

U-City 도시통합운영센터를 위한 시맨틱 웹 서비스 프레임워크의 개발

Developing a Framework of Semantic Web Services for Integrated Management Center of U-City

이명진(Myungjin Lee)*, 김경민(Kyungmin Kim)*, 전동규(Dongkyu Jeon)*,
엄태영(TeaYoung Eom)*, 김우주(Wooju Kim)*, 홍준석(June S. Hong)**

초 록

유비쿼터스 기술이 도시 인프라와 접목되면서 유비쿼터스 도시라는 시민의 생활 편의와 질적 향상을 추구하는 새로운 도시 패러다임이 제시되고 있다. 도시통합운영센터는 유비쿼터스 도시의 필수 요소로써 시민을 위한 다양한 서비스를 위해 정보를 수집, 가공 및 제공하는 역할을 한다. 따라서 본 논문에서는 도시가 제공하는 서비스의 효율적 제공 및 관리를 위한 도시통합운영센터의 프레임워크를 제안하고자 한다. 본 연구에서 제시하는 도시통합운영센터는 유비쿼터스 도시가 제공하는 서비스의 효율적인 개발 환경과 운영 환경을 제공하는 것을 그 목적으로 한다. 이러한 목적을 달성하기 위해 시맨틱 웹 서비스 기술을 도시통합운영센터에 적용하며, OWL-S를 이용하여 서비스에 대한 의미정보를 기술함으로써 자동화된 서비스의 선택 및 발견, 그리고 조합을 지원하는 지능화된 서비스를 제공하는 것이 가능하다. 또한 도시통합운영센터의 서비스 간 재사용성과 상호운영성, 그리고 가용성을 보장하기 위해 본 논문에서는 서비스 기능 단위의 단위 서비스 모델링 방법론을 제안하고자 한다. 이를 통해 도시통합운영센터에 필요한 공통의 서비스를 도출하고 이들을 의미적 정보로 연결함으로써 보다 발전된 형태의 도시통합운영센터의 서비스 프레임워크를 개발하였다.

ABSTRACT

As adopting ubiquitous technology into civil engineering, new city model is suggested called U-City. This paper proposes the framework of U-City management center to support effective services operation. The aims of the framework are to provide the development and operation environment for U-City services. Basically, these objectives are achieved by adopting the semantic web service technology to the framework. In this paper, OWL-S is mainly conducted to represent the description of U-City services. In addition, this paper insists that fine grained unit services are required to guarantee reusability, compatibility, and scalability of the services on U-City management center. The documentations conducted by OWL-S are provided as an example of service descriptions. At the

본 연구는 국토해양부 첨단도시개발사업의 연구비지원(07첨단도시 A01)에 의해 수행되었습니다.

* 연세대학교 공과대학 정보산업공학과

** 교신저자, 경기대학교 경상대학 경영정보학과

2010년 03월 31일 접수, 2010년 05월 04일 심사완료 후 2010년 05월 16일 게재확정.

last section, this paper also presents the architecture of U-City management center which enables automatic service discovery, selection, composition and interoperation.

키워드 : 시맨틱 웹 서비스, 유비쿼터스 도시, 도시통합운영센터, 유비쿼터스
Semantic Web Services, u-City, Integrated Management Center, Ubiquitous

1. 서 론

최근 정보통신 기술과 컴퓨팅 기술의 발전은 유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous Computing)이라는 새로운 정보기술 패러다임을 만들어 내게 되었다. 유비쿼터스란 사전적 의미로는 '언제 어디서나 존재한다'는 의미로, 우리가 컴퓨터나 네트워크 환경에 구애 받지 않고 시간과 장소에 상관없이 어디서나 자유롭게 정보통신망에 접속하여 다양한 형태의 정보통신 서비스를 활용할 수 있는 환경을 말한다[26]. 이러한 유비쿼터스 기술이 발전함에 따라 단순히 기술의 단계를 넘어서 사회, 문화, 제도, 서비스, 인프라 등 우리의 생활환경 전반에 급속히 확산되고 있으며 사회적 환경과 시민 생활에 있어 많은 변화가 일어나고 있다. 그 대표적인 예가 우리의 생활 환경에 유비쿼터스 컴퓨팅이 접목되어 나타나게 된 소위 U-City(Ubiquitous City)라 불리는 새로운 도시 모델이라 볼 수 있겠다. 이는 유비쿼터스라는 첨단 IT 기술을 기반으로 도시의 효율적 관리와 시민이 필요로 하는 서비스를 언제 어디서나 제공할 수 있는 기반을 갖춘 도시를 의미한다[11].

국내에서의 U-City 실체화는 2004년 6월 9일에 정보통신부에서 발표한 u-Korea 추진 전략을 시작으로 하여 현재 정부와 지자체에

서 전국적인 규모로 U-City 사업을 추진 중에 있다. 2006년 2월에는 건설교통부와 정보통신부 간의 U-City 건설 양해각서를 체결하여, 법과 제도의 정비와 표준화된 U-City의 모델 개발 등이 본격적으로 추진되고 있는 상황이다. 이러한 변화에 발맞추어 화성 동탄, 광주 운정, 김포 양촌, 양주 옥정을 비롯 행복도시와 인천 청라, 그리고 세종시까지 그 적용 범위가 확대되고 있으며, 국가의 신성장 동력으로써의 역할로 자리매김하고 있다.

이러한 U-City를 실질적으로 구현하고 운영하기 위해서는 도시 내에 발생하는 방대한 양의 정보가 필요하며, 이와 같은 도시정보를 어떻게 통합하고 활용할 것인가에 대한 고려가 필요하다. 이러한 정보들은 실시간으로 처리되어 시민들에게 서비스할 수 있는 형태로 가공된 후 서비스가 이루어져야만 한다. 이를 위해 도시통합운영센터가 필요하며, 이는 첨단 정보통신 인프라와 이를 기반으로 한 공공 및 민간 서비스, 그리고 효율적 도시 관리를 통한 도시민의 안전과 편의를 제공하는 역할을 하는 U-City의 핵심 구성요소라 할 수 있다[6, 9]. 궁극적으로 도시통합운영센터의 목적은 시민을 대상으로 한 정보의 처리 및 서비스인 것이다.

U-City에서의 서비스는 도시의 서비스 모델을 기반으로 모든 도시에 공통적으로 적용

이 가능한 기반 서비스와 해당 도시의 기능과 개발 목적에 따른 특화 서비스로 구분될 수 있다. 하지만 이러한 U-City 서비스의 범위 및 기능에 대한 정의는 현재 이루어지고 있는 U-City의 사업지구에 따라 판이하게 다른 실정이다. 따라서 도시모델을 기반으로 공통적으로 적용 가능한 기반 서비스에 대한 표준과 모델이 필요하다. 하지만 서비스에 대한 정의가 추상화 레벨에서 이루어질 경우 이를 그대로 도시통합운영센터에 적용하기 힘들다는 문제를 가지고 있다. 설사 적용을 하더라도 이렇게 구축된 도시통합운영센터의 프레임워크는 해당 사업지구에 특화된 모습을 갖기 때문에 재사용의 측면에서 그 활용성이 떨어진다. 따라서 U-City를 위한 서비스는 추상적 레벨에서의 서비스에 대한 정의와 이를 도시통합운영센터에 반영하기 위한 보다 세분화된 단위 서비스로의 구분이 필요하다. 이렇게 정의된 하나 이상의 단위 서비스들이 모여 하나의 U-City 서비스를 이룰 수 있다. 이를 통해 서비스에 대한 재사용성 및 확장성이 뛰어난 도시통합운영센터의 컴포넌트(Component)로써 활용이 가능하게 된다.

이러한 서비스의 구성을 위해 서비스 지향 아키텍처(SOA, Service Oriented Architecture)를 기반으로 한 XML 웹 서비스(XML Web Services)가 활용될 수 있다. XML 웹 서비스는 네트워크 상에서 플랫폼 독립적인 형태로 소프트웨어 간의 상호작용을 위한 시스템을 일컫는다. XML 웹 서비스를 이용함으로써 U-City 서비스를 위한 SOA 기반의 플랫폼은 상호운용성을 높일 수 있다. 하지만 이는 정적인 형태로의 서비스 조합만이 가능하다는 문제점을 가지고 있다. 즉 도시통합

운영센터의 운영자에 의해 미리 조합된 하나의 완성된 서비스만이 제공가능하다는 것이다. 따라서 보다 양질의 다양한 서비스를 제공하기 위해서는 상황에 따른 동적인 서비스의 조합이 가능해야 한다.

최근 시맨틱 웹이 점차 웹의 환경에 반영됨에 따라 지능화된 동적인 서비스를 위해 시맨틱 웹 서비스(Semantic Web Services)가 제안되었다. 시맨틱 웹 서비스는 웹 서비스에 대한 기술(Description)을 온톨로지 형태로 작성함으로써 에이전트에 의한 지능화된 서비스의 발견 및 조합, 그리고 운용을 가능하게 하는 기술이다[24]. 즉 이를 이용함으로써 사용자에 상황에 맞는 서비스를 필요할 때 조합하여 제공하는 것이 가능하다.

따라서 본 연구에서는 기존의 U-City 서비스에 대한 연구로부터 도시통합운영센터를 구축하는데 곧바로 적용될 수 있는 형태의 보다 세분화된 U-City 단위 서비스를 제안한다. 또한 이러한 서비스들을 동적으로 발견하고 조합하며 운용할 수 있는 시맨틱 웹 서비스 기술을 기반으로 한 도시통합운영센터의 프레임워크를 개발함으로써 보다 지능화된 서비스를 가능케 하는 방법론을 제안하고자 한다. 이는 향후 보다 발전적인 U-City 도시통합운영센터를 설계하는데 있어 가이드라인으로 활용될 수 있을 것이다.

