

---

# 상황인식기반 지능형 홈 서비스에 관한 연구

노영식\* · 변영철\*\*

A Method for Providing of Intelligent Home Services based on Context Awareness

Young-Sik Noh\* · Yung-Cheol Byun\*\*

---

본 연구는 산업자원부와 한국기술재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임

---

## 요 약

유비쿼터스 서비스는 사용자 및 주변의 상황(context) 정보를 능동적으로 인식하여 사용자에게 제공되는 차별화된 고품질의 서비스로서, 이를 구현하기 위한 핵심 기술 중의 하나가 상황인지 미들웨어 기술이다. 본 논문에서는 일정한 사용자 공간에서 유비쿼터스 서비스를 효과적으로 제공할 수 있는 방법에 대하여 제안한다. 즉, 다양한 센서로부터 상황 정보를 입력받아 현재의 상황에 적절한 서비스를 추론하여 결정하고 이를 사용자에게 제공하는 상황인식기반 지능형 홈서비스 미들웨어를 설계하고 구현한다.

## ABSTRACT

Ubiquitous services are high quality and differentiated services which are provided for users by recognizing the context of users and environmental conditions actively. In this case, context-aware middleware is one of the most important technologies required to implement the ubiquitous services. In this paper, we propose a method for providing ubiquitous services in a specific user space effectively. That is, the design and implementation of intelligent home service middleware based on context awareness is discussed here. Context information from various sensors is gathered, and suitable services are inferred and provided to users by the middleware system.

## 키워드

Context Awareness, Middleware, Reasoning, JESS, Ubiquitous Home

## I. 서 론

인간 중심의 서비스를 지향하는 유비쿼터스 컴퓨팅은 서비스를 제공할 모든 통신·네트워크 및 기기들이 자동적으로 서로 연결되어 있는 환경을 의미한다. 모든 기기간의 기본 정보, 사용자 정보, 환경 정보 등의 공유뿐만 아니라 사용자 상태 및 제반 환경 등을 지능적으로

인식하여 사용자에게 최적의 서비스를 제공하는 것이 유비쿼터스 서비스의 목표이다[1]. 이러한 유비쿼터스 컴퓨팅은 자율적으로 상황(context) 정보를 수집하고 이를 가공하여 궁극적으로 사용자에게 양질의 서비스를 제공한다[2].

본 연구에서는 유비쿼터스 홈과 같은 일정한 사용자 공간에서 양질의 유비쿼터스 서비스를 제공하는 지능

---

\* 제주대학교 대학원 컴퓨터공학과

접수일자 : 2007. 3. 14

\*\* 제주대학교 통신컴퓨터공학부 교수

형 홈서비스 제공 기술에 대하여 살펴본다. 상황인식 서비스의 제공을 위해서는 사용자의 프로파일 및 다양한 상황 정보, 센서 및 기타 환경 정보를 이용하여 동적으로 상황인식을 할 수 있어야 하며, 다양한 정보에 대한 저장, 관리, 폐기가 가능한 지식 데이터베이스와 상황에 따른 상황인식 기반의 추론을 할 수 있는 기술이 요구된다. 즉, 일정한 사용자 공간에서 다양한 센서로부터 상황 정보를 입력 받아 현재의 상황에 따라 사용자에게 적절한 서비스를 추론하여 결정하고 이를 사용자에게 제공하는 지능형 홈서비스 미들웨어에 대한 연구가 필요하다. 본 논문에서는 사실과 규칙을 이용하여 특정 상황 정보에 따라 각각의 사용자에게 적절한 서비스를 쉽게 모델링 할 수 있도록 하며, 지능형 홈서비스 이외의 다양한 서비스를 제공할 수 있도록 미들웨어 시스템을 쉽게 확장할 수 있도록 하고, 지능형 서비스를 제공하기 위한 공통 프레임워크와 시스템 확장성이 용이하도록 다양한 장치를 지원할 수 있는 공통 인터페이스를 설계하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 관련 연구로서 기존의 상황인식 연구와 문제점을 살펴보고, III장에서는 다양한 상황 정보를 처리하는 상황인식기반 지능형 홈서비스 미들웨어에 대하여 설명한다. IV장에서는 상황인식 서비스 시나리오를 바탕으로 제안한 미들웨어를 구현하여 테스트한 결과를 살펴보고, 마지막 V장에서는 본 연구의 결론에 대해 설명한다.

## II. 관련 연구

### 2.1. 관련 연구

유비쿼터스 컴퓨팅의 기반 기술에 속하는 상황인식 시스템은 사용자가 필요로 하는 서비스를 제공하기 위해서 일상생활 곳곳에 편재된 센서 및 컴퓨터들이 수집한 각종 환경 정보를 공유하여 사용자 및 주변 환경의 상황을 알아내는 상황인식 처리 기술을 필요로 한다. 현재 상황인식 기술은 국내외 여러 대학 및 기업 연구소 등에서 활발히 연구되고 있으나 대부분의 연구들은 상황을 인식하고 표현하는데 중점을 두고 있으며, 사용자에게 필요한 서비스를 제공함에 있어 미들웨어 측면에서의 연구는 미미한 상태이다.

외부 인터넷에 존재하는 다양한 서비스를 가정, 자동차 또는 작은 사무실과 같은 내부 홈 네트워크에서 이용

하기 위한 표준 미들웨어 스펙으로서 OSGi(Open Service Gateway Initiative) 등에 대한 연구가 이루어지고 있으나, 홈에서의 상황인식 서비스를 효과적으로 제공하기 위한 미들웨어 측면에서의 연구가 부족하다.

