

블루투스 HCI 를 이용한 장치간의 데이터 통신

김병국, 홍성화, 김재완, 엄두섭

고려대학교, 전자컴퓨터공학과

전화 : 02-3290-3895

Data Communication between Devices using Bluetooth via HCI

Byoung-Kug Kim, Sung-Hwa Hong, Jae-Wan Kim, Doo-Seop Eom

Korea University

Department of Electronics and Computer Engineering

E-mail : {dearbk, amipro, kuzzang, eomds}@final.korea.ac.kr

Abstract

In the simple application programs, when the Bluetooth system is used, main packet, which is transmitted or many overheads, which depend on processing between every level, lead to superfluous outlay of resource area. It is shown in this paper, that all layers of bluetooth system are not used. And, it uses up to HCI layer which it is supported to make a connection between bluetooth and host device(ex. PC, PDA, etc...), should be used levels up to HCI layer. Therefore, it is able to transfer every part of data what should be transmitted.

I. 서론

블루투스(Bluetooth)의 목적은 복잡한 유선 케이블을 무선으로 대체할 목적으로 시작되었지만, 기능의 우수성과 사용자들의 요구가 증대함에 따라 여러 다른 통신 기술 분야에 응용하여 개인 휴대 단말기 및, 이동 통신 기기들 그리고 컴퓨터의 주변 장치들간의 데이터 전송을 통한 멀티미디어 데이터 전송을 할 수 있도록

진화 되었다.

이런 목적을 달성하기 위해서는 특정기능마다 필요한 프로토콜들이 명확히 정의[1]되어 각 회사들이 그 정의에 따라 프로토콜 계층을 구현해야 한다. 다른 회사의 블루투스 제품이라 할지라도 특정 기능을 수행하는 경우 상호 호환성을 가질 수 있다. 이렇기 때문에 블루투스에서 이러한 정의는 프로파일(Profiles)에 기술 되어있고, 다양한 분야의 사용을 위해 지금도 많은 기술[2]을 정의하고 있다.

여러 분야에서의 원활한 사용을 위해 블루투스의 많은 계층이 형성되었지만, 여타 다른 장치들에 비해 너무 많은 계층을 사용한다는 단점을 갖고 있다.

본 논문에서는 블루투스의 모든 프로토콜 계층을 사용하지 않고, 블루투스와 PC 또는 기타 장치의 물리적 연결을 위해 제공되는 HCI 계층까지 만을 사용함으로써 필요한 기능에서의 모든 부분을 수행 할 수 있다는 것을 보여준다. 구현의 예로 유선 바코드 스캐너의 출력 단자에 블루투스 모듈을 장착하여 무선을 통한 바코드 데이터의 전송이 가능하다는 것을 보여준다.

II. 블루투스 개요

2.1 블루투스의 기본계층

블루투스는 약 10m 이내의 거리 내에서 다양한 기기간의 통신을 할 수 있도록 하는 저전력, 저가의 무선 통신을 목적으로 하는 통신 시스템이다.

블루투스의 기본적인 계층은 그림 1 과 같다.

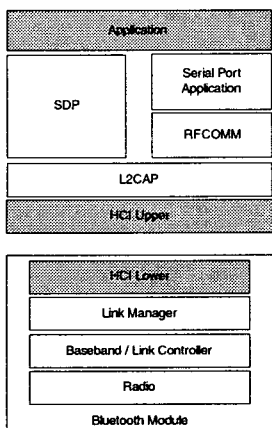


그림 1 블루투스의 기본계층

Baseband / Link Controller

블루투스 시스템은 2.4GHz 의 비허가 대역인 ISM(Unlicensed Industrial Science Medical) 주파수 대역을 사용한다. 1MHz 씩의 각각의 대역폭 채널을 가지며, 79개의 대역폭을 1초에 1600번 바뀌어가며 송수신하는 주파수 도약(FH: Frequency Hopping) 방식을 사용하게 되어있다.

데이터는 송수신하는데 슬롯이라는 기술을 도입하여 TDD(Time Division Duplex) 방식을 사용한다. 각 슬롯의 시간 간격은 625usec 이며, 최대 유효 데이터 전송률은 723.3kbps 이다.

LMP(Link Manager Protocol)

LMP 는 Baseband 의 동작을 제어하는 LC(Link Controller)를 통해, 링크의 설정 및 제어 그리고 보안을 이용하여 관리하는 기능을 하는 프로토콜 계층이다.

