

IKONOS 영상의 토지피복분류 방법에 관한 실증 연구

사공호상^{1*} · 임정호²

An Empirical Study on the Land Cover Classification Method using IKONOS Image

Hosang SAKONG^{1*} · Jungho IM²

요 약

이 연구는 기존의 분광특성에 의한 영상분류방법들이 고해상도 위성영상에 어느 정도 적절한지 알아보는데 목적이 있다. 이를 위하여 매개변수법과 비매개변수법을 혼합한 감독분류, 퍼지이론을 적용한 감독분류 그리고 무감독분류방법을 각각 적용하여 토지피복분류를 실시하고 각 방법들의 적용결과를 서로 비교하였다. 또한 육안판독과 분광특성을 이용한 영상분류 결과를 서로 비교하여 각 방법 간 토지피복분류의 결과를 비교·분석하였다. 실증연구 결과, 고해상도 위성영상은 반사값의 복잡성, 그림자의 영향 등으로 인하여 노이즈 현상이 심하게 발생하였다. 이러한 고해상도 위성영상은 무감독분류보다는 감독분류가 더 적절한 분석방법이며, 특히 퍼지이론을 적용한 감독분류방법이 가장 우수한 것으로 나타났다. 그러나 토지피복분류결과의 전체 정확도가 76% 정도에 불과해 토지피복분류결과의 신뢰성이 낮았다. 또한 육안판독과 영상분류 결과를 서로 비교한 바 뚜렷한 경계와 넓은 면적을 갖는 농경지 등의 항목은 일치도가 높은 반면 산발적으로 분포해 있는 초지 등의 항목은 일치도가 낮게 나타났다. 영상분류와 육안판독 간의 일치도는 79%로 나타났다.

주요어: IKONOS, 토지피복분류방법, 영상분류, 육안판독

ABSTRACT

This study investigated how appropriate the classification methods based on conventional spectral characteristics are for high resolution imagery. A supervised classification mixing parametric and non-parametric rules, a method in which fuzzy theory is applied to such classification, and an unsupervised method were performed and compared to each other for accuracy. In addition, comparing the result screen-digitized through interpretation to the classification result using spectral characteristics, this study analyzed the conformity of both methods. Although the supervised classification to which fuzzy theory was applied showed the best performance, the application of conventional classification techniques to high resolution imagery had some limitations due to there

2003년 8월 5일 접수 Received on August 5, 2003 / 2003년 8월 29일 심사완료 Accepted on August 29, 2003

1 국토연구원 GIS연구센터 GIS Research Center, Korea Research Institute for Human Settlements

2 미국 사우스캐롤리나대학 Department of Geography, University of South Carolina, USA

* 연락처 E-mail: hssa@krihs.re.kr

being too much information unnecessary to classification, shadows, and a lack of spectral information. Consequently, more advanced techniques including integration with other advanced remote sensing technologies, such as lidar, and application of filtering or template techniques, are required to classify land cover/use or to extract useful information from high resolution imagery.

KEYWORDS: *IKONOS, Land Cover Classification Method, Image Classification, Visual Interpretation*

서 론

도시의 성장과 변화를 관리하기 위해서 지방자치단체에서는 보다 과학적이고 효과적인 분석방법을 모색하고 있다. 도시의 관리를 위해서는 토지이용현황을 주기적으로 신속하게 파악하는 것이 필요하다. 전통적인 방법으로서 현장조사 또는 항공사진을 이용하는 경우 비용과 시간이 많이 소요될 뿐 아니라 시의성도 낮다. 이와 같은 문제점을 해결하는 방안의 하나로 위성영상을 이용한 토지피복분류 방법을 이용하고 있다(Boruwor 등, 1990). 토지피복분류지도는 토지이용변화, 교통 그리고 도시기반 시설 계획, 환경 및 경관평가, 재난재해 대처, 홍수관리 등과 같은 다양한 분야에 사용된다.

위성영상을 이용하여 도시의 토지이용현황을 파악하려는 연구는 오랫동안 지속되었지만 공간해상도의 부적절로 인하여 개략적인 토지이용현황을 파악하는데 그쳤다. 기존의 연구결과에 의하면, Landsat MSS 또는 TM은 주거지역과 비주거지역을 구분하는데는 적절하지만 분류의 정확성과 일관성을 유지하는데는 부적절하며, SPOT 역시 다양한 도시적 분석요구에 요구되는 정확도와 구제성에는 적절치 못한 것으로 나타났다(Harrison과 Richards, 1988). Landsat 영상과 SPOT 영상을 결합하여 하이브리드 이미지를 만드는 방법이 시도되기도 하였지만 그 역시 도시지역을 분석하는데는 적절하지 못하였다(Welch와 Ehlers, 1987).

