

Quadtree 자료구조를 이용한 적지분석 전문가시스템 개발

Development of Expert System for Land Use Suitability Analysis Using Quadtree Data Structures

유 환 희 김 의 명*
Yoo, Hwan-Hee Kim, Eui-Myoung

要 旨

토지이용적합도를 평가하는 것은 토지이용계획에 있어서 매우 중요한 분야이다. 본 연구에서는 자료저장, 분석, 평가, 출력을 할 수 있는 적지분석용 전문가시스템을 Borland C++언어를 이용하여 개발하였으며 공단부지선정을 위한 적지분석을 통해 다음과 같은 결과를 제시할 수 있었다.

1. 현재 이용되는 지형공간자료의 다양성과 크기의 증가때문에 이들 자료의 저장을 위한 보다 효과적인 방법을 찾아야 할 필요성이 대두되었다. 본 연구는 사지수행자료구조가 종래의 레스터 자료처리방법보다 자료저장측면에서 매우 효과적인 방법임을 보여주고 있다.
2. 적지분석의 기준을 얻기 위해 전문가, 행정가, 시민의 의견을 설문지조사에 의해 수집하였고 지형공간자료의 경중률을 계산하기 위해 사용되었다. 또한 중첩 및 공간분석 뿐만 아니라 다양한 의견을 반영할 수 있도록 계획된 전문가시스템은 다른 토지이용계획에 효과적으로 이용될 수 있을 것으로 기대된다.

ABSTRACT

The assessment/evaluation of land use suitability is an important part of land use planning. In this paper, we developed The Expert System for a suitability analysis including the function of data storage, analysis, assessment and display by using Borland C++ Language and could suggest the following results in the suitability analysis to select a site for an industrial complex using this system.

1. With the increase in volume and variety of geo-spatial data now available, it has become necessary to find more efficient ways of storing this data. This report presents the Quadtree structure, as a method of gaining significant savings over conventional raster processing in data storage.
2. In order to get the criteria of suitability analysis, the opinions of specialists, administrative officers and citizens were collected by a questionnaire, and used to calculate the weight of geo-spatial data. Also, The Expert System, which we developed, was designed to do overlay and spatial analysis, as well as reflect the various opinions we collected in the questionnaire. The Expert System is expected to be used in other land use planning.

* 경상대학교 도시공학과 부교수 (경상대학교 생산기술연구소)

** 경상대학교 도시공학과 석사과정

1. 서 론

토지는 재생산이 불가능하고 위치에 대한 효용가치가 크므로 타지역의 토지와 대체될 수 없는 특성을 지니고 있기 때문에 토지자원에 대한 합리적 이용은 중요한 과제중의 하나이다. 그러므로 자연의 순리에 합당한 관리·보전·이용 등이 마련된 개발이 이루어질 때 비로소 효용성 있는 토지이용이 될 것이다. 오늘날까지 토지는 인간에게 이용되는 입장에서만 생각되었고 개발되어왔기 때문에 자연환경의 균형을 감안하지 않은 개발이 진행되어 많은 문제를 일으키고 있다. 이러한 토지이용상 발생될 수 있는 문제점을 분석하고 이용목적에 적합한 위치를 선정하여 개발하는 것이 요망되고 있다. 최근 행정구역개편에 따라 시·군 통합이 이뤄졌으며 이에 따른 토지이용계획이 새로 마련되고 있는 시점을 감안할 때 토지이용목적에 적합한 후보지를 선정하는데 있어서 보다 과학적이고 합리적인 방법을 적용해야 할 필요성이 요구되고 있다.

특히, 본 연구의 대상지역인 진주시는 진양군과 통합이 이뤄지면서 현재 진주시내에 위치하고 있는 상평공단의 이전문제가 중요한 현안문제로 부각되고 있다. 상평공단내에 위치한 업체중 약 70%가 공장부지의 협소에 따른 생산활동의 장애를 받고 있는 것으로 조사되었고 새로운 공장부지가 조성될 경우 93.6%의 업체가 새로운 공장부지에 입주할 의사가 있음이 설문조사를 통해 밝혀졌다. 또한 진주시와 진양군이 통합됨에 따라 도시환경적 측면과 토지이용의 효율적 측면을 고려해 볼 때도 상평공단이 시외곽지역으로 이전해야 한다는 시민의 여론이 형성되고 있다. 따라서 본 연구에서는 공단후보지의 적지선정에 있어서 지형공간정보체계(GSIS)의 개념을 이용한 전문가시스템을 개발하고자 시도하였다.

전문가시스템을 개발하기 위해 사용한 언어는 Borland C++언어이며 자료저장의 효용성을 높이기 위해 사지수형(Quadtree) 자료구조를 이용하였다. 또한 적지분석시 요구되는 자연·환경적 요소와 인문·사회·경제·행정적 요소 등은 자료의 중요성을 구분하기 위해 경중률개념을 도입하여 정보요소들간의 경중을 주

므로써 적지분석의 객관성을 향상시켰다.

