

수치지도의 수정 및 갱신을 위한 고해상도 위성영상의 적용 가능성 평가 Estimating the Application Possibility of High-resolution Satellite Image for Update and Revision of Digital Map

강준묵* · 이철희** · 이형석***

Kang, Joon Mook · Lee, Chol Hee · Lee, Hyung Seok

要 旨

고해상도 위성영상의 공급이 현실화됨에 따라 위성영상을 기반으로 한 수치지형도나 주제도의 신규제작 및 갱신에 많은 관심이 모이고 있다. 본 연구는 아이코노스 위성영상을 이용하여 기존의 축척 1/5,000 및 1/25,000 수치지도의 수정 및 갱신 가능성을 제시하고자 하였다.

아이코노스 단영상에서 기존 수치지도상의 기준점을 활용하여 기하보정을 수행하였으며, 기존 수치지도의 3차원 등고선자료와 표고성좌에 의해 수치표고모형을 추출하여 정사영상을 생성하였다. 정사보정된 위성영상과 기존 수치지도를 중첩하여 변화된 지형지물들을 스크린 디지털라이징 방법으로 수정하였고, 위치정확도 분석을 위해 변화하지 않은 지역의 지형지물들을 위성영상위에 직접 작도하여 비교하였다. 그 결과, 평면위치오차를 $\pm 3.35\text{m}$ 의 평균제곱근오차로 산출할 수 있었으므로 축척 1/10,000 이하의 수치지도 갱신에는 충분히 그 활용이 가능한 것으로 판단되며, 입체영상을 사용하고 지상기준점 측량을 병행한 갱신방법을 사용한다면 축척 1/5,000이상의 대축척 수치지도 갱신도 가능할 것이다.

ABSTRACT

Supplying high-resolution satellite image, we take much interest in the update and the revision of digital map and thematic map based on the satellite image. This study presented the possibility of the update and the revision to the existing digital map on a scale of 1/5,000 and 1/25,000 to take advantage of the IKONOS satellite image.

We performed geometric correction to make use of the ground control points of the existing digital map in IKONOS mono-image and created ortho-image by extracting digital elevation model from three dimensional contour data and altitude on the existing digital map. We revised changed features in the method of screen digitizing by overlapping orthorectified satellite image and existing digital map and drew features of the unchanged area on the satellite images for positional accuracy analysis. As a result, rectification error is calculated at $\pm 3.35\text{m}$ by RMSE. There is a good possibility of update of digital map under the scale of 1/10,000. It is possible to the update of the large scale digital map over the scale of 1/5,000, as if we used the method of stereo image and ground control point surveying.

1. 서 론

보통 항공사진, 현지조사자료와 같은 원자료(raw data)로부터 수치지도 완성까지의 기간은 비교적 많이 소요되며, 한번 갱신하는데도 시간과 비용이 많이 필요하다. 그러나 수치지도의 갱신주기는 짧을수록 부가가치가 있는 것이기 때문에 기존에 제작된 수치지도를 적절한 시기에 최

적의 방법으로 갱신하는 것에 대한 연구들이 꾸준히 진행되어 오고 있다.

1995년 국가지리정보체계(NGIS) 구축 기본계획에 근거하여 국가기본도인 지형도 전산화 사업이 추진되었으며, 주된 대상축척은 1/1,000, 1/5,000 및 1/25,000의 지형도들이다. 이러한 수치지도들은 현재 짧게는 3년부터 길게는 5~7년 정도 지난 노후화된 지형자료들로 변화하게 마련이다. 또한 공사현장에 따른 중·소규모지역의 지형지물 변화는 시시각각으로 바뀌고 있는 실정이므로 최적의 기술력을 이용하여 성과물을 갱신하는 것이 효율적일 수 있다.

수치지도는 현지측량방법, 항공사진측량방법 등 여러가

*충남대학교 토목공학과 교수
**충남대학교 토목공학과 박사과정
***동해대학교 토목공학과 전임강사

지 방법으로 수정할 수 있지만, 기존의 방법들에만 의존하지 않고 실용화가 가능한 저비용·고효율의 갱신방법들이 계속 논의되어지고 있는 것이다.

수치지도의 수정에 관한 연구로는 1998년 국립지리원에서 실시한 연구에서 항공사진을 이용한 기존 수치지도의 갱신방안을 발표하였다.⁶⁾ 대축척 수치지도의 수정갱신은 항공사진측량을 통한 해석도화방법과 현지보완측량 및 준공도면 이용방법을 병행하는 것이 가장 효율적이며, 소축척의 경우 위성영상과 소축척 항공사진을 이용하는 방법이 가능하다고 하였고, 고해상도 위성영상을 이용할 경우 해상도에 따라 적용 축척이 다르겠지만 소축척 지도의 수정갱신에 그 활용성이 매우 크다고 판단하고 있다.⁷⁾

위성영상을 이용한 수치지도 제작 및 갱신 방법에 대한 연구로는 이병환 등이 러시아의 2m의 공간해상도를 가진 Alternative 위성영상을 이용하여 기존 항공측량에 의한 지도제작에 대한 비용을 절감하였다.^{8),9)} 최근 공간해상도 1~2m의 위성영상 보급이 실용화되고 있으므로 고해상도 인공위성영상을 이용한 수치지도 제작 및 갱신 가능성에 점차 관심을 갖게 되었다.