본 논문에서는 먼저 U-City와 도시통합운영센터, 그리고 시맨틱 웹 서비스에 대한 관련 연구를 살펴보고, 다음으로 U-City 서비스를 위한 단위 서비스를 제안할 것이다. 그리고 서비스 운용을 위한 시맨틱 웹 서비스 기반의 도시통합운영센터의 프레임워크에 대해 논하고자 한다.

2. 관련 연구

u-도시법 제2조에 따르면 U-City란 도로, 교량, 학교, 병원 등 도시기반시설에 첨단 정보통신기술을 융합한 유비쿼터스 기반시설을 구축하여 교통, 환경, 복지 등 각종 유비쿼터스 서비스를 언제 어디서나 도시민들에게 제공하는 도시를 의미한다[2]. 이와 같은 U-City를 구축하기 위해서는 정보생산, 정보수집, 정보가공, 정보활용 등의 기능을 갖는 구성요소가 필요하다. U-City는 도시 생활 서비스의 지능화를 통하여 다양한 도시 활동을 정보화 시킴으로써 U-City가 가지는 구성요소중의 하나인 도시 기간시설로부터 얻어진 정보를 저장, 활용 및 관리하기 위하여 도시통합운영센터가 등장하게 되었다.

U-City 도시통합운영센터에서는 기존 도시에서는 분리되어 운영되었던 각 서비스 별 센터를 U-City 전체를 대상으로 통합 운영할 수 있도록 통합 GIS를 기반으로 안전, 교통, 생활, 그리고 행정 전반에 걸쳐 총괄 운영하는 U-City의 핵심기능을 담당한다[4]. 뿐만 아니라, U-City 내 통신망, 교통망, 시설물 등의 각종 센서로부터 도시정보를 수집하고 이를 통합적으로 분석하여 도시를 효과적으로 운영 및 관리하고, 거주민이나 관련 기관에 분석된 도시정보를 실시간으로 배포, 제공하는 기능도 수행한다. U-City 도시통합운영센터는 통합운영 플랫폼을 기반으로 서비스 간의 통합에서부터 도시를 구성하는 조직 사이의 수직적 통합과 각각의 계층에 놓인 서비스 사이의 수평적 통합을 구현할 수 있다[12].

U-City 도시통합운영센터의 플랫폼은 도시통합운영센터에서 제공되는 U-City 서비스를

효율적으로 개발하고 수행하기 위한 유연성을 갖춘 개발 환경을 제공하는 역할을 한다. U-City 서비스들이 가지는 공통분모를 플랫폼에 갖추게 됨으로써 플랫폼상에서 공통적인 요소를 사용하는 새로운 U-City 서비스를 손쉽게 개발할 수 있게 되며 U-City 서비스 구현에 불필요한 비용을 감소시킬 수 있다. 따라서 U-City 통합운영센터의 운용관리 플랫폼은 실시간 도시 모니터링을 할 수 있는 환경과 플랫폼상에서 개발된 서비스가 효율적으로 수행될 수 있는 환경, 그리고 U-City 서비스의 처리 과정을 모니터링하고 관리할 수 있는 환경을 제공해야 한다.

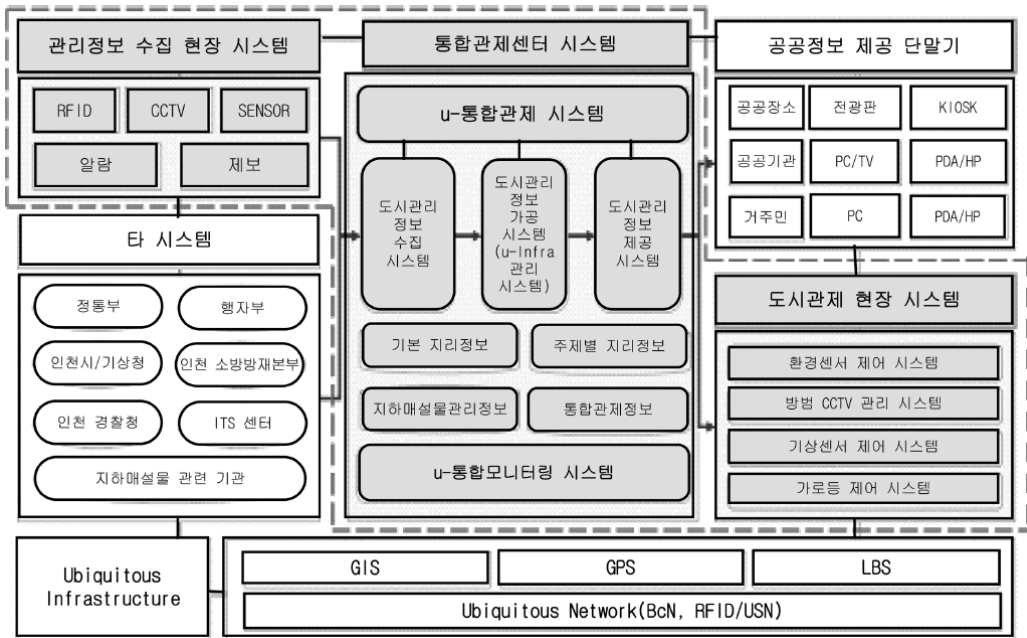
현재 진행중인 인천경제자유구역의 도시통합관제센터와 화성 동탄의 도시통합정보센터 시스템 플랫폼, 그리고 타 사업지구의 운영 플랫폼을 바탕으로 일반적인 U-City의 도시통합운영센터는 4개 정도의 기능으로 구성되어 있음을 알 수 있다. 각 구성요소와 그 정의는 <표 1>과 같다.

<그림 1>은 <표 1>에서 제시하고 있는 도시통합운영센터의 구성요소가 반영된 인천경제자유구역의 도시통합관제센터 시스템 구조를 보여주고 있다. <그림 1>은 기능에 따라 u-통합모니터링, u-통합관제, u-Infra, 통합 DB로 구분된다. 이를 통해 시스템은 관제 정보 및 시설관리 정보를 모니터링하고 관리 및 제어를 위한 서비스를 제공하며, 정보의 저장 및 연동, 그리고 현장관리시스템과 지자체 및 기타 정부 유관시스템의 연동을 위한 기능을 제공하고 있다.

한국의 U-City와는 다르지만 해외에서 또한 첨단 신도시[7]를 표방하는 다양한 유비쿼터스 네트워크와 관련된 도시구축 사업이 진

〈표 1〉 도시통합운영센터의 구성요소와 정의

요소	기능
정보 관리 시스템	<ul style="list-style-type: none"> RFID, CCTV, Sensor, 알람 및 제보 등의 도시내의 각종 센서로부터 수집되는 정보들을 저장하고 통합 관리함 수집된 정보를 플랫폼내의 다른 연관 시스템과 연동하여 제공하는 기능 수행함
통합 모니터링 시스템	<ul style="list-style-type: none"> 도시기반시설, 공공서비스 등의 관제정보 및 시설 관리 정보와 CCTV나 센서 등의 모니터링 정보를 위치정보 및 속성정보와 연계하여 제공함
통합 관제 시스템	<ul style="list-style-type: none"> 기반시설물 관제, 환경감시, 건축물 관리나 기타 교통시설물 관리 등 각종 서비스에 대한 모니터링 정보 및 도시의 기반정보를 제공함 관리 주체가 다른 각 도시 시설물들의 최신 정보를 통합관리하기 위해 유관기관의 시스템과 정보 연계를 제공함
외부 연동 기관 관리 시스템	<ul style="list-style-type: none"> 교통, 환경, 재난등과 관련된 각종 서비스들을 제공하는데 연관이 있는 소방서, 기상청, 행정기관 등 외부 연동기관과의 정보 연계를 지원하는 시스템



〈그림 1〉 인천경제자유구역 도시통합관제센터의 시스템 구조

행 중에 있다[5, 13]. 홍콩의 사이버포트(Cyberport)는 아시아의 IT 허브 구축을 목표로 2000년부터 정부의 주도로 건설되고 있다. 사이버포트는 저에너지 패널과 같은 에너지 절약적, 그리고 친환경적 건설설계로 자연과 건

축, 그리고 기술이 잘 조화된 첨단 신도시로 평가 받고 있으며, 다양한 첨단 기술이 집약된 도시로 구축되었다. 말레이시아의 MSC(Multimedia Super Corridor)는 실리콘밸리와 같은 첨단 정보산업단지를 2020년까지 구축한

다는 목표로 1996년부터 정부의 주도하에 개발되고 있다. 또한 자연지형과 자연을 조화시키는 친환경적 계획을 목표로 자연보전형 녹지공간의 확보를 중요시하고 있으며, 말레이시아의 전통적 디자인을 중시하는 등 친환경적, 전통적 첨단 신도시로 개발하고 있다. 이외에 유럽지역에서도 헬싱티의 아라비안란타(Arabianranta), 코펜하겐의 크로스로드(Crossroads)와 같은 첨단 신도시가 개발되고 있으며, 2000년도에 개장한 두바이의 인터넷시티도 IT 기업 유치에 위한 첨단 신도시로 개발되었다. 하지만 이러한 해외의 첨단 신도시는 국내에서 추진 중인 U-City와 같이 시민의 주거환경의 발전 및 시민 중심의 서비스를 제공하는 복합형 도시와는 다르며, 따라서 U-City는 국내에서 그 기원을 찾을 수 있는 새로운 도시 패러다임으로 볼 수 있다.

