

The development of RF Control System For the High-Speed Thermal Printer

禹天熙* · 韓泰煥**
(Chun-Hee Woo · Tae-Hwan Han)

Abstract - In this paper, We design a RF control system capable of handling multiple POS thermal printers. The system has three parts including embedded master controller, RF controller and high-speed thermal printer. Specially the designed linux embedded controller has simple structure and high performance to connect the TCP/IP network. The effectiveness of the developed RF control system is shown by proposed food ordering system.

Key Words : Thermal Printer, RF Control, Linux 임베디드 Controller, 원격제어 POS 시스템

1. 서론

POS(Point Of Sale) 시스템은 최종 소비자와 매매 활동을 통해 발생하는 판매시점의 모든 정보를 실시간으로 수집하고, 각 정보를 필요에 따라 처리하여 종합 분석, 평가하여 주는 판매시점 정보관리 시스템이다. 시스템을 사용하는 운영자는 영업 정보를 다양하게 활용하고 신속하게 상품정보를 분석함으로써 고객요구 변화를 빠르게 수용하며, 매출을 극대화시킬 수 있다.

매장에서 각종 거래 발생과 동시에 데이터를 실시간으로 활용할 수 있도록 대규모 POS 시스템인 경우 유선 네트워크 망을 구성하여 시스템을 구성하고 있으며, 최근에는 POS 단말기 전용 기기를 사용하지 않고 기존의 퍼스널 컴퓨터를 그대로 POS용 서버로 사용하는 추세이다. 이 경우 스캐너, 출납용 프린터 등의 소형 주변기기만을 추가로 장착하면 되므로 POS 단말기 전용기기를 구매하는 비용을 절감할 수 있다.

본 연구에서 변화하는 SI 산업 환경에서 경쟁적으로 우위를 확보하기 위하여 고객에게 전문적이고 양질의 서비스를 제공하는 POS 시스템의 구축이 절대적으로 필요하다. 대개의 POS 시스템은 유무선 Network으로 구성하여 시스템을 운영하지만, 무선으로 서버에서 시스템 단말장치 구체적으로 써멀 프린터 장치를 기동시키는 제어장치를 개발함을 목표로 한다.[1][2] 특히, 현업에서 효율적이고 효과적으로 활용할 수 있는 H/W, S/W 및 다양한 솔루션 등을 자체적으로 개발하여 제공한다.

2. Thermal Printer를 이용한 POS 시스템의 구성

POS 시스템은 종업원이 매출을 일일이 금전등록기에 입력할 필요 없이 자동관독기인 스캐너에 의해 매출이 자동으로 등록되기 때문에 매출관리를 신속하고 정확하게 할 수 있다. 그 결과 종업원들의 업무효율 향상과 판매원별 판매 실적을 관리할 수 있다. 상품관리, 고객관리, 종업원 관리 등의 효율화를 기하고, 단품별로 매출정보를 수집, 보관함으로써 정보에 기초한 상품관리를 효과적으로 수행할 수 있다.

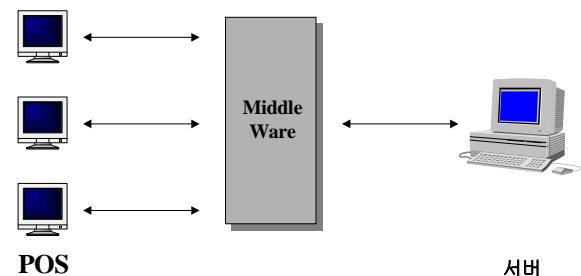


그림 1 일반적인 POS 시스템의 구성

Fig. 1 The structure of typical POS System

POS 시스템의 구성은 기존의 금전 등록기의 역할을 하는 POS 단말기(Terminal), POS 단말기에서 발생된 데이터를 메인 서버에 통신으로 전달하는 미들웨어(Middle ware) 부문, 전달된 데이터를 수집, 보관, 집계, 분석하는 메인 서버(Main Server)로 이루어진다. 여기서 POS 단말기란 종전의 금전등록기, 온라인 단말기와 PC의 기능을 일부 복합한 것으로 매출 때마다 발생한 데이터를 저장하고 있다. 저장된 모든 데이터를 메인 서버에 통신(송신/수신)하는 기능을 가

* 正 會 員 : 明知專門大學 電氣科 副教授 工博
 ** 正 會 員 : 明知專門大學 電氣科 副教授 工博
 接受日字 : 2004年 2月 19日
 最終完了 : 2004年 3月 30日

지고 있으므로 매출 정보와 상품정보가 필요한 경우 즉시 조회가 가능하다.

