

OWL을 이용한 온톨로지 기반 지능형 보안 관제 시스템

박성도¹⁾, 장복만²⁾, 장효경³⁾, 장창복⁴⁾, 최의인⁵⁾

Ontology based Intelligent Security Monitoring-Control System using OWL

Sungdo Park¹⁾, Bokman Jang²⁾, Hyokyung Chang³⁾, Changbok Jang⁴⁾, Euiin Choi⁵⁾

요 약

최근 유비쿼터스 환경에 관한 관심과 연구가 주목을 받고 있으며, 홈케어 시스템, 지능형 빌딩 등 여러 분야에서 그 영향력이 커지고 있다. 따라서 온톨로지를 이용하여 지능형 에이전트를 구현하는 연구 또한 주목을 받고 있다. 지식의 표현이 자유롭고 추론을 통해 지식의 확장이 가능한 온톨로지는 그 활용목적에 따라 적합한 온톨로지 모델의 설계가 필요하다. 본 논문에서는 관제 시스템에 온톨로지를 이용하여 모델링 한 뒤 지능형 보안 시스템이 특정 상황을 인식하고 그에 적합한 관제가 이루어지는 과정을 보여주었으며, 온톨로지 추론을 통해 상태변화, 지능확장이 가능한 온톨로지 기반 지능형 보안 관제 시스템을 제안하였다.

핵심어 : 유비쿼터스, 온톨로지, 보안, 지능형 관제

Abstract

Recently, interests and studies in ubiquitous environment such as home network, intelligent building have been getting high and doing actively. Also, studies for development of intelligent agent have been getting attention. Ontology which can provide free knowledge representation and expansion by reasoning needs suitable ontology model design according to application purpose. In this paper, we made the model using

접수일(2009년01월10일), 심사위원회(2009년01월11일), 심사완료일(1차:2009년01월27일, 2차:2009년02월14일)

게재일(2009년06월30일)

¹300-836 대전 대덕구 홍도동 92번지 벨라지오 306호, 한남대학교 일반대학원(컴퓨터공학과).

email: sdpark@dblab.hannam.ac.kr

²340-805 충남 예산군 예산읍 신례원리 청천아파트 910호, 한남대학교 일반대학원(컴퓨터공학과).

email: bmjang@dblab.hannam.ac.kr

³300-800 대전 동구 가양2동 8동 202호, 한남대학교 일반대학원(컴퓨터공학과).

email: hkjang@dblab.hannam.ac.kr

⁴302-170 대전 서구 갈마동 1205-1 경성하이빌 B02, 한남대학교 컴퓨터공학과(BK21 연구교수).

email: cbjang@dblab.hannam.ac.kr

⁵(교신저자) 302-772 대전 서구 둔산1동 크로바 아파트 106-1503, 한남대학교 컴퓨터공학과 교수.

email: eichoi@hnu.kr

* 본 논문은 2009년도 한남대학교 학술연구조성비 지원에 의하여 연구되었음.

* 본 논문은 교육과학기술부와 한국산업기술진흥원의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임.

ontology for Monitoring-Control system and showed the process of suitable monitoring and control by context awareness. Hence, we proposed ontology based intelligent security monitoring-control system which can provide the knowledge expansion and the state change.

Keywords : Ubiquitous, Ontology, Security, Intelligent Monitoring-Control

1. 서론

유비쿼터스 컴퓨팅(ubiquitous computing)의 목적은 서비스를 어느 장소, 어느 시간에도 사용할 수 있으면서도, 기기 자체는 드러내지 않고 지원함으로써, 인간이 일상 속에서 편리한 생활을 추구할 수 있는 환경을 구축하는데 있다[1].

유비쿼터스 컴퓨팅 환경은 디지털 시대의 새로운 패러다임으로서 급격한 사회 문화의 변화에 대응하기 위해 도입될 수밖에 없는 흐름이다. 유비쿼터스 환경은 인간을 위한 환경으로서 인간의 욕구를 반영할 수 있는 방향으로 발전해야 할 것이다. 즉, 환경을 공유하는 다양한 사용자들이 기술에 대한 긍정적인 측면을 인정할 수 있는 일대일 맞춤형으로 상황인지 서비스를 제공해야 한다. 이를 통해 사용자들이 기술에 대한 거부감을 제외시킴으로써 인간과 환경의 가치 있는 커뮤니케이션이 가능해진다[2].

유비쿼터스 컴퓨팅을 지원하는 상황인지 서비스는 유비쿼터스 환경을 구현하는데 중요한 요소이지만 지금까지의 컨텍스트[3] 및 상황인지[4]에 관한 연구는 기술 개발위주의 연구이기 때문에 사용자의 삶의 질을 고려했다고 보기 어렵다. 즉, 사용자의 행위분석을 통한 사용자의 요구를 충족하는 서비스, 사용자의 요구상황, 공간의 다양성 및 서비스의 상황을 반영하는 서비스 시나리오를 구축하는 동시에 이것이 기술적으로도 구현 가능한 접근방법을 연구함으로써, 기존의 기술 중심의 연구에서 간과되었던 유비쿼터스 서비스의 당위성 및 서비스 선택의 적절성을 명확히 해야 한다.

