

수학적 모폴로지의 경계치 변화에 의한 도시환경 지형지물 추출 및 분리응용

오세경, 이기원
한성대학교 정보시스템공학과
(skoh, kilee)@hansung.ac.kr

요 약

최근 고 해상도 위성영상정보의 민간 활용에 대한 수요가 증가 하면서 기존의 공간 정보를 다루는 여러 응용분야에서 이에 관련된 많은 연구를 하고 있다. 도시교통 환경 분석을 위하여 위성영상정보를 처리 하는 과정에 있어서 도로, 건물, 기타 선 구조와 같은 지형지물을 분석하는 과정은 사용자에게 따라 주관적일 수 있다. 이러한 배경에서 수학적 그레이 레벨 모폴로지는 하나의 효과적인 접근으로 간주된다. 본 연구에서 지형지물 추출을 위해 윈도우 운영체제에서 실행되는 실질적인 응용 프로그램을 구현하였다. 이 프로그램에서 주요한 지형지물은 그레이 레벨 영상을 이용하여 개방(opening), 폐쇄(closing), 침식(erosion), 팽창(dilation)의 순차적 처리를 통하여 자동적으로 추출된다. 결과적으로, GDPA, 허프 변환 또는 다른 알고리즘들과 비교시 하나의 이점이 된다. 모폴로지 처리와 같이 본 프로그램은 그레이 레벨 값의 범위에 기반하여 지형지물을 추출을 위한 density slicing 기능 또는 주어진 경계치 보다 작은 화소 군집을 제거하는 처리인 "sieve filtering"을 제공한다. 이러한 기능들은 형태학적으로 처리된 결과를 증대하고 지형지물 종류들을 분리하는데 유용하다. 또한 배경의 제거, 잡음 탐지, 도시 환경 원격 탐사에서의 지형지물 특성화에 기여한다. 본 프로그램을 이용하는데 있어서 IKONOS 위성영상을 이용하여 시험 구현하였다. 결과, 다중 경계치 또는 sieve filtering을 이용한 그레이 레벨 모폴로지 처리는 복잡한 지형지물과 많은 데이터로 구성된 고해상도 영상 내의 주어진 대상에서 자동적인 처리와 사용자 정의 sieve filtering으로 인한 효과적인 지형지물 추출 방법으로 간주 된다.

1. 서론

모폴로지 영상처리기법을 이용하여 영상내 물체의 외곽선을 추출하는 연구는 최근까지 여러 가지 목적을 위하여 이루어져 왔다 [1]. 또한 최근 고해상도 영상의 적용이 여러 민간 수요분야에서 일반화 되면서 도시교통 환경 분석을 위한 방법으로 모폴로지 연산을 적용하고자 하는 연구가 시도되고 있다 [5].

본 연구에서는 고 해상도 영상으로부터

주요 지형지물 정보를 추출하고 분석하기 위하여 명암(Gray-scale) 모폴로지 연산 알고리즘[2]을 Visual 환경 하에서 운영 가능한 프로그램으로 수정하여 개발하였다. 또한 히스토그램 분석을 통한 sieve filtering을 구현하였다.

개발 프로그램의 적용 및 예시를 위하여 구리시를 지나는 고속도로 주변지역에 대한 고해상도 위성영상인 IKONOS 부분 데이터를 이용하여 실험을 수행하였다.

2. 연구 방법

도시교통 환경분석 과정중 사용자의 주관적인 점을 배제하고 보다 분석적으로 처리하기 위하여 위성영상정보 처리기반의 모폴로지 연산을 적용하였다. 모폴로지 기법은 위성영상으로부터 미리 기하학적 형태를 알고 있는 지형지물의 정보를 반영하여 영상 내에서 분석하고자 하는 지형지물의 구조의 본질적인 요소를 표현하는데 이용된다. 위성영상으로부터 지형지물을 추출하기 위하여 본 연구에서 시험적으로 구현한 프로그램은 명암(gray-scale) 모폴로지 처리 이다.

기존의 연구 [3], [4]에서 지형지물 추출 목적으로 모폴로지 연산기법에 대한 수학적 배경을 정리하고 일부 사례를 제시한 바 있으나, 도심 지역의 분석 기법으로 고해상도 영상 정보에 대한 직접적인 예시를 적용한 경우가 현재까지는 그리 많지 않다.

2.1 명암(gray-scale) 모폴로지 처리

명암 모폴로지 처리는 입력 영상을 화소 단위로 이동하면서 출력 영상에 처리 결과값을 위치시킨다. 각각의 입력 화소 위치에서, 입력 화소와 그 이웃 화소들은 형태학적 마스크에 의하여 결합되어 출력 화소의 밝기값을 결정하게 된다.

