

공간적 토지피복 예측을 위한 모형에 관한 연구

김 의 흥*

A Study on Modeling of Spatial Land-Cover Prediction

Eui-Hon Kim

요 약

본 연구의 목적은 토지자원의 유효한 개발과 관리를 위해 원격탐사 자료 및 지상자료를 이용하여 토지피복(이용)의 예측 모형을 정립하고 실제로 제주도 지역에 적용하여 그 실증을 거치는 것이었다.

본 모형은 계절분석(multi-date processing) 및 다중 분석(multi-file processing) 기법을 채택하고 Markov의 확률 이전 계산법 및 판별 함수(discriminant function) 계산법으로 부터 합성 출현시킨 공간적/시간적 토지 이용 투영방법을 채택하였다.

판별 함수 계산법은 토지피복(이용) 변화상의 최다 경향치를 산출 하기 위해 제주도 경관 평면(landscape plane) 전지역의 각 화소(pixel)에 적용되고, 확률 이전 계산법은 특정 미래 시간 간극상에서 상이한 토지피복(이용)으로 변화하는 이들 화소의 수량을 결정한다.

본합성 모형은 이렇게 토지피복 변화상(공간적)과 그 화소의 수량(정량적)을 결합하여 경관 평면상에서 미래의 토지피복 예측을 가능케 하는 것이다.

ABSTRACT : The purpose of the study is to establish models of land Cover (use) prediction system for development and management of land resources using remotely sensed data as well as ancillary data in the context of multi-disciplinary approach in the application to CheJoo Island.

The model adopts multi-date processing techniques and is a spatial/temporal land-Cover projection strategy emerged as a synthesis of the probability tra-

* 시스템 공학 연구소 (Systems Engineering Reserch Institute, P.O.Box 1, Yoosung, Daejon, Korea, 305-600, Tel. (042) 869-1551)

nsition model and the discriminant-analysis is model. A discriminant model is applied to all pixels in CheJoo landscape plane to predict the most likely change in land Cover. The probability transition model provides the number of these pixels that will convert to different land Cover in a given future time increment. The synthetic model predicts the future change in land Cover and its volume of pixels in the landscape plane.

서 론

토지 이용도 작성은 대체로 3가지 유형으로 발전 될 수 있다. 1) 토지 이용 상황 파악, 2) 토지 이용 변화 파악, 3) 미래 토지 이용 예측이다.

토지 이용 변화를 다루는 논문들은 흔히 정량적 변화치와 지역적(공간적) 변화상을 별개적으로 작성해내는 경향을 보여왔고 이 경향은 토지 이용의 미래 예측에 관해서도 마찬가지 였다. 그런 중 정량적 확률 이전 모형과 판별함수에 의한 분석 모형을 합성한 공간적 토지이용 예측 모형 전략이 필연적으로 도출되게 되었다. (Tom, c., et., '78)

본 연구는 특정 시간 간극에서 정확한 토지 이용 변화 수량의 정보를 주는 토지 이용 경향 모형과 토지상의 각 위치에서 토지 이용 변화상의 최다 확률치의 정보를 주는 선형 판별 모형을 합성하여 출현시킨 새로운 모형의 구조와, 실험 및 실증에 관하여 논 한다.

토지이용 예측모형의 개념 틀

하나의 특정한 토지이용은 분류시스템에서 한개의 종(class)으로 간주될 수 있는 것과 마찬가지로 하나의 특정한 토지이용 변화 역시 토지이용 변화의 분류시스템에서 한 개의 종으로 간주될 수 있다.