다음으로 시맨틱 웹 서비스(Semantic Web Services)와 관련된 연구를 살펴보고자 한다. 일반적으로 웹 서비스(Web Services)는 네트워크 상에서 서로 다른 종류의 컴퓨터 혹은 프로그램들 간의 운영체제나 플랫폼에 구애 받지 않고 상호작용을 하기 위한 소프트웨어 시스템을 지칭한다. 하지만 전통적인 웹 서비스는 정적인 형태의 서비스 조합만이 가능하기 때문에 실제 비즈니스 업무에 적용되기는 어렵다는 문제점을 가지고 있다. 이에 따라 다양한 시도들이 나오고 있으며, 한 가지 방법으로 웹 서비스에 의미기반 정보를 추가함으로써 좀 더 지능화된 서비스를 구현하는 방법이 있다[24]. 이는 웹 서비스에 시맨틱 웹에서 사용되는 온톨로지와 같은 의미정보를 부여하여 서비스의 지능화된 조합 및 운영을 가능하게 하는 기술이다. 이는 구체적으로 다

음과 같은 장점을 가진 서비스를 제공할 수 있다.

- 자동화된 서비스 발견 : 주어진 의미 기반 정보를 토대로, 에이전트는 상황에 맞는 서비스를 찾아서 사용자에게 제공할 수 있다. 예를 들어, 공항, 극장, 야구장 등에서 단말기의 위치 정보를 해석하여 가능한 서비스를 사용자에게 제공하는 위치 기반 서비스 구현이 가능해 진다.
- 자동화된 서비스 구성 및 상호운용 : 의미 정보를 이용, 웹 서비스의 자동화된 선택 및 구성, 그리고 자동화된 상호운용이 가능해 짐으로써, 복잡한 추상화 서비스 구현이 가능 하여 진다.

시맨틱 웹 서비스의 서비스를 기술하기 위한 방법으로 SAWSDL(Semantic Annotations Web Service Description Language), OWL-S, WSMO(Web Service Modeling Ontology), WSDL-RDF Mapping의 기술이 W3C 주도하에 연구되고 있다. 이러한 기술들은 웹 서비스의 새로운 기술로 보기 보다는 기존의 웹 서비스 기술과 시맨틱 웹 기술의 확장 형태로 이해될 수 있다. 다음의 <표 2>는 시맨틱 웹 서비스에서 서비스에 대한 의미적 정보를 기술하기 위한 다양한 방법을 보여주고 있다.

SAWSDL(Semantic Annotations Web Service Description Language)은 기존 웹 서비스 정의언어인 WSDL(Web Services Description Language) 표준을 확장 정의하여, OWL(Web Ontology Language)과 WSMO(Web Service Modeling Ontology) 같은 시맨틱 언어에 독립적이다. 이러한 특성 때문에, 다양한 시맨틱 언어로 쓰인 기술문(Multiple Annotation)을 참

〈표 2〉 시맨틱 웹 서비스 언어들

기술 언어	설명
SAWSDL (Farrell, Lausen, 2007)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ WSDL과 XML 스키마를 위해 확장 속성을 정의하고 시맨틱 웹 서비스 구현 ◦ 웹 서비스의 의미적 정보를 이용해서 서비스를 정의하기 위해, WSDL 컴포넌트에 의미 정보를 부여한다.
OWL-S (Martin et al., 2004)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ OWL 기반의 웹 서비스 온톨로지를 구축하기 위한 언어
WSMO (Fensel, Bussler, 2002)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 시맨틱 웹 서비스를 위한 개념적 모델로써, 온톨로지 기반의 프레임워크를 제공
WSDL-RDF Mapping (Kopecky, 2007)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 기존 웹 서비스를 묘사하던 WSDL을 의미기반 언어(RDF, T)로 변환 하는 접근방법

조 할 수 있다. SAWSDL은 모델 참조(Model Reference)와 스키마 맵핑(Schema Mapping)을 통해 서비스의 WSDL 기술(Description)을 확장한다.

OWL-S는 서비스 기술을 위한 마크업 언어(Markup Language)이다. OWL-S를 통해 서비스는 ServiceProfile, ServiceModel, ServiceGrounding의 세 개의 관점으로 분석되어 온톨로지화 된다. 온톨로지에 ServiceProfile을 기술하여, 서비스의 InputType, OutputType, Pre-condition, Post-condition 등의 정보를 제공하고 이러한 정보는 서비스가 UDDI(Universal Description, Discovery, and Integration) 레지스트리에서 검색 될 시, 에이전트에게 “이 서비스가 어떤 서비스인지”에 대한 정보를 제공한다. ServiceModel에 대한 정보로는 서비스의 Process-Flow, Composition Hierarchy, Process Definition 등이 기술되며, 이러한 “서비스가 어떻게 동작하는가?”에 대한 정보는 서비스 조합 시 사용되게 된다. 또한 ServiceGrounding에 대한 정보를 통해 에이전트는 서비스의 프로토콜, 포트넘버 등의 “어떻게 서비스에 접근 할 수 있는지”에 대한 정보를 얻을 수 있다.

WSMO(Web Service Modeling Ontology)는 DERI(Digital Enterprise Research Institute)를 중심으로 수행되고 있는 EU 프로젝트의 시맨틱 웹 서비스에 대한 연구 결과로써, WSMF(Web Service Modeling Framework)의 일부이다. 이는 시맨틱 웹 서비스를 다양한 측면에서 서술하기 위한 개념적 모델로써 Goals, Web Services, Mediators, 그리고 Ontologies 4종류의 온톨로지 체계로 기술한다.

시맨틱 웹 서비스를 구현 하기 위한 다른 방법으로, 정의된 WSDL 문서를 RDF 문서로 변환 하는 방법이 논의 중이다. 이는 WSDL로 묘사된 웹 서비스를 RDF 형태로 기술함으로써, 웹 서비스에 의미 정보를 부여 하는 것을 목적으로 한다.

3. 도시통합운영센터의 U-City 단위 서비스 도출

유비쿼터스(Ubiquitous)는 사용자가 네트워크나 컴퓨터를 의식하지 않고 장소에 상관없이 어디에 있든지 자신이 가지고 있는 단말 기기를 통해 자유롭게 네트워크에 접속할 수

있는 정보통신의 환경을 일컫는다. 이러한 유비쿼터스의 비전이 우리의 진보된 생활 양식과 접목되면서 국내에서는 U-City라는 이름의 새로운 도시 모델이 나타나게 되었다. U-City는 건설과 IT의 융복합적인 측면에서 정부 정책의 일환으로 사업이 추진되고 있으며, 이를 통해 신규 일자리 창출, 생활의 편리성 향상, 관련 산업 활성화, 도시 정보화 촉진, 도시 경쟁력 강화, 그리고 도시 관리기능 제고라는 안전, 편리, 쾌적, 건강한 도시 구현을 목표로 하고 있다[27]. 청와대에서 발표한 국정과제 정책자료에 따르면 정부는 2009년부터 2013년까지 5년 간 4900억을 투입하여 U-City 발전 계획을 적극 추진한다고 발표하였다[3]. 이러한 정부의 노력에 따라 현재 진행 중인 주요 U-City 사업지구는 화성 동탄을 비롯하여 용인 흥덕, 파주 운정, 성남 판교, 인천 송도 등과 전국 36개의 지자체, 52개 지구에서 추진 중에 있으며, 향후 교육과학 중심의 경제도시를 목표로 하고 있는 세종시까지 포함될 전망이다.

본 장에서는 앞서 언급한 각각의 U-City에서 제공하고 있는 다양한 형태의 서비스를 분석하고 이를 효과적으로 운용하기 위한 방안을 제시할 것이다.

3.1 현 U-City 서비스의 분석

U-City의 구성요소는 서비스의 운영센터, 인프라, 기기로 구분된다[15]. 즉, 센서와 RFID 같은 도시 시설로부터 정보가 생성되며, 이러한 정보는 USN 등과 같은 통신 인프라를 통해 도시통합운영센터로 수집되어 가공된 후 U-City 서비스를 통해 사용자에게 제공된다. 즉 사용자는 U-City 서비스를 통해 U-City에

대한 진보된 사용자 중심의 디지털화를 경험할 수 있다.

한국정보화진흥원에 따르면 U-City 서비스에 대한 개념은 ‘u-City 추진 목적에 따라 유비쿼터스 기술(상황인지, 정보처리) 및 정보통신 인프라(센싱, 태그)를 활용하여 도시 구성요소(도시 인프라, 사람, 자연환경)의 관리 및 효율성을 극대화하기 위한 통합 및 지능화된 정보 콘텐츠의 집합’이라 정의하고 있다[16]. 유비쿼터스 도시의 건설 등에 관한 법률에서는 ‘유비쿼터스 도시기반시설 등을 통하여 행정, 교통, 복지, 환경, 방재 등 도시의 주요 기능별 정보를 수집한 후, 그 정보 또는 이를 서로 연계하여 제공하는 서비스로서 대통령령으로 정하는 서비스로 규정’하고 있다[2]. 즉, 사용자가 유비쿼터스 기술을 통해 언제 어디서나 그와 관련된 정보 및 콘텐츠를 제공할 수 있는 행위라고 이해될 수 있다. 이러한 U-City 서비스는 현재 추진 중인 U-City 사업지구에 따라 그 범위와 종류가 다르게 정의되어 있다.

