

# 온톨로지를 이용한 하천 데이터의 검색

## Searching River Information using Ontology †

윤 흥 규\*, 유 상 봉\*\*  
 Hong-Kyu Yoon\*, Sang-Bong Yoo\*\*

**요 약** 지리정보는 시간이 흐름에 따라 변하는 정보를 계속 저장, 유지 및 관리하여야 하기 때문에 데이터의 양이 계속 증가하고 용어 간의 관계도 더욱 복잡해진다. 이러한 지리정보의 특성은 네트워크를 통한 정보의 공유 및 재사용을 위해 필요한 데이터 검색을 어렵게 한다. 지리정보의 관리, 해석, 그리고 검색의 효과를 향상시키기 위하여 지리정보분야의 어휘 정의와 분류 그리고 다른 어휘와의 관계를 포함하는 온톨로지를 활용할 수 있다. 본 논문에서는 지리정보 데이터 중 하천 관련 용어 간의 온톨로지를 구축하여 지리정보 데이터의 관계에 의한 구조적인 검색이 가능하도록 하였다.

**ABSTRACT** As the geographical information changes continuously, it has been difficult to manage it in consistent manner. Especially different terminologies are often used for describing the same object. These characteristics of geographical information make the information search be very unproductive. Recently, it is widely recognized that capturing more knowledge is the next step to overcome the current difficulties on sharing geographical information. In this paper, we utilize the ontology concept in order to facilitate information search for geographical data in the internet environment. A prototype of search system implemented using the ontology for river-related data is presented.

키워드 : 하천정보, 온톨로지, 검색, 데이터베이스, 메타데이터, 용어

### 1. 서 론

지리정보의 효과적인 관리와 배포를 위하여 공간데이터의 메타데이터가 정의되고 클리어링하우스 등이 구축되어 운영되고 있다(4, 7, 8, 14). 하지만 정보의 재사용과 공유에 대한 관심이 높아짐에 따라 한 분야에서도 같은 사실을 설명하는데 있어 다른 용어와 개념을 사용하는 것이 큰 문제점으로 떠오르고 있다. 특히 지리정보는 시간이 흐름에 따라 변하는 정보를 계속 저장, 유지 및 관리하여야 하기 때문에 데이터의 양이 계속 증가하고 용어 간의 관계도 더욱 복잡해진다.

다.

지리정보시스템(GIS)은 토지, 자원, 도시, 환경, 교통, 농업, 해양, 국방 등 다양한 분야를 다루고 그 아래 지도데이터, 통계데이터, 메타데이터 등 수반되는 데이터들이 많아서 어휘도 다양하고 복잡하다(5). GIS는 일반 사용자들도 손쉽게 지리정보를 사용하고 획득하는 것을 최종 목표로 하고 있지만 실제 GIS 분야에서 사용되는 어휘는 일반인들이 사용하기에는 어려운 것들이 많다. 온톨로지 개념을 도입해 어휘의 의미를 정의하고 분류하며 다른 어휘와의 관계를 보여준다면 지리정보의 관리, 해석, 그리고 검색의 효과를

+ 본 연구는 인하대학교 1999년 연구비 지원에 의하여 수행되었음.

\* 삼성전자 정보통신 총괄

\*\* 인하대학교 전자전기컴퓨터공학부 교수

항상시킬 수 있다. 따라서 본 논문에서는 GIS 데이터의 유통시스템의 개발과 함께 온톨로지 개념을 GIS 분야에 도입하여 수 많은 데이터의 정확한 개념을 정의하고 효과적으로 분류하여 데이터들간의 관계를 설정 함으로써 이러한 문제를 해결한다.

온톨로지란 말은 철학의 존재론 또는 인식론에서 나온 말로서, 스탠포드 대학의 로직 그룹은 지식공유를 위한 프로젝트에서 온톨로지를 문제영역에서 존재하는 구체적 혹은 추상적인 엔티티로 정의 하였고[21], 스탠포드의 Tom Gruber는 간단히 개념화에 대한 명세서라 하였다[22]. 온톨로지는 사물(비행기, 사자, 바다 등)이나 행위(자다, 생각하다, 쓰다 등)의 상속, 계층구조로 개념을 분류하며 개념들 사이를 is\_a, part\_of, have\_a 등 다양한 관계들로서 연결해 준다. Ontology.org에서는 온톨로지의 주 목적을 서로 다른 시스템, 정보구조, 응용분야에 있는 컴퓨터 시스템간에 정보교환을 가능케 하는데 있다고 하였다[23]. 이는 온톨로지가 용어들의 정의와 구조 관계표현으로서 서로 다른 시스템에서도 무리한 해석 없이도 적용시킬 수 있음을 의미한다. 최근에는 객체 모델링이나 XML에 포함시켜 전자상거래 분야에 도입되어, 에이전트들 사이에 정확한 의미 전달을 위해 활용되고 있다.

