

원격탐사 영상의 퍼지 최대우도 분류결과를 이용한 GIS 데이터베이스 구축 기법

A Methodology for GIS Database Implementation using Fuzzy Maximum Likelihood Classification Products of Remotely Sensed Images

양인태* · 김흥규** · 최영재*** · 박재훈****

Yang, In-Tae · Kim, Heung-Kyoo · Choi, Young-Jae · Park, Jae-Hoon

요 旨

지금까지 원격탐사 영상의 분류 결과를 GIS에 하나의 레이어 또는 속성항목으로 이용하기 위한 다양한 연구가 진행되어오고 있으나 퍼지분류결과를 GIS에 이용하려는 시도는 그리 많지 않았던 것이 사실이다. 그러므로, 이 연구에서는 기존에 많이 이용되고 있는 원격탐사 영상의 분류방법에 비해 정확도 면에서 보다 신뢰할 수 있고 분류항목별 분류결과를 독립적으로 추출할 수 있는 퍼지감독분류 결과를 GIS에 적용해보고자 하는 의도에서 시작되었다. 이 연구의 진행과정에서 퍼지분류 결과를 GIS 데이터베이스의 그리드 데이터로 변환하였으며, Membership Grade Value 파일들은 지형정보체계의 테이블 데이터로 변환하여 포인터 레이어를 매개로 그리드의 각 셀에 대한 Membership Grade Value를 확인할 수 있도록 함으로써 퍼지 분류 영상을 GIS 데이터베이스로 이용할 수 있도록 하였다.

ABSTRACT

Until now, Many approach to use the layer or attribute items in GIS the classification results of remotely sensed images is going on, but It was rarely ever tried to use the results of fuzzy classification in GIS. The fuzzy classification can be accurate than any other classification methods of remotely sensed images and can separately extract the result for each classification items. In this study, We applied to GIS database implementation with fuzzy classification result. In the process of this study, We convert the fuzzy classification image into the grid of GIS database, and Membership Grade Value files transformed to table database into the GIS. And then Membership Grade Values related to each grid-cell of database be able to verify with pointer layer. Finally, we can use the fuzzy classification images in GIS database.

1. 서 론

원격탐사 및 지리정보체계에 대한 효용성은 자세한 언급이 필요 없을 정도로 널리 알려져 있다. 원격탐사와 지리정보체계에 대한 활용도와 가능성이 국내에 널리 소개되고 여러 기관에서 시범사업을 추진하고 있는 만큼 그 경제적 가치와 활용도는 상당하다고 보여진다.

또한 원격탐사 응용에서 중요한 범위를 차지하고 있는 토지피복/토지이용 분류 과정은 지금까지 여러 가지 방법론이 개발되어 왔으나 현재까지도 고전적인 분류 방법이 많은 한계점을 갖고 있음에도 불구하고 많이 이용되고 있는 형편이다. 고전적인 분류기법들의 대표적인 단점은 분류항목들 사이의 명확한 경계설정을 요구한다는 것이다.^{2,7)} 위성영상이 가지는 여러 가지 한계는 여러 가지 지상 사상(feature)들이 섞여 있을 개연성이 큰 화소들에 오직 한 가지 만의 휘도값(Brightness Value)을 부여함으로써 한가지 분류항목에만 할당되도록 한다. 이러한 현상은 분류 결과에 악영향을 크게 미쳐 분류결과 통계치가 실제의 값과는 많은 차이를 갖게 함으로써 위성

*강원대학교 토목공학과 교수
**강원대학교 토목공학과 박사 후 과정
***강원대학교 토목공학과 박사과정
****경동대학교 건설공학부 조교수

영상을 이용한 분류 처리의 신뢰성을 떨어뜨리는 결과를 낳고 있다.^{2,7)} 그러나 퍼지분류로직은 이러한 고전적인 영상 분류 기법이 가지고 있는 여러 가지 단점을 극복하고 상대적인 분류 결과에 영향을 줄 수 있는 여러 가지 환경인자들의 영향을 최소화 시켜 분류를보다 정확하면서도 단순하게 수행 할 수 있는 논리적 알고리즘들이다.^{2,7)}

또한 지리정보체계를 구축하는데 있어서 토지피복 등의 각종 환경적 정보들은 상당히 중요한 부분을 차지하고 있는데 수자원분야, 환경분야 등의 지리정보체계 구현을 대표로 하여 데이터베이스 구축이나 각종 의사결정을 위한 모델링 시스템 개발에 많이 이용되고 있다.