2. 토지이용 적합도분석

2.1 적지분석시 고려할 요소

1) 자연환경적 요소

- (1) 표고 : 표고는 최저표고와 최고표고로 나누고, 그 사이를 해발 50m이하, 50-75m, 75-100m, 100-150m, 150-200m, 200-250m, 250-300m, 300m 이상의 8단계로 구분한다.
- (2) 경사 : 경사값은 최저 0%에서 최고 98%까지이며 등급은 0-2%, 2-4%, 4-7%, 7-10%, 10-15%, 15-20%, 20-30%, 30% 이상의 8 단계로 구분한다.
- (3) 경사향 : 2% 이내의 경사는 평지로 간주하며 동, 서, 남, 북 및 남동, 남서, 북동, 북서의 총 8방향으로 구분하고 평지는 남향과 같은 그룹에 포함한다.
- (4) 토양 : 토양분류의 목적은 주로 토양의 성분, 형태 및 성태에 관하여 구분한다.
- (5) 식생 : 삼림생태계입장에서 임령과 밀도를 구분한다.
- (6) 수문 : 하천, 저수지, 홍수지, 제방 등이 있고 홍수지의 홍수주기는 120년이다.

2) 경제·사회적 요소

- (1) 교통로 : 지역과 지역간의 이동거리 및 접근성을 나타내는 요소이다. 고속도로, 인터체인지, 국도, 지방도, 철도 등이다.
- (2) 인구밀도 또는 취락수 : 인간의 거주단위인 취락의 밀도정도 및 수요를 나타낸다.
- (3) 토지이용현황 : 지목상 전, 답, 과수원, 임야 등 24개로 구분할 수 있으며, 현재 이용

되는 토지이용현황은 크게 논, 밭, 과수원, 초지, 임야, 시가지, 나대지 등으로 구분한다.

- (4) 상수도 : 상수도관의 직경단위는 mm이고 75이하, 75-100, 100-150, 150-200, 200-250, 250-300, 300 이상의 7단계가 있다.
- (5) 하수도 : 하수관의 단면적은 제곱m로 환산하며 0.1이하, 0.1-0.2, 0.2-0.3, 0.3-0.5, 0.5-1.0, 1.0-2.5, 2.5이상의 7단계로 구분한다.
- (6) 지가 : 건설부 고시지가는 평당 가격으로 1만원 이하, 1-2, 2-5, 5-10, 10-20, 20-50, 50-100, 100-200, 200만원 이상의 9단계로 구분한다.

3) 국토개발계획적 요소

- (1) 국토이용계획 : 국토의 종합적인 이용관리를 위해서 토지를 그 기능과 적성에 따라 도시지역, 준도시지역, 농림지역, 준농림지역으로 구분, 지정되어 있다.
- (2) 산지이용구분 : 산림의 종합적이고 효율적인 보전과 개발을 촉진하기 위하여 입지적 조건을 감안하여 보전지역과 준보전지역으로 분류한다.
- (3) 기타 : 개발제한법규에 의한 지역지구제으로써 군사시설보호구역, 개발제한구역, 문화재보존지구, 절대농지, 택지개발예정지구, 상수도보호구역 등이 있다.

2.2 적지분석을 위한 경중률 산정

토지이용의 적합도를 분석하기 위해 대상지역의 자연환경적 요소, 경제·사회적 요소, 국토개발 계획적 요소를 수집하여 기본도에 연결시켜 자료기반을 구축해야 한다. 공업용지로서 적합한 지역을 찾아내기 위해서는 구축된 자료기반을 이용하여 적합도분석을 실시하며, 이때 획득된 다양한 정보요소들의 고려여부를

판정해야하고, 또한 고려할 요소들의 경중률을 결정해야 한다. 이를 위해 David와 Xiang(1993)¹⁾은 적지평가 시 고려할 요소를 9개로 정하고 이들 요소들간의 경중률을 제시하였다. 또한 Tomlin과 Johnston(1990)²⁾은 미국의 Illinois의 한지역에 토지이용계획을 적용시켜 점수를 부여함으로써 최적지를 추출하고자 시도하였다. Rainis(1991)³⁾는 적합도분석을 위해 환경오염 모델을 개발하여 토지이용계획과 연결시키므로써 토지이용적합지 선정에 체계를 구축하였다. 특히 Rainis는 경중률을 1-5점으로 하고 고려요소는 개발경비측면, 기능적 측면, 환경적 측면으로 분류하여 각각의 요소에 대한 등급산정기준을 제시하였다. 이와 같이 수집된 다양한 요소를 이용하여 적합도분석을 실시할 때 요소들간의 상관관계를 나타내는 경중률을 어떻게 적용해야 할 것이냐는 대상지역의 특수성과 계획가의 판단이 매우 중요한 변수로 작용한다. 따라서 본 연구에서는 현재 상평공단내에 위치하고 있는 업체와 진주시지역에 거주하고 있는 주민을 대상으로 설문지조사를 하여 동향을 파악하고 전문가나 행정공무원들의 의견을 수렴하여 토지이용적합도 분석의 경중률을 산정하여 적용하므로써 보다 과학적이고 합리적인 적합도 분석기법을 제시하고자한다. 이를 위해 설문지조사를 실시하였으며 설문지조사내용을 이용한 경중률산정방법은 표 2.1에 나타난 것과 같이 계산된다. 표 2.1은 고려할 요소가 6개인 경우 경중률 산정과정은 제시하고 있다. 예를 들어 표 2.1에서 사용된 부호를 설명하면 $SUM(A_1:A_6)$ 은 $A_1 + A_2 + \dots + A_6$ 을 의미하며 f_1 요소와 f_2 요소의 상관계수로 1, A_2 는 f_1 과 f_2 요소의 상관계수로 a_2 가 된다. 또한 A_{12} 나 F_{12} 는 A열과 F열의 12번째 항인 $A_6/SUM(A_1:A_6)$, $F_6/SUM(F_1:F_6)$ 을 나타낸다.

