

위성영상을 이용한 벡터형 수치임상도 갱신기법

윤 정숙, 이 규성
인하대학교 지리정보공학과

1. 서론

지리정보시스템의 구축과 활용에 있어서 요구되는 노력과 비용의 상당 부분은 공간자료의 제작이다. 이러한 공간자료구축과 관련하여 보다 중요한 문제는 이미 구비된 공간데이터베이스를 최신의 정확한 정보로 유지할 수 있는 자료의 갱신이라고 할 수 있다. 현재 GIS 공간자료의 갱신은 대부분 항공사진측량을 통하여 최근의 변화부분에 대한 수치지도를 다시 제작함으로써 이루어진다. 이런 방법은 작업 시간이 오래 걸리거나 제작경비, 제작시기에 따른 문제점을 가지고 있다. 항공사진의 촬영, 판독, 도화 그리고 수치화에 소요되는 노력과 비용을 감안한다면, 최근 다양한 종류의 센서를 탑재한 원격탐사 위성영상을 이용하여 GIS 공간자료를 갱신하는 방법을 고려할 수 있다. 물론 현재의 위성영상이 가지고 있는 공간 해상도의 한계로 인하여 항공사진에 의한 자료갱신의 모든 영역을 대체할 수는 없지만, 현재 추진중인 고해상도 위성영상의 주요 활용분야로서 GIS 공간자료 구축 및 갱신을 꿈고 있는 만큼 위성 영상의 활용도는 날로 증가할 전망이다.

임상도는 우리 나라 전역의 산림에 대한 임목자원의 분포를 보여주는 주제도로 1970년대 초반부터 산림청 임업연구원에서 제작 배포하고 있다. 1971년부터 항공사진과 현지조사에 의하여 전국적으로 실시되고 있는 산림자원조사사업은 약 10년을 주기로 시행해 오고 있는데 이 조사 사업에 의하여 제작되는 임상도는 산림에 대한 현황을 파악하는 중요한 자료로 산림자원관리 및 다양한 목적의 환경관리에 사용되고 있다. 이러한 임상도를 전산화한 수치임상도는 지형도와 같이 정밀한 정확도를 요구하지 않기 때문에 현재의 위성 영상 자료를 이용하여도 충분히 갱신할 수 있는 성격의 주제로 생각할 수 있다.

GIS와 원격탐사 두 기술은 밀접한 관계를 가진 기술분야로서 여러 가지 측면에서 상호보완적인 형태로 발전해오고 있다. 이런 기술상의 접목은 지도화 작업과정에서 많은 인력과 경비를 지출하게 되는 자연 자원관리 분야에서 이용의 가치가 높아지고 있다. 본 연구에서 수치임상도라는 비교적 간단한 구조의 GIS 공간자료를 갱신하는데 있어서 원격탐사 기술을 효과적으로 적용하는 방법을 제시하고자 한다.

2. 연구방법

2.1. 연구자료

본 연구에서 사용한 영상자료는 Landsat 5호에서 획득한 TM(Thematic Mapper)영상으로 1996년 9월 26일 오전 10시 23분에 촬영되었다. 연구지역은 행정구역상 충청북도 청주시, 청원군, 음성군, 괴산군, 보은군과 충청남도 천안시, 공주시, 연기군 및 대전광역시를 포함하고 있으며 우측 상단으로 속리산 국립공원이 위치하고 있다.

수치임상도는 산림청 임업연구원에서 1994년부터 산림자원의 정보화 사업의 하나로 임상도를 전산화한 자료이다. 산림지역의 도형 자료와 함께 임상, 밀도, 경급, 영급의 속성자료가 1:25,000 도엽단위로 구성 되어있다. 이 연구에서 갱신 대상으로 선정된 임상도 수치지도는 지난 1991년에 제작된 은행과 속리천의 두 도엽으로 이 지역에 해당하는 영상이 추출되었다.

값들을 이용함으로써 변화가 발생한 임분을 찾아내고자 하였다.

