

GSIS와 인공신경망을 이용한 다중관찰자의 경관선호도 원인분석에 관한 연구

A Study on the Cause Analysis of Viewscape Preference on Observers Using GIS & ANN

고재웅* · 이환주** · 조기성*** · 정영동****

Ko, Jea-Woong · Lee, Hwan-Ju · Cho, Gi-Sung · Jung, Yong-Dong

요 旨

평지보다 가용 면적이 많은 산지의 개발은 협소한 도시적 용도의 토지의 부족으로부터 기인한 많은 도시문제를 해결하기 위한 해결책으로 등장하고 있다. 산지를 개발할 경우에는 자연경관을 고려한 개발이 되어야만 하며 경관을 고려한 산지개발을 효과적으로 수행하기 위해서는 관찰자들이 어떠한 경관요소에 의해서 경관을 평가하는가를 객관적으로 파악하는 연구가 선행되어야 한다. 본 연구는 경관을 고려한 산지개발의 기초적인 연구로서 경관선호도 요인 분석에 있어서 GIS와 ANN을 이용하였다. 연구결과 관찰자들은 여러 가지 경관요소 중에서 주로 산정의 표고와 건물의 표고와의 차이인 “높이차”에 가장 많은 영향을 받는 것으로 나타났으며 그 다음으로는 용적률, 건폐를 순으로 경관평가에 영향을 받는 것으로 나타났다.

ABSTRACT

MDD(Mountainous District Development) has more available area than flatland come into solution for many urban problem arisen from the insufficiency of urban-purpose land and space. When develop the mountainous district, the development must be a development considered the viewscape. To efficiently accomplish the MDD viewscape was considered, firstly we have to know which viewscape element effect on many observers when they rate the viewspe preference. As a basical study for MDD viewscape was considered, we used GIS and ANN(Artificial Neural Network) in cause analysis of viewscape preference. Many observers firstly influenced by “height difference” that represent the difference between elevation of a mountainous and buildings, and secondly floor-area-ratio has influence on viewscape preference, thirdly many observer affected by building coverage among many viewscape elecmnts considered in this study.

1. 서 론

협소한 도시적 용도의 토지와 공간은 인구 및 산업의 집중 현상을 가져오고 있으며, 주택난·지가상승·환경오염 등 많은 도시문제를 야기하는 원인이 되고 있다. 이와 같은 도시문제를 해결하기 위해서는 도시적 용도의 토지면적의 확충이 절실히 요구되므로 평지보다는 개발 가능면적이 더 많은 산지의 개발이 중요한 의미를 갖는다고 할 수 있다.

기존 자연경관이 유지되는 쾌적한 환경을 제공하는 방향으로의 산지개발에 대한 연구의 필요성이 절실히 요구되고 있으며 이러한 요구에 부응하기 위해서는 관찰자(사람)들이 여러 가지 경관요소 중에서 어떠한 요인에 가장 큰 영향을 받아서 경관의 선호도를 평가하는가를 먼저 파악하여야 한다. 본 연구에서는 GIS와 인공신경망을 이용해서 이러한 원인을 규명하여 경관설계시 우선적으로 고려되어야 할 경관요소들을 제시하고자 하는데 본 연구의 목적이 있다.

*충원대학 토목과 교수
**전북대학교 대학원 토목공학과 박사과정
***전북대학교 토목환경공학부 부교수,
전북대학교 공업기술연구소 연구원
****조선대학교 토목공학과 교수

2. 경관의 특성 및 평가 방법

2.1 경관의 물리적 속성

경관평가의 대상으로서는 가로, 주거단지, 공원, 도시

전체, 국립공원, 자연에 이르는 다양한 규모와 장소가 포함된다. 일정경관을 평가함에 있어서는 경관의 규모, 경관의 특성에 따라서 경관평가의 구체적 방법을 결정하여야 한다.

경관을 평가함에 있어서는 경관의 특성을 관찰하여 경관의 미적 지각에 영향을 미치는 주요 변수가 무엇인가를 가설적으로 상정함이 필요하다. 이에 대한 지식을 기초로 하여 평가기준을 설정할 수 있는 것이다.

특히, 예측모형을 만들고자 할 때에는 경관의 물리적인 요소가 독립변수로 채택되는 경우가 많으므로 주요 변수에 대한 면밀한 관찰이 필수적이다.

2.2 경관평가 모형의 변수 및 모의관측 기법

2.2.1 경관평가 모형의 변수

모든 사람에게 공통되는 평가 기준을 설정하는 것은 매우 어려운 일이나 사회적 혹은 문화적 배경을 같이 하는 특정 그룹 내에서의 평가 기준을 선정하는 것은 어느 정도 가능하다고 보여진다. 특히 캠퍼스, 주거단지, 캠프장 등과 같이 특정 이용자 그룹이 있을 경우에는 모든 사람을 대상으로 하기보다는 이들 특정 그룹을 대상으로 한다면 평가기준의 도출은 보다 쉬워질 수 있으며 경관평가의 과정은 대략 그림 1과 같이 나타낼 수 있다.

2.2.2 모의관측기법

경관평가를 수행하기 위해서는 해당경관을 현장에서 직접 평가할 수도 있으나 현장에서 촬영된 사진이나 슬라이드 혹은 스케치나 경관모형을 이용하여 간접적으로 평가하는 경우가 많다. 이와 같이 사진, 슬라이드, 모형 등을 통하여 실제경관을 나타내는 것을 모의관측이라 한다.¹⁾

기존의 경관을 대상으로 할 경우에는 적절한 방법으로 사진 혹은 슬라이드 촬영을 하거나 현장에서 직접 평가하면 되므로 비교적 어려움이 적으나 실제로 존재하지 않는 계획된 경관의 평가를 위해서는 건설된 후의 모습을 투시도, 사진수정, 모형제작, 컴퓨터 도형해석 등의 방법이 사용되고 있다.