본 연구는 수치지도의 정확도를 유지하며 수치지도의 갱신에 있어서 고해상도 위성영상의 활용 가능성을 제시하고자 한다.

2. 위성영상의 해석

고해상도 위성영상이란 일반적으로 공간해상도가 높은 영상을 의미하나 중축척(1/50,000 ~ 1/25,000)이나 대축척(1/10,000 이상)의 지도제작이 가능하고 지형을 분석하기 위한 판독에 무리가 없는 정도의 공간해상력을 가진 위성영상을 말한다.

위성영상의 위치 정확도는 위성영상에 필연적으로 수반되는 왜곡현상을 어느 정도까지 보정하였나에 따라 달라진다. 왜곡의 종류에는 방사 왜곡, 파노라마 왜곡, 지구자전 및 곡률에 의한 왜곡, 위성궤도 및 자세에 의한 왜곡 등이 있으며, 이런 왜곡현상을 사용자가 필요한 만큼 보정하여 사용한다.

아이코노스(IKONOS) 위성영상은 기존의 영상자료들과 비교해서 공간, 분광, 주기적 해상도가 상대적으로 높기 때문에 정보의 추출이 용이하여 다양한 분석을 수행할 수 있다. 1m 해상도의 전정색 제품을 통하여 사용자들은 1m 이상의 지형지물을 판별할 수 있으며, 4m 해상도의 다중

파장대 영상을 이용한 정확도와 분석력은 지도 제작 및 영상 분석에 매우 효율적이다.

2.1 영상의 기하학적 처리기법

영상에 포함되어 있는 기하학적 왜곡을 보정하기 위하여 일반적으로 2차원의 평면좌표에 지상기준점을 이용한 다항식을 사용하여 기하학적 보정을 수행한다. 기하학적 보정은 기하학적 왜곡을 갖고 있는 영상좌표계와 왜곡을 갖고 있지 않은 지도좌표계간의 좌표변환식에 의해 변환을 수행한다.

좌표변환식으로 이용되는 다항식은 지도와 영상에서 선정된 지상기준점으로부터 유도되므로, 기하학적 보정의 정확도는 지상기준점 선정의 적절함과 지상 기준점 좌표 측정의 정확도에 좌우된다. 지상기준점은 영상좌표와 지도좌표사이의 변환에 있어서 기준이 되는 점이므로, 그 위치가 시간에 따라 변함이 없어야 한다. 또한 지상기준점은 영상전체에서 골고루 분포하게 많은 점을 선정해야 정확한 변환이 가능하게 된다. 이렇게 계산된 변환식에 의해 기하학적 보정을 실행하면 정확한 위치의 화소(pixel)를 얻어낼 수 있으며, 이러한 화소들을 새로운 영상으로 재배열(resampling)함으로써 원하는 최종적인 영상자료를 얻을 수 있다.

2.2 지상기준점을 이용한 영상보정과 정확도

지상기준점을 이용한 영상의 기하학적 보정은 기하학적 왜곡을 갖고 있는 영상 좌표계(u,v)와 기하학적 왜곡을 보정한 지도좌표(x,y)사이의 좌표변환을 하는 보정방법으로, 양좌표계에서 좌표가 주어지는 점, 즉 지상기준점을 이용하는 것이다. 지상기준점의 선정이 기하학적 보정의 정도(精度)를 좌우하기 때문에 주의하여야 하며, 지상기준점의 선정 개수는 좌표 변환식을 결정하는 것에 필요한 수보다

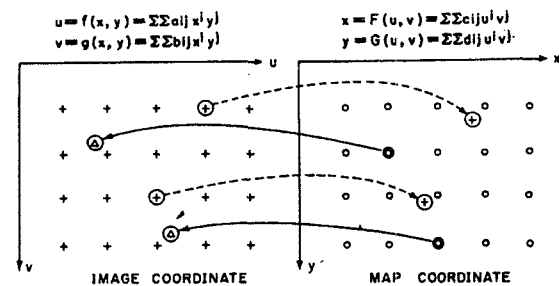


그림 1. 좌표변환

많이 선정하여야 한다. 좌표변환은 그림 1에서 표시된 것처럼 영상좌표에서 지도좌표로 변환하는 방법을 말한다.¹¹⁾

변환식들은 영상에 적용될 때, 원래의 좌표를 다른 좌표계의 좌표로 변환시키는 실제 수학적 알고리즘이다. 좌표변환식에는 투영(projective), 부등각 사상(affine), 헬머트(helmert), 유한요소(finite element), 및 다항식(polynomial equations)의 변환식들이 있으며, IA(Image Analyst) 소프트웨어에서 이용할 수 있다. 다항식의 복잡한 정도는 다항식의 차수(order)로 표현된다. 차수는 다항식에 사용되는 최고의 지수이다. IA에서는 2차, 3차, 4차 및 5차 다항식 변환을 제공한다.¹²⁾

변환알고리즘을 해결하기 위해 획득해야 하는 기준점의 최소 수는 어떤 변환방법을 선택하느냐에 따라서 달라지며, 표 1은 쌍(pair)에 필요한 기준점의 수를 나타낸다.

