

시민참여형 GIS를 위한 온톨로지 설계 및 구현*

박지만**

A Design and Implementation on Ontology for Public Participation GIS*

Ji-Man Park**

요약 : 본 연구는 온톨로지 기반 시민참여형 GIS를 연구하였다. 최근에 온톨로지 기반 GIS는 의미적 의사소통을 위한 지리적 변수의 폭넓은 활용성과 유용한 지리적 지식을 추천하기 위한 수요에 따라 주목받고 있다. 그래서 이 연구는 시민참여형 GIS를 위한 실험적 시스템의 설계와 구현에 초점을 맞추었다. 실험적 시스템의 적용 가능성은 경기도 구리시의 역사관광을 대상으로 실험을 통해 확인하였다. 방법론 측면에서 지역상황과 사용자 인식에 연관된 생명주기모형은 공리를 통해 지리적 지식발견을 추천하고, 이는 주요한 사전절차단계(명세화, 개념화, 정규화, 통합과 구현)를 통해 가능하다. 이 연구의 온톨로지는 실용적 측면에서 추론을 통한 지리적 지식을 추천하였다. 더불어, 이 연구의 온톨로지 기반 시민참여형 GIS는 인식론적 접근과 존재론적 접근의 통합을 보여주고, 의미론적 의사소통과 연계된 지표를 제공하였다는 것에 의미가 있다. 실험적 시스템의 결과는 연구지역에서 시나리오의 형태로 적용하고, 이 모델은 인간 활동의 의미에서 논리적인 제약요소의 공리를 활용하였다.

주요어 : 온톨로지, 시민참여형 GIS, 지리적 지식 추론, 공리

Abstract : This study investigates the ontology-based public participation GIS(PPGIS). The major reason that ontology-based GIS has attracted attention in semantic communication in recent year is due to the wide availability of geographical variable and the imminent need for turning such recommendation into useful geographical knowledge. Therefore, this study has been focused on designing and implementing the pilot tested system for public participation GIS. The applicability of the pilot tested was validated through a simulation experiment for history tourism in Guri city Gyeonggi-do. Focused on the methodology, the life cycle model which involves regional statues and user recognition, can be viewed as an important preprocessing step(specification, conceptualization, formalization, integration and implementation) for recommended geographical knowledge discovery by axiom. Focusing on practicality, ontology in this study would be recommended for geographical knowledge through reasoning. In addition, ontology-based public participation GIS would show integration epistemological and ontological approach, and be utilized as an index which is connected with semantic communication. The results of the pilot system was applied to the study area, which was a part of scenario. The model was carried out using axiom of logical constraint in the meaning of human-activity.

Key Words : ontology, PPGIS, geographic knowledge reasoning, axiom

* 이 논문은 2006년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음 (KRF-2006-511-D00390).

** 지능형국토정보기술혁신사업단 선임연구원(Senior Researcher, Korean Land Spatialization Group), pjm754@inha.ac.kr

1. 문제제기 및 연구목적

시민참여형 GIS는 정보통신의 발달, 특히 인터넷의 발전으로 새로운 형태로 주목받고 있는 지리정보를 활용한 참여형태이다(Nyerges and Jankowski, 2006). 이 형태는 가상공간에서 공공성을 갖고 공동체를 형성할 수 있을 뿐만 아니라 특정지역에서 이익집단의 개념적 대립에 대한 문제해결을 수행하여 여론을 형성할 수 있다. 그러나 이러한 참여형태는 원하는 지식을 얻고 활용하고자 할 때, 주로 정보를 저장하고 처리하는데 중점을 두고 있기 때문에 필요한 정보와 지식을 처리하고 활용하는 것은 여전히 개인의 몫으로 남아 있다. 이와 같이 지역에서 시민참여형태를 고려한다면, 지리적 위치와 속성정보 뿐만 아니라 개인의 순수직관적인 인식과 공간적 변수를 고려한 지리적 지식이 필요하다.

시민참여형태는 개인의 인식과 공간적 변수를 동시에 고려한 지리적 지식이 필수적으로 요구된다. 이는 특정 주제에 따른 개인의 순수직관과 실제 존재하는 공간에 대한 변수의 결합과 이를 공유화할 수 있는 체계적이며 통제된 매커니즘 역시 중요한 의미를 갖는다. 왜냐하면, 시민참여의 궁극적 목적은 시공간적 주제의 편향된 언급, 제한된 대안의 표출, 그리고 기득권을 침해받지 않기 위한 노력으로써 시민의 직접참여를 통해 의사결정자와 해당지역의 시민들이 의견을 상호 협력하기 때문이다. 그래서 특정 주제에 대하여 종합적인 지리적 지식이 필수적으로 요구된다. 다시 말하면, 시민참여는 특정주제에 시공간적으로 종속되어 있는 지역의 현안해결과정이며, 이를 지원하는 시민참여형 GIS는 개인의 인식을 반영할 수 있어야하고, 그러한 개인 인식을 바탕으로 공간적 변수를 검색하여 관련 지식을 추론해야한다는 문제의식을 갖는다.

위 문제의식은 개인의 순수직관형식을 반영하는 방식의 인식과 지역해석을 지원하는 인식론적 접근(epistemological approach)¹⁾과 지리적 지식추론을 위한 체계적 매커니즘 형성과 컴퓨터를 통한 의사소통이 가능할 수 있도록 하는 존재론적 접근(ontological approach)²⁾과 연계되어 다음과 같은 연구목적 설정

하였다.

첫째, 시민참여형 GIS에서 개인의 순수직관형식을 반영하는 방식을 고려하여 개발한다. 이를 위해, 기존 시민참여형 GIS를 검토하고, 지리정보를 활용한 개인 인식의 구조화를 설계한다. 이 방식은 시민참여형 GIS에서 향후 개인들의 확률적 의사결정과정을 지원할 수 있도록 시민들의 인식을 저장하는 형태를 개발한다.

둘째, 개인인식을 통해 실세계에 존재하는 공간적 변수와 결합하여 지리적 지식을 추론하여 제공하는 모델을 개발한다. 이 방식은 특정주제에 대한 개인의 인식과 이와 관련된 공간적 변수를 결합하여 제공할 수 있는 시민참여형 GIS이며, 체계적 매커니즘을 생성하고 활용하기 위해 온톨로지를 개발한다.

셋째, 위 문제를 실험하기 위한 통합적인 실험적 시스템을 구현하여 적용한다. 이 실험은 실세계에서 한정된 범위를 설정하여 시나리오를 적용하는 방식으로, 위 두 가지 목적을 검증하는 형태로 설정하였다. 다시 말하면, 실험적 시스템의 목적은 연구문제인 개인의 순수직관형식과 실세계의 공간적 변수를 적용한 지리적 지식추론과 제공이 가능한지 여부를 검토하는데 그 의미를 갖고 있다.

연구목적을 수행하기 위해 몇 가지 시스템을 사용하고, 방법론을 연계하였다. 온톨로지는 지리적 지식베이스를 구현하고, 지리적 지식추론을 위해 스탠포드대학교 의료정보연구팀에서 개발한 Protege 소프트웨어를 사용하였다. 이 시스템은 사례지역의 공간사상을 정의하고, 의미론적 분류를 수행하는 개념화과정에 활용하였다. 또한, 개인의 인식을 반영하고, 시민참여를 통한 확률적 분석이 가능하도록 ESRI의 ArcGIS Geodatabase 모듈을 활용하였다. 구현된 온톨로지는 W3C(world wide web consortium)에서 권고한 웹 온톨로지 언어(OWL: ontology web language)³⁾형식이며, 공간사상을 표현하는 자료는 미국 ESRI사 방식의 shape 형태이다(W3C, 2004).

위 자료형태의 불일치현상은 통합적인 실험에 있어서 상호운용성 확보가 요구되었으며, 기존 방법론들을 연계한 새로운 방법론이 필요하였다. 이 방법론은 실험의 구성적 이질성(syntactic heterogeneity)을 해결하기 위해 표준화기구인 OGC의 개방형위치정보서비

스(OLS: open location services)형식의 XML로 변환을 수행하였다. 이 과정은 ArcGIS의 Toolbox 모듈을 활용하고, OGC와 ESRI의 shape자료형태의 변환을 위해 Microsoft사의 Visual Basic 언어를 활용하여 실험적시스템을 구성하였다. 또한, 지리적 지식을 추론하기 위해 개인의 인식에 따른 공간사상 연계가 필요하였다. 이러한 의미적 이질성(semantic heterogeneity)을 해결하기 위한 상호운용성은 ArcObject를 활용하여 객체화하고, 클래스로 연동하여 온톨로지의 추론규칙에 따른 공간사상이 상호의사소통을 하며 지도 시각화를 수행하였다.

2. 시민참여형 GIS에 대한 고찰

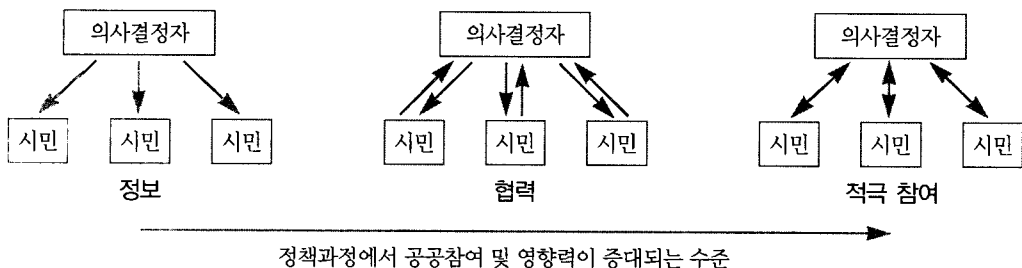
Marc and Elliot(2005)가 정리한 참여와 관련된 다양한 용어들을 살펴보면, 최대한의 참여(maximum feasible participation), 시민 참여 (citizen participation), 고객참여(clientele participation), 지역 민주주의(neighborhood democracy), 공공참여(public participation), 도시 분권화(urban decentralization) 등 다양한 학문분야에서 활발하게 논의되고 있다. 시민참여의 개념적 정의는 다양한 관점과 주제에 따라 다양하게 정의가 내려지는데, '시민들이 지역 및 시민들에게 영향을 미치는 행동과 의사결정과정에서 참여하여 민주적인 의사결정을 이루어 그 효과를 이끌어 내는 행위'라 정의하고 있다(O'Looney,

2000; Carver, 2003). 또한, OECD(2003)는 지역주민을 협력하는 대상으로 보고, 그 유형단계를 크게 3가지로 분류하고 있다(그림 1). 시민참여 모델은 정보, 협력, 적극적 참여로 분류하고, 정보단계에서 적극적 참여단계로 갈수록 시민참여 및 영향력이 증대되며, 단방향에서 양방향으로 보다 적극적이고 직접적인 형태로 이루어지고 있다.

본 연구에서는 전통적인 시민참여의 한계를 제시하고, 시민참여형 GIS의 필요성과 연관된 측면에 대하여 다음과 같이 고찰을 수행하였다.

첫째, 시민은 참여형식의 제약으로 공청회 같은 형식으로 의견을 청취하고, 의견이 타당하다고 인정될 때 계획에 반영하고 있다. 이 방식은 참여방식이 존재하지만, 직접적인 참여보다 계획을 입안한 후 시민들의 의견을 청취하는 방식으로 매우 제한적이고 소극적 참여방식이다. Carver(2003)에 따르면, 시민참여는 시공간적 제약으로 한정된 범위에서 개최되는 경우가 대부분이기 때문에 참여하는 방식이 쉽지 않을 경우 시민 개개인의 의견을 표시할 수 없다.

둘째, 시민참여는 많은 시간, 비용, 그리고 인력이 필요하다. 그러나 이러한 투입에 비해 효과는 부족한 편으로 고도의 전문적 의사결정을 요구하는 참여방식을 제외하고는 특정 이해집단의 이해관계가 발생하는 것처럼 투명한 참여의 효과를 얻기 어렵다. 또한 Openshaw(2006)와 Open Geospatial Consortium(2006)에 따르면, 과도한 참여로 인한 왜곡과 의사결정의 비효율성으로서 지역발전에 기여할 수 있는 방식이 아니라 지역별로 극단적 소수의 지역주민들에 의해



정책과정에서 공공참여 및 영향력이 증대되는 수준

그림 1. 시민참여의 유형과 단계

자료: OECD(2003), 시민참여유형을 필자 정리

참여가 왜곡될 수 있다.

