Ontology와 WebGIS 기반 프로토타입 농작물 작황 정보시스템 구축

이홍로[1※] · 백정현[2] · 백정호[3]

Prototype of Crops Information System based on Ontology and WebGIS

Hong-Ro LEE[1※] · Jeong-Hyun BAEK[2] · Jeong-Ho BAEK[3]

요 약

본 논문은 농작물 작황 정보의 의미를 보다 정확하게 이해하고 조작할 수 있도록 메타데이타를 정의하는 온톨로지에 기반하여 정보를 검색하고, 사용자가 작황지역의 위치와 작물 특성을 제공함으로써 더 많은 정보를 획득하는 WebGIS기법을 제시하고자 한다. 그리고 이 논문은 작황정보를 WebGIS와 융합함으로써 위치정보를 획득할 수 있는 프로토타입형 작황 정보 시스템을 구현하고자 한다.

사용자가 요청한 질의를 분석, 질의에 일치하는 정확한 지리정보를 제시하고 해당 지리정보와 연계되는 검색결과 서비스를 제공하고자 한다. 그래서 이 논문은 의미 기반 WebGIS정보를 시각화할 수 있는 시스템을 개발함으로써 편의성을 제공할 수 있다.

주요어 : 온톨로지, 작황정보, WebGIS

Abstract

In this paper, we present WebGIS techniques that can acquire more information from users who offered information and location of region's crops. So that it can be search the information based on Ontology defining Metadata for understand and control more accurately. And this paper shows how to implement about prototype of crops information system for obtaining information of location.

Our object is to offer results Service form search, to analyze question of user and to show the exact geographic information about question of user. So this paper can be provide convenience to users that can be show Semantic WebGIS system.

KEYWORD : Ontology, Crops Information, WebGIS

2008년 5월 9일 접수 Received on May 9, 2008 / 2008년 8월 17일 수정 Revised on August 17, 2008 / 2008년 9월1일 심사완료 Accepted on September 1, 2008

1 군산대학교 컴퓨터정보공학과 부교수 Dept. of Computer Information Engineering, Kunsan National University
2 군산대학교 컴퓨터정보공학과 석사과정 Dept. of Computer Information Engineering, Kunsan National University
3 군산대학교 컴퓨터정보공학과 박사과정 Dept. of Computer Information Engineering, Kunsan National University
※ 연락저자 E-mail : leehongro@kunsan.ac.kr

서 론

1. 연구 배경 및 목적

농작물에 대한 정보수요가 해마다 증가하고 변화되고 있지만 정보 제공 환경과 제공자들이 가지는 불확실성의 한계를 해결하지 못하고 있다. 이로 인해 농작물 정보가 단순히 기존의 정보의 전달 형태에서 다양한 매체의 도입이 필요하게 되었고, 정확한 정보 및 지식의 제공을 위한 정보시스템의 구축이 중요한 시점에 이르게 되었다. 인터넷의 보급화에 따라 수많은 정보의 획득과 배포가 용이해졌으며, 단방향 정보제공 형태에서 여러 사람들이 정보에 대해 공유하고 생성하는 형태로 진화되어 정보의 기하급수적인 증가를 초래하게 되었다. 한정적인 정보의 제공 및 자료 관리를 하는 작황정보를 공유, 활용하는 데에는 한계가 나타나고 있다. 인터넷의 검색시스템을 이용하여 검색어를 입력하게 되면 수많은 검색어와 웹문서가 출력이 되는데, 이렇게 정보는 단순한 키워드의 검색으로 원하는 정보를 쉽게 찾기가 힘든 실정이다. 따라서 정보의 단순 비교 검색에서 사용자 질의를 분석, 의미처리를 기반으로 하는 검색방식의 연구가 필요하다.

사용자가 요구하는 정보를 정확하고 빠르게 충족시키기 위한 새로운 기술들이 등장하고 있다. 그중 컴퓨터가 정보의 의미를 보다 정확하고 이해하기 쉽게 조작할 수 있도록 메타정보를 정의하는 온톨로지가 활발히 연구되고 있으며, 많은 정보의 분류, 재사용성, 공유들을 위한 해결책으로 제시되고 있어 현 검색시스템의 기본요소로 간주되고 있다.