지금까지는 일반적인 분류결과를 지리정보체계에 이용하기 위해 각 분류항목 군집별로 폴리곤을 형성함으로써 그 폴리곤에 분류항목 코드값을 할당하고, 그 코드값을 하나의 속성이나 모델링을 위한 매개변수로 이용하여야 하였다.³⁾ 그러나 이 방법은 복잡한 분류 사상들을 모두 폴리곤으로 변환시키기가 어렵고 자동변환 기능을 이용한다 해도 인근 폴리곤들 사이의 에러를 수정하는 작업 역시 상당히 어려운 일이었다. 또한, 퍼지 분류결과는 한 화소에 하나의 분류항목만을 할당하지 않고 주어진 Membership에 따라 1이하의 할당치를 부여하기 때문에 각 분류 화소에 독립적인 코드값을 할당하기 어렵고 각 분류항목별로 생성된 Membership Grade Value 파일을 속성으로 이용하여야 하기 때문에 기존의 방법과는 전혀 다른 프로그램 설계를 하여야만 한다.

그러므로, 이 연구에서는 위성영상의 분류에 퍼지 집합 이론을 적용하여 얻어진 분류결과를 지리정보체계의 데이터베이스로 변환하고 지리정보체계에 이용 할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

연구대상지역은 서울 및 경기 지역의 상수원이며 도시, 농경지, 삼림, 수역 등의 지상 사상이 골고루 분포되어 토지피복 분류를 위해 좋은 표본 조건을 가지고 있는 강원도 춘천시 중심지역을 선정하였으며, 사용된 위성영상 자료는 지상생태계, 분포가 가장 뚜렷하고 지상 사상들 사이의 경계설정과 지상실측자료의 취득이 가장 용이하다고 보여지는 1996년 9월 1일 수집된 Landsat TM 영상자료를 이용하였다.

2. 영상의 분석

2.1 전처리

2.1.1 최적 사용 밴드의 선정

위성영상처리의 가장 초기단계는 관심 분류항목을 영상으로부터 분리 해내는데 어떤 밴드가 가장 적당할 것 인지를 측정하는 것이다. 이러한 처리과정을사상선택 (Feature Selection)이라 한다.사상선택의 목적은 분류에 필요 없는 분광정보를 가진 밴드를 분석하여 분류에 사용 가능한 모든 밴드로부터 제거하기 위한 것이다.^{2,7,8)} 이 연구에서는 모든 가능 밴드 조합에 대해서밴드 사이의 상관 정도를 도식적으로 측정함으로써 상관 정도가 정량적으로 가장 큰 밴드 조합을 찾아낼 수 있게 해주는 분기도(Divergency) 측정법을 이용하여 토지피복 분류를 위해 가장 적합한 분류항목간 분기도를 보여주는Landsat TM 1, 3, 5 밴드를 선택하였다.

2.1.2 기하보정

이 연구에서 이용된 위성영상의 기하보정을 위해 1/25,000 지형도 상에서 7점의 지상기준점(GCP)을 선택하였다.

기하보정의 RMSE는 0.27 화소(약 7.7 m)로써 1/25,000 지형도를 참조하여 기하보정을 실시했을 때의 통상적 허용오차 20 m를 만족시켰다.⁹⁾

재배열은 계층(Stair Step) 현상이 없고 부드럽고 좀 더 공간적으로 정밀한 상을 만들 수 있는 공일차 내삽법(Bilinear Interpolation)을 이용하여 수행하였다.

2.2 연구지역 및 트레이닝 표본의 선정

이 연구에서 이용한 트레이닝 지점은 토지피복군의 분포가 비교적 다양하여 실험적 토지피복 분류 기법 연구에 좋은 모델을 제공할 수 있는 강원도 춘천시 일부(약

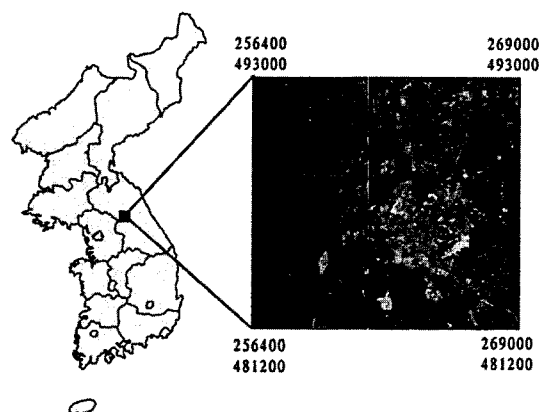


그림 1. 연구지역의 범위

149.61 km²)로 선정하였으며 TM 좌표계에 의한 트레이닝 지점의 범위는 그림 1과 같다.

