

아리랑 1호 위성영상을 이용한 도화원도 제작에 관한 연구 A Study on the Generation of Draft Map using Kompsat-1 Satellite Image

정 수*, 김 윤 수*, 이 호 남**
Soo Jeong, Younsoo Kim, Honam Lee

* 한국항공우주연구원 위성운영센터
전화 : 042-860-2523, 2388 e-mail : {soo, younsoo}@kari.re.kr

** 중앙합업(주) 지리정보연구소
전화 : 02-730-0018(교351) e-mail : yhnhan@chollian.net

요 약

아리랑 1호 위성은 EOC 센서를 이용하여 지도제작에 활용될 수 있는 고해상도의 입체영상을 제공하는 기능을 포함하고 있다. 그러나, 기존의 사진측량 도화장비나 대부분의 수치사진측량 시스템에서 아리랑 1호 위성영상을 이용한 도화기능이 제공되고 있지 않으므로, 아리랑 1호 위성영상을 이용한 지도제작은 정사영상에 의한 영상지도 제작으로 국한되어 이루어져 왔다. 본 연구에서는 상용 수치사진측량 시스템 상에서 아리랑 1호의 입체위성영상을 DLT 모델에 적용하여 입체표정을 수행한 후에 도화작업을 시범적으로 실시하였다. 또한, 그 결과를 분석함으로써 아리랑 1호 입체영상에 의한 도화원도 제작의 범위와 타당성을 분석하였다.

1. 서 론

고해상도 위성의 출현에 따라 위성영상의 활용 분야는 종래의 정성적인 판독에서 정량적인 해석으로 확장되고 있다. 특히, 프랑스의 SPOT 위성이 1987년도에 발사된 이후, 현재까지 입체위성영상을 안정적이고 지속적으로 제공함에 따라 위성영상을 이용한 지도제작 기술이 급격히 발전되었으며, 최근에는 다양한 상용 소프트웨어가 개발되어 널리 보급됨에 따라 위성영상을 이용한 지도제작이 보편화되고 있다. 2000년대에 들어서서 고해상도 위성영상 사업이 활발하게 이루어짐에 따라 위성영상은 종래의 항공사진과 더불어 지도제작 널리 활용될 수 있을 거라는 전망이 이루어지고 있다(Zhou and Li, 2000). 또한, 최근에 많은 분야에서 활용되고 있는 GIS에서도 입체위성영상을 이용하여 3차원 지형정보를 수집함으로써 3차원 지형분석을 수행하는 경우가 자주 있다. 따라서, 입체위성영상을 이용한 3차원 지형정

보의 수집은 그 유용성이 매우 크다.

아리랑 1호 위성은 1999년 12월에 한국항공우주연구원에 의해 제작되어 발사되었다. 아리랑 1호 위성에 탑재된 광학센서인 EOC는 폭 17 km에 6.6m의 해상도를 갖는 흑백영상을 제공하며, 한 궤도당 궤도방향으로 지상거리 800 km의 영상을 얻을 수 있다. 또한 EOC를 이용한 촬영시에는 위성체를 최대 45까지 기울여 경사영상을 얻을 수 있다. 따라서 2 개의 다른 궤도에서 동일한 지점에 대한 한 쌍의 경사영상을 촬영함으로써 입체영상을 얻을 수 있다. 입체영상을 얻기 위한 최소 기간은 한반도의 경우 약 3일이다. 이러한 제원에 따라 아리랑 1호 EOC 센서의 주임무는 한반도 지역의 지형도 제작으로 설정되었다. 그럼에도 불구하고 현재까지 한반도 전지역에 대한 위성영상 수집을 우선적 임무로 하여 운영되어 왔으므로 다양한 입체영상은 얻어지지 않았다. 따라서 아리랑 1호 입체위성영상을 이용한 지도제작의 범위와 타당성에 대한 평가가 아직

다양하게 이루어지고 있지 않다.

본 연구에서는 아리랑 1호의 입체위성영상에 대해 상용수치사진측량 장비의 기하학적 모델링 기능을 이용하여 입체표정을 실시한 다음, 수치도화작업을 수행함으로써 위성영상에 의한 도화원도를 시범적으로 제작하고 그 결과를 분석함으로써 아리랑 1호 위성에 의한 지도제작의 범위와 타당성을 분석하였다.

