

원격탐지된 위성영상의 밴드조합에 의한 최적 영상 결정기법 연구

연상호, 홍일화*, 이진덕**

세명대학교 도시공학과, 코리아 지오매틱스*, 금호공과대학교 토목공학과**

요약

원격탐지된 디지털 영상은 각 밴드별로 다른 특성의 정보를 기록하고 있음으로 밴드별 조합에 의한 칼라영상 생성시 전혀 다른 특성만을 이용하게 되므로 활용목적에 맞게 최적의 영상을 얻기 위한 밴드조합이 매우 중요한 과정이 될 수 있다. 본 연구에서는 약 20년 전에 댐의 건설로 물속으로 사라진 약 60여개의 마을을 원격탐사기법으로 복원하기 위하여 현재 그 지역의 과거 자료를 획득할 수 없으므로, 원격탐지 방법으로 수집 가능한 과거의 자료를 현재의 측지좌표 공간으로 보정처리하고 채널간의 생성되는 영상을 비교함으로써 최적의 솔루션을 찾아내는 실험을 실시하였다. 과거지도와 참조지도와 좌표 변환을 통하여 정위치의 중첩오차를 최소화시키고, 영상 복원 시 손실정보를 최소화하기 위한 최적채널 결정을 밴드조합 방법으로 하여 그 특징과 결과를 도출하였다.

1. 연구배경 및 목적

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 공간영상 정보의 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 수가 없는 것이다. 본 연구에서는 대형 댐의 건설로 약 20년 전에 수몰되어진 넓은 공간을 지형을 보여주던

아름다운 청풍명월의 본향인 청풍 수몰 지구를 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 디지털 영상의 화상강조와 밴드 간 조합에 의한 영상의 시각적 판단에 의하여 최적의 영상을 선정하여 이용하여야 할 필요가 있다. 이를 위하여 약 15년의 시간차가 있는 두 가지의 원격탐사 데이터를 밴드별로 합성하여 칼라영상을 만들고, 최근에 취득 가능한 1-5m 정도의 위성영상과 약 30m의 위성영상이 중첩하여 형성되는 퓨전 영상으로 가시적인 효과를 실험하여 보았다. 이러한 실험의 결과로 수몰지역의 영상복원에서

어느 밴드의 조합이 가장 적합한 것인지를 찾아내는 것을 연구 목적으로 하였다.

2. 원시자료수집 및 보정

본 연구대상지역은 현재 제천시 청풍일대로서 산수가 수려하고 커다란 청풍호반이 자리 잡고 있어 내륙 관광의 중심지로 부가되고 있는 곳이다. 그러나, 이곳은 1984년 충주댐의 건설로 인하여 남한강 주변 해발 약 150미터까지 대부분이 물속에 잠겨서 약 3,300여 가구가 이주를 하고 2만여 명의 실향민을 만들어낸 수몰지구의 중심이기도 하다. 이러한 제천시 청풍호를 대상으로 1969년에 촬영한 흑백의 Corona 위성사진상과 1984년 초에 수집된 Landsat 위성영상의 정보를 참으로 힘들게 획득하여 수몰된 지역의 디지털 데이터로 변환하였다. 이를 보완해줄 당시의 자료는 1985년 이전의 지형도와 현재의 1:25000 수치지도를 가 전부였으므로, 이를 이용하여 지상기준점을 수집하였고, 정밀기하보정과 사라진 지역에 대한 등고선의 복원작업을 하도록 하였다. 추가 보완 자료로는 사라진 지역의 내용을 정리하여 놓은 수몰역사 자료집에서 마을사진을 참조하여 영상과 부합되도록 하였다

가장 오래된 코로나 위성영상은 사진을 스캔하여 얻어진 흑백 이미지 파일로서 공간해상도가 5-10m 정도이고, 궤도 정보 등 부가적인 정보를 가지고 있지 않다. Landsat TM 센서의 공간해상도는 약 30m×30m 이며 열적외선 밴드를 포함하여 각 파장대역이 다른 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)