그러나 이러한 방법은 계획된 경관의 규모가 아주 작

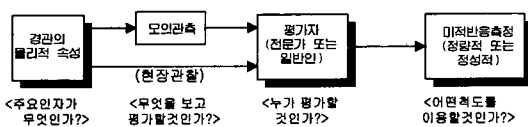


그림 1. 경관평가모형의 변수

<주요인자가 무엇인가?>

<무엇을 보고 평가할 것인가?>

<누가 평가할 것인가?>

<어떤척도를 이용할 것인가?>

을 때에 적용하기가 용이하며 계획된 경관의 규모가 커지면 시간 및 비용의 소비가 많아지며 그밖에 여러 가지 문제점 등이 발생한다.

대단위의 경관을 효과적으로 표현 및 관리하기 위해서는 지형적인 요소의 공간적 분포를 정확하게 나타내는 환경자료가 반드시 필요하며²⁾ 이러한 환경자료를 효과적으로 처리할 수 있는, 지형공간정보체계의 적용이 필연적으로 요구된다고 할 수 있다.

대단위로 계획되는 경관에 지형공간정보체계를 적용할 경우에는 다음과 같은 장점이 있다.³⁾ 첫째, 지형상태를 나타내는 정확한 자료로부터 경사, 향, 그리고 지리적 방위와 같은 물리적 변수들을 추출할 수 있으며 실세계 좌표체계에 의한 대상물의 위치, 높이 및 식생패턴 등과 같은 대상물의 속성, 대상물들 서로의 공간적인 상호관계성과 같은 실세계 대상물에 관한 정보를 표현할 수 있다. 둘째, 행렬대수학과 근린분석을 포함한 효율적인 지리적 위치관계의 분석 기능을 제공한다. 셋째, 자료는 외부의 자료 원으로부터 취득할 수 있고 의사결정을 지원하기 위한 새로운 정보를 제공할 수 있도록 쉽게 갱신할 수 있다. 넷째, 지리정보를 다루는 사용자들을 위한 GUI (Graphic User Interface)를 제공한다. 다섯째, 결과물을 도면으로 산출함으로써 분석의 결과가 쉽게 표현될 수 있어 경관의 비전문가인 수요자들도 쉽게 경관의 영향을 파악할 수 있도록 한다.

이러한 장점들이 있기 때문에 지형공간정보체계를 경관분석에 이용할 경우 기존의 모의관측 방법보다 관측점의 묘사, 가시빈도, 위치, 면적, 속성, 물리적 사상의 공간관계, 그리고 주어진 조망점과 그 물리적 변수사이의 관계 등과 같은 공간분석의 높은 정확도를 얻을 수 있다. 특히, 본 연구에서와 같이 지역이 대단위인 경우 소요 시간이나 경비 면에서 좋은 결과를 얻을 수 있다. 또한, 이러한 정보는 특정 조망점으로부터 조망에 대한 영향을 결정하기 위해서 실제 3차원세계를 사진상의 면 또는 도면으로 나타내기 위하여 사용할 수도 있다.

2.3 미적 반응 관측척도의 유형

일정개념 혹은 사물의 특성을 관측한다는 것은 해당개념 혹은 사물에 체계적으로 숫자를 부여하는 것이라고 정의할 수 있다. 숫자를 부여할 때에는 측정 또는 조사하고자 하는 특성에 따라서 적절한 척도의 유형을 선택하여야 하며 척도의 유형으로는¹⁾ 사물 혹은 사물의 특성

에 고유번호를 부여하는 것을 의미하는 명목척도(nominal scale), 일정 특성의 크고 작음을 비교하여 크기의 순서에 따라 숫자를 부여하는 것을 의미하는 순서척도(ordinal scale), 순서척과 마찬가지로 일정 특성의 상대적인 비교를 할 수 있을 뿐만 아니라 상대적인 차이의 크기도 알 수 있는 등간척도(interval scale) 또한 등간척에서 불가능했던 직접적인 비례계산이 가능한 비례척도(ratio scale)가 있다.

3. 인공신경망 이론

3.1 인공신경망

인간의 두뇌는 계산, 연상, 추론, 기억 등 상당히 복잡한 일들을 수행하지만 컴퓨터의 CPU, 기억장치와 같은 하드웨어적인 소자들이 존재하는 것이 아니라 이러한 모든 작업들이 뉴런들의 결합체인 신경망의 작용에 의해서 이루어지며 생물학적 신경망의 구조와 기능을 고려한 기본적인 인공신경망모형에 대하여 알아보면 다음과 같다.

뉴런은 입력된 외부 자극을 합하여 그 결과에 따라 반응하는 단순한 기능만을 하며 뉴런의 기능은 그림 2과 같다.^{4,5)}

그림 2에서 “경중률 합”과 “출력”은 각각 입력된 외부 자극의 경중률합과 뉴런의 출력을 의미하며 식 (1)과 같이 표현할 수 있다. f(x)는 뉴런의 반응여부를 결정하는

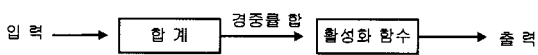


그림 2. 뉴런의 기능

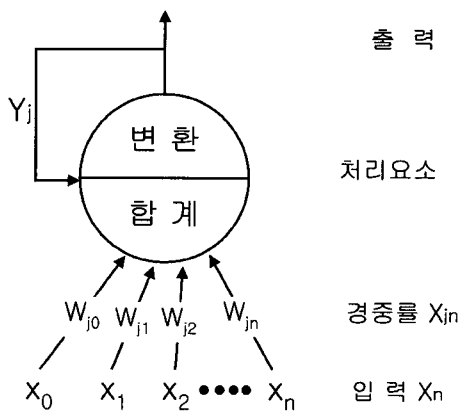


그림 3. 일반적인 신경망 모형

역할을 하며 활성화 함수라고 한다.

$$\begin{cases} \text{NET} = \sum \text{INPUT} \\ \text{OUT} = f(\text{NET}) \end{cases} \quad (1)$$

생물학적 신경망에 있어서 뉴런 단독으로 어떤 기능을 수행하기보다는 여러 뉴런들이 거미줄처럼 복잡하게 연결되어 서로 상호 작용을 하고 있으므로 인공신경망은 방향성 도형을 이용하여 모형화 할 수 있으며 이를 인공신경망이라 한다. 일반적인 인공신경망 모형은 그림 3과 같다.