이 연구에서는 경험적으로 식별 가능한 토지피복을 5 가지(인공구조물, 물, 농경지, 삼림, 나대지)로 나누어 표본추출을 실시하였으며, 서로 이질적인 분광특성을 가진 화소들을 주어진 매개변수에 따라 자동적으로 표본추출해주는 Region Growing 기법을 이용하여 트레이닝 표본을 선정하였다. 다음 표 1은 분류항목별 표본의 기본 매개변수이다.

2.3 퍼지영상분류

이 연구에서 이용한 실험지역의 원격탐사 영상은 분류항목간의 화소값 분포가 비교적 명확한 부분이 있는 반면에 상당히 불명확하고 중복되는 부분 역시 상당 부분 존재한다. 원격탐사자료가 포함하고 있는 지리적 정보가 불명확하다는 것은 다른 현상들 사이의 경계가 불명료하거나 또는 한 분류항목 내부의 이질성이 존재함을 의미하며, 아마도 그것은 지상물체의 종(Species), 활력도(Health), 나이(Age) 등이 다르기 때문일 것이다. 이러한 부분들은 일반적인 분류기법들을 이용한 분류결과에서 어느 한 분류항목으로 할당될 수밖에 없기 때문에 분류결과의 신뢰성에 문제를 가져올 소지가 크다.^{2,7)} 다음 그

표 1. 분류항목별 표본의 트레이닝 통계치

항목	영상	band		
		band 1	band 3	band 5
삼림	min	54	17	28
	max	60	23	83
	frq.	10		
물	min	61	23	2
	max	78	40	9
	frq.	10		
농경지	min	63	29	78
	max	84	67	127
	frq.	10		
인공구조물	min	77	41	72
	max	128	75	144
	frq.	10		
나대지	min	83	62	108
	max	148	130	193
	frq.	10		

min : 최소 화소값.
max : 최대 화소값.
frq : 표본 화소의 수.

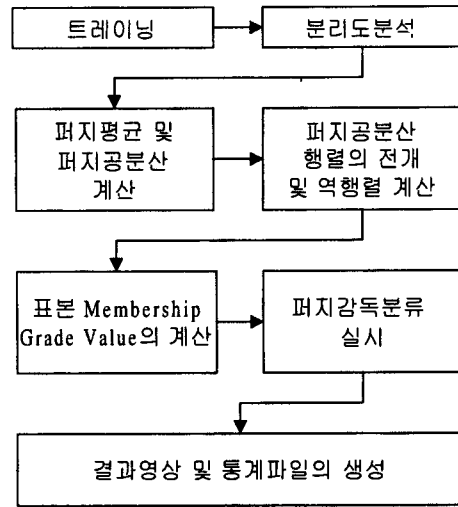


그림 2. 퍼지 감독분류의 과정²⁾

림 2는 이 연구에서 이용한 퍼지감독분류의 흐름도이다.

퍼지분류의 효용성에 대해서는 기존에 발표된 논문(2)에 자세히 언급되어 있으므로 퍼지분류 과정에 대한 서술은 생략한다.

2.3.1 분리도분석

분리도 분석은 사용 밴드별로 분류항목간의 분광특성이 유사한 정도를 보여주며, 퍼지 함수를 계산하는데 중요한 자료가 된다. 표 1에서 보여주듯 비교적 분류항목간의 분리도가 명확한 밴드가 있는 반면 분류항목간의 분리도가 좋지 않은 밴드도 있다. 만일 분리도가 좋지 않은 밴드만을 가지고 1차원 분류 처리를 수행하였을 경우 과도한 중복도로 인하여 일반적인 분류 결과는 상당히 신뢰할 수 없는 결과를 가져올 소지가 크다.

퍼지 감독분류의 사상공간분리(Feature Space Partitioning)는 일반적인 분류 방법과는 판이하게 다르다. 일반적인 방법의 경우 분리된 사상공간 안쪽의 모든 화소들은 어느 하나의 분류항목에 무조건 할당되어 있다. 즉 full membership 아니면 no membership으로만 표현된다.⁷⁾

사용 밴드별 분리도 분석에서 처럼 각 분류항목들은 일정 부분 인접한 분류항목과 화소값들이 겹쳐져 있는 양상을 보여준다. 이 연구에서, 미지의 화소는 3차원 사상공간 내의 위치에 비추어 봤을 때 여러 분류항목에 걸쳐 일정 부분씩 걸쳐 있다. 그러한 정보는 유용하게 쓰일 수 있겠지만 일반적인 분류 기법에서는 무용지물이

되어 버리므로 분류상의 신뢰성을 잃을 수도 있게 된다. 그러나 퍼지 분류에서는 미지 화소를 무조건 단일 분류 항목에 할당하는 것이 아니라 분광거리가 가깝거나 우도가 큰 분류항목에 Membership을 할당하게 된다.