국내보다 상황인식과 관련된 연구를 먼저 시작한 국외에서는 현재까지 상황분석 및 이를 처리하는 기술에 대한 연구와 상황인식 미들웨어에 관한 연구들이 진행되고 있다.

상황인식 서비스로는 미국 Microsoft사 연구소에서 시제품으로 구현된 이지리빙(EasyLiving) 연구가 대표적이다. 이 연구에서는 유비쿼터스 컴퓨팅을 기반으로 건물과 실내의 사람들과 물체들에 대한 위치 관계를 나타낼 수 있는 기하학적 모델링 시스템과 자동적 행위를 발생시키거나 행위에 대한 관계를 규명하는 기하학적 모델과 사물에 대한 정보를 저장하는 SQL DBMS를 기반으로 하는 월드 모델 시스템에 대한 연구를 하였다[3].

미국 MIT Computer Science 연구소에서 진행 중인 Oxygen 프로젝트는 컴퓨터가 산소와 같이 우리의 환경 자체로 파고드는 인간 중심의 컴퓨터 환경에 대한 연구를 하였으며[4], CMU의 Aura 프로젝트에서는 컴퓨터 시스템에서 가장 중요한 자원은 프로세서, 메모리, 디스크, 네트워크가 아니고 인간의 집중도란 비전아래 사용자 중심으로 퍼베이시브(pervasive) 컴퓨팅 환경에서의 사용자의 집중도를 떨어뜨리지 않고 작업 할 수 있는 컴퓨팅 환경 구성을 주요 연구 목표로 하였다[5].

상황인식 미들웨어와 관련하여 상황인식 미들웨어의 출발점인 컨텍스트 툴킷(context-toolkit)이라는 연구가 있다. 이 미들웨어의 특징은 센서로부터 취득한 상황 정보를 표현하고 통합한 후 응용에 제공하는 구조로서 Aggregators, Widgets, Interpreters라는 3개의 컴포넌트가 추론된 상황 정보를 처리할 수 있다고 하였으나, 구체적인 상황 표현 방법이나 추론 방법에 대해서는 다루지 않고 있다[6].

Gaia는 유비쿼터스 컴퓨팅을 지원하기 위해 제안된 분산 미들웨어로써 다양한 컴포넌트로 구성되어 있어서 이기종 네트워크 환경에서 응용을 위한 자원과 서비스를 관리하며 동적인 환경에서 효과적으로 상황 정보를 관리하고 그 정보를 기반으로 하여 이동 중인 사용자에게 고려한 서비스를 제공한다[7].

CAMUS는 상황인식을 지원하기 위해 개발된 미들웨어이다. CAMUS의 주요 특징은 다른 시스템들과의 정

형화된 지식을 재사용하고 공유할 수 있도록 온톨로지 기반의 프레임워크를 제안하였다[8].

## 2.2. 본 연구의 필요성

기존의 상황인식 미들웨어는 아키텍처, 센싱 기법, 상황 모델, 상황 처리법(context processing), 리소스 발견 기법(resource discovery), 상황 기록(historical context data), 보안 등 다양한 분야에서 연구되었으나[9] 추가적으로 고려 사항이 존재한다. 첫째, 특정 환경에서 상황을 센싱을 할 수 있도록 연구되었다. 이는 상황인식 미들웨어가 대부분 독자적 구조로 제안되었기 때문이다. 상황을 수집하는 가장 유연한 방법은 컨텍스트 서버 구조이나, 이는 전달 과정에 따른 컴퓨팅 자원 낭비를 유발할 수도 있다. 그에 반하여, 미들웨어 내부 구조는 상황을 수집하는 방법이 각자의 방식에 따라 일률적으로 제한된다. 따라서 이 두 가지 구조를 적절하게 이용하여 인터페이스를 구현할 필요성이 제기된다.

상황 표현 방법으로 온톨로지를 활용한 경우가 있다. 이는 온톨로지가 어떤 정보에 대하여 개념과 관계를 정의할 수 있을 뿐만 아니라, 룰에 따른 추론 기능을 사용함으로써 새로운 상황을 효율적으로 처리할 수 있기 때문이다. 그러나 온톨로지 기반의 기술은 비교적 고성능의 하드웨어가 요구된다. 따라서 저성능의 하드웨어에서도 효율적인 상황 정보 관리와 추론이 가능하고 유비쿼터스 환경에서 수많은 상황을 처리할 수 있는 방법이 필요하다. 마지막으로 기존의 연구에서는 상황 정보의 효율적인 관리 측면에 초점을 맞추고 있어 추론 기능에 기반한 방법에 대하여 구체적인 방법을 제시하고 있지 않다.

## III. 상황인식기반 지능형 미들웨어 설계

### 3.1. 개요

상황인식 미들웨어 시스템은 사용자가 입력한 정보와 여러 가지 방법으로 인식된 주변의 상황 정보들이 연결되어 사용자가 처한 상황에 맞게, 사용자가 원하는 서비스를 제공하는 지능적인 시스템을 말한다. 또한, 상황인식 미들웨어 시스템은 동적으로 변화하는 다양한 상황에 효율적으로 적응하여 서비스를 제공하여야 한다. 이를 위해 본 논문에서는 지식 데이터베이스를 활용한

상황 정보 관리와 컨텍스트 서버 구현 시 추론 엔진인 JESS(Java Expert System Shell)를 이용한 상황 추론 모델을 제시하였다. 또한 RCP(Rich Client Platform)를 이용함으로써 플랫폼 독립적인 상황인식 미들웨어와 UI 기반의 미들웨어 컨텍스트 서버 관리 기능을 설계하고 구현하였다.

