

## Bluetooth를 이용한 스마트 카드 설계

오세호\*,이교성,이용제,최현영,김양모

### design of smart card used to bluetooth

Oh Se-Ho, Lee Kyo-Sung, Lee Yong-Jea, Choi Hyun-Yung, Kim Yang-Mo

#### Abstract -

currently using of card sway the our community together with developing industry. whether it is credit card or not any type of card, people have the card in the wallet. But these cards have a little problem like ragne of communication, data store term, and so on. so we adopt the bluetooth. Bluetooth has been watched on local wireless communication among the wireless communication method. Bluetooth has ranged from 10m to 100m for communication and dissipated low power. besides bluetooth has the communication speed faster than communication method of other smart card.

In this paper we designed the smart card which is automatically accounted without any payment.

떨어진다는 단점은 여전히 존재하는 것이다.

또한 한번에 동일한 처리를 하는 경우도 존재하는데 이러한 경우는 앞서 사람이 끝날 때 까지 기다려야하는 불편함이 있다.

위와 같은 몇가지 단점을 보완하고자 본 논문에서는 Bluetooth를 이용하여 스마트 카드를 만들므로써 세계 어디에서도 사용이 가능하고 Bluetooth가 내장된 리더만이 있다면 어디서든 정보교환이 가능한 카드를 제안하고자 한다.

## 1. 서 론

요즘 사람들의 지갑을 보면 누구나 하나쯤은 카드를 가지고 있다. 현금 서비스를 받는 카드에서부터 신용카드, 전화카드, 각종 서비스를 제공하는 카드까지 그 쓰임새는 다양하다. 그만큼 많은 역할을 하는 카드가 늘어나고 있는 상황이다. 각각의 카드는 여러 가지 역할을 하게 되는데 그 역할에 맞는 카드가 각각 하나씩 있게 된다. 그러다 보면 카드의 종류가 늘어 나게 되고 관리 하기또한 어렵게 되는 불편함이 따른다. 이러한 역할을 하나의 카드로 할 수 있다면 그것 만큼 좋은 것은 없을 것이다.

카드의 종류가 많아 지면서 지니고 다니는 카드또한 늘어 나는 것 이외에도 현재 사용하고 있는 카드는 몇가지 단점을 가지고 있다. 특히 카드의 형태로 많이 사용하고 있는 RF-ID system을 살펴보면 쉽게 알 수 있다.

RF-ID (Radio Frequency Identification)시스템은 물체의 특성을 파악,무선통신,보안 및 제어등 많은 분야에서 응용되고 있다. 현재 실생활에서 보여지는 바코드, 마그네틱 카드등은 RF-ID시스템의 간단한 예라고 할 수 있다. 하지만 현재 응용되고 있는 방식에는 단점이 있다. 마그네틱 카드나 바코드를 이용한 카드이 경우는 사용하는 기간이 길어지면 인식율이 떨어질 수 있고 또한 온도나 자기에 아주 약한 단점을 가지고 있다.

또한 RF-ID(Radio Frequency Identification) 시스템과 같은 카드의 경우는 어느 특정한 카드와 리더사이에서만 데이터가 교환되는 것을 볼 수가 있다. 이러한 카드는 어느 특정한 위치와 목적에만 사용을 할 수 있기 때문에 비슷한 목적으로 사용하면서 호환이 되지 않는 곳에서는 또 다른 카드를 사용하여야만 한다.

이러한 단점 이외에도 한번 데이터를 쓰고 나면 변경이 안되는 경우도 있을 수 있고, 쓰고 지우고 하는 것이 가능하다 할 지라도 이러한 것을 자주 이용하면 인식율이

## 2.1 시스템 설계

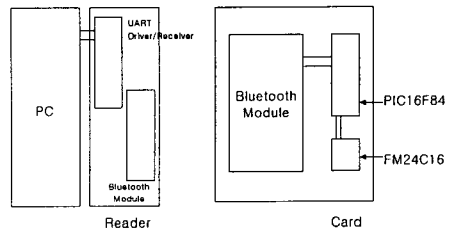


그림 1. 전체 시스템 블록 다이어그램

그림 1은 전체 시스템의 블록 다이어그램을 나타내고 있다. 전체 시스템은 Reader와 card로 나눌수 있는데 Reader의 역할은 card가 진입을 했을 때 inquiry 과정을 거쳐 card의 존재 여부를 확인하고 필요한 데이터를 교환하는 역할을 한다. card의 경우는 reader의 요청에 응답을 하고 데이터 교환을 한후 필요한 데이터를 메모리에 저장을 하는 역할을 담당한다. 메모리의 경우는 card의 전원이 없어질 경우를 대비해서 FRAM을 사용한다. FRAM은 일반 RAM과 달리 전원이 없어져도 자신이 가지고 있는 데이터를 유지하고 있는 특성이 있다. 또한 소비전력이 낮아서 카드와 같은 곳에 쓰기에 적절하다.

