

상대생장과 래스터 GIS를 이용한 도시성장모델

Modeling Urban Growth Based on Allometry and Raster GIS

정재준

전주대학교

Jeong Jae-Joon

Jeonju Univ.

요약

도시화는 전세계적인 현상이며 우리나라 역시 급속한 도시화를 경험하고 있다. 도시와 관련된 공간의사결정과정에서 미래의 도시형태를 객관적인 모델에 의해 예측하는 것은 토지의 효율적인 이용을 추구한다는 점에서 대단히 의미있는 일일 것이다. 본 연구에서는 도시인구와 도시면적사이의 성장생장이론에 기초하여 도시성장모델을 개발하였다. 모델의 입력 데이터는 수치지도를 비롯한 공간데이터를 처리하여 생성하였으며, 래스터 GIS 분석기법을 이용하여 정확도를 평가하였다. 본 연구의 결과물인 도시성장예측데이터는 물리적인 측면만을 이용해 제작되었으므로 사회·경제·정치적인 면까지를 고려하여 결정될 미래의 공간의사결정과정에서 기초데이터로 사용될 수 있을 것이다.

Abstract

Urbanization is worldwide phenomenon and unexceptional in Korea. It is necessary in the spatial decision making steps to predict urban forms for the efficient land use. This study aims to develop urban growth model based on allometry which deals with relationships between urban populations and urban area. For the input data and accuracy assessments, various GIS techniques are used. Although this research is an exemplary urban growth model dealing with physical data only, it can be a good start to develop a more practical model having socio-economic sides for planning practices.

I. 서론

도시성장은 함축적인 의미를 지니고 있는데 도시의 경제·사회적인 성장과 더불어 도시영역의 확대를 의미한다. 20세기 이후 도시화는 전세계적인 현상이며 우리나라 역시 급속한 도시화를 경험하고 있다. 도시영역의 급속한 확대에 따른 여러 가지 문제 중 근자에 회자되는 난개발은 그 대표적인 사례이다. 도시와 관련된 공간의사결정과정에서 미래의 도시형태를 객관적인 모델에 의해 예측하는 것은 토지의 효율적인 이용을 추구한다는 점에서 대단히 의미있는 일일 것이다.

도시의 미래형태를 예측하기 위한 기법 중 최근 각광을 받고 있는 방법은 셀룰라 오토마타(cellular automata: 이하 CA) 이론이다[1]. CA는 해당셀과 해당셀의 주변셀의 상태로부터 시작하며 여기에 변화규칙(transition rule)을 적용하여 전체적인 변화양상을 추

정하고자 하는 것이 그 목적이다. 현재 CA모델의 도시성장 예측과정에서는 현재까지 도시성장을 분석하고 이 과정 중에 생성된 계수에 의해 도시성장을 예측하고 있다[2]. 따라서 도시성장이 급속도로 진행된 지역에서는 그 추세가 미래까지 진행되며, 도시성장이 미미한 지역에서는 도시성장예측에 있어서도 도시로 성장할 지역이 그다지 많이 늘어나지 않는다.

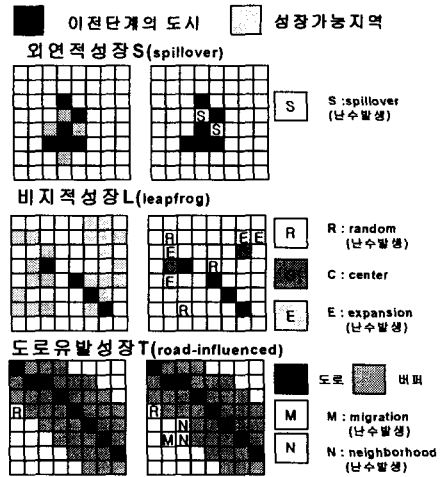
그러나 실제 도시성장이 도시인구와 밀접한 관계가 있음을 감안할 때[3] 도시성장예측에 인구를 입력요소로 입력할 필요가 있다. 즉, 미래 도시인구 추정값은 여러 가지 방법에 의해 계산되고 있으므로 도시면적과 도시인구사이의 관계를 정립한 후 미래의 도시면적을 입력요소로 사용할 수 있는 것이다. 따라서 본 연구에서 개발하고자 하는 도시성장모델은 입력요소로 인구(도시면적)를 사용하는 것이다.