### 3.2. 시나리오 및 환경

본 논문에서 제안하는 상황인식 기반 지능형 홈서비스 미들웨어는 5W1H(Who, What, Where, When, Why, How) 형태로 상황 정보 및 다양한 센서 정보를 관리한다 [10]. 미들웨어의 효율성을 확인하기 위하여 유비쿼터스 홈에 적합한 가상의 시나리오를 구성하였으며, 그 시나리오는 세 가족이 사는 집에서 가족 구성원이 생활하면서 발생하는 상황을 처리하도록 하였다.

이를 위해서 무엇보다 중요한 것은 가족 구성원 즉 사용자의 위치정보와 서비스를 제공할 디바이스 정보이다. 그러나 본 논문에서는 사용자의 위치정보 인식에 대한 연구보다 상황을 인식하여 추론하고 적절한 서비스를 제공하는데 그 초점이 있기 때문에 사용자의 위치정보를 인식하기 위하여 별도의 위치 센서장비를 사용하지 않고 원활한 위치 인식을 위하여 사용자에게 PDA를 제공하고, 가상의 모델하우스의 공간과 디바이스에는 RFID-TAG를 부착하였다. 표 1은 5W1H 유형의 상황 정보와 내용이다.

표 1. 5W1H 예  
Table 1. Examples of 5W1H

누가	아버지, 어머니, 아들
언제	1시부터 24시까지
어디서	현관, 거실, 안방, 서재, 방, 주방
무엇을	도이락, 보일러, TV, 에어컨, 오디오, 노트북
어떻게	켠다, 끈다, 연다 등
왜	온도 높음, 온도 낮음 등

JESS 엔진은 상황을 획득한 후 미리 지식 데이터베이스에 구축한 정보를 바탕으로 각 가족 구성원에 맞는 최적의 서비스를 추론하여 제공한다. 상황 정보 중 가족 구성원의 위치 정보를 인식하기 위하여 사용자에게 RFID 리더가 부착되어 있는 PDA를 제공하며, 맥내의 여러 공간과 장치에 RFID 태그를 부착함으로써 가족 구성원의 위치를 효율적으로 인식하도록 하였다.

가족 구성원이 PDA를 소지하고 흘의 공간을 움직임에 따라 공간과 장치에 부착된 RFID 태그를 읽어 위치와 시간 등의 정보를 인식하고 이를 기반으로 가족 구성원에게 적절한 최적의 서비스를 제공한다. 표 2와 같이 집에 살고 있는 해당하는 가족 구성원이(누가) 해당하는 하루 24시간 동안(언제) 집 내의 각 위치에서(어디서) 각 장비들이(무엇을) 어떻게, 왜에 해당하는 정보에 의해서 제어가 되며, 이는 상황별 미리 정한 서비스에 의해 동작된다.

표 2. 5W1H와 정보의 예

Table 2. Examples of information according to 5W1H

구분	내용
누가	전자 제품에 부착되어 있는 태그정보를 읽는 RFID리더가 부착되어 있는 PDA소유자 정보
언제	PDA 소유자가 댁내의 장치를 이용하는 시간 정보
어디서	PDA 소유자의 위치 정보
무엇을	댁내의 어떤 장치를 이용하는지에 대한 정보
어떻게	상황에 설정된 정보를 바탕으로 전자제품을 어떻게 동작시킬 것인지와 관련된 정보
왜	실시간으로 변하는 정보를 바탕으로 전자제품을 관리할 때 어떤 상황 때문에 전자제품을 어떻게 동작시키는지에 대한 정보

### 3.3. 상황인식 시스템 처리 흐름도

그림 2는 사용자와 사용자의 상황에 따라 추론에 기반하여 유비쿼터스 서비스를 제공하기 위한 처리 흐름도이다.

가족 구성원의 사용자 고유 정보와 댁내에서의 주변 상황에 대한 정보가 입력되면 시스템은 지식 데이터베이스의 사용자 테이블에 등록되어 있는 사용자 정보와 비교하여 사용자를 인증한다. 인증이 성공적으로 수행되면, 미들웨어에 입력된 상황 정보는 JESS 추론 엔진에서 사용할 수 있도록 템플릿 정보, 사실 정보, 규칙 정보 형태로 지식 데이터베이스에 저장된다.

추론 엔진 JESS는 Java로 만들어진 규칙기반의 전문가 시스템으로 방대한 상황정보와 상황인식서비스 정보를 사실정보와 규칙정보 형태로 관리하며 이 두 정보를 보다 명확하고 간편하게 관리할 수 있는 템플릿 정보로 나뉘어 관리 및 패턴 매칭과 정방향 추론을 통하여 처리한다.

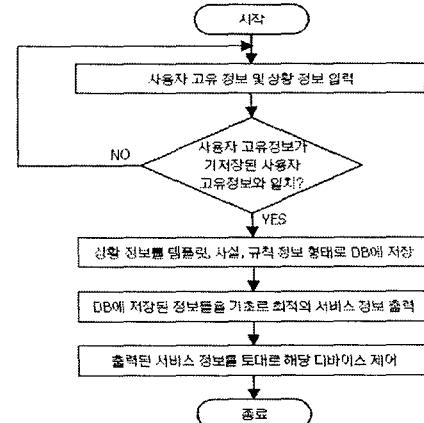


그림 2. 제안하는 시스템 처리 흐름도  
Fig 2. A processing flow chart of the proposed systems

본 연구에서는 지식 데이터베이스에 저장된 현재의 상황 정보(템플릿, 사실, 규칙 정보)를 검색하여 미리 구축된 사용자 패턴 정보 및 디바이스 정보를 활용하여 사용자에게 적합한 서비스를 제공한다. 이때 서비스는 유비쿼터스 홈의 PLC 기반의 디바이스 관리 로직 및 USN 기반의 디바이스 관리 로직으로 전달되어 해당 디바이스를 제어한다.

