

Web GIS 기반 유선도 작성을 통한 인구이동통계의 지리적 시각화

김감영* · 이상일**

Geovisualization of Migration Statistics Using Flow Mapping Based on Web GIS

Kamyoungh Kim* · Sang-Il Lee**

요약 : 인구이동통계는 사회현상에 대한 공간적 이해와 공간과정의 사회적 영향 파악에 유용한 정보를 제공해 줌에도 불구하고 데이터 구조의 복잡성 때문에 자료 서비스와 분석이 제한되어 왔다. 한편 인구이동통계를 탐색하고 시각화하는 효과적인 방법인 유선도 작성(flow mapping)은 아직 상용 GIS 소프트웨어에서 완전히 구현되지 못하고 있다. 이에 본 연구의 목적은 Web GIS를 통한 유선도 제작과 이를 이용한 인구이동통계에 대한 탐색적 공간 분석이 가능함으로 보여주는 것이다. 데이터베이스, GIS, 지도학적 관점에서 인구이동통계의 특성을 고찰하였고, 이를 바탕으로 O-D 구조의 인구이동통계를 유선도 제작에 적합한 공간데이터로 변환하였다. 인구이동통계에 적합하도록 Web GIS의 사용자 인터페이스를 전문화하였고, 지도화의 시간, 공간 및 속성 범위의 설정을 통한 탐색적 시각화가 가능하도록 구성하였다.

주요어 : 인구이동통계, Web GIS, 유선도 작성, 지리적 시각화

Abstract : In spite of the usefulness of migration statistics in spatially understanding social processes and identifying social effects of spatial processes, services and analyses of the statistics have been restricted due to the complexity of their data structure. In addition, flow mapping functionality which is a useful method to explore and visualize the migration statistics has yet to be fully represented in modern GIS applications. Given this, the purpose of this research is to demonstrate the possibility of flow mapping and the exploratory spatial analysis of the migration statistics in a Web GIS environment. For this, the characteristics of the statistics were examined from database, GIS, and cartographic perspectives. Then, O-D structure of the migration statistics was converted to spatial data appropriate to flow mapping based on the characteristics. The interface of Web GIS is specialized the migration statistics and provides exploratory visualization by allowing dynamic interactions such as spatial focusing and attribute filtering.

Key Words : migration statistics, Web GIS, flow mapping, geovisualization

이 논문은 2008년 통계개발원의 지원을 받아 수행된 「Web GIS를 통한 인구이동통계 제공 방안 수립 및 시스템 구축」 연구보고서 (Lee *et al.*, 2008a)의 일부 내용을 수정·보완한 것임.

* 경북대학교 지리교육과 조교수(Assistant Professor, Department of Geography Education, Kyungpook National University), kamyounghkim@knu.ac.kr

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

1. 서론

인구통계는 국가 정보 인프라로 사회 현황 분석 및 각종 의사결정에서 매우 중요하게 사용되고 있다. 그 중에서 인구이동 자료는 지역사회의 변화라는 사회 현상의 중요한 측면을 내포하고 있다. 특히 사회가 고도화되고 변화의 속도가 빨라지면서, 이러한 변화 추이를 살펴볼 수 있는 동적 정보의 중요성이 크게 대두되고 있다. 지역간에 발생하는 인구이동은 지역이 갖는 사회적, 경제적, 환경적 요인 등 다양한 원인에 의해서 일어난다. 이러한 인구이동은 출발지와 도착지의 인구 수의 변화라는 인구학적인 변화를 유발시킬 뿐만 아니라 이들 지역의 경제, 사회, 문화 상황을 변화시킬 수 있다(Lee, 2005). 다시 말해서 인구이동은 지역사회의 변화 양상과 그 변화 원인을 담아내는 역할을 한다. 현대사회에서 인구이동이 갖는 이러한 함의는 동적인 측면의 인구학적 자료인 인구이동통계를 통해 지역의 사회, 인문적 특성과 그 변화의 탐색이 가능하다는 것을 의미한다.

인구이동은 사회현상인 동시에 지역 사이에서 발생하는 공간현상이기 때문에 공간적인 측면의 인구이동통계의 분석과 이해가 요구된다. 사회과학 분야에서 사용되는 많은 자료는 공간적인 측면을 가지고 있다. 즉, 위치나 지역에 기반한 많은 인문사회 자료들은 지리참조된(geographically referenced) 특성을 가진다. 특히, 인구는 본질적으로 공간의 개념을 내포하고 있다. 한 지역에 살고 있는 사람의 총수로 정의되는 인구는 공간의 정의 없이는 개념화될 수 없는 현상이다(Lee, 2005). 인구현상 중 인구이동은 다른 인구현상과 구별되는 독특한 공간적 특성을 갖는다. 인구수, 인구구조, 출생, 사망 등이 하나의 공간 단위에서 정의되는 반면, 인구이동은 두 개의 상이한 공간 단위 사이에서 정의된다. 즉, 인구이동은 지역 쌍(dyad)에 의해서 이해될 수 있는 공간현상이다(Peters and Larkin, 2008). 이러한 공간적 특성을 반영하는 인구이동통계의 분석 및 해석을 통하여 사회현상의 공간적 이해, 공간 과정의 사회적 영향 등을 파악할 수 있고, 사회현상에 대한 공간의사결정을 지원하는

기초로 삼을 수 있다.

인구이동의 출발지-도착지 정보가 효과적으로 서비스될 경우 지역의 인구학적 변화뿐만 아니라 지역 간 상호작용의 정도를 좀더 유의미하게 파악할 수 있다. 인구이동통계의 제공 및 시각화, 탐색 환경의 제공에서 Web GIS는 하나의 대안이 될 수 있다(Lee *et al.*, 2008b; Shin *et al.*, 2009). 이미 웹 기반 통계 데이터 서비스는 보편화되었으며, Web GIS를 활용한 데이터 탐색 및 지도화 기능이 제공되고 있다(Lee and Choi, 2011). 웹 기반 인구이동통계의 제공은 Web GIS를 통하여 이루어질 때 더욱 효과적일 수 있다. 왜냐하면 지도화는 데이터의 제시를 넘어 탐색할 수 있는 환경을 제공하는데, 이러한 탐색성은 인구이동 데이터와 같은 복잡한 데이터 구조를 갖는 경우에 더욱 절실하기 때문이다(Lee *et al.*, 2008b). 비슷한 관점에서 Shin *et al.*(2009)은 인구이동통계는 지역간의 공간적 연계성을 지니고 있어 이를 효과적으로 표현하는 방법이 요구되는데, Web GIS를 이용하여 서비스할 경우 정보 제공의 효율성을 극대화하기 위하여 지도와의 상호작용을 바탕으로 한 탐색성이 필수적이라고 보았다. 이러한 가능성과 필요성에도 불구하고 인구이동 데이터의 경우, 데이터 자체가 갖는 독특한 특성, 즉 출발지와 도착지 쌍에 의한 데이터 구조의 복잡성과 독특성으로 인하여 일반 인구통계에 비하여 웹을 이용한 데이터 서비스가 제한적으로 이루어지고 있고, Web GIS를 이용한 서비스 사례는 찾아볼 수 없다(Lee *et al.*, 2008b).

