

고해상도 위성 영상데이터를 이용한 지형요소 추출에 관한 연구

A Study on Feature Extraction Using High-Resolution Satellite Image Data

김상철¹⁾, Sang-Chul Kim · 신석효²⁾, Sok-Hyo Shin · 안기원³⁾, Ki-Won Ahn
이건기⁴⁾, Gun-Ki Lee · 서두천⁵⁾, Doo-Chun Seo

¹⁾ 경상대학교 토목공학과 박사과정, Ph.D. Candidate, Dept. of Civil Eng., Gyeongsang Nat'l Univ.

²⁾ 경상대학교 공학연구원 연구원, Researcher, Eng. Research Institute, Gyeongsang Nat'l Univ.

³⁾ 경상대학교 토목공학과 교수, Professor, Dept. of Civil Eng., Gyeongsang Nat'l Univ.

⁴⁾ 경상대학교 전자공학과 교수, Professor, Dept. of Electronic Eng., Gyeongsang Nat'l Univ.

⁵⁾ 한국항공우주연구원 원격탐사그룹 PD연구원, PD Researcher, Satellite Mission Operation Dept., Korea Aerospace Research Institute.

SYNOPSIS : Recently, in accordance with supplying high-resolution satellite images which as IKONOS, KVR-1000, and Quick Bird, the use of satellite images have increased in the study which extraction of features from high-resolution satellite images is becoming a new research focus. In this study, using generally involves such as image segmentation, filtering and sobel operator and thinning in image processing for extraction of feature from satellite image. We apply this method to extraction of feature which need to the revision of map from high-resolution IKONOS satellite image data, we verified the capability of extraction of feature and application using satellite image and proposed a plan for the study in the future.

Key words : extraction of feature, high-resolution satellite images, image processing

1. 서 론

인공위성 영상이나 항공영상으로부터 데이터를 추출하는 것은 지도제작 자동화나 GIS(Geographic Information System) 데이터 획득분야의 연구 논제의 쟁점들이 되어왔다. 이들 영상으로부터 도로나 건물 등과 같은 인공구조물을 추출하고, 그 위치나 크기를 파악하여 GIS 데이터를 효율적으로 수정하기 위한 많은 연구가 진행되고 있다.

기존의 지형도 작성에 사용된 데이터는 주로 항공영상이나 저·중해상도 인공위성 영상들이 대부분을 차지하고 있다. 하지만 최근, IKONOS, KVR-1000, 그리고 Quick Bird 등과 같은 고해상도 위성영상들과 더불어 원격탐사에 의해 취득된 영상데이터들은 천연자원이나 환경보호 등과 같은 전통적인 적용분야에서 더욱더 많은 세부적인 정보를 지닌 지형요소를 추출하려는 연구로 발전하게 되었다. 이로서 고해상도 위성영상으로부터 지형요소의 추출은 새로운 연구의 쟁점으로 부각되어가고 있다. 따라서, 본 연구에서는 고해상도의 IKONOS 영상데이터를 이용하여 영상처리에 일반적으로 사용되는 여러 가지 복잡한 기법들을 동원하지 않고 영상분할기법, 필터링기법, 그리고 Sobel 연산자와 세선화를 이용하여 위성영상에서 지형도 제작에 필요한 일부 지형요소를 추출함으로써, 향후 지형도갱신시의 자동화 할 수 있는 이용 가능한 데이터를 제공하고자 한다.

2. 고해상도 위성 영상데이터로부터 지형요소 추출

2.1 사용데이터

본 연구에 사용된 IKONOS 인공위성 영상데이터는 위도 $35^{\circ}.2 \sim 35^{\circ}.3$, 경도 $128^{\circ}.6 \sim 128^{\circ}.7$ 사이의 경남 창원시와 그 외 지역을 포함하는 영상이다. 그림 1은 사용된 영상으로 공간해상도가 1m인 panchromatic 영상 데이터이다. 영상크기는 $11,516 \times 14,460$ pixels(column \times row)로서 지상면적은 166.5 km^2 이며, 사용된 데이터의 제원은 표 1과 같다. 그림 2, 3, 4는 연구에 사용하기 위하여 실험영상에서 절출한 영상으로, 그림 2는 도심지 외각 지역의 도로와 시설원예지역, 그림 3은 하천시설(방파제와 선착장), 그림 4는 저수지를 나타내고 있다.

