

GIS 기반 지가산정 및 시뮬레이션 시스템

문 태 현¹

Integrated Simulation System of GIS and ANN for Land Price Appraisal

Tae-Heon Moon¹

요 약

본 연구의 목적은 도시내 필지 단위의 지가산정과 그 결과의 시각적 표현을 위한 자동화 시스템을 개발하는 것이다. 현재 필지별 공시지가는 건교부의 ALPAS 프로그램으로 매년 산정 되지만, 시스템이 매우 번잡하고, 도시공간분석과 도시계획을 지원하는 기능을 제공하지 못해 개선되어야 한다. 따라서 본 연구는 지가계산을 위해 뉴럴네트워크(Neural Network)이론을 도입하였으며, Matlab 4.0 어플리케이션으로 계산 프로그램을 작성하였다. 계산 결과의 공간표현을 위해 ArcView GIS를 도입하였으며, 두 어플리케이션의 통합은 DDE(Dynamic Data Exchange)방식으로 통합하였다. 이는 Matlab을 서버로 설정하고, ArcView를 클라이언트로 설정함으로써 가능하였다. 사례연구는 진주시를 대상으로 하였으며, ArcView창의 메뉴에서 동명을 선택하면, Matlab에서 해당 동의 네트워크 모형을 구축하고, 필지 속성자료로 네트워크를 교육한다. 그 다음 ArcView 창에 고도제한, 미관지구, 도로 및 공원지정에 의한 지가 변동을 시뮬레이션할 수 있도록 버튼을 추가하여, 자동적으로 계산과 결과의 시각화가 가능한 시스템을 구축하였다. 이 시스템은 부수적인 보완을 거친다면, 도시계획을 지원하기 위한 시스템(Planning Support System)으로 활용 가능할 것이다.

주요어: 뉴럴네트워크, 공시지가, 계획지원시스템, GIS, 시뮬레이션시스템

ABSTRACT

The purpose of this study is to develop a parcel-based automatic simulation system of land price through the integration of urban mathematical model and GIS. The appraisal process of public land price by the local government is simple but is a great time-consuming task. Moreover, it doesn't provide any statistical analysis and spatial presentation tools. So, it is difficult for planners or administrative officials to analyze the variation of land price with spatial idea. From these, a system is developed combining two sub-systems, they are ANN(Artificial Neural Network) for the calculation of land price and GIS for visual presentation. Using Matlab application, ANN model was designed having 3-layer structure and was trained with the sample data taken from Chinju city. With the trained network,

2000년 6월 16일 접수 Received on June 16, 2000

¹ 경상대학교 건설공학부 도시공학전공 및 지역개발연구소 (thmoon@nongae.gsnu.ac.kr)

Dept. of Urban Engineering, Gyeongsang National University and Institute of Regional Development.

the impact of 'road', 'parks', 'height control district' and 'beauty district' on land price in 9 regions(dong) are simulated. The results of the simulation were visualized with ArcView GIS. The automatic simulation system operated through the DDE(Dynamic Data Exchange) conversation between two applications. ArcView was set as client and Matlab as server. Scripting in ArcView and customizing a window of ArcView, this system can execute the whole process of simulation by just clicking a button with mouse. As a conclusion, this system was proved to be an effective and easily controllable planning support system for the land price simulation.

KEYWORDS: *Neural Network(ANN), Public Land Price, Planning Support System, GIS, Simulation System*

서 론

1. 연구의 배경 및 목적

건교부와 지자체는 필지별 지가(개별공시지가)를 매년 공시하고 있다¹⁾. 공시지가를 이용하면 지가동향과 같은 시계열분석이 가능하고, 지가 산정을 위해 지자체에서 조사하는 방대한 필지별 토지특성 자료를 활용하면, 다양한 수리적 분석과 도시모형의 개발이 가능하다.

그러나 현재 지자체의 공시지가 산정은 건교부에서 제공하는 ALPAS(Automatic Land Price Appraisal System) 컴퓨터 프로그램에 의해 이루어지고 있는 데, 지가만 계산하는 초보적인 수준에 머물고 있어 개선이 필요하다. 특히 공시지가 자료는 필지단위의 마이크로한 차원에서 접근을 가능하게 해주기 때문에 도시공간분석을 통한 과학적인 계획수립에 도움을 줄 수 있지만, 현재의 시스템에서는 거의 불가능한 실정이다.

