



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

碩士學位論文

상황인식기반 지능형 홈서비스
미들웨어 설계 및 구현



濟州大學校 大學院

컴퓨터工學科

盧 永 湜

2006年 12月

상황인식기반 지능형 홈서비스 미들웨어 설계 및 구현

指導教授 邊 暎 哲

盧 永 湜

이 論文을 工學 碩士學位 論文으로 提出함

2006年 12月

盧永湜의 工學 碩士學位 論文은 認准함

審査委員長 _____ 印

委 員 _____ 印

委 員 _____ 印

濟州大學校 大學院

2006年 12月

Design and Implementation of Intelligent Home Service Middleware based on Context Awareness

Young-Sik No

(Supervised by professor Yung-Cheol Byun)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement for
the degree of Master of Computer Engineering

2006. 12.

This thesis has been examined and approved.

Thesis director, _____

Thesis director, _____

Thesis director, _____

December 2006

Department of Computer Engineering
Graduate School
Cheju National University

감사의 글

1999년 컴퓨터 공부를 시작하여 어느덧 석사 학위과정을 마치고 학위를 받게 되었습니다. 2년 동안 열심히 했던 대학원 생활을 뒤돌아보니 저에게 도움을 주셨던 모든 분들이 머릿속을 스쳐갑니다.

먼저 저에게 처음으로 컴퓨터 공부의 재미를 느끼게 해주셨던 제주산업정보대학 시절 선배님이신 현준이 아빠 재호형님께 너무 고맙다는 말을 하고 싶습니다.

또한 제주산업정보대학시절 철부지 없던 저를 잘 이끌어 주셨던 김대영 교수님, 고희준 교수님, 양창우 교수님, 박충희 교수님과 탐라대학교시절 현창문 교수님께도 고마움을 전하고 싶습니다. 그리고 저에게 대학원을 권유해 주시고 또 하나의 길을 열어주신 자바정보기술(주) 박상열 사장님께도 감사합니다.

무엇보다 제가 지난 2년간 대학원 생활을 함에 있어 아낌없이 가르침을 주셨던 지도교수님이신 변영철 교수님께 감사합니다. 또한 논문 심사에 애써주신 김장형 교수님과 이상준 교수님께도 감사합니다.

그리고 논문이 완성되기까지 세심한 지도를 아끼지 않아주셨던 안기중 교수님, 변상용 교수님, 곽호영 교수님, 송왕철 교수님, 김도현 교수님께 감사합니다.

항상 대학원 생활내내 옆에서 모든일을 꼼꼼히 챙겨주시며 힘이 되어주신 연구실에 홍연미씨, 김봉수씨, 강종원씨, 변지웅씨, 조윤상씨와 희준이, 지영이에게도 감사드립니다. 졸업을 하시고도 후배들에게 조언을 아끼지 않았던 김정희 선배님, 김영민 선배님, 이종현 선배님, 대학원 생활에 대한 조언을 아끼지 않아주셨던 한경복 선배님, 허지완 선배님, 양동호 선배님, 변태보 선배님, 고봉수 선배님, 권훈 선배님, 실질적인 대학원 생활을 도와주셨던 정은경 선생님과 이정화 선생님, 논문에 대한 많은 방향을 제시 해주셨던 오상현 박사님께 감사하다는 말을 전하고 싶습니다. 그리고 대학원 2년간 언제나 같이 했던 김형준, 강민성, 김성수, 이혜선, 김부림, 원명미, 남행우등 형님과 동생들에게도 감사합니다.

끝으로 고생했던 대학원 생활동안 뒤에서 응원을 해주었던 봉헌, 승중, 기철, 두식, 영석등 제주산업정보대학 99학번 모임, 은호, 정훈, 성호, 현태등 고등학교 우정회 친구들과 나의 영원한 후원자이신 부모님께 감사하다는 말을 남깁니다.

목 차

그림 목차	iii
표 목차	iv
국문초록	v
영문초록	vi
약어표	vii
I. 서 론	1
1. 연구 배경	1
2. 연구 목적 및 방법	2
3. 논문 구성	3
II. 관련 연구 및 고려사항	4
1. 상황과 상황인식 컴퓨팅	4
2. 상황 인식 미들웨어	6
1) 국외 연구	6
2) 국내 연구	8
3. 홈 네트워크 미들웨어	10
1) 지능형 및 스마트 홈 미들웨어	10
2) OSGi 미들웨어	11
4. 기존 상황인식 시스템의 분석	12
5. 상황인식 미들웨어의 고려사항	14
III. 상황인식기반 지능형 홈서비스 미들웨어 설계	15
1. 개요	15
2. 시나리오 및 홈 장치 설정	16
3. 상황인식 시스템 구성도	20
1) 상황인식 시스템 구성도	21
2) 상황인식 미들웨어 모듈 구성도	24

4. 상황정보 설계	25
1) 템플릿 (Template)	25
2) 사실 (Fact)	26
3) 규칙 (Rule)	27
5. 데이터베이스 설계	28
6. 미들웨어 패키지 설계	29
1) RDI 패키지	30
2) JessUI 패키지	31
3) JESS 패키지	32
4) UTIL 패키지	33
5) DBI 패키지	34
IV. 시스템 구현 및 테스트	35
1. 구현 환경	35
2. 미들웨어 실행을 위한 상황정보 모델링	37
1) 템플릿 정보 모델링	37
2) 사실 정보 모델링	39
3) 규칙을 이용한 지능형 서비스 모델링	42
3. 미들웨어 실행 및 지능형 서비스 추론	44
1) 미들웨어 실행	44
2) 지능형 서비스 추론	45
3) 미들웨어 처리 로그	47
4. 구현한 미들웨어의 성능 분석	48
V. 결론 및 향후 연구	54
1. 결론	54
2. 향후 연구	55

그림 목차

그림 1. 디바이스 구성 및 배치도	19
그림 2. 상황인식 시스템 개념도	20
그림 3. 상황인식 시스템 구성도	21
그림 4. 상황인식 미들웨어 모듈 구성도	24
그림 5. 상황인식 프레임워크 및 패키지 다이어그램	29
그림 6. RDI 패키지 다이어그램	30
그림 7. JessUI 패키지 다이어그램	31
그림 8. JESS 패키지 다이어그램	32
그림 9. UTIL 패키지 다이어그램	33
그림 10. 홈센서 장치	36
그림 11. 템플릿 내역 조회 화면	37
그림 12. 사실 내역 조회 화면	39
그림 13. 규칙 내역 조회 화면	42
그림 14. 상황정보 관리 화면	44
그림 15. 상황정보 입력 화면	45
그림 16. 미들웨어 처리 로그	47
그림 17. 상황인식 시스템 성능 분석	49
그림 18. 상황인식 서비스 관리 프로그램 성능 분석	49
그림 19. Number of Loaded Classes	50
그림 20. Number of Threads	51
그림 21. Heap Memory Usage, Non-Heap Memory Usage	51
그림 22. Memory Pool "Survivor Space", Memory Pool "Tenured Gen"	52
그림 23. Memory Pool "Code Cache", Memory Pool "Perm Gen"	52
그림 24. Summary	53

표 목차

표 1. 기존 연구 요약	12
표 2. 상황정보 유형	17
표 3. 상황정보 내용	17
표 4. 상황 시나리오	18
표 5. 템플릿 정보	25
표 6. 사실 정보	26
표 7. 규칙 정보	27
표 8. 테이블 정보	28
표 9. 테이블 레이아웃	28
표 10. RDI 패키지	30
표 11. JessUI 패키지	31
표 12. JESS 패키지	32
표 13. UTIL 패키지	33
표 14. DBI 패키지	34
표 15. 시스템 구현 환경	35
표 16. 홈센서 장치 구성	36
표 17. 템플릿(Template) 내역-1	37
표 18. 템플릿(Template) 내역-2	38
표 19. 사실(Fact) 내역-1	39
표 20. 사실(Fact) 내역-2	40
표 21. 사실(Fact) 내역-3	41
표 22. 규칙(Rule) 내역-1	42
표 23. 규칙(Rule) 내역-2	43

상황인식기반 지능형 홈서비스 미들웨어 설계 및 구현

컴퓨터공학과 노영식
지도교수 변영철

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 추천하여 결정하고 이를 사용자에게 제공하는 상황인식기반 지능형 홈서비스 미들웨어를 설계하고 구현한다. 제안하는 방법은 사실과 규칙을 이용함으로써 상황 정보에 따른 사용자 서비스를 쉽게 모델링할 수 있으며, 지능형 홈서비스 이외의 다양한 서비스를 제공할 수 있도록 미들웨어 시스템을 쉽게 확장할 수 있다. 또한 지능형 서비스를 제공하기 위한 공통 프레임워크와 다양한 장치를 지원할 수 있는 공통 인터페이스를 설계함으로써 시스템 확장성이 용이하다. 데이터 백업 관리 모듈을 이용하여 주기적으로 사실과 규칙, 그리고 상황 정보를 저장함으로써 시스템 정지 등으로 인한 데이터 손실을 방지하였으며, RMI, Socket, HTTP 등 다양한 방법을 통하여 외부의 응용과 시스템 통합이 용이하다. 지능형 홈서비스를 제공하기 위하여 다양한 사실과 규칙을 모델링 하였으며 이를 이용하여 실험한 결과 가정 내에서 지능형 서비스를 효율적으로 제공할 수 있음을 확인할 수 있었다.

ABSTRACT

Design and Implementation of Intelligent Home Service Middleware based on Context Awareness

No, Young-Sik

Department of Computer Engineering

Graduate School

Cheju National University

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. In our approach, user services can be modelled easily by using facts and rules, and the system can be extended easily to support various ubiquitous services other than intelligent home services also. The system can be integrated with external applications and legacy systems effectively by using various protocols such as RMI, socket, and HTTP, etc. We have designed and evaluated various facts and rules for intelligent home services in real environments. Functionality evaluation with the system shows that ubiquitous services can be provided to users effectively in a home environment.

약어표

HCI	Human Computer Interaction
DBMS	DataBase Management System
CMU	Central Michigan University
CAMUS	Context Aware Middleware for Ubiquitous computing System
CO	Contextual Object
AP	Access Point
IT	Information Technology
JINI	Java Intelligent Network Infra-structure
UPNP	Universal Plug and Play
OSGI	Open Service Gateway Initiative
PLC	Power Line Communication
OWL	Ontology Web Language
OS	Operating System
JESS	Java Expert System Shell
RCP	Rich Client Platform
UI	User Interface
RFID	Radio Frequency IDentification
USN	Ubiquitous Sensor Network
PDA	Personal Digital Assistants
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
RG	Residential Gateway
LOG4J	Log for Java
RDI	Remote Data Interface
DBI	DataBase Interface
APPI	APPIcation Interface
DAO	Data Access Object

I. 서론

1. 연구 배경

유비쿼터스 컴퓨팅은 제록스의 펠로암토 연구소의 마이크 와이저가 처음 주장한 것으로 사이언티픽 아메리칸 1991년 9월호의 논문에서 “미래의 컴퓨터는 우리가 그 존재를 의식하지 않는 형태로 생활 속에 점점 파고들어 확산될 것이다. 한 개의 방에 수백 개의 컴퓨터가 있고 그것들이 케이블과 무선 양쪽의 네트워크로 상호 접속되어 있을 것이다”라고 발표했다. 유비쿼터스 컴퓨팅은 실세계의 각종 사물들과 물리적 환경 및 공간 전반에 걸쳐 컴퓨터들이 편재하나 사용자들에게는 컴퓨터로서의 겉모습이 드러나지 않도록 환경을 조성해야 한다. 그리고 모든 사물과 대상이 지능화 되고 전자공간에 연결되어 서로 정보를 주고받는 공간을 만드는 개념으로 기존 컴퓨팅 기술보다 한 단계 발전된 컴퓨팅 환경을 말한다.

인간 중심의 서비스를 지향하는 유비쿼터스 컴퓨팅은 사용자가 인식하지 않아도 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 어플리케이션의 목표이다[1]. 이러한 유비쿼터스 컴퓨팅은 자율적으로 상황(Context)정보를 수집하고 이를 가공하여 궁극적으로 사용자에게 유용한 정보를 서비스 할 수 있어야 한다[2].

또한, 유비쿼터스 컴퓨팅은 인간-컴퓨터 상호작용(HCI), 소프트웨어 에이전트, 인공지능 등의 여러 분야가 서로 융합되는 복합적인 분야로서 향후 우리의 일상 생활에 큰 영향을 미칠 것으로 예상된다.

이러한 유비쿼터스 컴퓨팅의 핵심 주제는 상황인식(Context-Awareness), 자율형(autonomic), 그리고 자가 성장(self-growing)이며, 이 주제들을 제대로 구현하기 위해 필요한 가장 중요한 요소기술이 상황 또는 상황 정보를 처리하는 기술

이다. 사람이나 사물 또는 커뮤니티의 상황에 따라 지능적이고 자율적으로 처리하기 위해서는 상황정보의 효율적인 관리가 필수적이며 상황정보를 처리하는 기술이야말로 유비쿼터스 컴퓨팅의 가장 핵심적인 기술이 될 것이다[2]. 그리고 상황은 실제 시스템이 사용자에게 서비스를 제공함에 있어 필요한 모든 정보로서 이러한 정보를 시스템이 자동적으로 감지하여 사용자의 현재 상황에 따라 적절한 정보 혹은 서비스를 제공할 수 있는 시스템을 상황 인식 시스템이라 하며, 이러한 상황 인식 시스템은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경이 갖추어야 할 필수적인 기능이다. 그러므로 기계 중심이 아닌 사용자 중심의 편리한 서비스에 대한 욕구가 증대함에 따라 일정한 사용자 공간에서의 유비쿼터스 서비스를 효과적으로 지원하기 위한 기술이 필요하며, 사용자 공간 내에 다양한 센서를 도입함으로써 구성원의 움직임에 따라, 혹은 온도 및 습도등과 같은 주변상황에 따라 적절한 서비스를 제공할 수 있는 지능형 서비스 제공 방법이 필요하다.

2. 연구 목적 및 방법

본 연구의 목적은 유비쿼터스 홈과 같은 일정한 사용자 공간에서 유비쿼터스 서비스를 효과적으로 제공할 수 있는 지능형 홈서비스 미들웨어를 설계하고 개발하는 것이다.

상황인식 서비스의 제공을 위해서는 사용자의 프로파일 및 다양한 상황 정보, 센서 및 기타 환경 정보를 통한 동적 상황 인식이 가능해야 하며, 다이내믹하게 변화하는 상황에 적응하는 서비스의 제공을 위해서 다양한 정보에 대한 저장, 관리, 폐기가 가능한 지식 데이터베이스와 상황에 따른 상황인식 기반의 추론을 할 수 있는 리즈너 기술이 요구된다.

현재 상황인식기술은 국내외 여러 대학 및 기업 연구소 등에서 활발히 연구되고 있으나 이들 대부분의 연구들은 상황을 인식하고 표현하는데 중점을 두고 있으며, 사용자에게 필요한 서비스를 제공함에 있어 미들웨어 측면에서의 연구는 미미한 상태이다. 또한, 사용자가 행동하는 일정 공간을 일반 홈(home)으로 정의

할 경우 유비쿼터스 홈서비스를 효과적으로 제공하기 위한 방법이 필요하며, 이러한 외부 인터넷에 존재하는 다양한 서비스를 가정, 자동차 또는 작은 사무실과 같은 내부 홈 네트워크에서 이용하기 위한 표준 미들웨어 스펙으로서 OSGi 등에 대한 연구가 이루어지고 있으나 홈에서의 상황인식 서비스를 효과적으로 제공하기 위한 미들웨어 측면에서의 연구가 부족하다.

즉, 일정한 사용자 공간에서 다양한 센서로부터 상황 정보를 입력받아 현재의 상황에 따라 사용자에게 적절한 서비스를 추천하여 결정하고 이를 사용자에게 제공하는 이름바 지능형 홈서비스 미들웨어에 대한 연구가 필요하다.

따라서 본 논문에서는 이러한 연구의 초점을 바탕으로 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사용자의 상황에 따라 유연한 서비스를 제공하기 위한 상황인식기반 지능형 홈서비스 미들웨어를 설계하고 구현한다. 이를 위하여 사실과 규칙을 이용하여 특정 상황 정보에 따라 각각의 사용자에게 적절한 서비스를 쉽게 모델링할 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 설계하고자 한다.

3. 논문 구성

2장은 관련 연구로서 기존의 상황인식 연구에서 정의한 상황의 여러 의미를 살펴보고 상황인식 미들웨어 분야와 본 논문에서 제안한 미들웨어를 적용할 홈서비스 분야의 연구를 요약 및 설명한다. 3장에서는 다양한 상황정보를 처리할 수 있도록 본 논문에서 제안하는 상황인식기반 지능형 홈서비스 미들웨어에 대해 설명한다. 또한 상황인식 미들웨어를 적용할 홈 네트워크와 관련된 구현 시나리오와 디바이스 구성, 상황정보를 관리할 수 있는 지식 데이터베이스에 대하여 기술한다. 4장에서는 상황인식 서비스 시나리오를 바탕으로 제안한 미들웨어를 구현하여 테스트를 위해 수행한 결과를 분석하며 5장에서는 본 논문의 결론과 향후 연구 과제에 대해 논한다.

II. 관련 연구 및 고려사항

이 장에서는 유비쿼터스 컴퓨팅에서 필수적으로 요구되는 상황 인식 기술과 관련하여 지금까지 여러 관점에서 정의된 상황의 의미를 정리하고 상황 인식과 이를 기반으로한 상황인식 미들웨어 관련 분야의 다양한 연구에 대해 요약 설명한다.

1. 상황과 상황인식 컴퓨팅

유비쿼터스 컴퓨팅의 기반 기술에 속하는 상황 인식 시스템은 사용자가 필요로 하는 서비스를 제공하기 위해서는, 일상생활 곳곳에 편재된 센서 및 컴퓨터들이 수집한 각종 환경 정보를 효과적으로 상호 공유하여 사용자 및 주변 환경의 컨텍스트를 알아내는 상황인식 처리 기술이 필요하다[3].

상황인식이 다양한 센서 정보를 복합하여 하나의 상황정보로 추론을 하는 것이라면, 지능형 서비스는 시스템이 이러한 상황정보를 기반으로 일련의 서비스를 묶어서 제공을 하는 서비스로 정의할 수 있다.

현재까지 개발된 상황인식 시스템은 ‘A Survey on Context-Aware Systems’[4] 라는 논문에서 자세하게 설명하고 있다. 이 논문에서는 상황인식 시스템은 다양한 방법으로 구현될 수 있으며, 상황정보를 어떤 방법으로 습득하는 방법에 대한 설계 결정이 중요하며, 그 설계는 직접 센서를 이용하여 설치된 센서 내부에서 클라이언트 등의 소프트웨어를 구현하지 않고 직접적으로 센서의 자료를 수집하여 상황을 인식하는 시스템과, 미들웨어 내부구조에 설계함으로써 명확한 계층화로 인하여 하드웨어에 관련된 센서의 재사용이 간단할 수 있도록 설계 하는 방법, 컨텍스트 서버를 구현하여 설계 하는 방법이 있다[5].

상황 인식은 다양한 센서 정보를 바탕으로 스스로 상황(Context)을 인식하는 것으로서, 그 정의에 있어서, 아직 논란이 많으나 지능형 서비스를 위한 중요한 개념이다[5].

상황(Context)에 대한 정의는 다양한 논문에서 제시되었으며, 구체적으로 규명하여 정의하는 것은 매우 어렵다. 상황에 대한 정의는 B. Schilit와 M. Theimer의 논문에서 최초로 제기 되었다. B. Schilit와 M. Theimer는 사람과 그 사람에 인접한 사물의 Location, Identity 그리고 그 사물의 변화를 상황으로 정의하였다. 그리고 그들은 시간의 변화와 더불어, 사용자의 위치가 바뀔에 따라 그 사용자의 위치에 인접한 사물들에게 소프트웨어가 적용할 수 있을 때에 이를 상황인식라고 하였다[6]. 그리고 Crowley는 상황은 사용자 상황 모델과 시스템 내부의 상황 모델로 구성되며, 사용자의 상황에 대한 시스템 모델은 무엇을 관찰하고 어떻게 관찰을 해석할 것인지를 결정하는 수단을 제공한다. 그리고 시스템 모델은 사용자 상황을 관찰하는 컴포넌트들의 연합을 구성하는 수단을 제공하는 거리고 정의하고 있다[7]. 끝으로 Dey의 연구에서는 상황을 사용자와 시스템 간의 상호작용에 연관된 존재물(사람, 장소, 사물등)을 특징짓는 모든 형태의 정보라고 정의하였다[8].

