

상황인식 기반 홈 로봇 서비스의 구현사례

김형선*

목 차

요약	3.2 상황정보 센서 랩퍼(Context Wrapper)
1. 서론	3.3 상황정보 수집기(Context Aggregator)
2. 관련연구	3.4 상황정보 모델링(Context Modeling)
2.1 MIT Oxygen Project	3.5 상황정보 추론기(Context Reasoner)
2.2 CMU의 Aura Project	4. 가사 도우미 로봇 서비스 구현 사례
2.3 Georgia Tech Aware Home Research	4.1 상황인식 기반 응용 서비스
2.4 ETRI의 미래형 로봇 컴퓨터 연구	4.2 가사 도우미 로봇 서비스 구현 사례
3. 가상공간(Virtual Space)에서의 상황인식	5. 결론
프레임워크	참고문헌
3.1 가상공간(Virtual Space)의 개념	Abstract

요약

상황인식 기술은 유비쿼터스(스마트) 환경에서 지난 수년간 중요한 이슈로 떠 오르고 있으며, 현재도 연구자들에 의해 많은 연구가 이루어 지고 있다. 상황인식 기술은 물리적인 환경으로부터 다양한 정보를 획득/가공하여 사용자에게 능동적인 서비스와 정보를 제공하는 컴퓨터 시스템이다. 상황인식 시스템은 각종 센서로부터 발생하는 낮은 수준의 상황정보를 높은 수준의 상황정보로 변환하여 사용자에게 원하는 서비스를 제공하는 환경을 만들어 준다. 본 논문에서는 물리적인 스마트 공간에 존재하는 각종 센서로부터 얻어진 하위단계(Low-level)의 Event-driven 센서정보를 온톨로지 기반 상황정보로 모델링 하여 상위단계(High-level) 상황정보로 변환하는 상황정보를 모델링하여 상황인식 시스템을 구현하였다. 또한 변환된 High-level 상황정보는 가상공간에서 ECA(Event, Condition, Action) 룰에 따라 사용자에게 언제 어디서나 사용자가 필요로 하는 능동적이고 지능적인 서비스를 제공하고, 스마트 홈 환경에서 사용자에게 다양한 가사 도우미 로봇 서비스의 구현 사례를 소개 하였다.

표제어: 상황정보, 상황인식, 유비쿼터스(스마트)기술, 로봇 서비스, 온톨로지

접수일(2014년 3월 11일), 수정일(1차: 2014년 3월 20일), 게재확정일(2014년 3월 21일)

* 한국전자통신연구원 지능형인지기술연구부 공간정보기술연구실, kimhs@etri.re.kr

1. 서론

유비쿼터스 환경에서 능동형 서비스를 제공하기 위한 기본적인 요구조건은 어떠한 이질적인 환경에서도 사용자에게 유연하게 서비스를 제공할 수 있어야 하고, 현재 서비스 환경 내에 존재하는 모든 센서와 장치들간에 상호운용성을 요구한다.

이러한 요구를 충족하기 위한 물리적인 스마트 공간은 내장된 센서, 가전기기, 컴퓨터, 모바일 장치 같은 다양한 정보자원이 위치하고 있는 환경에서 상황정보를 제공하기 위하여 사용되는 공간이다.

상황인식 어플리케이션은 물리적 스마트 공간에서 동작하고 있는 센서들로부터 상황정보를 획득하여 상황인식을 할 수 있다. 물리적인 스마트 공간에서 각종 센서들을 자동으로 찾아서 상황정보를 획득할 수 있고, 사용자에서 능동적인 서비스를 제공하기 위해 지식능력을 가진 상황정보로 변경할 수 있다. 그러나 상황인식 어플리케이션은 센싱, 표현, 합성, 저장, 질의, 상황을 추론하는 것과 관련된 광범위한 분야를 다루기 때문에 개발자들이 구현하는 것이 쉽지 않다.

