

무선 센서 네트워크를 이용한 지능형 홈 네트워크 서비스 설계

나선웅*, 이상정**, 김동균***, 최영길****

A Design of Intelligent Home Network Service using Wireless Sensor Network

Sun-Wung Na *, Sang-Jeong Lee **, Dong-Kyun Kim ***, Young-Kil Choi ****

요 약

본 논문은 홈 네트워크 환경에서 무선 센서 네트워크를 이용하여 홈 네트워크 서비스를 제공하는 서비스 모델을 제안한다. 제안된 서비스 모델은 대내에 홈 서버와 고정 센서노드들을 배치하고 사용자에게 부착 가능한 사용자 식별노드로 무선 센서 네트워크를 구성한다. 홈 서버에는 등록된 사용자 선호도 프로파일과 센서 노드들로부터 수집된 데이터를 데이터베이스로 구축하고, 상황정보로 등록 분석하여 사용자 개개인의 선호도에 따라 대내 가전기기들을 자동 설정하고 자동 제어하는 서비스를 제공한다. 제안된 방식은 리눅스 환경에서 MySQL 데이터베이스가 내장된 홈 서버와 TinyOS가 탑재된 센서 노드들을 사용하여 구현하고 서비스를 테스트한다.

Abstract

This paper suggests a service model which uses a wireless sensor network in home network environment. The sensor network consists of fixed sensor nodes and user identification nodes which is attached to each user. With the input information of the user preference profile and the collected data from the sensor nodes, the database is constructed as a context information and analyzed by a home server to provide a service that establishes and controls automatically home appliances according to each user's preference. The proposed service model is implemented and tested on a Linux server with MySQL database and sensor nodes on TinyOS.

▶ Keyword : 무선 센서 네트워크(Wireless Sensor Network), 지능형 홈 네트워크(Intelligent Home Network Service), 선호도 프로파일(preference profile), TinyOS

• 제1저자 : 나선웅

• 접수일 : 2006.10.12, 심사일 : 2006.10.17, 심사완료일 : 2006.11.18

* 순천향대학교 전산학과 석사과정

** 순천향대학교 전산학과 교수

*** 순천향대학교 전산학과 박사과정

****한국전기연구원 선임연구원

※ 이 논문은 2005년도 중소기업청에서 지원하는 기술연구회 공동 연구개발사업에 의하여 연구되었음
(S0505616-J1530003 -15000011)

1. 서론

최근 맥내의 가전기기들을 유무선 네트워크에 연결하여 지능화된 서비스를 제공하는 지능형 홈 네트워크에 많은 관심과 연구개발이 진행되고 있다[1,2,3]. 지능형 홈 네트워크 구성을 위해서는 사용자의 맥내 기기에 대한 개입을 최소화하면서 사용자 개인의 특성에 맞추어진 서비스를 제공해야 한다. 이를 위해서는 사용자에 대한 정보와 환경데이터를 수집, 관리, 가공하는 시스템이 필요하다. 즉, 사용자 상황의 실시간 데이터 수집을 위한 무선 센서 기술과 사용자의 가전에 대한 설정 값 및 구동 상황에 맞는 선호도를 수집, 관리, 가공할 수 있는 서버가 필요하다.

본 논문은 홈 네트워크 환경에서 맥내에 배치된 고정 센서 노드들과 사용자에게 부착된 사용자 식별노드로 구성된 무선 센서 네트워크를 이용하여 지능화된 홈 네트워크 서비스를 제공하는 서비스 모델을 제안한다. 제안된 서비스 모델은 홈 서버에 데이터베이스 형태[4]로 등록된 사용자 선호도 프로파일과 고정 센서노드들로부터 수집되는 환경데이터들을 데이터베이스로 구축한다. 수집된 상황정보를 분석하여 사용자 개인의 선호도에 따라 맥내 가전기기들을 자동 설정하고 자동 제어하는 서비스를 제공한다. 홈 서버에는 사용자의 가전기기에 대한 사용 선호도 등을 가지는 프로파일 데이터를 등록하고 관리하는 시스템을 개발하고, 이를 이용하여 사용자의 상황에 적합하게 기기들을 동작시켜 개인화된 서비스를 제공한다. 제안된 방식은 리눅스 환경에서 MySQL 데이터베이스가 내장된 홈 서버와 TinyOS[5]가 탑재된 센서 노드들을 사용하여 구현하고 서비스들을 테스트한다.

표 1은 홈 네트워크 서비스 기술 관련 연구비교표이다. 무선 홈 네트워크 서비스 기술과 관련이 있는 국내의 연구를 간략히 정리하여 소개한다. 원광대의 연구는 개폐기능을 가지는 실내 고정된 위치에 있는 구조/시설물 및 가전제품 등에 ON/OFF 스위치 및 ON/OFF 센서들을 부착하여 홈 거주자에 의해 이들이 개폐될 때 홈 거주자의 위치를 추적한다. 또한 탐색된 위치를 시간별로 분석하여 홈 거주자의 이동패턴과 이동영역, 운동량 등을 얻어 헬스케어 정보를 구축하고 이들 정보를 원격 모니터링 서비스를 위해 제공한다. 하지만 홈 거주자가 정상적으로 실내에서 움직이지 않는 상태이거나 시설 및 구조물들에 대한 개폐동작을 취하지 않는 경우 홈 거주자의 위치추적 간격이 클 수 있는 단점이 있다[6]. 가톨릭대의 연구는 홈 네트워크에서의 전력 누수를 줄이기 위한 전력 관리 시스템과 외부인의 출입과 화재 등을 확인할 수 있는 모니터링 시스템을 구현 하였다. 센서를 통해 조도를 체크하고 자동적으로 알맞은 전등에 밝기를 조절 할 수 있다. 인터넷을 통해 카메라가 실내를 비추고 있는 화면을 홈페이지로 볼 수 있다. 하지만 맥내에서 위급한 상황이 발생했을 때 외부에 있는 사용자는 자동으로 이를 알지 못한다. 즉, 외부인 출입과 화재에 대한 맥내 모니터링을 하고 싶은 경우 사용자가 홈페이지에 접속하고 있어야 하는 번거로움이 있다[7]. 순천대의 연구는 유비쿼터스 컴퓨팅에서 상황인식 처리를 위한 미들웨어 및 컨텍스트 서버를 제안하고, 이를 이용한 응용시스템을 구현하였다. 연구에서 제안하는 미들웨어는 블루투스 무선 통신 기술을 이용하여 이동성을 지닌 이동 노드를 발견하고 컨텍스트 서버로부터 해당 컨텍스트에 적합한 실행 모듈을 실행하는 기능을 담당한다. 제안하는 컨텍스트 서버는 사용자의 현재 상태, 물리적 환경, 컴퓨팅 시스템의 리소스 등의 상황정보를 데

