

인공위성 영상을 이용한 토지정보시스템의 자료처리 기법 개발

Development of Data Process Techniques of Land Information System Using Satellite Image

강 인 준
(Kang, In-Joon)

요 목

토지 정보 시스템은 토지의 물리적, 법적 특성을 데이터 베이스화하는 것으로서 토지 기록 시스템이라 부르기도 한다. 수치원격탐사 자료는 스펙트럴 자료의 기본적인 통계를 계산하는데 유용하다. 각 밴드의 최대, 최소값, 평균, 표준편차, 분산—공분산 행렬, 그리고 밝기값의 빈도수를 막대도표로 그릴 수 있다. 본 논문에서는 항공사진을 스캐닝 하였으며, 다음 논문에 인공위성 영상을 스캐닝 할 것이다.

ABSTRACT

Land information system is a data base describing physical or legal characteristics of land areas, sometimes called a land records system. The digital remote sensor data is useful to calculate some fundamental statistics of the spectral data. This normally involves computing the minimum and maximum value for each band imagery, the mean, the standard deviation, a variance-covariance matrix, and frequencies of brightness values in each channel which are used to produce histograms. In this paper, author emphasize scanning for aerial photos, and next paper will be scanning for satellite image.

1. 서 론

토지는 모든 나라에 있어서 경제적, 사회적, 환경적 발전에서 중요한 역할을 하기 때문에 토지정보의 체계화는 국가정책 및 국토이용계획에 절실히 요구되고 있다. 공간자료(spatial data)를 나타내는 데는 여러가지 기법이 있으며, 밝기 등급이 가능할 때 이를 gray-level image라 하고, 픽셀(pixel)의 조합을 영상(image)이라 한다.^{1,2)} 인공위성 영상자료의 분석은 분광적, 공간적, 특성에 따라 정보를 얻어내는 기법으로서 초기에는 농업지역을 중심으로 하였으나 자료처리 기법에 따라 복잡한 분광형식을 나타내는 도시로 연구대상이 확대되었다. 도시에 대한 초기의 연구에는 여러기법이 적용되었으며 오스트리아의 시드너를 인공위성 영상으로 다중회기 분

부산대학교 토목공학과 부교수

석하여 연구 발표되었다.³⁾ 미국에서는 1785 년부터 PLSS(Public Land Survey System)을 도입하여 토지의 체계적인 분류를 시작하였다.⁴⁾ 그리고 1967 년부터 뉴욕시에서는 Cornell 대학에 의뢰하여 토지 현황을 130 종류로 분류하는 작업을 하였다. 1980 년에 들어와 빠르게 보급되고 있는 토지정보 시스템은 정책을 결정할 때 상황판단을 가능하게 하고 있다. 1986 년에는 NASA의 Ames Research Center에서는 U-2기와 ER-2 항공기로 토지의 밴드특성을 연구하였다.⁵⁾ 캐나다의 경우는 위성자료를 이용한 D. T. M.의 활용에 대해 토지정보시스템에 관하여 태양빛에 가려진 그늘진 지역의 해석 알고리즘을 발표하였다. 오스트리아는 1970 년에 TOPAZ(Technique of the Optimum Placement of Activities)에 의해 도로, 상수도의 정보시스템을 시작하였다. 국내의 경우 1987 년부터 서울시에서는 종합도로망들을 항공사진측량으로

실시하고 있으며, 이는 장차 토지정보 시스템의 훌륭한 입력자료가 될 수 있다.^{6),7),8)} 또한 1988년에는 대한토목학회지의 측량특집에서 토지정보시스템의 교육 및 학자의 해외파견의 필요함이 소개되었다.^{9),10)} 본 연구에서는 영상자료를 이용한 지형자료를 분류하여 토지정보시스템의 기초자료를 만드는데 그 목적이 있다.

2. 기본이론

수치원격센서자료(digital remote sensor data)는 CCT(Computer-Compatible Tape)에서 다중스펙트럼을 이용하여 각 영상의 밴드에서 최소·최대값, 평균, 표준편차, 분산-공분산 행렬, 그리고, 밝기값의 빈도수를 막대도표로 나타낼 수 있다. 또한 사진이나 필름을 스캐너를 이용하여 영상화 시키면, 같은 방법으로 영상을 분류하는 것이 가능하며 기호는 다음과 같다.