본 연구에서는 1985년도 제주도 지역의 토지이용 현황과 그 6년후인 1991년도의 토

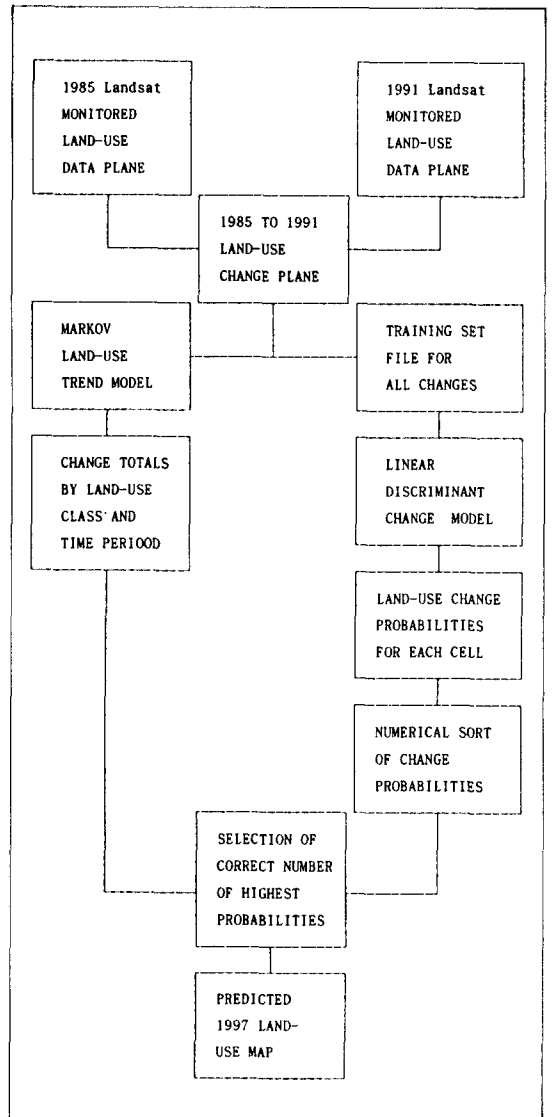


Fig. 1 Combination of Markov and Linear Discriminant Model for Improved Spatial Change Prediction

지이용 현황간에 생긴 토지이용 변화의 종을 정량적으로 정의하고 분류 체계화 하였다.

Fig. 1에서 보이듯이 85년 토지이용 평면과 91년 토지이용 평면으로부터 단계적 판별분석을 거쳐 각화소의 토지이용 변화 최대 경향치를 알기위해 제주도 전지역에 최적 판별함수가 적용 되었다.

Markov 경향 모형은 6년 시간 간극상에서 토지이용 변화 각 종의 비율을 마련해주는 한편 판별함수는 각 지역 화소의 토지이용 변화 각 종의 발생 확률 순서를 결정해 준다. 일정 시간 간극상의 실제 변화는 전지역을 구성하는 전 화소의 변화종을 확률 크기의 순서에 따라 Markov 경향 수량에 대응시키는 것이었다. 낮은 확률의 화소는 변화 없는 것으로 간주 되었다. 이렇게 토지이용의 미래공간의 연차적 예측은 반복처리 과정을 거쳐 수행 될 수 있었다.

'91 토지이용 관측과 '97 토지이용 예측

'85년 토지이용 현황과 '91년 토지이용 현황 공히 Landsat 위성 영상으로부터 작성되었다. 매년 토지이용 종의 가지수는 선형 판별함수에 의해 11개 범주로 분류되고 표1에서 보이는 바와 같이 토지이용 변화의 종은 모두 51가지로 분류되었다.

Fig. 2는 '85년도 토지이용 현황, Fig. 3은 '91년 토지이용 현황, Fig. 4는 '91년 토지이용 예측, Fig. 5는 토지이용 예측을 11개 범주별로 보여준다.

선형 판별함수 산출 과정에서 분류함수의 각 변수별 계수와 상수는 각각

$$Cki = (n-g) \sum_{j=1}^r \times ki A ij$$

$$Cko = \sum_{j=1}^r Cki \times ij$$

여기서

$i = 1, 2, \dots, r$

$j = 1, 2, \dots, g$ 이다.

특징 변수의 수효가 결정되면

$l = 1, 2, \dots, t$

$m = 1, 2, \dots, g$

$k = 1, 2, \dots, n$ 에 대해

l class의 화소에 대해 m 번째의 분류함수의 값은

$$Slmk = Cmo + \sum_{j=1}^r Cmj \times lkj$$

l class의 k 화소가 m class로 분류될 확률은

$$Plmk = \frac{Pm \text{ lxp}(Slmk)}{\sum_{i=1}^g Pi \text{ lxp}(Slik)}$$

여기서 Pm 은 m class의 사후 확률이다.