이런 문제점 중에서 지가산정과정의 복잡함과 원시성은 시급히 개선 및 보완되어야 할 점으로 지적할 수 있다. 예를 들면, 용도지역 지구의 지정이나 도로개설과 같은 도시계획 변경에 의한 지가 변동을 필지 단위로 알아보려면, 필지의 변경된 속성은 지번도 등을 열람하거나 도면상에서 수작업으로 조사하여, 이를 ALPAS에 일일이 입력해야 한다. ALPAS로 지가를 계산하더라도, 공간적인 위치를 파악하려면 번지수를 매개로 종이도면에 일일이 검

색해야 한다. 위치를 파악했다고 해도, 지가 변동량을 시각적으로 주변의 필지와 비교하며, 계획의 변화가 지가에 미치는 영향을 분석하는 것은 현재로서 매우 어려운 실정이다. 그리고 분석의 범위가 넓어지면 작업자체가 불가능에 가깝게 된다.

이와 같이 현재의 공시지가 체계는 단순히 지가만을 계산하는 수준에 머무르고 있으며, 실질적인 계획을 지원해 주는 도구가 되지 못하고 있는 실정이다. 공시지가 산정에 소요되는 시간과 비용에 비하면 형편없이 활용도가 낮아, 추가적인 자동화의 추진이 필요한데, 공간적인 접근이 가능한 GIS의 도입이 대안이 될 수 있다.

따라서 본 연구는 도시내에서 일어날 수 있는 계획의 변화에 따른 필지별 지가 변화가 계산 가능하며, 그 결과를 공간적으로 바로 확인할 수 있는 자동화된 시뮬레이션 시스템의 구축을 목적으로 한다.

본 시스템을 이용하면 지자체가 보유한 정보를 체계적으로 참조할 수 있어 도시계획에 활용도를 높일 수 있을 것이다. 필지별 기본정보의 검색은 물론, 계획가 또는 지방정부의 행정부서에서 다양한 계획을 가상으로 적용하여 그 결과를 쉽게 알 수 있도록 함으로서 개발에 따른 결과를 예측할 수 있는 도시계획이 가능하게 될 것이다. 특히 필지 단위로 매우 세밀하게 구체적인 지가 변동을 파악할 수 있기 때문에 도시개발 계획의 수립 이전에 미리

토지투기 방지나 개발이익환수에 대한 대책을 수립할 수 있도록 할 것이다. 향후 추가적인 소프트웨어적인 보완을 거치면 기초통계처리와 도시해석 및 분석을 통한 도시계획을 지원 하는 시스템(Planning Support System, PSS)으로 기능할 수 있을 것이다.

2. 연구의 방법 및 범위

ALPAS는 건교부 홈페이지를 통해 지자체만 접속이 가능하다. 이 시스템으로 필지별 지가를 계산하려면 표준지의 선택과 필지별 속성을 입력해야하므로 매우 번거롭고 시간을 요하는 과정을 거쳐야 한다. 따라서 본 연구에서는 ALPAS를 대신하여 인공지능 이론의 한가지인 뉴럴네트워크(Artificial Neural Network, 신경망이론, 이하 ANN이라고 함)를 이용하여 지가를 계산하는 방법을 개발하고, 공간적인 위치 파악과 결과의 시각화를 위해 GIS를 도입하여 자동산정 시스템을 개발하고자 한다.

그런데 본 연구에서 설정한 자동화 시스템이란 일반인들도 쉽게 조작 가능하며, 컴퓨터 윈도우 상에서 마우스만으로 다양한 시물레이션이 수행되도록 계산과 프리젠테이션을 연결하는 것을 의미한다.

ANN모델은 Matlab²⁾ 소프트웨어를 사용하였으며, 기본지도의 작성, 시각화와 전체시스템의 컨트롤을 위해 ArcView 3.1과 ArcInfo 7.2.1을 사용하였다. 두 소프트웨어간의 대화는 서버와 클라이언트 체계로 데이터를 호환하는 DDE(Dynamic Data Exchange) 기술을 사용하였다. 사용한 컴퓨터는 Pentium II 400의 Window NT에서 구동하였다.

사례연구의 공간적 범위는 진주시의 9개동을 대상으로 하였다. 계획변경에 의한 시물레이션은 도로개설, 공원지정, 고도지구지정 그리고 미관지구지정으로 하였다. 연구의 진행은 먼저 Matlab으로 ANN모형을 구축하여 지가 산정 과정을 설명하고, 다음으로 GIS와 통합하는 과정을 서술하였다.

공시지가 산정체계

1. 개별공시지가 산정 체계 및 과정

현재 개별공시지가 산정체계는 두 단계로 나누어져 있다. 첫 번째는 건교부장관이 지가산정의 표준이 된다고 판단한 필지(표준지)를 선정하고 표준지의 지가를 매년 공시하는 것이다. 다음은 이를 기초로 각 지자체가 행정구역내 전 필지에 대하여 지가를 계산하여 공시하는 것이다. 지자체에서 실시하는 산정과정은 우선 개별 토지의 특성³⁾을 조사한 다음, 비교표준지의 특성과 비교한다. 이때 건설교통부장관이 개발하여 공급한 '지가산정 대상토지의 지가 형성요인에 관한 표준적인 비교표(비준표)'상의 토지특성 차이에 따른 가격배율을 산출하고, 이를 표준지 공시지가에 곱하여 개별공시지가를 결정한다. 계산된 지가는 감정평가사의 검증을 받아 최종 결정된다⁴⁾.