이런 문제를 해결하기 위하여 물리적 스마트 공간에서 상황정보의 명백한 표현, 의미 있는 질의, 상황정보의 유연한 추론을 위하여 시맨틱 웹 기술을 이용하여 온톨로지 기반 상황인식 구조인 가상공간을 제안하고, 필요한 서비스를 구현하기 위하여 상황인식 어플리케이션을 구현 하였다. 가상공간에 대한 구조를 정의하고 난 뒤, 재사용이 가능한 컴포넌트로 일반적인 상황인식 메커니즘을 제공함에 따라 어플리케이션 개발자들은 가상공간에서 상황인식 어플리케이션을 구현하는데 있어서 비용을 절감하고 복잡성을 줄일 수 있도록 하였다.

상황인식 하부구조로써 제공된 가상공간의 중요한 기능은 각종 센서로부터 수집된 낮은 수준의 정보를 높은 수준의 상황정보로 유도해 내는 기능이다.

상황인식 시스템에서는 사용자의 상태와 주변환경에 대한 요약된 높은 수준의 상황정보를 이용하여 사용자에게 상황에 맞는 서비스를 제공할 수 있다[1].

높은 수준의 상황정보는 각종 하드웨어 센서와 소프트웨어 프로그램에서 직접적으로 획득한 낮은 수준의 정보로부터 유추한 것이다.

예를 들면 침실에서 사람이 자고 있다는 높은 수준의 상황은 침실에 장착된 각종 센서에 의해서 제공되는 낮은 수준의 상황정보로부터 유추해 낸 것을 알 수 있다.

즉, (1) 사람은 침실에 있다. (2) 침실의 조명은 어둡다. (3) 침실의 소음도는 낮다. (4) 침실 문은 닫혀져 있다는 낮은 수준의 상황정보부터 “사람이 침대에 자고 있다”는 높은 수준의 상황정보를 유추해 낸 것이다.

상황인식 하부구조에서의 상황정보는 온톨로지 기반의 상황정보 모델로 모델링 되었고, 상황정보 지식 베이스로 유지 관리한다. 높은 수준의 상황정보는 상황정보를 저장한 지식 베이스에서 규칙 기반 추론기술을 적용함으로써 유도할 수 있다. 상황정보를 추론하고, 검증, 질의하는 상황인식 하부구조의 장점은 상황정보가 기계가 해석할 수 있는 형태로 명확하게 표현 되었기 때문에 일반적인 메커니즘으로 쉽게 지원할 수 있다.

본 논문에서 제안하는 상황인식 시스템은 Event-driven 분산 모델을 근간으로 하는 가상공간에서 상황인식을 하기 위한 방법을 제안하고, 상황 표현, 추론, 검증, 질의를 위하여 가상공간상에서 획득한 상황정보를 가공하여 사용자에게 상황에 맞는 능동형 서비스를 제공하기 위한 서비스를 구현한다[2].

Event-driven 기반 상황정보 추론은 상황정보 모델링을 통하여 구현되고, 가상공간상에서 동적으로 상황정보를 획득하고 표현하는 방법을 제공할 뿐만 아니라 가상공간에서 사용하기 위한 어플리케이션에 다양하고 광범위한 높은 수준의 상황정

보를 제공하기 위하여 상황인식 하부구조에 상황정보 추론 메커니즘을 도입하여 쉽게 통합할 수 있다.

따라서 이러한 요구를 충족하기 위하여 온톨로지 기반 상황정보를 모델링한 것을 이용하여 스마트 홈 환경에서 다양한 가사도우미 서비스의 구현 사례를 소개 하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장의 관련 연구에서는 기존의 상황인식 기반 응용 서비스에 대하여 기술하고, 3장에서는 가상공간에서의 상황인식 프레임워크 대하여 상세하게 설명한다. 4장에서는 상황인식 기반 가사도우미 로봇의 다양한 서비스 구현사례를 소개 하고, 5장에서는 결론을 맺는다.