표 1. 변환모델에 따른 기준점의 수

모델들	기준점의 수
Helmert	2
Affine	3
Projective	4
2nd order	6
3rd order	10
4rd order	15
5th order	21
Finite Element	3

대상물의 위치정확도는 지도가 갖추어야 할 가장 기본적인 요소이다. 위치정확도(positional accuracy)는 실제 위치와 수치지도의 위치가 얼마만큼 일치하는가를 나타내는 것이다. 위치정확도를 나타내는 요소로는 편의(bias)와 정밀도(precision)가 있다. 보통 편의량은 오차의 평균으로 나타내며, 정밀도는 평균제곱근 오차로 나타낸다.

3. 고해상도 위성영상에 의한 수치지도 갱신

3.1 대상지 선정과 처리과정

고해상도 위성영상을 이용한 수치지도 제작 및 갱신은 종래의 항공사진측량에 비해 넓은 지역을 원하는 시기에 효과적으로 처리할 수 있으며, 비용이 저렴하고 무엇보다도 주기적인 데이터 획득이 가능하다는 장점이 있다.

본 연구는 고해상도 위성영상인 아이코노스 위성의 흑백 영상(공간해상도 1m)과 다중파장대 영상(공간해상도 4m)

을 합성한 영상(pan-sharpened image)을 이용하여, 대전광역시 유성구 노은동 일대의 약 3km×3km 지역을 선정하여 축척 1/25,000 및 1/5,000 수치지도를 갱신하고자 하였다.

위성영상의 최적화를 위해 아이코노스영상을 전처리(preprocessing)하고 IA 소프트웨어를 이용하여 영상을 좌표 변환하였다. 정보보정을 위한 수치표고모형은 입체영상을 확보하지 못하여 축척 1/5,000 기존 수치지도의 3차원 등고선을 이용하여 추출하였고, 이 수치표고모형으로 정보보정을 수행하였다.

보정된 위성영상 위에 기존 수치지도를 중첩하여 변화된 지형, 지물들을 현지조사 자료를 참고로 직접 스크린 디지털링 방식으로 수정하였다. 이와 같이 갱신된 축척 1/25,000 및 1/5,000 수치지도의 정확도를 분석하기 위하여 연구지역내의 지형이 변하지 않는 도로 레이어와 하천 레이어 및 건물 레이어를 위성영상 위에서 직접 작도하여 기존 수치지도와 평면오차를 분석하여 정확도를 평가하였

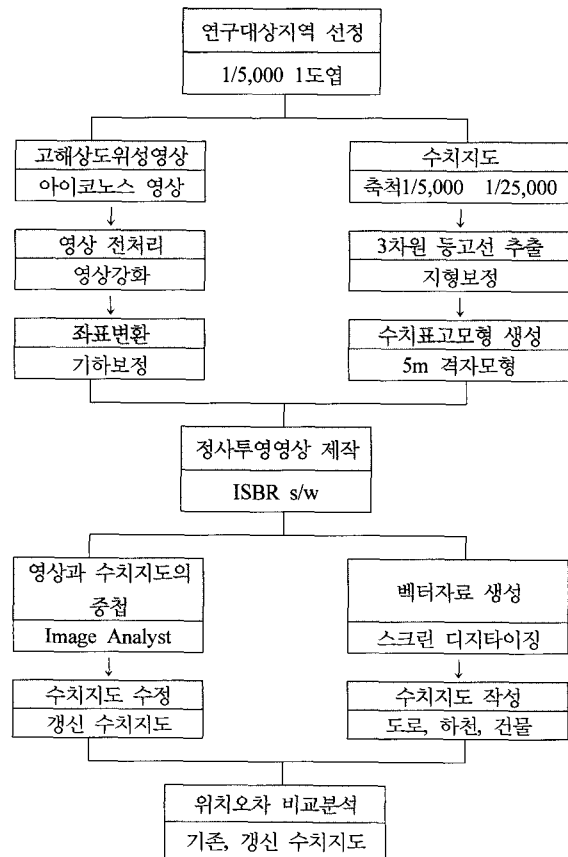


그림 2. 연구 내용 및 방법 흐름도

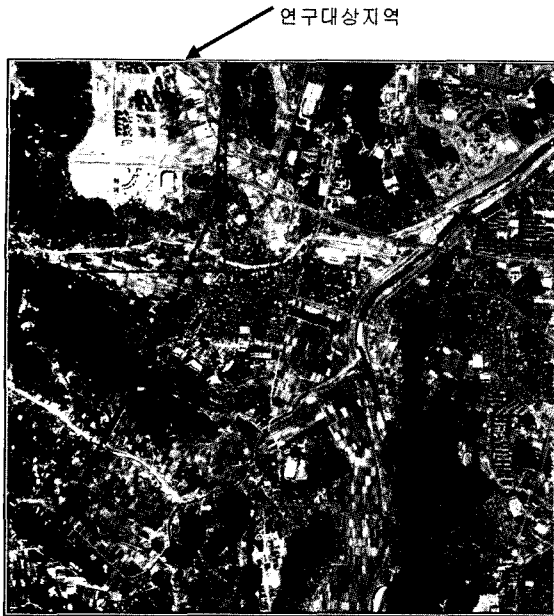


그림 3. 연구지역의 아이코노스영상

다. 그림 2는 본 연구의 작업 흐름도를 나타낸 것이다. 일반적으로 수치지도를 제작하는 방법으로는 기존의 종이 지도를 자동독취기 또는 수동독취기를 이용하여 스캔한 후 벡터화하는 방법과 항공사진이나 위성영상 등을 아날

로그 또는 디지털 도화기를 사용하여 직접 벡터화 하는 방법으로 나눌 수 있다.

