

# 유비홈에서 조화로운 서비스 개발을 위한 정형화된 맥락 인식 응용 모형

광주과학기술원 오유수 · 신춘성 · 정우진 · 우운택\*

## 1. 서 론

유비쿼터스 컴퓨팅은 기술 중심의 발전에서 사용자 중심의 발전으로 패러다임의 변화를 가져온다. 특히, 스마트 홈은 기술이 가족 구성원들 간의 활발한 대화를 위하여 지원되는 좋은 예이다. 스마트 홈에서의 맥락 인식 서비스는 수년 동안 유비쿼터스 컴퓨팅 분야의 핵심 연구 주제로 다루어지고 있다. 그 중에서 다양한 센서들로부터 얻어진 서로 다른 맥락 정보에서 동작하는 많은 서비스들이 관련 연구분야에 의해서 집중적으로 개발되고 있다[10].

스마트 홈에서 거주자들은 유비쿼터스 컴퓨팅 기술에 의해서 사용자 중심의 조화로운 서비스를 제공받을 수 있고, 구성원 간 원활한 의사소통을 이루는데 도움을 받을 수 있다. 이와 같은 스마트 홈에서의 유비쿼터스 컴퓨팅 기술은 가족 간의 유대감을 증진시킬 수 있다. 스마트 홈에서 조화로운 서비스를 거주자에게 제공하기 위해서는 거주자의 관심을 인식하는 센싱 기술과 다양한 센서로부터 거주자의 활동을 모니터링하는 기술을 고려해야 한다. 또한, 다수의 거주자들이 서비스를 이용하는 동안에 발생할 수 있는 문제점들도 고려하는 것이 필요하다.

스마트 홈 서비스에 대한 많은 연구 활동들이 이루어지고 있다. EasyLiving(MS Research, since 1998) [1], AwareHome(GATECH, since 1999)[2], Adaptive House(Colorado Univ., since 1999)[3], House\_n Project (MIT, since 2000)[4]가 스마트 홈 연구 동향 중의 일례이다. 그러나 기존 연구 활동들은 다수 거주자들의 관심이나 의도를 동시에 파악하여 조화로운 홈 응용 서비스를 보여주지 못하고 있다. 즉, 다수 거주자들에게 맥락 인식 협업 서비스를 제공하기 위한 적절한 맥락 인식 모형에 대한 제시가 부족하다.

맥락 인식 서비스는 유비쿼터스 컴퓨팅 분야에서 중

요한 연구 주제로 다루어지고 있다[11]. 그리고 맥락 인식 시스템을 지원하는 구조 및 미들웨어 개발은 맥락 인식 서비스 연구와 함께 진행되고 있다. 특히, Context-Toolkit[12], TEA context acquisition architecture[13], SOCAM[19], JCAF middleware [14], 그리고 CAMidO[20]가 그것이다. 현재 관련 연구분야에서는 다양한 센서를 이용하고 서로 다른 맥락 정보를 활용하는 많은 시스템이 개발되고 있다. 그러나 일반적인 맥락 인식 시스템 개발과 관련된 이슈들은 여전히 풀어야할 숙제이다. 특히, 다수 사용자들의 선호도, 관심이나 의도를 파악하고 서비스 이용 충돌을 해결하는 이슈는 일반적인 해결책을 제시하기 위해서 맥락 인식 응용 모형의 구조를 설계함으로써 논의되어야 한다.

그러므로, 맥락 인식 응용 모형의 구조를 설계할 때는 다음과 같은 사항들이 고려되어야 한다.

- 다양한 센서로부터 입력되는 맥락 정보 추출
- 정형화된 맥락 정보의 표현
- 다양한 맥락 정보 통합 및 추론 방법
- 추론된 맥락 정보들 간의 충돌 문제 관리

다양한 센서를 이용하여 맥락 정보와 activity를 획득하는 연구는 맥락 인식 컴퓨팅에서 보고되고 있다 [15,16]. 이와 같은 연구는 맥락 정보를 획득하는 서로 다른 보조 시스템을 위한 적합한 인터페이스를 제공할 필요가 있다. 관련 연구분야에서 맥락 정보를 표현하기 위한 많은 노력이 있었으며, 그 중에서 온톨로지는 맥락 정보를 표현하는 널리 알려진 기법이다. 그러나 정형화된 맥락 정보의 구조나 형식의 정의는 인공지능 분야에서도 여전히 문제점으로 남아있다. 강건한 맥락 인식 시스템은 사용될 센서와 어플리케이션을 충분히 지원하는 맥락 모형이 있어야 한다. 즉, 새로운 센서나 어플리케이션이 주어진 환경에 추가되어도 맥락 인식 시스템이 그 변화를 수용할 수 있는 정형화된 맥락 모형에 대한 설계가 이루어져야 한다.

\* 종신회원

맥락 정보 통합 및 추론은 다양한 소스 및 도메인에 대한 맥락 정보의 통합을 의미한다. 맥락 정보 통합 및 추론은 입력이 센서 값이 아니라 사전에 그 센서에서 계산된 맥락 정보이기 때문에 고수준 맥락 인식으로 간주될 수 있다. 맥락 정보 통합, 추론 및 해석에서 해결되어야 할 문제는 시스템 개발자들이 시스템의 동작 결과에 대해서 이해해야 하는 부분에 있다. 그래서 시스템 개발자들이 맥락 인식 시스템을 쉽게 개발하고 관리하기 위해서는 정형화된 맥락 인식 응용 모형이 필요하다.

따라서, 본 논문에서는 **스마트 홈 환경 테스트 베드인 유비홈(ubiHome)에서 조화로운 서비스 개발을 위한 정형화된 맥락 인식 응용 모형(ubi-UCAM: a Unified Conetxt-aware Application Model for ubiquitous computing environment)**을 소개한다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 정형화된 맥락 인식 응용 모형(ubi-UCAM)은 센싱 정보를 맥락 정보로 변환해주는 유비센서(ubiSensor)와 입력된 맥락 정보들을 통합, 추론, 해석 및 관리하는 유비서비스(ubiService) 모듈로 나뉜다. ubi-UCAM은 센서로부터 맥락 정보 추출, 다양한 맥락 정보 통합 및 추론, 그리고 추론된 맥락 정보간의 충돌 관리 기법에 대하여 기술한다.

ubi-UCAM은 다음과 같은 특징을 가진다. 첫째, ubi-UCAM은 센서로부터 맥락 정보를 추출하기 위하여 위치 인식 유비센서를 이용하여 스마트 홈 거주자들의 위치 및 방위 정보가 포함된 activity에 대한 맥락 정보를 추출한다. 둘째, ubi-UCAM은 다양한 종류의 센서로부터 다수의 맥락 정보 입력을 동시에 통합하여 각 거주자의 activity에 대한 의도를 추론한다. 마지막으로, ubi-UCAM은 서비스간에 발생 가능한 충돌 상황을 감지하여 거주자들에게 적합한 서비스 또는 콘텐츠를 추천함으로써 충돌 문제를 해결한다.

ubi-UCAM은 스마트 홈에서 다수의 거주자들을 위한 맥락 인식 협업 미디어 서비스인 ubiTV에 적용하여 평가될 수 있다. ubiTV는 이종 센서들로부터 획득된 맥락 정보를 통합하고 관리함으로써 거주자들에게 사용자 중심의 개인화된 서비스들을 제공한다. ubiTV는 TV, DVD, 음악 등과 같은 다양한 서비스들과 날씨 정보, 주식 정보 등과 같은 정보를 거주자들에게 제공한다. 또한, ubiTV는 다양한 홈 서비스들을 이용하여 가족 구성원들 간의 대화를 유도함으로써 구성원들 간의 유대감을 증진시키는 기술의 가능성을 보여준다. 그러므로, ubiTV는 미디어 서비스들 사이에서 맥락 정보 기반 협업을 적용함으로써 가족(사람) 중심의 집으로 환경을 풍요롭게 하는 데 도움을 준다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다: 2장에서는 맥락 인식 모형에 대한 관련 연구에 대하여 설명한다. 3장에서는 스마트 홈 환경인 유비홈 테스트 베드에 대하여 소개한다. 4장은 정형화된 맥락 인식 응용 모형에 대하여 자세히 설명한다. 5장은 맥락 인식 협업 미디어 서비스의 구현에 대하여 기술한다. 마지막으로 6장에서 결론을 맺는다.