HCI(Host Controller Interface)

HCI 는 블루투스 모듈을 다른 호스트에 물리적으로 연결할 수 있는 형태로 사용할 경우, 전송 버스(UART, USB, etc...)를 통해 모듈과 호스트 장치가 통신을 할 수 있도록 하는 프로토콜 계층이다.

본 구현에서는 이 계층(HCI 계층)까지만을 사용하여 데이터의 전송이 가능하다는 것을 보여주기 때문에 HCI 에 대한 상세한 내용을 알아둘 필요가 있다. 자세한 내용은 다른 단락에 기술하였다.

L2CAP(Logical Link Control & Adaptation Protocol)

L2CAP 은 여러 채널을 통해 통신이 가능하게 제어하고 멀티플렉싱(Multiplexing)하는 기능과 상위 프로토콜 계층의 긴 패킷을 하위 프로토콜 계층의 작은 패킷 크기에 맞게 분해(Fragmentation)하고 패킷 헤더를 추가한다. 그리고, 하위 프로토콜 계층에서 받은 작은 패킷들을 순서에 맞게 조립하는 기능(SAR: Segmentation and Reassembly)을 수행한다.

RFCOMM

RFCOMM 은 두 기기간의 응용 소프트웨어를 논리적으로 접속하기 위해, RS-232 의 직렬 포트의 기능을 에뮬레이팅(emulating)하는 전송 프로토콜 계층이다.

에뮬레이팅 장치이기 때문에 반드시 L2CAP 에서의 접속 설정이 반드시 이루어져야만 사용이 가능하다.

SDP(Service Discovery Protocol)

SDP 는 블루투스를 이용해 통신을 하려는 기기들간에 서로 사용 가능한 서비스의 종류가 무엇인지, 사용 가능한 서비스의 특성이 어떠한지를 통신을 통해 확인 할 수 있게 하는 프로토콜 계층이다.

2.2 블루투스의 네트워크

블루투스 장치들은 마스터(Master) 형태 또는 슬레이브(Slave) 형태의 두 가지 방식으로 운영된다. 운영될 때 주파수 도약 순서는 마스터 장치에 의해

설정되고, 슬레이브 형태의 나머지 장치들은 연결된 해당 마스터 장치의 호핑 순서에 의한 주파수와 시간에 동기를 맞추게 된다.

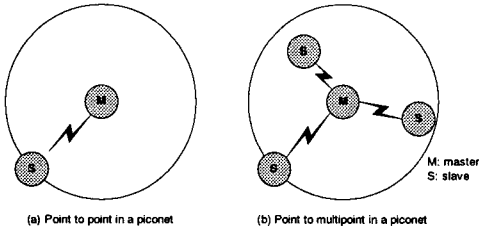


그림 2 블루투스 네트워크 형태

블루투스 장치간의 접속이 형성되면 그림 2의 (a)와 같이 하나의 피코넷(Piconet)이 형성된다. 하나의 피코넷에는 (b)와 같이 여러 개의 블루투스 장치들로 구성될 수 있다. 블루투스에서의 하나의 피코넷에는 최대 8개의 장치들이 접속될 수 있지만, 그 중에 하나는 마스터 형태로 작동하게 되고 나머지 장치들은 슬레이브 형태로 작동되어야 한다.

그 밖에 형성된 피코넷이 여러 개 일 때 피코넷들간의 통신도 가능하게 되는데, 이러한 구조를 스캐터넷(Scatternet)이라 한다.

III. 블루투스 HCI 계층의 사용

HCI 계층은 아래 계층인 링크 관리자와 L2CAP을 연결해주는 중간 인터페이스(Interface)의 역할을 수행한다.

본 구현 논문은 이 HCI 계층을 사용하여 두 기기간의 통신이 가능하다는 것을 보여준다. 그러므로, HCI에 대한 상세한 정보를 알아둘 필요성이 있다.

3.1 HCI의 기본 패킷

HCI에는 UART를 통해 기본적으로 HCI Command 패킷, HCI Event 패킷, HCI Data 패킷의 3가지 형태를 송수신한다.

HCI Command 패킷은 호스트에서 블루투스 모듈에

명령을 보내기 위해 사용하고, HCI Event 패킷은 블루투스 장치에서의 어떠한 사건(event)이 발생할 때 정보를 호스트 장치에게 알리기 위해 사용된다.

그리고, HCI Data 패킷은 블루투스 장치와 호스트간의 Data를 전송하는데 사용된다. 블루투스 장치끼리 무선 접속이 이루어지면 ACL(Asynchronous Connection-Less)형태의 데이터 전송이 가능하게 된다.

