

## 온톨로지 기반 정보제공 시스템

### Ontology-Based Adaptive Information Providing System

손영태, Young Tae Sohn\*, 이상근, Sang Keun Rhee\*\*, 이지혜, Jihye Lee\*\*,  
김재관, Jae Kwan Kim\*\*, 한요섭, Yo-Sub Han\*\*, 박면웅, Myon-Woong Park\*\*

**요약** ~ Web 2.0의 사용자 참여, 개방, 공유 중심의 인터넷 환경은 대량의 다양한 정보가 생성, 공유되고 있으며, 효율적인 검색기법만으로는 원하는 시점에 필요한 정보를 효과적으로 제공받지 못하는 상태이므로, 정보검색이나 필터링 과정에 추가적인 기법들이 요구되고 있다. 또한, 유비쿼터스 환경이 구축됨에 따라 정보검색은 장소와 시간에 관계없이 수행되며, 상황과 환경에 능동적이며 실시간적인 응답을 요구받고 있으므로, 정보검색이나 추천과정에서는 사용자의 상황과 요구조건에 적합한 정보를 결정하는 효율적인 리소스 매칭기법이 필수적이다. 본 논문에서는 연구개발을 주 업무로 하는 임의조직을 대상으로 구성원들의 정보활동을 효과적으로 지원하는 정보서비스 시스템의 개발에 관련된 방법론으로 대상조직의 소프트웨어적 분석과 구성의 정의, 정보와 지식의 표현과 관리, 리소스 매칭기법 등을 기술하고, 이를 응용한 정보서비스 시스템을 구현하여 타당성을 보이고자 한다.

**Abstract** ~ As the amount of available information increases rapidly, sometimes the efficient search method alone is not enough to obtain necessary information in timely manner. Therefore additional support is needed to share the burden of searching for and filtering information. In the era of ubiquitous computing, computer systems existing everywhere should be able to proactively provide information just in time. Resource matching is essential in order to develop a system searching and recommending information required for a user in a specific context. This paper describes the infrastructure and methodology of information providing including systematical organization representation, ontological resource demarcation, and resource matching in the environment of a research institute. A specific application was developed to illustrate the proposed approach.

**핵심어:** *Information Provision, Ontology, Software Agents, Resource Matching*

#### 1. 서론

Web 2.0의 참여, 개방, 공유 정신은 누구나 정보를 생성하고 공유할 수 있는 사용자 참여 중심의 인터넷 환경을 제공하고 있다. 또한, 온톨로지 기술의 활용으로 인터넷 환경은 웹 자체가 지능화된 시멘틱 웹(semantic web)으로 발전되어 Web 3.0을 출현시키고 있으며, 향후에는 시스템 자체가 사용자에게 자율적 서비스를 제공하는 지능형 에이전트(intelligent personal agents)가 결합된 Web 4.0 시대가 도

래할 것으로 예측된다. 현재의 Web 2.0의 인터넷 환경은 대량의 다양한 정보가 생성, 공유되고 있으며, 효율적인 검색기법만으로는 원하는 시점에 필요한 정보를 효과적으로 제공받지 못하는 상태이므로, 정보관리나 검색과정에 추가적인 기법들이 요구되고 있다. 정보와 지식의 관계를 체계적으로 기술하고 추론이 가능한 온톨로지를 활용하는 시멘틱 기술들이 대표적인 기법들이지만 방대한 정보와 지식을 표현하는데 제한적이므로 대상영역을 한정하는 연구들이 수행되고 있다[1, 2]. 또한, 유비쿼터스 환경이 구축됨에 따라 정보검

본 논문은 2008년 한국과학기술연구원 국제협력사업의 일환으로 연구되었음.

\*주저자 : 한국과학기술연구원 지능인터랙션연구센터, e-mail: ytsohn@kist.re.kr

\*\*공동저자 : 한국과학기술연구원 지능인터랙션연구센터, e-mail: myon@kist.re.kr

색은 장소와 시간에 관계없이 수행되며, 상황과 환경에 능동적이며 실시간적인 응답을 요구받고 있으므로, 정보검색이나 추천과정에서는 사용자의 상황과 요구조건에 적합한 정보를 결정하는 효율적인 리소스 매칭(resource matching)기법이 필수적이다. 온톨로지 기반 리소스 매칭 분야는 온톨로지 간의 관계를 트리(tree)나 그래프(graph)로 표현하여 유사성을 평가하는 연구들이 수행되고 있다[3].

