

Geo Semantic Web 시스템의 개발

Development of a Geo Semantic Web System

김 정 준* 신 인 수** 한 기 준***
 Jung-Joon Kim In-Su Shin Ki-Joon Han

요 약 최근 상호운용성과 지능화 및 개인화가 강조되는 IT 기술 추세에 맞추어 Geospatial Web이 Semantic Web과 접목되면서 다양한 지리 공간 정보와 일반 웹상의 방대한 비공간 정보를 효율적으로 연계 및 통합하여 사용자에게 보다 적합한 정보를 제공할 수 있는 지능적인 지리 정보 웹 서비스 기술인 Geo Semantic Web이 제시되었다. 이러한 Geo Semantic Web 서비스를 위해서는 웹 환경에 산재한 지식 및 정보를 컴퓨터가 자동으로 처리할 수 있게 하기 위한 Geo Ontology 처리 기술의 개발이 필요하다. 그러나 아직까지 Geo Ontology 처리 기술에 관한 표준은 제정되어 있지 않고 표준화 기구와 여러 단체 및 기관 등에서 관련 연구를 진행 중이다. 본 논문에서는 그동안 진행되었던 Geo Ontology와 관련된 다양한 기반 이론 및 기술들을 적용하여 Geo Semantic Web 시스템을 설계 및 구현하였다. Geo Semantic Web 시스템은 Geo Semantic 질의를 분석 및 처리하고 세션을 관리하기 위한 질의 처리 관리자, Geo Ontology를 생성 및 질의하고 공간/비공간 데이터를 추출하기 위한 온톨로지 관리자, 그리고 클라이언트로 구성된다. 마지막으로, 본 논문에서는 이러한 Geo Semantic Web 시스템을 Geo Semantic 질의가 필요한 가상 시나리오에 적용해 봄으로써 시스템의 효용성을 검증하였다.

키워드 : 지오 시맨틱 웹, 지오 온톨로지, 지리 정보 서비스

Abstract Recently, as the Geospatial Web is combined with the Semantic Web in order to keep pace with the recent trends of information technology emphasizing interoperability, intelligence and individualization, the Geo Semantic Web was proposed, which is an intelligent geographical information Web service technology that can provide users with suitable information by connecting and integrating various types of spatial information and extensive aspatial information on the Web efficiently. For the Geo Semantic Web service, we need to develop Geo Ontology processing technologies that enable computers to process knowledge and information scattered around in the Web environment automatically. However, standards for Geo Ontology processing technologies have not been established yet, and standardization organizations and various groups and agencies are conducting relevant studies. This paper analyzed various base theories and technologies related to Geo Ontology and developed a Geo Semantic Web system. The Geo Semantic Web system comprises Query Processing Manager that analyzes and processes Geo Semantic queries and manages sessions, Ontology Manager that generates and queries Geo Ontology and extracts spatial/aspatial data, and Clients. Finally, this paper proved the utility of the Geo Semantic Web system by applying it to a hypothetical scenario where Geo Semantic queries are required.

Keywords : Geo Semantic Web, Geo Ontology, Geography Information Services

1. 서 론

최근 웹상의 수많은 정보 가운데 사용자에게 알

맞은 정보만을 제공하기 위해 Semantic Web이 등장하였다. Semantic Web은 별도의 웹이 아니라 현재 웹의 확장이며, 컴퓨터와 사람들이 협력 작업을

† 본 연구는 한국전자통신연구원 Open R&D 사업의 지원을 받아 수행되었음.

* 건국대학교 컴퓨터공학부 강의교수 jjkim9@db.konkuk.ac.kr

** 건국대학교 컴퓨터공학부 박사과정 isshin@db.konkuk.ac.kr(교신저자)

*** 건국대학교 컴퓨터공학부 교수 kjhan@db.konkuk.ac.kr

할 수 있도록 의미가 잘 정의된 웹이다[4]. Semantic Web이 주목받는 이유 중 하나는 웹에서 컴퓨터에 의해 처리할 수 있는 정보의 양이 엄청나기 때문이다. Semantic Web은 이러한 방대한 데이터간의 관계를 추론하거나 그들 사이에 수행될 수 있는 복잡한 연산을 가능하게 한다[10].

한편, 또 다른 웹 분야에서는 개방, 참여 및 공유의 웹 2.0에 기반하여 지오테깅이나 매쉬업과 같은 공간 정보 표현 기능이 제공되고 GIS, 인터넷, 네트워크 기술이 발달하면서 도입된 인터넷 GIS가 이제는 Web 2.0의 패러다임과 함께 Geospatial Web으로 발전하였다[1]. Geospatial Web은 하이퍼미디어의 URL에 위치 좌표를 태깅하여 결합한 디지털 맵 데이터의 조합이다. 즉, 웹의 정보를 맵의 특정 위치에 링크하고 이 맵을 현실에서 접근할 수 있도록 하는 웹 서비스 기술이다.