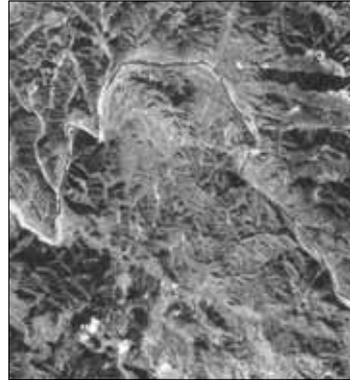


그림 1. Corona(1969년)



그림 2. Landsat TM(1984년)



그림 3. Landsat TM(1991년)

3. 밴드조합 실험

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 15.74m로 나타났다. 여기서 Corona 영상에 대한 RMS오차가 상대적으로 크게 나타났으나 약 4-5m의 해상도를 가진 사진이므로 30m의 지상 해상도를 보여주는 Landsat TM 영상과의 중첩시 시간적으로는 크게 어긋나지 않아 이를 감안하더라도 큰 문제가 되지 않는 것으로 보여주었다. 1969년에 촬영된 코로나 위성사진은 사진을 스캔하여 얻어진 흑백 이미지파일로서 약 5-10m의 지상분해능을 가질 수 있는 것으로 판단되었다. 그리고 Landsat TM은 약 28.5m의 지상분해능의 다밴드 영상이므로 이를 합성하여

퓨전영상으로 만들어 낼 수 있다면 적어도 10-15m의 시각적 분해능이 가능하리라 판단되어 두 가지의 서로 다른 시기의 데이터를 하나의 데이터포맷으로 만들어 합성영상을 만들었다. 약 15년의 시간차가 있는 픽셀 해상도가 전혀 다른 두 가지 영상정보가 합쳐져서 하나의 또 다른 영상을 생성하기 위하여 몇 가지 새로운 실험을 실시하였으며, 그에 대한 결과는 아래 퓨전 영상Z으로 나타내었다.(그림4, 그림5, 그림6, 그림7)

퓨전영상2는 Corona와 TM의 1/3/5 밴드의 합성 영상이며, 5밴드의 경우는 1.55-1.75 μ m 사이의 미세한 크기의 중원적외선 파장대역이므로 상위의 영상에서 보듯이 대부분 가시광선 영역과 중원적외선 파장대를 일부 포함하므로 촬영당시의 대상지역의 현황을 사람의 눈으로 바라보는 정도 이상의 판독력을 제공할 수 있을 것이다. 즉 일부 지역에 대하여는 매우 민감한 반응을 보여줄 수 있는 것이다. 위의 영상



그림4. Fusion Image 1(청풍면)

퓨전영상1은 Corona 영상과 Landsat TM의 1/2/3 밴드의 합성영상으로서 약 4m 정도의 코로나 위성사진은 흑백만을 보여주는 단채널 영상이므로 칼라합성을 위해서는 다른 2채널 이상의 밴드의 칼라 합성된 이미지 파일과의 공간 매칭을 통하여서만 영상을 얻어낼 수가 있다. 1/2/3 TM 밴드는 파장대역이 가장 짧은 분광데이터이므로 0.45-0.69 μ m 사이의 미세한 크기이므로 상위의 영상에서 보듯이 대부분 가시광선 영역에 속하므로 촬영당시의 대상지역의 현황을 사람의 눈으로 바라보는 정도의 판독력을 제공할 수 있을 것이다.



그림5. Fusion Image 2(청풍면)



그림6. Fusion Image 3

퓨전영상3은 Corona와 TM의 1/2/7 합성영상이고, 7밴드의 경우는 10.4-12.4 μm 사이의 대단히 긴 열적외선 파장대역이므로 상위의 영상에서 보듯이 대부분 가시광선 영역과 열적외선 파장대를 포함하므로 촬영당시의 대상 지역의 현황을 사람의 눈으로 바라보는 것에 더불어 열에 반응하는 동작온도가 매우 낮으므로 사라져간 지역의 과거 흔적을 찾아내는데 가장 효과적인 파장대임을 알 수 있다. 즉 대부분의 지역에 대하여는 매우 민감한 반응을 보여줄 수 있는 것이다. 위의 영상에서 보듯이 녹색으로 보여지는 곳은 대부분 식생지이거나 식생지였던 지역의 내용을 표시할 수 있으므로 인공 구조물 이외의 대부분의 지형을 가장 확실하게 보여 줄 수 있는 것임을 확인할 수 있다.