3.2 시그모이드 함수

시그모이드 함수(sigmoid function)는 그림 2과 같으며 단극성 또는 양극성 비선형 연속함수이며, 신경망 모형의 활성화 함수로써 가장 널리 사용되고 있다. 시그모이드 함수는 형태가 “S”자 모양이므로 S형 곡선이라고도 한다.

그림 4(a)는 단극성 시그모이드 함수이며 수식으로 표현하면 식 (2)와 같다.

$$f(\text{NET}) = \frac{1}{1 + \exp(-\lambda \text{NET})} \quad (2)$$

(λ =경사도)

식 (2)와 같은 단극성 시그모이드 함수를 활성화 함수로 사용하면 뉴런의 출력은 “0”에서 “1”사이의 값이 되며, 만약 NET=0이면 뉴런의 출력은 1/2이 된다. 경사도 λ 가 커지면 f(NET)값은 점점 y축에 접근하게 되고, 만약

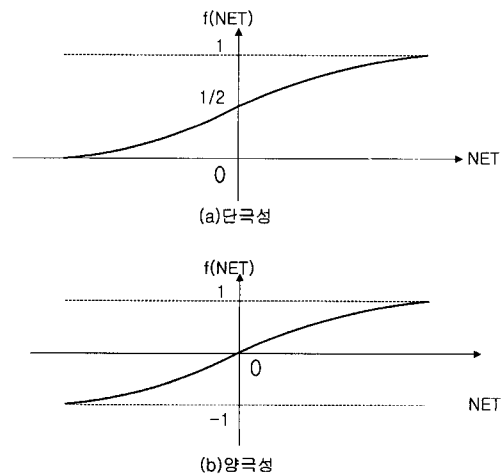


그림 4. 시그모이드 함수

$\lambda \rightarrow \infty$ 이면 시그모이드 함수는 식 (3)과 같은 계단 함수와 동일한 형태가 된다.

$$f(\text{NET}) = \begin{cases} 1 & ; \text{NET} \geq 0 \\ 0 & ; \text{NET} < 0 \end{cases} \quad (3)$$

시그모이드 함수는 애널로그 출력이 나오는 장점이 있으나 $\exp(-\lambda \text{NET})$ 의 지수함수연산을 수행해야하는 문제점이 있으며 이러한 점을 방지하기 위하여 일반적으로 경사도 $\lambda=1$ 값을 사용한다.

시그모이드 함수의 또 다른 특징은 연속함수이므로 미분 가능하여 델타학습 방법을 사용할 수 있는 장점이 있다. $\lambda=1$ 인 경우 단극성 시그모이드 함수와 그 미분은 식 (4)와 같다.

$$f(\text{NET}) = \frac{1}{1 + \exp(-\lambda \text{NET})}$$

$$f'(\text{NET}) = f(\text{NET})[1 - f(\text{NET})] \quad (4)$$

그림 4(b)는 양극성 시그모이드 함수이며 수식으로 표현하면 식 (5)와 같다

$$f(\text{NET}) = \frac{1 - \exp(-\text{NET})}{1 + \exp(-\text{NET})} \quad (5)$$

양극성 시그모이드 함수도 단극성 시그모이드 함수와 유사한 특성을 가지고 있지만 식 (18)과 같은 양극성 시그모이드 함수를 활성화 함수로 사용하면 뉴런의 출력은 “-1”에서 “+1” 사이의 값이 되며, 만약 $\text{NET}=0$ 이면 뉴런의 출력은 “0”이다.

3.3 역전파알고리즘

역전파알고리즘은 앞서 언급한 것과 같이 순방향 다층 신경망의 일반적인 응용에 활용되는 오류 역전파 학습 알고리즘이다. 역전파알고리즘은 출력자료층 오차신호를 이용하여 은닉자료층과 출력자료층간의 연결강도를 변경하고, 또한 출력자료층 오차신호를 은닉자료층에 역전파하여 입력자료층과 은닉자료층간의 연결강도를 변경하는 학습 방법이다.⁶⁾

역전파알고리즘을 이용한 다층신경망의 학습절차는 먼저 학습시킬 s 개의 학습형태 쌍 $(x_1, d_1), (x_2, d_2), \dots, (x_s, d_s)$ 를 선정하고 연결강도 v (입력자료층과 은닉자료층의 연결강도), w (은닉자료층과 출력자료층의 연결강도)는 임의의 작은 값으로 초기화하며 적절한 학습률($\alpha > 0$)을

결정한다. 학습 패턴 쌍을 차례로 입력하여 연결강도를 변경하고 은닉자료층의 경중률의 합 NET_z 및 출력 z , 출력자료층의 가중합 NET_y 및 최종출력 y 를 각각 식 (6), 식 (7), 식 (8), 식 (9)과 같이 구한다.

$$\text{NET}_z = xv^T \quad (6)$$

$$z = f(\text{NET}_z)$$

$$= \begin{cases} \frac{1}{1 + \exp(-\text{NET}_z)} & : (\text{단극성}) \\ \frac{1 - \exp(-\text{NET}_z)}{1 + \exp(-\text{NET}_z)} & : (\text{양극성}) \end{cases} \quad (7)$$

$$\text{NET}_y = zw^T \quad (8)$$

$$y = f(\text{NET}_y)$$

$$= \begin{cases} \frac{1}{1 + \exp(-\text{NET}_y)} & : (\text{단극성}) \\ \frac{1 - \exp(-\text{NET}_y)}{1 + \exp(-\text{NET}_y)} & : (\text{양극성}) \end{cases} \quad (9)$$

목표치 d 와 최종 출력 y 를 비교하여 제곱오차 E 는 식 (10)과 같이 구하며 출력자료층의 오차신호 δ_y 를 식 (11)과 같이 구한다.

$$E = \frac{1}{2}(d - y)^2 \quad (10)$$

$$\delta_y = \begin{cases} (d - y)y(1 - y) & : (\text{단극성}) \\ \frac{1}{2}(d - y)(1 - y^2) & : (\text{양극성}) \end{cases} \quad (11)$$

또한, 은닉자료층에 전파되는 오차 신호 δ_z 를 식 (12)와 같이 구한다.