근래에는 상호운용성과 지능화 및 개인화가 강조되는 IT 기술 추세에 맞추어 Geospatial Web이 Semantic Web과 접목되면서 새로운 웹 기술로 부각되고 있다. 이는 기존 Geospatial Web에서 사용자가 국한된 정보만을 제공받아 왔지만 웹이 발전하고 수많은 콘텐츠가 생성되면서 웹의 데이터와 GIS를 연계하여 사용자에게 보다 적합한 정보를 제공할 수 있는 서비스에 대한 수요가 증가하고 있기 때문이다. 이를 위한 웹 기술로 Geo Semantic Web이 제시되었다[3, 20, 21].

Geo Semantic web은 Geospatial Web과 Semantic Web이 접목되어 다양한 지리 공간 정보와 일반 웹상의 방대한 비공간 정보를 효율적으로 연계 및 통합하여 제공할 수 있는 지능적인 지리정보 웹 서비스 기술이다.

Geo Semantic Web 서비스를 위해서는 웹 환경에 산재한 지식 및 정보를 컴퓨터가 자동으로 처리할 수 있게 하기 위한 Geo Ontology 생성과 이용자가 원하는 정보를 찾아내기 위한 Geo Ontology 질의 언어의 개발이 필요하다. 그러나 아직까지 Geo Ontology 처리 기술에 관한 표준은 제정되어 있지 않고 표준화 기구와 여러 단체 및 기관 등에서 관련 연구를 진행 중이다.

예를 들어, OGC에서는 Geo SPARQL[13]과 관련하여 표준화를 진행 중이며, W3C에서는 Geospatial Incubator Group을 만들어 GeoRSS, GeoOWL 등에 관한 연구를 진행하고 있다[5, 6, 7]. 그리고 ISO에서

는 Geo Semantic web을 위한 ISO19150 프로젝트가 진행 중에 있다[9]. 또한, 유럽에서는 Geo Semantic Web과 관련하여 SWING[14], CInE-SPACE[2] 등의 프로젝트가 있었다.

본 논문에서는 그동안 진행되었던 Geo Ontology 처리 기술과 관련된 다양한 기반 이론 및 기술들을 적용하여 Geo Semantic Web 시스템을 설계 및 구현하였다. 그리고 이러한 Geo Semantic Web 시스템을 Geo Semantic 질의가 필요한 가상 시나리오에 적용해 봄으로써 시스템의 효용성을 검증하였다. 본 논문에서 개발한 Geo Semantic Web 시스템은 Geo Semantic 질의를 분석 및 처리하고 세션을 관리하기 위한 질의 처리 관리자과 Geo Ontology를 생성 및 질의하고 공간/비공간 데이터를 추출하기 위한 온톨로지 관리자 그리고 클라이언트로 구성된다.

2. 관련 연구

2.1 Ontology 언어

웹상에서 데이터의 처리와 교환 및 저장을 위해 사용된 XML은 HTML에 비해 정보 교환이 용이하며 데이터의 구조를 정의하는데 좋은 언어지만 인터넷에 존재하는 자원을 정의하고 그 관계를 표시하는데 한계가 있다.

따라서 Semantic Web에서는 W3C에서 정의한 RDF를 사용하여 상호운용성을 확보하고 XML이 갖는 한계성을 극복하고, 또한 Ontology를 생성하기 위하여 W3C에서 정의한 OWL를 사용한다[17, 18].

RDF는 웹상의 리소스에 관한 정보를 명확하고 논리적으로 표현하는 데이터 모델이며, 이를 기술하기 위한 언어 체계이다. RDF는 주어, 술어, 목적어로 구성된 트리플을 기본 단위로 하고, 트리플들의 집합인 그래프에 의해 리소스를 기술한다. 주어와 목적어는 타원으로 표현하고 리터럴 값일 경우 사각형으로 표현하며 술어는 화살표로 연결하여 그래프 모델로 표현한다. 그림 1은 RDF 그래프 표현의 예제를 보여준다.

그림 1에서 보는 바와 같이 주어는 고유한 식별자인 URI(Uniform Resource Identifier)로 표현되는 자원을 나타내고, 서술어는 자원에 대한 특성 또는 관계를 의미하며, 목적어는 주어부와 다른 자원이거나 리터럴(Literal)을 나타낸다.

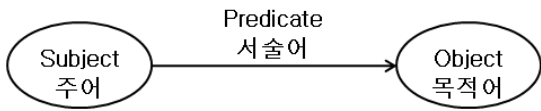


그림 1. RDF 그래프

OWL은 OWL Full, OWL DL, OWL Lite 세 개의 하위 언어를 갖는다. 그림 2는 OWL 하위 언어들의 포함 관계를 보여준다.

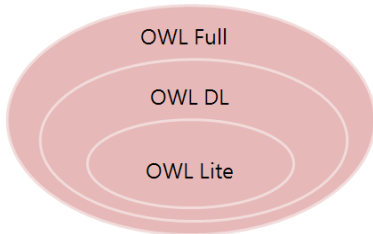


그림 2. OWL 하위 언어들의 포함 관계

그림 2에서 보는 바와 같이 OWL Full은 OWL DL를 포함하며, OWL DL은 OWL Lite를 포함한다. OWL Full은 OWL의 어휘와 RDF의 유연성을 최대한 이용하기 위한 하위 언어로서 문법적으로 RDF와 호환 가능하다. OWL Full은 OWL 중에서 가장 표현력이 높지만 모든 결론이 계산될 수 있다는 계산학적 완전성과 모든 계산이 유한한 시간에 끝난다는 결정가능성을 보증하지 않기 때문에 온전한 추론 기능 지원이 불가능하다.