이 과정에서 공시지가제도는 표준지의 선정과 비준표의 타당성, 그리고 매년 100만여건⁵⁾에 달하는 토지특성의 변화를 즉시 수정하지 못하는 경직성 등이 문제점으로 지적되고 있다. 그러나 이의 해결은 다른 연구로 넘기고자 하며, 본 연구의 목적은 어디까지나 지가의 자동 산정 및 시물레이션 시스템의 개발이다.

2. 뉴럴네트워크에 의한 지가산정

번거롭고 수작업에 의존하는 지가산정과정을 자동화하여, 쉽게 시물레이션 가능하고 이용자에게 친숙한 시스템을 만들기 위해 뉴럴네트워크(ANN) 이론을 도입하였다. 지가계산과 관련하여 ANN모델의 구성과 작동원리를 간단히 설명하고자 한다⁶⁾. ANN모델은 그림 1과 같이 입력층(input layer), 중간층(hidden layer)과 출력층(output layer)의 3개층으로 구성되며, 이는 가장 전형적인 형태이다. 각층에는 뉴런(neurons)이 존재하며, 다음 층의 뉴런과는 링크로 연결된다.

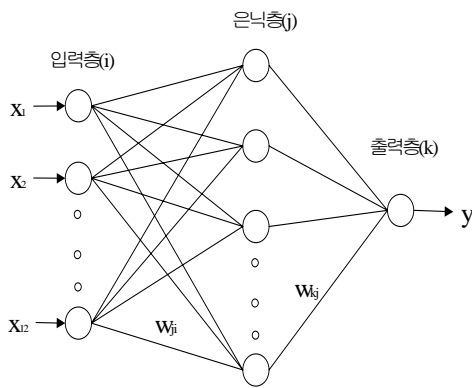


FIGURE 1. Structure of ANN model

입력층의 각 뉴런은 지가 결정에 영향을 미치는 변수(표 1)가 각각 1대1로 대응되며, 중간층에는 변수가 할당되지 않는다. 출력층은 1개의 뉴런으로 구성하였는데, 이는 필지별 지가만 출력하기 위해서이다. 따라서 하나의 필지가 가진 속성 변수값을 입력층의 각 뉴런에 투입하면 중간층을 거쳐, 출력층의 뉴런에서 지가가 출력되는 모형이다.

구체적으로 설명하면, 입력층의 뉴런에 투입된 모든 신호(변수값)는 그림 1과 같이 다음층의 뉴런으로 이동되어 종합화되는데, 그 과정에서 각 링크가 가지고 있던 가중치가 곱해져 이동된다. 이렇게 출력층까지 도달하면 출력층의 뉴런이 1회째 지가를 출력하게 된다. 그런데 이 값은 본래 그 필지가 가진 지가(교

사치, target value)와 다를 것이다. 왜냐하면 1회째 계산에서 링크에 주어진 가중치는 임의로 설정되었기 때문이다. 따라서 이 가중치를 수정할 필요가 있는데, 그 수정방법이 백프로파게이션(backpropagation, B.P법)이다. B.P법은 교사치와 출력치의 오차를 최소화하는 최소자승법(LMS)의 비선형적 확대 적용이다.

이와 같이 가중치를 조정해 나가는 과정을 네트워크의 교육 또는 학습(training)이라고 하며, 교사치가 있는 경우를 교사학습(supervised training)이라 한다. 학습을 대상지역 전체 필지에 대하여 무수히 반복하게 되면 출력치와 교사치가 일치하거나 아니면 차가 더 이상 줄어들지 않고 일정한 값에 수렴하게 되는데, 이때 교육을 중단한다. 이렇게 교육된 네트워크에 알고자 하는 필지의 속성을 입력층에 투입하면 자동적으로 지가가 산출되어 나오게 되는 것이다.

이상과 같이 ANN모형은 복잡한 수식을 필요로 하지 않고, 컴퓨터로 단순 반복계산만 수행해 주면 되기 때문에, 학습용 데이터만 제대로 수집되었다면, 매우 정밀도가 높은 예측이 가능하다. 한편 입력변수와 출력변수는 토지특성조사표에 설정된 항목을 중심으로 표 1과 같이 정리하였다. 계산은 행렬연산에 탁월한 능력을 가지고 있는 Matlab 4.0으로 프로그래밍하였다.

