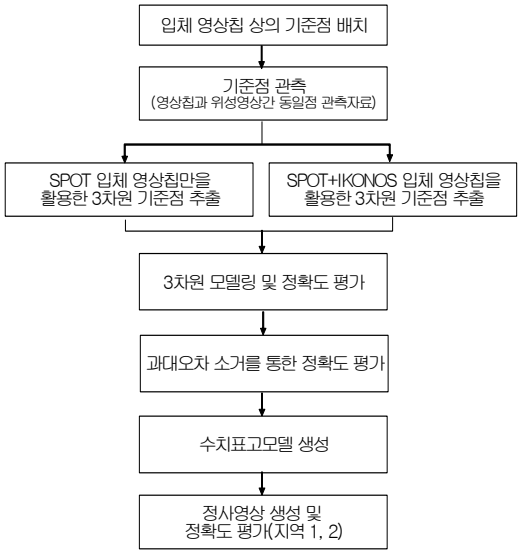


그림 4. 실험 절차

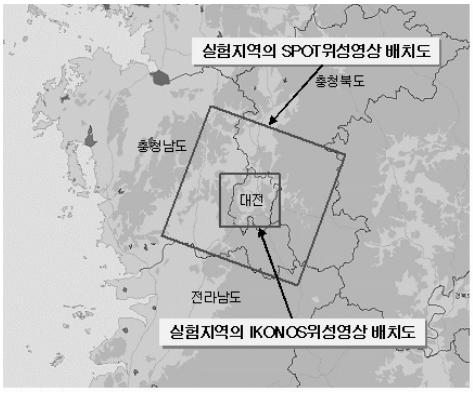


그림 5. 실험지역 위성영상 배치도

3. 실험 및 결과분석

3.1 실험 방법 및 내용

파일 구조 설계에 따라 기존 위성영상을 활용하여 입체 영상 칩을 제작하고 신규 위성영상과의 동일점 관측을 통해 취득한 3차원 지상기준점 좌표를 활용한 3차원 모델링 결과와의 정확도 분석을 통해 제작된 입체 영상칩에 대한 영상 기준점으로의 활용성을 검증하고자 실험과 분석을 실시하였으며, 실험절차는 그림 4와 같다.

3.2 실험대상지역 선정

실험 대상지로 시가지, 구릉지, 산지의 분포성, GPS 측

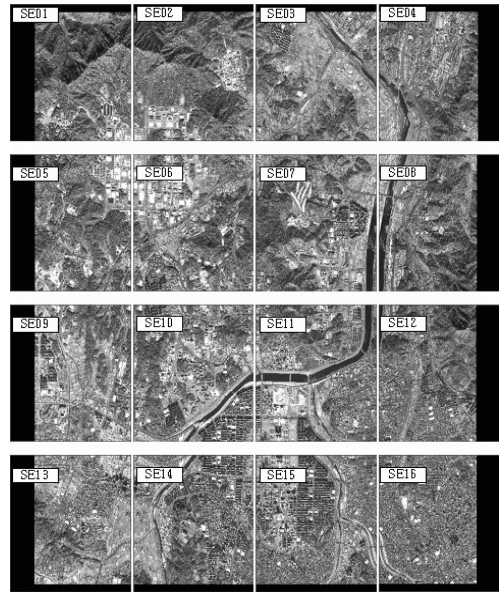


그림 6. IKONOS의 입체 영상칩 제작 결과

량 수행을 위한 상시관측소와 연계한 망구성의 용이성, SPOT-5와 IKONOS 영상의 중첩성, 시기가 다르고 대상지역이 동일한 위성영상 자료 취득의 용이성을 기준으로 대전 인근 지역을 선정하였다. 그림 5는 실험에 사용한 위성영상의 배치도를 나타내고 있다.

3.3 입체 영상칩 제작

각 입체 영상칩은 지리부호화된 입체 위성영상 상에서 사각형에 의해 경계를 짓고 영상이 없는 영역은 배경색 화소로 채워 제작한다. 영상칩들은 바깥쪽에 위치한 영상들을 포함하도록 구성하였으며, Master 파일은 입체 영상칩의 위치를 나타내는 사각형의 좌표, 정확도, 기준점으로 사용한 측점의 이력파일등이 저장된다. 각 영상칩의 인접부분은 이격점의 추출이 가능하도록 중복 부분을 두어 제작하여 인접이 원활하도록 제작하였다.