II. 도시성장유형 설정 및 데이터 처리

1. 도시성장유형 설정

도시의 성장은 일반적으로 세 가지 유형으로 나뉜다 [4]. 첫 번째는 외연적성장(spread growth)으로 비도시가 주변 도시영역의 개발압력에 의해 도시로 성장하는 것으로 도시성장 요인 중 가장 주요한 요인이다. 두 번째는 비지적성장(leapfrogging growth)으로 주변에 도시가 없는 지역에 도시가 생성되는 것으로 향후 이곳으로부터 외연적 성장이 일어나면 기존의 도시와 새롭게 생성된 도시지역내의 비도시가 받는 개발압력은 더욱 커진다. 세 번째는 도류유발성장(road-influenced growth)으로 국도나 지방도 등 주요한 교통로를 중심으로 도시가 성장하는 것이다. 실제로는 위의 세 가지 성장유형이 복합적으로 작용하여 도시가 성장하게 된다.

본 연구에서는 위 세 가지 유형별로 도시성장을 규칙을 설정하였다(<그림 1> 참조).



▶▶ 그림 1. 성장유형의 설정

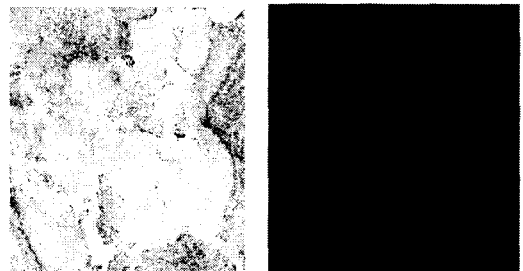
2. 연구대상지역 및 데이터 처리

연구대상지역은 급속한 도시성장을 겪고 있는 대전광역시 일원으로 선정하였다. 대전광역시는 1980년대 이후 연구단지 조성, 대규모 국가기관의 조성 등으로 대규모 도시개발이 시행된 곳이다.

도시성장모델의 입력영상은 시기별 도시영역영상, 경사도데이터, 도로망데이터, 지역지구데이터이다. 이에 필요한 원천데이터 및 원천데이터별 처리방법은 <표 1>과 같으며 처리결과 영상은 <그림 2>와 같다(시기별 도시영상은 <그림 3>과 같다).

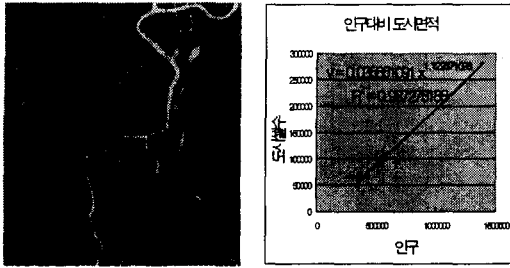
[표 1] 입력데이터 처리 방법

입력데이터	사용목적	원천데이터	처리방법
시기별 도시영역 영상	-Seed 데이터 -정확도평가	-위성영상 /항공사진	-디지털타이징 및 최대우도법에 의한 토지피복분류 후 재분류(도시와 비도시)
경사도	-도시성장가능 후보지 선택	-수치표고 모형	-각 셀의 경사도계산
도로망	-도로유발성장	-항법용 수치지도	-간선도로의 격자화 -도로망버퍼 제작
지역지구 데이터	-지역/지구별 난수발생확률 제어 (난수발생가중치)	-토지이용 현황도	-지역지구별 도시지역 비율계산
예측시기별 예상 도시셀 수	-도시성장 예측 시 외부변수로 작용	-통계청인구조사 데이터 -시기별 도시영역 면적	-인구와 면적사이의 상대 성장이론에 근거 -인구데이터를 회귀식에 대입하여 계산



