

SpatioTemporal GIS를 활용한 도시공간모형 적용에 관한 연구 / 인구분포모델링을 중심으로

*남광우 · **이성호 · *김영섭 · *최철용

【*부경대학교 위성정보과학연구소 · **부산대학교 도시공학과】

요 약

GIS환경에서 도시모형(urban model)의 적용을 목적으로 사회·경제적 데이터(socio-economic data)를 활용하는 과정은 도시현상이 갖는 복잡성과 변동성으로 인해 하나의 특정시간에서의 상황을 그대로 저장한 형태인 스냅샷 모형(snapshot model)만으로는 효율적인 공간분석의 실행이 불가능하다.

또한 도시모형을 적용하는 과정에서 GIS의 대상이 되는 공간, 속성, 시간의 정의는 분석목적에 따라 다르게 정의되어질 수 있으며 이에 따라 상이한 결과가 도출될 수 있다. 본 연구는 30년 간의 부산시 인구분포의 동적 변화과정 관측을 위해 시간개념을 결합한 Temporal GIS를 구축하고 이를 활용하여 인구밀도모형 및 접근성모형을 적용하는 과정을 통해 보다 효율적이고 다양한 결과를 제시할 수 있는 GIS 활용방안을 제시하고자 하였다.

흔히 공간현상의 계량화와 통계적 기법의 적용을 위한 데이터 처리과정은 많은 오차와 오류를 유발할 수 있다. 이러한 문제의 해결을 위해서는 우선적으로 분석목적에 맞는 데이터의 정의(Data Definition), 적용하고자 하는 모형(Model)의 유용성 검증, 적절한 분석단위의 설정, 결과해석의 객관적 접근 등이 요구된다. 이와 더불어 변동성 파악을 위한 시계열 자료의 효율적 처리를 위한 방법론이 마련되어야 한다. 즉, GIS환경에서의 도시모형의 적용에 따른 효율성과 효과성의 극대화를 위해서는 분석목적에 맞는 데이터모델의 설정과 공간DB의 구축방법이 이루어져야 하며 분석가능한 데이터의 유형에 대한 충분한 고려와 적용과정에서 분석결과에 중대한 영향을 미칠 수 있는 요소들을 미리 검증하여 결정하는 순환적 의사결정과정의 필요하다.

1. 연구배경 및 목적

GIS기술의 발전은 1980년대 후반부터 다양한 도시모형과의 결합을 통해 도시공간의 복잡다양한 현상을 다루어왔다. 그러나 GIS환경에서 결합되는 도시모형의 실행에는 여전히 검증되어야 할 다양한 실행과정상의 문제점이 존재하고 있다. 이에 본 연구는 인구분포변화과정을 다루기 위한 인구밀도 모형과 접근성 모형의 적용과정을 통해 도시모형이 GIS에 결합되기 위해 고려되어야 할 요구조건을 살펴보고 부산을 대상으로 하여 1966년부터 1995년까지의 인구분포 변화과정에 대한 보다 효과적이고 객관적인 도시모형의 적용을 꾀하였다.

Daniel Z. Sui(1998)는 GIS환경에서의 도시공간모형의 보다 효과적인 결합을 위해서는 첫째, GIS와 도시모형의 결합은 정보화도시를 위해 새로운 모형개발과 함께 진행되어야 한다. 둘째, GIS에의 다차원의 시간과 공간에 대한 개념의 통합화가 이루어져야 하며, 셋째, 새로운 모형을 다루기 위한 객체지향적 모형과 상호운용이 가능하도록 하는 새로운 패러다임에 대한 시공간복합적 개념(spatio-temporal)이 적용되어야 함을 주장하였다.

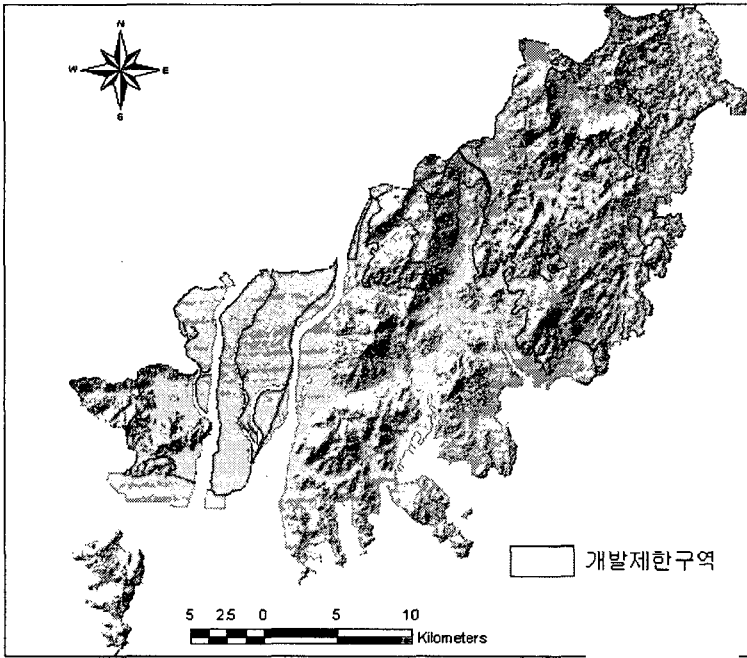
즉, GIS를 활용한 실질적인 공간의사결정의 지원이 가능하기 위해서는 변화하는 도시공간모형의 적용이 필요하며 보다 다양한 정의에 대한 실험이나 검증이 요구된다고 하겠다. 이러한 측면에서 볼 때 그 동안의 도시인구의 공간적 분포패턴과 관련된 주된 관심은 도심에서의 거리와 인구밀도를 활용하는 인구밀도함수가 활용되어져 왔다. 인구밀도함수가 제공하는 거리마찰계수의 변화에 대한 관찰은 단순히 거리만을 고려하는 단점과 다핵화에 따른 인구밀도함수의 설명력 저하로 인해 다핵밀도경사모형의 개발과 함께 방향 및 거리를 모두 고려한 모형개발과 적용이 주된 주제로 다루어져 오고 있다. 그러나 이러한 모형들조차도 근본적으로 방향, 거리, 도시특성들을 제대로 반영하지 못하는 한계가 있음에도 기본적 데이터들을 활용한 검토나 적용과정에서의 여러 가지 대안에 대한 검토는 매우 부족한 현실이다.