GIS(Geographic Information System)와 Web의 결합 형태인 WebGIS는 과거의 Client /Server 개발 위주의 GIS와 기본지리정보 제작 및 수치지도 제작 등의 도면의 표현의 한계에서 벗어나 사용자의 정보 검색 결과에 맞춰 시각적인 지리정보를 즉각적으로 처리가능하게 하여 그 효용성과 필요성이 증대되고 있다.

온톨로지와 WebGIS의 결합의 활용분야는 작황물의 정보의 확장 검색과 지리정보의 매칭을 같이 할 수 있으며, 수질, 대기, 온도 등의 Sensor 데이터의 활용으로 각 지역 농작물의 생산량 변화추이 검출하고, 사용자가 원하는 정보를 검색할 수 있는 개인별 맞춤형 정보를 서비스하는 효율적인 시스템을 구축하는데 응용할 수가 있다(최호섭, 옥철영. 2004, 강명수 등. 2000).

본 논문에서는 사용자 질의를 해석하고 검출하기 위해 농작물 작황 정보의 의미를 보다 정확하게 이해하고 조작할 수 있도록 메타정보를 정의하기 위해서 온톨로지를 기반으로 하는 정보 검색 방식을 취했으며, 검색된 작황정보를 WebGIS를 이용함으로써 해당 정보의 위치를 시각적으로 지도에 표현하는 시스템을 구현하여 사용자에게 빠르고 정확한 정보획득을 유도하고자 한다.

2. 연구 동향

고영만(2006)은 온톨로지에 관한 연구를 시소러스를 구성함으로서 해결하였고, 이재호(2003)는 웹에서 사용되는 온톨로지 언어를 정의하고 어떻게 사용되는지를 알아봤으며, 이강찬외 4인(2003)은 시맨틱 웹에서 검색 되어질 때 사용되는 시스템의 구조를 알아봤다. 이형진외 4인(2006)은 농촌에서 사용되는 농기구, 인적자원, 가축등 위치와 분류를 통한 여러 자원들을 관리하는 시스템을 구축하였다. 강명수외 2인(2000)은 웹상에서 사용되어지는 디지털 맵을 이용한 WebGIS의 설계와 구현을 하였다. 김선미외 2인(2007)은 웹상에서 사용자가 검색을 함으로서 위치와 정보를 동시에 표현해주는 WebGIS 시스템을 구축하였다. 박동훈외 3인(2007)은 상품정보에 온톨로지를 적용함으로써 사용자에게 보다 명확하고 정확한 정보를 제공해주는 시스템을 설계하였다.

3. 연구 내용 및 한계성

단순 검색 결과의 지도상 표현에 그친 것에 반하여 농작물 작황정보 시스템은 일대일의 결과매칭에서 벗어나 일대다의 확장매칭을 통해서 사용자의 결과 노출에 신뢰성을 가지도록 하였다.

과거에 구축된 작황물의 어휘 사전이나 용어의 많은 확보가 용이치 않아 어휘 사전의 범위를 축소하여 연구를 진행하였다.

하나의 지역과 6개의 작황물의 정보를 수집하여 한정적인 DB구성을 하여, 분류체계방식에 따른 온톨로지의 구축하였고, 구축된 정보를 지리정보와의 연계를 통해 검색결과의 정확성과 다양한 정보를 습득하도록 하였다.

온톨로지와 WebGIS

1. 시맨틱 웹

웹은 Html이라는 단순히 보여주는 웹에서 이제는 사람과 기계가 서로 이해할 수 있는 차세대 웹인 시맨틱 웹으로 발전하였다. 팀버너스리는 그의 저서 'Weaving the Web'에서 "첫 번째 단계는 기계들이 자연스럽게 이해할 수 있는 형태로 된 데이터를 웹에 두든지 아니면 데이터를 그러한 형태로 변환시키는 것이다. 이것이 소위 말하는 시맨틱 웹-기계들에 의해 직접 또는 간접적으로 처리되는 데이터의 웹-이다(Berners-Lee, 2001)." 여기서 기계와 사람이 서로 이해할 수 있는 '의미'를 다루고자 하는 것이 시맨틱 웹의 온톨로지 언어의 역할이며 시맨틱 웹의 핵심적 역할을 담당하고 있다.

팀버너스리는 변화된 차세대 웹인 시맨틱웹의 전체적인 구조를 그림 1과 같이 제시하였다.