TABLE 1. Input and output variables⁷⁾

대항목	입력층의 입력노드 할당변수		출력층변수 (y)
	세부항목(x_i)		
토지성격	면적, 지목		필지별 지가
공적규제	용도지역, 용도지구, 도시계획시설, 도시계획시설 저축정도, 기타(상수원보호구역 등)		
토지이용상황	토지이용상황		
지형지세	고저, 형상, 방위		
도로조건	도로접면		

3. 사례 연구

ANN으로 진주시의 일부지역을 대상으로 지가를 계산하여 보았다. 대상지역은 모두 12개 동으로 이루어져 있으나, 본 연구에서 시뮬레이션하고자 하는 고도, 미관지구, 도로 및 공원의 지정이 없는 3개동을 제외하고 총 9개동을 대상으로 하였다. 그 중에서 우선 다양한 도시계획이 지정되어 있는 남성동을 대상으로 이론적 전개와 시스템 구축과정을 알아보면, 다른 동은 반복작업으로 수행 가능하다. 남성동은 진주시의 축석루 성지에 접하여 있고, 고도지구와 미관지구 그리고 주거환경개선사업지구로 지정되어 건축행위가 제한되며, 도로계획과 공원시설이 지정되어 있는 지역이다.

남성동을 대상으로 그림 1과 같은 네트워크를 구성하여, 교육을 실시하였다. 교육을 위한 입력 데이터는 남성동 전체의 348개 필지로 하였다. 그 결과 교사치와 출력치의 차이를 나타내는 LMS가 100회 이후에 감소폭이 줄어들고 수렴되었다. 따라서 100회에서 교육을 종료하였다. 교육회수에 따른 오차폭의 감소 추이는 그림 3의 5개 창 중에서 우측 상단에 있는 그래프와 같다. 총 100회 중에서 30~40회까지 급격하게 줄어들다가 이후에는 서서히

수렴하고 있음을 알 수 있다.

이렇게 훈련된 네트워크의 현황재현도를 알아보기 위해, 다시 원래의 남성동 데이터를 입력해 얻은 출력치와 원래의 필지별 지가 산포도를 그려보았다. 그 결과 그림 3의 우측 하단 그래프와 같이 45도 대각선상에 밀집하여 있고, 회귀분석을 실시해 보니 표 2와 같이 결정계수(R^2)가 0.996으로 거의 완벽하게 현실을 재현한 네트워크가 되었다. 따라서 이 네트워크로 예측하게 되면 99.6% 정도의 설명력을 가질 수 있어 어떠한 속성을 가진 남성동의 필지에 대해서도 매우 높은 정밀도로 지가를 예측할 수 있게 되었다.

위와 같은 방식으로 대상지역내의 동별로 네트워크를 교육해 보니, 표 2와 같은 결과를 얻을 수 있었다. 교육회수는 교육치와 출력치의 차가 줄어드는 경향을 참조하여 더 이상 차가 줄어들지 않고 수렴하는 지점에서 결정하였다. 수렴 속도와 결정계수 값은 동에 따라 다소 차이가 나고 있다. 표 2와 같이 남성동, 상봉동과 인사동은 100회 정도에서 빠르게 수렴하며, 결정계수도 거의 100%에 가까워 높은 현황재현도를 얻을 수 있다. 그러나 장안동, 봉곡동과 장대동 등은 교육회수를 증가시켜도 오차가 줄

TABLE 2. Training results of each 'Dong'

동 별	총필지수 (개)	속성에 속하는 필지수(개)				ANN 교육결과		
		최고고 도지구	미 관 지 구	공 원	도 로	교육회수 (회)	결정계수 (R^2)	교육시간 (분)
남성동	348	147	30	171	42	100	0.99	1
동성동	284	0	51	0	7	500	0.92	4
본성동	385	0	185	135	0	300	0.92	4
봉곡동	1138	0	0	0	13	600	0.90	19
봉래동	979	0	0	29	103	600	0.94	16
상봉동	4481	0	0	747	176	100	0.98	12
인사동	1294	472	0	0	110	100	0.98	4
장대동	953	0	0	0	59	100	0.91	3
장안동	359	0	0	0	25	200	0.83	3

지 않고, 결정계수도 90% 정도로 다소 낮게 나타났다.

이러한 결과는 동의 필지별 속성이 다양하지 못하기 때문으로 생각된다. 즉 표 2에서 4가지 도시계획이 모두 설정된 동은 남성동 밖에 없고, 나머지 동에서 도로는 모두 지정되어 있으나, 최고고도지구와 미관지구는 남성동, 동성동, 본성동 그리고 인사동에만 지정되어 있다. 그런데 교육의 결과를 보면, 다양한 계획이 설정되어 다양한 속성의 필지들이 섞여 있는 남성동은 수렴속도도 100회 정도로 매우 빠르고, 비교적 높은 현황재현도를 나타내고 있으나, 속성이 다양하지 못하고 필지수가 많은 동은 현황재현도가 90% 정도로 낮고 수렴속도도 매우 느려 봉곡동의 경우는 약 19분이 소요되었다.

