

# 고해상도 위성 영상 자료를 이용한 경계검출의 적용

## The Application of Edge Detection Using High-Resolution Satellite Image Data

박운용\* · 이동락\*\* · 나종기\*\*\* · 김용석\*\*\*

Park, Woon Yong · Lee, Dong Rak · Na, Jong Gi · Kim, Yong Suk

### 1. 서론

원격탐사(Remote Sensing)는 지상, 항공기 및 인공위성 등의 탑재기(platform)에 설치된 탐측기를 이용하여 지표, 지상, 지하, 대기권 및 우주공간의 대상물에서 반사 또는 방사되는 전자파를 탐지하고, 이들 자료로부터 토지, 환경 및 자원에 대한 정보를 해석하는 기법이다. 최근 탑재기 및 탐측기의 급속한 발전에 의해 해상력이 향상되고 자료획득 시간이 단축됨에 따라 이용분야가 확대되고 있다.

고해상도 위성영상은 기존의 위성에 비해 높은 공간 해상력을 가지고 있으며, 다중분광특성, 광역성 등 항공사진에 비해 여러 가지 우월성을 가지고 있다. 이러한 고해상도 영상획득은 센서 및 컴퓨터를 이용한 영상정보처리 기술의 발달로 인하여 지구 자원탐사 위성의 활용에 대한 신뢰성이 점차 높아지고 있다. 이러한 위성영상의 출현으로 관심지역의 지상해석에 있어서 경계추출은 중요한 연구과제가 되고 있다.

따라서 본 연구에서는 IKONOS-2 IMAGE를 이용하여 수치표고모형을 생성 후 경계 추출을 하였으며, 실험지역의 경계검출 해석에 있어서 3×3 Edge detection, Sobel연산자, Prewitt연산자를 비교하였다.

### 2. 수치표고모형(DEM)의 생성

공간상에 나타난 연속적인 기복변화를 수치적으로 표현하는 DEM(Digital Elevation Model : 수치표고모델)은 스트레오 위성 영상의 3차원 정보를 추출할 수 있다.

자동정합의 정확도를 향상시키기 위해 공액(epipolar) 영상재배열 과정을 수행하여 종시차가 모두 소거된 영상으로 두 공액(epipolar)영상에서 동일한점의 정합을 통해 시차차를 계산하고 이 시차차에 의해 기준면으로부터 표고를 구할 수 있게 된다. 추출된 공액점을 바탕으로 좌우영상의 횡 시차차를 관측하면 관측대상지역에 대한 입체 영상이 형성되며 이로부터 상대적인 수치표고모형을 얻을 수 있다.

#### (1) 영상정합(Image Matching)

영상정합은 지상의 한 점이 두 영상에 맺혀져 있을 때, 각 영상에서의 위치를 찾아내는 작업이다. 정합의 궁극적인 목적은 좌우영상에 대응하는 정확한 공액점(conjugate point)을 자동으로 탐색하는 것이고, 이러한 정합은 결과물 도출에 있어 중요한 과정이다.

#### (2) 정사보정(Ortho Rectification)

정사보정방법은 지상기준점 방법과 달리 인공위성 영상이 가지고 있는 왜곡의 원인을 모두 고려하여 기하학적으로 영상 촬영 당시와 똑같은 환경을 재구성함으로써 영상의 위치를 보정하는 방법이다.

\* 동아대학교 공과대학 토목해양공학부 교수(e-mail : uypark@daunet.donga.ac.kr)

\*\* 창신대학 조교수(e-mail : drlee@bongam.changshin-c.ac.kr)

\*\*\* 동아대학교 대학원 석사과정(e-mail : ng2100@korea.com)

\*\*\*\* 동아대학교 대학원 석사과정(e-mail : rosekys@smail.donga.ac.kr)

### 3. 경계추출

영상의 많은 부분에서 단순한 윤곽선만으로도 무엇을 표현하려하는가를 충분히 이해할 수 있다. 따라서, 영상처리에 있어서도 윤곽을 추출하는 것은 중요한 개념의 하나이다. 이 윤곽추출 방법을 이용하여 특정의 물체를 추출하거나 또는 면적과 주위의 크기를 측정하여 영상 데이터를 처리할 수 있다. 또한, 이미지 분석에서 가장 흔하게 사용되는 연산 중 하나이고 물체에 대하여 모서리를 강화 및 추출하는 알고리즘이다. edge라는 것은 물체와 배경의 경계이고, 물체가 오버랩 되는 경계이기도 하며 화상에서 색이나 농도의 급격한 변화가 있는 부분을 edge라고 한다.

위성영상의 주변부를 추출하는 가장 간단한 방법중의 한 가지는 running difference operation을 적용하는 것이며, 이것은 화상을 하나의 화소만큼 이동하고 원래의 화상과 이동된 화상의 차이를 구하는 것이다.

