

다른 시기별 원격탐지 영상의 중첩 및 DEM 매칭기법 연구

A study on the overlay of Remote Sensing Images for different season and DEM Matching Technique

연상호¹⁾ · 홍일화²⁾

Yeon, Sang Ho · Hong, Il Hwa

¹⁾ 세명대학교 건설공학부 토목공학과 교수(E-mail:yshkgi@hanmail.net)

²⁾ 세명대학교 대학원 건설공학과 석사과정(E-mail:iwhong76@hanmail.net)

Abstract

최근 고해상도의 원격탐사 위성영상을 이용한 국토공간정보의 활용은 국토계획, 자원조사, 농림업, 건설계획, 국방분야, 환경감시 및 방재, 관광조사 등 여러 분야에서 다양하게 적용되고 있다. 본 연구에서는 과거에 저해상도의 위성영상을 이용하여 수십년전의 지형공간의 조사와 분석을 위한 서로 다른 촬영 시기와 해상도가 다른 Corona 위성사진과 Landsat 위성영상을 합성하여 새로운 퓨전영상을 생성하는 방법과 퓨전영상 위에 DEM을 매칭하여 적용하기 위한 벡터데이터 매칭시에 발생할 수 있는 오차의 정도를 확인하기 위한 실험을 통하여 과거 영상복원에 적절한 중첩과 매칭의 기법을 발견하여 좀더 정확한 공간정보의 활용 가능성을 제시하고자 하였다.

1. 연구배경 및 연구목적

최근의 원격탐사 분야는 고해상도 위성 영상 자료의 국내 배포와 아리랑 1호의 발사의 계기로 앞으로 정보화 사회를 구현함에 있어서 위성 정보의 활용의 폭이 넓어지고, 중요 정책 결정의 자료로 사용되고 있다. 또한 디지털 영상의 대중화 시대로 접어들면서 작은 단말기를 이용한 다양한 위성정보서비스를 받아서 이용할 수 있게 됨에 따라 국토공간의 공간영상정보의 중요성은 더욱 부각될 것으로 보인다. 그러나 과거의 저해상도 및 부분적인 공간정보 밖에 얻어낼 수 없는 시대에 대한 국토정보는 종이로 만들어진 지형도 외에는 그 형상을 찾을 길이 없어 우리의 선조들이 살던 공간에 대한 가시적인 영상은 얻어낼 수 가 없는 것이다. 본 연구에서는 대형 댐의 건설로 수몰되어진 넓은 공간을 지형을 보여주던 아름다운 청풍명월의 본향인 청풍수몰지구를 대상으로 과거의 아름다운 당시의 형상을 재현하기 위한 작업과정의 일환으로 저해상도의 위성영상과 흑백위성사진의 합성작업을 위한 서로 다른 시기의 영상정보를 중첩시켰을 때 일어날 수 있는 여러 오차들을 최대한 줄일 수 있는 기법을 연구하여 몇 가지 방법으로 실험할 필요성이 크게 부각되었다. 과거의 지형지물의 형상을 그대로 느껴보기 위해서는 평면보다는 3차원 입체영상을 생성하기 위한 기법을 제시하도록 한 것이다. 약 15년의 시간차가 있는 두 가지의 원격탐사 데이터를 중첩하여 얻어낼 수 있는 칼라영상은 서로 다른 정보의 충돌이 일어날 것이고, 5m의 위성사진과 약 30m의 위성영상이 중첩되어 형성되는 퓨전영상의 위치오차 및 가시적인 효과를 실험하기로 한 것이다. 우선 연구 대상 지역의 영상중첩을 통하여 퓨전영상을 생성하고 여러 경우의 실험을 통하여 영상과 영상, 영상과 수치지도와의 매칭방법에 따라 발생할 수 있는 퓨전영상의 위치정확도의 개선방법과 정확한 매칭기법을 찾아내는 것을 연구 목적으로 하였다.