도시의 주택, 교통시스템, 도시시설, 상업용 건물 그리고 여가공간 등은 콘크리트, 아스팔트, 금속, 플라스틱, 유리, 물, 잔디, 나무, 흙

등과 같은 물질로 구성되며, 이 물질들은 정밀한 고주파를 가지고 있기 때문에 도시의 구성요소를 적절하게 파악하기 위해서는 2m 이상의 공간해상도가 요구된다(Davis와 Wang, 2002).

한편 Welch(1982)는 필지를 제대로 확인하거나 분류하기 위해서는 최소한 4픽셀이 필요하다는 가정 하에 아시아 지역에는 5~10m의 순간시야(instantaneous field of view)가 요구되는 반면 미국의 도시지역은 30m가 적절하다고 주장하기도 하였다.

이와 같이 도시지역에서는 고해상도 영상을 필요로 하기 때문에 대부분의 경우 항공사진을 이용하였다. 고해상도 상업위성을 이용하기 시작한 것은 1999년도에 발사한 IKONOS 위성영상이 처음이다. IKONOS 위성영상의 센서는 1m급 전정색(panchromatic) 영상과 4m급 다중분광(multispectral) 영상의 획득이 가능하다. 이를 계기로 도시지역에서 위성영상의 활용이 급증되고 있다. 그러나 대부분 육안으로 필요한 정보를 얻는데 그치고 있다. 그 이유는 지금까지 중저해상도에 적합한 토지피복분류기법을 그대로 적용함으로써 고해상도 위성에서 얻을 수 있는 자세한 정보를 얻지 못하고 있다.

외국에서는 고해상도 다중분광 영상과 최근 수치지형모형(DTM)을 제작하는데 이용되고 있는 lidar(light detection and ranging) 데이터를 이용하여 보다 효과적인 분류를 시도하고 있으며, 각종 필터링(filtering)을 이용한 전처리와 템플레이트(template)를 이용한 방법 등 고해상도 영상을 이용한 분류 및 정보추출을 위해 다각도에서 새로운 시도들이 행해지고 있다.

본 연구에서는 고해상도 위성영상을 이용하여 토지피복현황을 파악하는 적절한 방법을 실증연구를 통하여 모색해 보고자 한다. 아울러 고해상도 영상에 주로 적용하고 있는 육안판별과 분광특성을 이용한 영상분류 결과를 서로 비교하여 일치하는 정도를 분석하고자 한다.

연구방법

1. 위성영상 데이터의 수집 및 처리

1) 연구지역

연구지역은 구시가지와 신시가지가 공존하여 다양한 토지이용 형태가 나타나고 있는 안양시를 선정하였다. 위성영상 전처리는 안양시 전체를 대상으로 하였으나 영상분류와 육안판독은 데이터 조작의 편의성과 분석시간을 단축하기 위하여 그림 1과 같이 구시가지, 신시가지, 논, 밭, 임야를 포함하는 일부지역으로 면적은 약 15km²이다.

2) 위성영상 데이터

본 연구에는 2000년 2월 18일에 취득한 미국

의 IKONOS 위성영상을 이용하였다. IKONOS 위성영상은 흑백 및 다중분광 영상 모두 11비트의 정보를 가지고 있으며, 1m 흑백 영상데이터는 가시광선에서 근적외선 파장대의 정보를 가지고 있다. 4m 다중분광 영상은 적색, 녹색, 청색과 근적외선의 각 4개의 밴드로 구성되어 있다. 보다 정확한 분석을 위해서는 취득 시기가 다른 여러 영상을 이용하는 것이 바람직하지만 본 연구지역을 촬영한 영상이 한 시기뿐이어서 단일영상을 이용하였다.

3) 영상융합

IKONOS 위성영상은 1m 공간해상도를 가진 전정색 영상과 4m 공간해상도를 가진 다중분광 영상의 형태로 각각 제공받아 분류 및 판독능력을 향상시키기 위하여 영상융합(image fusion)을 실시하였다. 영상융합방식으로 IHS 변환기법, Brovey 변환기법 등 많은 기법들이 제공되고 있으나, 본 연구에서는 원래 다중분광 데이터의 칼라 밸런스가 가능한 한 그대로 유지되는데 탁월한 방법인 주성분(principal component) 변환기법을 이용하였다. 이 기법



FIGURE 1. The IKONOS image for study area(Anyang)

은 다중분광 데이터의 주성분을 분석하여 고 해상도인 단밴드 영상을 제1주성분의 데이터 범위에다 맞춘 뒤에 1주성분을 고해상도 밴드 로 대체하고, 이어 주성분 역변환과정을 거친 다. 주성분변환기법은 방사정확도가 높은 반면, 계산부하량이 상당하여 수행속도가 매우 느린 단점이 있다.