상황인식의 개념을 “센서 정보를 복합하여 미리 설정된 상황정보를 귀납적으로 추론하는 논리적 연산과 그 결과”로서 정의한다. 그리고 상황정보는 “시간이 흐름에 따라 사용자의 위치가 변화하였을 때에 이에 따른 사용자의 행위나 장치의 동작으로 인해, 대상이 되는 사물의 변화가 수반되었을 경우, 그 특징적인 변화를 표현하는 정보”로 정의한다.

상황인식이 다양한 센서 정보를 복합하여 하나의 상황정보로 추론을 하는 것이라면, 지능형 서비스는 시스템이 이러한 상황정보를 기반으로 일련의 서비스를 묶어서 제공을 하는 서비스로 정의할 수 있다. 또한 사물의 변화에서 어떠한 Activity가 진행되었는지를 추론하기 위해서는, 특징적인 센서 정보를 간의 규칙(Rule)을 설정해두어야 한다.

상황 인식 컴퓨팅을 이해하기 위해서는 먼저 상황과 이를 기반으로 하는 서비스, 추상화 등의 이해가 필요하다. 상황 인식 컴퓨팅은 B. Schilit와 M. Theimer의 논문에서 상황에 대한 정의와 함께 최초로 논의되었으며, 당시 사용자의 장소, 주변 사람과 물체의 집합에 따라 적응적이며, 동시에 시간이 경과되면서 이러한 대상의 변화까지 수용할 수 있는 소프트웨어로 정의 하였다.

이후 상황 인식 컴퓨팅은 상황이라는 용어와 함께 여러 연구내용에서 재 정의 되었으며 최근에는 사용자의 작업과 관련 있는 적절한 정보 또는 서비스를 사용자에게 제공하는 과정에서 상황을 사용하는 경우 이를 상황 인식 컴퓨팅 시스템으로 정의하고 있다.

2. 상황 인식 미들웨어

상황 인식 미들웨어는 상황 인식 컴퓨팅의 중요한 기술 분야이다. 센서의 자원이나 사용자의 위치 등의 다양한 환경 변화를 물리적인 조건들로는 해결하지 못하기 때문에 이를 처리하기 위한 기술이 필요하다. 이러한 유비쿼터스 컴퓨팅에서 사용자 중심적 서비스를 제공하기 위해서는 사용자의 현재 상황과 주변 상황 정보를 이용해서 사용자가 원하는 서비스가 무엇인식 파악하는 역할을 담당하는 것이 상황 인식 어플리케이션 즉 미들웨어이다[9].

유비쿼터스 컴퓨팅 환경은 물론 정보를 수집하는 센서와 사용자에게 맞는 적절한 서비스를 제공하는 어플리케이션이 존재 하는 시스템에는 필수적으로 상황 인식 미들웨어에 대한 연구가 이뤄지고 있으며, 사용자 및 주변 환경 정보를 인식하고 이러한 상황정보를 기반으로 추론하여 사용자에게 원하는 서비스나 정보를 제공하는 기능을 상황인식 미들웨어의 구현으로 현실화 되고 있다.

본 장에서는 국내외에서 기존에 연구 개발된 상황 인식 기반의 서비스 적용 사례 및 미들웨어에 대해서 설명한다.

1) 국외 연구

국내보다 상황인식과 관련된 연구를 먼저 시작한 국외에서는 현재까지 상황분석 및 이를 처리하는 기술에 대한 연구와 상황인식 미들웨어 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[10]. 그리고 미국 MIT Computer Science Lab에서 진행 중인 옥시전 프로젝트는 컴퓨터가 산소와 같이 풍부해져 우리의 환경 자체로 파고드는 인간 중심의 컴퓨터 환경에 대한 연구를 하였으며[11], CMU의 Aura 프로젝트에서는 컴퓨터 시스템에서 가장 중요한 자원은 프로세서, 메모리, 디스크, 네트워크가 아니고 인간의 집중도란 비전아래, 사용자 중심으로 퍼베이시브 컴퓨팅 환경에서의 사용자의 집중도를 떨어뜨리지 않고, 작업 할 수 있는 컴퓨팅 환경 구성을 주요 목표로 하여 연구를 하였다[12].

유럽의 'Smart Its' 프로젝트에서는 감지, 인식, 컴퓨팅 및 통신 기능을 지닌 정보 인공물을 개발하였으며[13], 유럽의 '2WEAR' 프로젝트에서는 미래의 컴퓨터는 단일 폼이 아니고 입을 수 있고 가져 다닐 수 있는 여러 가지 디바이들로 구성될 것이라고 예상하고, 사람들의 일상생활을 기반으로 사용자에게 보다 편리한 서비스를 제공할 수 있도록 연구를 하였다[14]. 상황인식 미들웨어와 관련된 연구로는 상황 인식 미들웨어의 출발점인 Context-toolkit이 있다. 이 미들웨어의 특징은 센서로부터 취득한 컨텍스트 정보를 표현 및 통합을 한 후 어플리케이션에게 제공하는 구조이며 aggregators, widgets, interpreters 3개의 컴포넌트가 추론된 컨텍스트 정보를 처리할 수 있다고 제시하였으나, 구체적인 표현방법이나 추론방법을 제공하지 않고 있다[15]. 또한 Gaia는 유비쿼터스 컴퓨팅을 지원하기 위해 제안된 분산 미들웨어로써 다양한 컴포넌트로 구성되어 있어서 이기종 네트워크 환경에서 어플리케이션을 위한 자원과 서비스를 관리해준다.

Gaia는 동적인 환경에서 효과적으로 컨텍스트 정보를 관리하고 그 정보를 기반으로 하여 이동 중인 사용자에게 고려한 서비스를 제공한다[16]. 그리고 CAMUS(Context-Aware Middleware for Ubiquitous computing System)는 상황 인식을 지원하기 위해 개발된 미들웨어이다. 이 CAMUS의 주요 특징은 다른 시스템들과의 정형화된 지식을 재사용하고 공유할 수 있도록 온톨로지 기반의 프레임워크를 제안하였다[17].

AT&T Lab의 'Shopping Assistans' 연구에서는 쇼핑몰 내의 구매자들을 위한 상황 인식 서비스로서 개인화된 쇼핑 정보를 제공하고 구매자가 계산대에 서면

서버가 구매자의 위치를 파악하여 자동 가격결제 서비스를 제공한다. 이 연구에서는 최초로 Indoor 기반의 사용자 상황인식 서비스를 제공하였으며, 센싱을 위해 사용자가 착용한 배지(Active Badge)와 배지를 감지하는 리시버를 통해 사용자의 위치 탐지 및 추적을 가능하게 하며, 리시버를 이용해 감지한 사용자의 위치 및 사용자 상황 정보를 공간 인덱싱 프락시 서버에서 데이터베이스의 튜플들로 관리하고 있다[18]. MIT Media Lab의 'comMotion' 프로젝트에서는 사용자의 이동 패턴, 사용자의 일상에 따른 위치 정보를 인식하여 특정위치에서 사용자에게 서비스를 제공하는 연구를 진행하였다[19]. IRISA/INRIA의 연구에서는 다양한 응용에 맞는 상황 정보를 정의하기 위해 상황 객체라는 Contextual Object(CO)를 정의하고 있으며 또한 정의한 상황 객체를 통해 클라이언트에서는 그에 해당하는 적응적 응용 서비스를 사용자에게 제공하며 서버 측에서는 상황 객체들과 그에 해당하는 다양한 값들을 저장 및 관리하는 상황인식 기반 적응적 하부 구조를 제안하였다[20]. 끝으로 Lancaster 대학의 GUIDE 프로젝트는 영국의 Lancaster 도시를 방문하는 여행객의 편의와 효율적인 여행 서비스를 제공하기 위해 수행되었으며, 도시를 방문한 여행객에게 휴대용 PC를 제공하고, 여행객의 위치 정보를 탐지 및 추적하여 여행객에게 정보를 제공하는 위치기반 서비스 시스템을 제안하였다. 이를 위해 윈도우 CE를 탑재한 펜 기반 타블렛 PC를 이동 단말로 사용하였으며, 사용자가 위치한 주변의 흥미 있는 관광 명소를 HTML 브라우저를 통해 브라우징 하도록 설계하였다[21].

2) 국내 연구

상황인식 미들웨어와 관련된 국내의 연구 내용을 살펴보면, [22][25]의 연구에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 상황인식정보를 기반으로 개인화된 서비스를 구축하기 위한 컨텍스트 인식 프레임워크인 ubi-UCAM 2.0을 제안하였다. 유비센서와 유비서비스로 구성된 이 프레임워크는 멀티 캐스팅을 지원하는 ad-hoc 네트워크 모듈을 통해 유비센서와 유비서비스의 동적 연결 및 분산 관리 기능을

제공한다. 유비센서는 사용자 및 사용자 환경에 대한 변화를 감지하는 센서모듈과 감지된 정보를 컨텍스트로 생성하는 초기 컨텍스트 결정 모듈로 구성되어 있다. 또한 유비서비스는 컨텍스트 통합기, 컨텍스트 관리기, 해석기, 그리고 서비스 관리기 등으로 구성되어 있다.

[23][25]의 연구에서는 블루투스를 사용하여 유비쿼터스 환경하의 이동 단말에 상황인식 서비스를 제공하는 방식을 제안하였다. 이동 단말이 서비스를 받기 위해 블루투스 AP를 탐색하고 연결설정을 하는 초기 단계에서부터 위치나 서비스 유무 등의 상황인식 정보를 내장하여 전송한다. 따라서 이동 단말이 서비스 유무나 위치정보를 즉시 획득하여 반응할 수 있고, 블루투스 무선 연결 접속 후에 상황인식 정보를 획득하기 위한 부가적인 메시지 교환을 제거하였다. 아울러 제안된 방식의 검증을 위해 홈 네트워크 환경 하에서 정보가전기기를 제어하는 상황을 설정하고 상황인식 서비스를 제공하였다.

[24][25]의 연구에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사용자에게 대한 상황 변화에 대한 상황 변화에 적응적인 서비스를 제공하기 위해 사용자에게 대한 행동, 감정상태, 위치와 같은 상황 정보를 인식하고 검색을 통해 사용자의 위치정보, 활동형태 등의 컨텍스트를 질의할 수 있는 JINI 미들웨어 기반의 상황인식 채팅 프로그램을 구현하였다. [26]의 연구에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 미들웨어를 위한 상황 인식 프레임워크를 제안하였다. 이 프레임워크는 동적으로 변화하는 사용자와 주변 환경을 고려해서 적절한 서비스를 제공할 수 있도록 학습된 컨텍스트를 쉽게 처리할 수 있도록 설계되었다. 이 외에 국내 연구소와 주요대학에서 상황인식 미들웨어와 관련된 연구가 진행되고 있다.

3. 홈 네트워크 미들웨어

홈 네트워크 미들웨어는 홈 게이트웨이 및 정보가정기기에 탑재되어 유·무선 홈 네트워킹 환경에서 다양한 기기를 제어하고 상호 정보교환을 보장하는 기술이로서 사용자가 H/W 및 O/S에 무관하게 일관성 있는 서비스를 제공 받을 수 있도록 가전제어, 홈시어터, 정보서비스 등 홈 네트워크용 서비스를 제공하기 위한 기기 플랫폼 형태로 활용된다.

1) 지능형 및 스마트 홈 미들웨어

지능형 홈 미들웨어 기술은 UPnP(Universal Plug and Play), Jini, LonWorks등 다양한 단체 표준이 혼재되고 있다. 점차 무선 홈 네트워크 환경이 확산됨에 따라 무선 홈 네트워크에 연결되는 디바이스를 안전하고 자동으로 구성, 관리할 수 있는 미들웨어 기술에 대한 연구가 진행되고 있으며, 다양한 이종 미들웨어 간에 상호 호환성 부재가 홈 네트워크 확산의 걸림돌로 인식되면서 이들 간 상호호환과 연동을 보장하려는 기술개발이 시작되고 있다.

2003년 6월 인텔, MS, 소니, 삼성전자 등은 디바이스 간에 상호호환성을 보장하는 미들웨어를 정의하기 위해 DLNA를 결성하고 2004년 6월에 버전 1.0을 발표하였다. 또한, MIT, IBM, MS, 소니 등은 유비쿼터스 홈 환경 구현을 위해 홈 센서 미들웨어 기술과 상황 적응형 미들웨어 기술개발을 진행 중이다. 국내에서는 이종 홈 네트워크 환경에서 정보가전기기간 상호연동을 제공하는 기술을 개발하고 있으며, DLNA와 UPnP 등의 표준화 활동을 통해 원천기술 확보에 노력하고 있다. 이러한 지능형 홈 미들웨어와 함께 유비쿼터스 홈을 위하여 연구가 진행 중인 미들웨어가 스마트 홈 미들웨어이다.

스마트 홈 미들웨어는 지능형 홈 미들웨어와 유사하며, 분산 컴퓨팅을 위해서 응용 프로그램간의 호환성 뿐 아니라 데이터의 호환성, 그리고 이종의 프로토콜 간의 연동이 필수적으로 이슈화 되면서 각광을 받고 있으며 가정 내의 위치 또는 가정 밖의 위치에서 홈 네트워크 서비스를 이용할 수 있다.

2) OSGi 미들웨어

OSGi는 1999년 3월 SUN을 중심으로 창립된 개방형 응용계층과 게이트웨이 인터페이스 제공에 초점을 두고 있는 국제 협회이다.

OSGi는 프로세서와 독립적인 Java 언어를 기반으로 구성되어 있으며, OSGi를 중심으로 계층별로 살펴보면 하위계층에는 Ethernet, HomePNA, PLC, Wireless LAN 등 다양한 유·무선 홈 네트워크 인터페이스 기술이 존재한다. 그리고 상위계층에는 UPnP, Jini, Lonwork 등 다양한 홈 네트워크 미들웨어가 있으며 최상위 계층에는 사용자 응용들이 존재하고 있다. 이러한 응용들은 번들형태로 개발 및 관리가 되며, 번들은 프레임워크를 구성하는 가장 작은 단위이며, 프레임워크가 필요로 하는 정보를 갖고 있다. 복수개의 OSGi 서비스가 하나의 번들에 포함될 수도 있으며, 배포와 관리의 기본 단위를 형성한다.

이러한 OSGi는 하나의 표준화 플랫폼으로서 등장하게 되었고 홈 네트워크 미들웨어간의 연결을 해결해 줄 수 있는 해결책으로서 제안되기도 한다. OSGi의 경우 많은 분야에서 광범위하게 사용될 수 있으며, 유비쿼터스 홈 네트워킹에서 표준화의 중요성으로 인하여 많이 적용되어지고 있다.

OSGi 미들웨어는 OSGi 단체의 표준 스펙을 기반으로 개발되며, 2000년 스펙 Release1 발표를 시작으로 2005년 10월 Release4 까지 발표가 되었으며, 현재 대부분의 국내 연구에서는 OSGi 미들웨어를 Oscar, Knopflerfish등 오픈 소스 프로젝트를 기반으로 연구를 하고 있으며, 최근에는 OSGi 미들웨어와 유비쿼터스 컴퓨팅과 연동하여 서비스를 할 수 있도록 연구가 진행 중에 있다.

4. 기존 상황인식 시스템의 분석

아래의 표와 같이 기존의 상황인식 미들웨어는 아키텍처(Architecture), 센싱기법(Sensing), 컨텍스트 모델(Context Model), 컨텍스트 처리법(Context Processing), 리소스 발견기법(Resource discovery), 컨텍스트 기록(Historical context data), 보안(Security and privacy) 등에서 다양한 방법들로 구현되었다 [4].

표 1. 기존 연구 요약

	Architecture	Sensing	Context model	Context processing	Resource discovery	Historical context data	Security and privacy
CASS	centralized middleware	sensor nodes	relational data model	inference engine and knowledge base	n.a.	available	n.a.
CoBra	agent based	context acquisition module	ontologies (OWL)	inference engine and knowledge base	n.a.	available	Rei policy language
Context Management Framework	blackboard based	resource servers	ontologies (RDF)	context recognition service	resource servers + subscription mechanism	n.a.	n.a.
Context Toolkit	widget based	context widgets	attribute-value tuples	context interpretation and aggregation	discoverer component	available	context ownership
CORTEX	sentient object model	context component framework	relational data model	service discovery framework	resource management component framework	available	n.a.
Gaia	MVC (extended)	context providers	4-ary predicates (DAML + OIL)	context-service module (first-order logic)	discovery service	available	supported (e.g., secure tracking, location privacy, access control)
Hydrogen	three layered architecture	adapters for various context types	object-oriented	interpretation and aggregation of raw data only	n.a.	n.a.	n.a.
SOCAM	distributed with centralized server	context providers	ontologies (OWL)	context reasoning engine	service locating service	available	n.a.

기존 미들웨어를 살펴보면 첫 번째로 특정 환경에서만 센싱을 할 수 있도록 연구되었다. 이는 상황인식 미들웨어가 대부분 독자적 구조로 제안되었기 때문이다. 컨텍스트를 수집하는 가장 유연한 방법은 컨텍스트 서버 구조이나 이는 전달 과정에 따른 컴퓨팅 자원 낭비를 유발할 수도 있다. 그에 반하여 미들웨어 내부 구조는 컨텍스트를 수집하는 방법이 각자의 방식에 따라 일률적으로 제한된다. 따라서 이 두 가지 구조를 적절하게 이용하여 인터페이스를 구현하여야 한다. 두 번째로 기존의 미들웨어에서는 컨텍스트 표현 방법으로 온톨로지 모델을 사용하였다. 이는 온톨로지가 어떤 정보에 대하여 개념과 관계를 정의할 수 있을 뿐만 아니라 룰에 따른 추론 기능을 사용하여 새로운 컨텍스트를 처리하기도 매우 쉽기 때문이다.

무엇보다 세 번째로 기존의 상황인식 미들웨어 연구에서는 상황정보의 효율적인 관리 측면에 초점을 맞추고 있어 추론 기능을 갖는 모델에 대해서는 구체적으로 제시를 하고 있지 않다. 어떠한 새로운 자원에 대해서 새로운 컨텍스트를 구성할 수 있도록 도와주는 기술이나, 사실과 규칙으로 이루어진 논리 기반 모델에서는 새로운 컨텍스트가 기존의 규칙에 적용되기 어렵기 때문에 효율적으로 추론에 필요한 자료들을 관리할 수 있는 메커니즘이 필요한 것이다. 이러한 문제들은 컨텍스트 사용 전략에 관련되어 있으며 따라서 문제를 해결하기 위한 방안이 상황인식 시스템의 구조적인 차원에서 고려되어야 한다. 그리고 본 논문에서 제안하는 상황인식기반 지능형 홈서비스 미들웨어를 적용하고자 하는 유비쿼터스 홈 시스템 즉 지능형, 스마트, OSGi 미들웨어등 에서도 위에서 제시한 문제를 갖고 있다.

5. 상황인식 미들웨어의 고려사항

위와 같이 기존의 상황인식 미들웨어의 기술 분류와 문제점들에 따라 본 논문에서 고려해야 할 핵심적인 요구사항을 도출하였다.

첫 번째로 상황정보를 유연하면서 공용으로 사용할 수 있는 방법이 필요하다.

표 1의 대부분의 기존 연구에서는 온톨로지 기반의 상황정보를 관리하는 방법을 제시하였으나 온톨로지 기반의 기술은 고성능의 하드웨어가 요구되므로 저성능의 하드웨어에서도 효율적인 상황정보 관리와 추론이 가능해야 하며 유비쿼터스 환경에서 수많은 컨텍스트를 처리할 수 있어야 한다. 즉 1초당 수천, 수만 건을 동시에 관리할 수 있는 메커니즘이 요구된다.

두 번째로 상황정보를 사실과 규칙에 의한 논리 기반 모델을 이용하여 체계적으로 관리하며, 새로운 컨텍스트가 기존의 규칙에 유연하게 적용 가능하도록 하여 보다 다양한 서비스를 제공할 수 있어야 한다.

세 번째로 상황인식 미들웨어는 다양한 환경으로 확장이 가능해야 한다. 유비쿼터스 컴퓨팅은 제각기 상이한 기술을 기반으로 하여 사용자에게 일관된 서비스를 제공하기가 어렵다. 또한 플랫폼 독립적이면서 공용 프레임워크의 설계가 무엇보다 필요하며, 어떠한 OS에서도 미들웨어를 구동할 수 있어야 한다.