2. 연구방법

2.1 자료조사 및 수집

본 연구대상지역은 현재 제천시 청풍일대로서 산수가 수려하고 커다란 청풍호반이 자리잡고 있어 내륙관광의 중심지로 부가되고 있는 곳이다. 그러나, 이곳은 1984년 충주댐의 건설로 인하여 남한강 주변 해발 145미터까지 대부분이 물 속에 잠겨서 약 3,300여 가구가 이주를 하고 2만여명의 실향민을 만들어 낸 수몰지구의 중심이기도 하다. 이러한 제천시 청풍호를 대상으로 1969년에 촬영한 흑백의 Corona 위성사진상과 1984년 초에 수집된 Landsat 위성영상의 정보를 참으로 힘들게 획득하여 수몰된 지역의 과거로의 지형공간정보를 약 20년이 지나서 컴퓨터 현실공간에서 보여줄 수 있도록 하였다. 이를 보완해 줄 당시의 자료는 1985년 이전의 지형도와 현재의 1:25000 수치지도를 가 전부였으므로, 이를 이용하여 지상기준점을 수집하였고, 정밀기하보정과 사라진 지역에 대한 수치 등고선의 복원작업을 하도록 하였다. 공간분석용 영상처리 소프트웨어로는 PCI Geomatica 9.0을 사용하였으며, 기타 자료로는 사라진 지역의 내용을 정리하여 놓은 수몰사에서 마을사진을 참조하여 영상과 부합되도록 하였다

2.2 사용 데이터 분석 및 편집

본 연구에서 이용한 인공위성 영상은 충북 제천시 청풍호 일대를 대상으로 해상도가 서로 다른 1969년에 촬영된 Corona 영상과 1984년 2월과 수몰후인 1991년에 촬영한 Landsat TM 영상을 취득하여 실험을 실시하였다. 코로나 위성영상은 사진을 스캔하여 얻어진 흑백 이미지 파일로서 공간해상도가 5-10m 정도이고, 궤도 정보 등 부가적인 정보를 가지고 있지 않다. Landsat TM센서의 공간해상도는 약 30m×30m 이며 열적외선 밴드를 포함하여 7개의 밴드를 포함하고 있다.

Corona69 사진은 위성에 대한 정보가 전혀 없으므로 기본적인 위성시스템의 자세와 기상에 의한 대기보정 및 방사보정을 전혀 할 수 없었으므로 지상 기준점을 이용한 정밀기하보정 방법에만 의존하였다. 아래의 영상은 연구대상 지역인 충북 제천시 청풍호 일대의 원시영상 데이터이다.(그림1, 그림2, 그림3)

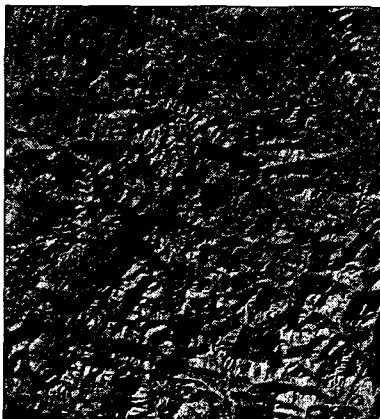


그림 1. Landsat TM (1991년)

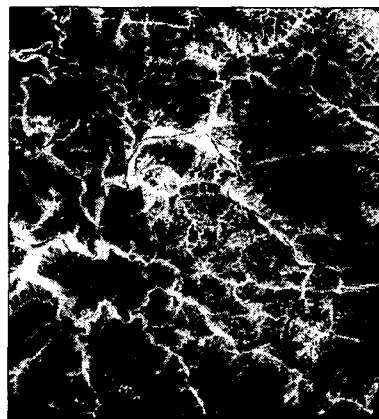


그림 2. Landsat TM (1984년)

