

Lidar 자료와 그림자 보정을 통한 컬러항공사진 판독력 향상

Improvement of interpretability for color aerial imagery by combining shadow effects correction and Lidar data

손홍규* 윤공현**
Sohn, Hong-Gyoo Yun, Kong-Hyun

* 연세대학교 사회환경시스템공학부, 조교수, ☎ 02-2123-2809
(E-mail:sohn1@yonsei.ac.kr)
**연세대학교 사회환경시스템공학부, 박사과정, ☎ 02-2123-2809
(E-mail:ykh1207@yonsei.ac.kr)

요 약

최근 고해상도의 영상과 컬러항공영상의 출현과 더불어 도심지역의 지물·지모에 대한 상세한 묘사가 가능해지고 있다. 하지만 도심지역의 지물·지모의 복잡성으로 인하여 지물의 추출이 쉽지 않다. 특히, 건물에 의한 가림, 그림자에 의한 정보 왜곡 등의 발생으로 지형정보 추출의 어려움을 겪고 있다. 건물에 의한 폐색은 다른 위치에서 촬영을 하므로서 보정을 할 수 있지만 그림자에 의한 영향은 촬영위치에 상관없이 항상 발생한다.

본 연구에서는 도심지역에서 촬영한 컬러항공사진에서 그림자에 의한 정보 왜곡을 LIDAR 자료와 수치지도를 이용하여 보다 자동화된 과정으로 처리하므로써 그 판독력을 증대시키고자 한다.

1. 서론

컬러항공사진 또는 최근에 발사된 고해상도 위성영상에서 지물·지모의 추출에 관한 연구가 많이 진행되어오고 있다. 특히 높은 공간해상력의 영상에서는 도심지의 고층건물에 의해 발생하는 그림자 때문에 폐색영역이 발생한다. 이러한 영향으로 인하여 도심지에서의 지물 추출의 어려움이 발생하기도 하며 영상 전체의 시각적 효

과 및 판독력의 저하를 불러 일으키고 있다.

고가도로나 건물에 의하여 폐색되어 보이지 않는 영상정보는 다른 위치에서 촬영한 영상으로부터 보정이 가능하며 이에 연구 또한 많이 진행되어 오고 있다. 하지만 그림자의 경우는 촬영위치에 상관없이 발생하며 이에 대한 체계적인 연구는 없는 실정이다.

본 연구에서는 그림자 보정효과를 처리

할 수 있는 알고리즘을 제시하였으며 자동화 과정을 위하여 LIDAR 자료와 수치지도를 활용하였다. 전체적인 처리 과정은 다음 그림 1과 같다.

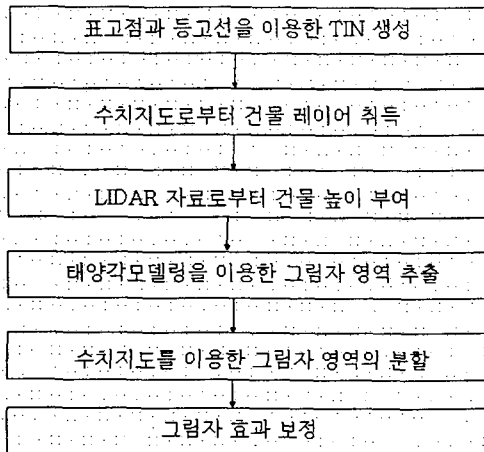


그림 1 본 연구의 흐름도

2. 그림자 지역추출

그림자 효과 보정을 위한 처리단계는 크게 두가지로 나눌 수 있다. 첫 번째 단계는 영상에서 그림자 영역을 추출하는 것이고 두 번째 단계는 추출된 그림자를 알고리즘에 의하여 보정하는 과정이다.

본 연구에서 정확한 그림자의 영역을 찾아내기 위해서 태양고도각 모델링 방법을 사용하였다. 이 방법은 영상의 촬영시간에 해당하는 태양고도각과 건물의 높이를 이용하여 그림자의 영역을 찾는 것이다.¹⁾²⁾³⁾ 즉, 태양고도각, 건물높이로부터 그림자의 길이를 구하는 것이다. 또한 건물의 높이는 LIDAR 자료로부터 취득된 값을 이용하였으며 태양고도각은 다음 아래와 같은 식으로부터 계산된다.

$$\sin a = (\cos x)(\cos y)(\cos z) \pm (\sin x)(\sin y)$$

단, a = 태양고도각

x = 태양의 경사각(정확한 시,각, 즉 그리니치 평균시와 천문력으로 계산)

y = 영상에 대한 위도

z = 시간각, 지역에 대한 정오와 그 영상촬영시 각 사이의 경도의 차이. 예들 들어 정오에서 2시간 후 촬영시 그 시간각은 30°이다.