4) 기하보정 및 정사보정

수치지형도와 원시영상을 중첩한 결과 도심지역의 수평오차는 약 70m 정도이고 도시주 변 산림지역은 약 300m 정도로 나타남에 따라 우선 기하보정을 실시하기로 하였으며, 기하보 정으로 만족하지 못할 경우 정사보정을 실시 하기로 하였다.

기하보정은 1/5,000 수치지형도에서 취득한 30개의 지상기준점과 다항식변환(polynomial transformation) 기법을 이용하여 실시하였다. 지상기준점은 영상과 수치지형도에서 명확히 인 지되며, 영상의 촬영시기에 영향을 받지 않은 교 차로, 제방, 둑 등의 인공구조물을 대상으로 선

정하였다. 도심지역에는 도로, 건물 등을 이용하 여 쉽게 지상기준점을 선정하였지만 농경지와 산림지역에는 식별 가능한 지형지물이 별로 없 기 때문에 지상기준점을 선정하기가 매우 힘들 었다. 특히 산림지역의 경우 사찰과 도로의 변 곡점을 지상기준점으로 선정하였으나 그 수가 많지 않고 분포도 균등하게 배치하기 어려웠다. 기하보정을 실시한 결과 평균제곱근오차는 4.05m로 나타났으며, 수평오차는 도심지역이 10m, 산림지역이 200~300m로 오차가 크게 나 타났다. 따라서 기하보정으로는 오차를 보정할 수 없다고 판단하여 정사보정을 실시하였다.

정사보정은 전정색 영상과 다중분광 영상, 그리고해상도 통합한 영상의 세 가지에 대해 서 각각 실시하였으며, 1/5,000 축척의 수치지 형도에서 추출한 등고선을 이용하여 제작한 수평해상도 5m인 수치고도모형(digital elevation model)을 이용하였다. 지상기준점(ground control point)은 1/5,000 수치지형도에서 15개를 취득 하였으며, 산림지역의 오차를 줄이기 위하여 5

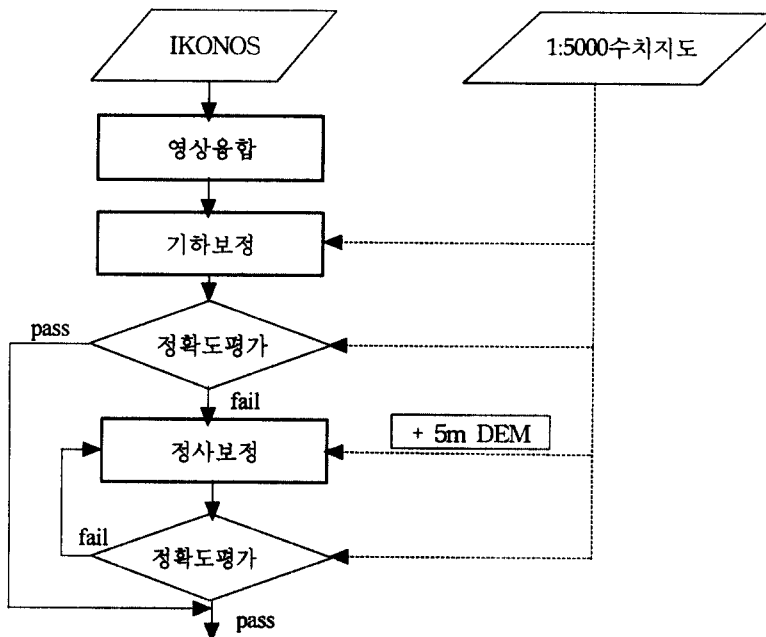


FIGURE 2. The work flow of image processing

개 지점은 최대한 산기슭에 위치하도록 하였다. 정사보정 결과를 평가하기 위하여 약 200개의 검사 점을 만들어 수치지도와 비교한 결과 도심지의 수평오차는 5m 이내로 보정되었으나, 산림지역에서는 약 50~80m의 오차를 보였다. GPS 장비를 이용하여 산림지역의 지상기준점 수를 늘릴 경우 오차범위를 줄일 수 있지만 비용이 많이 들고, 본 연구의 초점이 토지피복분류 방법을 서로 비교하는데 있으므로 여기에 만족하기로 하였다.

그림 2는 IKONOS 위성영상의 전처리과정 을 도식화한 것이다.

연구결과 및 토의

1. 토지피복분류 및 기법간 비교

1) 최대우도법을 적용한 감독분류

토지피복 분류는 융합영상을 이용하였으며, 분류항목은 환경부에서 제시한 토지피복분류 기준 중에서 중분류, 미국지질조사국(USGS)의 Level II의 분류기준을 고려하여 산림, 밭, 논, 비닐하우스, 초지, 나지, 수역, 공업지역, 고층 건물, 저층건물, 도로, 하천제방, 그림자 등 13가지로 설정하였다.