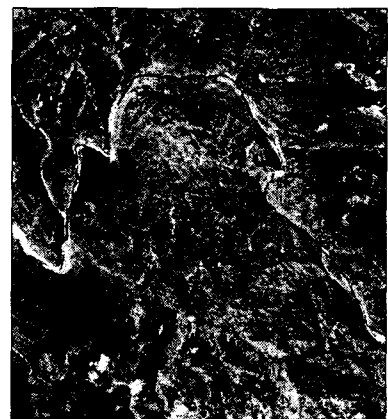


그림 3. Corona (1969년)

2.3 지상기준점 수집

정확한 정사보정영상을 얻기 위해서는 지상기준점의 수집이 중요하다. 지상기준점을 수집하기 위해서는 GPS측량이나 래스터영상, 종이지도를 이용하여 수집한다. 본 연구에서는 국토지리정보원에서 제작한 1:25000 수치지도와 1984년에 제작한 지형도에서 도로망, 하천, 등고선, 건물 레이어를 이용하여 위성영

상에서 판독이 명확한 건물지붕이나 교량의 끝점, 도로의 교차점등 지형의 변화가 없는 지점에서 좌표와 일치하는 지상기준점을 각 영상에 따라 다르게 선정하였다.

3. 정밀기하보정

기하보정은 영상내의 좌표값과 실제 좌표값을 일치시키기 위한 과정으로, 최근 원격탐사 자료가 여러 가지 종류의 공간 및 속성자료와 함께 지리정보 시스템에서 많이 이용되고 있어 특히 중요한 처리과정이다. 본 연구에는 우선 1991년의 UTM 좌표로 만든 영상을 TM 좌표로 변환하여 재배열하고, 이를 이용하여 영상에서 동일점을 확인하여 1984년의 왜곡영상을 정밀기하보정하는 것으로 하였다. 1969년의 코로나 사진영상은 15년 후의 변화된 지형에서의 영상간 식별이 불가능하여 1984년 발행의 지형도에서 확인할 수 있는 곳을 지상기준점으로 정하여 기하보정을 수행하였다.

영상의 지도투영법은 TM E002 투영법으로 수치지도의 투영법과 동일한 것으로 하였다. 좌표 변환은 지상기준점을 통해 보정 전 영상에서의 좌표값과 보정 후 계산되는 좌표값 사이의 관계식을 만들어 영상내의 좌표를 변환시키는 1차 다항식을 이용하였다.

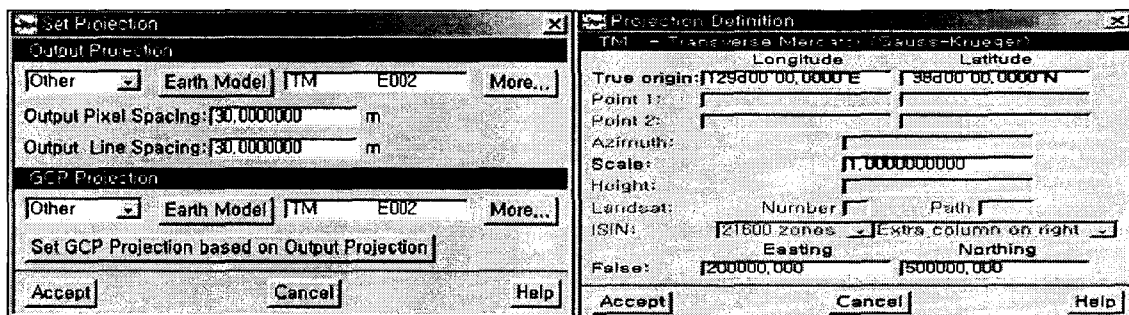


그림 4. 기하보정 정보

즉, UTM 좌표계인 Landsat 1991년도 영상을 수치지형도를 이용하여 'Image-to-Vector' 방법으로 보정을 하였고, TM E002 투영법으로 보정된 Landsat (1991년)영상과 Landsat (1984년) 영상은 'Image-to-Image' 방법을 사용하여 보정하였다. 다음으로 Image-to-map의 방법으로 1차기하보정된 Corona 영상을 2차로 기하보정된 Landsat 1984년 영상을 이용하여 Image-to-Image'방법으로 기하보정을 하였다. 영상의 재배열은 최근린내삽법을 이용하였다.