인구밀도함수를 활용한 분석은 단지 계량적 차원의 수치적 결과에 기초하고 있어 추정된 계수 자체가 공간구조를 설명하기 보다는 변화하는 추세의 반영정도에 그치고 있다. 따라서 점차 복잡해지는 도시구조를 고려하고 인구분포가 갖는 다양한 특성과 변화의 추세의 파악을 위해서는 기존의 인구밀도함수의 거리마찰계수를 활용하는 공간해석을 객관적으로 평가하고 새로운 도시모형의 개발 또는 해석이 요구된다고 하겠다.

이에 본 연구는 부산을 사례대상지로 하여 1966년부터 1995년까지 약 30여년간의 인구분포의 변화과정을 공간적·속성적 차원으로 나누어 분석하고 적용가능한 데이터유형과 그 영향에 대한 검토를 거치도록 하였다.

2. 연구대상지 개관

기장·강서를 제외한 지역의 인구증가는 1966년 1,429,025인에서 1995년 현재 3,754,237인(기장·강서 포함시 3,893천명)으로 1966년 대비 278.6%의 인구규모를 보이며, 인구성장 측면에서는 162.7%의 성장을 보여왔다. 이는 년 평균 5.6%의 성장으로 같은 기간 서울의 178.6%의 성장률과 년 평균 6.2%에는 조금 못 미치는 수준이나 같은 기간 전국의 인구성장률 57.5% 및 년 평균 성장률 약1.98%을 크게 상회하는 수준이다.



<그림 1> 부산시 3차원 음영기록도(10m단위)

그러나 부산의 인구성장의 과정은 [그림 1]과 같은 세장형의 도시형태, 그리고 산지사이의 협소한 개발지와 강서와 기장이 대부분 개발제한구역으로 지정된 가운데, 용지부족문제를 산지개발과 해안매립으로 해결하는 결과를 낳게 되었다. 행정구역의 변화를 살펴보면 1966년의 부산시 행정구역은 1995년과 비교할 때 기장군과 강서구가 제외된 범위에 해당한다. 또한 이 지역이 대부분 개발제한구역이라는 인위적인 정책으로 인해 자연적 인구변화가 이루어지지 못한 점등을 고려하여 1966년의 행정구역범위를 주 대상으로 하여 동일한 공간에 대해 분석하였다.

3. 연구방법 및 자료정의

본 연구는 인구분포변화과정을 모델링하기 위해 분석 목적별로 활용 가능한 네 가지의 공간분석단위를 설정하고 이를 기반으로 세 가지의 인구데이터를 작성하여 활용하였다. 설정된 네 가지의 공간분석단위는 첫 번째, 시계열적으로 변화된 동경계 단위별 인구 분포이다. 즉, 30년 간의 동경계 변화를 시간정보를 결합하여 하나의 레이어로 작성하였다. 두 번째는 첫 번째 분석단위인 각 시기별 동단위에서 사람이 거주하지 않는 지역이 제거된 면적을 사용한 동세분화단위 인구분포이다. 이는 고도자료 및 용도지역 자료와 같은 추가자료를 활용하여 순밀도의 개념보다는 밀도 구분도(dasymetric mapping)¹⁵⁾의 개념을 활용한 것이다. 세 번째는 시계열적으로 변화하지 않는 일정한 경계를 설정하기 위해 1966년의 동경계를 기준으로 한 존

(zone)단위로 설정한 경우이다. 네 번째는 앞서 설정한 존단위를 사람이 살지 않는 지역을 제외시킨 것이다. 위와 같은 공간단위를 이용하여 인구수, 인구밀도 및 접근성 모형을 활용한 인구잠재력 변화를 측정하였다.