퍼스널컴퓨터를 중심으로 운영하는 소규모 점포나 대규모의 백화점 및 할인점에 이르기까지 윈도우 환경에서 누구나 쉽고 편하게 사용하도록 사용자 인터페이스(GUI)를 구성한다. 또한 무선방식으로 제어되는 써멀 프린터를 사용하여 POS시스템을 구성함으로써 시스템 구성 및 유지 보수를 간단하게 하고, 다양한 형태로 적용이 가능하도록 설계하여 업체의 판매 효율을 극대화시키도록 제품을 제작한다.

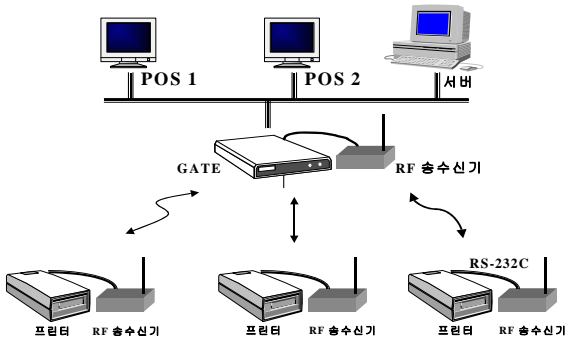


그림 2 POS용 프린터를 원격제어하는 시스템 구성도
Fig. 2 System diagram for remote control of thermal printer

2.1 무선통신을 이용한 주문관리 시스템의 구성

무선으로 원격 제어되는 Thermal Printer를 POS 시스템에 연결하여 일차적으로 식당에서 음식 주문용 POS 시스템을 개발하는데 적용하였다. Thermal Printer를 RF 모듈과 Gate용 Master에 연결된 POS 시스템과 연결하여 RF 주문관리 시스템을 구성한다. 유선 Network 구축 방식과 달리 말단장치에서는 RF방식을 도입하여 모든 POS와 모든 식당을 연결하기 때문에 여러 대의 POS 단말기를 운영할 경우 매장 POS 단말기의 가동 상태와 여러 상황 등을 메인 서버에서 집중 관리하도록 시스템을 구성할 수 있다.

실시간으로 POS에서 주문이 이루어지면 각각의 식당으로 주문 내역이 자동 전송되며, 식당 내의 프린터에서 주문서가 자동으로 출력되어 지고, 이 주문서에 의해 바로 조리에 들어간다. 조리 후 주문번호를 입력하여 고객에게 조리가 끝났음을 안내한다. 고객은 자신이 주문한 Menu 내역을 확인하고 결제 후 테이블에서 대기하다가 주문번호 안내 시스템에 주문 번호가 표시되면 식당에서 음식을 배식받는 시스템을 구성한다.

RF 주문관리시스템이 최적으로 운영되기 위해서는 푸드 코트에 적용되는 것이 적절하며, 크게 주문내역 자동출력 시스템과 주문번호 안내 시스템으로 구성한다. 주문내역 자동출력 시스템은 RF 방식으로 식당의 프린터와 POS를 연결하여 유무선 Network 구축 방식과 비해 설치가 간단하며 비용이 저렴하다. 초단파나 장파를 이용하여 기록된 정보를 무선으로 인식하는 최첨단 방식이라 할 수 있다.

주문내역 자동출력 시스템은 POS와 연결하여 주문내용을 출력기로 전송하는 32채널용 중앙 RF Controller와 식당에

서 RF Controller에서 전송되어진 자료를 출력하는 Client용 RF 송수신기와 프린터(TM-T88II)로 구성한다.

