

블루투스를 이용한 가전기기 원격제어 시스템

이우중^o 황우식 김정선
한양대학교

{woojoong^o, wshwang, jskim}@cse.hanyang.ac.kr

A Remote Control Method Using Bluetooth Under Embedded Linux System

Woo-Joong Lee^o Woosik Hwang Jungsun Kim
Dept. of Computer Engineering, Hanyang University

요 약

적외선 무선 통신을 이용한 가전기기의 무선 제어는 신호를 증폭하거나 장거리로 제어 신호를 전송할 수 없고, 제어신호가 물리적인 장벽을 통과하지 못하므로 사용자의 이용에 많은 제한이 있다. 또한 무선 주파수(Radio Frequency)를 이용하여 제어 신호를 전송하면 적외선이 가지는 이러한 단점을 해결할 수 있으나 서로 다른 주파수 대역을 사용하므로 호환성과 확장성이 부족하다.

이러한 점을 극복하기 위하여 단거리 무선통신 규약인 블루투스를 이용한 가전기기 원격 제어 시스템을 제안한다. 본 논문에서는 가택이나 사무실에서 쉽게 접할 수 있는 가전기기(오디오)를 대상으로 제어용 클라이언트(Wall plate)와 이로부터 제어신호를 수신하여 가전기기를 제어하는 메인 컨트롤러의 무선 제어 시스템을 제안하고 그 구현을 소개한다.

1. 서론

TV나 오디오와 같은 가전기기들은 대부분 적외선 리모콘을 이용하여 사용자가 원격으로 제어할 수 있는 인터페이스를 제공한다. 이러한 무선 제어는 사용자의 이동성과 편리성을 크게 증대시킨다. 그러나 대부분의 가전기기용 리모콘은 단점이 많은 적외선(Infrared rays)을 이용한다.

적외선을 이용한 제어 신호 전송은 빛이 가지는 고유 특성이 직진성과 확산성으로 인하여 물리적인 장애물을 지나서 제어 신호를 전송할 수 없으며, 신호의 증폭이 불가능하다. 또한 적외선을 이용한 방식은 가전기기들에 대한 통합적인 제어가 불가능하다.

이러한 여러 가지의 제약사항들은 블루투스를 통하여 극복이 가능하다. 블루투스는 RF(Radio Frequency)를 이용한 통신을 이용한다. RF를 이용하여 제어 신호를 전송할 경우 장애물의 통과가 가능하고, 신호의 증폭을 통해 비교적 먼 거리로도 사용자가 원하는 제어 행위를 발생시킬 수 있다. 현재 블루투스는 최대 100M 최소 10M의 유효거리 안에서 통신가능하다.

또한 블루투스는 여러 가전기기 제어를 위한 통합 네트워크 구성을 가능하게 한다. Service Discovery Protocol을 통하여 블루투스 표준을 준수하는 다양한 기기에 대하여 통합적인 제어가 가능하다.

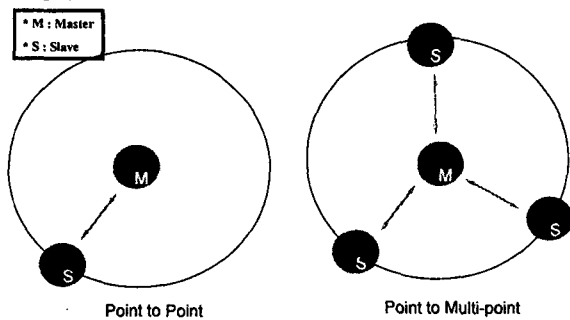
마지막으로 블루투스의 저전력(최대 30mA) 특성과 모듈의 낮은 가격은 휴대폰, PDA 등의 휴대용기기에 가전 제어 기능을 추가할 수 있게 한다.

본 논문에서는 임베디드 환경(SA1110 아키텍처, Linux)에서의 블루투스 기기 간 통신과 블루투스의 피코넷(Piconet)구성을 다룬다. 통신모듈의 구현을 위한 블루투

스 프로토콜 스택의 임베디드 시스템으로의 이식과 임베디드 개발 키트와 블루투스 개발 키트 간 통신, SA1110의 GPIO(General Purpose Input Output)를 이용한 가전기기 제어에 대한 구현을 소개한다.

2. 블루투스 피코넷과 스캐터넷

블루투스 네트워크는 기본적으로 피코넷을 구성하여 통신한다. 아래의 [그림 1]은 이러한 피코넷의 구성을 보여준다.



[그림 1] 블루투스 피코넷

Master는 접속을 시도한 블루투스 모듈이며 Slave는 접속을 당한 블루투스 모듈이다. 전체적인 피코넷의 제어는 Master가 관리하며 각각의 Slave는 접속 초기화 시에 Master의 시스템 클럭(Clock)과 동기화 된다. 블루투스 기기는 주파수 호핑(Frequency Hopping)을 통하여 간섭을 피하는데 이때 Hopping Sequence는 모듈의 시스템 클럭을 통하여 구하게 된다. 블루투스 피코넷에서는 하나의 Master 당 최대 7개의 Slave가 접속 가능하다. 볼

루투스 피코넷은 Master기기가 접속 가능한 블루투스 장비를 조회(Inquiry)를 통하여 찾아내고 접속하여 네트워크를 구성한다.

