DOI: 10.3745/KIPSTC.2009.16-C.1.109

맞춤형 u-City 서비스 제공을 위한 상황인지 추론 시스템

이 창 훈[†] · 김 지 호[††] · 송 오 영[†††]

요 약

유비쿼터스 컴퓨팅 기술을 기반으로 주변 상황을 인식하고 그에 따른 상황인지 서비스를 실현하기 위한 많은 연구가 진행되고 있다. u-City에서는 도시의 곳곳의 센서 등을 통해 상황 정보가 수집되고, 개인들은 자신의 모바일기기와 도시의 정보 통신 인프라를 통하여 상황인지 서비스를 제공 받게 된다. 본 논문에서는 u-City의 네트워크에 연결된 센서나 디바이스에서의 정보를 구조화하는데 유용하고 상호 관계성 및 부분적인 상황의 정보를 표현할 수 있는 OWL(Web Ontology Language)을 사용한 온톨로지를 설계하고, 수집된 상황정보와 사용자의 의도를 기반으로 서비스를 추론하는 맞춤형 u-City 서비스 제공을 위한 상황인지 추론 시스템을 제안한다.

키워드 : 상황인지, 유비쿼터스 도시, 온톨로지, 추론

Context-Aware Reasoning System for Personalized u-City Services

Chang-hun Lee[†] · Ji-ho Kim[††] · Oh-young Song[†††]

ABSTRACT

Recently, there are many researches to realize context-awareness service that recognizes surrounding environments as context and provide the citizens with pervasive convenience based on ubiquitous computing technology. In the u-City, various sensors collect information as context, and citizens will receive various context-awareness service, making use of their wireless and mobile devices and the infrastructures of the u-City. We designed ontology that is useful to structure information of sensor or device that is linked to networks and use OWL (Web Ontology Language) that can express information of mutual relation and partial situation. And we propose a context-aware reasoning system for personalized u-City services based on collected context information and user's intention.

Keywords : Context-awareness, u-City, Ontology, Reasoning

1. 서 론

기존에는 IT 기술이 다양한 센서를 통해서 도시의 정보를 단순히 수집하는 정도의 역할을 해왔었다. 예로, 도시 환경모니터링 시스템에선 도시의 각종 센서들을 통해 수질환경, 생활 폐기물 관리 실태, 공장 유해가스 배출, 소음 정도 등을 중앙의 관리센터에서 수시로 점검한다. 다른 예로는 교통관리시스템의 경우 센서내의 차량의 숫자 및 차량의 평균속도 등에 따라 도로의 혼잡도를 표현한다. 이는 무수한 센서 및 측정 디바이스를 통해 수집되는 정보들을 단순히 참고하기 위한 시스템에서, 더 나아가서 수집되는 다양한 정보를 활용하여 그 상황에 필요한 서비스를 제공하는 시스템으로 발전이 요구되고 있다.

u-City(ubiquitous City)는 RFID, GPS, WiBro, LBS, USN 등과 같은 유비쿼터스 기술과 유무선 통신망과 같은 인프라를 기반으로 하여 교통, 환경, 보건·복지, 방범·방재, 문화·관광, 교육, 행정 등의 분야에서 유비쿼터스 서비스를 제공한다. 이는 생활의 편의 증대와 삶의 질 향상, 체계적 도시 관리에 의한 안전 보장과 시민 복지 향상, 신산업 창출 등 도시의 제반 기능을 혁신 시키는 차세대 정보화 도시이다. 근래에 국내외 국가들은 도시의 특성과 장점을 최대한 부각시켜 도시의 경쟁력을 제고시키고 연계산업의 상승효과를 추구하는 공통된 목표로 u-City 실현을 추진하고 있다.[1]

그러나 유비쿼터스 환경에서 발생하는 정보의 홍수 속에서 사용자에게 필요한 정보를 구별하기란 무척 어려운 작업이 되었다. 특히나 노트북, 휴대폰, PDA와 같은 모바일 기기가 늘어나면서 정보의 적절한 분배는 정보의 수집 못지않은 노력이 필요하게 되었다. 이러한 환경 속에서 상황인지

※ 본 연구는 서울시 산학연 협력사업(CR070019) 지원으로 수행되었습니다. 또한 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터(홈네트워크연구센터) 육성지원사업의 연구결과로 수행되었습니다.
† 준 회 원 : 중앙대학교 전자전기공학부 석사과정
†† 정 회 원 : 중앙대학교 전자전기공학부 연구교수
††† 정 회 원 : 중앙대학교 전기전자공학부 교수
논문접수 : 2008년 6월 18일
수 정 일 : 1차 2008년 11월 1일
심사완료 : 2008년 11월 3일

시스템은 사용자의 정보선택을 도와주고 나아가 맞춤형 서비스를 제공하므로 생산된 정보의 효용성을 극대화시킨다. 즉, 사용자가 원하는 정보를 찾아보도록 하는 것이 아니라 사용자의 상황에 맞게 알맞은 정보를 선별하여 제공하게 되는 것이다.

u-City의 응용 및 서비스의 개인화란 컴퓨팅 및 커뮤니케이션 능력을 가진 스마트 객체들이 동적인 환경 변화를 인식하고 이에 적응할 수 있는 특성, 즉 상황인지(context-aware)를 필요로 한다. 상황정보(context)란 사용자가 상호 작용을 하는 시점에 가용한 거의 모든 정보이다. 이는 일반적으로 사람, 그룹, 객체의 위치, 식별, 활동, 상태 등을 포함한다. 이때 상황정보는 사용자의 현재 활동과 같이 개인적인 것일 수도 있으며, 현재 사용 중인 기기와 같이 기술적인 것일 수도 있고, 또한 온도, 위치, 또는 시간과 같이 환경적인 것일 수도 있다. 또한 상황은 물리적인 위치 또는 우편번호와 같이 단순형(primitive)일 수도 있으며 건물의 명칭 또는 주소와 같이 하나 이상의 근본적 상황이 복합적(composite)으로 구성될 수도 있다.[2]

상황인지 서비스 개인화는 이러한 상황정보의 수집 및 교환을 통해 인식하고, 해석 및 추론과 같은 처리 과정을 거쳐 사용자에게 상황에 적절한 맞춤형 서비스를 제공한다. 긴급재난 서비스의 예를 들면, A지역의 집에 화재가 발생하자 그 집의 화재 센서는 u-City 통합운영센터에 긴급재난요청을 보낸다. 통합운영센터는 A지역의 관할 소방서에 연락을 하고, 소방차를 출동시킴과 동시에 A지역의 주민들에게 화재 소식을 알리고, u-Traffic 시스템으로 정보가 전달되어 인근지역의 교통상황을 파악하여 u-Traffic 서비스를 통해 그 지역을 지나는 차량들을 교통상황이 원활한 B지역으로 우회하도록 하여 소방차등이 빨리 진입할 수 있게 한다.

