

GIS의 시공간질의와 시각화를 통한 지가변동분석

오충원

서울대학교 국토문제연구소 연구원

1. 서론

인간의 복잡한 활동과 실세계의 현상을 체계적으로 연구하기 위해서는 공간적 차원과 시간적 차원을 통합적으로 분석하는 시공간적(視空間的, spatio-temporal)인 접근이 필요하다. 지리정보학에서도 시간의 흐름에 따라 지리정보의 변화 양상을 분석할 수 있도록 시간을 중요한 분석 요소로 고려한 Temporal GIS가 지리정보시스템의 발전 방향으로서 제시되고 있다. 그런데, 시공간적 분석에서는 연속적인 지리적 현상을 인위적인 시간 단위로 분할하고, 행정 구역과 같은 공간 단위로 집계하여 조사·비교하게 된다. 일정 공간 단위로 합산된 속성 자료는 가변적이고 미시적 공간에 대한 해석 능력이 부족하게 된다. 이는 분석 공간 단위가 시간의 흐름에 따라 변화하여 속성 자료와 공간 자료의 불일치 문제가 발생하기 때문이다. 그래서 시간적 차원과 공간적 차원을 통합적으로 분석할 때 속성 자료와 공간 자료의 불일치 문제를 어떻게 해결해야 할 것인가가 중요한 연구 과제로 대두되고 있다. 이러한 문제들을 해결하기 위하여 다음과 같은 연구 목적을 설정하였다. 즉 지리적 현상의 시간적 특성과 공간적 특성을 파악하고 이를 통합적으로 분석할 수 있도록 시간 지도를 구현하는 것이다. 그리고 이러한 목적을 달성하기 위하여 다음과 같은 세부 사항들을 설정하였다. 첫째, 지리적 현상의 시간적 차원과 공간적 차원을 파악하고, 이를 통합적으로 분석할 수 있는 방법을 탐색한다. 본 연구에서는 시공간적 변화가 역동적인 지가 변동(地價變動)을 사례로 분석한다. 둘째, 시공간적인 분석에서 공간 단위의 가변성을 고려하고 지역의 미시적인 특성을 분석할 수 있는 방법을 탐색한다. 셋째, 시공간적인 정보를 분석하고, 시각화할 수 있는 방법을 탐색한다. 본 연구에서는 실험적으로 지가 변동 분석을 위한 시간지도 구현한다. 본 연구의 공간적 범위는 경기도 안양시를 대상으로 한다. 그리고 시간적 범위는 1990년부터 2000년까지의 기간이다.

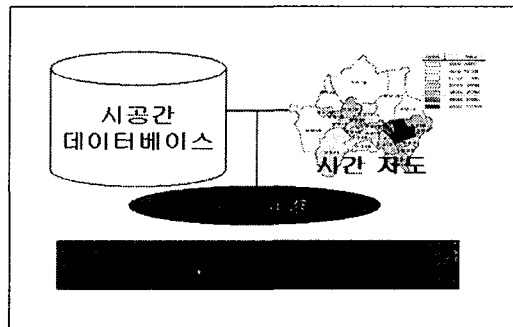
2. 지가 변동의 시공간적 특성

지가 변동 분석은 시공간적인 지가 변동을 지역 구조 분화, 지역 발전 등의 지역 특성과 관련지어 지가를 연구하는 주요한 분야이다. 인간은 토지를 이용하면서 지대(地代)를 지불하며 지가(地價)를 형성시킨다. 그리고 도시화, 지역 개발, 토지 투기 등과 같은 인간 활동의 변화에 의해 토지의 가격은 변동된다. 지가는 토지의 사회·경제적 특성을 반영하며 지역 분화(地域分化)와 토지 용도를 결정하는 주요 요소로 작용하여 지가의 공간적 분포를 통해 지역의 공간 구조를 형성한다. 도시의 공간 구조 분화에 대한 여러 모델은 공통적으로 지가(地價)와 지대(地代)의 개념에서 출발하고 있다. 지가의 공간적 분포는 지역의 경제적 지형(economic topography)을 형성하며, 지가의 변동은 경제적 지형의 역동적인 변화 과정으로 이해될 수 있다. 지가의 시공간적 변화를 분석하는 것은 토지 이용에 대한 변화를 비롯하여 지역의 공간 구조와 발전 과정을 분석할 수 있는 중요한 지표가 된다.