2.3 적지분석법

적지분석(Land Suitability Analysis)은 주어진 토지가 사용하고자 하는 용도 또는 목적에 얼마나 적합한가를 여러가지 관련된 자연환경적 요소, 경제사회적 요소, 국토개발계획적 요소 등을 종합하여 평가하는 방법이다.⁴⁾ 적지분석은 총체적 분석법(Gestalt Analysis)

표 2.1 적합도 분석을 위한 요소(f_i)들의 경중률 계산

1) 요소들의 상관관계 계산 (n = 6)							
		A	B	C	D	E	F
		f ₁	f ₂	f ₃	f ₄	f ₅	f ₆
1	f ₁	1	1/a ₂	1/a ₃	1/a ₄	1/a ₅	1/a ₆
2	f ₂	a ₂	1	1/b ₂	1/b ₄	1/b ₅	1/b ₆
3	f ₃	a ₃	b ₃	1	1/c ₄	1/c ₅	1/c ₆
4	f ₄	a ₄	b ₄	c ₄	1	1/d ₅	1/d ₆
5	f ₅	a ₅	b ₅	c ₅	d ₅	1	1/e ₆
6	f ₆	a ₆	b ₆	c ₆	d ₆	e ₆	1
2) 경중률 계산							
7	f ₁	A ₁ /SUM(A ₁ :A ₆)	B ₁ /SUM(B ₁ :B ₆)	C ₁ /SUM(C ₁ :C ₆)	D ₁ /SUM(D ₁ :D ₆)	E ₁ /SUM(E ₁ :E ₆)	F ₁ /SUM(F ₁ :F ₆)
8	f ₂	A ₂ /SUM(A ₁ :A ₆)	B ₂ /SUM(B ₁ :B ₆)	C ₂ /SUM(C ₁ :C ₆)	D ₂ /SUM(D ₁ :D ₆)	E ₂ /SUM(E ₁ :E ₆)	F ₂ /SUM(F ₁ :F ₆)
9	f ₃	A ₃ /SUM(A ₁ :A ₆)	B ₃ /SUM(B ₁ :B ₆)	C ₃ /SUM(C ₁ :C ₆)	D ₃ /SUM(D ₁ :D ₆)	E ₃ /SUM(E ₁ :E ₆)	F ₃ /SUM(F ₁ :F ₆)
10	f ₄	A ₄ /SUM(A ₁ :A ₆)	B ₄ /SUM(B ₁ :B ₆)	C ₄ /SUM(C ₁ :C ₆)	D ₄ /SUM(D ₁ :D ₆)	E ₄ /SUM(E ₁ :E ₆)	F ₄ /SUM(F ₁ :F ₆)
11	f ₅	A ₅ /SUM(A ₁ :A ₆)	B ₅ /SUM(B ₁ :B ₆)	C ₅ /SUM(C ₁ :C ₆)	D ₅ /SUM(D ₁ :D ₆)	E ₅ /SUM(E ₁ :E ₆)	F ₅ /SUM(F ₁ :F ₆)
12	f ₆	A ₆ /SUM(A ₁ :A ₆)	B ₆ /SUM(B ₁ :B ₆)	C ₆ /SUM(C ₁ :C ₆)	D ₆ /SUM(D ₁ :D ₆)	E ₆ /SUM(E ₁ :E ₆)	F ₆ /SUM(F ₁ :F ₆)
3) 요소 (f _i)들의 경중률							
	f ₁	=SUM(A ₇ :F ₇)/n					
	f ₂	=SUM(A ₈ :F ₈)/n					
	f ₃	=SUM(A ₉ :F ₉)/n					
	f ₄	=SUM(A ₁₀ :F ₁₀)/n					
	f ₅	=SUM(A ₁₁ :F ₁₁)/n					
	f ₆	=SUM(A ₁₂ :F ₁₂)/n					

과 조합분석법(Combination Analysis)으로 나눌 수 있으며⁶⁾, 총체적 분석법은 대상지역을 동일한 특성을 갖는 지역으로 구분하고 분석목적에 맞추어 평가를 실시해 해당 값을 부여하고 지도위에 표시하여 분석하는 방법이다. 대상지역이 클 경우 정보의 양이 많아져 분석시간이 많이 소요되고 분석내용을 문서화하기가 어려워 최근에는 잘 사용되지 않는다. 조합분석법은 분석모형에 따라 서수조합법(Ordinal Combination Method), 선형조합법(Linear Combination Method), 비선형조합법(Nonlinear Combination Method)등으로 나눌 수 있으며 격자로 분할하여 분석할 경우에 격자의 크기에 따라 분석정확도가 좌우되고, 각각의 격자에 대한 특성결정에서 작은 정보가 무시되는 문제점을 갖고 있다. 본 연구에서 이용한 적지분석을 위한