2.3.2 표본 Membership Grade Value의 계산

표본 추출 과정에서 얻어진 분류항목별 표본은 전술한 바와 같이 어느 정도의 중복도를 가지며, 이러한 불명확한 분리도는 일반적인 분류기법에 오차로 작용한다. 퍼지 집합 이론을 이용한 감독분류의 최초 단계는 표본들에 대한 표본 Membership Grade Value(MGV)를 계산하는 것이다. 먼저, 어느 분류항목이 인접 분류항목과 어느 정도 중복되는가를 계산하였다.

2.3.3 퍼지평균과 퍼지공분산 행렬계산

이 연구는 퍼지 함수와 감독분류 기법을 조합하여 원격탐사 영상의 분류하고자 하는 것이므로 어떤 결정규칙을 이용할 것인가를 결정하여야 하였다. 그러므로 이 연구에서는 분류 정밀도를 향상시키기 위하여 지형의 기복 영향(relief effects)과 기타 지형 특성들의 영향을 융합시키는데 용이하다고 알려진 최대우도 결정규칙을 이용하여 퍼지 분류 처리를 수행하였다. 그러므로 퍼지 최대우도 분류를 수행하는데 필요한 퍼지 평균, 퍼지공분산행렬을 트레이닝 통계치를 이용하여 계산하고, 그 결과를 이용하여 공분산 행렬의 역행렬과 전개값을 계산하였다.

2.3.4 Membership Grade Value 파일의 생성

공분산 행렬의 전개와 역행렬의 생성이 완료된 후 백분율의 계산은 일반적인 최대우도 분류 알고리즘에 기초하여 수행하였다. 이러한 알고리즘은 다차원 위성영상의 화소값 분포를 고려하여 보다 정밀한 기하학적 분리를 구현하기 위해 일반적으로 이용되는 방법으로 분류에 사용된 원격탐사 영상의 분류항목당 화소값 분포가 정규분포를 이룬다는 가정하에 만들어진 것이다.

$$p_i = \frac{\exp[-0.5(x - \mu_i)^T V_i^{-1}(x - \mu_i)]}{(2\pi)^{N/2} |V_i|^{0.5}} \quad (1)$$

p_i : 특정 화소값이 특정 분류항목에 속할 확률값

N : 분류에 사용된 밴드의 수

V_i : 특정 분류항목의 퍼지 공분산행렬

$|V_i|$: 퍼지 공분산행렬의 전개값

x : 화소값

μ_i : 특정 분류 항목의 퍼지 평균값

T : 전치행렬

$^{-1}$: 역행렬

N 은 화소 벡터의 차원이므로 사용 밴드의 수를 3이다. 화소 벡터 x 의 membership grade는 spectral space내 x 의 위치에 좌우된다. $f_c(x)$ 는 x 와 분류항목 c 사이의 Mahalanobis 거리 $(x - \mu_c)^T V_i^{-1}(x - \mu_c)$ 가 감소하는데 반비례하여 지수적으로 증가된다. 이와 같은 알고리즘을 이 연구에서는 다음과 같이 전개 하였다.²⁾

$$p_i = \frac{\exp[-0.5[x_1 - \mu_i \quad x_2 - \mu_i \quad x_3 - \mu_i]]}{(2\pi)^{3/2} |V_i|^{0.5}} \times \begin{bmatrix} a_{i11} & a_{i12} & a_{i13} \\ a_{i21} & a_{i22} & a_{i23} \\ a_{i31} & a_{i32} & a_{i33} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} x_1 - \mu_i \\ x_2 - \mu_i \\ x_3 - \mu_i \end{bmatrix} \quad (2)$$

이전에 계산이 완료된 공분산 행렬의 전개값과 역행렬을 본 알고리즘에 적용하여 사용된 다차원 영상의 화소 좌표별로 확률값을 계산하였다. 일반적인 최대우도 분류 알고리즘은 이 시점에서 확률값이 가장 가까운 분류 항목에 화소를 할당하게 된다. 하지만 퍼지 감독분류 기법은 분류항목별로 구해진 각각의 확률값을 모두 더한 값으로 해당 분류항목의 확률값을 나누어 최종적인 Membership Grade Value를 생성한다. 다시 말하면, 확률값을 이용한 재배열 과정을 거침으로써 각 분류항목에 할당될 Membership Grade Value를 계산하는 것이다. 그 알고리즘을 수식으로 단순하게 표현한 것이 (3)이다. 이렇게 분류항목수 만큼의 Membership Grade Value 파일을 생성하였다.^{2,7)}

$$f_c(x) = \frac{p_c(x)}{\sum_{i=1}^m p_i(x)} \quad (3)$$

f_c : Membership Grade Value

p_c : 특정 밴드에서 어떤 화소의 분류항목 할당 확률값

p_i : 미지 밴드에서 어떤 화소의 분류항목 할당 확률값

x : 화소값

m : 분류항목의 수

2.3.5 퍼지 분류 결과 영상 및 결과 통계치의 생성

Membership Grade Value 파일의 생성이 완료된 후 각 분류 항목별로 기본정보와 분류 면적에 대한 통계치, 그리고 결과 영상을 생성하였다.