3. 지가의 시공간 분석 모델을 통한 시간 지도 구현

본 연구는 실험적 차원에서 시공간 질의와 시각화를 통한 지가의 시공간 변동 분석 모델을 디자인하고, 시험적으로 구현한다. 지가 변동 분석 모델은 지가의 시간적 요소와 공간적 요소를 반영하는 시공

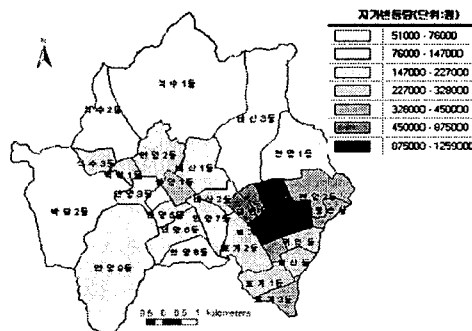
간 데이터베이스, 자료 사전과 지가 변동에 대한 시공간 질의 및 분석 결과를 시각화하는 시간 지도로 구성된다. 그림 1은 지가 변동 분석 모델의 구성을 그림으로 나타낸 것이다. 먼저 지가 변동 분석에 필요한 원자료들의 특성을 분석하여 시공간 스키마(spatio-temporal schema)와 메타데이터(metadata) 구조를 설계하여 시공간 데이터베이스로 구축하고, 다양한 참조 자료를 자료 사전을 통해 제공한다. 둘째, 지가의 시공간적인 변화를 통합적으로 분석할 수 있는 시공간 질의를 제시한다. 시공간 질의를 통하여 지가 변동의 시간적 요소와 공간적 요소를 통합적으로 분석할 수 있게 된다. 셋째, 시공간 질의의 분석 결과를 다양하게 시각화할 수 있는 시간 지도를 설계하고 구현한다. 시간 지도는 단계 구분도, 지가 연속면 지도 등의 정적인 시간 지도와 3차원 동영상 지도 등의 동적인 시간 지도를 구현한다.



<그림 1> 지가 변동 분석 모델의 구성

1) 정적인 시간 지도의 구현

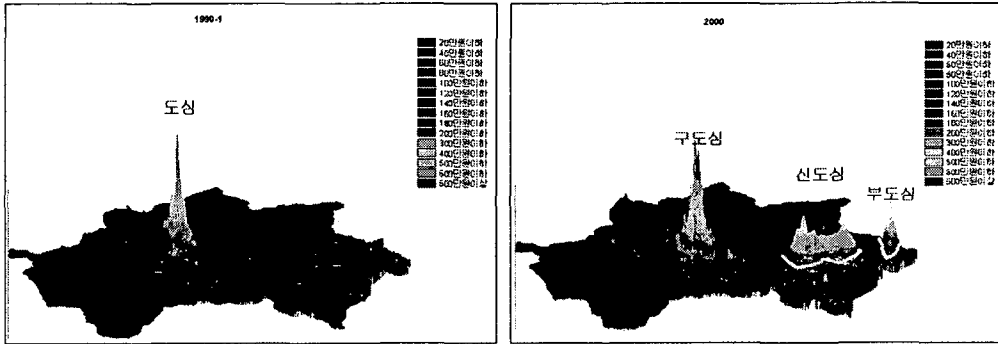
본 연구에서는 정적인 시간 지도로 지가 단계구분도, 지가 연속면 지도와 3차원 지가 연속면 지도 등을 구현하였다. 이를 통해 지가 변동에 대한 시공간 질의의 분석 결과를 시각화할 수 있었다. 지가 연속면 지도는 행정 구역 지가 단계구분도보다 미시적인 공간 구조를 분석하는데 더 용이하지만, 단계구분도는 공간 단위별 지가 변동을 분석하는데 더 적합하다. 그림 2는 2000년의 행정동 단위를 기준으로 1990년부터 2000년까지의 지가 변동량을 단계구분도의 형태로 표현한 시간지도이다.



<그림 2> 지가 변동량(1990년-2000년)

지가 연속면 지도는 단계구분도로 잘 표현되지 않은 공간적 변이를 시각적으로 잘 나타낼 수 있다. 각 년도의 안양시의 지가를 보면 가격의 편차가 크고 지역적으로 분산되어 있어 도심지 등의 공간 구조 변화를 분석을 위해 지가를 3차원적으로 시각화하여 지역 구분을 용이하게 하였다. 1990년의 지가 분포를 나타낸 그림 3과 2000년의 지가 분포를 나타낸 그림 4를 비교하면 안양시의 도시 공간 구조의 변화를 추정할 수 있다. 이를 통해 보면 안양시에는 안양역을 중심으로 한 구도심 지역과 평촌 신도시의 신도심 지역이 지가가 높은 지역으로 분석된다. 또한 안양 동부에서 지가가 높은 지역은 동안구 관

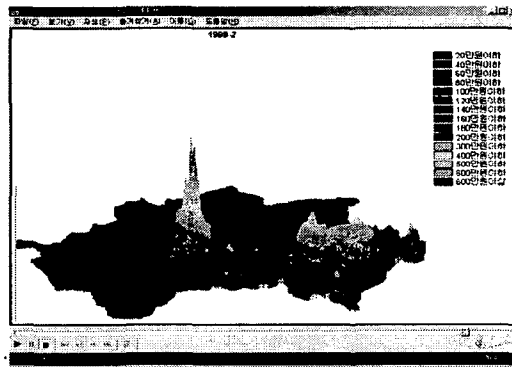
양2동의 인덕원 사거리 지역인데, 이는 과천시나 의왕시와의 교통 결절 지역이기 때문에 지가가 높게 형성되었을 것으로 추정된다. 지가의 절대값으로 보면 구도심 지역이 최고 지가를 비롯하여 높은 지가를 유지하고 있지만, 지가가 높은 지역 면적으로 보면 평촌 신도시의 신도심 지역이 점차 도시 중심지의 역할을 하고 있다.