위 시나리오를 보면, 상황인지 시스템에서는 A지역에 불이 났다는 사실의 상황을 인식하고 주민에게의 화재 통보, 소방차의 빠른 투입을 위한 진입로 확보 등의 추론 결과를 도출하고 각각의 서비스를 연계하여 제공하게 한다. 이는 소방차에게는 빠른 진입로 확보, 운전자에게의 빠른 우회길 안내서비스 등 사용자에게 상황에 적절한 서비스를 제공하는 것이다. 추론이란 이미 알고 있는 명제를 기초로 하여 새로운 명제를 도출하는 것이라 정의한다. 만약 이와 같은 상황에서 추론이 없거나 원론적인 추론이었다면 불이 난 상황을 파악한 후 화재경보만 울렸거나 소방차만 출동시키는 것으로 긴급재난서비스는 끝났을 것이다. 추론의 장점은 발생한 사건에 대해 능동적으로 대처법을 도출하여 제공하고 서비스의 복합성, 연결성, 다양성, 관계성을 띄며 지능화된 서비스를 제공에 있다.

u-City에서 성공적인 상황인지 서비스 구현을 위해서는 사용자의 의도를 파악하고 연관된 서비스를 제공하는 능력이 요구된다. 본 논문에서는 다양하고 복잡한 상황정보가 센서를 통해서 수집되는 u-City환경에서 사용자, 단말, 서비스 정보와 센서에서 수집된 정보를 지식화하고 지식간의 상호 관계성의 표현이 용이한 OWL 기반의 온톨로지를 설계하였다. 또한 온톨로지에서 추출한 정보와 이에 상응하는 규칙을 기반으로 사용자의 의도를 추론하고, 추론한 사용자의 의도를 활용하여 사용자에게 필요한 맞춤형 u-City서비스를 제공하기 위한 상황인지 추론 시스템을 제안한다.

2. u-City 와 상황인지 연구 동향

2.1 u-City 정의 및 서비스

u-City는 유비쿼터스 정보 기술에 기반을 둔 차세대 지능화된 도시의 새로운 패러다임을 의미하며, 언제 어디서나 원하는 정보와 기능을 얻을 수 있는 친환경·첨단·지속가능한 도시개념이다. 이에 u-City는 유비쿼터스 컴퓨팅과 정보통신 기술을 기반으로 도시 전반의 영역(공간, 사물, 인간, 서비스 등)을 융합(Convergence)하여, 통합되고(Integrated), 지능적이며(Intelligent), 스스로 혁신되는(Innovative)도시라고 정의하기도 한다.[1]

u-City가 제공하는 서비스는 서비스의 적용 범위에 따라 u-Home, u-Work, u-Traffic, u-Heath, u-Environment, u-Public service, u-Education으로 구분할 수 있으며, 이러한 서비스는 FTTH, RFID, WiBro와 같은 유무선 통신 인프라와 첨단 인텔리전트 빌딩과 지능형 도로 등의 도시 인프라, 홈네트워킹, 건물관리 시스템 등의 솔루션, e-Learning, IP-미디어 등의 콘텐츠가 결합되어 구현된다.

u-City 서비스의 예로, 경찰이나 사고 발생 지역 근처의 차량과 사용자에게 필요한 정보의 제공이 요구되는 경우에 u-Safety는 경찰에게 사고 지역으로 이동하라는 메시지를 보내고, u-Traffic은 시민들에게 사고 지역 근처의 교통 혼잡 지역을 피할 수 있도록 경로 정보를 전송한다. u-Safety는 도시운영센터나 병원 등에 부상자 정보를 제공하고, 이 데이터에 기반으로 u-Health는 적절한 치료 방법과 더불어 사고 지점으로 구급차를 보내는 등을 조치를 취하도록 한다.

u-City의 서비스 유형은 크게 공공 서비스와 민간 서비스로 구분되며 공공 서비스에는 u-Public과 u-Environment, u-Traffic 등이 있고 이들 서비스는 도시운영센터의 운용과 통제아래서 제공되는 서비스들이다. 민간 서비스에는 u-Healthcare, u-Home, u-Work, u-Education 서비스로 별도의 서비스 제공자에 의해서 자체적으로 서비스가 가능하나 도시운영센터와 연계될 때 시너지 효과를 얻을 수 있다.[3]

도시운영센터는 도시 내 통신망, 교통망, 시설물 등의 각종 센서로부터 도시정보를 수신하고 이를 통합적으로 분석하여 도시를 효과적으로 운영·관리하고, 분석된 도시정보를 실시간으로 제공한다. u-City의 도시운영센터는 이를 위해 하부 수집 인프라, 공간, 시간, 단말 종류에 상관없이 항시(Always-on) 접속환경 제공, 상황인지, 재사용 가능한 인프라 구축을 통해 다수의 유사 관제 시스템에서의 공유를 통한 중복 투자 최소화, 새로운 요구 사항 변화의 능동적 수용을 위한 유연한 소프트웨어 인프라 아키텍처를 지향한다. 또한 단위 서비스 간의 통합에서부터 도시를 구성하는 조직 사이의 수직적 통합과 각각의 계층에 놓인 서비스 사

이의 수평적 통합을 구현하기위해 개방형 서비스 구조(Open Service Architecture)를 기본 방향으로 한다.