따라서 본 논문은 다양한 환경에 적용될 수 있도록 다양한 인터페이스 제공과 관리 메커니즘을 공용 프레임워크 설계하며 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 수많은 상황 정보를 처리할 수 있고 사실과 규칙에 의한 체계적인 상황정보 관리와 사용자에게 최적의 지능형 서비스를 제공할 수 있도록 모델링이 가능한 추론엔진을 선정하여 이를 적용한 상황인식 기반 지능형 홈서비스 미들웨어를 설계 및 구현하고자 한다.

III. 상황인식기반 지능형 홈서비스 미들웨어 설계

1. 개요

유비쿼터스 컴퓨팅의 기본 개념은 유일한 유비쿼터스 서비스를 제공하기 위해서는 다양하고 정확한 서비스 객체의 상황정보를 취득해야 하며, 서비스 객체의 상황(Context) 정보 취득이 다양하고 세밀할수록 제공되는 유비쿼터스 서비스 품질은 극대화 된다.

이러한 상황정보는 ID, Basic Info, History, Location 등의 IDentification, Birth, Bio, Health, Preference, Time, Temp, Humidity, Location, Environment, Density, Climate, Season, Voice 등의 Context Information, Interrelationship, Multi contexts, Environments 등의 Multiple Contexts, Automated Learning, Interrelationship, Cause&Effect, Inference 등의 Knowledge 형태로 나뉘어 관리된다. 이러한 상황정보의 수집은 사용자의 행위, 정보 함유 TAG, 언어 인식, 환경, 생체, ID, 화학반응, 물리반응 등에 다양한 센서로 부터의 정보를 인식하여 지식 기반에 학습을 통하여 처리된다.

상황 인식 미들웨어 시스템은 사용자가 입력한 정보와 여러 가지 방법으로 인식된 주변의 상황정보들이 연결되어 사용자가 처한 상황에 맞게, 사용자가 원하는 수준으로 조정되어서 제공되는 지능적인 시스템을 말한다. 또한, 상황 인식 미들웨어 시스템은 유연하고 자동적으로 빠르게 변화하는 여러 가지 종류의 상황에 민감하게 적응하여 사용자에게 제공되어야 한다. 이러한 사항을 만족시키기 위해 본 논문에서는 지식 데이터베이스를 활용한 상황정보 관리와 컨텍스트 서버 구현 시 공용 추론엔진인 JESS를 이용한 상황 추론모델을 제시하며, RCP를 이용함으로써 플랫폼 독립적인 상황인식 미들웨어 구현과 UI 기반의 미들웨어 및 컨텍스트 서버 관리 기능을 구현하며, 전체적인 미들웨어 구성을 공용 모델링 프레임워크 형태로 설계하여 융통성 있는 구조를 갖게 설계 및 구현하고자 한다.

기존의 홈 네트워크에서는 물리적 네트워크 구성, 프로토콜 기술, 네트워크 미들웨어 기술이 이슈가 되고 있으나 장래에는 지능과 적응력을 갖춘 컴퓨팅 환경으로 변화되어야 한다. 이런 환경을 위해서는 주어진 환경에 최적화 할 수 있는 상황인식 기술과 사용자가 의식하지 않게 서비스를 해주는 invisible service가 가능해야 한다. 이런 서비스를 위하여 상황인식, 상황에 따른 정보의 제공, 홈 서버에 데이터 축적 관리 등의 기능이 필요하다. 이를 위해 각종 센서를 이용하여 실시간 정보를 수집하여 상황을 요약, 분석 처리, 가공하여 인간이 관찰할 수 있도록 음성, 문자, 영상 등으로 바꾸어 알려주고 이를 제어할 수 있는 기능을 제공해야 한다. 이러한 요구사항을 바탕으로 본 논문에서 제안하는 상황인식기반 지능형 홈서비스 미들웨어를 유비쿼터스 홈 네트워크에 적용하여 미들웨어의 자체성능 및 효율성을 확인하고자 한다.

2. 시나리오 및 홈 장치 설정

본 논문에서 제안하는 상황인식기반 지능형 홈서비스 미들웨어는 5W1H(Who, What, Where, When, Why, How)[22] 형태로 상황정보 및 다양한 센서 정보를 관리한다. 미들웨어의 효율성을 확인하기 위하여 유비쿼터스 홈에 맞는 가상의 시나리오를 임의로 정했으며, 그 시나리오는 세 가족이 사는 한 모델하우스에 각 가족 구성원이 하루 24시간을 생활하는 상황을 인식하여 미리 지식 데이터베이스에 구축한 패턴정보를 추론 엔진인 JESS에 의하여 각 가족 구성원에 맞는 최적의 서비스를 제공한다. 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 적절할 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.

사용자의 PDA에는 모바일 RFID-READER가 장착되어 있으며 사용자는 PDA를 소지하고 모델하우스의 공간을 움직이면서 모델하우스의 공간과 디바이스에 부착된 RFID-TAG를 읽어 들이면서 위치, 시간 등의 정보를 인식하여 사용자에게 가장 필요하고 적절한 최적의 서비스를 제공받게 된다. 다음은 5W1H 유형의 상황정보와 내용이다.

표 2. 상황정보 유형

누가	아빠	엄마	아들					
언제	0시부터 24시까지							
어디서	현관	거실	안방	아빠서재	아들 방	주방	욕실	
무엇을	도어락	보일러	TV	에어컨	선풍기	오디오	노트북	컴퓨터
어떻게	켜다	끄다	연다					
왜	온도 높음	온도 낮음						

표 3. 상황정보 내용

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

위의 내용과 같이 모델하우스에 살고 있는 누가에 해당하는 가족 구성원이 언제에 해당하는 하루 24시간 동안 어디서에 해당하는 모델하우스 내의 각 위치에 서 무엇을에 해당하는 각 장비들이 어떻게와 왜에 해당하는 정보에 의해서 제어가 되며 이는 미리 정한 상황 시나리오에 의해 서비스 된다.

다음의 상황 시나리오에 의해 세 명의 PDA 사용자가 모델하우스의 전자제품을 각 시간대 및 장소 별로 가상의 상황을 미리 정한 후에 추론엔진인 JESS를 기반으로 이용할 수 있다. 효율적인 정보 이용을 위하여 상황 시나리오를 기반으로 한 지식 데이터베이스를 구축하여 각 시간에 여러 장소에 있는 각 사용자에게 맞는 최적의 서비스를 지능적으로 제공하게 된다.

표 4. 상황 시나리오

누가	연체	어디서	무엇을	어떻게	왜
아빠	7시	안방	TV	켜다	뉴스, 채널8
아빠	7시	안방	에어컨	켜다	온도 높음
아빠	8시	욕실	오디오	켜다	라디오, 뉴스
아빠	9시	주방	TV	켜다	스포츠, 채널10
아빠	9시	주방	선풍기	켜다	온도 높음
아빠	20시	현관	도어락	연다	
아빠	21시	주방	TV	켜다	뉴스, 채널8
아빠	21시	주방	선풍기	켜다	온도 높음
아빠	22시	거실	TV	켜다	뉴스, 채널8
아빠	22시	거실	보일러	켜다	온도 낮음
아빠	23시	아빠서재	노트북	켜다	
아들	7시	아들방	선풍기	켜다	온도 높음
아들	8시	거실	TV	켜다	뉴스, 채널8
아들	8시	거실	에어컨	켜다	온도 높음
아들	8시	거실	보일러	켜다	온도 높음
아들	9시	주방	선풍기	켜다	온도 높음
아들	18시	현관	도어락	연다	
아들	19시	아들방	컴퓨터	켜다	
아들	19시	아들방	선풍기	켜다	온도 높음
아들	20시	거실	TV	켜다	영화, 채널22
아들	20시	거실	보일러	켜다	온도 낮음
아들	22시	아들방	컴퓨터	켜다	
엄마	5시	안방	에어컨	켜다	온도 높음
엄마	5시	안방	오디오	켜다	CD, 2번장
엄마	6시	욕실	오디오	켜다	라디오, 토크쇼
엄마	7시	주방	TV	켜다	뉴스, 채널8
엄마	7시	주방	선풍기	켜다	온도 높음
엄마	8시	주방	TV	켜다	드라마, 채널9
엄마	8시	주방	선풍기	켜다	온도 높음
엄마	10시	거실	TV	켜다	드라마, 채널9
엄마	10시	거실	에어컨	켜다	온도 높음
엄마	10시	거실	보일러	켜다	온도 낮음
엄마	11시	거실	TV	켜다	영화, 채널19
엄마	11시	거실	에어컨	켜다	온도 높음
엄마	11시	거실	보일러	켜다	온도 낮음
엄마	12시	거실	TV	켜다	쇼핑, 채널9
엄마	12시	거실	에어컨	켜다	온도 높음
엄마	12시	거실	보일러	켜다	온도 낮음
엄마	13시	주방	TV	켜다	드라마, 채널9
엄마	13시	주방	선풍기	켜다	온도 높음
엄마	14시	안방	라디오	켜다	CD, 1번장
엄마	17시	안방	TV	켜다	뉴스, 채널8
엄마	17시	안방	에어컨	켜다	온도 높음
엄마	18시	거실	TV	켜다	뉴스, 채널8
엄마	19시	거실	TV	켜다	드라마, 채널9
엄마	19시	거실	에어컨	켜다	온도 높음
엄마	19시	거실	보일러	켜다	온도 낮음
엄마	20시	주방	TV	켜다	드라마, 채널9
엄마	21시	주방	선풍기	켜다	온도 높음
엄마	22시	주방	TV	켜다	드라마, 채널9
엄마	22시	주방	선풍기	켜다	온도 높음
엄마	23시	안방	TV	켜다	영화, 채널22

지능형 홈 상황인식 서비스를 위하여 다음과 같이 모델하우스에 각 장치를 구성하였다. 장치의 구성은 최대한 실제 생활과 비슷하게 하였으며, 각 상황에 맞게 상황인식 서비스를 할 수 있도록 하였다.



그림 1. 디바이스 구성 및 배치도

지능형 유비쿼터스 홈에서는 다양한 홈네트워킹 기술이 사용되어지고 있다. 이에 본 논문에서는 유선 통신기술로 PLC, 무선 통신기술로 USN 즉 Zigbee 통신을 손쉽게 적용할 수 있도록 확장 가능한 미들웨어를 설계하여 미들웨어 측면에서 디바이스들을 간편하게 제어할 수 있도록 하였다.

상황정보를 기반으로 상황인식 서비스를 위하여 일반 전자제품의 전원관리와 리모컨 관리를 위하여 적외선 통신과 PLC 관리를 동시에 가능토록 할 수 있는 통신 모듈을 선정하였으며 이를 관리할 수 있는 관리 프로그램을 구현하였다. 또한 일반 디바이스 구성 외에 USN 기반의 조명, 가스차단장치, 화재센서 등에 모듈을 선정하여 Zigbee 통신 프로토콜을 이용하여 제어 할 수 있는 관리 프로그램을 구현하였다.

3. 상황인식 시스템 구성도

본 연구에서는 유비쿼터스 홈 시스템을 구성하는 주요 기기에는 RFID 태그가 부착된다. 각 사용자의 PDA에 부착되어 있는 모바일 RFID 리더기는 특정 위치에서 RFID 태그를 감지하여 태그의 UID를 읽는다. PDA의 RFID 리더는 읽힌 RFID 태그 데이터를 TCP/IP 프로토콜을 통하여 상황인식 미들웨어로 전송하며, 태그의 UID와 PDA의 사용자 기본 정보를 바탕으로 추론 엔진인 JESS를 통하여 상황인식기반 지능형 홈서비스를 제공한다.

상황인식기반 지능형 홈서비스와 관련된 모든 설정 정보 및 JESS와 관련된 Templates, Facts, Rules 정보는 보다 편리한 관리를 위하여 지식 데이터베이스에 구축하여 추가, 수정, 삭제가 쉽도록 하였다. 또한 추론 작업을 통하여 생성된 추론 결과를 바탕으로 Context Service Server에 의해 해당된 장치에 명령 인자를 보내어 상황인식 기반 지능형 홈서비스를 사용자에게 제공한다.



그림 2. 상황인식 시스템 개념도

상황인식 시스템의 전체 구성은 사용자의 상황정보를 인식하는 Listener Server와 상황인식 미들웨어 엔진 처리부에 해당하는 Context Server, 인식된 상황정보를 기반으로 사용자에게 적절한 서비스를 제공하는 Context Service Server로 구성된다.

1) 상황인식 시스템 구성도

다음은 본 논문에서 구현하고자 하는 상황인식 시스템의 구성도이다. 시스템은 각 처리부를 통해서 센서된, 통합된, 추론된, 그리고 학습된 컨텍스트 정보 처리 또는 서비스하는 과정을 보여준다.

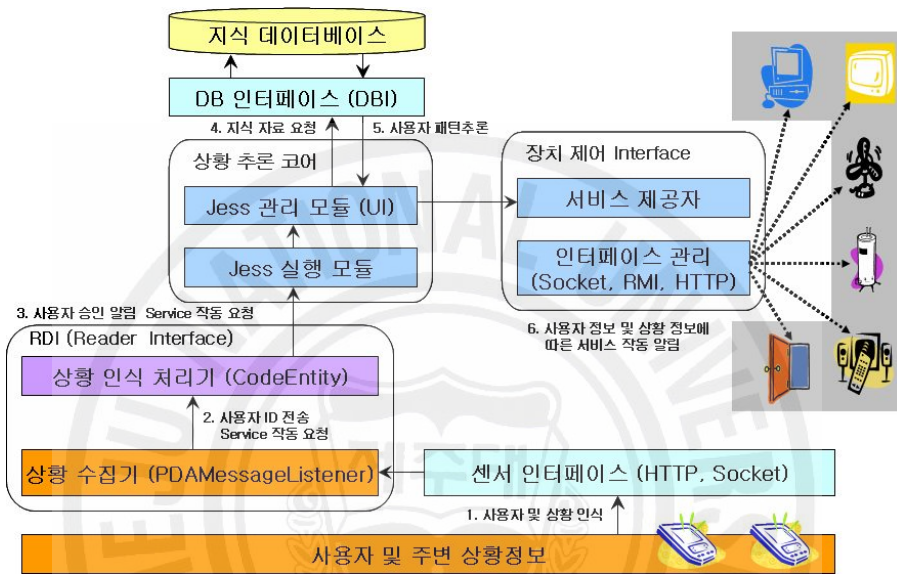


그림 3. 상황인식 시스템 구성도

제안하는 상황인식 시스템은 가상의 모델하우스에서 각 사용자들이 서비스를 이용하는데 있어 상황인식기반 지능형 홈서비스 미들웨어에서 처리하여 적절한 서비스를 제공하는 다섯 개의 단계별 처리과정으로 처리된다.

첫 번째 단계로 사용자 및 상황 인식 과정에서는 가상의 모델하우스에 상황인식 서비스를 요청하고 제공받기 위해서는 우선 사용자가 어느 공간에 있는지 인식하고 해당 서비스를 이용할 수 있는지에 대한 인증과정이 있어야 한다. 인증 처리는 가족 구성원이 갖고 있는 PDA에서 이뤄지며 PDA의 사용자 고유 정보가 미들웨어에 전송이 되면 지식 데이터베이스의 사용자 테이블에 등록되어 있는 인증과정에 대한 처리가 성공적으로 완료되면 서비스를 이용할 수 있다. 또한 사용자 인식과 함께 서비스를 이용하고자 하는 시간과 위치 등에 대한 상황정보가

함께 센서 인터페이스를 통하여 상황 수집기에 의해 수집된다.

두 번째 단계로 상황인식 과정에서는 사용자 및 상황 인식과정에서 얻어진 현재의 상황정보를 미들웨어가 전달받아 기초적인 상황정보로 1차 정리되며 이 정보는 귀납적인 추론엔진인 JESS에서 사용할 수 있도록 템플릿과 사실정보 형태로 지식 데이터베이스에 저장된다.

세 번째 단계로 상황 추론 과정에서는 상황 인식 과정에서 지식 데이터베이스에 저장된 현재의 상황정보를 기반으로 미리 구축된 사용자 패턴 정보 및 디바이스 정보를 기반으로 추론엔진인 JESS에 의해서 처리되며 이 결과는 사용자에게 적합한 서비스 정보로 제공된다.

네 번째 단계인 디바이스 제어 과정에서는 상황 인식 과정에서 결과로 출력된 서비스 제공 정보를 유비쿼터스 홈의 PLC 기반의 디바이스 관리와 USN 기반의 장비 관리 프로그램으로 전달되어 실제 디바이스를 제어할 수 있도록 한다.

끝으로 다섯 번째는 서비스 제공 과정으로 각종 통신 프로토콜 기반의 디바이스와 전자제품들을 이전 단계에서 인식된 상황정보를 기반으로 사용자에게 가장 필요한 형태로 서비스를 제공하는 단계이다.

그림 3의 상황인식 시스템 구성도를 구성하는 각 요소들은 단계별 처리과정을 세분화하여 각 단계별로 세부적으로 처리되는 사항이다.

사용자 및 주변 상황정보는 지능형 유비쿼터스 홈에서 상황인식 미들웨어를 통하여 최적의 서비스를 이용하는 사용자 및 상황정보로써, PDA를 소지하고 가상의 모델하우스 공간에 있는 객체이다. 상황 수집기는 PDA를 갖고 있는 사용자가 전자 제품에 있는 태그의 UID 정보를 인식처리 하는 모듈로 이 정보는 상황인식 Listener Server로 전송된다.

상황 인식 처리기는 상황인식 Listener Server 수집된 태그 UID와 PDA의 사용자 인증코드를 바탕으로 지식 데이터베이스에서 코드 자료를 분석하여 실제 사용자와 전자제품 장치 정보를 얻어 초기 컨텍스트 정보를 생성하고 분석 관리한다. 상황 추론 코어는 분석되어진 실제 사용자 정보와 장치 정보, 시간 및 온도 정보 등을 바탕으로 추론 엔진인 JESS를 통하여 사용자의 상황정보를 바탕으로 사용자에게 필요한 서비스를 귀납적으로 추론한다.

지식 데이터베이스는 JESS 엔진에서 초기화 자료로 이용되는 Template, Fact, Rule 정보를 저장하고 있는 데이터베이스로 상황 추론 코어에서 JESS 엔진을 기반으로 추론작업을 할 때 자료를 불러오며, 상황인식 미들웨어 및 시스템에서 관리되는 정보 및 지능형 유비쿼터스 홈에 필요한 각 디바이스 정보와 사용자의 정보, 가상의 모델하우스의 각 공간별 기본 정보를 저장하고 있다. 서비스 제공자는 상황 추론 코어에서 JESS 엔진을 기반으로 추론된 상황인식 결과 자료를 통하여 사용자에게 가장 관심 있고 필요한 서비스를 제공하기 위하여 PLC 및 USN 기반의 실제 디바이스를 제어할 수 있도록 한다.

본 논문에서 제안하는 상황인식 미들웨어는 사용자 위치정보, 디바이스의 상황 정보등 PDA 객체에서 수집된 정보를 RDI 처리부에서 TCP/IP 기반으로 PDAMessageListener에 의해 수신을 받아 CodeEntity와 지식 데이터베이스의 정보를 기반으로 사용자 인식 및 인증을 하고 현재의 상황정보를 저장 및 관리한다. 이 정보는 JESS 실행 모듈을 통하여 실제 추론 엔진인 JESS 엔진에서 상황 정보를 통하여 상황 인식 서비스 결과를 제공하며, 이러한 추론 처리는 RCP 기반의 JessUI 관리 모듈에서 전체적으로 관리된다. JESS 실행 모듈에서 결과로 제공된 서비스 자료는 Device 제어 응용으로 전달되어 지능형 유비쿼터스 홈을 구성하고 있는 각종 전자제품과, 기타 디바이스들을 제어한다.

2) 상황인식 미들웨어 모듈 구성도

그림 4는 본 논문에서 구현하고자 하는 상황인식 미들웨어의 모듈 구성도이다.