<그림 3> 1990년의 3차원 지가 연속면 지도 <그림 4> 2000년의 3차원 지가 연속면 지도

2) 동적인 시간 지도의 구현

개별적인 3차원 지도들을 주요 프레임으로 하여 동영상으로 제작하면 시공간적 변화를 보여주는 3차원 동영상 시간 지도(3D time series animation)를 만들 수 있다. 3차원 동영상 시간 지도는 3차원 지도의 장점과 동영상 지도의 장점을 합친 것으로, 이를 통하여 지가의 시공간 변화를 파악할 수 있어 2차원 지도로 잘 표현되지 않는 공간적 분포 형태를 잘 표현할 수 있으며, 개별적인 지도로 시각화되었을 때에는 탐색되지 않는 경향이나 변화 양상을 파악할 수 있다. 그림 5는 주요 프레임과 보조 프레임을 저장하여 구현한 3차원 동영상 지도를 AVI 동영상 포맷으로 변환하여 윈도우 미디어 플레이어로 실행시킨 것이다



<그림 5> 3차원 동영상 시간 지도

3차원 동영상 지도를 통해 1990년부터 2000년까지의 지가 변동을 살펴보면, 평촌 신도시가 완성된 시기인 1995년을 분기점으로 하여 안양시의 지가 변동 양상이 달라짐을 알 수 있다. 1990년부터 1995년까지는 안양시 동부 지역인 만안구의 지가가 전반적으로 높았고, 그를 중심으로 하여 도시 중심지가 형성되었다. 그러나 1995년부터 2000년까지는 평촌 신도시가 위치한 안양시 서부 지역인 동안구의 지가가 많이 상승하면서 이를 중심으로 새로운 도심이 형성되는 것을 알 수 있다.

5. 결론

이 연구에서는 가변적이고 미시적인 시공간 단위의 지가 변동 분석 모델을 실험하여 지가 변동 시간적 요소와 공간적 요소를 통합적으로 분석할 수 있는 방법을 확인하였다. 지리적 현상과 인간의 활동은 시공간인 요소를 통합적으로 분석하는 것이 필요하다. 본 연구에서 구현된 모델은 지가를 비롯하여 다양한 지리 사상을 통합적으로 접근할 수 있는 확장 가능성을 가진다. 또한 시공간적인 분석에서 가변적인 공간 단위의 문제에 대응할 수 있는 방법의 하나를 제시하였다. 지역의 특성을 파악하기 위해 지가와 같은 지리적 현상을 행정 구역의 단위로 집계할 때 발생하기 쉬운 속성 자료와의 불일치 문제를 보완할 수 있는 방법을 마련하여 가변적 공간 단위의 문제를 보완할 수 있었다. 이 연구에서 제안된 시공간 질의와 시각화 방법을 다양하게 활용할 수 있을 것으로 예상된다. 시간 해상도와 공간 해상도가 향상된 시공간 데이터베이스는 지가 변동 분석뿐 아니라 지가 산정 모델, 지가 예측 모델 등의 기초 자료로 사용될 수 있다.

참고 문헌

- 오충원, 2002, 지리정보시스템의 시간 요소에 관한 연구, 서울대학교 박사학위논문.
- 채미옥, 1997, 서울시 지가의 공간적 분포특성과 지가결정요인에 관한 연구, 서울시립대학교 박사학위논문.
- Acevedo, W. and Masuoka, P., 1997, Time Series Animation Techniques for Visualizing Urban Growth, *Computers & Geosciences*, 23(4), 423-435.
- Buurman, J., 2001, Rural Land Use Changes in Europe and Evaluation of Policy Alternatives, Ph.D. Research Project Proposal, Vrije Universiteit, Amsterdam.
- Joerin, F. and Claramunt, C., 1994, Integrating the Time Component in a GIS: An Application to Access Flooding Impacts on Agriculture, *Proceedings of EGIS'94*, 524-532.
- Johnson, I., 2000, ECAI/TimeMap Data Preparation Manual, University of Sydney
- Langran, G., 1993, Issues of Implementation a Spatiotemporal Systems, *International Journal of Geographical Information Systems*, 7(4), 305-314.
- Peuquet, D., 1999, Time in GIS and Geographical Database, in Maquire, D.J.,
- Yuan, M., 1996, Temporal GIS and Spatio-Temporal Modeling, *Proceedings of the Third International Conference/Workshop on Integrating GIS and Environmental Modeling*, Santa Fe, California: National Center for Geographic Information and Analysis.