## 2. 관련 연구

맥락 인식 서비스는 유비쿼터스 컴퓨팅 분야에서 중요한 연구 주제이며, 이를 지원하는 구조 및 미들웨어에 대한 연구로는 Context-Toolkit[12], TEA context acquisition architecture[13], SOCAM[19], JCAF middleware[14], 그리고 CAMidO[20] 등이 있다. 본 논문에서는 이들 중 최근 연구 동향에 대하여 기술한다.

### 2.1 SOCAM

#### 2.1.1 구조

SOCAM(a **S**ervice-**O**riented **C**ontext-**A**ware **M**iddleware)은 온톨로지 기반의 맥락 모델을 사용하고 OSGi(The Open Service Gateway Initiative) 위에서 구동된다. SOCAM의 구조는 독립적인 서비스들로 구성이 된다. 각 서비스는 Context Discovery, Acquisition, Interpretation의 기능을 수행한다. SOCAM은 다음과 같이 구성되어있다. 맥락 해석기는 맥락 정보를 처리할 수 있도록 논리적 추론 기능(Logic reasoning service)을 제공한다. 낮은 수준의 맥락을 높은 수준의 맥락으로 해석해서 제공한다. Context reasoner와 context knowledge base로 구성이 되며, 맥락 추론, 맥락 충돌 해결, 지식 베이스의 일관성을 관리한다. 맥락 데이터베이스는 맥락 온톨로지와 특정 서브도메인의 이전 맥락을 저장하고 있다. 각 도메인 당 하나의 논리적 맥락 데이터베이스를 지니고 있다. 맥락 인식 응용은 다른 레벨의 맥락을 사용하고 현재의 맥락에 맞게 적용한다. 응용 개발자는 규칙(rule)을 미리 정의하고 파일에 저장하여 context reasoner를 통해 불러올 수 있고, 규칙(rule) 파일을 실행 중에 수정할 수 있다. Service-locating service는 context provider와 context interpreter가 자신의 존재를 알릴 수 있게 하고, 다른 사용자와 응용프로그램이 찾을 수 있도록 한다. SOCAM 구성요소는 독립적인 구성요소들로 이종 네트워크에 분산되어질 수 있고, Java RMI를 통한 상호작용을 할 수 있다. 그림 1은 SOCAM의 구조이다.

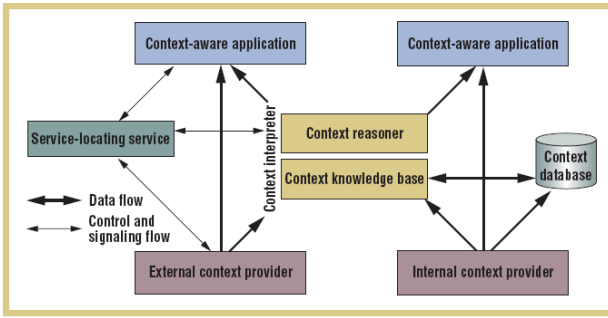


그림 1 SOCAM의 구조

### 2.1.2 장/단점

공통적인 맥락 모형을 사용함으로써 맥락 추론과 지식 공유를 쉽게 하고 어플리케이션 프로토타입 개발을 빠르게 할 수 있다. 또한 SOCAM은 OSGI 기반으로 개발되어서 OSGI의 장점을 그대로 가진다. Java를 기반으로 하기 때문에 플랫폼 독립적이며 어플리케이션에게 필요한 installing, activating, deactivating, updating, and removing services 등의 기능을 제공하기 때문에 서비스 지향적 어플리케이션에 효과적이다. SOCAM은 다양한 시스템 보안 레벨을 제공한다. 또한, SOCAM은 OWL 사용으로 다양한 형식과 수준의 맥락 정보의 접근을 제한함으로써 비스 개발을 쉽게 한다. 즉, 개발자는 접근가능한 맥락 정보만을 고려해서 시스템을 개발할 수 있다.

그러나, SOCAM은 Context interpreter와 Context providers의 역할 구분이 모호하며 명확한 모듈의 정의가 부족하다. SOCAM은 온톨로지 추론을 위해서 OWL에 의존하기 때문에 자체적인 학습 모듈을 가지지 못한다. 또한, OSGI에 기반한 SOCAM은 OSGI가

기본적으로 해결할 수 없는 보안 문제를 여전히 문제점으로 지니고 있다.

## 2.2 JCAF

### 2.2.1 구조

JCAF(Java Context Awareness Framework)는 맥락 인식 어플리케이션 개발을 지원하는 프레임워크이다. JCAF는 Context Client, Context Service, Context Sensor and Actuator의 3단 레이어로 구성되어 있다. Context Client Layer는 entity와 맥락에 접근하는 맥락 인식 어플리케이션이다. Context Client에서 맥락 정보를 얻는 방법으로 request-response 방식과 entity listener를 이용한 subscribing 방식을 이용한다. Context Service Layer의 entity는 맥락 정보의 변화에 반응하게 되며, subscriber를 관리하며 맥락 정보의 이벤트 변화를 client 레이어에 통지하는 역할을 하게 된다. Context service layer의 Transformer Repository는 일반적인 자원들을 유지하고 있으며 적절한 형태로 변형시켜 요청에 응답할 수 있게 한다. Context Sensor and Actuator의 Monitor는 맥락 정보를 센서를 통해 얻어오는 역할을 하며, actuator는 하나 이상의 actuator와 함께 맥락 정보에 변화를 주거나 영향을 미치는 역할을 수행한다. Context Service layer에 전달하는 방식으로는 asynchronous/synchronous 모드의 두 가지가 존재하는데, 첫 번째 방식의 경우 꾸준히 맥락 정보를 전송하는 반면, 두 번째 방식의 경우는 Context Service layer에서 요청이 오는 경우에만 맥락 정보를 전달한다. 그림 2는 JCAF의 구조이다.

