

# SD 카드와 이더넷을 이용한 원격지 데이터 전송시스템

조 형국\*

\*동서대학교, 컴퓨터정보공학부

## Data Transmission System from Distant Area Using SD-Card and Ethernet

\*Heung-kuk Jo

\* Division of Computer Engineering, Dong-Seo University.

E-mail : hkjo@gdsu.dongseo.ac.kr

### 요 약

최근 고령화 시대에 접하여 독거노인들이 많이 늘고 있다. 독거노인들은 행동이 불편하므로 간호사가 주기적으로 방문하여 건강의 이상 유무를 확인하여야 한다. 그러나 적은 수의 간호사가 많은 노인들을 보살피기에는 많은 어려움이 따른다. 이러한 문제는 원격지에서 노인의 건강정보 데이터 혹은 집안 환경의 데이터를 수집하여 호스트 컴퓨터에 보내는 시스템으로 해결할 수 있다. Ethernet을 이용한 데이터 통신은 원격지에 있는 자료를 원하는 곳에서 쉽게 전송할 수 있는 장점을 갖고 있다. 원격지의 데이터 저장장치는 측정된 데이터를 저장하고 저장된 데이터를 일정기간 지난 후 Ethernet 통신을 통하여 호스트 DB로 전송한다. 이러한 장치의 소형화를 위해서는 OS-less Embedded Ethernet Server 시스템이 되어야 한다. 이 시스템은 단지 H/W만으로 파일을 관리하는 시스템이다. 저장장치는 주로 SD카드를 사용한다. SD카드는 소형이며 저 전력으로 동작한다. 512MB SD 메모리를 사용하였을 때, 매초마다 한 번씩, 약 10바이트의 크기의 온도 값을 저장할 경우 5~6년간의 데이터를 저장할 수 있다.

본 논문에서 W3100A, Atmega128 MCU 이용하여 Embedded Ethernet Server를 구현하였고, SD카드를 이용하여 데이터 저장시스템을 구현하였다. 이 시스템은 저장장치를 제어하는 O/S-less Embedded Ethernet Server로 동작한다. File System과 Storage, Ethernet 구현에 대하여 설명하고, MCU인 Atmega128과 LAN LSI인 W3100A간의 Interface, W3100A와 Phyceiver인 RTL8201간의 Interface, 그리고 MCU와 SD-Card간의 Data I/O 및 File System에 대해 설명하였다. 그리고 실험 장치와 모니터링 결과를 그림으로 보였다.

### ABSTRACT

An aging Society solitary life old mans are increasing. The nurses have to visit old mans and must confirm their disease, because they do not act well. It is very difficult to take care old man , because the number of Nurses are small. This problem is solved by collection of data about condition of old mans from long distance. Data communication with Ethernet have benefit to collection of measurement of old man's condition. The Data storage system an long distance place are storaged data and after several day data was transmitted to the DB over the Ethernet. For Miniaturization of such system the system must be OS-less Embedded Ethernet Server system. Such system manages the file management system only with H/W. The Storage device is used SD-card. SD Card is small size and operates with small power. By using 512MB sd memory card, it is possible to storage during 5~6 years, 10 byte of temperature value per second.

In this paper, we make a Embedded Ethernet Server using W3100A, Atmega128 MCU and data stroage device using SD-Card. This system operates with O/S-less Embedded Ethernet Server. We talk about file System, Storage and Ethernet. We explained about MCU Atmega128, Interface between LAN LSIand W3100A, Interface between W3100A and Phyceiver RTL8201, data I/O between MCU and SD-Card and File System. We shows the experiment device and result of monitoring.

### 키워드

SD Card, Embedded Ethernet Server, W3100A, 데이터 저장 장치

### 1. 서 론

의료산업의 발달로 가정에 있는 환자들의 관리의 필요성이 많아졌다. 이는 환자들이 병원 방문하지 않고 의사들이 진찰을 수행할 수 있기 때문이다. 이를 위하여 Ethernet 통신을 이용하여야 하는데, 이 통신은 가정에서 측정된 데이터

를 간단하고 빠르게 호스트 PC로 전송할 수 있기 때문이다. 그리고 측정된 데이터의 전송은 매번 수행치 않고 원격지에 저장한 후 호스트에서 요청하거나 혹은 일정한 시간에 호스트 PC로 전송한다.