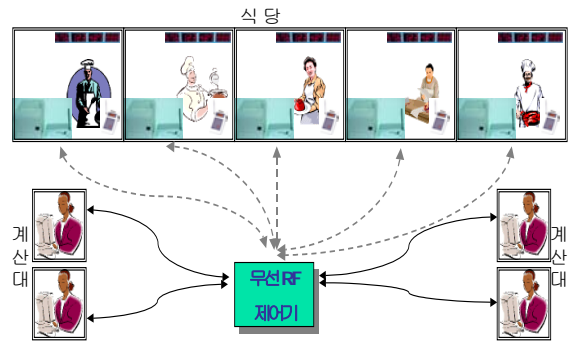


그림 3 무선 RF를 이용한 주문관리시스템
Fig. 3 The Ordering System using wireless RF Controller

그리고 주문번호 안내 시스템은 신속 정확한 업무처리와 능력을 향상시키고 고객에게는 편리함과 신뢰감을 심어 주며 대기시간을 적절하게 활용할 수 있다. 시스템은 주문번호 표시기와 식당별 주문 번호 입력기로 구성된다. 주문번호 표시기는 주문이 완료된 번호를 표시하는 안내 시스템이며, 번호 입력기에서 입력된 번호를 표시한다. 표시 숫자 자리 수는 4자리(0001~9999)이며, 주문 번호 표시 수는 4개 ~ 5개이다.

2.2 고속 Thermal Printer의 제어기 개발

POS시스템의 단말부에 설치되는 48mm(384 dot. 200DPI) Thermal 프린터는 바코드 인쇄기능, 한글인쇄(조합형, 완성형), 일어를 출력하며, 자체적으로 컨트롤러를 내장하고 있어 다양한 명령어를 실행하며 자체적으로 프린터의 메카니즘을 테스트할 수 있다.

Thermal Printer는 감열인쇄부, 용지구동부, 용지수급부 등의 기능을 총괄 제어하는 회로부로 구성되어 있다. 각종 용지 및 헤드 검출센서의 기능을 수행하며, PC와 Serial 접속 방식으로 연결하여 통신 기능을 제어하고 있다. 감열 헤드를 보호하고 발열량을 조절하기 위하여 감열 헤드 내에 온도센서(Thermistor)를 내장하여 주위환경의 온도변화에 대하여 인쇄상태를 일정하게 유지하도록 감열 헤드 발열량을 제어회로의 Control 프로그램에서 자동 조정한다. 또한 연속프린팅시 TPH가 가열 혹은 제어기능의 이상으로 헤드가 과열되면 이를 보호하기 위하여 강제적으로 인쇄를 차단하는 기능이 있다.

프린터에서는 이러한 감열 헤드를 보호하고 발열량을 제어하기 위하여 CPU 및 발진회로를 사용한다. CPU는 일본 미쯔비시사의 M37702S1BFP인 감열 헤드 구동을 위한 전용 원칩 마이크로프로세서를 사용하였으며, 주요 기능은 다음과 같다.

- 최소 명령시간 : 160 us(25MHz)
- Internal RAM : 512 Byte

- 외부 메모리 공간 :16 MByte
- Serial Port : 2 UART or serial
- Timer : 16bit x 8 개
- A/D Converter : 8bit x 8EA
- Interrupt : 외부 2개
- I/O : 8bit x 4EA

표 1 Thermal Printer의 기본 사양

Table 1 The basic specification of thermal printer

번호	항목	사양	비고
1	인쇄방식	직접 감열방식	
2	Line당 Dot수	384 Dots	
3	해상도	200 dpi(8dot/mm)	
4	인쇄속도	최대 40mm/sec	
5	유효 인쇄폭	48mm	최대용지폭 57.5mm
6	인쇄문자	· 한글 완성형/조합형 지원(Font : 24x24) · 영문 및 숫자(12x24) · 기호, 특수문자 · Bar Code	
7	구동전원	DC 7.5V (TPH, Motor) DC 5V(내부 Logic)	
8	구동회로	Bipolar 구동방식	
9	인터페이스	Serial	

제어기의 기본 타이밍을 제공하기 위하여, CPU의 클럭은 24.0 Mhz를 가진 크리스탈을 CPU의 x1, x2 단자에 접속하여 인가한다. 프린터 제어회로부의 블록도는 다음과 같다.