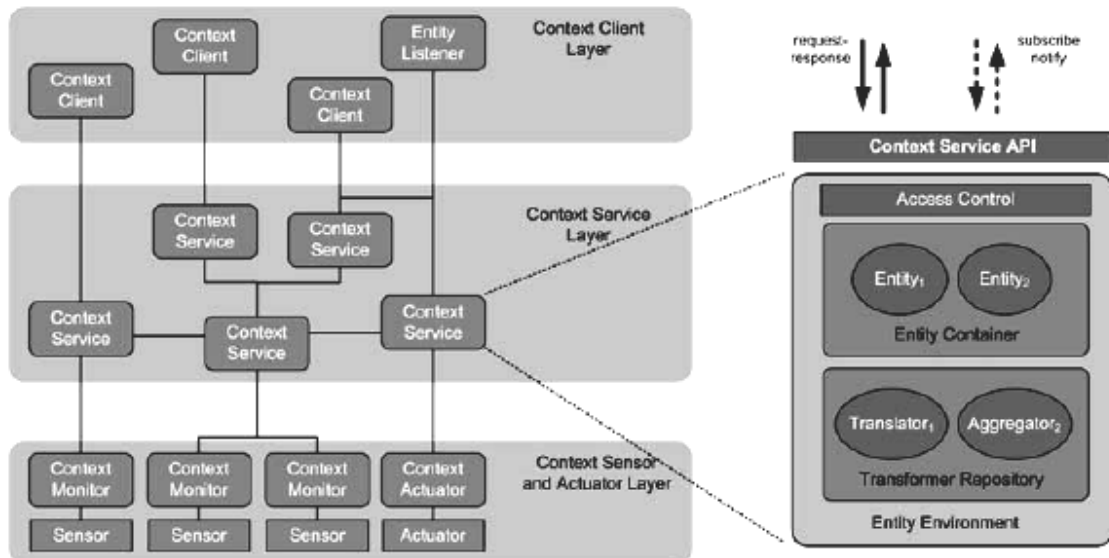


그림 2 JCAF의 구조

## 2.2.2 장/단점

JCAF는 일반적인 목적, 이벤트 기반 그리고 분산 서비스 지향적인 자바 프레임워크이다. JCAF의 주요 디자인 고려 사항은 다음과 같다. 첫째, 맥락 정보는 환경에 산재되어 있으며, 일부는 원격지에 저장된다. 둘째, 각 맥락 서비스는 다른 곳으로부터 서비스를 요청할 수 있다. 마지막으로 맥락 정보는 사용자 행동의 변화를 포함한 환경 변화를 나타낸다. JCAF는 환경 모니터링 센서를 다루는 맥락 모니터와 변화에 반응할 수 있는 actuator를 다루는 맥락 actuator를 제안하였다. JCAF의 해석에 있어서, 맥락은 맥락 아이템을 담은 컨테이너로 고려하고 있으며, 맥락의 개체는 맥락 아이템들 중 하나이다. 맥락 컨테이너 안의 각 맥락 아이템은 다른 맥락 아이템들과 관련이 있다.

그러나 JCAF에 대한 평가가 제안된 프레임워크를 몇 가지 프로젝트에 적용해보고 그 결과를 기술함으로써 그 효율성을 입증하기가 어렵다. 또한, 실제 프로젝트에 참여한 프로그래머들로부터 인터뷰 결과를 기술함으로써 일반성을 찾기가 어렵다. JCAF의 장점들은 대부분 Java언어가 갖고 있는 특징들이어서 Java언어가 갖는 단점 역시 지니고 있다. 특히, 동기화 부분과 맥락 정보 모델링에 있어서 자바 언어가 갖는 단점을 지적하고 있다.

## 2.3 CAMidO

### 2.3.1 구조

CAMidO(a Context-Aware Middleware based on an Ontology meta-model) 미들웨어는 맥락 인

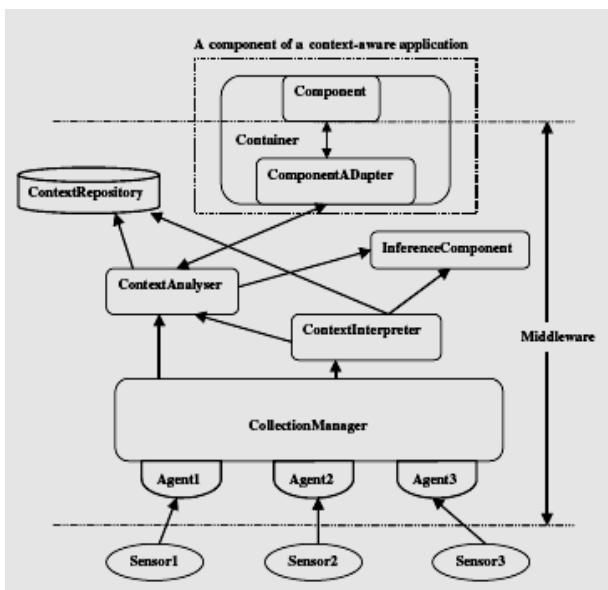


그림 3 CAMidO의 구조

식 기능이 추가된 컴포넌트 기반 미들웨어의 확장이다. 어플리케이션 개발자들은 맥락 수집을 위한 센서들을 다루는 방법, 상위 레벨의 맥락 정보를 추론하기 위한 맥락 해석 등에 대한 코드를 작성해야 한다. CAMidO는 센서와의 통신 그리고 맥락 정보의 수집, 관련된 맥락 감지를 위한 해석과 분석 등이 가능하다. 또한, CAMidO는 온톨로지 메타 모델을 포함하고 있어 어플리케이션 개발자들에 의한 코드 작성을 쉽게 한다. 그림 3은 CAMidO의 구조이다.

### 2.3.2 장/단점

CAMidO는 온톨로지 메타 모델을 사용하여 맥락 정보를 기술함으로써 어플리케이션 개발자(Application Designer)의 context-aware 응용 어플리케이션 제작을 가능케 한다. CAMidO는 이렇게 기술된 메타 정보를 토대로 맥락 정보를 수집하고 어플리케이션에 적합한 형태로 동작하게 함으로써, 개발자는 세부적인 부분에 대한 프로그래밍을 하지 않아도 된다는 장점이 있다. 온톨로지 메타 모델을 사용하여 새로운 센서에 대한 맥락 정보를 추가하고, 적응(adaptation) 규칙(rule)과 해석(interpretation) 정책(policy)도 추가할 수 있다. 이때에는 OWL 언어를 사용하여 메타정보를 작성하게 되며 크게 세 가지의 온톨로지로 나뉜다. 첫 번째 온톨로지는 미들웨어 수준의 온톨로지로서, CAMidO 미들웨어 위에서 동작하는 어플리케이션에서 사용한다. 두 번째는 맥락 정보 레벨의 온톨로지로서, 개발자는 센서를 통해서 얻을 수 있는 직접적인 데이터와 추론할 수 있는 고 수준의 맥락인 간접적인 데이터와 그 방법을 지정해야 한다. 마지막으로 어플리케이션 수준의 온톨로지가 있다. 이 어플리케이션 고유의 정보는 CAMidO 컴파일러를 통해 사용되어 추론 규칙(rule) 파일과 제어 소스 코드를 생성한다.

그러나, CAMidO를 사용하면 메타 정보를 작성함으로써 직접적인 프로그래밍은 줄어들고, 소스 코드가 생성된다는 장점이 있지만, 메타 정보를 작성할 때에 사용되는 OWL이라는 언어에 대한 지식이 필요하고, 적응(adaptation) 규칙(rule)과 해석(interpretation) 정책(policy) 작성에도 개발자가 상당부분 관여해야 한다는 단점이 있다.

## 2.4 관련 연구와 비교

ubi-UCAM과 관련된 연구들과의 비교는 구조적 특징 및 장점/단점에 대하여 분석함으로써 표현될 수 있다. 표 1에서는 ubi-UCAM을 관련 연구들과 비교한 결과가 정리되어있다.

표 1 ubi-UCAM과 관련 연구들과의 비교

	구조적 특징	장 점	단 점
SOCAM	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 독립적인 서비스 구조</li> <li>▶ 온톨로지(OWL)기반 맥락 모델링</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 서비스 지향적 응용 개발에 효율적</li> <li>▶ 다양한 맥락 정보 추론</li> <li>▶ Java2 Security 모델 채택</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ OWL에 의존하여 개발이 어려움</li> <li>▶ 학습과정 부족</li> </ul>
JCAF	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 목적, 이벤트 기반 구조</li> <li>▶ 분산 서비스 지향적인 Java framework</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Java Security API를 이용한 보안</li> <li>▶ 실시간 변화에 적응</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 분산 시스템의 문제점 (데이터 동기화)</li> <li>▶ 네트워크 상의 맥락 서비스 관계 정의 미흡</li> </ul>
CAMidO	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 온톨로지 메타 모델</li> <li>▶ 콤포넌트 기반 구조</li> <li>▶ 적응 규칙과 해석 정책 반영</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 추론 규칙 파일과 제어 소스코드 생성을 위한 컴파일러 제공</li> <li>▶ 실시간 변화에 적응</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 구조적 흐름의 복잡성</li> <li>▶ 학습과정 부족</li> <li>▶ 맥락 정보간의 관계성 정의 미흡</li> </ul>
ubi-UCAM	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 5W1H의 정형화된 맥락 표현</li> <li>▶ 센서와 서비스의 독립적인 구조</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 사용자 중심의 정형화된 맥락 정보 표현 및 관리</li> <li>▶ 다양한 맥락 정보 추론 및 학습</li> <li>▶ 다양한 센서 및 서비스 응용 개발에 효율적</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Security기능 구현 안됨</li> </ul>

### 3. 유비홈(ubiHome) 테스트 베드

유비홈은 유비쿼터스 컴퓨팅이 가능하게 하는 기술들이 홈 환경에 적용된 테스트 베드이다[5]. 그림 4와 같이 많은 종류의 퍼베이시브(pervasive) 센서들과 맥락 인식 서비스들이 유비홈에 내재되어 있다. 이와 같이 내재된 센서들과 서비스들은 다수의 거주자들을 위한 통합 스마트 홈 환경의 기반을 이룬다.