일반적으로 U-City 서비스는 공공적인 목적을 위해 필수적으로 제공해야 하는 기반 서비스와 U-City가 구축되는 지역의 특성화 목적에 따라 제공되는 특화 서비스로 크게 구분될 수 있다. 기반 서비스는 모든 U-City에 일반적으로 적용 가능한 서비스로써 기존의 도시 모델에서 담당하던 업무의 확장상에 있다고 볼 수 있다. 이와는 반대로 특화 서비스는 U-City 사업지구의 특성에 따라 필요한 서비스로써 해당 U-City의 경쟁력을 높이는 측면에서 제공되는 서비스로 규정될 수 있다. 즉, 현재 추진 중인 대부분의 U-City에서 기본적으로는 기반 서비스를 제공하며, 이와 더불어 특성화된 서비스를 제공하고 있다

고 볼 수 있다. 하지만 현재 각 U-City에서 공통적으로 제공되어야 할 기반 서비스조차 그 정의와 범위가 다르다. <표 3>은 현재 추진중인 그리고 앞으로 추진될 U-City 사업지구별 서비스 지원 목록을 보여주고 있다.

<표 3>에서 보는 것과 같이 U-City의 사업지구에 따라 제공되는 기반 서비스의 범위와 분류 기준이 다르다는 것을 알 수 있다. 이와 같이 서로 다른 U-City 서비스에 대한 정의는 사업지구에 따라 독자적인 플랫폼 개발로 이어지며, 결과적으로 중복투자를 유발하게 된다. 이러한 문제의 근본적인 원인은 바로 U-City에서의 서비스 분류와 분류에 대한 모델, U-City 서비스에 대한 기능 및 성능에 대한 표준이 현재 정의되지 않았다는 것이며, 이를 해결하기 위한 하나의 방안은 표준 서비스에 대한 정의와 이를 지원하기 위한 표

준화 플랫폼의 개발이다.

백남석 등[7]은 U-City 서비스 분류에 대한 선행 연구를 통해 서비스에 대한 분류 기준을 서비스에 대한 기능 관점과 연계 관점에서 재 해석하여, 도시기반 기능성이 높은 서비스와 도시 서비스 연계성이 높은 영역에 해당하는 공공 영역에서의 U-City 서비스를 도출하였다. 도출된 서비스는 5개의 대분류(행정, 교통, 환경, 방법 및 방재, 시설물 관리)에 약 50여 개의 서비스로 정의되었다. 이러한 노력은 U-City에서 공통적으로 제공될 수 있는 공공 서비스에 대한 표준으로서의 의의를 갖는다고 볼 수 있다.

하지만 이러한 노력에도 불구하고 이와 같이 정의된 서비스는 분류된 서비스의 그 수준이 일정하지 않으며, 서비스 추상화 단계에서 정의가 이루어지고 있기 때문에 U-City

<표 3> U-City 사업지구별 서비스 지원사항

사업지구	지원 서비스 내용
화성 동탄	<ul style="list-style-type: none"> 5개 서비스(1차) : 방법 CCTV, 교통정보, 교통신호 실시간 제어, 상수도 누수관리, 동탄 포털 7개 서비스(2차) : 미디어보드 외
용인 흥덕	<ul style="list-style-type: none"> 7개 서비스 : 방법 CCTV, 교통정보, 상수도 정보화, 포털, 하수도 모니터링, 원격검침, 정거장 미디어보드
파주 운정	<ul style="list-style-type: none"> Total Life-Card, 스마트 교통, 사회복지 장애인, 어린이, 노약자 서비스, U-환경 등 48개 서비스 제공
성남 판교	<ul style="list-style-type: none"> 13개 서비스 : 기상, 대기, 수질, 상수도, 영상감시(CCTV), 교통신호 제어 서비스, 교통 약자지원, 재난재해 예방, 원격교육 등
행복도시	<ul style="list-style-type: none"> 49개 서비스 : 교통 서비스(실시간 신호제어, 교통정보 제공, 버스정보 시스템 등), 방법 서비스(CCTV), U-환경, 시설물 관리 등(구상)
인천 송도	<ul style="list-style-type: none"> 49개 서비스 : 교통 서비스(실시간 신호제어, 교통정보 제공, 버스정보 시스템 등), 방법 서비스(CCTV), U-환경, 시설물 관리 등(구상)
인천 청라	<ul style="list-style-type: none"> 13개 주요 서비스 : 실시간 신호제어, 교통정보 연계, 돌발상황 관리, 대중교통 정보제공, 불법주정차 무인단속, U-방법, U-방재, U-환경, 상수도 관리, U-시설물관리, 미디어보드, 도시민 정보제공, 무선인터넷
세종시	<ul style="list-style-type: none"> 15개 기본 서비스 : 교통, 방법, 환경, 시설물 관리 포털 등의 영역에서 15개 기본 서비스 제공 1개 특화 서비스

지원을 위한 플랫폼에 그대로 적용하기가 어렵다는 문제점을 가지고 있다. 다시 말해, 이러한 서비스들은 서비스 지원을 위한 시스템과의 종속성이 강하기 때문에 서비스와 시스템간의 구분이 모호하며 그대로 적용할 경우 해당 서비스에 특성화 되어버린 즉, 유연한 서비스를 개발하기 어려운 플랫폼으로 구축될 가능성이 높다. 또한 이러한 서비스들은 공통된 세부 기능들을 포함하고 있기 때문에 이를 배제한 채 도출된 서비스 중심의 플랫폼이 개발된다면 확장성과 유연성, 연계성이 부족해질 수 있다.

보다 효율적인 도시통합운영센터의 구축 및 운영을 위해서는 기 도출된 서비스 단위가 아닌 보다 세분화된 단위 서비스 중심으로 서비스가 분류되고 적용되어야만 한다. 또한 이를 위해 개방형 서비스 지향 아키텍처(SOA, Service Oriented Architecture)를 기본 방향으로 구축하여 각 서비스간의 유기적인 연계가 이루어질 수 있도록 구축되어야 한다.

3.2 U-City 서비스의 단위 서비스 도출 방법론

본 장에서는 U-City 서비스를 효과적으로 사용자에게 제공하는 도시통합운영센터의 프레임워크를 제시하기 위해 기 분류된 U-City 서비스로부터 세부 단위 서비스를 도출하기 위한 방법론을 제시하고 이를 지원하기 위한 필요요소에 대해 다룰 것이다.

앞서 언급했다시피, 기 분류된 U-City 서비스는 사업지구 별로 분류의 기준과 분류의 단위가 상이하기 때문에 이렇게 상이한 서비스가 적용되어 운영되는 도시통합운영센터는

결과적으로 상호운용성이 배제되어 있다고 볼 수 있다. 또한 U-City 서비스는 사용자의 행위나 장소, 대상에 따라 그 서비스의 모양이 달라질 수 있다. 따라서 U-City 서비스의 확장성과 유연성, 연계성을 높이기 위해서는 도시통합운영센터의 서비스 단위가 보다 세분화될 필요성이 있다.

이를 위해 본 연구에서는 백남석 등[7]에서 도출된 U-City 서비스와 인천 청라 사업지구, 세종시, 그리고 현재 진행중인 U-City 사업지구에서 공통적으로 지원하고 있는 기반 서비스를 도출한 후 하위 단위 서비스를 정의하였다. 하위 단위 서비스를 도출하기 위해 본 논문에서는 Kim and Doh의 연구[21]를 기반으로 기존의 U-City 서비스로부터 유즈케이스를 도출한 후 유즈케이스의 분할과 결합 과정을 통해 재구성을 하게 된다. 이와 같이 재구성된 유즈케이스 모델로부터 하나의 유즈케이스는 하나의 서비스로 식별되게 된다. <표 4>는 일부의 단위 서비스를 보여주고 있다.

<표 4>에서 분류 항목은 단위 서비스가 어떤 용도로 사용될 수 있는 것인가를 나타내며, 서비스 구분 항목은 서비스 요청자에 의해 호출되었을 경우 실행되는 서비스인 질의 형과 서비스를 계속적으로 제공하는 연속형으로 구분된다. 예를 들어 센서로부터 발생될 수 있는 서비스는 도시통합운영센터에 의해 그 정보가 항상 수집 중이기 때문에 연속형에 해당된다.

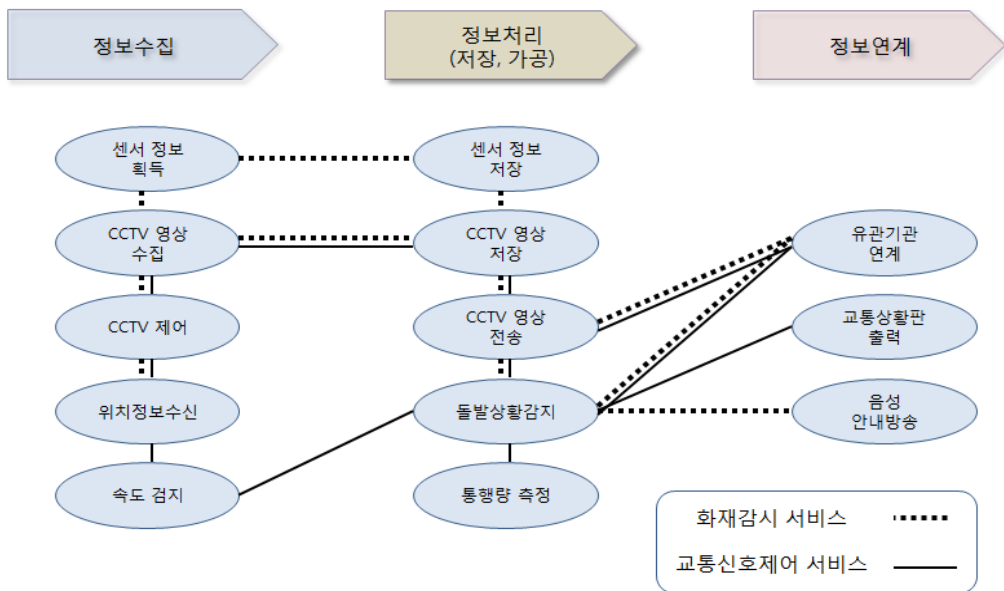
앞서 언급한 바와 같이 서비스는 공통된 하위 단위 서비스를 중복해서 가질 수 있으며, 효율적인 도시통합운영센터의 구축 및 운영을 위해서는 반드시 고려되어야 할 사항 중 하나이다. 즉 하나의 서비스는 단위 서비스의 조