표 1. 홈 네트워크 서비스 기술에 대한 관련 연구 비교

Fig 1. Connection Study Comparison about a Home Network Service Technology

	본 연구	가톨릭대	원광대	순천대
상황정보	사용자 위치 사용자 식별 사용자의 기기동작	조도값	사용자 위치	사용자 상황, 물리적 환경 상황, 시공간 상황
위치인식 방법	기기 ON/OFF 및 마그네틱센서	없음	스위치 및 ON/OFF 센서의 동작	블루투스 통신 모듈
미들웨어	자체제작	자체제작	TMOSM	자체제작
응용서비스	개인화 서비스(기기 자동 제어), 방법	웹캠을 통한 맥내 모니터링, 전력관리	위치추적, 거주자의 헬스케어 정보	음악 재생
제어	PLC, 자체제작 보드	인터페이스 보드, (스텝모터)	없음	사운드 플레이어

이터베이스 서버에 저장하는 관리자의 역할을 수행한다. 구현된 응용시스템은 상황 정보에 근거하여 음악 재생 서비스를 제공한다[8]. 위치인식 방법에서 블루투스 통신의 신호 세기를 가지고 위치를 인식하므로 블루투스 난청 지역이나 벽내 장애물에 의해 위치 판단의 오류가 있을 수 있다. 또한 응용 서비스도 음악 재생에 국한되어 있다.

본 논문은 사용자의 선호도에 따른 서비스를 자동으로 제공하는 시스템을 구축하였다. 이를 위해 벽내에 홈 서버와 고정 센서노드들을 배치하고 사용자에게 부착 가능한 사용자 식별노드로 무선 센서 네트워크를 구성한다. 홈 서버에 등록된 사용자 선호도 프로파일과 센서 노드들로부터 수집된 데이터를 데이터베이스로 구축하고, 상황정보를 등록 분석하여 사용자 개인의 선호도에 따라 벽내 가전기기를 자동 설정하고 자동 제어하는 서비스를 제공한다. 즉, 개인화 서비스를 제공한다. 또한 자체 제작한 모듈을 이용하여 벽내의 가전기기를 제어하며 PLC 통신과 적외선 통신 등을 이용한다.

II. 홈 네트워크 서비스 시나리오

사용자 상황과 의도에 맞는 홈 네트워크 서비스를 제공하기 위해서는 개인 정보, 사용자 선호도, 상황 판단을 위한 환경데이터 등이 제공되어야 한다. 벽내에 무선 센서 노드들을 배치하여 네트워크를 구성하면 온도, 조도, 습도, 압력, 소리 등의 환경데이터의 수집이 가능하다. 수집된 데이터는 홈 서버에 전송되고, 홈 서버는 수신된 환경 데이터를 분석하여 사용자의 선호도에 맞는 냉난방, 조도 및 방범 등의 서비스를 제공할 수 있게 된다.

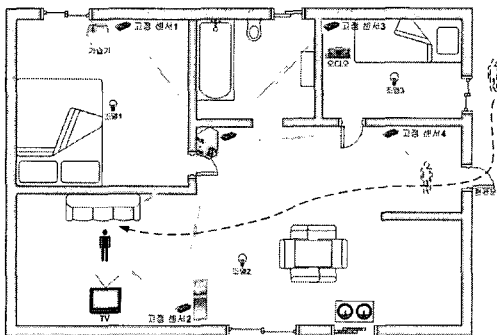


그림 1. 단일 사용자에게 대한 무선 센서 네트워크 시나리오 예
Fig 1. An Example Scenario for a Single User in the Wireless Sensor Network

그림 1은 홈 거주자가 귀가하여 거실의 TV를 시청하는 과정을 무선 센서 네트워크를 이용하여 상황 인식 서비스를 수행하는 시나리오를 보여주는 예이다. 거주자가 현관문을 열고 벽내로 들어오면 현관문에 부착된 마그네틱 단자는 이를 감지하고 고정 센서노드4를 경유하여 홈 서버로 전달된다. 사용자는 식별정보가 저장된 사용자 식별노드를 지니고 있어 벽내에 진입하면 고정 센서노드4가 사용자를 감지하여 멀티 홈으로 홈 서버에 사용자 정보를 전송한다. 전송된 사용자 식별정보와 벽내기기(현관문) 정보는 홈 서버의 데이터베이스에 저장되어 벽내기기에 대한 히스토리와 사용자의 위치 및 프로파일 정보 등을 관리하는데 이용된다. 사용자가 거실에서 TV를 작동시키면 기기에 대한 정보와 TV 주위에 있는 사용자에게 대한 정보가 홈 서버 데이터베이스에 저장된다. 홈 서버는 사용자의 선호도를 분석하여 온도, 조도, 습도, 볼륨 등 사용자가 선호하는 환경으로 서비스 구역을 자동 제어한다. 사용자의 위치 정보는 고정 센서노드2에 수신되는 사용자 식별노드들의 신호를 감지하여 사용자의 위치를 추론하고, 일정한 간격으로 홈 서버의 데이터베이스를 업데이트한다. 사용자 선호도 정보로 저장된 선호 온도 값은 에어컨, 보일러, 창문 등과 같은 냉난방과 관련된 기기들과 연동하여 동작하며, 선호 습도 값은 가습기, 선호 조도 값은 조명기기, 선호 볼륨 값은 TV, 오디오 등과 연동 동작한다.

