
음성인식을 이용한 상황정보 기반의 스마트 홈 개인화 서비스

Smart Home Personalization Service based on Context Information using Speech Recognition

김중훈*, 송창우*, 김주현**, 정경용***, 임기욱****, 이정현*
인하대학교 컴퓨터정보공학부*, 롯데정보통신 하이테크사업부**,
상지대학교 컴퓨터정보공학부***, 선문대학교 컴퓨터정보공학부****

Jong-Hun Kim(ddcome@korea.com)*, Chang-Woo Song(ph.d.scw@hanmail.net)*,
Ju-Hyun Kim(kimjh@lotte.net)**, Kyung-Yong Chung(kyjung@sangji.ac.kr)***,
Kee-Wook Rim(rim@sunmoon.ac.kr)****, Jung-Hyun Lee(jhlee@inha.ac.kr)*

요약

유비쿼터스 컴퓨팅이 발전하면서, 스마트 홈 환경에서 개인화 서비스의 중요성이 부각되고 있다. 본 논문에서는 음성인식을 이용한 상황정보 기반의 스마트 홈 개인화 서비스를 제안한다. 제안된 서비스에서는 OSGi 프레임워크 기반의 서비스 이동 관리자, 서비스 관리자, 음성인식 관리자, 위치 관리자로 구성된다. 스마트 홈 공간을 정의하고 정의된 공간에서 가장 많이 사용하는 유닛의 명령어 및 센서 정보, 사용자 정보를 상황정보로 구성하였다. 특히, 본 서비스는 음성인식의 훈련모델과 패턴매칭 분석을 통하여 RFID로 구별하기 어려운 동일한 공간의 사용자들을 구별하고 상황 및 개인 정보를 사용하여 스마트 홈 어플리케이션의 개인화 서비스를 지원한다. 실험 결과, 동일 공간에서 사용자 확인을 통한 OSGi 기반의 자동화되고 개인화된 서비스가 가능함을 확인하였다.

■ 중심어 : | 음성인식 | 유비쿼터스 | 스마트 홈 | 개인화 서비스 | 상황정보 |

Abstract

The importance of personalized services has been attracted in smart home environments according to the development of ubiquitous computing. In this paper, we proposed the smart home personalized service system based on context information using the speech recognition. The proposed service consists of an OSGi framework based service mobile manager, service manager, voice recognition manager, and location manager. Also, this study defines the smart home space and configures the commands of units, sensor information, and user information that are largely used in the defined space as context information. In particular, this service identifies users who exist in the same space that shows a difficulty in the identification using RFID through the training model and pattern matching in voice recognition and supports the personalized service of smart home applications. In the results of the experiment, it was verified that the OSGi based automated and personalized service can be achieved through verifying users in the same space.

■ keyword : | Speech Recognition | Ubiquitous | Smart Home | Personalization Service | Context Information |

* "본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음"

(NIPA-2009-C1090-0902-0020)

접수번호 : #090710-002

접수일자 : 2009년 07월 10일

심사완료일 : 2009년 08월 26일

교신저자 : 정경용, e-mail : kyjung@sangji.ac.kr

I. 서론

스마트 홈은 전화, 전력, 블루투스, 무선랜, 홈RF, Zigbee 등의 물리적인 유무선 네트워크를 기반으로 가정 내의 센서 및 제품이 서로 연결되어 서비스 제공이 가능하다. 그리고 지식적이고 적응적인 상호 연동을 하고 있다[1-3]. 이러한 스마트 홈 환경에서 서비스는 가전 기기, 멀티미디어 기기 등의 제어, 센서를 통한 습도, 조도, 환기, 온도 등의 실내 환경 제어에 이르기까지 다양한 서비스를 제공해주게 된다. 고도화된 서비스를 제공하기 위해 다양한 미들웨어와 상황 인지 기술이 필요하고 상황에 따라 적절한 정보를 제공하는 정보 과학과 생명 과학에 대한 통합적인 연구가 진행되고 있다. 정부에서는 IT융합과학을 바탕으로 기술 개발 전략을 추진하고 있고, 전자, 전기, 건설, 자동차의 산업체들도 기술 확대를 위한 과감한 투자를 하고 있다[4].

모바일 환경의 발전에 따라 개인에게 일대일 개인화 서비스를 위한 인프라스트럭처가 구축되면서, 상황과 환경, 즉 상황정보 기반 서비스의 중요성이 부각되고 있다. 이는 현실공간과 가상공간을 연결하여 가상현실의 상황을 정보화하고 이를 활용하여 사용자 중심의 지능화된 서비스를 제공하는 기술이다. 특징으로는 현실 세계의 모든 상황을 표현하는 기술적 수단을 제시하며, 이를 기반으로 상황인식, 상황 중 특징 추천, 학습 등의 지능화된 기법을 적용하여 인간 중심의 자율적인 서비스를 가능하게 할 수 있다.