(a)경사도데이터

(b)도로망데이터



(c)지역지구데이터 (d)상대성장분석
▶▶ 그림 2. 입력데이터

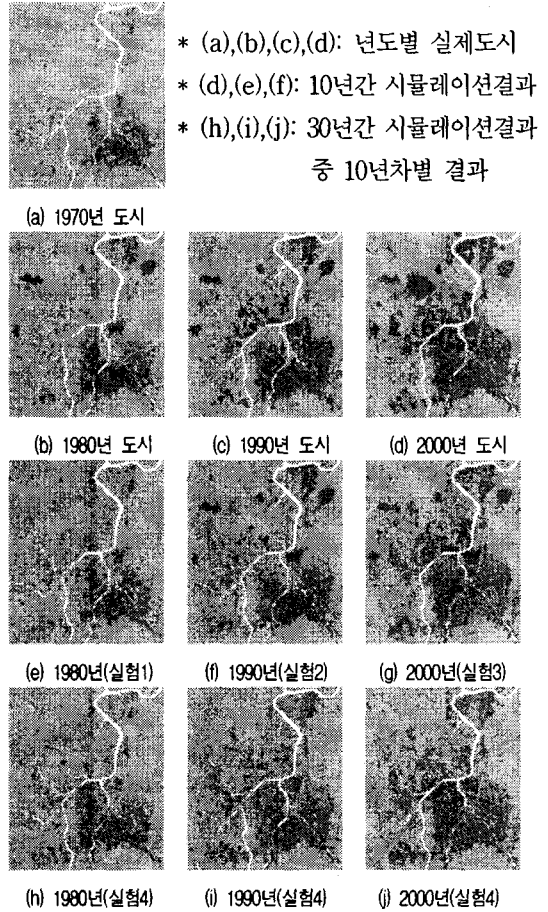
III. 도시성장분석과 도시성장예측

1. 도시성장분석

도시성장분석은 현재까지의 도시성장을 시뮬레이션하여 성장유형별로 어느 정도의 설명력을 가지고 있는지를 알아보는 것이다. 이 과정에서는 외연적 성장률을 0%에서 90%까지 변화시키면서 시뮬레이션을 실시한다. 시뮬레이션 결과의 정확도를 알아보기 위해 시뮬레이션된 영상과 비교시점의 영상간의 정확도 평가를 하였으며, 이를 위하여 전체정확도, Kappa, 확대전체정확도, 확대 Kappa 등 셀 대 셀 정확도 평가요소 4가지와 군집수(4방향, 8방향)일치도, 둘레수일치도, 프랙탈차원 [5]일치도 등 영상 대 영상 평가요소 4가지를 설정하였다. 도시성장분석에 대한 통계량 및 결과영상 <표 2> 및 <그림 3>과 같다.

[표 18] 도시성장분석 결과 통계량

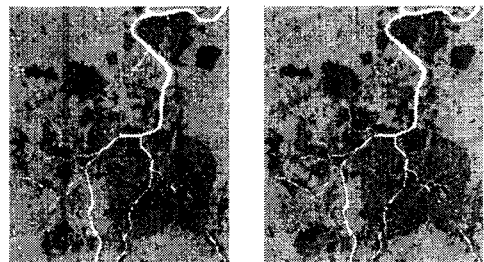
실험	연도	최적외연적성장률(회수별)										최적외연적성장률(평균)	
		통계량 1-4					통계량 1-8					통계량 1-4	통계량 1-8
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
1	70-80	90	85-90	90	85-90	85-90	90	90	90	90	90	85	90
2	80-90	60-80	65-80	60-85	70-85	65-85	85	85	85	85	85	75	85
3	90-00	25-60	0-70	25-70	15-65	15-60	70	70	70	65	70	35	70
4	70-00	65	60	50-60	55-65	60	65	75	70	80	70	60	70