감독분류는 매개변수법과 비매개변수법을 혼합하였다. 비매개변수법을 먼저 수행하였는데, 결정규칙(decision rule)으로는 feature space¹⁾ 기법을 이용하였고, 미분류 화소와 중첩된 화소에 대해서 매개변수법을 적용하였다. 매개변수법은 분류결과에 확률 통계적인 의미를 갖는 등 우수한 특징을 가지고 있는 최대우도법(maximum likelihood)을 이용하였다. 훈련 데이터(training data)는 앞서 설정한 분류항목 각각에 대하여 20~30 화소 규모로 지역적으로 고르게 선정하였다.

분류결과와 참조자료²⁾를 비교하여 정확도를 평가하였다. 그 결과 전체 정확도(overall accuracy)는 67.11%, Kappa 계수는 0.64로 나타났다. 분류항목별로는 산림지역이 가장 분류

가 잘 되었는데 생산자 정확도(producer's accuracy)는 96%이고 사용자 정확도(user's accuracy)는 85%이다. 수계는 도로와 그림자로 오분류된 경우가 많으며(UA: 40%) 논, 밭, 초지는 서로 교차 분류되었다³⁾.

분류결과는 그림 3(a)에서 보는 바와 같이, 수역과 그림자, 그리고 도로가 서로 교차 분류된 경향이 크고, 공업지역이 실제보다 많이 나타나고 있다. 이는 공업지역 건물지붕의 색상 특성이 시가지 내의 소규모 건물지붕 특성과 유사하여 나타난 현상으로 파악된다. 그리고 영상의 취득시기가 겨울인 관계로 논, 밭, 그리고 초지의 구분이 명확하지 않다. 또한 비닐하우스의 색상이 다양하여 농경지가 아닌 도심지에서 일부 건물이 비닐하우스로 오분류되기도 하였다. 하천제방은 그 분광특성이 골목 길이나 초지 내의 큰 바위 등과 비슷하여, 하천주위뿐만 아니라 도심지 내에 점점이 분포하는 것으로 나타났다.

이 방법은 도심지역과 같이 다양한 반사특성이 나타나는 지역은 훈련 데이터를 선정하기가 힘들었으며, 훈련 데이터를 어떻게 선정하는가에 따라 결과가 달라진다. 실제로 여러 차례 훈련 데이터를 변화시키면서 토지피복분류를 실시해본 결과 대략적으로 10% 정도의 정확도 변화를 보였다.

2) 퍼지이론을 적용한 감독분류

위성영상을 분류하는데 있어서 분류항목간의 경계를 분명하게 설정하기 어려운 경우가 있다. 예를 들면, 수역과 습지 그리고 나무가 있는 습지, 산림지역이 연속적으로 나타나는 지역에서는 항목간 분류가 애매한 천이지역, 즉 환경이 변하고 있는 중간적인 성격의 지역이 존재한다. 이와 같이 분류항목을 정의하기 애매하고 항목간 경계가 확실하지 않는 경우에는 퍼지이론을 적용하면 효과적으로 토지피복을 분류할 수 있다.

고해상도 위성영상에서는 하나의 물체에서 다양한 픽셀 값이 존재하기 때문에 단정적으

로 판단하기 어려운 경우가 많이 발생한다. 예를 들면, 하나의 건물에서 지붕과 유리창, 벽면 등이 모두 다르게 분류되어 무슨 건물인지 분간할 수 없는 경우가 발생한다. 이를 감안하여 퍼지이론을 적용하였다.

앞의 감독분류와 같은 조건에서 퍼지이론을 적용하여, 확률이 가장 높은 항목과 두 번째로 높은 항목까지 분류하도록 하였다. 그런 다음 영상을 육안으로 판독하여 두 개의 분류

항목 중에서 적합하다고 판단되는 항목을 선정하였다.

분류결과 그림 3(b)에서 보는 바와 같이, 최대우도법을 적용하였을 때보다 항목별로 분류결과가 더 나은 것으로 판단된다. 참조자료와 비교해 보면 전체 정확도가 75.87%, Kappa 계수는 0.73으로 전체 정확도가 약 9% 향상되었다. 즉, PA와 UA가 80% 이상인 항목이 4개와 7개로, 방법 1에서 1개, 2개에 비해 증가