Kingstone(2007)은 위와 같은 한계점이 지리정보를 활용한 시민참여형 GIS가 새로운 형태의 시민참여방식으로써 대두되는 원인으로 지적하였다. 시민참여형 GIS는 온라인상에서 시민들이 직접 참여하여 시공간적 제약을 축소화하였고, 해당지역의 시민의견을 상호협력적으로 형성할 수 있다. Marc and Eliot(2005)는 이러한 특징을 가상공간에서 참여형태의 다양성을 확보하고, 새로운 거버넌스 유형의 특성이라고 하였다. 또한, 과도한 시민참여로 인한 왜곡과 지역별 시공간적 종속에 따른 측면은 인간의 사회적 활동을 주목할 필요가 있다. 염동훈(1997)은 Giddens의 구조화 이론에 대한 방법론적 검토에서 인간의 활동과 구조 혹은 체계간의 상호작용이란 맥락에서 사회는 하나의 과정이란 점을 강조하고 있다. 다시 말해서, 인간 활동과 실세계에서 특정 주제 구조화의 개념은 서로를 전제하고 있다는 점을 지적하고, 사회이론은 모든 사회 존재 가운데 시간과 공간의 상호작용을 인식해야한다고 해석하고 있다. 즉, 과도한 시민참여는 특정주제가 시공간적으로 종속되며, 시민참여를 위한 지리적 지식을 제공할 때 확률적으로 가능성이 높은 측면의 제공으로서 최소화할 수 있다. 그리고 Hägerstrand(1975)에 따르면, 인간의 사회적 활동은 시간에 따른 연속적 배열인 시공간 통합 형태의 사상으로 나타난다. 여기서 시사점은 사회적 구조와 인간의 활동은 사회적 통합과 지역주의에 따라 구조화의 힘이 작용하고, Hägerstrand의 시공간 개념에 따라 어떠한 시공간 통합 형태의 사상으로 나타난다면, 개인별 특정 시간대별 인간인식의 개별화가 진행되고, 그 형태는 시민참여 형식으로 가능하다. 더불어, Michael(2007)의 사회적 협력 논의는 지역의 경계와 상호연관성을 강조하고, 거시적·미시적 측면의 통합을 분류해야 한다고 지적하고 있다.⁴⁾

위 논리는 참여방법의 다양성으로써 시민 개인의 전통적인 소극적·제한된 참여에서 벗어나 발견적·확률적 접근방식의 다양한 의사소통이 가능하다는 것을 유추할 수 있다. Florent and Aurore (2005)에 따르면, 이러한 지역의 시민참여는 대의제 민주주의처럼 정치로부터 소외되는 형식이 아닌 개인의 의사를 의

사결정과정에 반영하는 적극적 참여라고 판단하고 있다. Konisky and Beierle(2001)에 따르면, 시민참여는 양방향 의사소통으로 정보통신기술을 활용하여 공공부문의 의사결정방식에 직접참여가 가능하고, 특정지역에 대한 지리적 지식 생성이 가능할 뿐만 아니라 결정계획권자, 의사결정자의 편파·왜곡된 영향력을 최소화할 수 있다. 그리고 가상공간에서 공공성을 갖고 공동체를 형성한다고 지적하고 있다. 특히, 특정지역에서 이익집단의 개념적 대립과 문제해결을 가상 공동체가 수행하여 사회적·지역개발과 같은 공익차원의 문제를 해결할 수 있다.

Kingston(2002)의 연구는 지리정보를 활용한 영국의 시민참여 형태의 GIS 활용사례로서 시사점을 찾을 수 있다. Kingstone은 도시계획을 하는데 가상공간에서 주민참여를 어떻게 이룰 수 있는지 시민참여 GIS를 통하여 제시하고 있다. 이 시스템은 참여의 중대가 최종적으로 이루어지는 경우 가상공간에서 의사결정이 이루어진다고 설명하고 있다. 또한, 이 형태는 가상공간에서 참여를 의사소통 장벽을 기준으로 단방향과 양방향으로 구분하여 참여단계를 설명하였다. 구체적인 참여단계는 먼저 홈페이지 활용을 기본으로 하고 이를 통하여 계획과정에 있어서 관련된 조사 및 제안을 받을 수 있다.

이러한 방법들은 주로 단방향적이며 가장 기본적인 단계이다. 지리정보를 활용하여 기본적인 단계를 넘어서게 되면 양방향적 의사소통을 통하여 온라인 토론 포럼, 온라인 서비스 제공, 온라인 의견제시, 온라인 의사결정 등의 단계를 구성하고 있다. 그래서 Kingston의 온라인 참여 단계는 먼저 기본적인 홈페이지나 조사 등이 있고 의사소통의 장벽을 넘어 온라인 포럼, 온라인 서비스전달, 온라인 의견적용 등이 이루어지며 궁극적으로 온라인에서 공간적 의사결정이 이루어진다고 설명해주고 있다. 또한, Shiffer(1995)는 도시계획에 주민이 관련정보를 활용한 접근이 점차 증가될 것이라 보고 PC, 웹, 미디어 등을 이용한 시민참여 방법을 제시하고 있다. 특히, 웹을 활용한 참여적 지도화 기능은 주민참여에 대한 분석을 통하여 정보를 활용한 기능을 제시하고 있다. 위 내용은 최근 도시계획에서 시민참여 GIS를 이용하여 주민들의 참여를 활성

화하는 것이라 볼 수 있으며 다양하게 개발되고 있는 시민참여형 GIS는 계획 과정에서 전통적 참여와 비교해 볼 수 있는 좋은 예라 할 수 있다.

이러한 연구들은 지리정보를 활용한 시민참여에 시사점을 제공하고, 정보통신기술을 활용하는데 초점을 맞추고 있다. 필라델피아는 시민참여형 GIS를 의사결정과정에 활용한 사례이다. 이 지역은 지속된 인구감소와 실업증가처럼 지역현안을 해결하고 활성화하고자 1970년대부터 CDC(communitiy development)를 조직하였으며, 근린 지역 정보 시스템(NIS: neighborhood information system)을 구축하여 지역주민의 의견을 수렴한 정책결정에 활용하고 있다. 이 시스템은 지역주민의 삶의 질과 연관된 정책, 토지 관리에 대한 의견, 안전한 도시생활을 위한 정책, 그리고 지역문화 정체성의 발전에 대한 의견을 수렴하는데 활용하고 있다. 이러한 시민참여형 GIS는 시민의견 수렴이라는 장점에도 불구하고, 아래와 같은 한계점을 가지고 있다. 실세계는 매우 복잡한 공간사상으로 구성되고, 이러한 공간사상을 계량적으로 접근하면, 시공간적 복잡성의 문제가 수반되어 불확실성이 내재되어 의미적인 지리적 지식추론방식에 문제가 된다. 이 문제는 특정 주제에서 지식추론의 실체에 근거하여 정의되므로 특정분야에서 인간의 심리적 직관을 반영하기 어렵고, 결국 의미적으로 상이한 지식을 추론하게 되는 원인으로 발생한다.

3. 시민참여형 GIS를 위한 온톨로지 설계

1) 기존 온톨로지 기반 GIS 검토

Gruber(1993)에 따르면, 온톨로지는 공유화하는 개념화의 형식적이고 명확한 명세서라고 정의하고 있다. 다시 말하면, 온톨로지란 특정주제에 따라 실세계를 모델링할 때 이와 관련된 개개인이나 집단들이 합의하여 도출한 개념들을 명시적으로 정의할 뿐만 아니라 컴퓨터가 이해하고, 처리할 수 있는 형태로 표현하여 나타난 용어들의 논리적 집합이라고 할 수 있다. 지리

정보에서 온톨로지를 적용하기 위한 범위 및 활용을 위한 접근은 매우 실험적인 초기수준이고, 다양한 견해가 나오고 있다.⁵⁾ 온톨로지는 형식성의 정도에 따라 추론메커니즘의 정도에 영향을 받는다. Fonseca(2004)에 따르면, 이것은 특정 주제에 활용하는지에 따라 특정영역의 지리적 지식을 모델링하고 처리하여 사용자의 지식공유 및 재사용을 가능하게 하는 요소이다. 또한, Fonseca(2001)에 따르면, 지리정보를 활용한 온톨로지는 지식표현·지식베이스·검색·관리 등 다양한 용도로 적용할 수 있으며, 목적에 따라 상호운용성, 표준화, 의사소통 등이 중심이 된다. 영국의 Ordnance Survey(2007)와 Leeds 대학 연구팀은 실세계에서 지리정보를 활용한 국가전체 수준의 공간적 의사결정체계를 수립하기 위해 온톨로지 설계를 논의하였다. 그들은 지역에서 공간사상을 인지하고 활용을 위한 사용자 그룹으로 실세계 인지와 사용자 그룹 간 다른 견해의 분석, 지리정보에서 온톨로지 개념을 정의하는 방법론과 기법연구, 그리고 지리정보에서 본질적인 원자료의 질을 높이는 방안의 3가지의 주요 목표를 세우고 연구를 추진하고 있다.

그리고 Bennett(2004)은 지리온톨로지의 필요성으로 지리정보를 처리하고, 실용적 활용을 위해서 상호의존성 기반 창발적 속성(emergent property)을 매우 중시하여 기술적 측면의 정보통합화에 중점을 두고 있다.⁶⁾ Gahegan(2003)에 따르면, 지리적 지식은 실세계의 지리적 사상을 정보화하여 패턴인식, 검색, 분류 등 기존의 처리하기 어려운 공간문제의 해결책을 제시하고, 이에 대한 방법론으로서 지도화하여 시각화하고 있다. 또한, 지리정보의 형태와 컴퓨터의 표현방법은 위상과 기하학을 함축하고, 이 틀은 지리적 속성의 측정을 요구하며 결과적으로 패턴을 추출할 수 있다. 따라서 지리정보는 고차원적일 뿐만 아니라, 다른 차원의 정보측정을 제공하여 거리에 따라 상호연관성이 존재한다.

최근에는 시맨틱웹에 기초한 모바일 환경에서 온톨로지 적용 연구가 시도되고 있다. Lee(2007)는 모바일 웹 환경에서 사용자의 행동패턴에 부합되기 위한 관광정보를 제공하는 실험적 시스템을 통해 관광정보를 검색하는데 활용하고자 PARA(place attraction resource

activity) 온톨로지 모형을 설계·구현하였다. 또한, Hong(2006)은 지리적 지식이 사회적 관계에 종속되어 있고, 그러한 관계를 공유하는 특정 지역 내 커뮤니티 내의 인간 활동에서 도시공간이동에 주목하여 개념적 모델을 제시하였다.

위와 다른 관점으로, Luo(2007)는 선형적 관점의 실세계를 염두에 두고 기술적 설계와 실험적 차원의 설계와 구현을 수행하였다. 그는 실세계 특정 문제를 해결할 수 있는 기술적 방안에 주목하고, 지리정보시스템의 기술체계와 장소에 대한 복잡하고 다양한 지리적 변수적용의 차이점을 과학적 연구측면의 심각한 장애로서 해결해야하는 주요문제로 삼고 있다. 이 문제는 문제해결환경(PSE: problem solving environment)으로 규정하고, 그 문제의 해결방안으로써 구성적이질성과 의미론적 이질성으로 구분하여 상호운용성을 해결하기 위한 규칙을 설정하였다.

위와 같은 상호운용성은 개인의 특정 관심사항과 알고 있지 못하는 지역에 대한 사상을 추천화할 때 사용자가 원하는 적합한 지식을 추론하는 과정이 필수적이다. 이 현상은 개인의 선택사항 입력과 추론과정에 연계되는 문제이며, 그 결과는 다양한 지리적 변수들의 상호작용을 통한 분석과 시민참여형 GIS에서 시민공간행동원리에 의한 지식추론을 어렵게 한다.

2) 지리적 지식 추론을 위한 규칙 설정

(1) 개인선택에 따른 공간사상 취득

이 연구에서 시민참여를 위한 방안은 공간에 대한 인식을 반영하기 위해 조건, 적용, 그리고 추론으로 분류하여 규칙을 정의하였다. 조건은 실제 공간에서 존재하는 정체성과 공간사상, 적용은 인간 개개인의 심리적인 직관, 그리고 추론은 각 개별 특성에 따른 지리적 지식이라고 사전에 정의한다.