- i =row(or line) in the imagery
- j =column(or sample) in the imagery
- k =band of imagery
- l =another band of imagery
- BV_{ijk} =brightness value in a row i , column j , of a band k
- BV_r =range of the brightness values
- n =total number of picture elements(pixels) in an array
- μ_k =mean of a band of imagery
- s_k =standard deviation of a band of imagery
- Var_k =variance of a band of imagery
- Cov_{kl} =covariance between pixel values in two bands, k and l
- r_{kl} =correlation between pixel values in two bands, k and l
- X_c =measurement vector for class c composed of brightness values(BV_{ijk}) from row i , column j , and band k
- M_c =mean vector for class c
- M_d =mean vector for class d
- μ_{ck} =mean value of the data in class c , band k

S_{ck} =standard deviation of the data in class c , band k

V_{ckl} =covariance matrix of class c for band k through l ; often shown as V_c

V_{dkl} =covariance matrix of class d for band k through l ; often shown as V_d

$$SP_{kl} = \sum_{i=1}^n (BV_{ik} - \mu_k)(BV_{il} - \mu_l) \dots (2.1)$$

여기에서 BV_{ik} 는 k 밴드의 i 번째 측정값이며, BV_{il} 은 n pixel을 가진 l 밴드의 i 번째 측정값이다. 밴드 k 와 l 의 평균은 μ_k 와 μ_l 이다.

$$SP_{kl} = \sum_{i=1}^n (BV_{ik} \times BV_{il}) - \frac{\sum_{i=1}^n BV_{ik} \sum_{i=1}^n BV_{il}}{n} \dots (2.2)$$

제품의 합(SS)에서 SP_{kl} 의 관계는 k 와 l 이 같을 때는 다음식과 같이 된다.

$$SP_{kk} = \frac{\sum_{i=1}^n BV_{ik}^2 - \left[\sum_{i=1}^n BV_{il} \right]^2}{n} = SS_k \dots (2.3)$$

공분산은 SP를 $n-1$ 로 나누어 계산한다. 따라서 밴드 k 와 l 의 밝기값에 대한 공분산 COV_{kl} 은 다음과 같다.

$$COV_{kl} = \frac{SP_{kl}}{n-1} \dots (2.4)$$

$$= \frac{n \sum_{i=1}^n (BV_{ik} \times BV_{il}) - \sum_{i=1}^n BV_{ik} \sum_{i=1}^n BV_{il}}{n(n-1)} \dots (2.5)$$

곱의 합(SP)과 제품의 합(SS)은 표 2.1과 같이 4개의 스펙트럼변수의 모든 가능한 조합으로 계산할 수 있다.

표 2.1 분산-공분산 행렬의 형태

	Band 1	Band 2	Band 3	Band 4
Band 1	SS ₁	Cov _{1,2}	Cov _{1,3}	Cov _{1,4}
Band 2	Cov _{2,1}	SS ₂	Cov _{2,3}	Cov _{2,4}
Band 3	Cov _{3,1}	Cov _{3,2}	SS ₃	Cov _{3,4}
Band 4	Cov _{4,1}	Cov _{4,2}	Cov _{4,3}	SS ₄

원격탐사 영상의 단일 밴드 k 는 하나의 pixel 위치에서 밝기값 BV_{ijk} 이며 일반적으로 밝기값

은 범위(BV_r)가 2⁶부터 2⁸(2⁶=0-63, 2⁷=0-127, 2⁸=0-255)이다. 영상에서 n개의 픽셀이 있는 경우, 각 밝기값 BV_i에서 pixel의 퍼센트 P는 밝기값 BV_i인 픽셀의 수가 f 일때 다음 식이 된다.

$$P(BV_i) = \frac{f(BV_i)}{n} \times 100 \quad \dots\dots(2.6)$$

3. 모델지역의 전산처리 및 분석

모델지역은 하천이 포함된 도시, 도시의 교차로 부근, 그리고 대학의 캠퍼스를 선정하여 처리하였다.

3.1 하천이 포함된 도시

표준지역	평균	표준편차	공분산행렬	최소	최대
하천중앙	38.892	1.928	3.718	35	43
하천주변	28.820	2.214	4.902	25	33
아스팔트도로	183.875	8.880	78.859	167	197
나대지	63.163	5.385	28.995	52	73
나대지	181.880	6.255	39.125	169	193
건물	201.600	9.383	88.039	179	209
식물	59.296	13.689	187.395	33	81
호수	22.074	2.210	4.883	19	27

3.2 도시의 교차로 부근

표준지역	평균	표준편차	공분산행렬	최소	최대
건물	209.666	2.435	5.930	204	215
콘크리트도로	165.696	4.776	22.814	157	181
아스팔트도로	96.148	4.566	20.847	89	106
진흙아스팔트	137.124	4.070	16.566	130	150
잔디운동장	38.319	4.419	19.525	27	47
나대지	88.773	6.593	43.463	68	96
식물	12.891	3.795	14.405	8	26

