

## GLCM과 육안판독을 이용한 도시경계 추출

### Extracting Urban Boundary Using Grey Level Co-Occurrence Matrix Method and Visual Interpretation

손홍규<sup>1)</sup>, Hong-Gyoo Sohn · 김기홍<sup>2)</sup>, Gi-Hong Kim · 유복모<sup>1)</sup>, Bock-Mo Yeu · 방수남<sup>4)</sup>, Soo-Nam, Bang

<sup>1)</sup> 연세대학교 사회환경시스템 공학부 조교수 <sup>2)</sup> 연세대학교 사회환경시스템 공학부 박사과정

<sup>3)</sup> 석곡관측과학기술연구원 소장 <sup>4)</sup> 국방과학연구소 선임연구원

**SYNOPSIS** : Growing urban areas modify patterns of local land use and land cover. Land use changes associated with an urban area can be extensive. One way to understand and document land use change and urbanization is to establish benchmark maps compiled from satellite imagery. The use of satellite imagery for monitoring urban growth has been widely demonstrated. Multi-temporal LANSAT TM image data has created the potential for monitoring urban change and land cover identification. In this study, for extracting urban boundary GLCM method and visual interpretation were used in CORONA imagery and SPOT imagery.

**Key words** : GLCM, urban, change detection, visual interpretation

## 1. 서 론

도시화는 대상지역의 토지이용과 토지피복에 많은 변화를 발생시키며 특히 환경에 대한 영향은 매우 크다. 이러한 도시화를 위성영상을 통해 탐지하고 주제도를 제작함으로써 도시계획이나 각종 변화탐지 분야의 기초자료로 활용할 수 있다. 최근까지 LANDSAT TM 영상을 이용한 감독분류를 통해 도시지역을 분류하고 다중시간대 영상을 이용한 변화탐지가 많이 연구되어 왔다.

SPOT, KOMPSAT과 같은 전정색 영상은 LANDSAT TM 영상에 비해 고해상도이며 영상의 판독력이 훨씬 우수하기 때문에 도시지역에 대해 보다 정확하고 세밀한 분류가 가능하다. 이러한 위성영상을 이용하여 도시지역을 추출하고 그 변화를 찾거나 도시지역의 경계를 결정하는데 있어서 육안판독은 가장 정확한 방법이다. 그러나 국가 단위의 광범위한 지역을 대상으로 할 때 보다 자동화된 방법이 필요하다. 전정색 영상에서 도시지역을 자동으로 추출하기 위해서는 영상의 texture 정보를 이용해야 하며 이를 위해서 GLCM (Grey-Level Co-Occurrence Matrix) 방법은 가장 효과적이다. 본 논문에서는 GLCM기법과 육안판독을 통하여 서울지역의 도시화 변화를 탐지하였다. 대상지역은 서울이며 과거의 서울 영상을 위하여 1972년 Corona 위성영상을 이용하였으며 최근 서울의 영상은 1995년 SPOT 영상을 이용하였다. Corona 영상은 1972년 LANDSAT이 발사되기 이전인 1960년부터 1972년까지 첩보위성을 통해 취득되었으며 1995년 일반에 공개된 자료로 지상해상도가 12m에서 2m에 이르는 유용한 자료이다.

## 2. 도시지역의 영상 특성

영상에서 도시화 지역을 추출하기 위해서는 도시화 지역에 대한 영상의 패턴을 파악해야 한다. 그림 1은 도시지역 구분을 위한 CORONA 영상의 예로 (a)는 단층가옥 지역이다. 상대적으로 복잡한 질감을 나타내며 영상의 가옥의 크기 때문에 가옥 한 채 한 채를 확연히 구분하기 조금 어렵다. (b)는 고층빌딩 지역으로 건물의 크기가 크기 때문에 그림자의 영향 또한 크게 나타난다. (c)는 아파트 단지 지역으로 규칙적인 질감이 나타난다. (d), (e), (f)는 도시지역으로 분류되지 않는 대표적인 비개발 지역의 영상 패턴을 보여주며 각각 수계, 산림, 농경지이다. 도시지역에 비해 균일한 질감을 보여준다. 따라서 영상의 질감정보를 이용해 도시지역을 분류할 수 있는 가능성을 확인할 수 있다.