본 논문에서는 지식의 표현이 자유롭고 추론을 통해 지식의 확장이 가능한 온톨로지를 이용하여 관제 시스템이 특정 상황을 인식하고 그에 적합한 반응을 하는 과정을 정의한다. 그리고 온톨로지 추론을 통해 상태변화, 지식 확장이 가능한 온톨로지 모델을 제안하며, 이를 통해 온톨로지 기반 지능형 관제시스템을 설계한다.

2. 관련연구

2.1 온톨로지

온톨로지란 인간과 프로그램이 어떤 특정 도메인에 대한 지식을 공유하는데 도움을 주기 위해 사용된 개념화 명세서로 정의된다[5]. 온톨로지의 장점은 크게 세 가지로 말할 수 있다. 첫째, 지식의 공유를 말할 수 있다. 온톨로지의 사용은 시맨틱 웹 또는 유비쿼터스 환경에서 이질적인 에이전트와 서비스가 상호작용하는 동안 도메인에 대한 일반적인 개념의 집합을 쉽게 가지도록 한다.

둘째, 로직 추론이 가능하다는 것이다. 온톨로지는 사람이 가지고 있는 지식을 서술논리에 기반을 두어 표현하였기 때문에 이를 이용한 다양한 로직 추론 메커니즘[6-7]을 만들 수 있다. 셋째, 지식 및 정보의 재사용성이다. 이는 이종 혹은 다른 도메인의 잘 정의된 웹 온톨로지의 재사용으로 온톨로지의 구성을 더욱 쉽게 한다.

온톨로지를 구현하는데 OWL(Web Ontology Language) 온톨로지 언어는 W3C에 의해 가장 최근에 제안된 언어로, 현재로는 가장 많이 활용하는 언어이다. 이는 형식적인 시맨틱을 가진 어휘를 추가함으로써 다른 언어들보다 표현력에서 우수하다고 평가되고 있기 때문이다[8].

2.1.1 OWL Full

OWL의 전체 언어를 OWL Full이라 부르며 모든 OWL의 근원어를 사용한다. 이 근원어들은 RDF나 RDF 스키마와 임의대로 조합하는 것을 허용한다. 또한 언어의 기본 단위들을 상호간에 적용함으로써 이미 정의된 언어의 의미를 변경할 수도 있다. OWL Full의 장점은 문법적으로나 의미론적으로 상호호환성이 있다는 것이다. 즉, 문법에 맞는 RDF 문서는 문법에 맞는 OWL Full 문서가 되고, 타당성 있는 RDF/RDF 스키마의 결론 역시 타당성을 지닌 OWL Full의 결론이 될 수 있다. 하지만 OWL Full은 논증 불능이 될 정도로 너무 강력해졌다는 단점을 지니고 있다. 이는 OWL Full이 효율적인 추론 기능 지원이 불가능하다는 것을 말한다[9].

2.1.2 OWL DL

OWL DL(Description Language)은 OWL Full의 하위 언어로 계산의 효율성을 얻기 위한 목적으로 만들어졌으며, OWL과 RDF의 구성자들이 어떻게 사용될 것인지를 제한한다. OWL DL의 장점은 효율적인 추론 기능 지원을 가능하게 하며, 단점으로는 RDF와의 온전한 호환성을 잃게 된다는 것이다. 그래서 일반적으로 RDF 문서가 문법이 맞는 OWL DL 문서가 되려면 어떤 면으로는 확장이 필요하고 다른 면에서는 제한이 되어야 한다. 또한 이를 반대로 말하면 문법에 맞는 OWL DL 문서는 문법이 맞는 RDF문서가 된다[9, 10]. 본 논문에서는 OWL DL을 사용하였다.

2.1.3 OWL Lite

OWL Lite는 클래스 분류 계층과 간단한 제약 사항의 표현을 필요로 하는 사용자들을 위한 언어로 더 강화된 제약 조건들을 통해 언어 구성자들의 부분집합으로 제한한다[9]. OWL Lite의 장점은 다른 OWL 하위 언어보다 복잡도가 낮아 사용자들이 이해하기 쉽고 여타 분류 체계의 표현 언어를 빠르고 쉽게 OWL화 할 수 있다. 단점으로는 복잡도가 낮은 만큼 표현력이 떨어진다.

2.2 상황인지 미들웨어

2.2.1 Context Toolkit

Context Toolkit은 센서 기반의 상황인지 응용 어플리케이션을 개발하고 실행하는데 필요한 프레임워크와 재사용이 가능한 공통 모듈을 제공한다. Context Toolkit에서 모듈 간의 통신 방법은 분산 컴퓨팅의 peer-to-peer로 각 모듈은 하나의 프로세스로 구현되고 분산되어 있는 프로세스간에 XML로 인코딩한 메시지를 HTTP로 전송하는 방식을 사용한다. Context Toolkit은 여러 개의 context widget과 이러한 widget들을 호스팅하는 인프라로 구성된다. Context widget은 어플리케이션에서 상황정보에 접근할 때 하위 센싱에 대한 자세한 내용을 모르고 접근이 가능하도록 하는 소프트웨어이다. Interpreter는 하위 레벨의 상황정보를 추상화하여 상위 레벨의 상황정보를 추론하는 모듈이다. Aggregator는 논리적으로 관련성이 있는 상황정보들을 분산되어 있는 여러 개의 위젯으로부터 수집하여 공통저장소에 저장하고 어플리케이션에서 요청 시 제공한다[11].

