

공간적 상호작용론의 본질과 연구 영역: 인문지리학에 대한 통섭적 접근*

이상일**

The Nature and Subject Matter of Spatial Interaction Studies: A Consilient Approach to Human Geography*

Sang-II Lee**

요약 : 본 연구의 주된 목적은 공간적 상호작용 현상 혹은 데이터의 본질적인 특성을 명확히 하고, 공간적 상호작용 연구의 주요 영역을 제시함으로써, 인문지리학에 대한 통섭적 접근의 한 예로서 공간적 상호작용론을 제안하는 것이다. 공간적 상호작용 데이터는 공간데이터분석의 측면, GIS의 측면, 그리고 시각화의 측면에서 다른 여타의 공간 데이터 유형과는 확연히 구분되는 특징을 보유하고 있는 것으로 인정된다. 공간적 상호작용론의 주요 연구 영역(주제-기법)으로 탐색적 분석, 지역 구조 분석, 기능지역 구분, 통계적 모델링, 공간적 자기상관 분석, 그리고 공간적 접근성 분석이 제시되었다. 인문지리학의 통섭적 하위 분야로서의 공간적 상호작용론은 방법론적 차용과 주제적 융합을 진작시킬 것으로 기대된다.

주요어 : 공간적 상호작용, 인문지리학, 통섭

Abstract : The main purpose of the paper is to make an argument that spatial interaction studies can be seen as a consilient subfield of human geography. For this, I seek to clarify the nature of spatial interaction data and present the main subject matter of the studies. The uniqueness of spatial interaction data is appreciated with respect to spatial data analysis, GIS, and geovisualization. The main subject matter, given as subject-method associations, includes exploratory analysis, regional structure analysis, functional regionalization, statistical modeling, spatial autocorrelation analysis, and spatial accessibility analysis. Spatial interaction studies as a consilient subfield in human geography are expected to facilitate both methodological borrowing and thematic fusion.

Key Words : Spatial interaction, Human geography, Consilience

I. 서론

‘공간적 상호작용(spatial interaction)’ 개념은 Edward L. Ullman(1912-1976)에 의해 정식화된 것으로 알려져 있다. Ullman은 1954년에 “공간적 상호작용론으로서의 지리학(Geography as Spatial Interaction)”이라는 논문을 발표하였는데(정식 학술지가 아닌 소규모 학술발표대회

의 초록집에 수록), 그가 사망한 직후인 1980년 그의 제자인 Ronald R. Boyce가 그를 추모하기 위해 엮은 책에 포함됨과 동시에 그 책의 제목으로 사용되면서 사람들에게 널리 알려지게 되었다(Ullman, 1980). 그러나 공간적 상호작용 개념의 중요성에 대한 인식은 1년 전인 1953년 미국지리학회지에 발표된 그의 논문에서 이미 개진된 바 있다(Ullman, 1953). 공간적 상호작용이란 “공간상의

*이 논문은 2012년 하계 한국지리학회 학술대회에서 발표된 내용을 수정·보완한 것임.

**서울대학교 사범대학 지리교육과 부교수(Associate Professor, Department of Geography Education, Seoul National University, si_lee@snu.ac.kr)

지점들 간의 모든 종류(사람, 물품, 정보, 돈 등)의 흐름'으로 간단히 개념 규정할 수 있는데, Ullman은 전혀 새로운 것이 없는 이 현상에 공간적 상호작용이라는 새로운 이름을 부여함으로써 보다 긍정적이고 역동적인 측면을 강조하고자 했다(Ullman, 1980:13). 더 나아가 Ullman은 공간적 상호작용의 발생 조건으로 상보성(complementarity), 개입기회(intervening opportunity), 거리(distance)라는 세 가지 개념을 제시했는데(Ullman, 1980:15-19), 현재까지도 그를 대표하는 업적 중의 하나로 남아있다. 공간적 상호작용 개념의 확산 시점과 과정에 대해서는 다소간의 모호함이 존재하지만, 적어도 1970년대 초반 즈음에는 지리학의 핵심 개념 중 하나로 인정받게 된 것으로 보이며(Morrill, 1970; Abler *et al.*, 1971), 지리학사적으로도 실증주의 지리학을 대표하는 개념적 구성물 중의 하나로 평가 받고 있는 것으로 보인다(Johnston and Sidaway, 2004:121).

그런데 본 논자는 Ullman이 공간적 상호작용 개념을 통해 인문지리학 전체에 던지고 싶었던 본래적 의도에 주목하고자 한다. Ullman은 기본적으로 이 개념을 지리학을 떠받치고 있는 두 개의 근본 개념 중 하나와 연결되어 있다고 보았다. 그에 따르면 지리학의 궁극적인 두 개념은 사이트(site)와 시추에이션(situation)인데, 전자는 한 지역에서의 다양한 지리적 요소들 간의 관계를 의미하는 '수직적 관련성(vertical relationships)' 개념과 연결되고, 후자는 지역들 간의 기능적 관계를 의미하는 '수평적 관련성(horizontal relationships)' 개념과 연결된다(Ullman, 1980: 13). 좀 더 나아가면 전자는 '지역지리', '등질지역' 개념과, 후자는 '계통지리', '기능지역' 개념과 연결되어 있다. Ullman은 이러한 두 가지 근본 개념 중 후자에 대한 관심이 상대적으로 적다는 점에 주목하면서 공간적 상호작용 개념을 통해 그것의 중요성을 주장하고자 했다(Ullman, 1980:14). 결국 Ullman에게 있어 공간적 상호작용 개념은 '지리학에 통일성을 부여하는 프레임(unifying frame for geography)'이었던 것이다(Heppel, 2009:713). 이와 유사하게 Olsson(1970:233)은 "공간적 상호작용과 거리 조작이라는 개념적 우산 아래에서, 입지론의 핵심적인 연구들뿐만 아니라 교통, 인구가동, 통근, 확산 등과 관련된 대부분의 모델 연구가 포섭될 수 있다"라고 주장한 바 있는데 이는 전적으로 Ullman의 주장에 동조하는 것이다(실질적으로 Olsson은 Ullman의 1953년 논문을 인용하고 있다).

본 논자는 Ullman의 '지리학에 통일성을 부여하는 프레임'으로서의 공간적 상호작용 개념이 인문지리학의 전통적인 학문 체계에 일종의 통섭(統攝, consilience)의 장을 마련할 수 있다고 본다. 즉, 인문지리학의 다양한 하위 분야에서 분리되어 연구되고 있는 것들이 '공간적 상호작용론(spatial interaction studies)'이라고 하는 보다 통합적인 연구 영역 속으로 재구조화될 수 있는 것이다. 이러한 주장을 뒷받침하는 근거로 두 가지를 제시하고자 한다. 첫째, 공간적 상호작용이라는 현상 혹은 그것을 포착한 공간적 상호작용 데이터에는 다른 현상 혹은 데이터에서는 찾아볼 수 없는 고유한 특성이 존재한다는 점이다. 데이터 구조 상의 유사성은 주제적 상이성을 극복할 만큼의 통섭 가능성의 길을 열어줄 것으로 기대된다. 둘째, 데이터 구조상의 고유성과 상동성은 자연스럽게 방법론적 고유성과 통일성으로 연결될 것이라는 점이다. 방법론적 통일성이란 방법론적 일면화를 의미하는 것이 아니라 공간적 상호작용 데이터에 적용될 수 있는 다양한 방법론들이 서로 교류되고 차용되는 상황을 의미하는 것이다. 공간적 상호작용론이라는 새로운 통섭적 분야는 이러한 데이터의 구조적 상동성과 방법론적 통일성이라는 토대 위에서 성립될 수 있을 것이다.

그런데 지금까지의 전개 과정을 살펴 보면 이러한 방법론적 통일성이 제대로 실현되어온 것 같지는 않다. 즉, 상이한 하위 분야에서 발달한 공간적 상호작용의 연구들은 제각각 서로 다른 방법론을 발전시켜 왔고 한 영역에서 주로 적용되는 방법론이 다른 영역에서 원용되는 경우는 많지 않았다. 따라서 이러한 방법론적 장벽을 해소하고 인문지리학의 하위 분야에 흩어져 연구되어 왔던 공간적 상호작용의 양상을 방법론적 통일성이라는 측면에서 보다 통섭적으로 다루어 보자는 것이 이 논문의 주된 문제의식이다. 따라서 본 논문의 주된 연구 목적은 공간적 상호작용 현상 혹은 데이터의 본질적인 특성을 명확히 하고, 통섭적 학문 분야로서의 공간적 상호작용론의 주요 연구 영역을 주제-기법의 관점에서 제시함으로써, 인문지리학의 새로운 통섭적 하위 분야로서의 공간적 상호작용론의 학문적 성격을 명료화 하는 것이다.

II. 공간적 상호작용 데이터의 본질적 특성

여기서는 공간적 상호작용이라는 현상을 포착하는 공

간적 상호작용 데이터의 고유성을 명확히 하기 위해 그것을 공간데이터분석의 측면, GIS의 측면, 시각화의 측면으로 나누어 살펴볼 것이다.

