

# GIS를 이용한 원격탐사 영상의 변화탐지

## Change Detection of Remote Sensing Images using GIS

양인태\*\* · 한성만\*\* · 오이균\*\* · 박재국\*\*

Yang, In Tae, Hang, Soung Man, Oh, Yee Kyun, Park, Jae Kook

### 1. 서론

1980년대에 들어서 서해연안지역의 연안개발을 위해 활발한 간척사업과 인천 국제공항 건설, 신항만 건설, 쓰레기 매립지 건설, 신도시 건설, LNG 인수기지건설 등 지속적인 개발을 통해 인구의 집중과 상업지역의 밀집 등 이 지역 일대의 토지이용이 상당히 빠르게 변화되고 있다.

이러한 상황에서 국토의 효율적인 관리와 이용 계획을 위해 광범위한 토지이용 및 그 변화를 신속하고 정확하게 탐지할 수 있는 기술이 요구되었고, 이러한 목적을 달성하기 위해 주로 인공위성 영상을 이용하여 공간정보 및 그의 변천을 파악하여 왔다. 그러나 이러한 방법은 각 인공위성영상에 의해 추출된 각각의 정보를 종합적으로 분석하는데 한계를 갖고 있다. 그러므로 이러한 한계를 극복하기 위해서 GIS를 통한 데이터베이스를 구축하여 분석하는 방법을 채택하고 있다. 그러나 이와 같은 방법도 주로 인공위성영상의 분류결과를 각 군집별로 폴리곤을 형성하여 지리정보 체계의 매개변수로 이용함으로써 복잡한 분류사상들을 모두 폴리곤으로 변환시키는데 어려움이 있다. 또한 폴리곤 사이의 에러를 수정하는데 상당한 시간과 노력이 소요된다<sup>1)</sup>. 또한 원격탐사 된 인공위성영상을 이용하여 공간정보의 변화량을 추출하고, 그 결과를 직접 데이터베이스화함에는 많은 시간이 들고, 그 결과를 검색함에는 여러 단계를 거쳐야하며, 또한 각각의 단계가 단속적으로 이루어져 진정한 의미의 정보 추출 및 검색이 이루어지고 있지 못하다. 그러므로 이 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 인공위성영상의 분류값을 각각 코드화하여 데이터베이스화하고, 이것을 GIS의 한 매개변수로 이용함으로써 인공위성에 내포된 공간정보를 대량으로 신속하게 처리하여 위성영상의 변화탐지를 수행하였다.

### 2. 영상처리

#### 2.1 대상지역 영상

GIS를 이용한 다시기 위성영상의 변화탐지를 수행하기 위한 시범대상지역으로 1980년대 이후 급속한 토지이용변화를 보여주는 인천연안을 대상으로 하였다. 그림 1은 연구대상지역을 나타낸 것이다. 이 연구에서 우선적으로 인천 연안의 시계열 토지피복변화량을 산정하기 위해 1985년, 1992년 1996년, 1999년에 각각 관측된 위성영상을 취득하였고, 인천 검조소의 검조기록부를 통해 촬영 당시 조위를 산출하였다. 또한 위성영상의 기하보정을 위해 환경부에서 실측한 지상기준점 8개 지점을 선정하였다.

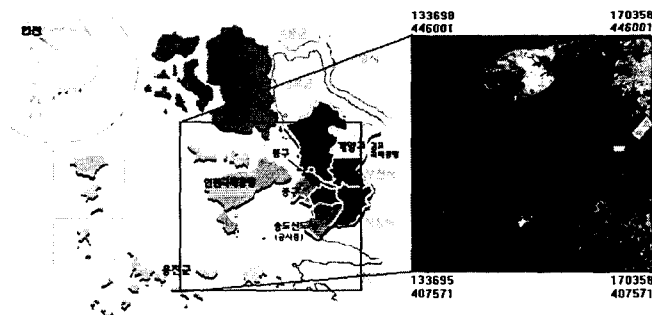


그림 1 검조대상지역

\* 정회원·안산공과대학 토목과 교수  
\*\* 정회원·강원대학교 토목공학과 박사수료

## 2.2 영상처리

수집된 4개 년도의 Landsat TM 위성영상과 지상기준점을 이용하여 기하보정을 실시한 후 분류항목선정과 트레이닝을 실시하여 각종 통계자료를 수집하였다. 다음으로 최대우도 결정규칙을 이용하여 감독분류를 실시한 후 분류영상을 GRID로 변환하여 각 년도별로 레이어로 처리하였고, 이를 중첩하고 질의하여 각종 유용한 정보를 추출하였다.