Html 기반의 문서는 비록 컴퓨터가 읽을 수는 있지만 해석을 할 수는 없다. 그렇기 때문에 컴퓨터가 자동적으로 이해하고, 처리하고, 전달하는게 어렵다. 그러나 시맨틱 웹에서는 웹문서들이 Xml, RDF, RDF Schema등을 기반으로

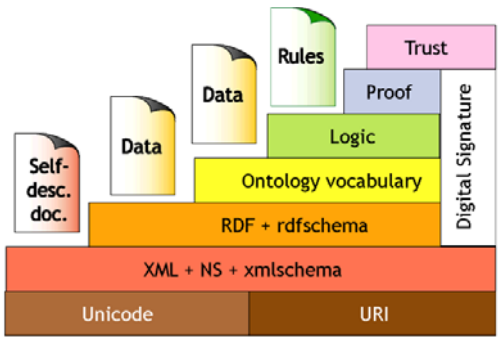

FIGURE 1. 팀버너스리의 Semantic Web "layer cake"

각 정보에 정확한 의미를 부여하여 사람과 컴퓨터가 서로 이해하고 해석 가능한 형태로 표현된다. 각 층마다 시맨틱 웹의 특징인 컴퓨터와 인간의 상호운용을 위한 기능을 포함하고 있다. 특히 Ontology Vocabulary와 Logic 부분은 시맨틱 웹에서의 추론 기능을 하고 있다.

OWL(Ontology Web Language)은 W3C에서 시맨틱 웹을 위해 온톨로지를 표현할 수 있는 가장 최근에 제정된 표준언어이다. DAML+OIL보다 향상된 표현능력을 가지며, OWL에서 모든 객체는 owl:Thing클래스의 서브클래스가 되며, 속성에 대한 다양한 특성을 기술하는 어휘가 제공된다.

본 연구에서는 농작물 작황 정보들을 OWL을 기반으로 각 농작물 작황 정보에 정확한 의미를 부여하여 사람과 컴퓨터가 서로 이해·해석 가능한 형태로 표현 하였으며, 모든 정보는 RDF형태로 구성 되어있다.

2. 온톨로지(Ontology)

온톨로지는 "공유하는 개념화의 형식적이고 명확한 명세"로 정의된다(Thomas R. Gruber, 1993). 즉, 특정분야의 현실세계를 모델링할 때 이와 관련된 모든 개인이나 집단들이 합의하여 도출한 개념들을 명시적으로 정의할 뿐만 아니라 컴퓨터가 이해하고 처리할 수 있는 형태로 표현하여 나타낸 용어들의 논리적 집합이다.

지금까지 구축된 온톨로지는 주로 지식추출, 자연어 검색, 분류체계 용도, 분야별 어휘사전 용도 등으로 사용되고 있다. 지식추출 용도란 인공지능과 같은 분야에서 인간의 지식과 추론 엔진을 함께 구축하여 컴퓨터로 하여금 인간과 같은 사고를 할 수 있도록 온톨로지를 구축한 것을 말하며, 자연어 검색용도는 웹 또는 응용 프로그램에서 일상적으로 우리가 사용하는 문구, 문장을 분석하여 원하는 결과를 얻을 수 있도록 온톨로지에 담아 사용하는 것을 말한다. 분류체계 용도는 디렉토리 또는 상품 분류와 같이 내용들이 서로 계층관계를 가지고 있을 때 그들 간의 관계를 표현할 수 있도록 온톨로지를 사용하는 것이며, 마지막으로 어휘사전 용도는 온톨로지를 사전으로 구축하여 특정 분야에서 사용하는 용어와 그 용어들간의 관계를 저장해 놓은 것으로, 본 논문에서는 작황물의 계층관계를 표현하기 위하여 분류체계 용도로서의 온톨로지를 적용하였고, 이에 따라 관리자와 사용자간의 모두 표준화된 작황물과 계층적인 분류체계를 사용함으로써 보다 정확한 작황의 검색과 처리가 가능하게 된다.