〈표 4〉 유즈케이스로부터 도출된 단위 서비스

분류	단위 서비스	서비스 구분	요청	제공	내용
정보 수집	온도감지 서비스	연속형		센서	온도 센서를 통한 온도감지
	CCTV 제어 서비스	질의형	센터	센서	CCTV 원격 제어를 위한 서비스
	긴급제보 서비스	질의형	시민	센터	시민으로부터의 긴급 제보 수집
정보 처리	통행량 산출 서비스	질의형		센터	감지데이터를 기반으로 통행량 산출
	상황판 상태 표출	질의형	센터	기기	이벤트 발생시 상황판에 상태 표출
	영상 데이터 전송	질의형	유관 기관	센터	수집된 영상데이터 전송
정보 연계	음성방송 서비스	질의형		센터	이벤트 발생시 음성 방송
	교통상황판 연계	질의형		센터	교통상황판을 통해 정보 표출

합으로 재구성될 수 있으며, 이와 같이 단위 서비스 형태로 도시통합운영센터가 구축될 경우 서비스의 동적인 조합이 가능하고 사용자의 상황에 따른 적절한 서비스가 이루어질 수 있다. 이와 같은 형태의 서비스 구성은 상황인식(Context-aware) 기술과 접목되어 사용자 주변의 다양한 상황이나 의도에 따라 개인에게

적합한 서비스를 제공할 수 있는 개인화된 사용자 중심의 서비스를 가능하게 한다[17]. 또한 이러한 상황정보가 시맨틱 웹(Semantic Web)의 온톨로지(Ontology)와 결합되면 온톨로지 표현 언어의 시맨틱스와 추론을 통해 보다 지능화된 개인화 서비스가 가능하다. <그림 2>는 본 연구에서 도출된 단위 서비스와 그들



〈그림 2〉 단위 서비스와 조합에 따른 서비스 구성

의 조합으로 만들어진 서비스에 대한 관계를 보여주고 있다.

<그림 2>에서 각 원은 23개의 기반 서비스로부터 도출된 단위 서비스 중 일부를 보여주고 있다. <그림 2>에서 보는 것과 같이 교통신호제어 서비스의 경우 CCTV, 위치정보, 상황감지, 유관기관 연계 등의 단위 서비스의 조합으로 실제 서비스가 사용자에게 제공될 수 있다. 화재감시 서비스는 CCTV, 센서 정보, 상황 감지, 음성 방송과 같은 단위 서비스의 조합으로 구성된다. 물론 <그림 2>에서와 같이 항상 서비스의 구성이 이루어지는 것은 아니다. 상황기반 기술이 적용된다면 서비스를 이용하거나 제공받기 위한 사용자의 상황 정보에 따라 그 단위 서비스의 조합이 결정될 수 있다.

이와 같은 형태의 U-City 서비스를 제공하기 위해서는 도시통합운영센터의 설계 시 반드시 고려해야 할 몇 가지 사항이 존재한다. 첫 번째는 사용자의 상황에 맞는 서비스를 제공하기 위한 상황인식 기능이다. 앞서 잠깐 언급한 것과 같이 사용자 주변 환경으로부터의 정보나 개인의 정보, 위치, 그리고 행동으로부터 상황인식 정보를 읽을 수 있다면 보다 사용자에게 적합한 서비스의 제공이 가능하게 된다. 이로부터 보다 발전되어 시맨틱 웹 기술이 적용된다면 상황정보로부터 지능화된 서비스도 가능하게 된다[1, 10]. 두 번째는 바로 개방형 서비스 지향 아키텍처 기술이다. SOA는 서로 다른 아키텍처와 인터페이스의 이질성에 상관없이 네트워크를 통해 서비스로써 자유롭게 조합되고 이용될 수 있는 시스템 설계 방식을 일컫는다. 이와 같은 기술은 도시통합운영센터와 다른 유관기관과

의 관계에서 뿐만 아니라, 서로 다른 도시간의 U-City 서비스에 있어서도 표준을 따름에 있어 단위 서비스의 재사용성을 높이며 시스템의 활용성을 극대화 할 수 있는 하나의 방안으로 활용될 수 있다. 마지막으로 세 번째는 동적인 서비스의 조합을 가능하게 해주는 시맨틱 웹 서비스(Semantic Web Services) 기술이다. 시맨틱 웹 서비스는 시맨틱 웹 기술을 웹 서비스에 적용시킴으로써 기존의 웹 서비스가 가지고 있는 기술적 한계를 극복하기 위한 노력으로, 이를 통해 서비스 에이전트가 지능적으로 서비스를 조합하여 필요한 서비스를 실시간으로 제공할 수 있게 해준다. 따라서 시맨틱 웹 서비스를 도시통합운영센터의 플랫폼에 적용할 경우 보다 유연한 지능형 서비스 생성이 가능해 지며, 이는 곧 사용자에게 대한 서비스의 질적 향상을 가져올 수 있게 한다.

4. 시맨틱 웹 서비스 프레임워크

웹 서비스(XML Web Services) 기술은 기존의 시스템과 플랫폼에 종속적인 분산 컴퓨팅 환경에서 벗어나 XML을 활용함으로써 개방된 표준 기반의 분산 응용 시스템으로 자리 매김을 하였다. 하지만 웹 서비스는 정적으로의 조합된 서비스만이 제공 가능하다는 단점을 가지고 있으며, 보다 지능화된 서비스를 위해서는 서비스의 의미적 상호운용이 가능해야만 한다. 이를 위해 시맨틱 웹의 온톨로지를 활용한 모델을 적용함으로써 기존 웹 서비스의 의미적 상호운용성과 의미적 통합이 가능해 진다. 즉, 웹 서비스의 분산 컴

퓨팅 모델과 시맨틱 웹의 의미 모델을 통합한 의미 기반의 분산 서비스 모델이 바로 시맨틱 웹 서비스이다. 이를 도식화하면 <그림 3>과 같다[14].

이러한 시맨틱 웹 서비스는 동적으로 서비스의 발견 및 조합, 그리고 운용을 가능하게 함으로써 지능화된 서비스를 제공할 수 있게 해 준다. 이를 서비스 기반의 U-City 플랫폼에 적용될 경우 상황에 따라 보다 적절한 서비스를 유연하게 제공하는 것이 가능하게 된다.

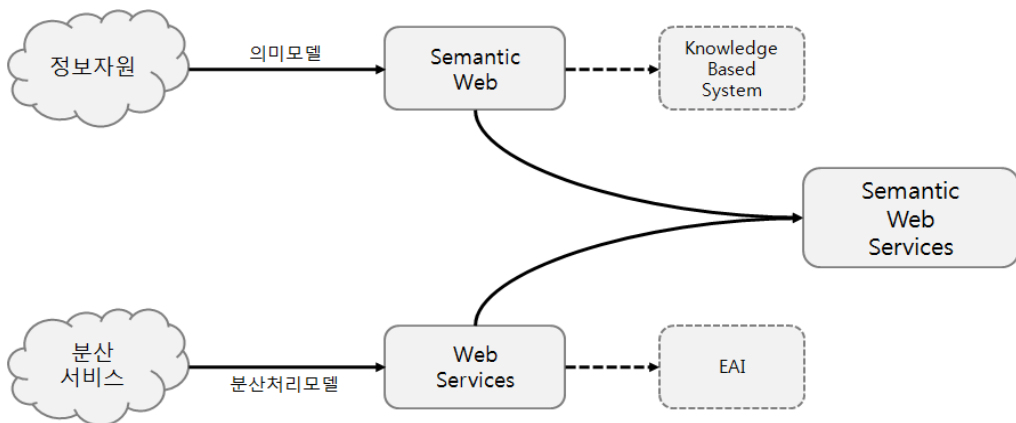
4.1 시맨틱 웹 서비스를 이용한 의미기반 복합 서비스 구축

본 연구에서는 시맨틱 웹 서비스를 지원하기 위한 여러 가지 모델들[19, 23] 중에서 OWL-S를 중심으로 서비스를 기술하고 이를 위한 프레임워크를 개발하고자 한다. OWL-S는 의미 기반의 서비스 온톨로지로서 자동 서비스 발견, 실행, 합성과 상호작용을 위해 만들어진 언어이다. 이는 서비스의 공개 또는 등록에 요구되는 서비스 내용을 기술하기 위한

