기하보정 방법에 따른 광학영상자료의 지형효과 분석

이성순 * , 지광훈*
Lee, Sung-Soon Chi, Kwang-Hoon

* 한국지질자원연구원 지질자원정보센터

요지

최근 인공위성 영상자료의 해상도가 높아짐에 따라 영상을 통해 얻을 있는 정보의 양이 증가하고 있다. 영상의 식별력이 증가함으로써 영상에서 얻을 수 있는 정보량이 증가하지만 그와 함께 정보의 질이 향상되었다고 판단하기는 어렵기 때문에 지형과 영상의 정밀보정은 매우 중요하다. 특히, 광학센서 기반의 인공위성 자료는 영상자료의 공간해상도 뿐만 아니라 촬영시기, 지형형태 등 많은 내·외부 조건에 따른 특성을 가지고 있다. 이러한 특성은 표고가 높은 지형에서 더욱 크게 영향 받는다.

이에 본 연구에서는 Kompsat EOC 및 Spot-5 등 다양한 광학위성 센서에 대한 지형효과 특성을 위성의 기하정보 등록방법에 따라 분석함으로써 자료 이용의 효용성 제고에 기여하고자 한다.

1. 서 론

광학센서를 탑재한 인공위성 영상자료의 지형기복에 따른 영향은 크다. 이러한 지형기복에 의한 영향은 고도차가 큰 지형에서 더욱 크게 나타난다. 특히 본 연구대상지인 강릉지역은 고도의 차가 600m 이상인 동고서저의 지형특색을 가지므로 높은 고도 지역과 낮은 고도 지역의 오차발생 경향을 분석하는 것이 필요하다.

이에 본 연구에서는 Kompsat EOC 영상과 Spot 영상에 대해 하천퇴적분지에 대한 정밀 기본도를 생성하기 위해 영상기하보정 방법과 지형의 고도와의 관계를 분석하였다. 또한 위성 센서의 종류 및 보정방법에 따른 지형기복 왜곡을 분석함으로써 최적의 변화탐지 연구결과 도출을 위한 영상보정 기법을 제시하고자 하였다.

2. 연구내용 및 범위

광학영상을 사용하는 원격탐사 자료들은 일반적으로 방사보정된 1R 단계 및 1차 기하보정(UTM 및 WGS84)로 보정된 1G 단계로 보정된 영상자료들이 대부분이다. 이러한 영상자료는 기하정보를 가지고 있지 않거나 일정한 준거 표고(Reference height)에 지도가 투영되어 제공된다. 태양을 에너지원으로 광학센서가 획득하는 영상자료는 지형의 기복에 의해 그림 1과 같은 위치의 편위 오차를 가지고 있다.

절대 표고 값이 크고, 상대적인 표고값의 차이가 클수록 편위(Displacement Error) 오차는 증가한다

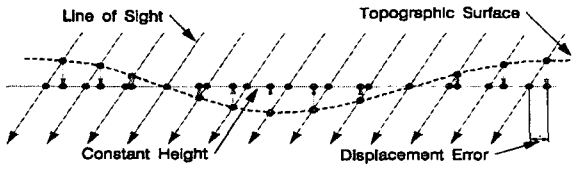


그림 1. 지형기복에 의한
편위(displacement Error) 오차

지형과 영상자료의 편위오차와의 밀접한 관련을 가지고 있기 때문에 지형오차의 보정은 기본도 작성을 위해 반드시 선행되어야 한다. 특히 본 연구과제인 "산사태 등 자연재해로 발생한 하하천 퇴적지질환경 변화를 탐지"를 위한 연구대상지인 강릉지역 은 그림 2와 같이 전형적인 동고서저의 지형의 특색을 가지고 있다. 특히 사천천은 유역의 발원지와 종점의 표고차가 약 600 m 이상으로 매우 큰 표고차를 가지고 있다.

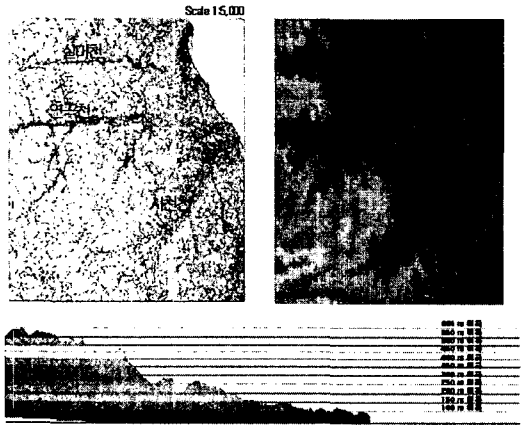
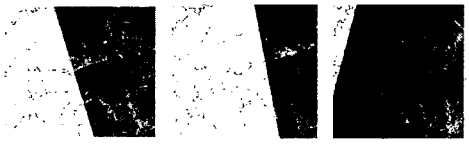