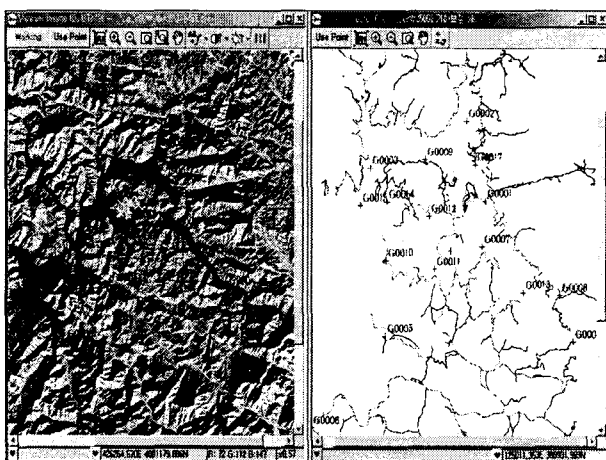


그림 5. Image-to-Map rectification

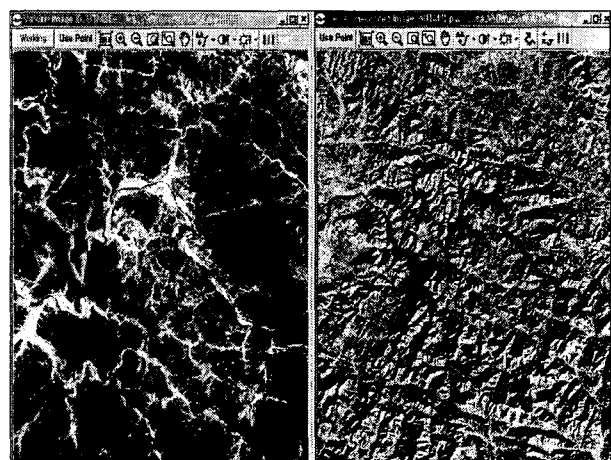


그림 6. Image-to-Image rectification

Residual Units: <input type="radio"/> Ground <input checked="" type="radio"/> Pixels				
Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type
G0006	0.58	0.48	-0.33	GCP
G0010	0.56	-0.38	0.42	GCP
G0005	0.49	0.18	-0.46	GCP
G0004	0.47	-0.47	0.07	GCP
G0015	0.45	-0.31	-0.32	GCP
G0002	0.39	-0.28	0.27	GCP
G0003	0.39	0.37	-0.11	GCP

그림 7. Landsat 1991년 RMS 오차

Residual Units: <input type="radio"/> Ground <input checked="" type="radio"/> Pixels				
Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type
G0012	0.24	0.05	-0.24	GCP
G0010	0.23	-0.17	0.16	GCP
G0009	0.23	0.12	0.19	GCP
G0017	0.22	0.22	-0.04	GCP
G0002	0.20	-0.18	-0.10	GCP
G0011	0.20	0.10	0.17	GCP
G0003	0.19	-0.19	-0.03	GCP

그림 8. Landsat 1984년 RMS 오차

Residual Units: <input type="radio"/> Ground <input checked="" type="radio"/> Pixels				
Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type
G0004	22.35	21.79	4.94	GCP
G0002	22.15	-7.90	-20.70	GCP
G0013	22.03	7.49	21.89	GCP
G0008	21.36	-2.86	21.16	GCP
G0021	21.33	9.11	-19.29	GCP
G0024	21.25	-5.41	20.54	GCP
G0014	21.00	13.41	-16.16	GCP

그림 9. Corona RMS 오차

지상기준점에 대한 매칭의 정밀도를 확인하기 위하여 최소자승오차(RMSE)방법으로 최종 정밀보정에 사용한 GCP에 대한 정확도를 평가하였다. 그 결과 1991년에 촬영한 Landsat TM 영상은 0.38m, 1984년 촬영한 Landsat TM 영상은 0.18m, Corona 영상은 15.74m 로 나타났다.