본 논문에서는 지리정보 데이터 중 하천 관련 용어 간의 온톨로지를 구축하여 관련 데이터의 관계에 의한 구조적인 검색이 가능하도록 하였다. 주어진 키워드 간의 AND, OR 관계에 의한 일반 검색이 가능하도록 하였고, synonym, cross, branch 등과 같은 다양한 관계를 통하여 각 지형정보간의 지리적 또는 사회적 관계를 통한 검색 기능을 제공하였다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 관련 연구를 기술하고, 3절은 본 논문에서 구현한 하천 관련 용어 간의 온톨로지를 설명한다. 4절에서는 프로토타입의 구현과 실행 예를 설명하고, 마지막으로 5절에서는 결론과 향후 과제를 기술한다.

## 2. 관련 연구

온톨로지의 개념은 언어 영역에서 유래하였고 그 결과 온톨로지가 단순히 언어 사전적인 측면이 중시 되어 왔다. 그러나 온톨로지의 영역이 공학적인 측면으로 옮겨지면서 인공지능분야를 비롯해서 전자상거래 및 여러 가지 정보교환 프로토콜에까지 다른 분야의 전문화된 지식을 공유하려는 연구가 많이 진행되었거나 진행 중에 있다. 국내외의 대표적인 연구 사례는 다음과 같다.

미국의 NIST (National Institute of Standards and Technology)에서는 제조분야에 증가하는 복잡도

와 다양한 소프트웨어간의 효과적인 정보교환을 위하여 제조분야의 개념이나 용어에 대하여 공식적이고 정확한 정의를 내리고 체계적인 분류(taxonomy)와 온톨로지에 대한 연구를 수행하였다[18]. 서로 다른 기능을 하는 제조분야에서는 같은 의미에 서로 다른 용어를 사용하거나 같은 용어를 서로 다른 의미로 사용할 수 있기 때문이다. 이 연구에서는 기존의 온톨로지 시스템들을 분석해서 어떤 것이 제조분야에서의 용어의 개념을 모델링하는데 적합한지 분석하였다.

미시간대학교 도서관에서는 온톨로지에 기반하여 도서관 목록 메타데이터를 구조화 하고 그 관계들을 정의하였다[19]. 기존 도서관 목록으로 사용되는 카탈로그는 대부분 자연어로 쓰여있고, 이들 카탈로그는 도서관의 검색에 도움이 되지만 컴퓨터 프로그램이 직접 활용하기는 어렵다. 미시간대학교의 온톨로지 그룹은 도서관 목록들의 관계에 대한 양식적인 개념화를 통하여 이들 개념들의 아주 정교한 구조를 정의하였다.

한국과학기술원 CAD/CAM 연구센터에서는 Active Design Support (ADS)라는 디자인 지식 관리 프레임워크를 통해 디자이너에게 필요한 디자인 지식을 제공하고 지난 제품개발 동안에 발생한 디자인 에러나 성공적인 디자인을 통해 합리적인 디자인을 이끌어 내도록 하는 연구를 진행했다[11]. 이런 목적을 위해서 제품 디자인 과정 속에 있는 다양한 디자인 레포트, 문서 또는 메모 같은 지식 항목들의 분석을 통해 온톨로지 구조를 정의한 다음 이것을 ADS 프레임워크의 정보 모델링의 기반으로 한다. 즉 설계문서의 체계적 분석과 분류를 통하여 지식을 정량적으로 표현하게 함으로써, 설계자의 정보요구에 효과적으로 대응하기 위하여 온톨로지라는 개념을 사용하여 설계지식을 분류하고 새로운 설계지식의 유추를 가능케 하였다.

이 외에도 일반적인 부품들간의 구조적인 관계에 중점을 두고 만들어진 스탠포드 대학의 Ontolingua 서버[20]가 있고, Brigham Young에서는 온톨로지의 개념적 측면에서 접근하여 자동차 광고나 판매영역으로의 적용을 시도하였다[16]. 인터넷 검색에 대한 응용으로서, OntoSeek는 직업별관과 제품 목록에 대한 언어 온톨로지를 연관시킨 구조화된 내용의 표현들을 이용하여, 내용 기반 검색의 정확도와 검색효과를 증가시켰다[17]. 본 연구에서는 온톨로지 개념을 지리정보의 일부인 하천 관련 분야에 적용하여 인터넷 상에서의 하천 관련 데이터 검색에 활용하였다.