$$\delta_z = f'(\text{NET}_z) \sum_{i=1}^m \delta_{y_i} w_i$$

$$= \begin{cases} z(1 - z) \sum_{i=1}^m \delta_{y_i} w_i & : (\text{단극성}) \\ \frac{1}{2}(1 - z^2) \sum_{i=1}^m \delta_{y_i} w_i & : (\text{양극성}) \end{cases} \quad (12)$$

k 학습단계에서의 은닉자료층과 출력자료층간의 연결강도 변화량 Δw^k 및 입력자료층과 은닉자료층의 연결강도

변화량 Δv^k 를 식 (13)과 같이 구하며 $k+1$ 단계에서의 은닉자료층과 출력자료층간의 연결강도 w^{k+1} , 입력자료층과 은닉자료층간의 연결강도 v^{k+1} 을 각각 식 (14)와 식 (15)와 같이 구한다.

$$\begin{aligned} \Delta w^k &= \alpha \delta_y z \\ \Delta v^k &= \alpha \delta_x z \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} \Delta w^{k+1} &= w^k + \Delta w^k \\ &= w^k + \alpha \delta_y z^k \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} v^{k+1} &= v^k + \Delta v^k \\ &= v^k + \alpha \delta_x z^k \end{aligned} \quad (15)$$

학습형태 쌍을 반복 입력하여 연결강도를 변경하며 오차E가 특정범위 E_{max} 보다 적어지면 학습을 종료한다.

4. 인공신경망 적용자료 취득

4.1 대상지역 선정

본 연구의 대상지역은 광주광역시 북구 동림동 1146번지 일대에 위치하고 있으며 표고 약 100m미만, 평균경사도 약 15%의 산지이다. 그림 5은 1:5,000 수치지도를 이용하여 작성한 대상지역의 현황도로서 호남고속도로와 국도1호선사이에 위치하고 있어 유동인구가 많아 개발에 따른 시각적인 영향이 매우 큰 지역이다.

4.2 연구방법의 개요

본 연구의 연구과정은 그림 6와 같이 경관요소 추출, 지형공간정보체계를 적용한 표본경관 작성 및 리커트 척도를 이용한 인공신경망의 적용자료 취득단계로 구분할

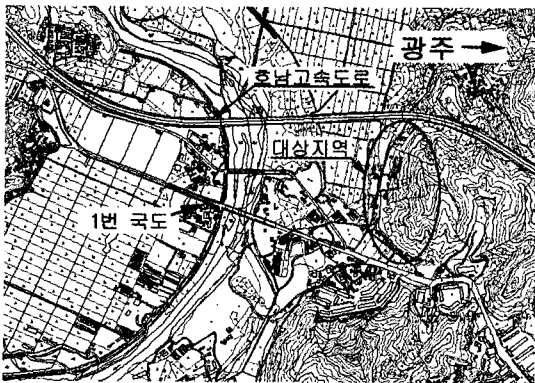


그림 5. 대상지역 현황도

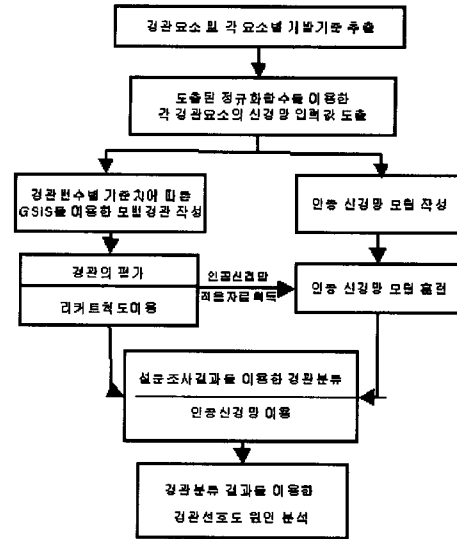


그림 6. 경관평가 과정

수 있으며 자세한 내용은 다음과 같다.

경관요소들을 선정하는 방법론적인 것은 본 연구에서 추구하고자 하는 목적에 부합되지 않으므로 본 연구에서는 산지 및 구릉지의 개발에 대한 선행연구들 중에서 비교적 가장 최근에 수행되고, 또한 경관요소 선정에 있어서 가장 타당성 있는 근거를 제시하여 수행된 선행연구를 참고하여 경관요소를 선정하고 필요에 따라서는 경관요소에 대한 정의를 재 작성하여 사용하였다.

경관평가를 효과적으로 수행하기 위해서는 대상지역의 정확한 수치지형의 작성성이 필요하며(57), 표본경관을 정확한 수치에 맞게 작성할 수 있어야 한다. 본 연구에서는 이를 위해서 GIS용 소프트웨어의 일종인 Micro-Station GEOPAK을 이용하였다. 대상지역의 등고선도를 이용하여 대상지역의 지형을 3차원으로 구현하고, 구현된 지형 상에 임의로 가정한 개발경관 모형의 개발요소에 따른 총 15개의 표본경관을 작성하였다. 인공신경망 적용자료를 취득하기 위한 15개 경관에 대한 경관선도 설문 조사는 20명의 OO대학교 토목공학과 학생을 대상으로 리커트척도에 이용하여 설문조사를 하였다. 설문조사에 사용된 표본경관의 실상은 각 경관에 대하여 총 23개의 실상으로 구성하였다. 이와 같은 설문조사의 결과 총 15개의 경관에 대한 20(관찰자 20명)개의 경관선도도는 인공신경망을 이용하여 하나의 경관선도도로 나타내어 그 결과를 경관변수에 관련하여 분석하였다.