인구이동통계의 탐색 및 제공 환경으로 Web GIS를 주목하는 이유를 살펴볼 필요가 있다. Internet GIS, Web-based GIS 등으로 알려진 Web GIS는 적어도 하나의 서버(server)와 하나의 클라이언트(client)를 갖는 일종의 분산 정보 시스템으로, 넓은 의미로는 웹 기술을 사용하는 모든 GIS를 지칭하고, 좁은 의미로는 컴포넌트 사이의 통신을 위하여 웹 기술을 사용하는 GIS를 지칭한다(Fu and Sun, 2011). Web GIS는 서비스 제공자와 사용자 사이의 거리에 상관없이 웹을 통하여 지리정보에 접근할 수 있도록 함으로써 전통적인 데스크톱 GIS와 비교하여 향상된 애플리케이션 접근성, 늘어난 동시 사용자 수, 향상된 크로스-플

랫폼(cross-platform) 능력, 상대적으로 낮은 GIS 구축 및 이용 비용, 최종 사용자의 사용 용이성, 갱신의 용이성 등의 특징을 갖는다(Fu and Sun, 2011). Web GIS는 데스크톱 GIS와 비교하여 정도의 차이는 있지만 공간 정보와 관련된 모든 GIS 기능, 즉 데이터 취득, 저장, 편집, 조작, 관리, 분석, 공유, 시각화 등을 수행할 수 있다. Dragicevic(2004)는 Web GIS는 1) 공간 데이터 접근 및 보급, 2) 공간 데이터 탐색 및 시각화, 3) 공간 데이터 처리, 분석 및 모델링 등 세 가지 방향에서 GIS의 이용을 강화할 것이라고 보았다. Fu and Sun(2011)은 이러한 세 가지 측면뿐만 아니라 지리공간(geospatial) 정보의 수집에도 Web GIS가 장점을 갖는다고 보았다.

한편, 인구이동통계와 같은 공간상호작용을 가장 효과적으로 지도화하는 방법은 유선도(flow maps)를 그리는 것이다. Flow Mapper(Tobler, 2003), Flowmap(Breukelman *et al.*, 2009), MigMap(Yadav-Pauletti, 1996) 등의 데스크톱 소프트웨어와 상용 GIS 소프트웨어가 유선도 작성 기능을 제공하고 있고, Kim *et al.*(2012)는 상용 GIS 환경에서 유선도 작성 기능을 제공하는 모듈을 개발하였지만, 유선도 작성 기능은 여전히 GIS 환경에서 매우 제한적이고 향후 개발될 분야로 인식되고 있는 상황이다. 따라서 데스크톱 환경을 넘어 Web GIS 환경에서 유선도 작성의 가능성을 확인하고 나아가 인구이동데이터를 포함한 공간상호작용 데이터의 탐색 환경으로써 Web GIS의 유용성을 보여주는 것은 의미 있는 시도이다. 이에 본 연구의 목적은 Web GIS 환경에서 유선도를 이용하여 인구이동통계에 대한 탐색적 공간 분석이 가능함을 보여주는 것이다. Web GIS 환경에서 유선도 작성을 위해서는 먼저 데이터베이스, GIS, 지도학적 관점에서 인구이동통계가 갖는 독특한 특성을 살펴보고, 이러한 특성을 바탕으로 출발지-목적지 구조의 인구이동통계를 유선도 제작에 적합한 공간데이터로 변환한다. 그런 다음 상용 Web GIS 개발 소프트웨어를 이용하여 유선도를 작성하고 인구이동통계를 탐색할 수 있는 환경을 구축한다. 인구이동통계에 적합하도록 Web GIS의 사용자 인터페이스를 전문화하고, 지도화의 시간, 공간 및 속성 범위의 설정을 통

한 탐색적 시각화가 가능하도록 구성한다.

2. 인구이동통계의 특성

인구이동통계 탐색 및 제공을 위한 Web GIS에 필요한 데이터베이스를 구축하고 인터페이스를 설계하기에 앞서 데이터베이스, 지도학, GIS 측면에서 인구이동통계가 갖는 독특한 특성을 이해할 필요가 있다.

1) 데이터베이스 관점

먼저 데이터베이스 관점에서 인구이동통계가 갖는 특징을 살펴보면, 인구이동통계의 경우 '이동'이라는 공간현상을 기반으로 하기 때문에, 일반적인 데이터와는 큰 차이점을 가진다. 출생, 사망, 결혼과 같은 현상은 지리적으로 고정된 하나의 지역에서 이루어지지만, 인구이동 현상은 두 개의 지역 사이에서 발생한다(Peters and Larkin, 2008). 따라서 일반적인 데이터의 경우 속성이 하나의 지역에만 연결되는 것과는 달리, 인구이동데이터의 경우 하나의 이동 데이터는 출발지(Origin)와 도착지(Destination) 두 지역과 연결된다. 그렇기 때문에 인구이동 정보를 O-D 행렬 구조로 저장할 경우 인덱스는 1개가 아닌 2개가 되고, 테이블 형태로 저장할 경우 O와 D의 조합이 하나의 인덱스가 된다. 즉, 인구이동을 저장하는 구조는 O-D 행렬 형태 혹은 O-D 인덱스를 갖는 테이블이 된다. 결과적으로 인구이동통계가 갖는 데이터베이스적 특징은 일반 데이터에 비하여 더 복잡한 차원을 갖는다.

2) 지도학적 관점

다음으로 지도학적 관점에서 즉 시각화 관점에서 인구이동통계의 특성을 살펴볼 수 있다. 인구이동과 같이 여러 지역간의 상호작용을 다루는 공간데이터의 경우, 테이블 형태 혹은 O-D 행렬 형태의 속성 데이터만으로 지역간 이동 패턴을 분석하는 것은 매

우 어렵다. 테이블이나 행렬의 크기가 커질수록 인간의 능력으로 패턴을 분석하는 작업은 불가능에 가까운 일이 될 수도 있다. 따라서 패턴의 탐색과 분석을 위하여 테이블 형태의 데이터를 인간이 인식할 수 있는 형태로 재현하는 작업이 필요하다. 이처럼 공간 데이터를 시각화하여 정보를 탐색하고, 분석하며, 나아가 정보를 표현하는 것을 지리적 시각화(geovisualization)라고 부른다(MacEachren and Kraak, 1997). 이러한 지리적 시각화가 종래의 지도와 가장 큰 차별성은 사용자와의 상호작용성과 이를 통한 탐색성이다. 기존 종이지도 또는 고정된 그래픽의 형태로 제공되는 지도들은 사용자에게 지도화된 단 하나의 정보만을 제공하였다. 그러나 지리적 시각화는 GIS를 바탕으로 동적이고 상호작용이 가능한 인터페이스를 제공함으로써 사용자가 데이터의 다양한 측면에 접근할 수 있도록 도와준다. 특히 이러한 상호작용성은 지리적 시각화를 이용한 정보 분석과 새로운 정보의 탐색에 매우 유용하다(Tyner, 1992; Taylor and MacEachren, 1994).

인구가동통계의 시각화에 활용가능한 지도화 방법으로는 단계구분도, 도형표현도, 유선도 등이 있다(Kim *et al.*, 2012). 인구가동 O-D 행렬을 행별 혹은 열별로 합산하면 전출지(출발지) 혹은 전입지(도착지)별 인구가동 속성이 된다. 이렇게 합산된 총량의 경우 도형표현도로 시각화하는 것이 가능하고, 이러한 수치를 표준화하면 단계구분도 표현이 가능하다. 지역간의 이동을 표현하는 O-D 행렬 자체를 표현하기 위해서는 이러한 주제도와는 다른 특수한 주제도 표현 기법이 필요한데, 이 경우에 활용가능한 것이 유선도이다. 유선도는 선을 사용하여 공간상의 지점들간에 발생하는 이동과 연결성을 나타내는 지도이다(Slocum *et al.*, 2009). 유선도를 사용하면 표와 같은 형식으로 정리된 자료에서는 얻을 수 없는 이동 혹은 흐름에 대한 시각적인 인상을 얻을 수 있다. 또한 유선도를 통한 시각화는 일종의 탐색적 도구로써도 활용 가능하다. 지리적 이동은 공간상의 변화를 야기하는 주요 원인이기 때문에, 지리학자들은 유선도를 사용하여 많은 데이터를 지도화해 왔다.