2.2 상황인지 컴퓨팅

상황인지 컴퓨팅은 사용자의 요청에 의해서나 사용자의 요청이 없는 경우에도 필요한 시점에 상황에 맞는 정보와 서비스를 지능적이고 능동적으로 제공할 수 있어야 한다. 이를 위해서는 주변의 다양한 상황정보가 잘 모델링되고, 수집되고, 분배되어야 함은 당연하다. 상황인지 서비스를 제공하기 위해서 수집된 상황 정보는 사용자 정보와 결합되어 생활의 한 단위로 나타내어질 수 있는 고차원 정보로 분석 및 추론이 되어야 한다. 측정된 상황의 정보 및 사용자 정보 중 응용프로그램에서 필요한 서비스를 해주기 위한 정보를 컴퓨터상에서 잘 작성된 모델을 바탕으로 정형화 하여, 적절한 정보를 저장하고 체계적이고 효율적으로 공유하는 방법이 상황인지 시스템의 성공 여부를 판단하는 중요한 기술이다.[4]

상황인지 컴퓨팅에서 정보를 해석하는 방법은 키값(Key-value)기반 모델, 마크 업 기반 모델, 그래픽 기반 모델, 객체지향 기반 모델, 로직 기반 모델, 온톨로지 기반 모델이 있다.[5] 키값 기반 모델은 키값으로 나타내어진 값들을 단순한 문자 비교의 방식으로 텍스트 형식으로 표현된 값을 패턴 매칭 등의 질의를 할 수는 있으나 정형화된 형식을 필요로 하는 효율적인 정보 검색 기능은 힘들다. 마크 업 기반 모델은 태그, 속성, 내용을 계층구조로 나타내어 재귀적 형태를 가지고 있다. 구조화 되어 있고 편재되어 있는 컴퓨팅에 적합하지만 응용프로그램 수준에서 계층 구조화 된 정보를 해석해야 하고 정보간의 복잡한 관계를 정의하기가 힘들다는 단점이 있다. 그래픽 기반 모델은 그래픽 기반의 기능을 이용하여 항공 통제 관리에 관련된 특수한 상황을 UML(Unified Modeling Language)로 표현하여 적합성을 보인다. 객체지향 기반 모델은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 동적 상황의 복잡성을 캡슐화, 재사용성, 상속성과 같은 객체지향 기술을 이용해 상황을 추상화 하여 나타내는 기술에 기반하여 표현한다. 분산된 시스템에서의 새로운 타입의 상황 정보의 추가와 인스턴스 업데이트 등을 가능하게 하는 장점이 있다. 로직 기반 모델은 사실(fact), 표현(expression), 규칙(rule)의 정형화된 표현을 사용하여 상황을 나타낸다. 온톨로지 모델은 정보를 구조화하는데 쉽고 상호 관계성 및 부분적인 상황의 정보를 쉽게 표현할 수 있다.

상황인지 서비스를 위한 상황해석 방법은 각종 센서들에 의해 입력되는 데이터를 처리하고, 데이터를 이용해 상황을 추론하기 위한 프로그램 혹은 미들웨어의 중심적인 구조로 사용된다. 프로그램 내에 상황해석 구조와 데이터 구조를 가지고 있는 상황인지 시스템은 상황의 변화에 적절히 대응하기 힘든 단점을 가지고 있다. 이를 개선하기 위해 최근 다양한 상황인식 프레임워크에서 온톨로지 기반의 모델을 채택하고 있으며 OWL(Web Ontology Language)에 기반으로 한 시멘틱 웹 연구와 연관하여 활발한 연구가 되고 있는 분야이다.

3. 상황인지 추론 시스템 제안

본 논문에서는 u-City에서 다양한 상황정보를 모델링하기 위해 OWL 기반 온톨로지를 설계하였고, 사용자의 의도를 파악하고 개개인의 특별한 상황에 따른 맞춤형 서비스를 제공하기 위한 상황인지 추론 시스템을 제안한다.

3.1 u-City 온톨로지를 통한 상황정보 모델링

사용자에게 상황인지 서비스를 제공하기 위해서는 수집된 정보는 사용자 정보와 결합되어 생활의 한 단위로 나타낼 수 있는 고차원 상황 정보로 분석 및 추론이 가능하여야 한다. 본 논문에서 u-City의 네트워크에 연결된 센서나 디바이스에서의 정보를 구조화하는데 유용하고 상호 관계성 및 부분적인 상황의 정보를 표현할 수 있는 OWL 기반 온톨로지를 설계하였다[6][7][8]. 설계한 온톨로지는 person, device, space, service, user's activity, event, policy등과 같이 사용자, 기기, 서비스의 정보와 이들 정보의 상호 연관성을 표현하는 것으로 구성된다. (그림 1)은 본 논문에서 설계한 u-City에서의 온톨로지 모델을 보여주며, 이는 8개의 온톨로지 조항으로 구성되고 있다.

PersonRelative(인간관계) 온톨로지는 사용자와 연관된 다양한 인간적인 관계를 정의한다.이 온톨로지는 Person클래스를 중심으로 구성되어 있다. 하위클래스인 Profile클래스는 성명, 성별, 스케쥴 등의 개인의 프로필을 묘사하는 단어로 정의한다. 또한 Group클래스는 가정의 u-Home을 위한 가족관계 즉, 2명 혹은 그 이상의 사람과의 관계적 특성을 적어놓음으로써 쉽게 검색할 수 있게 한다. 이와 비슷하게 u-Office를 위해 회사에서의 부서, 직위를 명시하고, u-Public을 위해 관리인, 피관리인 등의 관계를 명시한다. Health클래스는 u-Health를 위한 개인건강정보 등을 정의한다.