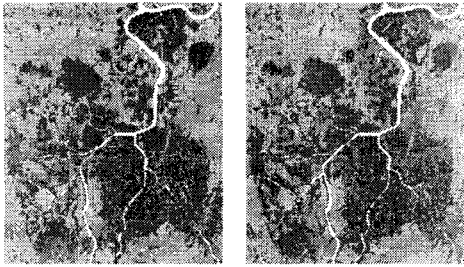
▶▶ 그림 3. 도시성장분석 결과

2. 도시성장예측

도시성장예측과정 도시성장분석과정에서 가장 높은 통계량값을 가지는 외연적 성장률을 적용하여 도시성장을 예측하는 것으로 예측의 정확도를 높이기 위하여 반복계산회수를 증가시켜 실시하였으며 그 결과는 <그림 4>와 같다.



(a) 2010년 도시예측 (b) 2020년 도시예측



(c) 2030년 도시예측

(d) 2040년 도시예측

▶▶ 그림 4. 도시성장예측 결과

IV. 결론

도시성장을 분석하고 예측한 결과는 국토이용, 도시 계획 분야에 널리 활용될 수 있다. 효율적인 국토이용이 절실한 우리나라의 실정을 감안할 때, 본 연구는 반드시 필요하다고 할 수 있다. 다만 도시성장이 정책적인 측면이 강하고, 사회경제적인 제반 현상을 물리적인 모델에서 모두 고려할 수 없는 점을 감안할 때, 점진적으로 모델을 개선시킬 필요성이 있으며 따라서 후속 연구가 기대된다.

본 연구결과 대전의 경우 80년대까지의 도시성장은 외연적성장이 주도하였으며 90년대 이후 그 영향력이 급속히 둔화된 것으로 보인다. 하지만 대전이 정책적으로 많은 도시성장이 이루어진 점을 감안하면 반드시 외연적 성장의 영향력이 급속히 둔화된 것으로 보기는 어렵다.

따라서 이와 관련하여서는 개발된 모델을 다른 도시로 적용할 필요가 있다.

도시성장예측에 있어서는 대전의 남서부와 북부로의 도시성장이 예측되었다. 이곳은 현재 대전에서 대규모 택지 또는 연구단지 조성이 이루어지고 있는 곳이다.

본 연구의 결과물 중 하나인 도시성장 예측 결과는 물리적 측면과 기타 사회·경제·정치적 측면까지를 모두 고려하여 도시성장을 분석하고 예측해야 할 실제 도시성장 예측 시스템에서 기초데이터로 활용될 수 있을 것이다. 우리나라와 같이 토지의 집약적 사용이 필요로 하는 경우, 잘못된 계획에 의해 토지이용이 결정될 경우 이를 회복시키기 곤란한 점을 고려하면 이러한 모델 개

발은 국토이용의 효율화를 위해서도 반드시 필요하다.

■ 참고문헌 ■

- [1] Batty, M., Xie, Y. and Sun, Z., 1999, Modeling urban dynamics through GIS-based cellular automata, *Computers, Environments and Urban systems*, 23, 205-233.
- [2] Clarke, Keith C. and Gaydos, Leonard J., 1998, Loose-coupling a cellular automaton model and GIS: long-term urban growth prediction for San Francisco and Washington/Baltimore, *IJGIS*, 12(7), 699-714.
- [3] Batty, M. and Longley, P., 1994, *Fractal Cities*, Academic Press, London.
- [4] Cadwallader, M., 1985, *Analytical Urban Geography*, Prentice-Hall Inc, Englewood Cliffs, New Jersey.
- [5] 구본철, "sub-area와 전체영상간의 프랙탈 차원 차이를 이용한 분류정확도 추정 기법에 관한 연구", 서울대학교 대학원 석사학위논문, 2001.