본 연구에서는 다양한 구성원들이 연구개발을 주 기능으로 하는 임의조직(virtual organization)을 대상으로 구성원들의 관심과 지식정보, 이들의 연관성을 온톨로지(ontology)를 통해서 표현하였고, 에이전트(agents)를 기반으로 한 리소스 매칭을 통하여 개별 사용자들에게 필요한 정보를 능동적으로 제공할 수 있는 정보제공 시스템을 설계하고, 응용 정보 서비스 시스템을 개발하였다.

## 2. 정보제공 시스템의 설계

### 2.1 정보서비스 대상조직의 분석 및 구성정의

정보서비스 시스템을 개발하기 위해서는 대상조직의 구성과 업무분석이 우선적으로 필요하며, 그림 1과 같은 Use case diagram 기법을 통하여 대상조직의 구성과 업무를 분석하고, 상호간의 흐름과 작용을 고려하여 각각의 업무와 구성원을 다양한 기능모듈과 에이전트로 정의하였다[4]. 그림 1에서 PA(Personal Agent)는 조직의 모든 구성원을 대표하는 에이전트로 각 자의 업무에 따라 Agent Injection기법[5]으로 조직원의 업무 기능모듈들이 활용되어 각 조직원의 다양한 업무를 처리하게 된다. 특히, PA는 각 조직원의 사용자 프로필(user profile)을 관리/유지하여 정보검색에 활용함으로써 개인의 업무와 관심도에 따른 정보제공을 가능하게 한다. OPM(Organization Provisioning Manager)은 조직 내의 모든 리소스의 등록/수정/삭제기능을 수행하는 중앙관리자로서, 리소스를 요구하는 모듈이나 에이전트에 이를 제공하는 기능을 수행하는 에이전트이다. OPM은 필요한 경우에

조직 외부의 리소스를 확보하는 기능을 수행하는 RPU(Resource Procurement Unit)를 통하여 외부의 리소스도 제공하게 된다. 또한 PM(Project Manager), AM(Analysis Manager), TMA(Task Monitoring Agent), QoS(Quality of Service) 등의 에이전트로 조직의 구성과 업무, 상호간의 작용을 정보제공 시스템 측면에서 정의하였다.

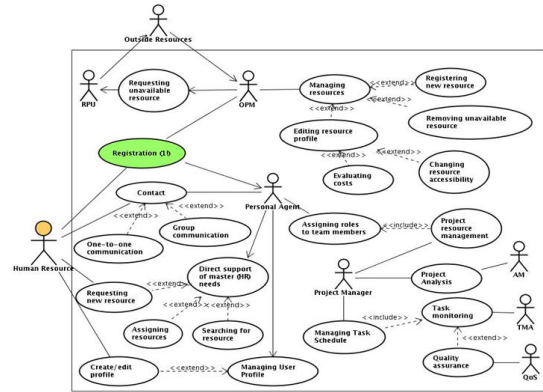


그림 1. 조직구성의 Use case diagram

### 2.2 온톨로지(ontology) 설계

온톨로지는 개념간의 관계나 사용상의 제한을 정의한 명세서로 온톨로지가 잘 구축될수록 시스템이 자율적으로 처리할 수 있는 능력이 향상되므로 능동적인 서비스 시스템에서 중요한 요소이다. 본 연구에서도 조직 내의 모든 구성요소들을 온톨로지로 정의되는 리소스(resource)로 간주하고, 모든 리소스에는 프로파일(profile)을 부여하여 정보제공 과정에서 프로파일 기반 검색이나 추천이 가능하도록 하였다. 그림 2와 같이 시스템의 리소스는 크게 'HumanResource'와 'NonHumanResource'로 구분되며, 'HumanResource'는 조직 구성원을 표현하고, 'NonHumanResource'는 사물(things), 문서(documents), 정보(information) 등의 다양한 물질이나 개념을 표현한다[6]. 모든 리소스는 각 리소스의 특성을 표