통계 파일은 사용 밴드의 수, 분류항목의 수, 사용영상의 화소 수 등에 대한 기본 정보와 표본 퍼지 평균, 표본 퍼지 공분산 행렬, 분류항목별 면적 및 전체면적대 비율 등에 대한 분류 정보를 담도록 프로그램을 설계하였다. 또한 분류 영상의 생성은 분류항목 수 만큼의 Membership Grade Value Layer를 하나의 결과 Layer로 통합하는 과정이므로 경험적인 지식이 요구된다. 결과 영상은 최대한 모든 항목을 다 표현할 수 있어야 하므로 미분류되는 화소가 없도록 최대한 모든 조건을 고려하여야 한다. 그리고 화소당 1 byte의 정수값을 가져야 하므로 가능한한 분류항목 조합에 따른 화소값을 부여하였다.

2.3.6 응용 프로그램의 개발

이 연구를 위해 개발된 프로그램은 입력영상에 대한 기본 정보와 분류항목에 대한 최대/최소값 그리고 표본 화소의 수 정도만을 입력해주는 것만으로도 결과 영상과 통계치를 추출 할 수 있도록 개발되었다. 기본적으로 전문가 시스템을 목표로 개발되었기 때문에 분류 알고리즘에 대한 지식이 없더라도 쉽게 이용할 수 있다. 입력 파일은 매개변수 파일과 입력영상이며, 출력 파일은 분류항목 수만큼의 백분율 파일과 결과 통계 파일, 결과 영상파일 이다.²⁾

3. 지리정보체계의 구현

퍼지영상은 분류항목의 조합에 의해 구성된 화소값으로 이루어져 있기 때문에 각 화소의 퍼지 분류값은 계산

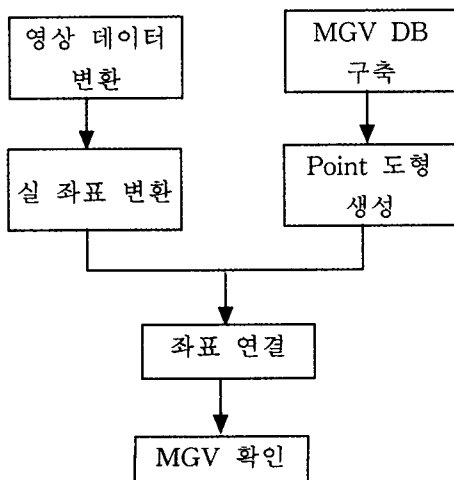


그림 3. 퍼지분류결과를 이용한 GIS DB 구축 과정

된 Membership Grade Value 파일을 연결하여 확인해야 한다. 퍼지이론에 의해 분류된 영상을 지리정보체계에서 사용하기 위한 기본 처리는 영상과 Membership Grade Value를 GIS 데이터베이스로 구축하는 작업이다. 그림 3은 영상과 Membership Grade Value 파일을 GIS 데이터베이스로 구축하는 작업 흐름도이다. 이 연구에서 GIS 데이터베이스를 구축하기 위해서 GIS툴인 NT용 Arc/Info를 사용하였다. GUI와 처리를 위한 프로그램 언어는 Arc/Info의 AML을 사용하였으며, MGV화일 추출을 위한 프로그램은 MS사의 Visual Basic을 이용하였다.