유선도에서 이동량 속성의 표현은 선의 두께와 색

상을 조절하는 것을 통하여 이루어진다. 색상의 경우 단계구분법과 동일하게 급간을 나누어 급간에 따른 색상을 부여하는 방법이다. 단, 단계구분법에 적합한 비율데이터를 사용해야 한다. 두께를 조절하는 방법은 약간의 차이가 있는데, 이동의 최소량과 최대량을 기준으로 최소 두께와 최대 두께를 지정하는 방법이 대표적이며, 필요에 따라 가독성 향상을 위해 임의적인 조정을 가하기도 한다. 단, 이 과정에서 선의 두께에 대한 고려가 필요하다. 선의 두께는 지도에서 얻을 수 있는 흐름에 대한 인상에 큰 영향을 준다. 지나치게 유선이 두꺼워질 경우 배경 지도에 있는 여러 정보를 가릴 수 있기 때문에 두께 결정에 유의해야 한다(Dent *et al.*, 2008; Slocum *et al.*, 2009 참조)

유선도 디자인 과정에서 여러 가지 사항을 고려해야 하지만, Dent *et al.*(2008)는 그 중에서 핵심적인 고려 사항을 다음과 같이 정리하였다. 첫째, 유선이 가장 중요한 디자인 요소이다. 둘째, 유선이 중첩될 경우 작은 유선이 큰 유선의 위에 와야 한다. 셋째, 흐름의 방향이 중요한 의미를 지닌다면 화살표가 필요하다. 넷째, 지도 제작자가 선의 위치를 조정할 수 있다면, 전체 지도에 균형이 맞도록 선을 배치해야 한다. 다섯째, 지도의 내용과 목적에 따라 적절한 투영법을 선택해야 한다. 여섯째, 제공되는 모든 정보는 가능한 단순한 형태로 표현되어야 한다. 일곱째, 범례는 단순 명료해야 하며 필요하다면 단위를 표시해야 한다. 그러나 유선도의 시각화는 간단한 문제가 아니다. 지역간 흐름을 표현하는 대상 지역의 수가 증가하면 할수록 표현해야 하는 선의 수가 기하학적으로 증가하게 되어 이를 지도화하는 것이 점차 어려워진다. 이러한 어려움의 근본적인 이유는 표현해야 할 유선의 수 증가에 따른 표현된 지도의 복잡성에 기인한다(Tobler, 1987). 많은 수의 연결을 지도에 표현하게 되면 그 결과물은 시각적으로 난잡해지고 가독성이 떨어진다. 가독성의 문제를 해결하기 위한 다양한 방법이 제시되었는데 그 중 가장 간단한 방법은 임계치를 도입하여 표현되는 선의 수를 줄이는 방법이 있다(Tobler, 2003; Kim *et al.*, 2012). 유선도의 제작 목적 자체가 정확한 데이터의 표현이 아닌, 주요한 흐름 경향을 시각화하여 탐색하는 것이라면 일정비율 또는

일정량 이상의 이동만을 우선으로 표현하는 것은 유의미한 접근이 된다. 본 연구에서 개발된 Web GIS에서 우선도 제작은 기본적으로 이와 같이 표현되는 선의 수를 조정하는 방식을 따른다(시각적 복잡성을 줄이기 위한 대안들에 대한 설명은 Kim *et al.*(2012)을 참조).

3) GIS 관점

마지막으로 GIS 관점에서 인구이동통계가 갖는 특징을 살펴볼 수 있는데, 인구이동통계는 GIS에서 사용되는 일반적인 공간데이터와도 차이를 보인다. 전술한 바와 같이 인구이동 현상은 출발지와 도착지라는 두 지역이 연결될 때만 성립되는 현상이다. 따라서 일반적인 공간데이터의 경우 속성이 하나의 공간 객체에 연결되는데 반해, 인구이동 속성은 출발지와 도착지의 공간객체 쌍에 연결되는 구조를 갖는다. 즉, 데이터의 구조가 공간객체-속성의 1대1 대응 구조가 아닌, 서로 연결된 2개의 공간객체와 이에 상응하는 하나의 속성이라는 특수한 구조를 갖게 된다. 그렇기 때문에 GIS에서 인구이동통계를 다루는데 있어 일반적인 공간데이터와는 다른 방식의 접근이 요구된다. 이는 GIS에서 일반적으로 독립적인 개별 공간객체에 대하여 속성을 정의하기 때문에 인구이동데이터를 기존의 방식으로 표현할 수 없음을 의미한다.

물론 인구이동을 두 지역간의 이동이 아닌, 하나의 지역을 중심으로 해당 지역의 속성이라는 측면에서 접근할 수도 있다. 이를 위해 인구이동 행렬의 열 혹은 행의 합을 계산하여 각 지역의 속성으로 만들 수 있다. 그러나 이러한 방식을 통해서 지역간 인구이동을 공간적으로 재현하고 시각화하는 것이 불가능하다(Tobler, 1987). 결국 인구이동을 재현하고 시각화하기 위해서는 이동량을 할당해 줄 수 있는 출발지와 도착지 쌍으로 정의되는 새로운 공간객체가 필요하다. 이를 위하여 출발지와 도착지 쌍을 연계하는 새로운 선형 객체를 생성하고, 그 객체의 속성정보로 이동량을 할당하는 방법으로 이동을 재현하고 시각화하는 것이 가능하다. 본 연구에서는 이러한 과정을 인구이동 O-D 행렬의 벡터화(vectorizing)라 부른다.

3. 인구이동통계의 탐색적 시각화를 위한 Web GIS

1) Web GIS 구축 방향

Web GIS의 핵심은 단순히 웹을 통하여 보유하고 있는 정보에 대한 접근이 아닌 정보를 바탕으로 ‘지도’를 만들어 내는 것으로, 제공하고자 하는 지리정보를 레이어로 구분한 후 사용자의 요구에 따라 적절하게 주제도를 작성하고 탐색하는 것이다. 본 연구의 가장 큰 특징은 인구이동통계 속성정보와 공간정보를 결합한 후 Web GIS를 이용하여 지도화한다는 점이다. 이는 Web GIS를 이용하여 인구이동통계를 공간적 관점에서 탐색한다는 것이다. 여기서 공간적 관점은 웹을 통한 지도의 제공뿐만 아니라 공간 데이터의 분석, 탐색 등의 기능을 모두 포괄한다. 물론 통계청의 통계내비게이터(<http://gis.nso.go.kr>)나 국토지리정보원의 국토통계지도(<http://nationalatlas.ngii.go.kr>) 등도 Web GIS 기술을 이용하여 인구정보를 제공하지만, 이들은 행정구역에 기초하여 단계구분도 방식으로 인구현상을 시각화하는데 초점을 두고 있다. 이와는 대조적으로 본 연구에서 구축하는 Web GIS는 지역별 인구이동 정보에 대한 시각화 표현뿐만 아니라 지역간 인구이동 정보에 대한 시각화를 제공한다. 즉 지역간 인구이동과 같은 공간 상호작용 현상을 시각화하는 환경을 제공한다는 점이 본 연구에서 개발할 Web GIS의 가장 두드러진 특징이다.