기존의 스마트 홈 연구[4-6]에서 나노센서를 이용한 MIT 미디어 연구실의 things that think, 각종 센서들을 이용하여 사용자의 상황정보를 인지하는 조지아공대의 상황 홈, 상황인식, 분산 컴퓨팅을 통해 유비쿼터스 환경을 제공하고 특히, 실시간 3차원 카메라를 이용하여 위치 인식을 하는 마이크로소프트의 EasyLiving 등이 있다. 지금까지의 스마트 홈 프로젝트는 센서를 통해 얻어지는 환경 센서 정보를 이용하여 사용자가 명령하기 전에 자동으로 서비스를 제공하는 것이 목적이다. 개인화 서비스를 제공하기 위한 스마트 홈 기술의 현실화에서 가장 큰 걸림돌은 사용자들의 미온적인 반응이다. 그러므로 스마트 홈에 대한 연구는 사용자의 선호도

에 초점을 맞추어 업그레이드되어야 할 필요성이 있다.

본 논문에서는 음성인식을 이용한 상황 정보 기반의 스마트 홈 개인화 서비스를 제안하였다. 제안하는 서비스는 스마트 홈에서 상황 정보를 통한 자동화된 서비스 뿐만 아니라 RFID를 이용하여 동일한 공간에서 활동하는 사용자 그룹을 지정하고 음성인식을 통해 어떤 사용자의 명령인지 구별한다. 또한 RFID와 음성인식을 통해 확인된 사용자에게 데이터베이스에 저장된 사용자 정보를 활용하여 사용자에게 따라 차별화된 개인화 서비스를 제공하는데 목적을 둔다.

본 논문의 구성은 2장에서는 OSGi와 스마트 홈 관련 현황과 음성인식에 대해서 기술하고 3장에서는 제안하는 방법에 대해서 기술한다. 4장에서는 성능 평가를 기술하고 5장에서는 결론과 향후 연구에 대해서 기술한다.

II. 관련 기술

본 논문에서 제안한 음성인식을 이용한 상황정보 기반의 스마트 홈 개인화 서비스에 대해서 기술하기에 앞서 OSGi와 스마트 홈 관련 현황과 기존의 음성인식 기술에 대해서 기술한다.

1. OSGi와 스마트 홈 관련 현황

스마트 홈은 유무선 네트워크를 기반으로 가정 내의 다양한 가전기기 및 센서로 구성을 통해 다양한 서비스의 제공이 가능한 환경을 의미한다. 언제 어디서나 안전하고 자동화 서비스의 제공이 가능하며 집안 전체의 관리가 가능한 환경을 의미한다[3-5]. 스마트 홈서비스를 제공하기 위해서는 적응적이며 지능적인 유비쿼터스 컴퓨팅으로 변화를 지원할 수 있는 OSGi에서의 상황인지 기술이 필요하다. 상황에 따라 적절한 정보를 제공하는 정보 과학과 생명 과학에 대한 통합적인 연구가 필수적이다. OSGi(Open Services Gateway initiative)는 인터넷 기반의 네트워크 환경에서 서비스를 전달하고 배치, 관리하기 위한 표준 명세를 정의하는 비영리 단체이다[4]. 가전업체, 컴퓨터업체, 통신업체, 인터넷 서비스 공급업체(ISP)로 구성된 OSGi는 개방형 구조인

자바 임베디드 서버(JES) 기반의 게이트웨이 아키텍처용 소프트웨어를 만드는 것이 주요 임무이다. 핵심적인 역할은 서비스를 로컬 네트워크나 장비에 전달하고 전달된 서비스가 운용되는 개방적 표준을 만드는 데 있다. 여기서 개방형 서비스 게이트웨이인 인터넷을 가진 제품, 조명기기, 계량기 등의 제품과 설비까지 연결시켜 스마트 홈을 인터넷의 부분으로 편입시켜주는 역할을 한다[5]. 스마트 홈 네트워크는 정보 네트워크, A/V 네트워크, 제어 네트워크로 구성된다. 홈 네트워크에 연결된 디바이스간의 제어 및 통신으로 얻을 수 있는 서비스들이 있으며, 이러한 서비스의 배포 문제와 서비스가 작동하기 위한 기반 환경 제공을 목표로 하는 것이 OSG라고 할 수 있다.

2. 음성인식 기술

음성신호 처리 시스템의 유용성은 오래 전부터 주목 받아 왔으며 디지털 신호처리 기술과 컴퓨터 기술의 발전의 영향으로 음성신호 처리기술 역시 커다란 발전을 하고 있다. 음성 인식은 일반적으로 마이크나 전화를 통하여 얻어진 음향학적 신호를 단어나 단어 집합 또는 문장으로 변환하는 과정을 말하며, 음성 인식 시스템은 여러 가지 항목들에 의하여 [표 1]과 같이 분류할 수 있다.

표 1. 음성인식 시스템 분류

발성방법	의존성	대상규모	단위	문법
고립단어발성	화자종속	소규모	단어	no-gram
연결단어발성	다화자	중규모	음절	n-gram
연속발성	화자독립	대규모	음소	word pair
자유발화	-	무한어휘	부단어	-

1000개 이상의 단어를 음성인식하기 위한 시스템의 경우를 대용량으로 구분할 수 있다. 본 논문에서는 중용량 고립단어 인식 시스템의 중간 개발 단계로 단어 모델로 구성된 소용량 컴퓨터 명령어 고립단어 인식 프로토타입을 구성하였다. 음성인식을 위한 기술은 크게 특징 추출 모듈, 훈련 모듈, 그리고 인식 모듈로 나눌 수 있으며, 전체 시스템 구성도는 [그림 1]과 같다.