유비홈에서의 맥락 정보는 Schilit이 내린 정의와 함께 시간에 대한 맥락 정보(맥락 히스토리)를 추가함으로써 정의된다. 맥락 정보는 간략히 누가(Who), 언제(When), 어디서(Where), 무엇을(What), 어떻게(How), 왜(Why)의 육하원칙(5W1H)에 의하여 표현된다[5,6]. 유비홈에서의 맥락 모델링은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 정형화된 맥락 인식 응용 모형인 ubi-UCAM에 기반한다[7]. 이 모형은 거주자의 상태, 행동, 및 주변 환경을 인식하기 위해서 사용된다.

유비홈에서의 퍼베이시브 센서들은 거주자의 행동 및 주변 환경을 감지한다. 그림 1에서 보는 것과 같이, Couch sensor, IR sensor, PDA, ubiTrack, RF tag과 같은 다양한 종류의 센서들이 유비홈에 배치되어 있다[5,8]. 각 센서는 센싱, 고유 프로세싱, 네트워킹 능력을 가진 스마트 센서로서 독립적으로 동작한다.

유비홈에서의 맥락 인식 서비스들은 다수의 거주자들을 위한 사용자 중심의 서비스로 제공된다. 그와 같은 서비스들에는 c-MP(context-based Media Player), c-Mail checker(context-based eMail checker), TMCS(Tangible Media Control System), 그리고 cPost-it(Context-based Post-it) 등이 있다[5,8]. 특히, ubiTV는 ubi-UCAM에 기반하여 거주자들을 화목하게 하는 사용자 중심의 미디어 서비스를 제공한다.

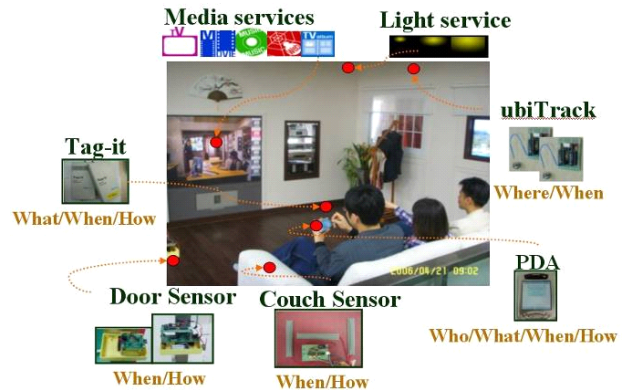


그림 4 다양한 센서와 서비스가 내재된 유비홈 테스트 베드

### 4. 정형화된 맥락 인식 응용 모형(ubi-UCAM)

#### 4.1 맥락 정보 표현

맥락 정보의 표현은 맥락 인식 시스템 설계 시에 필요한 요소 중의 하나이다. ubi-UCAM에서는 맥락 인식 시스템 설계에 육하원칙(5W1H) 구조에 의한 표현 방법을 이용한다. 5W1H 표현법은 맥락 정보가 누가(Who), 언제(When), 어디서(Where), 무엇을(What), 어떻게(How), 왜(Why)의 육하원칙으로 표현되는 구조화된 형식이다. 5W1H의 표현법은 정형화된 맥락 인식 응용 모형에 적합한 맥락 정보를 사용자 중심의 관점으로 제공한다. 이 표현법은 육하원칙을 이용하여 수집된 정보를 구조화하므로 센서에 의하여 검출될 수 있는 사용자의 상황을 정확하게 표현할 수 있다.

또한, 이 맥락 표현은 각각의 서비스에 따른 맥락 정보의 제공 및 관리를 쉽게 한다. 각 5W1H 맥락 정보는 계층적으로 구조화되어 있다. '누가(Who)'의 맥

락은 거주자의 신원, 특징 및 관계성에 대하여 기술한다. ‘언제(When)’의 맥락은 센서 또는 서비스에 의해서 생성되는 시간 정보를 나타낸다. ‘어디서(Where)’의 맥락은 거주자의 실내 위치와 실외 위치에 대하여 기술한다. ‘무엇을(What)’의 맥락은 거주자에 의해서 사용되는 센서 혹은 서비스의 정보이다. ‘어떻게(How)’의 맥락은 거주자의 몸 상태, 제스처, 또는 제어 명령 등에 대한 내용을 기술한다. 마지막으로 ‘왜(Why)’의 맥락은 수집되는 정확한 데이터로부터 추론되는 정보이며, 거주자의 의도 및 감정에 대해서 기술한다[6].

## 4.2 ubi-UCAM 구조

정형화된 맥락 인식 응용 모형인 ubi-UCAM은 그림 5와 같은 구조를 갖는다[17]. ubi-UCAM은 유비센서(ubiSensor)와 유비서비스(ubiService)로 구성된다. 유비센서는 physical sensor, feature extraction module, preliminary context generator, self configuration manager로 구성되며 유비서비스는 Self Configuration Manager, Context Integrator, Context Manager, Interpreter, Service Provider로 구성된다. 각 모듈 간의 관계 및 맥락 흐름은 이전 연구에 정의되어 있다[17]. 유비센서는 사용자와 그 주변 환경에 대한 변화를 인식하여 초벌 맥락 정보(Preliminary Context)를 형성하는 역할을 한다. 그리고, 유비서비스는 수집된 맥락 정보들을 인식하여 사용자의 의도에 따른 응용 서비스를 제공하는 역할을 한다.

ubi-UCAM에서 사용되는 각 맥락 정보에 대한 정의는 다음과 같다.

- 초벌 맥락(Preliminary Context: PC)는 유비센서에 의해서 생성되는 특징 정보 및 센서 상세를 표현한다.
- 통합 맥락(Integrated Context: IC)은 맥락 통합기에서 생성되는 완전한 5W1H의 맥락 정보를 나타낸다.
- 사용자 조건 맥락(User Conditional Context: UCC or UCC')은 모바일 장치에서 사용자가 정의한 서비스 실행에 대한 조건 정보를 표현하고, 해석기(Interpreter)에서 해석 가능한 형태로 변환 가능한 맥락 정보이다.
- 서비스 조건 맥락(Service Conditional Context: SCC)은 서비스 제공기(Service Provider)에 개발자가 정의한 서비스 실행 및 기능에 대한 맥락 정보를 표현한다.

- 최종 맥락(Final Context: FC)은 맥락 관리기에서 생성되며, 사용자의 의도가 반영되고 서비스 충돌 문제가 해결되어 최종적으로 응용 서비스가 실행되는 상태를 표현하는 맥락 정보이다.

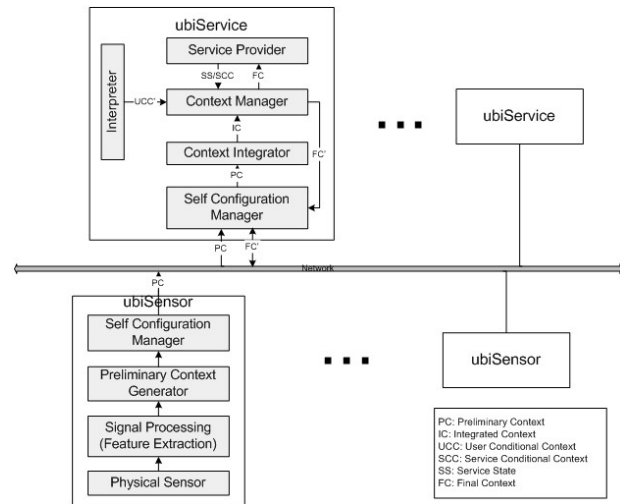


그림 5 ubi-UCAM의 구조

## 4.3 맥락 정보 센싱

센서로부터 맥락 정보를 추출하기 위하여 위치 인식 유비센서를 이용하여 스마트 홈 거주자들의 위치 및 방위 정보가 포함된 activity에 대한 맥락 정보를 추출한다. 위치 인식 유비센서로는 개발된 ubiTrack을 이용한다. ubiTrack은 IR 기반의 근접 방법으로 사용자의 위치를 추적하며, 적외선 신호 생성 시에 시분할 방식으로 센싱 영역을 중첩시켜 신호의 충돌 없이 사용자의 위치를 추적한다[9].

