

# 고해상도 위성영상의 건물 폐색영역 보정

## Building occlusion correction for high resolution satellite imagery

김혜진\*, 최재완, 김용일  
Hyejin Kim, Jaewan Choi, Yongil Kim  
서울대학교 공과대학 건설환경공학부  
vicky2@snu.ac.kr

### 요 약

고해상도 위성영상의 관측시, 위성센서는 보통 지표면으로부터 어느정도의 기울기를 갖는 상태에서 촬영이 되기 때문에 영상 내에서 건물은 지표면에 누워있는 형태로 나타나게 된다. 때문에 건물의 옆벽면 및 지붕에 의해 지표의 일부가 가려지게 되는데 이를 건물에 의한 폐색영역이라 한다. 이러한 폐색영역은 건물의 기복오차가 제거된 정사영상에서는 검게 비어있는 상태로 남게 되며 시각적으로나 영상판독시 불편을 초래하여 위성영상을 베이스 맵으로 사용하기 어렵게 하는 요인이 된다. 이러한 폐색영역을 보정하기 위해서는 일반적으로 동일 영역에 대한 두 장 이상의 영상을 이용하여 폐색 지역을 채워넣는 작업을 수행하나, 이 방법은 위성영상 구입 및 처리 비용에 대한 부담이 커 실제로 자주 사용되지 못 한다. 본 연구에서는 고해상도 위성 단영상의 건물에 의한 폐색영역에, 주변 화소값들의 분광 및 기하학적 특성을 이용하여 복원하는 기술인 inpainting 기법을 적용하여 그 보정 결과를 평가하고 활용 가능성을 검증해보고자 한다.

### 1. 서론

고해상도 위성영상을 이용하여 토지피복도나 도시지역의 수치 표고 모델과 같은 공간 정보를 생성하기 위해서는 영상이 정사투영 형태로 보정되어야 하며 이 때 지형 기복변위뿐 아니라 건물 등의 인공물에 의한 기복변위 또한 제거되어야 한다. DSM(Digital Surface Model)과 같은 높이 정보 데이터 등을 이용하여 영상의 정사보정을 수행하게 되면, 건물의 옆면과 지붕에 가려져 있던 지표면 영역은 화소값을 갖지 않는 폐색영역이 된다. 이러한 폐색 영역을 보정하기 위해서는 일반적으로 동일 영역에 대한 두 장 이상의 영상을 취득하여 폐색 지역을 채워넣는 작업

을 수행하나, 이 방법은 위성영상 구입 및 처리 비용에 대한 부담이 커 실용성이 크지 않다. 건물에 의한 폐색영역은 그 형태가 일정치 않고 크기가 수십 화소 이상이 되기 때문에, 일반적으로 사용되는 보간(interpolation) 기법을 통해 보정하기에는 부적절하다. 이에 본 연구에서는 주변 화소값들의 분광 및 기하학적 특성을 이용한 영상복원 기법인 inpainting 기법을 이용하여 건물의 폐색영역을 보정해보고 그 활용 가능성을 검증해보고자 하였다.

### 2. Inpainting 기법

inpainting은 고미술 복원가들이 손상된 그림을 복원할 때 손상된 영역의 주변부

부터 복원해나가는 방법을 의미하던 용어로, 디지털 영상처리 분야에서는 Bertalmio(2000)가 편미분 방정식을 이용한 영상복원 기법을 제안하며 처음으로 사용하기 시작했다. 이후 BV(Bounded Variation), TV(Total Variation), wavelet 등을 이용한 다양한 inpainting 기법들이 제안되었다(Chan, 2005). inpainting 기법은 일반적으로 무늬(texture)가 뚜렷하고, 해상도가 높은 영상일수록 그 성과가 좋은 것으로 알려져 있으며, 이러한 점을 보완하고자 non-texture 영상을 위한 inpainting 기법들도 연구되고 있다.(Chan, 2001) 또한 반복(iteration) 연산에 의한 계산비용을 최소화하기 위한 기법들도 제안되고 있다.(Oliveira, 2001; Telea, 2004) 위성영상은 특성상 일반사진에 비하여 해상도의 한계가 있어 non-texture 영상으로 볼 수 있으며, 그 대상영역이 매우 크기 때문에 이러한 특성에 적합한 inpainting 기법을 선택하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 non-texture 영상에의 적용을 위해 개발된 편미분 방정식 기반의 기법들인 CDD(Curvature-Driven Diffusion) inpainting 기법과 FMM(Fast Marching Method) inpainting, MI(Morphological Invariant) inpainting의 세 가지 기법을 고해상도 위성영상에 각각 적용해 보았다.

