

Implementation of Home Automation System Using Location-aware Services

박우출*, 윤명현**

Woo Chool Park, Myung Hyun Yoon

Abstract - We have implement indoor positioning system to supply orientation information. We have used ultrasound in indoor positioning system for distance and orientation measurements, then propose a set of methods to calculate orientation from an array of well placed ultrasonic sensors operating in the indoor positioning system. We have design and implement a indoor positioning system using a combination of hardware and software and demonstrate end-to-end functionality of the system. We have implement ZigBee based home automation system using location-aware system.

Key Words : Smart Home, Home Automation, Location-aware Service, ZigBee

1. 장 서 론

본 논문에서는 위치인지 서비스를 이용하여 지능형 홈에서의 홈 오토메이션 기능을 구현하였다. 홈 내의 거주자 중 해당 거주자에게 맞는 서비스를 제공하기 위하여 보다 정확한 위치인지를 위한 거리 측정과 보정 기술이 가능한 센싱 기술과 위치 인식 시스템 개발 필요하다. 거주자에게 좀 더 지능화된 정보를 제공하기 위해 거주자의 생활 패턴과 움직임 그리고 홈 내 상황 정보를 수집하고 이를 가공하기 위한 정보 가공 처리 기술 개발 필요하다. 지능형 홈에서의 위치인지 기술은 현재 전 세계적으로 연구되고 있는 핵심 이슈이다.

위치인지 서비스를 이용한 사용자의 ID가 인증되면 사용자가 선호하는 장비들이 동작할 준비를 하고 사용자가 이동함에 따라 위치인지를 통해, TV, 오디오, PC, 전화기등과 같은 사용자 주변의 기기들은 동작하기 시작한다. 주변기기들은 사용자가 이동할 때마다 필요한 정보를 교환하거나 적절한 동작을 수행한다.

사용자가 거실로 들어서면 자동응답전화기는 수신된 통화를 사용자가 단말에게 알려주거나 오디오 시스템에서는 사용자가 좋아하는 음악이 자동으로 흘러나온다. 침실로 들어가면 사용자의 위치를 인식하여 전등이 자동으로 켜진다. 본 논문은 경남지역중점기술 개발 사업의 일환인 지능형 홈 위치인지 기술개발사업의 1차년도 과제 결과물이다.

1.1 위치 인지 기술 동향

1.1.1 적외선을 이용한 사람의 위치인지 시스템

적외선을 이용한 위치인지 시스템은 사무실의 천정에 적외선 센서를 설치하고, 사람들에게는 배지 형태의 적외선 발생기를 배치처럼 달게 하는 액티브 배지(Active Badge)라는 것을 부착한다. 액티브 배지는 각각 고유의 인식 번호를 가지고 있고, 주기적

(약 1초에 한번)으로 인식번호를 적외선으로 송출한다. 그러면 천정에 있는 적외선 센서들이 적외선 신호를 감지하여 특정 사용자의 위치를 파악하게 하는 시스템이다.

액티브 배지는 제록스에서 고객 지원 직원들이 자신의 자리에 있지 않고 다른 직원의 자리에 가거나 다른 사무실로 잠시 이동하였을 때 고객들로부터 오는 전화를 직원이 위치한 곳의 전화로 착신되게 하기 위해 개발한 것이다. 시스템 구성이 비교적 간단하기 때문에 저렴한 비용으로 위치인지 시스템을 구성 할 수 있다. 또한, 고유의 인식 번호만 송출하기 때문에 신호의 발생 시간이 아주 짧고, 배지마다 초기화된 시간이 조금씩 다르기 때문에 동시에 같은 공간에서 여러 개의 배지에서 신호 발생될 경우는 거의 없다고 한다. 단점은 사용자가 증가함에 따라 충돌 발생률이 높아질 뿐만 아니라 시스템이 확장되어야 한다는 단점을 가지고 있다. 또한 적외선의 전파속도가 빠르기 때문에 고정밀의 위치인지시스템을 구성할 수는 없고, 일정 영역에 하나의 센서만을 두어 배지를 달고 있는 사람이 어떤 영역에 들어와 있는지만을 파악할 수 있는 시스템이다.