4. 인구모델링을 위한 시간정보의 결합

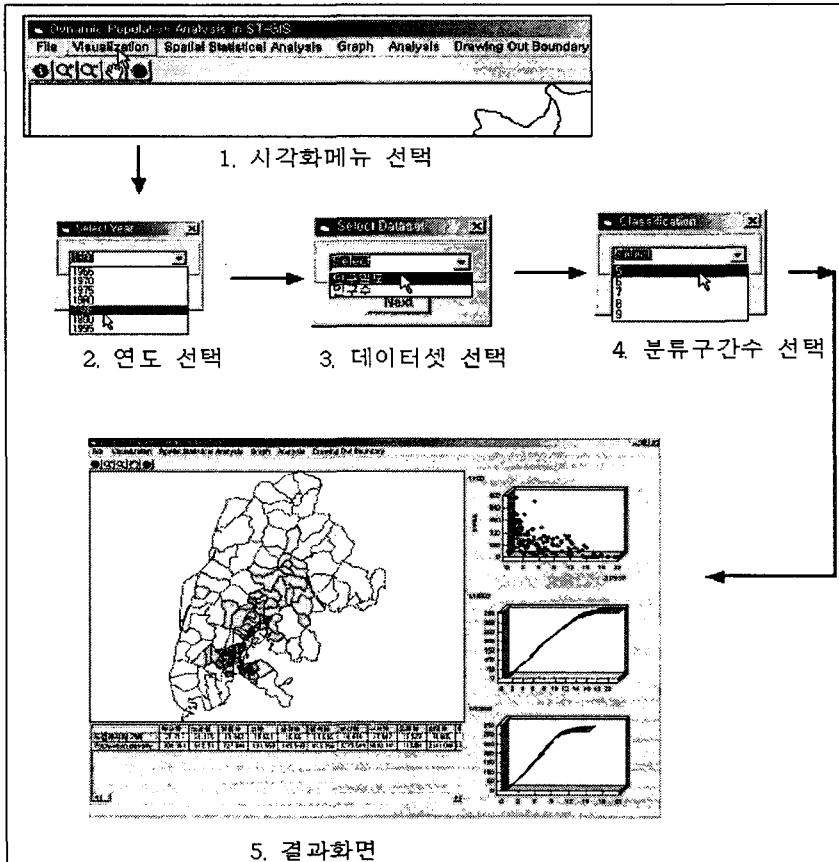
위와 같은 여러 조건의 인구데이터를 7개년도의 자료구축 및 다양한 분석과정에 보다 효율적으로 실행하기 위해서는 시간정보가 결합된 단일 커버리지의 구성이 요구되었다. 이에 본 연구자들은 DXF 형식으로 제작된 동경계데이터와 DBF 형식으로 제작된 인구데이터를 ARCGIS 8에서 매크로 언어인 AML을 활용하여 시간정보를 결합한 SpatioTemporal GIS를 구축하여 변화하는 동경계에 시간개념을 부여하고 해당 년도를 추출하여 공간레이어로 작성하고 이를 해당년도의 인구정보와 결합하는 방식을 통해 단일커버리지를 구축한 후 이를 이후 분석과정에 활용하였다.

분석결과의 시각화 및 테이블 자료의 획득과 관리를 위해 ESRI사의 객체지향 GIS 프로그래밍 툴인 MapObject 2.0이 제공하는 클래스들과 구성원을 활용하여 비주얼베이직 환경에서 독립적인 시스템 파일을 추가적으로 제작하였다. 시스템의 기본구성은 속성정보를 Microsoft사의 Access로 구성하고 공간정보를 ESRI사의 Shape file로 저장하여 이들간을 OLE DB provider중에서 access2000을 지원하는 프로바이더인 Jet 4.0 Provider를 활용하여 연계하였다.

본 시스템에서는 시기별 경계추출과 데이터 집합의 선택을 팝업메뉴(popup menu)로 선택하는 순차적 과정을 거치도록 하였으며, 이를 Mapobject의 export라이브러리를 활용하여 커버리지(coverage) 및 셰이프 파일(shape file)로 변환하여 추가적인 외부시스템의 분석기능을 활용 가능하도록 하였다.

또한 다양한 분석결과의 제시를 도면정보, 그래프, 속성정보를 통해 제시함으로써 다양한 견해를 도출하도록 하고 보다 다양한 그래프기능을 추가하기 위해 Chart FX 3.0을 활용하였다. 커버리지 및 셰이프 파일로 저장된 결과물들은 이후 NT용 Arc/Info 8.0.2와 SPSS 10.0K상에 각각 커버리지와 데이터베이스파일로 보내져, 다양한 인구의 동태적 변동성 분석을 실행하였다. 즉 기본적으로 변화하는 동경계의 속성정보인 680여 개의 레코드를 보다 효율적으로 관리하고 생성한 후 여기에 추가적인 속성정보를 결합함으로써 각 시기별 기본적 시공간데이터의 추출을 위한 시스템으로 구현되었다.

-
- 1) 단위행정구역내의 인구분포 변이를 고려하지 못하는 단계구분도의 문제를 극복하기 위해 단위구역내에서 나타나는 분포의 변이를 반영하기 위한 방법이다. 이를 위해 밀도구분도에서는 추가적인 자료를 활용하여 기본단위를 세분화함으로써 보다 정확하게 분포의 변이를 표현하는 기법이다. 이러한 추가자료로서 본 연구에서는 주거용 건물들의 분포와 등고선, 그리고 용도지역을 고려하여 사람이 살지않는 지역만을 제거하였다.