3. 그림자 효과 보정

본 연구에서 실제 그림자 효과를 보정하기 위하여 다음 아래의 4가지의 가정사항을 설정하고 그 효과를 보정하였다

- ① 그림자에 의한 정보 왜곡으로 기존정보의 완전 소실은 일어나지 않는다.
- ② 한 건물에 의하여 발생하는 그림자 영향에 의한 DN값은 하나이며 일정하다.
- ③ 연이어서 존재하는 동일지물에 대한 DN값은 같다.
- ④ 원래 정보 = 실제 그림자에 영향을 받은 정보 - 그림자에 의한 영향(알파라 가정) 즉, 알파 값을 소거하면 원래 정보를 복구가능.

첫번째 가정사항은 위성영상처럼 촬영 고도가 굉장히 높고 방사해상력이 8bit인 경우 그림자 영역의 보정이 어려울 수가 있다. 즉 그림자가 워낙 강하게 발생하므로 그림자에 의해 가려진 정보가 거의 존재하지 않을 수가 있다. 즉 실제영상에 있어서 그림자 지역의 밝기값이 0에 가까우면 보정의 효과가 미미하거나 거의 불가능하다는 의미이다.

두 번째 가정사항은 한건물에 의해 생기는 그림자의 효과는 동일하다는 의미이다. 그렇지만 실제로는 동일건물에서 생기는 그림자일지라도 그림자 효과가 다를 수도 있다.

세 번째 가정사항은 동일한 지물·지모에 대한 밝기값은 동일하다라는 의미이다. 즉 같은 도로이면 같은 밝기값을 가진다고 가정한 것이다. 하지만 실제로는 다소 차이가 발생한다.

네 번째 가정사항은 동일한 지물(도로)에 대하여 그림자에 의하여 왜곡된 밝기값과 그림자가 없는 지역의 밝기값의 차이를 알파라 가정하고 그 값을 보정하면 그림자 효과가 보정되어 원래 정보를 복구할 수 있다 라는 의미이다. 위 알고리즘을 나타낸 식은 다음 ①, ②와 같다.

$$O'_{R,G,B}(x,y) = I'_{R,G,B}(x,y) + \alpha \quad \dots ①$$

$$\alpha = I^r_{R,G,B}(m) - I^t_{R,G,B}(m) \quad \dots ②$$

단,

$O^t_{R,G,B}(x,y)$: 결과영상에 대한 각 band의 DN value

$I^t_{R,G,B}(x,y)$: 입력영상에 대한 각 band의 DN value

$I^r_{R,G,B}(m)$: 각 band별 기준영역의 평균값

$I^t_{R,G,B}(m)$: 각 band별 대상영역의 평균값

4. 실험 및 분석

4.1 그림자영역 추출

본 연구에서 사용한 영상은 경기도 분당 지역으로서 2001년에 촬영하였으며 영상에서 1개 영상소(pixel)에 해당되는 지상에서의 실제 크기는 25×25cm이다. 그림 2는 원 컬러항공사진영상이다. 그림에서 보듯이 이 지역은 고층건물이 많으며 수계를 제외한 다양한 지물들을 포함하고 있는 지역이다. 또한 많은 그림자의 발생으로 인하여 시각적 판독력의 저하는 물론 원활한 지물 추출이 어려운 상태이다. 이를 위하여 첫 번째 단계로 그림자 영역을 반자동화 기법을 이용하여 추출을 하였다. 이 과정을 위해서 1/1,000 수치지도에 존재하는 표고점과 등고선을 이용하여 건물을 제외한 지형이 TIN기법을 사용하여 DEM을 생성하였다. 평탄치 않은 지

형의 굴곡이 존재할 경우 그 기록에 따라 그림자의 길이가 달라지므로 꼭 필요한 과정이다. 그 다음으로 수치지도에서 건물레이어를 추출하여 각 건물에 해당되는 LIDAR의 높이값을 속성으로 부여해주는 과정이 필요하다. 이러한 처리 결과와 태양의 고도각을 이용하여 아래 그림 2와 같은 실제 그림자 모델을 통한 그 영역이 추출된다. 이러한 모델링을 통한 영역 추출시 원영상의 정사보정에 따른 오차, LIDAR 높이 자료에 대한 오차, TIN 생성시 실제지형과의 오차, 수치지도의 건물레이더 매핑의 오차 등이 존재하지만 상당히 정확한 그림자 영역이 추출되었음을 알 수 있었다.



