

### 공중전화망(PSTN)을 이용한 PC-FAX 통신에 관한 연구

강 민구, 김 종일, 이 명수, 강 창언

#### A Study on the PC-FAX Communication through PSTN

Min Goo Kang, Chong Il Kim, Myung Soo Rhee, and Chang Eon Kang  
Dept. of Electronic Eng., Yonsei University

#### ABSTRACT

This paper presents the PC-FAX communication through PSTN(Public Switched Telephone Network). The communication between PC(Personal Computer) and FAX(Facsimile), which are the heterogeneous terminal equipments, needs a special recommendation or standard. Since there is no information about the PC-FAX communication, in this paper, the T.30 Procedure of the CCITT recommendation to FAX is used for the Call-Establishment of PC-FAX. The interface card for the PC-FAX communication is designed and realized by the application of IBM PC interface and the regulation about the connection to PSTN

#### 1. 서론

PC-FAX통신이란 현재 서비스 중인 공중전화망(PSTN : Public Switched Telephone Network)을 이용하여 가입자가 사용하는 PC(Personal Computer)에 FAX(Facsimile)의 모사 전송(Facsimile) 기능과 통신 기능(CCITT 권고안 T.30)을 갖추어, FAX의 이미지 데이터를 수신하고 이를 화일 단위로 보관하거나 프린터로 출력한다. 또한 PC의 문서나 화일을 FAX의 이미지 데이터 형태로 FAX에 전송하는 데이터 서비스를 말한다.

본 논문에서는 PC-FAX가 갖추어야 할 기능과 설계 및 구

현에 대해 설명한다. 이를 위해 PSTN의 선로 특성에 맞도록 FAX 전용 모델인 BSM을 써서 PC 인터페이스 카드를 설계하고, PC가 FAX와 통신할 수 있는 FAX 프로토콜인 CCITT T.30 절차를 Group III FAX의 수행하여 데이터를 전송한다.

#### 2. PC-FAX 통신

PC-FAX 통신이란 PC에 FAX용 모델과 LIU(Line Interface Unit) 기능을 추가하여, PC가 작성한 문서나 화일을 기존의 전화망을 통하여 FAX나 PC-FAX기능을 갖춘 PC에 전송하거나, 역으로 FAX로부터 이미지 데이터를 수신할 말한다.

<그림 1>은 공중전화망을 이용한 PC-FAX와 FAX의 연결을 나타내고 있다[3][4][5][6].

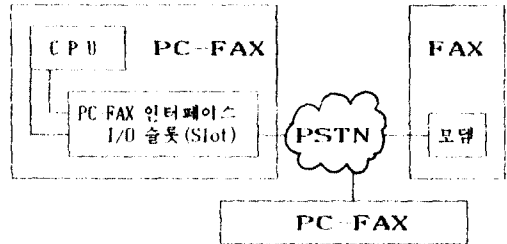
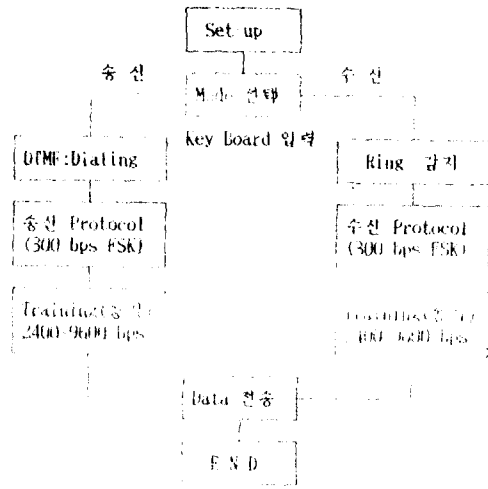


그림 1. 공중전화망을 이용한 PC-FAX와 FAX의 연결  
fig. 1. Connection of PC-FAX and FAX using PSTN

인터페이스용 I/O 슬롯이 갖추어야 할 기본 기능은 PC 인터페이스, FAX 모델, LIU 구성이며, 통신을 위한 소프트웨어로 FAX 프로토콜인 'T.30 절차'가 있다. T.30의 소프트웨어 흐름도는 <그림 2>에 나타낸다[2].