그림 7은 지리부호화된 IKONOS 입체 영상을 이용하여 총 15개의 입체 영상칩 제작 결과이다. 그림 6은 SPOT-5 지리부호화된 입체 영상을 활용하여 입체 영상칩을 제작한 결과로서 총 20개의 정방형 형태의 제작결과를 나타내고 있다.

3.4 입체 영상칩의 정확도 평가

3.4.1 SPOT-5 입체 영상칩

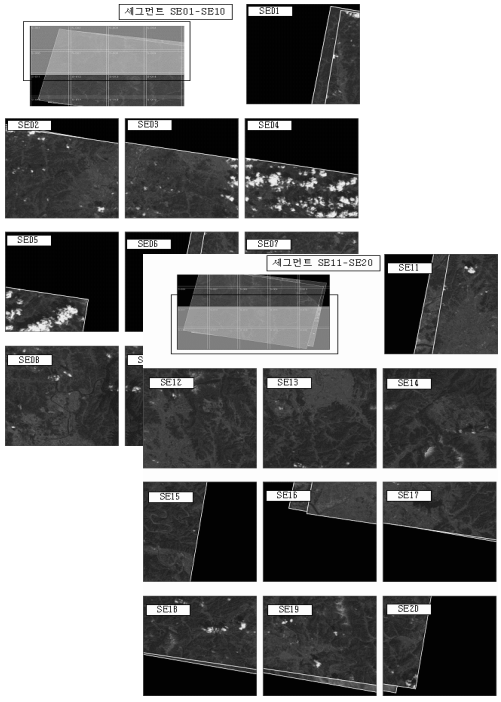


그림 7. SPOT-5의 입체 영상칩 제작 결과

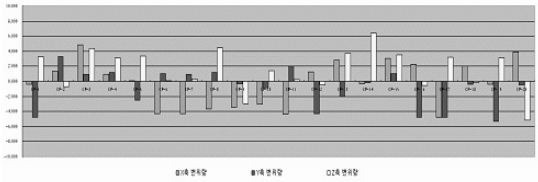


그림 8. 검사점의 위치오차 분포 (단위 : m)

검사점에 대한 GPS 측량 결과와 입체 영상칩 상에서 추출한 3차원 좌표와의 위치오차를 분석한 결과 X축 RMSE가 ±2.580m, Y축 RMSE가 ±2.103m, Z축 RMSE가 ±2.531m로 평균적으로 ±2.5m 이내의 위치오차로 1화소 대의 정확한 좌표값을 획득하였다. 이는 입체 세그먼트 상에서 독취한 3차원 좌표에 대해 지상기준점으로의 사용상에 문제가 없음을 제시하는 결과로서 오차분포는 그림 8, 오차량은 표 1과 같다.

3.4.2 IKONOS 입체 영상칩

검사점과 동일한 지점의 지상좌표를 입체도시에 의한 좌표 관측을 통해 위치 오차량을 분석한 결과 RMSE가 X축 ±2.115m, Y축 ±1.790m, Z축 ±2.450m로 평균적으로 ±2.0m 전후의 결과값을 획득하였다. 이는 수치지도 상에서 기준점을 추출하여 사용한 경우보다 높은 정확도를 나타내는 것으로 영상에서 추출한 지상좌표에 대해 지상 기준점으로 사용상에 문제가 없음을 확인하였다. 이러한 검사점에 대한 위치오차량은 표 2와 같다.

3.4 동일점 관측

기존 SPOT의 입체 영상칩 만을 가지고 동일점 관측을 통해 추출한 기준점 갯수는 그림 10과 같이 도곽당 3점으로 총 60점을 독취 하였다. 기존 SPOT의 입체 영상칩과 IKONOS의 입체 영상칩을 병합하여 동일점을 추출할 경우는 그림 11과 같이 SPOT 입체 영상칩 상에서 60점은 기존 추출한 값을 사용하였다. IKONOS상에서 도곽당 1점씩 추출한 16점은 신규로 독취하였다.