수학모델식은

$$\text{토지이용적합도} = F(\text{요소1, 요소2, 요소3, } \dots, \text{요소n}) \quad (2.1)$$

이며, 각각의 요소를 f_i, 경중률 w_i로 나타내어 선형식으로 표시하면,

$$P = w_1f_1 + w_2f_2 + w_3f_3 + \dots + w_nf_n \quad (2.2)$$

$$= \sum_{i=1}^n w_i f_i$$

이고, 비선형으로 표시하면 다음과 같다.¹⁾

$$P = (w_1f_1) \times (w_2f_2) \times \dots \times (w_nf_n) \quad (2.3)$$

3. 사지수형(Quadtree)자료구조를 이용한 영상자료관리

사지수형자료구조는 영상을 표현하거나 저장할 때 축약적인 계층구조(compact hierarchical structure)를 갖고 있으며 영상을 압축저장할때 영상자료의 잉여영역(redundancy)를 제거하여 압축시키고 있다. 영상압축은 압축전 영상과 압축후 영상사이에서 생긴 왜곡 오차를 최소화하면서 압축효과를 극대화시켜야 하는 어려움이 있다.⁷⁾⁸⁾

사지수형자료구조는 $2^n \times 2^n$ 의 영상소배열을 갖는 이진영상을 고려해볼때 영상배열을 4개의 같은 면적을 갖는 부분영역으로 계속 분할하여 만들어진다. 즉 4개의 상한으로 나누고 다시 그 4개의 상한의 각 영역을 부모(parent)로 하는 부분 4상한으로 나누어 재분할된 영역이 같은 밝기값(gray level; 이진영상의 경우는 0 또는 1, 칼리영상의 경우는 동일칼라값)를 가질 때까지 분할을 계속한다. 따라서 사지수형자료구조를 형성할 때 각 노드(node)는 랭크(rank)가 4가되며 루트노드(root node)는 전체영상을 표시하게된다. 만약 나누어진 영역이 더 이상 분할될 필요가 없을 경우에는 종착노드(terminal node or leaf)가 되며 그렇지 않을 경우에는 비종착노드(non-terminal node)가 되어 종착노드가 될 때까지 재분할되어진다.⁹⁾ 그림 3.1은 임의영상을 사지수형자료구조로 표시한 예를 나타낸 것이다.

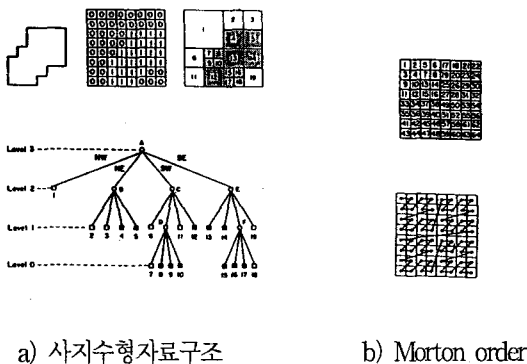


그림 3.1 사지수형자료구조와 Morton order

일반적인 사지수형자료구조는 7개의 필드로 구성된 레코드로 표시되며 구성형태는 그림 3.2와 같다.¹⁰⁾

1	2	3	4	5	6	7
child 1	child 2	child 3	child 4	parent pointer	node type	영역 주소

그림 3.2 사지수형자료구조를 구성하는 레코드

또한 사지수형노드에 대한 구조체는 다음과 같다.

```
typedef struct Q_NODE{
    unsigned char gray;
    struct Q_NODE *parent;
    struct Q_NODE *quad[4];
}Q_NODE;
```

4. 결과 분석

4.1 연구대상지 선정

통합진주시는 진주시(69.56km²)와 진양군(643.11km²)이 통합되어 전체면적이 712.67km²로 광역화되었고 남해고속도로가 동부와 남부지역을 통과하며 2번 국도가 동서를, 3번 국도가 남북으로 통과하고 있으며 진주-대전간 고속도로가 공사중에 있다.¹¹⁾

본 연구에서는 진주시내에 위치한 상평공단을 시외곽지역으로 이전할 경우 이전가능지를 통합진주시 전역에 걸쳐 조사해보고자 한다.

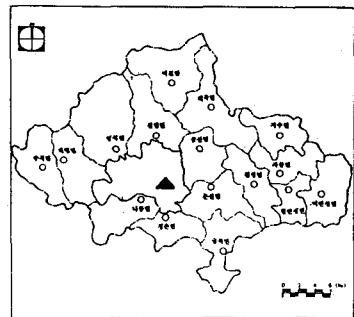


그림 4.1 통합진주시 및 상평공단 위치도

4.2 적합도분석을 위한 경중률 산정

각 항목에 대한 중요도를 표시하도록 하였다. 설문지 조사는 상평공단내 업체와 임의로 주민을 선정하여 약 370명을 대상으로 실시하였으며 공단부지선정시 고려할 항목과 고려하지 않아도 되는 항목을 “○” “×”로 구분하고 고려해야할 항목에 대해 우선순위를