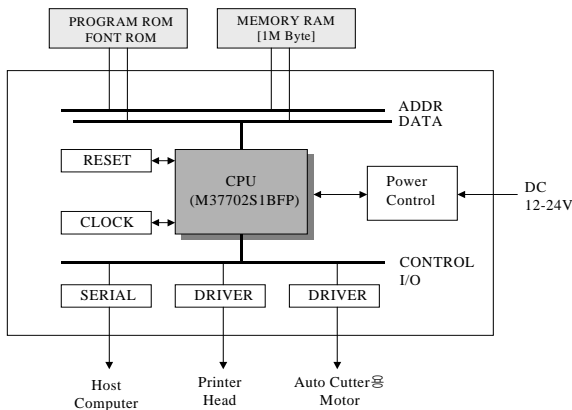


그림 4 프린터제어기(M-T102A)의 블록도
Fig. 4 The block diagram of printer controller(M-T102A)

2.2.1 헤드 보호회로 및 발열량 조절회로

외부 온도환경 및 감열 헤드의 온도조건에 따라서 발열량을 자동 조절하여 발색농도를 항상 일정하게 유지한다. 감

열 헤드 내에 온도센서를 부착해서 CPU내에 장착되어 있는 A/D 변환 포트를 입력하여 발열시간을 계산한다.

온도센서의 규격은 상온시 절대온도 30도 이며, 동작온도 범위는 -40도에서 90도 사이이다. 감열 헤드 내 온도센서에 의하여 헤드 과열로 판명되었을 경우 제어 회로에서 헤드 발열량을 차단 프린터를 정지시킨다.

2.2.2 용지 유무 검출 및 헤드 열림 검출 센서회로

용지가 전부 소모되었을 때 용지 교환 시기를 알려주는 역할을 하며, Reflective Optical 센서를 사용하였다. 또 용지 교환시 혹은 보수 유지시 헤드가 완전히 닫혔는지를 검출하여 정상 인쇄를 하도록 Mechanical Micro Switch를 센서로 사용하였다.

2.2.3 스텝 모터 드라이브 회로

2-2 Phase Bipolar 스텝모터는 드라이브 회로에 4상의 펄스를 인가함으로써, 모터의 회전속도를 펄스 주기에 의해 결정하고 회전 방향은 펄스 시퀀스에 의해 결정되어진다.

표 2 Thermal Printer의 스텝모터 구동회로 사양

Table 2 The drive circuit of step-motor for thermal printer

번호	항목	사양	비고
1	Type	PM	
2	No of Phase	4 Phase	
3	Exitation	2 step	
4	Winding Resistance	15 + 7 %	
5	Rated Voltage	24V	
6	Maximum Current Consumption	0.9A	Drive Voltage가 24V일 경우
7	Average Current Consumption	0.4A	"
8	Drive Frequency	500pps	"

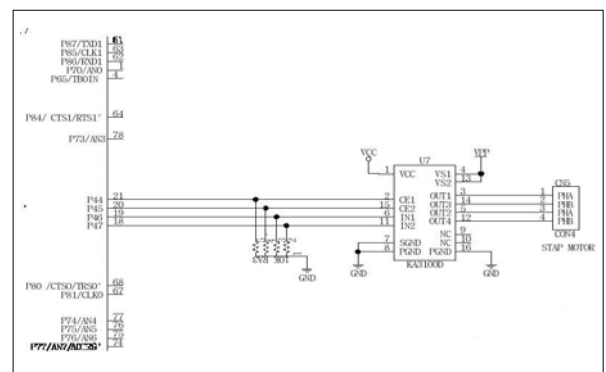


그림 5 Thermal Printer의 스텝모터 제어 회로부
Fig. 5 The step-motor control circuit for thermal printer

2.2.4 통신 및 폰트용 메모리 회로

시리얼로 통신 접속을 하는 회로가 구성되어 있으며, 12x24 완성형 한글, 한자 폰트를 저장하기 위한 4M byte 크기의 EPROM과 인쇄될 라벨 데이터의 버퍼 영역 처리 및

시스템 프로그램 처리를 위하여 128 Kb의 Static RAM(KMC681000)이 사용되었다.