1. 공간데이터분석의 측면

공간 데이터의 유형은 ‘측정지(地)-측정치(值)’ 모델에 근거해 살펴볼 수 있다. 이 모델은 일반 데이터가 수치 자체만을 중시하는데 반해 공간 데이터는 그 값이 측정되고 관찰되는 위치 역시 수치만큼 중요하다는 점을 강조하는 것이다. 이를 아래의 그림 1에 나타나 있는 도식을 이용해 설명하면 다음과 같다. 측정지는 차원성을 달리 하는 네 가지 공간 객체 유형으로 구분될 수 있고(포인트, 라인, 에어리어, 필드), 측정치는 측정 수준에 따라 명목(nominal), 서열(ordinal), 등간(interval) 및 비율(ratio) 척도로 구분된다. 공간 객체 유형과 측정 수준이 만나서 이루어지는 각 섹션이 특정한 공간 데이터 유형을 나타내는 것으로 볼 수 있다(O’Sullivan and Unwin, 2010).

공간데이터분석(spatial data analysis; 이하 SDA)이란 이렇게 유형화될 수 있는 데이터에 대한 분석 기법들의 총체라고 정의할 수 있는데, SDA를 분류하는 방식을 살펴보면 공간적 상호작용 데이터의 본질적 특성을 엿볼 수 있다. SDA의 분류는 오로지 공간 데이터의 종류에 의거할 뿐 연구의 목적이나 성격과는 큰 관련이 없다(Bailey and Gatrell, 1995). 일반적으로 SDA는 공간적 포인트 패턴 데이터 분석(spatial point pattern data analysis), 에어리어 데이터 분석(area data analysis), 지구통계학적 데이터 분

석(geostatistical data analysis), 그리고 공간적 상호작용 데이터 분석(spatial interaction data analysis)으로 구분된다(Bailey and Gatrell, 1995). 그러나 공간적 상호작용 데이터를 강조하는 일부 문헌을 제외하고는(Upton and Fingleton, 1989; Fischer and Wang, 2011), 일반적으로 공간적 상호작용 데이터 분석은 SDA의 범주로 다루어지지 않는다(Schabenberger and Gotway, 2005; Bivand *et al.*, 2008; Lloyd, 2010; O’Sullivan and Unwin, 2010).

공간 데이터의 유형과 SDA의 분류를 결합시켜 살펴보면, 공간적 상호작용 데이터의 특이성이 잘 드러난다. 그림 1에서 포인트와 명목 척도가 만나는 섹션의 데이터를 공간적 포인트 패턴 데이터라 할 수 있고, 포인트와 나머지 척도의 데이터가 만나는 섹션(주로 등간 및 비율 척도)을 지구통계학적 데이터로 간주할 수 있다. 에어리어 칼럼은 모두 에어리어 데이터와 관련되어 있고, 필드 칼럼은 에어리어 데이터의 특수한 형태로서의 ‘그리드 데이터’ 혹은 ‘이미지 데이터’(Bailey and Gatrell, 1995:319)로 간주될 수 있다. 이렇게 보면 공간적 상호작용 데이터는 라인 칼럼과 관련되어 있는데(특히 등간 및 비율 척도와 만나는 섹션), 불행히도 우리가 관심을 갖는 대부분의 공간적 상호작용 데이터를 포괄하지 못한다. 왜냐하면 이 도식은 라인 객체에 부여된 속성, 즉 1차원 객체로 재현된 사물이 보유한 속성(예: 도로의 특정 구간에서 발생한 교통량)을 표현하고 있기 때문에 사물들 간의 관계의 속성(예: 두 지역 간의 인구이동량)과는 본질적으로 차이가 있기 때문이다. 이것은 공간적 상호작용 데이터가 측정지-측정치 모델이라고 하는 SDA의 기본적인 데이터 구조와 얼마나 다른지, 그러므로 얼마나 다루기 어려운지를 극명하게 보여준다. 즉, 공간적 상호작용 데이터의 측정지는 두 공간적 객체의 쌍으로 주어지며, 측정치는 그 두 객체들 간의 관계의 속성이 되는 것이다.

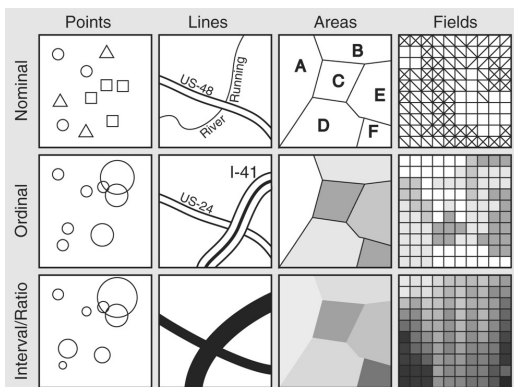


그림 1. 공간 데이터의 유형

출처 : O’Sullivan and Unwin, 2010:23

2. GIS의 측면

GIS(geographic information systems)에서 공간적 상호작용 데이터가 어떻게 다루는지를 살펴보는 것 역시 중요하다. GIS의 관점에서 보면 공간적 상호작용 데이터는 몹시 다루기 곤란한 대상이다. 왜냐하면 GIS 벡터 데이터 모델의 기본 바탕인 객체-속성 모델에 공간적 상호작용 데이터가 잘 부합하지 않기 때문이다. 이것은 공간적 상호작용 속성 하나에 두 개의 객체(출발지와 도착

지)가 항상 결부되어 있고, 거기에 방향성 개념이 포함되기 때문이다. 다시 말해, 일반적인 GIS 벡터 데이터는 '객체-속성'의 1대1 대응 구조를 가지지만, 공간적 상호작용 데이터는 '객체 쌍-속성'의 구조를 갖는 것이다. 이는 공간적 상호작용 데이터를 GIS의 객체-속성 모델 속에서 다루기 위해서는 객체 쌍을 단일한 개체로 전환하여 새로운 선형 객체를 생성할 필요가 있음을 의미하는 것이며, 매트릭스 형태의 상호작용 속성은 벡터화(vectorization) 되어야만 한다는 것을 의미한다(김감영·이상일, 2012).

그림 2는 이러한 측면을 우리나라 시도간 인구이동을 사례로 보여주고 있다. 총 16개 시도가 존재하므로 총 240개(16×15)의 객체 쌍이 개입되고, 개별 객체 쌍에 대해

선형 객체 하나씩이 부여되므로 역시 총 240개의 선형 객체가 생성된다. 여기서 각 선형 객체는 일종의 방향성을 가지고 있음을 명심해야 한다. 즉, 두 지역 사이에는 실질적으로 두 개의 선형 객체가 생성되며, 그것들은 어느 지역이 출발지인지의 여부에 따라 다르게 저장된다. 그림 2에 나타나 있는 속성 파일의 구조를 살펴보면 이러한 특성을 잘 살펴볼 수 있는데, 예에서 보여지고 있는 선형 객체는 '강원도→경기도'를 의미하는 것으로 다른 레코드로 저장되어 있는 '경기도→강원도' 객체와는 구분된다. 다시 말해, 이러한 'from-to' 테이블 형태의 데이터베이스는 두 개의 인덱스 필드를 요구하는 것이다(김감영·이상일, 2012). 그런데 이러한 복잡성은 출발지와 도

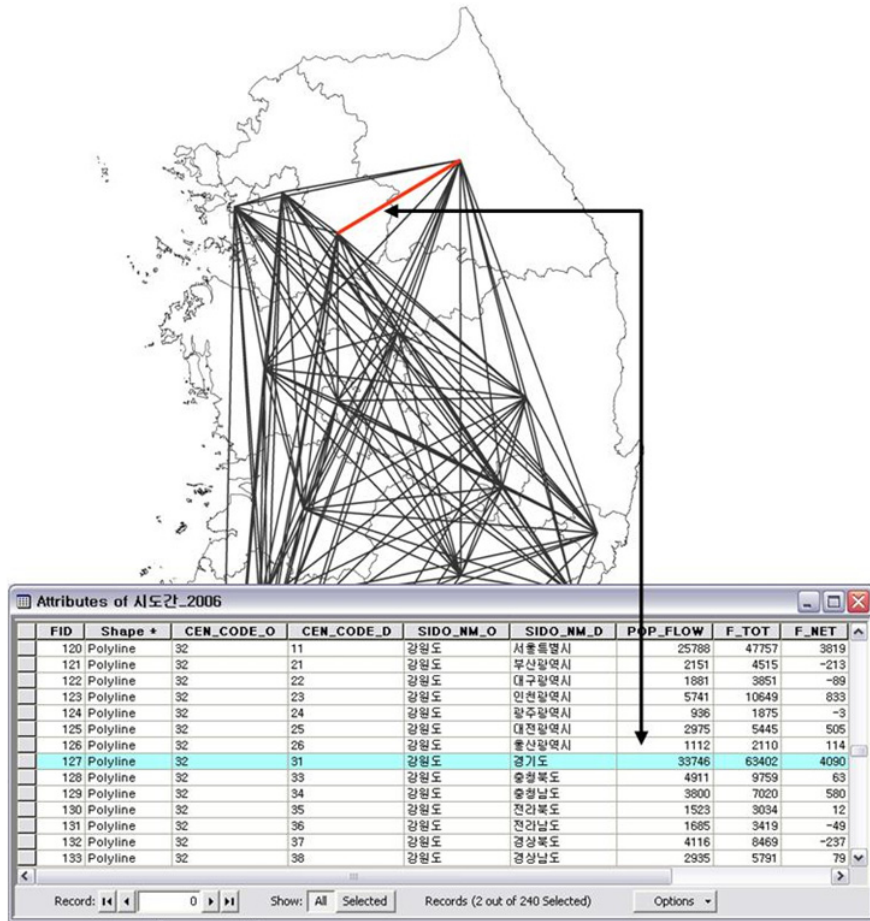


그림 2. 공간적 상호작용 데이터를 위한 GIS 데이터의 구조

출처 : 이상일 등, 2008a:127

착지가 다른 레이어인 경우(예; 쇼핑 트립의 경우, 행정 구역의 중심점과 백화점)에는 더욱 더 커진다.

