

## 상황인식 기반의 유비쿼터스 홈 시스템 설계 Design of Ubiquitous Home System based on Context-Awareness

노영식, 홍연미, 변지웅, 조윤상\*, 변영철  
제주대학교, 자바정보기술(주)\*

No Young-Sik, Hong Yeon-Mi, Byun Ji-Young,  
Jo Youn-Sang\*, Byun Young-Cheol  
Cheju National University, Java Information  
Technology\*

### 요약

유비쿼터스 홈에서는 유무선 통신 네트워크를 기반으로 가정 내의 다양한 가전기기 및 센서들이 네트워크로 상호 연결되어 다양한 서비스 제공이 가능하며 지능적이고 상황인식에 기반 한 상호 연동을 통하여 사용자의 편의를 극대화 할 수 있다. 본 논문에서는 상황인식 기술, 다양한 센서로부터의 상황정보 관리 기술, JESS를 이용한 추론 모듈, 홈 시스템을 위한 사실 및 규칙 정의 등에 대하여 설명한다. 또한 이를 기반으로 홈 서비스 시스템을 설계한다.

### Abstract

In ubiquitous home where a variety of home devices and sensors are inter-connected, various services can be provided through wired and wireless networks invisibly. The convenience of users can be maximized by using intelligent and adaptive interoperability technologies in the home. In this paper, we present the core techniques including context-awareness, management of context information from various sensors, an inference module using JESS and so on. Also we design the ubiquitous home service systems based on context-awareness.

## I. 서론

유비쿼터스 홈은 유무선 통신 네트워크를 기반으로 가정 내의 다양한 가전기기 및 센서들이 네트워크로 상호 연결되어 다양한 서비스 제공이 가능하다. 또한 지식적이고 상황적응적인 상호 연동을 통한 사용자의 편의를 극대화시키기 위한 기술이다. 현재 세계 각국은 핵심 기술의 선점뿐만 아니라 보다 지능화, 고도화되어진 상황인식 서비스 제공을 위한 기술 개발에 집중하고 있으며, 우리나라에서도 세계 최고 수준의 통신 인프라를 바탕으로 유비쿼터스 홈 산업분야의 발전 가능성은 매우 클 것으로 기대된다.

또한 상황인식 기반 디지털 홈서비스 제공을 위한 환경 및 기반 기술 유비쿼터스 홈의 고도화된 서비스를 제공하기 위해서는 지능적이며 적응적인 컴퓨팅 환경인 유비쿼터스 환경으로의 변화를 지원할 수 있는 빠른 상황인식 기술, 상황에 따라 적절한 정보를 다양한 입출력 방법으로 제공하는 기능, 홈 서버에 지속적으로 저장, 관리하는 기술이 사용된다. 실시간 정보 및 집안의 각종 센서로부터 수집된 컨텍스트(context)는 외부에서 홈 서버에 접속하여 요약, 분석, 처리, 가공하여 음성, 문자, 영상 등으로 관찰할 수 있고 제어할 수 있는 기능을 제공하는 유비쿼터스 지식기반 홈 네트워크 서버 기술이 있다. 센서를 통한 정보와 사용자에 대한 환경 및 프로파일 정보에

대한 저장, 관리가 가능한 데이터베이스와 상황에 따른 환경 추론 및 서비스의 결정, 정책적 관리 및 프라이버시에 대한 추론이 가능한 리즈너(Reasoner) 기술이 사용된다. 또한 정보의 수집, 요약과 정보에서의 행동 패턴을 결정하는 추론 기능이 필요하다.

본 논문에서는 이러한 유비쿼터스 홈 시스템의 핵심요소 기술인 지식데이터베이스를 활용한 상황정보관리와 JESS 엔진을 이용한 상황 추론모형을 제시하며, 이러한 기술을 이용하여 디지털 홈 시스템에 적용 가능한 미들웨어를 설계 하는데 그 연구의 목적을 두었다.

논문의 구성은 2장에서 홈 네트워크 미들웨어 및 상황인식과 관련된 연구 내용을 분석한다. 3장에서는 상황인식 기반의 홈 시스템 설계에 대해 기술하고, 마지막으로 4장에서는 본 논문의 결론 및 향후 연구 방향을 기술한다.

## II. 관련 연구 및 기술

### 1. 관련 연구

본 논문의 관련 연구는 유비쿼터스 홈 시스템에서 상황인식 기술을 중심으로 관련 있는 국내외의 연구를 간략히 정리하여 소개 한다.