3. 무선 원격제어장치의 개발

원격제어장치를 구성하는 하드웨어에는 Gate용 Master 제어기 및 RF 제어기가 있다. 인터넷으로 네트워크에 연결되는 Gate의 경우 산업용 임베디드 리눅스 컨트롤러를 사용한다. 기존의 제어기를 구성하던 임베디드 시스템에 실시간 운영체제인 리눅스를 실장시켜 사용하는 것이다.[3] 최근 국내에서도 일반적인 운영체제인 리눅스는 통신, 인터넷과 같은 정보기술 분야에서 활발한 움직임을 보이고 있지만, 아직까지 산업용 임베디드 리눅스를 활용하는 기술 수준이 높지 않다. 점차 공장자동화 또는 전력제어를 위한 제어기에 리눅스를 채택하고 있으며, 사용하기 간편하고 가격 또한 저렴하기 때문에 임베디드 리눅스의 응용분야는 점차 확대될 것으로 예상된다.

3.1 게이트웨이용 마스터 제어기 제작

원격제어장치의 중심적 역할을 하는 Master 제어기는 마이크로 컨트롤러에 실시간 운영체제인 리눅스를 이식하고, 리눅스의 다양한 기능을 운용 가능하도록 개발하였다. 리눅스는 OS의 소스가 공개되어 있으므로 설계한 하드웨어에 적합하도록 컴팩트하게 운영체제를 재구성하며, 초소형 컴퓨터에 최소 용량으로 이식시킬 수 있다. 이 결과 시스템의 안정성이 확보되며, 기존 리눅스가 보유한 모든 네트워크 리소스를 그대로 사용할 수 있으므로 이를 기반으로 한 다양한 웹기반 서비스가 가능하다.



그림 6 게이트웨이용 리눅스 임베디드 컨트롤러
Fig. 6 Linux embedded controller for gateway

마스터 제어기는 Embedded Linux 환경 하에서 실행되며, POS용 서버에 연결 가능한 마스터 제어기는 개수는 제한이 없다. 그리고 하나의 마스터 제어기에는 최대 256개 까지 프린터용 RF 제어기를 연결하여 사용하도록 설계되었다.

마스터 제어기는 POS용 서버로부터 TCP Socket connection을 기다린다. POS용 서버로부터의 명령을 전달받고, 해당 명령의 기능을 수행한다. 가령, PING 명령의 응답으로 현재 각 프린터용 RF 제어기의 상태를 report하거나 MSG, 또는 CTL 명령을 전달받아 해당 프린터용 RF 제어

기에게 각각 메시지 전송, 또는 제어신호 전달의 기능을 수행한다.

3.1.1 리눅스 칩의 사양

마스터 제어기에서 사용하는 LOC 칩은 임베디드 제품에 리눅스 적용을 위한 최적의 방법이며, 10 Base-T 이더넷을 통하여 LAN에 직접 접속한다. 또한 32비트 마이크로 컨트롤러를 사용하므로 하나의 칩에 대부분 기능이 내장되어 있어 개발 기간 단축되며, 이 때문에 초소형, 저가격 하드웨어의 제작이 가능하였다.

- Web server 내장
- Real time kernel 구현
- TCP/IP protocol stack
- OS가 Flash ROM에 구현된 file system
- NFS를 통한 개발 program의 저장 및 실행 가능
- Max 150mA 저소비 전력
- LAN 및 LCD controller 내장
- PPP 접속 기능

3.1.2 마스터제어기의 통신 프로토콜

마스터 제어기는 POS용 서버와 TCP Socket 통신을 한다. POS용 서버는 일정 주기별로 Ping+시간정보를 전송하며, 하나의 마스터 제어기에 256개의 RF 제어기가 연결된다. POS용 서버와 마스터 제어기가 서로 전달하는 명령과 데이터 형식은 다음과 같다.

1] PING(0x10)

POS용 서버가 일정 주기마다 각 마스터 제어기에게 전달하는 명령이며, 현재 시간과 time-zone을 각 마스터 제어기에게 전달한다. PING의 packet 구조는 다음과 같다.