### 3.4. 상황인식 미들웨어 모듈 구성도

그림 3은 본 연구에서 제안하는 상황인식 시스템을 구성하는 주요 모듈 구성도이다.

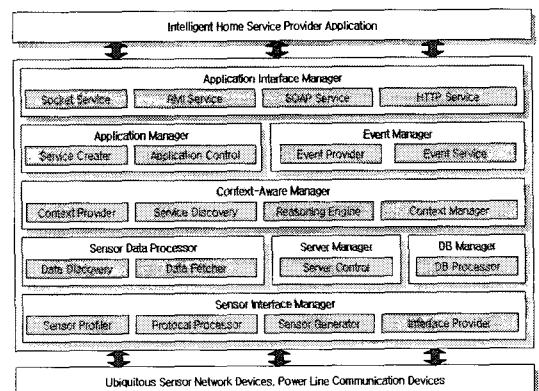


그림 3. 제안하는 시스템 모듈 구성도  
Fig 3. A module diagram for the proposed system

Sensor Interface Manager는 USN 및 PLC 등 센서로 부터 수집된 정보를 관리하며 센서의 프로파일과 프로토콜을 효율적으로 관리하여 다양한 센서들을 제어할 수 있다. Sensor Data Processor는 센서로 부터 수집된 정보를 처리하며, DB Manager는 상황인식 처리를 위한 지식 데이터베이스의 커넥션 정보를 기반으로 다양한 정보를 제공할 수 있도록 하고 또한 시스템 정지 등으로 인한 데이터 손실을 방지하기 위하여 데이터베이스의 백업을 주기적으로 수행한다.

Context-Aware Manager는 상황인식 시스템의 핵심적인 모듈로서 상황 정보를 관리할 뿐만 아니라, 추론 엔진을 기반으로 사용자에게 최적의 서비스 정보를 제공하며, Application Manager와 Event Manager는 추론된 서비스 정보를 바탕으로 사용자에게 제공하는 응용 서비스를 관리한다. 한편, Application Interface Manager는 사용자에게 제공되는 응용 서비스 정보를 다양한 통신 인터페이스를 통하여 실질적으로 서비스를 제공할 수 있도록 함으로써 다양한 환경으로의 확장을 가능하도록 한다.

### 3.5. 상황 정보 설계

JESS 추론 엔진이 사용자의 상황에 따른 유비쿼터스 서비스를 제공하기 위해서는 사실(facts) 정보 및 서비스 제공을 위한 따른 규칙(rules) 정보를 미리 정의해야 한다. JESS 템플릿(templates)은 자바의 클래스 선언과 유사하며, 슬롯(slot)을 기반으로 사실 정보를 보다 간결하고 명백하게 관리 할 수 있도록 한다. 사실 정보는 추론 엔진 내의 워킹 메모리에 저장되는 상황 자료의 기본 단위로서 독립적으로 관리되는 최소의 단위이다. 추론 엔진은 사실 정보를 기반으로 추론과 관련된 모든 상황 정보를 관리한다. 표 3은 사실 정보의 예이다.

표 3. 사실 정보의 예  
Table 3. Examples of facts

TARGET	NAME	INFO
도어락-SET	dlock-set-list	도어락 장치 사실
보일러-SET	boil-set-list	보일러 장치 사실
TV-SET	tv-set-list	TV 장치 사실
사람-보일러-SET	father-boil-set	보일러를 사용하는 사실
사람-TV-SET	father-tv-set	TV를 사용하는 사실

규칙 정보는 JESS의 워킹 메모리에 저장되어는 사실 정보를 기반으로 추론작업을 걸쳐 결론적인 상황인식 정보를 추출하기 위하여 설정되는 규칙이며 다음은 규칙 정보의 예이다.

표 4. 규칙 정보의 예  
Table 4. Examples of rules

TARGET	NAME	INFO
도어락	dlock-on-by-set	인증된 사람이면 OPEN
도어락	dlock-off-by-set	외부 사람이면 CLOSE
보일러	boil-on-by-set	설정 온도보다 낮으면 ON
보일러	boil-off-by-set	설정 온도보다 높으면 OFF
TV	tv-on-by-set	시청 시간이 맞으면 ON, 채널 설정
TV	tv-off-by-set	시청 시간이 아니면 OFF

액내에 있는 전자 제품의 ON/OFF와 리모컨 기반의 추가적인 제어 정보, 그리고 온도와 관련되어 있는 에어 컨과 선풍기, 사용자 인증 코드 정보가 필요한 출입문의 도어락 등을 현재의 상황을 인식하여 서비스 할 수 있도록 규칙 정보를 설계하였다.