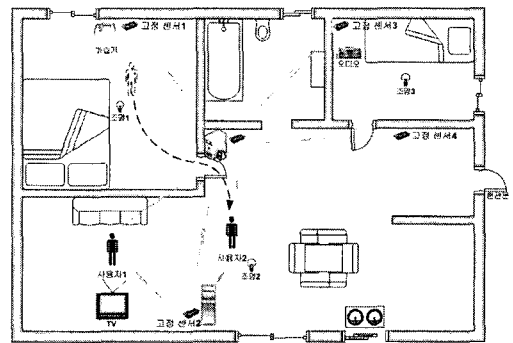


그림 2. 다중 사용자에게 대한 무선 센서 네트워크 시나리오 예
Fig 2. An Example Scenario for Multiple Users in the Wireless Sensor Network

시나리오 상에서 벽내 서비스 구역은 안방, 거실, 작은 방, 현관으로 구분되어 있다. 그림 2는 벽내에 다중 사용자가 있는 경우 서비스 시나리오 예이다. 서비스 구역의 사용자가 여러 명이므로 사용자 프로파일도 여러 개가 감지된다. 따라서 여러 사용자의 선호도 충돌[9]에 대한 처리 및 가전기기를 조작했을 때 어떤 사용자가 조작했는지 여부(선호도

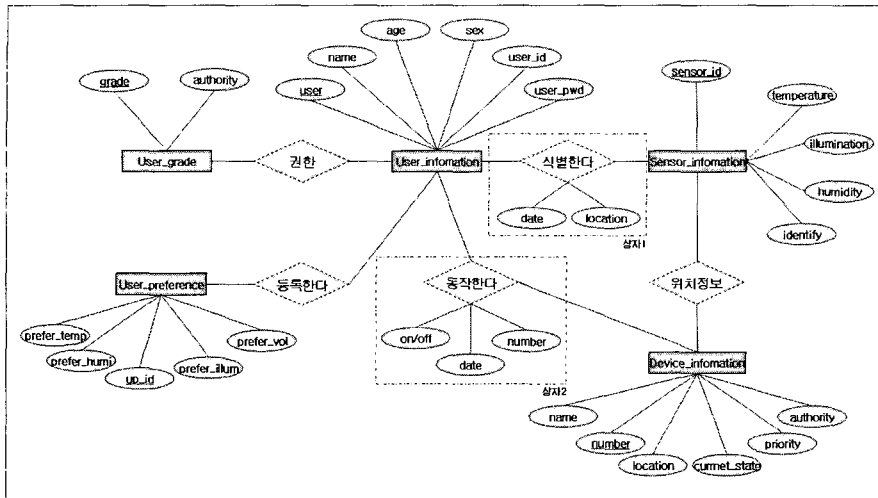


그림 3. 지능형 홈 네트워크의 ER 모델 관계
Fig 3. Relationship of ER Model for Intelligent Home Network

수정에 필요) 등의 문제가 발생한다. 사용자 선호도 충돌은 가전기기에 대한 사용자의 우선순위를 고려하여 처리한다. 그리고 서비스는 가전기기를 조작했을 때 어떤 사용자가 조작했는지 여부와 고정 센서노드에 의해 감지되는 사용자 식별 노드들을 모두 적용한다.

사용자1(아들)이 거실에서 TV 시청중인 상황에서 사용자2(아버지)가 안방에서 거실로 나오는 경우 고정 센서노드2가 사용자2(사용자 식별노드2)를 감지한다. 사용자 선호에 따른 홈 네트워크 서비스를 적용하려 할 때 거실에서 다중 사용자를 감지하고 홈 서버는 데이터베이스를 참조하여 각 사용자에 대해 기기별 우선순위를 적용한다. 에어컨과 조명은 아버지에게 우선순위가 있어 아버지 선호도 값으로 재설정되며 TV는 현재 아들이 사용하고 있으므로 아들이 우선순위가 높다. 따라서 TV의 볼륨은 그대로 변함이 없게 된다. 기기에 대한 사용자별 우선순위는 관리자에 의해 입력 및 수정된다.

모든 사용자가 외출한 경우(택내에 어떠한 사용자의 선호도 잡히지 않는 경우)에 택내에서는 방법모드가 실행된다. 방법모드가 동작하면 홈 서버는 모든 택내 기기들의 상태를 체크하여 방법모드에서 설정되어 있는 값으로 자동 변환된다. 방법모드에서 침입자에 의해 창문 또는 현관문에 설치된 센서로부터 감지신호가 홈 서버에 전송될 경우 사용자 노드 식별을 시도한다. 사용자 식별에 실패할 경우 각 창문, 현관문 근처에 설치되어 있는 웹 카메라가 작동하며, 택내 경고방송이 시작된다. 웹 카메라는 침입자의 동영상과 사진 이미지를 홈 서버에 전달한다. 홈 서버는 데이터베이스에 등록되어 있는 택내 거주자의 핸드폰에 경고메시지와 동영상

상, 사진이미지 등을 전송한다. 동시에 112에 문자전송 수단주거 침입을 알린다. 홈 네트워크 사용자는 관리자와 일반 사용자로 구분된다. 관리자는 일반 사용자의 프로파일을 생성 및 수정 할 뿐 아니라 서비스(기기동작)에 대한 접근 권한을 부여 할 수 있다. 일반 사용자는 홈 네트워크 환경에서 자신에게 부여된 접근 권한에 따라 서비스를 제공받는다. 사용자 프로파일의 등록 및 관리는 홈 네트워크의 홈 서버 시스템에 의해 관리된다.