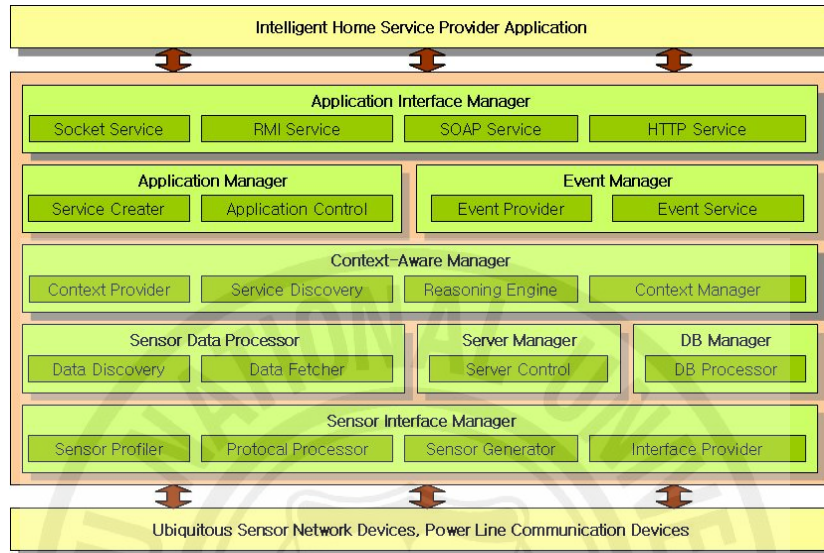


그림 4. 상황인식 미들웨어 모듈 구성도

Sensor Interface Manager는 USN 및 PLC등 센서로 부터 수집된 정보를 관리 하며 센서의 프로파일과 프로토콜을 효율적으로 관리하여 다양한 센서들을 추가 제어 할 수 있으며 Sensor Data Processor는 센서로 부터 수집된 정보를 미들웨어에서 다양한 형태로 처리할 수 있도록 하고 DB Manager는 상황 인식 처리를 위한 지식 데이터베이스의 커넥션 정보를 기반으로 다양한 형태로 정보를 제공할 수 있도록 하고 또한 시스템 정지 등으로 인한 데이터 손실을 방지하기 위하여 데이터베이스의 백업을 관리한다.

Context-Aware Manager는 상황 인식 미들웨어의 핵심적인 모듈로 상황정보를 관리하고 추론 엔진을 기반으로 사용자에게 최적의 서비스 정보를 취득하며 Application Manager와 Event Manager는 추론된 서비스정보를 바탕으로 사용자에게 제공하는 응용 서비스를 관리하며 Application Interface Manager는 사용자에게 제공되는 응용 서비스 정보를 다양한 통신 인터페이스에 의해서 실질적으로 서비스를 제공할 수 있도록 하여 다양한 환경으로의 확장을 가능하도록 한다.

4. 상황정보 설계

본 논문의 중요한 초점은 상황정보를 효율적으로 관리하여 사용자에게 맞는 적절한 서비스를 최대한 신속하게 제공할 수 있도록 설계하는 것이다. 이를 위하여 체계적인 상황정보 관리와 신속한 추론을 위하여 JESS를 사용하였으며, 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 나누어 관리 및 처리한다.

1) 템플릿 (Template)

JESS의 템플릿 정보는 Java의 클래스 선언과 유사한 것으로 슬롯(SLOT)을 기반으로 복잡한 사실과 규칙정보를 보다 간결하고, 명백하게 필드기반으로 관리할 수 있도록 관련 기술을 제공한다. 다음은 설계한 템플릿 정보이다.

표 5. 템플릿 정보

NAME	SLOT								
도어락 상황정보	상태	위치	디바이스						
dlock	status	location	device						
도어락 상황설정	사람	위치	인증번호	디바이스					
dlock-set	dlock-person	dlock-location	dlock-num(Int)	dlock-device					
보일러 상황정보	상태	위치	디바이스						
boil	status	location	device						
보일러 상황설정	사람	위치	온도	디바이스					
boil-set	boil-person	boil-location	boil-temperature(Int)	boil-device					
TV 상황정보	상태	채널	위치	디바이스					
tv	status	channel	location	device					
TV 상황설정	사람	위치	채널	방송장르	방송종류	방송시작 시간	방송종료 시간	디바이스	
tv-set	tv-person	tv-location	tv-channel	tv-title	tv-genre	tv-start-time(Int)	tv-end-time(Int)	tv-device	
에어컨 상황정보	상태	위치	디바이스						
airc	status	location	device						
에어컨 상황설정	사람	위치	온도	디바이스					
airc-set	airc-person	airc-location	airc-temperature(Int)	airc-device					
선풍기 상황정보	상태	위치	디바이스						
elec	status	location	device						
선풍기 상황설정	사람	위치	온도	디바이스					
elec-set	elec-person	elec-location	elec-temperature(Int)	elec-device					
오디오 상황정보	상태	사용유형	위치	디바이스					
audio	status	gubun	location	device					
오디오 상황설정	사람	위치	사용유형	제목	장르	사용시작 시간	사용종료 시간	디바이스	
audio-set	audio-person	audio-location	audio-gubun	audio-title	audio-genre	audio-start-time(Int)	audio-end-time(Int)	audio-device	
노트북 상황정보	상태	사용유형	위치	디바이스					
noteb	status	gubun	location	device					
노트북 상황설정	사람	위치	사용유형	사용시작 시간	사용종료 시간	디바이스			
noteb-set	noteb-person	noteb-location	noteb-gubun	noteb-start-time(Int)	noteb-end-time(Int)	noteb-device			
컴퓨터 상황정보	상태	사용유형	위치	디바이스					
comp	status	gubun	location	device					
컴퓨터 상황설정	사람	위치	사용유형	사용시작 시간	사용종료 시간	디바이스			
comp-set	comp-person	comp-location	comp-gubun	comp-start-time(Int)	comp-end-time(Int)	comp-device			
유저-보일러-SET	사람	위치	온도	디바이스					
user-boil-set	person	location	temperature(Int)	device					
유저-TV-상황설정	사람	위치	시청하는 장르	사용하는 시간	시청하는 채널	디바이스			
user-tv-set	person	location	genre	temporal-duration(Int)	tv-channel	device			
유저-에어컨-상황설정	사람	위치	온도	디바이스					
user-airc-set	person	location	temperature(Int)	device					
유저-선풍기-상황설정	사람	위치	온도	디바이스					
user-elec-set	person	location	temperature(Int)	device					
유저-오디오-상황설정	사람	위치	사용하는 유형	사용하는 시간	디바이스				
user-audio-set	person	location	gubun	temporal-duration(Int)	device				
유저-노트북-상황설정	사람	위치	사용하는 시간	디바이스					
user-noteb-set	person	location	temporal-duration(Int)	device					
유저-컴퓨터-상황설정	사람	위치	사용하는 시간	디바이스					
user-comp-set	person	location	temporal-duration(Int)	device					
상황정보	사람	위치	시간	온도	디바이스				
enter	person	location	time(Int)	temperature	device				

2) 사실 (Fact)

JESS의 사실정보는 JESS 엔진 내 워킹메모리에 저장되는 상황자료의 기본 단위로써 독립적으로 관리되는 최소의 단위이다. JESS 엔진은 사실정보를 기반으로 지능형 상황인식 서비스 추론과 관련된 모든 상황정보를 관리한다. 다음은 설계한 사실 정보이다.

표 6. 사실 정보

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
아빠-보일러-SET	father-boil-set	아빠가 보일러를 사용하는 사실
엄마-보일러-SET	mother-boil-set	엄마가 보일러를 사용하는 사실
아들-보일러-SET	son-boil-set	아들이 보일러를 사용하는 사실
아빠-TV-SET	father-tv-set	아빠가 TV를 사용하는 사실
엄마-TV-SET	mother-tv-set	엄마가 TV를 사용하는 사실
아들-TV-SET	son-tv-set	아들이 TV를 사용하는 사실
아빠-에어컨-SET	father-airc-set	아빠가 에어컨을 사용하는 사실
엄마-에어컨-SET	mother-airc-set	엄마가 에어컨을 사용하는 사실
아들-에어컨-SET	son-airc-set	아들이 에어컨을 사용하는 사실
아빠-선풍기-SET	father-elec-set	아빠가 선풍기를 사용하는 사실
엄마-선풍기-SET	mother-elec-set	엄마가 선풍기를 사용하는 사실
아들-선풍기-SET	son-elec-set	아들이 선풍기를 사용하는 사실
아빠-오디오-SET	father-audio-set	아빠가 오디오를 사용하는 사실
엄마-오디오-SET	mother-audio-set	엄마가 오디오를 사용하는 사실
아들-오디오-SET	son-audio-set	아들이 오디오를 사용하는 사실
아빠-노트북-SET	father-noteb-set	아빠가 노트북을 사용하는 사실
엄마-노트북-SET	mother-noteb-set	엄마가 노트북을 사용하는 사실
아들-노트북-SET	son-noteb-set	아들이 노트북을 사용하는 사실
아빠-컴퓨터-SET	father-comp-set	아빠가 컴퓨터를 사용하는 사실
엄마-컴퓨터-SET	mother-comp-set	엄마가 컴퓨터를 사용하는 사실
아들-컴퓨터-SET	son-comp-set	아들이 컴퓨터를 사용하는 사실

가상의 모델하우스에 살고 있는 가족 구성원인 아빠, 엄마, 아들이 집안에 있는 각종 전자제품을 이용하는 패턴정보를 사실정보로 설계하였다.

3) 규칙 (Rule)

규칙 정보는 JESS의 워킹메모리에 저장되는 사실정보를 기반으로 추론작업을 걸쳐 결론적인 가상의 모델하우스에서 생활하고 있는 각 사용자에게 상황인식 서비스 정보를 추출하기 위하여 설정되는 정보이다. 다음은 설계한 규칙 정보이다.

표 7. 규칙 정보

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 설정
오디오	audio-off-by-set	사용 시간이 아니면 OFF
노트북	noteb-on-by-set	사용 시각에 맞춰 ON
노트북	noteb-off-by-set	사용 종료 시각에 맞춰 OFF
컴퓨터	comp-on-by-set	사용 시각에 맞춰 ON
컴퓨터	comp-off-by-set	사용 종료 시각에 맞춰 OFF

가상의 모델하우스에 배치되어 있는 전자제품의 ON/OFF와 리모컨 기반의 추가적인 제어정보 그리고 온도와 관련되어 있는 에어컨과 선풍기, 사용자의 인증 코드 정보가 필요한 입구의 도어락등을 사용자의 별도 제어 없이 현재의 특정 상황을 인식하여 서비스 할 수 있도록 규칙 정보를 설계하였다.

또한 서비스를 제공함에 있어 각 사용자가 동일한 시간에 동일한 공간에 있을 때 혹은 동일한 시간에 서로 다른 공간에 있는 때 등 다양한 상황에 따라 각 사용자에게 알맞은 최적의 서비스를 제공할 수 있도록 사실정보를 설계하여 기존에 규칙정보에 의해 처리 할 수 있도록 함으로써 지능적인 서비스를 제공할 수 있도록 하였다.

5. 데이터베이스 설계

표 8은 상황인식 서비스에서 이용되는 각종 정보들을 저장 및 관리 하는 테이블 정보이며 지능형 유비쿼터스 홈의 각종 센서 및 리더 장비와 각종 디바이스에 부착되어 있는 태그 정보, 각종 서비스를 제공하기 위한 정보들의 관리를 체계적이고 효율적으로 사용할 수 있도록 표. 9의 테이블 레이아웃을 구축하였다.

표 8. 테이블 정보

Table ID	Table 명
TB_Sensor	센서 (리더) 관리 테이블
TB_TagCode	태그 관리 테이블
TB_Pcode	사람 코드 관리 테이블
TB_Dcode	장치 코드 관리 테이블
TB_Lcode	위치 코드 관리 테이블
TB_Fact	상황인식 사실정보 테이블
TB_Rule	상황인식 규칙정보 테이블
TB_Template	상황인식 템플릿 테이블
TB_ActInfo	이력 관리 테이블

표 9. 테이블 레이아웃

Table ID	칼럼ID	칼럼명	TYPE	길이	NULL	비고
TB_Sensor	senser_ip	센서 고유번호	varchar	30	Not Null	PK
TB_Sensor	per_cd	사람 구분코드	char	2	Not Null	
TB_Sensor	sensor_md	센서 모델명	varchar	50	Null	
TB_TagCode	tag_cd	태그 값	char	8	Not Null	PK
TB_TagCode	dev_cd	장치 코드	char	2	Not Null	
TB_TagCode	loc_cd	장소 코드	char	2	Not Null	
TB_TagCode	state	장치 상태 정보	char	1	Not Null	
TB_Pcode	per_cd	사람 코드	char	2	Not Null	PK
TB_Pcode	per_nm	사람 이름	varchar	30	Not Null	
TB_Dcode	dev_cd	장치 코드	char	2	Not Null	PK
TB_Dcode	dev_nm	장치 이름	varchar	30	Not Null	
TB_Lcode	loc_cd	장소 코드	char	2	Not Null	PK
TB_Lcode	loc_nm	장소 이름	varchar	30	Not Null	
TB_Fact	fact	사실정보	text		Not Null	
TB_Rule	rule	규칙정보	text		Not Null	
TB_Template	temp	템플릿 정보	text		Not Null	
TB_ActInfo	tag_cd	태그 코드	char	8	Not Null	
TB_ActInfo	dev_cd	장치 코드	char	2	Not Null	
TB_ActInfo	loc_cd	장소 코드	char	2	Not Null	
TB_ActInfo	state	장치 상태정보	char	1	Not Null	
TB_ActInfo	read_tm	태그 읽은 시간	date		Not Null	

6. 미들웨어 패키지 설계

본 논문에서는 상황인식기반 지능형 홈서비스를 제공하기 위하여 다음과 같은 프레임워크를 제안한다. 이는 지능형 유비쿼터스 환경에서 Java와 JESS 기반의 상황인식과 RCP 플러그인 형태의 개발방법을 이용하여 확장 가능한 미들웨어를 설계 및 구현하고자 한다. 제안하는 프레임워크는 사용자가 디바이스나 미들웨어를 최소한으로 관리하여 운영될 수 있도록 하였으며, RCP를 이용하여 자연스러운 UI기반의 관리 도구를 개발하여 디바이스의 관리 및 JESS의 템플릿, 사실, 규칙정보의 관리와 미들웨어 처리사항을 모니터링 할 수 있도록 하였다.

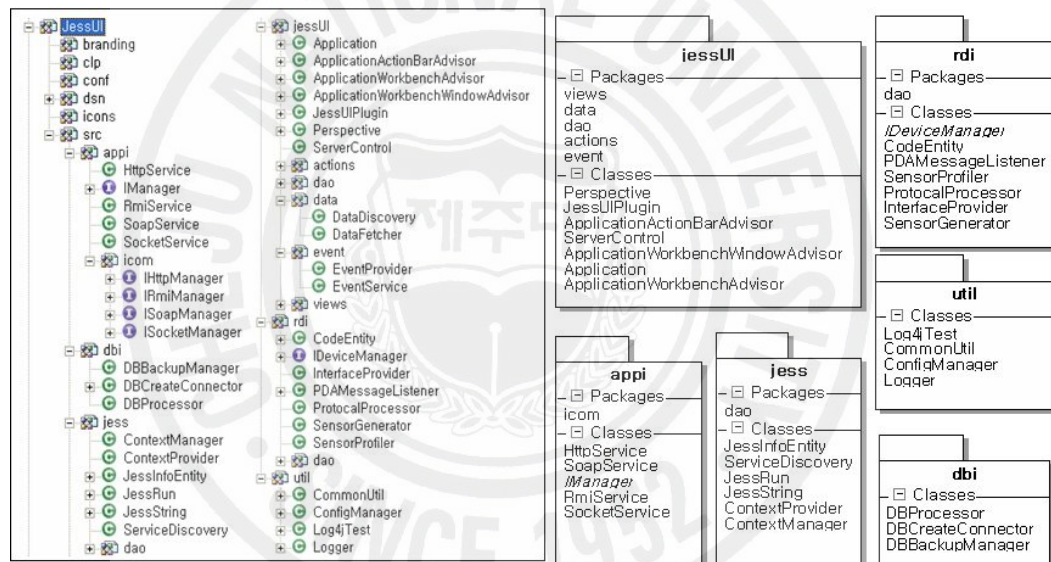


그림 5. 상황인식 프레임워크 및 패키지 다이어그램

RDI 패키지는 리더 인터페이스와 관련된 클래스로 구성되며, JessUI 패키지는 RCP 기술을 적용하여 미들웨어를 관리하는 클래스로 구성되고 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 구성되고 DBI는 지식 데이터베이스 관리와 관련된 클래스로 구성된다.

1) RDI 패키지

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

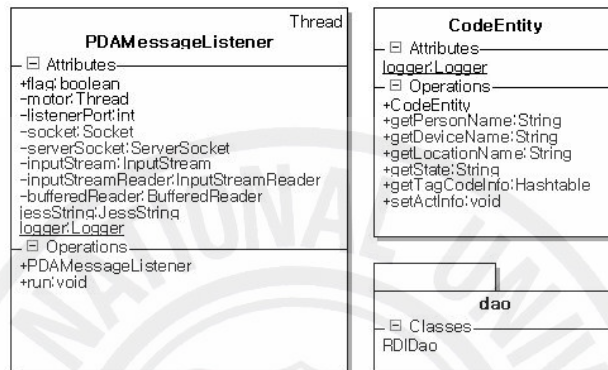


그림 6. RDI 패키지 다이어그램

표 10. RDI 패키지

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

RDI 패키지의 PDAMessageListener는 다음과 같이 리스너 포트를 생성하여 TCP/IP를 통해서 사용자의 PDA에 장착된 리더기로부터 태그를 받아들인다.

```
serverSocket = new ServerSocket(listenerPort);
```

그리고 CodeEntity는 다음과 같이 리더기로부터 받은 해당 태그 코드를 바탕으로, RDIDao에 의해 관련된 정보(사용자명, 장치명, 장치위치)를 데이터베이스로부터 취득한다.

```
rsHash = ce.getTagCodeInfo(tagcode);
```

끝으로 RDI 패키지는 분석된 정보를 바탕으로 JESS 패키지의 추론 클래스를 호출한다.

```
JessRun jr = new JessRun();
```

```
jr.set_Action(person_name, location_name, current_time, temperature, device_name);
```

2) JessUI 패키지

JessUI는 Eclipse RCP를 이용하여 RDI에서 수집된 상황정보를 바탕으로 상황을 인식하여 JESS에서 추론 및 서비스하는 모든 처리를 UI기반으로 관리한다.

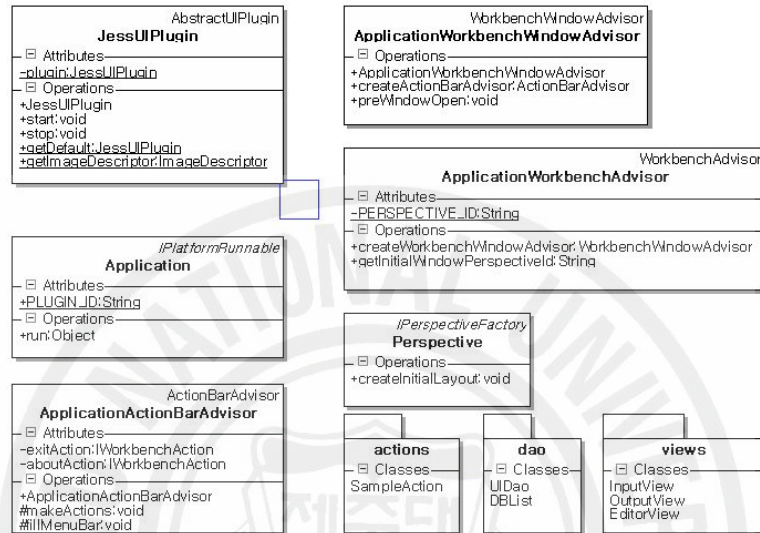


그림 7. JessUI 패키지 다이어그램

표 11. JessUI 패키지

Application	RCP 메인 클래스
ApplicationActionBarAdvisor	RCP의 메뉴와 툴바를 구성하고 액션을 등록하는 클래스
ApplicationWorkbenchAdvisor	RCP 초기화 클래스
ApplicationWorkbenchWindowAdvisor	RCP 윈도우가 화면에 보이기 전에 RCP의 윈도우 크기와 메뉴 및 툴바를 설정하는 클래스
JessUIPlugin	RCP을 시작하고 끝내고 OSGi 번들을 불러내는 클래스
Perspective	RCP에서 보여 질 View 창의 위치와 크기를 정하는 클래스
InputView	사용자가 임의적으로 JESS를 구동할 수 있는 입력 창을 보여주는 클래스
EditorView	User가 직접 데이터베이스에 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 관리하는 클래스
DBList	EditorView 값을 데이터베이스에 저장시키거나, 데이터베이스에 저장되어 있는 값을 읽어오는 클래스
UIDao	DB에 접속하여 DBList에 있는 메소드를 재 정의하는 클래스
SampleAction	툴바와 메뉴에 있는 JessStart를 처리하는 클래스

3) JESS 패키지

RDI와 JessUI에서 수집된 상황정보인 사실정보를 추론엔진인 JESS로 전달되어 JESS 엔진내의 템플릿과 규칙정보에 의해서 상황인식 처리와 서비스 정보를 추론한다. Java 기반으로 제작된 JESS는 Java 언어로 작성된 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. 이러한 특성을 이용하여 프레임워크에 JESS엔진을 포함시켰으며 JessRun에서 엔진을 실행하여 Dao에 의해 지식 데이터베이스와 연계하여 실행된다.