온톨로지에 대한 연구가 활발히 진행되면서 많은 온톨로지 구축도구들이 개발되었고, 온톨로지 언어에 대한 종속 여부에 따라 두 개의 그룹으로 나뉘어 질 수가 있다. 지식모델이 온톨로지 언어에 대해 독립적으로 확장 가능한 구조를 가지는 통합적인 툴인 Protégé, 지식모델이 특정한 온톨로지 언어에 종속되어있는 툴로 SemanticWorksTM2006을 꼽을 수 있다. Protégé는 의료 전문가 시스템을 위한 지식 획득을 지원받기 위해 스탠포드 대학의 의료 정보과학팀에 의해 개발되었으며 현재는 전 세계적으로 수많은 사용자에 의해 다양한 도메인 모델을 구축하는 도구로 사용되고 있다. SemanticWorksTM2006는 Altova의 XMLSpy 개발자들이 만든 RDF와 OWL 그래픽에디터로, RDF/XML의 Syntax 확인이 가능하며, RDF/OWL 그래픽으로부터 RDF/XML 이나 N-트리플문서로 자동생성기능이 있어서 복잡한 코딩을 쉽게 할 수 있다. 본문에서는 온톨로지 개발도구 중 Protégé 3.3.1 버전을 이용하여 농작물 작황정보의 구성 개체간의 관계에 대한 표현 및 의미를 부여하기 위한 분류체계용 온톨로지를 구축하였다.

3. WebGIS

WebGIS란 인터넷 기술을 GIS와 접목하여 인터넷 환경에서 지리정보 데이터를 교환, 접속, 전송하며, 지리정보를 입력, 수정, 분석 및 출력하는 시스템을 말한다. WebGIS는 구현 방식에 따라 서버중심의 GIS와 클라이언트 중심의 GIS로 크게 구분될 수 있다.

첫째, 서버중심의 WebGIS란 지리정보 시스템에서 수행되는 작업의 대부분을 서버측면에서 처리하는 방식을 의미한다. 일반적으로 CGI(Common Gateway Interface)를 통해서 작동되는 방식으로 CGI 중심의 GIS라고 말할 수 있다. CGI는 HTTP 웹 서버를 외부의 어플리케이션과 접속하기 위한 표준으로 실시간으로 동적인 정보를 생성할 수가 있다. 이러한 방식은 서버가 작업하는 동안 클라이언트는 다른 작업을 동시에 수행할 수가 있고, 사용하기 쉽다는 장점을 지닌다. 하지만 서버가 대부분의 기능을 수행해야 하므로 과중한 부하가 걸리며, 단순한 맵의 뷰(View)기능만을 수행하는데 그치고 있어 다양한 GIS분석 기능을 포괄하지는 못한다.

둘째, 클라이언트 중심의 WebGIS는 질의요청을 하는 클라이언트에서 대다수의 작업을 수행하고 서버 측에서는 클라이언트가 필요로 하는 데이터만 넘겨주는 시스템을 말한다. 이러한 클라이언트중심의 방식으로는 Plug-in 방식과 ActiveX control, Java Applet 방식이 있다. Plug-in 방식은 확장만으로 기본적인 GIS를 실행할 수 있지만 플랫폼에 따라 개별적 프로그램을 제작해야하는 단점이 있다. ActiveX control 방식은 언어에 관계없이 ActiveX

control만 있으면 사용가능한 이점이 있지만 플랫폼이 일정해야한다는 단점이 존재한다. Java Applet방식은 데이터의 빠른 전송이 가능하고 서버와 클라이언트사이의 부하가 적다는 장점 때문에 많이 이용하고 있으나, Java 보안 메커니즘 때문에 초기 접속한 서버 이외의 네트워크 컴퓨터와 연결이 제한되는 단점이 있다.(강명수, 최윤철, 고견. 2000)

본 논문에서는 WebGIS 구축을 위하여 서버/클라이언트 시스템을 적용하고 XML을 통하여 통신을 하게 되는 시스템으로 웹페이지를 서비스하는 Web Server와 공간데이터베이스를 처리 하는 Spatial Server, 그리고 수치지도를 제공해주는 Application Server로 구성되어 있다. Web Server로는 Java를 제공할 수 있는 Apache 2.2.8, Tomcat 5.5를 사용하였으며, Application Server로는 ArcIMS 9.2, Spatial Server로는 ArcSDE를 사용하였고, DBMS는 Oracle 10g를 사용하였다. 또한 클라이언트 중심의 Java Applet방식으로 농작물 작황 정보시스템을 구축하여 서버의 부하를 줄이고 빠른 데이터의 전송으로 정보를 검색하도록 하였다.