이 연구에서는 미보정 영상의 기하보정을 실시하기 위해 환경부에서 실측한 지상기준점 8개 지점을 선정한 후 1999년 영상에 대해 Map to Image 방식으로 기하보정을 실시하였다. 1986년 영상의 기하보정은 이미 11년이라는 시간이 흘러 당시의 참조자료를 구하기가 힘들고 지리적으로 상당한 변화가 있으므로 도로의 교차로, 건물 모퉁이, 다리와 같이 잘 변하지 않는 곳을 선정하여 기하보정이 완료된 1999년 영상을 참조, Image to Image 방식으로 1985년 영상에 대해 기하보정을 하였다.

이때 좌표변환은 Affine 변환 방정식을 이용하였고 재배열은 가장 계산이 빠르고 간단하며, 원래 자료의 화소값에 변질을 줄일 수 있고 주제도와 같은 8비트 영상의 재배열에 적합한 최근린 내삽법을 사용하여 30m×30m로 재배열하였다. 이러한 방법으로 1992년, 1996년 영상에 대해서도 1999년 영상을 기준으로 Image to Image 방식으로 기하보정을 실시한 후 연구대상지역을 절취하였다.

이 연구에서 네 시기의 영상에 대해 기하보정을 실시한 결과 1999년 영상의 RMSE는 0.21화소(약 6.3m)로 나타났고, 1985년 영상은 0.37화소, 1992년 영상은 0.36화소, 1996년 영상은 0.36화소로 30m 해상도를 가진 Landsat TM 영상의 통상적 허용오차 0.5화소(약 15m)를 만족시켰다4).

## 3. 토지피복분류

### 3.1 최대우도 분류법에 의한 토지피복분류

이 연구에서는 Parametric 결정규칙 중 어떤 화소가 어떤 분류항목에 포함될 개연성에 기초한 방법인 최대우도 분류법을 이용하여 6개의 분류항목으로 토지피복분류를 실시하였다. 이때 필요한 통계학적 매개변수는(평균, 공분산 행렬) Region Growing 기법을 이용하여 자동추출 된 표본에서 계산되었다.

최대우도 분류법에 의한 토지피복분류 결과, 그림 2~5과 같이 년도별 분류영상을 나타낼 수 있었으며, 표 1과 같이 년도별 분류항목에 대한 면적을 산출할 수 있었다.

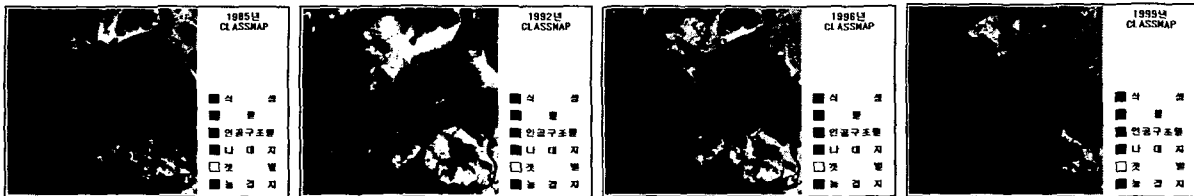


그림 2 토지피복 분류영상(1985년)

그림 3 토지피복 분류영상(1992년)

그림 4 토지피복 분류영상(1996년)

그림 5 토지피복 분류영상(1999년)

표 1 년도별 분류항목 면적

분류항목	면적(Km <sup>2</sup> )			
	85년	92년	96년	99년
식생	81.785	74.650	66.759	56.757
물	1143.546	965.754	1072.539	1112.235
인공구조물	27.929	32.584	35.683	38.415
나대지	2.752	28.320	39.632	82.662
갯벌	91.443	229.068	146.311	62.585
농경지	61.389	78.468	47.920	56.190
계	1,408.844	1,408.844	1,408.844	1,408.844

### 3.3 분류정확도 검증

이 연구에서는 분류 결과의 정확도 검증을 위한 참조자료로 지형도와 수치지도를 이용하여 검사점을 선정한 후 참조자료와 분류결과와의 비교를 통해 정확도 검증을 실시하였다.