한편, 인구이동통계를 위한 Web GIS는 단순한 지역별 혹은 지역간 인구이동 정보를 고정된 틀로 지도화하는 것을 넘어, 사용자가 인구이동 속성의 범위나 지도화되는 공간적 범위와 방법 등을 자유롭게 변경하여 유의미한 인구이동 패턴을 탐색할 수 있도록 하는 지리적 시각화를 지향한다. 즉 이미 발견된 패턴을 사용자에게 일방적으로 전달하는 것이 아니라 사용자가 Web GIS와 상호작용을 통하여 지역별 및 지역간 인구이동에 대한 새로운 패턴을 탐색하고 이를 통하여 인구이동에 대한 새로운 가설을 만들어 낼 수

Table 1. Building migration statistics for Web GIS service. Web GIS 서비스를 위한 인구이동통계 구축

	Spatial Scale	Time range (year)	Methods
By region (Polygon)	Si-Do	1996~2007	Aggregate and join
	Si-Gun-Gu	1996~2007	
	Eup- Myeon-Dong	2001, 2006	
Inter region (Line)	Si-Do	1996~2007	Using O-D matrix and GIS programming for creating data
	Si-Gun-Gu	1996~2007	
	Si-Di ↔ Si-Gun-Gu	1996~2007	
	Eup- Myeon-Dong	2001, 2006	

있도록 한다.

2) 인구이동 데이터베이스 구축

Web GIS에 사용될 인구이동통계는 주민등록 제도에 기반하여 읍면동 단위 별로 전입신고된 자료를 전산입력한 것을 취합한 원자료를 통계청에 의해서 일차적으로 가공한 것이다. 원자료를 바탕으로 Web GIS의 지도화와 데이터 서비스에 필요한 새로운 정보를 집계하였다. 데이터 집계는 크게 지역별 인구이동과 지역간 인구이동을 구분하여 집계하였다. 지역별 인구이동 속성으로는 전입자수, 전출자수, 총이동, 순이동, 전입률, 전출률, 총이동률, 순이동률, 인구학적 영향력 등이다. 지역간 인구이동의 속성으로는 전출자수, 전입자수, 총이동, 순이동 등이다. 집계되는 행정구역의 수준은 지역별의 경우, 시도, 시군구, 읍면동이며, 지역간의 경우 시도간, 시군구간, 시도-시군구간, 읍면동간이다. 집계를 위한 시간 단위는 연도이다. 이와 같이 집계된 인구이동 자료는 지도화를 위하여 행정구역 공간데이터와 결합시키거나 인구이동 속성정보를 갖는 새로운 공간 데이터를 생성하는 과정이 필요하다. 지역별로 집계된 인구이동 자료의 경우, 행정코드를 연계키로 하여 행정구역 공간데이터와 인구이동 속성을 결합하여 인구이동 속성을 갖는 새로운 행정구역 공간데이터를 생성하였다.

지역별 인구이동의 경우 GIS의 결합(join) 기능을 이용하여 인구이동 집계자료와 공간데이터를 손쉽게

연결할 수 있는 반면, 지역간 인구이동의 경우 집계 자료를 바탕으로 두 지역을 연결하는 새로운 공간데이터를 생성하는 백터화 과정이 요구된다. GIS를 이용하여 출발지와 도착지를 연결하는 선형 공간객체를 형성시킨 후 지역간 인구이동 속성을 할당하였다. O-D 구조의 인구이동 테이블을 바탕으로 선형 공간객체를 만드는 과정은 Glennon and Goodchild(2004)가 제시한 흐름 데이터 모델(flow data mode)에 기초하고 있고 그 과정은 다음과 같다. O-D 테이블에서 레코드를 읽은 후 행정구역 공간 데이터(폴리곤)에서 O와 D에 상응하는 공간 객체를 찾는다. O와 D에 해당하는 공간 객체의 중심점(centroid)을 각각 FROM 노드와 TO 노드로 하여 선형 객체를 생성하고 O와 D 사이의 흐름의 양을 할당한다. 또한 총이동과 순이동도 함께 계산하여 속성값으로 할당한다. ArcGIS의 VBA(Visual Basic for Application)를 이용하여 이러한 선형 공간객체 생성 과정을 프로그램 하였다. Table 1은 이상의 과정을 통하여 생성된 인구이동통계를 지역별(폴리곤), 지역간(라인), 공간 단위 별로 요약하여 보여주고 있다. 시도 및 시군구의 경우 1996년부터 2007년까지 모든 년도에 대하여 지역별 및 지역간 공간자료를 생성하였고, 읍면동의 경우 2001년과 2006년에 한정하여 구축하였다.

3) Web GIS 인터페이스 설계 및 구현

인구이동통계 탐색 및 제공을 위한 Web GIS를 구축하기 위하여 개발 도구로 Microsoft사의 Visual

Studio 2005를 사용하였으며 개발 언어로 C#을 이용하였다. GIS 서버 엔진으로 ESRI사의 ArcGIS Server 9.3을 사용하였고, 공간데이터베이스 관리를 위해 Oracle 10g를 사용하였다. 인구이동통계를 위한 Web GIS의 GUI(graphic user interface)는 Figure 1에서 보이는 것처럼 브라우저 중앙의 지도 레이아웃 영역을 중심으로 상단에는 주 메뉴가, 우측에는 메뉴 별 시각화 설정 영역이, 좌측에는 지도 조작틀 및 지도 설명 영역이 위치하도록 설계되었다. 주 메뉴는 지역별, 지역간 인구이동 지도 작성 및 데이터를 다운로드할 수 있도록 시각화 설정 영역을 변경시켜 주는 역할을 한다. 시각화 설정 영역은 인구이동데이터를 지도화하는데 있어 사용자와 시스템 간의 상호작용을 가능하게 하고 사용자의 설정 조건에 따라 다양한 지도를 작성할 수 있도록 구성되었다. 지도 설명 영역은 인셋맵(Inset map), 범례, 지표설명 및 통계정보 등을 제공하도록 구성되었다. 마지막으로 지도조작틀은 지도 레이아웃 영역을 탐색하는 기능을 제공한다.

이렇게 구성된 Web GIS의 사용자 인터페이스의 주

요한 특징은 다음과 같다. 첫째, 탐색적 시각화(exploratory visualization) 기능의 강화이다. 시각화 설정 및 지도 조작틀을 이용하여 지도화되는 속성데이터뿐만 아니라 공간데이터의 표현 범위나 표현 방법 등을 통제하는 것이 가능하며, 특정 공간 영역을 설정(spatial focusing)하고 그 속성정보를 확인하는 것이 가능하다. 특히 시각화 설정 영역에서 지도화되는 수준(스케일)을 사용자가 선택할 수 있게 함으로서 지역간 인구이동의 경우 특정 두 지역간의 인구이동에서부터 전체 지역간의 인구이동까지 지도화하는 것이 가능하다. 그리고 속성 및 공간 필터링 기능을 통하여 표현되는 속성의 범위 혹은 공간의 범위를 통제할 수 있다. 특히 속성 필터링(attribute filtering)을 통하여 사용자가 설정한 임계치보다 큰 주요한 흐름만을 시각화할 수 있다. 이를 통하여 표현된 지도의 복잡성을 줄일 수 있어 주된 흐름 패턴을 파악하는 것이 용이하다. 둘째, 시각화된 지도에 대한 풍부한 보조 정보의 제공이다. 지도 조작틀을 이용하여 표현되는 공간 영역을 확인할 수 있으며(인셋맵), 지도화에