명암 모폴로지 처리를 위한 마스크는 일반적으로 3*3, 5*5가 있으며, 응용에 따라 보다 큰 크기의 마스크도 있다. 마스크의 9개의 값들은 아래와 같이 이진 모폴로지 처리를 위한 마스크와 같이 재배열된다.

결과, 입력 영상 내에서 모든 화소들은 그 이웃 8개의 화소들과 평가되어 그 결과 화소값을 생성한다.

2.1.1 침식(erosion)과 팽창(dilation)

명암 모폴로지 처리의 침식 처리의 경

우, 마스크값은 -255에서 0의 범위를 가질 수 있으나, 일반적으로 0값을 갖는다.

마스크의 중심값과 그 이웃 8개의 화소값은 각각 해당되는 입력 화소와 그 이웃 화소값들과 더해진다. 그 출력 값은 9개의 모든 가수들 중에서 최소값으로 결정된다. 이러한 과정은 입력 영상의 모든 화소들에 대하여 화소 단위로 반복된다.

영상에서 화소 밝기가 일정한 곳에서는 그 출력 화소 값은 입력 화소 값과 같다. 다른 영역에서는 출력 값은 입력 화소와 그 이웃 화소들 중에서 가장 어두운 값을 가지게 되어, 물체의 크기를 축소시킨다. 작은 물체는 결국 제거 된다.

팽창의 경우, 마스크 값은 0에서 255의 범위를 가지나 일반적으로 0값을 갖고, 가수들 중에서 최대 값이 출력 값이 된다.

팽창 처리는 영상에서 화소 밝기가 일정한 곳에서는 그 출력 화소 값은 입력 화소 값과 같다. 다른 영역에서는 출력 값은 입력 화소 값과 그 이웃 화소 값들 중에서 가장 밝은 값을 가지게 되어, 물체의 크기를 확대한다.

2.1.2 개방(Opening)과 폐쇄(Closing)

명암 모폴로지 처리에서의 개방은 명암 팽창 처리에 뒤이은 명암 침식 처리로서 물체 원래의 형상과 크기를 유지하면서 작은 물체들을 어둡게 하고 잡음 성분과 같은 단일 화소 물체들을 제거한다. 반면에 폐쇄 처리는 침식 처리에 뒤이은 팽창 처리로서 물체 원래의 형상과 크기를 유지하면서 작은 물체를 밝게 하고 작은 물체들을 채운다.

3. 프로그램 구현

본 연구에서 모폴로지 처리를 위해 Visual 환경하에 작성된 사용자 인터페이스는 그림 1과 같다.

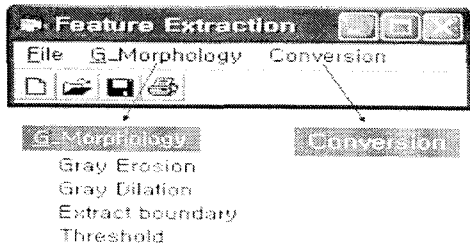


그림 1. 사용자 GUI.

G_Morphology 메뉴의 하위 메뉴 역시 침식, 팽창, 외곽선 추출을 구현하였고 추가적으로 히스토그램의 확인 및 편집 기능을 추가 하였다. 또한, 처리 결과 영상의 화소 값을 전환하기 위한 Conversion 기능을 구현하였다.

개발 프로그램의 테스트를 위하여 그림 2와 같은 단순 영상을 제작하여 처리 결과를 확인하였다.

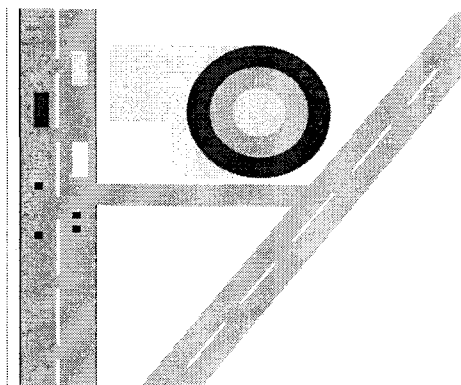


그림 2. 프로그램 검증을 위한 영상.

그림 3은 명암 모폴로지 처리 결과 영상으로서 입력 영상 내 물체의 외곽선을 추출한 것을 나타낸다.