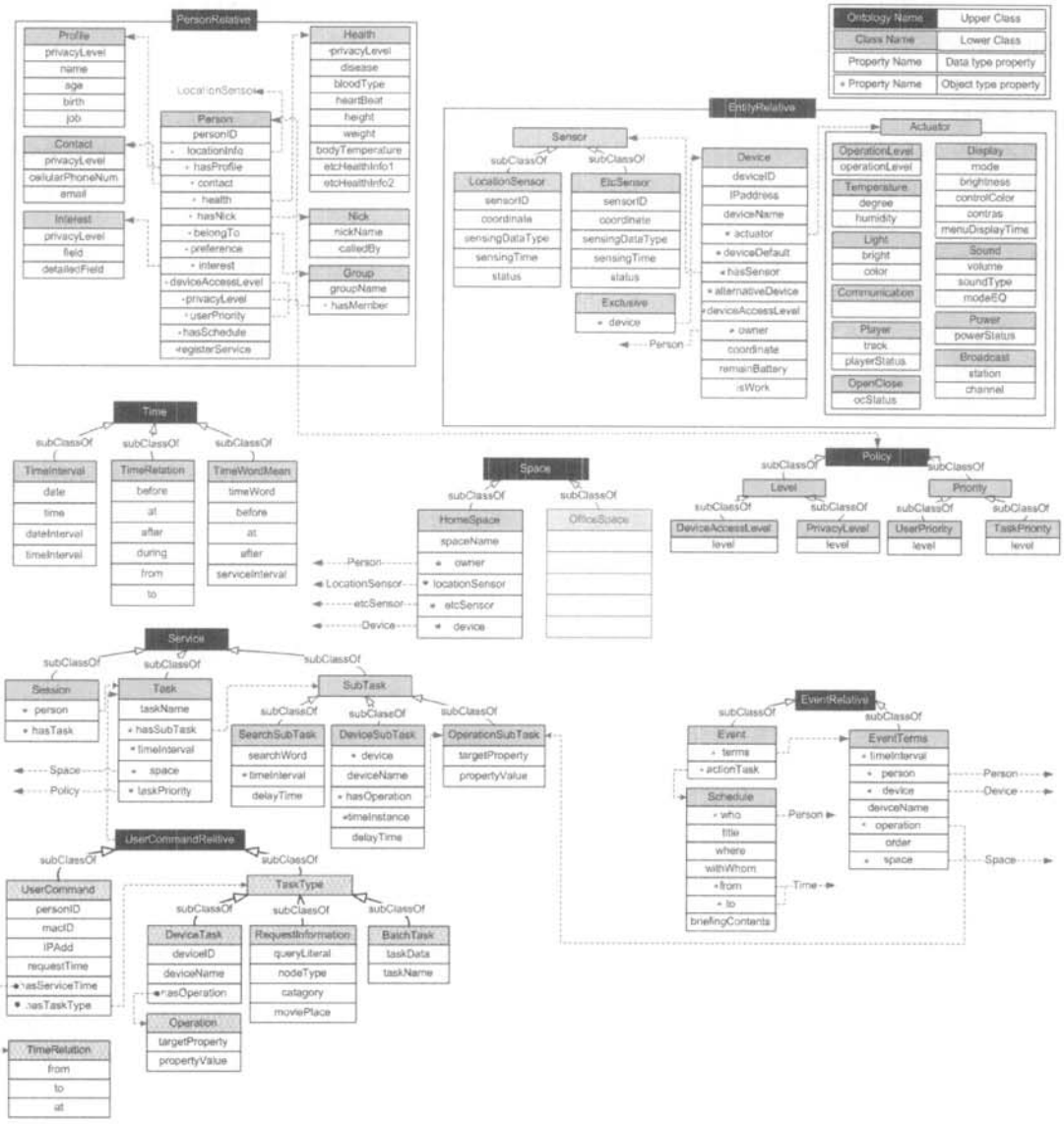
EntityRelative(구성체관계) 온톨로지는 서비스 에이전트 시스템과의 연결하는 다양한 디바이스의 관계를 정의한다. 모든 디바이스들은 센서, 엑츄에이터(actuator) 중 적어도 하나를 가진다. 이 온톨로지는 Device 클래스를 중심으로 구성되어있다. 디바이스간의 관계, 센서의 속성과 엑츄에이터의 동작특징들을 묘사한다.

Space(공간) 온톨로지는 u-City와 같은 유비쿼터스 환경에서 중요한 사용자와 디바이스의 위치에 대한 정보를 묘사한다. 집과 빌딩과 같은 공간 사이의 관계를 정의하여 확대해석될 수 있다[9].

Time(시간) 온톨로지는 시간과, 사용자의 행동과 서비스 발생시간 등의 시간적 관계를 정의한다. 다른 이벤트간의 시간적 속성으로 정의될 수 있다[10].

Service(서비스) 온톨로지는 *Time, Action, Policy*등의 온톨로지를 참조한다. 이 *Service*온톨로지는 쉽게 관리될 수 있도록 단위서비스형태로 정의되고 있다.

UserActivity & Event(사용자행동&이벤트) 온톨로지는 사용자의 활동 패턴 정보를 위해, 엑츄에이터 제어를 통한



(그림 1) u-City에서의 온톨로지

사용자의 행동이나 다양한 센서에서 들어오는 정보를 데이터베이스에 계속 저장되어야 한다. *UserActivity* 온톨로지는 사용자의 행동에 대한 이력을 데이터베이스화 한 것이다. *Event* 온톨로지는 제공되는 상황인지 서비스에서 시발점을 정의한다.

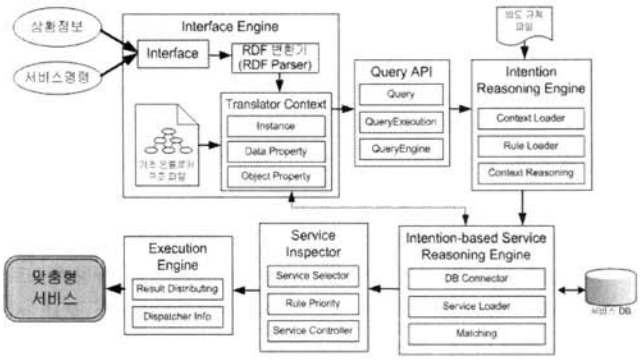
Policy(정책) 온톨로지는 사용자와 서비스에 대한 프라이버시 정책과 우선순위가 표현된 온톨로지이다. 정책은 룰들의 집합으로 관리자 및 사용자에 의해 정보의 개방레벨을 제한하거나 서비스의 실행규칙의 지정한다[13][14].