3.1 영상 데이터 변환 및 실좌표 변환

이 연구에서는 영상 데이터를 GIS DB로 사용하기 위해 그리드 데이터로 변환하였다. 분류영상은 Membership Grade Value Layer들을 하나의 결과 Layer로 통합하여 생성한 것이므로 이 결과 Layer를 그리드 데이터로 변환

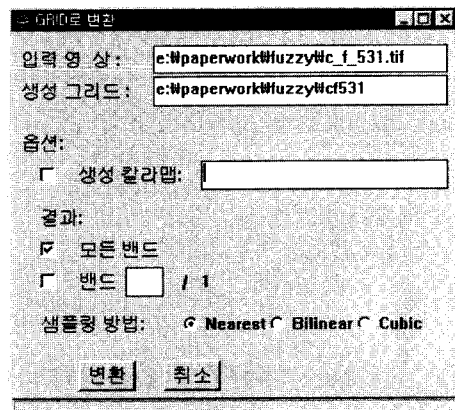


그림 4. 영상 변환

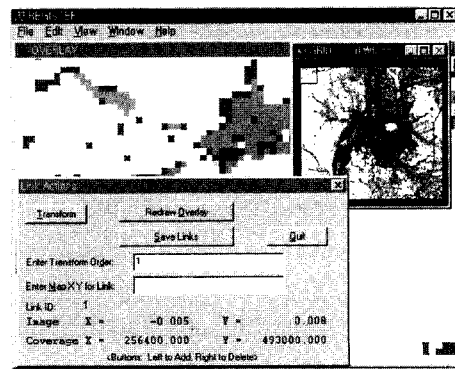


그림 5. 좌표 변환

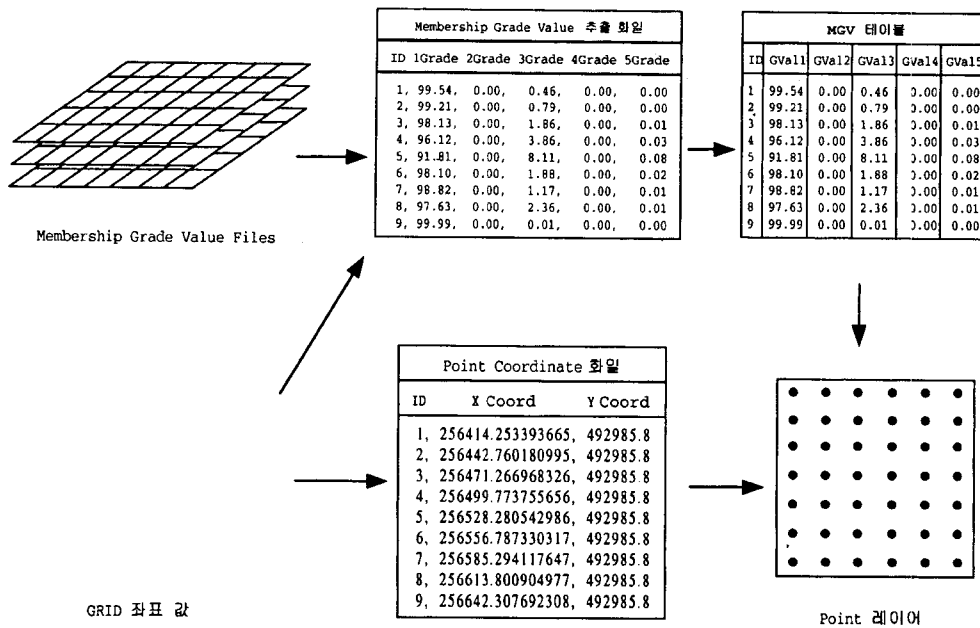


그림 6. Membership Grade Value 변환 흐름도

시키는 과정을 거쳤다(그림 4).

그리드 데이터로 변환하기 위한 분류 영상이 지형좌표를 갖고 있지 않다면 변환된 그리드 데이터는 좌하단 셀에 (0, 0)의 좌표를 부여하고 셀의 크기가 1로 설정하였다. 이 셀에 지리 좌표를 부여하기 위해서는 그림 5와 같은 작업에 의해 지리참조 파일을 만들고 이것을 기준으로 실좌표를 가진 그리드로 변경시켰다.

3.2 Membership Grade Value DB 구축

그림 6의 흐름도는 Membership Grade Value를 GIS DB로 구축하는 단계를 나타낸 것이다. GIS DB를 구축하기 위해 개발된 프로그램은 Membership Grade Value 파일로부터 각각의 속성들을 추출하도록 하였다. Visual Basic으로 작성된 MGrade 변환 프로그램(그림 7)은 Arc/Info 시스템에 입력 가능 하도록 ASCII화일 형식의 파일을 생성하였다. 일단 받아들여진 속성 테이블은 Point 좌표 파일에 의해 만들어진 Point 레이어의 내부 ID와 연결 될 수 있다.