본 연구에서는 국립지리원에서 발행한 축척 1/5,000 수치 지도와 이 수치지도 25도엽을 지도일반화(map generation) 기법으로 제작한 축척 1/25,000 수치지도를 사용하였다. 그림 4는 해당 수치지도이다.

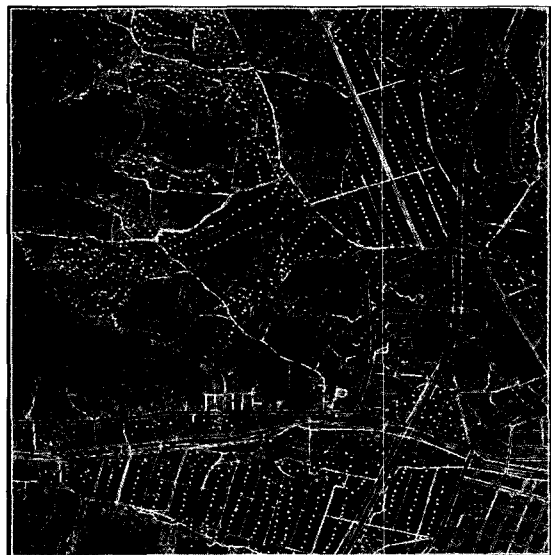
지도일반화란 보통 대축척 지도를 이용하여 소축척 지도를 제작하는 기법을 말하는데, 예를 들면 축척 1/5,000 지도를 이용하여 축척 1/25,000 지도를 제작하려면 1/5,000 지도 25매를 1/25,000축척으로 축소하는 방법이다. 그러나 실거리로 표현한 도로의 길이나 식생(논, 밭, 등)구역 등은 아무런 문제가 없으나, 기호화 되는 지물들(학교깃발, 논밭의 기호)을 축척에 맞게 표현하기에는 어려운 점들이 있다.

3.2 위성영상의 강조

인공위성으로부터 얻어진 아이코노스 영상자료는 지표면의 지형, 지물로부터 반사된 광선을 감지하여 그 광선의 세기를 11bit로 기록한 것으로서 영상의 명암이 특정한 파장대에 밀집되어 있는 경우가 많으나 종전의 8bit 영상들에 비해서는 판독이 양호한 편이다. 그러나 영상의 밝기 값들이 어느 특정한 파장대에 모여 있으면 영상이 전체적으로 어둡거나 너무 밝게 나타나 지물을 정확히 판독하기 곤란하였다.



(a) 축척 1/25,000



(b) 축척 1/5,000

그림 4. 대상지역의 기존 수치지도

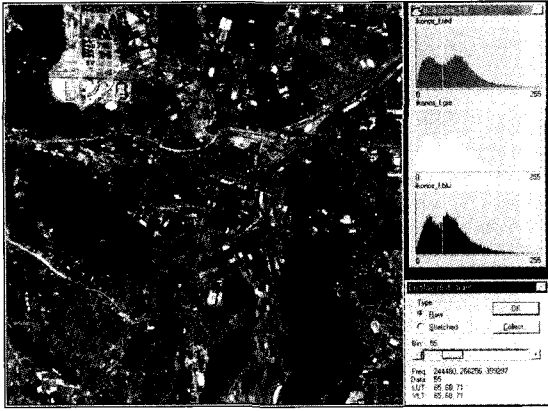


그림 5. 히스토그램과 명도를 사용하여 조정된 아이코노스영상

이런 왜곡된 영상의 밝기 값들을 조정하여 판독이 수월하게 영상을 조정하는 것을 영상강조(image enhancement)라고 한다. 또한 영상 내에 잡음(noise)을 제거하여 영상의 명도를 조정하는 것을 공간강조(spatial enhancement)라 한다. 본 연구에서는 영상처리와 벡터자료 추출이 동시에 가능한 IA 소프트웨어를 이용하였다. 영상의 색조를 강조하기 위하여 명도 확장(contrast stretching)기법을 사용하였으며, 규칙적 배열을 강조하기 위해 공간여과(spatial filtering)기법을 사용하였다. 그림 5에서 처럼 IA에서 히스토그램과 명도(contrast)를 사용하여 아이코노스 영상을 조정하였다.