현재 국외에서는 IRISA/INRIA, AT&T, GUIDE에서, 국내에서는 광주과학기술원, 순천향대, 부산대, 경희대, 전북대등에서 활발하게 상황인식 처리 기술에 대해서 연구가 이뤄지고 있다.[1] 그리고 최근 홈 네트워크 시스템 분야에서는 OSGi 기반의 개방형 프레임워크 기술을 이용하여 미들웨어 개발이 이뤄지고 있다.

OSGi기반의 미들웨어는 번들형태로 홈 장비를 제어 및 관리하며 다양하게 확장된 서비스를 제공하고 있으나 대용량 처리 및 타 미들웨어와의 연동이 어렵고 상황인식과 관련된 번들 기술과 미들웨어 기술이 많이 부족하다.

위에서 언급한 모든 연구내용에서는 상황정보와 이를 기반으로 효율적인 서비스를 제공함에 있어 기술이 미약하거나 자체적인 상황인식 정보 관리 모듈로 공용화 및 확장성에 많은 제약을 갖고 있다.

이에 모든 플랫폼에 적용 가능한 모델이 필요하며 공용화 되어 있는 상황정보관리와 추론 엔진 및 효율적인 미들웨어 관리 방법이 필요하다.

## 2. 상황인식을 위한 추론 도구 : JESS

JESS는 자바로 만들어진 규칙기반의 전문가 시스템 셸이다. 이것은 원래 CLIPS라는 C로 짜여진 전문가 시스템 셸을 Java언어로 다시 제작한 것이다.

장점으로는 Java 언어를 사용하였기 때문에 인터넷의 월드 와이드 웹과 쉽게 연결할 수 있으며 기존의 CLIPS에서 제작된 방대한 소스를 그대로 사용할 수 있다는 점이다.

또한 JESS를 사용하게 되면 강력한 Java 언어로 쓰여진 소스와 매우 쉽게 연결할 수 있다.

JESS에서 Java 코드를 호출할 수도 있고 Java 소스에서 JESS를 호출할 수도 있다. 또한 Java와 JESS 간에 데이터를 교환하는 것도 가능하다.

이 엔진을 이용하여 상황인식 정보를 추론 할 수 있는 모듈을 설계하였다.

## 3. 플랫폼 독립적인 미들웨어 관리 도구 : RCP

RCP는 모든 플랫폼에서 독립적인 SWT(Standard Widget Toolkit) 기반으로 만들어지기 때문에 RCP는 어떠한 OS에서도 쉽게 적용이 되고 활용될 수 있다.

특히 RCP는 OSGi bundle로 이루어져서 시스템 내적에서 영향을 받지 않는다.

이러한 RCP를 이용해서, 만들어진 유저 인터페이스는 시스

템이 어떠한 OS를 가지고 있는 지를 상관하지 않는다. 다시 말해서 모든 기기나 OS에 적용할 수 있다는 것이다.

더욱이 RCP는 Java보다 가볍고 처리 속도 또한 상당히 뛰어나서 Java로 이루어진 UI의 답답함을 해소할 수 있을 것이다. 가볍고 풍부하고 다양한 라이브러리를 쉽게 이용해서 쉽게 UI를 짜서 개발자에게 UI의 부담감을 상당히 덜어줄 뿐만 아니라, 사용자에게 있어서는 깔끔한 인터페이스와 손쉬운 업데이트 및 환경 설정 그리고 OS에서 독립적인 플랫폼, 이외에도 수많은 장점으로 인하여 전 세계적으로 RCP를 이용해서 UI를 설계하는 경향은 늘어가고 있다.

이를 이용하여 플랫폼 독립적인 미들웨어 관리 모듈을 설계하였다.

## 4. 디바이스 관리 도구 : RFID/USN/PLC

홈 시스템을 설계하면서 실제 홈에 적용할 수 있도록 하기 위해 현재 실용화 되어 있는 기술을 기반으로 하여 디바이스 관리 모듈을 설계하였다.

첫째로 RFID 기술을 사용한 도어락 장비를 선정하였고, 둘째로 USN 기술을 기반으로 한 조명장비 및 가스누출 장비등을 선정하였으며, 홈 내의 각종 전자제품의 전원관리를 위하여 PLC(Power Line Communication) 기술을 사용할 수 있는 전원 콘센트 장비를 선정하여 이를 관리 할 수 있는 모듈을 설계하였다.