MGrade 변환 프로그램은 세가지 작업을 수행한다. 첫째, 사용자에게 좌표화일, Membership Grade Value 파일들을 선택하게 하고 영상 크기와 결과 파일을 입력하도록 한다. 두 번째, 지정된 파일들에 의해 일련의 ID와

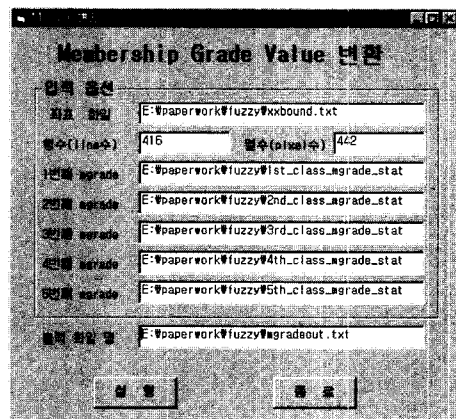


그림 7. MGV 파일 추출

Membership Grade Value에 대한 값을 지정된 출력 파일에 기록한다. 마지막으로 지정된 범위 좌표와 영상 크기에 의해 일련의 ID와 Point 좌표 파일(X 좌표, Y 좌표)을 계산하여 좌표 파일에 기록한다. 좌표 파일은 프로그램 내부에 지정된 이름을 사용하여 기록한다.

일련의 ID는 영상의 좌상단을 기준으로 영상의 크기(열과 행) 만큼의 순차 번호로 Membership Grade Value 추출 값과 Point 레이어와의 연결을 위해 사용된다.

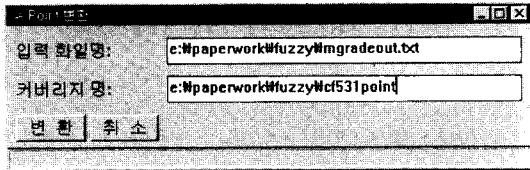


그림 8. Point 도형 생성

표 2. 퍼지 분류에 의한 항목별 면적(km²)

	분류면적
삼림	68.77(45.96%)
물	11.21(7.5%)
농경지	43.46(29.05%)
인공구조물	21.98(14.69%)
나대지	4.19(2.8%)
계	149.61(100%)

3.3 Point Layer 생성

그림 6에서 보여 주는 바와 같이 MGrade 변환 프로그램에 의해 생성된 Membership Grade Value 추출 파일과 Point 좌표 파일은 Arc/Info 시스템에서 Membership Grade Value 속성 테이블과 Point Layer로 만들도록 하였다(그림 8).

Membership Grade Value 추출 파일로 만들어진 속성 테이블은 Point Layer와 연결하기 위한 임시 테이블로 존재하게 된다. 텍스트 파일에 의한 Point Layer를 만들기 위해서는 시스템 ID, X좌표, Y좌표의 값을 갖는 파일 구조를 형성하여야 하며, Layer 생성 후에 위상구조를 만들도록 하여 도형 속성 테이블을 만들도록 하였다. 도형 속성 테이블은 시스템 ID에 의한 레코드를 구성하고 있기 때문에 Membership Grade Value 속성 테이블의 값들을 참조할 수 있다. 이와 같이 시스템 ID에 의해 Membership Grade Value 테이블 항목들을 Point Layer 속성 항목으로 연결하여 새로운 Point Layer 속성 테이블을 구성하도록 하였다.

4. 적용결과 및 고찰

이 연구의 목적이 퍼지 영상분류 결과의 검증에 있는 것이 아니므로 별도의 분류결과 검증을 실시하지는 않았다. 다음 표 2는 퍼지 분류에 의해 얻어진 분류항목별 분류면적이며, 그림 9는 퍼지분류 결과 영상이다. 퍼지분류로 얻어진 영상과 Membership Grade Value를 GIS

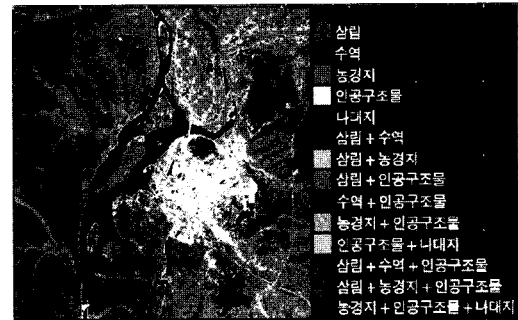


그림 9. 퍼지 최대우도 분류 알고리즘을 이용한 분류 결과

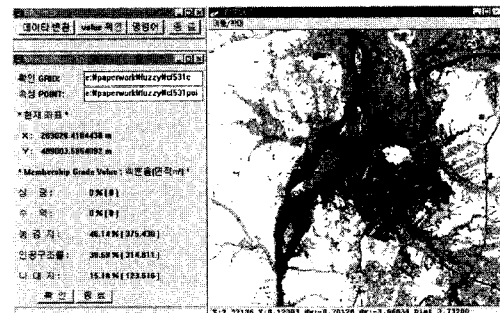


그림 10. 퍼지 영상 분류에 의한 Membership Grade Value 확인

데이터베이스로 구축되도록 하였으며 이 데이터에 대한 값을 GIS 기법으로 확인하는 작업을 하였다. 그림 10은 GIS 데이터베이스로 구축된 퍼지분류 값을 확인하는 것으로 확인하고자 하는 위치에 대한 위치 좌표값과 분류 항목별 퍼센트 단위 값으로 각 셀의 Membership Grade Value 및 분류항목이 각 셀에 차지하는 면적 값을 계산하여 나타내었다.