3.3 위성영상의 좌표변환

위성영상은 지구의 자전, 위성의 자세, 카메라의 위치 등으로 인하여 실제 지형과의 차이가 발생하는데 이러한 현상을 기하학적 왜곡이라 한다. 이런 왜곡을 바로잡기 위해서는 위성의 궤도정보, 자세정보, 또는 지상기준점 등을 이용한다. 본 연구에 사용된 아이코노스 영상은 촬영당시에 이미 WGS84 기준계로 기하보정(geometric correction)이 된 영상이었으나 갱신할 수치지도의 좌표체계가 TM투영의 동경(Tokyo) 기준계이므로 영상을 동경기준계로 좌표변환하였다. 영상의 좌표변환을 위해서 먼저 IA의 지도변환(map convert)을 사용하여 좌표계를 변환한 후 기존 수치지도상의 기준점 19점을 설정하여 다시 정밀 기하보정을 실시하였다.

기준점은 수치지도상에서 선택한 기준점이 영상에서 쉽게 판독될 수 있는 점을 사용하기 위하여 도로와 도로 교차점, 하천상의 보, 큰 단층건물의 모서리 등을 선택하였다.

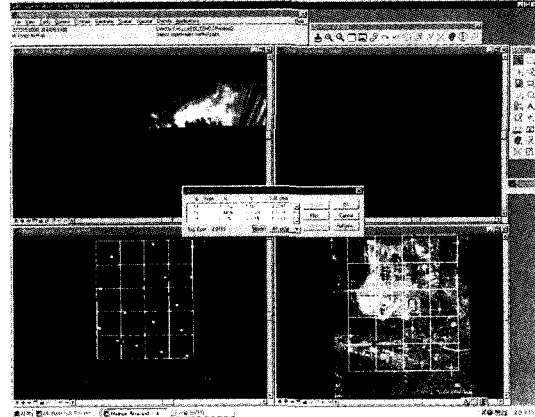


그림 6. 4차 다항식에 의한 좌표변환 과정

또한 기준점은 약 300m×300m마다 1개씩 분포시켜 1도엽 전체에 골고루 분포시켰다.

좌표변환은 여러 가지의 변환 방법들 중 4차 다항식에 의한 좌표변환이 가장 오차가 적었다. 그림 6은 좌표변환 방법들 중 4차 다항식에 의한 좌표변환 과정을 도시한 것이다.

3.4 수치표고모형 추출

기하보정된 영상을 정사영상(ortho image)으로 만들기 위해서는 정사보정(rectified ortho)을 하여야 한다. 정사보정을 하기 위해서는 수치표고모형자료가 필요하며 수치표고모형은 연구지역의 입체영상에서 추출하여야 하나 실험자료가 단영상(single image)인 관계로 연구지역의 축척 1/5,000 기존 수치지도의 3차원 등고선 자료를 사용하여 MTA(MGE Terrain Analyst) 소프트웨어에서 수치표고모형을 추출하였다. 격자 모형의 간격은 수치지도 등고선 간

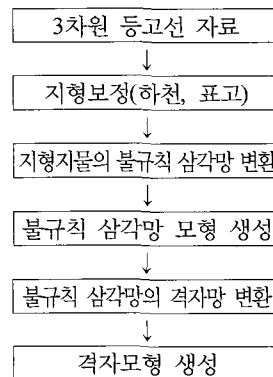


그림 7. 수치표고모형의 생성과정

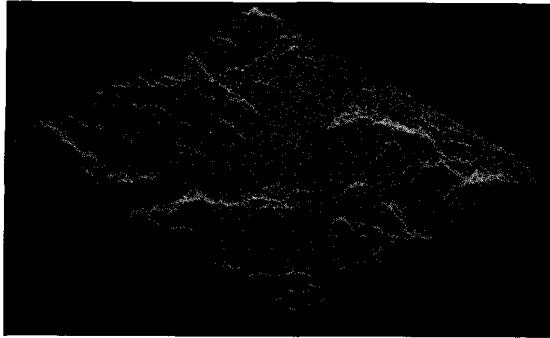


그림 8. 격자 모형

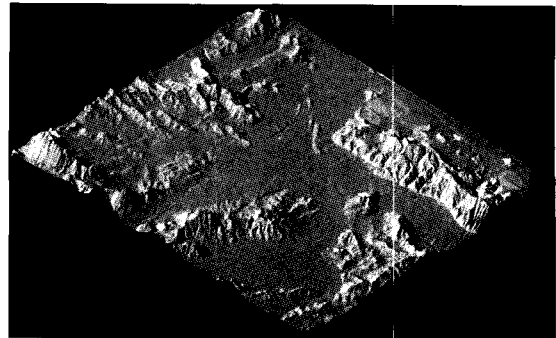


그림 9. 음영기록 모형

격인 5m로 정하였으며, 등고선이 없는 지역의 지형보정은 수치지도의 하천형상과 표고점 등을 사용하였다.

그림 7은 수치지도의 3차원 등고선, 하천형상 및 지상기준점의 고도값 등을 이용하여 수치표고모형을 제작하는 과정을 나타낸 것이며, 그림 8과 그림 9는 연구지역의 격자모형도와 음영기록모형도를 나타낸 것이다.

3.5 정사영상 생성

기하보정된 위성영상을 정사영상으로 만들기 위하여 수치표고모형을 이용하여 정사보정을 실시하였다. 정사영상 생성을 위해 ISBR(Image Station Base Rectifier) 소프트웨어를 사용하였다. 그림 10은 ISBR를 사용하여 정사영상을 제작하는 과정중 일부를 나타내며, ISBR은 항공사진이나

위성영상 모두 사용가능하며, 영상과 불규칙삼각망 모형 또는 격자모형 중 한가지만 입력시키면 된다.