표 1. 검사점 위치오차량 (단위 : m)

측점	지상측량 UTM좌표			입체세그먼트 독취 UTM좌표			오차량		
	X1	Y1	Z1	X2	Y2	Z2	X1-X2	Y1-Y2	Z1-Z2
SCP-1	327937.09	4033455.20	82.78	327937.47	4033459.97	79.478	-0.372	-4.776	3.309
SCP-2	324023.00	4014595.86	88.66	324021.70	4014592.58	89.383	1.305	3.272	-0.719
SCP-3	316669.26	4021593.98	96.036	316664.40	4021593.02	91.645	4.860	0.956	4.391
SCP-4	317143.69	4026812.91	85.609	317142.73	4026811.77	82.521	0.963	1.147	3.089
SCP-5	284763.49	4025033.73	80.896	284763.40	4025036.23	77.515	0.090	-2.495	3.381
⋮									
SCP-14	307180.55	4053619.27	97.71	307180.90	4053619.43	91.270	-0.347	-0.159	6.441
SCP-15	294133.58	4058363.76	87.1	294130.50	4058362.73	84.263	3.083	1.034	3.547
SCP-16	334579.19	4055754.29	95.32	334576.93	4055759.05	96.471	2.260	-4.755	-0.539
SCP-17	326395.18	4061447.68	85.05	326399.94	4061452.44	82.269	-4.760	-4.763	3.236
SCP-18	312992.38	4063464.09	80.03	312990.34	4063464.44	80.254	2.045	-0.356	-0.151
SCP-19	310501.60	4066785.23	109.73	310502.00	4066790.57	106.073	-0.403	-5.343	3.100
SCP-20	296742.98	4066548.00	109.73	296739.09	4066548.44	114.344	3.893	-0.440	-5.171
RMSE							2.580	2.103	2.531

표 2. 검사점 위치오차량 (단위 : m)

측점	지상측량 UTM좌표			입체세그먼트 독취 UTM좌표			오차량		
	X1	Y1	Z1	X2	Y2	Z2	X1-X2	Y1-Y2	Z1-Z2
ICP-1	311910.73	4041069.23	68.719	311910.45	4041073.14	67.841	0.275	-3.906	3.161
ICP-2	309377.21	4042170.80	82.787	309373.25	4042168.17	82.673	3.955	2.625	0.410
ICP-3	306348.00	4042005.56	17.514	306347.96	4042005.94	16.263	0.058	-0.378	4.504
ICP-4	312791.95	4043768.06	96.036	312795.64	4043768.19	95.234	-3.647	-0.130	2.887
⋮									
ICP-11	311690.42	4048725.09	85.908	311689.07	4048723.01	83.950	1.355	2.079	7.049
ICP-12	313452.87	4050046.71	69.221	313456.98	4050047.24	68.261	-4.112	-0.277	3.456
ICP-13	311965.80	4050322.36	86.932	311964.66	4050326.25	86.079	1.140	-3.888	3.071
ICP-14	310423.66	4050873.14	150.831	310423.42	4050871.32	150.521	0.245	1.823	1.116
ICP-15	307669.83	4049551.26	76.508	307666.85	4049555.90	75.702	2.987	-4.641	2.902
RMSE							2.115	1.790	2.450