2. 자료 및 처리환경

본 연구에서 이용한 아리랑 1호 위성의 입체영상은 충남 논산지역에 대해 좌측영상이 2000년 5월 1일, 좌측영상이 동년 4월 28일에 얻어진 것으로서 각각의 경사각은 좌측이 -19° , 우측이 12° 로써 기선대 고도비가 양호할 뿐만 아니라 영상취득 시간의 차도 적어 매우 양호한 조건을 가진 자료라고 말할 수 있다.

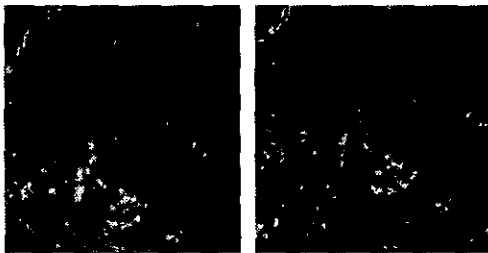


그림 1. 충남 논산 지역 아리랑 1호 입체영상

대상지역의 지상기준점은 육군지도창의 상시관측점을 기준으로 DGPS 측량을 통하여 총 25점을 관측하였다. 지상기준점의 정밀도를 높이기 위해 관측된 결과에 대해 망조정에 의한 조정을 수행하였으며 망 조정 결과를 분석해 본 결과 수 cm 대의 정확도로 지상기준점에 대한 측량이 이루어진 것으로 판단된다.

입체영상의 기하학적 모델링과 도화작업은 상용 수치사진측량 시스템인 LH Systems 사의 SOCET SET ver. 4.2를 이용하여 수행하였으며 탑재된 하드웨어는 SGI사의 OCTANE 워크스테이션이다.

SOCET SET에서의 도화작업은 대부분의 수치사진측량 장비와 마찬가지로 모니터 화면상에 순동 입체시를 구현하고 부점(floating point)를

이용하여 묘사를 수행한다. 이때 입체영상에 대한 고도의 숙달된 판독 및 묘사 작업이 필요하므로 전문 도화사가 작업을 수행하도록 하였다.

3. 자료처리 결과 및 고찰

3.1 기하학적 모델링

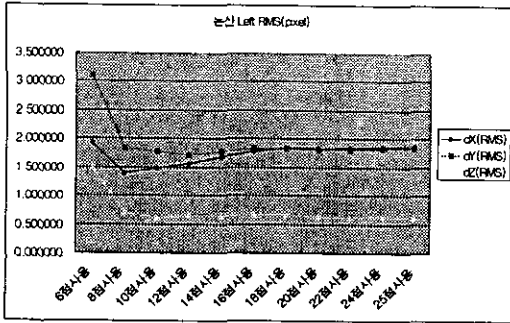
SOCET SET에는 다양한 위성영상의 기하학적 모델이 포함되어 있지만, 아리랑 1호의 기하학적 모델은 포함되어 있지 않으므로, 기하학적 모델이 포함되어 있지 않는 경우에 범용으로 사용하기 위한 DLT(Direct Linear Transformation) 모델을 적용하여 아리랑 1호의 기하학적 모형을 수행하였다.

지상기준점의 수와 기하학적 모델링의 정확도의 관계를 분석하기 위해 본 연구에서는 1:5,000 지형도로부터 20점의 검사점을 획득하였으며, 지상기준점의 수를 DLT 모델에 필요한 최소 6점으로부터 2 개씩 순차적으로 증가시키면서 검사점에서의 잔차의 RMSE를 계산해 본 결과 표 1 및 그림 2와 같은 결과를 얻었다. 이때, 각 경우에서의 기준점 배치는 가급적 영상 전체에 골고루 분포되도록 하였다.