III. 무선 센서 노드 데이터베이스 설계

무선 센서노드로부터 많은 실시간 측정 데이터가 지속적으로 발생한다. 발생된 데이터를 수집, 저장 및 가공을 위해 데이터베이스를 구축한다.

그림 3은 본 논문에서 설계한 무선 센서 노드 상에서 지능형 홈 네트워크를 위해 설계된 데이터베이스의 ER 모델 관계도를 나타낸다. 데이터베이스 내의 개체는 크게 사용자, 센서, 가전기기 개체로 구성된다. 사용자 개체는 사용자 등급 개체로부터 사용자 권한을 참조하며, 사용자 선호도 개체로부터 사용자의 선호 정도를 참조한다. 사용자 선호도 개체는 사용자의 선호 온도, 습도, 조도, 볼륨 등의 속성을 가진다. 사용자 개체는 일반적인 속성과 시스템에 접근하기 위한 사용자 ID, 패스워드 속성들을 포함한다. 센서 개체는 온도, 습도, 조도 등의 환경데이터뿐만 아니라 사용자 식별

표 2. 사용자 정보 테이블
Table 2. User_information Table

user(PK)	name	age	sex	user_id	user_pwd	grade(FK)	sensor_id(FK)
사용자 1	나선웅	50	남	Nsw	123	1	센서 5
사용자 2	윤희성	46	여	Uhs	456	2	센서 6
사용자 3	고석환	23	남	Ksh	789	2	센서 7

표 3. 사용자 선호 테이블
Table 3. User_preference Table

up_id(PK)	user(FK)	prefer_temperature	prefer_humidity	prefer_illumination	prefer_volume
1	1	20	60	밝음	6
2	2	19	50	중간	7
3	3	20	60	중간	8

표 4. 기기 정보 테이블
Table 4. Device_information Table

name	number(PK)	location	current_state	static_sensor_id(FK)	authority
에어컨	1	거실	on	2	2
보일러	2	거실	on	2	2
조명 1	3	안방	on	1	2
조명 2	4	거실	on	2	2
조명 3	5	작은방	off	3	2
창문 1	6	안방	open	1	2
창문 2	7	거실	open	2	2
현관문	8	현관	close	2	2
기습기	9	안방	on	1	2
TV	10	거실	on	2	2

표 5. 위치별 모니터링 테이블
Table 5. Location_mornitering Table

location	current_temperature	current_humidity	current_illumination	static_sensor_id(FK)
안방	20	60	밝음	1
거실	19	50	중간	2
작은방	20	60	중간	3
현관	22	50	중간	4

표 6. 디바이스 히스토리 테이블
Table 6. Device_history Table

dh_id(PK)	date	device_number	action	user(FK)
1	2006-08-29 18:09:22	8	open	2
2	2006-08-29 18:09:27	8	close	2
3	2006-08-29 18:11:35	10	on	2
4	2006-08-29 18:40:14	10	off	2
...

표 7. 센서 테이블
Table 7. Sensor Table

sensor_id(PK)	location(FK)
센서 1	안방
센서 2	거실
센서 3	작은방
센서 4	현관
센서 5	사용자 1
센서 6	사용자 2
센서 7	사용자 3

과 사용자의 위치를 추적하는데 참조된다. 사용자 개체와 센서 개체를 통해 추출된 날짜시간, 위치 등의 속성들을 조합하여 사용자 위치가 파악된다. 가전기기 개체는 센서 개체로부터 위치정보를 참조하며 사용자 개체와 함께 가전기기의 동작 상태, 사용시간 등의 속성을 참조하여 가전기기의 히스토리 테이블을 구축한다. 데이터베이스 테이블은 관리자가 직접 작성하는 사용자 정보, 센서 정보, 사용자 등급, 기기 정보, 사용자 선호 테이블이 있다. 또한 맥내에서 발생된 상황정보(사용자 위치, 기기 히스토리, 환경 데이터 등) 등을 저장관리 테이블들로 구성된다.

표 2는 사용자 정보 테이블이다. 사용자의 기본정보를

포함하며, 사용자가 지닌 사용자 식별 노드의 센서 ID를 보여준다. 사용자 ID와 사용자 패스워드는 홈 서버 시스템에 접속하기 위해 사용된다. 표 3은 사용자 선호 테이블로서 각 서비스 구역별 사용자의 선호정보를 가진다. 표 4는 기기 정보 테이블로 맥내 기기들의 위치, 현재 상태, 사용권한 등을 포함한다. 표 5는 서비스구역별 모니터링 테이블로 각 위치(서비스 구역)의 현재 온도, 현재 습도, 현재 조도 등의 정보를 가진다. 표 6은 디바이스 히스토리 테이블로서 기기를 동작시키면 그 시간, 동작내용, 기기번호, 사용자를 저장한다. 표 7은 센서 테이블을 나타낸다. 센서 id 1~4번은 각 서비스 구역에 배치된 고정 센서노드이며, 5~7번은 사용자가 지니고 있는 사용자 식별 노드를 나타낸다.