음성 구간 검출 알고리즘은 음성신호의 영교차율과 에너지의 조합을 바탕으로 하고 있다. 대표적으로 Rabiner와 Sambur의 에너지와 영교차율을 이용한 음성 구간 검출 알고리즘, LamL의 레벨 등화기를 이용한 음성 구간 검출 알고리즘, 그리고 Teager 에너지를 이용하는 방법 등이 있다. 그러나 이러한 방법은 순간적인 잡음이 일정한 에너지 이상이거나 일시적인 잡음이 포함되는 경우 음성 구간 검출이 용이하지 않다[6][7]. 음성인식에 사용되는 일반적인 방법은 패턴인식에 의한 방법으로 템플릿 기반의 패턴 매칭 방법을 이용하는 DTW(Dynamic Time Warping)와 통계적 패턴 인식을 이용한 HMM(Hidden Markov Model)이 있다. 신경 회로망을 이용한 방법도 음성 인식에 이용되나 많은 계산량 등의 문제로 최근에는 HMM과 결합한 형태[7]를 많이 취하고 있다. 본 논문에서 사용한 음성인식 시스템은 입력 신호중 비음성 구간에서의 배경잡음의 특징을 패턴인식 방법인 HMM을 이용하여 시스템을 시뮬레이션 하였다.

III. 음성인식을 이용한 상황정보 기반의 스마트 홈 개인화 서비스

1. 상황정보 구성

상황 정보 시스템은 사용자의 주변 환경에 관한 이용 가능한 정보를 표현하기 위해 형식적인 상황 정보 모델 및 이를 관리하고 이용하는 방법을 제공하는 데 있다. 기존의 상황 인식 기반의 컴퓨팅을 사용하기 위하여 다양한 상황 정보를 열거시킴으로써 구체적인 상황 정보에 관한 정의를 내리고자 노력하였다. 그러나 이러한 정의들은 각각의 시스템에서 사용된 상황 정보의 종류

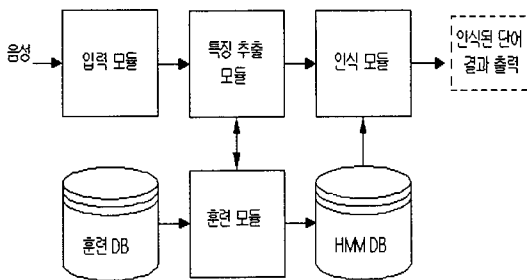


그림 1. 음성인식 시스템의 일반적인 구성도

를 묘사하고는 있지만, 사용자의 의도나 프로파일과 같은 응용 분야에 따라 추가될 수 있는 다른 종류의 상황 정보는 고려하지 못하고 있다[8].

본 논문에서는 스마트 홈 개인화 서비스를 구성하기 위해 스마트 홈 공간, 유닛, 명령어를 정의하였다. 스마트 홈 공간을 안방, 거실, 주방, 현관, 욕실, 주차장, 공통 영역으로 나누고 각 공간별로 오디오, 보일러, 전등 등의 유닛들에 대한 정보와 명령을 관리하였다. 스마트 홈 각 공간에서 속하는 유닛들은 안방=(TV, 안방조명, 공기 정화기, 스탠드조명, 컴퓨터), 거실=(TV, 오디오, 비디오, 거실조명), 주방=(냉장고, 전자레인지, 가스레인지, 주방조명, 환풍기) 등으로 구성하였다. 각 공간에서 음성 인식을 통해 처리할 서비스 명령어를 [표 2]에 나타내었다. 사용자가 위치한 스마트 홈에서 그 공간에 맞는 명령어만 처리하였다.

표 2. 스마트 홈에서 서비스 명령어

스마트 홈	스마트 홈 명령어
안방	공기정화/정화중지, 스탠드켜/스탠드꺼, 컴퓨터켜/컴퓨터꺼, 텔레비전켜/텔레비전꺼
거실	오디오켜/오디오꺼, 라디오, 비디오켜/비디오꺼
주방	가스레인지켜/가스레인지꺼, 가스열어/가스잠귀, 환기/환기중지
현관	현관불켜/현관불꺼, 문단속/문열어
욕실	온수기켜/온수기꺼, 환기/환기중지
주차장	차고문열어/차고문닫어
공통영역	보일러켜/보일러꺼, 조명켜/조명꺼, 에어컨켜/에어컨꺼

표 3. 명령어에 대한 필요한 센서 정보, 사용자 정보

음성명령어	센서 정보	사용자 정보
보일러켜/보일러꺼	온도, 습도	위치정보, 체온
조명켜/조명꺼	시간, 조도	위치정보
에어컨켜/에어컨꺼	온도, 습도	위치정보, 체온
TV켜/TV꺼	시간	나이, 성별
공기정화/정화중지	습도, 산소량	-
스탠드켜/스탠드꺼	시간	-
뮤직/오디오꺼	온도	나이, 성별

[표 3]은 명령어에 대한 센서 정보와 사용자 정보를 나타낸다. 센서 정보를 통해 주변 환경에 맞게 유닛들을 조절하고 사용자 정보를 결합하여 사용자별로 차별

화된 개인화 서비스를 해줄 수 있다.