### 3.6. 미들웨어 패키지 설계

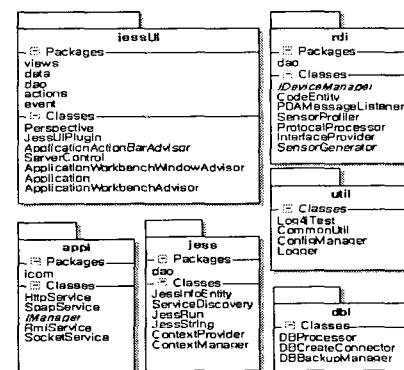


그림 4. 패키지 다이어그램  
Fig 4. A package diagram of the system

그림 4는 상황인식에 기반한 지능형 홈서비스를 제공하기 위한 시스템 패키지 다이어그램이다. 본 연구에서는 사용자가 디바이스나 미들웨어 시스템을 최소한으

로 관리하여 운영될 수 있도록 설계 하였다. 또한 RCP를 이용함으로써 UI 기반의 관리 도구를 개발하여 디바이스의 관리 및 JESS의 템플릿, 사실, 규칙 정보 관리와 처리 사항을 모니터링 할 수 있도록 하였다.

rdi 패키지는 리더 인터페이스와 관련된 클래스로 구성되며, jessUI 패키지는 RCP를 기반으로 시스템을 관리하는 기능을 갖는 클래스로 구성된다. appi 패키지는 다양한 응용서비스를 위한 인터페이스로 구성된다. jess 패키지는 추론 엔진을 포함하여 상황에 따른 서비스 추론과 관련된 클래스로 구성되며, util 패키지는 미들웨어의 공통 모듈 클래스로 구성된다. 마지막으로 dbi는 지식 데이터베이스 접근 및 관리를 수행하는 클래스로 구성된다.

### 3.6.1 rdi 패키지

RDI는 리더와의 연결 부분을 맞고 있는 부분으로써 설정된 포트를 이용해서 메시지를 받고 받은 데이터를 이용해서 지식 데이터베이스로부터 해당 정보를 취득하여 JESS 추론 엔진에게 인자 값을 전달한다. 표 5는 rdi 패키지를 구성하는 클래스에 대한 설명이다.

표 5. rdi 패키지 구성 클래스

Table 5. Classes of the rdi package

PDAMessageListener	RFID 리더로부터 EPC 코드를 받는 리스너 클래스
CodeEntity	리더로부터 들어온 코드 데이터를 관리하기 위한 메시지 빙 클래스
RDIDao	리더로부터 들어온 태그 정보를 이용하여 데이터베이스를 접근하는 클래스

### 3.6.2 jess 패키지

표 6. jess 패키지 구성 클래스

Table 6. Classes of the jess package

JessDao	JESS 템플릿, 사실, 규칙 정보를 실제 디비에서 액세스 하는 클래스
JessInfoEntity	JESS와 관련된 데이터베이스를 접근하기 위한 인터페이스 제공 클래스
JessRun	실제 JESS 추론 작업을 하는 클래스

rdi 패키지와 jessUI 패키지에 의해 수집된 상황 정보인 사실 정보를 추론 엔진으로 전달하여 추론 엔진 내의

템플릿과 규칙 정보에 의해서 상황인식 처리와 서비스 정보를 추론한다. 참고로 JESS 추론 엔진은 자바 코드와 쉽게 연동이 가능하며 자바와 추론 엔진 간에 데이터 교환이 가능하다. 표 6은 jess 패키지를 구성하는 클래스이다.

### 3.6.3 RCP 관련 클래스

미들웨어의 처리 사항 모니터링과 관리를 위한 UI 기반으로 처리 하며 JESS의 추론 사항과 결과를 종합적으로 관리한다. 표 7은 rcp 패키지를 구성하는 주요 클래스이다.

표 7. rcp 패키지 구성 클래스

Table 7. Classes of the rcp package

Application	RCP 메인 클래스
ApplicationActionBarAdvisor	RCP의 메뉴와 툴 바를 구성하고 액션 을 등록하는 클래스
EditorView	사용자가 DB에 사실 정보, 규칙 정보, 템플릿 정보를 저장할 수 있는 뷰
OutputView	Jess에 설정되어 있는 사실 정보, 규칙 정보, 템플릿 정보를 보여주고, 이러한 정보를 토대로 추론 결과를 보여주는 뷰

## IV. 구현 및 실험

### 4.1. 상황인식 시스템 구성도

그림 5는 본 연구에서 구현한 상황인식 시스템 구성도이다. 본 시스템은 다음과 같은 단계별 처리 과정으로 거친다.

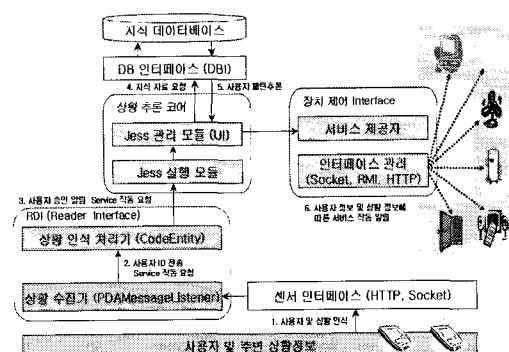


그림 5. 상황인식 시스템 구성도

Fig 5. The structure of context-aware systems

첫 번째 단계는 사용자 및 상황인식 단계로서, 상황인식 서비스를 요청하고 제공받기 위해서는 우선 사용자가 어느 공간에 있는지 인식하고 해당 서비스를 이용할 수 있는지에 대한 인증 과정이 있어야 한다. 인증 처리는 가족 구성원이 갖고 있는 PDA에서 이뤄지는데, PDA의 사용자 고유 정보가 미들웨어에 전송이 되고 지식 데이터베이스의 사용자 테이블에 등록되어 있는 인증 과정에 대한 처리가 성공적으로 완료되면 서비스를 이용할 수 있다. 또한 사용자 인식과 함께 서비스를 이용하고자 하는 시간과 위치 등에 대한 상황 정보가 상황 수집기에 의하여 수집된다.