[0][1][2][3][4][5]

- 0, 1 : packet size
- 2 : PING (0x10)
- 3, 4 : 현재 시간
- 5 : time-zone 설정 (0, 1, 2: 주간, 저녁, 심야)

2] PONG(0x11)

마스터 제어기가 PING 명령을 받으면 POS용 서버에게 응답하는 명령으로, 제어기에 연결되어 있는 각 프린터용 RF 제어기의 정보를 포함해서 POS용 서버에게 전달한다. PONG의 packet 구조는 다음과 같다.

[0][1][2][...][6][7]

- 0, 1 : packet size
- 2 : PONG (0x11)
- 3, 4 : 프린터용 RF 제어기 개수
- 5, 6 : Event 개수
- 7 : 각 RF 제어기의 Event 개수

3] 제어 및 메세지

POS용 서버는 사용자의 입력, 또는 외부의 명령에 의해

임의의 프린터용 RF 제어기에게 메시지, 또는 제어신호를 전달할 수 있다. 이 신호는 일정주기로 수행되는 PING 명령과 관계없이 독자적으로 전달된다.

MSG 0x12 POS용 서버 -> 마스터 제어기
 CTL 0x13 POS용 서버 -> 마스터 제어기
 QST 0x14 POS용 서버 -> 마스터 제어기

packet 구조는 다음과 같다.

[0][1][2][3][4][5][6][...]

- 0, 1 : packet size
- 2 : MSG (0x12), CTL(0x13), 또는 QST(0x14)
- 3, 4 : 프린터용 RF 제어기 ID
- 5.... : MESSAGE 구조체 또는 CONTROL 명령

3.2 프린터용 RF 모듈 제작

반이중 소형 UHF 무선 모듈에는 BiM-UHF 모듈과 TX2, RX2 RF 송수신 모듈이 있다. 본 연구에서 사용하는 TX2 및 RX2 모듈은 40Kbps까지 통신이 가능하며, TX2는 RF data 송신 모듈이고, RX2는 수신용 모듈이다. 주파수는 418.00 MHz와 유럽 버전인 433.92MHz를 사용하며, 열린 공간에서는 300m까지 통신이 가능하다. 모듈에 인가되는 전원은 5V용과 3V전원을 사용하며, 안테나는 RF 보드에 직접 연결하여 사용한다. 주로 휘프(whip) 안테나를 사용하며 길이는 약 17cm 정도이면 충분하다.

표 3 RF 모듈의 송수신기 사양

Table 3 The spec. of Receiver/Transmitter of RF controller

구분	모델명	사양
송신기	TX2	- 2 단계 SAW, FM 방식 (최대 40Kbps) - Operating from 2.2 to 6V - 10mW on 433.92MHz(Europe), - 1mW on 418MHz(UK)
	Radio matrix	- High efficiency, > 15%, DC -> RF - 2nd harmonic, < -60dBc
수신기	RX2	- Double conversion FM superhet - SAW front 등 filter, image rejection 50dB - Supply 3.0 to 6.0 Volts at 13mA
	Radio matrix	- 40kbps, -100 dBm sensitivity at 1 ppm BER - Local oscillator leakage, < -60 dBm

3.2.1 RF 모듈의 직렬 패킷 통신

마스터 제어기는 POS용 서버와 연결 상태에 관계없이, 프린터용 RF 제어기와 연결을 시도하고 상태를 체크한다.

- 마스터 제어기 -> 프린터용 RF 제어기 : 일정한 주기별로 통신한다.
- 마스터 제어기 <- 프린터용 RF 제어기 : 연결의 응답으로 자신의 상태를 전달한다.

이때 마스터 제어기와 프린터용 RF 제어기는 패킷을 구성하여 시리얼 통신을 한다. 패킷이란 하나의 데이터를 보낼 때 앞뒤로 무엇인가를 붙여 포장하는 것을 말한다.