UserCommand(사용자명령) 온톨로지는 사용자에 의한 다양한 명령들을 정의하였다. 다양한 명령에 관한 클래스들의 정의는 의미추론을 가능하게 한다.

3.2 상황인지 추론 시스템 구조 및 흐름도

본 논문에서 상황인지시스템의 전반적인 흐름도는 센싱 정보를 추론기로 보내져서 추출, 분류를 수행한 다음 룰기반 엔진(Rule-based Engine)에서 매치시켜 맞춤형 명령을 엑츄에이터(actuator)로 보내고 엑츄에이터에서 명령을 실행시켜 환경을 변화시키고 변화 시킨 환경값을 다시 센서를 통해 피드백을 받는 흐름으로 되어 있다.

(그림 2)는 u-City서비스를 제공하기 위한 상황인지 추론 시스템의 아키텍처이다. 본 시스템은 외부로부터 입력되는 감지(sensing)정보 및 서비스 요청정보를 처리(인식) 가능한 형태의 데이터로 변환한 후 추론엔진에 입력하기 위한 인터페이스 엔진(Interfacing Engine), 인터페이스 엔진으로부터의 감지데이터 및 서비스 요청데이터에 따라 해당 서비스 제공에 수반되는 정보를 추출하여 상황을 추론하기 위한 질의입력기(Query API), 질의입력기에서 추출한 정보 및 상응하는 규칙을 기반으로 사용자에게 맞는 맞춤형 서비스를 추론하고, 추론한 맞춤형 서비스의 정보를 관리하기 위한 추론엔진(Reasoning Engine), 추론엔진에서 추론한 맞춤형 서비스의 타서비스와의 충돌 여부를 검사하기 위한 서비스 검



(그림 2) u-City에서의 상황인지 시스템 아키텍쳐

사기(Service Inspector), 서비스 검사기에서의 검사 결과가 타 서비스와 충돌하지 않음에 따라 서비스 실행 출력하기 위한 출력엔진(Execution Engine)으로 구성한다.

*인터페이스 엔진*은 외부로부터 입력되는 감지(sensing)정보 및 서비스 요청정보등의 수집된 데이터를 RDF변환기(Resource Description Framework Parser)를 통해 처리(인식) 가능한 형태의 데이터(예:스트림데이터)로 변환한다. 사용자 상황정보 및 시나리오에서 표현되는 컨텍스트는 RDF 기반 주어, 동사, 목적어 형태의 엔티티(entity)들에 대한 집합으로 표현된다. 변환된 후 상황변환기를 통해 인식 가능한 형태로 변환된 상황정보들이 *Space, Time, PersonRelative, EntityRelative, UserCommand, UserActivity*등의 기초 온톨로지 구조 파일에 정의된 각 클래스들의 인스턴스나 데이터 속성으로 생성된다. 여기에서 속성은 인스턴스나 클래스들이 가지게 되는 실제 값으로 사용자의 이름, 나이 등 대상의 특징들로 관계의 선언, 추론 등에 사용되는 실제 데이터들이다. 이들 데이터가 입력된 후 질의입력기로 보내진다.

*질의입력기*는 형성된 온톨로지 파일을 건네받는다. 질의입력기는 변환한 감지데이터 및 서비스 요청데이터를 추론엔진에 입력하기 위한 모듈이다. 이는 다양화된 쿼리를 구현함으로써 온톨로지의 사실(Fact)이나 데이터로부터 다양한 관계성에 따른 결과를 추출하고 보다 사용자에게 맞는 정보의 추론이 가능하도록 상황의 이력에서의 정적 정보와 사용경향으로부터 수정된 OWL 개체를 생성한다.

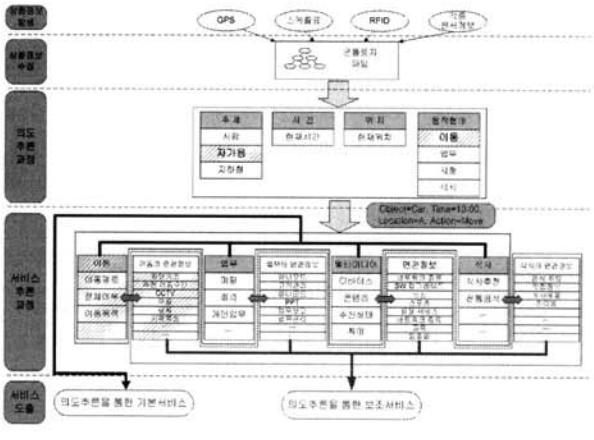
*의도추론엔진*은 질의입력기에서 추출한 정보 및 상응하는 규칙에서의 의도파악을 위해 룰 기반 추론엔진을 사용하는데 전달받은 온톨로지 파일에 파일로 저장된 의도 규칙(Intention Rule)을 읽어 들이고 규칙을 통해 해석한다. 의도 규칙에는 세 종류의 규칙이 담겨 있다. 첫 번째 규칙은 상황에 따른 관계의 생성으로 추론에 의해 생성될 동적인 관계를 담고 있다. 두 번째 규칙은 온톨로지 구조에 포함된 데이터들에 기반하여 Object, Time, Location, Action 요소의 값을 생성한다. 세 번째 규칙은 의도 해석을 위한 규칙이다. Object는 *PersonRelative*, *EntityRelative*의 온톨로지에 정의가 되며 서비스를 받는 대상이 될 수 있지만, 서비스를 실행하는 주체가 될 수도 있다. 의도 추론기는 의도 규칙에 따라 상황에 따라 각 대상들의 동적인 관계를 *UserActivity*에 설정한다. 동적인 관계가 생성된 후 사람중심의 단어를 입력하여 Object, Time, Location, Action 요소의 값이 생성된다[15]. 의도 파악을 위한 규칙은 네 가지 요소의 값을 통해 현재 상황이 어떤 상황인지 판단한다. 즉, 클래스와 컨텍스트 모델의 개체사이의 관계에서 현재 상황을 추론한다.