Table 1 '85~'91 change type matrix

FROM	URBAN	BROAD	CROP	PASTURE	PADDY	OPEN	PERMANENT	DENSE	SPARSE	BARREN	SEA	ROW
TOTAL												
URBAN	2313	174	260	109	987	529	2611					6983
BROAD	6387	2402	3224	457	2722	909						16101
CROP	366	977	20176	1605	699	3206	661					27690
PASTURE	1471	951	7366	323	808	181						11116
PADDY	330	612	7613	1058	4560	3036	1357					18590
OPEN	675	1325	3144	1557	1467	10483	7525					28276
PERMANENT	4168	867	2015	669	3942	4070	35231	1567	1760	1942		58231
DENSE							666	17077	2381	287		20411
SPARSE							871		1084	344		2299
BARREN							755	235		1980		2970
SEA											139003	139003
COLUMN TOTAL	7852	11813	36571	15588	12441	24878	50857	18879	5225	4553	139003	327670

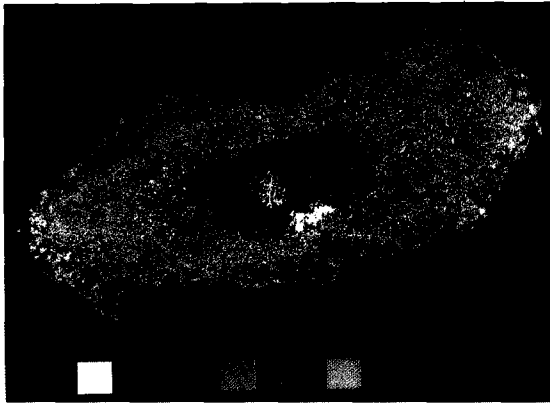


Fig. 2 Land-cover observation of '85

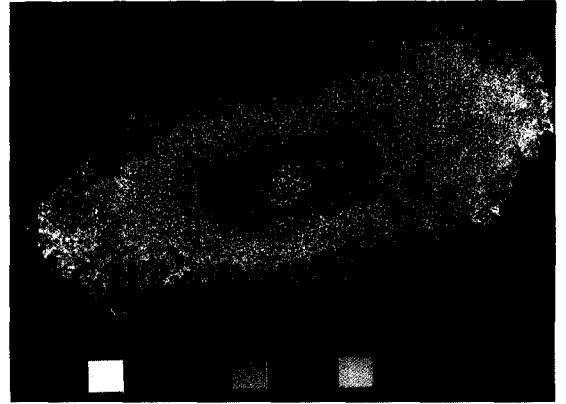


Fig. 4 Land-cover prediction of '91

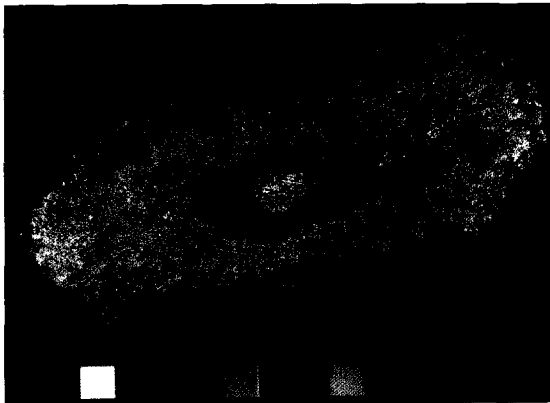


Fig. 3 Land-cover observation of '91

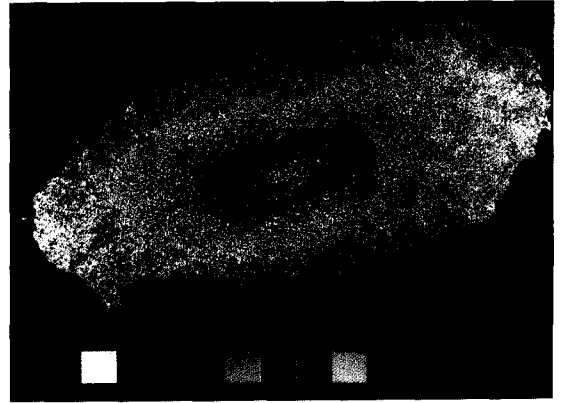


Fig. 5 Land-cover prediction of '97

한편 확률 이전 행렬 $P = [P_{ij}]$ 의 비대각 선상의 각 요소들은 주어진 시간 간격상에서 주어진 토지이용 상황으로 부터 용도가 변화 할 각 확률이다.