그림 4는 제안된 지능형 홈 네트워크 서비스 모델의 데이터 흐름도를 나타낸 것이다. 사용자가 거실에서 TV를 작동시키면 홈 서버의 Device_history 테이블에 기기번호와 사용자 정보, 기기상태가 저장된다. Device_information 테이블로부터 TV의 기기번호를 참조한다. User_information 테이블로부터 사용자에게 부착된 식별노드 ID를 참조한다. User_location 테이블에는 작동된 기기의 위치와 감지된 사용자 정보 데이터가 저장된다. 홈 서버는 구축된 테이블을 참조하여 사용자의 선호정보와 사용자가 위치한 구역의

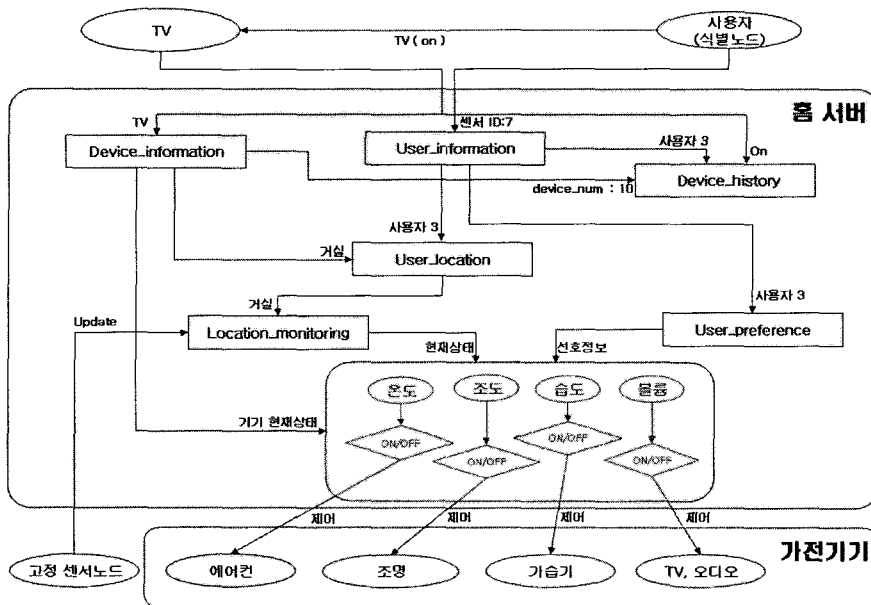


그림 4. 지능형 홈 네트워크 서비스 모델의 데이터 흐름도
Fig 4. Data Flow for the Intelligent Home Network Service Model

현재 상태 등을 파악한다. Location_monitoring 테이블은 각 고정센서를 통해 지속적으로 현재 상태를 업데이트한다. User_preference 테이블에 저장된 온도, 조도, 습도, 불륨 등의 사용자 선호정보와 기기 및 환경의 현재 상태를 비교하여 사용자가 선호하는 서비스를 수행한다.

본 논문에서는 제안된 홈 네트워크 서비스를 위해 리눅스의 GUI 툴인 QT(10)와 연동된 MySQL(11) 데이터베이스를 사용하여 지능형 홈 네트워크 서비스 모델을 구현하였다. 각종 기기와 센서노드 등으로부터 구축된 데이터베이스로부터 서비스 정보가 추출된다. 다음은 각 서비스 정보 추출을 위해 SQL 쿼리를 적용한 예를 보여준다.

▶ 사용자 이름과 등급 추출

```
SELECT user, grade
FROM User_information
WHERE sensor_id = 'sensed_node_no';
```

사용자 식별 노드의 sensor_id값을 감지하여 사용자 정보 테이블로부터 sensor_id값과 일치하는 사용자의 정보(usr, grade)를 가져오는 쿼리문이다.

▶ 동작된 기기의 현재 상태 업데이트

```
UPDATE Device_information
SET current_state = 'TV_state'
WHERE number='triggered_device_no'
```

사용자가 TV를 동작시키면 TV의 기기번호는 triggered_device_no 변수에 저장되고 TV의 상태는 TV_state변수에 on, off 정보가 들어간다. 디바이스 정보테이블은 기기(TV)에 대한 현재 상태 정보를 업데이트한다.

▶ 기기의 동작 상태, 사용자, 시간 등을 저장

```
INSERT INTO Device_history
values(now(),'triggered_device_no','TV_state',
'user');
```

기기가 동작하면 디바이스 히스토리 테이블에는 기기가 동작한 시간, 동작된 기기의 디바이스 넘버, 기기의 상태 및 기기를 동작한 사용자 정보 등이 저장된다.

▶ 사용자 위치 테이블

```
INSERT INTO User_Location
values('0','user',now(),'current_location',
'sensed_sensor_no');
```

작동된 기기의 위치를 통해 사용자의 위치를 추출한다. 사용자 위치 테이블에는 사용자, 시간, 기기의 위치로 추출된 장소 등이 저장된다.

▶ 위치에 대한 현재상태 읽기

```
SELECT * from Location_monitoring
WHERE location='current_location'
```

홈 네트워크 서비스를 위해 사용자의 선호정보와 사용자가 위치한 장소의 현재 상태를 알아야한다. 위 쿼리문은 위치 모니터링 테이블로부터 비교하려는 장소의 현재 상태(온도, 조도, 습도 등)를 추출하는 것이다.

▶ 사용자 위치 추출

```
SELECT location from User_Location
ORDER BY ulid DESC LIMIT 1
```

사용자의 위치 정보는 사용자 위치 테이블에서 가장 나중에 업데이트된 레코드의 위치정보를 추출하여 얻는다.

▶ 사용자의 선호 값 추출

```
SELECT prefer_temperature, prefer_humidity,
prefer_illumination, prefer_volume
FROM User_preference WHERE user='user'
```

사용자 선호테이블로부터 사용자의 선호 정보들을 추출하는 쿼리문이다.