영상이 수치임상도와 같은 좌표체계로 기하학 보정되어 그림 2와 같이 수치임상도의 벡터 자료와 중첩이 가능하며, 동일한 임분 구획으로 구분되어지는 도형 내에 포함되는 식생지수 값에 대한 기본 통계치(평균, 표준편차 등)가 산출되었다. 지형보정을 거쳤으므로 같은 임분구획 즉, 수종이 동일하고 임상의 밀도, 영급, 경급이 동일하다고 인정되는 임분은 식생지수값의 변이가 심하지 않기 때문에 따라서 표준편차 값이 낮다고 생각할 수 있다.

그림 2와 같이 벡터형 수치임상도와 격자형 자료인 식생지수 영상을 중첩하여 수치임상도의 도형 id를 유지하여 동일한 임분 구획에 해당되는 식생지수에 대한 통계 자료를 구한다. 이러한 통계자료는 바로 벡터형 자료의 속성 자료에 첨가된다. 그러므로 수치임상도의 속성 자료에는 수종, 영급, 경급 및 밀도의 기본적인 수치임상도 속성자료 이외에 통계자료가 추가되어 영상과 함께 중첩하여 볼 수 있게 된다. 통계 자료로는 임분 구획에 해당하는 식생지수의 평균과 표준편차와 최소값을 구하였다.

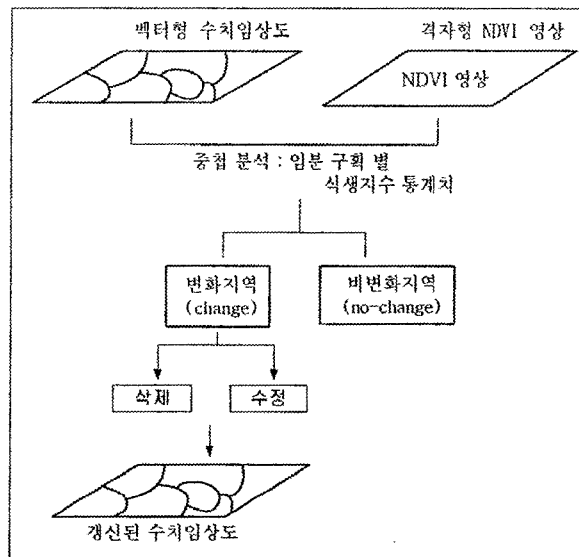


그림 2. 수치임상도 벡터 자료와 식생지수 영상의 중첩분석

그림 3은 연구 지역의 수치임상도에 포함된 약 2,000개의 임분에서 추출된 식생지수의 평균과 표준 편차의 관계를 보여주고 있다. 지형 보정이 이루어져 임분 구획 내에서 변이가 적을 것이라는 가정에도 불구하고 표준 편차의 폭이 큰 것을 볼 수 있다. 임분 구획 내에 해당되는 식생지수의 평균과 표준편차를 이용하여 산림이 다른 용도로 변화되어진 임분을 찾아 낼 수 있다. 식생지수 평균으로 산림과 비산림이 구분되며 표준편차의 대소는 하나의 임분 구획 내에서 변이의 정도를 알 수 있게 한다. 또한, 표준편차가 큰 임분은 일부분이 벌채되었거나 농지, 택지등 타용도로 전환된 상태로 볼 수 있다.

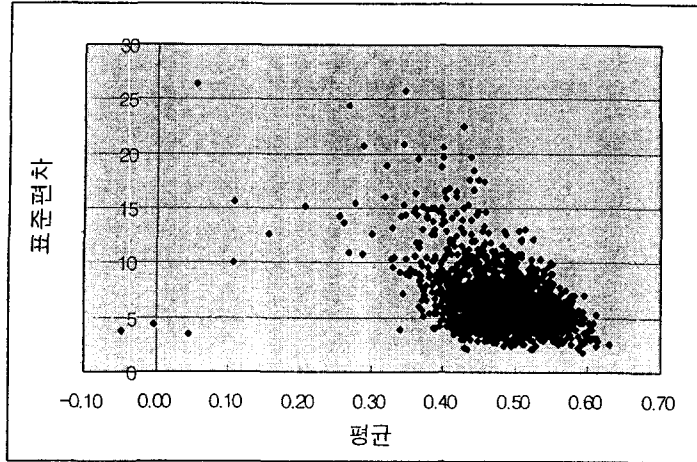


그림 3. 대상지역의 식생지수 평균과 표준편차

2.4. 변화 임분 도형의 갱신

변화되었다고 판단되어지는 갱신 대상 임분 중에서 임분 구역 전체가 농지 등 타용도로 전용된 지역은 수치임상도에서 제거한다. 임분 내에서 부분적으로 변화가 발생한 임분 구역들은 몇 가지 그룹으로 분류가 가능하다. 이런 부분적인 변화가 보이는 임분 구역은 영상에서 필터를 적용한 후 경계선을 추출하고 이를 벡터 변환하여 수치임상도에 추가하여 임분 구획을 나누었다.