더 나아가 공간적 상호작용의 양상을 GIS의 환경에서 지도화하는 것 역시 쉽지 않은 과제이다. 상용 GIS 제품 중 우선도를 자동적으로 제작할 수 있게 해주는 것은 거의 없다시피 하다(Rae, 2009). 따라서 이를 위해 독립적인 소프트웨어가 개발되어 왔는데, 대표적인 것으로 Tobler(2003)의 Flow Mapper와 Utrecht 대학의 Flowmap (Breukelman *et al.*, 2009) 등이 있다. 이런 이유로 Alvanides *et al.*(2000:115)은 공간적 상호작용 데이터를 “GIS 혁명의 무시된 부분”이라고 부른 바 있다. 최근에 상용 GIS 환경 내에서 우선도를 제작할 수 있는 모듈 개발에 대한 연구가 이루어지기도 했다(Kim *et al.*, 2012).

3. 시각화의 측면

공간적 상호작용 데이터는 시각화 혹은 지도학적 표현에 있어서도 중요한 특성을 보유하고 있다. 특히 이러한 지리적 시각화는 단순히 공간 정보를 제시하는데 그치지 않고 과학적 발견의 방법론으로서의 탐색(exploration)과 직결되어 있다는 점을 감안하면(김감영·이상일, 2012), 공간적 상호작용 데이터의 시각화에서의 특성을 이해하는 것은 매우 중요한 사안이 된다.

표 1은 공간적 상호작용 데이터와 결부되어 있는 주제도 양식의 다양성을 보여주고 있다. 여기서는 지역간 인구이동과 같은 대칭적 상호작용 데이터에 한정하여 논하기로 한다. 공간적 상호작용 데이터는 기본적으로 출발지와 도착지로 이루어진 매트릭스 형태로 주어지며 방향성을 내포하고 있는 것이기 때문에 당연히 우선도가 대표적인 주제도 양식이 될 것이다. 그러나 우선도에

만 한정되는 것이 아님을 인식하는 것이 중요하다. 행별 혹은 열별 합산을 행하면 매트릭스 형태의 지역간 데이터가 벡터 형태의 지역별 데이터로 전환되는데, 이를 가지고 도형표현도를 제작하는 것이 가능하다. 인구이동의 예를 들면 지역간 인구이동량을 행별 혹은 열별로 합산하면 각 지역별 전출자수나 전입자수에 대한 정보를 얻을 수 있고, 이것을 기반으로 지역별로 이동량의 상대적 크기를 표현할 수 있다. 더 나아가 합산된 값을 특정한 형태의 표준화 과정을 거치게 되면 단계구분도로 표현하는 것이 가능해지는데, 인구이동의 예를 들면 전출자수나 전입자수를 연안인구로 나누어 전출률이나 전입률을 구하고 이것을 지역별 단계구분도를 통해 표현할 수 있다.

다양한 주제도 유형이 공간적 상호작용 데이터에 대해 사용될 수 있다는 점보다 더 중요한 것은 대표적인 주제도 유형인 우선도 역시 다양한 방식으로 제작될 수 있다는 점이다. 많은 경우 전수적 우선도, 즉 개입되는 모든 흐름이 표현되는 우선도의 경우는 소위 ‘시각혼란증 문제(visual cluttering problem)’라고 불리는(Kim *et al.*, 2012), 패턴 파악의 난해함이라는 문제가 발생한다. 이를 극복하기 위해 일종의 제한적 우선도가 제시될 수 있는데, 출발지별 혹은 도착지별 우선도를 제작하거나 특정 규모 이상의 흐름만을 표현하는 방식이 사용될 수 있다. 또한 가장 국지적인 차원에서 특정한 출발지-도착지의 쌍에 대해 총이동과 순이동을 고려해 시각화하는 것도 가능하다.

이처럼 공간적 상호작용 데이터는 그 시각화의 양식이라는 측면에서 다른 어떤 공간 데이터 유형도 가지지 못한 다양성을 보여주고 있다. GIS 측면에서 살펴본 것처럼 이러한 다양한 시각화가 탐색적 맥락에서 원활하게

표 1. 공간적 상호작용 데이터의 지도학적 표현 방식의 다양성

출발지(O_i) \ 도착지(D_j)	지역 D_1	지역 D_2	...	지역 D_n	행별 합산	행별 표준화
지역 O_1	우선도				도형표현도	단계구분도
지역 O_2						
⋮						
지역 O_n						
열별 합산	도형표현도					
열별 표준화	단계구분도					

출처 : 이상일 등, 2008a:70; Kim *et al.*, 2012:165

가능하는 상용 GIS 프로그램은 존재하지 않는다. 공간적 상호작용 데이터의 본질적인 특성을 고려할 때 이것은 데스크톱 GIS에서 해결책을 모색하기 보다는 Web GIS 환경에서 그 해결책을 모색하는 것이 더욱 적절해 보인다. 불행히도 세계적인 차원에서 초차 공간적 상호작용 데이터를 Web GIS 환경에서 제공하는 사례는 거의 없다 (이상일 등, 2008b). 이런 관점에서 최근 우리나라에서 웹 GIS 기반 공간적 상호작용 데이터의 시각화 및 탐색 시스템이 개발된 것(이상일 등, 2008a; 김감영·이상일, 2012)은 의미 있는 진보로 평가될 수 있다.

III. 공간적 상호작용론의 주요 연구 영역

II 장에서 살펴본 공간적 상호작용 데이터의 본질적 특성은 새로운 통섭적 하위 분야의 존재 근거를 제공한다. 공간적 상호작용 데이터를 다루는 다양한 인문지리학의 연구들이 데이터의 구조적 상동성과 방법론적 통일성이라는 토대 위에서 결합하면 새로운 통섭적 하위 분야가 성립될 수 있는데, 그것을 공간적 상호작용론이라 부르고자 한다. 그리고 공간적 상호작용론의 주요 연구 영역을 규정할 수 있는데, 여기서는 현재 공간적 상호작용 데이터 연구에서 가장 활발하게 진행되고 있는 연구 영역을 기준으로 6개의 '주제-기법'들을 제시하고자 한다. '주제-기법'이라는 용어를 사용하는 것은 각 연구 영역이 연구 주제를 의미하는 것이기도 하지만 그러한 연구 주제와 결부되어 있는 특정한 기법 혹은 방법론을 의미하는 것이기도 하기 때문이다. 이것은 공간적 상호작용 연구의 주요한 연구 흐름을 반영하는 것이며, 이것들 간의 주제적 혹은 방법론적 교류가 공간적 상호작용론이라는 통섭적 환경 속에서 활발히 일어나기를 기대하는 것이다.

1. 탐색적 분석

탐색적 분석(exploratory analysis)은 공간적 상호작용 데이터에서 관찰되는 공간적 패턴을 기술하고 시각화함으로써 요약, 패턴 탐지, 가설 설정, 지식 발견 등의 과업을 달성하고 한다. 크게 보면 탐색적 연구는 측정(measurement)과 시각화(visualization)로 나뉜다.

측정은 대상이나 목적에 따라 다양한 측도가 가능하며, 또한 측정의 스케일(전역적, 국지적(지역별, 지역간))에

따라 다양하게 제시될 수 있다. 이런 의미에서 인구이동 연구 영역의 최근 진보는 주목할 만 하다(Bell *et al.*, 2002; Bell and Muhidin, 2009). 그들은 인구이동 관련 전역적 측도를 인구이동 강도(intensity), 인구이동 거리(distance), 연결성(connectivity), 영향력(impact)의 네 가지로 범주화하고, 총 15개의 측도를 이 범주들에 할당하고 있다. 특히 공간적 상호작용의 집중도 혹은 편포성을 측정하는 측도를 이용한 연구들은(Plane and Mulligan, 1997; Rogers and Raymer, 1998; Rogers and Sweeney, 1998; He and Pooler, 2002) 전역적 차원의 연구와 국지적 차원의 연구를 결합하고 있을 뿐만 아니라 일종의 탐색적 공간데이터분석(exploratory spatial data analysis, ESDA)을 지향하고 있다는 측면에서 많은 방법론적 잠재력을 지니고 있는 것으로 판단된다.