### 2.1. CDD inpainting

CDD(Curvature-Driven Diffusion) 기반의 inpainting 기법은 등광선도(isophote)의 대조(contrast) 혹은 강도(strength)만을 기준으로 하여 화소값을 복원하여 기하학적 연속성(connectivity)을 보존하지 못하는 TV(Total Variation) 기반 inpainting (Chan, 2000)의 한계를 보완하기 위해 고안된 방법이다.(Chan, 2001) CDD inpainting은 곡률(curvature) 정보를 반영하는 3차 편미분 방정식을 사용함으로써 영상에 존재하는 에지 정보를 TV inpainting에 비해 보다 효율적으로 보존

하면서 복원이 가능하다.

### 2.2. FMM inpainting

FMM(Fast Marching Method)를 이용한 inpainting 기법은 주변 화소값들의 평균치를 복원하고자 하는 영역의 중심에 배치하는 형태로 보정을 수행하는 transportation 모델 기반의 방법으로 구현이 무척 간단하고, 처리속도가 매우 빠르다.(Telea, 2004) 때문에 대용량의 영상을 처리하기에 적합하며, 컬러의 변화가 심하지 않은 균질한(homogeneous) 영역 복원에 특히 효과적이다.

### 2.3. MI inpainting

MI(Morphological Invariant) inpainting 기법은 transportation 모델, TV 모델, CDD 모델을 이용한 inpainting 기법들을 혼합한 형태의 3차 미분방정식을 사용하는 inpainting 기법으로 CDD inpainting에 비해 처리속도가 빠르고 안정적인 결과를 보이는 것으로 알려져 있다.(Chan, 2001)

## 3. 실험 및 결과

inpainting 기법을 고해상도 위성영상의 건물 폐색 보정에 적용해보기 위하여 QuickBird 영상의 전정색 영상과 멀티스펙트럴 영상을 PCI Geomatica S/W의 pan-sharpening 모듈을 통해 융합하여 실험을 수행하였다. 사용된 QuickBird 영상은 2005년 1월 15일에 취득된 대전지역 영상으로 공간해상도는 약 0.7m이다. 실험 과정은 그림 1과 같다. 융합된 영상으로부터 건물지붕과 벽면을 수동으로 추출한 후 건물지붕 영역을 바닥으로 이동시켜 폐색 영역을 그림 1의 ③과 같이 결정한다. 보정되어야 할 지역은 건물에 의해 가려진 지표면이기 때문에 지붕영역 화소값들이 inpainting 과정에서 영향을 미치지 않도록 하기 위해서, 그림 1의 ④와 같이 건물 폐색 지역 및 건물지붕 영역을 모두 null

값으로 설정하여 inpainting을 수행한다. 그림 1의 ⑤와 같은 inpainting 결과에 건

물지붕을 중첩하여 폐색지역이 보정된 최종 영상을 얻을 수 있다.