## 3. 하천 관련 용어의 온톨로지

하천관련 분야에 적용시키기 위해서는 먼저 이 분야

에서 쓰이는 용어에 대한 연구가 필요하다. 즉 하천관련 용어들의 사용현황과 의미 분석, 적용 시 유용한 관계설정 등이 필요하다. 하천과 관련해서 쓰이는 용어는 크게 하천명, 하천이 가지는 자원, 데이터 표현어 및 기타 관리기관 및 지역명 등으로 분류할 수 있다. 용어에 대한 정의는 사전적 의미를 참조하고 추가로 특정 목적을 위해 정의를 더할 수 있다.

우리나라에 있는 하천명만을 분류해 볼 때 한강, 낙동강, 금강 등 17개의 분류와 갈라지는 순서에 의해 제1, 2, 3, 4, 5지류로 나뉘어 트리 구조를 이루고 있다. 수치상으로는 제 5지류까지만 구분했을 때 우리나라에 약 3000 여 개의 강/하천이 존재한다[1]. 이렇게 수많은 하천은 관리, 지역적, 시간적 차이에 의해 하천의 명칭이 다른 것이 많다. 예를 들어 달천은 충남 예당과 충북에 각각 있으며 충남의 달천은 한국 땅이름 큰 사전에는 북상천이 키워드로 되어 있고 신양천이라고도 불리면서 충남의 달천을 가리키고 있으며[15], 한국 브리태니커 백과사전에서 달천은 괴산군과 충주시 및 제천시를 가로질러 한강에 합류하는

한강의 제1지류로 기록되어 있다[12]. 또한 안수환의 한국의 하천에서는 시대 및 지역에 따라 달천강, 달래강, 달강, 달천천 그리고 괴강 이라고도 불린다는 기록이 있다[10]. 이렇게 지명 하나에도 수많은 의미적 음운적 차이가 있을 수 있다. 이런 점에서 하천용어에 동의어 관계를 설정하여 같은 의미의 낱말끼리 연결해 놓으면 아주 유용하게 쓰일 수 있다.

하천관련 자원으로는 댐, 저수지, 다리, 제방(홍수위), 수질, 독, 고수부지, 양식장 등이 있고 관계된 용어로는 관계기관, 관련 행정구역, 영향을 주는 공단이나 농업지역 등이 있다. 이에 관련된 용어 및 명칭을 분류하는 것도 하천에 대한 용어분류의 하나가 될 것이다. 또 '수질', '홍수위', '발전량' 등 하천과 하천자원에 대한 데이터로 쓰이는 용어도 분석 대상이 되며 하천 및 자원관련 지도 및 이미지 데이터도 용어에 들어갈 요소가 될 수 있다[2,3,9,13]. 하천에 관련해서도 이렇게 다양한 용어가 존재할 수 있고 그 다양함 속에 동의어 관계 뿐만 아니라 branch\_of, subtype, have\_a, managed\_by, near\_by, cross, appear\_on 등 수 많

〈표 1〉 하천관련 용어들간의 관계 테이블

from \ to	하천	행정구역	도로	관계기관	댐	다리	저수지	양식장	고수부지	공단	농업지역	지도
하천	SBI H	MC E	C	M	HU	H	H	H	H	CU NP	CU PU	A
행정구역	PN H	ST Y	HS	HS	H	H	HP	HP	H	HN	HN P	A
도로	N	CL E	ST YIB	N	CN	HN	CN	N	CN	CN	CN	A
관계기관	N	LN	N	ST Y	N	N	N	N	N	N	N	A
댐	NU	NL U	N	M	ST Y	N	N	N	N	N	N	A
다리	CP	PL	NP	M	N	ST Y	N	N	PN	N	N	A
저수지	NP U	NL U	N	M	N	N	BT Y	NU		NU	NU	A
양식장	P	LN	N	M	N	N	N	BT Y		N	N	A
고수부지	P	L	N	M		N			ST Y		N	A
공단	NP	NL	N	M	N	N	NP	NP		ST Y	N	A
농업지역	NP	NL	N	M	N	N	NP	NP	N	N	ST Y	A
지도												SL

〈기호설명〉 S: Synonym, H: Have\_a, M: Managed\_by, C: Cross, U: sUpply, A: Appear\_on, B: Branch, I: maIn, N: Near\_by, P: has\_Pollution\_effect, E: mErgy\_on, L: Located, T: subType, Y: supertYe