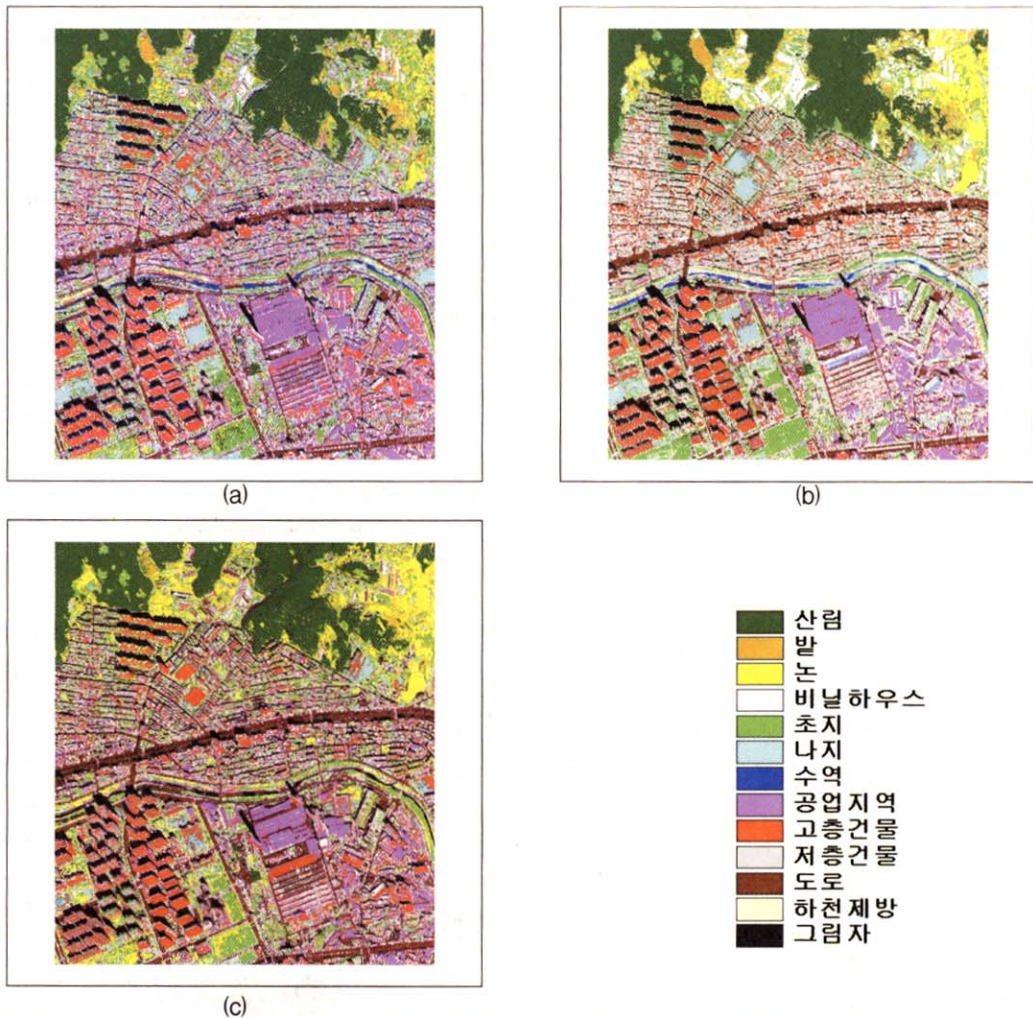


FIGURE 3. Land cover classification map from maximum likelihood(a) fuzzy logic(b) and ISODATA(c)

한 것을 알 수 있다. 따라서, 퍼지이론을 적용함으로써 항목간 교차 분류되는 오류를 상당히 개선한 것으로 판단된다.

이 방법은 분석자가 분류항목의 적합성을 판독함으로써 컴퓨터에 의한 오류를 줄일 수 있었으나, 분석가에 인위적 판단에 의한 오류를 야기할 가능성이 있고, 판단에 시간이 많이 소요되는 단점이 있다.

3) 무감독분류

먼저 IKONOS 영상을 ISODATA(iterative self-organizing data analysis technique) 무감독기법을 이용하여 30개의 클래스로 분류한 다음 참조자료 1,347개를 이용하여 일치도 70% 이상을 보이는 분류항목은 그대로 지정하고, 지정되지 않은 부분은 항목을 10개 추가한 40개로 재분류하였다. 그 후, 같은 방법으로 분류항목을 분리하여 지정한 다음, 마지막으로 분류항목을 10개 추가한 50개로 재분류하였다. 50개의 분류 결과는 참조자료와 비교하여 일치도가 가장 높은 항목으로 할당하였다.

무감독분류를 적용하여 토지피복분류를 실시한 결과, 전체 정확도는 65.03%, Kappa 계수는 0.61로 나타났다. 또한 그림 3(c)에서와 같이 수역이 전혀 분류되지 않았다. 이는 수역의 반사

특성이 그림자 및 도로와 비슷하여, 참조자료가 수역을 구분해 내지 못한 것으로 판단된다. 실제 참조자료가 수역인 점은 모두 40개인데, 분류 결과는 도로가 14개, 그림자가 22개를 차지하고 있다. 그리고 논, 밭, 초지가 다른 방법들과 마찬가지로 교차 분류되는 양상을 보이고 있다.