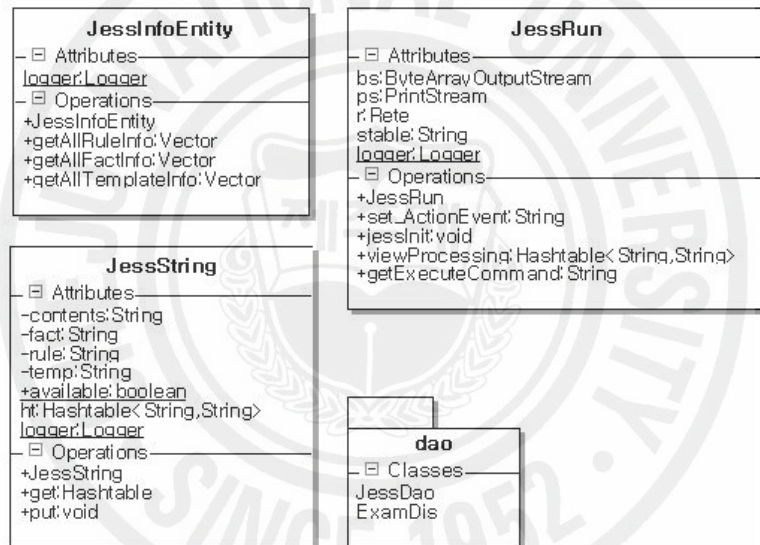


그림 8. JESS 패키지 다이어그램

표 12. JESS 패키지

JessInfoEntity	JESS와 관련된 데이터베이스를 액세스하기 위한 인터페이스 제공 클래스
JessRun	실제 JESS 추론 작업을 하는 클래스
JessString	JESS에서 추론에 필요한 템플릿, 사실, 규칙 정보를 관리하는 클래스
JessDao	JESS 템플릿, 사실, 규칙 정보를 실제 데이터베이스에서 액세스 하는 클래스

4) UTIL 패키지

UTIL은 프레임워크 구동에 있어서 필요한 공통 클래스와 프레임워크 설정에 필요한 환경파일을 로딩하여 세팅하며 프레임워크의 전체 처리사항에 대한 로그를 관리한다.

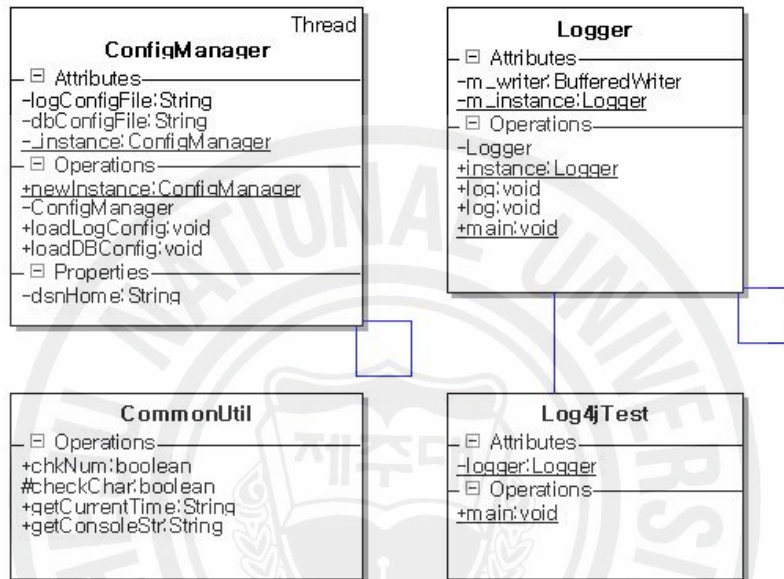


그림 9. UTIL 패키지 다이어그램

표 13. UTIL 패키지

ConfigManager	환경파일을 참조하여 시스템을 설정하는 클래스
CommonUtil	공통 유틸리티 클래스
Logger	프레임워크의 모든 처리사항에 대한 Log를 관리하는 클래스

5) DBI 패키지

DBI는 database.conf 설정 파일의 DBMS 설정 정보를 읽어 DB 커넥터를 생성하여 반환하며, 이 커넥션 정보를 기반으로 프레임워크내의 중요한 역할을 담당하고 있는 지식 데이터베이스를 DB 제어 관리 명령어를 이용하여 관리한다.

표 14. DBI 패키지

DBCreateConnector	Database Connector 생성 하는 클래스
-------------------	------------------------------

DBI 패키지의 DBCreateConnector는 처음으로 지식 데이터베이스를 접속하기 위하여 데이터베이스 환경파일을 읽어 드린다.

```
String dsn_HOME = System.getProperty("DSN_HOME");  
String dbConfLocation = dsn_HOME + "/conf/database.conf";
```

다음으로 파일로부터 읽은 데이터베이스 접속 정보를 다음과 같이 취득한다.

```
meta_db_name = props.getProperty("database.metadata");  
driver = props.getProperty(meta_db_name + ".driver");  
meta_db_url = props.getProperty(meta_db_name + ".url");  
meta_db_id = props.getProperty(meta_db_name + ".id");  
meta_db_password = props.getProperty(meta_db_name + ".password");
```

끝으로 취득한 접속 정보를 바탕으로 데이터베이스 커넥션 객체를 취득한다.

```
Class.forName(driver);  
conn = DriverManager.getConnection(meta_db_url, meta_db_id,  
                                  meta_db_password);
```

IV. 시스템 구현 및 테스트

이 장에서는 III장에서 제안한 상황인식기반 지능형 홈서비스 미들웨어를 구현하여 미들웨어의 효율성 및 미들웨어의 자체 테스트를 위해 수행한 결과를 분석한다.

1. 구현 환경

본 논문에서 제안한 상황인식기반 지능형 홈서비스 미들웨어는 다음 환경에서 구현하였다.

표 15. 시스템 구현 환경

구 분	하드웨어	소프트웨어	비 고
Server System	AMD Athlon(tm) 64 X2 Dual Core 3800+ 2.01GHz RAM 1024MB	Microsoft Windows XP Pro Sun Java SDK 1.5.0_07 Eclipse SDK 3.1	Java 이용
Middleware System	AMD Athlon(tm) 64 3200+ 2.01GHz RAM 1024MB	Microsoft Windows XP Pro Sun Java SDK 1.5.0_07 Eclipse SDK 3.1 JESS 6.1	Java 이용
Mobile PDA System	HP iPAQ hx2750 Intel(R) PXA270 iPAQ Wireless RAM 128MB	Microsoft Windows CE 4.21 Microsoft .NET compact Framework	C#, CE.NET 이용
Service Control System	AMD Athlon(tm) 64 3000+ 1.81GHz RAM 2048MB	Microsoft Windows XP Pro Microsoft Visual Studio 6.0	Visual Basic 6.0 이용

본 연구에서 제안하고자 하는 시스템 개발의 중점은 홈서비스의 다양한 상황을 인식하여 사용자에게 가장 적절한 서비스를 추론하여 제공하는 것이다.

이를 위해 표 15와 같이 서버 시스템, 미들웨어 시스템, 모바일 PDA 시스템, 서비스 제어 시스템으로 구분하여 개발하고, 표 16의 홈센서 장치를 선정하여 테스트를 위한 상황을 만들어 상황인식기반의 미들웨어에 대한 효율성을 시험 하였다.

표 16. 홈센서 장치 구성

모델명	명칭	기술구분	장비 수
PHN-SC02	가전기기 제어용 전원 콘센트	PLC	2
PHN-IR01	가전기기 제어용 원격제어 리모컨	PLC	1
ZGS-KDC	가스차단장치	Zigbee	1
ZFS-GS	화재센서	Zigbee	1
ZLT-WT	전등스위치	Zigbee	2
ZDL-DK	도어락	Zigbee	1
ZRL-WT	릴레이노드 기반 전원 콘센트	Zigbee	1
SRG-T100	홈 게이트웨이	Zigbee	1



그림 10. 홈센서 장치

위와 같이 디지털 홈 시스템 장비를 가상의 모델하우스에 최대한 활용하여 실제 생활과 비슷하게 구성하고 이를 구동하여 PLC 및 Zigbee 장치들을 제어할 수 있도록 관리 프로그램을 구현하였다.

2. 미들웨어 실행을 위한 상황정보 모델링

1) 템플릿 정보 모델링

그림 11은 JESS의 템플릿 내역을 조회하는 화면이며 표 18과 표 19는 설계 자료를 바탕으로 모델링하여 구축한 템플릿 내역이다.

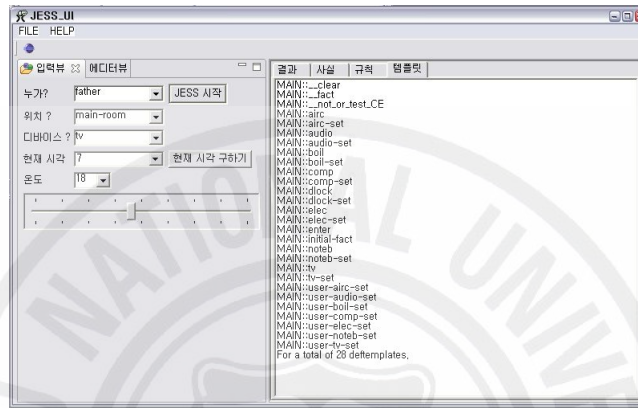


그림 11. 템플릿 내역 조회 화면

표 17. 템플릿(Template) 내역-1

<pre> :: 도어락 상황정보 템플릿 필드 설정 (deftemplate dlock (slot status) ;;상태 (slot location) ;;위치 (slot device) ;;디바이스 :: 도어락 상황설정 템플릿 필드 설정 (deftemplate dlock-set (slot dlock-location) ;;위치 (slot dlock-num (type INTEGER)) ;;인증번호 (slot dlock-device) ;;디바이스 :: 보일러 상황정보 템플릿 필드 설정 (deftemplate boil (slot status) ;;상태 (slot location) ;;위치 (slot device) ;;디바이스 :: 보일러 상황설정 템플릿 필드 설정 (deftemplate boil-set (slot boil-person) ;;누가 (slot boil-location) ;;위치 (slot boil-temperature (type INTEGER)) ;;온도 (slot boil-device) ;;디바이스 :: 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) ;;방송프로그램 (slot tv-genre) ;;방송장르 (slot tv-start-time (type INTEGER)) ;;방송시작 시간 (slot tv-end-time (type INTEGER)) ;;방송종료 시간 (slot tv-device) ;;디바이스 </pre>	<pre> :: 에어컨 상황정보 템플릿 필드 설정 (deftemplate airc (slot status) ;;상태 (slot location) ;;위치 (slot device) ;;디바이스 :: 에어컨 상황설정 템플릿 필드 설정 (deftemplate airc-set (slot airc-person) ;;누가 (slot airc-location) ;;위치 (slot airc-temperature (type INTEGER)) ;;온도 (slot airc-device) ;;디바이스 :: 선풍기 상황정보 템플릿 필드 설정 (deftemplate elec (slot status) ;;상태 (slot location) ;;위치 (slot device) ;;디바이스 :: 선풍기 상황설정 템플릿 필드 설정 (deftemplate elec-set (slot elec-person) ;;누가 (slot elec-location) ;;위치 (slot elec-temperature (type INTEGER)) ;;온도 (slot elec-device) ;;디바이스 :: 오디오 상황정보 템플릿 필드 설정 (deftemplate audio (slot status) ;;상태 (slot gubun) ;;사용유형 (slot location) ;;위치 (slot device) ;;디바이스 :: 오디오 상황설정 템플릿 필드 설정 (deftemplate audio-set (slot audio-person) ;;누가 (slot audio-location) ;;위치 (slot audio-gubun) ;;사용유형 (slot audio-title) ;; 제목 (slot audio-start-time (type INTEGER)) ;;사용시작 시간 (slot audio-end-time (type INTEGER)) ;;사용종료 시간 (slot audio-device) ;;디바이스 </pre>
--	--

표 18. 템플릿(Template) 내역-2

<pre> :: 노트북 상황정보 템플릿 필드 설정 (deftemplate noteb (slot status) ;;상태 (slot gubun) ;;사용유형 (slot location) ;;위치 (slot device) ;;디바이스 :: 노트북 상황설정 템플릿 필드 설정 (deftemplate noteb-set (slot noteb-person) ;;누가 (slot noteb-location) ;;위치 (slot noteb-gubun) ;;사용유형 (slot noteb-start-time (type INTEGER)) ;;사용시작 시간 (slot noteb-end-time (type INTEGER)) ;;사용종료 시간 (slot noteb-device) ;;디바이스 :: 컴퓨터 상황정보 템플릿 필드 설정 (deftemplate comp (slot status) ;;상태 (slot gubun) ;;사용유형 (slot location) ;;위치 (slot device) ;;디바이스 :: 컴퓨터 상황설정 템플릿 필드 설정 (deftemplate comp-set (slot comp-person) ;;누가 (slot comp-location) ;;위치 (slot comp-gubun) ;;사용유형 (slot comp-start-time (type INTEGER)) ;;사용시작 시간 (slot comp-end-time (type INTEGER)) ;;사용종료 시간 (slot comp-device) ;;디바이스 :: 유저-보일러-SET 템플릿 필드 설정 (deftemplate user-boil-set (slot person) ;;사람 (slot location) ;;위치 (slot temperature (type INTEGER)) ;;온도 (slot device) ;;디바이스 :: 유저-TV-SET 템플릿 필드 설정 (deftemplate user-tv-set (slot person) ;;사람 (slot location) ;;위치 (slot genre) ;;시청하는 장르 (slot temporal-duration (type INTEGER)) ;;사용하는시간 (slot channel) ;;시청하는 채널 (slot device) ;;디바이스 </pre>	<pre> :: 유저-에어컨-SET 템플릿 필드 설정 (deftemplate user-airc-set (slot person) ;;사람 (slot location) ;;위치 (slot temperature (type INTEGER)) ;;온도 (slot device) ;;디바이스 :: 유저-선풍기-SET 템플릿 필드 설정 (deftemplate user-elec-set (slot person) ;;사람 (slot location) ;;위치 (slot temperature (type INTEGER)) ;;온도 (slot device) ;;디바이스 :: 유저-오디오-SET 템플릿 필드 설정 (deftemplate user-audio-set (slot person) ;;사람 (slot location) ;;위치 (slot gubun) ;;사용하는 유형 (slot temporal-duration (type INTEGER)) ;;사용하는시간 (slot device) ;;디바이스 :: 유저-노트북-SET 템플릿 필드 설정 (deftemplate user-noteb-set (slot person) ;;사람 (slot location) ;;위치 (slot temporal-duration (type INTEGER)) ;;사용하는시간 (slot device) ;;디바이스 :: 유저-노트북-SET 템플릿 필드 설정 (deftemplate user-comp-set (slot person) ;;사람 (slot location) ;;위치 (slot temporal-duration (type INTEGER)) ;;사용하는시간 (slot device) ;;디바이스 :: 상황정보 (deftemplate enter (slot person) ;;사람 (slot location) ;;위치 (slot time (type INTEGER)) ;;사용하는 시간 (slot temperature (type INTEGER)) ;;온도 (slot device) ;;디바이스 </pre>
--	---

템플릿 정보는 크게 홈센서 장치와 관련된 device 템플릿 정보, 홈센서 장치를 이용하는 사용자와 관련된 user 템플릿 정보, 현재의 상황정보를 관리하는 enter 템플릿 정보로 나뉘어 관리된다.

제안하는 상황인식 미들웨어에서 처리되는 상황정보를 보다 효율적으로 관리하기 위하여 사실정보와 규칙정보를 이용한 논리 기반 모델을 사용하고 있으며 이러한 모델을 JESS 추론엔진을 이용하여 구현하였다. 또한 위와 같이 JESS의 템플릿 관리 기술을 이용하여 대량의 상황정보 즉 사실정보와 규칙정보를 일반 스트링 형태가 아닌 보다 명확한 필드 형태 구분하여 체계적으로 관리함으로써 신속하고 정확한 추론을 할 수 있도록 구현하였다.

2) 사실 정보 모델링

그림 12는 사실 내역을 조회하는 화면이며, 사실 탭을 누르면 지식 데이터베이스에 저장되어 있는 JESS의 사실정보를 보여준다. 템플릿 정보 관리와 동일하게 JESS와 연동 되어 실시간으로 처리되는 사실 정보를 조회 할 수 있다. 표20에서 표22는 실제 모델링하여 구축한 JESS의 사실 내역이다.