특정주제에서 통합대상이 되는 지역의 공간사상을 개념화한 자료가 로컬스키마의 합집합이면, 아래 식(1)로 표현할 수 있다. 여기서 r_i 는 각 개별적인 지리적 정체성을 이루는 구성요소이며, 각 i 는 로컬스키마를 표현하는 색인이라고 정의하였다. Γ 가 특정주제(예, 역사테마관광)와 관련된 공간자료의 집합으로 얘기할 수

있고, r_i 는 각 개별 공간자료와 속성자료, 그리고 i 는 공간사상을 개념화시 공간 색인으로 활용할 수 있다.

$$\Gamma = r_i \tag{1}$$

위식을 토대로 연구지역의 각 주제별 공간사상을 통합한 Σ 는 주제별 Γ 를 통합한 스키마의 부분집합이거나 동일하다. 이것은 실세계의 각 주제별 공간사상들을 정의한 값의 합집합으로서 하나의 지식의 관점으로 인식하고, 아래와 같이 식(2)로 표현하였다.

$$\Sigma \subseteq \Gamma \tag{2}$$

(2) 공간사상과 온톨로지의 상호운용성 규칙

온톨로지에 정의된 개념 σ 과 개념간의 또는 인스턴스 λ 와 인스턴스의 관계를 표현하는 온톨로지 상호연관성 지식 Ω 은 식(3)으로 정의된다. 만약, 의미: S(semantic), 제약조건: C(conflict), 관계: R(relationship), 그리고 온톨로지: O(ontology)로 정의한다면, 식(4)로 표현하여 각 포함관계와 계층성을 표현할 수 있다. 예를 들어, 고구려왕조 관련 지역사상 "K" 과 조선왕조 연관 지역사상 "C" 의 연관성은 λ 로 표현할 수 있다.

$$\Omega = \sigma \times \sigma \times \lambda \tag{3}$$

$$\lambda = RK \cup RC \tag{4}$$

이러한 규칙과 의미를 혼합하여 다음과 같은 기술논리(DL: description logic)로 표현하고, 이러한 논리를 기반으로 응용하여 작성하고 종합하였다.

고구려왕조 관련 지리적 지식

$\Gamma_k \exists \Gamma_k \text{ hasOutputParameter OutputHistory}$

조선왕조 관련 지리적 지식

$\Gamma_c \exists \Gamma_c \text{ hasOutputParameter OutputHistory}$

역사테마관광 상호 연관성은

$\lambda \subseteq \text{hasOutputParameter OutputHistory}$

아래는 특정지역(예, 경기도 구리시)에서 기술적 논

박지만

리를 특정지역에 대해 적용하기 위해 개인의 요구에 대한 공간사상, 속성정보를 제공하기 위한 요소와 모형을 정의하면 아래와 같다.

```
GuriOperationModelElement
  FeatureDataOperationElement
    FeatureOperationOperation
      FeatureProcessingOperation
        AcrossAttributeTypes
  GetPosition ⊃ GuriOntology:hasOutputSymbol
  symbol:CoordinateSet
```

위에서 정의한 논리를 실험적 시스템에 적용하기 위해 기존 좌표체계, 공간데이터베이스와 연계하였다. 이 연계작업은 이기종간 상호운용성을 보장하는 방식으로 미국 OGC(open GIS consortium)의 개방형위치정보위에서 정의한 논리를 실험적시스템에 적용하기 위해 기존 좌표체계, 공간데이터베이스와 연계하였다. 이 연계작업은 이기종간 상호운용성을 보장하는 방식으로 미국 OGC(open GIS consortium)의 개방형위치정보 서비스형식인 개방형위치서비스(OpenLS: open location service)개념을 적용하였다. 이 개념은 OGC의 개방형GIS 명세서(OpenGIS specification of OGC), Topic-2 (좌표체계에 따른 공간참조자료 개념)에 정의된 논의이며, 표준방안이다. OpenLS는 개방형위치서비스 개념과 기존 ESRI사의 자료포맷을 활용하여 온톨로지를 설계하였다. 실험을 위해 구리시의 공

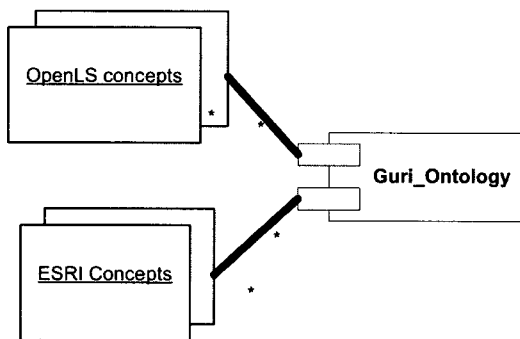


그림 2. 상호운용성 연결

간사상을 대상으로 하였다(그림 2).

실험적 시스템의 인터페이스에 의해 획득된 사용자 개인의 직관에 따른 선택은 공간사상에 반영되고, 위치를 취득하는 규칙을 아래와 같이 설정할 수 있다. 그리고 온톨로지와 공간데이터베이스의 공간사상들을 연결방안에 대한 해답으로서 아래와 같은 설정을 하였다.

```
OLS: Services.GatewayServices.Guri
  ⊃ OLS:hasInputParameter OLS: Input
OLS: Services.GatewayServices.GatewayResponse
  ⊃ OLS:hasOutputParameter OLS: Output
```

실험적 시스템에서 입력받은 변수는 개방형위치서비스(OLS) 개념으로 사용자가 시스템의 인터페이스를 통해 선택되는 정보를 처리단계에서 온톨로지에 입력 출력되어 변환한다. 이후 이 변환의 결과는 기존 공간자료를 활용하기 위해 아래와 같이 설정하여 좌표체계를 부여한 공간자료를 활용하였다.

```
OLS:GatewayResponse ≡
  ⊃ Guri:hasOutputSymbol symbol:CoordinateSet
ESRI:AddXYCoordinates ≡
  ⊃ OLS:hasOutputParameter OLS:OutputGuri
```

(3) 사용자 선택에 따른 규칙 설정

위에서 설정한 규칙을 바탕으로, 지리적 지식을 생성·처리하기 위한 질의처리와 변수처리 규칙을 작성하였다. 크게 두 가지로 분류하여 속성 값에 따라 변화하는 자기상관성, 이질성, 그리고 그에 따른 공간변수의 처리에 따른 기초 설정법이다. 인접한 공간사상을 처리하는 방법은 아래처럼 좌표체계를 활용하여 인접 분석을 처리한다. 이 규칙과 레이어의 속성 값에 따라 분류한 추출 및 근접한 점 사상을 검색하여 질의에 응답하는 규칙이다.

```
ESRI:AnalysisOperation.ProximityToolset.Buffer
ESRI:GUI.LayersAndTablesToolset.SelectLayerByAttribute
```

ESRI:AnalysisOperation.ProximityToolset.PointDistance

ESRI:AnalysisOperation.ExtractToolset.PointClip

사용자가 관광의 주요 관심사항을 역사테마로 선택한다면, 처리단계에서 고구려왕조 또는 조선왕조 관련 유적지를 선택한 변수에 따라 처리단계에서 온톨로지의 규칙모듈, 질의모듈, 그리고 자료 모듈에서 지리적 지식을 생성하기 위해 속성값을 유추하여 응답을 주는 제약조건을 규칙설정이다. 이 시나리오의 상호운용성 모듈을 위해 ESRI 자료형식, OGC의 OLS, 그리고 공리를 활용하여 위절에서 논의한 가상 시나리오를 적용하여 표현한 결과는 아래와 같다.

OLS:Services.DirectoryServices.DirectoryRequest

⊃ hasInputParameter(POILocation

∪ WithinDistancePropertyName

∪ PropertyValue)

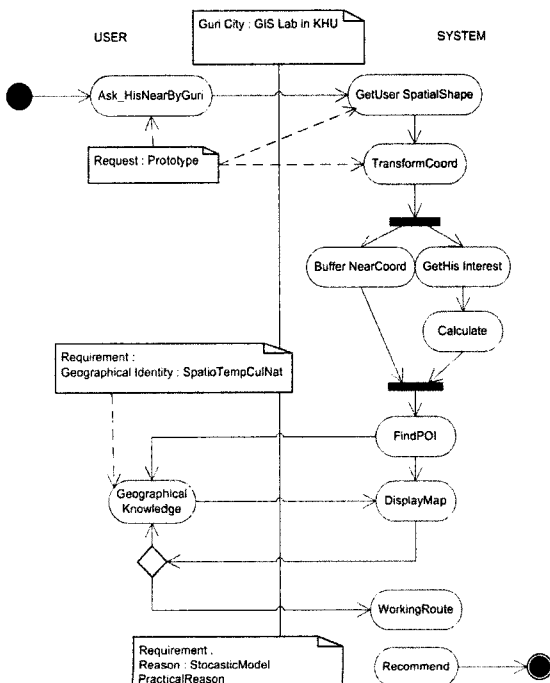


그림 3. 실험적 시스템의 상호운용성 처리

OLS:Services.DirectoryServices.DirectoryResponse

⊃ hasInputParameter ListOfPOI

관심지역의 위치정보와 특정범위내의 속성값은 실험적 시스템에 입력된 OLS개념에 의해 검색을 수행하여 제공하는 상호운용성 처리과정을 시각화하였다(그림 3). 이 처리과정은 시민이 지리적 지식을 추천받기 위한 과정으로 인식에 의한 관심사항을 입력하면, 존재하는 정보와 지리적 사상을 기반으로 추론하여 제공하는 과정을 설명하는 흐름도이다.

3) 온톨로지 설계 및 구현

온톨로지를 설계·구현하는 것은 지역에서 다양한 공간적 변수를 전체적인 관점에서 폭넓은 지식과 경험이 요구된다. 예를 들면, 지역 환경은 산업입지, 경제, 지역문화의 인문사회지리적 관점과 대기환경, 녹지 등 자연지리적인 요소를 포함하고, 시간에 따라 복잡한 상호작용이 내포되어 있다. 그래서 이러한 지역 환경과 상호작용을 포괄하는 온톨로지를 개발하기 위해 생명주기(life cycle)모형을 지향한다. 이 방법론은 AIU (artificial intelligence at university politecnice)에서 개발한 지식처리 분야의 방법론으로 온톨로지 개발에 있어서 각 단계에 필요한 요소를 완성해가는 기법이다. 생명주기 모형은 개발 과정에서 반드시 수행해야

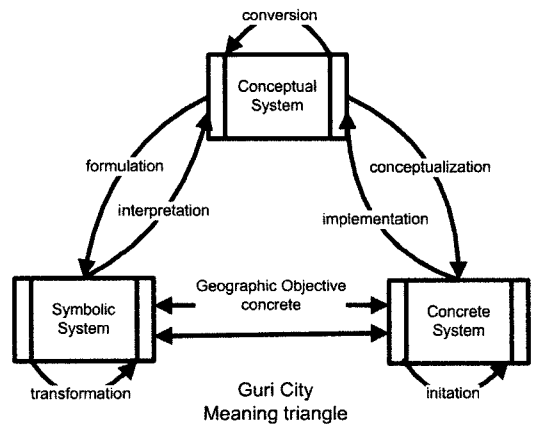


그림 4. 구리시 공간사상 의미의 삼각망

하는 활동들의 순서 집합이라 할 수 있는데, 본 연구에서는 각 단계에 대한 절차를 명세·개념화, 정규화, 통합·구현으로 3단계로 재분류하여 본 연구의 실험적 시스템에 적용하였다. 온톨로지를 통한 공간사상을 개념화하기 위해 특정지역을 사례로 개념화를 수행하였다. 그림 4는 구리시의 공간사상 개념화를 위한 의미의 삼각망으로서 구리시 공간이 내포하고 있는 지역개념을 지도의 기호형태로 표기하고, 이것은 통합시스템에서 지리적 지식을 표현할 수 있도록 변형·해석·구현하는 관계성을 표현하였다. 위 의미의 삼각망은 아래와 같이 기술명제를 유추할 수 있다. 첫째, 본 연구에서 개발할 온톨로지는 실험적인 통합 시스템에 적용하기 위한 연구로서 지리적 지식을 생성·처리하기 위해 구축한다. 그래서 지역에서 의미에 따른 분류를 수행하기 위해 개념에 따른 분류를 수행하고 제한요소와 범위를 계층적 구조에 따라 설계한다. 둘째, 지역에서 분류된 개념화된 공간사상의 관계성을 정의하기 위한 정보색인과 기호를 통해 표현하였다.