3.6 위성영상에 의한 수치지도 갱신

위성영상의 판독은 영상이 항공사진과는 달리 수치자료이므로 영상의 색조, 명암 등을 비교적 쉽게 조정하므로 항공사진과는 달리 판독이 용이하다.

본 연구에서의 위성영상 판독은 정사보정이 끝난 위성영상위에 기존의 수치지도를 중첩한 후 기존 지도의 지형지물과 위성영상의 지형 지물을 컴퓨터 모니터 상에서 비교하고, 변화된 사항을 국립지리원 수치지도제작 규정에 의하여 직접 스크린 디지털타이핑을 수행하여 수정하였다.

그림 11은 고해상도 위성영상과 기존 수치지도를 중첩

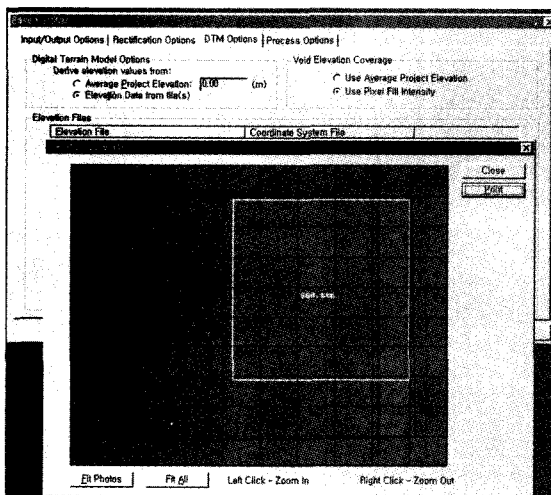


그림 10. ISBR에 의한 정사영상 생성



그림 11. 수치지도 갱신을 위한 위성영상과 기존 수치지도의 중첩



그림 12. 위성영상에 의해 수정한 갱신 수치지도

하여 수정하는 장면이다. 노은 신 개발지의 기존 수치지도의 내용과 위성영상의 내용과는 많은 차이가 있음을 알 수 있다. 그림 12는 위성영상을 활용하여 수정한 갱신 수치 지도를 나타낸다.

4. 비교 분석

4.1 갱신 수치지도의 위치 정확도 분석

아이코노스 위성영상과 결합하여 수정한 1/5,000 수치 지도의 위치 정확도를 분석하기 위하여 기존의 수치지도

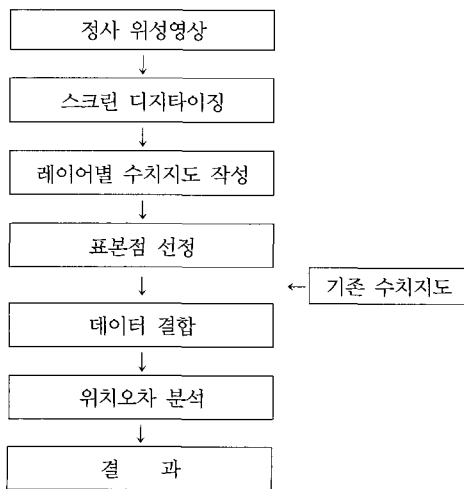


그림 13. 1/5,000 수치지도 위치 정확도 분석

를 배제하고 영상위에서 직접 레이어별로 수치지도를 작 도하였으며, 지형지물을 대표하여 정확도 분석이 용이한 도로, 하천, 건물의 3개 레이어만 구분하여 비교 분석하였 다. 그림 13은 영상위에서 직접 작도한 수치지도의 위치 정확도 분석을 위한 공정이다.

수치지도의 위치 정확도는 국립지리원의 축척 1/5,000 수치지도 작성 내규에 의거하여 도상거리 0.5mm (1/5,000 에서 실거리 2.5m)에 얼마나 근접하는지를 알아보았다.

비교 자료는 국립지리원에서 발행한 축척 1/5,000 수

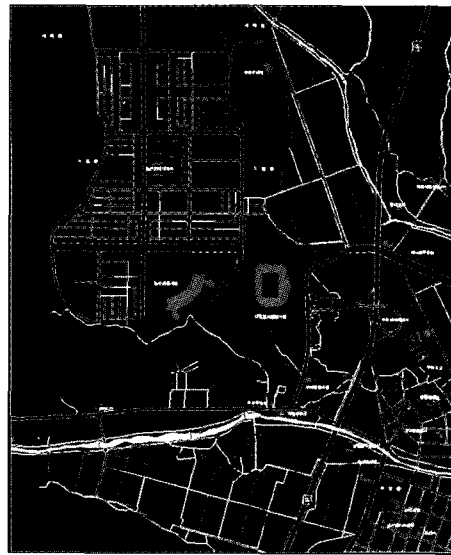


그림 14. 정확도 분석을 위한 수치지도 작성

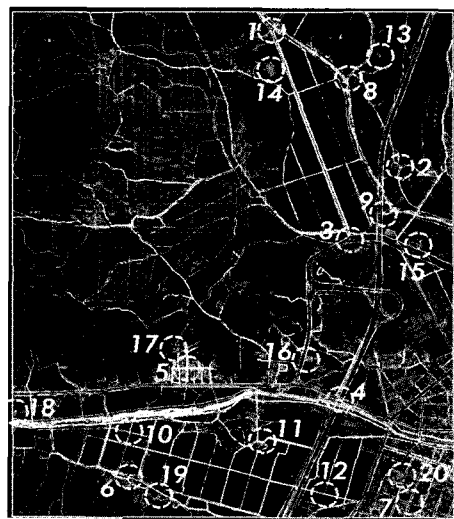


그림 15. 표본점 상황도

치지도 1개 도엽이다. 그림 15는 위치 정확도 분석을 위한 표본점 상황도를 말한다.