2. 관련연구

2.1 MIT Oxygen Project

미국 MIT대학 AI Lab에서는 DARPA와 기업체의 지원으로 Oxygen 프로젝트를 수행한 바 있으며, 미래의 컴퓨팅 기술은 인간 중심이며, 공기 중에 있는 산소처럼 언제 어디서나 자유롭게 이용할 수 있어야 한다는 개념의 Oxygen 프로젝트는 모바일 장치 및 카메라, 마이크, 디스플레이, 스피커, 레이더 등 다양한 장치를 이용하여 사람의 움직임과 행동을 중심으로 상황지식을 획득, 인식하는 다양한 연구를 수행하였다[3].

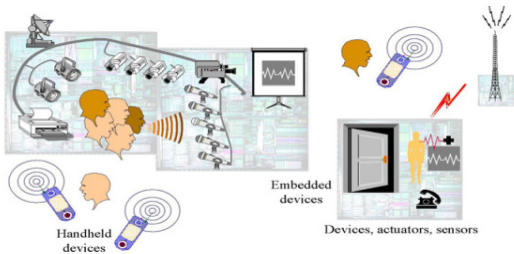


그림 1. MIT 산소 프로젝트
Fig. 1. MIT Oxygen Project

2.2 CMU의 Aura Project

Carbegie Mellon 대학은 Peter Steenkiste의 주관 하에 Invisible Computing을 목표로 상황인지와 관련된 다양한 연구가 수행된 바 있으며, 특히, AURA 프로젝트에서는 상황인지와 관련된 H/W, N/W, 운영시스템, 미들웨어, 사용자 인터페이스 및 응용에 이르는 다양한 분야를 대상으로 연구가 이루어졌으며, 각 사용자의 환경을 AURA라는 추상적 개체로 모델링하고, 이로부터 상황을 관찰하고 상황 기반의 응용을 제공하는 연구를 하였다[4].



그림 2. CMU의 아우라 프로젝트
Fig. 2. CMU's Aura Project

2.3 Georgia Tech AwareHome Research

Aware Home 프로젝트는 스마트 홈 내에서 사용자의 상황정보 분석을 통하여 사용자가 필요로 하는 다양한 편의 서비스를 제공하기 위한 유비쿼터스 컴퓨팅 관련기술 개발을 수행하였다. 특히, 연구를 수행하기 위한 테스트베드로써 카메라, 마이크 등의 다양한 센싱 디바이스들이 장착된 집을 구축하였으며, 이 기종의 센서들로부터 입력된 데이터를 분석하여 사용자의 신분 및 위치, 제스처, 행동 등을 인지하고 사용자의 상황정보를 관리하는 연구를



그림 3. Georgia Aware-Home 연구
Fig. 3. Georgia Aware-home Research

수행하였다[5].

2.4 ETRI의 미래형 로봇 컴퓨터 연구

미래형 로봇 컴퓨터(Future Robotic Computer) 서비스 기술은 스마트 기기가 스마트 환경과 유기적으로 상호작용하고, 인간과의 자연스러운 인터랙션을 통해 지속적 관계를 갖고 성장하여, 인간에게 상황정보에 맞는 능동적인 서비스를 제공하여 주는 기술[6]을 개발하였고, 현재 상용화 연구 중에 있다.



그림 4. 미래형 로봇 컴퓨팅 연구

Fig. 4. Future Robotic Computer Research

3. 가상공간(Virtual Space)에서의 상황인식 프레임워크

3.1 가상공간(Virtual Space)의 개념

실 세계(Real World)는 물리공간 (Physical Space)과 가상공간(Virtual Space)으로 구성된다. 물리공간은 실제적인 물리객체(Physical Object)들로 구성되어 있으며, 사람은 이러한 물리객체와의 상호작용을 통해 일을 한다. 가상공간은 물리공간을 추상화한 것으로서, 물리객체들을 전산 자원(Electronic Resource)들로 매핑(Mapping)하여 모델링 된다[7]. 물리공간과 가상공간을 매핑하는 수단은 구현된 래퍼(Wrapper)를 통해 상호작용이 가능하다.