위에서 살펴 본 의미의 삼각망을 기초로 제약조건, 규칙, 그리고 공리를 공간사상 취득과 상호운용성을 위한 규칙을 종합하여 그림 5로 표현하였다. 사용자가

역사테마와 관련된 지리적 지식을 요구하면, 실험적 시스템은 관심정보의 조건에 맞는 공간사상과 좌표체계를 검색한다. 그리고 이후 논의할 온톨로지에서 지리적 지식을 추론하여 지리정보를 추천하는 방식의 처리과정이다. 이 작업은 필요한 클래스를 정의하는 것으로 시작하여 각 영역의 분류체계나 온톨로지를 활용하기 위해서 클래스들의 집합을 분류 및 개념화하였다. 이러한 클래스를 정의하기 전에 계층구조에서 고려할 규칙을 작성하였다. 첫째, 유사한 개념은 통합하고, 하나의 클래스로 정의하고, 이름을 명확하게 정의한다. 둘째, 클래스 관계를 순환적으로 정의하지 않으며, 단수형을 복수형의 종속되게 하지 않는다. 셋째, 다중상속을 고려하여 복잡한 관계는 단순화를 위해 새로운 클래스로 표현하고, 기존 클래스의 관계를 정의하여 명시화한다.

그림 6은 의미의 삼각망의 개념적 체계를 특정지역의 지리적 속성을 갖고 있는 개념을 분류한 것이다. 이러한 공간사상의 개념화는 구리시의 명시화된 개념에 의해 의미론적인 속성 값으로 변환 된다. 또한, 공간사상의 계층적 정규화작업은 최상위, 핵심, 그리고 행위 클래스로 구분하여 공간사상의 개념화·분류화 작업

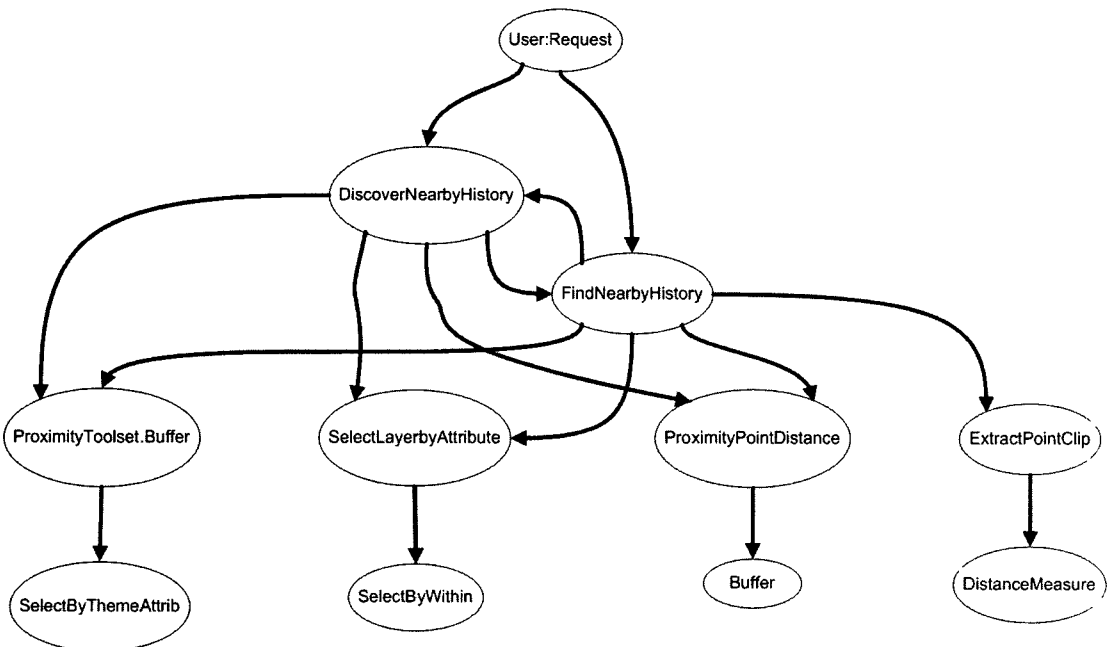


그림 5. 지식생성 및 처리에 대한 규칙과 조건 시각화

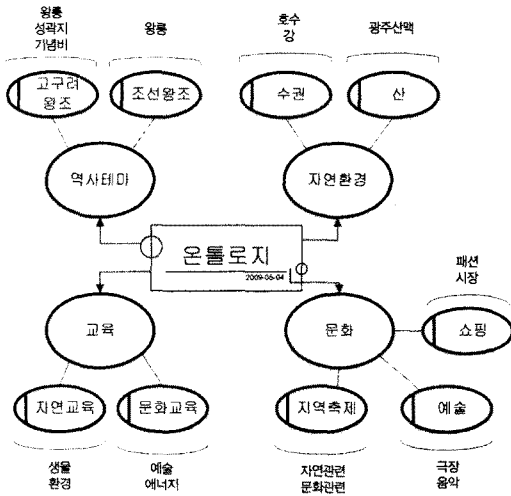


그림 6. 공간사상의 계층적 정규화

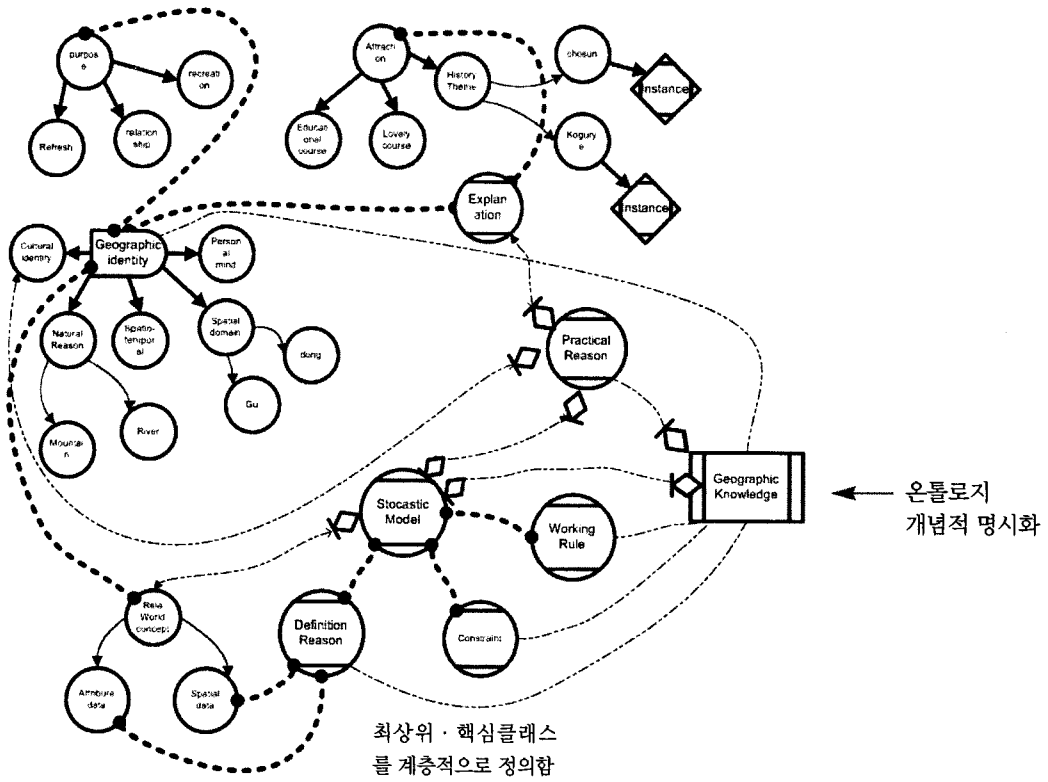
자료: 박지만 · 황철수(2008)

이후, 지리적 지식을 생성할 수 있도록 웹 온톨로지 언어를 사용하여 정규화하였다. 최상위 클래스는 상속성의 “부모-자식” 구조에서 제일 상위에 존재하며, 본 연구의 온톨로지를 모델링할 때 최상위 클래스는 4개 (역사테마, 자연환경, 교육, 문화)이다. 핵심클래스는 공간영역의 범위를 명확하게 도출하고, 적용된 집합의 특성을 받는 공간사상의 중간분류체계이며, 특정주체의 목적과 인간의 인식 관점에 따라 다르다. 차후, 이 변환은 공간자료와 속성자료에 변형되고, 추론에 의한 해석과 체계성을 갖춘 의미를 해석하여 ESRI포맷의 공간자료와 의미론적 분류가 수행된 온톨로지에 의해 혼합된다. 이 정규화 과정은 웹 온톨로지 언어를 활용하여 적용하였다(표 1).

표 1. 정규화에 사용한 웹 온톨로지 언어

구분	표현기법	의미	설명
계층구조	class, subClass	개념에 따른 계층구조화	<pre><owl : Class rdf : ID="구리시"> <rdfs : subClassOf rdf : "#동구동"/> </owl : Class></pre>
속성값	Object Property	공간 개념과 범위적용	<pre><owl : ObjectProperty rdf ID="역사테마"> <rdfs : domain rdf : "#고구려왕조"/> <rdfs : range rdf : "#아차산 유적"/> </owl : ObjectProperty></pre>
표현	intersection union	연산에 따른 분류	<ul style="list-style-type: none"> -And연산 : owl : intersectionOf -Or연산 : owl : unionOf -Exclusive Or연산 : owl : cimplementOf
열거	Enumerated Class	특정사상에 대한 열거	<pre><owl : Class rdf : ID="아차산 유적"> <owl : oneOf rdf parseType="Collection"> <owl : thing rdf about "#아차산고분1"/> </owl : oneOf> </owl : Class></pre>
제약	disjoint With	개념에 따른 연관성	<pre><owl : Class rdf : ID="고구려왕조"> <rdfs : disjointWith rdf : "#조선왕조"/> </owl : Class></pre>
함수	Function Inverse	함수적용 및 역의 관계성 정의	<ul style="list-style-type: none"> -함수속성 : FunctionalProperty -역함수속성 : InverseFunctionalProperty -역의관계 : inverseOf
관계성	Equivalent versionInfo	동치성과 비동치성, 수정	<ul style="list-style-type: none"> -동치 : equivalentProperty -비동치 : AllDifferntOfProperty -수정 : versionInfo -불확실 : incompatibleWithProperty

박지만



온톨로지 구현 →

그림 7. 온톨로지 구현 및 지리적 지식 추론과정

지리적 지식을 추론하기 위한 모델은 속성에 따라 다음과 같이 설정하였다. 첫째, 실험적 시스템은 시민의 참여하는 형태로서 특정지역에 가려하는 “purpose”를 입력받는다. 목적은 3가지로 단순화하여 “recreation”, “refresh”, “relationship”에서 선택한다. 둘째, 매혹도는 사용자의 “attraction”에 따라 “education”, “lovely course”, “history theme”을 입력받는다. 이후, 입력받은 각 선택사항은 의미에 따라 연결된 실세계 존재하는 공간사상과 연관된 자원(resource)를 검색하게 된다. 셋째, 지리적 지식추천을 위한 지역의 속성과 공간사상은 “purpose”, “attraction”에 입력된 사용자의 선택사항에 기반 실세계 존재하는 공간사상을 검색하고, 개인의 매력도에 대한 시공간적 상황을 고려한 추론을 수행한다. 이 작업은 실용적 수준에서 접근도, 제약조건, 그리고 관광자원을 검색하고 최적의 지리적 지식을 추천하는 모odel이다. 이 모델은 통합시스템에서 공간데이터베이스의 공간자료와 속성 자료를 추출하여 해당지역을 시각화하여 사용자에게 시각화된 정보를 추천한다.