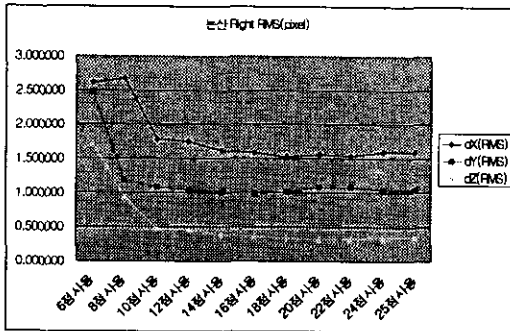
표 1. 기준점 수에 따른 정확도

기준점수	Left(pixels)			Right(pixels)		
	dX	dY	dZ	dX	dY	dZ
6점	1.94	3.11	1.51	2.62	2.48	1.73
8점	1.40	1.84	0.71	2.68	1.18	0.94
10점	1.49	1.78	0.63	1.78	1.09	0.48
12점	1.57	1.72	0.65	1.76	1.04	0.47
14점	1.68	1.78	0.66	1.62	1.02	0.39
16점	1.79	1.83	0.68	1.59	1.00	0.36
18점	1.84	1.83	0.67	1.52	1.01	0.34
20점	1.84	1.82	0.64	1.57	1.08	0.32
22점	1.85	1.82	0.63	1.53	1.08	0.32
24점	1.86	1.83	0.64	1.59	1.05	0.34
25점	1.85	1.85	0.63	1.60	1.04	0.35

DLT를 이용한 기하학적 모델링에서 기준점 수의 변화에 따른 정확도의 변화는 그림 2에 나타난 바와 같이 약 10 점부터 큰 변화가 없는 것으로 나타났다.



(a) 좌측영상의 경우



(b) 우측영상의 경우

그림 2. 기준점 수에 따른 정확도

3.2 도 화

본 연구에서는 논산지역에 대한 아리랑 1호 위성 입체영상을 이용하여 가로 1 km, 세로 1.2 km 크기의 농경지에 대해 시범적으로 도화작업을 수행하여 그림 5와 같은 결과를 얻었다. 그림 3에는 해당지역에 대한 위성영상이, 그림 4에는 해당지역에 대한 1:25,000 국가기본도가 나타나 있다. 항공사진측량의 경우는 도화기를 이용하여 그림 5와 같은 도화원도를 도화사가 제작하고 이를 현지지리조사 등에 의해 보완하고 편집함으로써 그림 4와 같은 최종 지형도를 제작하게 된다.

그림 5의 도화결과는 도화 가능한 지형요소와 도화위치 정확도의 견지에서 분석해 볼 수 있다.

도화 가능한 지형요소의 분석은 1:25,000 지형도 도식규정의 분류항목을 준수하고, 항목별로 판독정도에 따라 표 2와 같이 4단계로 분류하였다. 단, 판독시의 가능축척을 판단하기 위해 1:50,000, 1:25,000, 1:5,000 지형도를 이용하였다.

표 2의 기준에 의한 시범도화에서 도화대상 지형요소를 분석하여 표 3과 같은 분석결과를 얻을 수 있었다. 표 3을 살펴보면 1:25,000과 1:50,000

축척에서의 지형요소들 중의 일부가 도화 가능하였음을 알 수 있다.