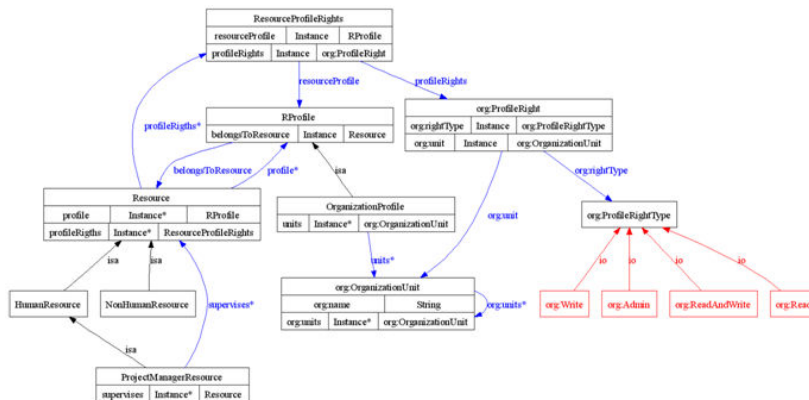


그림 2. 온톨로지 정의 예 (Resource)

현하기 위하여 'RProfile' 과 'ResourceProfileRight'로 대표되는 프로파일과 접근권한을 부여하여 프로파일을 기반으로 한 리소스 매칭과 각 리소스의 체계적인 관리와 활용이 가능하도록 하였다.

### 2.3 리소스 매칭(Resource Matching)

정보제공의 과정은 리소스 정보와 요구정보간의 유사성을 판단하는 리소스 매칭이 핵심이며, 본 연구에서는 리소스 정보의 온톨로지 상의 관계를 directed graph로 표현하여 개체(instance) 간의 상대적인 위치로 유사성을 판단하는 기법을 사용하였다[7]. 그림 3은 전반적인 매칭과정을 정의하는 요건(criteria)을 표현한 것으로, 4개의 요건에 의하여 수행된다. 'x' 는 매칭의 기준 요구정보이고, 'q' 는 모든 정보개체를 대상으로 필터링을 수행하여 유사성 판단의 대상을 한정하는 과정, 'a' 는 유사성 판단 과정에서 유사도 판단의 기준값(threshold value), 'g' 는 지리적(geo-spatial) 기준이 필요한 경우에 추가적으로 수행하는 필터링 과정을 의미한다.

#### Matching Criteria ; ordered quadruple { x, q, a, g }

- where:
- x: the selected ontology class instance (source object)
- q: a SPARQL query which defines a subset of objects considered relevant and will be matched against the source object x
- a ≥ 0: specifies threshold of closeness between objects judged relevant each-other
- g: a sub-query processed by the GIS

그림 3. 리소스 매칭의 요건과 과정

## 3. 응용 정보서비스 시스템의 구현

### 3.1 정보서비스의 설계

능동적 정보제공이라는 개념과 유용성을 쉽게 이해하고 공감할 수 있는 응용사례로 대상 조직에서 수행되는 해외출장장 신규과제 안내 업무를 능동적으로 지원해주는 정보서비스 시스템을 구현하였다. 그림 4는 구현된 시스템의 활용 시나리오로, 출장지원 서비스는 기존 출장자들의 출장보고서들을 온톨로지 기반으로 추적, 관리하여, 신규로 출장을 계획하는 사용자들에게 학회, 연구기관, 전문가들의 정보와 출장지의 숙박, 식당 등의 여행관련 정보를 제공하는 서비스를 수행한다. 모든 정보는 사용자를 대신하는 PA를 통하여 사용자의 프로파일을 기반으로 개인화된 리소스 매칭을 수행하여 제공된다. 신규과제 안내 서비스는 등록된 신규사업정보를 구성원의 연구분야와 관심도에 따라 개인별 맞춤형 신규과제 정보를 제공하는 서비스를 수행한다.

### 3.2 정보서비스 시스템의 설계

그림 4와 같은 정보서비스를 제공하기 위하여 출장지원

서비스는 크게 출장신청, 여행정보제공, 보고서작성 등으로 구분하였으며, 각 서비스의 activity diagram을 작성하여 서비스에 필요한 기능모듈을 도출하고, 각 모듈간의 관계와 수행 주체인 에이전트들을 파악하였다. 그림 5는 출장신청 서비스의 흐름을 분석한 activity diagram으로 사용자(user), PA, OPM간의 상호작용으로 서비스가 수행됨을 알 수 있다.