그림 1 분당지역 원영상

4.2 그림자영역의 분할

정확한 그림자 영역이 추출된 다음 과정은 효율적인 그림자 효과 보정을 위한 그림자 영역의 분할이다. 이것은 동일한 지물에 대하여 보정값을 얻기 위하여 필요한 과정이다.



그림 2 추출된 그림자 영역

실제 그림자내에 있는 지물에 따라 영역을 분할한다는 것은 굉장히 어려운 작업이다. 왜냐하면 그림 1에서 보는 것처럼 육안으로 확인하면서 수동으로 추출도 쉽지 않기 때문이다. 본 연구에서는 최대한 수작업을 줄이면서 자동화를 진행하기 위하여 1:1,000 수치지도를 활용하였다. 수치지도에 존재하는 지물에 대한 region을 폴리곤화 한다음에 이 결과를 그림자영역 영상과 중첩하여 그림자내의 분할을 시도하였다. 그 결과 상당히 정확한 영역의 분할이 이루어졌다. 그림자영역과 수치지도의 주요 지물의 폴리곤과 중첩한 그림은 다음 그림 3과 같다.

4.3 그림자 효과 보정 단계

그림3의 결과영상을 이용하여 본 연구에서 제안하였던 알고리즘을 적용하는 과정이다. 이 단계에서는 동일한 지물에 대하여 그림자를 가지고 있는 영역과 그림자가 없는 영역의 밝기값의 평균 차이를

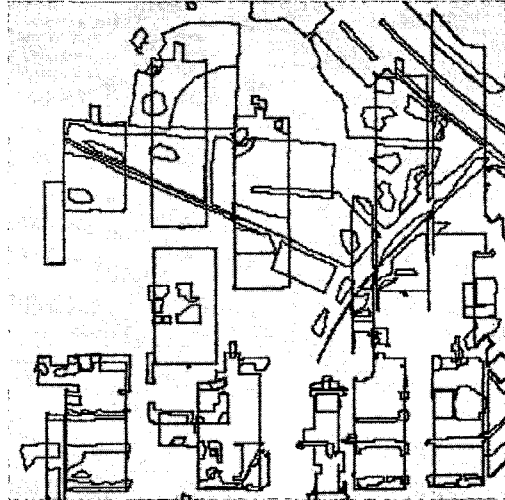


그림 3 영역 분할된 그림자 지역

구하여 그 값을 보정해주었다.

영상에서 그림자가 생성된 지물의 크기로, 보도, 흙, 숲, 잔디 등으로 구성되어 있다. 그림4는 실험을 위해 절취된 원영상이며 그림 5는 최종적으로 그림자 효과가 보정된 결과를 보여주고 있다.

이 결과에서 도로 지물의 경우가 가장 잘 보정이 된 것으로 육안으로 판단할 수 있었으며 보도와 흙의 경우에도 비교적 좋은 성과를 보여 주었다. 다만 숲의 경우 지물의 특성상 숲 아래의 흙과 혼재되어 나타난 경우가 많으며 또한 숲 자체 내부에서 그림자가 또한 발생되어 다른 지물에 비해 상대적으로 낮은 결과를 보여주고 있다. 또한, 여러 가지 오차요인에 의해 특히, 건물 레이어에 의한 매핑오차, 정사보정에 따른 오차에 의해 발생된 경우가 많은 것으로 고려되기 때문에 이 경우는 후처리 또는 수작업을 통하여 더욱 완성도 높은 결과를 가져 올 것이다.



그림 4 철취된 원영상



그림 5 그림자 효과가 보정된 영상

5. 결론

본 연구에서는 항공사진에서 발생하는 그림자의 효과적인 보정을 처리하기 위한 알고리즘을 제시 하였으며 LIDAR 자료와

수치지도를 통하여 정확한 그림자 지역을 추출하고 또한 추출된 그림자내에서 동일한 지역으로 분할할 수 있었다. 이러한 과정을 통하여 전체적으로 그림자 효과의 보정을 위한 자동화 과정이 가능할 수 있음을 제시하였다.

참 고 문 헌

- 1) 손흥규, 윤공현, 이동천, 2003, "컬러 항공사진에서 그림자효과 보정에 관한 연구 (도심지역 도로를 중심으로), 한국지형 공간정보학회 춘계학술대회
- 2) Yong. H. Han. D.Y. and Klm. Y.I., "3-D City Modeling from Single High Resolution Satellite Image Using Shadow", International Symposium on Remote Sensing, 2001.
- 3) C.A. Lin and R. Nevatia, Building Detection and Description from a Single Intensity Image, Computer Vision and Image Understanding, Vol. 72, No. 2, pp. 101-121, November 1998