우선 도로 레이어에서는 표본점을 7개로 정하여 분석한 결과, 실거리 평균 2.842m의 오차가 발생하였고, 하천 레이어는 표본점 5개로서 도로나 건물과 달리 판독이 난해하여 스크린 디지털라이징 과정에서 오차가 발생하여 평균 4.381m로 다소 높게 나타났으며, 건물 레이어는 표본점 8개로서 평균 2.831m의 오차가 발생하였다. 표본점에 대한 실거리 오차는 컴퓨터의 실좌표체계상에서 측정하여 표기한 것이다.

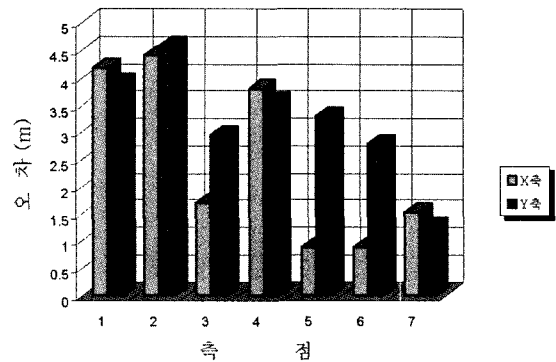
3개의 레이어에서 발생한 오차들을 평균한 결과, 표 3에 서와 같이 위치별로는 X방향으로의 오차량이 실거리 2.872m가 발생되었으며, Y방향으로의 오차량은 3.830m가 발생되어 X방향보다는 Y방향으로의 오차가 더 많이 발생하였음을 알 수 있었다. 또한 레이어별 위치오차의 평균 오차량은 실거리 3.351m가 발생하였다. 수직위치에 관

표 2. 레이어별 평면위치오차

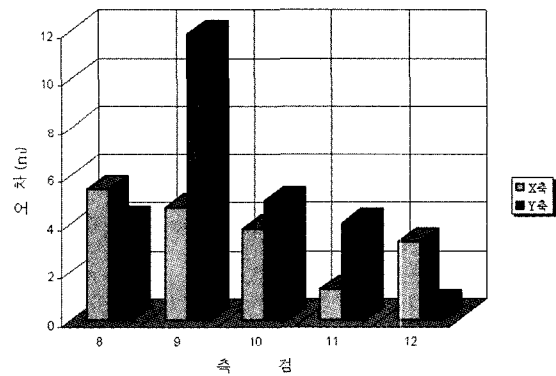
레이어 번호	X(m)	Y(m)	레이어별 평균(m)
도로	1	4.17	2.842
	2	4.41	
	3	1.70	
	4	3.81	
	5	0.90	
	6	0.88	
	7	1.53	
평균	2.486	3.197	
하천	8	5.39	4.381
	9	4.65	
	10	3.77	
	11	1.27	
	12	3.22	
평균	3.660	5.102	
건물	13	2.57	2.831
	14	1.68	
	15	3.35	
	16	4.40	
	17	1.21	
	18	2.78	
	19	1.31	
	20	2.47	
평균	2.471	3.191	
위치별 평균	2.872	3.830	3.351

한 정확도 분석은 입체영상이 아닌 관계로 본 연구에서는 생략하였다. 그림 16은 각각의 레이어에 대한 평면위치 정확도 분포를 나타낸 것이다.

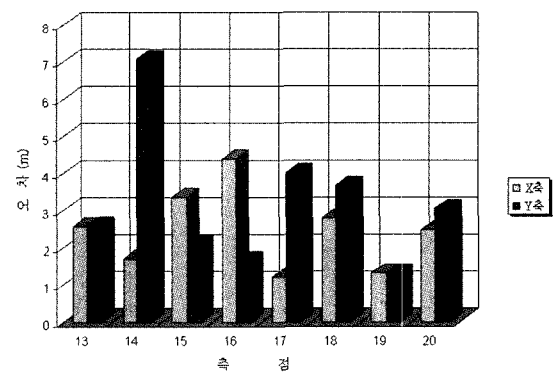
연구결과 오차량이 축척 1/6,700 이상의 수치지도 허용 오차내에 포함되므로 1/10,000 이상의 수치지도 갱신에는



(a) 도로 레이어



(b) 하천 레이어



(c) 건물 레이어

그림 16. 각 레이어별 평면위치 오차분포

표 3. 축척별 평면위치 오차기준

축척	오차기준(지상거리)	도상거리
1/1,000	0.5 m	0.5mm
1/5,000	2.5 m	"
1/25,000	12.5 m	"
1/50,000	25.0 m	"

본 연구 성과가 무리없이 적용될 수 있을 것으로 기대된다. 하지만, 표 3과 같이 현재 우리나라의 수치지도에 대한 평면위치오차 기준은 측량관계 법령집 ‘공공측량의 작업규정 기준에 관한 규칙’ 제 8장 제 3절에서 알수 있듯이 축척에 관계없이 도상 0.5mm로 규정되어 있어 현행 법규의 위치정확도 기준이 수치지도에 관련한 사항들을 현실적으로 반영하지 못한 것으로 생각된다.