*의도기반(Intention-based) 서비스 추론엔진*은 의도 규칙에 의해 각 데이터(클래스, 인스턴스)간의 관계가 생성되고 의도가 추론된 온톨로지 그룹을 건네받는다. 의도를 키워드로 한 검색을 통해 제공될 수 있는 실행 가능한 모든 서비스를 파악하고 추가되는 서비스를 위한 필요한 정보를 요청하고 받은 정보를 또 각 데이터 간의 관계를 생성시키는 기능을 한다. 온톨로지 그룹에서 사용자의 의도를 검색어로 하여 그에 맞는 서비스를 파악한다.

*서비스 검사기*에서 미리 생성된 *Policy*온톨로지 파일을 읽어 들여 제공될 서비스에 대한 검증을 한다. 서비스 충돌에 대한 사용자 및 서비스의 우선순위 검증과 보안 등급의 검사, 서비스 및 정보에 대한 권한, 서비스 제공 가능성 여부 및 서비스에 대한 지능적 제공에 대한 레벨, 서비스의 충돌에 대해 서비스의 일부만 제공할지 제공을 하지 않을지, 또한 특별 상황이 존재하는지에 대해 스케줄 및 사용자 정보를 통해 검색하여 서비스의 제공 여부를 검토한다. 그리고 보안적 측면과 정책적인 부분에 대한 해결 방안의 고려 및 결과 정보를 필터링한다.

*출력엔진*은 서비스 검사기에서의 검사 결과가 타 서비스와 충돌하지 않음에 따라 서비스 실행 출력하기 위한 역할로서 서비스를 실행시키기 위한 각 애플리케이션에게 명령을 분리하여 명령을 전달한다.

서비스 시나리오에 기반하여 본 논문에서 제안하는 시스템을 설명 하고자 한다. (그림 3)은 맞춤형 서비스가 도출되는 과정을 보여주는 것으로, u-City에서의 제공하는 서비스를 예로 들어 본 시스템의 동작을 설명하면 다음과 같다. 사용자가 자가용을 타고 개인 모바일 디바이스를 통해 목적지를 입력함에 따른 길안내 서비스등 기본적인 서비스를 포함 이동경로에 대한 정체여부 알림 서비스, 정체지역이 있



(그림 3) 상황인지 시스템을 통한 맞춤형 서비스 제공 과정

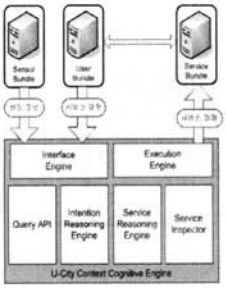
음에 따른 정체지역의 CCTV동영상 제공 서비스 및 우회도로 추천 서비스, 목적지에 대한 주차장 정보제공 서비스를 추론하여 서비스를 제공하는 상황인지 시스템이 있다. 인터페이스 엔진은 디바이스에서 서비스를 요청받음으로써 현재시간, 입력된 목적지, GPS를 통한 현재위치등 기본적으로 센싱된 정보를 온톨로지 구조 파일에 정의된 형식으로 변환시킨다. 질의입력기는 사용자가 차량에 탑승했는가, 차량이 이동하는가, 목적지가 시외인가 등의 정보등 다양화된 쿼리를 통하여 정보로부터 관계성에 따른 결과를 추론한다. 의도추론엔진은 목적지입력, 차량이동 등의 내용이 의도규칙 중에서 이동항목에 매치가 됨으로써 사용자의 행동속성이 이동이라는 것을 추론한다. 다른 온톨로지의 데이터들에 기반하여 '사용자는 13:00에 A장소에서 B지역으로 차량을 타고 이동한다' 라는 사용자의 의도를 추론한다. 의도기반 서비스 추론엔진 추론된 사용자의 의도를 가지고 길안내 서비스의 서비스 제공이 적합하고 길안내 서비스의 보조 서비스인 정체지역의 CCTV동영상 제공 서비스 및 우회도로 추천 서비스, 목적지에 대한 주차장 정보제공 서비스가 제공될 수 있음을 추론하고 서비스를 위한 필요한 정보를 요청한다. 서비스 검사기는 서비스 충돌에 대한 사용자 및 서비스의 우선순위 검증 등 제공될 서비스에 대한 검증을 한다. 출력엔진은 서비스를 실행시키기 위한 각 개인 디바이스에 길안내 서비스 명령과 서비스에 필요한 정보를 전달한다.

3.3 시스템 구현 및 실험

제안된 시스템의 성능을 측정하기 위해서 IDEC의 지원하에 (그림 4)와 같이 테스트베드 환경을 구성하고 서비스의 정확도 및 각 모듈별에서의 처리 시간을 측정하였다. 각 모듈별에서의 처리 시간 측정은 서비스별로 도출되는 처리시간차 파악 및 수많은 사용자가 상주하는 u-City의 특성상 보완해야 하는 모듈을 파악하기 위해 측정하였다. 테스트베드는 센서번들, 사용자번들, 서비스 번들의 응용 프로그램을 사용하였다. 실제 환경에서의 센서들을 사용하여 실험을 하려 했으나 여건상 응용 소프트웨어의 형태로 가상의 u-City 공간을 센서번들과 사용자 번들들의 시뮬레이션을 통해 실험을 실행했다. 센서번들은 u-City에서 센서역할을 담당하는 부분을 가상적으로 구현해 놓은 응용 프로그램이다. 이는 미리 정해진 센싱 정보를 스트림형태의 데이터로 일정시간에 따라 상황인지 시스템으로 전송한다. 이 번들에서는 사용자의 위치(좌표값), 위치적 특성(도로, 집, 사무실)등을 보내준다. 사용자번들은 u-City구성원 역할을 담당하는 부분을 가상적으로 구현해 놓은 응용 프로그램이다. 이는 하나의 스레드당 한명의 사용자를 담당하고 사용자의 프로필과 명령을 전송하는 응용 프로그램이다. 이 번들에서는 사용자의 활동상태(이동, 미팅, 시청), 사용자의 기본정보, 사용자의 서비스 제공레벨등을 보내준다. 서비스번들은 상황인지 시스템에서의 서비스명령을 받으면 서비스를 가상적으로 실행하며 서비스가 실행될 시 신호를 사용자번들로 보내 서비스가 제공되고 있다는 정보를 알려준다. 상황인지 시스템의 수행 시간을 측정방법은 사용자번들을 멀티스레드로 구현되어 특정시간에 동시에 서비스 요청을 하도록 하고 그에 대한 평균 시간을 구하였다.