또한 그림 4는 그림 3 영상의 히스토그램 분포를 나타내고, 경계치를 설정하여 Sieve filtering 하는 과정을 나타낸다. 히스토그램상 0값 부근에 위치한 피크(pick)는 영상의 주변 화소들을 나타내는 것이고, 붉게 표시된 부근에서 또 다른 피크를 볼 수 있다.

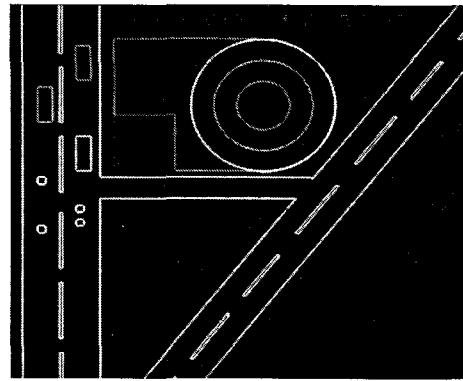


그림 3. 모폴로지 처리 결과 영상.

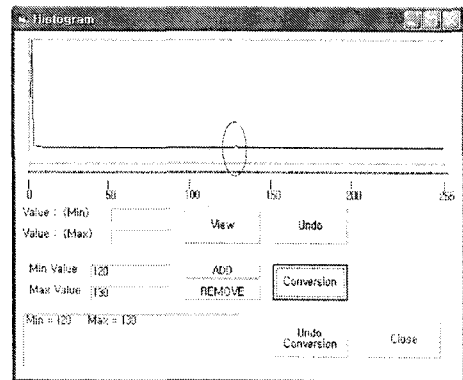


그림 4. 모폴로지 처리 영상의 히스토그램.

이에 입력 영상의 주변 화소들이 아닌 주된 물체의 화소 값에 해당하는 120~130의 경계치를 설정하여 그에 해당하는 영상 내의 물체를 추출한 Sieve filtering 결과 영상이 그림 5이다.

4. 지형지물의 경계선 추출적용

본 연구에서 적용 지역은 경기도 구리시 고속도로의 일부이며 사용 영상은 고

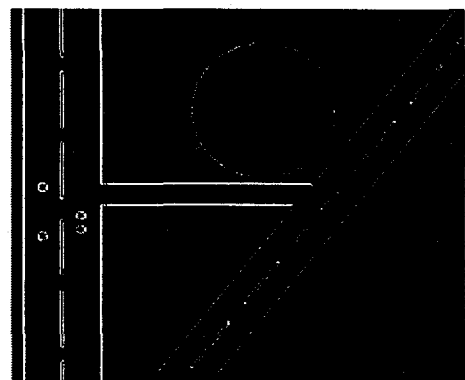


그림 5. Sieve filtering 결과 영상.

해상도 위성영상인 IKONOS를 사용하였다(그림 6). 그림 7은 본 연구를 위해 개발된 프로그램의 명암 모폴로지를 적용하여 영상 내 존재하는 지형지물의 외곽선을 추출한 결과 영상이다.

모폴로지 처리 결과 영상 내에서 지형지물을 구성하는 화소들의 분포를 나타낸 히스토그램은 그림 8과 같다. 그림 8에서 주변 환경의 화소들을 배제하고 주된 즉 피크를 이루는 화소들의 군집들을 추출하기 위해서 피크의 범위에 속하는 경계치 60~80 그리고 100~150의 범위를 설정하여 잡음을 제거하였다.

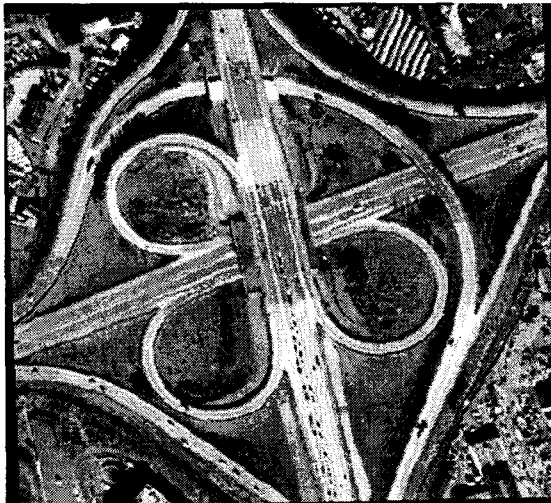


그림 6. 구리시 고속도로의 위성영상.



그림 7. 적용지역의 모폴로지 처리 결과 영상.