OWL DL은 OWL 구문의 사용에서 다수의 제약 조건을 적용할 수 있고 기술 논리를 기반으로 하기 때문에 계산학적 완전성과 결정가능성을 유지하면서 최대의 표현력을 활용하고자 하는 사용자에게 적합하다. OWL Lite는 다양한 표현을 제공하는 OWL 중 반드시 필요한 요소들을 통해 간략한 Ontology를 구축하기 위한 목적으로 제안된 OWL의 하위 언어이다. OWL Lite는 OWL DL보다 상대적으로 쉽고 복잡도가 낮지만 사용이 제약된 속성들이 많다.

2.2 Ontology 질의어

Semantic Web에서는 이용자가 원하는 정보를 찾아내기 위해서는 Ontology 질의 언어의 개발이 필요하다. 따라서, 효율적인 질의 처리를 위해 온톨로지 질의 언어인 SPARQL이 제시되었다[19].

SPARQL은 Semantic Web 아키텍처의 표준 질의 언어로 제안되었으며 동시에 W3C의 권고안으로 선정되어 있다.

SPARQL을 이용하면 RDF 트리플에 대해 질의하는 것이 가능하다. SPARQL의 사용 방법이 기존의 관계형 데이터베이스에서 사용되는 SQL과 유사성이 높기 때문에 데이터베이스에 친숙한 사용자들에게는 더욱 유용하다. 표 1은 SPARQL에서의 SELECT 질의 형식을 보여준다.

표 1. SPARQL의 SELECT 질의 형식

형식	$ \begin{aligned} & \textit{SelectQuery} ::= \\ & \text{'SELECT' ('DISTINCT' 'REDUCED')}? (\textit{Var}^+ \\ & \text{ '*')} \textit{DatasetClause}^* \textit{WhereClause} \\ & \textit{SolutionModifier} \end{aligned} $
설명	<p>SELECT 질의 형식은 기본적으로 (1) Result Specification 부분, (2) DatasetClause 부분, (3) WhereClause 부분, (4) SolutionModifier 부분으로 구성된다.</p> <p>Result Specification 부분은 질의 처리 결과를 명시하는 부분으로써 SPARQL에서는 결과로 전달 받을 내용에 대해 변수를 사용하여 나타내며 DatasetClause 부분은 질의의 목적 경로를 알려주는 부분으로 관계형 데이터베이스의 SQL에서 FROM 절과 같은 의미로써 사용할 그래프들을 지정한다.</p> <p>WhereClause 부분은 질의의 조건을 명시하는 부분으로써 트리플에 입각한 그래프 패턴의 그룹들로 이루어진다. 마지막으로 SolutionModifier 부분은 세부적으로 OrderClause 절과 LimitOffset Clauses 절로 나뉘는데, 결과의 반환 순서를 결정할 수 있는 ORDER 절, 결과의 개수를 한정짓는 LIMIT 절, 결과의 시작 offset을 설정하는 OFFSET 절로 이루어져있다.</p>

SPARQL은 SELECT 질의에 대해 제약 조건을 설정하기 위해 FILTER Function을 사용한다. 그림 3은 문자열 값에 대해 제약을 설정하는 FILTER Function 사용 예를 보여준다.

```

PREFIX dc: <http://purl.org/dc/elements/1.1/>
SELECT ?title
WHERE {
  ?x dc:title ?title
  FILTER regex(?title, "~SPARQL")
}
    
```

그림 3. FILTER Function 사용 예

그림 3은 dc:title을 술어로 하는 목적 자원들 중에 지정된 문자열이 들어가는 제목에 대한 결과를 요청하는 질의로써 제목에 “SPARQL”이 들어가는 모든 제목만을 반환한다.

3. 시스템 설계

본 장에서는 본 논문에서 개발한 Geo Semantic Web 시스템의 전체 구조와 각 관리자에 대해서 자세히 설명한다.

3.1 시스템 구조

그림 4는 Geo Semantic Web 시스템의 전체 구조를 보여준다.

그림 4에서 보는 바와 같이 Geo Semantic Web 시스템은 클라이언트, 질의 처리 관리자, 온톨로지 관리자 관리자로 구성된다.