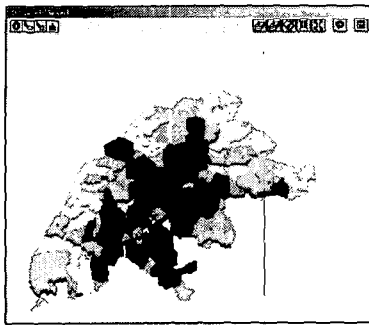


<그림 2> 분석과정 인터페이스 흐름도

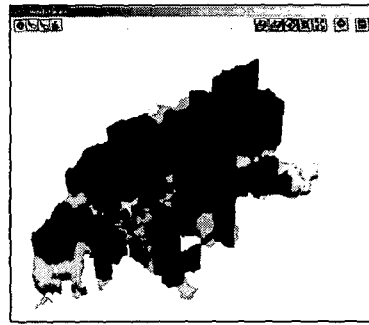
5. 분석의 실행

5.1 데이터 유형별 인구분포변화

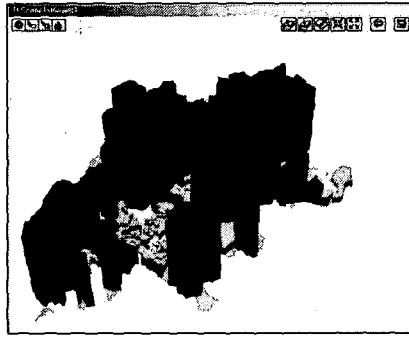
먼저 인구수로서 1966년부터 1995년까지의 변화를 살펴본 결과 상대적으로 도심 지역은 인구감소가 지속적으로 이루어지는 가운데 외곽지역의 인구수는 급격히 증가하는 외곽으로의 인구확산을 확인할 수 있다.



(a) 1966년



(b) 1980년

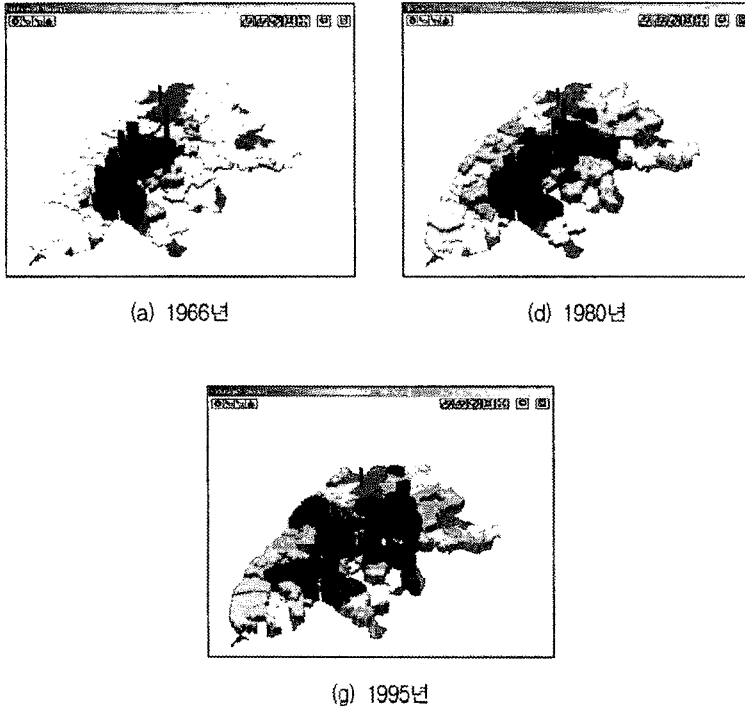


(c) 1995년

<그림 3> 인구수의 변화

그러나 인구밀도로서 분석한 결과 인구수와는 달리 아직은 도심지역이 상대적으로 인구밀도가 높게 나타나고 있으나 점차 도심의 인구밀도는 감소하고 주변지역의 인구밀도가 증가하는 인구분산화를 인구밀도 데이터를 활용하여도 확인이 가능하다.

세 번째 데이터 유형인 인구잠재력의 경우는 인구밀도함수와 유사하게 거리에 따른 인구분포영향력의 감소를 적용하는 거리감소모형을 적용한 결과이지만 인구밀도함수가 거리마찰계수나 함수의 설명력변화로 그 추세를 반영하는 것과 달리 인구수나 인구밀도값과 같이 각 위치에 인구잠재력의 도출이 가능하다. 따라서 공간의 변화를 즉시적으로 파악한 인구관련 데이터를 획득할 수 있다. 즉 인구밀도가 인구수를 면적에 대한 일반화된 값을 표현한다면 인구잠재력은 접근성 모형을 활용하여 인구수의 위치 즉 각각의 거리에 대하여 일반화된 측정치를 제공하는 인구데이터라 할 수 있다.



<그림 4> 인구밀도의 변화

이는 각 폴리곤의 중심에서 센트로이드(centroid)를 추출한 후 식(1)에서와 같이 각 공간단위가 갖고 있는 인구수를 그 지점의 상호작용의 잠재력 요소로 정의하고 음지수 함수를 활용하여 각 센트로이드로부터 다른 모든 센트로이드의 거리에 대한 접근성을 계산하여 이를 모두 합하여 나타내었다. 결국 인구잠재력이 크다는 것은 보다 가까운 거리에 보다 많은 인구가 거주하고 있는 지역을 나타내는 지표로서 도심 및 부도심 주변의 인구의 집중도의 평가의 지표로서 또한 전체 공간의 인구집중의 경향 파악에 유익한 지표가 될 수 있다.