그림 2 연구대상지의 수치지형도(축척 1/5,000) 과 DEM 및 표고 Index

기하보정의 정확도를 향상시키기 위한 보정방법은 크게 두가지 분야로 발전하고 있다. 하나는 보정방법의 개발이고 다른 하나는 보정을 위한 DEM 자료의 정확도 향상에 관한 것이다. 보정방법의 개발분야는 변환방정식의 개발보다는 기준점 영향권을 세분화 하는 연구가 기준점의 수 및 배치에 관련하여 진행중이다. 다른 한편에서는 DEM 자료의 정확도 향상에 관한 연구가 활발하게 진행중이다. 영상의 해상도 향상에 따른 기복왜곡 및 도심지의 고층구조물 보정을 위해 정확한 DEM은 매우 중요하다. 이에 본연구에서는 고해상도 광학 영상자료를 이용하여 정밀 기본도를 만들기 위해 기존의 중저해상도 영상 보정시 사용되던 고차방정식 방법과 DEM 성과를 이용하여 항공사진을 이용한 지형도 제작에 고전적으로 사용되던 정밀편위수정방법의 결과를 분석하였다. 연구 수행을 위해 사용되어진 영상자료는 그림 3과 같이 Kompsat EOC(GSD= 6.6m), Spot-5 (GSD= 2.5m)를 이용하였다.



(a) Kompsat-1(2001/12/07) (b) Kompsat-1(2002/09/08) (c) Spot-5(2002/12/02)

그림 3. 인공위성 영상 자료

3. 고도별 기하왜곡의 분석

고해상도 영상의 기하보정 정확도를 분석하기 위해 그림 4와 같이 축척 1/5,000 수치지형도에서 25개의 지상기준점을 추출하였다. 지상기준점은 고차방정식 및 정밀편위수정방법을 위한 기하보정 과정에서 동일하게 사용되었다.

그림 4. 지상기준점

정밀편위수정방법(Precision differential rectification method)을 위해서는 위성의 고도, 센서의 기울기 정보, 지형의 표준표고 및 공간해상도와 같은 센서 특성에 관한 정보가 필요하다. 보정을 위해 사용된 위성영상자료의 개략적인 meta data는 표 1과 같다.

표 1. Kompsat EOC 및 Spot-5 영상자료의 abstract meta data

	Kompsat-1 EOC		Spot-5 Pan
영상수신일	2001/12/07	2002/09/08	2002/12/02
Tilt angle(deg)	25.7401	-23.3422	-28.992283
GSD(m)	6.6	6.6	2.5
태양고도	24.3481	53.1261	28.332728

고차방정식 및 정밀편위수정방법에 의한 기하보정결과를 비교하기 위해 그림 5와 같이 축척 1/5,000인 수치지형도에서 임도 피쳐를 추출하였다. 수치지형도에서 추출한 수평정확도 1m인 임도 피쳐를 기준으로 영상자료의 공간해상도 및 tilt 각에 의한 편위오차량을 산정하였다.

그림 5. 수치지형도에서 추출한 임도 feature

기하보정의 기준으로 사용한 임도 자료는 항공사진을 정밀 도화하여 획득한 것으로 수치지도의 축척별 허용오차 범위는 표 2와 같다.

표 2.수치지도의 축척별 허용오차 범위

도화축척	표준편차(m)			최대오차(m)		
	평면위치	등고선	표고점	평면위치	등고선	표고점
1/1,000	0.2	0.3	0.15	0.4	0.6	0.3
1/5,000	1.0	1.0	0.5	2.0	2.0	1.0
1/25,000	5.0	3.0	1.5	10.0	5.0	2.5

고차방정식 및 편위수정방법에 의한 영상의 기하보정 결과는 그림 6과 같다. 수치지형도에서 추출한 임도 피쳐와 보정결과 영상에서 추출한 임도 피쳐 사이의 편위는 고도가 높을수록 증가함을 알 수 있었다. 그림 7, 그림 8 및 그림 9는 그림 6의 박스지역에 대한 보정방법별로 확대한 것이다.

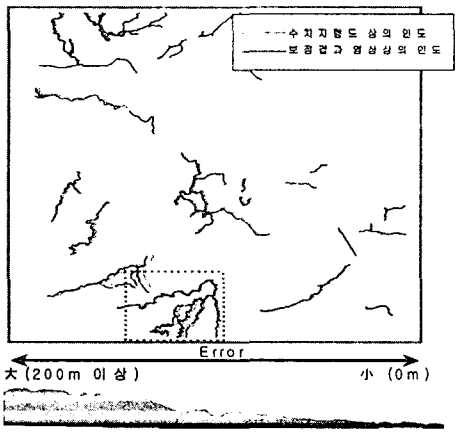
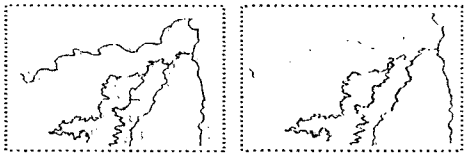