그림 7은 이러한 규칙을 기준으로 각 영역에 해당하는 개념들을 정리하고, 부정확하게 존재하는 개념을 제거하여 클래스 관계를 작성하였다. 각 클래스의 해당영역은 일반적으로 통용되지 않는 것은 속성을 정의하지 않고, 공통적 속성은 핵심클래스 보다 슈퍼클래스에 정의한다. 또한, 속성 값은 더 이상 분해할 수 없는 특징일 경우 속성으로 정의하고, 속성 값이 분해될 수 있다면, 별도의 클래스로 정의하며, 차후에 제약조건으로 정의한다. 속성 값을 제약하는 추론은 지리적 지식을 생성하기 위한 온톨로지를 구축할 때 발생하는 불확정성을 최소화하여 추론규칙을 구성하였다. 이 제약조건은 지리적 지식의 불확실성을 감소와 추천정보를 제공할 수 있는 근거가 된다.

4. 실험과 평가

실험은 위에서 시민참여형 GIS 검토와 설계·구현된 온톨로지를 적용하고, 실험적 시스템을 통해 연구

문제에서 제시한 개인의 순수직관형식을 반영한 방식과 이러한 개인인식을 바탕으로 지리적 지식을 추론하는 과정을 평가하는데 그 의미를 가지고 있다. 더불어, 이 의미는 시민참여형 GIS의 관점에서 시민의 요구에 의해 대응하기 위해 자료형태의 불일치현상을 해결하고, 실험적 시스템을 통해 상호운용성을 확보하였다.

1) 실험을 위한 구성적 상호운용성

위 상호운용성 확보를 위한 방법론은 OWL(ontology web language)로 구현된 온톨로지, 공간데이터베이스를 연계한 통합적 시스템으로 구성적 이질성을 통합하였다. 그리고 지리적 지식 추론과정은 의미론적 상호운용성을 위해 실세계의 공간사상, 실험적 시스템, 그리고 온톨로지의 제한요소와 규칙을 통해 연계하는 과정을 표현하였다. 다시 말하면, 이 실험적 시스템에 적용한 방법론은 시민참여형 GIS를 위해 기존 기술들의 방법과 온톨로지 적용을 위한 새로운 방법론의 생성이라는 것에 그 의미가 있다. 온톨로지를 지원하기 위한 공간사상은 공간자료를 전처리·구조

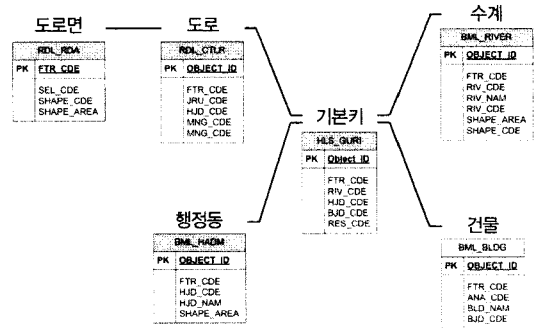


그림 8. 공간자료의 전처리

```

define cube HLS_schema [RDL_CTRL, BML_HADM,
    BML_BLDG, BML_RIVER];
define dimension RDL_CTRL as
    (OBJECT_ID,FTR_CDE,JRU_CDE,,HJD_CDE,MNG_CDE)
    RDL_RDA(FTR_CDE,SHAPE_CDE,SHAPE_CDE)
define dimension BML_HADM as
    (OBJECT_ID,FRT_CDE,HJD_CDE,HJD_NAM,SHAPE_ARE
define dimension BML_RIVER as
    (OBJECT_ID,FTR_CDE,RIV_CDE,RIV_NAM,RIV_CDE,SHAPE
define dimension BML_BLDG as
    (OBJECT_ID,FTR_CDE,ANA_CDE,BLD_NAM,BJD_CDE)
    
```

박지만

화하여 공간데이터베이스를 구축하였다. 실험적 시스템은 사용자가 개인의 심리적 직관에 의한 선택, 시각화, 그리고 온톨로지가 추천한 정보를 시각화할 수 있는 모듈을 통합하였다. 서버측면은 공간 데이터베이스가 구축되고, 공간자료들은 온톨로지에서 추론된 지리적 지식에 필요한 공간 자원(resource)들을 변환하여 제공하게 된다. 본 연구에서 구현할 전체 공간자료의 처리과정은 그림 8과 같다.

온톨로지의 추론단계를 거친 지리적 지식은 메시지의 형태의 자원으로 전달되고, 공간데이터베이스에 저장된 실세계 사상과 결합하여 사용자에게 추천정보를 제공하게 된다. 이 방안은 온톨로지가 기본적으로 갖는 RDF형식의 초기자원에서 처리할 수 있고, 좀 더 복잡한 지리적 지식을 요구하면 온톨로지의 추론단계로 넘어가게 된다.

추천된 지리적 시각화는 온톨로지의 상호운용성과 의사소통의 결과물인 지리적 지식을 공간데이터베이스의 공간사상과 연관되어 실험적 시스템의 인터페이스로 시각화하는 설정과정이다. 처리된 지식은 사용자가 선택한 변수에 따라 생성되며, 이 지식을 처리하여 실험적 시스템에서 시각화 하는 과정은 아래 식과 같은 방식으로 처리되어 공간데이터베이스의 공간자료들이 시각화된다.

Guri:OperationModelElement
HumanInteractionoperationElementMapDisplay.
ShowMap
Guri:OperationModelElement
HumanInteractionoperationElementAttributeDisplay

지리적 지식을 위한 속성정보의 시각화는 실험적 시스템의 별도의 정규화된 테이블 형식의 모듈을 구축하여 계획하고, 그 모듈을 통해 사용자가 입력한 정보를 시각화하였다. 또한, 아래 설정은 온톨로지의 공리로 표현하여 OLS: Services 형태이다. 아래 식은 이 규칙을 적용하여 공간데이터베이스에서 자료를 추출하기 위한 호출이다.

OLS:Services.PresentationServices.PortraitMapRequest

⊃ *OLS:hasInputParameter(OLS:CenterPoint*
OLS:DisplayScale) ∪
OLS:Services.PresentationServices.PortraitResponse
⊃ *OLS:hasOutputParameterOLS:MAP*

시각화는 사용자가 원하는 개인의 직관력과 함께 실제 존재하는 실세계의 공간사상을 연관하여 표현하였다. 이 기법은 사용자의 직접 질의처리에 대응하기 위한 공간데이터베이스에서 추출하여 지도로 표현하였다. 이 형식은 ESRI의 포맷을 따르고, 실험적 시스템의 인터페이스에 시각화하였다. 위 사항을 공리로 표현하면 다음과 같은 논리 절차를 가진다.

ESRI:DrawAndQuery ≡
(ESRI:DrawMapESRI.SelectFeatureByQuery)
ESRI:DrawAndQuery ≡
Guri:DisplayAndShowDetails

위 설정은 OGC Open LS의 개념에 따른 자료형식과 구리시 온톨로지의 관계를 적용하여 공리로 표현하였다. 이 논리는 지도시각화를 위한 요청이 구리시의 추천정보를 시각화하고, 그 시각화는 구리시 범주에 한정하는 제약조건이다.

OLS:PortraitMapRequest ⊆
Guri:DisplayAndShowDetails

대중교통 설정은 입력된 정보와 사용자의 매력도를 통해 추출된 장소에 접근하기 위한 방식으로 아래와 같다. 이 설정은 사전에 구현된 버스노선도와 도로자료와 연계하여 추천위치에 도달할 수 있는 최적의 교통로를 추천하게 된다.

ESRI:FindBusRouteRequest
⊃ *OLS:hasInputParameter*
(OLS:RouteTravelMode.PublicMode ∪
OLS:BusRoutePointList ∪

OLS:RouteBusNumberRequest
∪ OLS:RouteInstructionRequest
∪ OLS:RouteGeometryRequest

ESRI:FindBusRoute ≡
 (*ESRI.RouteStop* ∪ *ESRI.RouteType* ∪
 ∃ *OLS:hasOutputParameterOLS*
 :*BusRouteMapOutput*)

공간사상에 근거한 추천정보는 위와 같은 방식으로 지역축제를 검색하고, 위치정보를 찾는 방식을 설정하였다. 이 설정규칙은 구리시에 있는 각 특성에 맞는 지역축제를 사용자에게 추천이 가능하게 되는 규칙이며, 아래 식처럼 제약조건을 작성하였다. 이 절에서 논의된 규칙설정을 시각화하면, 아래와 같다.

ESRI:FindNiceActivity ≡
 (*ESRI.SelectLayerByLocation* ∪
ESRI.SelectLayerByAttribute)

OLS:Service.DirectoryServices.DirectoryRequest
 (*hasInputParameterPOILocation* ∪
WithinBoundary
 ∪ (*PropertyName* ∪ *PropertyValue*) ∪
SortCriteria)

OLS:Services.DirectoryServices.DirectoryResponse
hasOutputParameter ListOfPOI

Guri:GetInterestingActivities ≡
Guri.SelectByThemeAttribute ∪
Guri.FeatureSelectionBasedOnGeometricObject
 ∪ *Guri.SelectByWithin*

Guri:GeoInterestingActivities ⊆
OLS:DirectoryRequest

ESRI:FindNiceActivities ⊆ *OLS:DirectoryRequest*

2) 실험적 시스템 통합 설계

전체시스템 아키텍처는 사용자가 설계된 온톨로지의 공리, 제약조건, 그리고 공간데이터베이스의 연계를 위하여 개념적으로 분류하여 처리하는 과정을 거치게 된다(그림 9). 그리고 연계된 온톨로지와 공간데이

터베이스의 상호연계는 의미의 연결망을 기초로 연계되고, 정의된 제약조건과 공리에 따라 지식을 생성한다.

이 시스템은 사용자의 직관과 감정에 따른 선택정보를 입력받는 것으로 시작한다. 그리고 사용자가 선택된 정보를 바탕으로 사전에 정의된 온톨로지의 개념적·명시적으로 분류한다. 분류된 정보는 실험의 흐름에 따라 공간데이터베이스와 온톨로지에 전달하고, 차후 지리적 지식을 생성한다(그림 10). 인간과 컴퓨터의 상호작용은 시민참여를 위해 개개인이 인터페이스를 통해 관심사항을 입력하여 정보검색, 질의를 통해 온톨로지에 전달되어 온톨로지는 규칙과 공리를 통해 자료를 발견하고, 추론하는 과정을 거쳐 지식을 생성한다. 이 지식은 메시지를 통해 지도를 통한 시각화와 속성정보를 제공하게 된다.

위 방안은 GUI을 통한 인터페이스를 통해 개개인의 심리적 요인을 입력하여 실험적 시스템이 인식하도록 수행하였다. 본 연구의 실험적 시스템 인터페이스는 크게 두 가지로 분류하고 있다. 첫째, 개개인의 구리시를 방문할 때 공급적 측면에서 인간 인식의 문제로 방문목적, 매력도, 그리고 접근방법을 선택하도록 입력하였다. 둘째, 공간적 의사결정에서 차후 확률적 정보와 소비비용, 이동패턴을 입력받도록 설계하였다.

이것은 차후 공간데이터베이스에 선택한 개개인의 정보가 자료화되어 정책결정시 활용이 가능하다. 개인 의견은 실험적 시스템의 인터페이스를 통해 시스템에 전달되고, 실험적 시스템에서 차후 정책의사결정에 활용하기 위해 자료화한다. 그림 11은 실험적 시스템에 개인의 나이, 성별, 목적지에 소비할 비용, 그리고 선호도를 입력하면, 해당하는 공간객체를 찾아 속성정보와 함께 검색이 가능하도록 공간데이터베이스에 저장하도록 설계하였다. 실험적 시스템의 인터페이스에 입력된 사항은 다른 모듈과 상호작용을 할 수 있고, 온톨로지와 연계된다. 온톨로지는 사전에 구조화된 제약조건 및 공리를 통해 결론적으로 사용자에게 지리적 지식을 추론하여 지도화 과정을 거쳐 추천정보의 형태로 제공하게 된다. 이상의 내용을 정리한 실험적 시스템, 온톨로지, 그리고 실세계의 관계를 표현하여 통합하였다(그림 12).