농작물 작황 정보시스템

1. 작황정보시스템 기능 및 시스템 구성

본 온톨로지를 이용한 작황정보시스템은 작황에 대해 한정적으로 검색을 할 수 있도록 한계를 두었으며, 그에 대한 단어사전 및 메타데이터는 작황연구소의 데이터를 기초로 구성하였다.

이러한 작황정보시스템은 지속적으로 정보의 활용 및 제공을 목적으로 구성이 되는데, 이러한 점을 고려했을 때 그림 2와 같이 작황정보 데이타베이스, 온톨로지 검색엔진, Map Server(WebGIS), 사용자 인터페이스로 크게 구성이 된다.

사용자가 정보에 대한 질의를 입력하면 사용자 인터페이스에서 검색엔진에 이를 전달하

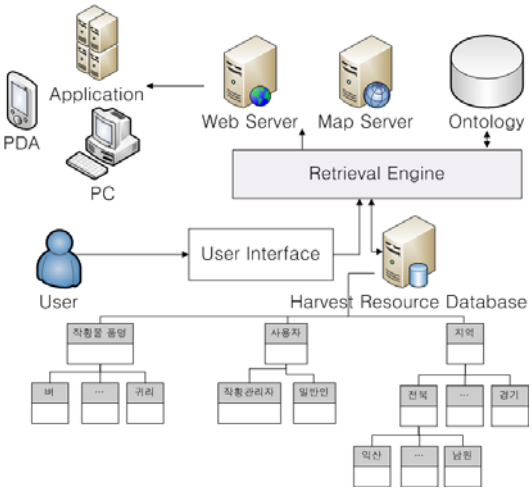

FIGURE 2. 농작물 작황정보 시스템 구성도

고, 데이터베이스에서 질의에 대한 검색을 수행한다. 작황정보에 대한 질의내용을 온톨로지를 통하여 분석하여 작황정보 데이터베이스에서 검색을 시작한다. 작황정보 데이터베이스는 Oracle10g를 사용하였다. 이렇게 검색된 작황정보는 Map Server를 통해 연계된 지리정보를 사용자 인터페이스와 웹을 통해서 제공된다.

2. 작황정보시스템 데이터베이스

데이터베이스는 크게 작황정보 테이블, 시공간 시스템 테이블로 구성이 된다. 우선 작황정보 테이블은 작황연구소의 자료를 기반으로 하여 한정적 자원을 정보테이블로 구성하였다.

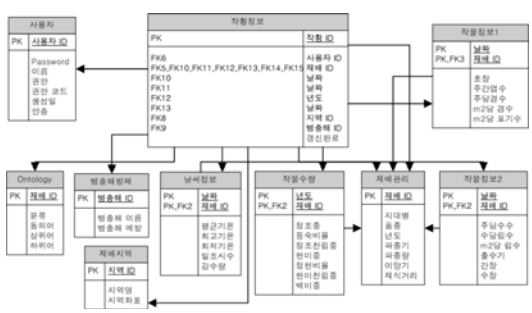

FIGURE 3. 농작물 작황 정보시스템 데이터베이스 테이블 구조

온톨로지 테이블의 경우는 작황물의 한정적 활용을 가정하여 간단한 구조로 설계를 하였다. 구축된 온톨로지 테이블은 작황물의 명칭, 상하위 계층, 그리고 같은 명칭을 가지는 동의어 관계로 구성이 된다.(그림 3)

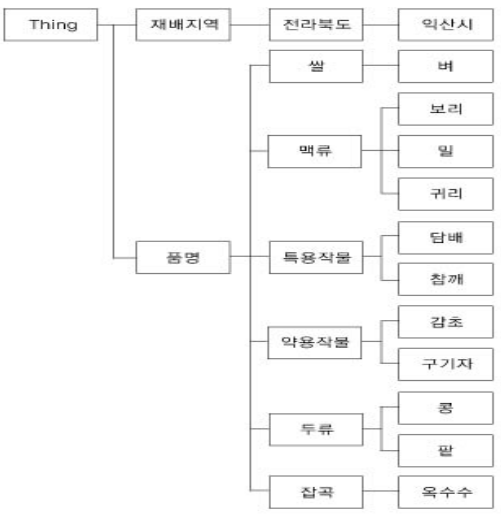

FIGURE 4. 농작물 온톨로지 클래스구조

데이터베이스는 Oracle 10g DBMS을 사용하여 구축하였다. Oracle 10g는 관계 데이터 모델을 지원하는 관계 데이터베이스 시스템으로 우리나라 상용시스템에서 가장 많이 운용되고 있으며, 전 세계적으로 데이터베이스의 표준이라고 할 만큼 널리 사용되고 있다.