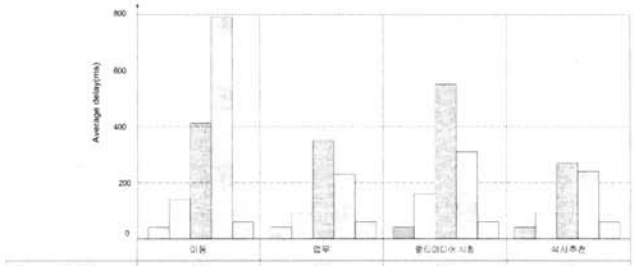
F-Logic을 이용한 온톨로지 구축을 통해 제공하게 되는 서비스목록은 u-City에서 이용 가능한 이동안내 서비스, 스케쥴에 따른 업무 보조 서비스, 멀티미디어 시청, 식사추천 서비스로 구성 하였다. 이동안내서비스는 사용자의 목적지 입력에 따라 최단거리안내, 교통정체상황안내 서비스를 제공한다. 멀티미디어 시청은 사용자 프로필에서 선호콘텐츠를 파악하고 제공하고 수신률이 나쁠 경우 다른 콘텐츠를 추천하는 서비스를 제공한다. 업무보조 서비스는 사용자의 스케쥴표를 읽어들여 서비스를 제공한다. 식사추천서비스는 식사시간이 되면 주변의 식당을 추천해 주는 서비스이다.

(그림 5)는 본 시스템에서 사용자의 행동에 대한 서비스 추론과정에서의 모듈별 처리 시간(Processing Delay)의 평균값을 통해 성능 평가가 이루어졌다. 온톨로지를 활용한 의도추론 과 서비스 추론 과정등을 계산시간 측정을 통해 사용자의 다양한 행동 등에 따른 처리시간관계를 알 수 있다. 표에 따르면 이동안내 서비스, 멀티미디어 시청 서비스의 경우에는 추론시간이 상대적으로 오래 걸리며, 스케쥴에 따른 업무 보조 서비스, 식사추천 서비스의 추론 시간은 적게 걸리는 것을 볼 수 있다. 또한 모듈별 처리시간을 보면 인터페이스모듈, 질의입력기, 서비스검사기 등의 모듈에서는 비교적 처리시간이 짧았다. 의도추론엔진, 의도기반 서비스 추론엔진 등의 모듈은 추론과정이 복잡하여 전처리시간 중에서 많은 비중을 차지하였다.



설 명	서버 환경
CPU 성능	Core2Quad Q6600 2.40GHz
Memory	DDR2 1GB × 2
HDD	SATA2 500GB
OS	Window XP professional
사용언어	Java jdk1.4.2, F-logic
추론을 위한 검색 시스템	SDOR 1.0 Console

(그림 4) 테스트 베드 환경



	이동	업무	멀티미디어 시청	식사추천
Interface	43	39	45	40
Query API	142	92	157	94
Intention Reasining Engine	412	350	831	291
Intention-based Service Reasoning Engine	794	225	320	235
Service Inspector	61	60	62	60
Total	1452	766	1415	720

(그림 5) 의도 추론, 서비스 추론 시의 Processing Delay 결과

의도 추론 시간을 나타내는 표를 보면 이동안내 서비스, 멀티미디어 시청 경우 서비스가 추론에 필요한 인스턴스(Instance)와 클래스(Class)가 많이 요구되고 Time, Space, Entity에 대한 관계성에 대한 정의를 위한 쿼리가 많기 때문에 추론시간이 오래 걸린다. 하지만 사용자의 스케쥴표를 검색하는 업무보조 서비스나 사용자가 직접 명령하는 식사 추천 서비스 경우 기초 온톨로지 구조 파일에서의 각 클래스들의 인스턴스나 데이터속성의 생성에 입력되는 데이터가 적어 추론 시간이 짧다. 따라서 좀 더 신속한 서비스 제공을 위해서는 서비스에 필요한 인스턴스와 클래스를 최적화하여 구성하는 것이 유용할 것이라 예상된다.

서비스 추론 시간을 나타내는 표를 보면 이동안내 서비스를 제외한 나머지 서비스들은 서비스를 도출하는 시간이 의도 추론 시간보다 적게 소요됐다. 이는 의미추론 결과에 따른 서비스의 매치되는 검색시간이 적게 걸리고 서비스에 대한 필요 정보가 건네받은 온톨로지 파일에 모두 정의되어 있거나 요청하는 파일이 적기 때문이라고 분석된다. 그리고 이동안내 서비스 추론에 대한 시간이 다른 서비스들에 비해 추론시간이 오래 걸렸다. 이는 서비스를 제공하기 위해 필요한 정보가 온톨로지에 정의되어 있지 않기 때문에 이를 요청하기 때문인 것으로 분석한다.

이 성능 실험의 결과에서의 추론엔진의 처리시간을 보면 데이터속성의 관계성에 대한 정의를 위한 쿼리가 많을수록 처리시간이 길어짐을 확인할 수 있다. 처리시간을 빠르게 하기 위해선 간략화된 쿼리로 관계성을 정의에 대한 단계를 줄일 필요성이 있다.