본 논문에서는 이 시스템은 OS-Less Embedded Ethernet Server 형태로 구현하였다.

저장장치는 SD-Card를 사용하였다. 전체 시스템의 구성은 WIZNET사의 TCP/IP환경을 제공하는 W3100A, MCU로 Atmega128을 사용하였고, W3100A, RTL8201 그리고 MCU 간의 Interface도 구현하였다. 이 시스템의 실험과 성능 분석에서 시스템 전체에 대한 사진을 보이고 저장장치에서 보내온 데이터를 보이고 성능에 대하여 언급하였다.

## II. 본 론

### 1. H/W 구성

#### 1-1. SD 메모리 동작

MCU와 SD메모리 간의 Data 송수신이 가능하게 하려면 각 장치의 설정 명령어를 이용한다. 이러한 명령어는 Command, Response, Data로 나눌 수 있다. Command는 MCU가 SD메모리에게 첫 번째로 보내는 신호이다. 총 48bit로 구성되며 맨 앞에는 start-bit가 있으며, 그 뒤 Command 라는 것을 알리는 bit 1이 오게 된다. 이 bit 1은 Command와 Response가 CMD라인을 공통으로 사용하기 때문에 Command와 Response를 구분하기 위하여 사용한다.

Response는 SD 메모리가 MCU로부터 받은 명령에 대한 응답신호이다. Response는 Command와 유사한 구조를 가지고 있으며, 구별하는 방법은 두 번째 bit가 0이면 Response라고 할 수 있다.

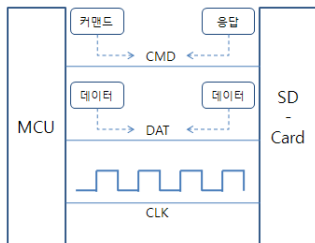


그림 1. MCU와 SD 메모리의 토큰 방식

그림 1에서 DAT는 MCU와 SD메모리 사이에 주고받은 명령에 해당하는데, 전송방법에 따라 Sequential Transfer와 Block oriented Transfer로 나누어지며 전송방법에 따라 형식이 달라진다. 그리고 MCU가 SD메모리에게 Data를 보내면 Write동작에 수행하며, SD메모리가 MCU에게 Data를 보내면 Read동작을 수행한다. 위의 세 가지 경로는 CLK 신호에 동기화 되어 전송된다. 메시지가 전송되는 유형으로는 Data 포식의 수반유무에 따라 달라진다. Data 포식이 있을 경우 앞의 설명처럼 Sequential Transfer와 Block Transfer로 나누어지며, Data 포식이 없을 경우, Command만 전송되는 것과 Command와 Response 모두 전송되는 것으로 구분된다.

그림 2에서 SD메모리는 MMC메모리가 7핀인

것과는 달리 9핀으로 이루어져 있다. 1번부터 7핀까지는 MMC와 동일한 위치에 VDD, GND, CLK, DAT 신호 핀이 있으며 8번과 9번 핀이 추가되었다. 그리고 SD메모리는 MMC-Card에 비해 4배 빠른 Bus Interface를 가지고 있다. SD 메모리와 MCU를 연결하기 위해서는 SD Card의 신호레벨이 3.3V이기 때문에 Atmega128L과 연결하여 동작시킬 수 있다. 그림 3에서 SD 메모리와 Atmega128L 간의 결선도를 보인다.

MCU와 SD-Card의 배선연결 할 때의 유의점은 CMD 및 DAT선은 풀업저항을 연결하여야 한다. 이 풀업저항 값은 공통적으로 50KΩ~100KΩ 정도의 값을 사용한다.