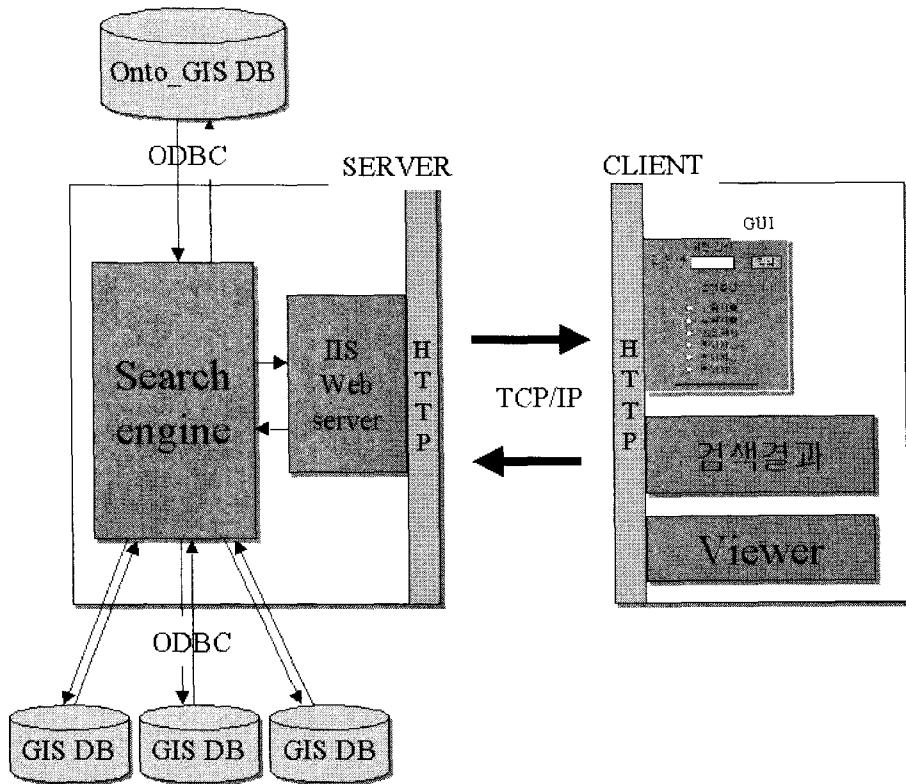


하천관련 데이터 검색을 나타낸다. 기본적으로 웹서버를 이용해 TCP/IP기반 정보교환을 하는 C/S구조로 클라이언트 측에서는 검색어와 검색옵션을 질의하고, 질의한 결과물을 받아 보여주며 관련된 정보를 출력하는 역할을 하며 서버측에서는 검색어와 검색결과를 가지고 연결된 데이터베이스에서 질의를 수행하여 결과를 얻고 클라이언트 측에 넘겨준다. 즉 사용자 인터페이스에서 사용자가 원하는 검색어와 검색옵션을 입력하면 웹서버를 통해 서버측의 Search Engine으로 가서 옵션을 관계로 하는 일치하는 자료를 생성해 웹서버로 보내면 클라이언트 측에서 결과를 받아 볼 수 있고 필요하면 결과들 속에서 지도나 이미지를 보거나 상세정보를 볼 수 있다. 여기서 Onto\_GIS DB는 데이터 베이스 모델링을 기준으로 만들어진 온톨로지 기반 하천관련 용어 사전의 역할을 하는 데이터베이스를 표시하며 GIS\_DB는 다른 GIS관련 데이터베이스로 사용자가 다른 데이터베이스를 검색하기를 요구하면 Search Engine이 이들 데이터베이스에 질의를 던져 좀더 상세한 정보의 검색이 가능하게 하여 궁극적으로

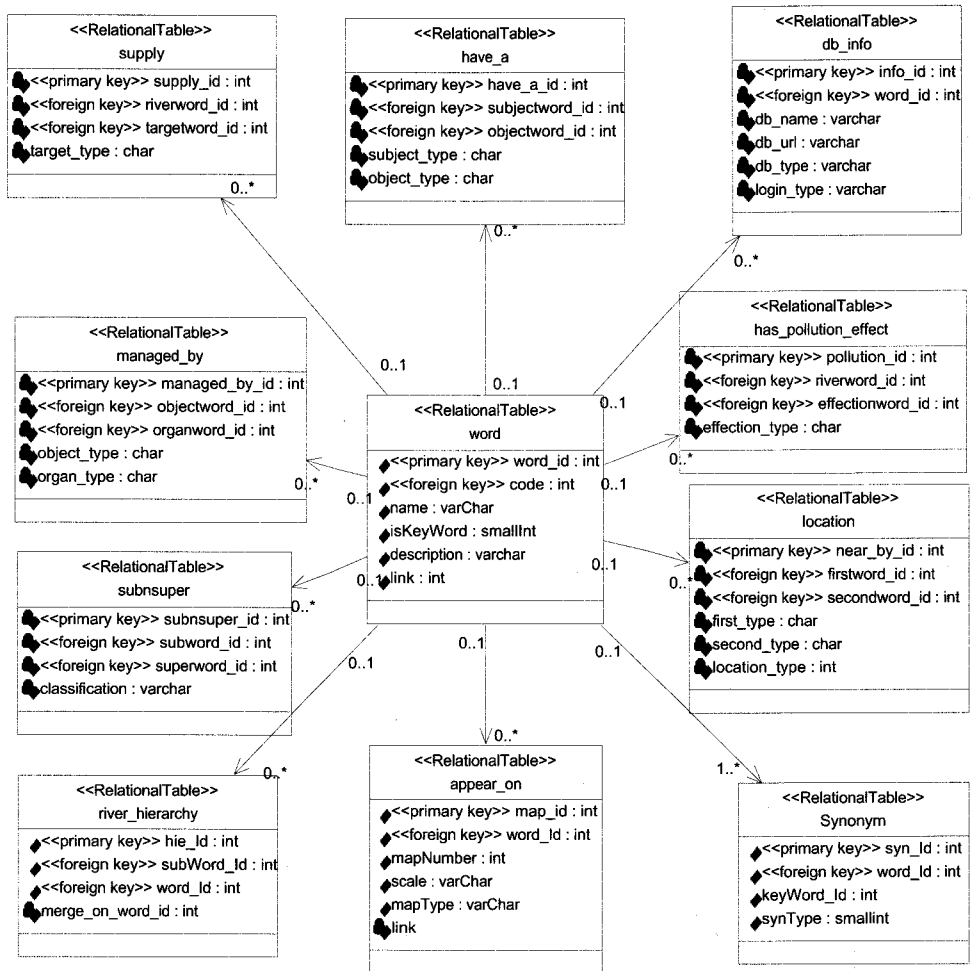
다른 데이터베이스로의 확장을 가능하게 하였다.