또한 ubiTrack은 사용자의 프라이버시를 보호하기 위해 위치 추적을 위한 시스템이 사용자 중심으로 되어 있어서 모든 정보는 추가적인 컴퓨터 없이 사용자의 휴대용 디바이스에서 연산되며, 사용자의 프라이버시 레벨을 두 단계로 나누어서 관리한다. 게다가, ubiTrack은 두 개의 적외선 수신 소자를 활용하여 사용자의 위치 정보뿐만 아니라 방위, 속도 및 여러 상태 정보를 인식한다.

그림 6은 ubiTrack의 활용 모듈에서의 정보 흐름을 나타낸다. 활용 모듈은 위치 정보를 활용하여 사용자의 방위 및 특정한 ID 정보를 생성하여 사용자의 위치 정보인 ‘어디서(Where)’ 정보를 구성한다. 또한, 활용 모듈은 위치 정보의 변화를 활용하여 사용자의 이동 속도를 계산하며, 속도 정보를 활용하여 사용자의 standing, walking, moving fast 상태를 구분한다. 방위 정보를 활용하여 사용자가 어느 방향으로 움직이고 있는지를 인식하며, 추가적인 ID 정보를 활용하여

사용자의 특별한 행동을 인식한다. 제안된 논문에서는 이를 활용하여 사용자가 누워있는 상태를 인식한다. 이러한 사용자의 행동에 관련된 정보는 ‘어떻게(How)’ 정보를 구성한다. ubiTrack 활용 모듈에서 생성된 모든 정보는 정형화된 맥락 인식 응용 모형인 ubi-UCAM의 맥락 통합기에 전달되어 사용자의 복잡한 행동이나 의도 정보를 추론하여 ‘왜(Why)’ 정보를 구성하는데 활용이 된다.

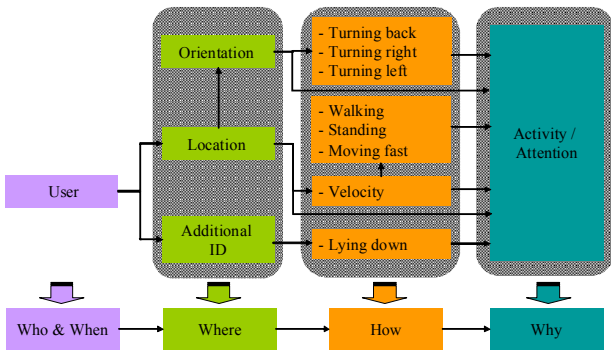


그림 6 ubiTrack에서의 데이터 흐름

#### 4.4 맥락 정보 통합 및 추론

다양한 종류의 센서로부터 다수의 맥락 정보 입력을 동시에 통합하여 각 거주자의 activity에 대한 의도를 추론한다. 각 거주자의 의도 추론은 ubi-UCAM의 맥락 통합기에서 이루어진다. 맥락 정보 융합 및 추론은 맥락 인식 시스템의 새로운 구조인 맥락 통합기에 의해서 제공되는 핵심 기술 요소이다. 그림 7은 맥락 통합기의 구조를 보여준다. 맥락 통합기는 Context Object Analyzer, Context Repository, Preliminary Context Fusion module, Context Inference Engine, 그리고 Integrated Context Generator로 구성된다.

Context Object Analyzer는 활성영역에 위치한 다양한 종류의 센서들로부터 맥락 정보를 수집하고 ‘누가(Who)’의 부분 맥락 중의 사용자의 신원 정보에 따라서 수집된 맥락 정보들을 분류한다. Context Repository는 통합된 맥락 정보들의 히스토리를 저장하고 관리한다. Preliminary Context Fusion module은 입력된 초별 맥락 정보들을 각 특성에 따라서 4W1H(Who, What, Where, When, and How)의 통합 맥락으로 구성한다. 통합 맥락은 적절한 융합 방법을 적용하여 생성된다. 초별 맥락(Preliminary Context)은 특징 정보나 센서 상세를 나타낸다. 통합 맥락(Integrated Context)은 맥락 통합기에 의해서 생성된 사용자 의도 및 감정 정보를 포함하여 완전한 5W1H 맥락을 형성한다. Context Inference Engine

은 Preliminary Context Fusion module의 결과를 이용하여 ‘왜(Why)’의 맥락을 추론해낸다. 이 추론 엔진은 시스템의 행동을 기술하는 facts와 rules로 구성되는 지식 베이스를 포함한다. Integrated Context Generator는 이미 구성된 4W1H의 맥락 정보와 추론된 ‘왜(Why)’의 맥락을 통합하여 5W1H의 통합 맥락을 생성한다. 이 5W1H의 통합 맥락은 거주자의 신원, 위치, 행동, 패턴, 의도 등과 같은 정보를 포함한다.

맥락 통합기는 다양한 종류의 센서로부터 획득된 센서 데이터를 융합하고 서로 다른 수준의 정보를 통합하도록 설계되었다. 이것은 의미적인 맥락 융합을 하는 시스템에서 결과를 만든다. 하위 레벨의 데이터의 융합은 센서 내부의 요소로 고려된다. 맥락 통합기는 사용자 중심의 맥락 정보로써 거주자(특히, Who의 맥락)에 따른 분류와 융합을 하도록 지원한다.

맥락 통합기는 맥락 통합 과정에서 특히 맥락의 재사용을 위한 메카니즘으로 구성되었다. 맥락의 재사용은 추론 과정에서 이전 과정의 추론된 결과를 다시 사용하는 연속 과정의 결과물으로써 시스템의 효율성을 높일 수 있다. 맥락의 재사용의 과정이 진행될수록 높은 수준의 맥락이 추론될 수 있다. 또한, 맥락의 재사용은 Context Repository에서 관리되는 맥락 히스토리에서 저장된 맥락 정보를 사용함으로써도 이루어진다.

맥락 통합기에 기반한 맥락 인식 시스템의 일반화된 행동과 기능은 규칙(rule)에 의하여 생성될 수 있다. 개발자나 관리자에 의한 시스템의 변화 및 재구성은 규칙(rule)을 추가, 삭제 및 수정함으로써 가능하다. 이와 같은 규칙(rule)을 간략화하기 위해서 일반적인 텍스트 에디터를 이용하여 쉽게 재구성할 수 있다. 그러므로 맥락 통합기에서 소스 코드를 바꾸지 않고도 전체 시스템 행동에 대한 변화가 가능하다. 맥락 통합기의 Context Inference Engine은 JESS (Java Expert System Shell)를 이용하여 구현되었다. 구현된 규칙(rule)은 LISP 언어의 구문에 기반한다. 다른 선언적 프로그래밍 언어와 비교하여 이와 같은 구현은 규칙(rule)의 순서에 상관없이 재구성을 쉽게 한다.

맥락 통합기는 거주자의 행동이나 제스처를 추론할 수 있다. 이때, 이전의 맥락 정보는 중요한 단서가 된다. 그래서 맥락 히스토리는 거주자의 행동을 평가하기 위해서 사용된다. 맥락 통합기는 ubiTrack을 통해서 거주자의 양어깨로부터 위치 좌표 값과 방위 정보를 얻을 수 있다 [9]. 이렇게 얻어진 위치 좌표와 방위 정보는 거주자의 위치나 자세를 추론하는 데 이용된다. 맥락 통합기는 거주자의 다음 행동을 예측하기 위해서 추론된 거주자의 위치나 자세 등을 이용할 수 있다.