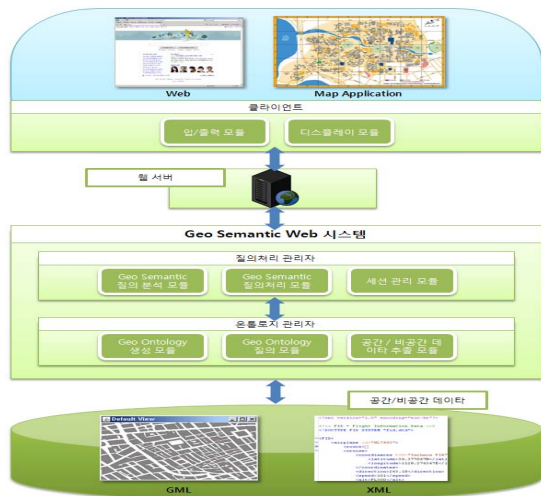


그림 4. 전체 시스템 구성도

3.2 클라이언트

3.2.1 입/출력 모듈

입/출력 모듈은 사용자로부터 질의를 입력받아 질의 처리 관리자에게 전달하거나 Geo Semantic Web 시스템 서버로부터 질의 결과를 전달받아 디스플레이 모듈에게 전달한다.

3.2.2 디스플레이 모듈

디스플레이 모듈은 입/출력 모듈부터 전달받은

질의 결과를 사용자가 볼 수 있도록 클라이언트 화면에 지도로 표현한다. 또한, ZOOM IN/OUT과 PAN 기능을 제공한다.

3.3 질의 처리 관리자

3.3.1 Geo Semantic 질의 분석 모듈

Geo Semantic 질의 분석 모듈은 클라이언트의 입/출력 모듈로부터 전달받은 질의 구문을 파싱하고 질의 구문의 오류를 검사하는 기능과 질의 구문의 유효성을 검사하는 기능을 제공한다. 그리고 잘못된 질의 구문 및 질의에 대해 에러 처리 기능을 제공하며 질의 구문 파싱 작업이 정상적으로 완료된 질의를 질의 처리 모듈에 전달한다.

3.3.2 Geo Semantic 질의 처리 모듈

Geo Semantic 질의 처리 모듈은 Geo Ontology 모듈로부터 전달받은 공간 데이터 처리를 위해 OGC “Simple Features Specification For SQL”에서 정의한 공간 연산자를 사용한다. OGC “Simple Features Specification For SQL”에서는 9개의 공간 관계 연산자, 7개의 공간 분석 연산자를 정의하고 있다[16].

Geo Semantic 질의 처리 모듈은 이러한 9개의 공간 관계 연산자와 7개의 공간 분석 연산자를 이용하여 목표한 공간 데이터의 가장 기초적인 정보를 얻거나 하나 이상의 공간 데이터에 대한 상호 관계 및 분석 결과를 Geometry 형태로 반환한다.

표 2는 Geo Semantic 질의 처리 모듈에서 제공하는 공간 관계 연산자를 보여준다.

표 2. 공간 관계 연산자

공간 관계 연산자	설 명
Equals(Geometry A, Geometry B)	객체 A와 객체 B가 같은지 여부 반환
Disjoint(Geometry A, Geometry B)	객체 A와 객체 B가 만나지 않는지 여부 반환
Touches(Geometry A, Geometry B)	객체 A와 객체 B의 경계가 만나는지 여부 반환
Within(Geometry A, Geometry B)	객체 A가 객체 B에 포함되는지 여부 반환
Overlaps(Geometry A, Geometry B)	객체 A와 객체 B가 겹치는지 여부 반환
Crosses(Geometry A, Geometry B)	객체 A와 객체 B가 교차하는지 여부 반환
Intersects(Geometry A, Geometry B)	객체 A와 객체 B가 만나는지 여부 반환
Contains(Geometry A, Geometry B)	객체 A가 객체 B를 포함하는지 여부 반환

표 2에서 보는 바와 같이 Geo Semantic 질의 처리 모듈은 공간 관계 연산자 Contains, Within, Disjoint, Equals, Intersects, Touches, Overlaps, Crosses를 제공한다.

표 3은 Geo Semantic 질의 처리 모듈에서 제공하는 공간 분석 연산자를 보여준다.

표 3에서 보는 바와 같이 Geo Semantic 질의 처리 모듈은 공간 분석 연산자 Union, Intersection, Difference, Distance를 제공한다.

표 3. 공간 분석 연산자

공간 분석 연산자	설 명
Distance(Geometry A, Geometry B)	객체 A와 객체 B의 거리를 반환
Intersection(Geometry A, Geometry B)	객체 A와 객체 B의 교집합을 반환
Difference(Geometry A, Geometry B)	객체 A와 객체 B의 차집합을 반환
Union(Geometry A, Geometry B)	객체 A와 객체 B의 합집합을 반환

3.2.3 세션 관리 모듈

세션 관리 모듈은 Geo Semantic Web 시스템에서 클라이언트에 대한 세션을 생성, 유지, 삭제하는 기능을 제공한다. 즉, 클라이언트의 연결이 이루어지면 세션을 생성하고 필요한 메모리를 할당한다. 또한 세션의 유연한 관리를 위해 사용자가 유효 시간을 초과하도록 사용하지 않을 경우 해당 세션을 삭제하고 메모리를 해제한다. 그리고 세션의 유효 시간이 초과되기 전에 클라이언트 사용자가 접근하면 세션의 유효 시간을 재설정하는 기능을 제공한다.