Version system에 있어서 영상의 특징(image feature)을 추출하는 것은 처리 대상인 영상을 분석하고 인식하는데 매우 중요한 요소가 된다. 이러한 영상의 특징 중에는 빛의 밝기(gray level), 색, texture, 모서리 등이 있다. 추출된 edge는 물체의 크기, 형태, 상대적인 위치 등을 인식하는데 기본적인 요소가 될 뿐만 아니라 영상 전송과 같은 통신 분야에서는 정보량의 압축을 위한 coding등에도 이용된다. 또한, 영상을 동일한 영역으로 분할하는 영상 분할(image segmentation)에도 사용되고 있다.

본 연구에서는 국부 적용 연산자(local variable)를 이용하여 간단하고 신속한 edge 검출을 하였다. 사용된 연산자는 Sobel, Prewitt, Robert, Isotropic, Stochastic 등이다. 지면상 gradient의 X 성분만 구하는 연산자와 이 중 Sobel, Prewitt에 대한 연산자를 나타내었다.

(1) Sobel

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

X방향                      Y방향  
그림 1. Sobel 연산자

(2) Prewitt

-1	0	1
-1	0	1
-1	0	1

-1	-1	-1
0	0	0
1	1	1

X방향                      Y방향  
그림 2. Prewitt 연산자

프로그램의 수행 시간을 단축하기 위해 각각의 함수는 자신의 연산자에 적당한 계산 순서로 계산하였다. Sobel 연산자를 예로 들면, gradient의 X방향의 성분을 구할 때는, 다음과 같이 -1을 곱하는 것을 부호 변화로 대신하였다.

$$XGrad = - ( PtA + PtG ) + PtC + PtI + 2 * ( PtF - PtD ) \quad (1)$$

Gradient의 크기를 구할 때는 X축, Y축 방향뿐만 아니라, 45도 방향과 135도 방향으로의 성분도 구하여 gradient 벡터의 전체 크기에 대한 비를 계산하였다.

$$Magnitude = \left( \frac{{}^n GradX^{n2} + {}^n GradY^{n2} + {}^n GradDiag^{n2} + {}^n GradOffDiag^{n2}}{PtA^2 + PtB^2 + \dots + PtH^2 + PtI^2} \right) \times 0xFF \quad (2)$$

위의 수식에서 GradDiag와 GradOffDiag는 각각 45도, 135도 방향으로의 gradient 성분을 나타낸다. 그리고, 마지막에 0xFF를 곱하는 것은 최대값 1의 비(ratio)를 부동 소수점으로 표현하지 않고, Byte로 표현하기 위한 것이다.

gradient의 크기를 구한 후, 임계값(threshold value)은 화소의 20%를 edge로 하는 값을 택하였다.

#### 4. 실험방법 및 분석

##### 4.1 영상처리(Image Processing)

실험대상지역(그림 4. 대전)의 보정되지 않은 영상을 가지고, iCube 프로그램으로 영상처리를 실행하였고, 영상자료의 GCP 기하보정을 행한 다음 수치표고모델을 추출하였다.

일반적인 수치표고모델은 카메라 모델 정립, 영상 정합, 결과 수정, 보간 등의 과정을 거쳐 그림 3과 같이 처리하였다.

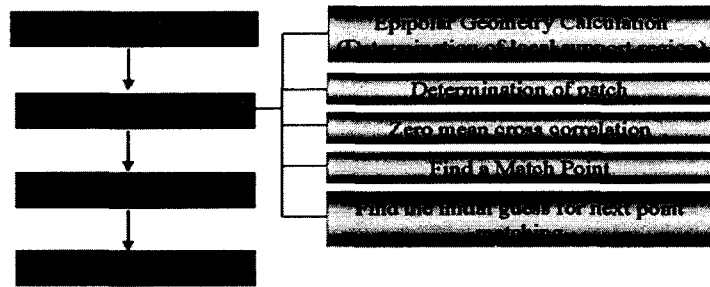


그림 3. DEM의 생성 과정

그림 5, 그림 6은 IKONOS-2 sensor image를 이용하여 수치표고모델을 생성하는 과정과, 3차원으로 처리된 그림을 나타내고 있다.

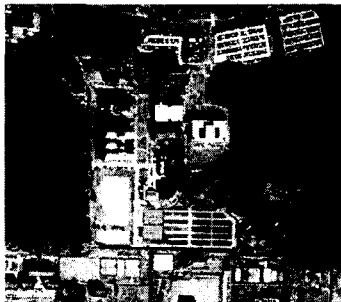


그림 4. 실험대상지역(대전)



그림 5. 대상지역의 DEM 생성과정



그림 6. 3차원 처리결과

##### 4.2 경계추출(Feature Extraction)

###### (1) 3×3 Edge Detection

기술적으로는 Edge detection이란 edge pixels를 찾는 과정이며, 모서리 강조(edge enhancement)는 모서리 부분이 더 잘 보이도록 하기 위하여 모서리와 배경(background)과의 대비를 증가 시켜주는 것이다. 이러한 edge 추출 기법은 분할(segmentation)이라 불리는 과정 중의 하나이다. edge 추출에 의하여 특정한 물체를 추출하기도 하고, 그 면적이나 주위의 길이를 측정하기도 하며, 두 화상의 대응점을 구할 수도 있고, 더 나아가 복잡한 화상 인식, 화상 이해에도 이용한다. 그림 7은 3×3 Edge detection을 나타내고 있다.