본 연구에서는 엑셀파일로 한정된 지역과 6개 작물 품명의 자원정보를 Oracle 10g 테이블로 변환하여 농작물자원정보 데이터베이스를 구축하였다.(그림 4) 한정된 지역은 전북 익산시를 지정하였으며, 6개의 작물 품명은 쌀(벼), 맥류(보리, 밀, 귀리), 특용작물(담배, 참깨), 약용작물(감초, 구기자), 두류(콩, 팥)및 잡곡(옥수수)을 수집하여 데이터베이스화 시켰다.(그림 5)

3. 검색모듈

작황 정보시스템의 검색의 주된 목적은 사용자가 원하는 작황 정보를 데이터베이스에서 검색하여 보여주는 것이다. 온톨로지를 통한 검색은 그림 4에서 보여 지는 농작물 각 농작물의 위상정보체계를 활용하여 단순 단어의 매칭이 아니라 작물의 명칭, 개념을 상·하위 체계, 동의어 체계를 통해서 질의에 부합하는 결과를 준다.

온톨로지를 통한 검색은 그림 6와 같은 프로세스를 거치게 된다. 사용자가 인터페이스에서 질의어를 입력하게 되면 질의어를 분석, 해당 작황정보가 없을 경우 질의어의 동의어를 검색하게 되고, 동의어도 없을 경우에는 하위어와 상위어를 재차 검색하여 결과 값을 출력할 수 있도록 하였다.