2. HMM을 이용한 음성인식

HMM을 이용한 음성인식은 크게 모델 훈련단계와 인식단계로 나눌 수 있다. 음성인식에서 훈련은 다음과 같은 세 가지 단계 과정을 거친다. 첫 단계는 각 인식 단어의 초기 HMM으로 훈련할 데이터베이스와 랜덤 HMM 모델을 이용하여 초기화한다. 두 번째 단계는 초기화된 HMM으로 훈련할 데이터베이스에 포워드-백워드 알고리즘을 사용하여 초기화된 HMM을 훈련시킨다. 세 번째 단계는 2~3회 반복으로 재 추정을 하여 HMM을 훈련한 후 하나의 파일로 저장한다. HMM 훈련 모듈은 음성 신호 전처리 과정에서 생성한 관측열을 사용하여 인식할 어휘에 대한 HMM을 훈련시키는 단계이다. 훈련 모듈은 Viterbi 알고리즘을 이용하여 훈련된 HMM을 Baum-Welch 알고리즘을 이용하여 재 추정을 수행한다. Baum-Welch 알고리즘은 포워드와 백워드 알고리즘을 이용하여 관측열이 각 시간 프레임에서 각 상태에 존재하는 확률 값을 찾아내는 것이다. 모델 $\lambda = (A, B, \pi)$ 의 재 추정 모델 $\bar{\lambda} = (\bar{A}, \bar{B}, \bar{\pi})$ 을 아래와 같이 정의한다.

$$\bar{\pi}_i = \gamma_1(i) \tag{1}$$

식 (1)의 $\gamma_1(i)$ 은 시간 $t=1$ 에서 상태 i 일 때 기대되는 주파수(횟수)다.

$$\bar{a}_{ij} = \frac{\sum_{t=1}^{T-1} \xi_t(i, j)}{\sum_{t=1}^{T-1} \gamma_t(i)} \tag{2}$$

식 (2)의 $\xi_t(i, j)$ 는 시간 t 에서 상태 i 가 존재하고 시간 $t+1$ 에서 상태 j 가 존재하는 확률로 정의된다. 식 (3)의 $\gamma_t(j)$ 는 시간 t 에서 상태 j 가 존재할 확률이다. 재추정하기 위한 Baum-Welch 알고리즘은 [알고리즘 1]에 나타내었다.

$$\bar{b}_{ij}(k) = \frac{\sum_{t=1}^{T-1} \gamma_t(j)}{\sum_{t=1}^{T-1} \gamma_t(j)} \quad (3)$$

알고리즘 1. Baum-Welch 알고리즘

- (1) 초기 모델 λ 는 우도 함수(likelihood function)의 임계점 ($\bar{\lambda} = \lambda$ 인 경우)를 정의한다.
- (2) 모델 $\bar{\lambda}$ 을 계산한다.
- (3) 모델 $\bar{\lambda}$ 는 $P(O|\bar{\lambda}) > P(O|\lambda)$ 인 관점에서 모델 λ 보다 더 바람직한 것이다. 즉, (2)에 과정을 반복하며, 관측열이 더 비스듬하게 만들어진 새로운 모델 $\bar{\lambda}$ 를 찾는다.

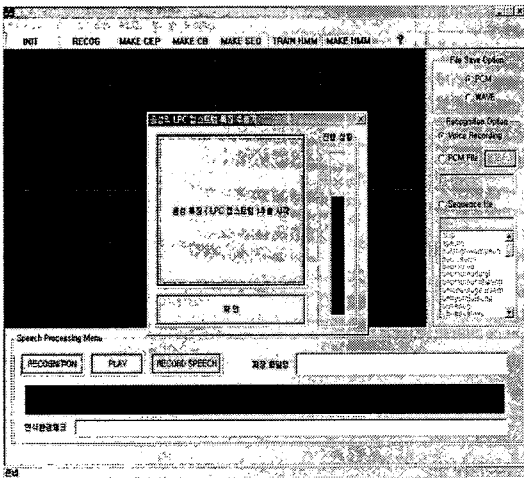


그림 2. 스마트 홈에서 사용하는 명령어의 특징 추출

세 번째 단계의 훈련과정을 거치면 HMM 모델이 생성된다. 인식과정의 인식 모듈은 특징이 추출된 음성 데이터에서 관측열을 추출한 다음 각각의 HMM에서 Viterbi 알고리즘을 적용하여 해당 관측열에 대한 최적의 상태열 및 확률 값을 산출한다. 산출된 확률 값에서 가장 높은 확률 값을 갖는 HMM 모델을 선택하여 최종적으로 입력된 음성을 인식하게 된다. 본 논문에서 제안한 스마트 홈 개인화 서비스에서 사용하는 명령어의 특징 추출과정을 [그림 2]의 ASR 통합 실행기에 나타내었다.