2.2.2 CoBrA

CoBrA는 smart space(e.g. intelligent meeting rooms, smart homes, and smart vehicles)에서 상황인지 시스템 구현을 위하여 에이전트 기반의 구조를 제안하였다. CoBrA 구조의 중심에는 에이전트, 디바이스, 서비스 어플리케이션 간에 공유되는 상황 모델을 관리하는 Context Broker가 있다. 상황정보를 수집하고 추론하는 기능에 대한 부담이 리소스가 제한적인 이동 단말에서 리소스가 넉넉한 중앙 서버의 브로커로 이동한 것이다. CoBrA는 OWL 온톨로지 언어로 smart space의 디바이스, 이벤트/액션, 공간, 에이전트 등의 상황정보를 모델링하였다. 추론엔진은 Flora-2를 사용하여 개발되었는데 OWL 데이터 모델과 객체 지향기반 룰 언어를 지원한다[12].

2.2.3 Gaia Project

Gaia 프로젝트는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에 온톨로지와 시맨틱 웹 기술을 적용한 대표적인 사례이다. Gaia에서 구축한 유비쿼터스 환경에서는 분산되어 있는 객체 간에 통신하는 방법으로 전통적인 미들웨어인 CORBA를 사용한다. CORBA, Java RMI, SOAP기반의 미들웨어들은 이종 객체 간에 통신을 가능하게 하지만, semantic interoperability를 위한 수단은 지원하지 않는다. 이 프로젝트에서는 CORBA미들웨어 기반에 상황을 술어(predicate)로 기술한 온톨로지를 사용하여 룰과 기계학습 기반의 추론을 가능하게 하였다. 이러한 시맨틱 기술을 적용함으로써 유비쿼터스 환경에 있는 다른 에이전트와 상호작용을 할 때에서 의미적으로 공용되는 상황정보를 공유할 수 있다는 것이 장점이다[13].

2.2.4 SOCAM

SOCAM(a Service-Oriented Context-Aware Middleware)은 모바일 환경에서의 상황인지 서비스 개발을 용이하게 하기 위해서 제안된 미들웨어다. SOCAM에서도 다양한 상황정보를 모델링하는 방법으로 온톨로지를 이용하는 것을 제안하고 있으며 온톨로지를 사용한 상황정보 모델은 시맨틱 표현, 상황추론, 상황에 대한 지식공유 등을 지원한다. 또한 다른 상황인지 시스템 간에 상황정보

획득, 발견, 해석, 접근등을 지원하기 위해서 Service-oriented 구조에 기반 한 미들웨어를 개발하였다. 상황정보에 대한 모델링은 OWL 온톨로지 언어를 사용하여 다른 객체 간에 상황에 대한 지식을 공유하고, 하위 수준의 상황으로부터 상위 수준의 상황까지 추론할 수 있게 하였다[14].

2.3 관계 시스템

2.3.1 Aperture

Aperture는 기존의 CAFM(Computer Aided Facility Management) 시스템에서 진일보한 Visual-CAFM의 개념을 도입한 시스템이다. 기존의 CAFM 시스템은 전문가 시스템으로 비전문가가 사용하기에는 다루는 내용이나 시스템의 사용법이 너무 어려운 단점이 있다. Aperture는 이러한 단점을 극복하기 위하여 직관적인 그림이나 도면형태로 관리정보를 가시화 시켰다. 이는 관리의 범위가 관리자의 개인의 능력을 넘어서고 있는 현 공동주택을 비롯한 건축물 관리에 있어서 필수적인 요소가 되었다. 그러나 외산 시스템이기 때문에 국내 실정에 맞지 않는다는 약점과 현재 지능형 홈네트워크가 구축된 공동주택의 현실을 반영하지 못하고 있다는 단점이 있다[15].

2.3.2 IMHOTEP

IMHOTEP[16]은 CIFM(Computer Integrated Facility Management)를 표방하며 국내 기술로 개발된 시스템이다. 기존의 CAFM의 단순한 시설 유지 및 관리업무를 추구하는 제한적 FM에 대한 단점과 낮은 시스템 활용도, 시스템 개발에 유효한 피드백 부족 등의 문제를 해결하기 위한 시도였다. 특히, 첨단 시설 장비 및 IT 기술 발전에 따른 서비스의 창조적 확대 및 정보통합, 업무 표준화를 제안했다는 점과 공간에 위치하는 시설물의 속성으로 인해 시설물 정보는 공간적, 시각적으로 구성될 때 가장 효율적으로 활용될 수 있다고 제안한 점은 시의적이라고 할 수 있다. 또한 대상 건축물을 일반 업무 공간뿐만 아니라 주상복합 공간까지 포함시키고 있다. IMHOTEP에서 주목할 만한 점은 XML을 통한 자료의 교환이다. 이는 시스템의 확장성 부분에서 중요한 요건이다. XML은 W3C에서 주창한 표준정보로서 Web에서도 사용이 가능하기 때문에 저장 및 활용 측면에서 효과적이다. 그러나 XML은 Tree형태의 데이터 구조로서 공간정보, 시설물, 서비스, 관리자간의 그물과 같은 연관성을 기술할 수 없는 단점이 있다.