이 방법은 가장 간단하며 빠르다는 장점이 있는 반면 참조자료를 구축하기가 어려운 단점이 있다. 또한 반복작업의 횟수와 일치도의 정도에 따라 결과가 달라질 수 있다. 실제로 여러 차례 기준을 바꾸어 수행한 결과 대략 5% 정도 정확도 변화가 나타났다.

4) 비교분석

이상에서 실시한 3가지 방법을 서로 비교해 보면, 표 1에서 보는 바와 같이 퍼지이론을 적용한 감독분류 방법이 정확도는 가장 높았지만 판독이라는 과정을 거치므로 다른 방법에 비해 시간이 다소 오래 걸렸다. 그러나 판독이라는 과정을 통해 컴퓨터 분류에서 생성되는 오차를 상당부분 줄일 수 있었다. 최대우도법을 적용한 감독분류방법은 전통적인 감독분류로써 특히, 고해상도 영상에서는 훈련 데이터를 어떻게 잡느냐에 결과가 많이 좌우되었다. 실제로 훈련 데이터를 다양하게 선정하

TABLE 1. The comparison of land cover classification methods

방법	정확도	비 고
최대우도법을 적용한 감독분류	· Overall Accuracy: 67.11% · Kappa Value: 0.64	· 도심지역과 같이 반사특성이 다양한 지역은 훈련 데이터를 선정하기가 어려움 · 훈련 데이터에 결과가 많이 좌우됨
퍼지이론을 적용한 감독분류	· Overall Accuracy: 75.87% · Kappa Value: 0.73	· 정확도가 가장 높았음 · 판독이라는 과정을 거치므로 컴퓨터에 의한 오류를 줄일 수 있었으나, 반면 분석가에 의한 오류를 야기함 · 시간이 많이 걸림
무감독분류	· Overall Accuracy: 65.03% · Kappa Value: 0.61	· 세 방법 중 가장 간단하며 빠름 · 참조자료를 구축하기가 힘들 · 반복작업을 얼마나 할 것인가, 일치도를 어느 정도로 설정할 것인가 등에 결과가 좌우됨 · 결과가 참조자료의 정확도에 많이 좌우됨

면서 테스트를 해본 결과, region growing 기법보다는 분석가가 임의의 판단으로 폴리곤을 잡아 훈련 데이터로 사용한 경우가 약간 정확도에서 높았다. 무감독 분류 역시 그 절차기준에 따라 정확도가 많이 달라졌다. 일치도를 80%로도 해 보았고, 횡수를 4번까지 늘려 수행도 해보았다. 그러나 일치도를 70%로 정했을 때가 약간 정확도가 높았으며, 횡수는 정확도에 영향을 미치지 않았다.

2. 육안판독과 영상분류의 비교

1) 육안판독

토지이용은 대체로 구획단위로 동질성을 가지고 있으며, 구획은 도로에 의해 가장 분명하게 구분되므로 일차적으로 4차선이상의 도로를 중심으로 구획을 정한 후, 다시 구획 내에서 아파트 단지, 학교 등으로 세분하였다. 또한, 학교와 운동장 등 토지피복상태가 다르더라도 토지의 용도가 같은 경우 하나의 경계선에 포함시켰다. 그리고 육안판독만으로 토지이용을 파악하기 곤란한 경우에는 1:5,000 수치지형도를 참조하거나 현장조사를 실시하였다. 도로 및 철로, 하천 등의 선형사상은 따로 디지털이징을 하지 않고, 구획 디지털이징을 마친 후 전체 지역과 중첩시켜 추출하였다. 토지피복은 크게 시가지, 농경지, 산림, 초지, 나지, 수역, 기타로 분류하고 각 항목을 세분하여 총 30개 항목으로 분류하였다.

육안판독 및 디지털이징 과정은 크게 영상처리, 디지털이징, 구조화 편집, 그리고 속성입력의 단계로 나누어진다. 영상처리는 대상지역의 영상 화소 값의 표준편차를 이용한 스트레칭 기법을 적용하고 가시광선 영역대의 3개 밴드를 이용하여 자연색 영상을 제작함으로써 현실감 있는 영상을 얻고 토지피복상황을 쉽게 판단하도록 하였다. 디지털이징은 앞서 설정한 분류기준에 따라 토지이용경계를 스크린에서 디지털이징하며, 이때 스크린의 축척은 1/2,000으로 일정하게 설정하였다. 토지이용

속성을 입력할 수 있는 폴리곤을 생성하기 위해 노드와 노드 아크와 노드가 빈틈없이 만날 수 있도록 적절한 한계 값을 지정하는 snapping 기법을 이용하여 디지털이징하였다. 다음으로 토지이용경계를 디지털이징 한 데이터가 완전한 폴리곤을 형성해 위상관계를 가지도록 구조화편집을 수행하고 각 폴리곤 별로 속성 값을 입력하였다.