3.3 온톨로지 관리자

3.3.1 Geo Ontology 생성 모듈

Geo Ontology 생성 모듈은 기존 RDF와 OWL을 확장한 Geo Ontology의 생성 기능을 제공한다. Geo Ontology는 공간/비공간 데이터 추출 모듈로부터 전달받은 공간/비공간 데이터간의 관계를 기술한다. 그림 5는 Geo Ontology 스키마 예를 보여준다.

그림 5에서 보는 바와 같이 Geo Ontology 스키마는 University 클래스와 Geometry 클래스를 갖으

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF
xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns="http://www.owl-ontologies.com/2010/Ontology1277461860.owl#"
xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
xml:base="http://www.owl-ontologies.com/2010/Ontology1277461860.owl">
  <owl:Ontology rdf:about=""/>
  <rdfs:Class rdf:ID="Geometry"/>
  <rdfs:Class rdf:ID="University"/>
  <owl:ObjectProperty rdf:ID="hasGeometry">
    <rdfs:range rdf:resource="#Geometry"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#University"/>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:DatatypeProperty rdf:ID="hasPoint">
    <rdfs:domain rdf:resource="#Geometry"/>
    <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  </owl:DatatypeProperty>
  <owl:DatatypeProperty rdf:ID="hasPolygon">
    <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Geometry"/>
  </owl:DatatypeProperty>
  <owl:DatatypeProperty rdf:ID="hasAddress">
    <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#University"/>
  </owl:DatatypeProperty>
  <owl:DatatypeProperty rdf:ID="hasName">
    <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#University"/>
  </owl:DatatypeProperty>
</owl:Ontology>
</rdf:RDF>
```

그림 5. Geo Ontology 스키마 예

며, University 클래스는 속성으로 hasName, hasAddress, hasGeometry를 갖는다. 그리고 Geometry 클래스는 속성으로 hasPolygon과 hasPoint를 갖는다.

그림 6은 Geo Ontology 인스턴스 예를 보여준다.

그림 6에서 보는 바와 같이 Geo Ontology 인스턴스는 건국대학교의 주소와 위치를 나타낸 것이다. 즉, 건국대학교의 주소는 서울시 광진구 화양동 1번지이며 위치 값으로 (825, 615)를 갖는다. 그리고 건

국대학교의 영역 범위 값으로 (820, 620, 820, 610, 830, 610, 830, 620, 820, 620)을 갖는다.

```
<Rdf:rdf>
<University rdf:ID="KonKukUniversity">
  <hasGeometry>
    <Geometry rdf:ID="Geometry1">
      <hasPoint rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">825,615</hasPoint>
      <hasPolygon rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">820,620 820,610 830,610 830,620 820,620</hasPolygon>
    </Geometry>
  </hasGeometry>
  <hasName rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">건국대학교</hasName>
  <hasAddress rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">서울특별시 광진구 화양동 1번지</hasAddress>
</University>
</rdf:RDF>
```

그림 6. Geo Ontology 인스턴스 예

3.3.2 Geo Ontology 질의 모듈

Geo Ontology 질의 모듈은 Geo Ontology 검색을 위해 Geo SPARQL을 제공한다. Geo SPARQL은 현재 OGC Draft Candidate Standard이며, OGC에서 제시한 표준 Geometry 타입과 이를 처리하기 위한 표준 공간 연산자에 대해 W3C에서 제시된 기존 SPARQL을 확장하는 방안을 제시하고 있다[19].

Geo SPARQL에서 공간 관계 연산자의 경우에는 기존 SPARQL의 술어(Predicate)를 확장한 Spatial Predicate로 지원한다. 그리고 공간 분석 연산자의 경우에는 기존 SPARQL의 Filter Function을 확장하여 지원한다.

그림 7은 Geo SPARQL 질의에서 공간 관계 연산자 중 Overlap 연산자의 사용 예를 보여준다.

```
SELECT ?Block1 ?Block2
WHERE {
  ?Block1 rdf:type my:CommercialParcel .
  ?Block2 rdf:type my:Street .
  Block1 ogc:overlap ?Block2
}
```

그림 7. Overlap 연산자의 사용 예

그림 7에서 보는 바와 같이 Block1의 타입은 상업 구역이고, Block2의 타입은 도로일 때 Block1과 Block2에 대해 Overlap 질의를 하여 상업 구역과 도로가 겹치는 경우 그에 따른 각각의 상업 구역과 도로를 반환한다.

그림 8은 Geo SPARQL 질의에서 공간 분석 연산자 중 Distance 연산자의 사용 예를 보여준다.