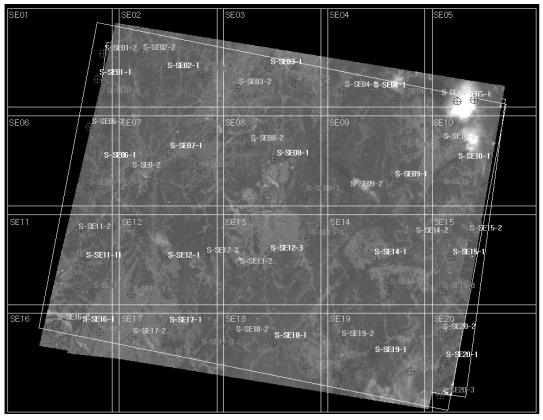


그림 9. SPOT-5의 입체 영상칩 기준점 추출 결과

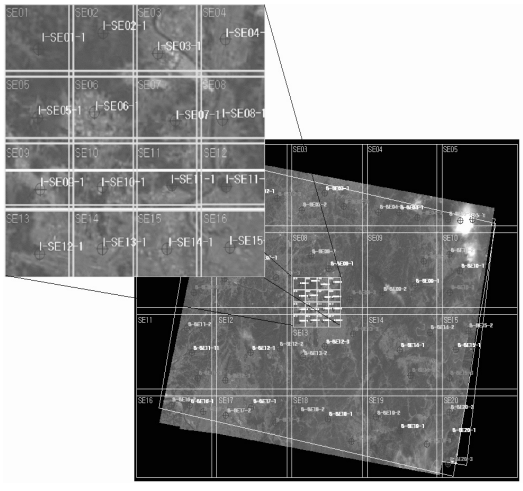


그림 10. SPOT-5+IKONOS의 입체 영상칩의 기준점 추출 결과

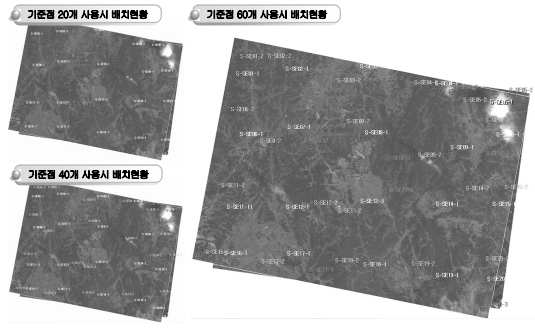


그림 11. SPOT-5 입체 영상칩을 활용한 신규위성영상의 기준점 배치현황

3.5 신규 위성영상의 3차원 모델링

3.5.1 기준점 배치

SPOT-5 입체 영상칩만을 활용하여 동일점 관측을 통해 추출한 지상 기준점을 활용하여 신규 위성영상의 모델링 수행을 위해서는 그림 12와 같이 1차는 영상칩당 1점씩 추출한 총 20점, 2차는 영상칩당 2점씩 추출한 총 40점, 3차는 영상칩당 3점씩 추출한 60점을 사용하였으며 기준점을 추출한 지상좌표를 기준으로 3차원 모델링을 수행하였다.

또한, SPOT-5와 IKONOS를 조합하여 동일점 관측을 수행하여 추출한 지상 기준점을 활용하여 신규 위성영상에 대한 3차원 모델링 수행을 위해서는 그림 12와 같이 IKONOS영상부분의 기준점을 중복하여 배치하여 3차원 모델링을 수행하였다.

3.5.2 신규위성영상의 3차원 모델링 정확도 분석

동일점 관측을 통해 추출된 지상좌표를 이용한 3차원 모델링 수행 결과 그림 13과 같이 기준점 수량이 증가할수

그림 12. SPOT-5+IKONOS 입체 영상칩을 활용한 신규위성영상의 기준점 배치현황

표 3. 검사점 위치오차에 대한 RMSE (단위 : m)

기준점 개수	표준편차		
	X	Y	Z
20	5.730	6.062	5.381
40	2.703	2.601	2.455
60	2.324	2.296	2.087

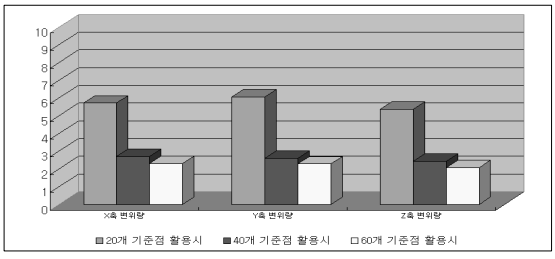


그림 13. 기준점 개수별 위치오차 변위분포

표 4. 검사점 위치오차에 대한 RMSE (단위 : m)

기준점 개수	표준편차		
	X	Y	Z
72	2.040	2.120	1.820

록 RMSE가 감소하며, 40개 이상부터는 RMSE가 ±2.5m 전후에서 변화가 거의 없었다. 또한, 그림 13에서와 같이 측점의 변위량이 한축으로 편중되지 않고 전체 영역에서 고른 오차 분포를 나타내고 있다. 이는 입체 영상칩 상에서 추출한 기준점의 정확도는 영상 전역에서 일정한 오차 범위를 유지하고 있어 정확한 3차원 지상좌표를 추출이 가능하며, 3차원 모델링 수행을 위한 최소 기준점 수량으로 입체 영상칩당 2점 이상의 동일점에 의한 지상기준점이 추출되어야 기준영상 제작 당시의 정확도를 확보할 수 있다.

SPOT과 IKONOS의 입체 영상칩을 활용하여 추출된 기준점 76점을 활용하여 신규영상에 대한 3차원 모델링을 수행한 결과 표 4와 같이 X축 변위량이 ±2.040m, Y축 변위량이 ±2.120m, Z축 변위량이 ±1.820m로 SPOT 입체 영상칩 만을 활용한 경우보다 정확도 측면에서 향상된 결과를 획득하였는데 이는 IKONIOS 입체 영상칩이 포함되는 지역이 다른 지역보다 조밀하게 배치된 기준점의 수량증가에 기인하여 정확도를 전반적으로 향상시키는 요인으로 작용하고 있기 때문이다.