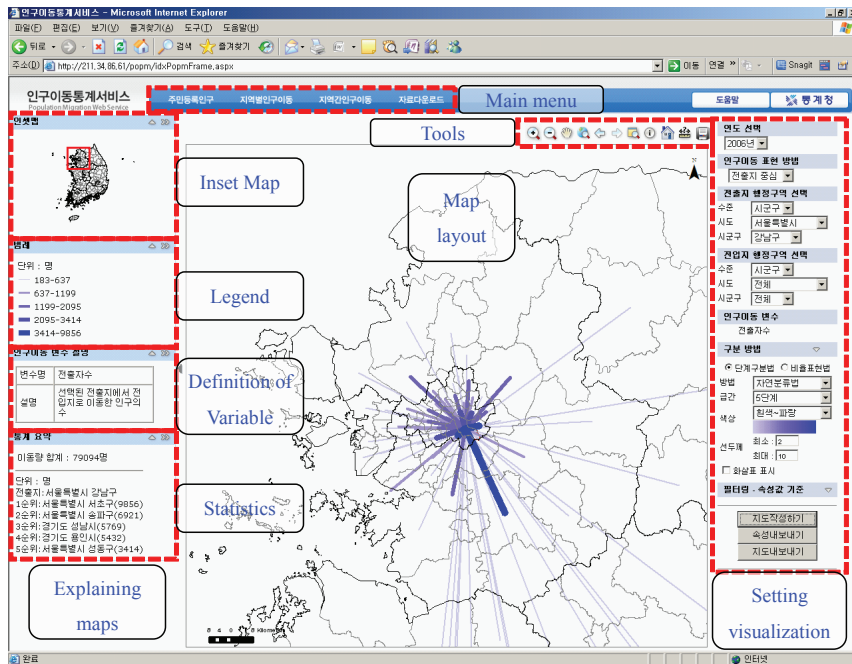


Figure 1. GUI of Web GIS. Web GIS의 사용자 인터페이스

사용된 기호의 의미를 파악할 수 있고(범례), 현재 지도가 어떠한 내용을 표현하고 있으며(지표설명), 지도에 표현된 내용 중 특징적인 현상이 무엇인지(통계 정보)를 파악하는 것이 가능하다. 셋째, 인터페이스 구성의 전문화이다. 인터페이스 자체를 인구이동데이터의 지도화에 맞도록 Web GIS의 화면을 구성하였다.

메인 메뉴는 ‘주민등록인구’, ‘지역별인구이동’, ‘지역간인구이동’, ‘자료다운로드’ 등 네 가지로 구성되어 있다. 각 메뉴의 선택은 시각화 설정 영역의 화면 구성을 변경시켜, 메뉴의 특성에 따른 지도의 작성을 가능하도록 한다. ‘주민등록인구’는 지역별 주민등록인구에 대한 단계구분도 작성을 지원하는 것으로 인구이동을 이해하기 위한 배경 정보를 제공하는데 목적이 있다. ‘지역별인구이동’은 행정구역 별로 집계된 인구이동 관련 다양한 속성들에 대한 단계구분도 작

성을 지원한다. ‘지역간인구이동’은 전출지 중심, 전입지 중심, 지역간 인구이동에 대한 유선도 작성을 지원하고, 마지막으로 ‘자료다운로드’는 시도, 시군구, 읍면동 수준에서 지역간 및 지역별 인구이동데이터 및 공간데이터를 Dbase(.dbf), Excel(.xls), shapefile 형태로 받아볼 수 있도록 한다. 인구이동통계를 위한 Web GIS의 지도 조작틀은 확대, 축소, 이동, 전체보기, 이전화면이동, 다음화면이동, 확대경, 초기화, 속성정보, 측정, 내보내기 등 아홉 가지 기능으로 구성되어 있다. 이러한 기능들은 지도의 탐색을 강화하는 역할을 한다. 다음에서는 구축된 Web GIS의 주요 특성을 ‘지역별인구이동’과 ‘지역간인구이동’ 인터페이스를 중심으로 살펴본다.

(1) 지역별 인구이동

지역별 인구이동은 행정구역별로 집계된 인구이동

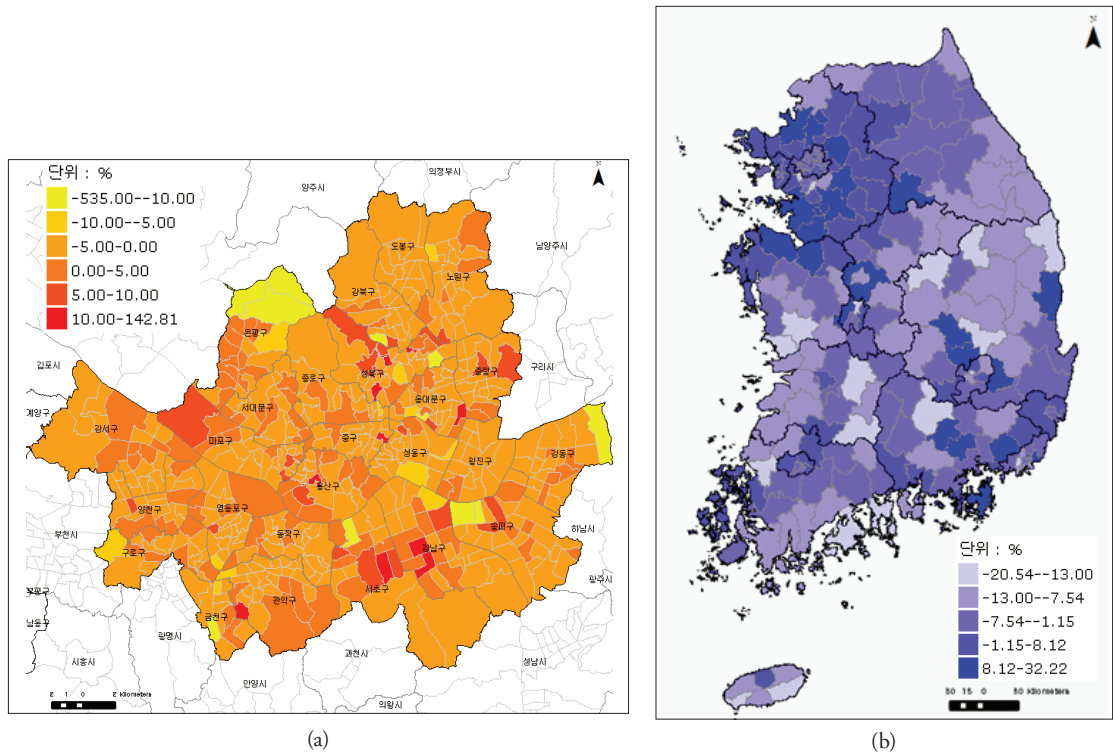


Figure 2. Sample maps visualizing migration variables by region: (a) Net migration rate by Dong in Seoul, 2006, (b) Demographic effectiveness by Si-Gun-Gu in Korea, 2006. 지역별 인구이동 시각화의 예: (a) 서울시 동별 순이동률(2006년), (b) 시군구별 인구학적 영향력(2006)

량인 전입량과 전출량, 이들로부터 계산이 된 총이동량, 순이동량을 연앙인구를 이용하여 표준화한 전입률, 전출률, 총이동률, 순이동률, 그리고 인구학적 영향력에 대한 단계구분도를 작성하는 것을 목적으로 구성되었다. 이러한 변수들에 대한 단계구분도 작성을 위하여 기준시점(연도), 행정구역 수준(스케일), 지도 표현 범위, 인구이동 변수 등을 선택해야 한다. 선택가능한 연도의 범위는 1996년에서부터 2007년까지 1년 단위이며, 선택가능한 행정구역 수준은 시도, 시군구, 읍면동 세 단계이다. 지도 표현 범위는 지도화되는 공간적 범위를 설정하는 기능을 하고, 행정구역 수준에 의존적이다. 행정구역 수준이 시도이면 지도 표현 범위를 선택 할 수 없고, 수준이 시군구인 경우 시도별로 표현 영역을 선택할 수 있다. 마지막으로 읍면동인 경우 시도 혹은 시도의 시군구까지 표현 영역으로 설정하는 것이 가능하다. 따라서 행정구역 영역 선택은 공간 필터링 기능을 한다. 이러한 공간 필터링 기능은 관심 지역의 패턴을 효과적으로 탐색할 수 있는 방법으로 본 연구에서 개발된 Web GIS의 주된 특징 중 하나이다.