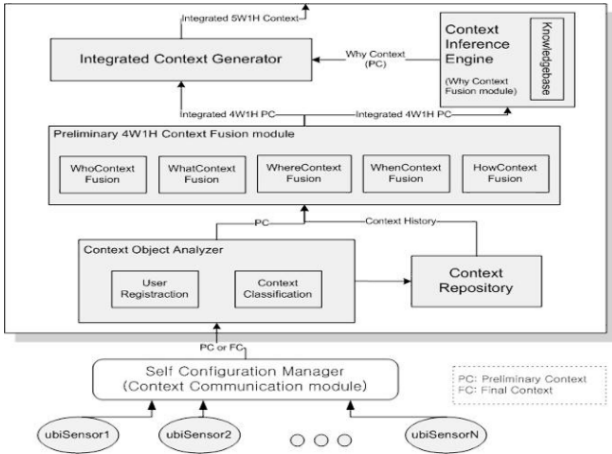


그림 7 맥락 통합기의 구조

#### 4.5 맥락 정보 관리

ubi-UCAM은 서비스간에 발생 가능한 충돌 상황을 감지하여 거주자들에게 적합한 서비스 또는 콘텐츠를 추천함으로써 충돌 문제를 해결한다. 조화로운 미디어 서비스를 위한 서비스 충돌 문제는 맥락 정보를 관리함으로써 해결할 수 있다.

특히, 다수 사용자들 간의 조화로운 미디어 서비스 이용을 위한 충돌 관리기법은 사용자의 선호도 및 미디어 서비스의 프로파일 등의 맥락을 활용하여 다수 사용자 간의 서비스 충돌을 관리한다. 이를 위해 충돌 관리 기법은 동일 사용자간의 충돌 관리인 내부 충돌 관리, 다른 미디어 응용간의 충돌 관리인 외부 충돌 관리, 그리고 사용자의 선택을 중재하여 최종 선택을 얻는 서비스 중재를 수행한다. 그림 8은 제안하는 충돌 관리 기법의 전체 흐름을 나타낸다.

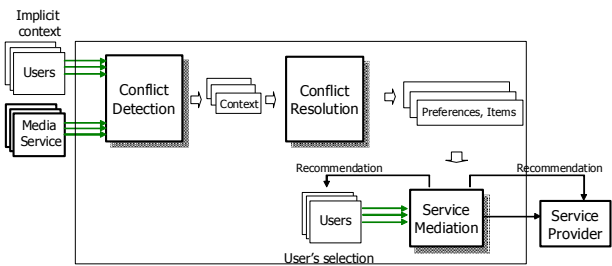


그림 8 충돌 관리 기법의 흐름

그림 8과 같이 내부 충돌 관리는 동일한 미디어를 이용하는 사용자의 맥락 정보를 수집하고 수집된 맥락 정보에서 선호도 차이를 통해 서비스 충돌을 감지한다. 그리고 충돌이 발생하는 사용자들이 타협할 수 있도록 사용자들의 선호도를 활용하여 미디어 콘텐츠에 대한 추천목록을 생성한다. 외부충돌 관리는 환경 내에서 다른 사용자가 미디어 서비스를 이용하면서 발생한 맥락 정보를 활용하여 충돌을 감지한다. 이후 사용자들이 논

의하여 미디어 서비스를 선택할 수 있도록 충돌 미디어 서비스 목록을 토대로 미디어 콘텐츠에 대한 추천 목록을 생성한다. 따라서 내부충돌과 외부 충돌이 수행되면 사용자의 추천정보가 생성되고 서비스 중재단계로 접어든다. 서비스중재 단계에서는 두 개 혹은 한 개의 충돌 목록을 토대로 사용자간의 서비스 중재를 수행한다. 중재하는 동안 사용자의 입력이 주어지면 사용자들이 의견수렴을 할 때까지 이들의 선택을 공유화면을 통해 이를 시각화한다. 그리고 최종 선택이 이루어지면 사용자간의 충돌이 해결된 것으로 간주하고 선택된 미디어 콘텐츠와 함께 사용자의 맥락을 생성하여 미디어 서비스 제공기에 전달한다. 그림 9는 3명의 사용자들이 미디어 서비스를 이용할 때 발생하는 서비스 충돌을 제안된 충돌 해결 기법에 기반으로 해결하는 예를 보여준다.

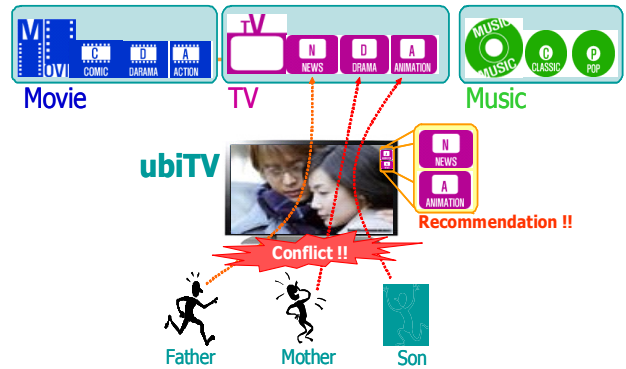


그림 9 충돌 해결의 예

그림 9와 같이 충돌 기법에 따라 아버지와 아들의 선호도에 따라 이들의 추천 정보가 TV화면과 이들의 모바일 장치에 제공된다. TV화면에는 이들의 통합된 선호도에 따라 화면에는 “애니메이션”, “뉴스”, “시트콤”이 추천된다. 그리고 아버지의 모바일 장치에는 아버지의 선호도에 따라 “뉴스”, “시트콤”, “애니메이션”, 그리고 아들의 모바일 장치에는 “애니메이션”, “시트콤”, “뉴스”가 추천된다. 이들이 추천 목록 중 특정 아이템을 선택하면 화면 좌측의 공간을 통해 표시가 된다. 그리고 음악을 이용하고자 하는 어머니가 나타나면 음악을 함께 추천한다. 따라서 추천 목록은 다시 정렬되어 3명의 사용자의 선호도가 높은 순으로 미디어 서비스를 추천한다. 그러면 사용자들은 자신의 선호도에 따라 추천 목록을 받게 된다. 그리고 이들은 서로의 동의 하에 함께 이용 가능한 미디어 서비스를 선택한다. 따라서 미디어 서비스를 공유하는 사용자들은 서로 이용하고자 하는 서비스의 선호도가 다름에도 추천과 중재를 통해 공통으로 관심을 가질 수 있는 미디어 서비스를 결정할 수 있도록 한다.

## 5. 맥락 인식 협업 미디어 서비스 구현

유비홈에서 조화로운 서비스 개발을 위한 정형화된 맥락 인식 응용 모형을 평가하기 위하여 맥락 인식 협업 미디어 서비스를 구현하였다. ubiTV는 유비홈에서의 맥락 인식 협업 미디어 서비스 중 하나이다.

제안된 ubiTV는 다양한 스마트 홈 서비스들을 이용하여 화목한 가족을 이루도록 설계되었다. 가족 간의 유대감을 높이기 위해서 ubiTV는 30대 부부와 어린 아들로 이루어진 가족 구성원들 사이의 관계를 이용하여 거주자들의 경험을 얻도록 기술적으로 지원한다. 그리하여, ubiTV는 적절한 서비스나 콘텐츠를 그 거주자들에게 추천한다. ubiTV에서 이용되는 서비스-콘텐츠 리스트는 표 2에서 보는 것과 같다. 그리고 ubiTV는 유비홈에서 거주자들의 기대되는 경험들을 표현하는 지침을 보여준다.