3. OWL을 이용한 온톨로지 모델링 및 설계

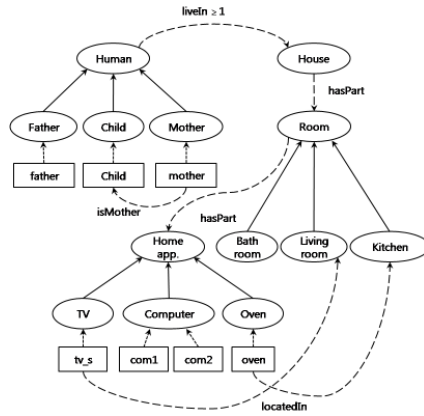
동일한 지식이라도 그 표현 방법은 다양하다. 또한, 같은 지식을 표현한 온톨로지라 할지라도 그 설계에 따라 온톨로지의 활용 범위가 달라진다. 그러므로 온톨로지의 응용 분야와 목적에 따라 지식의 확장, 추론, 활용이 가능하도록 온톨로지가 설계되어야 한다. 본 논문에서는 활용범위를 한 가족을 단위로 주거공간의 활용을 주목적으로 온톨로지를 설계하였다.

3.1 지능형 관제 시스템을 위한 온톨로지 설계

지능형 관제 시스템의 구현을 위해 지식, 특성, 상태, 행동 등의 정보를 온톨로지로 표현한다.

3.1.1 지식의 표현

객관적인 사실을 표현한다. 예를 들어 '가족은 아버지, 어머니, 자식으로 이루어지며, 하나 이상의 주거공간(집)에서 생활한다.'라는 지식은 [그림 1]과 같이 나타낼 수 있다. 또한 주거공간의 각 구성 정보도 온톨로지로 표현한다.

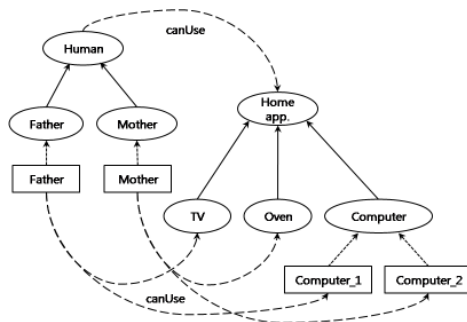


[그림 1] 지식의 표현

[Fig. 1] Representation of knowledge

3.1.2 특성의 표현

개체의 고유 성질을 나타낸다. [그림 2]와 같이 개체 **Father**와 개념 **TV**의 관계를 **canUse**로 설정함으로써, **canUse(Father, TV)**를 표현한다. 개체 **mother**의 경우에는 **canUse(Mother, Computer_2)**로 표현함으로써 '개체 **Mother**는 개체 **Computer_2**만 사용할 수 있다'고 한정할 수도 있다.

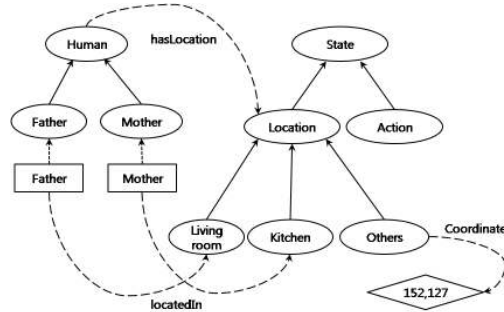


[그림 2] 특성의 표현

[Fig. 2] Representation of characteristic

3.1.3 상태의 표현

행위 주체들의 현재 상태(상황)를 위치 기반으로 나타낸다. 각 주체들은 [그림 3]과 같이 locatedIn(Mother, Kichen)로 그 위치를 표현하며, 정의되지 않은 구역일 경우 Coordination 속성으로 위치 좌표로 정의한다.

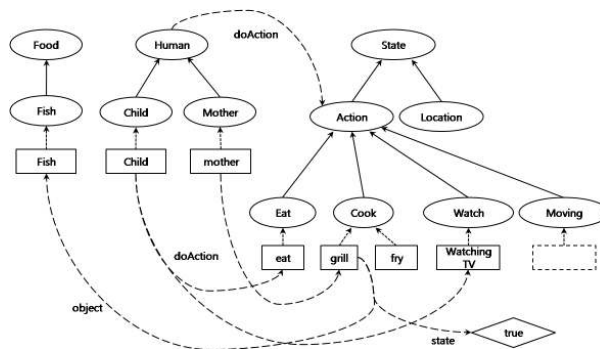


[그림 3] 상태의 표현

[Fig. 3] Representation of state

3.1.4 행동의 표현

행위자의 현재 행동을 나타낸다. ‘어머니가 요리하고 있다.’ 라는 표현은 doAction(mother, Cook)으로 표현할 수 있다. 그리고 보다 명확한 행동표현을 위해 Object와 Cook을 명시한 개체들을 추가하여 [그림 4]와 같이 ‘어머니가 생선을 굽고 있다.’ 라고 표현이 가능하다. 또한, 특정행위가 아닌 이동 중을 표현하기 위해 Moving 속성을 두었고 그에 따라 개체를 추가 혹은 삭제할 수 있다.