1.1.2 RF 신호를 이용한 위치 인식

무선 랜이 보급되면서 무선 랜의 AP기기들로부터 수신되는 RF 신호의 세기를 이용하거나 RF 신호의 전달 지연을 이용하여 위치를 파악하는 시스템이다. RF 신호를 이용한 대표적인 방식으로는 마이크로소프트에서 개발한 RADAR라는 시스템이 있다. RADAR는 IEEE802.11을 사용하는 무선 랜 환경을 기반으로 하며, AP에서 무선랜 기기들이 장치들이 전송하는 신호의 세기와 신호 대 잡음비를 측정하고 이를 이용하여 실내에서 실내에서 무선랜 장치들의 2차원적 위치를 계산한다. 또한 몇 개의 기업에서 RF 신호의 도달 시간을 측정하여 위치를 파악하는 시스템을 판매하고 있다. 그 중에서 Pinpoint사의 3D-iD 시스템은 정밀도가 1-3m 정도가 된다고 한다.

이 방식은 별도의 장치를 하지 않고 빌딩내의 무선 랜 환경을 이용한다는 장점이 있으나 모든 장치가 무선 랜을 지원하여야 하기 때문에 소형 기기나 배터리 등과 같은 제한적인 전원장치를 가진 기기들에는 적용하기 힘들다는 단점이 있다.

저자 소개

*전자부품연구원 지능형정보시스템 연구센터 선임연구원

**전자부품연구원 유비쿼터스컴퓨팅 연구센터 수석연구원

1.1.3 UWB를 이용한 위치인지

UWB(Ultra Wideband)는 고속의 근거리 무선 통신망을 제공할 수 있는 해결책으로 최근 각광을 받고 있는 무선 통신 방식이다. UWB는 원래 군사용 레이더에 사용되던 기술로 임펄스 통신이라고도 한다. UWB는 아주 짧은 임펄스를 직접 통신에 사용하기 때문에 기존의 무선 통신에서 사용하던 변복조 기능이 없어지기 때문에 통신 장비의 가격을 낮추고 전력의 소모도 작아지면서 고속의 데이터 통신이 가능한 것으로 기대된다.

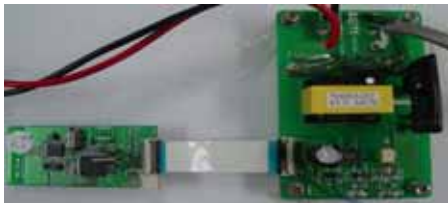
또한 UWB는 투과성이 좋아서 건물내의 벽이나, 비금속 칸막이등을 통과할 수 있다. 이를 이용하면 건물 벽면에 가려져 있는 경우에도 임펄스 신호의 전파 지연을 측정하여 사람이나 사물의 위치를 파악할 수 있게 되며 고속의 데이터 통신도 함께 진행할 수 있기 때문에 실내 위치인지에 많이 사용될 것으로 기대된다.

1.1.4 영상 인식을 이용한 위치인지

많은 연구 그룹에서 영상 인식을 이용한 위치인지시스템을 연구하고 있는데 그 중에서 마이크로소프트에서 Easy Living이라는 이름으로 수행하고 있는 프로젝트에서는 Digiclop이라고 하는 3차원 카메라를 이용하여 가정과 사무실내에서의 위치인지를 위한 여러 가지 시스템들이 여러 연구 기관에서 연구 되고 있다.

2. 장 위치 인지 서비스를 이용한 홈 오토메이션

2.1 ZigBee 기반 가전 제어 액츄에이터 H/W



<그림 1> ZigBee 기반 가전 제어 액츄에이터

* 가변사항

Actuator 보드는 사용자가 가변하여 사용할 수 있는 기능이 없다. 30 Pin cable을 사용하여 SNB와 연결되며, PWR1으로 할당된 Port5.1을 사용하여 On/Off를 제어한다.

* 전반적인 설계원칙

Actuator 보드는 220V 전원 제어를 위한 SSR과 전원 공급을 위한 5V/3.3V Regulator회로, 그리고 SSR 제어를 위한 Optocoupler로 구성되어 있다. 220V의 교류 전원 회로와 5V이하를 사용하는 디지털 회로를 분리하여야 하며, SSR의 On/Off 제어를 위해 사용되는 Optocoupler의 Bias 전압을 위해 사용되는 Pull-up 회로의 전압 선택에 주의를 해야 한다.