탐색적 시각화 혹은 지오비주얼라이제이션(geovisualization)은 훨씬 더 큰 중요성을 갖는다. 이는 대량의 공간적 상호작용 데이터를 시각화하는 다양한 기법을 개발함으로써 공간적 상호작용 데이터를 공간적 상호작용 정보 혹은 지식으로 변환할 수 있기 때문이다(Rae, 2009). 이러한 의미에서 Rae(2009)가 제시하고 있는 지오비주얼라이제이션의 일반 원칙은 주목해볼 가치가 있다. 첫째는 '확장적 포괄(expansive inclusion)'의 원칙으로, 시각화를 수행하기 위한 기본 데이터는 사안과 직간접적으로 관련된 모든 사항을 포함해야만 한다는 것이다. 이러한 완전 데이터로부터 연구자의 분석적 의사 결정을 통해 시각화되는 정보의 양이 삭감될 수 있다. 둘째는 '반복적 삭감(iterative loss)'의 원칙이다. 이는 데이터로부터의 주된 경향성 혹은 공간 구조의 확인은 디스플레이 되는 데이터 양에 대한 반복적 삭감을 통해 이루어진다는 것이다. 셋째는 '복잡성으로부터 단순성(simplicity from complexity)'의 추출 원칙이다. 특히 대량의 데이터의 이용가능성이 높아진 현재 세상에서 이 원칙의 중요성은 어느 때보다 중요하다. 마지막은 '최적의 절충(optimal compromise)' 원칙이다. 이것은 시각화의 효율성과 시각화되는 정보의 양 사이에서 최적의 절충점을 찾는 것을 의미한다.

이러한 원칙에 기초하여 GIS 환경 하에서 대량의 공간적 상호작용 데이터를 디스플레이하는 기법에 대한 연구가 최근 중요성을 인정받고 있다. 전범 구실을 하고 있는 연구로 Nielsen and Hovgesen(2008), Rae(2009), Guo(2009) 등이 있다. 공간적 상호작용 데이터의 독특성으로 말미암아 지오비주얼라이제이션의 역할은 다른 어떤 공간

데이터 유형에 비해 훨씬 더 중요하지만 그것을 위한 방법의 개발은 훨씬 더 어렵다.

2. 지역 구조 분석

지역 구조 분석(regional structure analysis)은 공간적 상호작용 매트릭스에 다변량 통계기법을 적용하여 공간적 상호작용의 주된 지역 구조를 추출하는 것을 의미한다. 이것은 크게 두 가지 연구 과제로 구분되는데, 하나는 결절구조를 파악하는 것이고 다른 하나는 등질지역 구분을 행하는 것이다. 전자는 공간적 상호작용 매트릭스에 다변량 통계기법을 적용하여 의미 있는 공간적 상호작용의 구조를 확인하는 것이고, 후자는 공간적 상호작용이라는 측면에서 유사성을 보이는 지역을 묶어 유형화하는 것이다. 여기에서 주로 사용되는 다변량 통계기법으로 주성분분석(혹은 요인분석)과 군집분석이 있다. 결절구조를 파악하는 전자의 연구도 종종 기능지역의 확인으로 연결되기 때문에 두 접근법을 모두 지역구분(regionalization) 기법으로 이해하는 시각도 있다(Morrill, 1988).

여기서 공간적 상호작용 데이터를 기반으로 지역 구조를 파악하는 두 가지 상이한 접근에 대한 Pandit(1994)의 개념화에 주목할 필요가 있다. 그는 '하위체계(subsystems)'와 '유형(typologies)'을 구분하였는데, 전자는 강한 상호작용을 보이는 지역들의 군집을 의미하는 것이고, 후자는 공간적 상호작용의 양상이 유사한 지역들의 군집을 의미한다. 이렇게 보면 전자는 기능지역 구분과, 후자는 등질지역 구분과 자연스럽게 연결된다. 그러므로 지역 구조 분석은 하위체계를 확인하는 연구와 지역을 유형 분류하는 연구로 자연스럽게 구분되게 된다. Pandit는 더 나아가 주성분분석을 사용하는 모든 연구를 유형 분류 연구로 간주하였는데 이는 그 분석 기법이 양자 모두를 위해 사용되어 왔음을 간과하고 있는 것이다.

주성분분석이라는 동일한 다변량 통계 기법이 하위체계의 파악과 유형 분류 모두에 쓰이는 과정을 좀 더 자세하게 살펴볼 필요가 있다. 여기서는 R-유형 분석(Clayton, 1977), 즉 출발지가 행에, 도착지가 열에 위치한 공간적 상호작용 매트릭스에 주성분분석을 적용하는 분석의 예를 들도록 한다. R-유형 분석을 시행하면 두 가지 정보가 추출되는데, 하나는 어떤 지역들이 도착지로서의 전입 구조가 유사한가에 대한 정보이고, 또 다른 하나는 도착

지로서의 전입 구조가 유사한 지역군과 특별한 관련을 맺고 있는 출발지가 무엇인가에 대한 정보이다. 이 때 전자의 결과에만 집중하면 유형 분류를 행하게 되는 것이고(Pandit, 1994), 전자와 후자를 결합하여 결절구조 파악에 사용하면 하위체계 확인 연구를 행하게 되는 것이다(Clayton, 1977). 다변량 통계기법으로서 군집분석 역시 이러한 종류의 연구에 많은 잠재력이 있지만 놀랍게도 극히 적은 수의 연구만이 이루어지었다. 인구이동 매트릭스를 인구이동 영향력(migration effectiveness) 매트릭스로 바꾸고 그것에 군집분석을 적용하여 일종의 유형 분류를 행한 Morrill(1988)의 연구가 대표적이다.

하위체계를 확인하는 연구는 표준화된 방법론으로 오랜 기간 많은 사랑을 받아 왔는데 우리나라에서도 수많은 논문이 이 방법론을 기반으로 쓰여 졌다(예; 이경선, 2007). 이에 비해 유형 분류를 피하는 연구는 많지 않다(권상철, 2009). 그러나 이러한 연구는 기본적으로 공간 데이터에 비공간적인 분석기법을 적용했다는 의미에서 그 한계를 가지고 있으며, 주성분 혹은 요인의 모호함은 분석 결과를 해석하고 정책적 함의를 이끌어 내는데 많은 어려움을 야기하기도 한다(조대현, 2011). 그러나 공간적 상호작용의 양상이 유사하게 드러나는 지역의 그룹화라는 목적을 위한 주성분분석과 군집분석의 가능성은 여전히 존재하며, 몇몇 연구가 대안적 시각을 제시한 바 있다. 주성분분석에 대해서는 Black(1973)이 제안한 '이항 요인 분석(dyadic factor analysis)'이, 군집분석에 대해서는 지역별 공간적 상호작용 속성을 통해 지역구분을 행하는 Manson and Groop(1996)의 연구가 있다. 대량의 공간적 상호작용 매트릭스를 다루지만 전통적인 다변량 통계기법이 아닌 다른 방법론을 도입하려는 시도 역시 이루어지고 있다. 대표적인 것이 비공간적인 맥락에서 개발된 사회연결망분석(social network analysis)을 공간적 맥락에 적용하는 것이다(예; 이희연·김홍주, 2006; 김효진, 2008).

3. 기능지역 구분

보다 작은 크기의 공간단위를 특정한 기준에 의거해 보다 큰 공간단위로 합치는 것을 '합역(spatial aggregation)'이라고 부를 수 있는데, 공간적 상호작용 데이터를 이용한 공간적 합역을 통해 기능지역 구분(functional regionalization)을 행하는 것은 지리학의 오래된 주제이다.

통근 데이터를 이용한 노동시장지역(labor market areas) 혹은 통근권(travel-to-work areas) 설정을 필두로 하여 다양한 연구들이 진행되었다(미국의 다양한 기능 지역 설정에 대해서는 이상일(1999) 참조). 그런데 최근 컴퓨터 기술의 진보와 GIS-기반 연구가 보편화됨에 따라 공간적 상호작용 데이터에 기반한 기능지역 설정이 이러한 전산 환경의 변화에 발맞추어 새로이 각광을 받고 있다. 최근의 이러한 접근을 여기서는 ‘지오컴퓨테이션 접근(geocomputational approach)’이라고 부르하고자 한다. 단순히 ‘컴퓨터 과학과 지리학의 만남’ 정도로 모호하게 규정되는 지오컴퓨테이션에 대한 정의를 수용하게 되면 기능지역 구분 연구가 이 범주에 정확히 포함된다고 말할 수 없지만, 지오컴퓨테이션을 ‘자연지리 및 인문지리적 문제 해결을 위한 대규모의 전산 집약적 접근의 적용’(Openshaw and Alvanides, 1999)이라는 정의를 따를 경우 GIS-기반 기능지역 설정 연구를 지오컴퓨테이션 접근이라 불러도 무방할 것이다(Martin, 2000).

지오컴퓨테이션 접근은 통계학적인 군집 알고리즘을 사용하는 것이 아니라, 공간단위들 간의 위상적 관계, 공간단위의 속성, 그리고 목적 함수에 기반하여 다량의 전산 리소스를 이용해 최종 결과에 이르는 방식이다. 기본적인 데이터로 에어리어 객체간 플로우 매트릭스가 존재해야 하며, 주어진 목적 함수에 의거해 주어진 에어리어 객체를 점진적으로 묶어 최종적인 지역구분을 완성한다. 공간적 상호작용 데이터에 기반을 두어 공간단위를 합역하는 알고리즘은 이미 1970년대에 제시되었는데, Intramax 기반의 계층적 합역 절차(hierarchical aggregation procedure)(Masser and Brown, 1975), IPFP(iterative proportional fitting procedure)(Slater, 1976), 그리고 기능 거리(functional distance) 방식(Brown and Holmes, 1971)이 있었다(세 기법의 장·단점은 Masser and Scheurwater(1980) 참조).