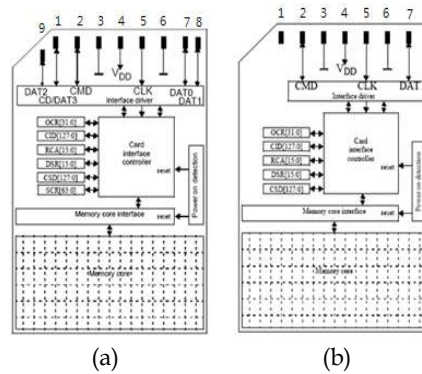


그림 2. 메모리 구조.  
(a) : SD메모리, (b) : MMC메모리

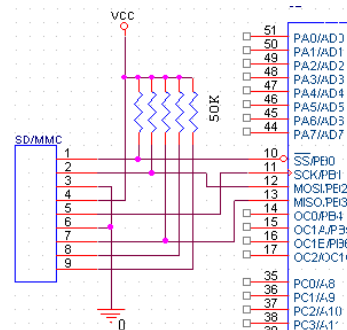


그림 3. Atmega128L과 SD메모리 결선도

#### 1-2. Ethernet 시스템 구성

Ethernet 통신을 위한 W3100A 칩은 TCP/UDP, ICMP, IPv4, ARP, Driver Program 인 동작 프로그램과 MAC, PHY인 Hardware를 한 Chip내에 구현한 LAN LSI Chip이다. 내부 동작전압이 3.3V이고 I/O 전압이 3.3~5V이다. W3100A는 64핀으로 구성되어 있는데 Address 핀 ADDR[14:0]과 Data핀 DATA[7:0] 그리고 /CS, /WR, /RD, /INT으로 구성되어 있다. MCU 그리고 Phyceiver와의 Interface가 있다. Protocol Processing Speed는 MCU에 의존되며, Atmega128의 경우에는 최대 8Mps 속도로 처리

한다. W3100A 그리고 MCU와 Interface 장치로서, Direct와 Indirect address Mode 그리고 I<sup>2</sup>C Slave Mode가 있다. Direct address Mode는 W3100A의 모든 Register들이 System에서 사용하는 Address Space에 1:1 대응됨으로써, MCU와 Direct로 Access가 가능하다.

Indirect address Mode는 MCU가 W3100A의 특정 Register와 Direct Address Mode로 Access하고, 나머지 Register는 간접적으로 Access한다. Direct/Indirect address Mode는 공통적으로 Data Bus, Address Bus, CS, RD/WR와 같은 System Bus Interface를 이용하여 Access하는 방식을 사용한다.

I<sup>2</sup>C Slave Mode는 SDA, SCL Interface 핀만 사용하여 Access하며, System의 Address Space를 전혀 사용하지 않는 장점이 있으나, Direct/Indirect address Mode에 비해 상대적으로 성능이 떨어져, 고속의 Data 통신이 요구되지 않는 application 개발에 적합하다.

본 논문에서는 가장 기본이 되는 Direct address Mode를 사용하여 MCU와의 Interface를 구성하였다.

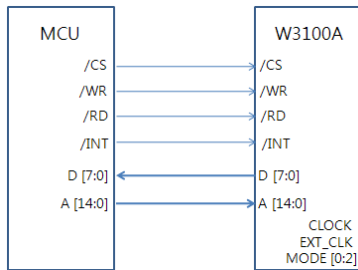


그림 4. Direct address Mode

그림 4에서 연결된 각 Pin은 /CS (chip select), /WR(write enable), /RD(read enable), /INT(Interrupt) 이며, 모두 Active Low 상태에서 동작한다. W3100A와 Interface되는 MCU인 Atmega128은 총 64핀을 가지고 있으며, A 포트는 Data 그리고 C 포트는 Address를 주고 받는다. Atmega128의 /RD, /WR은 W3100A의 /RD, /WR와 연결하고, /CS는 low, /INT는 E 포트의 4번 핀에 연결하였다.

1-3. W3100A와 RTL8201간의 Interface

RTL8201은 W3100A와 Interface되는 Ethernet Physical Layer를 지원하는 Phyceiver이다. RTL8201은 W3100A의 TX\_CLK, RX\_C LK, TXD[3:0], RXD[3:0], TXE(전송 Enable), RXDV/CRS(캐리어 감지), COL(에러 감지) 핀과 연결되어 있으며, TXD[3:0]은 TX\_CLK가 Rising Edge에서 데이터를 전송하고, RXDV/CRS로 캐리어를 감지되면 RX\_CLK를 재 동기시켜 전송하고, RX[3:0]는 RX\_CLK의 Falling Edge에서 데이

터를 수신하며, COL은 에러를 감지한다. 그림 5는 RTL8201의 연결회로도를 보인다.