* 설계 방안

-교류 전원 회로로부터 안정적인 3.3/5V 전원 공급 회로 설계
-2.4GHz 무선통신 모듈의 신호를 사용한 SSR 제어 회로 설계

-교류 전원 회로와 디지털 회로의 분리

-Opto-coupler On/Off 제어를 위한 bias 회로 설계

* 특성

- 3A 이하의 220V AC 전원 제어

- 2.4 GHz 무선 통신 모듈의 전원 공급

* 제원

- PCB 재질 : FR-4

* 일반 기능

Actuator 보드는 2.4GHz SNB의 제어 신호를 입력 받아서, 220V 교류 전원의 On/Off 기능을 수행한다. 220V 전원으로부터 SNB에 공급할 전원을 생성하기 위한 Transformer와 Regulator 부분과, 220V 교류 전원의 On/Off를 제어하기 위한 SSR 회로 및 On/Off 신호를 SSR로 전달하기 위한 Buffer회로로 구성되어 있다.

* Power generator

AC전원 제어에 사용되는 SSR은 On/Off에 사용되는 신호의 입력 Level이 4V이상을 On으로 인식한다. SSR에 필요한 신호의 Level을 위해 입력 220V 출력 7V, 100mA를 갖는 Transformer를 제작하였으며, MIC5207을 사용하여 5V와 3.3V전원을 발생시킨다.

5V 전압 생성을 위해 7V로 감압된 AC전원을 Bridge diode를 사용하여 5V Regulator에 전달되는 리플이 있는 7V DC 전원을 만들고, MIC5207BM5-5를 사용하여 5V 전원을 생성한다. 3.3V 전원은 5V DC를 입력 받아 MIC5207BM5-3.3부품을 사용하여 생산한다.

* SSR 제어 회로

SSR 제어 회로 구성을 위해 Opto Coupler와 Transistor 회로 2가지를 구성하였으며, Positive 또는 negative 신호에서 동작이 가능하도록 회로를 구성하였다. Edge detection으로 회로를 구성할 경우 현재의 On/Off상태를 파악하지 못하여 오동작이 발생할 수 있다.

* SSR 보호 회로

SSR이 사용되는 교류전원이 에너지가 큰 서지 전압이 증첩된 경우, SSR의 LOAD단자 사이에 삽입된 C.R 스너버 회로(SSR 내장)의 억제 효과가 능력 부족이 되고, SSR의 허용 전압을 초과하여, SSR의 과전압 파괴의 원인이 됩니다. SSR의 파괴를 방지하기 위해 Varistor를 사용하였다.

* AC->DC 변환

내부 디지털 회로에 필요한 3.3V와 SSR제어를 위한 5V 전원 공급 회로를 구성하기 위해 사용한 부품은 Transformer와 Bridge Diode와 최대 150mA의 출력을 갖는 Regulator이다. 전원 공급 회로의 구성은 다음과 같다.

220V로부터 5V를 생성하기 위해 목원 전자의 소형 Transformer를 사용하여 220V의 교류 전압을 7V의 교류 전압으로 변환하였다. 입력은 220V 이며, 출력은 최대 7V 100mA로 2.4GHz 무선 통신 모듈의 전원과 SSR 구동을 위한 3.3V/5V 전원에 필요한 전력을 공급한다.

5V/3.3V 전원 공급에 사용한 Regulator는 MICREL사의 MIC5207 부품으로 입력은 최대 16V까지 가능하고 출력은 3.3V/5V로 고정하여 출력이 가능하다.

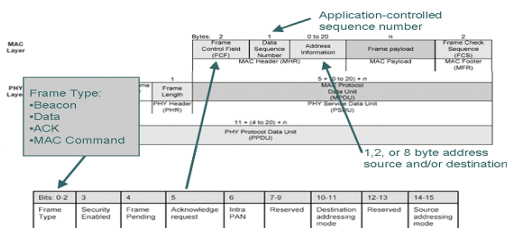
* SSR 제어 회로

SSR제어에 사용한 부품은 Opto-coupler와 Transistor이다. 2.4GHz 무선 통신 모듈에서 입력된 PWR1 입력이 On/Off 구동을 위한 신호로 logic '0' 인 경우 Opto-coupler의 Cathode 단자의 전압을 하강시켜서 opto-coupler 내부의 Photo Diode에 전류가 흐르도록 유도한다. Photo Diode에서 발생된 빛으로 반대편에 내장된 Photo Transistor의 base로 전류가 유도되어 Photo Transistor에 전류가 흐르게 된다. 전류가 흐르지 않는 동안에는 R13/R14를 통하여 SSR을 Off 상태로 유지하고, 전류가 흐르는 동안 R12를 통하여 유도된 전류가 R13에 전압을 상승시켜 4.2V의 전압으로 SSR을 Turn On시킨다. Transistor를 사용한 SSR 제어 회로는 사용하지 않는다.