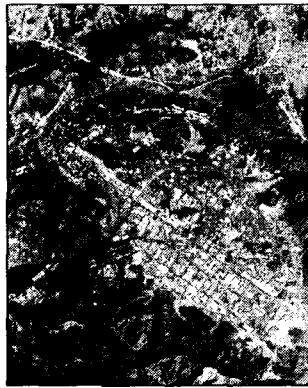


그림 1. 실험영상



그림 2. 도로와 시설원예지역

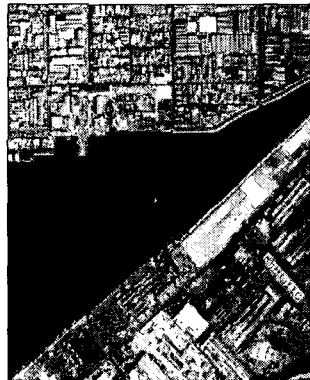


그림 3. 방파제와 선착장



그림 4. 저수지

표 1. 위성 보조 데이터

센서	IKONOS-2	좌 표 : 1	위도	35.29999778 °
취득 시간	2000-02-13 01:57(GMT)		경도	128.58934534 °
과장대수	pan.: 1 band Multi.: 4 bands	좌 표 : 2	위도	35.30036150 °
태양 방위각	148.7759 °		경도	128.71599676 °
태양 고도각	35.73780 °	좌 표 : 3	위도	35.16998498 °
방사 해상력	11bits per pixel		경도	128.71645084 °
취득 방식	Cross Scan, Along Scan	좌 표 : 4	위도	35.16962300 °
공간 해상도	1.00 m		경도	128.59000189 °
투영	UTM, 52 zone	영상 크기	panchromatic : 11516×14460(columns.×rows.)	
타원체	WGS84			

2.2 고해상도 위성영상의 특성

고해상도 위성영상으로부터 지형요소를 추출하기 위한 방법들은 위성영상의 특성에 많이 좌우되고 있다. 따라서, 위성영상으로부터 지형지물을 추출하기 위해서는 영상에서 나타나는 대상물의 밝기값 특성을 분석하는 작업이 선행되어야 한다.

저·중해상도 위성영상과 비교해 볼 때 고해상도 위성영상은 더욱 구조가 복잡하고 다양한 물체들이 존재하고, 물체들간의 관계가 복잡하게 나타나므로, 영상에서 대상물을 직접적으로 추출하는 데는 많은 어려움이 있다. 즉, 지형지물을 추출하는데 장애를 주는 그림자로 인하여 나타나는 폐색 영역과 다양한 물체들이 존재하므로 주위환경과 유사한 밝기값을 갖는 지형요소가 많이 분포하고 있다. 그러므로, 본 연구의 핵심적인 부분인 고해상도 위성영상에서 대상물을 표현하고 있는 밝기값 특성에 따라 지형요소의 특징을 추출하는 새로운 방법이 필요하다. 고해상도 위성영상들에서 일반적으로 나타나는 도로는 비슷한 밝기값을 갖는 폭이 좁고 길이가 긴 형태로 나타난다. 그림 2에서 보는 바와 같이 도로는 아스팔트 포장으로 비교적 밝기값이 동일하거나 직선 또는 곡선으로 이루어져 있으며 도로의 폭은 여러 개의 화소값으로 이루어져 있다. 또한 시설원예 구조물도 아스팔트 도로와 거의 비슷한 밝기값을 가지고 있으며, 그림3, 그림 4에서 보는 바와 같이 해안이나 저수지 등도 비교적 어두운 색조를 띠며, 비슷한 밝기값으로 분포하고 있다.

2.3 이진영상생성

고해상도 위성영상으로부터 지형지물의 특징을 직접적으로 추출하기에는 대상물과 비슷한 밝기값으로 분포하는 주변환경들을 많이 포함하고 있음으로 어려움이 있다. 따라서, 대상물을 자동으로 인식하고 해석하는데 있어서 가장 중요한 영상을 분할하는 과정이 필요하다. 영상의 분할은 대상물의 형태와 화소들의 밝기값 특성에 따라 결정된다. 본 연구에서는 지형요소의 밝기값 특성을 분석하여 문턱치값(L)을 설정하여 위성영상을 0과 1의 값으로 표현된 이진영상으로 변환함으로써 단순화 시켰다. 그림 5, 그림6, 그림7은 실험대상 영상을 이진화한 영상을 나타내고 있다.