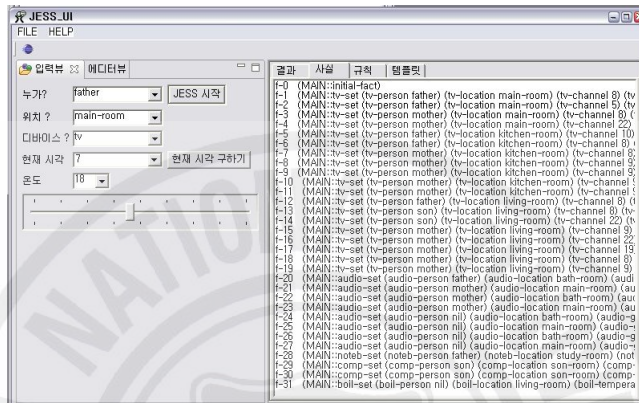


그림 12. 사실 내역 조회 화면

표 19. 사실(Fact) 내역-1

Fact ID	Fact Name	Fact Parameters
F-0	(MAIN:initial-fact)	
F-1	(MAIN:tv-set (tv-person father) (tv-location main-room) (tv-channel 8) (tv-title M-News) (tv-genre news) (tv-start-time 9) (tv-end-time 9) (tv-device tv))	(tv-person father) (tv-location main-room) (tv-channel 8) (tv-title M-News) (tv-genre news) (tv-start-time 9) (tv-end-time 9) (tv-device tv)
F-2	(MAIN:tv-set (tv-person father) (tv-location main-room) (tv-channel 5) (tv-title C-MMOive) (tv-genre mmovie) (tv-start-time 24) (tv-end-time 01) (tv-device tv))	(tv-person father) (tv-location main-room) (tv-channel 5) (tv-title C-MMOive) (tv-genre mmovie) (tv-start-time 24) (tv-end-time 01) (tv-device tv)
F-3	(MAIN:tv-set (tv-person mother) (tv-location main-room) (tv-channel 8) (tv-title L-News) (tv-genre news) (tv-start-time 16) (tv-end-time 18) (tv-device tv))	(tv-person mother) (tv-location main-room) (tv-channel 8) (tv-title L-News) (tv-genre news) (tv-start-time 16) (tv-end-time 18) (tv-device tv)
F-4	(MAIN:tv-set (tv-person mother) (tv-location main-room) (tv-channel 22) (tv-title K-Movie) (tv-genre movie) (tv-start-time 22) (tv-end-time 24) (tv-device tv))	(tv-person mother) (tv-location main-room) (tv-channel 22) (tv-title K-Movie) (tv-genre movie) (tv-start-time 22) (tv-end-time 24) (tv-device tv)
F-5	(MAIN:tv-set (tv-person father) (tv-location kitchen-room) (tv-channel 10) (tv-title K-Sports) (tv-genre sports) (tv-start-time 9) (tv-end-time 10) (tv-device tv))	(tv-person father) (tv-location kitchen-room) (tv-channel 10) (tv-title K-Sports) (tv-genre sports) (tv-start-time 9) (tv-end-time 10) (tv-device tv)
F-6	(MAIN:tv-set (tv-person mother) (tv-location kitchen-room) (tv-channel 8) (tv-title D-News) (tv-genre news) (tv-start-time 21) (tv-end-time 22) (tv-device tv))	(tv-person mother) (tv-location kitchen-room) (tv-channel 8) (tv-title D-News) (tv-genre news) (tv-start-time 21) (tv-end-time 22) (tv-device tv)
F-7	(MAIN:tv-set (tv-person mother) (tv-location kitchen-room) (tv-channel 8) (tv-title M-News) (tv-genre news) (tv-start-time 7) (tv-end-time 9) (tv-device tv))	(tv-person mother) (tv-location kitchen-room) (tv-channel 8) (tv-title M-News) (tv-genre news) (tv-start-time 7) (tv-end-time 9) (tv-device tv)
F-8	(MAIN:tv-set (tv-person mother) (tv-location kitchen-room) (tv-channel 9) (tv-title K-Drama) (tv-genre drama) (tv-start-time 8) (tv-end-time 9) (tv-device tv))	(tv-person mother) (tv-location kitchen-room) (tv-channel 9) (tv-title K-Drama) (tv-genre drama) (tv-start-time 8) (tv-end-time 9) (tv-device tv)
F-9	(MAIN:tv-set (tv-person mother) (tv-location kitchen-room) (tv-channel 9) (tv-title D-Drama) (tv-genre drama) (tv-start-time 13) (tv-end-time 14) (tv-device tv))	(tv-person mother) (tv-location kitchen-room) (tv-channel 9) (tv-title D-Drama) (tv-genre drama) (tv-start-time 13) (tv-end-time 14) (tv-device tv)
F-10	(MAIN:tv-set (tv-person mother) (tv-location kitchen-room) (tv-channel 9) (tv-title K-Drama) (tv-genre drama) (tv-start-time 20) (tv-end-time 21) (tv-device tv))	(tv-person mother) (tv-location kitchen-room) (tv-channel 9) (tv-title K-Drama) (tv-genre drama) (tv-start-time 20) (tv-end-time 21) (tv-device tv)
F-11	(MAIN:tv-set (tv-person mother) (tv-location kitchen-room) (tv-channel 9) (tv-title J-Drama) (tv-genre drama) (tv-start-time 22) (tv-end-time 24) (tv-device tv))	(tv-person mother) (tv-location kitchen-room) (tv-channel 9) (tv-title J-Drama) (tv-genre drama) (tv-start-time 22) (tv-end-time 24) (tv-device tv)
F-12	(MAIN:tv-set (tv-person father) (tv-location living-room) (tv-channel 8) (tv-title MG-News) (tv-genre news) (tv-start-time 22) (tv-end-time 24) (tv-device tv))	(tv-person father) (tv-location living-room) (tv-channel 8) (tv-title MG-News) (tv-genre news) (tv-start-time 22) (tv-end-time 24) (tv-device tv)
F-13	(MAIN:tv-set (tv-person son) (tv-location living-room) (tv-channel 8) (tv-title M-News) (tv-genre news) (tv-start-time 7) (tv-end-time 9) (tv-device tv))	(tv-person son) (tv-location living-room) (tv-channel 8) (tv-title M-News) (tv-genre news) (tv-start-time 7) (tv-end-time 9) (tv-device tv)
F-14	(MAIN:tv-set (tv-person son) (tv-location living-room) (tv-channel 22) (tv-title U-Movie) (tv-genre moive) (tv-start-time 20) (tv-end-time 22) (tv-device tv))	(tv-person son) (tv-location living-room) (tv-channel 22) (tv-title U-Movie) (tv-genre moive) (tv-start-time 20) (tv-end-time 22) (tv-device tv)
F-15	(MAIN:tv-set (tv-person mother) (tv-location living-room) (tv-channel 9) (tv-title O-Drama) (tv-genre drama) (tv-start-time 10) (tv-end-time 12) (tv-device tv))	(tv-person mother) (tv-location living-room) (tv-channel 9) (tv-title O-Drama) (tv-genre drama) (tv-start-time 10) (tv-end-time 12) (tv-device tv)
F-16	(MAIN:tv-set (tv-person mother) (tv-location living-room) (tv-channel 22) (tv-title K-Movie) (tv-genre moive) (tv-start-time 11) (tv-end-time 12) (tv-device tv))	(tv-person mother) (tv-location living-room) (tv-channel 22) (tv-title K-Movie) (tv-genre moive) (tv-start-time 11) (tv-end-time 12) (tv-device tv)
F-17	(MAIN:tv-set (tv-person mother) (tv-location living-room) (tv-channel 19) (tv-title CJ-Shop) (tv-genre shop) (tv-start-time 12) (tv-end-time 13) (tv-device tv))	(tv-person mother) (tv-location living-room) (tv-channel 19) (tv-title CJ-Shop) (tv-genre shop) (tv-start-time 12) (tv-end-time 13) (tv-device tv)
F-18	(MAIN:tv-set (tv-person mother) (tv-location living-room) (tv-channel 8) (tv-title J-News) (tv-genre news) (tv-start-time 18) (tv-end-time 20) (tv-device tv))	(tv-person mother) (tv-location living-room) (tv-channel 8) (tv-title J-News) (tv-genre news) (tv-start-time 18) (tv-end-time 20) (tv-device tv)
F-19	(MAIN:tv-set (tv-person mother) (tv-location living-room) (tv-channel 9) (tv-title K-Drama) (tv-genre drama) (tv-start-time 19) (tv-end-time 20) (tv-device tv))	(tv-person mother) (tv-location living-room) (tv-channel 9) (tv-title K-Drama) (tv-genre drama) (tv-start-time 19) (tv-end-time 20) (tv-device tv)

표 20. 사실(Fact) 내역-2

```

::AUDIO-SET 사실정보
(deffacts audio-set-list
  (audio-set (audio-person father) (audio-location bath-room) (audio-gubun radio) (audio-title K-Show) (audio-start-time 8)
    (audio-end-time 9) (audio-device audio))
  (audio-set (audio-person mother) (audio-location main-room) (audio-gubun cd) (audio-title pop) (audio-start-time 5)
    (audio-end-time 6) (audio-device audio))
  (audio-set (audio-person mother) (audio-location bath-room) (audio-gubun radio) (audio-title M-Show) (audio-start-time 6)
    (audio-end-time 8) (audio-device audio))
  (audio-set (audio-person mother) (audio-location main-room) (audio-gubun cd) (audio-title rock) (audio-start-time 14)
    (audio-end-time 15) (audio-device audio)))

::AUDIO-SET 사실정보
(deffacts audio-set-list
  (audio-set (audio-location bath-room) (audio-gubun radio) (audio-title K-Show) (audio-start-time 8) (audio-end-time 9)
    (audio-device audio))
  (audio-set (audio-location main-room) (audio-gubun cd) (audio-title pop) (audio-start-time 5) (audio-end-time 6)
    (audio-device audio))
  (audio-set (audio-location bath-room) (audio-gubun radio) (audio-title M-Show) (audio-start-time 6) (audio-end-time 8)
    (audio-device audio))
  (audio-set (audio-location main-room) (audio-gubun cd) (audio-title rock) (audio-start-time 14) (audio-end-time 15)
    (audio-device audio)))

::NOTEB-SET 사실정보
(deffacts noteb-set-list
  (noteb-set (noteb-person father) (noteb-location study-room) (noteb-gubun works) (noteb-start-time 23) (noteb-end-time 24)
    (noteb-device noteb)))

::COMP-SET 사실정보
(deffacts comp-set-list
  (comp-set (comp-person son) (comp-location son-room) (comp-gubun games) (comp-start-time 19) (comp-end-time 20)
    (comp-device comp))
  (comp-set (comp-person son) (comp-location son-room) (comp-gubun study) (comp-start-time 22) (comp-end-time 23)
    (comp-device comp)))

::BOIL-SET 사실정보
(deffacts boil-set-list
  (boil-set (boil-location living-room) (boil-temperature 18) (boil-device boil)))

::AIRC-SET 사실정보
(deffacts airc-set-list
  (airc-set (airc-location living-room) (airc-temperature 28) (airc-device airc))
  (airc-set (airc-location main-room) (airc-temperature 28) (airc-device airc)))

::ELEC-SET 사실정보
(deffacts elec-set-list
  (elec-set (elec-location study-room) (elec-temperature 24) (elec-device elec))
  (elec-set (elec-location kitchen-room) (elec-temperature 24) (elec-device elec))
  (elec-set (elec-location son-room) (elec-temperature 24) (elec-device elec)))

::유저-보일러-SET 사실정보
(deffacts father-boil-set
  (user-boil-set (person father) (location living-room) (temperature 18) (device boil)))

(deffacts mother-boil-set
  (user-boil-set (person mother) (location living-room) (temperature 18) (device boil)))

(deffacts son-boil-set
  (user-boil-set (person son) (location living-room) (temperature 18) (device boil)))

::유저-에어컨-SET 사실정보
(deffacts father-airc-set
  (user-airc-set (person father) (location living-room) (temperature 28) (device airc))
  (user-airc-set (person father) (location main-room) (temperature 28) (device airc)))

(deffacts mother-airc-set
  (user-airc-set (person mother) (location living-room) (temperature 28) (device airc))
  (user-airc-set (person mother) (location main-room) (temperature 28) (device airc)))

(deffacts son-airc-set
  (user-airc-set (person son) (location living-room) (temperature 28) (device airc))
  (user-airc-set (person son) (location main-room) (temperature 28) (device airc)))

::유저-선풍기-SET 사실정보
(deffacts father-elec-set
  (user-elec-set (person father) (location study-room) (temperature 24) (device elec))
  (user-elec-set (person father) (location son-room) (temperature 24) (device elec))
  (user-elec-set (person father) (location kitchen-room) (temperature 24) (device elec)))

(deffacts mother-elec-set
  (user-elec-set (person mother) (location study-room) (temperature 24) (device elec))
  (user-elec-set (person mother) (location son-room) (temperature 24) (device elec))
  (user-elec-set (person mother) (location kitchen-room) (temperature 24) (device elec)))

(deffacts son-elec-set
  (user-elec-set (person son) (location study-room) (temperature 24) (device elec))
  (user-elec-set (person son) (location son-room) (temperature 24) (device elec))
  (user-elec-set (person son) (location kitchen-room) (temperature 24) (device elec)))

::유저-노트북-SET 사실정보
(deffacts father-noteb-set
  (user-noteb-set (person father) (location study-room) (temporal-duration 23) (device noteb)))

::유저-컴퓨터-SET 사실정보
(deffacts son-comp-set
  (user-comp-set (person son) (location son-room) (temporal-duration 19) (device comp))
  (user-comp-set (person son) (location son-room) (temporal-duration 22) (device comp)))

```

표 21. 사실(Fact) 내역-3

```

::유저-TV-SET 사실정보
(deffacts father-tv-set
  (user-tv-set (person father) (location main-room) (genre news) (temporal-duration 7) (channel 8) (device tv))
  (user-tv-set (person father) (location kitchen-room) (genre sports) (temporal-duration 9) (channel 10) (device tv))
  (user-tv-set (person father) (location kitchen-room) (genre news) (temporal-duration 21) (channel 8) (device tv))
  (user-tv-set (person father) (location living-room) (genre news) (temporal-duration 22) (channel 8) (device tv))
  (user-tv-set (person father) (location main-room) (genre mmovie) (temporal-duration 24) (channel 5) (device tv))
)

(deffacts mother-tv-set
  (user-tv-set (person mother) (location kitchen-room) (genre news) (temporal-duration 7) (channel 8) (device tv))
  (user-tv-set (person mother) (location kitchen-room) (genre drama) (temporal-duration 8) (channel 9) (device tv))
  (user-tv-set (person mother) (location living-room) (genre drama) (temporal-duration 10) (channel 9) (device tv))
  (user-tv-set (person mother) (location living-room) (genre movie) (temporal-duration 11) (channel 22) (device tv))
  (user-tv-set (person mother) (location living-room) (genre shop) (temporal-duration 12) (channel 19) (device tv))
  (user-tv-set (person mother) (location kitchen-room) (genre drama) (temporal-duration 13) (channel 9) (device tv))
  (user-tv-set (person mother) (location main-room) (genre news) (temporal-duration 17) (channel 8) (device tv))
  (user-tv-set (person mother) (location living-room) (genre news) (temporal-duration 18) (channel 8) (device tv))
  (user-tv-set (person mother) (location living-room) (genre drama) (temporal-duration 19) (channel 9) (device tv))
  (user-tv-set (person mother) (location kitchen-room) (genre drama) (temporal-duration 20) (channel 9) (device tv))
  (user-tv-set (person mother) (location kitchen-room) (genre drama) (temporal-duration 22) (channel 9) (device tv))
  (user-tv-set (person mother) (location main-room) (genre movie) (temporal-duration 23) (channel 22) (device tv))
)

(deffacts son-tv-set
  (user-tv-set (person son) (location living-room) (genre news) (temporal-duration 8) (channel 8) (device tv))
  (user-tv-set (person son) (location living-room) (genre movie) (temporal-duration 20) (channel 22) (device tv))
)

::유저-오디오-SET 사실정보
(deffacts father-audio-set
  (user-audio-set (person father) (location bath-room) (gubun radio) (temporal-duration 8) (device audio))
  (user-audio-set (person mother) (location main-room) (gubun cd) (temporal-duration 5) (device audio))
  (user-audio-set (person mother) (location bath-room) (gubun radio) (temporal-duration 6) (device audio))
  (user-audio-set (person mother) (location main-room) (gubun radio) (temporal-duration 14) (device audio))
)

(deffacts mother-audio-set
  (user-audio-set (person father) (location bath-room) (gubun radio) (temporal-duration 8) (device audio))
  (user-audio-set (person mother) (location main-room) (gubun cd) (temporal-duration 5) (device audio))
  (user-audio-set (person mother) (location bath-room) (gubun radio) (temporal-duration 6) (device audio))
  (user-audio-set (person mother) (location main-room) (gubun radio) (temporal-duration 14) (device audio))
)

```

사실 정보는 템플릿 정보와 동일하게 홈센서 장치와 관련된 device 사실 정보, 홈센서 장치를 이용하는 사용자와 관련된 user 사실 정보로 나뉘어 관리되며, 본 논문에서 설계한 가상의 시나리오에 대한 모든 상황을 사실정보로 모델링 하였다.

본 연구에서는 사실정보 모델링의 초점을 가상의 모델하우스에 살고 있는 각 사용자의 상황을 템플릿을 기반으로 체계적으로 관리할 수 있도록 하여 사용자에게 최적의 지능형 서비스를 제공할 수 있도록 하는 것이다.

이를 위하여 홈센서 장치를 이용하는 사용자의 패턴을 사용자가 생활하고 있는 공간, 이용하는 시간, 이용하는 방법 등으로 세분화하여 변화하는 상황에 따라 사용자가 동일한 시간에 동일한 공간에 있을 때 혹은 동일한 시간에 서로 다른 공간에 있을 때 등 다양한 상황에서 각 사용자에게 알맞은 최적의 서비스를 제공할 수 있도록 사실정보를 모델링하고 구축하여 변화하는 시간에 여러 장소에 있는 각 사용자에게 맞는 최적의 서비스를 지능적으로 제공할 수 있도록 하였다.

3) 규칙을 이용한 지능형 서비스 모델링

그림 13은 규칙 내역을 조회하는 화면이며, 규칙 탭을 누르면 지식 데이터베이스에 저장되어 있는 JESS의 규칙정보를 보여준다. 템플릿 정보 관리와 동일하게 JESS와 연동이 되어 실시간으로 처리되는 규칙 정보를 조회 할 수 있다. 표23과 표24는 JESS의 규칙 내역으로 상황인식 서비스와 관련된 정보이다.

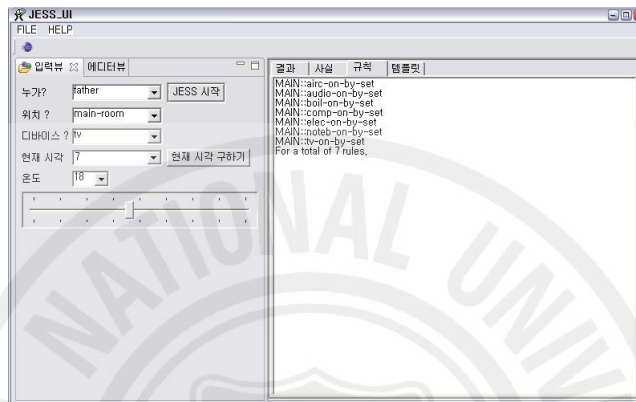


그림 13. 규칙 내역 조회 화면

표 22. 규칙(Rule) 내역-1

```

:: TV-ON RULE
(defrule tv-on-by-set ""
  ::상황정보
  (enter (person ?p) (location ?l) (time ?t) (temperature ?tp) (device ?d))
  ::TV-SET 사실정보
  (tv-set (tv-person ?tper) (tv-location ?tl) (tv-channel ?tc) (tv-title ?tt)
    (tv-genre ?tg) (tv-start-time ?stime) (tv-end-time ?etime)
    (tv-device ?tdi))
  ::유저-TV-SET 사실정보
  (user-tv-set (person ?uperson&:(and( eq ?uperson ?tper)( eq ?p ?tper)))
    (location ?ulocation&:(and( eq ?ulocation ?tl)( eq ?l ?tl))) (genre ?utg)
    (temporal-duration ?utime&:(and( >= ?t ?stime)( eq ?utime ?t)))
    (channel ?uchannel&:( eq ?uchannel ?tc)) (device ?device&:( eq ?d ?tdi)))
  =>
  (assert (tv (status ON) (channel ?tc) (location ?l) (device ?d)))
  (printout t "-----" crlf
    "※ [" ?p "]가 " ?t "시에 " ?l "위치에 들어왔습니다." crlf
    "-----" crlf
    ?l "에 있는 TV ON . 채널: " ?tc " 제목:" ?tt crlf
    "-----" crlf crlf))

:: 오디오-ON RULE
(defrule audio-on-by-set ""
  ::상황정보
  (enter (person ?p) (location ?l) (time ?t) (temperature ?tp) (device ?d))
  ::오디오-SET 사실정보
  (audio-set (audio-person ?aper) (audio-location ?al) (audio-gubun ?ag) (audio-title ?at)
    (audio-start-time ?stime) (audio-end-time ?etime) (audio-device ?adi))
  ::유저-오디오-SET 사실정보
  (user-audio-set (person ?uperson&:(and( eq ?uperson ?aper)( eq ?p ?aper)))
    (location ?plocation&:(and( eq ?plocation ?al)( eq ?l ?al))) (gubun ?uag)
    (temporal-duration ?utime&:(and( eq ?t ?stime )( eq ?utime ?t )))
    (device ?pdevice&:(eq ?d ?adi)))
  =>
  (assert (audio (status ON) (gubun ?ag) (location ?l) (device ?d)))
  (printout t "-----" crlf
    "※ [" ?p "]가 " ?t "시에 " ?l "위치에 들어왔습니다." crlf
    "-----" crlf
    ?l "에 있는 오디오 ON . " ?ag " 가 작동. 제목:" ?at crlf
    "-----" crlf crlf))
  