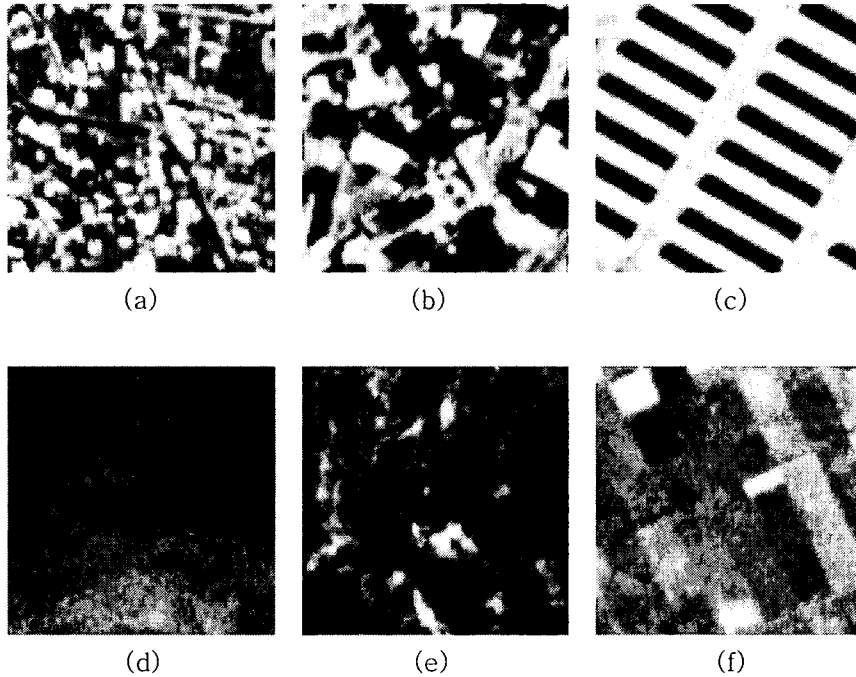


그림 1. CORONA 영상의 패턴

## 3. GLCM (Grey-Level Co-Occurrence Matrix) Method

질감이란 밝기값 변화의 공간적인 분포형태를 의미한다. 영상의 질감 정보를 표현하기 위해서는 밝기 값 분포의 공간적인 형태를 정량적으로 계산하여야 하며 GLCM (Grey-Level Co-Occurrence Matrix) Method는 유용하게 활용될 수 있다. 영상 각각의 영상소에 대한 질감 특성값은 영상에 moving window 를 적용함으로써 주변 영상소의 정보를 이용하여 계산된다. 홀수의 창크기를 이용하여 중심 영상소에 특성값이 주어지므로 적당한 창의 크기를 정해야 한다. 보다 효율적인 분류를 위해서는 여러 가지 질감 특성값들을 적용하여 최적의 경우를 찾아야 한다. 다음은 GLCM에서 활용되는 질감 특성값들이다.

$$\text{CON(Contrast)} = \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} P_{i,j} (i-j)^2$$

$$\text{DIS(Dissimilarity)} = \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} P_{i,j} |i-j|$$

$$\text{IDM(Inverse difference moment)} = \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} \frac{P_{i,j}}{1+(i-j)^2}$$

$$\text{ASM(Angular Second Moment)} = \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} p_{i,j}^2$$

$$\text{ENT(Entropy)} = \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} p_{i,j} (-\ln p_{i,j})$$

$$\text{GLCM Mean} : \mu_i = \sum_{i,j=0}^{N-1} i(p_{i,j}), \mu_j = \sum_{i,j=0}^{N-1} j(p_{i,j})$$

$$\text{VAR(Variance)} : \sigma_i^2 = \sum_{i,j=0}^{N-1} p_{i,j} (i - \mu_i)^2, \sigma_j^2 = \sum_{i,j=0}^{N-1} p_{i,j} (j - \mu_j)^2$$