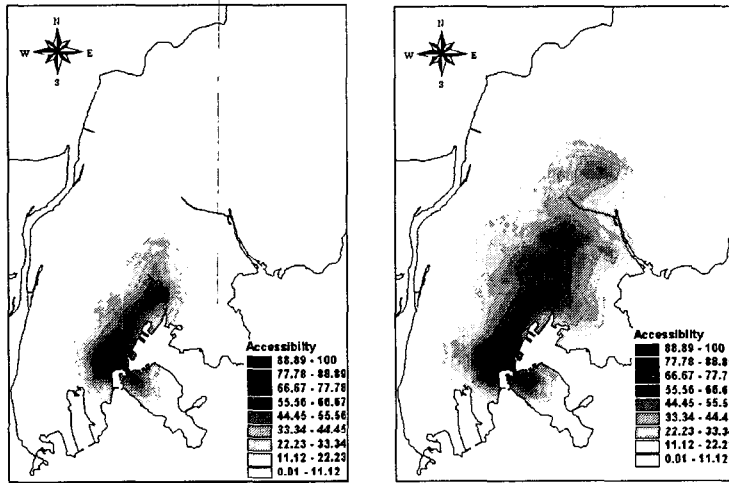
$$A_i = \sum_{j=1}^n (P_j e^{-\beta d_{ij}}) \quad \text{식(1)}$$

주: A_i 는 i 점의 상호작용의 잠재력의 총합, P_j 는 j 점에서의 인구수,

d_{ij} 는 두 점 i 와 j 간의 거리, β 거리마찰계수

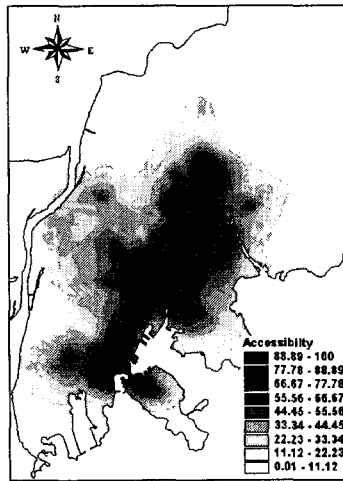
인구밀도함수와는 달리 각 지점의 인구잠재력 측정이 가능한 접근성 모형을 적용하여 인구잠재력을 측정된 결과 기존 도심인 중앙동은 1966년 이후 줄곧 감소추세를, 부전동 지역은 1975년까지는 상승하다가 이후 다시 완만한 감소추세를 보이고 있어 인구의 분산화에 따른 다핵화가 거의 동시적으로 이루어짐을 보이고 있다.

상대적으로 가장 먼저 정점을 이루었던 1970년대부터 동래지역을 시작으로 부도심들은 줄곧 인구잠재력 지표의 급격한 상승을 확인할 수 있다. 이러한 인구의 집중은 1990년까지 지속된 것으로 나타나다가 1990년 이후로 가장 먼저 높은 수치를 보이던 동래부터 감소현상을 보이고 있어 부도심에서의 인구이탈에 따른 인구분산화가 일어나고 있음을 보이고 있다.



(a) 1966년

(d) 1980년

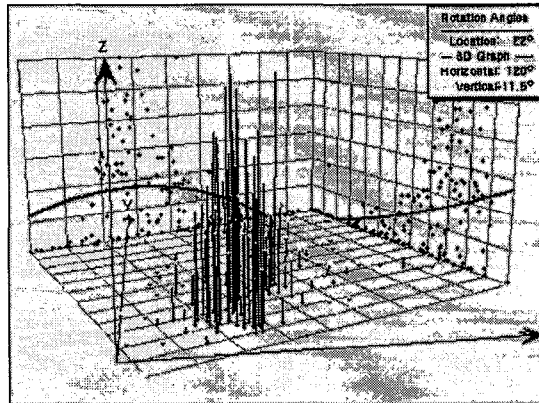


(g) 1995년

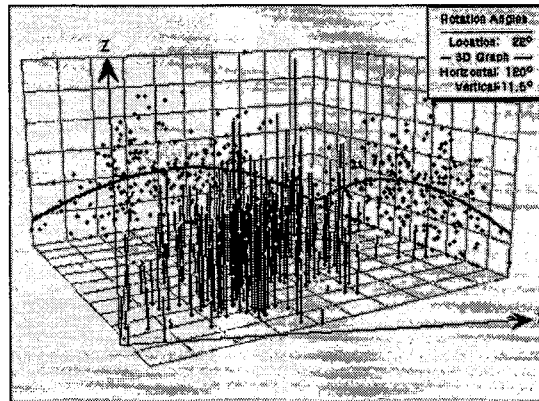
[그림5] 인구잠재력의 변화

5.2 인구밀도분포 경향 분석

30년 간의 인구분포변화의 경향을 파악하기 위한 모형의 적용에 앞서 먼저 인구 밀도 원자료를 활용하여 도심인 중앙동과 서면을 잇는 주간선축과 해운대와 구포를 잇는 주간선축을 중심으로 Trend Analysis를 실행하였다. 이를 위해 지도상의 도복을 주간선축으로 맞추기위해 회전하여 분석한 결과 먼저 동서간의 인구분포는 1966년 당시 중앙동으로의 인구집중을 보이던 것이 1995년에 이르러서는 점차 동쪽방면으로의 인구의 확산에 따른 증가추세를 보이고 있으며 남북간의 인구분포는 1966년 당시 해안으로의 집중된 인구밀도분포가 점차 북으로의 인구이동이 이루어졌음을 확인할 수 있다.