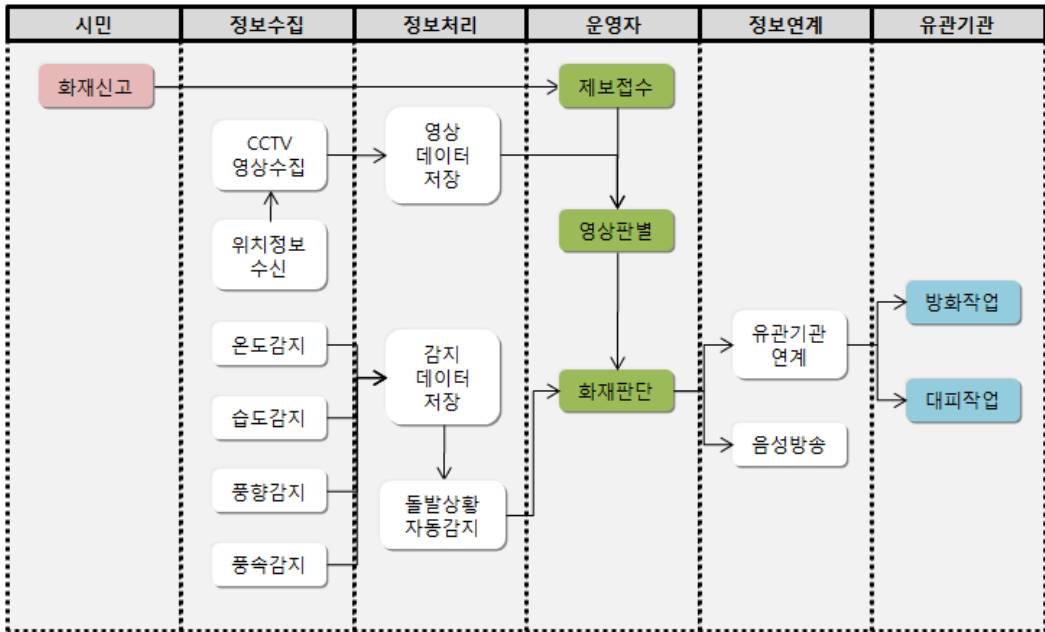
ServiceProfile과 서비스의 프로세스를 정의하는 ServiceModel, 그리고 실제적인 서비스 수행을 위한 정보를 포함하고 있는 ServiceGrounding으로 구성된다.

<그림 4>는 시맨틱 웹 서비스 프레임워크를 설명하기 위해 화재 감시 서비스에 대한 서비스의 흐름과 인적 구성요소 간의 관계를 도식화하고 있다.

단위 서비스는 <그림 4>와 같이 정보 수집, 정보 처리, 그리고 정보 연계 영역으로 구분되어 있으며, 각 영역에 포함되어 있는 상자는 단위 서비스를 의미한다. 또한 <그림 4>는 인적 구성요소인 시민과 도시통합운영센터의 운영자, 그리고 유관 기관을 포함하고 있다. 간단히 <그림 4>의 서비스를 살펴보면, CCTV를 통해 전송된 영상은 도시통합운영센터에 저장되며, 운영자에 의해 비상 상황으로 판단될 경우 유관기관과 연계하여 화재 진압을 위한 서비스가 제공된다. 또한 각종 센서로부터 입력된 데이터에 따라 도시통합운영센터의 화재 여부 판단을 위한 서비스에 의해 자동으로 유관 기관과의 서비스가 제공



<그림 3> 웹 서비스, 시맨틱 웹, 그리고 시맨틱 웹 서비스



〈그림 4〉 화재 감시 서비스의 서비스 흐름도

될 수도 있다. 이처럼 하나의 서비스는 상황에 따라 서로 다른 단위 서비스들이 조합되어 해당 서비스가 구성될 수 있으며, 이를 지원하기 위해 동적인 서비스의 조합을 위한 방법론이 요구된다.

〈그림 5〉는 〈그림 4〉에서 기술된 U-City 서비스의 단위 서비스 중 하나인 센서 서비스를 보여주고 있다. U-City에서는 다양한 센서를 통해 정보를 수집하며, 수집된 센서 정보로부터 다양한 서비스가 제공될 수 있다.

presents 속성은 ServiceProfile로의 연결을 나타내며, describedBy 속성은 ServiceProcess, 마지막으로 supports는 ServiceGrounding으로의 연결을 지정한다. 〈그림 6〉은 센서 단위 서비스의 서비스 내용을 나타내는 ServiceProfile 정보의 일부를 보여주고 있다.

일반적으로 ServiceProfile에서는 서비스 제공자의 정보, 서비스의 기능적 특성, 서비스의 일반적인 특성이 기술되며, 기능적 특성은 서비스의 실행에 필요한 입력(Input)과 출력

```

<!-- Service description -->
<service:Service rdf:ID="SensorService">
  <service:presents rdf:resource="#SensorProfile"/>
  <service:describedBy rdf:resource="#SensorProcess"/>
  <service:supports rdf:resource="#SensorGrounding"/>
</service:Service>
    
```

〈그림 5〉 센서 서비스의 서비스 기술

(Output), 서비스에 대한 사전 조건(Precondition), 그리고 서비스의 효과(Effect)에 대한 정보를 포함한다(이를 IOPE라 함). <그림 6>에서 센서에 대한 도메인 모델은 ISO(International Organization for Standardization)와 OGC(The Open Geospatial Consortium)의 모델을 기반으로 만들어진 OntoSensor 모델[25]을 사용하였다. 센서 단위 서비스는 서비스의 구분 상 연속형 서비스이기 때문에 특별한 입력 데이터 없이 출력에 관련된 데이터 모델만을 가지고 있다. <그림 7>은 센서 단위 서비스의 ServiceProcess의 일부를 보여주고 있다.

OWL-S에서 프로세스 모델은 하나의 메시지 입력에 대해 하나의 결과를 갖는 원자 프로세스(Atomic Process)와 원자 프로세스의 조합으로 프로세스의 상태에 따라 하나 이상의 단계로 서비스가 호출되는 복합 프로세스(Composite Process)로 구성된다. <그림 7>의 SensorProcess는 AtomicProcess 즉, 단일

프로세스로 이루어져 있으며 그것의 결과값으로써 ResponseModel을 출력하고 있음을 기술하고 있다. 마지막으로 <그림 8>은 센서 단위 서비스에 대한 ServiceGrounding의 일부 정보를 보여주고 있다.

OWL-S의 ServiceGrounding은 웹 서비스의 실제 수행을 위해 WSDL(Web Service Description Language)과 연결하여 프로토콜, 메시지 규약, 직렬화 전송, 서비스 URL과 같이 서비스를 어떻게 실행하는지에 대한 정보를 포함하고 있다. <그림 8>은 SensorService를 실행하기 위한 구체적 방법이 기술된 WSDL 문서와의 연결과 수행에 필요한 메소드 및 호출을 위한 WSDL로의 연결 정보를 포함하고 있다. 이와 같이 작성된 센서 단위 서비스는 사용자 혹은 도시통합운영센터의 관리자에 의해 수행될 수 있으며, 그 수행 결과로 센서의 특성에 따른 결과값을 반환하게 된다. 실제로는 다양한 종류의 센서가 존재하고 해당 센

```
<!-- Profile description -->
<OntoSensor:_Sensor rdf:ID="SensorProfile">
  <service:isPresentedBy rdf:resource="#SensorService"/>
  <profile:serviceName xml:lang="en">Sensor Service</profile:serviceName>
  <profile:hasOutput rdf:resource="#SensorDatamodel"/>
</OntoSensor:_Sensor>
```

<그림 6> 센서 단위 서비스의 ServiceProfile

```
<!-- Process description -->
<process:AtomicProcess rdf:ID="SensorProcess">
  <service:describes rdf:resource="#SensorService"/>
  <process:hasOutput rdf:resource="#SensorDatamodel"/>
</process:AtomicProcess>
<process:Output rdf:ID="SensorDatamodel">
  <process:parameterType rdf:resource="#ResponseModel"/>
  <rdfs:label>Sensor Datamodel</rdfs:label>
</process:Output>
```

<그림 7> 센서 단위 서비스의 ServiceProcess

```

<!-- Grounding description -->
<grounding:WsdGrounding rdf:ID="SensorGrounding">
  <service:supportedBy rdf:resource="#SensorService"/>
  <grounding:hasAtomicProcessGrounding rdf:resource="#SensorProcessGrounding"/>
</grounding:WsdGrounding>
<grounding:WsdAtomicProcessGrounding rdf:ID="SensorProcessGrounding">
  <grounding:owlsProcess rdf:resource="#SensorProcess"/>
  <grounding:wsdDocument rdf:datatype="&xsd:anyURI">
    http://iwec.yonsei.ac.kr/u-city/unitservices?WSDL
  </grounding:wsdDocument>
  <grounding:wsdOperation>
    <grounding:WsdOperationRef>
      <grounding:portType rdf:datatype="&xsd:anyURI">
        http://iwec.yonsei.ac.kr/u-city/unitservices#SensorService
      </grounding:portType>
      <grounding:operation rdf:datatype="&xsd:anyURI">
        http://iwec.yonsei.ac.kr/u-city/unitservices#getSensorData
      </grounding:operation>
    </grounding:WsdOperationRef>
  </grounding:wsdOperation>
</grounding:WsdAtomicProcessGrounding>

```

〈그림 8〉 센서 단위 서비스의 ServiceGrounding

서에 따라 제공되는 데이터의 형태가 다르기 때문에 단위 서비스에 대한 기술이 보다 세분화되어 기술된다.

〈그림 4〉에서 도시통합운영센터에서 제공되는 일부 단위 서비스는 〈그림 9〉와 같이 단위 서비스의 실행을 위한 조건을 가질 수 있으며, 다른 서비스와의 복합적 요소로써 수행되는 서비스로써 기술될 수 있다. 이를 통해 기존의 정적 서비스 기술로부터 벗어나 보다 확장된 형태의 서비스 자동 발견 및 실행의 관점에서 지능화된 동적 서비스가 가능한 것이다.

〈그림 9〉의 화재감시 단위 서비스의 조합을 살펴보면 이 복합 서비스는 두 센서로부터 입력된 온도 데이터의 값이 10도 이상 차이가 날 경우 수행되며, 센서 데이터를 저장하기 위한 단위 서비스와 화재를 감지하는 단위 서비스가 순차적으로 실행되어 그 결과로써 화재에 대한 경보를 전달한다.