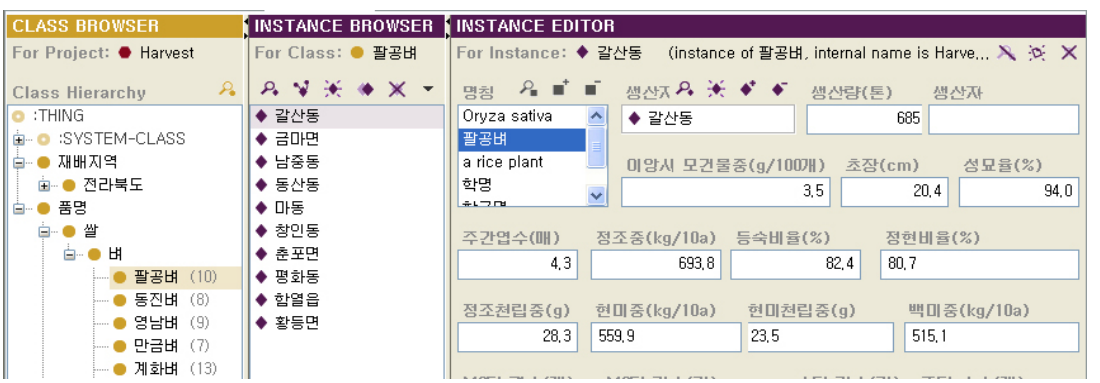

FIGURE 5. 농작물 온톨로지 Instance 입력

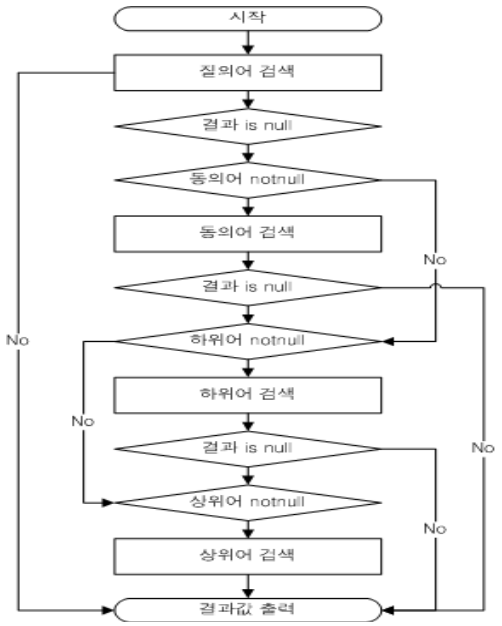

FIGURE 6. 온톨로지 검색 프로세스

4. 작황 정보시스템 인터페이스

농작물 작황 정보시스템의 공간정보는 조사에 GPS기기를 통하여 해당 자원과 관리자의 위치좌표를 획득하게 되고 Map 시공간 DB에 좌표 값이 저장되게 된다. 한정된 6종류의 작황정보는 각각의 6개의 레이어로 구성이 되며, 위성영상 수치지도를 활용하여 표현되게 된다. 수치지도는 dxf파일로 Map Server에서 사용될 수 있도록 저장, 관리하도록 하였다.

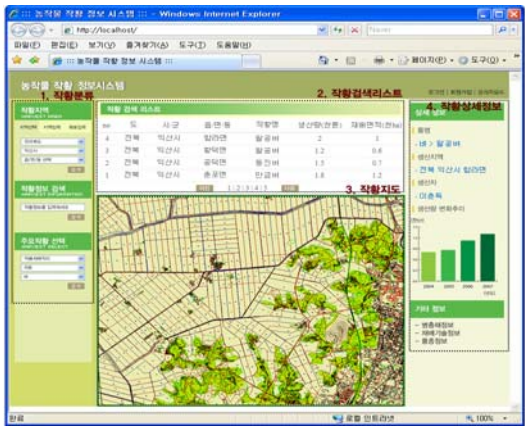

FIGURE 7. WebGIS 기반 온톨로지 정보검색을 위한 작황정보시스템

Map Server를 이용하여 공간정보를 보여주기 위해서 ArcGIS 9.2 프로그램을 활용하였으며 shape파일로 생성하여 저장, 관리하도록 하였다.

그림 7의 “1번 작황분류”의 부분은 작황물의 분류체계에 따른 온톨로지의 검색부분을 나타냈으며, 카테고리형식으로 작황물을 지역, 품목에 따라 검색을 하게 했다. “2번 작황검색리스트”의 부분은 검색 결과값이 나타나는 곳으로 지역과 작황명, 생산량, 재배면적을 리스트로 보여주며 결과값을 선택할 경우 하단 “3번 작황지도”의 부분에서 해당지역의 수치지도를 보여주게 하였다. “3번 작황지도”의 부분에서는 작황물의 레이어를 통해서 한 지역에 해당 작물의 레이어를 보여주게 되며, “4번 상세정보”의 부분에서 해당 작물의 간단한 메타정보를 보여준다. 또한 작물의 생산량을 그래프로 표현하여 한 눈에 정보의 변화량을 보기 쉽게 하였다. 하단의 기타정보란에서는 해당 작물품명에 대한 정보, 재배기술, 병충해에 대한 정보의 링크해서 쉽게 이동하여 정보를 취득할 수 있도록 구성하였다.

5. 검토

기존의 정보시스템과 WebGIS의 연계는 출력된 정보를 단지 웹이라는 도구를 통한 지도 위에 매칭시키는 방식으로 되어 있었고, 또한 이러한 단순 매칭 시스템은 사용자의 정보획득에 대한 충족도를 만족시키지 못해 또 다른 정보를 획득하기 위한 노력을 하도록 하였다.

기존의 웹 검색과 온톨로지를 이용한 검색의 결과가 표 1과 같이 나타났다. 검색결과를 살펴보면 웹 검색의 경우 단순 키워드 매칭 검색방법을 사용하므로 검색결과의 양이 많고, 부정확한 정보들이 많아 결과 검색내에서 재검

색을 수행해야 하지만 온톨로지를 사용한 검색의 경우는 검색개체의 정확함으로 인해 재 검색이 필요치 않는 것으로 나타났다.