IV. 구현 및 테스트

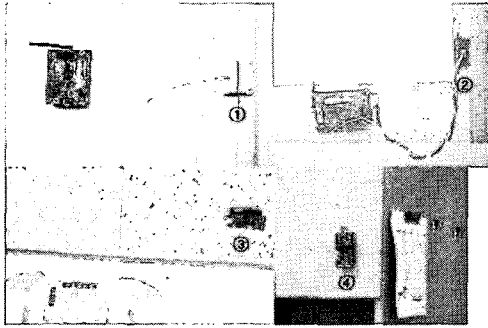


그림 5. 고정센서 노드 및 마그네틱, 적외선 센서 테스트 구성도
 Fig 5. The Test Configuration of Sensor Nodes, Magnetic Sensor and a Infrared Sensor

그림 5는 연구실의 천장과 벽 등에 부착한 고정센서노드와 마그네틱 센서, 적외선센서의 구성사진이다. 그림 6은 홈서버 및 장치들을 구성하여 테스트한 사진이다. 문을 열고 연구실 안으로 들어오면 마그네틱 센서(그림 5-①)가 이를 감지하여 홈 서버에 알린다. 홈 서버에서는 문의 open, close 정보를 얻게 된다. 연구실 안으로 들어온 사용자는 사용자식별 센서를 지니고 있어, 연구실 내부에 설치된 고정센서노드들(그림 5-③④)에 의해 감지되고 사용자 신원이 확인된다.

결과적으로 연구실 내부에 신원이 확인된 사용자가 존재함을 인식하고 홈 서버는 사용자의 정보를 통해 사용자의 선호도 정보를 확인한다. 실시간으로 연구실 내부의 환경정보(온도, 조도, 습도 등)를 고정센서노드들(그림 5-③④)로부터 얻어 DB로 저장하고 있는 홈 서버는 사용자의 선호도 정보와 환경정보를 비교한다. 사용자가 선호하는 온도가 현재 온도보다 높으면 홈 서버는 에어컨을 자동 제어하여 동작시킨다. 또한 사용자가 원하는 습도 보다 현재 내부 습도가 낮다면 홈 서버는 PLC 모듈을 통해 가습기를 동작시킨다. 오디오의 불륨은 자체 제작한 제어보드로 LED를 통해 적외선 신호를 발생하여 리모컨 역할을 한다.

그림 7은 본 논문에서 테스트를 위해 구성한 지능형 홈네트워크 시스템 구성도이다. 홈 서버 환경은 VIA C3/VIA Eden ESP 1GHz 프로세서를 장착한 SBC(Single Board Computer)에 리눅스(kernel 2.4.20-8)를 설치하고 TinyOS(1.1.3)(4)을 포팅하였다. 센서노드는 무선통신을 위해 ZigBee 프로토콜을 이용하며, 250Kbps의 처리량, 10KB RAM, USB 인터페이스를 가지고 있다. TinyOS는 nesC(12)로 작성된 프로그램을 센서노드에 업로딩한다. 멀티 홈 통신을 통해 사용자 식별 노드 또는 고정 센서노드로 데이터가 전송되고, 수신노드는 직렬 USB 형태로 홈 서버의 센서처리모듈을 통해 데이터를 최종 수집한다. 데이터베이스 처리모듈은 데이터베이스와 연동하여 데이터를 가공 관리한다. 프로파일 처리 모듈은 사용자의 개인정보 및 선

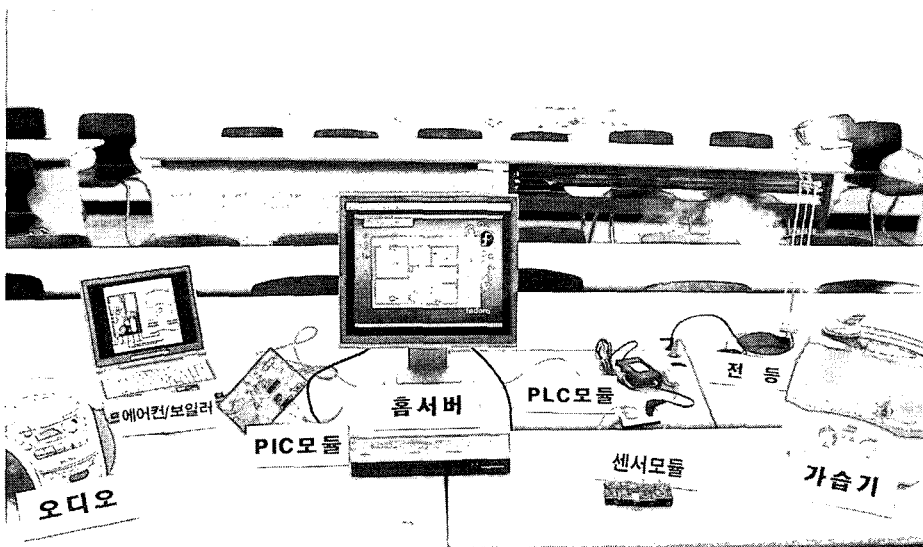


그림 6. 홈 서버 및 가전기기 테스트 구성도
 Fig 6. The Test Configuration of a Home-server and Appliances

호도를 관리한다. 가공된 데이터는 홈 네트워크 서비스 제어 모듈을 통해 맥내 가진 기기들을 제어한다.