## Ⅲ. 상황인식 기반 홈 시스템 설계

### 1. 상황인식 서비스 시나리오

상황인식 과정은 5W(Who, When, Where, What, Why) -> 5W1H(5W + How)[2] 기반으로 다양한 센서 정보를 바탕으로 상황을 인식한다.

[표 1] 5W1H 구성

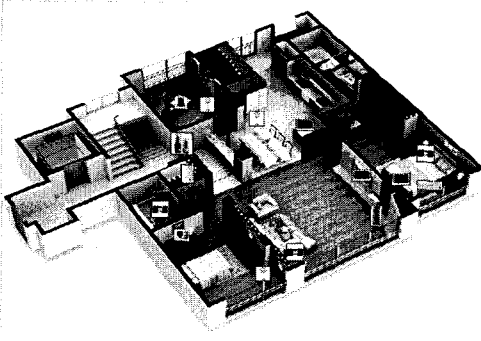
누가	아빠	엄마	아들					
언제	1시부터 24시까지							
어디서	현관	거실	안방	서재	방	주방	욕실	
무엇을	도어락	보일러	TV	에어컨	선풍기	오디오	노트북	컴퓨터
어떻게	컸다	끈다	연다					
왜	온도 높음		온도 낮음					

[표 2] 5WIH 내용

구분	내용
누가	전자제품에 부착되어 있는 태그정보를 읽는 RFID 리더가 있는 PDA 사용자 정보
언제	PDA 사용자가 각 전자제품을 이용하는 시간 정보
어디서	PDA 사용자가 어디에 있는 전자제품을 이용하는 정보
무엇을	PDA 사용자가 어떤 전자제품을 이용하는 정보
어떻게	상황에 설정되어진 정보를 바탕으로 전자제품을 어떻게 할 것인지와 관련된 정보
왜	실시간으로 변하는 정보를 바탕으로 전자제품을 관리할 때 어떤 상황 때문에 전자제품을 How 처리를 하는지와 관련된 정보

1.1 디바이스 구성

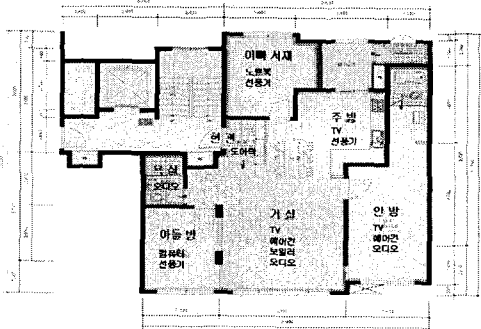
디바이스의 구성은 최대한 실제 생활과 비슷하게 하였으며, 각 상황에 맞게 지능형 서비스를 할 수 있도록 하였다.



▶▶ 그림 1. 디바이스 구성

1.2 디바이스 배치

여러 장치의 배치는 위와 같이 7개의 테스트 장소에 가상으로 여러 전자제품, 즉 장치를 배치하였으며, 종합적인 배치 사항은 아래와 같다.



▶▶ 그림 2. 디바이스 배치

1.3 상황 시나리오

시나리오는 PDA 사용자가 집에서 사용하고 있는 전자제품

을 각 시간대 및 장소 별로 가상의 상황을 미리 정한 후에 JESS 언어를 기반으로 지식 데이터베이스를 구축했다. 이 데이터베이스를 기반으로 상황정보에 맞게 장치를 관리하며 다음은 대표적인 상황정보이다.