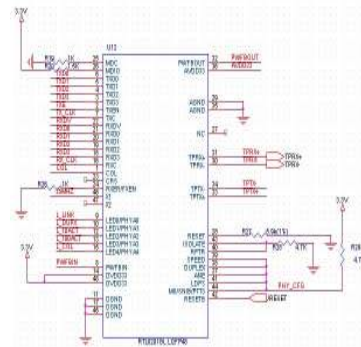


그림 5. RTL8201 Schematic

2. S/W 구성

2-1. SD 메모리 제어

SD메모리는 기존 MMC메모리에 보안기능 등을 추가하여 보완한 것으로 초기화 과정은 호환성을 가지므로 MMC메모리의 Register의 특성과는 동일하다. MMC의 Register에는 CID Register, CSD Register, OCR Register, RCA Register, DSR Register 5가지의 Register가 있다. CID(Card-Specific Data Register) Register는 128bit의 크기에 제품명, 시리얼 번호 등 고유한 정보를 담고 있으며, CSD(Card-Specific Data) Register는 물리적 특성에 관한 정보를 가지고 있다. CSD Register의 주요 필드에는 Data Transmission Speed, File Format, Access Timing Information, Volume of Media 등의 정보를 담고 있다. OCR(Operation Condition Register) Register는 동작하는데 필요한 구동전압에 관한 정보를 가지고 있는 Register이다. RCA(Relative Card Register) Register는 Host와 MMC 간의 초기화 과정에서 Host로부터 부여 받은 버스상의 각 MMC에 부여된 임시 주소를 저장하기 위한 Register이다. DSR(Driver Stage Register) Register는 출력 Driver의 구성에 관련된 정보를 담고 있다.

표 1. MMC Command

바이트	0		1~4	5		
비트	7	6	5..0	31..0	7..1	0
내용	Start Bit	Host bit	커맨드	인수	CRC7	End bit

표 1은 MMC의 Command를 보인다. 0번지의 byte는 Start bit와 Host bit, Command로 구성되어 있다. 1~4 번지 byte는 Access할 Sector의 Number를 메모리 카드에 전달하는데 사용되며, 5 번지 byte는 CRC7값을 전송한다. 즉, 5byte의

Data를 카드에 전송하면, 해당 Command가 실행되고 결과 값을 돌려준다. 아래는 MCU에서 Card에 Write하는 함수의 일부분이다.

```
spiTransferByte(MMC_STARTBLOCK_WRITE)
;
```

MCU가 Start 심벌을 MMC에게 보내서 데이터를 보내겠다고 인지도시킨 후 아래 버퍼를 증가시켜서 Data를 기록한다.

```
spiTransferByte(*buffer++);
```

### 2-2. FAT32 제어

SD 메모리는 FAT32 방식을 사용한다. 그림 6에서 보인 MBR(Master Boot Record)은 Disk의 첫 번째 섹터의 내용을 말하며, Boot Code와 4개의 Partition Table, Magic Code가 있다. Partition Table은 Partition1/2/3/4 총 4개의 16바이트로 구성되어 있으며 Partition의 정보를 담고 있다. Partition Table의 개수는 디스크의 Partition의 개수에 따라 정해진다.

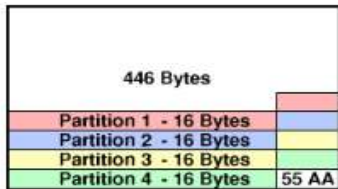


그림 6. MBR Layout

표 2에서 보인 LBA Begin에는 Partition의 시작 주소 값이 들어있는데, 이 주소 값이 Boot Recode Sector라고 할 수 있으며, 크기는 512바이트로써 MBR과 같은 크기이다.

표 2. Partition Table 구조

Boot Flag	CHS Begin	Type Code	CHS END	LBA Begin	Number of Sectors
-----------	-----------	-----------	---------	-----------	-------------------

PBR(Partition Boot Recode)은 Partition이 시작하는 부분으로써, Volume ID라는 정보를 가지고 File과 Directory를 읽으며, FAT #1과 FAT #2를 Access 할 수 있다. FAT #1, FAT #2에는 Clusters의 위치 정보를 담고 있으며, Clusters를 통해 File을 접근 할 수 있다. 그림 7에서 FAT 32 File system은 MBR을 제외한 모든 부분이라고 할 수 있다. FAT32 전체적인 구성은 MBR, Reserved Sector, PBR, Reserved Sector, FAT #1, FAT #2, Clusters 순으로 구성되어 있다.