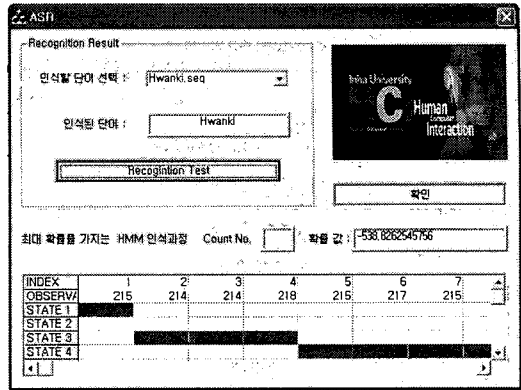


그림 3. 스마트 홈에서 사용하는 명령어의 인식

[그림 3]은 “환기” 음성 데이터의 인식 확률 및 과정을 보여주기 위하여 특별히 제작된 ASR 음성인식용 모듈을 보여준다. ASR 통합 실행기는 Window Server 2003 환경에 Microsoft Visual Studio C++ 6.0을 사용하여 제안하는 서비스 알고리즘을 구현하였고 시뮬레이션을 하였다. 음성인식 및 음성 데이터를 처리하기 위한 DBMS는 Microsoft SQL Server 2005를 활용하였다. ASR 통합 실행기는 음성의 녹음, 특징 추출, 코드북 생성, HMM 모델 훈련과 음성 인식에 사용되는 모듈을 하나로 처리할 수 있도록 구성하였다.

3. OSGi 기반의 스마트 홈 개인화 서비스

OSGi 프레임워크 상에서 사용자 정보를 통해 상황 정보를 추론하고 음성인식을 통한 사용자별 서비스를 지원하는 스마트 홈 개인화 서비스를 개발하였다. 본 논문에서 개발한 스마트 홈 개인화 서비스는 센서 정보를 수집하여 사용자 정보와 결합하여 해석한 뒤, 음성인식을 통해 명령어를 받아서 사용자에게 따라 차별화된 개인화 서비스를 제공한다[5][9-12].

상황 관리자가 OSGi 프레임 워크에서 받은 센서 정보를 상황 해석기로 보낸 후 OWL 추론 엔진에 보낸다. OWL 추론 엔진은 센서 정보를 OWL 온톨로지 인스턴스 데이터베이스와 함께 사용하여 상황 정보를 만든다.

SOAP 서비스를 통해 상황 정보, 음성 정보를 교환하고 서비스 관리자에서 스마트 홈 유닛들의 상태를 조절한다. [알고리즘 2]는 SOAP 서비스에서 전송하는 모듈

을 보여준다. 여기서 온도 정보를 업데이트하기 위해 상황 관리자로 SOAP 전송을 해주는 모듈의 일부분을 나타내었다. SOAP 전송 시 모든 정보는 하나의 객체로 만들어주고 org.exolab.castor 패키지에 있는 Marshaller.marshall 함수를 이용하여 서버로 데이터를 전송하게 된다[9].

알고리즘 2. SOAP 서비스에서 전송하는 모듈

```
private void sendObject(Object obj) throws SOAPException
{
    try {
        String endpoint = "http://165.246.43.102:8080/axis/services/Receiver";
        Service service=new Service();

        Call call=(Call)service.createCall();
        call.setTargetEndpointAddress(new
        java.net.URL(endpoint));
        call.setOperationName(new QName("", "setObject"));
        ByteArrayOutputStream bos = null;

        bos = new ByteArrayOutputStream();
        OutputStreamWriter osw = new OutputStreamWriter(bos);
        try {
            Marshaller.marshall(obj, osw);

        }catch(Exception ep) {
            System.out.println("Find Error"+ep);
            ep.printStackTrace();
        }

        byte param[]=bos.toByteArray();
        osw.close();

        call.invoke(new Object[] {param});

        System.out.println("Object send using XML!!");

    } catch(Exception ep){
        System.out.println("Error: "+ep.toString());
        ep.printStackTrace();
    }
}
```

음성인식 관리자는 스마트 홈 공간 별로 저장된 사용자의 음성 데이터에서 가장 시퀀스가 비슷한 사용자의 명령어를 찾는다. 만약 스마트 홈 공간에 한명의 사용자만 있을 때에는 RFID 시리얼 번호를 통해 사용자 인식이 가능하지만 여러 사용자가 존재할 경우 패턴 매칭

분석을 해야 한다.

VI. 성능 평가

실험 환경은 스마트 홈 추천 시스템의 OSGi R3 표준 스펙을 준수하고 Knopflerfish 2.0.5 상에서 서비스 이동 관리자를 설치하고 번들 형태로 상황 관리자와 서비스 관리자를 설치하였다[9-12]. 온톨로지 추론기는 Jena 2.5.5를 사용하였다. 여기에 Eclipse 3.3.2와 Knopflerfish Eclipse Plug in 1.0.16을 이용하여 제안한 방법을 구현하였고 IBM J9 컴파일러를 이용하여 HP iPAQ Pocket PC RW6100 모델의 PDA 단말기에 포팅하였다. 스마트 홈 추천 시스템에서 온도와 습도 시뮬레이터는 (주)하이버스에서 Hmote 2430[8]을 지원 받아 구성하였다. OSGi 프레임워크에서 상황정보를 수집하고 번들이 동작하게 하였다. 그리고 음성 데이터를 획득하기 위해 '오디오켜', '오디오꺼', '텔레비전켜', '텔레비전꺼', '차고문열어', '차고문닫아' 명령어의 음성 데이터를 혼련시켰다.