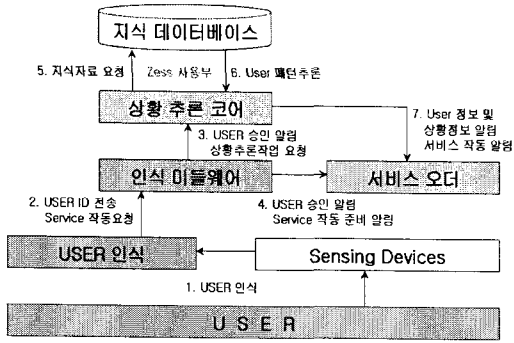
[표 2] 상황 시나리오 내용

누가	언제	어디서	무엇을	어떻게	왜
아빠	7시	안방	TV	켄다	뉴스, 채널8
아빠	7시	안방	에어컨	켄다	온도높음
아빠	8시	욕실	오디오	켄다	라디오, 뉴스
아빠	9시	주방	TV	켄다	
아빠	9시	주방	선풍기	켄다	온도높음
아빠	20시	현관	도어락	연다	
아빠	21시	주방	TV	켄다	뉴스, 채널8
아빠	21시	주방	선풍기	켄다	온도높음
아빠	22시	거실	TV	켄다	뉴스, 채널8
아빠	22시	거실	에어컨	켄다	온도높음
아빠	22시	거실	보일러	켄다	온도낮음
아빠	23시	아빠서재	노트북	켄다	
아빠	23시	아빠서재	선풍기	켄다	온도높음
아빠	24시	안방	TV	켄다	
아들	7시	아들방	선풍기	켄다	온도높음
아들	8시	거실	TV	켄다	뉴스, 채널8
아들	8시	거실	에어컨	켄다	온도높음
아들	8시	거실	보일러	켄다	온도높음
아들	9시	주방	선풍기	켄다	온도높음
아들	18시	현관	도어락	연다	
아들	19시	아들방	컴퓨터	켄다	
아들	19시	아들방	선풍기	켄다	온도높음
아들	20시	거실	TV	켄다	영화, 채널22
아들	20시	거실	보일러	켄다	온도낮음
아들	21시	주방	선풍기	켄다	온도높음
아들	22시	아들방	컴퓨터	켄다	
아들	22시	아들방	선풍기	켄다	온도높음
엄마	5시	안방	에어컨	켄다	온도높음
엄마	5시	안방	오디오	켄다	CD, 2번장
엄마	6시	욕실	오디오	켄다	
엄마	7시	주방	TV	켄다	뉴스, 채널8
엄마	7시	주방	선풍기	켄다	온도높음
엄마	8시	주방	TV	켄다	드라마, 채널9
엄마	8시	주방	선풍기	켄다	온도높음
엄마	9시	주방	선풍기	켄다	온도높음
엄마	10시	거실	TV	켄다	드라마, 채널9
엄마	10시	거실	에어컨	켄다	온도높음
엄마	10시	거실	보일러	켄다	온도낮음
엄마	11시	거실	TV	켄다	영화, 채널19
엄마	11시	거실	에어컨	켄다	온도높음
엄마	11시	거실	보일러	켄다	온도낮음
엄마	12시	거실	TV	켄다	쇼팽, 채널9
엄마	12시	거실	에어컨	켄다	온도높음
엄마	12시	거실	보일러	켄다	온도낮음
엄마	13시	주방	TV	켄다	드라마, 채널9
엄마	13시	주방	선풍기	켄다	온도높음
엄마	14시	안방	라디오	켄다	CD, 1번장
엄마	14시	안방	에어컨	켄다	온도높음
엄마	17시	안방	TV	켄다	뉴스, 채널8
엄마	17시	안방	에어컨	켄다	온도높음
엄마	18시	거실	TV	켄다	뉴스, 채널8
엄마	18시	거실	에어컨	켄다	온도높음
엄마	18시	거실	보일러	켄다	온도낮음
엄마	19시	거실	TV	켄다	드라마, 채널9
엄마	19시	거실	에어컨	켄다	온도높음
엄마	19시	거실	보일러	켄다	온도낮음
엄마	20시	주방	TV	켄다	드라마, 채널9
엄마	20시	주방	선풍기	켄다	온도높음
엄마	21시	주방	선풍기	켄다	온도높음
엄마	22시	주방	TV	켄다	드라마, 채널9
엄마	23시	안방	TV	켄다	영화, 채널22

## 2. 상황인식 시스템 구성도

### 2.1 시스템 구성

그림 3는 디지털 홈 서비스 시스템의 처리 구조도이다.



▶▶ 그림 3. 시스템 구조도

[표 3] 시스템 주요 구성요소

구분	내용
USER	PDA를 갖고 있는 사용자
USER 인식	PDA를 갖고 있는 사용자가 전자 제품에 있는 태그의 UID 정보를 Listener Server로 전송함
인식 미들웨어	Listener Server 수집된 UID와 PDA의 사용자 코드를 바탕으로 데이터베이스에서 코드 자료를 분석 하여 실제 사용자와 전자제품 장치 정보를 얻어옴
상황 추론 코어	분석되어진 실제 사용자 정보와 장치 정보, 시간 및 온도 정보를 바탕으로 추론 엔진인 JESS를 통하여 상황을 추론함
지식 데이터베이스	JESS 엔진에서 초기화 자료로 이용되는 Template, Fact, Rule 정보를 저장하고 있는 데이터베이스로 상황 추론 코어에서 JESS 엔진을 기반으로 추론작업을 할 때 자료를 불러옴
서비스 오더	상황 추론 코어에서 JESS 엔진을 기반으로 추론된 상황인식 결과 자료를 통하여 실제 장치를 제어함