표 1. 본 연구에서 고려한 산지개발 요소

경관변수	관측척도	개발기준값 (주택단지 기준)	고려 여부
개발규모/유역의 크기	산지개발률	50% 이하	○
경 사 도	경 사 도	20° 이하	○
주변지표수의 수질	생활환경구분등급	III~V등급	×
생태적 안정성	숲의 천이단계	자연상태의 양수림, 인공림, 관목림.2차초지	×
생태적 건전성	식생 계층구조	교목층과 초목층의 2층구조, 관목층과 초목층의 2층구조, 단층구조	×
희 소 성	보호대상생물 서식지 존재여부	보호대상생물이 전혀 분포하지 않은 산지, 개발지역 인근에 학술적 가치가 있는 희귀생물군이 분포하는 산지	×
자 연 성	인공시설물유무	인공시설물 면적비율 10% 이하	×
산림존치율	산림존치율	30% 이상	×
녹 지 율	녹 지 율	40% 이상	○
대지면적	대지면적	10만 m ² 이하	×
이격거리	시설간 산림의폭	시설 주변부에 폭 30 m 이상의 존치산림 배치	○
건 폐 율	건 폐 율	30% 이하	○
용 적 률	용 적 률	100% 이하	○
층고	층고	12층이하(본 연구에서는 산지 주봉의 표고와 건물 높이와의 차이)	○

표 2. 개발경관 모형의 개발요소

경관	개발률	건폐률	용적률	이격거리	높이차	녹지율	경사도
경관1	50	30	300	20	19	20	15
경관2	50	30	210	20	28	20	15
경관3	50	30	450	28	4	41	15
경관4	50	30	600	28	-11	41	15
경관5	50	30	150	28	40	41	15
경관6	40	20	140	30	28	34	15
경관7	40	20	100	30	40	34	15
경관8	40	20	200	35	19	37	15
경관9	40	20	300	35	4	37	15
경관10	40	20	400	35	-11	37	15
경관11	30	10	50	40	40	42	15
경관12	30	10	100	40	19	42	15
경관13	30	10	70	30	28	43	15
경관14	30	10	150	30	4	43	15
경관15	30	10	200	30	-11	43	15

4.3 경관요소 선정

기존 연구에서 산지개발의 경관을 판단할 수 있는 경관요소 및 기준을 설정한 예는 그다지 많지 않으며 가장 최근의 김용웅 외(1997)⁷⁾의 연구에서는 자연친화적인 산지개발을 활성화하기 위한 14개 요소 및 이에 대한 최소한의 개발기준치를 전문가 델파이 조사를 이용하여 제시하고 있다. 표 1은 기존 연구에서 제시된 산지개발 요소와 본 연구에서 고려한 요소를 구분하여 나타낸 것이다.

4.4 인공신경망 적용자료 취득

4.4.1 개발경관 모형의 작성

본 연구에서 개발경관 모형은 개발률(50%, 40%, 30%), 건폐률(30%, 20%, 10%)을 임의로 가정하여 이를 기준으로 표 2에서와 같이 크게 3가지 유형의 경관으로 구분하여 작성하였다.

4.4.2 설문평가

1) 관찰자

기존의 연구(Daniel and Boster, Arthur 등 ...)는 학생

들과 일반인에 의한 경관의 평가는 높은 연관성을 가지고 있음을 증명하고 있다. 비록 관찰자의 문화적 배경과 같은 개인적인 특성 때문에 경관의 선호도는 다양하지만 경관의 선호도에 관해서 여러 집단간에도 상당히 일치한다.⁸⁾ 비록 개인적인 차이점 또한 중요하지만 일반적인 경향을 먼저 파악하는 것이 중요하다. 이러한 이유에서 자료 내에서 사람들 사이의 차이점은 “noise”로 간주한다. 더욱이 연구의 목적이 전반적인 현상에 대한 일반화가 아니라 인공신경망 모형을 이용하여 경관미의 관측 가능성을 점검하는 것이기 때문에 일반인의 경관 선호도를 나타내기 위하여 학생집단으로부터 경관미 판단의 평가 값을 이끌어 내어 사용하는 것도 타당성이 있다고 할 수 있다. 본 연구에서는 다양한 배경을 가진 OO대학교 토목공학과 학부생 및 대학원생 중에서 단순무작위추출법을 사용하여 20명의 시험집단을 구성하고 이들을 대상으로 설문조사를 실시하였다.

2) 관측척도

경관미 평가를 나타내기 위해서 10등급(0-9)평가척(10-point rating scale)을 사용하였으며 여기에서 9는 가장 높은 수준의 경관을, 0은 가장 낮은 수준의 경관을 나타낸다.

등급 평가척의 해석에는 동등하지 않은 평가 표준척(근본적인 차이), 관찰자간의 일치 부족, 표준척의 선형적인 차이(간격크기), 관찰자간의 일관성 부족, 지각력에 의한 표준의 변화 등 5가지의 문제점이 있다.⁹⁾ 이러한 문제는 세심한 연구의 계획과 통계적인 처리를 통해서 해결할 수 있다. 만일 경관이 관찰자들에게 일관적으로 평가된다면, 상대적인 평가는 이러한 경관들 사이의 지각력의 차이를 반영할 것이다.

관찰자간의 비일관성과 지각력(perception)에 의한 표준 변화의 영향을 배제하기 위해서는 두 관찰자의 절대적인 평가가 다를지라도 경관을 같은 상대적인 방법으로 평가하고 있는 두 관찰자는 경관미에 같은 지각 강도를 가지고 있다는 가정이 있어야 한다. 경관평가에서 관찰자들 사이의 상대적인 등급의 차이는 통계학에서는 “error”로, 인공신경망에서는 “noise”로써 취급된다

추가적으로 표준 평가척이 같지 않은 문제는 각각의 경관에서 추출된 “미리보기” 실상을 제시함으로써 개선된다. “미리보기”는 평가되는 경관에서 표현되는 특성의 범위를 설명하고 평가기간 동안 응답자들이 적절한 평가 기준을 설정하게 한다. 본 연구에서 “미리보기” 실상은

각 경관의 정면, 거리는 중경에서 작성된 실상을 사용하였다. 그러나 여전히 개개의 관찰자들이 10등급의 평가 척도를 다르게 쓸 수 있으나 지각은 자극에 아주 밀접하게 관련되어 있는 비교적 일관된 작용이라 할 수 있다. 그래서 관찰자 사이의 평가에 대한 선형적인 차이는 지각력에 있어서 선호도의 차이가 아니라 평가의 차이로 나타낼 수 있다.