3.5.3 과대오차 소거를 통한 모델링 정확도 분석

76개의 기준점을 사용한 경우 ±3.0m이상의 변위량을 나타내는 점을 표 5와 같이 확대하여 분석한 결과 높이 변화가 심한 지역, 사진과 지상간의 관계가 명확하지 않은 지역, IKONOS 영상과 SPOT 영상과 매칭시 모호한 지역, 촬영시기가 달라 영상의 공액점 추출이 곤란한 수계지역 등에서 과대오차가 발생함을 알 수 있다.

위치오차가 ±3.0m이상인 점은 총 24개 지역이며 높이의 변화가 심하지 않는 지역중 화소값 대비가 명확한 지점, 강과 같은 지형변화가 심하지 않은 지역으로 위치를 변화시켜 3차원 모델링을 재 수행한 결과 표 4와 같이 X축 변위량 ±1.490, Y축 변위량 ±1.588, Z축 변위량 ±1.652로 과대오차 소거전보다 정확도가 향상되었으며, 그림 16과 같이 과대 오차점의 정확도 향상이 오차 전파에 의해 인근 기준점의 정확도를 상대적으로 향상시킴을 알았다.

3.5.4 신규 위성영상의 수치정사영상 정확도 분석

수치정사영상을 SPOT 입체 영상칩만을 활용한 경우와, SPOT+ IKONOS 입체 영상칩를 활용한 경우로 나누어 생성하였다. 정확도 검증을 위해 각각의 경우에 따라 검수점을 20, 35를 배치하여 각각의 영상에 대해 X, Y, Z에 대한 표준편차를 산출해 본 결과 표 7과 그림 15와 같은 결과를 도출하였다.

4. 결 론

입체 영상칩의 활용성 및 사용성 평가에 대한 연구 수행 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 입체 영상칩 상에서 검사점에 대한 3차원 지상좌

표 5. 과대 오차지점 현황

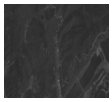
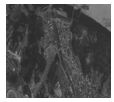
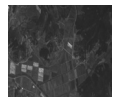
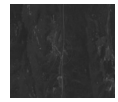
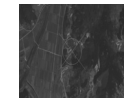
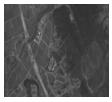
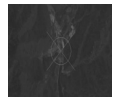
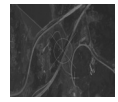
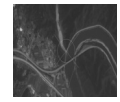
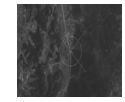
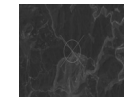
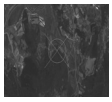
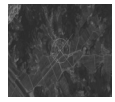
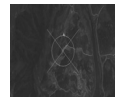
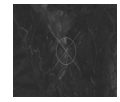
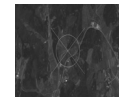
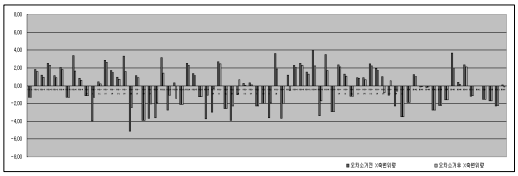
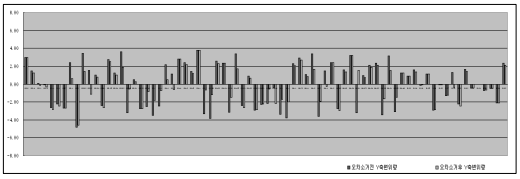
							
S-SE08-1	S-SE11-1	S-SE16-1	S-SE17-1	S-SE20-1	S-SE01-2	S-SE02-2	S-SE03-2
							
S-SE04-2	S-SE09-2	S-SE10-2	S-SE13-2	S-SE14-2	S-SE19-2	S-SE20-2	S-SE01-3
							
S-SE02-3	S-SE06-3	S-SE07-3	S-SE08-3	S-SE13-3	S-SE17-3	S-SE18-3	S-SE19-3

표 6. 과대오차 소거를 통한 검사점의 위치오차량(단위 : m)