## 2.2 채용 Bluetooth의 사양

Bluetooth의 기본적인 사양은 영국의 CSR사의 Bluecore01 chip을 사용하였다. 통신거리는 10m이며 통신 속도는 최대 1Mbps이다. 외부와의 인터페이스는 UART, USB, BCSP가 있는데 본 논문에서는 UART를 선택했다. 자세한 사양은 표. 3에서 설명을 하겠다.

표.1 블루투스의 주요 사항

사용 주파수	2.4GHz(2.4~2.4845GHz)
스펙트럼 확산방식	주파수 호핑(FHSS)
호핑 채널	1MHz 간격으로 79개의 채널 (2402~2480MHz)
호핑 속도	1600 호프/초(625us hops)
정보 변조방식	GFSK
데이터 전송속도	1Mbps
데이터 전송거리	약10m(최대 100m-전력소모가 많다)
출력 전력	1mW(0dBm), 단 100mW(20dBm)의 경우는 파워 컨트롤 회로가 필요.

### 2.3 소프트웨어 스택

그림 2는 블루투스 및 관련된 소프트웨어 스택의 연관 관계를 표현한 것으로, 이 그림을 구성하는 박스들 각이 독립된 소프트웨어 프로토콜 스택을 갖고 있다.

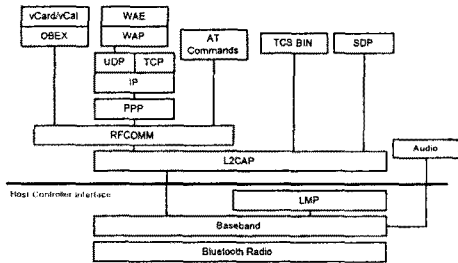


그림 2. 블루투스 프로토콜 스택

그림 2을 보면 블루투스 소프트웨어는 크게 블루투스 하드웨어와 관련된 부분과 소프트웨어 프로토콜 스택으로 나눌 수 있다. 하드웨어와 관련된 부분은 블루투스 칩이나 모듈을 만드는 업체에게 중요한 부분으로, 일반 블루투스 애플리케이션 개발자들에게는 크게 상관없는 부분이다. 그러나 이 부분도 블루투스 소프트웨어의 일부이므로 간단히 언급하면 다음과 같은 부분들로 이뤄졌다.

- Baseband software
- LM(Link Manager)
- LMP(Link Manager Protocol)
- HCI (Host Controller Interface)
- UART Interface software
- USB Interface software

### 2.4 HCI(Host Controller Interface)

블루투스는 블루투스 모듈과의 표준 인터페이스 방법을 정의하고 있다. HCI(Host Controller Interface)의 역할은 블루투스 모듈과 주고받는 패킷의 포맷과 절차를 정의한다고 말할 수 있다. 즉, 블루투스 모듈이 이해할 수 있는 표준 포맷으로 데이터를 만들어 보내주고, 블루투스 모듈은 그 결과를 표준 패킷으로 만들어 호스트로 보내는 방법을 정의하고 있는 것이다. 예를 들어, 일반적인 TCP/IP 네트워크에서 IP 패킷 포맷은 통신을 하는 상대방 컴퓨터가 어떤 종류이고 LAN 카드가 어떤 종류인지 몰라도 서로 데이터를 주고받을 수 있듯이 블

루투스의 HCI도 누구나 이해할 수 있는 HCI 패킷을 정의함으로써 하드웨어 독립성을 강화했다.