설정한 경계치를 적용하여 Sieve filtering 결과 영상은 그림 9와 같고, 이 영상을 시각적으로 보다 좋게 하기 위해 역상 전환한 영상이 그림 10이다.

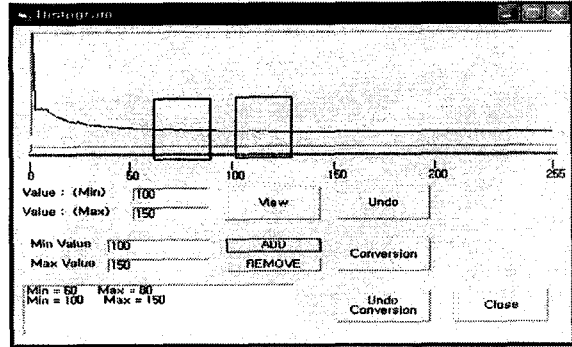


그림 8. 처리 결과 영상의 히스토그램.



그림 9. Sieve filtering 결과 영상.

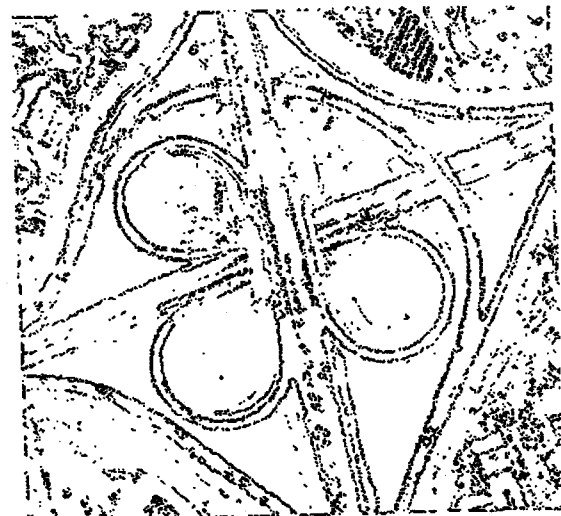


그림 10. 역상 전환 영상.

5. 결론

본 연구에서는 명암 모폴로지를 이용하여 영상 내 지형지물의 선구조를 자동으로 추출하는 소프트웨어를 개발하고, 적용지역의 위성영상을 실제로 적용해 보았다. 명암 모폴로지 처리는 같은 목적으로 개발된 기존의 허프 변환 방법과 GDPA 알고리즘을 이용하여 선구조를 추출하는 방법[6]에 비해 빠른 연산속도를 갖는 중요한 장점이 있다.

또한 허프 변환 방법과 GDPA 알고리즘에서는 사용자 입력 변수를 필요로 하나 본 연구의 모폴로지 처리는 사용자의 주관적인 판단이 배제된 객관적인 선구조 자동 추출 방법이다. 또한 동일 지역의 영상 촬영 시간상의 차이를 갖는 여러 영상을 본 연구 프로그램을 이용하면 시대상 지형지물의 변화를 탐지 할 수 있을 것이다. 명암 모폴로지 처리는 영상의 히스토그램을 사용자가 확인하고 경계치 영역의 추출을 통하여 적용 목적과 영상의 조건에 따라 보다 좋은 결과를 추출할 수 있도록 하였다. 모폴로지 처리를 이용하여 영상내 물체의 외곽선을 추출하는 연구는 다양하게 이루어져 왔으나, 최근 고해상도 영상이 일반화 되면서 기존의 모폴로지 처리가 도시 및 교통 환경분석에 효과적으로 이용 가능해 질 것으로 기대된다.

[1] 권 준식 등 (공역), 2000, 디지털 영상처리: 이론및 실제, 홍릉과학출판사, 447pp.

[2] 강 동중, 하 종은, 2003, Visual C++을 이용한 디지털 영상처리, 사이텍미디어, 420pp.

[3] Costa, R. D. and Starskey, J., 2001, PhotoLin: a program to identify and analyze linear structures in aerial photographs, satellite images, and maps, Computers & Geosciences, 27, pp. 527-534.

[4] Dong, P, 1997, Implementation of Mathematical Morphology Operations for Spatial Data Processing, Computers & Geosciences, 23, pp. 103-107.

[5] Donnay, J.-P., Barnsley, M. J. and Longley, P. A., 2001, Remote Sensing and Urban Analysis, GISDATA 9, Taylor and Francis, 268pp.

[6] Ryu, H. Y., K. Lee, and B.-D. Kwon, 2003, Comparative Study of GDPA and Hough Transformation for Automatic Linear Feature Extraction, ACRS-ISRS 2003 Proceeding.