예를 들어, 물리공간에서 네트워크 통신이 가능한 센서와 제어기가 있다면, 이 센서와 제어기는

가상공간에서 센서 객체와 제어기 객체로 존재할 수 있다. 물리공간에서의 센서가 획득한 정보는 가상공간에서의 센서 객체로 전달될 수 있으며, 또한 가상공간에서의 제어기 객체의 속성 중 전원값을 ON으로 변경함으로써, 물리공간의 제어기에 전원을 ON시킬 수 있게 된다.

본 논문에서는 실제 물리 공간을 추상화한 것을 가상 공간이라고 정의하며, 공간영역 (Place)의 포함 관계에 따라 계층적인 구조를 갖게 되며, 각 영역 내에는 다양한 센서나 기기 등의 전산 자원을 갖는다. 실제 물리공간 내 존재하는 각종 센서나 기기 등의 물리자원은 가상공간에서 그 기능을 수행할 수 있도록 전산자원으로 만들기 위하여 물리적인 공간에 존재하는 자원을 가상공간에서 사용하기 위하여 똑같이 모델링 한다[9].

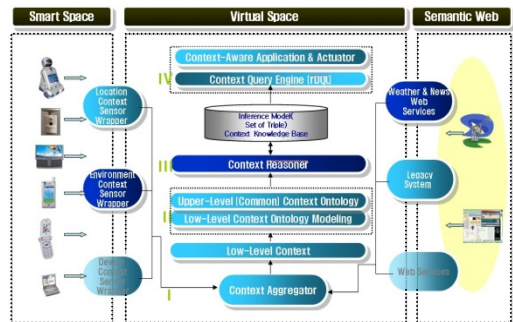


그림 5. 가상공간에서의 상황인식 프레임워크

Fig. 5. Context-Aware Framework in Virtual Space

그림 5는 온톨로지 기반 상황인식 하부구조[8]인 가상 공간의 구조를 보여주고 있으며, 가상공간은 물리공간인 스마트 공간의 여러 가지 다양한 센서로부터 상황정보를 수집하기 위하여 위치, 환경, 디바이스 컴포넌트가 서로 협업하는 상황정보 센서 래퍼(Context Sensor Wrapper), 상황정보 수집기(Context Aggregator), 상황정보 지식베이스(Context Knowledge Base), 상황정보 추론기(Context Reasoner)와 상황정보 질의엔진(Context Query Engine)으로

구성되어 있다.

3.2 상황정보 센서 랩퍼

RFID와 같은 위치 상황정보 랩퍼(Location Context Wrapper)와 내장된 센서로부터 온도, 소음, 습도 같은 환경적인 정보를 획득하는 환경 상황정보 랩퍼(Environment Context Wrapper)는 물리적인 환경에 배치된 하드웨어 센서가 작동한다.

또한 상황정보 센서 랩퍼는 물리공간의 센서를 가상공간으로 맵핑하고, 실 세계 환경의 변화 및 상황은 센서들에 의해 감지되어 상황정보 수집기 계층을 통해 상위 계층에 전달된다.

상황정보 수집기는 분산된 랩퍼를 발견하여 감지된 환경 데이터를 수집하여 온톨로지 기반 상황정보 모델로 모델링 되어 상황정보 지식 베이스에 저장 한다.

3.3 상황정보 수집기

상황정보 수집기 계층은 물리 공간의 센서를 가상 공간으로 매핑하고, 이들 센서 정보로부터 상황 데이터를 추출하여 온톨로지 기반 상황정보 모델로 변환함으로써 상황인식 어플리케이션이 능동적으로 서비스를 제공할 수 있도록 지원한다. 사용자로부터 음성정보, 영상정보, 온도/습도 정보, 사용자 일정정보 등이 모두 센서 정보가 될 수 있다. 이 계층에서는 상황 정보의 추출뿐만 아니라 이들을 가공(interpretation)하는 역할도 수행한다. 예를 들어, 센서 정보를 필터링 하거나 조합하기도 한다.