따라서 ANN모델도, 당연한 귀결이지만, 속성에서 별다른 차이는 없으나, 가격이 다른 필지들이 많을 때는 이를 제대로 분별해 내지 못한다는 것을 알 수 있다. 이러한 경우는 지가에 영향을 주지만, 현재 토지특성조사표에서 조사하지 않는 항목, 예를 들면, 도심과의 거리, 시청과의 거리나 인구 등을 추가로 수집하여 교육한다면 현황재현도가 높아질 것이라고 생각된다. 그러나 이에 대한 검증은 다음 연구로 넘기고자 한다.

이렇게 동별로 교육된 네트워크를 이용하여 도로, 공원, 고도지구와 미관지구의 지정 및 변경 시뮬레이션 프로그램을 작성하고, GIS와 결합하면 시스템이 완성된다.

ANN모형과 GIS와의 결합

1. GIS와 도시모형

GIS는 지형정보의 시각적인 처리에 탁월한 능력을 발휘하지만 GIS 하나만으로는 계획의 목적을 충분히 지원해 주지 못한다(Harris and Batty, 1993). 이러한 인식은 계획가의 관심을 컴퓨터 모델링으로 전환시키고 있으며, 컴퓨터 모델링을 바탕으로 GIS와 결합된 형태의 계획

지원시스템(PSS)의 개발을 촉진하게 되었다(Klosterman, 1999).

우리나라에서도 지금까지 GIS를 이용한 연구는 GIS와 데이터베이스를 이용한 기초적인 도시정보관리시스템의 개발이 대부분⁸⁾으로, GIS의 학문적 영역을 넓혀 나가기 위해 도시모형과의 접목으로 전환이 요구된다. 그러나 현재 GIS 소프트웨어는 도시모형구축과 연산 프로그래밍을 지원하기에는 어려움이 있다. 따라서 모형구축을 다른 소프트웨어로 수행하여 GIS와 결합하는 방법을 취하는 것이 편리할 수 있다. 본 연구에서도 이러한 점을 고려하여 ANN 모형을 GIS 내부에서 프로그래밍하지 않고, 계산 전용 소프트웨어를 사용하여 ANN 모델을 구축하고 그 결과를 GIS에서 참조하는 방법을 채택하였다.

도시모형과 GIS가 결합하는 방법으로 Batty(1999)는 두 가지로 정리하고 있는 데, 첫 번째가 '느슨한 결합'(loosely coupling)이다. 이는 서로 다른 목적을 가진 소프트웨어를 프로그래밍 차원에서 각 소프트웨어의 입력과 출력개념으로 연결시키는 것이다. 즉 데이터를 공유하는 것이다. 두 번째 방법은 '강한 결합'(stronger coupling)이며, 예를 들면 ArcView의 extensions와 같은 개념으로 GIS 내부에서 모델링을 구축하는 경우이다. 다시 말해 유저 인터페이스로 결합하는 방식이다. 그러나 이 방법은 공간자료를 매우 다른 구조의 모델로 구축하는 것을 종종 어렵게 하는 단점이 있다.

따라서 본 연구에서는 GIS 내부에서 모델링이 유연성을 가지기 어렵기 때문에 '느슨한 결합' 방식으로 시스템을 구축하기로 하였다.

2. GIS 기본지도의 구축

사레지역의 GIS를 구축하기 위해 진주시가 제작한 지가현황도를 활용하였다. 지가현황도는 개별공시지가를 필지별로 기입한 수치지도로서 CAD 파일로 구성되어 있다. 그러나 지가

현황도는 폴리곤이 제대로 구성되어 있지 않아 상당한 수정을 거쳐야 비로소 GIS 로 사용 가능하다. 본 연구에서는 사례지역을 포함한 약 12,000개 필지로 구성된 진주시의 일부를 그림 3의 창 중에서 중앙 하단부에 있는 것과 같이 총 12,000여 필지에 해당하는 GIS 기본지도로 제작하였다. 필지별 속성자료는 진주시가 조사한 토지특성조사 자료를 이용하였으며, 기본지도와 지번을 통하여 연결하였다.

3. DDE⁹⁾을 이용한 coupling

DDE는 서버와 클라이언트간에 대화 (conversation)를 수행하도록 Microsoft¹⁰⁾사가 제공하는 것으로, Window상에서 어플리케이션 간의 데이터를 공유하도록 지원한다. 따라서 본 연구에서는 자동화 시스템을 완성하기 위해 지가계산을 위한 Matlab과 GIS 어플리케이션을 통합해야할 필요가 있어, DDE 기술을 이용하기로 하였다. 앞장에서 구축한 ANN 모델과의 결합과정과 작동원리를 나타낸 시스템 아키텍처는 그림 2와 같다.