4.2 위성영상에 의한 수치지도 갱신 접근성 검토

고해상도 위성영상을 이용한 수치지도 갱신은 기존의 수치지도 갱신방법에 대하여 장비가격(고가의 도화기와 저가의 영상처리용 소프트웨어), 원시자료(항공사진과 위성영상) 가격 및 처리방법(도화와 스크린 디지털라이징)의 효율성 등 전체적인 상대적 비교에서 고비용, 저효율적인 방법을 개선하는데 좋은 자료가 될수 있을 것이다.

갱신된 수치지도의 위치정확도가 평균 ±3.4m로 축척 1/5,000 지형도 갱신의 요구정확도인 2.5m에는 미치지 못하였지만 입체위성영상을 사용하고 지상기준점을 이용할 시는 축척 1/5,000 수치지도의 갱신에도 문제가 없을 것으로 기대된다.

이와 같이 고해상도 위성영상을 이용하여 수치지도를 수정 및 편집함으로써 정량적인 정보를 획득할 수 있었으며, 행정경계, 도로, 수계, 건물 및 지형에 대한 시각적 분석도 가능함을 알았다. 그리고 자료가 불충분하거나 접근이 어려운 지역에 대해서도 지도제작 및 분석에 효율적으로 사용할 수 있을 것이다.

5. 결 론

고해상도인 아이코노스 위성영상을 이용하여 수치지도를 갱신하고 종래의 수치지도 갱신 작업과 비교 분석한 것

으로 다음의 결론을 얻었다.

1. 위성영상의 좌표 변환시 변환 프로그램에 따라 위치 오차가 상이하였으며, 기존 지도상의 기준점을 정하여 영상을 보정할 때에도 보정방법에 따라 위치오차가 상이함을 알수 있었다.

2. 갱신된 수치지도의 평면정확도는 ±3.4m 정도이므로 축척 1/6,700이상의 수치지도에서 갱신이 가능하였다. 또한 대상지역의 지물 판독은 비교적 양호하였지만, 항공사진의 판독 수준에는 미치지 못함을 알 수 있었으며, 이는 공간해상력의 차이와 위성영상의 분광특성 때문인 것으로 판단된다.

3. 고해상도 위성영상을 이용하여 신속하고 효율적으로 갱신작업을 수행할 수 있었으므로 향후 기존 수치지도의 갱신에 그 활용성이 크게 기대된다.

4. 위성영상에 의한 수치지도의 갱신 가능성이 가시화되고 있으므로 국가적 차원의 제 규정 확립이 있어야 할 것이다.

참고문헌

1. 유복모, 이현직, 정수, 조홍석, “수치사진측량기법에 의한 항공사진으로부터 정사투영사진지도의 제작”, 한국지형공간정보학회 논문집, 제2권, 제1호, 1994. 6, pp. 73-80.
2. 국토연구원, “국가기본도 수치도화 방안 연구”, 1996. 5.
3. 조우석 등, “수치지도의 정확도 향상방안 연구”, 1997.
4. 국립지리원, “수치지도 위치 정확도에 관한 연구”, 1998.
5. 신정엽, “효율적인 수치지도 제작, 유통을 위한 국가 GIS 통합 표준화 방안에 관한 연구”, 1999, pp. 12-13.
6. 국립지리원, “사진측량에 의한 수치지도의 수정” 1998. 7.
7. 국립지리원, “수치지도 정확도 제고를 위한 수정/갱신 방안에 관한 연구”, 1999.11
8. 이병환, 박영수, 김주연 및 나승환, “고해상도 위성영상을 이용한 1:10,000 축척 수치지도 신규제작방안(1)”, 대한측량협회지, 제52호, 2000. 7, pp. 74-80.
9. 이병환, 박영수, 김주연, 나승환, “고해상도 위성영상을 이용한 1:10,000 축척 수치지도 신규제작방안(2)”, 대한측량협회지, 제53호, 2000. 10, pp. 78-7.
10. 박인만, 서동조, 이승호, 김권혁, “도시정보시스템을 위한 고해상도 위성영상의 활용” 한국지리정보, 2000. 6, pp. 60-63.
11. 한국자원연구소, 원격탐사시험연구보고서, 1990. 12, pp. 29-42.
12. Image Analyst User' Guide, 인터그래프, 1999, pp. 9-1 ~ 9-3.
13. 국립지리원, “수치지도 작성 작업내규”, 1995.
14. 건설교통부, “수치지도 자료형식 변환에 관한 연구”, 1996.

(2002년 8월 16일 원고접수)