이 중에서 특히 Intramax 방식은 최근 주택시장지역과 통근권 등의 기능지역 확인 연구에 적용되는 등 그 확장성을 넓히고 있다(Brown and Hincks, 2008; Mitchell and Watts, 2010; 구형모, 2010; 제갈영, 2012). 이 세 가지 방식 외에 추가될 수 있는 것이 AZP(automated zoning procedure) 방식이다(Openshaw, 1977; 1978). 이것은 초기에 주로 지역별 데이터에 적용되었으나 최근 공간적 상호작용 데이터로 확장되고 있는데 Intramax 방식과 달리 일종의 공간 최적화를 지향한다(Alvanides *et al.*, 2000;

김감영 등, 2009; 김감영, 2011). 또한 다소 다른 접근이긴 하지만 역시 지오컴퓨테이션 접근에 기반한 기능지역 설정의 연구로 Guo(2008)와 Coombes(2010)의 연구가 있다. 지오컴퓨테이션 접근에 기반한 기능지역 설정은 공간적 상호작용 데이터 분석에서 그 중요성을 지속적으로 증진해 나갈 것으로 기대된다.

4. 통계적 모델링

공간적 상호작용 데이터에 대한 통계적 모델링(statistical modeling)은 공간적 상호작용의 3요소, 즉 출발지 혹은 기원지의 배출력(emissiveness), 도착지 혹은 목적지의 유인력(attractiveness), 그리고 공간적 분리도(spatial separation)에 기반하여 두 지역간의 유동량을 설명하고 예측하는 통계적 모델을 도출하는 것을 의미하며, 그러한 모델을 일반적으로 ‘공간적 상호작용 모델(spatial interaction models)’이라고 부른다(Haynes and Fotheringham, 1984; Fotheringham and O’Kelly, 1989; Roy, 2004). 이 통계적 모델링은 주로 전통적인 중력 모델에 기반하고 있는데, Reilly의 법칙이나, 잠재력 개념, Huff 모델 등이 초기 연구를 선도했다. 이후 통계기법이 도입됨으로써 OLS(ordinary least squares) 회귀분석을 통한 모델링이 일반적인 방법론으로 자리 잡았는데, 이와는 별개로 Alan G. Willson의 엔트로피 극대화 모델(entropy maximizing models)이 제시되었다(Wilson, 1970; 남영우, 1992). 이 때 전자를 통계적 접근, 후자를 수학적 접근이라 부르는데, 전자는 제약 부과의 가능성, 총이동량 추정 의 일관성, 제로 셀에 대한 안정성 등의 측면에서 장점이 있고, 후자는 새로운 변수 투입의 용이성과 모델 적합도 평가 가능성에서 장점이 있는 것으로 평가되고 있다(Flowerdew, 1991).

수학적 접근과 OLS 통계적 접근의 장점을 결합한 새로운 통계적 모델링 기법으로 로그-선형 모델(log-linear models) 혹은 포아송 회귀분석(Poisson regression) 기법이 1980년대 후반과 1990년대 초반에 걸쳐 적극적으로 제안되었다(Flowerdew and Lovett, 1988; Congdon, 1991; Flowerdew, 1991). 이 모델링 기법은 종속변수인 유동량의 확률 분포에 대한 보다 적절한 통계학적 가정에 기반하고 있다는 측면에서 진일보한 것으로 평가 받고 있다. 이 기법을 통해 다양한 유형의 모델, 즉 무제약 모델(unconstrained models), 출발자제약 모델(origin-constrained models), 도착자제약 모델(destination-constrained models), 이중 제

약 모델(doubly constrained models)이 평가될 수 있다.

통계적 모델링은 공간적 상호작용 데이터 전체에 대해 하나의 회귀식을 도출해주는 전역적 분석 기법으로 제안된 것이지만, 이후 출발지-특수적(origin-specific) 모델과 도착지-특수적(destination-specific) 모델과 같은 국지적 분석 기법으로 진화하였다. 이러한 국지적 모델을 통해 도출된 패러미터를 지도화하면 다양한 탐색적 분석이 가능해진다(Nakaya, 2001). 특히 장소-특수적 거리 패러미터의 공간적 분포는 공간적 상호작용에서의 공간적 이질성 탐색이라는 측면에서 특별히 중요하다(Lee, 2001; Tiefelsdorf, 2003).

통계적 모델링의 최근 진보에서 가장 눈에 띄는 것은 ‘도착지 경합 모델(competing destinations models)’이다(Fotheringham, 1991). 이것은 공간 구조의 효과를 기존의 공간적 상호작용 모델의 프레임워크 속에 투입함으로써 기존 모델이 가지고 있던 한계를 극복하고자 한다. 국지적 형태의 도착지 경합 모델은 공간적 상호작용을 분석하는 가장 진보된 방법론 중의 하나로 인정된다(Yano *et al.*, 2001; 최도성, 2011). 이 외에 최근 개별 데이터에 대한 이용 가능성이 높아짐에 따라 ‘이산 선택 모델(discrete choice models)’의 적용 가능성도 점차 높아지고 있다(Pellegrini and Fotheringham, 2002).

5. 공간적 자기상관 분석

공간적 상호작용 데이터에서의 공간적 자기상관 분석(spatial autocorrelation analysis)은 가장 최근의 연구 경향을 반영한다. 다른 공간 데이터 유형에 대한 공간적 자기상관의 개념과 연구 방법론은 오래 전에 정립되었지만 공간적 상호작용 데이터에 대해서는 상대적으로 더딘 진보를 보여주고 있다. 이 분야에서 선구적인 연구는 Black(1992)의 ‘네트워크 자기상관(network autocorrelation)’ 개념이다. 그는 Moran의 지수를 이용해 교통 흐름상의 공간적 집중 경향을 측정하고자 했다. 그러나 보다 중요한 진보는 앞에서 살펴본 통계적 모델링과 결부되어 있는데, 잔차에서의 공간적 자기상관의 문제에 대한 적절한 해결책을 제공하기 위한 연구들이다. 가장 진보된 통계적 모델링 기법으로 소개된 로그-선형 모델 역시 본질적으로 비공간적이라는 한계를 가지고 있음을 인식하는 것이 중요하다. 즉, 인접한 흐름 간의 공간적 의존성(spatial dependence)을 모델링의 프레임워크 속에 내재화하지

못한 것이다. 따라서 이러한 공간적 상호작용 모델링에서의 공간적 자기상관의 문제를 해결하려는 시도가 최근에 이루어지고 있다(Fischer and Griffith, 2008; Chun, 2008; LeSage and Pace, 2008).

위의 연구가 기본적으로 전역적인데 반해, 국지적 차원의 공간적 자기상관을 분석하려는 시도들도 이루어지고 있다. 이러한 시도는 크게 두 가지로 구분되는데, 하나는 공간적 상호작용과 관련된 지역별 측도에서의 공간 클러스터를 탐지하려는 시도이고(Johnson *et al.*, 2005; Scardaccione *et al.*, 2010; 김감영, 2010), 또 다른 하나는 공간적 상호작용 그 자체의 클러스터를 탐지하려는 시도이다(Berglund and Karlstrom, 1999; 박용하, 2010; 김영호, 2010; 김영호, 2011). 전자는 주로 에어리어 데이터를 위해 개발된 국지적 통계량과 그것에 기반한 탐색적 공간 데이터분석 기법을 지역별로 가공된 공간적 상호작용 데이터에 그대로 적용하는 것이다. 이에 반해 후자는 공간적 상호작용 데이터의 특성을 감안한 국지적 클러스터의 탐지 기법을 고안하고 적용하고자 한다. 이외에 벡터 공간적 자기상관(vector spatial autocorrelation) 개념과 국지적 차원의 분석 기법이 제시되고도 했다(Lee, 2008b). 공간적 상호작용 데이터에 대한 국지적 공간적 자기상관의 연구는 이 분야에서 가장 전도가 유망한 분야로 판단된다.

6. 공간적 접근성 분석

공간적 접근성 분석(spatial accessibility analysis)을 정의하기 위해서는 공간적 접근성에 대한 두 가지 관점을 이해할 필요가 있다. 하나는 ‘개인-기반 접근성(individual-based accessibility)’이고 또 다른 하나는 ‘위치-기반 접근성(location-based accessibility)’이다(Horner, 2004). 전자는 “한 개인이 활동을 위한 지점들에 얼마나 용이하게 도달할 수 있는가”와 관련된 것으로 통상적으로 시간-지리학적 연구에서 사용되는 개념이다(예: Kwan, 1998; Kim and Kwan, 2003; Kim, 2005). 이에 반해 후자는 각 지점의 도달 혹은 피도달 용이성, 즉, 각 지점으로부터 다른 지점들에 도달하는 것이 얼마나 용이한가 혹은 다른 지점들로부터 그 지점에 도달하는 것이 얼마나 용이한가와 관련되어 있다(예를 들어, Lee and Lee, 1996; Talen and Anselin, 1998; Guagliardo, 2004; Lee, 2008a). 그러므로 공간적 접근성은 “공간상의 특정한 위치나 객체가

보유한 속성으로, 다른 위치나 객체들과의 (잠재적) 상호작용의 용이성"을 의미하는 것으로 규정할 수 있다. 특히 기능체들의 분포를 기준으로 각 공간단위나 위치의 공간적 접근성을 측정하고 그것의 분포를 탐색하는 것이 주안점인 된다.