두 번째의 상황인식 단계에서는 사용자 및 상황인식 과정에서 얻어진 현재의 상황 정보를 미들웨어가 전달 받아 JESS 추론 엔진에서 사용할 수 있도록 템플릿과 사실 정보로 지식 데이터베이스에 저장된다. 그리고 세 번째 단계인 상황 추론 단계에서는 상황인식 과정에서 지식 데이터베이스에 저장된 현재의 상황 정보를 기반으로 미리 구축된 사용자 패턴 정보 및 디바이스 정보를 이용하여 추론 엔진에 의해서 처리되며, 그 결과는 사용자에게 서비스 정보로 제공된다.

네 번째 단계인 디바이스 제어 과정에서는 상황인식 과정에서 결과로 출력된 서비스 정보를 유비쿼터스 홈의 PLC 기반의 디바이스 관리와 USN 기반의 장비 관리로직으로 전달하여 실제 디바이스를 제어한다. 끝으로 다섯 번째 단계인 서비스 제공 단계에서는 각종 통신 프로토콜 기반의 장치와 전자 제품들을 앞 단계에서 인식된 상황 정보를 기반으로 사용자에게 적합한 서비스를 제공하는 단계이다.

## 4.2. 상황 정보 모델링

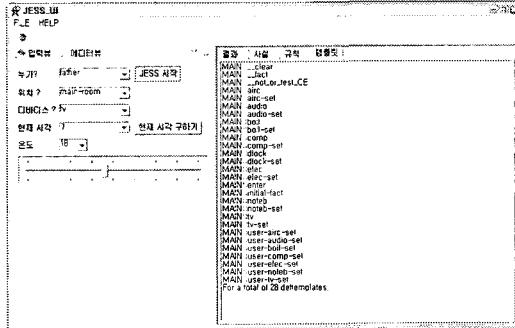


그림 6. 템플릿 조회 화면

Fig 6. A snapshot of the registered templates

그림 6은 시스템을 구현하여 시스템에 등록되어 있는 JESS 템플릿을 출력력한 화면이며, 그림 7은 설계를 바탕으로 실제로 구현한 TV 장치를 위한 템플릿이다. 템플릿 정보는 크게 홈센서 장치와 관련된 장치 템플릿 정보, 홈센서 장치를 이용하는 사용자와 관련된 사용자 템플릿 정보, 현재의 상황 정보를 관리하는 템플릿 정보로 구성된다.

```
# TV 상황정보 템플릿 필드 설정
(deftemplate tv
  (slot status) ::상태
  (slot channel) ::채널
  (slot location) ::위치
  (slot device)) ::디바이스

# TV 상황설정 템플릿 필드 설정
(deftemplate tv-set
  (slot tv-person) ::누가
  (slot tv-location) ::위치
  (slot tv-channel) ::채널
  (slot tv-title) ::방송프로 제목
  (slot tv-genre) ::방송장르
  (slot tv-start-time (type INTEGER)) ::방송시작 시간
  (slot tv-end-time (type INTEGER)) ::방송종료 시간
  (slot tv-device)) ::디바이스
```

그림 7. TV 장치를 위한 템플릿  
Fig 7. Examples of the templates for TV devices

제안하는 상황인식 시스템에서 처리되는 상황 정보를 보다 효율적으로 관리하기 위하여 사실 정보와 규칙 정보를 이용한 논리 기반 모델을 사용하고 있으며, 이러한 모델을 JESS 추론 엔진을 이용하여 구현하였다.

번호	사실	규칙	실행모드
1-1	(MAN :tv-set (tv-person father) tv-location main-room) (tv-channel 8) tv		
1-2	(MAN :tv-set (tv-person father) tv-location main-room) (tv-channel 5) tv		
1-3	(MAN :tv-set (tv-person mother) tv-location main-room) (tv-channel 2) tv		
1-4	(MAN :tv-set (tv-person mother) tv-location kitchen-room) (tv-channel 8) tv		
1-5	(MAN :tv-set (tv-person father) tv-location kitchen-room) (tv-channel 8) tv		
1-6	(MAN :tv-set (tv-person mother) tv-location kitchen-room) (tv-channel 9) tv		
1-7	(MAN :tv-set (tv-person mother) tv-location kitchen-room) (tv-channel 3) tv		
1-8	(MAN :tv-set (tv-person mother) tv-location kitchen-room) (tv-channel 1) tv		
1-9	(MAN :tv-set (tv-person mother) tv-location living-room) (tv-channel 2) tv		
1-10	(MAN :tv-set (tv-person mother) tv-location living-room) (tv-channel 22) tv		
1-11	(MAN :tv-set (tv-person mother) tv-location living-room) (tv-channel 1) tv		
1-12	(MAN :tv-set (tv-person son) tv-location living-room) (tv-channel 2) tv		
1-13	(MAN :tv-set (tv-person son) tv-location living-room) (tv-channel 22) tv		
1-14	(MAN :tv-set (tv-person son) tv-location living-room) (tv-channel 1) tv		
1-15	(MAN :tv-set (tv-person mother) tv-location living-room) (tv-channel 2) tv		
1-16	(MAN :tv-set (tv-person mother) tv-location living-room) (tv-channel 22) tv		
1-17	(MAN :tv-set (tv-person mother) tv-location living-room) (tv-channel 1) tv		
1-18	(MAN :tv-set (tv-person mother) tv-location living-room) (tv-channel 8) tv		
1-19	(MAN :audio-set (audio-person father) (audio-location main-room) ) audio		
1-20	(MAN :audio-set (audio-person mother) (audio-location main-room) ) audio		
1-21	(MAN :audio-set (audio-person mother) (audio-location main-room) ) audio		
1-22	(MAN :audio-set (audio-person mother) (audio-location main-room) ) audio		
1-23	(MAN :audio-set (audio-person mother) (audio-location main-room) ) audio		
1-24	(MAN :audio-set (audio-person son) (audio-location main-room) ) audio		
1-25	(MAN :audio-set (audio-person son) (audio-location main-room) ) audio		
1-26	(MAN :audio-set (audio-person son) (audio-location main-room) ) audio		
1-27	(MAN :audio-set (audio-person son) (audio-location main-room) ) audio		
1-28	(MAN :node-set (node-person father) (node-location study) ) node		
1-29	(MAN :node-set (node-person son) (node-location study) ) node		
1-30	(MAN :comp-set (comp-person son) (comp-location son-room) ) comp		
1-31	(MAN :ball-set (ball-person son) (ball-location son-room) ) ball		