도입 2. PC FAX 흐름도  
fig. 2. Flowchart of PC FAX

### 3. 인터페이스 설계

#### (1) PC 인터페이스 설계

PC와의 인터페이스는 PC I/O 포트 어드레싱을 이용한 사용자 입·출력(I/O Mapped I/O)이다. CPU(8088)의 어드레스선(A1-A9)과 제어선(ALE, IOR, IOW)을 이용하여 모뎀을 활성화(CS0, CS1)하고, 어드레스선(A0-A3)와 8 비트의 데이터를 사용하여 모뎀내 레지스터(16개:0-F)의 기능을 선택하여 프로토콜과 데이터를 송·수신한다. 이때 모뎀내 레지스터(MDA0)를 사용하여 8 비트 데이터의 동기를 맞추는 데이터는 8088의 "OUT" 명령에 의해 이 포트로 보내지고, "IN" 명령에 의해 읽혀진다. I/O 포트 어드레스 영역에서 "A9"는 PC에서 특별한 의미가 있다. 이 비트가 활성화되지 않으면 데이터를 시스템 보드의 슬롯으로부터 얻을 수 없고, 이 비트가 활성화되면 데이터를 카드 슬롯에서도 사용할 수 있게 된다. "A9"에 따른 사용자 I/O 영역의 구분은 임의 포트에 대해서 PC에서 1024개의 어떤 가능한 I/O를 송로 다루어 512개의 카드 슬롯에 해당하는 I/O를 할당하는 것에서 사용한다는 것을 나타낸다. 그림 3은 이 영역의 주소 공간의 사용과 본 논문에서 사용한 인터페이스 카드 슬롯 I/O 주소를 나타낸다[9][10].

즉, 본 논문에서는 R96MD 모뎀을 활성화하기 위한 디코딩 회로를 그림 4와같이 구성하였다. 즉 PC가 사용하지

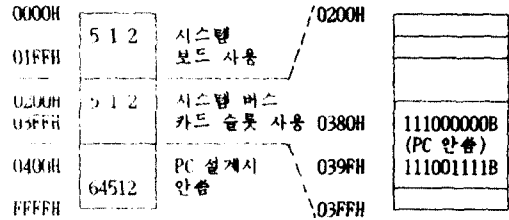


그림 3. I/O 주소 공간과 인터페이스 카드 주소  
fig. 3. I/O address space and interface card address

않는 메모리 영역 0380H-039FH를 사용하므로, 모뎀 선택은 어드레스선 A4-A9과 입·출력 신호와의 동기를 위한  $\overline{IOW}$ / $\overline{IOR}$ 의 두 제어선을 쓰며, 모뎀내 레지스터 선택은 어드레스선 "A0-A3"을 쓴다[9][10][11].

주소선	A9 A8	A7 A6 A5 A4	A3 A2 A1 A0
디코딩 값	1 1	1 X X X	x x x x

X : 모뎀 칩 선택(CS0, CS1)  
x : 모뎀내 레지스터 선택

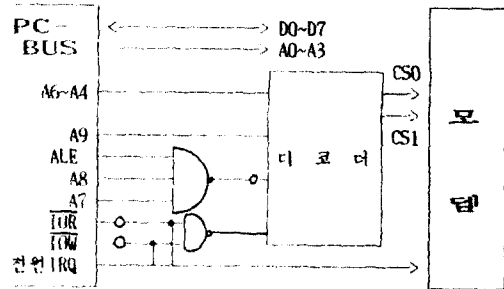


그림 4. 어드레스선과 제어선을 이용한 디코딩  
fig. 4. Decoding logic using address and control line

#### (3) R96MD 모뎀 특성

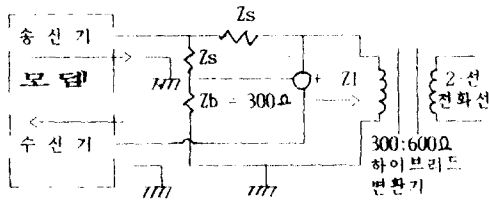
- CCITT V.29, V.27ter, V.21 Channel 2, T.4, T.3를 만족
- Group III와 Group II FAX에 사용
- 반 이중방식(Half Duplex)
- 동화 : 자동 적응형
- 케이블 선택(수동)
- DTE 인터페이스 : 마이크로 프로세서 버스
- CCITT V.24(RS-232-C 호환)
- TTL과 CMOS 호환

#### (3) LIU 설계

R96MD 주변회로는 LIU(Line Interface Unit) 구성으로, R96MD를 이용한 인터페이스회로를 공중전화망(PSTN)에 접속한다. LIU는 망 접속 규격에 따르도록 모뎀 송·수신 선

호의 이득을 조정한다. 또한 LIU는 임피던스 정합 회로, 직류 루프 회로, 링(Ring) 감지 회로와 통화로에서 야기되는 전압에 대한 보호 회로로 구성되어 있다.