(a) 1966년 Trend Analysis



(b) 1995년 Trend Analysis

<그림6> 인구분포경향분석

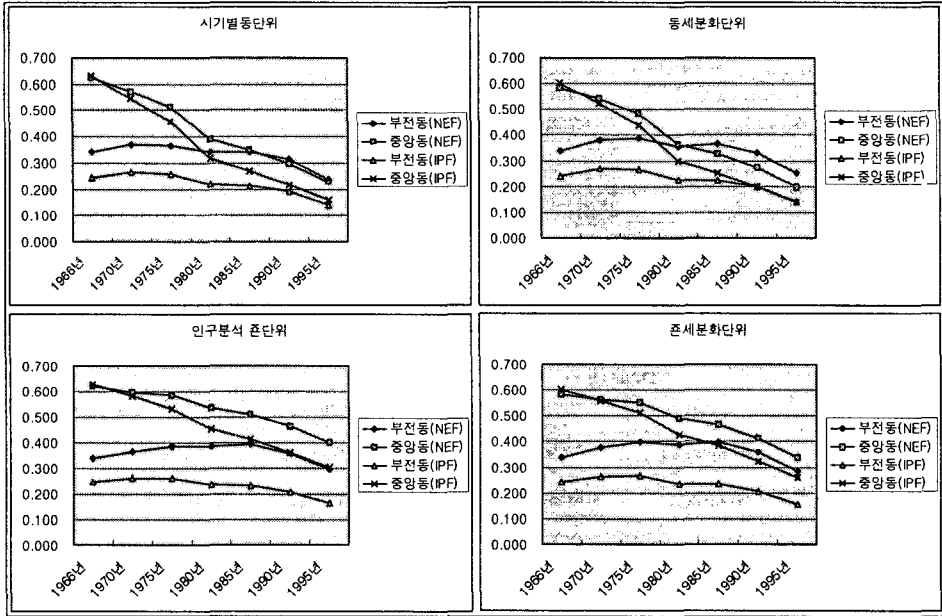
1966년 당시 인구의 중심점을 형성했던 중앙동과 현재의 새로운 도심으로 형성된 서면의 인구구심력을 비교하기 위해 두 가지의 인구밀도 함수를 앞에서 작성된 네 가지의 공간단위에 적용하였다. 적용된 인구밀도 함수는 음지수 함수(Negative Exponential Function)와 역함수의 역함수(Inverse Power Function)가 활용되었다.

먼저 음지수함수식 $\rho(r) = K \exp(-\beta r)$ 에 따라 도시의 중심($r=0$)으로부터 각 단위공간까지의 거리 r 에 따른 인구밀도 $\rho(r)$ 는 일정하게 줄어든다고 가정한다. 여기서 K 는 중심밀도 $\rho(0)$ 와 같아지는 비례상수이며 β 는 거리의 효과가 약해져가는 비율인 거리마찰계수를 의미한다. 역함수의 역함수 $\rho(r) = K r^{-\beta}$ 는 거리에 대한 역함수형태로 중력모형과 유사하다. 상수항 K 와 거리마찰계수 β 의 의미는 음지수함수와 동일하다.

본 연구에서는 인구밀도함수에서의 설명력을 나타내는 결정계수를 활용하여 그 변화를 살펴보고 인구밀도함수 및 공간단위에 따른 영향을 확인하였다. 이는 Alperovich(1980, 1982)와 Alperovich and Deutsch(1994)등이 밝힌바와 같이 도시변동에 따른 도시내부 활동으로 인해 과거의 도심이 점진적인 위치변화를 일으키며, 인구밀도함수의 적용에 있어 잘못 설정된 도심은 전체 인구밀도함수의 설명력 저하를 초래한다는 논리를 활용한 것이다. 즉 많은 인구가 그동안 분산되어감에 따라 과거의 유일한 도심이었던 중앙동이 갖고 있던 인구밀도함수의 설명력은 감소될 것이며 새로운 도심인 부전동은 어느 시기까지는 증가될 것이라는 가정을 설정하고 이를 확인하고자 하였다.

분석결과를 정리하면 함수의 유형에 있어서는 같은 조건에서 함수 유형만 다르게 적용한 결과 역함수의 역함수에 비해 모든 분석단위에서 음지수 함수가 설명력이 높게 나타나는 가운데, 시기별 밀도경사모형의 설명력 변화에서 대체로 1980년에서 1985년을 기점으로 인구구심점이 중앙동보다 부전동에 가깝게 형성되었음을 파악할 수 있다.

또한 동경계 단위에 비해 동경계세분화 단위의 경우 중앙동에 비해 부산의 중심부에 위치한 부전동(서면)이 근접지역의 산지가 제외되어 도심주변 인구밀도증가로 인해 상대적으로 설명력을 높이는 결과를 낳았다. 그러나 전체적으로 이러한 분석단위의 규모가 시간의 흐름에 따른 전체적인 설명력의 증가 및 감소 추세에는 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 즉 전체적인 설명력을 증감시킬 뿐 설명력의 변화추세는 일관적으로 나타나고 있다.



<그림 7> 공간단위별 인구밀도함수의 결정계수 변화

주: NEF(Negative Exponential Function), IPF(Inverse Power Function)

5.3 인구고밀지역의 인구집중도 변화

고밀지역의 인구집중도에 대한 분석은 인구분산과 인구밀도의 관계 파악을 가능하게 한다. 이를 위해서는 먼저 고밀지역에 대한 정의가 먼저 이루어져야 한다. Z-score 가 0이상일 경우 평균을 상회하게 되며, 일반적으로 부도심의 식별에는 0.8 또는 1이상의 경우가 활용되어진다.¹⁶⁾

고밀지역의 분포 추이를 파악하기 위해 먼저 부산전체의 고밀지역 변화추이를 관측하였다. 아래의 <표 1>은 인구변화관측의 공간적 일관성을 위해 1966년의 동경계를 기준으로 하여 비거주지역을 제외한 존 세분화 단위를 활용한 분석결과이다.