그림 8. 사실 조회 화면  
Fig 8. A snapshot of the registered facts

JESS 템플릿 관리 기술을 이용하여 대량의 상황 정보, 즉 사실 정보와 규칙 정보를 일반 스트링 형태가 아닌 보다 명확한 필드 형태로 작성함으로써 보다 효율적으로

관리할 수 있다. 그림 8은 시스템에 등록되어 있는 사실을 조회한 모습으로서 지식 데이터베이스에 저장되어 있는 사실 정보를 보여준다. 템플릿 정보와 동일하게 JESS와 연동되어 실시간으로 등록되어 있는 사실 정보를 조회 할 수 있다.

사실 정보는 템플릿 정보와 동일하게 홈센서 장치와 관련된 장치 정보, 홈센서 장치를 이용하는 사용자와 관련된 사용자 사실 정보로 구성되며, 본 논문에서 설계한 가상의 시나리오에 대한 모든 상황을 사실 정보로 모델링하였다.

사실 정보 모델링에 있어서 택내에 살고 있는 가족 구성원의 상황을 템플릿을 기반으로 체계적으로 관리할 수 있도록 함으로써 사용자에게 최적의 지능형 서비스를 제공할 수 있도록 하였다. 이를 위하여 홈센서 장치를 이용하는 사용자의 패턴을 사용자가 생활하고 있는 공간, 이용하는 시간, 이용하는 방법 등으로 세분화하여 실시간으로 바뀌는 상황에 따라 최적의 서비스를 제공할 수 있도록 사실 정보를 모델링하였다.

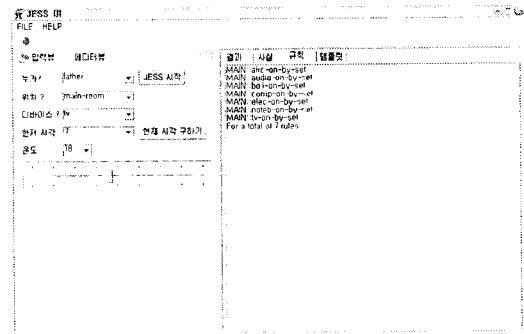


그림 9. 규칙 조회 화면  
Fig 9. A snapshot of registered rules

그림 9는 규칙 정보를 조회하는 화면으로서 지식 데이터베이스에 저장되어 있는 추론 엔진에 등록되어 있는 규칙 정보를 보여준다.

#### 4.3. 지능형 서비스 추론

지능형 서비스 추론은 상황인식 미들웨어의 핵심 기능으로서, 센서에 의해 수집된 상황 정보를 바탕으로 추론하며, 추론 결과 정보는 상황인식 기반 지능형 서비스 정보로 생성된다. 서비스 정보는 서비스 제공자에게 다양한 통신 인터페이스를 통하여 제공되며, 이를 기반으

로 관련 홈센서 장치를 제어하여 사용자에게 서비스를 제공할 수 있다.

그림 10은 미리 등록된 사실 및 규칙 정보에 따라 아버지가 22시에 거실에 들어올 경우 추론을 통하여 특정 서비스를 제공하는 내용을 보여준다. 로그에 의하면 아버지가 거실로 들어올 경우 이를 자동으로 인식하여 아버지의 선호 정보에 기반하여 특정 프로그램을 보여주는 채널로 TV를 ON하였을 뿐만 아니라 거실의 온도가 2C일 경우 적절한 온도로 조절하기 위하여 보일러를 ON하였음을 알 수 있다.

```
DEBUG (JessDao.java[selectTemplateInfo]:142) [2006-12-04 15:22:54,324] - selectRuleInfo
DEBUG (JessDao.java[selectTemplateInfo]:186) [2006-12-04 15:22:54,339] - class jess.dao.JessDao
DEBUG (JessDao.java[selectFactInfo]:84) [2006-12-04 15:22:54,355] - selectRuleInfo
DEBUG (JessDao.java[selectFactInfo]:120) [2006-12-04 15:22:54,371] - class jess.dao.JessDao
DEBUG (JessDao.java[selectRuleInfo]:26) [2006-12-04 15:22:54,417] - selectRuleInfo
DEBUG (JessDao.java[selectRuleInfo]:62) [2006-12-04 15:22:54,433] - class jess.dao.JessDao
DEBUG (JessRun.java[set_ActionEvent]:70) [2006-12-04 15:22:54,480] -
=====
*****Result*****
```

```
X {father}가 22시에 living-room 위치에 들어왔습니다.
```

```
living-room에 있는 TV ON . 채널: 8 제목: MG-News
```

```
X {father}가 living-room 위치에 들어왔습니다.
```

```
living-room에 있는 보일러 ON . 온도: 2
```