선택가능한 지역별 인구이동 변수는 전입률, 전출률, 총이동률, 순이동률, 인구영향력 등 다섯 가지이다. 시각화 설정 영역의 단계구분은 계급 분류 방법 선택, 급간의 개수 선택, 표현되는 색상의 선택을 통하여 이루어진다. 지원되는 단계구분 방법은 자연분류법, 등간격분류법, 등개수분류법, 표준편차분류법, 사용자정의분류 등 다섯 가지이고 자연분류법이 기본 옵션이다. 선택가능한 급간의 수는 2단계에서 10단계까지 아홉 가지이고 5단계가 기본 설정이다. 설정가능한 색상 랩프는 하양~검정, 하양~파랑, 연두~초록, 노랑~빨강 등 네 가지이고, 하양~파랑이 기본 설정이다. Figure 2는 개발한 Web GIS의 지역별 인구이동 시각화 기능을 이용하여 작성한 단계구분도 스냅샷이다. Figure 2a는 2006년 서울시 동별 순이동률을 표현하고 있는데, 공간 필터로 서울시를 선택하였고, 행정구역 수준은 동별이며, 급간 분류방법으로 사용자정의분류를 이용하였다. Figure 2b는 2006년 전국의 시군구별 인구학적 영향력의 공간적 분포를 보여주고 있다. 급간 설정을 위하여 자연분류

법을 이용하였다.

(2) 지역간 인구이동

지역간 인구이동의 시각화 설정 영역은 지역간 인구이동량에 대한 유선도를 작성하는 것을 목적으로 한다. 인터페이스는 연도 선택, 유선도 표현 기준, 전출지(지역A) 행정구역 선택, 전입지(지역B) 행정구역 선택, 인구이동 변수 선택, 구분 방법 설정, 속성 값 필터링 기준 설정, 지도화 범위 설정 등으로 구성된다. 유선도의 표현 기준은 전출지 중심, 전입지 중심, 지역A-지역B 등 세 가지 방법으로 세분된다. 전출지 중심과 전입지 중심은 한 방향으로의 이동을 표현한다. 전출지 중심은 특정 전출지에서 다른 지역으로 이동해간 전출자수를 유선도로 표현한다. 전출지의 수준은 시도, 시군구, 읍면동이며 반드시 수준에 맞는 하나의 행정구역을 선택해야 한다. 전입지 행정구역 수준은 시도, 시군구, 읍면동이다. 수준만 설정할 경우 해당 수준의 모든 행정구역으로 전입해 들어오는 이동량을 표현하는 것이 가능하고, 수준과 구체적인 행정구역을 선택할 경우 특정 전출지에서 특정 전입지로의 인구이동을 표현하는 것이 가능하다. 예를 들어, 전출지로 경기도 고양시를 설정하고, 전입지의 수준을 시군구로, 시도를 서울특별시로 설정하여 유선도를 작성하게 되면 경기도 고양시에서 서울시 각 구로 이동한 인구가 유선도로 표현된다. 한편 전출지로 경기도 고양시, 전입지 수준을 시군구, 시도로 서울특별시, 시군구로 강남구를 설정하면 고양시에 강남구로 이동한 인구수를 확인할 수 있다.

반대로 전입지 중심은 다른 지역들에서 선택한 전입지로 유입된 인구수에 대한 유선도를 작성할 수 있도록 한다. 전입지 행정구역 수준과 해당 수준에 적합한 행정구역을 반드시 선택해야 하고, 전출지의 경우 수준(시도, 시군구)만 선택할 경우 수준의 전체 지역에서 전입지로 이동한 인구수를 표현할 수 있다. 또한 수준에 맞는 구체적인 행정구역을 선택할 경우 특정 두 지역 사이의 인구이동을 표현할 수 있다. 전출지 중심 및 전입지 중심의 유선도 표현에서 중요한 특징은 상이한 행정구역 수준 사이의 전출자수 혹은 전입자수를 표현하는 것이 가능하다는 점이다. 즉, 특

Table 2. Combination of flow mapping between Region A and Region B. 지역A-지역B 사이의 유선도 표현 가능 조합

Region A \ Region B		Si-Do		Si-Gun-Gu		Eup-Myeon-Dong	
		All	Specific	All	Specific	All	Specific
Si-Do	All	○	○	◎	◎	×	×
	Specific	○	○	◎	◎	×	×
Si-Gun-Gu	All	◎	◎	○	○	×	×
	Specific	◎	◎	○	○	×	×
Eup-Myeon-Dong	All	×	×	×	×	○	×
	Specific	×	×	×	×	×	○

(○: flow mapping is possible, ◎: flow mapping between different scales is possible, ×: flow mapping is not possible in the developed Web GIS)

정 시도에서 시군구로 혹은 특정 시군구에서 시도로의 인구가동을 지도화할 수 있다.

전출지 중심 및 전입지 중심이 단방향 이동을 표현하는 것이라면 지역A-지역B는 지역쌍 사이의 양방향 이동인 총이동과 순이동에 대한 유선도를 작성할 수 있도록 한다. 지역A와 지역B에서 동일 수준을 선택하고 해당 수준의 전체를 표현하면 해당 수준의 행정구역들 사이의 총이동 혹은 순이동을 지도화할 수 있고, 수준을 달리하여(시도-시군구 혹은 시군구-시도) 전체를 표현하게 되면 상이한 행정구역 사이의 총이동 혹은 순이동을 지도화할 수 있다. 지역A 혹은 지역B에서 수준에 해당하는 구체적인 행정구역을 선택하고, 상대 지역의 수준 전체를 표현하면 특정 행정구역과 해당 수준의 전체 지역과의 총이동 혹은 순이동이 지도화된다. 만약 지역A와 지역B의 수준이 시군구이고 시도로 동일한 행정구역이 선택되면 해당 시도 내 시군구 사이의 총이동 혹은 순이동이 표현된다. Table 2는 지역A-지역B 사이의 수준별 표현가능한 경우의 수 조합을 정리하여 제시하고 있다. Table 2에서 시도-읍면동 혹은 시군구-읍면동과 같은 상이한 수준 사이의 유선도 작성도 원론적으로 가능하지만 서비스 제공자 측면에서 불필요하다고 판단되어 제외하였다.

전입지 중심 및 전출지 중심의 경우, 전출자수와 전입자수를 표현하기 때문에 인구가동 변수에서 선택 옵션이 없다. 지역A-지역B의 경우 인구가동 변수에

서 총이동 혹은 순이동을 선택할 수 있다. 유선도의 심볼을 결정하는 방법으로는 단계구분법과 비율표현법으로 나뉘어지고, 단계구분법을 선택하면 계급 분류 방법, 급간, 색상 및 선 두께의 최소-최대값을 선택하거나 설정할 수 있는 반면 비율표현법을 선택할 경우 색상 및 선 두께의 최대값만을 선택하거나 설정할 수 있다. 비율표현법의 경우 지역간 인구가동량이 최대인 값의 선의 두께를 기준으로 나머지 인구가동량의 상대적 크기가 자동적으로 결정되어 표현된다. 화살표 표시를 위한 체크박스는 이동의 방향성이 있는 전입지 중심, 전출지 중심 및 지역A-지역B의 순이동이 지도화될 때 활성화되고, 박스를 체크하면 유선의 끝에 화살표가 표현된다. 지역간 인구가동의 유선도 표현에서 필터링은 속성 및 공간 범위의 설정에 의해서 가능하다. 속성 필터링은 세 가지 방식에 의해서 가능하다. 특정 임계값 이상이 되는 것만 표현할 수도 있고, 전체 유선 중 일정 비율 이상만을 표현할 수도 있으며, 속성값이 큰 상위 개수를 표현할 수도 있다.