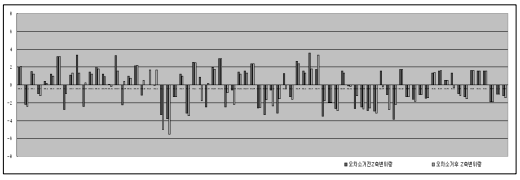
측점	ΔX	ΔY	ΔZ	측점	ΔX	ΔY	ΔZ
S-SE01-1	-1.309	2.995	2.045	S-SE19-2	-1.940	-0.530	-1.670
S-SE02-1	1.566	1.216	-2.408	S-SE20-2	1.881	-2.143	-2.333
S-SE03-1	0.946	-0.144	1.236	S-SE01-3	-2.000	-1.700	-1.530
S-SE04-1	2.276	-0.298	-1.188	S-SE02-3	-0.559	-2.011	-0.489
S-SE05-1	0.906	-2.848	0.166	S-SE03-3	2.046	2.056	-1.588
S-SE06-1	1.806	-2.478	0.966	S-SE04-3	2.276	2.696	2.386
S-SE07-1	-1.299	-2.699	3.139	S-SE05-3	1.296	0.816	1.306
S-SE08-1	1.631	0.631	-0.991	S-SE06-3	2.241	1.631	1.791
S-SE09-1	0.616	-4.576	1.348	S-SE07-3	-1.700	-1.930	3.354
S-SE10-1	-1.139	1.399	1.309	S-SE08-3	1.721	-0.259	-1.761
S-SE11-1	-1.300	-1.120	0.220	S-SE09-3	-2.929	2.385	-1.929
S-SE12-1	0.176	0.786	1.196	S-SE10-3	2.126	-2.998	-2.858
S-SE13-1	2.636	-2.628	1.756	S-SE11-3	1.066	1.336	1.326
S-SE14-1	1.456	2.496	0.946	S-SE12-3	-1.159	3.199	-0.145
S-SE15-1	0.696	0.986	-0.184	S-SE13-3	0.826	1.512	-1.232
S-SE16-1	1.561	1.851	1.541	S-SE14-3	0.666	0.706	-2.728
S-SE17-1	-2.440	-0.540	0.410	S-SE15-3	2.196	1.876	-2.616
S-SE18-1	0.886	0.266	0.746	S-SE16-3	1.676	2.096	-3.158
S-SE19-1	-3.879	-2.739	2.165	S-SE17-3	-0.769	-1.661	-0.209
S-SE20-1	-2.030	-0.860	0.510	S-SE18-3	0.560	1.510	-2.734
S-SE01-2	-1.960	-1.820	1.664	S-SE19-3	-0.630	-1.450	-2.200
S-SE02-2	1.411	-0.711	1.669	S-SE20-3	-3.469	1.265	1.715
S-SE03-2	-1.080	0.490	-4.994	I-SE01-1	-1.877	0.923	-1.297
S-SE04-2	-1.409	-0.599	-5.553	I-SE02-1	0.994	1.334	-1.846
S-SE05-2	-2.089	2.795	-1.299	I-SE03-1	-0.107	-0.107	-1.107
S-SE06-2	2.286	2.146	0.956	I-SE04-1	-0.167	1.113	-1.457
S-SE07-2	1.146	1.186	-3.428	I-SE05-1	-2.727	-2.887	1.363
S-SE08-2	-1.219	3.759	2.499	I-SE06-1	-2.237	-0.067	1.593
S-SE09-2	-1.050	-0.690	-1.760	I-SE07-1	-1.577	-1.267	0.533
S-SE10-2	-0.310	-1.200	0.200	I-SE08-1	1.998	-0.362	-0.302
S-SE11-2	2.426	2.306	1.726	I-SE09-1	0.134	-2.456	-1.236
S-SE12-2	-2.549	2.355	2.945	I-SE10-1	2.084	1.414	-1.566
S-SE13-2	-2.260	-1.500	-0.850	I-SE11-1	-1.147	-0.437	1.613
S-SE14-2	0.670	1.700	-2.214	I-SE12-1	-0.017	-0.017	1.553
S-SE15-2	0.016	-2.628	1.226	I-SE13-1	-1.507	-0.687	1.543
S-SE16-2	0.106	0.656	1.326	I-SE14-1	-1.697	-0.477	-1.907
S-SE17-2	-2.279	-2.879	2.345	I-SE15-1	-2.247	-2.087	-1.017
S-SE18-2	-1.969	-2.249	-2.559	I-SE16-1	-0.146	2.124	-1.466
		RMSE			1.490	1.588	1.652