여기서 Corona 영상에 대한 RMS오차가 상대적으로 크게 나타났으나 약4-5m의 해상도를 가진 사진이므로 30m의 지상 해상도를 보여주는 Landsat TM 영상과의 중첩시 시각적으로는 크게 어긋나지 않아 이를 감안하더라도 큰 문제가 되지 않는 것으로 보여주었다.

4. 3차원 영상의 생성 및 DEM 매칭

추출된 등고선으로부터 DEM생성을 하여 제천시의 수몰지역으로 나타난 5개면의 행정경계를 중첩시켰고(그림10), 이를 2차원으로 보여주는 기하보정된 Corona69와 Landsat84의 합성으로 생성된 새로운 퓨전영상위에 수몰당시의 수몰경계를 중첩시켜 전체적인 영상중첩시의 현황도를 완성하였다. 또한 DEM과의 매칭에 의해 나타난 3차원 영상위에 수치지도인 당시의 도로와 건물을 중첩시켜본 결과, 종이지도에서 추출한 지도데이터보다는 수치지도에서 분류한 도로데이터의 매칭이 훨씬 좋은 정확도를 보여주었다.

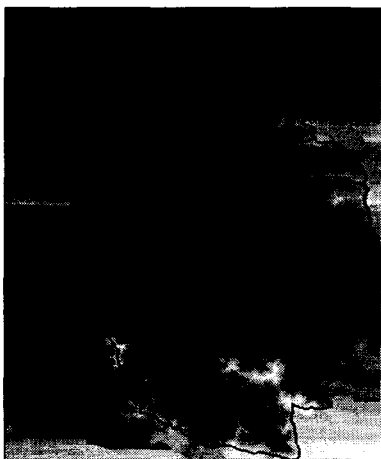


그림 10. 대상지역의 DEM

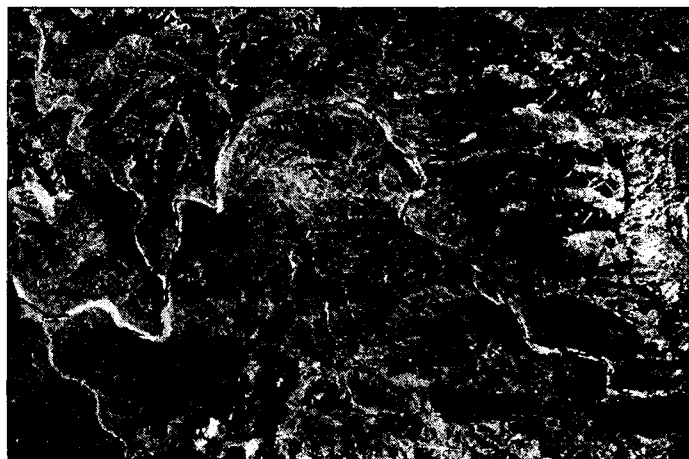


그림 11. Corona 영상과 Landsat TM 합성 영상

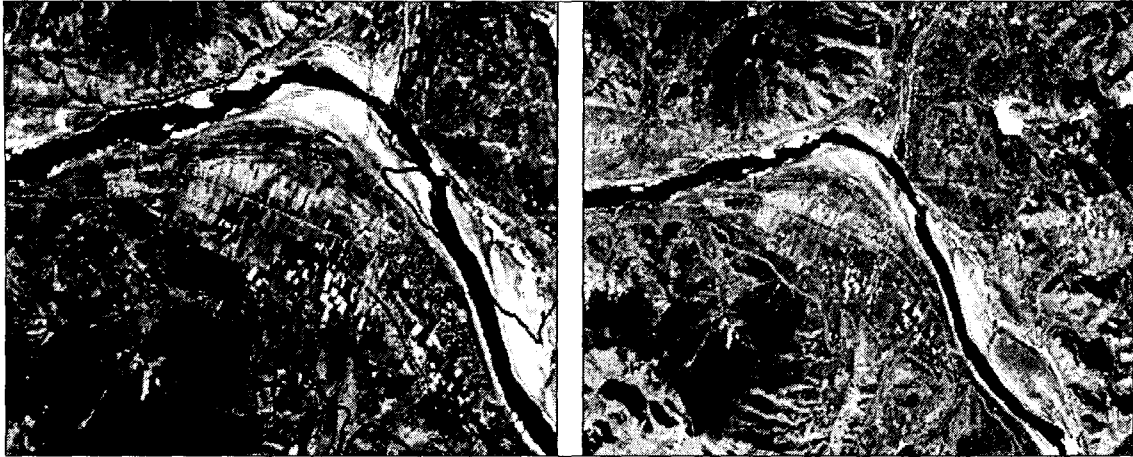


그림 12. 과거의 종이지형도와 수치지형도에서 추출한 GCP의 매칭정확도 비교

5. 평가 및 결론

본 연구는 과거의 공간정보를 보여주는 서로 다른 성격의 원격탐사 자료를 이용하여 두 영상간의 합성과 중첩을 통한 새로운 퓨전영상을 생성하고, 이의 정확도를 확인할 수 있는 수치지형도와 매칭여부를 확인한 것이다. 현재 우리가 사용할 수 있는 수치지형도의 데이터와 과거의 종이 지형도에서 필요 데이터를 추출하여 위성영상자료와의 매칭결과를 비교한 것이다. 따라서 다음과 같은 몇 가지 실험결과를 발견할 수 있었다.