토지이용적합도 분석을 위해 사용되는 요소의 종류와 분류 및 경중률산정을 위해 각각의 항목에 대한 세부내용과 활용방향을 설문지조사자들에게 숙지시켜

표 4.1 공단부지선정을 위한 항목별 경중률

항 목	활용방안	세 부 내 용		경 중 률	
지 형	개발비용 일 조 량	표고(H)	H ≤ 70m	3	7
			70 < H ≤ 120m	2	
			120 < H ≤ 200m	1	
			H > 200m	0	
		경사(S)	S ≤ 4%	3	6
			4 < S ≤ 7%	2	
			7 < S ≤ 15%	1	
			S > 15%	0	
		향(A)	평지, 남, 남동	3	4
			남서, 동	2	
			서, 북동, 북서, 북	1	
			-	0	
지 가	토지매입비용 개 발 비 용	지가 토지소유(V)	V ≤ 3 천원/m ²	3	8
			3 < V ≤ 10	2	
			10 < V ≤ 50	1	
			V > 50	0	
도 로 망	접 근 성	고속도로 및 국도로부터 (HD)	HD ≤ 200m	3	9
			200 < HD ≤ 300m	2	
			300 < HD ≤ 500m	1	
			HD > 500m	0	
		지방도로부터 (PD)	PD ≤ 100m	3	9
			100 < PD ≤ 200m	2	
			200 < PD ≤ 300m	1	
			PD > 300m	0	
		철도역으로 부터(RD)	RD ≤ 100m	3	6
			100 < RD ≤ 200m	2	
			200 < RD ≤ 300m	1	
			RD > 300m	0	
법적제한 요 소	국토계획 도시계획 법률적사항	개발제한구역, 상수도보호구역		0 (개발불가능)	
토지이용 현 황 (위성영상 분석)	개발가능성 생활환경	삼림		3	8
		밭, 과수원		2	
		논, 비닐 하우스		1	
		도시지역, 하천		0	
수 문	수자원, 재해	수계로부터 (W)	W ≤ 200m	3	4
			200 < W ≤ 400m	2	
			400 < W ≤ 800m	1	
			W > 800m	0	

표시하도록 하였다. 설문지를 통해 공단부지선정시 고려해야 할 항목과 현실적으로 자료구입 및 데이터베이스 구축이 가능한 항목을 선정한 결과 표 4.1과 같으며 최종적인 경중률값을 계산하였다. 경중률산정은 표 2.1에 나타난 계산과정을 이용하여 최종적인 경중률값을 계산하였다.

표 4.1에 나타난 항목별 경중률을 분석해보면 현재 상평공단내에 위치한 업체들이 외곽으로 공단을 이전한다고 하더라도 진주시나 인접도시와의 접근을 위해 도로접근성을 가장 중요하게 생각하고 있으며, 또한 새로 조성되는 공단의 분양가가 저렴해야 한다는 생각을 설문지조사 내용에서 알 수 있다. 그리고 법적제한요소 항목의 개발제한구역과 상수원보호구역은 현행법상 공단유치가 불가능하므로 구진주시 외곽을 둘러싼 개발제한구역과 상수원보호구역을 벗어나 구진양군지역에 위치해야하는 당위성이 포함되어 있다.

4.3 적지분석 전문가시스템구축 및 결과분석

1) 자료기반구축

적지분석을 하기 위해 구축된 자료층은 지형, 지가, 도로망, 법적제한요소, 토지이용현황, 수문 등이며 지형자료의 범위는 진주시관내도(1/50,000)를 이용하여 진주시 행정구역범위를 결정하고 이 범위내의 표고자료획득을 위해 1/25,000지형도를 이용하였으며 표고추출 격자간격은 250m이다. 추출된 DEM자료를 이용하여 진주시 행정구역내의 경사, 경사향을 산정하고 분포특성을 그래픽으로 출력할 수 있는 소프트웨어를 Borland C++언어를 이용하여 개발하였다. 진주시 행정구역내의 지형자료를 개발된 소프트웨어를 이용하여 표고, 경사, 경사향 자료층을 구축하였다.(그림 4.2, 4.3, 4.4 참조) 또한 토지개발에 있어서 법적으로 개발을 제한하고 있는 것을 고려하기 위해 법적제한요소를 고려한 자료층을 구축하였다. 개발제한요소 자료층에는 개발제한구역과 진양호주변에 위치한 상수도보호구역이 포함되었다.(그림 4.5 참조)

지가분포를 알아보기 위해 구진주시 지역은 동단위로, 구진양군지역은 리단위로 소구역을 나눈 다음 이들 각각의 소구역에 위치한 필지를 임의로 선정하여

평균을 구하여 해당 동이나 리의 대표공시지가로 하였으며 본 연구에서 사용된 총필지수는 약 5,400필지 정도였다.(그림 4.6 참조)

도로는 도로망도상에서 추출하였으며, 토지이용현황도는 1994년 6월에 관측된 LANDSAT 5호 TM영상을 이용하여 현재 토지이용현황을 분석하였다.(그림 4.7, 4.8 참조)

2) 사지수형자료구조를 이용한 영상자료관리 효과분석

본 연구에서는 영상자료의 효과적인 저장·관리를 위해 사지수형자료구조를 이용하였다. 사지수형자료구조는 영상자료의 저장에 있어서 자료압축기법을 통해 저장용량을 줄일 수 있는 장점을 갖고 있다. 특히 지형공간요소의 자료층들은 자료특성에 따라 분류하여 각각의 자료층으로 나눠 저장하므로 각각의 자료층의 구조가 비교적 단순하므로 압축효과가 매우 클 것으로 기대된다. 따라서 영상자료를 효과적으로 저장하기 위한 사지수형자료구조 알고리즘을 유도하고 이를 프로그래밍 하였다. $2^n \times 2^n$ 영상으로부터 사지수형자료구조를 생성하는 과정을 나타내면 그림 4.9와 같다.