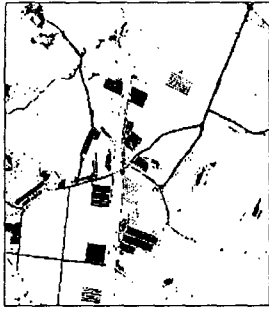


그림 5. L=200~250

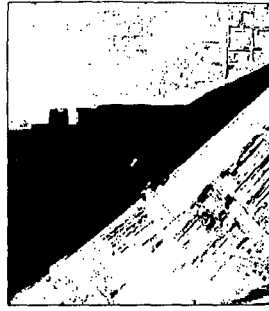


그림 6. L=12~90

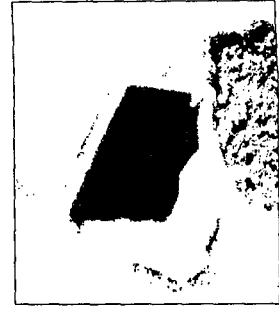


그림 7. L=10~50

2.4 잡음제거

영상내의 분포하는 대상물의 형태와 화소들의 밝기값 특성에 따라 이진영상을 생성하였으나, 고해상도 위성 영상에서는 여러 가지 지형지물이 복잡하게 넓은 범위에 걸쳐 분포되어 있으므로 추출하려는 지형요소와 비슷한 밝기값을 가지는 원하지 않는 대상물의 특징들도 함께 추출된다. 따라서, 본 연구에서는 이러한 잡음을 제거하기 위하여, 이진영상에 정방형 마스크를 씌워 잡음을 제거하는 필터링기법을 제안하였다. 정방형 마스크의 최외각 픽셀의 화소값이 모두 동일한 그레이값을 가지면 마스크 내부의 값을 최외각 픽셀의 값과 동일한 화소값으로 채워넣고, 최외각 픽셀의 화소값이 모두 동일한 그레이값이 아니면 잡음으로 간주하여 제거하였다. 그림 8에서 보는 바와 같이 5×5 마스크에서는 최외각 픽셀의 화소값이 모두 동일한 그레이값을 가지면 내부의 9개 픽셀의 값을 최외각 픽셀과 동일한 화소값으로 할당하고, 또한 7×7 마스크에서도 최외각 픽셀의 화소값이 모두 동일한 그레이값을 가지면 내부의 25개 픽셀의 화소값도 최외각 픽셀과 동일한 화소값으로 할당하였다. 그리고 실험대상 영상에 적용한 마스크의 크기는 3×3부터 시작하여 반복적인 실험을 통하여 잡음을 효과적으로 제거할 수 있는 최대크기만큼 적용하였다. 그림 9, 그림 10, 그림 11은 잡음이 제거된 영상을 나타내고 있다.

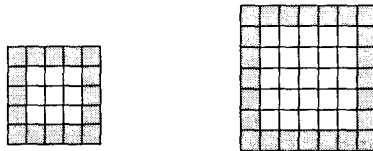


그림 8. 잡음 제거에 사용된 마스크 예(5×5, 7×7)