2.2 위치 정보를 이용한 ZigBee 기반 홈 제어 시스템

가정 내에 있는 모든 디지털 가전에 ZigBee 모듈이 내장되어 있고, 이 디바이스를 통해 디지털 가전을 제어하는 홈 제어 시스템을 구현하였다. 물론 디지털 가전 내에만 센서 네트워크 모듈이 존재하는 것은 아니다. 집 안에 있는 벽이나 장롱 또는 천장에도 센서 네트워크 모듈이 존재할 수 있다. 이러한 센서 네트워크 모듈은 특별한 역할을 담당하는 것이 아니라 단지, 수집된 상황 데이터를 센서 네트워크 게이트웨이로 전달하고, 게이트웨이와 같은 장치에서 명령을 받아서 액추에이션 하는 기능을 수행한다.

현재 구현된 데이터 포맷은 IEEE 802.15.4에 있는 데이터 포맷을 따르고 있다.



<그림 2> IEEE 802.15.4 데이터 구조에 따라 데이터 포맷

- 데이터 수신: Listen이란 프로그램을 통하여, 다른 통신 노드들을 통하여 메시지 수신시에 데이터 포맷

```
typedef struct TOS_Msg
{
    /* The following fields are transmitted/received on the radio. */
    uint8_t length;
    uint8_t fcfh;
    uint8_t fcfl;
    uint8_t dsn;
    uint16_t destpan;
    uint16_t addr;
    uint8_t type;
    uint8_t group;
    int8_t data[TOSH_DATA_LENGTH];
};
```

- 데이터 송신시의 데이터 포맷

```
typedef struct
{
    int nsamples;
    uint32_t interval;
} start_sense_args;
typedef struct
{
    uint16_t destaddr;
} read_log_args;
// SimpleCmd message structure
typedef struct SimpleCmdMsg {
    int8_t seqno;
    int8_t action;
    uint16_t source;
    uint8_t hop_count;
    union {
        start_sense_args ss_args;
        read_log_args rl_args;
        uint8_t untyped_args[0];
    };
};
```

} args;

} SimpleCmdMsg;

본 논문에서는 2.4GHz 대역의 ZigBee, RF 송수신을 위하여 칩콘2420을 사용하였다. 마이크로 컨트롤러는 TI MSP430이며, 16비트이며, 저 전력의 특성이 매우 좋다. 칩콘2420의 특징은 다음과 같다.

- 2.4 GHz IEEE 802.15.4 RF 송수신 기능
- DSSS 기반의 모뎀 250 kbps
- RFD, FFD 작동
- 디지털 RSSI/LQI 지원

다음 그림 3은 본 논문에서 구현한 위치인지 기반의 홈 제어 시스템이며, 초음파와 RF를 이용하여 위치 정보를 계산하며, 위치인지 서버 시스템을 통하여 위치 정보에 대한 가전제어 명령이 전송된다. 2.4GHz ZigBee 기반 통신 모듈을 통하여 위치인지 시스템의 위치 정보데이터가 통신 모듈에 전달하면, 이 데이터에 따라서 액추에이션 명령을 실행시키도록 구현하였다.



<그림 3> 위치 정보를 이용한 가전제어 시스템 구현

3. 장 결 론

본 논문은 경남 지역산업기술개발 사업의 일환으로 지능형 홈에서의 위치인지 기술 개발에 관한 1차년도 개발 결과물이다. 지능형 홈에서 위치인지 기술은 유비쿼터스 홈 서비스에 기반 기술로서, 전 세계적으로 활발히 연구 및 개발 되고 있는 주제이다. 1차년도에는 초음파센서와 RF를 이용한 위치인지 시스템 기술을 개발하였다. 1차년도에 과제 결과물로는 위치인지 하드웨어 관련하여 IPS-M(Indoor Positioning System-Mobile), IPS-G(Indoor Positioning System-Gateway), 각종 센서 인터페이스 보드 등을 개발 완료하였다. 위치 정보를 이용한 홈 오토메이션 구현을 위한 프로토타입 시스템을 구현하였다.

참 고 문 헌

- [1] Nissanka B. Priyantha, Allen K. L. Miu, Hari Balakrishnan, and Seth J. Teller. The Cricket Compass for Context-Aware Mobile Applications. In Mobile Computing and Networking, pages 1-14, 2001.
- [2] Seth Teller, Jiawen Chen, and Hari Balakrishnan. Pervasive pose-aware applications and infrastructure. In IEEE Computer Graphics and Applications, pages 14-18, July/August 2003.