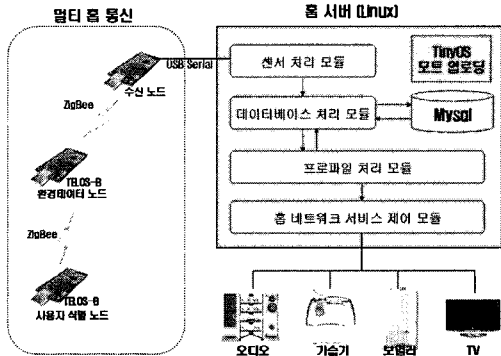


그림 7. 지능형 홈 네트워크 시스템 구성도
Fig 7. Configuration of Intelligent Home Network System

그림 8은 본 논문 구현에 쓰인 센서 노드 프로그램의 컴포넌트 구성도를 나타내는 그림이다. 그림에서 타원은 프로그램의 주요 컴포넌트를 표시하고 예지는 인터페이스 관계를 표시한다. Oscilloscope 프로그램은 센서노드에서 온도, 조도, 습도, 내부 전압, 내부 온도 등을 수집하여 패킷화한 데이터를 전송하는 프로그램이며 TosBase 프로그램은 패킷을 수신하면 Group ID를 확인하고 자신의 ID와 같으면 받아서 시리얼로 전송하는 브리지 역할을 하는 프로그램이다. Oscilloscope의 컴포넌트들은 센서노드의 하드웨어적 동작을 도와주는 부분과 데이터를 수집하는 부분, 수집한 데이터를 패킷화하는 메인부분, 패킷화된 데이터를 전송하기 위한 부분, 멀티 홉을 위한 부분으로 분류된다. MultiHopEngineM에서 COM 포트를 컨트롤하기 위해 Comm을 호출하여 사용한다. 멀티 홉 전송을 위해서 QueuedSend를 통해 멀티 홉에 관련된 ID등을 큐를 통해 보낸다. MultiHopLEPSM에서는 Timer를 호출하여 timesync를 맞추고 이것을 MultiHopEngineM에서 라우터를 위해 호출하여 사용한다. 센서 노드에 있는 센서를 통해 수집된 데이터는 패킷화되고 IEEE 802.15.4 무선통신으로 전송되며, PC에 연결된 TosBase 프로그램이 업로드된 모뎀은 전송된 패킷을 수신한다. 전송되는 패킷은 목적지 주소, 그룹ID, 메시지 길이, 소스 주소, 채널, 데이터 등으로 구성된다. 메시지의 원본 데이터는 홈 서버의 시스템 해석하여 본 논문에서 사용되는 환경 데이터인 온도, 조도, 습도 등의 값으로 변환된다.

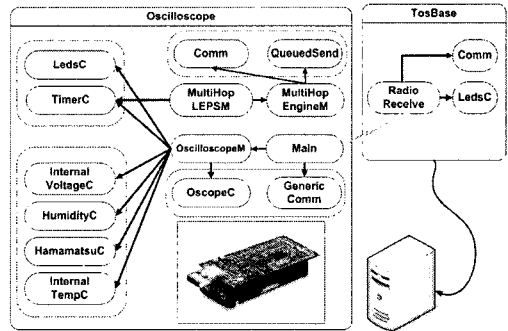


그림 8. 센서 노드 프로그램의 컴포넌트 구성도
Fig 8. Component Configuration in a Sensor Node.

무선 센서 노드와 홈 서버와 거리가 통신 환경을 벗어나는 경우 직접 통신이 불가능하여 중간의 센서노드를 경유한 통신이 필요하고, 이를 위해 센서 노드들 간의 멀티 홉 라우팅 기능이 추가되어야 한다. 본 논문에서는 노드 간 통신을 위하여 TinyOS에서 기본적으로 제공하는 오실로스코프 프로그램에 멀티 홉 라우팅과 Time Stamp 정보의 브로드캐스팅 기능을 추가하였다. 그림 9는 멀티 홉 기능이 추가된 오실로스코프 프로그램의 부분을 보여주는 그림이다.

```

#include OscopMsg;
#include MultiHop;
#include Bcast;

configuration Oscilloscope ( )
implementation
{
    components Main, OscilloscopeM
    , TimerC
    , LedsC
    , DemoSensorC as Sensor
    , GenericCommPromiscuous as Comm
    , Bcast, MultiHopRouter as multihopM, QueuedSend ;

    Main.StdControl -> Sensor;
    Main.StdControl -> Comm;

    Main.StdControl -> OscilloscopeM;
    Main.StdControl -> TimerC;
    Main.StdControl -> Bcast.StdControl;
    Main.StdControl -> multihopM.StdControl;
    Main.StdControl -> QueuedSend.StdControl;

    OscilloscopeM.Timer -> TimerC.Timer[unique("Timer")];
    OscilloscopeM.Leds -> LedsC;
    OscilloscopeM.SensorControl -> Sensor;
    OscilloscopeM.ADC -> Sensor;

    OscilloscopeM.Bcast -> Bcast.Receive[AM_OSCOPERESETMSG];
    Bcast.ReceiveMsg[AM_OSCOPERESETMSG] -> Comm.ReceiveMsg[AM_OSCOPERESETMSG];

    OscilloscopeM.RouteControl -> multihopM;
    OscilloscopeM.Send -> multihopM.Send[AM_OSCOPMSG];
    multihopM.ReceiveMsg[AM_OSCOPMSG] -> Comm.ReceiveMsg[AM_OSCOPMSG];
}
    
```

그림 9. 수정된 멀티 홉 프로그램 주요부분
Fig 9. Part of the Modified Multi-Hop Program

그림 10은 사용자에게 개인 정보와 선호정보를 입력 및 수정하는 화면 예이다. 또 그림 11은 맥내 현재 상태와 가전기기의 ON/OFF 상황을 모니터링 하는 화면 예이다. 즉,

각 위치 별 온도, 습도, 조도, 불륨에 대한 현재 상태를 실시간으로 보여주며 대내 가전기기의 ON/OFF 여부를 보여준다.

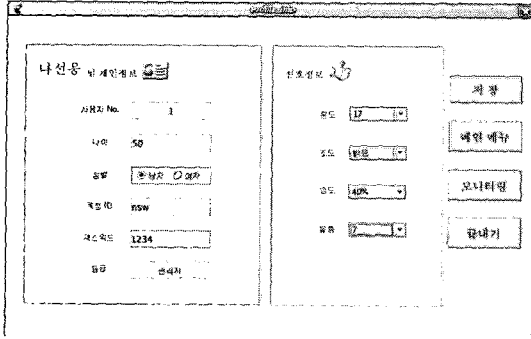


그림 10. 개인 프로파일 설정 예
Fig 10. An Example of User Profile Input

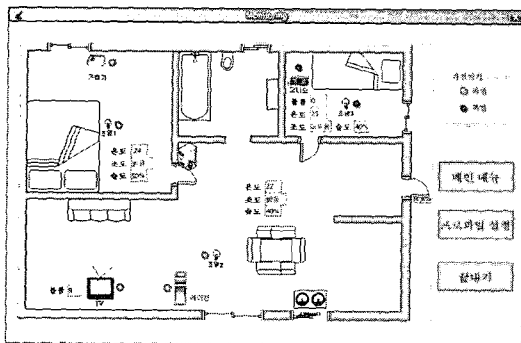


그림 11. 대내 센서노드 및 기기 모니터링 예
Fig 11. An Example Monitoring Sensor Nodes and Appliances at Home