공간적 접근성 분석의 가장 중요한 연구 중의 하나는 공간적 접근성을 측정하는 방법론을 개발하는 것이다. 다양한 측도가 개발되어 왔는데, 컨테이너 방식, 최소 거리 방식, 총(평균) 비용 방식, 중력 포텐셜 방식 등이 제안되었고(Talen and Anselin, 1998; Guagliardo, 2004; 조대현 등, 2010), 이들 중 중력 포텐셜 방식이 가장 진보된 것으로 받아들여지고 있다. 공간적 접근성 분석은 실행 방법론 측면에서 다른 어떤 주제-기법보다 GIS를 적극적으로 활용해 왔다. 이는 GIS가 가지고 있는 다양한 공간적 조작(spatial manipulation) 기능, 네트워크 분석 기능, 레스터 생성 기능 등이 공간적 접근성 분석에 매우 유용하기 때문이다(Liu and Zhu, 2004; Ray and Ebener, 2008). 또한 공간적 접근성 분석은 결국 입지-할당(location-allocation) 문제와 필연적으로 결부되기 때문에, 공간 최적화의 연구 과제들과 연결될 수 밖에 없다(Church and Murray, 2009; 김감영 등, 2009; 이권학 등, 2010). 더 나아가 공간적 접근성 개념은 기존의 사회지리학에서 주로 다루어졌던 '공간적 형평성(spatial equity)' 개념과 연결된다(Talen and Aselin, 1998; 조대현, 2004; 김재현, 2007).

IV. 토론 및 결론

본 연구는 Ullman이 공간적 상호작용 개념을 지리학에 통일성을 부여하는 프레임으로 간주했던 점에 주목했다. 그에게 있어 공간적 상호작용은 인문지리학의 절반을 대변하는 개념이다. 즉, 지리학에서의 지역 연구는 사이트 개념에 기반한 등질 지역 연구와 시추에이션 개념에 기반한 기능 지역 연구로 대별되고, 공간적 상호작용 개념은 후자의 연구를 관통하는 핵심 개념이라는 것이다. Ullman은 더 나아가 사회학이 사회적 상호작용에 관한 학문인 것처럼, 지리학은 공간적 상호작용에 관한 학문이라고까지 주장한 바 있다(Ullman, 1980:30). 이러한 관점에서, 본 연구는 공간적 상호작용 개념을 중심으로 인문지리학의 통섭적 하위분야를 규정하는 것이 가능하다고 보았으며 그 근거를 공간적 상호작용 데이터

의 고유성과 그것에 대한 분석적 접근이 갖는 방법론적 통일성에서 찾았다.

공간적 상호작용 데이터의 고유한 성격은 SDA의 측면, GIS의 측면, 그리고 시각화의 측면에서 논의되었다. 공간적 상호작용 데이터는 SDA의 측정지-측정치 모델이나 GIS의 벡터 공간데이터 모델에 잘 부합하지 않으며, 시각화의 양식이라는 측면에서도 다른 어떤 공간 데이터 유형도 가지지 못한 다양성을 보여주고 있다. 공간적 상호작용 데이터의 이러한 고유성은 양날의 칼로 기능해 왔음을 인식하는 것이 중요하다. 즉, 공간적 상호작용 데이터의 분석과 모델링이라는 영역이 항상 그 고유성을 인정받을 수 있다는 측면에서 긍정적인 것이지만, SDA의 다른 영역과 상호작용하고 GIS에서의 최근 진보의 혜택을 입으면서 지속적으로 성장해 나가는 데는 걸림돌이 될 수 있다는 측면에서 부정적인 것이기도 하다. 본 연구는 이러한 긍정적인 측면은 극대화하고 부정적인 측면은 최소화함으로써 방법론적 고유성과 통일성을 특징으로 하는 새로운 통합적 하위분야로 탄생할 수 있을 것으로 본다. 방법론적 통일성이란 공간적 상호작용 데이터에 적용될 수 있는 다양한 방법론들이 서로 교류되고 차용되는 상황을 의미한다. 즉, 상이한 하위 분야에서 발달한 상이한 방법론들 간의 장벽을 허물고 방법론적으로 단일화된 새로운 하위 분야를 구성할 수 있다고 보는 것이다.

본 연구는 이러한 데이터의 구조적 상동성과 방법론적 통일성이라는 토대 위에서 공간적 상호작용론이라고 부를 수 있는 인문지리학의 새로운 통섭적 하위 분야가 성립될 수 있다고 주장한다. 그리고 이 분야의 주된 연구 영역으로 탐색적 분석, 지역 구조 분석, 기능지역 구분, 통계적 모델링, 공간적 자기상관 분석, 그리고 공간적 접근성 분석을 제시하였다. 이 6가지 연구 영역은 주제적인 차이를 갖는 것이기도 하지만 동시에 방법론적인 차이 역시 내포하고 있다. 예를 들어 지역 구조 분석과 통계적 모델링에서는 주성분분석이나 회귀분석과 같은 다변량 통계기법이 주로 사용된다. 기능지역 구분과 공간적 접근성 분석에서는 지오컴퓨테이션과 공간 최적화 기법이 일부 사용되며, 탐색적 분석과 공간적 접근성 분석에서는 GIS의 공간적 조작 기능과 비주얼라이제이션 기능이 적극적으로 사용된다. 또한 공간적 자기상관 분석에서는 공간통계학적 기법 혹은 주로 에어리어 데이터 분석을 위해 고안되어 온 SDA 기법들이 적용된다.

이러한 6가지 주제-기법들은 공간적 상호작용론의 전범 구실을 함으로써 공간적 상호작용론이라고 하는 인문지리학의 새로운 통섭 분야를 지탱하는 버팀목 구실을 할 수 있을 것으로 기대된다. 그러나 이것이 공간적 상호작용론의 연구 영역이 이 6가지로 제한된다고 주장하는 것은 결코 아님을 인식할 필요가 있다. 다른 양적인 주제-기법이 포함될 수 있을 뿐만 아니라, 질적인 접근의 많은 연구 주제들(특히 경제지리학 분야의 네트워크 연구) 역시 결합될 수 있다.

인문지리학의 통섭이라는 궁극적인 목적이 이루어지기 위해서는 공간적 상호작용론의 내부에서 '방법론적 차용'과 '주제적 융합'이라고 하는 두 가지 관행이 활성화되어야만 한다. 이를 보다 구체적으로 서술하면 다음과 같다. 첫째, 방법론적 차용이라는 측면에서 인문지리학의 하위 분야에서 개별적으로 다루어질 때에는 갖지 못한 방법론적 상호 교류가 활발히 이루어질 수 있다. 예를 들어, 통계적 모델링인 개입 기회 모델에서 공간 구조 효과는 공간적 접근성 연구에서의 포텐셜 측도가 원용된 것이다. 이와는 반대로 Homer(2004)는 공간적 접근성을 측정하는데 통계적 모델링(엔트로피 극대화 모델)의 기법이 사용할 수 있음을 보여주었다. 또한 국지적 차원의 공간적 자기상관 연구나 통계적 모델링 연구는 탐색적 연구에서의 지오비주얼라이제이션과 밀접히 관련되어 있다. 둘째, 통섭적 환경은 이처럼 방법론적 차용을 활성화할 수 있을 뿐만 아니라 전통적으로 상이한 연구 주제로 취급 받아온 것들 간의 주제적 융합을 이끌 수 있다. 예를 들어 전통적으로 통근은 도시지리학에서, 인구는 인문지리학에서 주로 다루어져 왔고 두 현상을 동시에 고려하는 연구 주제는 별로 없었다. 그러나 지오컴퓨테이션 접근에 기반한 기능지역 구분 연구는 도시 내 통근과 인구이동 데이터 각각을 이용해 기능지역을 설정하고 그것들 간의 연관성을 살펴보는 것이 대단히 중요함을 설득력 있게 보여주고 있다(Hincks and Wong, 2010). 또한 지오컴퓨테이션 접근에 의한 기능지역과 지역 구조 분석에서 도출된 등질지역을 결합하면 새로운 통찰력을 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

마지막으로 본 논자는 이러한 통섭적 재구조화가 한국 인문지리학의 맥락에서 특히 중요하다고 주장하고자 한다. 한국 인문지리학의 위기는 기본적으로 인문·사회과학 내에서 굳건한 자리매김을 하는데 성공적이지 못했다는 것을 의미한다. 이러한 위기의 근본적인 원인

이 무엇인지에 대한 진단은 다양할 수 있고 그것에 따른 처방 역시 다양하게 주어질 수 있다. 그러나 중요한 것은 그러한 위기를 극복하기 위한 대안이 다양하게 제시되고 실행되어야 한다는 것이다. 본 논자는 이러한 위기를 타개하기 위한 해결책 중의 하나가 기존의 인문지리학의 학문 체계를 재구조화하고 이를 통해 새로운 통섭적 하위 분야를 개발하는 것이라고 본다. 방법론적 차용과 주제적 융합을 통한 시너지 효과가 발생할 수 있다면, 본 연구에서 제시하고 있는 공간적 상호작용론은 그러한 시도의 좋은 예가 될 수 있을 것이다.