그림 10. 아버지가 거실에 있을 경우 추론 예  
Fig 10. Reasoning results for father in a living room

그림 11은 아버지가 23시에 서재에 들어올 경우 서비스를 제공한 모습이다. 서재에서 연구를 할 수 있도록 자동으로 노트북을 켰으며 온도가 24C이므로 선풍기를 자동으로 동작시키고 있다.

```
DEBUG (JessDao.java[selectTemplateInfo]:142) [2006-12-04 15:28:30,449] - selectRuleInfo
DEBUG (JessDao.java[selectTemplateInfo]:186) [2006-12-04 15:28:30,480] - class jess.dao.JessDao
DEBUG (JessDao.java[selectFactInfo]:84) [2006-12-04 15:28:30,489] - selectRuleInfo
DEBUG (JessDao.java[selectFactInfo]:120) [2006-12-04 15:28:30,511] - class jess.dao.JessDao
DEBUG (JessDao.java[selectRuleInfo]:26) [2006-12-04 15:28:30,527] - selectRuleInfo
DEBUG (JessDao.java[selectRuleInfo]:62) [2006-12-04 15:28:30,542] - class jess.dao.JessDao
DEBUG (JessRun.java[set_ActionEvent]:70) [2006-12-04 15:28:30,574] -
=====
```

```
X {father}가 23시에 study-room 위치에 들어왔습니다.
```

```
study-room에 있는 노트북 ON . works 를 하는데 이용.
```

```
X {father}가 study-room 위치에 들어왔습니다.
```

```
study-room에 있는 선풍기 ON . 온도: 24
```

그림 11. 아버지가 서재에 있을 경우 추론 예  
Fig 11. Reasoning results for father in a book room

앞서 실행한 예는 아버지 및 주변의 상황에 따라 보일러와 TV, 그리고 선풍기와 노트북 등의 장치를 지능적

으로 제어하는 예이다. 제안한 시스템을 이용할 경우 사용자가 아버지뿐만 아니라 다양한 가족 구성원에 대하여 다양한 장치에 대한 서비스를 효과적으로 제공할 수 있다.

## V. 결 론

본 연구에서는 실시간으로 변하는 상황 정보에 따라 추론하여 사용자에게 최적의 서비스를 제공하는 시스템을 설계하고 구현하였다. 제안한 시스템은 사용자의 상황 정보를 수집하고 분석하여 지식 데이터베이스에 저장되어 있는 사용자 정보 테이블, 패턴 테이블, 장치 정보 테이블, 장치 서비스 테이블의 정보를 기반으로 추론하여 상황인식기반 지능형 홈서비스를 사용자에게 제공한다.

제안하는 방법은 사실과 규칙을 이용함으로써 상황 정보에 따른 사용자 서비스를 쉽게 모델링 할 수 있음은 물론, 지능형 홈서비스 이외의 다양한 서비스를 효과적으로 추가할 수 있기 때문에 시스템을 다양한 응용으로 쉽게 확장할 수 있다. 또한 지능형 서비스를 제공하기 위한 공통 프레임워크와 다양한 장치를 지원할 수 있는 공통 인터페이스를 설계함으로써 시스템 확장성이 용이하다. 한편, RCP를 이용함으로써 플랫폼 독립적인 장점을 가짐은 물론, RCP UI 기반의 시스템 서버 관리 도구를 설계 구현함으로써 사용자 및 관리자가 보다 간편하게 상황인식 미들웨어 시스템을 관리 할 수 있도록 하였다.

## 참고문헌

- [ 1 ] <http://www.intel.com/research/exploratory>.
- [ 2 ] Mari Korea-Aho, "Context-Aware Applications Survey," 2000.
- [ 3 ] <http://www.research.microsoft.com/easyliving>.
- [ 4 ] <http://www.oxygen.mit.edu>.
- [ 5 ] <http://www.cisco.com/warp/public/3/uk/ihome>.
- [ 6 ] A. K. Dey, G. D. Abowd, "The Context Toolkit : Aiding the Development of Context-Aware Applications," Human Factors in Computing Systems, pp.434-441, 1999.

- [ 7 ] Roman, M., "Gais: a Middleware Infrastructure to Enable Active Spaces," IEEE Pervasive Computing, pp.74-83, 2002.
- [ 8 ] A. Shehzad, H. Q. Ngo, K. A. Pham, S. Y. Lee, "Formal Modeling in Context-Aware Systems," KI-04 Workshop, 2004.
- [ 9 ] M. Baldauf, S. Dustdar, "A Survey on Context Aware Systems," 2004.
- [10] 장세이, 우운택, "ubiHome을 위한 컨텍스트 기반 응용 서비스 모형," 정보과학회논문지, 제30권 제6호, pp.550-558, 2003.

## 저자소개



노 영 식(Young-Sik Noh)

2004년 탐라대학교 컴퓨터공학과 학사  
2007년 제주대학교 컴퓨터공학과 석사  
2007년~현 제주대학교 컴퓨터공학과  
박사과정

※ 관심분야: 지식기반시스템, 시멘틱 웹, 지능형 컴퓨팅, 유비쿼터스 미들웨어



변 영 철(Yung-Cheol Byun)

1993년 제주대학교 정보공학과 학사  
1995년 연세대학교 컴퓨터과학과 석사  
2001년 연세대학교 컴퓨터공학과 박사

2001년 한국전자통신연구원 선임연구원  
2002년~현 제주대학교 공과대학 컴퓨터공학전공 교수  
※ 관심분야: 패턴인식, 시멘틱 웹, 지능형 컴퓨팅, 유비쿼터스 미들웨어