클라이언트 측은 HTML로 작성하였고 서버측은 ASP[20]로 작성하여 클라이언트가 질의한 것을 데이터베이스에 질의하고 질의 된 결과를 HTML템플릿으로 만들어 웹서버에 넘겨주면 웹서버가 클라이언트에 넘겨주어 결과를 브라우저로 출력하는 것이 기본 골격이다. 클라이언트는 웹 브라우저 상에서 검색 인터페이스를 제공하고 서버로부터 받은 결과를 보여주고 결과로부터 상세한 정보로의 링크를 해 주거나 지도 및 사진을 보여준다. 다른 데이터베이스로의 등록 및 재검색 인터페이스도 제공한다.

서버는 검색어 및 검색조건을 받아 데이터베이스에 질의하고 받은 결과를 출력 템플릿을 만들어 클라이언트로 보내주는 역할을 한다. 또 클라이언트가 요구한 상세정보, 지도 또는 이미지를 보내준다. 데이터베이스는 용어들과 그 관계들을 정의한 온톨로지 기반 하천용어사전으로서 구축된 데이터 베이스와 기존의 하천관련 정보를 저장하고 있는 일반 데이터베이스로 구성된다.



〈그림 2〉 전체 시스템 구조도



〈그림 3〉 데이터 베이스 모델

#### 4.2 온톨로지 DB구조

하천관련 용어들의 의미, 구조, 관계분석이 이루어지면 수집된 자료들과 설정한 관계들을 이용해 데이터 베이스를 구축한다. 구축된 데이터베이스는 온톨로지 사전으로서의 역할을 하며 다른 응용프로그램을 지원 하는 역할을 한다. 예를 들면 하천 검색엔진에 장착되어 단순히 일치되는 문자열과 그 의미만을 반환할 수도 있고, 검색하고자 하는 용어가 가지는 구조적인 의미와 다양하게 관계된 다른 용어들을 나열함으로써 정확한 검색을 가능하게 해준다. 또한 검색된 관계 있는 용어들을 통하여 검색자가 원하는 정보를 추론할 수

있게 해주고 1차로 얻은 정보들을 가지고 다른 데이터 베이스로 2차 검색을 시도해 의도한 목적에 빠르게 근접할 수 있다. 이미 설정된 관계들을 통해 검색된 결과들 속에는 하천관련 분야에서 많이 필요로 하는 정보를 용어와 관련하여 보여줌으로 편리한 검색을 도모할 수 있다.

그림3은 GIS용어들의 데이터베이스 모델을 보여준다. 모든 용어들이 저장되는 word 테이블을 중심으로 용어들의 계층구조 및 여러 가지 관계를 저장하는 Hierarchy테이블과 GIS용어라는 특성상 용어와 관련 있는 지도정보를 저장하는 Map테이블을 가지고, 동의

어 관계를 저장하는 Synonym테이블을 가지고 있다. Map테이블은 have\_a\_map관계를 표현하는 테이블로 속성이 다른 관계들과는 달라 독립적인 테이블로 구성하였고 마찬가지로 Synonym테이블로 이런 이유에서 독립적인 테이블로 구성하였다. 나머지 관계들은 계층 관계와 유사하여 같은 테이블에서의 구성이 가능하다. 나머지 riverdb, bridgedb, damdb는 강, 다리, 댐 등 하천관련 자료들의 상세한 정보가 있는 테이블들로서 온톨로지 사전과는 관계가 없이 검색 시 참고로만 쓰이기 위한 것이다.