1966년 대비 1995년 인구는 2.67배 증가하였으나 세분화된 각 단위지역들의 인구밀도에 대해 산술평균을 구한 결과 1966년의 수준으로 낮아졌으며, 표준편차 또한

2) Gordon et al(1986), 전명진(1996)등은 부도심의 식별을 위해 상호작용의 잠재력의 개념을 통해 이를 식별하고자 하였으며, 전명진(1996)의 경우 단위지역별 총통화유발량을 행정동면적으로 나눈 통행밀도를 Z-score를 이용하여 표준화 한 후 Z-score가 0.8 이상인 경우를 부도심으로 식별하였다. Gordon et al(1986)도 0.8 이상으로 설정하였는데 두 연구에서 0.8을 임계치로 활용한 이론적 근거는 명확하지 못함을 밝히고 있다. 다만 평균을 훨씬 상회하는 z-score>1인 지역과 0과 1사이의 z-score값의 상위 20%를 이에 포함한 것으로 통계적 분석이 가능하도록 부도심 수를 조정해야 하는 등의 기술적 요인이 작용하는 것으로 판단하고 있다. (전명진, "서울시 도심 및 부도심의 성장과 쇠퇴: 1981-1991년 간의 변화를 중심으로", 국토계획 31(2), 1996.4, pp.33-45.)

지속적으로 감소하여 인구밀도가 전반적으로 평준화되어 가고 있음을 알 수 있다. 특히 1975년에서 1980년 사이의 인구밀도의 표준편차가 급격히 줄어 이시기 인구밀도가 낮은 지역에서의 인구증가 또는 고밀지역에서의 인구감소가 집중적으로 이루어졌음을 예측할 수 있다.

Z-score가 0 이상인 평균인구밀도 이상의 지역들은 1966년에는 부산전체인구의 60%로 인구의 집중화 현상을 보였으나 1985년까지 감소하다가 다시 증가하는 추세를 보이고 있다. 이는 그 동안 저밀지역에서의 인구증가가 주를 이루다가 그 이후에는 평균을 상회하는 지역에서 다시 인구증가가 이루어진데 그 원인이 있다고 하겠다. Z-score가 0.8이상 또는 1이상의 경우에는 전체인구에 대한 비율이 뚜렷한 감소 추세를 보이고 있어 인구의 분산화가 계속적으로 이루어져 왔음을 알 수 있다.

〈표 1〉 z-score를 활용한 인구고밀지역 변화 추이

년도	전체인구* (단위: 명)	인구밀도 평균 (표준편차)	z-score > 0	z-score > 0.8	z-score > 1
			인구수 및 비율	인구수 및 비율	인구수 및 비율
1966년	1,429,025	21,519 (24,387)	861,893 (60%)**	419,808 (29%)	328,964 (23%)
1970년	1,872,154	22,953 (23,932)	948,885 (51%)	376,365 (20%)	341,838 (18%)
1975년	2,452,770	24,328 (22,950)	977,276 (40%)	485,437 (20%)	364,760 (15%)
1980년	3,110,070	24,801 (19,964)	1,154,128 (37%)	445,446 (14%)	337,223 (11%)
1985년	3,474,947	24,533 (17,618)	1,283,056 (37%)	437,395 (13%)	296,503 (9%)
1990년	3,726,649	23,554 (15,313)	1,519,428 (41%)	412,136 (11%)	287,972 (8%)
1995년	3,754,237	21,267 (12,422)	1,648,317 (44%)	395,458 (11%)	246,124 (7%)

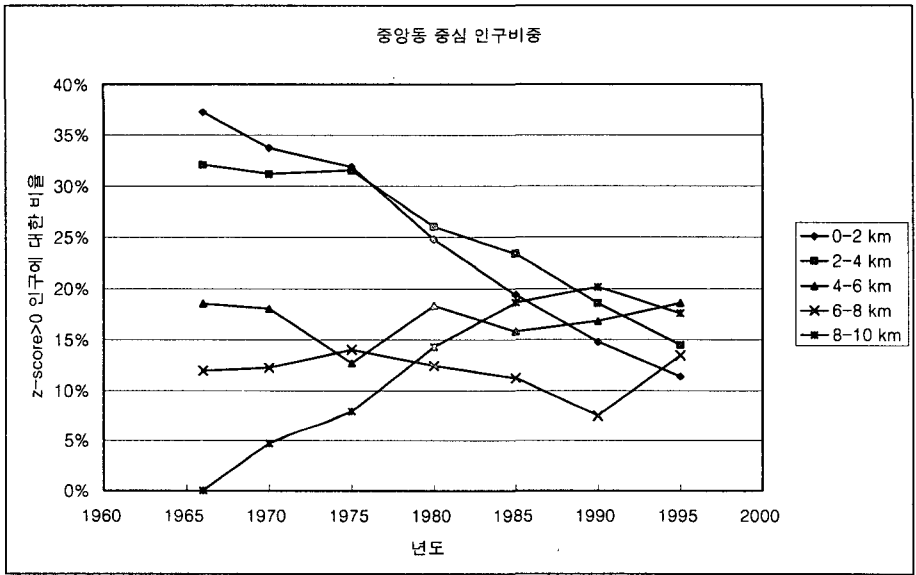
주: * 인구는 강서·기장지역이 제외된 부산전체 인구

** 전체인구에 대한 인구수의 비율

5.4 도심으로부터의 거리별 인구분석

인구밀도 z-score가 0이상인 지역, 즉 평균인구밀도를 상회하는 지역의 경우는 중앙동을 중심으로 하여 볼 때, z-score가 0이상인 지역의 총인구 861,893명의 37%가 중앙동에 인접한 지역에 밀집하여 있었으나, 이후 지속적인 기존 고밀지역의 절대적인 인구감소로 인해 1995년에 이르러서는 11%에 불과한 187,372명으로 감소되었다. 그러나 평균을 초과하는 부산전체인구는 2배로 증가하였음을 볼 때, 중앙동을 중심으로 한 기존 고밀지역에서 인구감소가 지속적으로 이루어졌으며 중앙동을 중

심으로 한 2-4km 지역의 경우는 고밀지역의 인구수 증가가 85년까지는 완만한 증가와 감소의 정도를 보이다가 이후 급격히 감소하여 인구밀도 평균이 넘는 지역인구에 대한 비율이 14%까지 감소하였다. 이는 전반적인 인구증가와 지역적인 교외화 및 분산화에 따른 영향으로 판단된다.