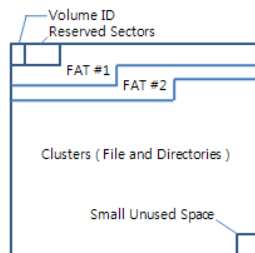


그림 7. FAT32 File system Layout

### 2-3. TCP Server 구현

Server를 구현하기 위해서는 Storage와 다른 네트워크와 연결할 수 있는 환경이 제공되어야 하는데, Ethernet Server는 Data 처리를 MCU가 하므로 O/S가 없는 환경을 가질 수 있고, W3100A가 LAN을 통해 네트워크 환경이 구성되며, SD-Card가 Storage 부분을 구성하게 된다. MCU부분인 Atmega128은 W3100A를 통해 전송받은 Data를 SD-Card로 다시 송신하는 역할을 한다.

### III. 실험과 성능

Atmega128과 Ethernet Interface를 제공해주는 W3100A, 그리고 Data를 저장하는 SD-Card를 구성하여 Embedded Ethernet Server 환경을 구성하였다. 작동은 IP가 부여된 W3100A에 Access하여, Data를 수신하였을 때, Data값을 SD 메모리에 저장하여 사용자가 PC의 SD 메모리의 저장된 Data를 열람할 수 있다.

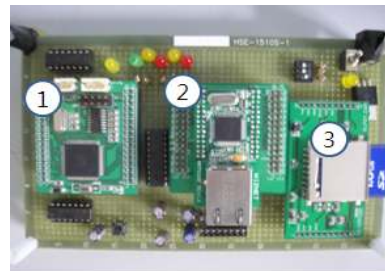


그림 8. Embedded Ethernet Server

그림 8의 실험장치의 사진을 보인다. ①은 MCU인 Atmega128, ②는 Ethernet 환경을 제공하는 W3100A, ③은 SD 메모리 커넥터를 이용하여 장착된 H/W가 구성된 모습이다.

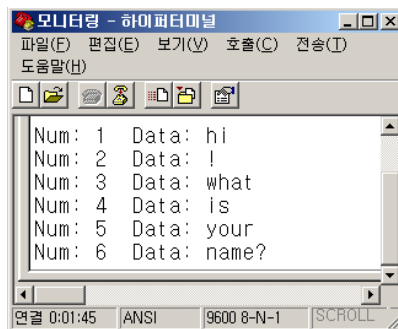


그림 9. Server 모니터링 화면

그림 9은 PDA로 Server에 접속하여 Data를 Server로 송신을 모니터링 하는 화면이다.

#### IV. 결 론

O/S가 없는 Server를 하드웨어만으로 구성할 수 있는 Embedded Server는 소형화와 낮은 가격으로 우리 생활의 많은 곳에 이용 될 수 있으며, 효율적인 Data분석을 가능케 해주는 이점을 가져올 것이다. 그리고 W3100A를 Server 및 Client로 지정 가능하여 Embedded Server 간의 Data 통신이 가능하다는 점을 이용해 Server 간의 통신을 소형화를 통해 좀 더 복잡한 Server 환경을 생각해볼 수 있다.

Data의 보안을 염두에 두어 SD 메모리를 Storage 구성했지만 NTFS Format형식의 Disk를 사용해서 좀 더 고용량의 Storage를 구성할 수 있을 것이다.

#### References

- [1] W3100A Data Sheet
- [2] Atmega128 Data Sheet
- [3] RTL8201 Data Sheet
- [4] SanDisk Secure Digital Card Data Sheet
- [5] C언어로 배우는 AVR 마이컴, 차영배, 2004
- [6] AVR ATmega128 마스터, 윤덕용, 2004
- [7] TCP/IP 소켓 프로그래밍, 윤성우, 2003
- [8] (임베디드 개발자를 위한)파일시스템의 원리와 실습, 정준석, 2006