특히, 4-선식 전 이중방식인 R96MD를 2-선식 선로인 PSTN에 연결시에 발생하는 반향(Echo)을 제거하기 위한 하이브리드 변환기 구성을 <그림 5>에 나타내었다. 만약 Zb가 채널 임피던스 Z1과 정합되지 않으면 임피던스 부정합으로 인해 가까운 하이브리드의 누출에 의한 근단 반향(Echo)이 생긴다. 하지만 임피던스 Zb와 Z1의 정합이 이루어 진다면, 모뎀내 수신기는 송신 신호를 제거하여 송신기와 분리된다 [7]. 자세한 인터페이스 회로는 <별첨 1>에 나타내었다.



$$* \text{하이브리드 손실} = 20 \cdot \text{LOG} \left| \frac{(Z1+Zs)(Zb+Zs)}{ZsZb - ZsZ1} \right|$$

그림 5. 하이브리드 변환기 구성  
fig 5. Diagram of a hybrid transform

#### 4. 제어와 통신용 S/W

PC-FAX 통신을 위한 인터페이스의 S/W에는, PC I/O 카드의 제어를 위한 S/W와 PC-FAX 프로토콜로 구성되어 있다. PC-FAX에서 제어부는 PC이므로, 모든 프로그램은 8088의 명령어를 써서 I/O 카드를 제어한다. PC가 FAX프로토콜 절차에 따라 각 전송 방식(FSK, V.29, V.27 ter)을 선택하기 위한 R96MD 모뎀의 내부 레지스터 구조는 <표 1>과 같다

표 1. R96MD 레지스터 구조  
table 1 R96MD register structure

레지스터	7	6	5	4	3	2	1	0
F	PDM	R						
E	*	R	R	R	SETUP	*	R	MDAO
5	RTS	*	R	R	*	*	R	*
4	Configuration							
0	TRANSCIEVER : DATA							

R : Reserved Registers  
\* : User Available Registers

<표 1>의 모뎀 레지스터를 선택하기 위해 PC는 I/O 메모리 주소에서 시스템이 사용하지 않는 영역 "0380H-039FH"으로 모뎀의 레지스터 내용을 읽거나, 모뎀을 원하는 상태로 선택하기 위해 이 영역으로 데이터를 쓴다. 각 레지스터의 내용과 I/O 주소 영역을 <표 2>에 나타낸다 [1][8][9][11].

표 2. 레지스터 내용과 I/O 주소  
table 2 Register information and I/O address

레지스터	내 용	I/O 주소
Configuration	Configuration HEX V.29 9600 bps 14 V.29 7200 bps 12 V.27 4800 bps 0A V.27 2400 bps 09 FSK 20	0384H
MDAO(Data동기)	Modem Data 사용	038EH
RTS(전송 방향)	Request to send	0385H
SETUP	Set Up	038EH
TRANSCIEVER	RAM Data(8 bit/I/O)	0380H
PDM	Parallel Data Mode	038FH

PC FAX통신은, PC가 FAX와 동일한 통신 기능을 갖고 있는 점이 특징이다. PC-FAX의 프로토콜의 구성은 현재 가장 일반적인 상용 FAX인 Group III 캐시비라기 갖고 있는 CCITT 권고안 "T.30"의 절차에 따른다. <그림 6>은 그중 시간 흐름에 따른 송,수신국의 이진 Handshaking 절차를 나타내고 있다. 프로토콜 상의 시간 간격은 소프트웨어 LOOP와 선로의 정보(Preamble과 HDLC의 Flag Bit)로써 인식한다 [2].

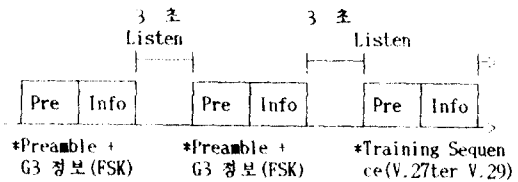


그림 6. 이진 Handshaking 절차  
fig 6. Binary handshaking procedure

실제 통신 절차를 규정함에 있어, 각 Preamble 다음에 오는 이진 정보는 HDLC 프레임 구조를 갖는다. PC-FAX의 데이터 전송을 위한 프로토콜인 CCITT T.30의 구조는 <그림 7>과 같고, HDLC의 이진 정보 이용하여 PC-FAX를 발신국으로 한 데이터 전송의 절차는 <그림 8>과 같다. <별첨 2>은 PC-FAX가 공중전화망을 통해 FAX로부터 받은 Preamble과 HDLC 구조, 그리고 프레임 내의 이진정보를 나타낸다 [2].