<그림 8> 거리구간별 z-score > 0 인 인구에 대한 비율(중앙동중심)

6. 결론

도시공간을 다루는 가장 주요한 도시공간모형의 하나인 인구분포모형의 적용결과 일정한 공간분석단위를 기준으로 집계되어지는 인구데이터의 특성상 공간분석단위, 밀도경사모형 유형, 분석범위에 따라 적용결과에 영향을 미치고 있으며 그에 따라 해석이 달라질 수 있는 것으로 나타났다.

보다 정확한 인구분포 모델링을 위해서는 우선 동단위이하의 세분화된 인구집계단위가 마련되어야 하겠지만 분석결과 현재로서도 GIS 환경에서의 인구분포모델링의 결과는 여러 가지 조건에 따른 실험이나 검증이 필요하다. 또한 이러한 결과가 모든 도시에 적용되기는 힘들것이며 각 지역의 특성을 고려한 GIS의 응용이 이루어져야 실질적인 도시공간변동성의 해석이 가능할 것이다.

분석내용을 정리하면 도심 및 부도심으로 부터의 공간적 인구분산은 물론 고밀지역으로부터의 인구분산이 동시에 이루어져 인구분산화에 대비한 정책적 접근이 필요하며 이와 더불어 부산은 두 개 도심의 위상에 대해 보다 객관적인 접근이 필요하다. GIS는 위와 같은 다양한 공간단위나 함수 유형에 따라 30년 간의 인구데이터의 활용에 따른 반복적 분석작업을 효율적으로 실행 가능하도록 하였다. 그러나 본 연구도 시간정보를 분석의 효율성에 치중하여 활용하였으며 보다 새로운 효과성

측면에서 시간 변수를 완전한 하나의 새로운 다루지 못한 아쉬움이 있다. 즉 인구분포와 같은 사회·경제적 중요 지표의 동태적 특성과약과 같은 도시공간 모델링에 있어, GIS나 통계패키지를 이용한 컴퓨터환경에서의 단순한 공간모형결합예의 제시가 아니라 근본적으로 도시공간을 객관적으로 해석하고 이를 바탕으로 대안을 제시하는 공간의사결정 지원시스템으로서의 지속적인 연구가 필요하다고 하겠다.

참고문헌

1. 남광우·이성호, "GIS환경에서의 공간계획지원을 위한 선형개체의 변동성 처리방안", 국토계획35(5), 2000. pp.297-308
2. 남광우·이성호·최철웅, "부산시 인구성장의 조정과정에 관한 연구", 국토계획 36(7), 2001. pp.257-270
3. 내무부, 「지방행정구역요람」, 1996.
4. 부산직할시, 「부산통계연보」, 각 년도별
5. 서의택, 이성호, 정현영, "부산권 인구재분포에 관한 연구", 국토계획 29(1), 1994,
6. 전명진, "서울시 도심 및 부도심의 성장과 쇠퇴: 1981-1991년 간의 변화를 중심으로", 국토계획 31(2), 1996.4, pp.33-45.
7. Alperovich, G., "Density gradients and the identification of the central business district", *Urban Studies*, 17, 1982, pp.313-320.
8. Alperovich, G., "The effectiveness of spline urban density functions: An empirical investigation", *Urban Studies*, vol. 32, no. 9., 1995, pp.1537-1548.
9. Alperovich, G. and Joseph Deutsch., "Joint Estimation of Population Density Functions and the Location of the Central Business District", *Journal of Urban Economics*, 36, 1994, pp.239-248.
10. Batty, M. and Xie, Yichun., "Urban analysis in a GIS environment: population density modelling using Arc/Info", Stewart Fotheringham and Peter Rogerson (Eds.), *Spatial analysis and GIS*, 1994, pp.189-219.
11. Daniel Z. Sui, "GIS-based urban modelling: practices, problems, and prospects", *IJGIS* 1998, vol.12, no.7, pp.651-671
12. Har-Paz, H., A. Shachar, S. Ganani, and M. Cohen, 「Offices in Tel-Aviv-Yafo-Development, Distribution and Characteristics of the Activities」, Tel-Aviv-Yafo Municipality, Center for Economic and Social Research, Tel-Aviv, 1977.
13. Narciso, Flor Eugenia, "A Spatiotemporal data model for incorporating time in Geographic Information Systems(GEN-ST GIS)", University of South Florida, Ph. D. Dissertation. 1999.

14. Pooler, James, "measuring geographical accessibility: a review of current approaches and problems in the use of population potentials", *Geoforum*, Vol. 18, No. 3. 1987, pp.269-289.
15. Rich, D. C, "Population potential, potential transportation cost and industrial location", *Area*, 10, 1978, pp.222-226.