(a) X축 오차 변위량 변화



(b) Y축 오차 변위량 변화



(c) Z축 오차 변위량 변화

그림 14. 과대오차 조정에 의한 3차원 모델링 위치오차 변화 (단위 : m)

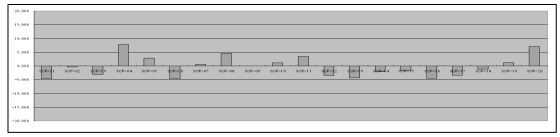
표 7. 정사영상 위치오차의 RMSE (단위 : m)

영상칩종류	검사점 개소수	표준편차		
		X	Y	Z
SPOT	20	±3.735	±3.520	±5.043
SPOT+ IKONOS	35	±3.292	±3.415	±4.236

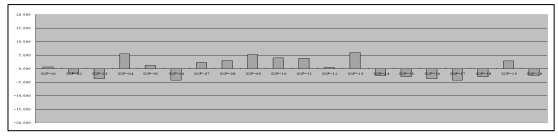
표를 추출하고 GPS측량 결과와의 정확도를 분석한 결과 제작당시 사용한 위성영상의 3차원 모델링 정확도를 유지하고 있어 지상기준점으로 대치할 영상 기준점 활용을 위한 소요의 정확도를 확보하였다.

둘째, 상관 매칭에 의해 추출된 동일점 3차원 지상좌표를 활용한 신규 위성영상의 3차원 모델링 정확도를 분석한 결과 허용오차 이내의 정확도를 확보하였으며, 입체영상칩에서의 기준점 추출 수량에 따른 위치 오차 변화량이 측량을 통한 3차원 모델링 정확도와 유사한 형태의 오차 유형 및 범위를 나타냄으로서 소요정확도 확보를 위한 최소 기준점 수량 및 기준을 확보하였다.

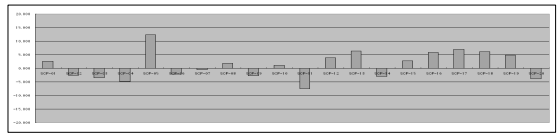
셋째, 과대오차지점에 대해 재 관측에 의해 위치오차를 소거한 결과 상관매칭 기반의 동일점 관측시 표고변화가 심한 지역 보다 변화가 적고 화소값의 밝기 변화가 심해 영상간의 상관성 규명이 용이한 지역의 영상기준점 추출



(a) 검사점에 대한 X축 위치오차 변위량



(b) 검사점에 대한 Y축 위치오차 변위량



(c) 검사점에 대한 Z축 위치오차 변위량

그림 15. 수치정사영상 측점별 위치오차 변위량

시 3차원 모델링의 정확도가 향상됨을 알 수 있었다.

이상의 같은 결론을 통해 입체 영상칩을 활용하여 중복지역 수치정사영상 제작시 측량에 의한 지상기준점으로 대치하여 성과파일로 사용함으로서 예산절감 및 작업공정 단축에 기여할 것이며, 향후 국토모니터링을 위한 전국 기반의 수치정사영상 제작 및 변화지역 자동 갱신을 위한 기초자료로 활용이 가능할 것으로 기대된다.

참고문헌

강명호, 방수남, 이용웅 (2003), SPOT 위성영상에서의 지상기준점의 영상좌표 자동관측, 한국GIS학회 학술대회논문집, pp. 354-362.

국방과학연구소 (1997), 위성영상을 이용한 3차원 정사투영영상 생성법에 관한 연구.

김감래, 이호남, 이호재 (1999), SPOT 영상을 이용한 DEM 정확도의 개선, 대한토목학회 학술발표회 논문집, 1999, pp. 503-506

김만조, 차승훈, 고보연 (2003), 궤도자료를 이용한 SPOT 카메라 모델링, 한국GIS학회 학술대회 논문집, pp. 531-536

EI-Manadili, Y. and Novak, K (1996), Precision rectification of SPOT imagery using direct liner transformation model, *PE&RS*, 62(1), pp. 67-72

Evans. S, and Hudson-Smith. A (2001), Imformation Rich 3D Computer Modeling of Urban Environments, Center for Advanced Saptial Analysis, *CASA*, University College London Working Paper Series 35.

(접수일 2008. 7. 22, 심사일 2008. 7. 25, 심사완료일 2008. 8. 12)