

## 그림자효과 보정을 통한 영상융합 품질 향상 가능성 Potential for Image Fusion Quality Improvement through Shadow Effects Correction

손홍규<sup>1)</sup> · 윤공현<sup>2)</sup>

Sohn, Hong-Gyoo · Yun, Kong-Hyun

<sup>1)</sup> 연세대학교 사회환경시스템공학부 교수(E-mail:sohn1@yonsei.ac.kr)

<sup>2)</sup> 연세대학교 대학원 토목공학과 박사과정(E-mail:ykh1207@yonsei.ac.kr)

### Abstract

This study is aimed to improve the quality of image fusion results through shadow effects correction. For this, shadow effects correction algorithm is proposed and visual comparisons have been made to estimate the quality of image fusion results. The following four steps have been performed to improve the image fusion quality. First, the shadow regions of satellite image are precisely located. Subsequently, segmentation of context regions is manually implemented for accurate correction. Next step, to calculate correction factor we compared the context region with the same non-shadow context region. Finally, image fusion is implemented using corrected images. The result presented here helps to accurately extract and interpret geo-spatial information from satellite imagery.

### 1. 서 론

최근 다양한 위성영상의 출현으로 도시정보에 대하여 세밀한 자료취득이 가능해지고 있다. 하지만 도심지역의 복잡성으로 인하여 그 정보를 취득하기가 쉽지 않다. 특히 높은 공간해상력의 영상에서는 도심지의 고층건물에 의해 발생하는 그림자 때문에 폐색영역이 발생한다. 이러한 영향으로 인하여 도심지에서의 도로추출의 어려움이 발생하기도 하며 영상 전체의 판독력 저하 및 시각적 효과의 반감을 가져오게 된다.

고가도로나 건물에 의하여 폐색되어 보이지 않는 영상정보는 다른 위치에서 촬영한 영상을 이용하여 보정이 가능하며 최근 그 성과가 발표되고 있다. 하지만 그림자의 경우는 촬영위치에 상관없이 발생하며 이에 대한 체계적인 연구는 미약한 실정이다.

본 연구에서는 제안된 그림자 효과보정 알고리즘을 영상융합에 적용함으로써 영상융합 품질 향상 가능성에 알아보고자 한다. 영상융합처리과정에서 사용된 방법은 PCA 방법과 Brovey 방법을 이용하였으며 전체적인 처리 과정은 다음 그림 1과 같다.

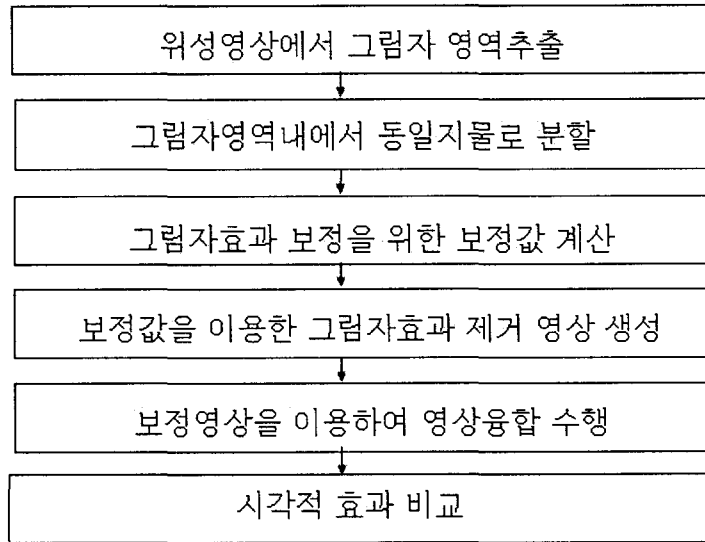


그림 1. 본 연구의 흐름도

## 2. 그림자 영역 추출

그림자 효과보정을 위한 전처리단계로서 영상에서 그림자를 추출하는것이다. 그림자 영역의 추출에는 대략 다음 4가지의 방법이 있다.

첫 번째, 태양고도각법을 이용하는 것으로서 영상의 촬영시간에 해당하는 태양고도각과 건물의 높이를 이용하여 그림자의 영역을 찾는 것이다.<sup>1)2)3)</sup> 즉, 태양고도각, 건물높이, 그림자의 길이의 기하학적인 관계로부터 구하는 것이다. 이 방법은 주로 단사진으로부터 건물의 높이를 구하고자할 때 많이 사용된다. 그림자의 영역을 찾기 위한 방법으로서 가장 정확하지만 그림자가 발생하는 모든 건물의 고도를 알고 있어야 한다는 단점이 있다. 또한 고층건물이 뽁뽁하게 밀집되어 있는 경우 건물의 그림자가 다른 건물에 비춰지기도 하기 때문에 그림자의 영역이 추출이 관계식으로부터 얻은 그림자의 길이가 실제 영상에 맞지 않는 경우도 많이 발생하며 오히려 이러한 경우의 건물들이 경우에 따라 더 많아 부적절한 방법이 될 수도 있다.