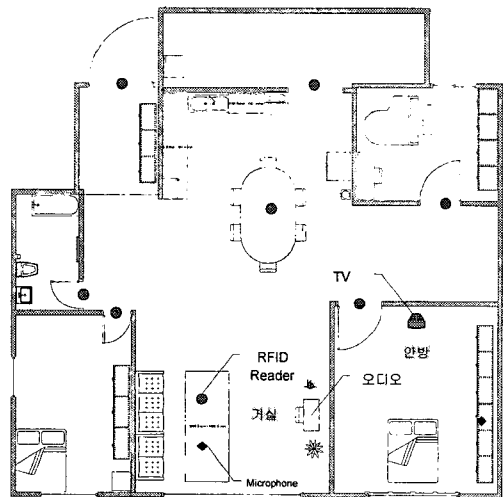


그림 4. 스마트 홈에서 센서, 마이크로폰, RFID 리더의 위치

[그림 4]는 스마트 홈에서 센서, 마이크로폰, RFID 리

더의 위치를 나타낸다. 스마트 홈에서 센서와 마이크폰, RFID 리더기를 배치한 후 성능 평가 실험을 하기 위해 거실에서 '오디오켜', '오디오꺼' 명령어를 통해 오디오를 제어하였고 안방에서 '텔레비전켜', '텔레비전꺼' 명령어를 통해 텔레비전을 제어하였다. 주차장에서는 '차고문열어', '차고문닫어' 명령어로 주차장의 차고문을 제어하는 실험 환경을 구축하였다. 그리고 평가를 위한 시스템 구축은 상지대학교 취업 및 창업동아리인 상지벤처클럽의 학우들의 도움으로 20일간 진행되었다.

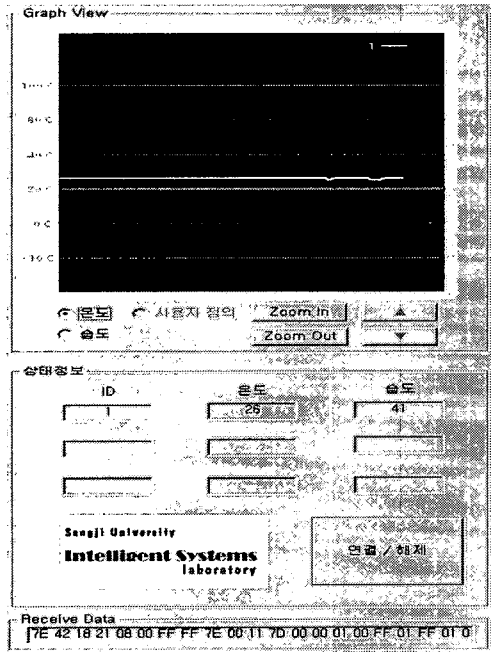


그림 5. Hmote 2430을 이용한 온도와 습도의 시뮬레이터

[그림 5]는 (주)하이비스에서 지원받은 Hmote 2430을 이용한 온도와 습도의 시뮬레이터를 나타낸다[8]. 여기서 스마트 홈 추천 시스템의 거실의 온도는 26도, 습도는 41%를 나타내고 있다. 사용자들의 RFID 태그를 거실, 안방, 주차장에 있는 RFID 리더가 인식하여 사용자의 위치를 인식한다. 이러한 상황에서 사용자가 음성으로 명령을 하면 음성인식 관리자에서 음성 데이터베이스에 있는 사용자의 시퀀스 파일과 패턴 매칭을 하여 사용자의 음성을 인식한다. 거실의 온도 정보를 30초 단위로 데이터베이스에 저장하고 상황 관리자에 의해

상황정보를 전송한다. 전송받은 상황정보를 기반으로 서비스 관리자에서 추천 서비스를 위한 제어를 하게 된다[9-11].