참고문헌

- 구형모, 2010, “기능지역구분을 위한 향상된 지표를 통한 공간적으로 제약된 통근권의 설정,” 서울대학교 석사학위논문.
- 권상철, 2009, “우리나라 인구이동의 지역구조: 이동권역과 공간적 인구재분배 지역 분석,” 한국도시지리학회지, 12(2), 49-63.
- 김감영, 2010, “연령별 인구이동 특성에 대한 탐색적 공간 데이터 분석(ESDA): 대구시를 사례로,” 한국지역지리학회지, 16(5), 590-609.
- 김감영, 2011, “공간 상호작용 모델에 대한 공간단위 수정 가능성 문제(MAUP)의 영향,” 대한지리학회지, 46(2), 197-211.
- 김감영·신정엽·이건학·조대현, 2009, “농촌지역 노년인구를 위한 방문 의료서비스 구역 설정 모델 및 알고리즘,” 대한지리학회지, 44(6), 813-831.
- 김감영·이상일, 2012, “Web GIS 기반 유선도 작성을 통한 인구이동통계의 지리적 시각화,” 대한지리학회지, 47(2), 268-281.
- 김영호, 2010, “서울시 자전거 이용의 공간 네트워크 패턴 연구: 공간적 네트워크 자기상관을 중심으로,” 국토지리학회지, 44(3), 339-352.
- 김영호, 2011, “공간네트워크의 이변량공간상관관계를 이용한 서울시 자전거와 버스 대중교통의 연계 가능성 분석,” 한국도시지리학회지, 14(3), 55-72.
- 김재현, 2007, “서울시 문화시설 분포의 공간적 형평성에 관한 연구: 서울시 동별 문화 시설에 대한 접근성 측정을 중심으로,” 지리교육논집, 51, 43-59.

- 김효진, 2008, “사회네트워크 분석을 이용한 통근연구: 서울대도시권의 시간대별 통근,” *지리교육논집*, 52, 25-43.
- 남영우, 1992, 「계량지리학」, 법문사.
- 박용하, 2010, “국지적 공간 연관성 측도를 이용한 인구가동 모델에서의 잔차 패턴 탐색,” 서울대학교 석사학위논문.
- 이건학·신정엽·조대현·김감영, 2010, “방문보건서비스의 효율적 운영을 위한 방문경로 최적화 연구,” *한국도시기리학회지*, 13(1), 1-16.
- 이경선, 2007, “우리나라 지역 간 택배유동량의 공간적 패턴 연구,” *지리교육논집*, 51, 61-79.
- 이상일, 1999, “가능지역의 설정과 ‘공간단위 수정가능성의 문제 (MAUP),’” *지리환경교육*, 7(2), 757-784.
- 이상일·신정엽·김감영·최은영, 2008a, Web GIS를 통한 인구가동통계 제공 방안 수립 및 시스템 구축, 통계청 통계개발원 연구보고서.
- 이상일·신정엽·김감영·최은영, 2008b, “웹-기반 인구가동 데이터 제공 방식의 국제 비교,” *지리교육논집*, 52, 1-24.
- 이희연·김홍주, 2006, “서울대도시권의 통근 네트워크 구조 분석,” *한국도시기리학회지*, 9(1), 91-111.
- 제갈영, 2012, “지오컴퓨테이션 접근에 기반한 수도권 지역의 택시장지역 설정,” 서울대학교 석사학위논문.
- 조대현, 2004, “공간적 형평성의 평가 방법에 대한 연구: 도시 공공서비스에의 접근성을 중심으로,” *지리교육논집*, 48, 100-120.
- 조대현, 2011, “유동 패턴 분석 방법으로서의 요인 분석에 대한 비판적 검토,” *한국지도학회지*, 11(1), 33-46.
- 조대현·신정엽·김감영·이건학, 2010, “농촌지역 공공 보건의서비스에 대한 공간적 접근성 분석,” *한국지역지리학회지*, 16(2), 137-153.
- 최도성, 2011, “도착지 경합 모형을 이용한 국내인구가동 분석: 출발자-특수적 패러미터 분석을 중심으로(1996~2009),” 서울대학교 석사학위논문.
- Abler, R., Adams, J., and Gould, P., 1971, *Spatial Organization: The Geographer's View of the World*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Alvanides, S., Openshaw, S., and Duke-Williams, O., 2000, Designing zoning systems for flow data, in Atkinson, P. and Martin, D., eds. *GIS and Geocomputation*, New York: Taylor & Francis, 115-134.
- Bailey, T.C. and Gatrell, A.C., 1995, *Interactive Spatial Data Analysis*, Harlow, Essex: Longman.
- Bell, M., Blake, M., Boyle, P., Duke-Williams, O., Rees, P., Stillwell, J., and Hugo, G., 2002, Cross-national comparison of internal migration: issues and measures, *Journal of the Royal Statistical Society A*, 165(2), 1-30.
- Bell, M. and Muhidin, S., 2009, Cross-National Comparisons of Internal Migration, Human Development Research Paper 2009/30, United Nations Development Programme.
- Berglund, S. and Karlstrom, A., 1999, Identifying local spatial association in flow data, *Journal of Geographical Systems*, 1(3), 219-236.
- Bivand, R.S., Pebesman, E.J., and Gómez-Rubio, V., 2008, *Applied Spatial Data Analysis with R*, New York: Springer.
- Black, W.R., 1973, Toward a factorial ecology of flows, *Economic Geography*, 49(1), 59-67.
- Black, W.R., 1992, Network autocorrelation in transports network and flow systems, *Geographical Analysis*, 24(3), 207-222.
- Brown, L.A. and Holmes, J.H., 1971, The delimitation of functional regions, nodal regions and hierarchies by functional distance approaches, *Journal of Regional Science*, 11(1), 57-72.
- Brown, P.J.B. and Hincks, S., 2008, A framework for housing market area delineation: principles and application, *Urban Studies*, 45(11), 2225-2247.
- Breukelman, J. Brink, G., de Jong, T., and Floor, H., 2009, *Flowmap 7.3 Manual*, Faculty of Geographical Science, Utrecht University, The Netherlands. (<http://flowmap.geog.uu.nl/>)
- Chun, Y., 2008, Modeling network autocorrelation within migration flows by eigenvector spatial filtering, *Journal of Geographical Systems*, 10(4), 317-344.
- Church, R.L. and Murray, A.T., 2009, *Business Site Selection, Location Analysis, and GIS*, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

- Clayton, C., 1977, The structure of interstate and interregional migration: 1965-1970, *Annals of Regional Science*, 11(1), 109-122.
- Congdon, P., 1991, An application of general linear modeling to migration in London and South East England, in Stillwell, J. and Congdon, P. eds., *Migration Models: Macro and Micro Approaches*, New York: Belhaven Press, 113-136.
- Coombes, M., 2010, Defining labour market areas by analyzing commuting data: innovative methods in the 2007 Review of Travel-to-Work Areas, in Stillwell, J., Duke-Williams, O., and Dennett, A. eds., *Technologies for Migration and Population Analysis: Spatial Interaction Data Applications*, Hershey, PA: Information Science Publishing, 227-241.
- Fischer, M.M. and Wang, J., 2011, *Spatial Data Analysis: Models, Methods and Techniques*, New York: Springer.
- Flowerdew, R., 1991, Poisson regression modeling of migration, in Stillwell, J. and Congdon, P. eds., *Migration Models: Macro and Micro Approaches*, New York: Belhaven Press, 92-112.
- Flowerdew, R. and Lovett, A., 1988, Fitting constrained Poisson regression models to interurban migration flows, *Geographical Analysis*, 20(4), 297-307.
- Fischer, M.M. and Griffith, D.A., 2008, Modeling spatial autocorrelation in spatial interaction data: an application to patent citation data in the European Union, *Journal of Regional Science*, 48(5), 969-989.
- Fotheringham, A.S., 1991, Migration and spatial structure: the development of the competing destinations models, in Stillwell, J. and Congdon, P. eds., *Migration Models: Macro and Micro Approaches*, New York: Belhaven Press, 57-72.
- Fotheringham, A.S. and O'Kelly, M. E., 1989, *Spatial Interaction Models: Formulations and Applications*, Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Guagliardo, M.F., 2004, Spatial accessibility of primary care: concepts, methods, and challengers, *International Journal of Health Geographics*, 3(3).
- Guo, D., 2008, Regionalization with dynamically constrained agglomerative clustering and partitioning (REDCAP), *International Journal of Geographical Information Science*, 22(7), 801-823.
- Guo, D., 2009, Flow mapping and multivariate visualization of large spatial interaction data, *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 15(6), 1041-1048.
- Haynes, K.E. and Fotheringham, A.S., 1984, *Gravity and Spatial Interaction Models*, Beverly Hills: SAGE Publications.
- He, J. and Pooler, J., 2002, The regional concentration of China's interprovincial migration flows, 1982-90, *Population and Environment*, 24(2), 149-182.
- Hepple, L., 2009, Spatial interaction, in Gregory, D., Johnston, R., Pratt, G., Watts, M., and Whatmore, S. eds., *The Dictionary of Human Geography*, 5th edition, Wiley-Blackwell, Chichester: West Sussex, 713.
- Hincks, S. and Wong, C., 2010, The spatial interaction of housing and labour markets: commuting flow analysis of North West England, *Urban Studies*, 47(3), 620-649.
- Horner, M.W., 2004, Exploring metropolitan accessibility and urban structure, *Urban Geography*, 25(3), 264-284.
- Johnson, K.M., Voss, P.R., Hammer, R.B., Fuguitt, G.V., and McNiven, S., 2005, Temporal and spatial variation in age-specific net migration in the United States, *Demography*, 42(4), 791-812.
- Johnston, R.J. and Sidaway, J.D., 2004, *Geography & Geographers: Anglo-American Human Geography since 1945*, 6th edition, London: Hodder Arnold.
- Kim, H.-M., 2005, A GIS-based analysis of spatial patterns of individual accessibility: a critical examination of spatial accessibility measures, *Journal of the Korean Geographical Society*, 40(5), 514-532.
- Kim, H.-M. and Kwan, M.-P., 2003, Space-time accessibility measures: a geocomputational algorithm with a focus on the feasible opportunity set and