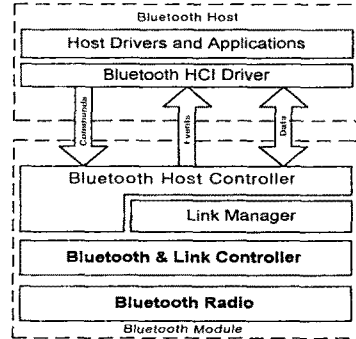


그림 3. HCI 패킷의 구조

### 2.5 데이터 교환

블루투스는 무선으로 서로 통신하기 때문에 어떤 물리적인 연결이 있을 수 없다. 그래서 주변에 어떤 블루투스 디바이스가 통신 영역(10m 이내)에 들어와 있는지 알아내는 방법이 반드시 필요하다. 이렇게 주변의 블루투스 디바이스가 어떤 것이 있는지 알아내는 방법을 'Inquiry scan' 이라고 부른다. Inquiry 과정을 통해 현재 자신이 통신할 수 블루투스 디바이스들의 블루투스 어드레스(BD\_ADDR)리스트를 얻어올 수 있다. 이런 조회에는 원 타임 조회(One-Time inquiry)와 주기적(Periodic) 조회로 구분된다. One-Time inquiry라는 말 그대로 단 한번 inquiry를 수행하는 것으로, 호스트의 필요시 조회 커맨드를 호스트 컨트롤러에 보냄으로써 조회가 시작된다. 주기적 조회는 일정 주기마다 호스트의 조회 명령에 관계없이 자동으로 조회를 수행해 통신 가능한 주변 블루투스 디바이스의 리스트를 갱신하는 방법이다. 두 방법 중에서 어떤 방법을 사용할 것인가는 프로토콜 개발자의 필요에 따라 선택하면 된다.

reader에서 이와 같은 inquiry 과정을 수행하여 card의 존재를 확인한 다음에는 connection과정을 거쳐 card와 ACL connection을 한다. 블루투스는 두가지 종류의 데이터를 전송할 수 있는데 일반 데이터와 음성 데이터로 나눌 수 있다. 음성데이터는 ACL connection이 이루어진다음 SCO connection을 이루는 것으로 간단히 이루어질 수 있다. 하지만 card에서 음성데이터와 같은 것을 주고 받기는 조금 어려운 점이 있다.

connection 과정을 마치면 데이터를 보낼수 있는 기본 과정을 마친 것으로 볼 수 있다. 데이터 packet format에 맞추어 데이터를 전송하고 이것을 받아 처리하는 과정을 남겨놓고 있다.

### 2.6 데이터 저장

두 블루투스 디바이스 사이에 데이터의 교환이 이루어진 다음에는 필요한 데이터를 저장하여야 한다. 이것은 소형 controller와 저전력용 메모리를 이용하여 수행한다. 그림 4는 FRAM을 제어하기위한 부분과 FRAM부분을 보여주고 있다. FRAM은 RATRON사의 FM24C16을 사용하였는데 이 메모리의 사양은 다음과

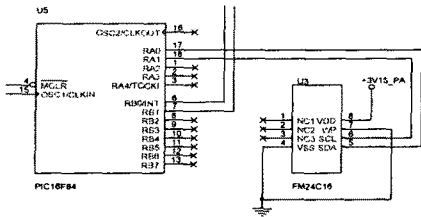


그림 4. FRAM 회로도

간다. 16K bit Ferroelectric Nonvolatile RAM으로 용량은 2,048 x 8 bits이고 10년정도의 Data 유지 시간을 가지며 일반 RAM이나 EPROM, EEPROM과는 달리 Write시 Delay가 없다는 특징이 있다. 데이터의 저장은 I<sup>2</sup>C 통신 방식을 이용하여 쓰기와 읽기를 한다.

### 3. 실험 및 분석

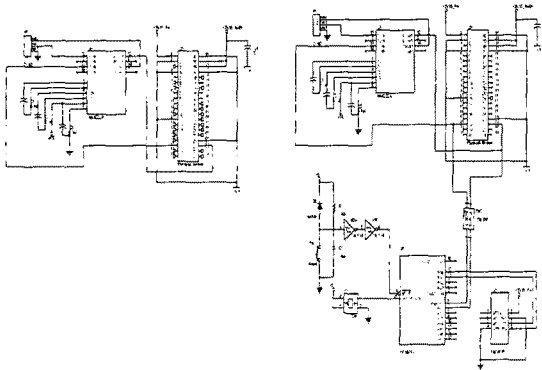


그림 5. 실험을 위한 전체 회로도

그림 5는 카드 형태로 통신을 하기 위한 실험의 전체 회로도를 나타내고 있다. 왼쪽부분이 PC와 연결이 되는 Reader부분이 되겠고 오른쪽이 Card 부분이다. Card에서의 데이터 교환 과정을 모니터 하기 위해 부과적으로 또 다른 PC로 연결되는 부분을 첨가하여 데이터 교환과정을 관찰 하였다. 데이터 저장은 Reader 쪽에서 보낸 데이터중 첫 번째 데이터를 취득해서 FRAM에 저장하는 방법을 사용하였다.