다음 아래 그림1은 이상적인 경우의 그림자 영역을 나타낸 것이며 그림 2는 실제 많이 발생하는 다른 건물 때문에 그림자 영역이 왜곡되는 경우를 보여주는 것이다.

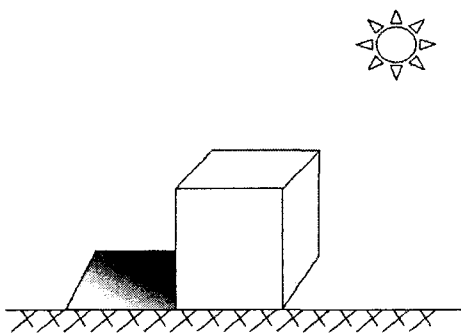


그림 2. 그림자의 발생(이상적인 경우)

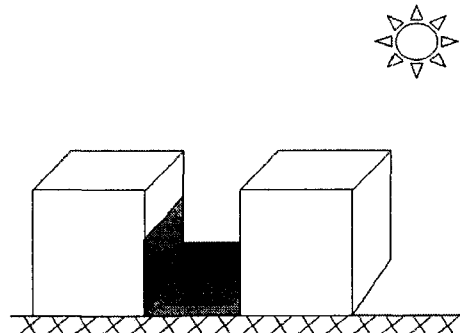


그림 3. 그림자의 발생(실제의 경우)

두 번째 영역 확장(Region growing) 방법으로서 영상에서 영상소를 그룹화하거나 부영역을 더 큰 영역으로 만드는 방법이다. 영역확장의 가장 간단한 방법으로, 씨앗점(seed)들의 집합으로부터 시작하여 각 씨앗점에 이와 비슷한 성질들(명암도, 질감, 칼라 등)을 가진 이웃 화소들을 덧붙여 영역을 확장시키

는 방법이다. 그림자 영역추출 적용시 지형정보의 특성과 씨앗점의 위치에 따라 성과가 달라진다.

세 번째, 영상분류(Image Classification)를 이용하여 그림자 영역을 찾을 수가 있다. 그림자 영역의 대표적인 경우들과 아닌 지역 몇군데를 트레이닝 사이트로 선정한 다음 감독분류(Supervised Classification)를 실행하여 그림자 영역을 찾는 방법이다. 빠른 처리시간과 비교적 높은 정확도를 확보할 수는 있지만 정확한 그림자를 추출하는데는 어려움이 따른다

마지막 방법으로서 사람이 직접 영상을 보면서 그림자 영역을 추출하는 방법이다. 가장 정확하지만 시간이 많이 걸리는 단점이 있다. 본 연구에서는 정확한 그림자를 추출하기 위해서 수동으로 영역을 추출하였다.

### 3. 그림자 효과보정

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 촬영고도가 굉장히 높고 방사해상력(radiometric resolution)이 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 가정할 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 있다는 의미이다. 위 알고리즘을 나타낸 식은 다음 ①, ②와 같다.

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

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

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. 영상융합

### 4.1 PCA 방법

PCA 방법은 저해상도 다중분광영상을 주성분 요소 즉, PC-1, PC-2 그리고 PC-3로 변환시킨다. 그런 다음 그 결과를 PC의 역변환을 시킨다. 또한 고해상도 영상을 PC 변환을 통하여 PC-1\*을 생성한 다음에 저해상도영상으로부터 생성된 PC-1을 대체한다. 그리고 이 변환영상을 PC의 역변환을 통하여 원래 고해상도영상을 생성하므로써 결국 고해상도 고분광영상을 생성하게 된다.