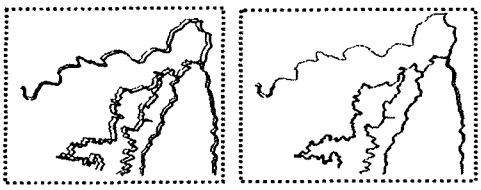
그림 6 수치지형도상 임도와 보정결과 영상의 임도 편위

위성영상의 보정결과는 일반적인 고차방정식으로 보정을 수행한 결과보다는 센서의 개략적인 위치정보와 DEM 성과를 이용한 정밀편위방정식에 의한 보정성과가 더욱 우수함을 알 수 있었다. 또한 같은 센서인 Kompsat-1 EOC 영상의 경우 동일 지역에 대한 편위량을 분석한 결과 센서의 촬영기울기(tilt angle)가 클수록 왜곡이 크게 나타났다. 뿐만 아니라 공간해상도가 6.6m인 kompsat-1 위성영상 보다는 우수한 공간해상도를 가진 Spot-5가 고차방정식에서 더욱 큰 편위오차를 발생하였다.



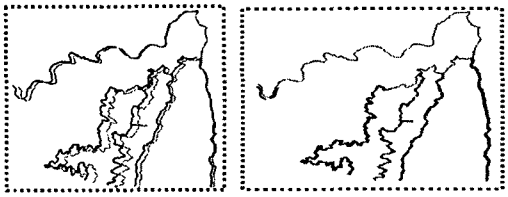
(a) 고차방정식 (b) 정밀편위수정법

그림 7 Kompsat-1 EOC (2001/12/7))



(a) 고차방정식 (b) 정밀편위수정법

그림 8 Kompsat-1 EOC (2002/9/8))



(a) 고차방정식 (b) 정밀편위수정법

그림 9. Spot-5 panchromatic (2002/12/2))

수치지형도 상의 특정임도 벡터의 vertex 좌표 1800여개를 선정하여 동일 지점에 대한 편차를 분석한 결과는 그림 10과 같이 나타났다. 정밀편위수정한 결과임에도 불과하고 Spot-5 panchromatic 영상의 편차가 Kompsat-1 EOC 영상에 비해 거의 모든 지점에서 상대적으로 크게 나타남을 알 수 있다. 공간해상도에 따른 정밀보정을 위한 연구가 반드시 필요함을 반증한다고 생각된다.

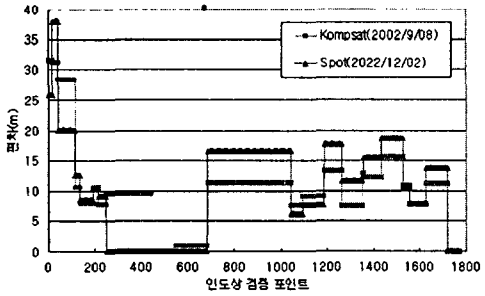


그림 10. 공간해상도의 차이에 따른 편차량

4. 결 론 및 토의

지형고도에 따른 광학센서 위성자료의 기하보정 정확도를 분석한 결과 정확도가 보장된 연구결과를 도출하기 위해서는 기하보정 단계의 중요하다는 것을 알 수 있었다. 다양한 환경자료를 동기화 시키는 가장 선행적인 작업이 기하보정 단계이므로 기하보정의 정확도는 연구결과의 정확도와 직접적이면서 매우 밀접한 관련을 가지고 있다. 특히, 본 연구수행을 위한 강릉지역은 표고차가 매우 큰 동고서저의 지형으로 동쪽과 서쪽의 기하보정 정확도의 차이는 매우 크게 발생한다. 또한 영상획득시의 센서 기울기 및 영상자료의 공간해상도가 기하보정 정확도 확보의 중요한 인자가 된다는 사실을 알 수 있었다. 즉 표고가 높은 지형일수록 편위오차가 크게 발생하였고, 센서의 tilt 각이 크고 공간해상도가 높을수록 편위오차가 크게 나타났다. 또한 중저해상도 영상의 기하보정에서 많이 사용되었던 고차방정식에 의한 기하보정보다는 지형의 편위 경향을 보정하는 정밀편위수정방법에 의한 보정 결과가 우수하게 나타났다.

향후에 획득되어질 고해상도 영상자료의 활발한 응용을 위해 기하보정에 대한 연구가 계속되어지고 있다. 기하보정의 정확도를 향상시키기 위한 보정방법은 크게 두 분야로 발전하고 있다. 하나는 보정방법의 개발이고 다른 하나는 보정을 위한 DEM 자료의 정확도 향상에 관한 것이다. 고해상도 영상이 가지는 기복변위 문제가 산악지형만의 문제가 아니라 고층의 인공구조물이 불규칙하게 분포하는 도심지에서는 기복에 의한 편위 오차의 영향이 더욱 크게 나타나기 때문이다. 토지 피복 변화 주기가 빠른 도심지의 경우는 산악지에 비해 DEM 자료의 갱신이 주기가 빨라야 하고 정확해야 하므로 이를 위해 lidar를 이용하거나 수치사진측량 기법에 의해 영상으로부터 DEM을 추출하는 연구가 활발하게 진행되고 있다.