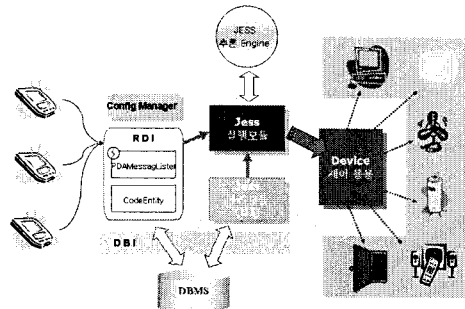
### 2.2. 시스템 구성

디지털 홈 시스템을 구성하는 주요 기기에 RFID 태그가 부착된다.

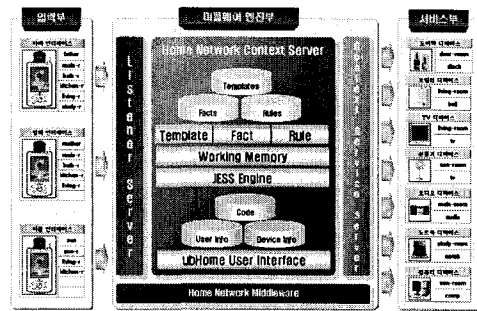
RFID 리더기는 특정 위치에서 RFID 태그를 감지하여 태그의 UID를 읽는다.

PDA의 리더는 읽힌 RFID 태그 데이터를 TCP/IP 프로토콜을 통하여 디지털 홈 서버로 전송하며, 태그의 UID와 PDA의 사용자 정보를 바탕으로 추론 엔진인 JESS를 통하여 상황인식 서비스를 제공한다.

그림 4는 미들웨어 처리 구성도이며, 그림 5는 디지털 홈 서비스 시스템 구성도이다.



▶▶ 그림 4. 미들웨어 구성도



▶▶ 그림 5. 시스템 구성도

## 3. 사실 및 규칙 설계

### 3.1 템플릿 (Template)

JESS의 템플릿 정보는 Java의 클래스 선언과 유사한 것으로 슬롯(SLOT)을 기반으로 복잡하면서 단일화 되어 있는 Fact 정보를 보다 간결하고, 명백하게 필드 기반으로 관리할 수 있도록 관련 기술을 제공한다.

### 3.2 사실 (Fact)

JESS의 사실정보는 JESS내 워킹메모리에 저장되는 상황 자료의 기본 단위로써 독립적으로 관리되는 최소의 단위이다. JESS 엔진은 사실정보를 기반으로 추론과 관련된 모든 상황 정보를 관리한다.

[표 4] 사실정보의 일부

TARGET	NAME	INFO
도어락	dlock-set-list	도어락 장치 사실
보일러	boil-set-list	보일러 장치 사실
TV	tv-set-list	TV 장치 사실
에어컨	airc-set-list	에어컨 장치 사실
선풍기	elec-set-list	선풍기 장치 사실
오디오	audio-set-list	오디오 장치 사실
노트북	noteb-set-list	노트북 장치 사실
컴퓨터	comp-set-list	컴퓨터 장치 사실
사람-보일러-SET	father-boil-set	보일러를 사용하는 사실
사람-TV-SET	father-tv-set	TV를 사용하는 사실
사람-에어컨-SET	father-airc-set	에어컨을 사용하는 사실
사람-선풍기-SET	father-elec-set	선풍기를 사용하는 사실
사람-오디오-SET	father-audio-set	오디오를 사용하는 사실
사람-노트북-SET	father-noteb-set	노트북을 사용하는 사실
사람-컴퓨터-SET	father-comp-set	컴퓨터를 사용하는 사실

### 3.3 규칙 (Rule)

규칙 정보는 JESS의 워킹메모리에 저장되어 있는 사실정보를 기반으로 추론작업을 걸쳐 결론적인 상황인식 정보를 추출하기 위하여 설정되는 규칙정보이다.