DDE 방식에 따라 ArcView를 클라이언트로 설정하고, Matlab을 서버로 인식하게 하였다. 시스템의 시작과 조작은 모두 ArcView 창에서 이루어지며, ArcView의 Avenue로서 스크립트를 작성하였다. view 상에서 시스템에 맞게 전과정을 수행할 수 있는 메뉴판을 재구성하여 스크립트와 연계시킴으로서 자동화가 완성되었다.

메뉴는 그림 2와 같이 ANN 네트워크의 교육과 시뮬레이션 두 단계로 나누어 구성되었으며, 먼저 교육은 ArcView 메뉴판의 '동명선택' 풀다운 메뉴에서 동을 선택함으로써 이루어진다. 그리고 시뮬레이션은 고도지구(메뉴버튼의 우측 끝에 있는 4개 버튼 중에서 집모양), 도로(고속도로표시), 미관지구(B) 그리고 공원(P)의 4가지로 하여 각각 메뉴의 버튼으로 구성하였다.

작동순서는 다음과 같다. 첫째, 시작버튼(S)을 눌러 초기화한다. 둘째, '동명선택'에서 동을 선택하면, DDE를 통해 Matlab 어플리케이션이 작동된다. 계속해서 ANN모형의 구축과 교육을 수행하게 되는데, Matlab 어플리케이션이

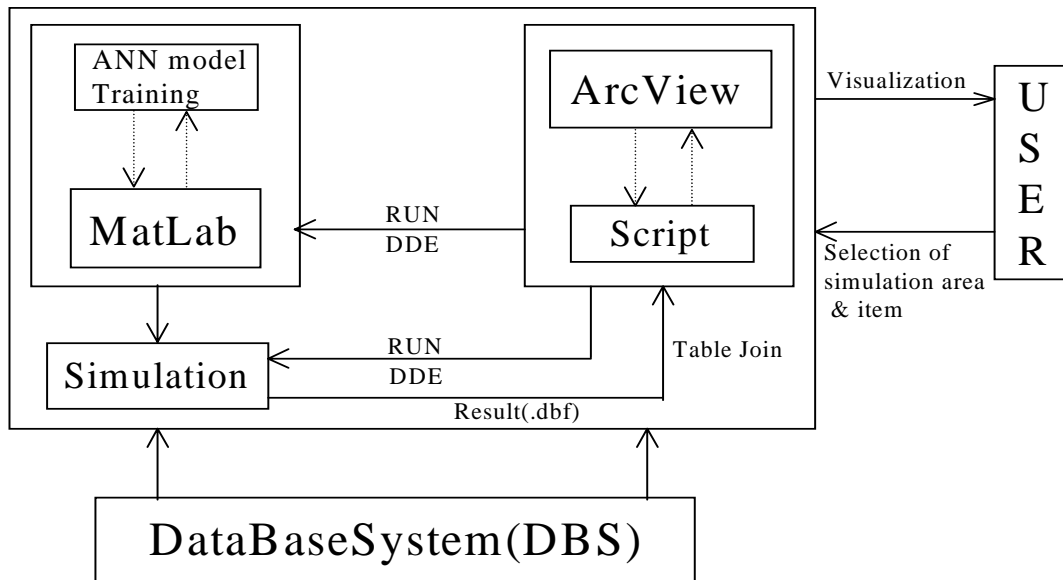


FIGURE 2. System architecture

선은 사전에 프로그래밍해 둔 순서에 따라 ANN모형을 구성하고, 데이터베이스 파일에서 필지별 속성데이터를 읽어들이어 네트워크를 훈련시킨다. 훈련과정에서 오차의 수렴과정을 나타내는 그래프는 비트맵형태로 저장되고, 나중에 ArcView GIS 화면인 그림 3의 우측 상부 창에 출력되게 하였다. 그리고 네트워크의 현황재현도를 나타내는 산포도 그래프가 우측 아래 창에 출력되도록 하였다.

셋째, 이렇게 네트워크의 훈련이 끝나면 시물레이션 준비가 완료되었다. 다음으로 메뉴판에서 시물레이션하고 싶은 항목의 버튼을 메뉴판 우측에 있는 4개의 버튼 중에서 골라 누르면 계산이 실행된다. 그 과정은 리퀘스트(request)를 받은 Matlab에서 계획의 변경에 맞도록 필지별 속성자료를 자동으로 변경시키고, 이를 훈련된 네트워크에 투입시켜, 계획의 변경에 대한 공시지가가 출력되도록 한다. 산

정된 결과는 데이터베이스(.dbf) 파일 형태로 저장되도록 프로그래밍 하였다. 여기까지가 Matlab에서 수행하는 작업이고, 곧바로 데이터베이스 파일로 저장된 결과를 ArcView가 불러와 ArcView의 project 창의 테이블리스트에 등재시키고, 새로운 지가가 속성테이블에 지번을 매개로 결합되게 하였다.