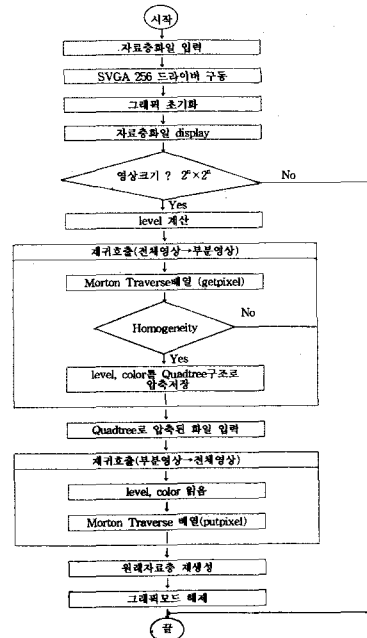
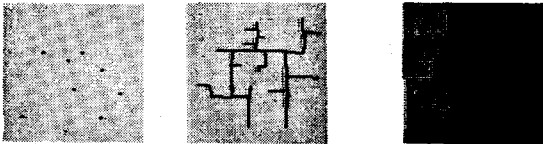


그림 4.9 사지수형자료구조 생성을 위한 흐름도

본 연구를 통해 작성된 사지수형자료구조생성 S/W의 자료저장 효과를 분석하기 위해 점(point), 선(line), 다각형(polygon)사상을 갖는 모의자료층(layer)을 생성하여 사상의 종류에 따른 사지수형자료구조의 자료저장 효과를 분석하였다. 그림 410은 점·선·다각형 사상을 갖는 모의자료층을 나타내고 있으며 자료층의 크기를 32×32, 64×64, 128×128, 256×256, 512×512 pixels로 구분하여 저장효과를 비교분석하였다.(표 4.2 참조)



(a) 점사상 (b) 선사상 (c) 다각형 사상

그림 410 모의자료층

표 4.2 모의자료층 종류와 크기에 따른 사지수형자료구조의 저장용량분석

단위 : bytes

자료층종류	자료층 크기(pixels)				
	32×32 (1,024)*	64×64 (4,096)	128×128 (16,384)	256×256 (65,536)	512×512 (262,144)
점사상	25 (97.6%)**	131 (96.8%)	295 (98.2%)	328 (99.5%)	786 (99.7%)
선사상	192 (81.3%)	762 (81.4%)	2834 (82.7%)	3211 (95.1%)	3670 (98.6%)
다각형사상	303 (70.4%)	762 (81.4%)	1917 (88.3%)	2163 (96.7%)	2359 (99.1%)

(*) : 레스터형 자료크기

()** : 상대자료잉여도(relative data redundancy)

본 연구에서 작성한 모의자료를 이용하여 사지수형자료구조의 자료압축효과를 분석해볼때 점사상, 선사상, 다각형사상에 대한 자료층의 크기가 증가할수록 사지수형자료구조에 의한 상대자료잉여도는 증가되고 있어 영상자료가 클수록 효과가 더 크다는 것을 알 수 있다. 상대자료잉여도는 약 70%-99%까지 매우 크

게 나타나고 있어 자료압축효과도 탁월함을 알 수 있다.

또한 본 연구에서 적지분석을 위해 작성된 자료층에도 사지수형자료구조를 적용하여 모의자료층 뿐만 아니라 실제 사용되고 있는 자료층에서의 압축효과를 분석하였다.

각각의 자료층을 구성하고 있는 속성정보의 특성에 따라 사지수형에 의한 자료압축효과도 다소 차이가 있으나 표 4.3에서 볼 때 가장 단순한 자료층인 법적제한요소 분포도에 대한 압축효과는 64×64크기에서 상대자료잉여도가 62.4%이고 512×512에서는 98.1%로써 자료층크기가 클수록 압축효과가 매우 크게 나타났다. 또한 실질적인 저장용량도 레스터형은 4,096 bytes에서 262,144bytes로 증가하여 64배가 증가된 반면 사지수형을 이용한 경우 1540bytes에서 4,981bytes로 단지 3.2배만 증가되었다.

표 4.3 적지분석용 자료층에 대한 자료압축효과 분석

단위 : bytes

자료층종류	자료층 크기(pixels)			
	64×64 (4,096)*	128×128 (16,384)	256×256 (65,536)	512×512 (262,144)
표고분포도	3400 (17.0%)**	12993 (20.7%)	14615 (77.7%)	16253 (93.8%)
경사분포도	3768 (8.0%)	15122 (7.7%)	16974 (74.1%)	18874 (92.8%)
경사방향분포도	3568 (12.9%)	13910 (15.1%)	15663 (76.1%)	17302 (93.4%)
풍사지각분포도	2355 (42.5%)	6472 (60.5%)	7274 (88.9%)	8126 (96.9%)
보로양도	2261 (44.8%)	6963 (57.5%)	7864 (88.0%)	8651 (96.7%)
법적제한요소분포도	1540 (62.4%)	3998 (75.6%)	4522 (93.1%)	4981 (98.1%)
토지이용현황도	3146 (23.2%)	12354 (24.6%)	13894 (78.8%)	15466 (94.1%)