지금까지 간략하게 화재감시 서비스를 위

한 단위 서비스와 시맨틱 웹 서비스 지원을 위한 OWL-S의 기술 방법을 살펴보았다. 이와 같이 기술된 OWL-S를 기반으로 서비스가 이루어질 경우 에이전트를 이용한 서비스의 자동적 발견 및 조합이 가능해지며, 이에 따라 사용자에게 상황 기반의 보다 유연한 서비스 제공이 가능해 질 수 있다. 또한 다른 도시통합운영센터와 연계에 있어 보다 효율적인 서비스의 협업이 가능해지며, 서비스에 대한 의미적 공유를 통해 서비스의 대체 및 조합적 향상을 꾀할 수 있다.

4.2 시맨틱 웹 서비스 기반의 도시통합 운영센터 플랫폼

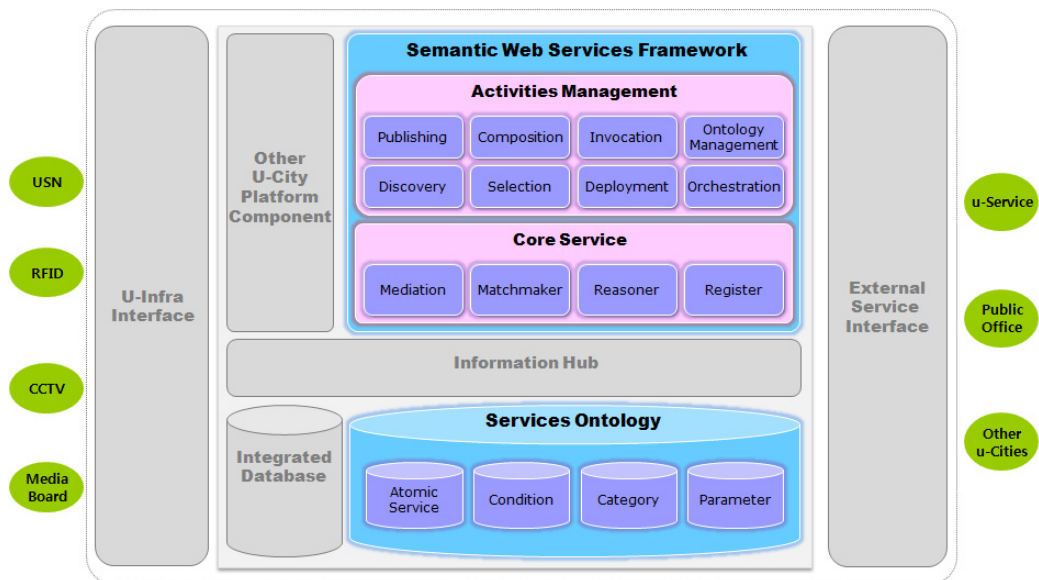
구축된 단위 서비스를 이용하여 동적으로 필요한 복합 서비스를 조합하여 제공하기 위한 시맨틱 웹 서비스 기반의 도시통합운영센터의 플랫폼의 구조는 〈그림 10〉과 같다.

시맨틱 웹 서비스 지원을 이용하는 도시통


```

<expr:SWRL-Condition rdf:ID="CheckTemperature">
  <expr:expressionLanguage rdf:resource="#&expr;#SWRL"/>
  <expr:expressionObject>
    <!-- sensorValue(?x, ?y) ^ sensorValue(?z, ?a) ^ swrlb:subtract(?b, ?y, ?a) ^ swrlb:greaterThan(?b, 10) -->
  </expr:expressionObject>
</expr:SWRL-Condition>
<process:CompositeProcess rdf:about="#ProcessSensorData">
  <process:hasInput rdf:resource="#SensorDatamodel"/>
  <process:hasOutput rdf:resource="#Alert"/>
  <process:hasPrecondition rdf:resource="# CheckTemperature "/>
  <process:composedOf>
    <process:Sequence>
      <process:components>
        <process:ControlConstructList>
          <list:first>
            <process:Perform rdf:nodeID="SaveSensorData"/>
          </list:first>
          <list:rest>
            <process:ControlConstructList>
              <list:first>
                <process:Perform rdf:nodeID="CheckFire"/>
              </list:first>
              <list:rest rdf:resource="#&list;#nil"/>
            </process:ControlConstructList>
          </list:rest>
        </process:ControlConstructList>
      </process:components>
    </process:Sequence>
  </process:composedOf>
  <process:hasResult >
    ...
  </process:hasResult>
</process:CompositeProcess>
    
```

〈그림 9〉 단위 서비스들의 복합 프로세스



〈그림 10〉 시맨틱 웹 서비스 지원을 위한 도시통합운영센터 플랫폼

합운영센터의 플랫폼은 <그림 10>과 같이 크게 서비스 온톨로지를 위한 영역과 이를 조합하여 복합 서비스를 운용하기 위한 시맨틱 웹 서비스 프레임워크로 구성된다. 서비스 온톨로지 영역은 앞서 기술된 예제와 같은 단위 서비스에 대한 서비스 모델과 서비스 프로세스를 중심으로 서비스를 수행하기 위한 조건 사항, 서비스 분류 체계, 서비스 수행에 필요한 파라미터 등과 같은 정보가 저장된다. 서비스 온톨로지 영역과 더불어 단위 서비스의 수행에 사용될 기본 데이터를 제공하는 통합 데이터베이스도 같이 사용된다.

시맨틱 웹 서비스 프레임워크는 핵심 서비스 영역과 서비스 관리 영역으로 구성된다. 첫 번째로 핵심 서비스 영역은 단위 서비스를 이용하여 복합 서비스를 조합하기 위해 필요한 기본적인 기능들을 제공한다. 인포메이션 허브를 통해 서비스 온톨로지 영역으로부터 복합 서비스 조합에 필요한 단위 서비스를 검색 및 추출하기 위하여 시맨틱 웹 서비스에 대한 중재(Mediation) 기능, 단위 서비스의 검색 및 추출(Matchmaking) 기능, 시맨틱 서비스에 대한 추론(Reasoning) 기능, 단위 서비스의 등록(Registration) 기능들로 구성되어 있다. 각각을 자세히 살펴보면, 중재 기능은 서비스 간의 입출력 데이터의 구조, 비즈니스 로직에 따른 메시지, 서비스 합성시 발생할 수 있는 데이터간의 이질성을 중재하는데 그 목적이 있다. 매치메이커(Matchmaker)는 상위 서비스의 요구에 따라 하위 단위 서비스를 조합하기 위한 기능으로써, 사용자가 원하는 서비스의 목적이나 수행 능력에 맞는 적절한 단위 서비스를 선택하여 조합하는 역할을 담당한다. OWL-S에서의 서비스 매칭을

위한 다양한 연구가 수행되고 있으며, 본 연구에서는 IOPE에 따라 서비스의 개념적 모델과 프로세스 모델을 비교(Guo et al., 2005)하는 방법을 채택하였다. 추론 기능은 시맨틱 웹에서의 핵심 기능으로써 시맨틱 웹 서비스에서 서비스의 발견이나 서비스에 대한 협약, 그리고 신뢰적 상용작용 등의 검증을 위해 반드시 필요한 기능이다. 마지막으로 등록 기능은 새롭게 발견된 서비스 혹은 단위 서비스 조합에 따라 만들어진 복합 서비스를 재사용 가능하도록 서비스 온톨로지 영역에 저장하는 기능이다.

두 번째로 서비스 관리 영역은 시맨틱 웹 서비스의 운영에 필요한 관리 기능을 제공하기 위한 영역으로써 사용자에게 의한 서비스의 출판(Publishing), 조합(Composition), 수행(Invocation), 온톨로지 관리(Management), 발견(Discovery), 선택(Selection), 배포(Deployment), 그리고 조화(Orchestration)와 같은 기능을 포함하고 있다. 이러한 관리 기능을 이용해서 사용자는 서비스의 새로운 조합 및 수행을 위해 필요 서비스의 발견 및 선택을 할 수 있으며, 이를 이용해서 새로운 서비스를 생성할 수 있다. 이렇게 생성된 서비스는 또 다른 하나의 서비스로써 등록되어 사용되게 된다.

이러한 시맨틱 웹 서비스와 U-City 지원을 위한 도시통합운영센터와의 결합은 앞서 언급한 것과 같이 시민을 위한 서비스의 질적 향상을 위해 반드시 이루어져야 하는 기술임에 틀림없다. 하지만 이러한 서비스를 제공하기 위해서는 해결해야 할 몇 가지 문제점들이 있다. 우선 첫 번째로 개념화의 문제이다. 시맨틱 웹 서비스를 위해 서비스의 개

념화는 반드시 필요한 과정이며, 이때 서비스에 대한 개념화에 도시통합운영센터의 운영 모델에 따라 그 차이가 발생할 수 있다. 하지만 인터넷과 서비스의 개방성이라는 특성으로 볼 때, 개념화의 정도가 달라짐에 따라 제어가 어려워질 수 있다. 물론 본 논문을 통해 단위 서비스를 구축하고 그것을 온톨로지화함으로써 서비스의 정의를 일반화시킬 수 있지만, 더 나아가서는 서비스에 대한 표준적 정의가 필요할 것이라 생각된다. XML 웹 서비스가 가지고 있는 대량 데이터 교환 시 발생할 수 있는 비효율성 또한 해결해야 될 과제이다. 도시통합운영센터에서는 다양한 장비와 시스템 사이의 데이터 교환이 이루어지며, 플랫폼과 구현언어의 독립성을 위해 XML 데이터 형식을 사용하여 데이터를 교환한다. 따라서 데이터 교환에 많은 네트워크의 패킷을 소비하게 되며, 이는 곧 시스템의 효율성과 직결되게 된다. 이를 위해 추상화 단위의 개방형 서비스에 대한 정의의 수준은 높이고, 하위 단위의 시스템은 밀착결합형으로 개발하려는 노력이 필요하다. 또한 웹 서비스의 소유권, 권한, 보안 등과 같은 문제도 해결해야 될 과제 중 하나이다. 물론 이러한 것들을 지원하기 위한 권고안들이 개발되었거나 개발 중에 있지만, 도시통합운영센터에의 실질적 적용을 위한 연구가 필요하다.