- possible activity duration, *Journal of Geographical Systems*, 5(1), 71-91.
- Kim, K., Lee, S.-I., Shin, J., and Choi, E., 2012, Developing a flow mapping module in a GIS environment, *The Cartographic Journal*, 49(2), 164-175.
- Kwan, M.-P., 1998, Space-time and integral measures of individual accessibility: a comparative analysis using a point-based framework, *Geographical Analysis*, 30(3), 191-216.
- Lee, G., 2008a, Developing spatial accessibility measure of urban residential area for broadband service: Operational effects and spatial disparity, *Journal of the Korean Urban Geographical Society*, 11(1), 101-113.
- Lee, G., 2008b, An alternative method for assessing local spatial association among inter-paired location events: vector spatial autocorrelation in housing transactions, *Journal of the Economic Geographical Society of Korea*, 11(4), 564-579.
- Lee, K. and Lee, H., 1996, A new algorithm for graph-theoretic nodal accessibility measurement, *Geographical Analysis*, 30(1), 1-14.
- Lee, S.-I., 2001, A spatial statistical approach to migration studies: exploring the spatial heterogeneity in place-specific distance parameters, *Journal of the Korean Association of Regional Geographers*, 7(3), 107-120.
- LeSage, J.P. and Pace, R.K., 2008, Spatial econometric modeling of origin-destination flows, *Journal of Regional Science*, 48(5), 941-967.
- Liu, S. and Zhu, X., 2004, An integrated GIS approach to accessibility analysis, *Transactions in GIS*, 8(1), 45-62.
- Lloyd, C.D., 2010, *Spatial Data Analysis: An Introduction to GIS Users*, Oxford: Oxford University Press.
- Manson, G.A. and Groop, R.E., 1996, Ebbs and flows in recent U.S. interstate migration, *Professional Geographer*, 48(2), 156-166.
- Martin, D., 2000, Automated zone design in GIS, Atkinson, P. and Martin, D., eds., *GIS and Geocomputation*, New York: Taylor & Francis, 103-113.
- Masser, I. and Brown, P.J.B., 1975, Hierarchical aggregation procedure for interaction data, *Environment and Planning A*, 7(5), 509-523.
- Masser, I. and Scheurwater, J., 1980, Functional regionalisation of spatial interaction data: an evaluation of some suggested strategies, *Environment and Planning A*, 12(12), 1357-1382.
- Mitchell, W. and Watts, M., 2010, Identifying functional regions in Australia using hierarchical aggregation techniques, *Geographical Research*, 48(1), 24-41.
- Morrill, R., 1970, *The Spatial Organization of Society*, Belmont, CA: Duxbury Press.
- Morrill, R., 1988, Migration regions and population redistribution, *Growth and Change*, 19(1), 43-60.
- Nakaya, T., 2001, Local spatial interaction modeling based on the geographically weighted regression approach, *GeoJournal*, 53(4), 347-358.
- Nielsen, T. and Hovgesen, H., 2008, Exploratory mapping of commuter flows in England and Wales, *Journal of Transport Geography*, 16(2), 90-99.
- O'Sullivan, D. and Unwin, D.J., 2010, *Geographic Information Analysis*, 2nd edition, New York: John Wiley & Sons.
- Olsson, G., 1970, Explanation, prediction and meaning variance: an assessment of distance interaction models, *Economic Geography*, 46(Supplement), 223-233.
- Openshaw, S., 1977, A geographical solution to scale and aggregation problems in region-building, partitioning and spatial modeling, *Transactions of the Institute of British Geographers*, NS 2(4), 459-472.
- Openshaw, S., 1978, An empirical study of some zone-design criteria, *Environment and Planning A*, 10(7), 781-794.
- Openshaw, S. and Alvanides, S., 1999, Applying geocomputation to the analysis of spatial distributions, in Longley, P.A., Goodchild, M.F., Maguire, D.J., and Rhind, D.W. eds., *Geographical Information Systems, Vol.1: Principles and Technical Issues*, 2nd edition, New York: John Wiley & Sons, 267-282.
- Pandit, K., 1994, Differentiating between subsystems

- and typologies in the analysis of migration regions: A U.S. example, *The Professional Geographer*, 46(3), 331-345.
- Pellegrini, P.A. and Fotheringham, A.S., 2002, Modelling spatial choice: a review and synthesis in a migration context, *Progress in Human Geography*, 26(4), 487-510.
- Plane, D. and Mulligan, G., 1997, Measuring spatial focusing in a migration system, *Demography*, 34(1), 251-262.
- Rae, A., 2009, From spatial interaction data to spatial interaction information? Geovisualisation and spatial structures of migration from the 2001 UK census, *Computers, Environment and Urban Systems*, 33(3), 161-178.
- Ray, N. and Ebener, S., 2008, AccessMod 3.0: computing geographic accessibility to health care and geographic coverage using anisotropic movement of patients, *International Journal of Health Geographics*, 7:63.
- Rogers, A. and Raymer, J., 1998, The spatial focus of US interstate migration flows, *International Journal of Population Geography*, 4(1), 63-80.
- Rogers, A. and Sweeney, S., 1998, Measuring the spatial focus of migration patterns, *Professional Geographer*, 50(2), 232-242.
- Roy, J.R., 2004, *Spatial Interaction Modelling: A Regional Science Context*, New York: Springer.
- Scardaccione, G., Scorza, F., Casas, G.L., and Murgante, B., 2010, Spatial autocorrelation analysis for the evaluation of migration flows: The Italian case, in Taniar, D., Gervasi, O., Murgante, B., Pardede, E., and Apduhan, B.O. eds., *Lecture Notes in Computer Science, Volume 6016, Computational Science and Its Applications - ICCSA Proceeding*, Part I, 62-76.
- Schabenberger, O. and Gotway, C.A., 2005, *Statistical Methods for Spatial Data Analysis*, New York: Chapman & Hall/CRC.
- Slater, P.B., 1976, A hierarchical regionalisation of Japanese prefectures using 1972 interprefectural migration flows, *Regional Studies*, 10(1), 123-132.
- Talen, E. and Anselin, L., 1998, Assessing spatial equity: an evaluation of measures of accessibility to public playgrounds, *Environment and Planning A*, 30(4), 595-613.
- Tiefelsdorf, M., 2003, Misspecifications in interaction model distance decay relations: a spatial structure effect, *Journal of Geographical Systems*, 5(1), 25-50.
- Tobler, W., 2003, Movement Mapping, Center for Spatially Integrated Social Science, <http://csiss.ncgia.ucsb.edu/clearinghouse/FlowMapper/MovementMapping.pdf>.
- Ullman, E.L., 1953, Human geography and area research, *Annals of the Association of American Geographers*, 43(1), 54-66.
- Ullman, E.L. (edited by Boyce, R.R.), 1980, *Geography as Spatial Interaction*, Seattle: University of Washington Press.
- Upton, G.G. and Fingleton, B., 1989, *Spatial Data Analysis by Example: Volume 2 Categorical and Directional Data*, New York: John Wiley & Sons.
- Wilson, A.G., 1970, *Entropy in Urban and Regional Modelling*, London: Pion Limited.
- Yano, K., Nakaya, T., Fotheringham, A.S., Openshaw, S., and Ishikawa, Y., 2003, A comparison of migration behaviour in Japan and Britain using spatial interaction models, *International Journal of Population Geography*, 9(5), 419-431.
- 교신 : 이상일, 151-748, 서울시 관악구 관악로 1, 서울대학교 사범대학 지리교육과 (이메일: si_lee@snu.ac.kr)
- Correspondence; Sang-Il Lee, 151-748, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul, Korea, Department of Geography Education, Seoul National University (Email: si_lee@snu.ac.kr)
- 투 고 일: 2012년 6월 3일
심사완료일: 2012년 6월 16일
투고확정일: 2012년 6월 17일