계획변경에 의한 지가 변화는 최종적으로 그림 3의 왼쪽 창과 같이 색으로 단계를 구분하여 표현되도록 하였다. 이상의 과정을 Avenue의 script로 자동화하였으며, 메뉴의 버튼을 누르기만으로 전과정이 수행될 수 있도록 하였다.

화면구성은 지가변화도를 나타내는 창, 필지별 속성데이터 창, ANN 모델의 오차 수렴도창, 현황재현도를 나타내는 산포도를 표시하게 하여 예측 값의 정밀도를 사용자가 판단할 수 있도록 하였다. 그리고 overview 창(중간 아래)을 제공함으로써 전체 지역에서 원하는

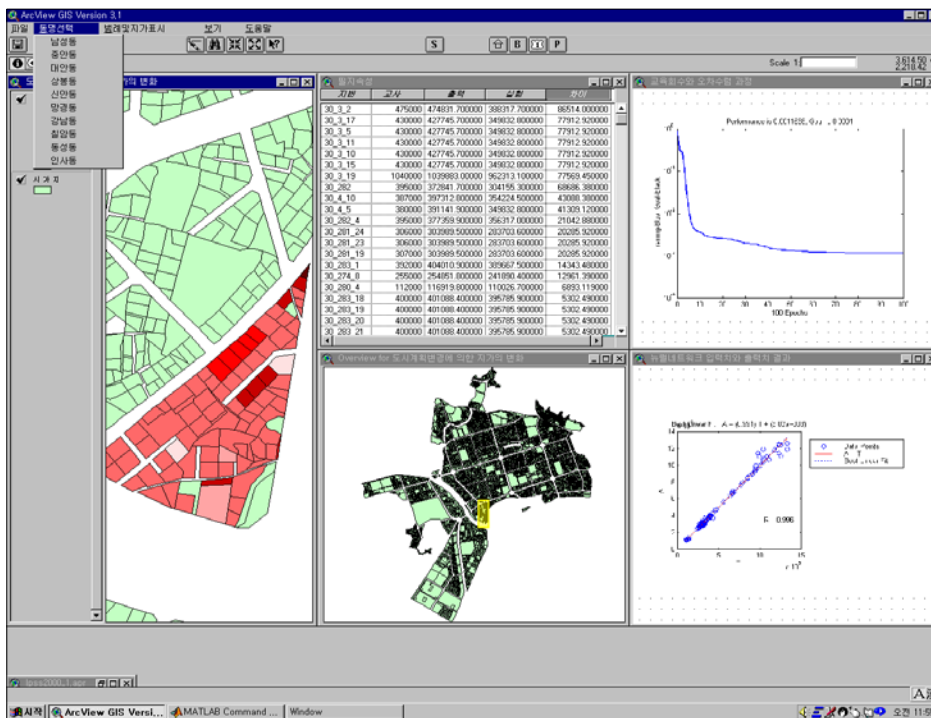


FIGURE 3. The window of Automatic Land Price Simulation System(ALPSS)

동의 위치를 쉽게 찾도록 구성하였다.

그 이외에 Arcview가 제공하는 기본기능을 단순화하여 Zoom, Pan, Legend Edit, Find 기능을 추가하여 사용자가 목적에 맞게 선택하여 쉽게 시뮬레이션이 가능하게 하였다. 원래지가, 계획에 의한 변경지가 그리고 지가의 차액등을 시각적으로 검색할 수 있도록 하여 사용자에게 친숙한 시스템이 되도록 하였다.

결 론

종래의 GIS관련 연구는 일정한 조건에 맞는 지형정보와 속성정보를 단순히 검색하는 관리시스템의 구축이 대다수이었으며, 수리적 도시모형을 결합한 도시분석과 시뮬레이션이 가능한 시스템의 개발은 다소 미진한 실정이었다. 그러나 본 연구를 통하여 도시모형과 GIS를 결합한 시스템의 개발에 대한 가능성을 확인할 수 있었으며, 보완연구를 통해 실질적으로 도시계획을 지원하기 위한 시스템의 개발이 수월하게 이루어지리라 생각된다.

본 연구는 지가산정을 대상으로 자동시뮬레이션 시스템을 개발하였으며, 시스템구성은 크게 지가계산과 결과의 공간표현 두 개 부분으로 나누어진다. 도시모형이론의 도입과 계산은 ArcView의 Script로는 한계가 있으므로 전문계산 소프트웨어를 활용하였으며, 클라이언트의 리퀘스트를 Matlab에서 계산을 수행하도록 하였고, 계산결과는 DDE 대화를 통해 ArcView에서 공간적으로 표현 가능하게 됨으로써 도시계획 수리모형과 GIS의 결합을 가능하게 하였다.