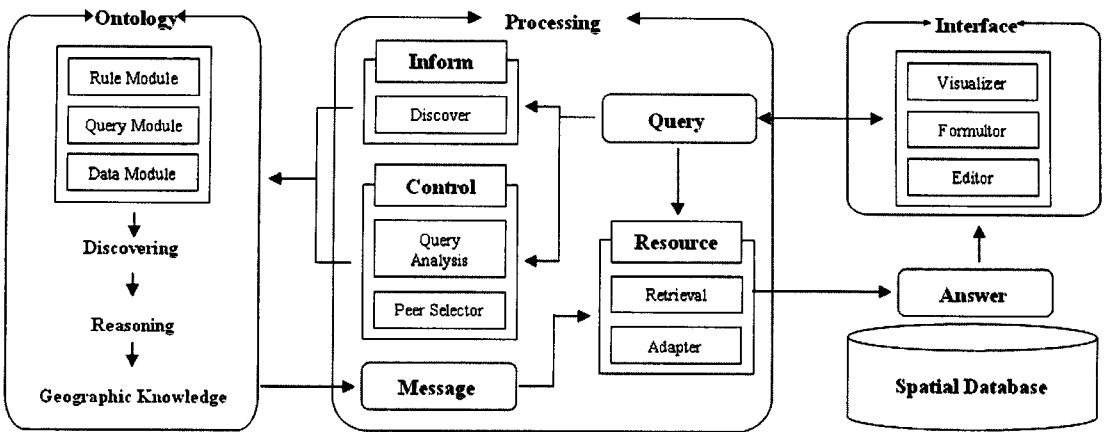


그림 9. 실험적 시스템 전체 개략도

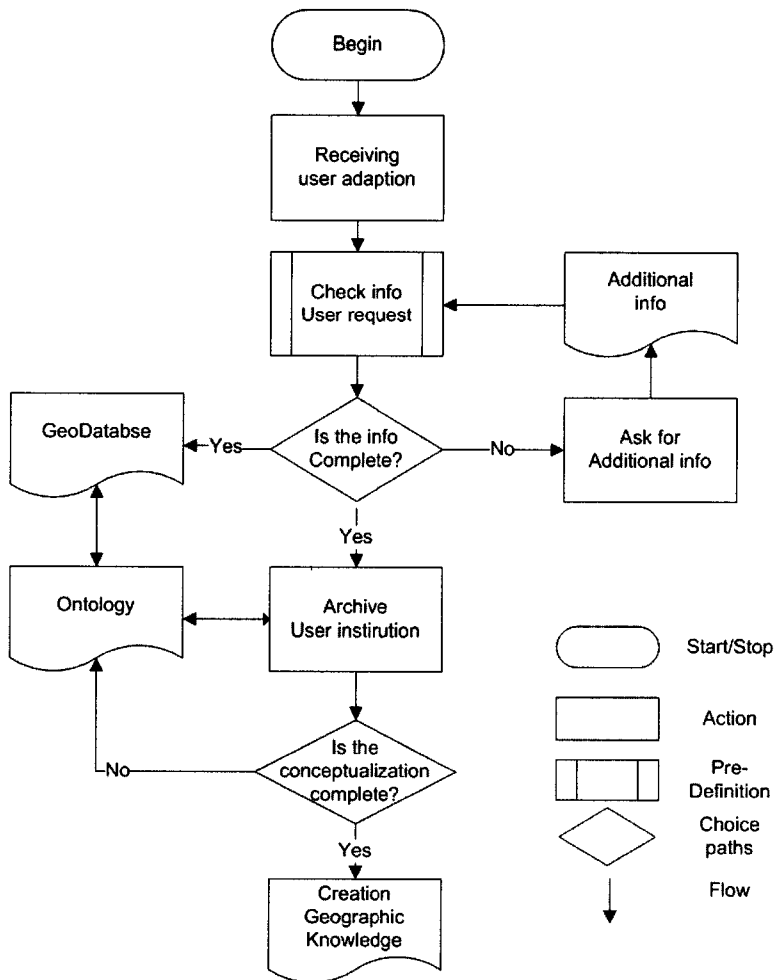


그림 10. 전체 실험적 시스템 흐름

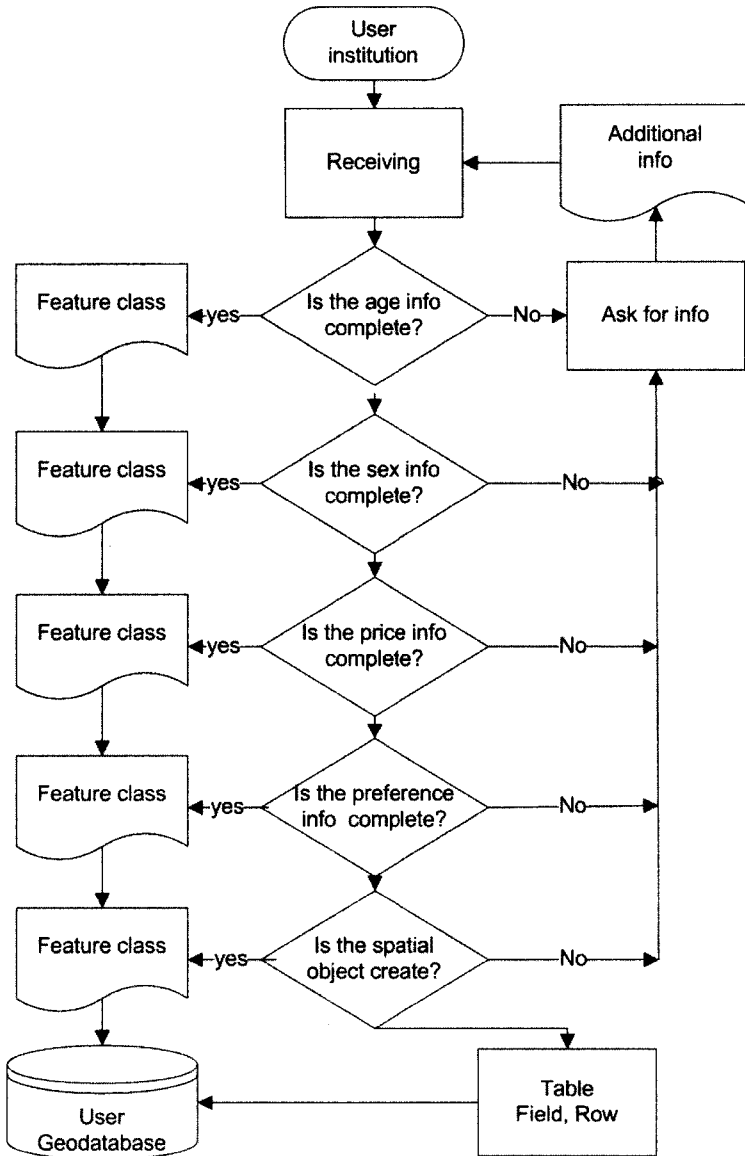


그림 11. 개개인의 인식정보 공간자료화

3) 실험에 대한 평가

(1) 시나리오 적용

그림 13은 시민참여 형태를 위한 불확실성과 불확정성이 내제된 복잡한 실세계에서 각 개인의 직관적 인식을 개념적으로 명시하고, 온톨로지의 추천된 지리정보를 활용하여 지리적 지식을 추론하는 과정을 시각화

한 것이다. 구체적으로, 인간의 인식은 개별적 순수적 관형태에서 커뮤니티 기반의 협력적 의사결정으로 전개될수록 창발적 속성에 기인한 지리적 지식이 생성되는 기준과 실세계의 경험적인 실체에서 선형적 지리적 사상으로 전개될수록 복잡하고 불확실성이 내제된 사고절차를 따른다. 이러한 형태는 실험적 시스템의 기본 개념과 불확실성이 반영된 실세계를 고려하지만,

박지만

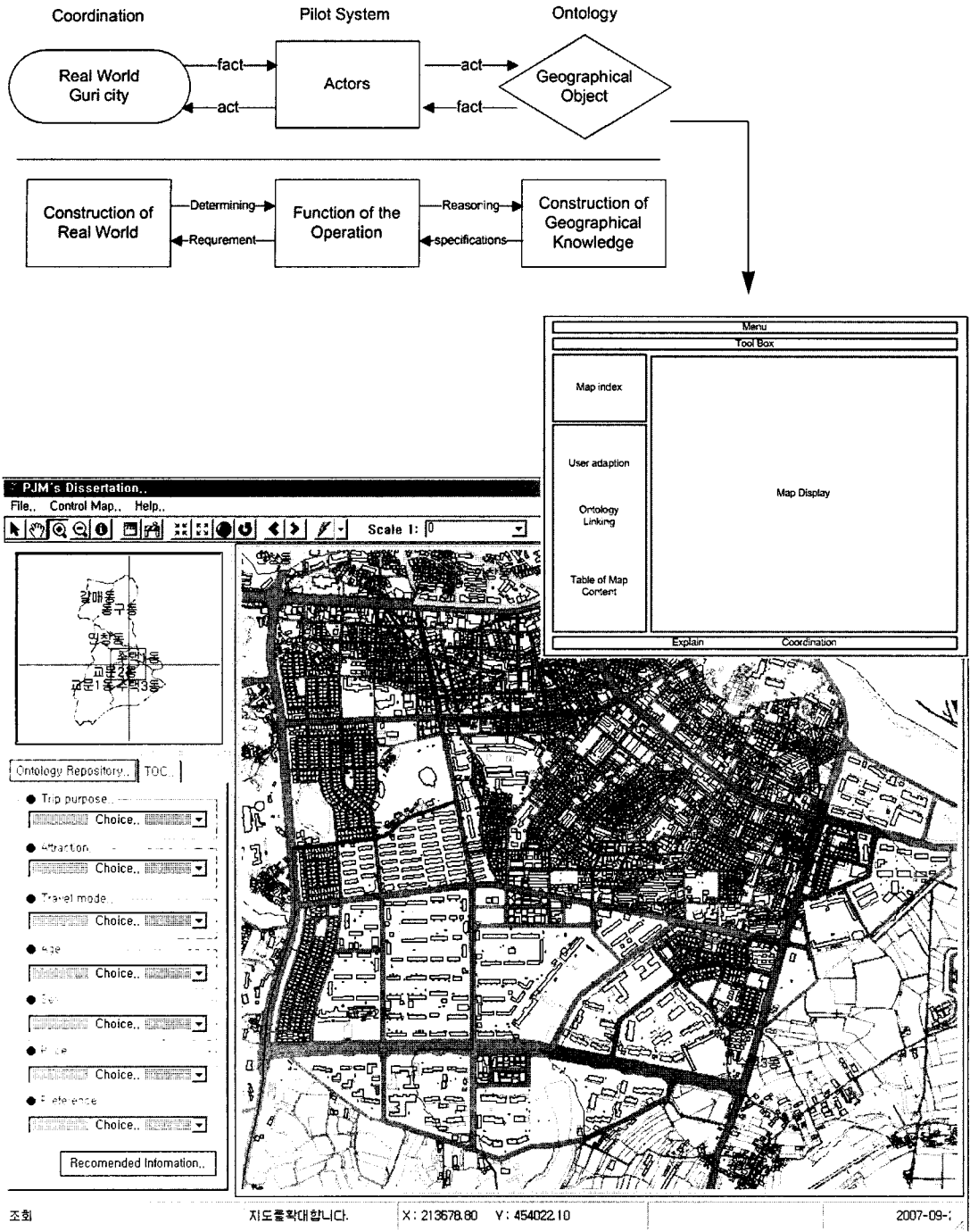


그림 12. 통합적인 실험적 시스템 설계·구현

이것을 활용하는 사용자는 단순히 자신의 순수직관의 개성을 기반으로 선택하면 그에 따른 추천정보와 지식을 제공받을 뿐만 아니라 대시민 정보서비스를 담당하는 역할의 사람들은 향후 지역의 정책결정사항에서 시민의 의견을 반영할 수 있다.

실험은 시민참여를 통한 시민의 인식반영사항과 온톨로지를 활용한 지리적 지식추천과정을 검토하고자 시나리오를 정의하였다. 이는 경기도 구리시청 전체 근무자 633명 중 대 시민 서비스 관련 업무를 담당하고 있는 367명(57.98%)을 대상으로 전수조사를 실시하여 GIS가 필요한 분야가 “대시민 서비스를 위한 필요성(29.18%)”과 이것을 지원하는 “내부업무의 효율성(64.77%)”에 필요하다는 것을 밝혀낼 수 있었다. 또한, 내부업무의 효율성은 시청 업무의 대 시민 서비스 담당하는 전체업무에서 내부업무과정에 GIS가 필요하다는 것을 증명하고 있다(그림 14).