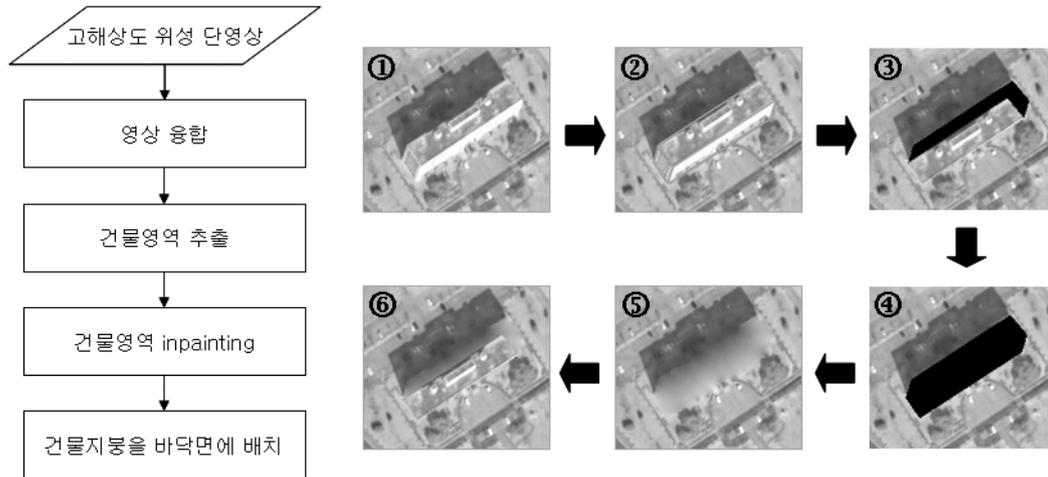
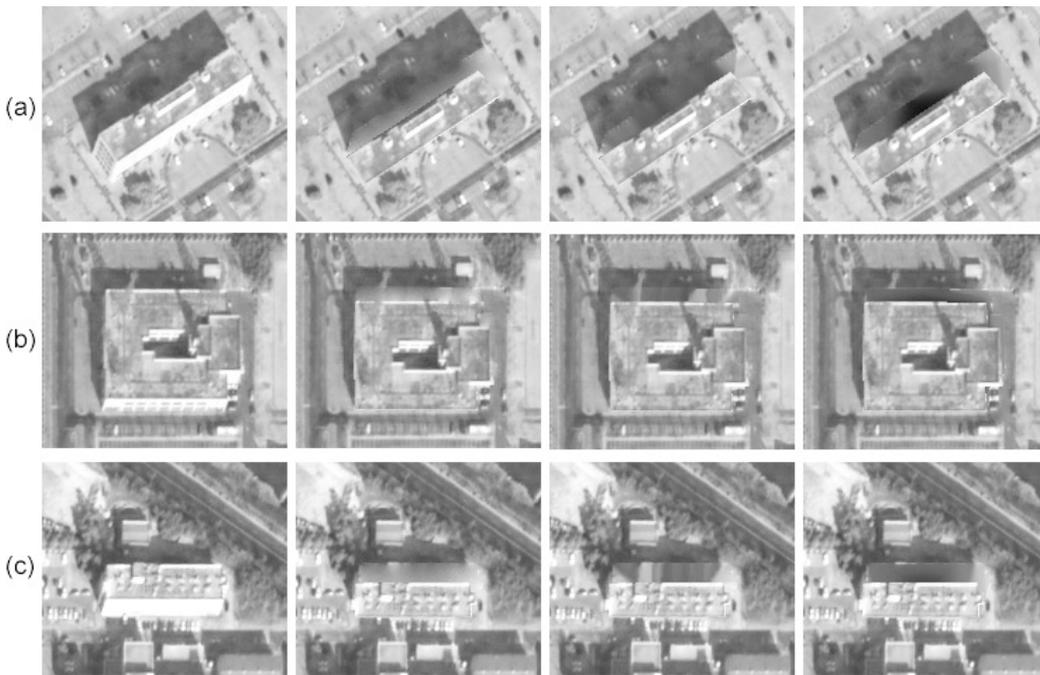


그림 1. inpainting 수행 과정



(1) 원영상 (2) CDD inpainting (3) FMM inpainting (4) MI inpainting

그림 2. inpainting을 이용한 건물폐색 보정 결과

그림 2는 CDD, FMM, MI inpainting에 의해 보정된 결과이다. CDD inpainting은 시각적으로 무난한 결과를 보이거나 전체적

으로 블러링(blurring)된 형태로 폐색 보정이 이루어졌다. FMM inpainting의 결과는 상대적으로 선명한 결과를 보이거나 주변화

소의 패턴이 복사되는 형태로 보정이 이루어졌음을 확인할 수 있다. MI inpainting은 여러 가지 inpainting 기법들의 장점을 혼합한 형태의 기법이므로 좋은 결과를 기대하였으나, 폐색영역이 큰 경우에 폐색 중심부분이 제대로 보정되지 않았다. 시간적 계산비용 측면에서는 FMM inpainting이 CDD와 MI inpainting에 비해 확연히 빠른 처리속도를 보였다..