3.4 온톨로지 기반 상황정보 모델링

가상공간에서는 물리적인 공간에서 존재하는 다양한 하드웨어 센서로부터 낮은 수준의 획득한 상황정보와 시맨틱 웹 공간에서 각종 리가시 어플리

케이션(날씨 서비스, 뉴스 서비스, 일정관리 어플리케이션)에서 획득한 상황정보를 명확하게 표현하기 위하여 온톨로지 기반 상황정보로 모델링 한다[9].

또한 모델링 된 상황정보는 RDF, OWL[10] 같은 표준 시맨틱 웹 기술을 이용하여 구현하였고, 보다 향상된 상황정보 추론, 검증, 질의를 위하여 JENA2 시맨틱 툴킷으로부터 로직을 추론하고, 시맨틱 질의 엔진을 사용하였다.

가상공간에서 온톨로지 기반 상황정보 모델링[11]은 유비쿼터스(스마트) 컴퓨팅 환경에서 중요한 부분을 차지하고 있고, 모델링이 잘된 상황정보 모델은 상황정보를 추론하여 높은 수준의 상황정보로 변환하여 사용할 수 있다. 따라서 온톨로지 기반 상황정보 모델링은 가상공간에서 상황정보를 공유하고, 시맨틱 질의와 상황정보의 재사용이 가능하게 하고, 추론과 검증을 통하여 얻어진 높은 수준의 상황정보를 지식베이스에 저장하여 필요 시 재사용 한다[6].

상황정보를 위한 저장소로써 제공되는 상황 지식 베이스는 동적으로 상황정보를 하나의 데이터 모델로 연결하여 주고, 다중으로 저장된 상황정보를 추론하기 위하여 상황정보 추론기와 상황정보 질의 엔진을 위한 인터페이스를 제공한다.

상황정보 질의 엔진은 저장된 상황정보와 추론된 높은 수준의 상황정보 질의를 담당하며, 한다.

3.5 상황정보 추론기

상황정보 추론기는 상황 정보를 추론하여 낮은 수준의 상황정보를 높은 수준의 상황정보로 추론하는 컴포넌트이며[13], 상황정보 수집기로부터 이벤트를 통해 전달된 상황 정보와 이 정보를 바탕으로 암묵적인 지식을 추론하여 지식 베이스에 저장하고 관리한다[12]. 이 계층에서 관리하는 상황 지식은 추후 상황인식 어플리케이션이 실행될 때 참조된다.

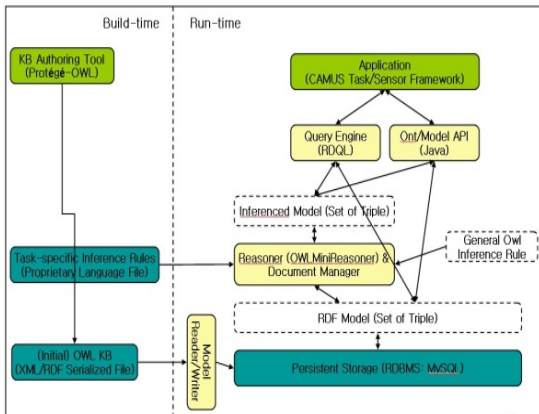


그림 6. 상황정보 추론기 구조
Fig. 6. Context Reasoner Architecture

따라서, 상황정보 추론기는 상황 지식을 표현을 위한 상황 모델과 함께 상황정보 수집기가 상황 정보를 추가하거나 수정하는 기능, 상황 지식 검색 기능, 그리고 암묵적인 지식의 추론 기능을 제공한다.

위의 그림 6은 그림 5의 상황정보 추론기에서 상황 지식을 관리하고 활용하는 동작구조를 보여주며, 개발 시점(Build Time)과 동작 시점(Run Time)을 구분하였다. 우선, 개발 시점에 다양한 기반 상황 지식 저장도구를 이용하여 초기 상황 지식 베이스를 작성하고, 응용에 특화된 추론 규칙을 작성한다[14].