V. 결론

본 논문에서는 홈 네트워크 환경에서 무선 센서 네트워크를 이용하여 지능화된 홈 네트워크 서비스를 제공하는 서비스 모델을 제안하였다. 제안된 서비스 모델은 대내에 환경데이터 수집을 위하여 고정 센서노드들을 배치하고, 사용자에게는 사용자 식별노드를 부착하였다. 이들 무선 노드들로부터 수집된 상황정보(환경 데이터, 사용자 정보) 등을 이용하여 사용자 선호도에 따라 대내 가전기기를 자동 제어 및 자동 설정하는 서비스를 제공하였다. 제안된 방식의 타당성 검증 및 효율성을 보여주기 위해 서비스 시나리오를 제시하였다. 또한 대내와 사용자에게 배치된 무선 센서노드들로부터 실시간으로 측정 데이터의 수집, 저장 및 가공을 위

해 데이터베이스를 설계하고 구축하였다. 환경데이터 센서로부터 수집되는 데이터들을 관리하는 데이터베이스를 홈 서버에 설계 구현하였고, 사용자 선호도 프로파일을 등록 관리 및 서비스하는 프로파일 처리 모듈을 개발하였다.

제안된 서비스 모델은 리눅스 환경에서 MySQL 데이터베이스가 내장된 홈 서버와 TinyOS가 탑재된 센서 노드들을 사용하여 구현하고 제시된 서비스 시나리오들을 테스트하였다.

향후 홈 서버에 센서 노드들로부터 수집된 데이터의 신뢰성 향상을 위해 수집된 데이터를 필터링하고, 손실된 데이터를 추론하는 알고리즘을 개발할 예정이다. 또한 각 센서 노드들로부터 수집된 실시간 상황정보를 그래픽으로 표현하고, 이의 히스토리를 분석하여 사용자의 행동패턴을 예측 추론하는 기능을 연구할 예정이다.

참고문헌

- [1] Raúl Jimeno et.al "An Architecture for the Personalized Control of Domotic Resources", Proceedings of the 2nd European Symposium on Ambient Intelligence, pp. 51-53, 2004.
- [2] H. Si and Y. Kawahara and H. Morikawa and T. Aoyama, "A Stochastic Approach for Creating Dynamic Context-aware Services in Smart Home Environment", In Proceeding of the 3rd International Conference on Pervasive Computing (Pervasive 2005), (Demo paper).Advances in Pervasive Computing, pp. 97-100, Munich, Germany
- [3] Y.Oh and H.Yoon and W.Woo, "Simulating Context-Aware Systems based on Personal Devices," The 4th International Symposium on Ubiquitous VR(ISUVR2006), pp. 000, 2006.
- [4] F. Wang and P. Liu, . "Temporal Management of RFID data", Proc. of the 31st International Conference on Very Large Data Bases (VLDB'05), p1128-1139, Sep. 2005.
- [5] TinyOS, <http://www.tinyos.net>
- [6] 안동인, 김명희, 주수중, "ON/OFF 스위치와 센서를 이용한 홈 거주자의 위치추적 및 원격 모니터링 시스템", 한국정보과학회 논문지 제12권 6호, pp66-77, 2006.2. ISSN 1229-7712

- [7] 서동호, 서효중, "홈 네트워크에서 모니터링과 전력관리 시스템", 한국정보과학회 06 한국컴퓨터종합학술대회 논문집A/ pp. 283-285, 2006
- [8] 심춘보, 태봉섭, 장재우, 김정기, 박승민, "상황인식 처리를 위한 미들웨어 및 컨텍스트 서버를 이용한 응용시스템의 구현", 한국정보과학회 논문지 C - 컴퓨팅의 실제, VOL. 12 NO. 01 pp. 0031~0042 2006 . 02
- [9] 신춘성, 우운택, "스마트 홈에서의 사용자간 의도충돌 해결," 한국정보처리학회(KIPS04), vol.11, pp. 937-940, 2004.
- [10] QT, <http://www.trolltech.com>
- [11] MySQL, <http://www.mysql.com>
- [12] nesC, <http://nesc.sourceforge.net>



김 동 균

1997년 금오공과대학교 기계공학사
 1996-2000년 (주)동양매직 가전연구
 구소 연구원
 2002년 순천향대학교 컴퓨터공학사
 2004년 순천향대학교
 전산학 공학석사
 2004년~현재 : 순천향대학교 전산
 학 박사과정
 <관심분야> 홈 네트워크, 텔레매틱
 스, IP 네트워크, 임베디드
 시스템



최 영 길

1991년 영남대학교 전기공학사
 1993년 영남대학교 제어및계측석사
 1993년~현재 : 한국전기연구원 선
 임연구원
 2003.01~2004.12 전기전자기술
 연구회 대표
 2005.04~2007.03
 차세대 지능형 홈 기술연구회 대표

저 자 소 개



나 선 응

2005년 순천향대학교 컴퓨터공학사
 2005년~현재 : 순천향대학교
 전산학 석사과정
 <관심분야> 센서 네트워크, 임베디
 드 시스템, 홈 네트워크



이 상 정

1983년 한양대학교 전자공학사
 1985년 한양대학교 전자공학석사
 1988년 한양대학교 전자공학박사
 1988년~현재 순천향대학교 정보기
 술공학부 교수
 1999년~2000년 미국 University
 of Minnesota 방문교수
 <관심분야> 네트워크 응용, 컴퓨터 구조