#### 4. 결론

본 연구에서는 고해상도 위성영상에서 건물의 기복변위에 의해 발생하는 폐색 영역의 보정을 위하여 디지털 영상의 복원 처리 기법 중 하나인 inpainting 기법을 이용하는 것이 적합한지 평가해보고자 하였다. 고해상도 위성영상은 일반 사진에 비하여 그 해상도가 낮으므로, inpainting 기법들 중 non-texture 영상에 적용 가능한 기법들을 선택하여 그 중 대표적인 세 가지 기법을 QuickBird 영상에 적용하여 시각적으로 평가하였다. 그 결과, CDD inpainting 기법은 시각적으로 무난한 결과를 보였으나 블러링된 형태로 폐색이 보정되었으며, KMM inpainting의 경우 주변 화소들의 패턴이 복사된 형태로 보정이 이루어졌으며 그 처리속도가 매우 빨랐다. MI inpainting은 건물의 폐색과 같이 넓은 영역의 보정에는 적당하지 않음을 확인할 수 있었다.

inpainting은 복원하고자 하는 영역의 크기나 형태에 상관없이 적용가능한 기법으로 고해상도 위성영상의 건물 폐색과 같이 크고 불규칙한 형태의 폐색영역을 보정하기에 적당한 기법으로 판단된다. 매우 다양한 inpainting 기법이 개발되고 있으므로 향후 보다 여러 가지 기법에 대한 실험을 통해 고해상도 위성영상에 적절한 기법을 선택하는 과정이 필요하다. 또한 그림자 지역의 화소값을 보정한 후 inpainting 기법을 적용할 경우 보다 나은

결과를 도출할 수 있을 것으로 기대된다.

#### 감사의 글

본 연구는 한국항공우주연구원의 공공기술연구회 일반사업 위탁 연구과제 성과의 일부로 연구비 지원에 감사드립니다.

#### 참고문헌

- A. Telea, 2004, An image inpainting technique based on the fast marching method. *Journal of Graphics Tools*, vol. 9, no. 1, pp. 25-36.
- M. Bertalmio, G. Sapiro, V. Caselles, and C. Ballester, 2000, Image inpainting, *SIGGRAPH 2000, Computer Graphics. Proceedings* pp. 417-424.
- M. M. Oliveira, B. Bowen, R. Mckenna, and Y. Chang, 2001, Fast digital image inpainting, *Proc. International Conf. on Visualization, Imaging and Image Processing*, pp.261 - 266.
- T. F. Chan and J. Shen, Non-texture inpainting by curvature-driven diffusions (CDD), 2001, *Journal of Visual Communication and Image Representation*, vol. 12; part 4, pp. 436-449.
- T. F. Chan and J. Shen, 2001, Morphologically invariant PDE inpaintings, *Computational and Applied Mathematics Report 01-15*, UCLA, pp. 1-14.
- T. F. Chan and J. Shen, 2005, *Image Processing and Analysis: Variational, PDE, Wavelet, And Stochastic Methods*, SIAM Publisher, Philadelphia.
- T. F. Chan and J. Shen, 2000, Mathematical models for local deterministic inpaintings. *Technical Report 00-11*, Department of Mathematics, UCLA
- T. F. Chan and J. Shen, 2002, Mathematical models of local non-texture inpaintings, *SIAM Journal on Applied Mathematics* 62(3), pp. 1019-1043.
- Restoreinpaint sourceforge project : <http://restoreinpaint.sourceforge.net/index.html>
- UCLA Image Processing Research Group : <http://www.math.ucla.edu/~imagers/>