【표 5】 규칙정보의 일부

TARGET	NAME	INFO
도어락	dlock-on-by-set	인증된 사람이면 OPEN
도어락	dlock-off-by-set	외부 사람이면 CLOSE
보일러	boil-on-by-set	설정된 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
에어컨	airc-on-by-set	설정 온도보다 높으면 ON
에어컨	airc-off-by-set	설정 온도보다 낮으면 OFF
선풍기	elec-on-by-set	설정 온도보다 높으면 ON
선풍기	elec-off-by-set	설정 온도보다 낮으면 OFF
오디오	audio-on-by-set	사용 시간이 맞으면 ON, 라디오 및 CD
오디오	audio-off-by-set	사용 시간이 아니면 OFF
노트북	noteb-on-by-set	사용 시기에 맞춰 ON
노트북	noteb-off-by-set	사용 종료 시기에 맞춰 OFF
컴퓨터	comp-on-by-set	사용 시기에 맞춰 ON
컴퓨터	comp-off-by-set	사용 종료 시기에 맞춰 OFF

## 4. 주요 클래스 설계

### 4.1 RDI 관련 클래스

RDI는 리더와의 연결 부분을 갖고 있는 부분으로써 설정된 포트를 이용해서 메시지를 받고 받은 태그 데이터를 이용해서 데이터베이스로부터 해당 정보를 취득하여 JESS 추론 엔진에게 인자 값을 전달한다.

【표 6】 RDI 네임스페이스의 일부

PDAMessageListener	RFID 리더로부터 EPC 코드를 받는 리스너 클래스
CodeEntity	리더로부터 들어온 코드 데이터를 관리하기 위한 메시지 빈 클래스
RDIDao	리더로부터 들어온 태그 정보에 관련하여 실제 데이터베이스를 접근하는 클래스

### 4.2 JESS 관련 클래스

RCP 관련 클래스를 기반으로 하여 실제로 상황정보를 기반으로 JESS 엔진을 활용하여 추론작업을 하며, 추론 결과를 바탕으로 디지털 홈의 각종 디바이스 제어 역할을 한다.

【표 7】 JESS 네임스페이스의 일부

JessDao	JESS 템플릿, 사실, 규칙 정보를 실제 디바이스에서 액세스 하는 클래스
JessInfoEntity	JESS와 관련된 디바이스 액세스하기 위한 인터페이스 제공 클래스
JessRun	실제 JESS 추론 작업을 하는 클래스

### 4.3 RCP 관련 클래스

미들웨어의 처리사항 모니터링과 관리를 위한 UI 기반으로 처리 하며 JESS의 추론 사항과 결과를 종합적으로 관리한다.

【표 8】 RCP 네임스페이스의 일부

Application	RCP 메인 클래스
ApplicationActionBarAdvisor	RCP의 메뉴와 툴 바를 구성하고 액션을 등록하는 클래스
ApplicationWorkbenchAdvisor	RCP 초기화 클래스
JessUIPlugin	RCP을 시작하고 끝내고 OSGi 번들을 불러내는 클래스
InputView	사용자가 임의적으로 Jess를 구동할 수 있는 입력 창을 보여주는 클래스
EditorView	User가 직접 DB에 사실정보, 규칙 정보, 템플릿 정보를 저장할 수 있는 창을 보여주는 클래스
OutputView	InputView에 입력된 값 혹은 리더기를 통해서 오는 값을 읽어서, Jess에 설정되어 있는 사실 정보, 규칙 정보, 템플릿 정보를 보여주고, 이러한 정보를 토대로 추론 결과를 보여주는 창을 설정되어 있는 클래스

## IV. 결론 및 향후 연구

본 연구는 현재 활발하게 진행되고 있는 상황인식 기반 디지털 홈 시스템의 핵심요소 기술인 상황정보관리와 규칙기반의 상황 추론을 위하여 전문가 시스템 셸인 JESS 엔진을 이용한 추론 방법을 제시하였으며, 이를 적용한 미들웨어를 설계 하였다. 본 논문의 핵심을 디지털 홈에 적용 가능한 미들웨어 구현을 최종목표로 하여 연구를 진행할 것이다.

### 참고 문헌

- [1] 심춘보, 태봉섭, 장재우, 김정기, 박승민, "상황인식 처리를 위한 미들웨어 및 컨텍스트 서버를 이용한 응용시스템의 구현", 정보과학회논문지:컴퓨팅의 실제, 제12권 제1호, pp.31-42, 2006.
- [2] 장세이, 우운택, "ubiHome을 위한 컨텍스트 기반 응용 서비스 모형", 정보과학회논문지:소프트웨어 및 응용, 제30권 제6호, pp.550-558, 2003.
- [3] Ernest Friedman-hill. Jess in Action Rule-Based System in Java.
- [4] <http://herzberg.ca.sandia.gov/jess/>