그림7. Fusion Image 4



그림 8. 퓨전영상 1. R(1) G(2) B(3)

에서 보듯이 노란색으로 보여지는 곳은 도로, 모래, 주택, 나지 등 빛의 흡수보다는 반사 및 복사가 큰 수치를 보여지는 곳으로서 인공 구조물과 식생이 적은

나대지임을 확인할 수 있다.

퓨전영상4는 Corona와 TM의 1/3/7의 합성영상의 결과로서, 7밴드의 경우는 10.4-12.4 μ m 사이의 대단히 긴 열적외선 파장대역이므로 상위의 영상에서 보



그림 9. 퓨전영상 2. R(1) G(3) B(5)



그림 10. 퓨전영상 3. R(1) G(2) B(7)

듯이 대부분 가시광선 영역과 열적외선 파장대역을 포함하므로 촬영당시의 대상지역의 현황을 사람의

눈으로 바라보는 것에 더불어 열에 반응하는 동작은도가 매우 낮으므로 사라져간 지역의 과거 흔적을 찾

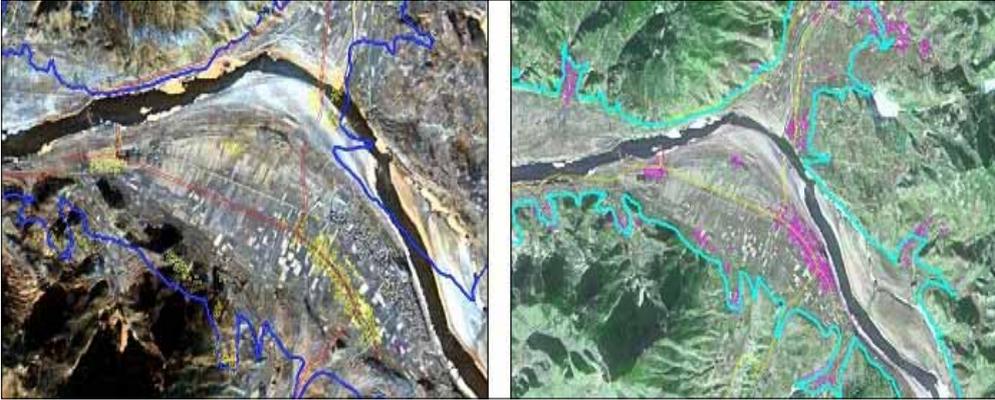


그림13. 청풍면 중심지역의 밴드별 칼라합성에 의한 영상복원

아내는데 가장 효과적인 파장대임을 알 수 있으나, 영상2에 비해 노란색의 영상이 크게 나타난 것은 3번 채널의 영상이 7번의 영상채널과 혼재되어 동시에 대부분의 지역에 대하여 매우 민감한 반응을 보여주기 때문이다. 위의 영상에서 보듯이 노란색으로 보이는 곳은 대부분 식생지이거나 도로 및 나지의 비식생지 지역의 내용을 표시하고 있다.

4. 최적영상 결정

청풍면을 대상으로 4가지의 각 밴드별 조합을 통하여 확인된 방법을 수몰지역 전 지역을 대상으로 똑같은 실험을 실시하여 동일한 특성을 지닌 최적의 퓨전영상을 결정할 수 있는 방법을 실시하였다.