이러한 GIS가 필요한 분야를 좀 더 구체적으로 설문한 결과, 대 시민 서비스 업무에서 GIS와 연계하여 시민이 가장 필요하고, 연계성이 비교적 큰 분야로 “지리 정보통합관리(146명)”와 “도로 및 교통관리(279명)”에 집중되어 지리정보의 통합과 연계된 지리적 지식추론이 필요하다는 것을 보여주고 있다(그림 15). 사례지역을 구리시로 선정한 이유는 “2020 구리도시계획”을 검토한 결과, “고구려의 기상, 대한민국의 구리시”를 목표로 산업경제구조의 개편과 대 시민 사람의 질 제고

와 문화관광도시의 실현을 위해 역사문화도시를 목표로 하고 있다. 그래서 본 연구는 시민참여형 GIS가 역사문화와 관련된 공간개념, 도시접근, 그리고 이와 관련된 추천정보의 제공이라는 측면에서 지리적 지식추천과정을 주목하였다.

그림 16의 시나리오 적용절차는 시스템평가를 위해 사용자의 기본정보, 사전지역 이해도, 그리고 개인별 심리를 반영하기 위한 개인선택에 따른 인식반영과 실험적 시스템이 지리적 지식추론과정을 설명하고 있다.

(2) 실험에 대한 평가와 해석

개인별 선택에 따른 인식반영사항은 아래 질의에 응답과정으로 확인할 수 있다. 이 질의는 개인의 심리를 반영하여 향후 확률적 분석이 가능하도록 공간데이터베이스에 축적된 것을 확인하는 과정이다.

질의 1. 실험적 시스템을 통해 사용자 개인의 심리 적 선택사항을 반영할 수 있는가?

그림 17은 온톨로지 검색에 개인의 목적, 개인의 매력도, 접근방법과 개인 신상에 대한 사항을 입력하면 공간데이터베이스 내에 축적되는 것을 확인할 수 있다. 이 추적된 자료는 개인의 심리에 따른 실제계의 공간사상 개념을 좌표체계를 활용하여 시각화하고, 향후 확률적 분석이 가능하도록 속성정보형태로 저장 한다.

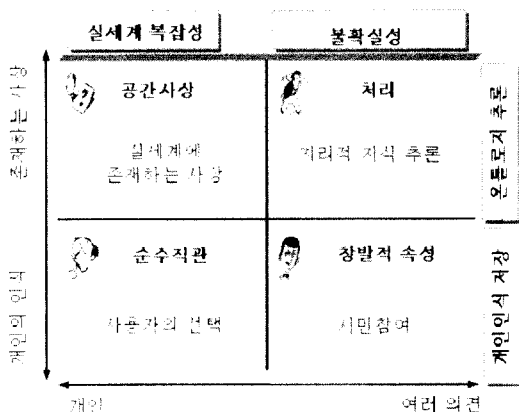


그림 13. 지리적 지식 추론 과정

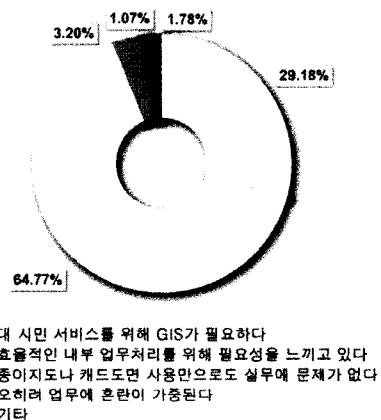


그림 14. GIS가 필요한 분야

박지만

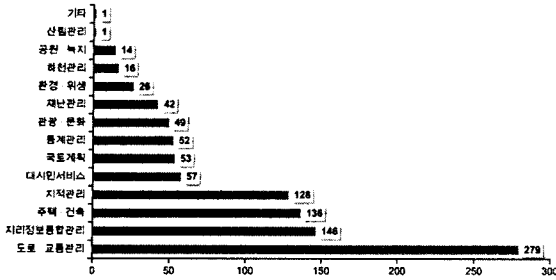


그림 15. GIS와 연계된 업무의 기대효과

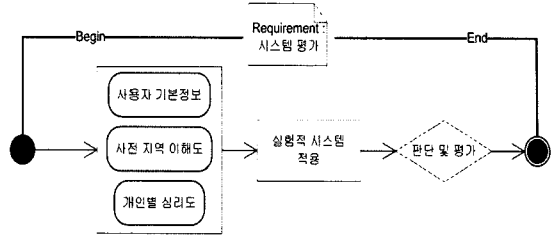


그림 16. 시나리오 적용 절차

질의 2. 사용자가 선택한 정보는 온톨로지에 정의된 개념과 어떻게 상호운용성을 보장하는가? 그리고 추천된 지리적 지식은 시각화가 가능한가?

질의 2는 개인의 순수직관에 의해 선택사항과 관심

지역에 있는 배경지식을 기반으로 제약조건과 공리에 의해 추론된 지리적 지식을 시각화는 과정을 설명하고 있다. 이 과정은 온톨로지에 정의된 존재하는 공간사상과 해당하는 공간자료의 상호운용성을 통해 연계 및 추론하여 시각화하였다(그림 18).

Ontology Repository... | TOC... | Refresh... | History... | Private car... | Age: 20 ~ 30... | Sex: Male... | Price: ₩100,000 ~ ₩200,000... | Preference: Walk... | Recommended Information...

Name	Type
bak_FDL_RDAR_AS	Personal Geodatabase Feature...
BLDG	Personal Geodatabase Feature...
BML_BADM_AS	Personal Geodatabase Feature...
BML_BLDG_AS	Personal Geodatabase Feature...
BML_GRND_AS	Personal Geodatabase Feature...
BML_HADM_AS	Personal Geodatabase Feature...
BML_RIVR_AS	Personal Geodatabase Feature...
CODE_HANG	Personal Geodatabase Table
D_HISTORY	Personal Geodatabase Feature...
ON_SPOT_LOG	Personal Geodatabase Feature...
ON_SPOT_LOG-Frequency	Personal Geodatabase Table
RDL_CTRL_LLS	Personal Geodatabase Feature...
RDL_RDAR_AS	Personal Geodatabase Feature...
SP_BOOKMARK	Personal Geodatabase Table
TBLINFO	Personal Geodatabase Table

SHAPE	AGE	SEX	PRICE	PREFER	ID_PK	SEAR_DT
Point	20 ~ 30	Female...			15	2007-09-27 19:54:50
Point	20 ~ 30	Female...			14	2007-09-27 19:54:50
Point	20 ~ 30	Female...	< ₩100,000	Drive...	14	2007-09-27 19:16:11
Point	20 ~ 30	Female...	< ₩100,000	Drive...	8	2007-09-27 19:16:11
Point	20 ~ 30	Female...	< ₩100,000	Drive...	5	2007-09-27 19:16:11
Point	20 ~ 30	Female...	< ₩100,000	Drive...	4	2007-09-27 19:16:11
Point	20 ~ 30	Female...	< ₩100,000	Drive...	3	2007-09-27 19:16:11
Point	20 ~ 30	Female...	< ₩100,000	Drive...	2	2007-09-27 19:16:11
Point	20 ~ 30	Female...	< ₩100,000	Drive...	15	2007-09-27 19:16:10
Point	20 ~ 30	Female...	< ₩100,000	Drive...	2	2007-09-27 19:16:12
Point	20 ~ 30	Female...	< ₩100,000	Drive...	14	2007-09-27 19:16:10
Point	20 ~ 30	Female...	< ₩100,000	Drive...	6	2007-09-27 19:16:10
Point	20 ~ 30	Female...	< ₩100,000	Drive...	5	2007-09-27 19:16:10
Point	20 ~ 30	Female...	< ₩100,000	Drive...	4	2007-09-27 19:16:10
Point	20 ~ 30	Female...	< ₩100,000	Drive...	3	2007-09-27 19:16:10
Point	20 ~ 30	Female...	< ₩100,000	Drive...	2	2007-09-27 19:16:10
Point	20 ~ 30	Female...	< ₩100,000	Drive...	1	2007-09-27 19:16:10
Point	20 ~ 30	Female...	< ₩100,000	Drive...	15	2007-09-27 19:16:11
Point	20 ~ 30	Female...	< ₩100,000	Drive...	14	2007-09-27 19:16:12
Point	20 ~ 30	Male	< ₩100,000	Drive...	18	2007-09-27 19:04:29
Point	20 ~ 30	Female...	< ₩100,000	Drive...	6	2007-09-27 19:16:23
Point	20 ~ 30	Female...	< ₩100,000	Drive...	5	2007-09-27 19:16:23
Point	20 ~ 30	Female...	< ₩100,000	Drive...	4	2007-09-27 19:16:23

공간데이터 베이스

공간자료

속성자료

그림 17. 개인의 심리적 선택사항 반영 사항

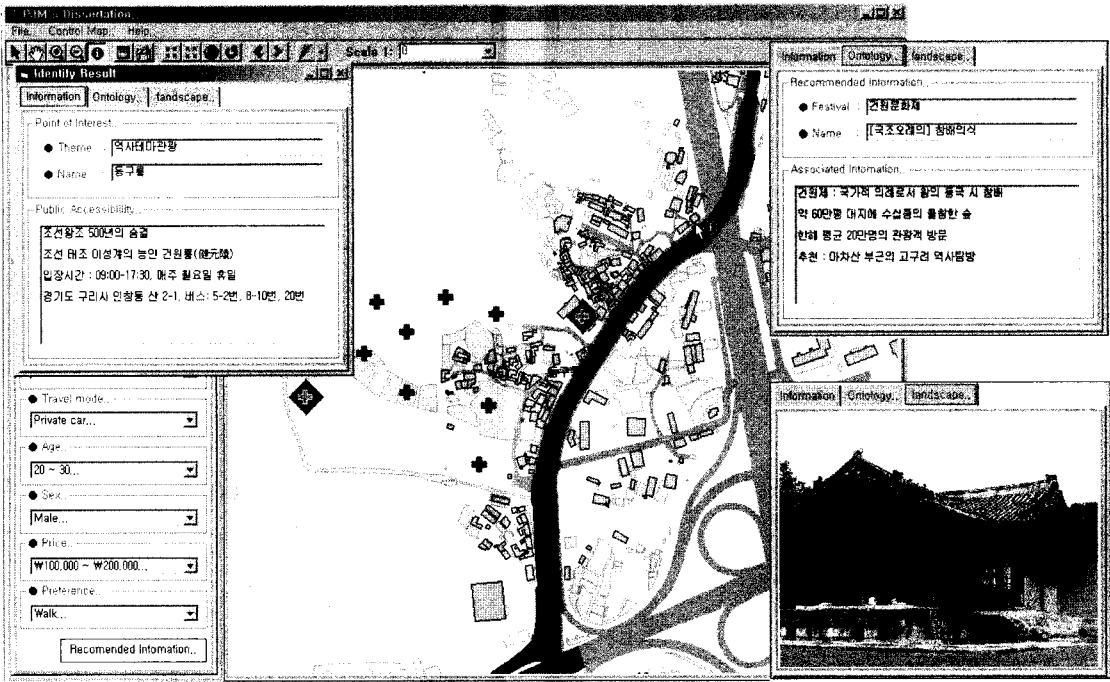


그림 18. 추천된 지리적 지식과 시각화

5. 결론

이 연구는 시민참여형 GIS 방안에 집중하여 실세계에 존재하는 공간사상과 더불어 개별 인간의 인식에 따른 선택사항을 반영 후 지리적 지식을 추론하는 시스템을 설계·구현하였다. 위 목표는 해당지역주민들의 인식에 따른 상호작용과 복잡한 실세계를 해석하고, 반영하는데 방법론적 한계를 보완할 수 있는 방안이다. 그래서 본 연구에서는 복잡한 실세계에서 공간사상에 대한 개개인의 인식을 반영하고, 실세계에 존재하는 사상들을 개념화하여 추론된 지리적 지식을 생성·활용하도록 실험적 차원에서 온톨로지를 적용하였다. 또한, 이 모델의 실험은 실제 사례지역에 한정된 범위를 적용하여 연구목표를 검증하였다.