3) 설문조사 및 결과

본 연구에서 설문조사는 리커트 척도를 이용하여 수행하였으며 총 15개의 경관은 각각에 대하여 총 23개의 실상으로 구성하였다. 실상의 작성을 위해서 조망점 위치는 1차적으로 표 3과 같이 원경, 중경, 근경으로 구분하였으며, 이것을 다시 각 거리별로 개발대상지역의 가장 중앙에 위치하는 주동(柱洞)을 기준으로 22.5° 간격으로, 그림 7과 같이 수평으로 구분하여 각 거리에 대하여 총 7개의 조망점의 위치를 설정하였다. 실험에 참여한 관찰자들이 각 경관요소들을 충분히 인식할 수 있게 하기 위하여 북측과 남측 상공에 조망점의 위치를 설정하였으며, 이와 같은 상공의 조망점들은 녹지률과 같이 수평위치에서 건물에 가려서 충분히 관찰되지 않는 요소들을 관찰자들이 인식할 수 있는 기회를 제공할 수 있을 것이다.

각 조망점에서 관찰자의 눈 높이는 1.6m를 기준으로 하였으며 수평시각은 약 30°, 수직시각은 약 18°로 설정하여 각 조망점의 위치에서의 이미지를 GIS용 응용소프트웨어의 하나인 “미크로스테이션SE” 프로그램을 사용하여 작성하였다.

표 3. 거리구분

거리구분	근경	중경	원경
거리	500m	1000m	2000m

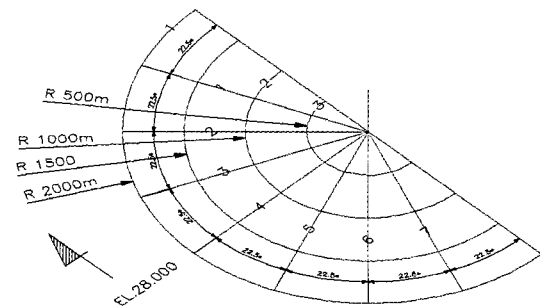


그림 7. 조망점의 위치

작성된 각 실상은 이미지뷰어 프로그램의 일종인 “ACDSee32” 프로그램을 이용하여 2초 간격의 슬라이드 쇼로 구성하였으며 보여지는 실상의 순서는 그림 7에서와 같이 수평으로 구분된 1번 위치의 원경, 중경, 근경의 순서로 7번 수평위치까지 각 조망점의 실상이 보여지도록 하였다. 설문조사를 실시하기 전에 관찰자들에게 본 연구의 목적과 경관선호도를 평가할 때의 유의 사항(컴퓨터 경관이 아닌 개발지역의 경관에 대하여 평가할 것, 본 연구에서 고려하는 경관요소에 대하여 평가를 해줄

것 등)에 대한 충분한 사전교육을 실시하였다. 그리고 각 경관을 평가하기 전에 “미리보기” 실상을 제시하여 각 관찰자들이 연구의 배경을 충분히 이해하고 10등급의 경관미 평가척 사용의 기준을 사전에 설정하도록 하였다. “미리보기” 실상은 각 경관의 정면과 남측 상공에서 작성된 2개의 실상을 합성하여 작성한 실상을 사용하였으며 그림 8는 1번 경관의 “미리보기” 실상의 예이다.

그림 9는 설문조사에 사용된 경관 실상 중의 일례로서 각각의 실상에 A, B, C창을 만들어 관찰자가 관찰하고 있는 실상이 작성된 위치와 수평 및 수직시각에 대한 정

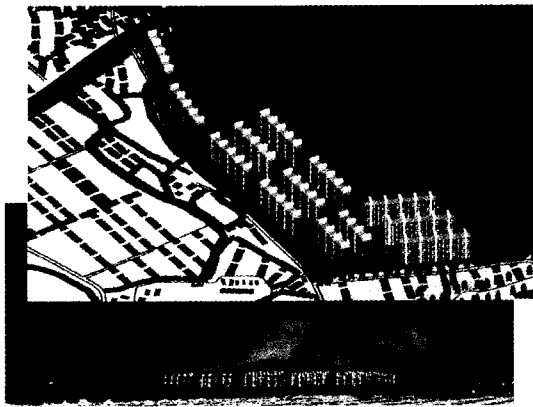


그림 8. 경관1의 미리보기 실상

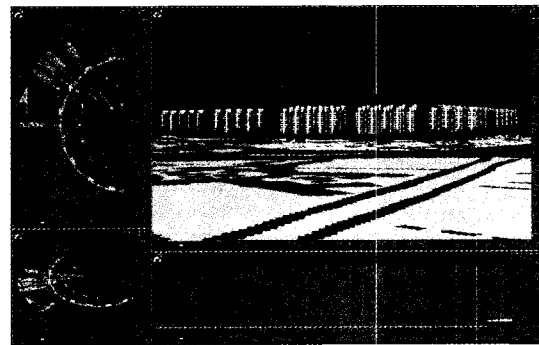


그림 9. 설문조사에 사용된 표본경관 실상의 일례

표 4. 설문조사 결과자료

경관	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	5	6	3	0	7	8	8	6	2	1	8	7	6	5	1
2	6	6	4	0	6	7	8	5	4	3	9	7	8	4	2
3	5	7	3	0	8	7	8	4	2	1	9	7	6	3	3
4	4	6	1	0	5	6	7	3	1	0	8	7	8	4	5
5	5	7	3	2	6	6	7	3	1	2	9	7	8	4	3
6	7	7	7	0	7	6	9	6	5	3	8	7	9	6	4
7	3	3	4	1	3	6	6	6	6	1	9	7	8	6	1
8	4	5	3	2	6	6	6	8	4	2	9	3	8	3	3
9	3	7	6	2	7	5	8	4	3	1	9	6	8	7	3
10	5	6	4	2	7	5	6	4	4	2	7	8	9	5	3
11	5	4	7	0	1	3	4	5	6	4	8	9	2	0	4
12	6	7	5	3	7	8	9	6	6	2	8	7	7	4	3
13	7	4	8	4	3	4	5	7	5	2	6	5	5	4	4
14	3	6	4	0	3	8	9	5	3	3	8	9	7	7	5
15	6	8	2	0	6	9	8	5	3	1	9	7	7	2	0
16	8	9	3	2	6	9	8	7	4	1	5	7	7	4	3
17	8	5	2	0	7	8	6	3	1	0	9	6	4	2	1
18	2	3	4	3	6	5	6	4	4	3	7	6	6	5	3
19	5	6	3	0	5	6	9	6	4	2	7	9	7	6	2
20	3	7	4	0	7	4	9	5	4	0	9	4	7	2	4

보를 동시에 보여주어 경관실상을 평가할 경우에 이러한 점을 고려할 수 있도록 하여 설문조사를 실시하였다. 각 경관 당 설문조사 소요시간은 46초가 소요되었으며 15개 경관에 대하여 총 11분 30초가 소요되었다. 10등급 리커트 척도를 이용하여 실시한 설문조사 결과는 표 4와 같다.