가전기기를 위한 블루투스 네트워크의 구성에서 피코넷의 Master는 가전기기를 위한 제어 시스템으로 Slave는 가전기기를 제어할 수 있는 컨트롤러로 구성하였다.

단일 컨트롤러에서 여러 가전기기에 대한 제어를 하려면 복수개의 Master가 필요하다. 이러한 네트워크 구성을 위하여 블루투스 스택에는 스캐터넷을 제안하고 있다. 본 논문에서는 단일 피코넷의 구성을 통한 가전기기 제어로 한정한다.

3. 임베디드 시스템을 위한 리눅스 커널과 블루투스 스택의 이식

본 논문에서는 임베디드 시스템을 위한 운영체제로 리눅스를 사용하였다. 블루투스 스택으로는 리눅스 공식 블루투스 프로토콜 스택인 BlueZ 스택을 사용하였다. BlueZ 스택은 리눅스 커널 2.4.6 버전 이상을 지원하므로 본 구현에서는 리눅스 커널 2.4.18 버전을 임베디드 시스템 개발 키트에 이식하였다. 또한 GUI를 통한 응용 프로그램의 개발을 위하여 Trolltech의 QT Embedded를 이식하였다.

블루투스 개발 키트와 임베디드 시스템 개발 키트 간 통신은 UART 인터페이스를 이용한 통신을 사용하였다. 아래의 [그림 2]는 BlueZ 프로토콜 스택의 구조이다.



[그림 2] BlueZ 프로토콜 스택의 구조

4. 가전기기 제어를 위한 블루투스 장비 간 피코넷 구성

본 논문에서는 가전기기에 내장되어 가전기기를 제어하면서 블루투스 접속을 유지하기 블루투스 장비를 메인 컨트롤러(Main Controller), 원격지에서 가전기기를 제어하기 위한 블루투스 장비를 클라이언트로 명명한다. 복수개의 클라이언트를 통한 제어와 블루투스 네트워크 상의 브로드 캐스트를 통한 가전기기 상태 정보의 전송을 위하여 메인 컨트롤러는 Master, 클라이언트는 Slave가 되어야 한다.

가전기기 제어를 위한 블루투스 피코넷은 아래와 같은 두 가지의 방법으로 구성할 수 있다.

첫째, 메인 컨트롤러에 대한 제어를 원하는 클라이언트가 자신을 Inquiry Scan 상태로 만들고 하나의 메인 컨트롤러가 주기적으로 주위의 Inquiry Scan 상태에 있는 클라이언트를 조회(Inquiry)를 통하여 찾아내고 접속한다.

둘째, 블루투스 피코넷 범위 안에 있는 클라이언트가 조회(Inquiry)를 통하여 Inquiry Scan 상태의 메인컨트롤러에 Master로 접속하고 다른 클라이언트의 접속을 위하여 Role Switching 과정을 통하여 메인 컨트롤러를 Master로 동작하도록 역할을 변경한다.

가전기기를 위한 피코넷 구성에 있어서 첫 번째 방법은 클라이언트의 접속요구에 대한 시간이 Master기기의 Inquiry 주기에 의존하는 문제점을 가진다. 또한 주기적인 Master의 Inquiry과정은 네트워크의 부하를 초래한다.

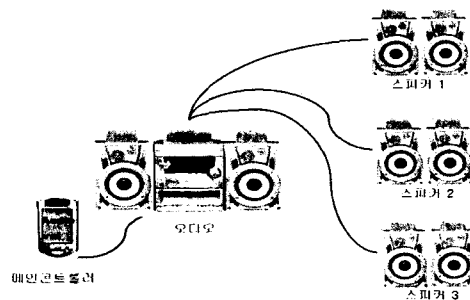
본 논문에서는 두 번째 과정을 통하여 피코넷 구성을 하였다. 이러한 구성의 경우 메인 컨트롤러는 현재 구성하고 있는 클라이언트에게는 Master로써 동작하며 새로 접속을 요청하는 클라이언트에게는 Slave로서 동작하여야 한다. 이후 접속이 완료되면 Role Switch를 통하여 메인 컨트롤러가 Master로 동작하는 하나의 피코넷을 구성하고 가전기기의 상태 변화를 피코넷의 Slave인 복수개의 클라이언트에게 브로드 캐스팅 한다.

5. SA1110 GPIO를 이용한 가전기기의 제어

가전기기의 제어를 위하여 SA1110(Strong Arm 1110 Processor)의 GPIO(General Purpose Input Output)를 이용하였다. GPIO중 일부는 LCD와 터치패드를 위하여 사용하였으며 8 bit를 가전기기 제어 비트로 활용하였다. 8bit를 통하여 많은 수의 제어정보를 전송하기 위하여 제어 시작 코드, 제어 종료 코드사이에서 복수 Byte로 구성된 제어 코드를 가전기기에 전송한다.