표 2 ubiTV에서 제공되는 서비스/콘텐츠 종류

서비스	콘텐츠
Broadcasting	News, Education, Drama, Comedy, Animation
DVD	SF, Horror, Melodrama, Comic, Animation
Music	Rock, Ballad, Dance, Classic, jazz
Web	Game, Whether, Stocks, shopping, taxes

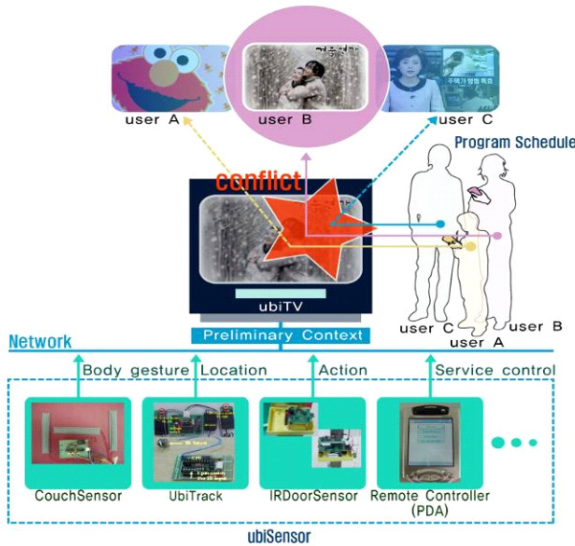


그림 10 구현된 ubiTV의 데이터 흐름

ubiTV는 충돌 문제를 해결하기 위해서 메뉴에서 적합한 서비스나 콘텐츠를 추천하는 구조를 가진다. 또한 ubiTV는 제안된 정형화된 맥락 인식 응용 모형을 이용하여 다수의 거주자들에게 개인화된 서비스를 각각 제공한다. 그림 7은 구현된 ubiTV의 데이터 흐름에 대해서 묘사한다. 그림 10에서, ubiTV는 User A,

User B, User C가 유비센서로부터 맥락 정보를 추출하여 같은 시간에 TV를 시청하기 원하고 이해하고, 이와 같은 충돌을 해결하여 적합한 콘텐츠를 선택된 사용자에게 추천한다. 이것은 선택의 권리가 선택된 사용자에게 주어진다라는 것을 의미한다. 그러나 실생활에서는 사람들은 서로서로 대화하며 의사 결정을 할 수 있다.

ubiTV는 거주자의 의도에 따라서 지능적인 서비스를 제공할 수 있다. 그것은 ubiTV가 그 사용자의 의도를 예측할 수 있다는 것이다. 실생활에서 사람과 사람간의 커뮤니케이션에서 그 의도를 파악해내기는 매우 어려운 일이다. 그래서, ubiTV는 거주자의 명시적인 의도를 예측하기 위해서 거주자의 activity를 추론해내어 의사 결정을 이루게 한다.

또한, ubiTV는 유비홈에서 조화로운 서비스를 거주자에게 제공하는 것을 가능하게 한다. 그림 11에서 보는 것과 같이, 다수의 사용자가 유비홈에서 ubiTV와 협업하는 다양한 서비스를 제공받을 수 있다. 그림 11은 윈도우 디스플레이(MRWindow)와 ubiTV와의 맥락 정보 교환을 통한 협업 서비스 상황을 나타낸다.

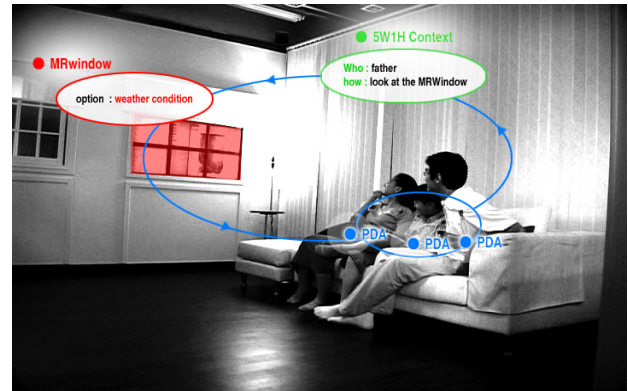


그림 11 ubiTV와 윈도우 디스플레이(MRWindow)간의 서비스 협업을 위한 맥락 흐름

정형화된 맥락 인식 응용 모형(ubi-UCAM)의 효율성을 입증하기 위해서는 스마트 홈 환경에 편재된 다양한 종류의 센서들과 서비스들을 이용해야 한다. 또한, 구조의 효율성은 실제로 구현된 맥락 인식 응용 서비스에 제안된 모형을 적용하여 평가할 수 있다. 딸서, 다양한 종류의 센서들과 서비스들이 편재된 유비홈 환경에서 맥락 인식 협업 미디어 서비스인 ubiTV에 ubi-UCAM을 적용하였다. ubiTV는 TV 장치, PC, 그리고 ubiTrack, ubiController, 소파센서, 입구 센서, PDA와 같은 유비홈에 장착된 센서들을 이용하여 구현되었다.

ubiTrack은 위치기반 센서로써, 거주자의 위치 정

보를 생성하고, 거주자 주변의 대상물의 위치 정보와의 관계(거리 정보)를 파악하는 데 이용된다. ubiController는 UPnP 서비스 디스커버리를 기반하는 사용자 제어 인터페이스이다[18]. 그림 12는 PDA 전화에 구현된 ubiController를 보여준다. 소파센서는 소파에 내장된 센서로써, 소파 위에서의 거주자의 자세 및 행동을 감지한다. 그림 13은 유비홈에 있는 오브젝트의 x-y 좌표표를 나타낸다.



그림 12 PDA 전화기에 구현된 ubiController

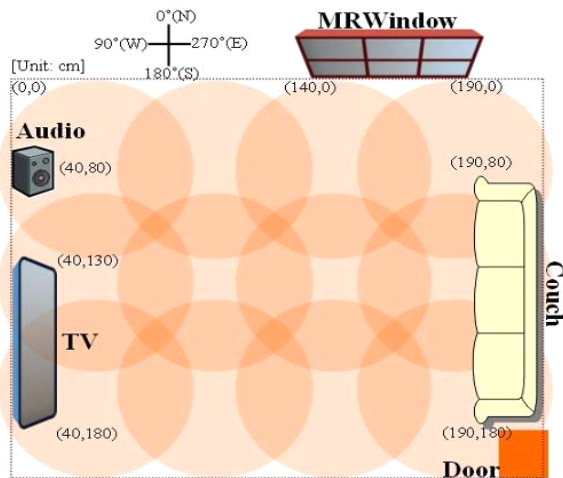


그림 13 유비홈에서의 오브젝트 좌표계

그림 13의 기본 환경 정보를 이용하여 우리는 유비홈에 3명의 사람이 있다는 것과 각 사용자에 따른 3개의 통합 맥락 정보가 생성된다는 것을 기대할 수 있다. 유비홈에는 3명의 거주자인 아빠, 엄마, 그리고 아들이 있다고 가정한다. ubi-UCAM 위에 구현된 ubiTV는 3명의 거주자에 대한 행동 및 의도를 파악할 수 있다. 예를 들어, 그 결과로 [Father TV WestOfCouch 20050830171130 SitDown ToWatch(News)], [Mother Unconcern WestOfCouch 20050830171130 StandUp Normal], [Son WindowDisplay SouthOfWindowDisplay 20050830171130 Selection ToSee (Family picture)]과 같은 5W1H 형태의 통합 맥락 정보를 얻을 수 있다. 이와 같은 5W1H 통합 맥락은

3명의 사용자의 유비홈에서 이용하고자 하는 서비스와 방법, 그리고 위치 및 시간 정보 등을 표현한다. 즉, 아빠는 소파에 앉아서 뉴스를 보기 원하고, 이때 엄마는 서비스에 대한 특별한 관심이 없는 경우이다. 그리고, 아들은 윈도우 디스플레이에 관심이 있고, 가족 사진을 보고 싶어한다는 내용을 나타낸다. 여기서 뉴스와 가족 사진에 대한 내용은 아빠와 아들의 선호도가 있는 프로파일 정보에서 얻어진 결과이다.