표 2에서의 전체 정확도는 93.37%~97.39%로 통상적 기대치 보다 비교적 높게 나타났다. 이처럼 전체 정확도가 높게 나타난 원인은 검사점 선정시 경험상 육안으로 구분이 용이한 지점만을 선정함으로써 전체정확도가 높게 나타

난 것이며, 연구지역의 80%를 차지하는 바다에 비해 육지가 20%만 존재하는 협소한 지역을 대상으로 정확도를 계산하였기 때문에 상대적으로 전체 정확도가 높게 나타난 것으로 사료된다. 따라서 향후 Stratified Random Sampling과 같은 샘플링 방법을 이용하여 검증을 실시한다면 좀더 신뢰성 있는 검증결과를 얻을 수 있을 것이다.

표 2 전체 정확도

단위 : %

	전체 정확도
1985년	93.37
1992년	97.39
1996년	95.01
1999년	95.48

#### 4. 변화탐지

토지피복에 대한 변화탐지를 실시하기 위해 다음과 같은 방법을 수행하였다.

첫째, 정확한 변화탐지를 위한 선행조건들을 만족시키기 위해 동일 지역에 동일 위성 시스템에서 얻어진 영상을 이용하여 공간해상도, 분광해상도, 복사해상도를 만족시켰다. 또한 분류작업 전에 네 시기의 영상을 모두 허용오차 이내의 기하보정이 되도록 함으로서 분류결과 및 변화탐지에 미칠 수 있는 오차를 최소화하였다. 둘째, 최대우대 분류법에 의해 분류된 네 시기의 분류영상을 아스키(ASCII)파일로 변환한 후 이를 다시 그리드(GRID)로 변환하였다.

셋째, 그리드로 변환된 4개의 파일을 그리드 연산을 통해 하나의 통합된 그리드 파일로 만들었다. 넷째, 통합된 그리드 파일을 그리드 분석을 통해 변화영상과 각종 통계값을 생성하였다. 그림 6은 변화탐지를 수행하기 위한 흐름도이다.

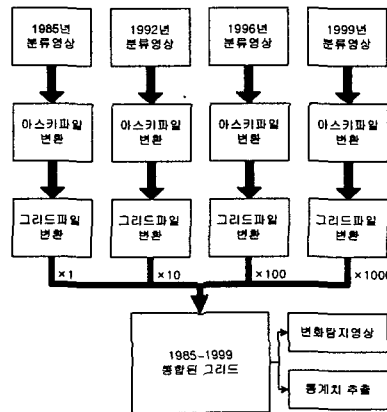


그림 6 변화탐지 흐름도

표 3에서 식생은 전반적으로 감소하는 추세인 반면, 인공구조물과 나대지는 증가하고 있다. 농경지의 경우 1992~1996년 사이에 크게 감소하였는데 이는 당시 시화방조제 건설과 인천 신공항 건설에 따른 대단위 매립공사가 진행되어 농경지가 감소한 것으로 사료된다. 특히, 물의 경우 한 때 감소하다 다시 증가하였으나 이는 갯벌과 높은 인과 관계에 있다. 갯벌은 조석간만의 차에 의해 1985~1992년에 크게 증가하다 계속적으로 감소하였다. 갯벌의 변화는 조석간만의 차에 의해 발생된 오류로 전반부에 소개하였듯이 검증은 불가능하였다.

표 3 토지피복의 년 평균 증가율

분류항목	1985년~1992년	1992년~1996년	1996년~1999년	평균
식생	-1.30	-1.58	-2.29	-1.72
물	-2.39	1.51	0.52	-0.12
인공구조물	2.23	1.31	1.06	1.53
나대지	39.52	4.92	11.07	18.50
갯벌	14.02	-6.20	-11.42	-1.20
농경지	3.57	-6.80	2.30	-0.31

그림 7은 1985년, 1992년, 1996년, 1999년 네 시기에 걸쳐 변화된 토지피복의 변화탐지결과를 시각적으로 한눈에 알아볼 수 있도록 그림으로 나타낸 것이다.