5. 결 론

현재 국내의 도시 생태계는 유비쿼터스 기술과 IT 기술이 발전함에 따라 언제 어디서나 시민에게 필요한 서비스를 제공할 수 있

는 도시 환경으로 발전하고 있다. 이를 위한 학계와 산업계, 그리고 정부의 노력이 시민 중심의 도시 환경 즉, U-City라는 이름으로 점차 대중화되어 가고 있다. 실제로 많은 지역과 지자체에서 U-City와 관련된 사업을 진행하고 있다.

이에 따라 본 논문에서는 U-City의 핵심 요소인 도시통합운영센터에서 제공하는 서비스의 효율적 설계와 운영을 위한 방법론 및 그 플랫폼을 개발하였다. 지금까지의 U-서비스에 관련된 연구는 사용자 중심의 추상화 단계에서 정의가 되어 왔으며, 또한 이들 사이의 상호운용성 측면에서만 연구와 플랫폼의 개발이 이루어져 왔다. 하지만 효율적으로 도시통합운영센터의 서비스를 운영하기 위해서는 보다 세분화된 단위로 서비스가 구성될 필요가 있으며, 이를 위해 유즈케이스(Usecase) 분석 방법을 통해 단위 서비스들을 도출하였다. 이와 같이 도출된 단위 서비스를 조합하여 서비스를 제공함으로써 서비스의 재사용성이 보다 증대될 수 있다.

또한 이러한 서비스들은 사용자에 상황에 따라 동적으로 조합되어 제공될 필요가 있다. 기존의 BPEL과 같은 방식은 서비스 이전에 그 구성이 결정되어야 하기 때문에 정적인 형태로만 서비스의 제공이 가능했다. 하지만 여기에 시맨틱 웹 서비스 기술을 적용함으로써 사용자의 상황에 따라 동적이고 유연한 서비스의 제공이 가능하게 된다. 이를 위해 서비스에 대한 프로파일과 프로세스와 같은 정보를 의미적으로 작성하기 위한 OWL-S를 이용해서 기술하고, 이를 지원하기 위한 시맨틱 웹 서비스 플랫폼을 제안하였다. 본 논문에서 제안된 시맨틱 웹 서비스 플랫폼은 서

비스의 의미 기반 기술이 저장된 서비스 온톨로지와 서비스의 발견, 조합 및 운영을 위한 서비스 플랫폼으로 구성된다.

향후 연구로써 U-City에서 제공하는 기반 서비스 전체를 분석하여 도시통합운영센터의 운영에 필요한 전체 단위 서비스를 도출하고 기능 단위의 컴포넌트 개발을 통해 도시통합운영센터의 플랫폼 개발에 시범 적용할 예정이다.

참 고 문 헌

- [1] 권순현, 박영택, “유비쿼터스 환경을 위한 온톨로지기반 상황인지 시스템”, 한국컴퓨터종합학술대회논문집, 제34권, 제1호(C), 2007, pp. 281-286.
- [2] 국토해양부, 유비쿼터스도시의 건설 등에 관한 법률 시행령, 2009.
- [3] 국토해양부, 제1차 유비쿼터스도시종합계획, 2009.
- [4] 김영수, 박석천, “u-city 통합운영센터의 현황 및 주요 이슈 분석”, 정보과학회지, 제26권, 제8호, 2008, pp. 32-41.
- [5] 박상현, “해외의 u-City 구축프로젝트 추진동향”, 국토, 통권292호, 2006, pp. 48-56.
- [6] 박응희, 정우수, “U-City내 도시통합운영센터 유형분류”, 전자정보센터, 2008.
- [7] 백남석, 김병건, 임춘성, “U-City 통합운영센터 구축을 위한 서비스 분류 및 정의에 관한 연구”, 한국IT서비스학회 춘계학술대회, 2009, pp. 110-114.
- [8] 서울시정개발연구원, “국제포럼 : 디지털 미디어 스트리트 구상과 유비쿼터스 공간계획”, 서울, 2003, p. 139.
- [9] 이계원, “도시통합운영센터 구축방안”, 경남유비쿼터스 포럼세미나, 2007.
- [10] 이기철, 김정훈, 김동문, 이지형, “유비쿼터스 환경의 상황인식 프레임워크를 위한 컨텍스트 온톨로지 정의”, 퍼지 및 지능시스템학회논문지, 제17권, 제2호, 2007, pp. 202-207.
- [11] 이병철, “u-City 건설현황과 전망”, 국토, 통권274호, 2004, pp. 32-40.
- [12] 임규관, 김지선, “u-City 인프라로서의 u-City 운영센터 및 플랫폼”, 정보통신연구진흥원 학술정보, 제112권, 2007.
- [13] 임미숙, “해외 U-City 사례”, 정보과학회지, 제23권, 제11호, 2005, pp. 27-37.
- [14] 전양승, 전영식, 한성국, “시맨틱 웹 서비스 기술 연구 동향”, 정보과학회지, 제24권, 제4호, 2006, pp. 82-95.
- [15] 조위덕, u-Service Design, 진한엠앤비, 2009.
- [16] 한국정보화진흥원, u-City IT 인프라구축 세부 가이드라인 V2.0, 2009.
- [17] Dey, A. K., “Understanding and Using Context,” Personal and Ubiquitous Computing, Vol. 5, 2001, pp. 4-7.
- [18] Farrell, J. and H. Lausen, “Semantic Annotations for WSDL and XML Schema,” W3C Recommendation, 2007.
- [19] Fensel, D. and C. Bussler, “The Web Service Modeling Framework : WSMF,” Electronic Commerce : Research and Applications, Vol. 1, No. 2, 2002, pp.

- 113-137.
- [20] Guo, R., J. Le, and X. Xia, "Capability Matching of Web Services Based on OWL-S," Proceedings of the 16th International Workshop on Database and Expert Systems Applications (DEXA '05), 2005.
- [21] Kim, Y. and K. Doh, "The Service Modeling Process Based on Use Case Refactoring," Lecture Notes in Computer Science, Vol. 4439, 2007, pp. 108-120.
- [22] Kopecky, J. "Web Services Description Language (WSDL) Version 2.0 : RDF Mapping," W3C Working Group Note, 2007.
- [23] Martin, D., M. Burstein, J. Hobbs, O. Lassila, D. McDermott, S. McIlraith, S. Narayanan, M. Paolucci, B. Parsia, T. Payne, E. Sirin, N. Srinivasan, and K. Sycara, "OWL-S : Semantic Markup for Web Services," W3C Member Submission, 2004.
- [24] McIlraith, S. A., T. C. Son, and H. Zeng, "Semantic Web Services," IEEE Intelligent Systems, Vol. 16, No. 2, 2001, pp. 46-53.
- [25] Russomanno, D. J., C. R. Kothari, and O. A. Thomas, "Building a Sensor Ontology : A Practical Approach Leveraging ISO and OGC Models," The 2005 International Conference on Artificial Intelligence, 2005, pp. 637-643.
- [26] Weiser, M. "The Computer for the 21st Century," ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Review, Vol. 3, 1999, pp. 3-11.
- [27] <http://www.ucta.or.kr>, 한국유비쿼터스 도시협회.

저 자 소 개



이명진
현재
관심분야

(E-mail : xml@yonsei.ac.kr)
연세대학교 정보산업공학과 지능웹비즈니스 (박사 과정 중)
시맨틱 웹과 의미기반 검색, 시맨틱 웹 포털, 시맨틱 웹
서비스 등



김경민

2008년
현재
관심분야

(E-mail : milren78@yonsei.ac.kr)
명지대학교 전자공학과 (학사)
University Of Technology, Sydney (석사)
연세대학교 정보통신공학과 (박사과정 중)
Semantic Web Technology분야 등



전동규

현재
관심분야

(E-mail : jdkclub85@yonsei.ac.kr)
연세대학교 정보산업도시공학 (석사)
연세대학교 정보산업도시공학 대학원 (박사과정 중)
시맨틱 웹과 시맨틱 웹 기반의 데이터마이닝 등



엄태영
2008년
현재
관심분야

(E-mail : eomty@yonsei.ac.kr)
연세대학교 컴퓨터산업공학과 (학사)
연세대학교 대학원 정보산업공학과 (석사 과정 중)
웹 서비스 및 u-City, 시맨틱 태그 기반의 클러스터링
알고리즘 등



김우주
1987년
1994년
현재
관심분야

(E-mail : wkim@yonsei.ac.kr)
연세대학교 BBA 과정 (학사)
KAIST 경영과학 (박사)
연세대학교 정보산업공학과 교수
시맨틱 웹, 시맨틱 웹 환경의 의사결정지원 시스템,
시맨틱 웹 마이닝, 지식관리 및 인공지능 웹 서비스 등



홍준식
1989년
1991년
1997년
현재
관심분야

(E-mail : junehong@kyonggi.ac.kr)
서울대학교 경영학사,
KAIST 경영과학 (석사)
KAIST 경영공학(테크노경영대학원) (박사)
경기대학교 경영정보학과 부교수
시맨틱 웹, 온톨로지 추론, 지능형에이전트, 자동협상
시스템, 전자상거래 등