## 6. 결 론

본 논문에서는 스마트 홈 환경 테스트 베드인 유비홈(ubiHome)에서 조화로운 서비스 개발을 위한 정형화된 맥락 인식 응용 모형(ubi-UCAM: a Unified Conetxt-aware Application Model for ubiquitous computing environment)을 소개하였다. ubi-UCAM은 센서로부터 맥락 정보 추출, 다양한 맥락 정보 통합 및 추론, 그리고 추론된 맥락 정보간의 충돌 관리를 지원한다. 그리고 ubi-UCAM은 센서로부터 맥락 정보를 추출하여 스마트 홈 거주자들의 의도를 추론하고 그에 따른 맥락 인식 서비스를 제공한다. 또한, 스마트 홈의 수많은 서비스들이 조화롭게 거주자에게 제공될 수 있도록 서비스간의 충돌 상황을 감지하여 적합한 서비스 및 콘텐츠를 추천한다.

본 논문에서는 ubi-UCAM을 스마트 홈에서 다수의 거주자들을 위한 맥락 인식 협업 미디어 서비스인 ubiTV에 적용하였다. ubiTV는 이종 센서들로부터 획득된 맥락 정보를 통합하고 관리함으로써 거주자들에게 사용자 중심의 개인화된 서비스들을 제공한다. 맥락 인식 협업 미디어 서비스인 ubiTV는 스마트 홈에서 다수의 거주자들에게 다양한 맥락 정보 기반 서비스를 제공함으로써 가족(사람) 중심의 집으로 환경을 풍요롭게 하는 기회를 창출하였다. 즉, ubi-UCAM이 적용된 ubiTV는 다양한 홈 서비스들을 이용하여 가족 구성원들 간의 대화를 유도함으로써 구성원들 간의 유대감을 증진시키는 기술의 가능성을 보여 주었다. 추후 연구로는 일상 생활에서 발생하는 충돌 문제를 해결하는 상황에 대한 실험 및 평가와 가족 구성원에게 서비스나 콘텐츠를 추천하는 방법이 적합한가에 대한 사용성 평가가 이루어져야 한다.

## 참고문헌

- [1] S.Shafer, B.Brumitt, and B.Meyers, The EasyLiving Intelligent Environment System, CHI Workshop on Research Directions in

- Situated Computing, 2000.
- [ 2 ] Sensing the Subtleties of Everyday Life, the research magazine of Georgia Tech. (Research Horizons), 2000.
- [ 3 ] M.C.Mozer, An intelligent environment must be adaptive, IEEE Intelligent Systems and their Applications, 14(2), pp. 11-13, 1999.
- [ 4 ] House\_n Research Group, [http://architecture.mit.edu/house\\_n/](http://architecture.mit.edu/house_n/), 2005.
- [ 5 ] S.Jang, C.Shin, Y.Oh, and W.Woo, Introduction of "UbiHome" Testbed, The first Korea/Japan Joint Workshop on Ubiquitous Computing & Networking Systems 2005 (ubiCNS2005), 2005.
- [ 6 ] S.Jang and W.Woo, 5W1H: Unified User-Centric Context, The 7th International Conference on Ubiquitous Computing(Ubi-Comp05), pp. 2005.
- [ 7 ] Y.Oh, C.Shin, S.Jang, and W.Woo, ubi-UCAM 2.0: A Unified Context-aware Application Model for Ubiquitous Computing Environments, The first Korea/Japan Joint Workshop on Ubiquitous Computing & Networking Systems 2005(ubiCNS2005), 2005.
- [ 8 ] Y.Oh and W.Woo, A unified Application Service Model for ubiHome by Exploiting Intelligent Context-Awareness, UCS2004, pp. 117-122, 2004.
- [ 9 ] W.Jung and W.Woo, Indoor orientation tracking using ubiTrack, The first Korea/Japan Joint Workshop on Ubiquitous Computing & Networking Systems 2005(ubiCNS2005), 2005.
- [10] H. Wu. Sensor Data Fusion for Context-Aware Computing Using Dempster-Shafer Theory, PhD Thesis, Carnegie Mellon University, 2003.
- [11] B. Schilit, N. Adams, and R. Want, "Context-Aware Computing Applications," Proc. Workshop Mobile Computer Systems and Applications, IEEE CS Press, Los Alamitos, Calif., 1994, pp. 85-90.
- [12] D. Salber, A.K. Dey and G.D. Abowd, "The Context Toolkit: Aiding the Development of Context-Aware Applications," In the Workshop on Software Engineering for Wearable and Pervasive Computing, Jun. 2000.
- [13] A. Schmidt, K. A. Aidoo, A. Takaluoma, U. Tuomela, K. Van Laerhoven, and W. Van de Velde. Advanced interaction in context. In H.W. Gellersen, editor, Proc. of First International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing (HUC99), volume 1707 of LNCS, pages 89-101. Springer-Verlag, 1999.
- [14] Jakob E. Bardram. The Java Context Awareness Framework (JCAF) - A Service Infrastructure and Programming Framework for Context-Aware Applications. In Proceedings of the 3rd International Conference on Pervasive Computing (Pervasive 2005), Lecture Notes in Computer Science, Munich, Germany, May 2005. Springer Verlag.
- [15] L. Bao and S. S. Intille, "Activity recognition from user-annotated acceleration data," in *Proceedings of PERVASIVE 2004*, vol. LNCS 3001, Springer-Verlag, 2004, pp. 1-17.
- [16] K. Van Laerhoven, A. Schmidt and H.-W. Gellersen. "Multi-Sensor Context-Aware Clothing." In Proc. of the 6th Int. Symposium on Wearable Computers, ISWC 2002, Seattle, WA. ISBN: 0-7695-1816-8; IEEE Press, 2002, pp. 49-57.
- [17] Y.Oh, C.Shin, S.Jang and W.Woo, "ubi-UCAM 2.0: A Unified Context-aware Application Model for Ubiquitous Computing Environments," The first Korea/Japan Joint Workshop on Ubiquitous Computing & Networking Systems (UbiCNS05), 2005.
- [18] Hyoseok Yoon and Woontack Woo, "ubiController: Design and Implementation of Mobile Interactive User Interface," in Proceedings of ISUVR2006 International Symposium on Ubiquitous VR, CEUR Workshop Proceedings, Vol-191, pp 93-94, 2006.
- [19] Tao Gu, Hung Keng Pung, Da Qing Zhang, "Toward an OSGi-Based Infrastructure for Context-Aware Applications," IEEE Pervasive

Computing, vol.03, no.4, pp.66-74, Oct-Dec, 2004.

- [20] Nabiha Belhanafi Behlouli, Chantal Taconet and Guy Bernard, An Architecture for supporting Development and Execution of Context-Aware Component applications In IEEE International Conference on Pervasive Services, ICPS 2006, Lyon, France, 26-29 June, 2006.

---

### 오 유 수



2002 경북대학교 전자전기공학부(학사)  
2003 광주과학기술원 정보통신공학과 (석사)  
2003~현재 광주과학기술원 정보통신공학과 박사과정  
관심분야: Context-aware Architecture for Ubiquitous Computing, Context Fusion & Reasoning, HCI 등  
E-mail : yoh@gist.ac.kr

### 신 춘 성



2004 숭실대학교 컴퓨터학부(학사)  
2006 광주과학기술원 정보통신공학과 (석사)  
2006~현재 광주과학기술원 정보통신공학과 박사과정  
관심분야: Ubiquitous Computing, Context-awareness, Artificial Intelligence, HCI 등  
E-mail : cshin@gist.ac.kr

---

---

### 정 우 진



2004 전북대학교 전자공학과(학사)  
2005~현재 광주과학기술원 정보통신공학과 석사과정.  
관심분야: Location awareness, Ubiquitous computing 등  
E-mail : wjung@gist.ac.kr

### 우 운 택



1989 경북대학교 전자공학과(학사)  
1991 포항공과대학교 전기전자공학과 (석사)  
1998 University of Southern California, Electrical Engineering-System(박사)  
1991~1992 삼성종합기술연구소 연구원  
1999~2001 ATR MIC Labs. 초빙연구원  
2001~현재 광주과학기술원 정보통신공학과 조교수  
관심분야: 3D computer vision and its applications including attentive AR and mediated reality, HCI, affective sensing and context-aware for ubiquitous computing 등  
E-mail : wwoo@gist.ac.kr

---