4. 결 론

유비쿼터스 환경에 기반한 u-City 상황인지 시스템을 구축하기 위해서는 각 사용자의 관심과 지식들의 연관성을 온톨로지를 통해서 표현하는 기술이 필요하며 또한 곳곳의 센서들로부터 수집된 정보를 요약, 분석, 처리, 가공하여 이러한 정보를 기반으로 맞춤형 서비스를 제공하기 위한 상황인지 추론 시스템이 필요하다.

본 논문에서는 다양하고 복잡한 상황정보가 센서를 통해서 수집되는 u-City환경에서 사용자, 단말, 서비스 정보와 센서에서 수집된 정보를 지식화하고 지식간의 상호 관계성의 표현이 용이한 OWL 기반의 온톨로지를 설계하였다. 또한 온톨로지에서 추출한 정보와 이에 상응하는 규칙을 기반으로 사용자의 의도를 추론하고, 추론한 사용자의 의도를 활용하여 사용자에게 필요한 맞춤형 u-City서비스를 제공하기 위한 상황인지 추론 시스템을 제안하였다.

앞으로 u-City가 구현됨에 따라 구성원이 늘어남에 따라 수집되는 정보가 늘어나고, 해석해야 상황이 늘어날수록 온톨로지의 구조와 규칙은 더욱 복잡해질 것이다. 온톨로지 구조가 복잡해짐에 따라 온톨로지 모델의 생성과 서비스 추론에 관한 연구와 서비스 참여자들 상호간 협업이 중요시되는 커뮤니티 컴퓨팅 환경에서 상황인지 서비스에 대한 연구 및 앞으로 u-City에서 제공되는 서비스 시나리오에 대한 연구가 지속되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] 이병철, 이용주, "u-City 사업모델과 u-서비스", TTA Journal, No.112, pp.72-82, 2007.

[2] 권오병, 이남연, "장비협업도를 활용한 상황인식 시스템에 대한 구조적 평가 방법론", 한국지능정보시스템학회논문지, 제13권 제2호, pp.27-41, 6, 2007.

[3] 전호인, "u-City 공공/민간 서비스 구현을 위한 핵심 기술", TTA Journal, No.112 pp.46-54, 2007.

[4] 이서우, 이종권, "유비쿼터스 컴퓨팅 시대를 위한 상황인식 처리 기술", 정보과학회지, 제24권 제10호, 2006.

[5] Strang, T. and Linnhoff-Popien, C., "A Context Modeling Survey", UbiComp 1st International Workshop on Advanced Context Modelling, Reasoning and Management, Nottingham, pp.34-41, 2004.

[6] M. Lee, Y. kim, Y. Uhm, Z. Hwang, S. Park and O. Song, "Location-Aware Multi-agent Based Intelligent Service in Home Networks", Lecture Notes in Computer Science, pp.178-187, 2006.

[7] Yoonsik Uhm, Sehyun Park, Yong Kim, Eunyoung Hwang and Ohyoung Song, "A context aware multiagent system architecture for a smart home", In Net-Con, 2005.

[8] M.Smith, C.welty, D. McGuinness, "Web ontology language(OWL)guide".

[9] Jeffrey Hightower and Gaetano Borriello. "Location system for ubiquitous computing", IEEE Computer, Vol.34, No.8, pp.57-66. 2001.

[10] A.Joshi, F.Perich, D.Chakraborty, H.Chen, T.Finin, L.Kagal, "Intelligent agents meet the semantic web in smart spaces", IEEE Internet Computing, Vol.8 No.6, pp.69-79. 2004.

[11] 이승철, 김치수, 임재현, "온톨로지 기반 상황해석구조를 이용한 의도추론의 모호성 해결", 한국인터넷정보학회, 제8권 제5호, pp.99-108, 2007.

[12] S.S. Yau, F. Karim, Y. Wang, B. Wang, and S.K.S. Gupta,"Reconfigurable Context-Sensitive Middleware for Pervasive Computing", IEEE Pervasive Computing, IEEE Computer Society Press, July-Sep., pp.33-40, 2002.

[13] H. Chen, T. Finin, "An ontology for a context aware pervasive computing environment IJCAI Workshop on Ontologies and Distributed Systems", Acapulco MX 2003.

[14] H. Chen, F. Perich, T. Finin, A. Joshi, "SOUPA: Standard Ontology for Ubiquitous and Pervasive Applications", International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Networking and Services, August, 2004.

[15] J. Hightower, G. Borriello, "Location Systems for Ubiquitous Computing", IEEE Computer magazine, August, pp.57-66, 2001.

이 창 훈

e-mail : changhun@hanmail.net
2007년 순천대학교 전자공학과(학사)
2008년~현 재 중앙대학교 대학원 전자전기공학부 석사과정
관심분야 : 유비쿼터스 컴퓨팅, 상황인지 등

김 지 호

e-mail : jihokim@wm.cau..ac.kr
2000년 중앙대학교 전자전기공학부(학사)
2002년 중앙대학교 대학원 전자전기공학부 (공학석사)
2007년 중앙대학교 대학원 전자전기공학부 (공학박사)
2007년~현 재 중앙대학교 전자전기공학부 연구교수
관심분야 : 유비쿼터스 컴퓨팅, 상황인지, 네트워크 보안, WLAN 및 WPAN 등

송 오 영

e-mail : song@cau,ac,kr
1980년 서울대학교 전기공학과(학사)
1982년 한국과학기술원 전자전기공학과 (공학석사)
1992년 메사츄세츠 대학교 컴퓨터공학 (공학박사)
1991년 10월~1992년 10월 Intergraph Corp 수석 연구원
1992년~1993년 IBM Corp. 수석연구원
1994년 1월~1994년 8월 삼성전자 LSI 사업부 수석 연구원
1994년 9월~현 재 중앙대학교 전기전자공학부 교수
관심분야 : Ubiquitous & Pervasive Computing, IMS, Mobile Computing, Wireless Network Security & Privacy 등