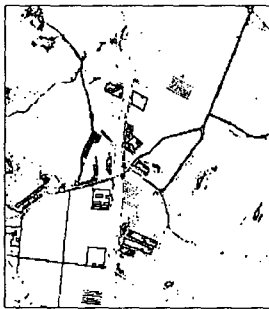


그림 9. 잡음이 제거된 도로와 시골원예지역영상

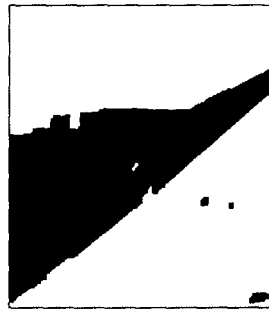


그림 10. 잡음이 제거된 방파제와 선착장 영상

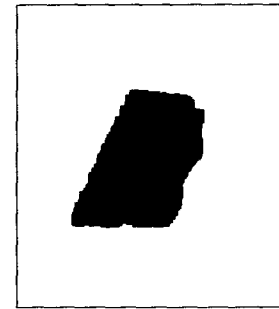


그림 11. 잡음이 제거된 저수지 영상

2.5 지형요소 추출

잡음이 제거된 영상에서 대상물의 정확한 경계를 추출하기 위해서는 잡음을 제거하는 과정에서 줄어드는 최외각 픽셀의 복원을 위하여 본 연구에서는 확장-수축 과정을 3회 반복처리 한 후 Sobel 연산자를 이용하여 각 영상에 대한 지형지물의 경계선을 추출하였으며, 마지막 단계로서 추출된 경계선의 두께를 조정하는 세션화 과정을 거쳐 최종적으로 지형요소를 추출하였다. 그림 12, 그림 13, 그림 14는 최종적으로 추출된 지형요소를 원 영상과 중첩하여 일부를 확대하여 나타내고 있다.

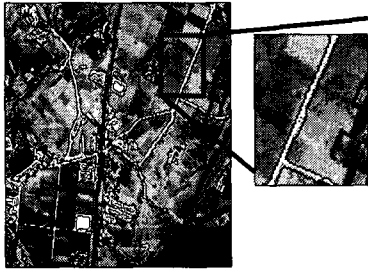


그림 12. 원 영상과 추출된 도로와 시설원에 지역의 중첩 영상

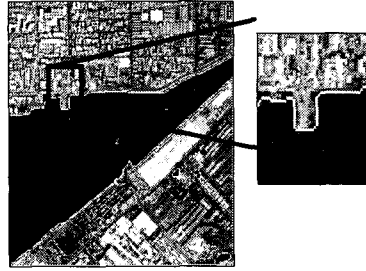


그림 13. 원 영상과 추출된 방파제와 선착장의 중첩 영상

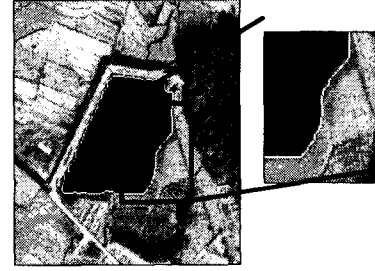


그림 14. 원영상과 추출된 저수지의 중첩 영상

3. 결론

본 연구에서는 영상처리에 일반적으로 사용되는 여러 가지 복잡한 기법들을 동원하지 않고 영상분할 기법, 필터링기법, 그리고 Sobel 연산자와 세션화를 이용하여 고해상도 위성 영상데이터로부터 지형도 제작에 필요한 지형요소를 추출하고자 하였으며 연구결과, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 고해상도 위성 영상데이터로부터 도로와 시설원에 구조물, 도심 해안의 방파제와 선착장, 그리고 저수지 등과 같은 일부 지형요소에 대한 특징을 추출할 수 있었다.

2. 제시된 기법을 적용하여 IKONOS 위성 영상데이터로부터 지형지물을 추출한 결과, 고해상도 위성 영상데이터로부터 일부 지형요소에 대하여 자동 추출이라는 그 가능성과 유효성을 확인 할 수 있었다.

이상과 같은 연구 결과, 고해상도의 위성 영상데이터를 이용한 지형요소의 경계선 자동 추출의 타당성을 입증할 수 있었으며, 경계선 추출시의 밝기값 분포가 비슷한 부분이나 그림자로 인한 폐색 영역의 처리 문제에 대해서는 앞으로 지속적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2000년도 한국과학재단 특정기초 연구(연구책임자 : 안기원, 과제명 : 국토기본도 제작을 위한 고해상도 인공위성데이터의 활용방안 연구, 과제번호 : R01-2000-000-00370-0)에 수행된 연구의 일부로서 연구비를 지원해 주신 한국과학재단 에 감사드립니다.

참고문헌

1. Shi, W. and Zhu, C. (2002) "The Line Segment Match Method for Extracting Road Network from High-Resolution Satellite Images", Ieee Transactions on Geoscience and Remote sensing, Vol.40, No.2, pp.511-514.
2. Dare, P. M.(1999), "New Technique for the Automatic Registration of Microwave and Optical Remote Sensed Images", Ph.D thesis of University of London, pp.118-163.
3. 하영호, 임재권, 남재열, 김용석(1998), "디지털 영상 처리", 그린, pp.418-482.
4. 이분호, 염재문(1996), "C언어를 이용한 영상신호처리", 대영사, pp.115-147.