행렬에서 모든 행은 stochastic 백터값, 즉 각행 요소의 합계는 1이라는 의미이다.

$$P_i = \sum_{j=1}^m P_{ij} = 1$$

Markov 연쇄 이전 확률 행렬에서 초기 상황에서 n단계 후 상황의 확률은 $[Pr_n] = [Pr]$

$\cdot [P]^n$ 이다.

본 연구에서 초기단계 $[Pr]$ 는 물론 Table 1의 '85~'91 변화상의 행렬이다.

사후(posterior) 확률 순으로 정렬된 각 변화종의 화소들을 대상으로 하여 대응되는 수량 만큼 만 선정하여 '91년도 토지 이용 예측도가 작성 되었다.

공식 $[Pr_n] = [Pr] \cdot [P]^n$ 을 2차단계에 적용시켜 $[Pr_n] = [Pr] \cdot [P]^n$ 식으로 '85~'97 이전 행렬 계산이 가능하다. 전과 마찬가지로 방법으로 상해된 수량의 화소를 선택

하여 '97년도 토지이용도를 작성 할 수가 있었다.

결 론

본 연구에서는 과거의 Landsat 위성영상을 사용하여 토지이용 예측의 방법론을 제시하였는바 본 방법론은 실제 향후의 토지이용 예측에 똑같이 적용 될 수 있다는데 의의가 있겠다.

본 연구에서는 판별함수를 구성하기 위하여 단지 지문학적인 요소만을 고려하였으나 차제에 GIS의 개념을 도입하면 교통, 사회-경제적인 제변수를 판별함수 구성에 입력할 수가 있고 그리하면 토지이용도 작성의 정확도를 향상시킬 수가 있다.

본 연구에서는 Landsat MSS 위성영상(지상 해상도 79m×57m)을 사용하였으나 우리나라와 같이 규모가 작은 토지이용 상황에서는 TM 영상(지상해상도 30m×30m) 또는 SPOT영상(MSS 지상해상도 20m×20m)이 보다 유효하다 할 수 있겠다. 그리고 본 방법론은 또한 농업, 삼림, 수자원, 해양등의 제반 환경분야에 공히 적용될 수 있다는데 의의가 크다 할 수 있겠다.

참 고 문 헌

金義弘, 1993, 국토정보 관리를 위한 리모트 센싱 기술 개발(I), 한국과학기술연구원 시스템 공학 연구소, 과학 기술 처

金義弘, 1984, 'A Study on Modeling of Spatial Land-use Prediction, 生産研究 Vol.36, No. 8, 東京大學 生産技術研究所, pp.20-23

Davis, John C., 1973 Statistics and Data Analysis in Geology, John Wiley & Sons, New York, pp. 170-176.

Kim, E.H. 1983, A Study on Methodology for Spatial Land-use Projection, proceedings of '83 Autumn Conference of Japan Society of Photogrammetry & Remote Sensing, pp. 69-70.

Lee, C.M. 1981, Computer Land Use Mapping with Landsat Digital Data, proceedings of the 2nd Asian Conference on Remote Sensing, Univ. of Utah, pp. C-4-1-13

Mastuoka, R. and Murai, S. 1978, Land-cover Classification using Multi-date Landsat Data, Proceedings of '78 annual Conference of Japan Society of Photography & Remote Sensing, pp.135-138

Tom, C and Miller, L.D. 1978, Spatial Land-use Inventory, Modeling and Projection, NASA Technical Memorandum 79710. pp. 79-83.