경계선 추출을 위한 필터는 Sobel 필터를 적용하여 경계선을 강조시키고 이를 look-up table 조정하여 흑백영상(binary image)를 생성한다. 이 후 Laplacian high-pass filter를 적용하여 세선화(Thinning) 과정을 거쳐 벡터 변환하기에 적절한 화소만 추출되도록 한다.

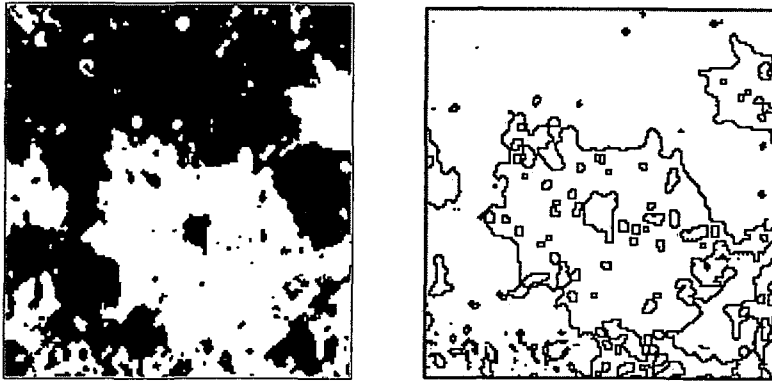


그림 4. 필터를 적용한 후 Binary image(좌), 라플라시안 필터를 적용한 영상(우)

수치임상도를 갱신하는 과정은 수정 할 대상으로 선택된 임분 구역에 해당되는 도형과 벡터 변환한 자료를 중첩하여 도형에 포함되는 선형을 추가하는 작업을 하였고 선형 추가작업에 대한 편집 작업을 한다. 벡터 변환 과정에서 변환한 결과가 좋지 않은 부분은 필터를 적용한 최종 결과와 중첩하여 작업자가 직접 편집을 해주는 과정을 거친다.

3. 연구결과

식생지수 평균과 표준편차 및 임분 내의 최소값의 통계 자료를 이용하여 임분 구역들을 유형 분류한 결과 갱신 대상이 되는 임분도형(polygon)들을 표 1과 같이 몇 가지 유형으로 나누어 볼 수 있다.

표 1. 식생지수 값을 이용하여 판단된 갱신 대상 임분의 유형

평균	표준편차	최소값	유형	수정 사항
저	저	저	임분 하나가 전체적으로 개발, 도시 외곽 부분	삭제
		고	존재하지 않음	
	고	저	부분적 개발지가 존재	도형 수정
		고	산림 훼손지(산불, 병충해...)	
고	저	저	미세한 화소들이 혼합됨	수정 대상으로 하지 않음
		고	지형적인 요인, 산림내 분포	
	고	저	개발 지역이 존재하나 도형 면적에 따른 식생지수 높음	도형 수정
		고	존재하지 않음	

표 1과 같은 결과는 임분 구획에 해당하는 식생지수의 평균, 표준편차 및 최소값에 따라서 영상과 함께 분석함으로써 나누어진 유형이다. 삭제된 임분 구획들은 도시 확장으로 인하여 임상도에서는 산림으로 표시된 지역이 모두 개발되어 더 이상 산림이 아닌 경우이다. 또한, 부분적인 변화를 보이는 임분은 산지 중에 도로가 개설된 결과이거나 산림지역에서 택지조성과 같이 부분적 개발의 형태를 보이는 지역이다. 표준편차가 커서 지역적인 변화가 있을 것이라 추정되었더라도 실제로 수정할 대상이 되지 않는 도형이 포함 될 수 있다. 이런 영향을 미치는 변수는 도형의 넓이, 산림이 감소된 결과 즉, 감소되어 도시와 같은 지역으로 변화되었는지 아니면 개발지 이외의 산림 훼손인가에 따라서 또, 이런 산림 감소지역의 면적 등과 같은 요소가 될 수 있다. 지형 보정을 거쳐서 동일한 임분 내의 편차를 감소시켰음에도 지형적인 영향이 남아 있는 지역이 있으며, 산림 훼손지와 같은 경우는 산불이나 병충해와 같은 재해지역으로 보인다.