GIS를 이용하여 계획된 구조물의 지리적으로 참조된 3차원경관을 실제와 유사하게 모의관측하고 또한 관찰자의 높이, 관찰각 등의 조건을 인간의 조건과 맞게 설정하고, 실제 관찰지점에서의 보여지는 경관을 실상으로 작성하여 설문조사를 실시하므로써 기존의 경관모형화 방법을 이용한 경우보다 관찰자의 시시각적 자극을 현실감 있게 이끌어 낼 수 있었으며 결과적으로는 설문조사의 정확도를 높임으로써 차후 설문조사자료를 이용하게될 경관평가 및 예측을 위한 인공지능경망모형의 경관평가 및 예측의 높은 정확도를 보장할 수 있다.

5. 인공지능경망의 적용 및 고찰

5.1 각 경관의 최종 선호도 추출

다중의 관찰자 집단으로부터 최종적인 결과값을 추출하기 위한 기존의 방법은 관측결과를 표준화시켜 항목별 산술평균을 구하는 방법 및 회귀분석을 사용하는 방법이 주로 사용되었다. 그러나 산술평균의 경우 산술평균 값이 평가의 정도를 대표함에 있어서 변량의 변이 형태에 따른 문제가 제기될 수 있다. 또한 회귀분석을 이용한 방법과 비교할 때 인공지능경망을 이용한 방법의 장점은 첫째, 회귀모형들과는 다르게 인공지능경망은 결과값을 산출하기 위해서 미리 짜여진 알고리즘을 적용하기보다는 실례를 이용한 학습을 이용한다. 둘째, 인공지능경망은 입력 정보가 모호하고, 불완전하고, 노이즈(noisy)하고, 불명확할 경우에도 복잡한 비선형관계들을 처리할 수 있다. 셋째, 인공지능경망모형은 다른 방법들보다 적은 표본 자료를 필요로 한다. 예를 들면, 회귀모형은 더 많은 변수를 가질수록 최종적인 결과값을 산출하기 더 어렵다고 할 수 있으며, 또한 인공지능경망모형은 수 없이 많은 변

수들을 다루므로 복잡한 관계의 모의관측, 특히 GIS환경에서 비선형적인 공간 자료 분석에 적합하다. 마지막으로 입력 자료에 관한 특정 분포의 가정이 통계적인 방법에서처럼 필요로 하지 않는다.³⁾

다중의 관찰자집단으로부터 각 경관에 대한 집단을 대표할 수 있는 경관선호도를 합리적으로 추출해내는 문제에 인공지능경망을 이용하는 것은 위와 같은 인공지능경망의 기존 방법에 대한 많은 장점 때문에 기존의 방법보다 합리적이라 할 수 있다.

본 연구에서는 20명의 관찰자집단의 총 15개의 각 경관에 대한 경관선호도를 추출하기 위해서 인공지능경망을 구성하여 사용하였으며, 인공지능경망의 입력값으로서는 표 4의 설문조사 결과자료 즉, 각 경관에 대한 20개(20명)의 경관선호도 값을 이용하였으며 인공지능경망은 최종적으로 15개 경관에 대한 1개의 경관선호도 값을 출력값으로 얻게 된다.

인공지능경망의 구조는 다자료층신경망으로서 입력자료층, 은닉자료층 1개, 출력자료층으로 구성되었으며 구조 및 특성을 정리하면 표 5과 같다.

인공지능경망의 학습자료는 표 6와 같이 20명의 모든 관찰자가 한 경관에 대하여 1개의 등급으로 경관선호도를 나타냈을 경우를 가정하여 작성하였으며, 학습자료의 수는 본 연구에서 분류하고자 하는 경관선호도의 수인 0에서 9까지 총 10개의 경우를 설정하여 인공지능경망을 학습시켰다. 학습의 최종 오차는 0.001로 하여 22749회에서 오차가 수렴하였다. 표 7은 표 6의 학습자료로 인공지능경망을 학습시켜 표 4의 각 경관의 설문자료를 입력하여 각 경관의 선호도를 분류한 결과이다

5.2 경관선호도 요인 분석

본 연구에서 실시한 경관선호도 조사의 결과를 요소별로 다시 작성하여 나타내면 표 8와 같이 나타낼 수 있다. 표 8의 경관변수의 특징 중의 “고저차” 항목에서 볼 수 있듯이, 관찰자의 경관선호도는 대체로 산정의 높이가 건물의 높이보다 높을수록 높은 등급의 경관선호도를 나타내고 있다.

표 5. 인공지능경망의 매개변수 설정

매개변수	입력자료층 노드수	출력자료층 노드수	은닉자료층의 수 및 노드수	학습율	모멘텀	허용오차	최대학습횟수
설정값	20	10	1, 30	0.2	0.9	0.001	30,000

표 6. Perfect Training Set(인공신경망 I)

학습데이터 수	DATA_1	DATA_2	DATA_3	DATA_4	DATA_5	DATA_6	DATA_7	DATA_8	DATA_9	DATA_10	
Perfect 관찰 자 Ratting Condition	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	2	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	4	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	5	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	6	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	7	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	8	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	10	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	11	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	12	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	13	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	14	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	15	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	16	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	17	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	18	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	19	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	20	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
경관 선택 도	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
	6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
	7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	

(1 : Activated Node, 0 : No-Activated Node)