```
PREFIX ogcf: <java:kr.ac.konkuk.db.jena.sparql.function.>
PREFIX onto: <http://www.owl-ontologies.com/2010/Ontology1271308738.owl#>
SELECT ?result WHERE {
  ?s onto:locationOfAirport ?loc
  FILTER ( ogcf:Distance('POLYGON ((0 0, 50 0, 50 50, 0 50, 0 0))', ?loc, ?result) )
}
```

그림 8. Distance 연산자의 사용 예

그림 8에서 보는 바와 같이 onto:locationOfAirport를 술어로 하는 공항의 위치를 변수 loc에 대입하고 POLYGON ((0 0, 50 0, 50 50, 0 50, 0 0))과 Distance 질의를 수행하여 그 결과를 result로 반환한다.

3.3.3 공간/비공간 데이터 추출 모듈

공간/비공간 데이터 추출 모듈은 Geo Ontology 생성을 위해 웹상의 GML과 XML로부터 필요한 공간 데이터와 비공간 데이터를 추출하는 기능을 제공한다. 이러한 데이터 추출을 위해 DOM API를 이용하여 DOM 트리를 구성하고 데이터를 검색한다.

4. 시스템 구현 및 검증

4.1 시스템 구현

Geo Semantic Web 시스템의 효율성을 검증하기 위하여 사용한 실험 환경은 다음과 같다. 운영체제로는 Ubuntu 8.1과 프로그래밍 언어로는 Java 1.6.0_10-b33을 사용하였다. 또한 웹 서버를 구축하기 위하여 Apache 2.2.11과 Tomcat 6.0.18을 사용하였으며, Geo Semantic Web의 Geo Ontology에 대한 질의와 추론을 하기 위하여 HP Labs에서 제시한 ARQ 2.8.3, JENA2 2.6.2를 확장하였다[10]. 그

리고 공간 데이터 처리를 위해 Vivid Solutions, Inc.에서 제시한 JTS 1.8.0을 사용하였다[12].

본 논문에서는 대학 지역, 병원 지역, 재난 지역에 대해 Geo Semantic 질의를 수행하여 해당 대학과 병원이 재난 지역인지 여부를 확인하고 지진강도, 인명피해현황, 질병확산 주의경보, 대응방법 등 비공간 데이터를 이용하여 상세 정보를 조회할 수 있는 재난 시나리오를 적용하였다.

실험을 위해 적용한 재난 시나리오에서 사용되는 Geo Ontology는 LOD(Linking Open Data)[13]에서 제공하는 GeoNames[8]의 대학교, 병원들의 위치와 재난 발생지역에 대한 공간 데이터를 포함하고 있으며, 국가재난정보센터(<http://www.safekorea.gov.kr>)에서 제공하는 재난 정보를 기반으로 비공간 데이터에 대한 Geo Ontology를 구성하였다.

실험을 위해 구축된 시스템은 웹 기반으로써 데이터 통합 및 서비스 이용에 대해 아래의 그림 9와 같은 개념으로 구현하였다. 그림 9는 실험에서 사용된 시스템의 개념도를 보여준다.

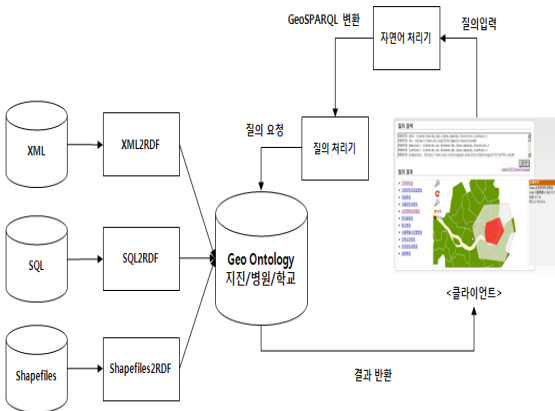


그림 9. 시스템 개념도

그림 9의 시스템 개념도에서 보는 바와 같이 공간/비공간 등 다양한 데이터는 하나의 Geo Ontology 저장소에 통합되며, Geo Semantic 질의를 위해 공간 데이터 타입 및 공간 연산자가 지원되고, 또한 요청한 질의에 대한 공간/비공간 결과 데이터가 웹 브라우저를 통해 디스플레이된다.

4.2 시스템 검증

본 실험의 상세 시나리오는 다음과 같다. 서로 다른 목적을 갖고 운영되는 대학교, 재난/재해, 병원

시스템에서 공간 데이터와 비공간 데이터를 추출하여 지진과 같은 재난/재해가 대학교내에 발생했을 경우 피해 규모와 구조 활동을 원활히 제공하기 위한 시나리오이다. 시나리오에 필요한 도메인은 대학교 도메인, 재난/재해 도메인, 병원 도메인이 있다.

그림 10은 대학교 도메인, 재난/재해 도메인, 병원 도메인의 Geo Ontology에 대한 예를 보여준다.

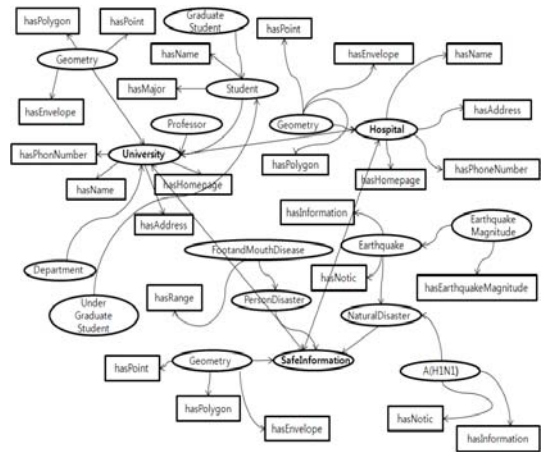


그림 10. Geo Ontology 예

그림 10에서 보는 바와 같이 Geo Ontology의 대학교 도메인은 공간 데이터로 대학교 위치와 각 건물의 위치정보를 갖고 있으며, 비공간 데이터로 교직원, 학생, 전공 등의 정보를 갖고 있다. 그리고 재난/재해 도메인은 공간 데이터로 인적재난지역과 자연재난지역의 공간정보를 갖고 있으며, 비공간 데이터로 해당 재난의 피해규모와 범위 등의 정보를 갖고 있다. 또한, 병원 도메인은 공간 데이터로 병원의 위치와 진료실, 병실 약국의 위치 정보를 갖고 있으며, 비공간 데이터로 예약정보와 담당의사 등의 정보를 갖고 있다.