표 2는 갱신되어진 수치임상도에서의 면적변화를 보여주는 표이며 그림 5는 이에 따른 그래프이다.

수종	감소면적(ha)	수종	감소면적(ha)
M(혼효림)	158	L(경작지)	12
H(활엽수)	60	PK(갓나무림)	9
R(임지 외)	57	CA(밤나무)	5
PR(리기다소나무림)	56	PH(자작, 상수리림)	4
PL(낙엽송림)	35	LP(초지)	3
D(소나무림)	31		
합 계		순수산림	358
		진체산림	431

표 2. 수정 이후의 면적 변화

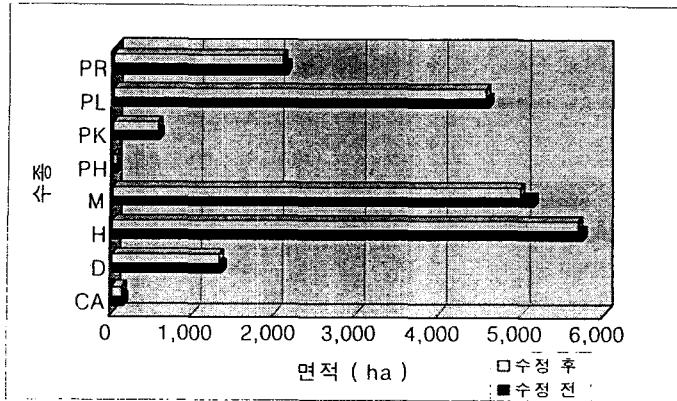


그림 5. 수치임상도 갱신 이후의 면적 변화 그래프

4. 결론

본 연구는 1991년 임상도가 제작된 이후의 7년 동안의 산지개발로 인하여 발생한 변화부분을 1996년 위성영상자료를 통하여 효과적으로 탐지 및 수정 할 수 있었다. 그러나 이 연구는 산림지역이 개발로 인하여 감소되어진 지역을 대상으로 갱신의 작업을 하였으므로 향후 그 반대의 경우 즉, 산림 외 지역이 녹지조성 사업으로 인하여 증가하는 경우에 대한 연구가 있어야 할 것으로 생각된다. 또, SAR 영상이나 다른 영상을 이용하여 임상도의 속성을 갱신할 수 있는 방안을 향후 연구과제로 고려할 수 있다. 필터를 적용한 영상을 벡터 변환하는 과정에서 자료의 손실로 인하여 편집작업이 많아 질 수 있으므로 이 부분에 대한 연구가 선행되어야 할 것으로 판단된다.

5. 참고 문헌

1. Robert A. Schowengerdt, 1997, Remote Sensing Models and Methods for Image Processing (2nd), Academic Press
2. Lee, Kyu-Sung and Jung-Sook, Yoon, 1997, Radiometric Correction of Terrain Effects for SPOT and Landsat Thematic Mapper Imagery in Mountainous Forest Area, Vol. 13, No. 3, pp. 277-292
3. Douglas Stow, Robert Parrott, Steven Sperry, Processing Flows for Correcting and Updating Vector-coded GIS Layers using Remotely Sensed. Data, Proceedings of a special session held at the Baltimore 1991 ACSM-ASPRS Annual Convention, pp.185-193
4. Russell G. Congalton, 1997, Exploring and Evaluating the Consequences of Vector-to-Raster and Raster-to-Vector Conversion, Photogrammetry Engineering & Remote Sensing, Vol. 63, No.4, pp. 425-434
5. Jensen J. R, 1996, Introduction Digital Image Processing, Prentice Hall