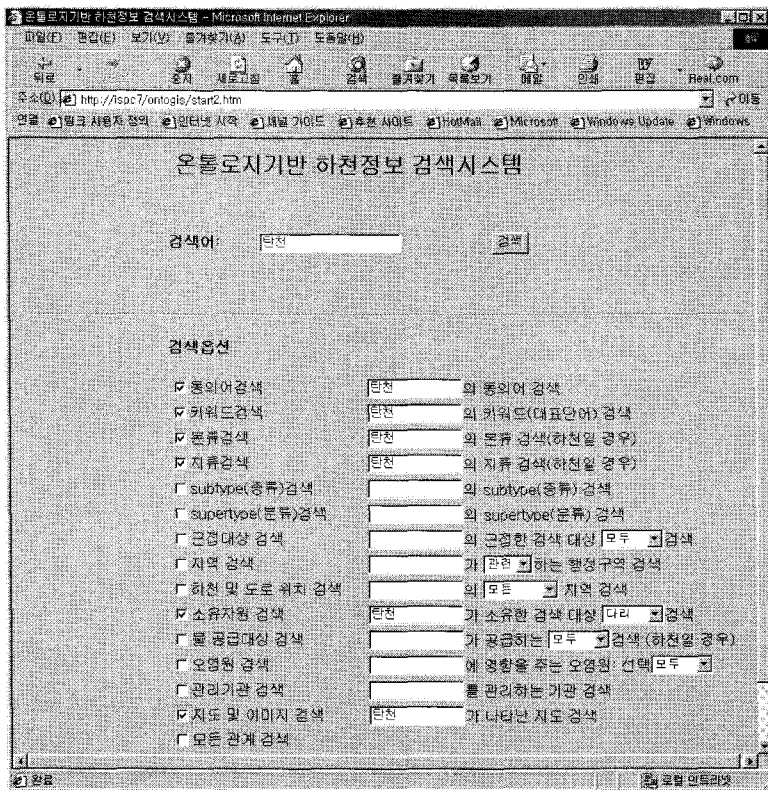
word 테이블을 중심으로 여러 가지 관계를 가지는 테이블들이 있어 질의할 때 word 테이블과 조인연산을 함으로써 용어들간의 관계를 나타낼 수 있다. 각 테이블들에 저장된 내용은 다음과 같다.

- word: 모든 하천관련 용어
- Synonym: 동의어 관계
- river\_hierarchy: 하천들의 계층관계
- subnsuper: 용어들의 상,하위관계
- appear\_on: 용어에 대한 지도정보

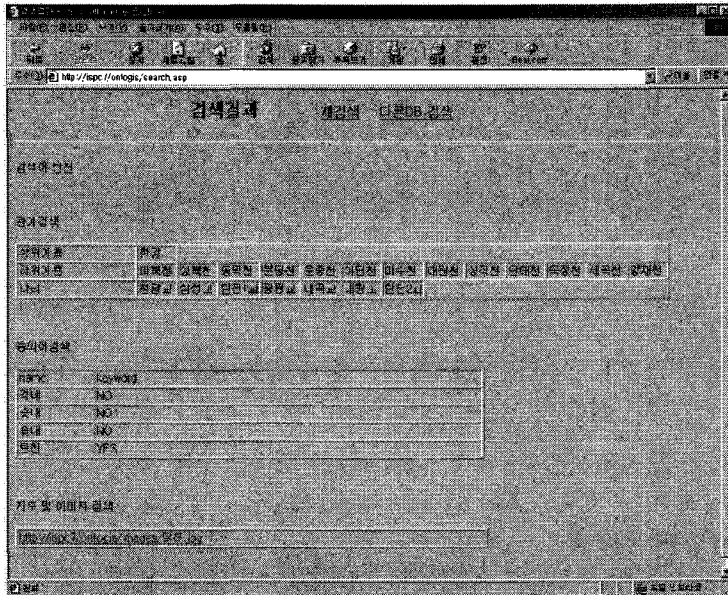
- managed\_by: 관리기관
- location: 하천 및 자원들의 위치관계
- supply: 하천 자원의 공급관계
- have\_a: 소유관계
- has\_pollution\_effect: 오염원 정보
- db\_info: 다른 데이터베이스에 대한 정보