그림 8, 9, 10은 두 시기별로 짝을 지어 토지피복의 변화정도를 시각적으로 알아볼 수 있도록 그림으로 나타낸 것이다.

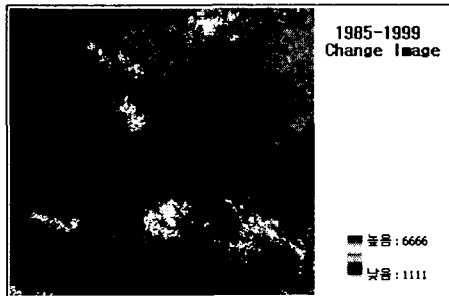


그림 7 네 시기에 대한 변화탐지 영상

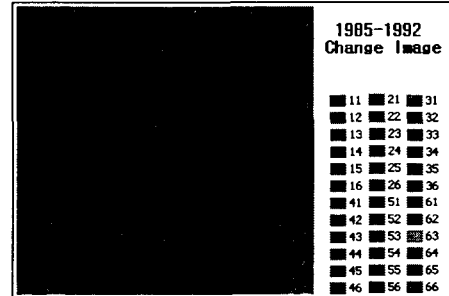


그림 8 두 시기에 대한 변화탐지 영상(A)

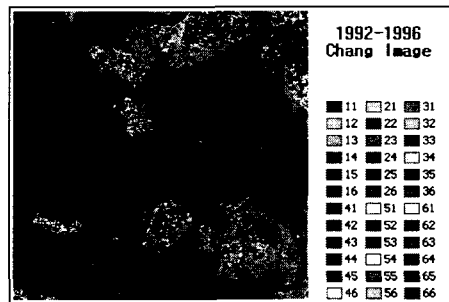


그림 9 두 시기에 대한 변화탐지 영상(B)

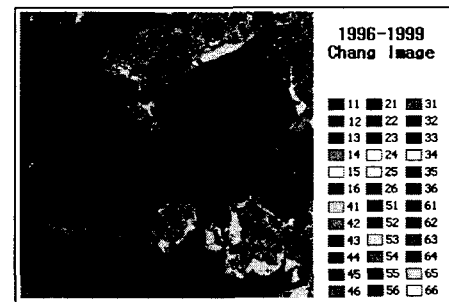


그림 10 두 시기에 대한 변화탐지 영상(C)

## 5. 결론

이 연구에서 GIS를 이용한 위성영상의 변화탐지 수행결과 기존의 영상정보처리 보다 쉽고, 효과적으로 시계열 변화영상을 제작할 수 있었으며, 면적변화량 추출 및 각 화소에 대한 토지피복의 변천과정을 추적할 수 있었다. 또한 네 시기의 분류영상을 하나로 통합함으로써 741개의 변화정보를 추출할 수 있어 사용자에게 다양한 정보를 제공할 뿐만 아니라 특정지역의 토지피복에 대한 변천사를 제공할 수 있었다. 향후 고해상도의 위성영상을 이용함으로써 고품질의 정보를 제공할 것으로 기대되며, 그리드 연산과 같은 방법을 이용하여 다른 시기에 대한 정보를 계속적으로 추가함으로써 좀더 업그레이드(Upgrade)된 정보를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

## 참고 문헌

1. 양인태, 김홍규, 최영재, 박재훈, “원격탐사 영상의 퍼지 최대우도 분류결과를 이용한 GIS 데이터베이스 구축 기법”, 한국측량학회지, 제17권 제2호, 1999년, pp.189~196.
2. 양인태, 한성만, 최승필, “해도를 이용한 해안 지형의 변화량 산정”, 한국측량학회지, 제20권, 제2호, 2002년, pp.103~110.
3. 임용조, 신대혁, 오성남, 안충현, “시계열 Landsat TM 위성영상 지표피복도의 정량적 분류정확도 검증”, 대한원격탐사학회 춘계학술대회 논문집, 통권2호, 1999년, pp.8~13.
4. John R. Jensen, Introductory Digital Image Processing 2 Edition, Prentice Hall, 1996년, pp.240-243.
5. Paul M. Mather, Computer Processing of Remotely Sensed Images, 1987년