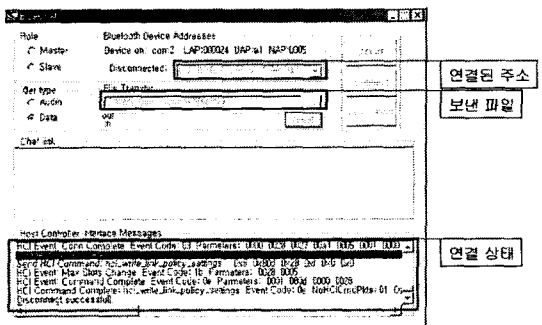


그림 6. Connection과 data 교환

그림 6은 CSR사에서 제공하고 있는 블루투스 테스트 프로그램이다. 이 프로그램을 이용하여 PC에서 데이터

교환을 모니터하였다. 위의 그림 6은 하나의 블루투스 기기와 connection을 이루고 데이터를 교환한후 disconnection 과정 까지 마친 후의 모습이다. 그림 6을 보면 connection을 이룬 블루투스 디바이스의 주소와 보낸 데이터 그리고 그 상태를 알 수 있는 메시지 창을 볼 수가 있다. 데이터교환은 PC와는 RS-232C를 이용하였는데 통신 환경은 Baud rate 115200bps이고 no parity 8bit data 1 stop bit이다.

데이터 저장은 I<sup>2</sup>C통신방식으로 FRAM과 읽기와 쓰기를 한다. 읽은 데이터는 PC에 보내져 모니터링을 한다.

### 4. 결 론 및 고 찰

본 논문에서는 블루투스의 특징 중 하나인 호환성을 이용하여 어떠한 곳이라도 사용할 수 있는 카드를 제안했다. 카드의 형태를 이루기 위해 내부에 메모리를 이용하였다. 이 메모리에 있는 데이터를 유지하고 이것을 읽고 다시 쓰는 과정을 거치므로써 필요한 기능을 수행할 수 있을 것이다. 하지만 이 시스템은 배터리를 이용하는 카드의 형태가 되므로 소비전력을 줄일 수 있는 방안과 나아가 궁극적인 목표인 무선 전력 전송을 이용한 카드의 형태로 발전해야 하는 과제를 남겨 놓고 있다.

#### [참고 문헌]

- [1] 'MicroID 125kHz RFID System Guide', 1998, MicroChip Technology Inc.
- [2] The Official Bluetooth Website ( <http://www.bluetooth.com> )
- [3] Specification of the Bluetooth System, vol. 1, core, 1999
- [4] Specification of the Bluetooth System, vol. 2, Profiles, 1999
- [5] K.R.Yang I.S.Jin, H.S.Ryu, Y.M.Kim, "Design of RF Passive Smart Card for the subway Ticket", ITC-CSCC 2000, Proceedings Vol.2, pp583-586, 2000
- [6] Hyoung-sun Ryu, Kyeong-Rok Yang, Hyeon Kim, Yang-mo Kim, "Design of RF-ID System for the Gateless Fare Collection System" ITC-CSCC 2001, Proceedings Vol.1, pp 514-517
- [7] C. K. Kim and S. B. Ahn, "Public Transport Fare Integration with Smart Cards in Seoul," PA19990156022.
- [8] J.C. Haartsen, "the Bluetooth Radio System". IEEE personal Communication Mag., pp 28-36.vol. 7, February 2000.
- [9] T. Salonidis, P. Bhagwat, L. Tassiulas, and R. LaMaire, "Distributed topology construction of Bluetooth personal area networks". Proc. IEEE INFOCOM 2001, 2001.

본 연구는 미세정보시스템연구센터 (MICROS)의 연구지원으로 수행되었음