Figure 3과 Figure 4는 개발한 Web GIS를 이용하여 지역간 인구가동을 유선도로 표현한 사례를 보여주고 있다. Figure 3a는 2006년 시군구간 총이동을 표현한 것이다. 총이동을 3개의 급간으로 구분한 후 유선의 굵기와 색을 달리하여 표현하였고, 총이동의 양이 큰 것을 위에 오도록 함으로써 유의미한 흐름을 강조하였다. 지도화된 결과는 Ravenstein(1885)의 이동

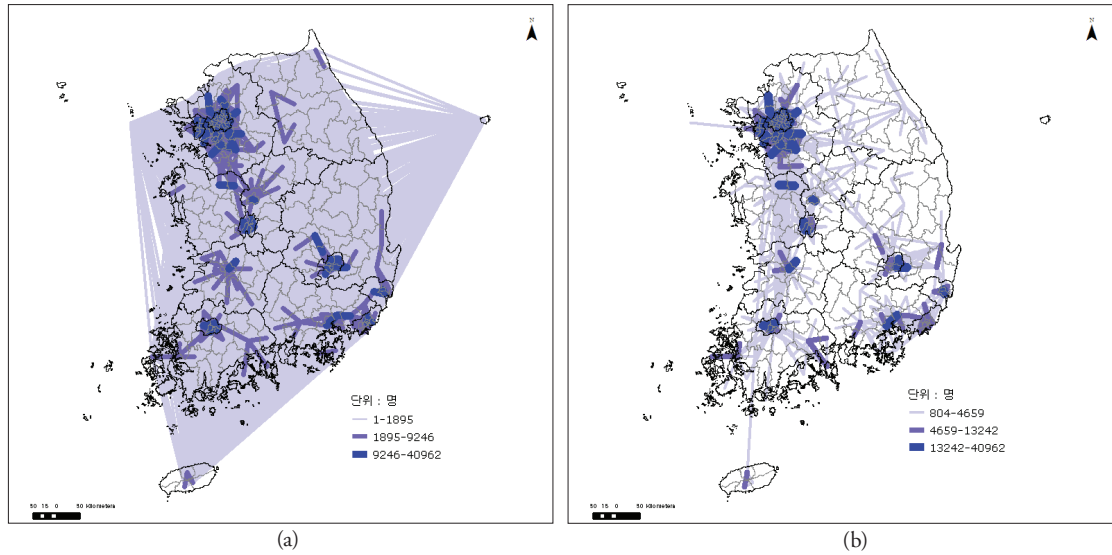


Figure 3. Sample flow maps made by using Web GIS: (a) Inter Si-Gun-Gu gross migration, 2006, (b) Inter Si-Gun-Gu gross migration, 2006: visualizing the top 5 percent of flows. Web GIS를 이용한 유선도 작성의 사례: (a) 시군구간 총이동 (2006년), (b) 시군구간 총이동(2006년, 상위 5%만 표현)

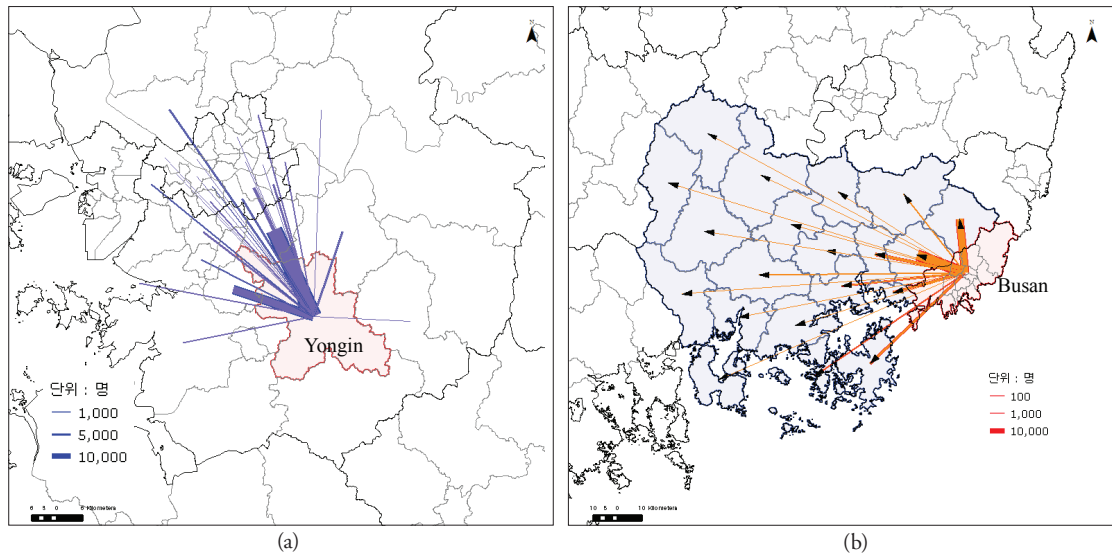


Figure 4. Sample flow maps visualizing region-specific flows: (a) In-migration to the City of Yongin, 2006, (b) Out-migration from Busan Metropolitan City to Si-Gun of Gyeongsangnam-do, 2006. 특정 지역 중심의 인구이동을 표현하는 유선도의 사례: (a) 용인시로의 전입자수(2006), (b) 부산시에 경상남도 시군으로의 전출자수(2006)

의 법칙(the law of migration) 하나인 단거리 이동 특성을 잘 보여주고 있다. Figure 3b는 시군구간 총이동 중 상위 5%만을 필터링하여 표현한 것이다. Figure 3a와 비교하여 흐름의 주된 패턴이 그대로 유지되면서 지도의 시각적 복잡성이 크게 줄어들었음을 확인할 수 있다. Figure 4a는 시군구 수준에서 용인시로의 전입자수가 많은 상위 25개 유선만을 표현한 것이다. 유선의 굵기는 속성값의 크기에 따라 달라지도록 비율표현법을 적용하였다. 용인시에 인접한 행정구역과 서울의 남부지역으로부터 상대적으로 많은 유입이 있음을 확인할 수 있다. Figure 4b는 부산시에서 경상남도 시군으로의 전출자수를 지도화하여 보여주고 있다. 이 경우는 상이한 공간 수준 사이의 유선도이다(시도-시군). 부산시에 인접한 시군으로의 전출이 두드러짐을 알 수 있다(Koo, 2007 참조).

4. 결론

저출산-고령화 사회의 도래와 함께 인구 및 지역의 변화에 인구이동이 미치는 영향력이 커지고 있어, 인구·주택·교육 등 여러 분야의 의사결정에 인구이동에 대한 분석의 중요성이 증대되고 있다(Lee and Cho, 2012). 그러나 다른 인구현상과는 달리 출발지-도착지의 쌍에 의해 정의되는 특수성을 가지고 있는 인구이동은 자료의 분석이나 서비스에 많은 어려움이 있어, 그 잠재력에도 불구하고, 활용이 제한적이다. 이에 본 연구는 공간데이터 배분, 분석, 시각화에 대한 Web GIS의 가능성에 천착하여 Web GIS 환경에서 유선도의 제작과 이를 통한 인구이동통계의 효과적인 탐색과 시각화가 가능함을 보여주었다. 구축된 Web GIS를 이용하여 인구이동통계를 지도화한 결과, 동적인 상호작용을 통하여 Web GIS 환경에서 다양한 유선도의 작성 및 인구이동통계의 시각적 탐색이 가능하였다.