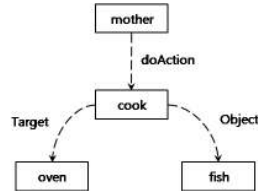


[그림 4] 행동의 표현

[Fig. 4] Representation of action

3.2 상황획득

지능형 관제 시스템은 센서를 통해 감시 환경에서 발생한 상황을 획득하게 된다. 획득된 상황의 지식체계가 [그림 5]와 같이 표현이 된다면 별도의 가공 없이 그대로 활용할 수 있다. 획득된 상황이 아래와 같지 않다면 추론 절차를 거쳐 신뢰성 있는 상황을 획득해야 한다.



[그림 5] 획득된 상황의 형태

[Fig. 5] Representation of acquired context

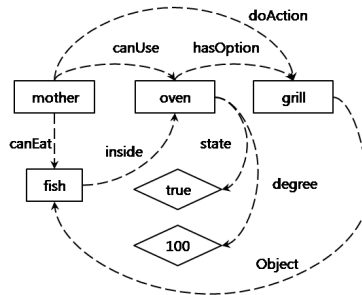
3.3 상황인식

지능형 에이전트는 획득된 상황을 추론을 통해 그 의미를 파악하여 지식을 수정한다. 그림 5의 상황에 대해 [Rule_1]의 추론 규칙으로 [그림 6]과 같은 추론결과를 얻는다.

[Rule_1]

Human(?h)^HomeApp(?ha)^locatedIn(?ha)^Food(?f)^Cook(?gr)^doAction(?h,?gr)
 ^Target(?gr, ?ha)^Object(?gr, ?f)
 → state(?ha, true)^inside(?f, ?ha)^degree(?ha, 100)

추론규칙은 조건부와 결론부의 형태로 이루어지며 ^는 논리곱을 나타내며 조건부의 모든 조건이 만족할 경우에만 결론부가 도출된다. Human(?h)와 HomeApp(?ha)는 개념 Human과 개념 HomeApp의 하위 개념이나 개체를 각각 변수 ?h와 ?ha로 지정한다는 것을 뜻하고 doAction(?h, ?gr)은 각 변수에 지정된 개념이나 개체가 doAction이라는 속성으로 설정되어 있다는 것을 뜻한다.



[그림 6] Rule_1에 의해 추론된 결과

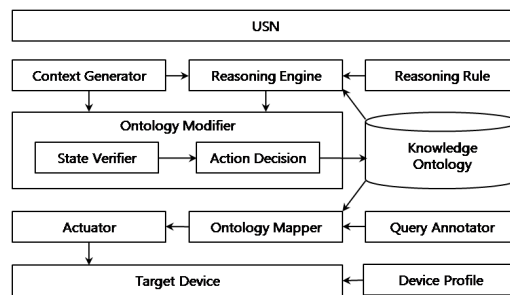
[Fig. 6] Reasoning result by Rule_1

위 그림의 경우 [Rule_1]에 만족하여 새로운 속성 inside(fish, oven)가 생성되고, oven의 속성

state와 degree가 true와 100으로 변경되는 것을 볼 수 있다. 따라서 Mother라는 행위자가 주방에 위치하고 fish를 요리하려고 하는 상황이 인식이 된다면 oven의 전원이 켜지고 요리재료인 Fish가 oven안에 놓이지며, 요리하기 알맞은 정도를 나타내는 Degree를 통해 oven을 조정하는 지능형 서비스를 표현한다.

4. 온톨로지 기반 지능형 관제 시스템

본 절에서는 위의 3절에서 논의한 온톨로지 모델을 적용한 지능형 관제 시스템의 구조를 설계한다. 전체 시스템은 크게 세 부분으로 나누어 볼 수 있다. 기본적인 하위계층으로 센서에서 인식된 상황 데이터를 수집하여 상황을 획득하고, 인식하는 Context Generator, Reasoning Engine 모듈과 획득된 상황을 분석하여 지식베이스를 수정하는 Ontology Modifier 모듈, 그리고 수정된 지식베이스의 결과를 사용자 질의와 매칭하여 해당 디바이스를 제어하는 Ontology Mapper, Actuator모듈 부분이다. 각 모듈들의 역할은 아래의 [그림 7]과 같다.