TABLE 1. 농작물 작황 검색 비교

검색방법 \ 질문		1	2	3
웹	검색개체	23,900	48,300	47
	재 검색여부	○	○	○
온톨로지	검색개체	10	14	3
	재 검색여부	X	X	X

본 프로토타입 농작물 작황정보 시스템은 사용자의 정보검색 활동을 통해서 해당 지역과 작황물의 정보를 Mapserver와 웹페이지를 통해 보여줌과 동시에 해당 작황물의 분류체계에 의한 온톨로지의 메타데이터를 일렬의 정보로 제공하도록 하였다. 또한 웹과 맵을 통한 정보의 서비스는 정보 관리상에 있어서 효율성을 얻을 수 있게 해주며, 동시에 이용자 측면에 있어서는 기존의 텍스트 위주의 정보에서는 얻을 수 없는 위치와 관련된 좀 더 가시적인 종합적인 정보를 얻을 수 있도록 하였다. 검색된 작황 정보의 수치와 더불어 그래프를 이용 시각적 정보의 습득을 쉽게 하였으며 해당 작황 정보의 연계성을 가진 정보를 기타정보에 출력하여 확장적인 참조를 할 수 있도록 하여 사용자 입장에서 작황 정보의 종합적인 분석과 비교를 할 수 있도록 하였다.

결론 및 향후연구

농작물 작황 정보의 의미를 보다 정확하게 이해하고 조작할 수 있도록 메타정보를 정의하는 온톨로지에 기반하여 정보를 검색하였고, 검색된 작황정보를 기반해 도출된 WebGIS에 단지 위치정보만을 이용한 것에 확장하여 해당 지역의 정보를 추가적으로 제공하여 사용자가 더 많은 정보획득을 하도록 프로토타입의 형태로 구현하였다.

Ontology 기반으로 정보 검색 함으로써 작황에 대한 정보를 효율적으로 제공하였고, WebGIS 기반 농작물 작황 정보시스템을 구축함으로써 사용자에게 시각적으로 정보를 효과적으로 제공하는데 기여하였다.

향후 연구방향은 수질, 대기, 온도 등의 Sensor 데이터의 활용으로 각 지역 농작물의 생산량 변화추이를 검출하고, 사용자가 원하는 정보를 검색할 수 있는 개인별 맞춤형 정보를 서비스하는 효율적인 시스템을 구축하고자 한다. KAGIS

참고 문헌

강명수, 최윤철, 고견. 2000. ObjectWeb을 기반으로 한 Internet GIS의 설계 및 구현. 한국정보과학회 6(4):441-447.

고영만. 2006. 시소러스 기반 온톨로지에 관한 연구. 성균관대학교 정보관리연구소, 정보관리 5:5-22.

공현장, 황명권, 김판구. 2005. 온톨로지 기반 의미적 정보검색 시스템 설계. 한국지능정보시스템학회 추계학술대회논문집; 304-308쪽.

김선미, 정신일, 김창수. 2007. 스승찾기 검색을 위한 Web 기반 GIS 시스템 구축. 한국콘텐츠학회 종합학술대회 논문집. 5(1):6-10쪽.

박동훈, 정성원, 박대원, 권혁철. 2007. 온톨로지를 적용한 상품정보 시스템 설계. 한국정보과학회지 34(2):336-340.

양정진. 2003. 시맨틱웹에서의 온톨로지공학. 정보과학회지 21(3):28-35.

이강찬, 김성한, 민재홍, 박기식, 정인정. 2003. 시맨틱 웹기반의 검색시스템구조. 주간기술동향 제1094호 IITA IT 정보단. http://www.itfinder.or.kr.

이재호. 2003. 시맨틱웹의 온톨로지언어. 정보과학회지 21(3):18-27.

이형진, 이지민, 박미정, 김한중, 이정재. 2006. Ontology와 WebGIS를 이용한 농촌 어메니티 자원정보시스템 개발. 농촌계획 12(4):13-12.

최호섭, 옥철영. 2004. 정보검색시스템과 온톨로지. 정보과학회지 22(4):62-71.

Berners-Lee, T., J. Hendler and O. Lassila. 2001. The Semantic Web. Scientific American.

Boriana Deliiska. 2007. Thesaurus and Domain Ontology of Geoinformatics. Transactions in GIS 11(4):637-651.

Gruber, T.R. 1993. A Translation Approach to Portable Ontology Specification. Knowledge Acquisition 5(2):199-220.

Maedche A. 2002. Ontology Learning for the Semantic Web. Academic Publishers.

Hyvöonen E., A. Styrman and S. Saarela. 2002. Ontology-based Image Retrieval. Number 2002-03 in HIIT Publications: 15-27, Helsinki Institute for Information Technology(HIIT). KAGIS