본 논문의 시나리오에 사용한 질의는 다음과 같다. “지진 발생으로 부상을 입은 건국대학교 학생들이 치료를 받을 수 있는 병원은 어디인가?”

이와 같은 질의를 수행했을 때 건국대학교의 공간 데이터와 지진의 공간 데이터를 이용하여 지진의 일어난 지역에 건국대학교가 포함될 경우, 건국대학교는 지진 지역이며 지진의 강도에 따른 대학교내의 시설들의 피해 규모와 대피 장소 등을 알 수 있다. 그리고 지진으로 인한 부상자가 진료받을 수 있는 병원에 대한 정보로는 지진이 일어난 장소

와 가까운 지역에 있는 병원의 위치 정보, 진료과목 정보, 예약 정보 등을 질의 결과로 얻을 수 있다.

본 논문에서는 Geo Semantic Web 시스템에 대해서 위의 시나리오에서 사용한 질의에 대하여 실험하였다.

그림 13은 클라이언트 전체 화면을 보여준다.



그림 13. 클라이언트 전체 화면

그림 13에서 보는 바와 같이 클라이언트는 질의 처리를 위한 질의 입력부, Geo Ontology 추론 시 사용될 추론 규칙 입력부 및 질의 결과부로 구성되어 있다.

그림 14는 질의 입력 및 결과 화면을 보여준다.

그림 14에서 보는 바와 같이 질의 입력부에 GeoSPARQL을 입력한다. 여기서 사용된 질의 예는 지진 지역에 포함되지 않는 병원들을 검색하기 위해 Disjoint 연산을 사용한 경우이다.

그리고 추론 규칙 입력부에는 지진 발생 지역 좌표와 인접한 지역을 지진 확산 지역으로 추론하는 추론 규칙을 입력한다. 이렇게 입력된 추론 규칙은 지진 지역과 인접한 지역 역시 위험 지역으로 간주하여 추가적인 질의 없이 추론을 통해 지진 피해 확산 지역에 대한 정보를 사용자에게 제공할 수 있다.

마지막으로 질의 결과부에서 지진 지역은 붉은색

의 다각형 형태로 출력되고 지진 지역 밖에 있는 병원들도 표시되어서 지진 지역에 해당하지 않는 병원들에 대한 결과를 확인할 수 있다. 그리고 추론 규칙을 통해 붉은색 다각형 형태로 표현된 지진 지역과 인접한 지진 피해 확산 지역이 표현된 것도 확인할 수 있다. 또한, 검색된 병원을 선택할 경우 병원 의료 정보에 대한 추가 상세 정보를 확인할 수 있다.

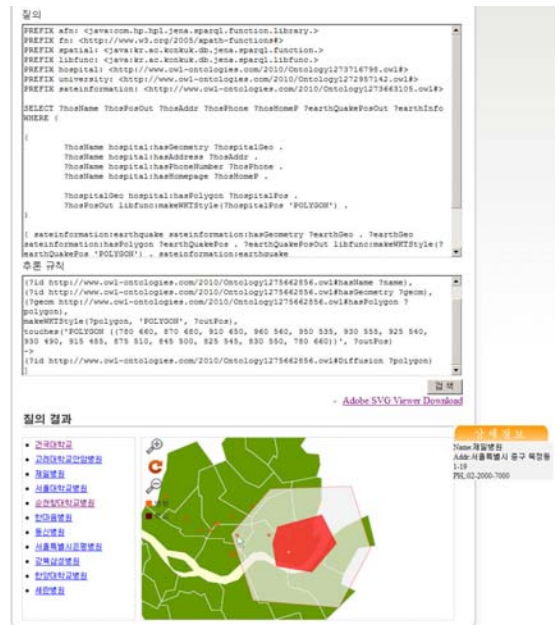


그림 14. 질의 입력 및 결과 화면

5. 결론

최근 상호운용성과 기능화 및 개인화가 강조되는 IT 기술 추세에 맞추어 Geospatial Web이 Semantic Web과 접목되어 다양한 공간 정보와 일반 웹상의 방대한 비공간 정보를 효율적으로 연계 및 통합하여 제공할 수 있는 Geo Semantic Web이 제시되었다. 그러나 아직까지 Geo Semantic Web의 핵심 기술인 Geo Ontology 처리 기술에 관한 표준은 제정되어 있지 않고 표준화 기구와 여러 단체 및 기관 등에서 관련 연구를 진행 중이다.

본 논문에서는 그동안 진행되었던 Geo Ontology 처리 기술과 관련된 다양한 기반 이론 및 기술들을 적용하여 Geo Semantic Web 시스템을 개발하였다. Geo Semantic Web 시스템은 Geo Semantic 질의

분석 및 처리 기능, 웹 환경에 산재한 지식 및 공간/비공간 정보에 대해 Geo Ontology를 구축하기 위한 Geo Ontology 생성 기능, 그리고 원하는 정보를 찾아내기 위한 Geo Ontology 검색 기능을 제공한다.

마지막으로 본 논문에서는 이러한 Geo Semantic Web 시스템을 Geo Semantic 질의가 필요한 가상 시나리오에 적용해 봄으로써 시스템의 효용성을 검증하였다.

참 고 문 헌

- [1] A. Scharl, K. Tochtermann, 2007, The Geospatial Web, Springer.
- [2] CINESPACE, <http://www.cinespace.eu/>.
- [3] D. Kolas, J. Hebel, and M. Dean, 2005, "Geospatial Semantic Web: Architecture of Ontologies," Proceedings of the First International Conference on GeoSpatial Semantics, pp.183-194.
- [4] G. Antoniou, F. V. Harmelen, 2004, A Semantic Web Primer, The MIT Press.