5. 결 론

이 연구는 퍼지 집합 이론을 적용하여 영상을 분류하였으며, 분류된 영상 결과를 GIS 데이터베이스로 구축한 것으로 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 일반적인 위성영상의 분류기법에 의한 분류결과를 GIS DB로 구축하기 위한 방법은 분류항목의 폴리곤 형성과정 등의 시간 소모적이고 번거로운 과정을 거쳐야 하고 각 영상화소별 분류결과가 독립적으로 추출되는 퍼지분류결과를 그대로 적용하기 어렵기 때문에 이 연구에

서는 위성영상의 퍼지 분류 결과를 폴리곤 형성과정 등을 거치지 않을 뿐만 아니라 한 화소에 할당 가능한 모든 분류항목의 Membership Grade Value를 직접 하나의 GIS Layer 속성항목으로 이용하여 모델링이나 단순 DB 구축 등에 보다 신속하고 정확하면서도 경제적으로 이용할 수 있는 기법을 개발하였다.

둘째, 퍼지분류 결과는 한 화소에 여러 가지의 분류 항목이 할당될 개연성이 있기 때문에 기존의 분류 결과와는 전혀 다른 프로그램 설계에 의한 GIS DB구축이 이루어져야 한다. 이러한 의미에서 이 연구에서는 한 화소에 할당된 모든 분류항목에 대한 분류면적과 백분율 등을 일목요연하게 시각적으로 표현하고 분류 그리드 데이터의 한 화소에 할당된 Membership Grade Value를 모델링에 하나의 속성으로 이용할 수 있는 방안을 제시하였다.

셋째, 토지피복속성을 하나의 인자로 이용하는 대부분의 모델링 경험식은 한 화소에 하나의 토지피복 항목만이 할당되어 있다는 전제하에 개발된 것이므로 퍼지분류 결과를 모델링에 이용하기 위해서는 새롭게 설계되고 검증된 모델링 경험식이 요구된다. 그러므로 보다 진보적인 연구를 위해 퍼지분류 결과를 GIS 모델링에 이용할 수 있는 모델링 경험식의 개발이 차후 연구과제라고 하겠다.

참고문헌

1. 양인태, 김홍규, “리모트센싱 기법을 이용한 호소수질 관리 방안”, 대한토목 학회 논문집, 제14권, 제1호, 161-170, 1994.
2. 양인태, 김홍규, 신계중, “퍼지집합이론을 이용한 감독 분류 정확도 향상”, 대한토목 학회 논문집, 제19권, 제1-3호, 851-862, 1999.
3. ESRI, “ARC/INFO Manual and Command Reference”
4. Bradley C. Reed and Jerry L. Whistler, “Incorporating the STATSGO Soil Database into a GIS”, GIS WORLD, 36-40, December 1990.
5. ERDAS, 1995, ERDAS field guide 3rd edition.
6. Gregory A. Baxes, Digital Image Processing, Prentice Hall., 1983.
7. John R. Jensen, Introductory Digital Image Processing 2nd Edition, Prentice Hall, 1996, 240-243.
8. Paul M. Mather, Computer Processing of Remotely Sensed Images, John Wiley and Sons, 1987.
9. P. N. Blonda *et al.*, “An experiment for the interpretation of multitemporal remotely sensed images based on a fuzzy logic approach”, Intl. J. of Remote Sensing, Vol. 12, No. 3, 1991, 463-476.
10. Tizhoosh. H. R., “On a systematic Introduction into fuzzy Image Processing”, AFN97 Annual Meeting, 1997, 39-45.
11. Wang. F., “Improving Remote Sensing Image Analysis through fuzzy Information Representation”, PE & RS, 56(8), 1990, 1163-1169.
12. Wang. F., “Integrating GIS's and Remote Sensing Image Analysis Systems by Unifying Knowledge Representation Schemes”, IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing, 29(4), 1991, 656-665.
13. Zadeh, L. A., “fuzzy Sets”, Information and Control, 8, 1965, 338-353.
1. 양인태, 김홍규, “리모트센싱 기법을 이용한 호소수질