1. 단일밴드의 고해상도인 위성사진의 시각화는 현재 미국과 러시아에서 일부 공개되어 구입이 가능하므로 저해상도인 다밴드 저해상도와의 정확한 합성과 중첩에 의해 상당한 정도의 고해상도의 퓨전된 원격탐사 영상으로의 사용이 가능하다.
2. 정밀기하보정에서 서로 다른 시기의 GCP는 우선 Image-to-Map과 Image-to-Image의 방법을 병행하는 것이 매우 효과적이었다.
3. 종이지형도에서 여러 조각에 의한 스캐닝후의 등고선 추출에 의한 DEM 생성과 매칭은 수치지형도의 경계점의 오차에 비해 매우 큰 오차를 보이고 있어 가능한 지형도 원도를 이용하거나 정확히 보정된 좌표에 의하여 보정된 영상을 매칭해야 할 것이다.

참고문헌

1. 안철호, 연상호 (1991), 리모트센싱과 GIS 통합 및 그 적용기법에 관한 연구, 한국측량학회지, 제 9권 제 1호, pp.97
2. 연상호, 홍일화 (2002), 3차원 지형분석을 위한 입체영상조감도 생성기술에 관한 연구, 한국지리정보학회 학술발표회논문집, 한국지리정보학회, pp212-219
3. 연상호, 조명희, 이진덕 (2001), 원격탐사입문, 구미서관, pp. 94-101
4. 윤근원, 박정호, 채기주, 박종현 (2003), 한반도지역 LANDSAT 위성영상의 기하보정 데이터 구축, 한국지리정보학회지, 한국지리정보학회, 6권 1호, pp. 98-106
5. 이영란, 신동석, 이해연 (1998), 위성영상 보정을 위한 GCP 데이터베이스 구축, 검색 및 활용, 한국지리정보학회지, 1권 1호, pp. 8-17
6. Paul M. Mather (1987), Computer Processing of Remotely-Sensed Image, John Wiley & Sons pp.189-202
7. PCI Geomatics (2002), Geomatica Software manual