표 7. 각 경관의 선택도에 대한 인공신경망 I의 출력값

경관	선택도									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
경관_1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00534	0.99328	0.00608	0.00000	0.00000	0.00000
경관_2	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00786	0.99155	0.00376	0.00000	0.00000
경관_3	0.00000	0.00000	0.00000	0.00536	0.99219	0.00506	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
경관_4	0.00236	0.99495	0.00717	0.00000	0.00000	0.00000	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000
경관_5	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00002	0.19158	0.96200	0.00013	0.00000	0.00000
경관_6	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00063	0.93862	0.16577	0.00002	0.00000
경관_7	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00024	0.94942	0.16207	0.00000
경관_8	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00266	0.99238	0.01788	0.00000	0.00000	0.00000
경관_9	0.00000	0.00000	0.00000	0.28975	0.93328	0.00044	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
경관_10	0.00002	0.15282	0.96166	0.00008	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
경관_11	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00471	0.99095	0.00814
경관_12	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00003	0.06629	0.97723	0.00082	0.00000
경관_13	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00003	0.07390	0.97498	0.00087	0.00000
경관_14	0.00000	0.00000	0.00000	0.00010	0.98968	0.03033	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
경관_15	0.00006	0.00000	0.03084	0.99427	0.00137	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

표 8. 경관선호도의 분석

등급	경관 번호	경관변수의 특징					
		개발률	건폐률	용적률	이격거리	녹지률	고저차
0	없음						
1	4	50	30	600	28	41	-11
2	10	40	20	400	35	37	-11
3	15	30	10	200	30	43	-11
	3	50	30	450	28	41	4
4	9	40	20	300	35	37	4
	14	30	10	150	30	43	4
5	1	50	30	300	20	20	19
	8	40	20	200	35	37	19
	2	50	30	210	20	20	28
6	5	50	30	150	28	41	40
	6	40	20	140	30	34	28
	7	40	20	100	30	34	40
7	12	30	10	100	40	42	19
	13	30	10	70	30	43	28
8	11	30	10	50	40	42	40
9	없음						

(단위 : 개발률, 건폐률, 용적률, 녹지률 : (%), 이격거리, 높이차 : (m))

경관선호도 6등급의 경관5번, 경관선호도 7등급의 경관7번 및 경관선호도 8등급의 11번 경관은 모두 높이차가 40m이지만 경관선호도가 8, 7, 6등급으로 나타나는 이유는 경관11번, 경관7번 및 경관5번의 용적률은 각각 50%, 100%, 150%로 건폐률은 10%, 20%, 30%로 차례로 보다 열악해짐을 알 수 있었다. 관찰자들은 용적률과 건폐률이 적을수록 높은 경관선호도를 보이고 있음을 알 수 있으며, 또한 개발 밀도가 가장 낮은 경관11번의 경관선호도 결과로부터 관찰자들은 개발의 밀도가 가장 낮은 경관을 제일 선호함을 알 수 있다.

이상과 같은 결과로 관찰자들의 경관선호도는 높이차가 클수록, 용적률과 건폐률이 적을수록 높은 선호도를 보이고 있음을 알 수 있다. 즉 산지개발 경관의 선호도는 1차적으로 “높이차” 항목에 영향을 많이 받으며 2차적으로 “용적률”과 “건폐률”의 영향을 주로 받고 있으며, 이러한 3가지 변수를 제외한 기타의 경관변수에는 비교적 영향을 적게 받고 있음을 알 수 있다. 이러한 결과는 선행연구 결과와도 일치하는 결론으로 산지부에 대단위 시설물의 경관계획을 수립할 경우에 “높이차”, “용적률”, “건폐률”의 항목에 많은 경중률을 두어야 함을 알

수 있다. 특히 대단위 주거단지의 경관계획을 수립할 경우에는 이와 같은 요소를 고려하여 설계하여야 할 것으로 사료된다.

6. 결 론

본 연구는 산지개발의 경관평가 및 예측을 위한 GIS와 인공신경망모형 활용 방법에 관한 연구로써 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 경관평가를 위한 설문조사에 있어서 기존의 경관모의관측 방법과는 달리 GIS를 이용하여 지형공간적으로 참조된 3차원경관을 실제와 가깝게 작성된 모의관측을 이용함으로써 관찰자의 시지각적 자극을 현실감 있게 이끌어 내어 설문조사의 정확도를 높이고 인공신경망모형의 학습자료를 보다 정확하게 얻을 수 있었다.

둘째, 다중의 관찰자 집단으로부터 하나의 결론을 유도하는 과정에 인공신경망 모형을 이용함으로써 기존의 산술평균 방법이나 회귀모형에 의한 방법보다 객관성 및 신뢰성을 높일 수 있었다.

셋째, 여러 가지 경관요소 중에서 주로 산정의 높이와 건물의 높이차, 용적률, 건폐률 순서로 경관평가에 영향을 미치므로 대단위 단지의 경관계획을 수립할 경우에는 이러한 요소들을 고려하여야 할 것이다.

마지막으로 본 연구에서 고려한 7가지 요소 뿐 만 아니라 경관선호도에 영향을 미칠 수 있는 건물의 형태라 등과 외장재료와 같은 더 많은 요소들을 고려하여 연구가 추후 수행되어야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 임승빈, “경관분석론”, 서울대학교 출판부, 1998, pp. 236-266.
2. Bishop, I. D. “Prediction of Scenic Beauty Using Mapped Data and Geographic Information Systems”, 1992.
3. Yu-Lan. Yuan, Vista Scenic Beauty Estimation Model : An application of integrating neural net and geographic information system, The University of Arizona, 1998, pp. 20-70.
4. 오창석, “뉴로컴퓨터”, 지성출판사, 1996, pp. 69-229.
5. Laurene Fausett, “Fundamentals of Neural Networks”, Prentice Hall, pp. 20-213.
6. Rumelhart, D., G. Hinton, R. Willems, 1989, “Learning

- Representations by Back-Propagation Error”, *Nature*, Vol. 323, pp. 533-536.
7. 김용웅 외, 국토개발연구원, 자연친화적 산지개발에 관한 연구, 1997, pp. 1-100.
 8. Zube, E. H., “Increasing the effective participation of social scientists in environmental research and planning”, *Man in Ecosystems*93, Vol. 34(3), 1982, pp. 481-492.