이렇게 로딩된 상황모델은 외부에는 RDF 모델과 동일한 개념적 뷰를 통해 제공된다. 이후 상황정보 추론기는 추론 엔진을 적용하여 추론된 모델을 생성된다. 추론된 모델도 외부에는 RDF 모델 뷰로 제공되지만 상황모델에 명시적으로 표현되지 않은 암묵적인 지식들이 유도되어 포함된다는 것이 차이점이다. 추론 엔진이 적용될 때 개발 시점에 작성된 응용에 특화된 사용자 정의 추론 규칙이 추론 엔진 자체의 추론 규칙과 함께 적용된다. 이후 상황 기반 응용들은 검색 엔진을 통해 필요한 지식을 참조하고, 상황모델에 접근하는 기능을 제공하는 API를 이용하여 상황모델에 지식을 생성하거나 변경한다.

4. 가사 도우미 로봇 서비스 구현 사례

4.1 상황인식 기반 응용 서비스

그림 7에서 보는 바와 같이 가사 도우미 로봇의 응용 서비스는 상황인식 기반 어플리케이션과 ECA를 엔진으로 구성되어 있다. 상황인식 어플리케이션은 개별 액추에이터(actuator)를 기동시키고 수행 중인 프로세스를 관리 또는 제어하는 역할을 한다. 액추에이터는 다시 다수의 작업 규칙(Task Rule)으로 구성되고, ECA Rule 서비스에서 각 작업 규칙은 ECA(Event-Condition-Action)의 표현으로, 이벤트(Event)와 조건(Condition)을 통해 환경 및 상황의 변화와 사용자 또는 응용의 요구를 기술하고 해당 상황이 발생될 때 수행할 가사 도우미 서비스를 행동(Action)으로 발현한다. ECA 작업 규칙이 수행될 때 필요한 상황 지식을 상황정보 추론기를 참조한다.

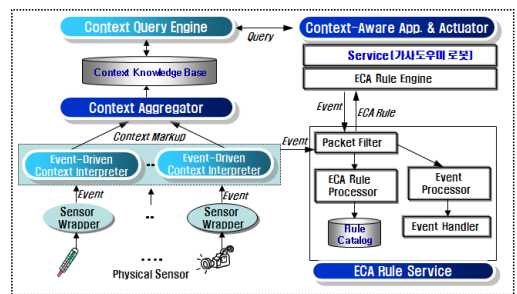


그림 7. 응용 서비스를 위한 상황인식 시스템
Fig. 7. Context-Aware System for Service

4.2 가사 도우미 로봇 서비스 구현 사례

그림 7에서 정의한 응용 서비스를 위한 상황인식 시스템에서 하루 일상생활에서 일어 날 수 있는 가사 도우미 로봇 응용 서비스 구현사례를 소개 하였다.

일련의 시나리오에 따라 다양한 센서가 부착된 스마트 홈 환경에서 가사 도우미 로봇이 서비스를 시작한다.

지정된 위치를 순회하며 움직임 검출을 통해 집안 감시 서비스를 수행한다.



5. 결론

물리적 스마트 홈 환경에서 상황정보의 명백한 표현, 의미 있는 질의, 상황정보의 유연한 추론을 위하여 가상공간에서의 상황인식 프레임워크를 제시하여, 사용자에게 필요로 하는 능동적이고 지능적인 서비스를 제공하는 가사 도우미 로봇 서비스의 구현 사례를 소개 하였다.

본 논문에서 소개한 가사 도우미 서비스 로봇과 센서 네트워크 및 다양한 스마트 정보기기 간의 서비스 융합을 하게 된다면 차체에 로봇 응용 서비스 및 다양한 콘텐츠 산업의 신규 시장 창출을 기대할 수 있을 것이다.

참고 문헌

[국문 문헌]

- [1] 김 현, 조영조, 오상록 (2008), “URC(Ubiquitous Robotic Companion): 네트워크 기반 서비스 로봇”, 정보과학회지, 24(3), 5-11.
- [2] 김형선, 이강우, 김 현 (2008), “URC에서의 상황인식 컴퓨팅, ETRI 전자통신동향분석, 33-42.

[국외 문헌]

- [3] R. Want, A. Hopper, V. Falcao and J. Gib-

bons (2002), “The Active Badge Location System”, ACM Transactions on Information Systems, 10(1), 91-102.