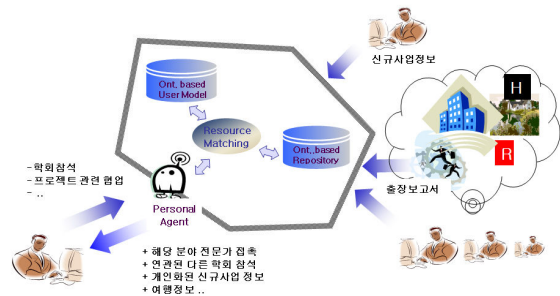


그림 4. 정보서비스 시나리오

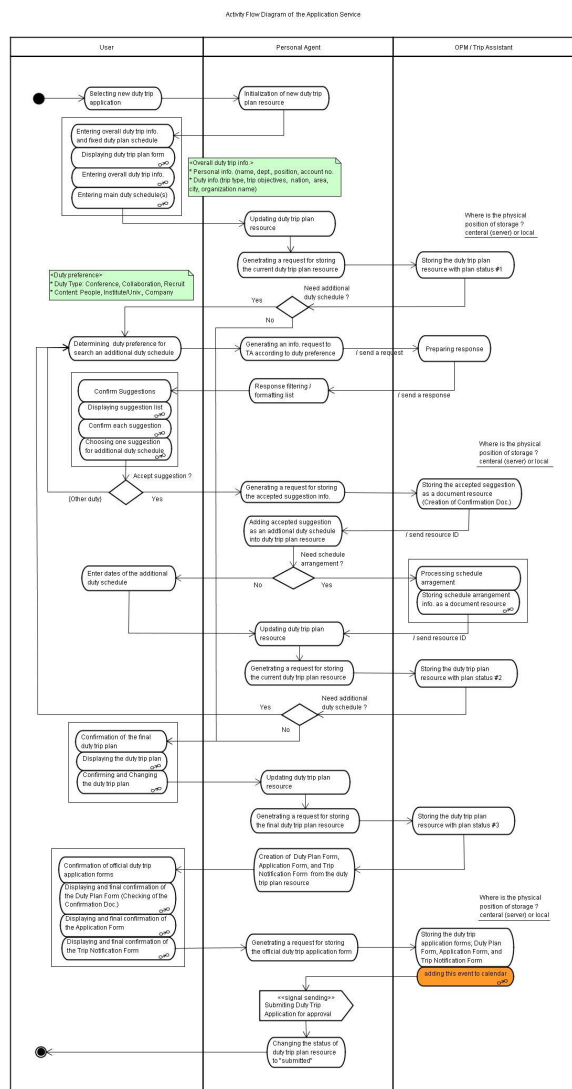


그림 5. 출장신청 서비스의 activity diagram

그림 6은 구현된 시스템의 기능구성도로 멀티 에이전트를 기반으로 온톨로지를 통한 리소스 정보의 축적과 관리, 리소스 매칭을 통한 정보제공/추천, 관련 조직업무 프로세스 등을 웹 기반으로 구성하여 사용자에게 지능적이며 능동적인 정보서비스를 제공할 수 있도록 하였다.

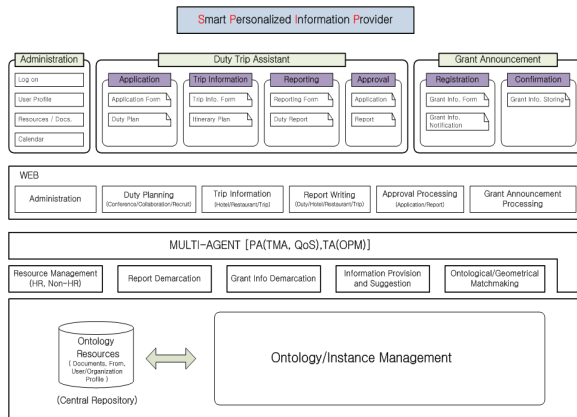


그림 6. 정보서비스 시스템의 기능구성도

### 3.3 정보서비스 시스템의 구현

그림 7은 시스템의 구현 프레임워크 구성도로 온톨로지의 설계와 구현에는 OWL, PostgreSQL 등이 활용되었고, 에이전트 구현에는 JADE(Java Agent Development framework)이 사용되었다. 또한 사용자 인터페이스는 Flex를 사용하여 웹 기반으로 개발 하였으며, 시스템은 Apache Tomcat 웹 서버에 탑재되어 서비스를 제공한다. 그림 8은 구현된 시스템의 서비스 화면 예로, 'Profile' 메뉴로 연구분야나 관심정도 등의 개인 프로파일 정보를 유지, 관리하고, 'Duty Trip Application' 메뉴로 정보추천을 받아 출장계획을 세우거나 출장지의 숙박, 여행정보 등을 제공받을 수 있으며, 출장 보고서를 작성하여 타 사용자에게 관련 정보들이 제공될 수 있게 한다. 또한, 'Grant Announcements' 메뉴를 통하여 관리자에 의하여 등록된 신규과제 정보를 사용자의 관심분야에 맞게 제공받을 수 있다.