본 연구의 결론은 다음과 같다. 첫째, 실세계에 존재하는 본질적 사상에 접근하는 온톨로지를 적용하여 기존의 인과법칙에 따른 실증주의 지리학 기반의 지리정보시스템에서 존재론에 근거하는 개개인의 심리적 순

수직관형식을 고려하는 시민참여형 GIS를 개발하였다. 이것은 선형적 공간사상에서 생성된 개념화와 인간의 개별적 감성의 결합을 통해 창발적 속성을 표현한 의미를 가지고 있다. 둘째, 지리적 지식을 추론하여 개인에게 제공하는 방식으로 서비스 모형을 구현하였다는 의미를 가지고 있다. 이 의미는 실세계에서 정보단위를 개개인으로 설정하여 기존 불확실성에 기반한 지리적 지식에서 공간사상을 개념화하고, 개개인의 공간인지를 반영하여 불확실성을 최소화하며, 개인의 요구에 최적화할 수 있는 추론방식이다. 셋째, 실용적 측면에서 온톨로지를 활용한 통합을 시도하였다. 이 실험은 온톨로지를 활용한 시민참여형 GIS로서 실용적 수준에서 인식론·존재론적 접근 방법의 활용성을 점검하였는데 그 의미가 있다. 이 방식은 구성적 상호운용성을 확보하고, 미래 네트워크 환경의 컴퓨팅의 정보의 생산과 교류에서 지식추론을 위한 의미론적 상호운용성 방법론을 제시하였다. 또한, 실세계에서 인간의 활동에 따른 의미는 개인화된 지리정보 및 지리적 지식을 제공함으로써 정보 활용의 효율성을 도모하

는 한편 시공간적 복잡성 분야에서 좀 더 명확한 지리적 지식을 통해 사람들의 의미론적 의사소통을 가능하게 해줄 것이다.

본 연구에서 제시한 온톨로지를 활용한 시민참여형 GIS는 향후 대단위 온톨로지 구축의 연구방안으로서 활용될 수 있다. 이 연구의 후속과제는 실세계 개념화 및 지리적 지식명세서를 구현하기 위해 제안한 웹 온톨로지 언어를 활용하여 다양하고 복잡한 실세계에서 공간사상을 개념화하고 지리적 지식을 표현하는 사례를 제시하는 연구가 필요하다. 이것은 다양한 주제의 온톨로지 기반의 다양한 주제의 응용시스템 구축을 통해 새로운 방법론을 제시하고, 그 실용성을 확대할 필요가 있다. 즉, 특정주제에 사용하기 위한 새로운 방법론을 시도하고, 최근의 실세계 복잡성 논의에서 불확실성을 최소화하며 개념적으로 논의된 온톨로지를 지리정보에 적용한 다양한 시민참여형 GIS 구현형태이다. 본 연구가 다양한 주제의 시민참여형태 지리정보 서비스에 관심을 갖게 되는 계기가 되어 도움이 되고, 미래 유비쿼터스 컴퓨팅환경, 시맨틱 웹과 접목된 지리정보화 관련 후속연구를 기대한다.

주

- 1) 인식론적 접근은 실세계 대한 논의보다 정보시스템에서 표현하는 계산모델에 집중하고 있다. 그래서 인간 인식에 대한 모델은 결과적인 행동과 모델의 구조사이의 연관성을 간과하고, 서로 다른 지역에서 수 많은 모델을 활용하여 적합성을 위한 주장으로 활용되고 있다. 그래서 이러한 공간에 대한 인식론적 접근은 경험적 증명(validation)이 어렵고, 모델의 진실성 입증에 사회적 협약의 중요성을 강조하고 있다. 이 사회적 협약은 다양하고 복잡한 지리정보 객체들 상호작용에서 상호작용에 대한 구성의 결과로 복잡성에 대한 모델의 표현이며 시뮬레이션의 중요성을 강조한 것이다.
- 2) 존재론적 접근법은 지역에서 개인의 행동이 실세계 복잡성에서 사회시스템을 설명하는 방식으로 지역의 시공간적 경계가 사회구조의 모델과 포함관계를 요구하기 때문에 특정 주제에서 사회·경제·문화적으로 고려해야 한다. 이것은 지역의 인문사회적 현상과 공간이 매우 깊은 상관관계를 갖고, 이 논리의 근거로서 지역범위 측면에서 경계는 공간상의 경계와 차이가 있으며, 공간적으로 인접한 사상은 개인의 직

감이 강한 영향이 존재한다고 주장할 수 있다.

- 3) 웹 온톨로지 언어(OWL: ontology web language)는 웹 상에서 첨단 웹 검색, 소프트웨어 에이전트 및 지식관리기능을 제공하는 온톨로지를 발간 및 공유하기 위한 시맨틱 웹(semantic web) 생성언어이다. 자원기술 프레임워크(RDF: resource description framework)의 확장언어로 개발된 것으로 시작되었으며, 웹 온톨로지와 그에 관련 지식을 정의하는 언어로 추론시스템에 축적된 명제들을 정의하고, 클래스 및 그 구성원의 관계를 기술하고, 구문적으로 정의되지 않은 사실의 논리적 유추를 가능하게 하는 클래스 및 속성과 이에 적용할 수 있는 제약사항의 집합으로 되어 있다.
- 4) 그의 관점을 살펴보면, 사회통합은 어떠한 단일 체계로 볼 수 없으며, 특정한 시스템화 논의로 정의하기 어렵다. 그래서 상호 연관된 관점에서 명확한 시공간 경계는 존재할 수 없기 때문에 주제별로 거시적 측면과 미시적 측면의 분류가 필요하고, 사회적 변화와 구분은 내·외생 변수들로 정의하기 어렵다. 그러나 본 연구의 사회적 시스템·통합화의 측면에서 보면, 공간적 의사결정 시 공간 정보단위의 세분화를 통해 인간인식의 개별화·통합화가 가능하다는 논리를 추론할 수 있다.
- 5) 박지만·황철수(2008)에 따르면, 지리학에서 온톨로지는 단순히 특정주제를 표현하는 개념들의 의미만을 정의할 수 없다고 지적하였다. 왜냐하면, 지리적 지식은 지역이 정체성을 내포하는 개념이 지닌 고유한 속성, 지역 사상이 가지고 있는 개념들 간 관계 및 이들 사이의 제약조건, 지리적 지식추론을 위한 공리(axiom)와 개념의 인스턴스를 총체적으로 정의함으로써 지역에서 발생하는 특정주제의 지리정보를 컴퓨터가 해석하고, 이해하여 처리할 수 있도록 형식화한 표준명세서로 활용해야 하기 때문이다.
- 6) 창발성(emergence) 혹은 창발적 속성(emergent property)은 한 종의 집단에서 진보적인 행동을 취하는 개체가 일정한 수에 도달함으로써 전체가 함께 그 행동을 하게 되는 것, 즉 새로운 성격이 발생하는 것을 의미한다. 따라서 하위계층에 없는 특성이나 행동이 상위계층에서 자발적으로 돌연히 출현하는 현상을 창발적 속성이라 할 수 있다.

참고문헌

박지만·황철수, 2008, “공간적 의사결정과정지원을 위한 온톨로지 연구,” 지리학연구, 42(1), 1-13.

염동훈, 1997, “안토니 기든스의 구조화 이론에 대한 방법론적 검토,” 한국사회학, 31집, 671-698.

Bennet, B. and Cristani, M., 2004, *Spatial Cognition and*

- Computation: Special Issue on Spatial Vagueness, Uncertainty and Granularity*, Lawrence Erlbaum Publisher.
- Carver, S., 2003, The future of participatory approaches using geographic information: developing a research agenda for the 21st century, *URISA Journal 15, Access and Participatory Approaches (APA)*, 61-71.
- Florent, J. and Aurore, N., 2005, Post-experiment evaluation of the use of geographic in a public participatory process, *URISA Journal*, 17(1), 15-26.
- Fonseca, F., 2001, *Ontology-Driven Geographic Information Systems*, Dissertation of Doctor of the University of Maine.
- Fonseca, F. and Martin, J., 2004, Space and time in eco-ontologies, *AI Communications - The European Journal on Artificial Intelligence*, 17(4), 259-269.
- Fonseca, F. and Rodriguez, M. A., 2007, From geopragmatics to derivation ontologies: new directions for the geospatial semantic web, *Transactions in GIS*, 11(3), 313-416.
- Gahegan, M., 2003, *Geospatial Data mining and Knowledge Discovery*, A UCGIS White Paper.
- Gruber, T. R., 1993, A translation approach to portable ontology specifications, *knowledge acquisition*, 5(2), 199-220.
- Hägerstrand, T., 1975, Space, Time, and Human Conditions, Dynamic Allocation of Urban Space, in Karqvist, A.(ed.), Lexington: Saxon House Lexington Books.
- Hong, I. Y., 2006, Communal ontology of landmarks for urban regional navigation, *Journal of the Korean Geographical Society*, 41(5), 582-599.
- Konisky, D. M. and Beierle, T., 2001, Innovations in public participation, environmental planning: examples from the great lakes region, *Society and Natural Resources*, 14(9), 815-826.
- Kingston, R., 2007, Public participation in local policy decision making: the role of web-based mapping, *The Cartographic Journal*, 44(2), 138-144.
- Lee, Y. W., 2007, A Semantic web services for tourism information over the mobile web, *Journal of the Korean Geographical Society*, 42(5), 788-807.
- Luo, J., 2007, *The Semantic Geospatial Problem solving Environment: An Enabling Technology for Geographical Problem Solving under Open, Heterogeneous Environments*, Dissertation of Doctor of the Pennsylvania State University.
- Marc, S. and Elliot, S., 2005, Delineating public and participation in PPGIS, *URISA Journal*, 16(2), 15-26.
- Marc, E., 2007, *Ontology Alignment: Bridging the Semantic Gap, Semantic Web and Beyond: Computing for Human Experience*, Springer.
- Michael, W., 2007, Antinomies of community, *Transactions of the Institute of British Geographers*, special issue, 29, 195-216.
- Nyerges, T. and Jankowski, P., 2006, Participatory Geographic Information Science, in Ari-Veikko Anttiroiko and Matti Malkia(eds.), *Societies and Cities in the Age of Instant Access*, Dordrecht, Springer, 331-342.
- O'Looney, J., 2000, *Beyond Maps: GIS and Decision making in Local Government*, Redlands, CA: Environmental Systems Research institute, Inc.
- OECD, 2003, *Citizen as Partners: OECD Handbook on Information, Consultation and Public Participation in Policy-Making*, OECD.
- Openshaw, S., 2006, *Transformations - GIS Support: An Interdisciplinary Approach*, NITLE publication, <http://www.nitle.org>.
- Open Geospatial Consortium, 2006, *Interoperability and Open Architectures: An Analysis of Existing Standardisation process and Procedures*, Open Geospatial Consortium White Paper.
- Ordnance Survey, 2007, *Case Study: Semantic Web Technology at Ordnance Survey*, <http://www.ordnancesurvey.co.uk/ontology>.
- Shiffer, M., 1999, Geographic Interaction in the City Planning, Context: Beyond the Multimedia Prototype, in Nyerges, T., Mark, D., Laurini, R., and Egenhofer, M.(eds.), *Cognitive Aspects of*

박지만

Human-Computer Interaction for Geographic Information Systems, Dordrecht, Kluwer, 295-310.

W3C, 2004a, *OWL Web Ontology Language Overview*, W3C Recommendation.

W3C, 2004b, *OWL Web Ontology Language Guide*, W3C Recommendation.

W3C, 2004c, *OWL Web Ontology Language Reference*, W3C Recommendation.

교신: 박지만, 402-751, 인천광역시 남구 용현동 253, 인하대학교 4호관 424호 지능형국토정보기술혁신사업단 RI센

터(이메일: pjm754@inha.ac.kr, 전화: 070-7500-2865, 팩스, 032-876-7607)

Correspondence: Ji-Man Park, RI Center, Korean Land Spatialization Group, 4th Building #424, INHA University, 253 Younghyun-dong, Nam-gu, Incheon, 402-751, Korea (e-mail: pjm754@inha.ac.kr, phone: +82-70-7500-2865, fax: +82-32-876-7607)

최초투고일 08. 11. 24

수정일 09. 05. 04

최종접수일 09. 05. 08