###### (2) Sobel

Sobel의 경계강조는 변화가 많은 라인의 중심부와 경계에 있어서 가장 효과적인 경계강조를 보여주고 있으며, 이것은 보다 더 많은 경계정보를 알아내면서 이러한 라인(thermal plume)을 좀더 세부적으로 나타내고

있다. Sobel 연산자는 수평과 수직 윤곽보다는 대각선 방향에 놓여진 윤곽에 더 민감하고, 비교적 잡음에 영향을 받지 않는다. 또한, 더 큰 이웃 화소들을 사용하여 더 나은 잡음의 특성들을 얻을 수 있는 반면, 큰 이웃 화소들에 의해 윤곽선이 두꺼워지는 경향이 있다.

Sobel의 경계구분식은 위에서 설명한 3×3행렬의 기수에 기반을 두고있으며 이것과 연관되어 계산된다. 그림 8은 Sobel을 이용한 경계검출을 생성한 결과를 나타내고 있다.

### (3) Prewitt

Prewitt 연산자는 대각 방향의 윤곽보다는 수평, 수직 윤곽에 더 민감하고, 잡음에 영향을 받는다. 또한, 마스크의 크기가 클수록 상세한 edge들을 검출할 수 없으며, 작으면 잡음에 민감하다. 그림 9. Prewitt을 이용한 경계검출을 생성한 결과를 나타내고 있다.

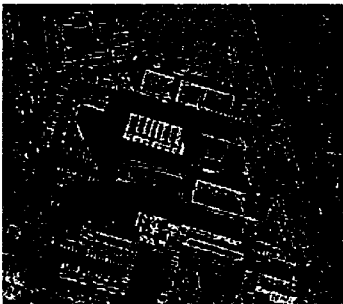


그림 7. Edge detection (3×3)

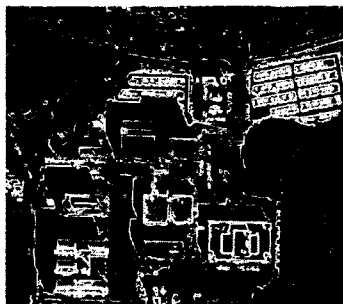


그림 8. Sobel을 이용한 경계검출



그림 9. Prewitt을 이용한 경계검출

## 4. 결론

본 연구에서 IKONOS-2 영상을 이용하여 경계검출을 하기 위해 수치표고모델을 생성하고 Sobel, Prewitt 연산자를 실행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, Prewitt연산자를 이용한 경계검출 보다는 Sobel연산자를 이용한 결과 선명도와 정확도에 있어 보다 나은 결과를 얻을 수 있었다.

둘째, 이러한 경계검출 방법은 산악지역 보다는 도심지가 더 확연하게 나타날 수 있으며, 수치표고모델 생성과 정사영상 생성으로 인한 3차원 시각화 표현으로도 활용할 수 있다.

셋째, 기존 중해상도 위성과 항공사진영상 보다는 고해상도 위성을 이용한 경계검출을 행함에 있어 시간과 노력을 많이 절감할 수 있을 것이며, 보다 나은 프로그램의 개발로 인하여 수치표고모델 생성의 정확도를 더욱 향상시킬 수 있을 것이다.

넷째, 이렇게 추출된 feature extraction을 computer vision에 의해 논리적으로 통합한 자료를 GIS의 데이터베이스로 직접 입력될 수 있는 벡터정보를 추출하기 위한 연구가 필요할 것이다.

## 참고문헌

1. 박운용, “測量工學 概論(上)” 동아대학교 출판부, 2002.
2. 송연경, “KOMPSAT-1 EOC영상을 이용한 정사영상생성의 정확도 향상” 동아대학교 석사학위논문, 2001.
2. 안기원, 임환철, 서두천, “고해상도 인공위성 영상데이터의 기하보정을 위한 RFM의 적용” 한국측량학회지, 2002, pp.51~60.
3. 유환희, 손덕재, 김성우, “건물 DEM 생성을 위한 경계검출법 개발” 한국측량학회지, 1999. pp.421~429.
4. 유환희, 김성우, 성민규, “입체 항공사진 영상을 이용한 DSM생성 및 건물경계추출” 한국측지학회지, 1998. pp.177~185.