더욱이, 복잡하고 번거로우며, 과학적인 근거가 부족한 공시지가 산정과정을 뉴럴네트워크를 이용하여 쉽게 계산하여 다양한 계획의 변경에 공시지가의 변화를 수월하게 시뮬레이션할 수 있도록 하였으며, 완벽하게 GIS와 결합하여 자동화함으로써 도시계획 지원시스템으로서 충분한 가능성이 있음을 확인하였다.

그리고 본 연구는 도시계획에서 GIS 활용 방향에 대한 새로운 방향을 제시하였다고 생각되며, 특히 뉴럴네트워크 도시모형과 GIS와 느슨한 결합(loosely coupling)으로 통합을 시도하여, 가능성을 확인하였다는 점은 GIS분야와 도시계획분야에 새로운 시도로, 향후 많은 발전을 기대할 수 있을 것이다.

그러나 보다 다양한 시뮬레이션이 가능하며, 사용자에게 편리한 시스템으로 개발하기 위해 본 시스템은 소프트웨어적으로 접근하여 개량해야할 필요가 있으나, 본 연구의 연장선에서 개발이 가능하리라 생각된다. 이로서 본 시스템은 도시계획을 지원하기 위한 시스템(Planning Support System)의 초보적 단계이며, 도시공간 분석, 지가에 관한 검색 및 분석에 유용한 자료가 되어, 행정적으로도 획기적인 발전을 가져올 수 있을 뿐 아니라 예비 도시계획가의 교육용으로도 활용될 수 있을 것이다.

▷ 주

- 1) '지가공시 및 토지의 평가에 관한 법률'에 근거하고 있음.
- 2) Matlab은 Math Works Inc.가 개발한 것으로 행렬연산과 signal processing 등에 탁월하며, 공학분야에서 활용도가 높음.
- 3) 중요한 속성에는 지목, 면적, 용도지역, 용도지구, 도시계획시설용지, 농지, 농지비율, 임야, 토지이용상황, 지형지세(고저, 형상, 방위), 도로조건, 유해시설 접근성 등이 있음.
- 4) 건교부. 1999. 1999년 적용 개별공시지가 조사, 산정지침.
- 5) '지가공시법시행령개정안 입법예고'자료(건교부 홈페이지).
- 6) 본 연구는 ANN에 대한 연구가 주목적이지 아니므로, 자세한 이론 전개는 김대

- 수(1995)등을 참고하기 바람. 그리고 ANN과 지가계산에 대한 선행연구로서 문태현(2000)이 있음.
- 7) 자료의 형태가 정량적인 변수(면적(m^2), 도시계획 저축정도(%))는 비준표에서 규정한 계급값에 따라 범주화하는 것이 좋음. 왜냐하면 ANN은 카테고리변수로 혼란하였을 때 수렴도가 좋고, 현황재현도가 뛰어나기 때문임(大貝, 1998. p.339, Mussone, 1996. pp.667-675).
 - 8) 한국지리정보학회와 대한국토도시계획학회의 최근 논문집을 중심으로 살펴본 것임.
 - 9) DDE 이외에도 ArcView에서 제공하는 어플리케이션간의 대화방식은 RPC(Remote Procedure Call), DLL(Avenue's Dynamic Link Library)등이 있음.
 - 10) Microsoft사의 홈페이지(<http://msdn.microsoft.com>)에서 상세한 정의와 코딩예가 실려있음 **KAGIS**
- 조명희. 1999. GIS와 교통문화. 국토. 국토개발 연구원:18-27.
- Batty, M. *et.al.* 1999. Modeling urban dynamics through GIS-based cellular automata. CEUS 23(3):206-207.
- Esri. 1996. Avenue, Esri, ArcInfo.
- Harris, M. and M. Batty. 1993. Locational models, geographic information systems, and planning support systems. J. of Planning Education and Research 12:184-198.
- Klosterman. 1999. The What if? collaborative planning support system, Environment and Planning B. 26:393pp.
- Marakas, G.M. 1999. Decision Support Systems in the 21st Century. Prentice Hall.
- Math Works Inc. 1997. Neural network toolbox, The Math Works Inc.
- Raju, K.A. 1996. Modelling mode choice by means of an artificial neural network. Environment and Planning B: Planning and Design 23:667-675.
- 大貝 彰. 1998. 메ッシュ데이터を用いた小賣業賣場面積推計ニューラルネットワークモデルの開発. 日本都市計學會學術論文集 33:337-343. **KAGIS**

참고문헌

- 건교부. 1999. 개별공시지가 조사 및 산정지침.
- 김대수. 1995. 신경망이론과 응용(I). 하이테크 정보사.
- 문태현. 2000. 도시계획변경에 따른 지가변동 산정 뉴럴네트워크 모형개발. 국토계획 35(2):33-42.