2) 육안판독과 영상분류 결과의 비교

분광특성을 이용하여 분류한 13개의 토지피복항목과 육안판독으로 분류한 30개의 토지피복항목을 수역, 시가지, 나지, 초지, 산림, 농경지의 6가지 항목으로 재분류⁴⁾하여 서로 비교하였다. 영상분류는 앞서 적용한 세 가지 토지피복분류 방법 중에서 정확도가 가장 높은 '퍼지이론을 적용한 감독분류' 결과를 이용하였다. 분류항목별 면적을 비교한 결과 아래 표 2에서 보는 바와 같이 나지, 산림, 농경지의 면적은 거의 일치하고 있다. 그러나 수역과 시가지, 초지는 다소 차이가 발생하고 있다. 두 가지 방법 간 정확도를 비교한 결과 전체 정확도는 79.37%, Kappa 계수는 0.6으로 나타났다. 따라서 6가지 항목으로 구분하면서 나타나는 오차와 블록단위의 토지피복현황 그리고 1m × 1m 화소에 기반한 분류 값임을 감안하면 두 가지 방법 사이의 일치도가 상당히 높다고 볼 수 있다. 그림 4는 육안판독과 영상분류 방법의 적용결과를 비교한 그림이다.

TABLE 2. The area of each class from fuzzy classification and visual interpretation

구분	육안판독 결과		영상분류 결과	
	면적(m ²)	비율(%)	면적(m ²)	비율(%)
수역	35,585	1.2	14,923	0.5
시가지	2,102,711	71.1	1,882,194	63.6
나지	159,220	4.4	130,177	4.4
초지	18,456	1.6	229,429	7.8
산림	326,435	11.0	391,726	13.2
농경지	316,671	10.7	310,629	10.5
합계	2,959,078	100.0	2,959,078	100.0

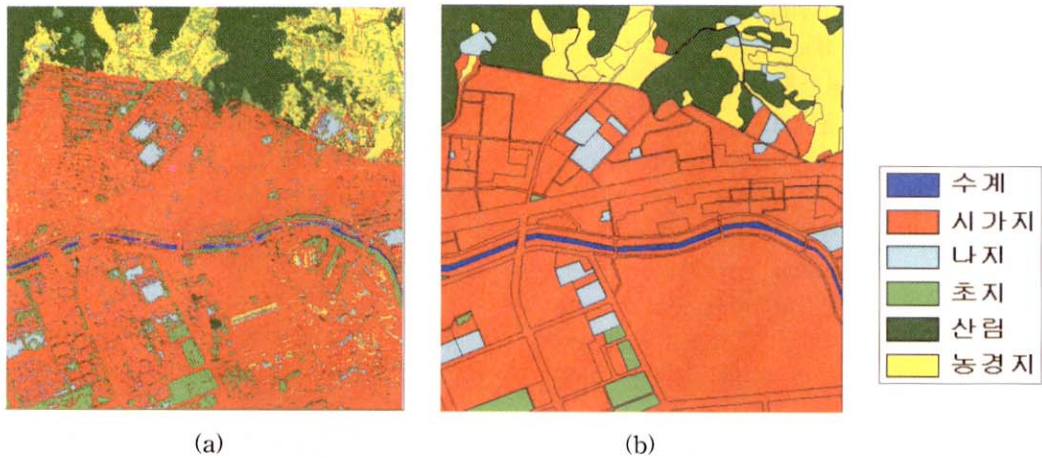


FIGURE 4. Land cover classification maps from fuzzy classification(a) and visual interpretation(b)

적 요

이 연구는 고해상도 위성영상을 이용하여 토지피복현황을 분석하는 최적의 분류방법을 모색하는데 목적을 두고 다양한 분석기법을 적용하였으며, 각 기법간 분석결과를 비교하였다. 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, Landsat 등 중·저해상도 위성영상에 주로 많이 적용하였던 최대우도-감독분류와 무감독분류기법을 고해상도 IKONOS 영상에 적용한 결과 항목간 교차분류로 인하여 노이즈가 많이 발생하였다. 그 이유는 하나의 객체에 여러 개의 픽셀 값이 존재함으로써 발생하는 현상이다. 이를 개선하는 방안으로서 퍼지이론을 적용한 결과 최대우도-감독분류에 비해서 전체정확도가 약 9% 높아졌다. 이로써, 퍼지이론을 적용할 경우 기계적인 오차는 다소 줄일 수 있을 알게 되었다. 그러나 분류항목을 육안으로 판독하는데 따른 인위적인 오차는 여전히 존재한다.

둘째, 육안판독과 영상분류 기법을 적용한 토지피복분류결과를 서로 비교한 결과, 농경지와 나지는 거의 같은 면적으로 분류되었으나 산발적으로 분포하고 있는 초지의 면적 차이는 매우 크게 나타났다. 그러나 전체적으로는

육안판별과 분광특성을 이용한 토지피복분류가 거의 비슷한 수준으로 나타났다.