6. 오디오 제어 시스템의 구현

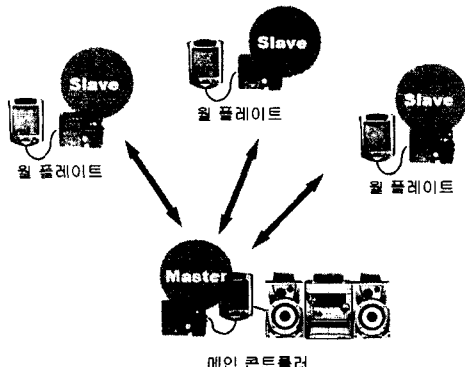
본 논문에서 제어를 구현한 오디오 시스템은 각각의 스피커 별로 각각 다른 음향 자원의 출력이 가능한 오디오 시스템이다.



[그림 3] 다(多)채널 오디오 시스템

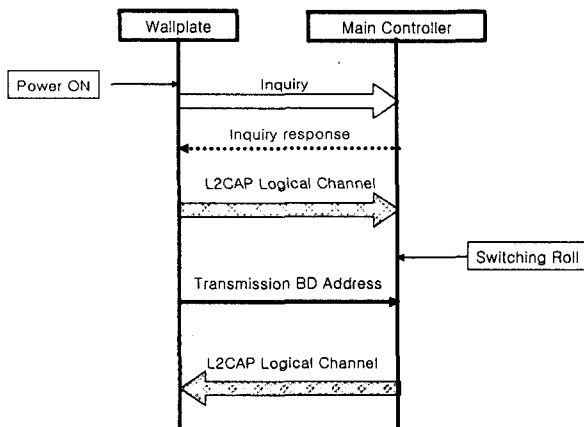
오디오 원격 제어 시스템은 원격지로부터의 제어 정보

를 오디오 시스템에 전달하고 오디오의 상태를 브로드 캐스트 하는 메인 컨트롤러와 메인 컨트롤러를 통해 오디오 시스템을 제어하는 클라이언트인 월 플레이트로 구성된다. 월 플레이트는 가정이나 사무실의 각 방마다 하나씩 부착되어 있으며 각 방에는 유선으로 스피커가 연결 되어있다. 시스템의 전체적인 구성은 [그림 4]와 같다.



[그림 4] 피코넷을 형성한 오디오 제어 시스템

피코넷을 구성하는 상세한 과정은 [그림 5]와 같다.



[그림 5] 피코넷을 구성하기 월 플레이트와 메인 컨트롤러 간 통신

월 플레이트는 조회(Inquiry)를 통하여 메인 컨트롤러의 블루투스 디바이스 주소를 얻어오고 이를 통하여 L2CAP 논리 채널을 구성한다. 이후 Roll Switching 과정을 통하여 Master와 Slave의 역할을 바꾸고 월 플레이트는 자신의 블루투스 디바이스 주소를 메인 컨트롤러에게 전송한다. 마지막으로 메인 컨트롤러에서 월 플레이트로 L2CAP 논리 채널을 구성하여 상태 변화를 브로드 캐스팅하기 위한 채널을 확보한다.

월 플레이트와 메인 컨트롤러는 LCD와 터치패드를 이

용한 GUI(Graphic User Interface)를 통하여 제어가 가능하다. 본 논문에서는 임베디드 시스템에서의 GUI를 위하여 Trolltech의 QT Embedded를 임베디드 시스템 개발 키트로 이식하고 오디오 제어용 GUI응용 프로그램을 구현하였다.

6. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 가전기기 제어를 위한 하나의 피코넷을 구성하였다. 이러한 가정이나 사무실 등에서의 가전기기에 대한 기초 제어는 이후 휴대기기 PDA나 휴대폰 등에 내장 되어질 경우 다양한 형태로 활용 가능하다. 하지만 다양한 가전기기들에 대한 제어를 위해서는 블루투스 스펙에서 제안되고 있는 서비스 발견 프로토콜(Service Discovery Protocol)과 스캐터넷을 이용한 가전기기 제어에 대한 연구의 확장이 필요하다.

참고 문헌

- [1] Jennifer Bray and Charles F Sturman, "Bluetooth", Prentice Hall, 2001
- [2] Brent A. Miller and Chatschic Bisdikian, "Bluetooth Revealed", Prentice Hall, 2001
- [3] Bluetooth SIG, "Specification of the Bluetooth System", Bluetooth SIG
- [4] Linux Device, <http://www.linuxdevices.com>
- [5] BlueZ, <http://bluez.sourceforge.net>
- [6] QT, <http://www.trolltech.com>
- [7] Cambridge Silicon Radio, <http://www.csr.com>
- [8] Bluetooth SIG, <http://qualweb.bluetooth.org>
- [9] Craig Hallabaugh, "Embedded Linux", Addison Wesley, 2002