인구이동데이터는 데이터베이스, GIS, 지도학적인 관점에서 독특한 특성을 지니기 때문에 서비스 및 시각화의 어려움을 갖고 있다. 이러한 이유로 Lee et

al.(2008b)이 조사한 것처럼 지역간 인구이동데이터에 대한 제공이 극히 제한적으로 이루어지고 있고 공간적 시각화는 거의 이루어지고 있지 않다. 이러한 상황에서 본 연구를 통하여 구축된 Web GIS는 매우 가치있는 시도라 할 수 있다. 특히 Web GIS를 통한 지역간 인구이동의 유선도 표현은 지금까지 시도된 전례가 없기 때문에, 이러한 노력은 데이터 서비스 측면에서뿐만 아니라 지도학적으로도 의미가 있다. 또한 시공간 범위, 스케일(상이한 스케일 설정 포함) 설정, 표현 속성의 범위 설정 등을 통한 인구이동통계의 탐색적 시각화는 탐색적 공간데이터 분석(Exploratory Spatial Data Analysis, ESDA)(Lee, 2008) 및 지리적 시각화(Kim, 2001)와 연결된다. 탐색적이고 상호작용 가능한 Web GIS 환경은 사용자 하여금 인구이동 현상에 대한 이해를 증진시키는데 기여할 것이며 다양한 의사결정에서 인구이동데이터의 사용을 촉진할 것으로 기대된다.

본 연구를 통해 구축된 Web GIS는 인구이동데이터 구득 및 사전처리 과정 없이 실시간 탐색 및 분석 환경을 제공함으로써, 인구이동통계의 조작·처리·분석의 탄력성을 증대시키고, 다양한 수요자(전문가와 일반인)에 대한 맞춤형 서비스를 제공하며, 지도화를 비롯한 인구이동 분석에 대한 사용자 접근성을 확대시키는 등의 장점을 가지지만 사용자 편의성 증대, 기능 확장, 서비스 내용 범위의 확대 등을 위하여 더욱 개선될 필요가 있다. 또한 구축된 Web GIS가 탐색적 시각화라는 본연의 목적을 달성했는지 여부를 평가하는 구체적인 사례 연구가 요구된다. 대학의 지도학 수업, 중고등학교 지리수업, 다양한 분야의 의사결정 등에서 인구이동현상을 이해하고 관련된 새로운 가설을 만들어 내는데 구축된 Web GIS를 어떻게 활용할 수 있는지 그리고 이러한 과정에 어떠한 도움을 주는지 실증적인 연구가 필요하다.

참고문헌

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/downloads/FM731_Manual.pdf.
- Dent, B. D., Torguson, J. S., and Hodler, T. W., 2008, *Cartography: Thematic Map Design*, 6th edition, McGraw Hill, Boston.
- Dragicevic, S., 2004, The potential of Web-based GIS, *Journal of Geographical Systems*, 6(2), 79-81.
- Fu, P. and Sun, J., 2011, *Web GIS: Principles and Applications*, ESRI Press, Redlands, CA.
- Glennon, A. and Goodchild, M., 2004, *A GIS Flow Data Model*, <http://dynamicgeography.ou.edu/flow/>.
- Kim, K., 2001, **Geographic visualization of spatio-temporal data using GIS and animation**, *Journal of Korean Cartographic Association*, 1, 25-39 (in Korean).
- Kim, K., Lee, S.-I., Shin, J., and Choi, E., 2012, **Developing a flow mapping module in a GIS environment**, *The Cartographic Journal*, DOI: 10.1179/174327711X13166800242356.
- Koo, D., 2007, Spatial patterns of migration in the Busan Metropolitan Area, *Journal of the Korean Geographical Society*, 42(6), 930-939 (in Korean).
- Lee, G. and Choi, E., 2011, A Comparative study of the establishment and utilization for the geographic statistics navigators: **Focusing on European countries**, *Journal of the Korean Cartographic Association*, 11(2), 61-73 (in Korean).
- Lee, H. Y., 2005, *Demography*, Bobmunsa, Seoul (이희연, 2005, 인구학: 인구의 지리학적 이해, 범문사, 서울).
- Lee, S.-I., 2008, **A Spatial statistical approach to residential differentiation (II): Exploratory spatial data analysis using a local spatial separation measure**, *Journal of the Korean Geographical Society*, 43(1), 134-153 (in Korean).
- Lee, S.-I. and Cho, D., 2012, **Subnational population projections of Korea based on interregional migration forecasting: A multiregional cohort-component method**, *Journal of the Korean Geographical Society*, 47(1), 98-120 (in Korean).
- Lee, S.-I., Shin, J., Kim, K., and Choi, E., 2008a, *Developing a System for Disseminating Migration Statistics Using Web GIS*, Statistical Research Institute, Korea (in Korea).
- Lee, S.-I., Shin, J., Kim, K., and Choi, E., 2008b, **An international comparison on Web-based provision of migration data**, *Journal of Geography Education*, 52, 1-24 (in Korean).
- MacEachren, A. M. and Kraak, M. J., 1997, Exploratory cartographic visualization: advancing the agenda, *Computers & Geosciences*, 23(4), 335-343.
- Peters, G. L. and Larkin, R. P., 2008, *Population Geography: Problems, Concepts, and Prospects*, 9th edition, Kendall Hunt Publishing, Dubuque, Iowa.
- Ravenstein, E., 1885, The laws of migration, *Journal of the Statistical Society*, 48, 167-235.
- Shin, J., Lee, S.-I., Kim, K., and Choi, E., 2009, **The research on the establishment of the efficient plan for providing the population migration statistics based on Web GIS**, *Journal of the Korean Cartographic Association*, 9(2), 59-71 (in Korean).
- Slocum, T. A., McMaster, R. B., Kessler, F. C., and Howard, H. H., 2009, *Thematic Cartography and Geovisualization*, 3rd edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Taylor, D. and MacEachren, A., 1994, *Visualization in Modern Cartography*, Pergamon, New York.
- Tobler, W., 1987, Experiments in movement mapping by computer, *The American Cartographer*, 14(2), 155-163.
- Tobler, W., 2003, *Movement Mapping*, Center for Spatially Integrated Social Science, <http://www.csiss.org/clearinghouse/FlowMapper/MovementMapping.pdf>.
- Tyner, J. A., 1992, *Introduction to Thematic Cartography*, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Yadav-Pauletti, S., 1996, *MigMap, A Data Exploration Application for Visualizing U. S. Census Migration Data*, Unpublished MA thesis, University of Kansas, Lawrence, KS.
<http://nationalatlas.ngii.go.kr>
<http://www.kosis.kr>

교신: 김감영, 702-701, 대구광역시 북구 대학로 80, 경북대학교 사범대학 지리교육과(이메일: kamyoungkim@knu.ac.kr)

Correspondence: **Kamyong Kim, Department of Geography Education, Kyungpook National University, 80 Daehak-ro, Buk-gu, Daegu 702-701, Korea (e-mail: kamyoungkim@knu.ac.kr)**

최초투고일 2012. 3. 15

수정일 2012. 4. 2

최종접수일 2012. 4. 10