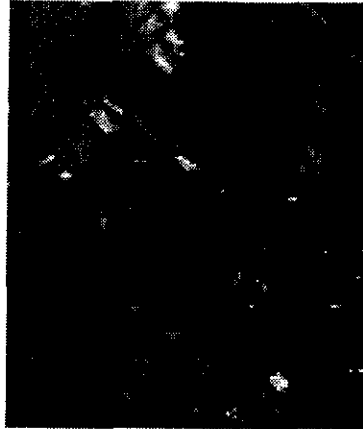


그림 3. 위성영상



그림 4. 해당지역 1:25,000 국가기본도

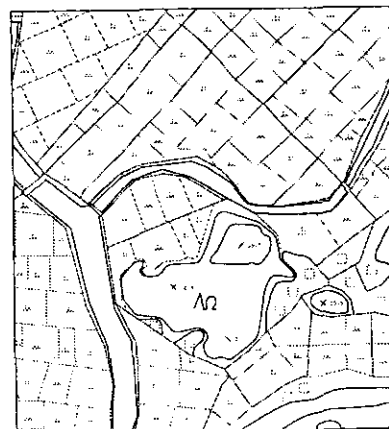


그림 5. 도화결과

표 2. 도화시 판독정도 기준

등급	기 준
명확	영상의 판독시 지형지물의 종류와 범위를 분명하게 식별할 수 있는 요소
보통	영상의 판독시 지형지물의 종류와 식별이 가능한 요소
가능	영상만으로 판독이 어렵고 주변 지형지물의 유추로 식별이 가능한 요소
불가	영상의 판독이 불가능하여 1/5,000 지형도에서 식별이 가능한 요소

표 3. 시범 도화에서의 도화대상 지형요소 분석

대분류	소분류	판독 정도	도화정도 (가능축척)
도로	4차선도로	명확	1/25,000 수준
	우마차로	보통	1/25,000이상 1/5,000이하
	소로	불가	
교통과 관련있는 인공물	교량	명확	1/25,000 수준
	성토부 및 절토부	불가	
건물	독립건물	가능	1/50,000 수준
각종용도 목표물	기념비	불가	
특정지구	묘지	불가	
수부	하천	명확	1/25,000 수준
	습지	불가	
지류 (식물)	논	명확	1/25,000이상 1/5,000이하
	밭	가능	1/50,000 수준
지형	주곡선	보통	1/25,000 수준

도화위치 정확도는 1:5,000 수치지도를 기준으로 하여 수치지도상의 위치와 시범 도화결과에서의 위치를 비교하여 분석하였다. 이때 평면에 대해서는 15점을, 높이에 대해서는 3점을 검사점으로 선정하여 비교하였다.

평면에 비해 높이에 대한 검사점의 수가 적은 것은 대상지역이 평지이므로 높이의 변화가 비교적 적기 때문이다.

1:5,000 수치지도를 기준으로 할 때, 수치지도에서의 위치와 도화결과에서의 위치의 평균제곱근오차는 평면의 경우 동서방향으로 8.86 m, 남

북방향으로 6.85 m로 산정되었으며, 높이의 경우 세 점에서의 높이의 차가 각각 8.5 m, 14.2 m, 14.3 m로 산정되었다.

4. 결 론

본 연구에서는 수치사진측량 시스템을 이용하여 아리랑 1호 위성영상으로부터 지도제작의 기초자료가 되는 도화원도를 시범적으로 제작하고 그 결과를 도화 가능한 지형요소와 도화 위치 정확도의 견지에서 분석하였다.

시범도화작업이 협소한 지역에 대해 실시되었으므로 일반화된 결론을 얻기는 곤란하였지만, 1:25,000 또는 1:50,000 축척 지형도에서의 지형요소들 중 일부를 도화할 수 있었다.

또한, 위치오차의 경우 평면에 대해 10 m 이하의 평균제곱근 오차로써, 높이에 대해 10 m 대의 위치오차로서 도화가 가능할 수 있음을 알 수 있었다. 이는 일종의 간략 모델인 DLT모델에 의한 계산 결과임을 감안하면 향후에 엄밀 기하해석모델이 개발될 경우에 위치정확도를 보다 향상시킬 수 있을 것으로 예상된다.

향후에 보다 넓고 다양한 지역에 대해 보다 많은 연구가 수행되어야만 아리랑 1호 위성영상을 이용한 지도제작의 범위와 타당성이 입증되겠지만, 본 연구의 결과만으로도 1:25,000 또는 1:50,000 축척의 지형도 필요한 일부 지형요소에 대한 도화원도 제작이 가능함을 알 수 있었다.

참고문헌

1. 항공우주연구원, 2001. Kompsat Home Page, kompsat.kari.re.kr.
2. Kruck, E., 1988. Photogrammetric Mapping of SPOT Images with BINGO in the PHOCUS System, International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Commission III, Vol. 27(B3), pp. 405-414.
3. Jeong, S, and Y. S. Kim, 2000. Three Dimensional Positioning Accuracy of KOMPSAT-1 Stereo Imagery, Journal of the KSRS, Vol. 16, No. 4, pp. 339-345.