```

표 23. 규칙(Rule) 내역-2

```

:: 노트북-ON RULE
(defrule noteb-on-by-set ""
  ;;상황정보
  (enter (person ?p) (location ?l) (time ?t) (temperature ?tp) (device ?d))
  ;;노트북-SET 사실정보
  (noteb-set (noteb-person ?nper) (noteb-location ?nl) (noteb-gubun ?ng) (noteb-start-time ?stime) (noteb-end-time ?etime)
    (noteb-device ?ndi))
  ;;유저-노트북-SET 사실정보
  (user-noteb-set (person ?uperson&:(and (eq ?uperson ?nper)(eq ?p ?nper)))
    (location ?plocation&:(and (eq ?plocation ?nl)(eq ?l ?nl)))
    (temporal-duration ?utime&:(and (>= ?t ?stime)( < ?t ?etime)))
    (device ?pdevice&:(eq ?d ?ndi)))
  =>
  (assert (noteb (status ON) (gubun ?ng) (location ?l) (device ?d)))
  (printout t "-----" crlf
    "※ [" ?p "]"가 " ?t "시에 " ?l "위치에 들어왔습니다." crlf
    "-----" crlf
    ?l "에 있는 노트북 ON . " ?ng " 을 하는데 이용." crlf
    "-----" crlf crlf))

:: 컴퓨터-ON RULE
(defrule comp-on-by-set ""
  ;;상황정보
  (enter (person ?p) (location ?l) (time ?t) (temperature ?tp) (device ?d))
  ;;컴퓨터-SET 사실정보
  (comp-set (comp-person ?cper) (comp-location ?cl) (comp-gubun ?cg) (comp-start-time ?stime) (comp-end-time ?etime)
    (comp-device ?cdi))
  ;;유저-컴퓨터-SET 사실정보
  (user-comp-set (person ?uperson&:(and (eq ?uperson ?cper)(eq ?p ?cper)))
    (location ?plocation&:(and (eq ?plocation ?cl)(eq ?l ?cl)))
    (temporal-duration ?utime&:(and (eq ?t ?stime)(eq ?utime ?stime)))
    (device ?pdevice&:(eq ?d ?cdi)))
  =>
  (assert (comp (status ON) (gubun ?cg) (location ?l) (device ?d)))
  (printout t "-----" crlf
    "※ [" ?p "]"가 " ?t "시에 " ?l "위치에 들어왔습니다." crlf
    "-----" crlf
    ?l "에 있는 컴퓨터 ON . " ?cg " 을 하는데 이용." crlf
    "-----" crlf crlf))

:: 보일러-ON RULE
(defrule boil-on-by-set ""
  ;;상황정보
  (enter (person ?p) (location ?l) (time ?t) (temperature ?tp) (device ?d))
  ;;보일러 정보
  (boil-set (boil-person ?bper) (boil-location ?bl) (boil-temperature ?bt) (boil-device ?bd))
  ;;유저-보일러-SET 사실정보
  (user-boil-set (person ?uperson&:(eq ?uperson ?p))
    (location ?plocation&:(and (eq ?plocation ?bl)(eq ?l ?bl)))
    (temperature ?ftemp&:(<= ?tp ?bt))
    (device ?ubd))
  =>
  (assert (boil (status ON) (location ?l) (device ?d)))
  (printout t "-----" crlf
    "※ [" ?p "]"가 " ?l "위치에 들어왔습니다." crlf
    "-----" crlf
    ?l "에 있는 보일러 ON . 온도: " ?tp crlf
    "-----" crlf crlf))

:: 에어컨-ON RULE
(defrule airc-on-by-set ""
  ;;상황정보
  (enter (person ?p) (location ?l) (time ?t) (temperature ?tp) (device ?d))
  ;;에어컨 정보
  (airc-set (airc-person ?aper) (airc-location ?al) (airc-temperature ?at) (airc-device ?ad))
  ;;유저-에어컨-SET 사실정보
  (user-airc-set (person ?uperson&:(eq ?uperson ?p))
    (location ?plocation&:(and (eq ?plocation ?al)(eq ?l ?al)))
    (temperature ?ftemp&:(>= ?tp ?at))
    (device ?uad))
  =>
  (assert (airc (status ON) (location ?l) (device ?d)))
  (printout t "-----" crlf
    "※ [" ?p "]"가 " ?l "위치에 들어왔습니다." crlf
    "-----" crlf
    ?l "에 있는 에어컨 ON . 온도: " ?tp crlf
    "-----" crlf crlf))

:: 선풍기-ON RULE
(defrule elec-on-by-set ""
  ;;상황정보
  (enter (person ?p) (location ?l) (time ?t) (temperature ?tp) (device ?d))
  ;;선풍기 정보
  (elec-set (elec-person ?eper) (elec-location ?el) (elec-temperature ?et) (elec-device ?ed))
  ;;유저-선풍기-SET 사실정보
  (user-elec-set (person ?uperson&:(eq ?uperson ?p))
    (location ?plocation&:(and (eq ?plocation ?el)(eq ?l ?el)))
    (temperature ?ftemp&:(>= ?tp ?et))
    (device ?ued))
  =>
  (assert (elec (status ON) (location ?l) (device ?d)))
  (printout t "-----" crlf
    "※ [" ?p "]"가 " ?l "위치에 들어왔습니다." crlf
    "-----" crlf
    ?l "에 있는 선풍기 ON . 온도: " ?tp crlf
    "-----" crlf crlf))

```

3. 미들웨어 실행 및 지능형 서비스 추론

1) 미들웨어 실행

그림 14는 추론엔진인 JESS에서 사용되는 사실, 규칙, 템플릿 정보를 사용자가 직접 작성하여 지식 데이터베이스에 저장할 수 있도록 하는 화면이다.

상황인식기반 지능형 홈서비스 미들웨어는 상황 정보 및 인식 서비스 사항을 유연하게 관리해야만 한다. 이로 인해 사용자는 보다 편리하게 상황인식 서비스를 제공받음은 물론 상황인식 미들웨어를 보다 손쉽게 관리 할 수 있다.

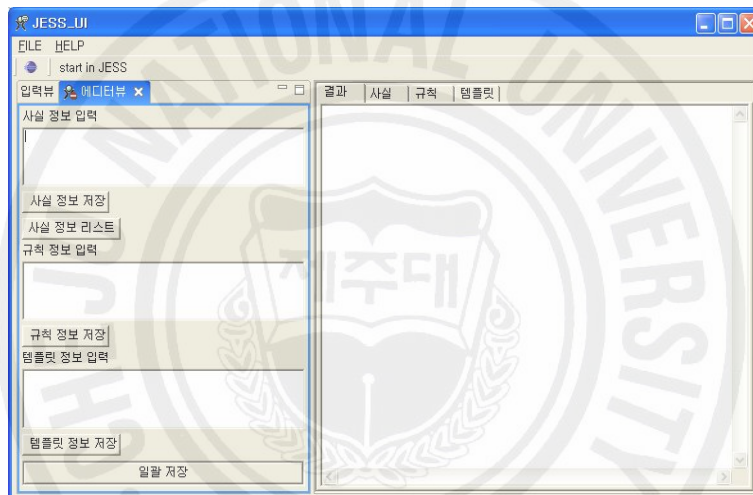


그림 14. 상황정보 관리 화면

상황정보 관리는 사실, 규칙, 템플릿 정보 입력화면에 해당 정보를 모델링하여 편집기에 작성한 후 정보 저장 버튼을 클릭하여 데이터베이스에 저장하며 일괄 저장 버튼을 이용하여 신속하게 세 가지 정보를 저장할 수도 있다.

그림 15는 사용자가 임의로 JESS 엔진을 구동하여 상황인식 서비스 설정을 할 수 있는 화면이다. 이는 수동적인 작업이며, 실제 서비스는 PDA로부터 수집된 상황 정보가 RDI 네임스페이스의 PDAMessageListener를 통하여 자동으로 인식하여 처리된다.

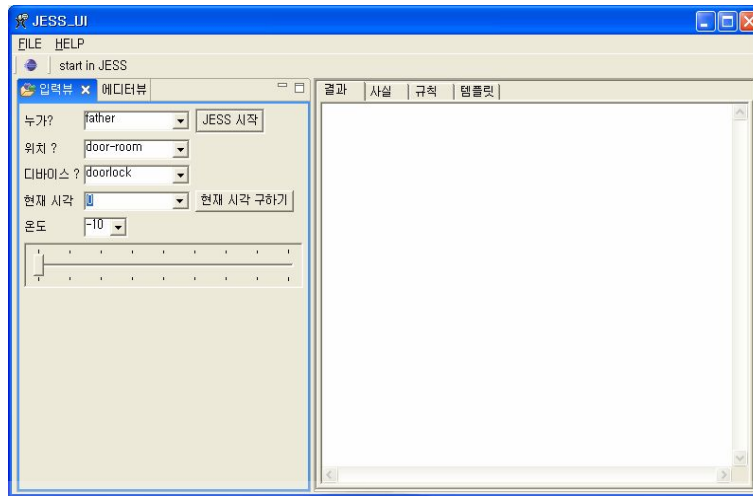


그림 15. 상황정보 입력 화면

상황정보 입력 기능은 지능형 홈서비스의 다양한 상황에 대하여 추가적인 정보를 입력하여 미들웨어 차원에서 테스트를 하기 위한 것으로 누가에 해당하는 지능형 서비스를 받을 대상자를 설정하고 위치, 장치, 현재 시간, 온도 정보를 입력한 후 JESS 시작 버튼을 클릭하여 수동적인 상황에 대한 추론 결과를 확인할 수 있다. 무엇보다 표 16의 홈서비스 장비에 대한 상황 인식 처리는 PDA를 기반으로 자동으로 인식한 정보를 바탕으로 테스트를 할 수 있었으나, 그 외 다른 상황 시나리오에 대해서는 상황정보 입력 기능을 이용하여 다양한 가상 상황을 설정하여 추론 결과를 확인함으로써 실제 서비스 제공에 대한 테스트를 하는데 유용하게 사용할 수 있다.

2) 지능형 서비스 추론

본 논문에서 제안한 상황인식기반 지능형 홈서비스 미들웨어는 JESS의 템플릿, 사실, 규칙정보에 의해 현재의 상황에 알맞은 최적의 서비스를 추론하여 사용자에게 제공하게 된다. 지능형 서비스 추론은 상황인식 미들웨어의 핵심 기능으로 수집된 상황정보를 바탕으로 JESS에 의해서 귀납적으로 추론되며 추론된 결과 정보는 상황인식 기반 지능형 서비스 정보 형태를 갖는다. 이러한 서비스 정보는 서비스 제공자에게 다양한 통신 인터페이스를 통하여 제공되며 해당 홈센서 장치를 제어하여 사용자에게 직접적으로 제공될 수 있도록 구현하였다.

다음은 아빠가 22시에 거실에 들어올 경우 추론을 통하여 상황인식 기반 서비스를 제공하는 미들웨어의 처리 로그이다.

```
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=====
-----
※ [father]가 22시에 living-room위치에 들어왔습니다.
-----
living-room에 있는 TV ON . 채널: 8   제목:MG-News
-----

-----
※ [father]가 living-room위치에 들어왔습니다.
-----
living-room에 있는 보일러 ON . 온도: 2
-----
```

다음은 엄마가 12시에 거실에 들어올 경우 추론을 통하여 상황인식 기반 서비스를 제공하는 미들웨어의 처리 로그이다.

```
DEBUG (JessDao.java[selectTemplateInfo]:142) [2006-12-04 15:26:53,714] - selectRuleInfo
DEBUG (JessDao.java[selectTemplateInfo]:186) [2006-12-04 15:26:53,746] - class jess.dao.JessDao
DEBUG (JessDao.java[selectFactInfo]:84) [2006-12-04 15:26:53,746] - selectRuleInfo
DEBUG (JessDao.java[selectFactInfo]:120) [2006-12-04 15:26:53,761] - class jess.dao.JessDao
DEBUG (JessDao.java[selectRuleInfo]:26) [2006-12-04 15:26:53,777] - selectRuleInfo
DEBUG (JessDao.java[selectRuleInfo]:62) [2006-12-04 15:26:53,777] - class jess.dao.JessDao
DEBUG (JessRun.java[set_ActionEvent]:70) [2006-12-04 15:26:53,792] -
===== Result=====
-----
※ [mother]가 12시에 living-room위치에 들어왔습니다.
-----
living-room에 있는 TV ON . 채널: 19   제목:CJ-Shop
-----

-----
※ [mother]가 living-room위치에 들어왔습니다.
-----
living-room에 있는 보일러 ON . 온도: 2
-----
```

다음은 아들이 20시에 거실에 들어올 경우 추론을 통하여 상황인식 기반 서비스를 제공하는 미들웨어의 처리 로그이다.

```
DEBUG (JessDao.java[selectTemplateInfo]:142) [2006-12-04 15:23:58,199] - selectRuleInfo
DEBUG (JessDao.java[selectTemplateInfo]:186) [2006-12-04 15:23:58,261] - class jess.dao.JessDao
DEBUG (JessDao.java[selectFactInfo]:84) [2006-12-04 15:23:58,277] - selectRuleInfo
DEBUG (JessDao.java[selectFactInfo]:120) [2006-12-04 15:23:58,292] - class jess.dao.JessDao
DEBUG (JessDao.java[selectRuleInfo]:26) [2006-12-04 15:23:58,339] - selectRuleInfo
DEBUG (JessDao.java[selectRuleInfo]:62) [2006-12-04 15:23:58,339] - class jess.dao.JessDao
DEBUG (JessRun.java[set_ActionEvent]:70) [2006-12-04 15:23:58,402] -
===== Result=====
-----
※ [son]가 20시에 living-room위치에 들어왔습니다.
-----
living-room에 있는 TV ON . 채널: 22   제목:U-Movie
-----

-----
※ [son]가 living-room위치에 들어왔습니다.
-----
living-room에 있는 보일러 ON . 온도: 2
-----
```

3) 미들웨어 처리 로그

그림 16은 상황인식기반 지능형 홈서비스 미들웨어를 구현하여 미들웨어가 실행되고 있는 화면으로 프레임워크의 UTIL 패키지에 있는 Log4j 기반의 Logger 클래스에서 표시되고 있는 미들웨어의 처리 내역이다. Log4j는 Jakarta-project에서 Java를 위한 프로젝트의 하나로 프로그래머가 로그문의 출력을 다양한 대상으로 할 수 있도록 도와주는 도구이다. 또한 log4j는 속도에 최적화되어 있고 멀티스레드 환경에서 사용해도 안전하며 융통성이 풍부하다. 무엇보다 log4j는 처음부터 자바의 예외를 처리하기 위해 디자인되어 있어 이러한 특징들을 미들웨어에서 적절하게 이용하였다. log4j는 DEBUG, INFO, WARN, ERROR, FATAL 이렇게 5단계로 장애레벨을 관리하며 다음은 그에 따른 미들웨어 처리 화면이다.

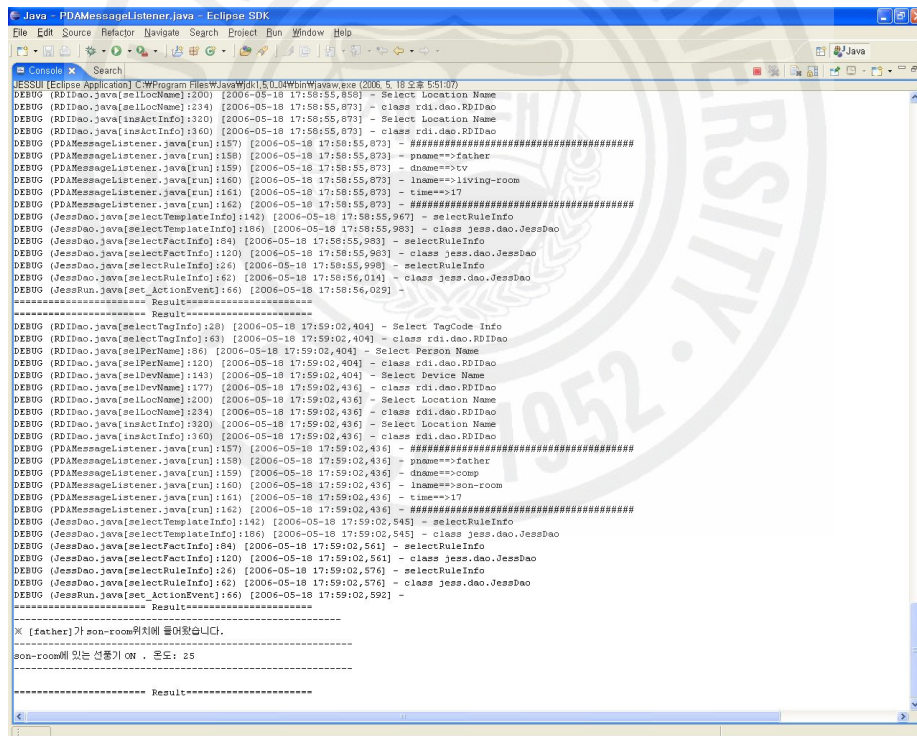


그림 16. 미들웨어 처리 로그

4. 구현한 미들웨어의 성능 분석

본 논문에서 제안하는 상황인식 기반 지능형 홈서비스 미들웨어의 성능 분석은 기존에 연구된 다른 상황인식 미들웨어와 성능을 비교하지 않았으며, 실질적으로 구현한 미들웨어가 홈서비스 환경에서 효율적으로 운영될 수 있는 가능성을 보이기 위하여 미들웨어 자체의 실행 상황을 분석하였다. 이는 사용자 및 주변의 상황정보를 미들웨어가 인식하여 추론을 통하여 사용자에게 가장 적절한 서비스를 정확히 제공하고, 이를 처리할 때 미들웨어의 처리속도 및 추론과정에서 성능저하가 어느 정도 발생하는지가 더 중요하다. 이를 통하여 제안하는 지능형 홈서비스 미들웨어가 실질적으로 실제 홈서비스에 사용될 수 있는지를 확인하고자 하였다.

제안한 상황인식기반 지능형 홈서비스 미들웨어의 효율성 및 미들웨어의 자체의 성능을 확인하기 위하여 미들웨어가 차지하는 리소스의 점유율을 정량 측정하였으며, 다음으로 테스트 환경에서의 미들웨어와 서비스 관리 프로그램의 CPU 점유율을 측정하였다. 리소스 점유율 측정은 Java 1.5 JDK 버전에서 지원하는 JConsole을 사용하여 로드된 클래스와 쓰레드, 메모리의 사용량을 확인하였다 [27]. 또한 미들웨어와 서비스 관리 프로그램의 CPU 점유율을 Windows의 자체 기능을 사용하여 측정하였다. 그림 17은 상황인식기반 지능형 홈서비스 미들웨어와 홈서비스를 위하여 선정된 장비를 관리하는 RG 테스트 프로그램을 동시에 실행한 화면이다. 수동으로 다양한 상황정보를 JessUI 관리자 프로그램을 사용하여 입력 후 추론을 통한 상황인식 서비스에 대한 정확도를 테스트하였으며, 미들웨어의 각 처리사항에 대한 로드율과 그림 18에서와 같이 직접적으로 서비스 제공자에 의해서 상황인식 서비스가 이뤄지는 과정에서의 CPU 사용률을 측정하여 시스템의 효율성을 분석하였다.

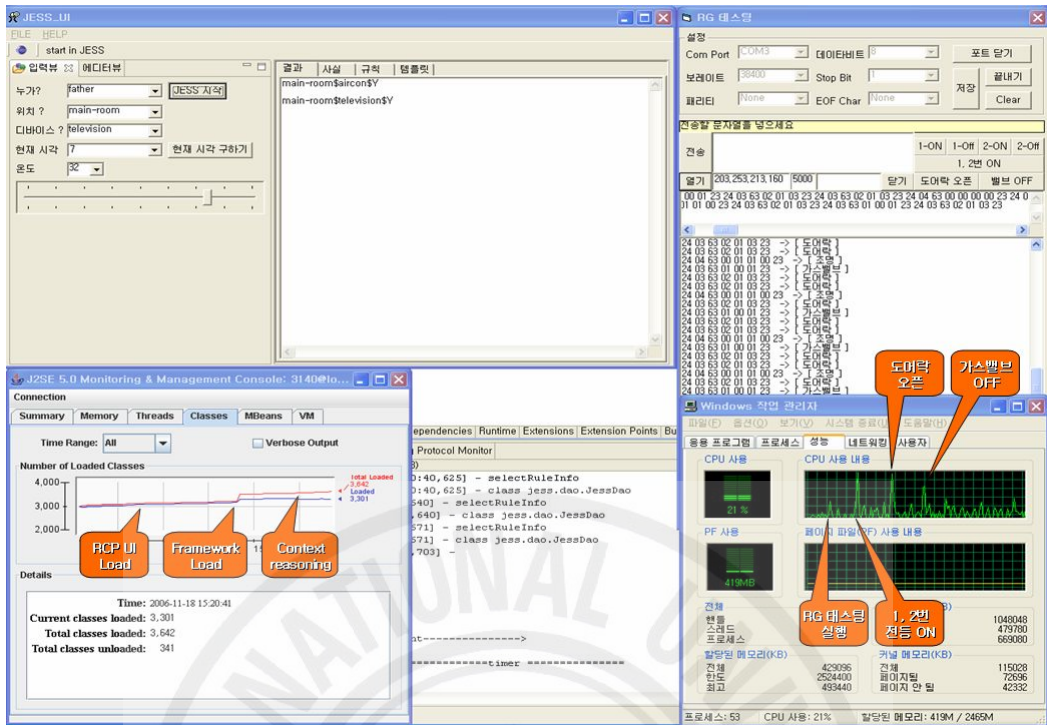


그림 17. 상황인식 시스템 성능 분석

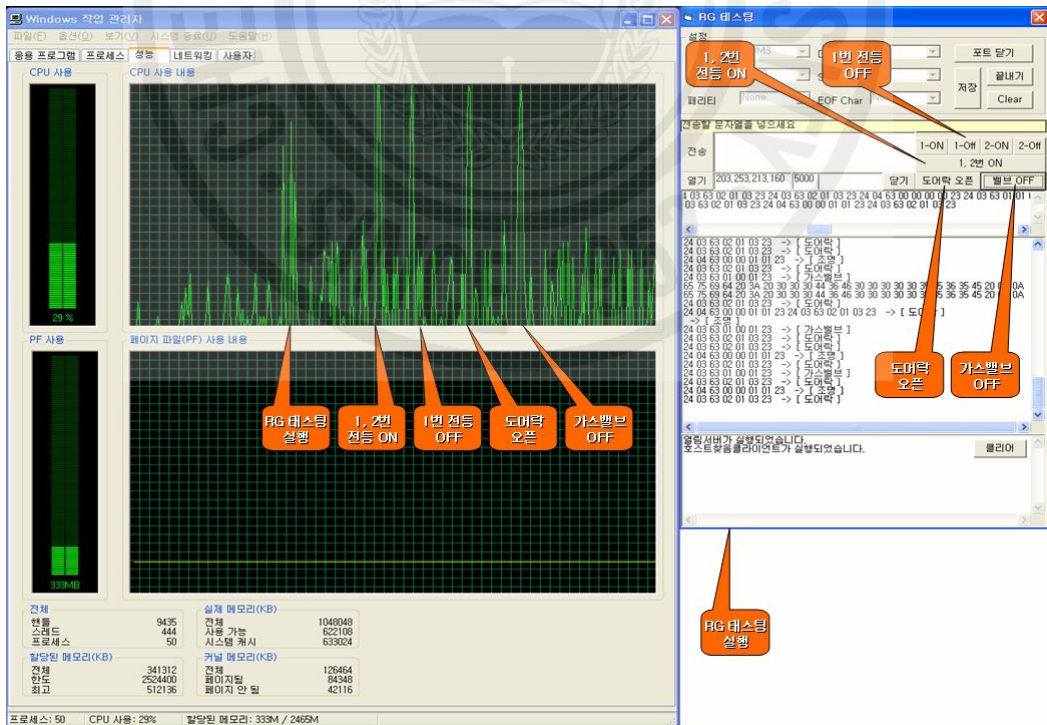


그림 18. 상황인식 서비스 관리 프로그램 성능 분석

그림 19는 자바의 기본 클래스와 Eclipse 기반으로 상황인식 미들웨어를 구동하여 로딩된 클래스의 사용률을 측정 한 화면으로 상황인식 미들웨어를 관리하는 RCP UI를 로드하는 단계와 상황인식 프레임워크를 로드하는 단계, 그리고 직접적으로 사용자가 상황인식 서비스와 관련된 추론 작업을 하는 단계로 JConsole를 이용하여 측정하였으며, 그림에서와 같이 상황인식 미들웨어가 구동 시에 추론엔진을 포함하고 있기 때문에 처음 프레임워크가 로드될 때 클래스 점유율이 다소 높아짐을 확인할 수 있었다. 이는 미들웨어의 리소스 점유는 대부분 서비스 관리 프레임워크와 컨텍스트 모델에 달려있음을 보여준다.