- [5] Geo Ontology, <http://www.w3.org/2005/Incubator/geo/XGR-geo-ont-20071023/>.
- [6] GeoRSS, <http://georss.org/>.
- [7] Geo Vocabulary, <http://www.w3.org/2005/Incubator/geo/XGR-geo-20071023/>.
- [8] GeoNames, <http://sws.geonames.org/>.
- [9] ISO/TC 211, 2009, ISO19150 : 2009 Geographic Information - Ontology.
- [10] Jena - A Semantic Web Framework for Java, <http://jena.sourceforge.net>.
- [11] J. Euzenat, 2002, "Research Challenges and Perspectives of the Semantic Web," IEEE Intelligent Systems, Vol.17, No.5, pp.86-88.
- [12] JTS Topology Suite, <http://www.vividsolutions.com/jts/jtshome.htm>.
- [13] Linking Open Data Project, <http://esw.w3.org/SweoIG/TaskForces/CommunityProjects/LinkingOpenData/>.
- [14] M. Andrei, A. Berre, L. Costa, P. Duchesne, D. Fitzner, M. Gracar, J. Hoffmann, E. Klien, J. Langlois, A. Limyr, P. Maue, S. Schade, N. Steinmetz, F. Tertre, L. Vasiliu, R. Zaharia, and N. Zastavni, 2008, "SWING: An Integrated Environment for Geospatial Semantic Web Services," Proceedings of the 5th European Semantic Web Conference, pp.767-771.
- [15] Open Geospatial Consortium Inc., 2010, GeoSPARQL - A Geographic Query Language for RDF Data, Version, 1.0.0.
- [16] Open Geospatial Consortium Inc., 2010, Simple Features Specification For SQL Revision 1.2.
- [17] W3Consortium, 2004, OWL Web Ontology Language Reference.
- [18] W3Consortium, 2004, RDF Primer.
- [19] W3Consortium, 2008, SPARQL Query Language for RDF.
- [20] 윤홍규, 유상봉, 2000, "온톨로지를 이용한 하천 데이터의 검색," 한국공간정보학회논문지, 제2권 제2호, pp.117-126.
- [21] 차승준, 최윤정, 이규철, 2010, "시맨틱 기술을 활용한 RESTful 웹서비스의 검색 기법 개발," 한국공간정보학회논문지, 제12권 제1호, pp.100-104.

논문접수 : 2010.10.21
수정일 : 2010.12.14
심사완료 : 2010.12.15



김 정 준

2003년 건국대학교 컴퓨터공학 공학사
2005년 건국대학교 대학원 공학석사
2010년 건국대학교 대학원 공학박사
2010년~현재 건국대학교 컴퓨터공학부 강의교수

관심분야는 공간 데이터베이스, 시공간 데이터베이스, GIS, LBS, 텔레매틱스, USN, Geo Semantic Web



신 인 수

2006년 건국대학교 컴퓨터공학 공학사
2008년 건국대학교 대학원 공학석사
2008년~현재 건국대학교 컴퓨터공학 박사과정

관심분야는 공간 데이터베이스, GIS, LBS, 텔레매틱스



한 기 준

1979년 서울대학교 수학교육학 이학사

1981년 한국과학기술원(KAIST) 공학 석사

1985년 한국과학기술원(KAIST) 공학 박사

1985년~현재 건국대학교 컴퓨터공학부 교수

1990년 Stanford 대학 전산학과 Visiting Scholar

2000년~2002년 한국정보과학회 데이터베이스 연구회 운영위원장

2004년~2006년 한국공간정보시스템학회 회장

2004년~2008년 한국정보시스템감리사협회 회장

관심분야는 공간 데이터베이스, GIS, LBS, 텔레매틱스, 정보시스템 감리