접속의 종류에 따라 ACL과 SCO(Synchronous Connection-Oriented)의 두 가지의 형태가 있다. ACL은 마스터에서의 폴링을 통해 값을 전송하는 방식을 사용한다. 데이터의 안정적인 신뢰성이 필요한 환경에서 사용하게 된다.

SCO는 분할된 시간에 데이터를 보낼 수 있다. 음성이나 영상 등의 데이터를 전송하는데 사용한다.

3.2 사용된 HCI 패킷

몇 개의 기본적인 HCI 명령을 통하여 블루투스 장치를 운영할 수 있다. 표 1은 구현에 사용된 HCI 명령 패킷들의 리스트이다. 이 패킷들을 이용하여 두 장치간의 접속과 데이터 통신을 수행할 수 있다.

표 1 사용된 HCI 명령 패킷

HCI Command 패킷	기능
Inquiry	주위의 블루투스 장치들을 발견
Write Scan Enable	조회나 접속에 대한 응답가능
Create Connection	원격 장치에 대한 접속 요청
Accept Connection Request	접속 요청에 대한 수락
Disconnect	접속 링크 해제

IV. 구현

명세서에서 명시한 형태로 구현을 하면, 다음 그림 5의 형태로 스캐너에서 읽혀진 데이터는 스캐너에 연

결된 UART를 통하여 컨트롤러(d)에 전송되며, 컨트롤러(d)는 명세서에서 정의된 형태의 특정한 프로토콜들을 사용하여 블루투스(a)와 연결된 이 관리 시스템인 컨트롤러(c)에 데이터를 전송할 수 있게 되고, 받는 데이터는 최종적으로 POS로 전송을 한다.

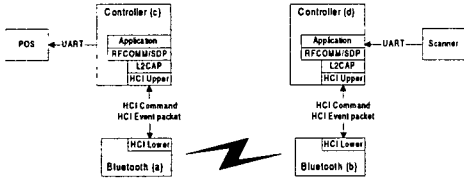


그림 5 블루투스 스캐너 데이터 전송: 명세서 내용

그러나, 이처럼 단순히 데이터를 전송하는 기능만을 수행하기 위해 스펙에 정의된 형식으로서의 모든 계층을 사용하는 것은 처리과정에서 많은 시간적, 전력적으로 손실을 갖는다.

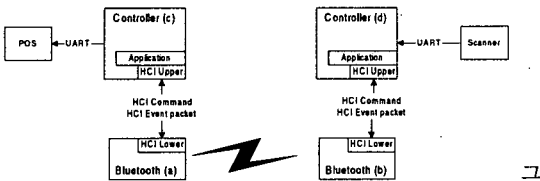


그림 6 블루투스 스캐너 데이터 전송: HCI 까지 사용

그림 6은 명세서에 제안된 형태를 조금 벗어나 HCI 계층까지만을 사용함으로써 필요한 모든 기능을 할 수 있음을 보여주고 있는 형태이다. 응용 프로그램이 직접적으로 HCI 레이어를 이용하여 작업을 하는 것을 보여준다.

V. 실험 및 결과

POS 쪽의 컨트롤러장치는 일반 데스크톱 PC의 시리얼 포트에 연결을 하였다. 실험 시 윈도우 운영체제에 있는 하이퍼터미널을 통해 실험 성과를 확인할 수

있었다.

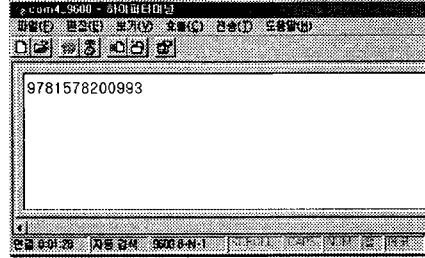


그림 7 POS 장치에서 받는 데이터

결과(그림 7)에서 알 수 있듯이 HCI 계층만을 통하여 전송이 성공적으로 이루어진다는 것을 알 수 있었다.

이 논문은 복잡한 블루투스 처리과정을 단순화 시킴으로써 보다 더 효율적으로 사용할 수 있다는 것을 보여준다.

References

- [1] Bluetooth Special Interest Group. Core, Specification of the Bluetooth System. ver 1.0B, 1999.12.
- [2] Bluetooth Special Interest Group. Profiles, Specification of the Bluetooth System. Ver 1.0B, 1999,12
- [3] Bluetooth Special Interest Group Web site <http://www.bluetooth.com>.
- [4] Chong Hooi Chia, "Realizing MPEG-4 Video Transmission over Wireless Bluetooth Link via HCI", IEEE Trans. Consumer Electronics, Vol. 49, pp.1028-1034, 2003.