### 4.2 Brovey 방법

Brovey방법은 영상을 융합하기 위하여 비례 알고리즘을 사용한다. 이 방법은 기본적으로 영상의 히스토그램분포의 가장 어두운 부분과 가장 밝은 부분을 영상개선을 통해 시도하고자 하는 방법이다. 융합을 위한 식은 다음 아래와 같다.

$$DN_{B1\_고해상도영상} = DN_{B1} / (DN_{B1} + DN_{B2} + DN_{B3}) \times DN_{고해상도영상} \quad (3)$$

$$DN_{B2\_고해상도영상} = DN_{B2} / (DN_{B1} + DN_{B2} + DN_{B3}) \times DN_{고해상도영상} \quad (4)$$

$$DN_{B3\_고해상도영상} = DN_{B3} / (DN_{B1} + DN_{B2} + DN_{B3}) \times DN_{고해상도영상} \quad (5)$$

단, B = 밴드

## 5. 실험 및 분석

본 연구에서 영상 융합을 위해 사용된 영상은 2001년 11월에 촬영된 IKONOS 대전지역의 영상을 일부 절취한 것이며 IKONOS 1m 전정영상(4000×4000)과 4m의 다중분광영상(1000×1000)이다. 4m의 다중분광영상은 Blue, Green, Red 및 NIR로 구성되어 있다. 전정영상과 다중분광영상은 아래 그림2, 그림3과 같다.



그림 4. 전정영상



그림 5. 다중분광영상

또한 그림자 효과 보정방법을 통하여 얻은 영상은 아래 그림 6과 그림 7과 같다



그림 6. 그림자 효과가 보정된 전정영상

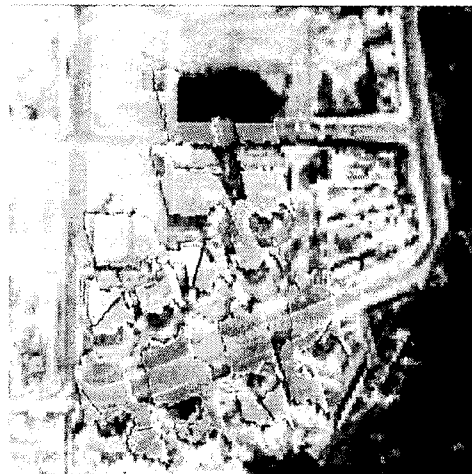


그림 7. 그림자 효과가 보정된 다중분광영상



그림 8. 그림자보정 전 PCA융합결과

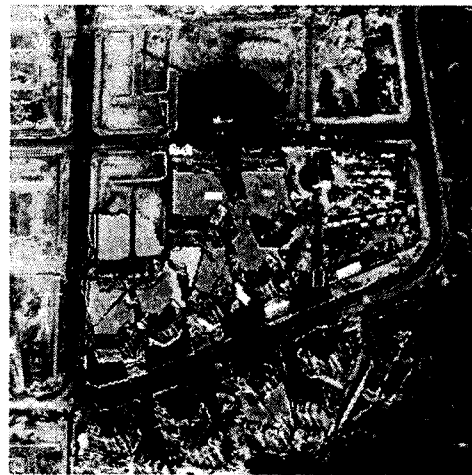


그림 9. 그림자보정 후 PCA융합결과



그림 10. 그림자보정 전 Brovey융합결과



그림 11. 그림자보정 후 Brovey융합결과

위 결과영상에서 볼 수 있듯이 그림자영역의 아스팔트 도로와 흙의 재질로 이뤄진 도로는 비교적 양호한 결과를 보여주었다. 다만, 그림의 가운데 영역에서 여러 가지의 재질로 혼재된 그림자 영역이 상대적으로 보정의 효과가 낮았으며 영상융합 성과에서도 가운데 지역은 낮은 성과를 보여주고 있다. 이러한 배경은 효율적 그림자 효과 보정을 위해 동일지물별로 분할해야 하는 과정에서 그 정확도가 낮았을 것으로 사료된다. 실제 IKONOS 1m 영상을 확대하여 상세히 관찰하여도 동일지물별로 분할하기가 굉장히 어려운 작업이었다.

## 6. 결 론

본 연구에서는 위성영상에서 발생하는 그림자의 효과적인 보정을 처리하기 위한 알고리즘을 제시하였으며 위성영상융합에 적용하여 그 가능성을 타진해보았다. 그 결과 아스팔트 도로나 흙으로 된 재료로 된 즉, 영상에서 비교적 명확하게 그림자의 경계를 알 수 있는 지물에 대해서는 좋은 결과를 보여주었다. 동일지물을 분할할 수 있는 효과적인 방법이 연구된다면 복잡한 도심지에서도 적용될 수 있는 효율적인 방법이 될 것으로 사료된다.

## 참고문헌

손홍규, 윤공현, 이동천, 2003, "컬러항공사진에서 그림자효과 보정에 관한 연구 (도심지역 도로를 중심으로), 한국지형공간정보학회 춘계학술대회

Yong. H, Han. D.Y. and KIm. Y.I., "3-D City Modeling from Single High Resolution Satellite Image Using Shadow", International Symposium on Remote Sensing, 2001.

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