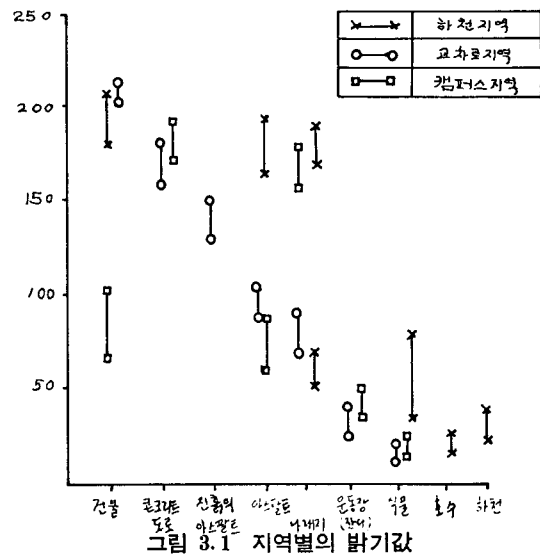
3.3 대학의 캠퍼스

표준지역	평균	표준편차	공분산행렬	최소	최대
호수	15.094	2.226	4.955	12	19
콘크리트도로	184.071	5.921	35.063	171	192
잔디운동장	43.939	3.767	14.190	35	53
건물	90.065	13.000	175.000	69	106

아스팔트도로	75.198	8.574	73.507	58	92
나대지	173.438	3.759	14.133	158	183
나무숲	22.288	2.658	7.063	17	29

3.4 결과 분석

세군데의 모델지역을 전산처리하여 아래와 같은 결과를 얻을 수 있었으며 그림 3.1에서 세로축은 밝기값을 나타낸다.



건물의 경우는 밝기값의 분포가 크게 나타났는데 경사진 지붕에서 80이었으나 콘크리트 슬래브 지붕의 경우는 200으로서 지면에서 떨어져 있어 가장 큰 값을 갖고 있었으므로 슬래브 지붕이 아닌 기와집이나 경사지붕의 주택지는 분류의 어려움이 있다. 콘크리트 도로의 경우는 151~192이었고, 아스팔트 도로는 58~106으로서 콘크리트 도로가 아스팔트 도로보다 약 2배의 밝기값을 갖고있다. 나대지의 경우는 52~96과 158~193의 두 그룹으로 나누어 나타났으며, 나대지의 경우는 판독의 주의가 필요하였다. 잔디 운동장은 27~53으로서 운동장의 전부가 균일한 잔디이어서 정도 높은 값을 얻었다. 식물의 경우는 8~29이었으나 균일하게 식물을 한 지역의 경우는 나대지와 함께 나타나서 약간 높은 값을 보여주었다. 하천은 24~23으로서 하천의 중심부와 비교하여 가장 자리가 작은 값으로 나타났다. 호수는 12~27으로 모델

지역의 지형분류에서 가장 작은 값으로 나타났다.

4. 결 론

토지정보시스템의 기초자료를 만들기 위하여는 지형분류의 표본값이 필요하므로 모델지역 3 곳을 선정하여 해석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 모델지역의 지형분류에서 밝은 값이 높은 순서로는 건물, 콘크리트 도로, 아스팔트 도로, 식물, 하천, 호수로 나타났다.

둘째, 밝기값의 범위는 최대 250 이었으나 자세한 지형분류를 위해 모델지역을 추가로 선정하여 표본값을 정하여야 함을 알 수 있었다.

셋째, 토지정보시스템을 국토 이용에 도입함으로써 제한적인 국토의 효율적인 관리가 가능하다고 사료한다.

감사의 말

본 연구는 한국과학재단의 1989년도 후반기 해외파견 연구지원비로 이루어진 것이며, 이와 같은 연구가 가능하도록 도와 주신 동 재단에 깊은 감사를 드린다.

참고문헌

- 1) Hanan Samek, Design and Analysis of Spatical Data structures, Addison-Wesleg, 1988, pp.1-10
- 2) Peter F. Dale, John D. Mclaughlim, Land Information System, cleardon Press, 1988, pp.1-8
- 3) B. Forster, "Some Urban Measurement from Landsat Data", Photogrammetric Eng. & Remote Sensing Vol. 49, No. 12, 1983, pp. 1693-1707
- 4) R. A. Schowegerdt, "Techniques for Image Processing and Classification in Remote Sensing", Academic Press, Florida, 1983, p. 72
- 5) T. J. Kennie, and M. C. Mathews, "Remote Sensing in Civil Engineering", John Willy and Sons, New Tork 1985, pp.92-105
- 6) ASPRS, Geographic Information Systems, Annual Convention, Vol. 3, 1986.
- 7) William J. Ripple, GIS for Management, ASPRS, 1986.
- 8) ASPRS, GIS87-SAN FRANCISCO, Vol1, 2(1987)
- 9) 유복모, "지리정보시스템의 현황", 대한토목학회지, 제36권, 제 1 호, 1988, pp.70-73
- 10) 강인준, "GIS 의 이용", 대한토목학회지, 제36권, 제 4 호, 1988, pp. 23-29