#### 4. 도시지역 분류

영상의 질감 정보와 육안판독을 통해 도시지역의 경계를 구분하였으며 수계와 산림 농경지 지역도 분류를 수행하였다. 동작동 국립묘지와 공원의 경우 도시시설물의 일부로 보고 도시화 지역으로 분류하였다. 그림 2에서 붉은색으로 표시된 부분은 도시화가 진행되어 도로, 건물들이 밀집한 지역이며 그 외의 지역은 산지, 전답 등을 포함한 일부 촌락이 존재하는 지역이다. 지금의 강남 지역은 1972년 당시 대부분 전답의 형태로 존재했고 한강변의 경우도 1986년에 한강종합개발사업을 거치기 전이기 때문에 강변에 토사로 된 지역이 넓게 분포한다. 서울의 강남은 농경지가 대부분이었으며 부분적으로 개발이 시작되면서 택지개발 지역이 존재한다. 그림 2의 회색으로 보이는 지역은 bare land로 한강변의 퇴적 토사지역과 개발을 위해 토지구획정리 건설작업을 수행하는 지역이다. 1995년 SPOT 영상의 경우 서울시는 물론 서울시 주변의 경우도 산지를 제외하고는 거의 모든 지역에서 건물과 도로가 밀집된 도시화가 진행되어 도시지역의 경계가 매우 확장되었다.

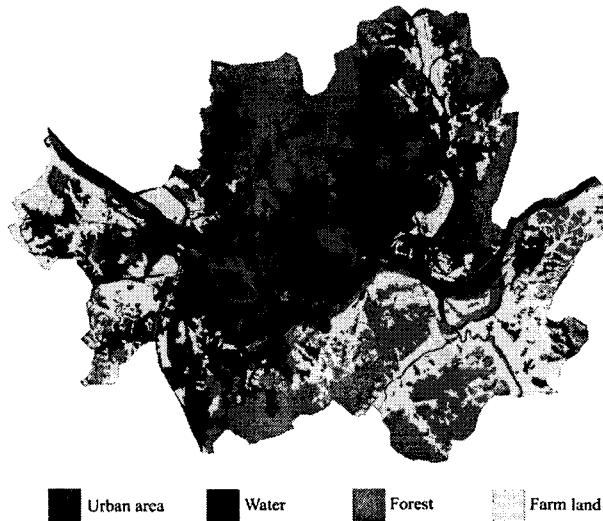


그림 2. 1972년 도시지역 경계 (CORONA 영상)



그림 3. 1995년 도시지역 경계 (SPOT 영상)

## 5. 결론

전정색 고해상도 위성영상은 높은 지상해상력과 판독력으로 도시의 변화 상황을 파악하는데 매우 유용한 정보를 제공할 수 있다. 이를 위해서 질감의 특성값들은 영상 분류에 매우 유용한 도구로 활용될 수 있으며 육안판독의 작업과정을 보다 효율적으로 수행할 수 있도록 지원할 수 있다. 향후 연구에서는 도시의 단층 구조물 지역과 고층 구조물 지역의 질감 차이를 이용해 도시의 개발상황을 보다 세부적으로 분류할 수 있는 연구가 수행되어야 할 것이다.

## 참고문헌

1. McDonald, R.A.(1995), Corona: Success for Space Reconnaissance, a Look into the Cold War, and Revolution for Intelligence, PE&RS, Vol. 61, pp.689-720.
2. Tappan, G. G., Amadou H., Eric, C. W. and Ronald W. L.(2000), Use of Argon, Corona, and Landsat Imagery to Assess 30 Years of Land Resource Changes in West-Central Senegal, PR&RS, Vol. 66, pp. 727-735.
3. Marceau D., Howarth P. , Dubois J. , and Gratton D.(1990), Evaluation of Grey-Level Co-Occurrence Matrix Method For Land-Cover Classification Using SPOT Imagery, IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing, Vol. 28, No. 4, pp. 513-519