이 외에도 고해상도 위성영상을 보다 효과적으로 활용하기 위해서는 가능한 수직으로 촬영하여 건물의 기울어짐을 최소화하고 건물의 그림자를 제거하는 기술이 필요하다. 아울러 동일한 지형지물에 다양한 픽셀 값이 존재하는 고해상도 위성영상의 특성을 감안한 영상분류기법이 개발되어야 할 것이다.

주)

- 1) feature space 결정규칙은 가능성이 있는 화소가 비매개 signature 내부에 들어 있는지 없는지를 측정하기 위한 방법이다. 평행육면체 분류법처럼 그 클래스의 평균 벡터를 중심으로 그려진 평행육면체 내부의 화소를 그 클래스에 할당하는 방법이 아니라 트레이닝 과정 중에서 설정된 클래스 경계를 그대로 사용하는 방법이므로 하나의 화소 값이 signature 경계 내부에 존재하면, 그 화소를 해당 signature 클래스에 할당한다. 그러므로 장방형이 아닌 감독 훈련 방법 중 feature space 는 트레이닝에 의해 사용자가 설정한 클래스 경

- 계를 그대로 이용한다.
- 2) 참조자료는 분류의 정확도 평가를 위해 서 IKONOS 영상을 이용하여 1,347개의 참조자료를 만들었다.
 - 3) 생산자 정확도는 omission error라고도 하며, 분류결과 각 분류항목에서 제외된 것에 대한 오차를 나타내고, 이용자 정확도는 commission error라고도 하며, 분류결과 각 분류항목에서 포함된 것에 대한 오차를 나타낸다. overall accuracy는 단순히 바르게 분류된 것만을 이용하여 나타내는 정확도로서 오분류된 것에 대해서는 고려되지 않는다. 반면 Kappa 계수는 전체 정확도에 omission/commission errors를 고려하여 계산된 정확도이며, 일반적으로 전체 정확도보다는 낮은 값을 나타낸다.
 - 4) 분광특성을 이용한 토지피복분류항목은 수계(수계), 시가지(공업지, 고층건물, 저층건물, 도로, 하천제방, 그림자), 나지(나지), 초지(초지), 산림(산림), 농경지(논, 밭, 비닐하우스)로 재분류하였고, 육안판독을 통한 토지피복항목은 수계(수계, 저수지), 시가지(공업지, 고층아파트, 저층아파트, 일반주택, 상업지, 도로, 하천제방, 학교, 주요시설물, 기타시설물), 나지(나지, 교외지역, 학교운동장), 초지(초지, 공원), 산림(산림), 농경지(논, 밭, 비닐하우스)로 재분류하였다. **KAGIS**

참고문헌

- 김용일. 2000. 위성영상의 해상력에 따른 지리 정보의 판독, 대한 토목학회논문집 20(2D): 211-217.
- 사공호상. 2002. 원격탐사와 GIS를 이용한 수도권 도시화지역의 확산과정과 특성에 관한 연구. 서울시립대학교 박사학위논문. 47쪽.
- 사공호상, 박성미, 김영표. 2000. 인공위성 영상자료를 이용한 국토자원 분석방법에 관한 연구. 국토연구원. 37쪽.
- 이종열. 2000. 고해상도 영상자료의 자동 물체 인식을 위한 경계추출에 관한 연구. 국토연구원. 23쪽.
- 조명희, 김준범, 오정수, 이광재. 2001. 고해상도 IKONOS 영상을 활용한 소나무재선충 피해지역 추출기법. 한국지리정보학회지 4(4):74-75.
- 하성룡, 경천구, 박상영, 박대회. 2002. 혼련지역의 취득방법 및 규모에 따른 JERS-1 위성영상의 토지피복분류 정확도 평가. 한국지리정보학회지 5(1):30-31.
- De Boruwer, H. et al. 1990. Rapid assessment of urban growth using GIS RS techniques. ITC Journal 3:233-235.
- Fraser, C.S., E. Baltsavisa and A. Gruen. 2002. Processing of Ikonos imagery for submetre 3D positioning and building extraction. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 56:177-194.
- Harrison, A.R. and T.R. Richards. 1988. Multispectral classification of urban land use using SPOT HRV data. Proceedings of Second Digest-International Geoscience and Remote Sensing Symposium. Edinburgh, UK. Feb. 14-17, 1988. pp.205-206.
- Norbert, H. and C. Brenner. 1999. Extraction of buildings and trees in urban environments. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 54:130-137.
- Welch, R. 1982. Spatial resolution requirements for urban studies. International Journal of Remote Sensing 3:139-145.
- Welch, R. and M. Ehlers. 1987. Merging multiresolution SPOT HRV and Landsat TM data. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 53(3):301-303. **KAGIS**