본 연구에서는 수몰이전의 지형과 지역의 형태를 자연색으로 가장 잘 보여주는 최적영상은 <그림10>의 퓨전3의 영상으로 결정할 수 있고, 코로나 영상과 가장 좋은 밴드합성을 을 보여주는 것은 <그림11> 퓨전영상4로 시각적으로 확인할 수 있다. 따라서 이러한 퓨전3의 영상을 3차원 입체의 퓨전영상으로 생성하여 비교하여 보았다.(그림12)

즉, 최적채널로 선정된 TM 1/2/7의 칼라합성영상과 코로나 팬크로 영상과의 밴드별 조합영상위에 행정경계선, 도로, 주택의 벡터정보를 매칭하여 적용한

결과를 아래와 같은 비교 영상으로 생성하여 나타내었다.(그림13)

5. 결론

첫째, 서로 다른 시기의 영상과 다른 해상도의 위성 영상과 사진의 중첩을 위한 매칭방법에서는 Image to Image 방법이 Image to Map의 매칭방법보다 더 높은 정확도를 보여주었고, 이것을 선행 작업으로 하여 과거의 지형도가 가진 고유한 도면오차와 정확한 지상기준점의 선정이 어려움을 극복할 수 있었다.

둘째, 원격탐사 영상자료는 사진과 디지털이미지의 합성에 의해 각 밴드별 조합영상에서는 Landsat TM의 7번 채널에 의한 생성된 자연색 또는 위사색 영상이 가장 좋은 효과를 보여주었다.

셋째, 밴드별 조합에서 나타난 특징 중에서 가시광선에 의한 밴드별 조합보다는 적외선 밴드에 의한 조합이 더 효과적인 최적의 영상을 발견할 수 있었다.

넷째, 원색에 가장 근접한 자연색 영상을 복원하기 위해서는 우리 눈으로 감지할 수 없는 적외선 파장대역을 필수로 선택하여 비교 검증하여야 보다 효과적인 자연색의 다양한 솔루션을 찾아낼 수 있는 영상의 복원이 이루어졌다.



그림 11. 퓨전영상 4. R(1) G(3) B(7)



그림12. Perspective Image (East→West)

■ 참고문헌 ■

- [1] 안철호, 연상호. 1991. 리모트센싱과 GIS 통합 및 그 적용기법에 관한 연구. 한국측량학회지 9(1):97.
- [2] 연상호. 2000. 수치정사 사진제작을 위한 DEM 생성 및 추출기법에 관한 실험적 연구. 한국지리정보학회 춘계학술논문집. 159-166쪽.
- [3] 연상호, 이상석. 1994. GIS개론 및 실습. 한올아카데미.
- [4] 연상호, 이진덕. 2000. RADARSAT 위성영상의 DEM 추출기법에 관한 실험적 연구, 한국지리정보학회 춘계학술논문집. 122-133쪽.
- [5] 연상호, 조명희, 이진덕. 2001. 원격탐사입문. 구미서관. 94-101쪽.
- [6] 연상호, 최기정. 2002. 양산-동면 도로계획을 위한 입체적 지형분석 모델링 기술연구. 대한 원격탐사학회 춘계학술대회. 225-234쪽.
- [7] 연상호, 홍일화. 2002. 3차원 지형분석을 위한 입체영상조감도 생성기술에 관한 연구. 한국지리정보학회 학술발표회논문집. 212-219쪽.
- [8] 연상호, 홍일화. 2003. 제천시 영상조감도 생성 및 3차원 시뮬레이션 기술개발에 관한 연구. 한국 측량학회지 21(1):45-51.
- [9] 유복모, 토니헨크. 2003. 현대 디지털 사진측량학. 피어슨 에듀케이션 코리아. pp182-251.
- [10] 윤근원, 박정호, 채기주, 박종현. 2003. 한반도지역 LANDSAT 위성영상의 기하보정 데이터 구축. 한국지리정보학회지. 6(1):98-106.
- [11] 이영란, 신동석, 이해연. 1998. 위성영상 보정을 위한 GCP 데이터베이스 구축, 검색 및 활용. 한국지리정보학회지, 1(1):8-17.
- [12] Paul M. Mather. 1987. Computer Processing of Remotely-Sensed Image. John Wiley & Sons pp.189-202.
- [13] ROBERT H. ARNOLD. 1996. Interpretation of Airphotos and Remotely Sensed Imagery. PRENTICE HALL.
- [14] T.E. Avery and G.L. Berlin. 1985., Interpretation of aerial photographs, Burgess Publishing Co.. pp.275-290.