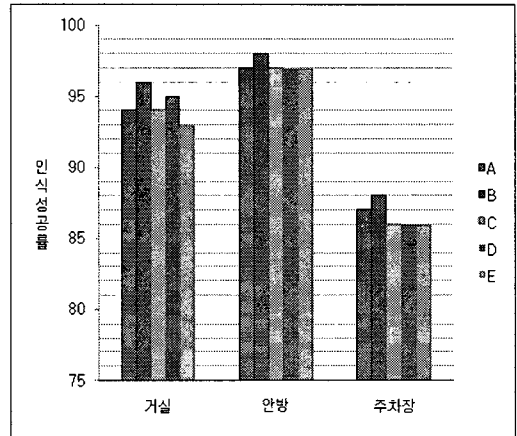


그림 6. 사용자별 음성인식 성공률 비교

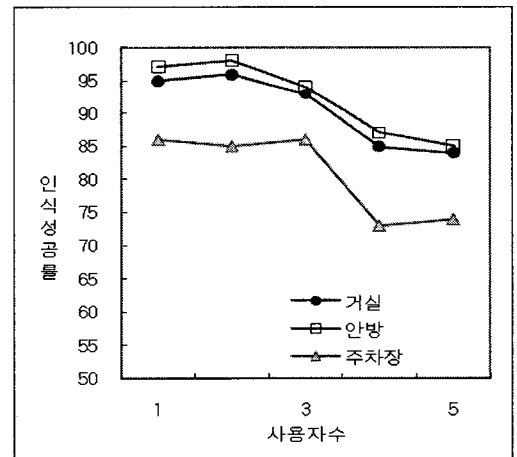


그림 7. 사용자 수에 따른 음성인식 성공률 비교

[그림 6]은 스마트 홈 추천 시스템의 거실, 안방, 주차장에서 사용자에 따른 음성인식 성공률의 비교를 나타낸다. 여기서 A, B, C, D, E는 성능평가에 참여한 사용자를 의미한다. 거실의 평균 인식 성공률은 94.4%, 안방의 평균 인식 성공률은 97.2%, 주차장의 인식 성공률은 86.6%를 보인다. 음성인식 성공률은 돌발 잡음이 존재하는 거실이 안방보다 조금 낮았으며, 고정 소음이 있는 주차장이 가장 낮은 음성 인식률을 보인다. 본 연구에

서 음성 모델이 실험실 환경의 음성 데이터로 훈련이 진행되었기 때문에 보다 공간이 작고 소음이 적은 안방에서 더 높은 성공률을 보였다. 성능평가 실험에서 단독 화자이고 소음이 적은 환경일 경우, 제안한 방법의 음성인식 관리자의 성능은 기술 상용화 수준을 보이고 있음을 확인하였다.

[그림 7]은 동일한 공간에서 사용자수의 증가에 따른 음성인식 성공률을 보여준다. 먼저 RFID로 사용자 군을 선정하고 군내에서 음성인식을 통한 화자인식을 한다. 화자별 음성인식 모델을 충분히 훈련시키고 패턴매칭 분석을 하였을 경우, [그림 7]과 같이 스마트 홈 환경에서 동일한 공간의 사용자 3명 정도가 화자인식을 통한 음성인식이 신뢰성이 있음을 보였다.

Ⅶ. 결론

컴퓨터 기술의 향상으로 컴퓨팅 환경은 유비쿼터스 환경으로 변하고 있다. 컴퓨터들이 주변의 전자 제품에 인식되어 상호 연결되고 언제, 어디서나, 컴퓨팅을 이용할 수 있고 새로운 응용이 가능한 최적화된 컴퓨팅 환경이 되고 있다. 이러한 유비쿼터스 컴퓨팅을 위해 상황 분석과 상황인식 미들웨어에 관한 연구들이 활발히 진행되고 있다. 여기서 전자공간과 물리공간의 연계를 바탕으로 상황인식 서비스에 대한 관심이 높아지고 있다.

OSGi 프레임워크 상에서 개방형 자바 임베디드 서버인 JES 기반의 게이트웨이 미들웨어를 구현하여 플랫폼, 응용 소프트웨어 등에 전혀 구애받지 않고 보안 기능이 우수한 멀티 서비스 장치나 설비에 제공하는 기능을 가진 상황인식 기반의 스마트 홈 개인화 서비스를 개발하였다. 서비스 프레임워크를 구현한 오픈 소스 프로젝트인 Knopflerfish 2.0.5 상에서 서비스 이동 관리자를 설치하고 번들 형태로 서비스 관리자, 음성인식 관리자, 위치 서버 등을 구현하였다. 사용자에 부착된 RFID 태그를 통해 데이터베이스에서 사용자에 대한 다양한 정보를 이용하여 상황정보 기반의 스마트 홈 개인화 서비스의 질을 높였다. 그리고 음성인식 관리자에서는 음성 시퀀스 파일과 패턴 매칭을 하여 사용자에 따

른 차별화된 서비스를 할 수 있다. 또한 OSGi 기반으로 스마트 홈 개인화 서비스를 언제 어디서든 중단 없이 받을 수 있다.

향후 연구로는 유비쿼터스 컴퓨팅을 이용한 스마트 홈 추천을 기업과 구체적인 제품 출시를 통하여 시장성 증대와 고부가가치를 창출할 수 있을 것으로 기대함으로써 다양한 응용분야에 활용이 가능하다.

참고 문헌

- [1] 정경용, 김종훈, 강운구, 임기욱, 이정현, "스마트 홈에서 마이닝을 이용한 행동 순차 패턴 발견", 한국콘텐츠학회논문지, 제8권, 제9호, pp.19-26, 2008.
- [2] Mark Weiser, <http://www.ubiq.com/weiser/>.
- [3] Stephen S. Intille, "The Goal: Smart People, Not Smart Homes," Proc. of the Int. Conf. on Smart Homes and Health Telematics, Assistive Technology Research Series 19, pp.3-6, IOS Press, 2006.
- [4] S. Chemishkian, "Building Smart Services for Smart Home," Proc. of the IEEE 4th Int. Workshop on Networked Appliances, pp.215-224, 2002.
- [5] S. Chemishkian, "Building Smart Services for Smart Home," Proc. of the Int. Workshop on Networked Appliances, pp.215-224, 2002.
- [6] M. Ditze, G. Kamper, I. Jahnich, and R. B. Grisson, "Service-based Access to Distributed Embedded Devices through the Open Service Gateway," Proc. of the Int. Conf. on Industrial Informatics, pp.493-498, 2004.
- [7] H. Manabe and Z. Zhang, "Multi-Stream HMM for EMG based Speech Recognition," Proc. of the Int. Conf. of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, Vol.2, pp.4389 - 4392, 2004.
- [8] 하이버스, <http://www.hybus.net/>.
- [9] 김주현, 스마트 홈에서 RFID와 음성인식기를 이용한 개인별 추천 시스템, 인하대학교 석사학위논문

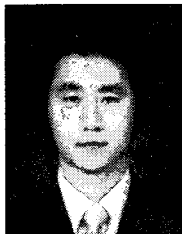
문, 2008.