#### 4.2 검색 예

사용자는 검색어를 입력하고 검색옵션에서 검색하길 원하는 관계를 선택한다. 근접대상, 지역, 소유자원 등의 검색옵션에는 또 하나의 검색조건을 선택할 수 있다. 이것은 앞에서도 언급했듯이 모호한 검색을 피하기 위함이다. 또 모두검색을 선택하면 설치된 모든 관계 검색을 수행할 수가 있다. 검색어 입력 및 검색 옵션 선택이 끝나면 검색버튼을 눌러 서버로 검색정보를 보낸다. 검색옵션은 용어들의 다양한 관계를 검색하고 싶을 때 선택하는 것으로 어떤 검색옵션을 선택했느냐에 따라 질의 및 결과가 달라지게 된다. 검색옵션에 따라 질의 템플릿이 변경되거나 추가 삭제되어



〈그림 4〉 사용자 인터페이스



〈그림 5〉 다양한 검색옵션 선택시의 검색 결과

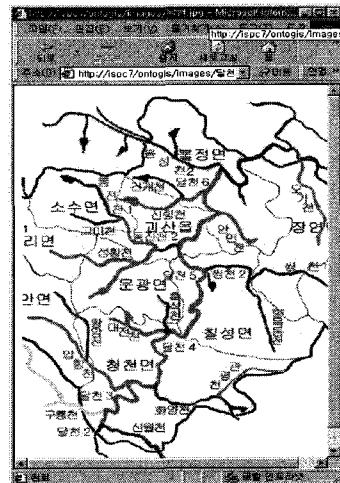
옵션에 따른다

그림4에서는 동의어검색, 키워드검색, 상위계층검색, 하위계층검색, 소유물 검색, 지도 및 이미지 검색 옵션을 선택하고 소유물 검색의 모호함을 피하기 위해서 추가적으로 소유물 중 다리를 선택하였다. 추가적인 옵션의 선택은 데이터베이스 모델링의 word테이블에서 classification 속성값을 사용하여 좀더 세밀한 분류의 검색을 시도할 수 있게 해준다. 본 시스템에서는 이처럼 검색결과가 너무 광범위하고 많을 것을 대비해 이런 추가적인 옵션을 선택해 해결하였다. 이런 검색에 의한 결과를 그림 5에서 보여주고 있다.

이 결과는 동의어검색, 키워드검색, 지도 및 이미지 검색옵션 이외의 것을 하나도 선택 안 했을 때와는 다른 모습을 보이고 있다. 즉 관계검색 결과 테이블이 word 테이블의 속성정보를 보여주는 것이 아니라 선택한 옵션에 해당하는 관계들에 대해서 검색어와 관계 있는 용어들이 나열되어 있다. 만일 다른 옵션이 추가로 선택된다면 그에 해당하는 row가 추가로 생성될 것이다.

그림 6은 지도 및 이미지 검색옵션을 선택함으로써 나타난 결과를 선택했을 때 나온 '달천'에 관련된 지도 이미지이다. 지도 및 이미지는 다수가 나타날 수가 있으며 지도는 수치지도 view를 이용해 보여줄 수도 있고 기존의 web 지도 제공업체와 결탁해 web 상에서 지도를 보여줄 수도 있다. 본 시스템에서는 자체

이미지를 가지고 web상에 있는 지도 이미지를 링크시켰다.



〈그림 6〉 검색 결과에 연결된 지도 이미지

검색 기능 및 성능은 데이터 베이스의 디자인과 저장된 자료에 달려있다. 데이터베이스의 word테이블에 얼마나 많은 용어들이 저장되었는지 그리고 얼마나 많은 관계들이 관계테이블에 저장되었는지에 따라 기능이 많이 좌우될 것이다. 여기서 검색 기능이란 검색어에 일치하는 자료가 얼마나 풍부한가 그리고 얼마나



만족스러운가 하는 것이다. 데이터베이스에 얼마나 많은 용어와 관계들이 저장 되었나에 따라 그 결과 양이 많아지겠지만 질적인 면을 고려하면 데이터베이스 보다는 적용하고자 하는 분야의 온톨로지 설계를 어떻게 할 것인가가 더욱 중요하다.

### 5. 결론

본 논문에서는 제한된 자료에서 하천관련 용어들이 가질 수 있는 관계를 보여주었다. 그 결과 용어들 사이의 다양한 관계를 가지는 용어들을 얻을 수 있었다. 온톨로지를 기반한 하천관련 용어들과 그들 간의 관계를 검색할 수 있었다. 검색 결과를 보여줄 때 검색옵션에 따라 결과 템플릿이 달라지므로, 특히 소수관계 검색처럼 검색결과가 많은 경우 테이블의 컬럼이 많아져 결과를 한번에 보기 어렵다. 이 경우는 페이지 기능을 추가해 출력 개수를 일정하게 끊어주면 해결할 수 있다.