프리앰블	ffh	ffh	Start Byte	01h	Data Byte	CRC
------	-----	-----	------------	-----	-----------	-----

여기서 프리앰블은 AAh(또는 55H)를 시간지연없이 계속해서 3ms 이상 포트에 값을 출력함으로써 만들 수 있다. 그리고 ffh 2바이트와 01h 1바이트는 옵션사항이다. 그리고 데이터 바이트에서는 계속되는 FFh나 00h는 곤란하다. 20kbps 이상으로 데이터를 전송하기 위해서는 마크:스페이스 비율이 50:50을 유지할 수 있는 특별한 코딩 방법이 필요하다.

3.2.2 마스터 제어기와 RF 제어기와의 데이터 교환

마스터 제어기에서 프린터용 RF 제어기로 전달되는 데이터는 구조체 형태를 가지며, 통신 데이터의 크기는 고정 크기이다.

```
typedef struct
{
    sint iLen;
    uchar cCtrl;
    uchar cMsg;
    uchar cReserved1;
    uchar cReserved2;
    MESSAGE mMsg;
}MASTER2RF; // size : 206 bytes
```

그리고 RF 제어기에서 마스터 제어기로 전달되는 데이터도 구조체 형태를 가지며 마찬가지로 고정 크기를 갖는다. 이 다음에 sint, char이 cAnsNo개 만큼 번갈아서 온다.

```
typedef struct
{
    sint iLen;
    long P[4];
    char cCtrlState;
    char cAnsFlag; // 응답이 있었다면 1
    char cReserved;
    char cAnsNo;
    sint iQ_ID;
}RF2MASTER; // size : 24 bytes
```

4. 결 론

본 연구에서는 무선으로 원격제어하는 통신제어기(Gate 제어기, RF 제어기)를 개발하고, 써멀 프린터와 연동하여 동작되도록 기존 프린터의 소프트웨어를 수정 제작하였다. 기존의 POS 운영 프로그램이 Gate용 마스터 제어기에 인터페이스되도록 프로그램을 수정하였으며 최적으로 운영되도록

솔루션을 개발하였다. 특히 본 연구에서 개발되어지는 무선 원격제어 기술을 POS 단말장치로 사용되는 미니 프린터, Handy Terminal, IC Card Reader/Writer 등에 적용할 수 있다. 하드웨어를 근간으로 하는 응용 소프트웨어 개발 및 다양하고 전문적인 솔루션 개발 능력을 가지게 되며, 제품판매시 효과적인 영업 지원 및 사용자 편의의 기술 지원을 할 수 있을 것으로 기대된다.

저 자 소 개

감사의 글

본 연구는 2003년도 중소기업청의 기술혁신사업의 지원에 의하여 이루어진 연구이며, 공동으로 연구에 참여해주신 누리링크시스템의 직원 여러분께 감사드립니다.

참 고 문 헌

- [1] 박선호, "적외선 공간통신과 원격제어시스템," 국제테크노정보연구소, pp. 33-153, 2002.
- [2] 박선호, "무선전송제어시스템," 국제테크노정보연구소, pp. 353-370, 2001.
- [3] 우천희, "인터넷을 이용한 아파트형 전력제어시스템 개발," 연구보고서, pp. 29-34, 2002.



우 천 희 (禹天熙)

1961년 6월 5일생. 1985년 연세대 전기과 졸업. 동대학원 석사(1993). 동대학원 전기 컴퓨터 공학박사(2000). 1985-1995 현대중공업 중앙연구소 선임연구원. 1995-현재 명지전문대학 전기과 부교수. 관심분야: 디지털형 제어시스템, 실시간 제어

Tel : 02-300-1266

Fax : 02-300-1093

E-mail : chwoo@mail.mjc.ac.kr



한 태 환 (韓泰煥)

1956년 3월 18일생. 1980년 한양대 전기과 졸업. 1986년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사), 1998년 충북대 전기공학과 졸업(박사). 1982 ~ 1999년 2월 LG산전 자동화사업부. 1999년 3월 ~ 2000년 2월 서울대 자동화 연구소. 2000년 3월 ~ 현재 명지전문대학 전기과 부교수. 1999년 공업계측제어기술사

Tel : 02-300-1286

Fax : 02-300-1093

E-mail : thhan@mail.mjc.ac.kr