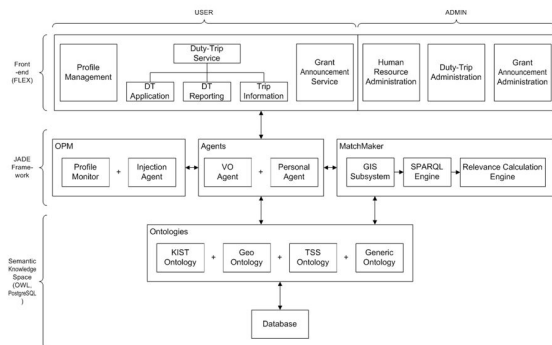


그림 7. 정보 서비스 시스템의 구현 프레임워크 구성도

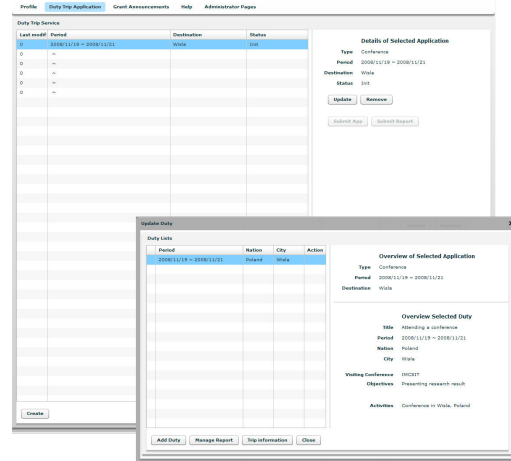


그림 8. 정보서비스 시스템의 화면 예

## 4. 결론

온톨로지를 기반으로 임의조직의 모든 리소스를 체계화, 정형화하는 방법과 온톨로지 상에서의 관계를 기반으로 유사성이 평가되는 리소스 매칭기법이 활용되었고, 조직내에서 각각의 사용자와 기능을 대신하는 에이전트가 존재하여 사용자의 다양한 요구에 적용이 가능한 멀티에이전트 정보서비스 시스템이 설계되고 구현되었다. 임의조직 내의 구성원이 생성하는 정보를 기반으로 정보제공이 이루어지고, 사용자의 참여를 통하여 시스템의 지능이 향상되므로 Web 3.0 기술의 발전과 Web 4.0을 지향하는 연구라고 판단된다.

## 참고문헌

- [1] Fensel, D., Ontologies: A Silver Bullet for Knowledge Management and Electronic Commerce, Springer, 2001
- [2] Dunbar, R., Virtual Organizing, Thomson Learning, London, UK, 2001, pp. 6709~6717.
- [3] Maguitman, A. G., Menczer, F., Roinestad, H., Vespignani, A., "Algorithmic Detection of Semantic Similarity", Proc. WWW 2005, Chiba, Japan, 2005
- [4] G. Frackowiak, M. Ganzha, M. Gawinecki, M. Paprzycki, M. Szymczak, M.-W. Park, and Y.-S. Han, "Considering Resource Management in Agent-Based Virtual Organization", ser. Studies in Computational Intelligence, Heidelberg, Germany, Springer, in press, 2008.
- [5] M. Ganzha, M. Gawinecki, M. Szymczak, G. Frackowiak, M. Paprzycki, M.-W. Park, Y.-S. Han, and Y. T. Sohn, "Generic Framework for Agent Adaptability and Utilization in a Virtual Organization - Preliminary Considerations", Proceedings of the

2008 WEBIST Conference, pp. 17~25, 2008.

- [6] M. Szymczak, G. Frackowiak, M. Gawinecki, M. Ganzha, M. Paprzycki, M.-W. Park, Y.-S. Han and Y. T. Sohn, "Adaptive Information Provisioning in an Agent-Based Virtual Organization - Ontologies in the System", Proceedings of the AMSTA-KES Conference, Vol. 4953 of LNAI, pp. 271~280, 2008.

- [7] M. Szymczak, G. Frackowiak, M. Ganzha, M. Paprzycki, M.-W. Park, Y.-S. Han, Y. T. Sohn, J. Lee, and J. K. Kim, "Infrastructure for Ontological Resource Matching in a Virtual Organization", Proceedings of the IDC Conference, Vol. 134, pp. 111~120, 2008.