- [10] J. H. Kim, K. Y. Chung, J. K. Ryu, K. W. Rim, and J. H. Lee, "A Recommendation Agent System Using HMM-Based Collaborative Filtering in Smart Home," Proc. of the 3rd Int. Conf. on Convergence and Hybrid Information Technology, IEEE CS, pp.214-217, 2008.
- [11] 송창우, 김종훈, 정경용, 임기욱, 이정현, "OSGi 기반 시맨틱 사용자 프로파일 관리자", 한국콘텐츠학회논문지, 제8권, 제8호, pp.9-18, 2008.
- [12] 송창우, 홈 네트워크 환경에서 상황정보를 이용한 추천 시스템 설계, 인하대학교 석사학위논문, 2007.

저자 소개

김 종 훈(Jong-Hun Kim)

정회원



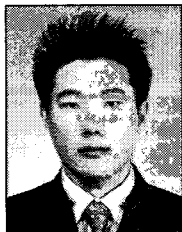
- 2001년 2월 : 인천대학교 물리학과(학사)
- 2003년 2월 : 인하대학교 전자계산공학과(공학석사)
- 2006년 8월 : 인하대학교 컴퓨터정보공학과 박사수료

• 2008년 3월 ~ 6월 : 대림대학 컴퓨터정보계열 전임강사
 • 2008년 12월 ~ 현재 : 가천의과학대학교 u-헬스케어 연구소 선임연구원

<관심분야> : u-헬스케어, 인공지능시스템, 유비쿼터스 컴퓨팅

송 창 우(Chang-Woo Song)

정회원



- 2004년 8월 : 한국교육개발원 학점은행제 컴퓨터공학 전공(공학사)
- 2007년 2월 : 인하대학교 컴퓨터·정보공학과(공학석사)
- 2007년 3월 ~ 현재 : 인하대학교 정보공학과 박사과정

<관심분야> : 임베디드/유비쿼터스 시스템, 상황인식, 데이터마이닝

김 주 현(Ju-Hyun Kim)

준회원



- 2006년 2월 : 인하대학교 컴퓨터공학과(공학사)
- 2008년 8월 : 인하대학교 컴퓨터정보공학과(공학석사)
- 2008년 8월 ~ 현재 : 롯데정보통신 하이테크사업부 RFID팀

<관심분야> : RFID/USN, Biometrics, PLM, SCM

정 경 용(Kyung-Yong Chung)

정회원



- 2000년 2월 : 인하대학교 전자계산공학과(공학사)
- 2002년 2월 : 인하대학교 컴퓨터정보공학과(공학석사)
- 2005년 8월 : 인하대학교 컴퓨터정보공학과(공학박사)

• 2005년 9월 ~ 2006년 2월 : 한세대학교 IT학부 교수
 • 2006년 3월 ~ 현재 : 상지대학교 컴퓨터정보공학부 교수

<관심분야> : 유비쿼터스 컴퓨팅, 인공지능시스템, 데이터마이닝, U-CRM

임 기 욱(Kee-Wook Rim)

정회원



- 1977년 2월 : 인하대학교 전자공학과(공학사)
- 1987년 2월 : 한양대학교 전자계산학(공학석사)
- 1994년 8월 : 인하대학교 전자계산학(공학박사)

• 1977년 ~ 1988년 : 한국전자통신연구소 시스템소프트웨어 연구실장

• 1989년 10월 ~ 1996년 12월 : 한국전자통신연구원 시스템연구부장, 주전산기(타이컴)III,IV 개발사업 책임자

• 2001년 7월 ~ 1999년 12월 : 한국전자통신연구원 컴퓨터소프트웨어 연구소장

• 2000년 ~ 현재 : 선문대학교 컴퓨터정보학부 교수
 <관심분야> : RDBMS, 운영체제, 시스템구조

이 정 현(Jung-Hyun Lee)

정회원



- 1977년 2월 : 인하대학교 전자과 (공학사)
- 1980년 9월 : 인하대학교 전자공학과(공학석사)
- 1988년 2월 : 인하대학교 전자공학과(공학박사)

- 1979년 ~ 1981년 : 한국전자기술연구소 연구원
 - 1984년 ~ 1989년 : 경기대학교 전자계산학과 교수
 - 1989년 1월 ~ 현재 : 인하대학교 컴퓨터공학부 교수
- <관심분야> : 자연어처리, HCI, 음성인식, 정보검색, 고성능 컴퓨터구조