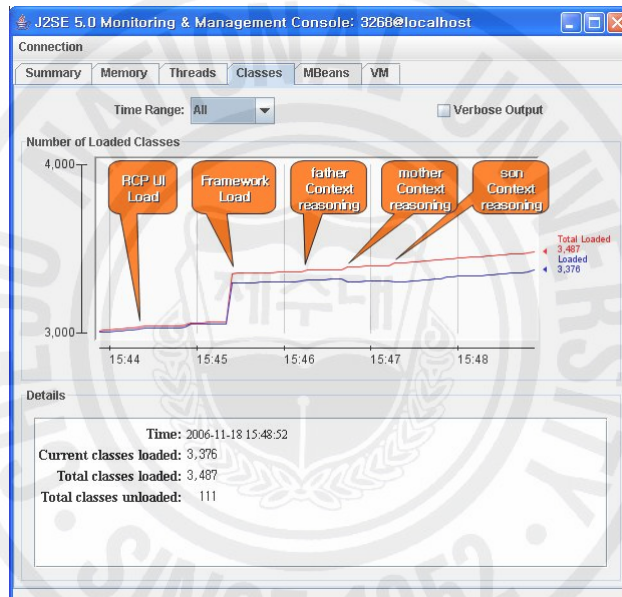


그림 19. Number of Loaded Classes

그림 20은 상황인식 미들웨어를 실행한 시점에서 동작하는 스레드의 수를 보여준다. 이 그림처럼 제안한 상황인식 미들웨어는 스레드 기반의 어플리케이션이 아님을 보여주며, 미들웨어를 설계 시 적절한 스레드의 수를 사용하도록 하였으며 많은 스레드를 사용 시에 따르는 대량의 리소스 점유율과 메모리 사용률을 최소화 하였다.

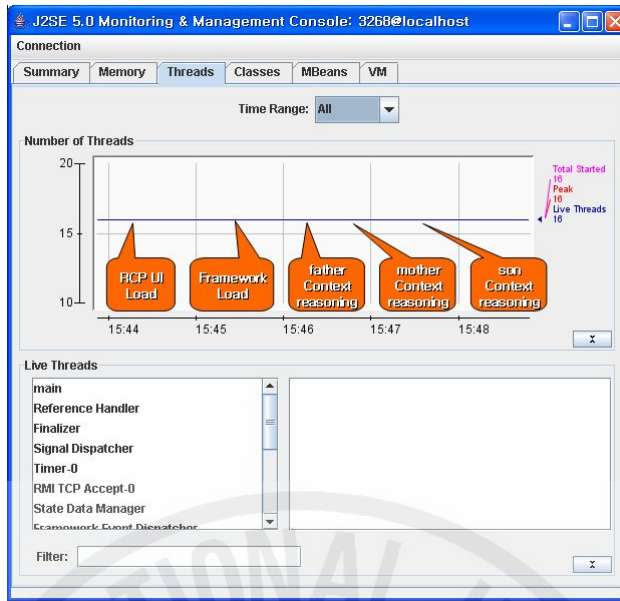


그림 20. Number of Threads

그림 21부터 그림 23은 메모리 사용률을 보여준다. Heap 메모리는 주로 인스턴스 객체가 생성되는 장소이며, Non-Heap 메모리는 주로 클래스 등의 정적인 리소스가 위치하는 장소이다. 아래의 그래프에서와 같이 상황인식 프레임워크가 처음으로 구동 시와 각 추론작업을 수행 시에 다수의 객체들이 생성되어 메모리를 점유한다는 것을 보여주며 메모리 사용률은 최소화 하였다.

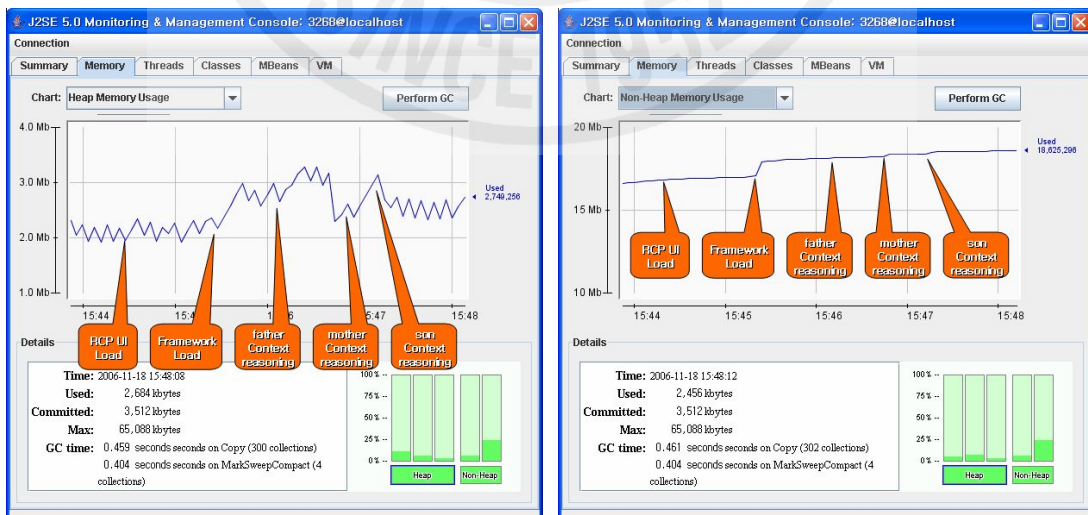


그림 21. Heap Memory Usage, Non-Heap Memory Usage

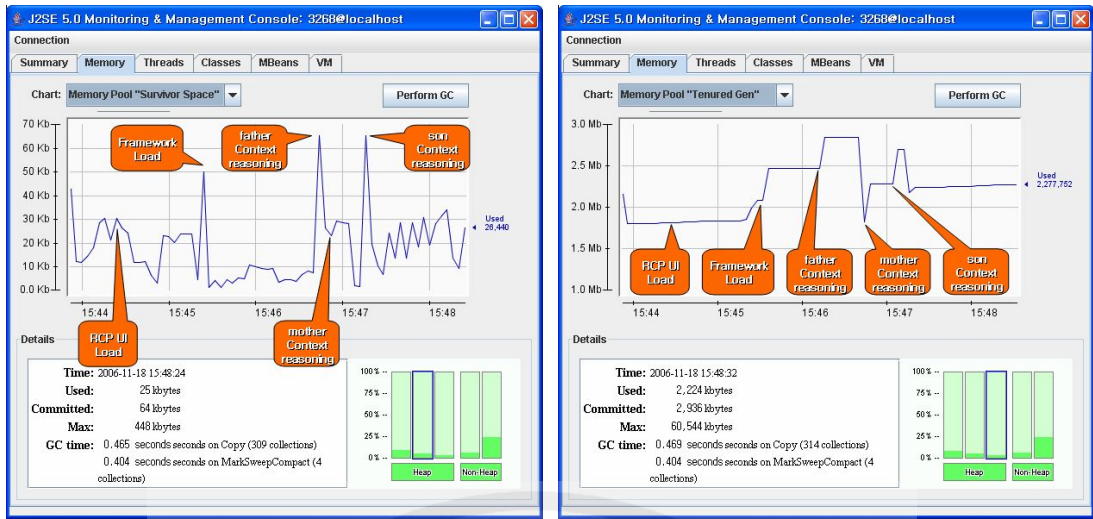


그림 22. Memory Pool "Survivor Space", Memory Pool "Tenured Gen"

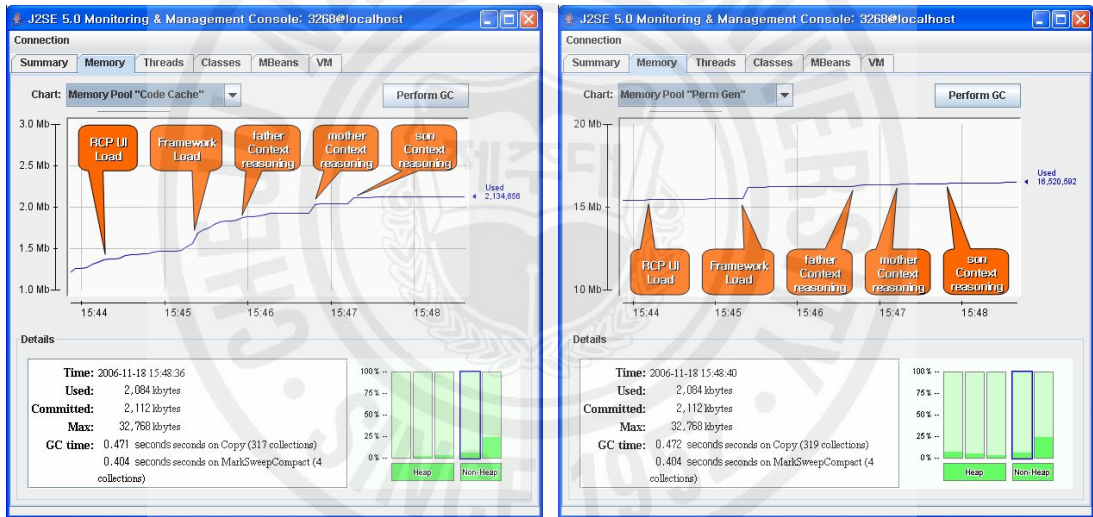


그림 23. Memory Pool "Code Cache", Memory Pool "Perm Gen"

J2SE 5.0 Monitoring & Management Console: 3268@localhost

Connection

Summary Memory Threads Classes MBeans VM

Summary

Uptime: 4 minutes Process CPU time: 5.781 seconds
 Total compile time: 0.479 seconds

Threads

Live Threads: 16 Peak: 16
 Daemon threads: 13 Total started: 16

Memory

Current heap size: 2,723 kbytes Committed memory: 3,512 kbytes
 Maximum heap size: 65,088 kbytes
 Objects pending for finalization: 0
 Garbage collector: Name = 'Copy', Collections = 295, Total time spent = 0.456 seconds
 Garbage collector: Name = 'MarkSweepCompact', Collections = 4, Total time spent = 0.404 seconds

Classes

Current classes loaded: 3,335 Total classes unloaded: 111
 Total classes loaded: 3,446

Operating System

Total physical memory: 1,048,048 kbytes Free physical memory: 483,696 kbytes
 Committed virtual memory: 29,868 kbytes

그림 24. Summary

V. 결론 및 향후 연구

1. 결론

본 논문에서는 유비쿼터스 홈과 같은 일정한 사용자 공간에서 유비쿼터스 서비스를 효과적으로 제공할 수 있는 지능형 홈서비스 미들웨어를 설계하고 구현하였다.

본 연구에서는 상황인식 미들웨어에서 상황을 인식하고 추론엔진을 통하여 사용자에게 필요한 최적의 상황인식 서비스를 제공 하는 연구에 중점을 두었으며 제안한 미들웨어는 사용자의 상황 정보를 수집하고 분석하여 지식 데이터베이스에 저장되어 있는 사용자 정보 테이블, 패턴 테이블, 디바이스 정보 테이블, 디바이스 서비스 테이블의 정보를 기반으로 추론엔진인 JESS 엔진을 통하여 상황인식기반 지능형 홈서비스를 사용자에게 제공한다.

제안하는 방법은 사실과 규칙을 이용함으로써 상황 정보에 따른 사용자 서비스를 쉽게 모델링할 수 있으며, 지능형 홈서비스 이외의 다양한 서비스를 제공할 수 있도록 미들웨어 시스템을 쉽게 확장할 수 있다. 또한 지능형 서비스를 제공하기 위한 공통 프레임워크와 다양한 장치를 지원할 수 있는 공통 인터페이스를 설계함으로써 시스템 확장성이 용이하다.

또한 제안한 상황인식 미들웨어는 RCP를 이용하여 플랫폼 독립적으로 설계 및 구현하였으며, RCP UI기반의 미들웨어 설계 및 컨텍스트 서버 관리자 기능을 구현하여 사용자 및 관리자가 보다 간편하게 상황인식 미들웨어 시스템을 관리할 수 있도록 하였다.

끝으로 지능형 홈서비스를 제공하기 위하여 다양한 사실과 규칙을 모델링하였으며 이를 이용하여 실험한 결과 가정 내에서 지능형 서비스를 효율적으로 제공할 수 있음을 확인할 수 있었다.

2. 향후 연구

본 논문에서는 상황인식기반 지능형 홈서비스를 구현함에 있어 미들웨어 측면에 대한 연구 기반을 마련하였으며 미들웨어의 성능 향상과 상황 추론 방법의 효율성 극대화 및 미들웨어의 확장성 제공을 위해서 연구를 하였다. 본 연구에서는 가장 다양한 요구가 발생하는 유비쿼터스 홈 환경에 초점을 두고 연구하긴 하였으나, 지금까지의 시스템들과는 달리 특정 응용에 한정되지 않고 확장하여 적용이 가능하도록 설계하였다. 그러나 앞으로는 다중 공간에서 제안한 상황인식 미들웨어를 확장 적용하여 하나의 유비쿼터스 홈 환경 뿐 아니라 다중 홈 환경과 더불어 그 이외에 모든 유비쿼터스 환경에 적용할 수 있도록 본 논문의 향후 연구 과제를 몇 가지로 분류해 볼 수 있다.

첫째, 시간적, 공간적, 활동적인 상황들이 복합되어 있는 응용을 지원하기 위해서 본 연구에서 제안한 추론엔진 기반의 공용적인 상황 정보관리 방법을 보다 광범위한 유비쿼터스 환경에서 적용 가능토록 해야 한다.

둘째, 상황인식 미들웨어의 확장성을 고려하여 제안한 프레임워크를 보다 유연하고 모듈 자동화 작업을 통하여 미들웨어의 모든 모듈들에 대한 자동제어 기능을 제공하여 사용자의 취향에 따라 필요한 기능을 자유롭게 추가 및 제거 할 수 있도록 해야 한다.

셋째, 본 연구의 상황인식 미들웨어가 미리 설정된 사용자의 패턴과 장치의 상호작용을 중요한 정보로 활용했던 반면, 오토노믹 컴퓨팅 기술을 접목하여 미들웨어가 상황을 자율적으로 인식하여, 상황에 해당하는 서비스 그룹을 적절하게 호출하고, 사용자의 패턴에 변경사항이 있을 시 유사한 서비스를 찾아 제공함으로써 사용자에게 보다 편리하고 유비쿼터스 컴퓨팅의 상황인식(context-aware), 자율형(autonomic), 그리고 자가 성장(selfgrowing)의 핵심 주제들을 만족 할 수 있도록 상황인식 미들웨어를 고도화 할 것이다.

참고문헌

- [1] <http://www.intel.com/research/exploratory>.
- [2] Mari Korea-Aho. 'Context-Aware Applications Survey,' 2000.
<http://www.hut.fi/~mkorkeaa/doc/context-aware.html>
- [3] G. Banaver, A. Bernstein, "Issues and challenges in ubiquitous computing: software infrastructure and design challenges for ubiquitous computing applications," Communication of ACM, 2002.
- [4] Mattias Baldauf, Schahram Dustdar, (30 November 2004) "A Survey on Context-Aware Systems"
- [5] P. Dourish, "What we talk about when we talk about context," Personal and Ubiquitous Computing, Vol.8, pp.19-30, 2004.
- [6] B. Schilit and M. Themire, "Disseminationg active map information to mobile hosts," IEEE Network Vol.8 Is년 5, pp.22-32. 1994.
- [7] J. L. Crowley, J. Coutaz, G. Rey, and P. Reignier. "Perceptual Components for Context Aware Computing", UBICOMP 2002, International Conference on Ubiquitous Computing, Goteborg, Sweden, September 2002.
- [8] A. K. Dey and Gregory D. Abowd. "The Context Toolkit: Aiding the Development of Context-Aware Applications", In the Workshop on Software Engineering for Wearable and Pervasive Computing, Limerick, Ireland, June 6, 2000.
- [9] A. Ranganathan, R. H. Campbell, "A middleware for Context-Aware Agents in ubiquitous Computing Environments," International Conference EUC 2004, Vol. 3207, pp. 672-681, 2004.
- [10] <http://www.research.microsoft.com/easyliving>
- [11] <http://www.oxygen.mit.edu>
- [12] <http://www.cisco.com/warp/public/3/uk/ihome>
- [13] <http://www.smart-its.org/>

- [14] <http://2wear.ics.forth.gr/>
- [15] 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.
- [16] Roman, M., "Gais: a Middleware Infrastructure to Enable Active Spaces," IEEE Pervasive Computing, pp. 74-83, 2002.
- [17] A. Shehzad, H. Q. Ngo, K. A. Pham, S.Y. Lee, "Formal Modeling in Context-Aware Systems," KI-04 Workshop, 2004.
- [18] Abhaya Asthana, Mark Cravatts and Paul Krzyzanowski, "An Indoor Wireless System for Personalized Shopping Assistance", AT&T Bell Laboratories, 2000
- [19] Natalia Marmasse, Chris Schmandt, "Location-aware information delivery with comMotion", MIT Media Laboratory, HUC Proceedings, pp.157-171, 2000
- [20] P. Couderc, A. M. Kermarrec, "Improving Level of Service for Mobile Users Using Context-Awareness," 18th IEEE Symposium on Reliable Distributed Systems, pp. 24-33, 1999.
- [21] K. Cheverst, N. Davies, K. Mitchell, A. Friday, "Experiences of developing and deploying a context-aware tourist guide: the GUIDE project," proceedings of the sixth annual international conference on Mobile computing and networking, pp. 20-30, 2000.
- [22] 장세이, 우운택, "ubiHome을 위한 컨텍스트 기반 응용 서비스 모형", 정보과학회논문지:소프트웨어 및 응용, 제30권 제6호, pp. 550-558, 2003.
- [23] 송재훈, 김동균, 이상정, "블루투스를 이용한 상황인식서비스", 한국통신학회 추계종합학술발표집 제28권, pp. 254,257, 2003.
- [24] 박한술, 최태욱, 정기동, "jini 기반의 context-aware chatting program", 한국정보처리학회 추계 학술발표논문집, 제10권 제2호, pp. 1177-1180, 2003.
- [25] 심춘보, 태봉섭, 장재우, 김정기, 박승민, "상황인식 처리를 위한 미들웨어 및 컨텍스트 서버를 이용한 응용시스템의 구현", 정보과학회논문지:컴퓨팅의 실제 제12권 제1호, pp. 31-42, 2006.

[26] 박현정, 이지형, “유비쿼터스 컴퓨팅 미들웨어를 위한 상황 인식 프레임 워크”, 정보과학회 추계학술발표회 논문집 Vol.32, No.2, pp. 742-744, 2005.

[27] Using JConsole to Monitor Application :

<http://java.sun.com/developer/technicalArticles/J2SE/jconsole.html>