[그림 7] 지능형 관제 시스템의 구조

[Fig. 7] Structure of intelligent monitoring-control system

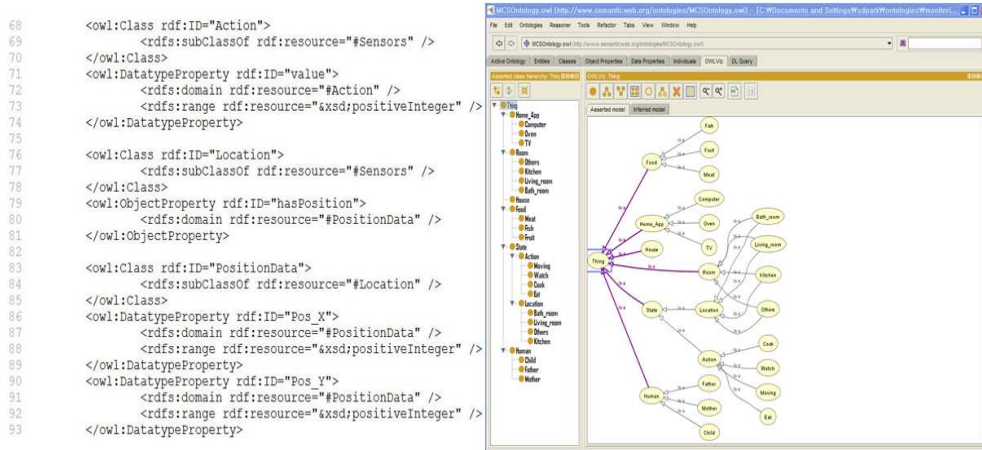
- (1) Context Generator : 유비쿼터스 환경의 센서들로부터 인식된 상황데이터를 수집하여 획득된 상황의 지식체계를 구성한다. 상황의 지식체계가 명확하지 않다면 Reasoning Engine으로 상황데이터를 전달하게 된다.
- (2) Reasoning Engine : 획득된 상황을 정의된 추론 룰을 통해 그 의미를 파악하는 모듈로서, 추론 룰과 지식베이스를 활용하여 추론 결과를 얻는다.
- (3) Ontology Modifier : Context Generator와 Reasoning Engine을 통해 획득된 상황들의 상태와 행동 등을 모델링하여 지식베이스를 수정하는 역할을 한다.
- (4) Ontology Mapper : 획득된 상황을 통해 도출된 사용자 쿼리와 수정된 지식베이스를 매핑하여 Target Device를 제어하는 Actuator의 행동을 정의한다.

예를 들어, 오후 8시 현재 사용자가 거실 소파에 앉아있고, TV의 오락 채널이 켜있는 상황을 가

정한다. 같은 시각 상황의 환경정보는 스케줄 상 사용자의 일상적인 스케줄에 따르고 있으며, 행위 정보는 여가 행위임이 파악된다. 이때 사용자가 주방으로 이동하자 주방에서도 소리를 들을 수 있게 TV의 볼륨이 높아졌다가 주방에서 지체시간이 어느 정도 길어지자 주방에서 시청 가능한 기기를 탐색, 웹 패드를 선택하여 TV 방송을 끊김없이 방영하는 인터랙션 서비스를 제공한다. 또한 사용자가 현재 가지고 있는 디바이스에 정보를 전달함에 있어서도 유동적으로 인터페이스를 변환하여 해당 디바이스에 적합한 형태로 정보를 제공한다.

5. 온톨로지 모델 테스트 및 기존 관제 시스템과의 비교

본 논문에서는 유비쿼터스 환경에 적합한 지능형 관제 시스템을 위해 상황 데이터의 온톨로지 모델 기법은 제안하였다. 제안한 모델링 기법은 OWL DL과 이를 모델링하기 위한 OWL Tool인 Protégé 4.0[17]을 이용하였다. [그림 8]은 Protégé 4.0을 이용하여 3절에서 설계한 온톨로지 모델을 구성하고 각 개념간의 관계를 표현한 모습이다.



[그림 8] Protégé 4.0을 이용한 온톨로지 모델
 [Fig. 8] Ontology model using Protégé 4.0

또한 이 온톨로지 모델의 타당성을 테스트하기 위해 ETRI에서 개발한 Bossam[18] 추론엔진을 사용하여 추론과정을 진행해보았다. 먼저 설계한 온톨로지 모델 중 일부를 추론엔진으로 로드하여 12개의 Fact들을 생성했다. 그리고 3.3절의 [Rule_1]을 적용해보았다. 그 결과, [그림 9]에서 보여지는 바와 같이 추론 룰을 통해 Fact들로부터 상황을 인식하고 새로운 Fact가 생성되는 모습을 볼 수 있었다.

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
//bossan.com/default#mother,http://bossan.com/default#kitchen)
fact http://bossan.com/default#Fact2 is http://bossan.com/default#target(http://
bossan.com/default#mother,http://bossan.com/default#oven)
fact http://bossan.com/default#Fact7 is http://bossan.com/default#homeApp(http://
bossan.com/default#oven)
fact http://bossan.com/default#Fact8 is http://bossan.com/default#location(http://
bossan.com/default#oven,http://bossan.com/default#kitchen)
fact http://bossan.com/default#Fact9 is http://bossan.com/default#Grill(http://b
ossan.com/default#oven,http://bossan.com/default#fish)
Total No Of Facts: 12
> assert rule r1 is if person(?n) and homeApp(?ha) and food(?f) and target(?n, ?
ha) and object(?n, ?f) and Grill(?ha, ?f) then state(?ha, true) and inside(?f,
ha) and degree(?ha, 100);
Asserted.
> run;
Running....
fact http://bossan.com/default#Fact12 is http://bossan.com/default#state(http://
bossan.com/default#oven,true)
fact http://bossan.com/default#Fact13 is http://bossan.com/default#inside(http://
bossan.com/default#fish,http://bossan.com/default#oven)
fact http://bossan.com/default#Fact14 is http://bossan.com/default#degree(http://
bossan.com/default#oven,100)
Reasoning Completed.
3 facts are derived.
>
    