GIS 온톨로지 사전에 어떻게 이용하는가 하는 문제도 중요하다. GIS라는 분야적 특성상 본 논문에서는 지도를 가지고 있는가 하는 문제도 하나의 관계로 표시하여 분야의 특성을 살렸다. 본 논문에서는 지도정보를 이미지 파일로 대체 하였는데 기존의 수치지도를 수치지도뷰 툴로 연결해 보여주면 좀더 기능과 성능면에서 향상될 것이다. 또 결과로 얻은 용어에 대한 상세정보를 보여주는 것도 필요한데 본 논문에서는 기존의 웹사전에 있는 해당 용어를 설명하는 URL로 링크를 시켰지만 다른 시스템에 있는 GIS 데이터 베이스에서 해당 용어에 대한 자료를 얻게 하는 방법이 더 효과적일 것이다.

본 논문에서 기술된 방법은 웹 환경의 전자거래 구현에 직접 활용될 수 있으며, 전문가 뿐만 아니라 일반 인터넷 사용자에게 보다 효과적인 검색 기능을 제공할 수 있다. 그러나 최근 새로운 CALS 및 웹 표준들이 계속 개발되고 있어서 이러한 신기술을 반영하기 위한 연구가 계속되어야겠다. 특히 메타데이터와 관련하여 개발되고 있는 XMI (XML Metadata Interchange) 표준은 서로 다른 사용자나 프로그램 간에 메타데이터를 교환하여 데이터의 활용을 촉진하는 역할을 한다. 그리고 본 연구에서 제안된 온톨로지를 기존의 지식 표현 방식인 KIF (Knowledge Interchange Format) 등으로 표현하여 활용하는 방안도 연구되어야겠다.

### 참고문헌

- [1] 건설부, “한국 하천일람”, 1991.
- [2] 건설부, “전국 하천 조사서”, 1992.
- [3] 건설부, “교량 현황 조사”, 1997.
- [4] 국토연구원, “GIS 정보유통을 위한 한국형 모델 개발 연구”, 국토연구원 보고서, 1999.
- [5] 김계현, “GIS 개론” 대영사, 1998.
- [6] 김태영, “Taeyo’s Asp”, 삼양출판사, 1999.
- [7] 문진용, 구용완, “인터넷 지리 정보 시스템을 위한 HVF(Hangul Vector Format)의 개발”, 한국정보처리학회논문지, Vol. 7, No. 2, 2000, 2, pp. 321-327.
- [8] 박동선, 김재홍, 배혜영, “다차원 GIS에서 과거 데이터의 무결성을 위한 연산의 설계”, 한국정보처리학회논문지, Vol. 7, No. 6, 2000, 6, pp. 1737-1745.
- [9] 서울특별시 건설안전 관리본부, “서울의 교량 현황”, <http://csm.seoul.kr/main.html>
- [10] 안수한, “한국의 하천”, 민음사, 1995.
- [11] 하성도 외 7인, “설계지식 체계화에 관한 연구”, 한국과학기술연구원 연구보고서, 2000.
- [12] 한국 브리태니커, “한국 브리태니커 온라인”, <http://premium.britannica.co.kr/>
- [13] 한국 수자원 공사, “전국 하천 조사서”, 1992.
- [14] 한국전산원 보고서, “Internet GIS의 데이터 공유 표준 연구”, 한국전산원, 1998
- [15] 한글학회, “한국 땅이름 전자사전”, 1998.
- [16] D. W. Embley, Y. Jiang, and Y. -K. Ng, “Record-Boundary Discovery in Web Documents,” Proceedings of ACM SIGMOD Conference, 1999, pp. 467-478.
- [17] Nicola Guarino, Claudio Masolo, and Guido Vetere, “OntoSeek: Content-Based Access to the Web, IEEE Intelligent Systems, 1999, pp. 70~80.
- [18] Craig Schlenoff, Peter Denno, Rob Ivester, Simon Szykman, Don Libes, An Analysis of Existing Ontological Systems for Applications In Manufacturing, National Institute of Standard and Technology, 1999.
- [19] Peter Weinstein, Gene Alloway, Judy Ahroheim Ontology Based Metadata, University of Michigan Digital Library (UMDL), 1998.



**윤홍규**

1999년 인하대학교 자동화공학과 졸업 (공학사)

2001년 인하대학교 대학원 자동화공학과 졸업 (공학석사)

2001년 ~ 현재 삼성전자 정보통신총괄

관심분야 : GIS, XML, EDI, Database



**유상봉**

1982년 서울대학교 제어계측공학과 학사

1986년 Arizona 주립대학교 전기및컴퓨터공학과 석사

1990년 Purdue 대학교 전기및컴퓨터공학과 박사

1989년 AT&T Bell 연구소 연구원

1990년 삼성전자 컴퓨터부문 선임연구원

1992년 ~ 현재 인하대학교 전자전기컴퓨터공학부 교수

관심분야: 데이터베이스, GIS, 지식공학, Internet 응용