(*) : 레스터형 자료크기, (**): 상대자료잉여도

비교적 자료층의 속성이 복잡한 토지이용현황도나 경사·표고·경사방향분포도도 64×64크기에서는 상대자료잉여도가 8-23%에서 512×512에서는 92-94%정도로 압축효과가 크게 나타나 자료층 저장관리에 있어서 사지수형의 활용이 기대된다. 다만 사지수형자료구조

는 2크기의 자료층에만 적용가능하므로 다양한 크기의 자료층에 적용할 수 있는 연구가 요구되고 있다.

3) 전문가시스템을 이용한 적지분석

본연구에서 구상한 적지선정전문가시스템은 자료층의 저장 및 관리를 효과적으로 하기 위한 Database 구축 및 관리모듈, 적지선정시 고려해야 할 전문가들의 의견, 행정가의 의견 및 시민의견을 수렴하고 분석할 수 있는 모듈, 후보지 및 대안제시를 위한 자료검색, 분석, 평가 등을 수행할 수 있는 모듈로 나뉘어 구성되었다. 자료층의 저장관리를 위해 사지수형자료구조를 도입하였으며 적지선정시 전문가적분석을 수행하기 위해 도시계획, 교통, 환경, 경제 등 관련분야 전문가의 의견과 국가차원의 개발계획을 고려하기 위한 행정가의 의견 및 시민의 의견을 수렴할 수 있는 전문가적 시스템을 정립하였고, 적지 및 후보지선정에서 요구되는 중첩 및 공간분석을 수행할 수 있는 자료처리 및 평가모듈을 상호연결시켜 시스템을 구성하였다.(그림 4.11 참조)

먼저 앞서 구축된 지형공간요소(그림 4.2 ~ 그림 4.8)들과 각각의 요소들에 대한 경중률(표 4.1)을 고려해서 통합진주시 전역에 걸쳐 최적합, 적합, 부적합, 개발불능의 4등급으로 구분하여 적지분석을 실시한 결과 그림 4.12와 같이 나타났다.

그림 4.12에서 공단부지로써 적합한 후보지를 선정하기 위해 전문가·행정가·해당업체의 의견을 수렴한 결과 다음과 같은 내용으로 요약되었다.

첫째, 진주시의 장기발전계획 및 개발전략을 고려해 볼때 진주시도심을 중심으로 볼때 남동방향 지역이 공업용지로 활용되는 것이 바람직하다.¹¹⁾

둘째, 현재 사천시지역에 삼성항공을 비롯한 항공산업단지가 조성되고 있고 앞으로 국가차원의 항공산업중심지로 발전될 예정이므로 사천의 진사공단과 연결시킬 수 있는 공단후보지가 바람직하다.

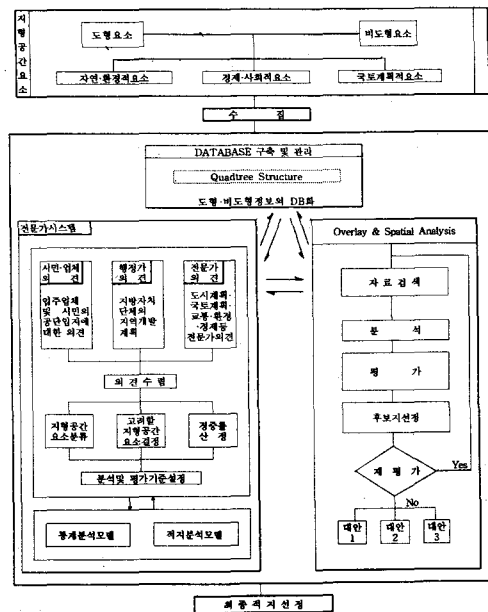


그림 4.11 적지분석을 위한 전문가시스템의 개념도

세째, 현재 이전을 희망하고 있는 업체들의 의견을 조사한 결과 문산방향(동남방향)이 50.2%, 정촌방향(남방향)이 22.7%, 대곡방향(북방향)이 13.6%순으로 나타나고 있어, 공단후보지가 동·남방향지역이 적합함을 알 수 있다.

네째, 진주시의 산업구조를 적정수준으로 고도화시키기 위해서는 200만평규모의 공단조성이 시급한 실정이나, 현재 상평공단내에 입주한 업체들이 이주하는데 필요한 소요면적은 100만평정도로서 한지역내에 대단위 공업단지 조성이 불가능할 경우 50만평규모의 공업단지를 3-4곳에 분산조성하는 것도 바람직하다.