```

[그림 9] Bossam 추론 엔진을 이용한 추론과정

[Fig. 9] Reasoning process using Bossam reasoning engine

지능형 시스템이 상황정보를 이해하고 모호한 상황에 대한 추론을 수행하기 위해서는 의미가 잘 정의된 모델이 필요하므로 명확히 잘 정의된 모델은 인위적인 시스템 설계를 방지하여 상호 운영성의 한계를 극복할 수 있도록 하며, 예상치 못한 상황에서도 다양한 Device와 에이전트들이 상호 운영될 수 있도록 보장해야 한다. 또한 여러 센서로부터 수집된 다양한 형태의 정보들 간의 관계성을 규명하거나, 사용자 행동 패턴 인식 등의 상황정보 경향성 분석을 위해서는 모호성이 없는 컨텍스트와 그들의 관계표현 체계가 필요하다. 따라서 이러한 역할을 수행하기 위해 기존의 상황정보 모델링 방법들 보다 온톨로지를 이용한 모델링 방법이 유리하다. 아래의 [표 1]은 기존의 상황정보 모델링 방법들과 온톨로지 모델링 방법을 비교한 것이며, [표 2]는 기존 관제 시스템과 본 논문에서 제안한 지능형 관제 시스템의 비교이다.

[표 1] 상황정보 모델링 방법의 비교

[Table 1] A comparison of context modeling methods

	분산조합	부분확인	표현되는 정보의 질	불명확 정보 대처	표현의 정규도	응용 가능성
Key-Value 모델	지원안함	지원안함	부족	부족	부족	지원
마크업 기반 모델	지원	우수	지원안함	지원안함	지원	우수
그래픽 기반 모델	부족	지원안함	지원	지원안함	지원	지원
객체지향 기반 모델	우수	지원	지원	지원	지원	지원
로직 기반 모델	우수	지원안함	지원안함	지원안함	우수	부족
온톨로지 기반 모델	우수	우수	지원	지원	우수	지원

[표 2] 국내의 상용 중인 관제 시스템 비교

[Table 2] A comparison of domestic and foreign monitoring-Control systems

	Aperture	IMHOTEP	지능형 관제 시스템
구분	그래픽 기반 모델 (외산)	마크업 기반 모델 (국산)	온톨로지 기반 모델
특/장점	직관적인 그림이나 도면형태로 가시화	제한적 설비 관리 개선, XML을 기반으로 정보저장	상호 운용성 확보, 추론을 통한 불명확 상황 대처, 확장 가능성
관리 대상	대규모 시설물, 공장, 빌딩관리	일반 업무 공간 및 주상복합	온톨로지 지식 베이스 구성에 따라 통합관제 가능
단점	일반 시설에 맞지 않음, 지능형 관제에 대한 고려 없음	관리 요소간의 연관관계 설정 어려움	온톨로지 구성에 따른 전문가의 필요성

6. 결론

최근 유비쿼터스 환경에 대한 관심이 높아짐에 따라 온톨로지에 대한 연구도 활발해지고 있다. 온톨로지는 지식의 표현이 자유롭고 추론을 통해 지식의 확장이 가능하여 사용자에게 지능형 서비스를 제공하는데 적합하다. 그러나 온톨로지가 지식 표현의 자유성과 확장의 용이성 및 추론과 검색을 통해 쉽게 활용할 수 있다는 장점은 있으나, 동일한 지식이라도 표현 방법에 따라 온톨로지의 활용 범위와 효용성이 달라지는 단점이 있다. 따라서 온톨로지를 활용하여 지능형 서비스를 하기 위해서는 활용 목적에 적합한 온톨로지 모델의 설계가 필요하다.

또한 기존의 관제 시스템들은 지능형 서비스에 대한 고려가 부족하고 각 관리 요소들 간의 연관관계 설정이 어려운 구조를 가지고 있다. 따라서 본 논문에서는 지능형 관제 시스템이 특정 상황을 인식하고 그에 적합한 반응을 하는 과정을 정의하고 온톨로지 추론을 통해 상태변화, 지능확장이 가능한 온톨로지 모델을 설계하고 테스트하였다. 또한 이를 활용하여 사용자 상태에 따라 지능형 서비스를 제공하는 온톨로지 기반 지능형 관제 시스템의 구조를 제안하였다.

향후 연구의 방향은 본 논문에서 제안한 온톨로지 모델과 지능형 에이전트를 사용한 프레임워크를 개발하고, 더욱 다양한 상황들과 데이터를 추가하며 그 사용성 및 타당성을 평가 검증하여 방법론을 보완하는 과정이 진행될 것이다.

참고문헌

[1] M. H., "Design Principles for intelligent environment", In Proc. The Fifteenth National Conference on Artificial Intelligence(AAAI'98), Madison, Wisconsin, pp. 547-554, 1998

[2] 이현수, 이주현, "유비쿼터스 주택을 위한 센서기반 상황인지 추론 시스템에 관한 연구", 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 제 27권, 제 1호, pp. 53-56, 2007

- [3] Schilit B., Theimer M., "Disseminating active map information to mobile hosts", IEEE Network, pp. 22-32, 1994
- [4] Anind K. Dey, "Understanding and using context", Personal and Ubiquitous Computing, pp. 4-7, 2001
- [5] Gruber T., "A Translation Approach to Portable Ontology Specification", in Knowledge Acquisition Journal, Vol. 5, pp. 192-220, 1993