- [4] G. Abowd et al. (1997), “Cyberguide: A Mobile Context-aware Tour Guide”, Wireless Networks, 3(5), 421-433.
- [5] A. Dey, M. Futakawa, D. Salber, and G. Abowd (1999), “The Conference Assistant: Combining Context-Awareness with Wearable Computing”, Proc. Symp. Wearable Computers, 21-28.
- [6] Suh, Y.-H., Kim, H., Lee J.-H., Cho, J., Lee, M., Yeom, J., and Cho, E.-S. (2011), “Future Robotic Computer: A New Type of Computing Device with Robotic Functions”, In Proc. Int. Conf. Human-Robot Interaction (HRI '11), 261-262.
- [7] Kim, H., Lee, K.-W., Seo, Y.-H., Cho, J.-M., and Cho, Y.-J. (2008), Client/Server Framework for Providing Context-Aware Services to Network Based Robots. In: 16th IEEE International Symposium on Robot Human Interactive Communication, 475-480, Jeju Island, Korea.
- [8] Chen H., Finin, T., and Joshi, A. (2003), An ontology for context-aware pervasive computing environments. Special Issue on Ontologies for Distributed Systems, Knowledge Engineering Review, Acapulco MX.
- [9] A. Moon, H. Kim, H. Kim, and S. Lee (2007), “Context-Aware Active Services in Ubiquitous Computing Environments”, Etri Journal, 29(2), 169-178.
- [10] Frank van Harmelen, Jim Hendler, Ian Horrocks, Deborah L. McGuinness, Peter F. Pa-

- tel-Schneider, Lynn Andrea Stein, and Sean Bechhofer (2004), "OWL Web Ontology Language Reference", World Wide Web Consortium (W3C).
- [11] Joonmyun Cho, Hyun Kim, Hyungsun Kim, Joohaeng Lee, Choongsung Hong, Jinmi Jung (2005), "Context Knowledge Modeling for Ubiquitous Computing", The 2nd International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAmI 2005), 283, Daejeon.
- [12] Herry Chen, Tim Finin, and Anupam Joshi (2003), "An ontology for context-aware pervasive computing environments", The Knowledge Engineering Review, 18(3), 285-291.
- [13] X. H. Wang, D. Q. Zhang, T. Gu, and H. K. Pung (2004), "Ontology based context modeling and reasoning using OWL", Proceedings of the Second IEEE Annual Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops.



김 형 선 (Hyoung-Sun Kim)

광운대학교 대학원에서 컴퓨터공학 전공으로 석사학위를, 대전대학교 대학원에서 컴퓨터공학 전공으로 박사학위를 취득하였고, 현재 한국전자통신연구원 지능형인지 기술연구부 공간정보연구실에서 책임연구원으로 재직 중이다. 관심분야는 상황인식 컴퓨팅, 시맨틱 맵, 온톨로지, 홈 서비스 로봇 연구 등이다. 주요 논문은 ETRI 저널의 SCI 논문, 한국인터넷정보학회, 정보처리학회 등의 국내외 학술지와 주요 국내외 학술대회에서 다수의 논문을 발표하였다.

A Case Study on the Implementation of Context-aware based on Home Robot Service

Hyoung-Sun Kim*

ABSTRACT

Context-aware computing is an emerging paradigm to achieve ubiquitous computing environments by enabling computer systems to understand their situational contexts.

A context-aware system uses context to provide relevant information and services to the user depending on the user's task. In this paper, we propose an ontology-based context-aware modeling methodology that transmits low-level contexts acquired by directly accessing various sensors in the physical environments to high-level contexts.

With these high-level contexts, context-aware application can provides proactive and intelligent services using ECA (Event-Condition-Action) rules.

We implemented a home robot service in smart office environment.

Keywords: Context Information, Context-Aware, Ubiquitous(Smart) Technology, Robot Service, Ontology

* ETRI, Intelligent Cognitive Technology Research Department, Spatial Information Technology Research Section, kimhs@etri.re.kr