이상의 수렴된 내용을 토대로 공단후보지를 선정할 결과 그림 4.12에서 표시된 것과 같이 3개의 후보지가 선정되었다. 후보지 1은 약 100만평규모의 공단을 조성할 수 있는 부지가 확보가능하며 후보지 2는 40만평규모, 후보지 3은 100만평규모의 부지가 이용가능하다. 특히 후보지 1과 2는 항공산업단지인 진사공단의 연계성과 도로접근성 등이 우수한 지역으로 평가되며 후보지 3은 도로접근성에서 다른 후보지에 비해 다소 떨어지나 장차 계획중인 진주시 순환도로가 완공되면 도로접근성 문제를 해결할 수 있어 개발가능성이 충분한 지역으로 고려된다. 이상과 같이 후보지를 선정하여 개발가능성을 분석하였으나 공단부지 뿐만 아니라 어떤 시설입지를 결정할때에는 다각적이고 종합적인 분석과 평가가 이뤄져서 훗날 시설을 재이전해야 하는 누를 범하지 않도록 신중하고 현명한 평가가 이뤄져야 할 것으로 사려된다.

5. 결 론

본연구에서는 Borland C++언어를 이용하여 자료저장, 분석, 평가, 출력을 할 수 있는 전문가시스템을 개발하였으며, 공단후보지 선정에 위해 지형공간요소의 수집과 분류 및 경중률적용방법, 자료저장시 요구되는

저장용량의 절감방안 및 후보지 평가를 위한 전문가적 시스템 개념도입 등에 대해 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 공단후보지 적지선정시 요구되는 지형공간요소의 수집 및 활용방안 등을 결정하기 위해 전문가·행정가·시민에게 설문조사를 실시하여 활용할 지형공간요소를 선정하고 의견을 수렴하여 각각의 정보들에 대한 경중률을 산정하였다.

둘째, 지형공간정보체계에서 처리할 자료의 양이 방대하여 자료저장용량의 축약이 요구되고 있어서 본 연구에서는 사지수형자료구조를 도입하고 모듈화하여 자료저장방법으로 적용한 결과 상대자료인여도가 자료충크기가 클수록 더욱 효과적임을 알 수 있어 많은 레스터자료를 관리하는데 매우 효과적임을 알 수 있었다.

세째, 공단후보지를 선정하는데 있어서 지형공간요소의 중첩 및 공간분석을 실시하고 여기에서 얻어진 결과를 전문가 및 행정가 더 나아가 해당업체들의 의견을 반영할 수 있는 전문가적 시스템 개념을 정립하므로써 토지이용 및 계획에 있어서 객관적인 방법을 제시할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 1994년도 한국학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의하여 수행된것으로 한국학술진흥재단에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. David L. Whitley and Wei-Ning Xiang, "A

- GIS-Based Method for Integrating Expert Knowledge into Land Suitability Analysis", URISA Proceedings, Vol. II, 1993, pp.24-37.
2. C. D. Tomlin and Kevin M. Johnston, " An Experiment in Land-Use Allocation with a Geographic Information System", Introductory Readings in GIS, Taylor & Francis, 1990, pp.159-169.
 3. Ruslan B. Rainis, "Linking Land Capability/ Suitability Analysis with Environmental Models Using Geographic Information Systems : An Iterative Modeling Approach", The Ohio State University, Ph. D. Dissertation, 1991.
 4. Anderson, Larz T., "Five Methods for Calculating Capability/Suitability", Papers from the 25th Annual Conference of the Urban & Regional Information System Association, 1987, pp.125-139.
 5. McDonald, G. T. & Brown, A. L., "The Land Suitability Approach to Strategic Landuse Planning in Urban Fringe Areas", Landscape Planning, Vol. 11, 1984, pp.125-150.
 6. Hopkins, Lewis D., "Method for Generating Land Suitability Map : A Comparative Evaluation", AIP Journal 43, 1977, pp.386-400.
 7. H. Samet, "The Design and Analysis of Spatial Data Structures", Addison-Wesley Publishing Company, INC., 1990.
 8. H. Samet, "Applications of Spatial Data Structures", Addison-Wesley Publishing Company, INC., 1990.
 9. M. N. Gahegan, "An efficient Use of Quadrees in a Geographical Information System", INT. J. Geographical Information Systems, Vol. 3, 1989, pp.201-214.
 10. C. A. Shaffer and H. Samet, " Optimal Quadtree Construction Algorithms", Computer Vision, Graphics, and Image Processing. 37, 1987, pp.402-419.
 11. 김영, 김경환, 유환희외 6인, "진주·진양통합에 따른 통합진주시 장기종합발전계획구상", 경상대학교 생산기술연구소, 1995.



그림 4.2 표고분포도

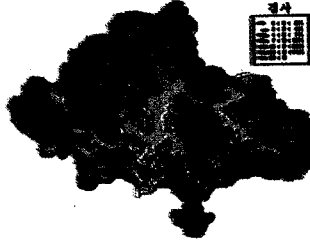


그림 4.3 경사분포도



그림 4.4 경사향분포도



그림 4.5 법적제한요소분포도



그림 4.6 공시지가분포도



그림 4.7 도로망도



그림 4.8 토지이용현황도

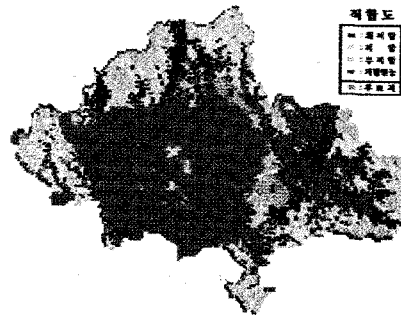


그림 4.12 토지등급 분류 및 후보지