- [6] Ian Horrocks, Peter F. Patel-Schneider, Harold Boloy et al., "SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML", W3C, 2004. <http://www.w3.org/Submission/SWRL/>
- [7] I. Horrocks, L.Li, D. Turi, "The Instance Store: Description Logic Reasoning with Large Numbers of Individuals", 2004
- [8] 김현주, 설진성, 최현중, 김태영, "온톨로지를 적용한 e-learning 학습 자료 검색 시스템", 한국 컴퓨터교육학회 논문지, 제 9권, 제6호, pp. 29-39, 2006
- [9] Grigoris Antoniou, Frank van Harmelen, "A Semantic Web Primer", (주) 시맨틱스, 2007
- [10] E. Sirin, B. Parsia, B. C. Grau, A. Kalyanpur, et al., "Pellet: a practical OWL-DL reasoner.", Submitted for publication to Journal of Web Semantics, 2006.
- [11] A. K. Dey, D. Salber, and G. D. Abowd., "A conceptual framework and a toolkit for supporting the rapid prototyping of context-aware applications", Human-Computer Interaction, 2001
- [12] Chen H., Finin T., Joshi A., "Semantic web in the context broker architecture", Proceedings of the Second IEEE Annual Conference on Pervasive Computing and Communications, pp. 277-286, 2004
- [13] M. Roman, C. K. hess, R. Cerqueira and A. Ranganathan et al., "Gaia: A middleware infrastructure to Enable Active Spaces", IEEE Pervasive Computing, pp. 74-83, 2002
- [14] T. Gu, H. K. Pung, and D. Q. Zhang, "A Middleware for Building Context-Aware Mobile Services", In Proceedings of IEEE Vehicular Technology Conference, Vol. 5, pp. 2656-2660, 2004
- [15] 오종현, 김광호, 김병선, "CAFM 프로그램을 이용한 FM구축 시 기대효과에 관한 연구", 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 제 21권, 제 2호, pp.849-852, 2001
- [16] 포스트미디어 홈페이지: <http://www.postmedia.co.kr>
- [17] Protégé Homepage, <http://protege.stanford.edu/>
- [18] Minsu Jang, Joo-chan Sohn, "Bossam: an extended rule engine for the web", Proceedings of RuleML 2004, LNCS Vol. 3323, 2004

저자 소개



박성도 (Sungdo Park)

2009년 2월 : 한남대학교 컴퓨터공학과(학사)

2009년 3월~현재 : 한남대학교 일반대학원(컴퓨터공학과)

관심분야 : 유비쿼터스 컴퓨팅, 상황인식 컴퓨팅, 멀티모달 인터랙션, 상황 인식 보안, 상황 모델링



장복만 (Bokman Jang)

2009년 2월 : 한남대학교 컴퓨터공학과(학사)

2009년 3월~현재 : 한남대학교 일반대학원(컴퓨터공학과)

관심분야 : 유비쿼터스 컴퓨팅, 상황인식 컴퓨팅, 멀티모달 인터랙션, 상황 인식 보안, 상황 모델링



장효경 (Hyokyung Chang)

1991년 2월 : 한남대학교 전자계산학과(학사)

2007년 9월~현재 : 한남대학교 일반대학원(석·박사 통합)

관심분야 : 유비쿼터스 컴퓨팅, 상황인식 컴퓨팅, 멀티모달 인터랙션, 상황 인식 보안, 상황 모델링



장창복 (Changbok Jang)

2001년 2월 : 한남대학교 전과공학 컴퓨터공학과(공학사)

2003년 2월 : 한남대학교 컴퓨터공학과(공학석사)

2007년 2월 : 한남대학교 컴퓨터공학과(공학박사)

2007년 3월~2008년 2월 : 한남대학교 특성화지원팀 강의전담교수

2008년 3월~현재 : 한남대학교 컴퓨터공학과 BK21 연구교수

관심분야 : 유비쿼터스, 데이터베이스, 상황인식 시스템, 분산컴퓨팅, 분산 미들웨어 시스템, 멀티모달 인터페이스 시스템, 모바일 시스템



최의인 (Euiin Choi)

1995년 : 홍익대학교 전자계산학과(이학박사)

1992년~1996년 : 명지전문대학교 전자계산과 조교수

1996년~현재 : 한남대학교 컴퓨터공학과 교수

2003년 : UCLA visiting Scholar

관심분야 : Ubiquitous Computing, Web search engine, Semantic Web,
Context computing, Context Modeling, Grid Computing