Flag x 2	Address	Control	정보	FCS	Flag
01111110	11111111	기능, 플	가변	16 bit	7EH

그림 7. HDLC 구조  
fig. 7. HDLC Structure

발신국(PC) 수신국(FAX) DIS(0000 0001)	발신국(PC) 수신국(FAX) DIS(0000 0001)
DCS(X100 0001)	DTC(1000 0001)
TCF(1.5초간 0)	DCS(X100 0001)
* CFR(X010 0001)	TCF(1.5초간 0)
고속 데이터 전송	* CFR(X010 0001)
EOP(X111 0100)	고속 데이터 전송
MCF(X011 0001)	EOP(X111 0100)
DCN(X101 1111)	MCF(X011 0001)
	DCN(X101 1111)

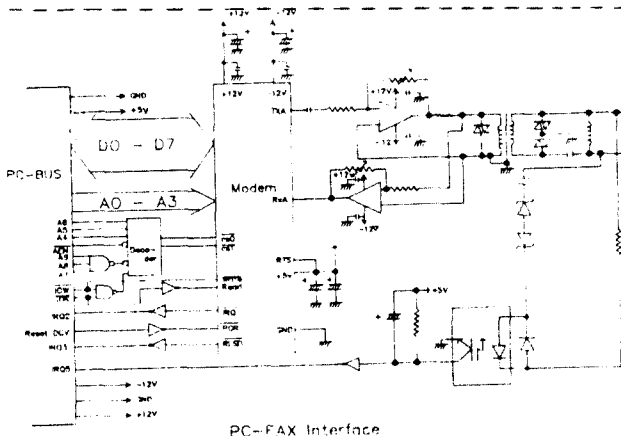
발신국(PC/FAX) 송신      발신국(PC/FAX) 수신

\* : Line Error시 Fallback(데이터의 동기 맞춤)  
데이터속도: 9600bps, 7200bps, 4800bps, 2400bps

그림 8. PC FAX를 발신국으로 한 이진 신호  
fig. 8. Binary signal on calling PC FAX

## 5. 결 론

본 논문에서는 PC가 FAX와 통신하기 위한 인터페이스 설계와 구현에 관해 논하였다. 별첨 1과 설계한 인터페이스를 써서 공중전화망을 통해 이 기종인 두 통신 단말(PC와 FAX)을 접속하였다. 이로써 PC FAX 인터페이스 카드를 통한 고속의 데이터 전송(9600bps ~ 2400bps)이 가능하며,



별첨 1> PC-FAX 인터페이스 회로

PC-FAX interface circuit

향후 논의될 Group IV 팩시밀리의 에러 제어 기법인 "Page Selective Repeat ARQ(Automatic Repeat Request)"를 두 대의 PC를 사용한 연구가 기대된다

## 6. 참고 문헌

- [1] CCITT REC. V Series Red book 1984.10
- [2] CCITT REC. T-Series Red book 1984.10
- [3] K. Kobayashi, "Advances in Facsimile Art," IEEE Comm. Mag., vol. 23, Feb. 1985
- [4] T. KAMAE, "Public Facsimile Communication Network," IEEE Comm. Mag., vol. 20, Mar. 1982
- [5] D. Bodson and N. C. Randall, "Analysis of Group 4 Facsimile Throughput," IEEE Comm. vol. 34, Sep. 1986
- [6] D. Bodson and R. A. Schaphort "Error Sensitivity of CCITT Standard Facsimile Coding Technique," IEEE Comm. vol. 31 Jan. 1983
- [7] N. S. Lin and C. -P. J. Tzeng, "Full Duplex Data Over Local Loops," IEEE Comm. vol. 26, Feb. 198
- [8] E. Jennings, "Practical Data Communications," Backwell.
- [9] LEWIS C. EGGBRECHT, "INTERFACE TO THE IBM PERSONAL COMPUTER."
- [10] IBM, "Technical Reference."
- [11] ROCKWELL, "R96MD 9600bps Facsimile Modem."

01111110	01111110	01111111	11111111
11011110	00000110	10000000	00000000
00100101	00010000	10000110	01100010
00000000	00111001	11001011	11111011
11111001	01111100	00011110	00000000
00000010	00000000	10010000	00100000
00100000	00000000	00000001	00110001
11101001	11011011	11001111	11101110
11111010	00000000	00100000	00010000
00010000	00010000	00010000	00010000
00010000	00010000	00010000	00010000
00010000	00010000	00010000	00010000
00010000	00010000	00010000	00010000
00010000	00010000	10010001	10010011
01100111	00111111	10111111	11101110
00100011	00000000	00000001	10011101
01110010	00000101	01010000	00100100
11111100	11111100	11111101	11111101
11111111	01111110	01111110	01111110

별첨 2> 수신 Preamble과 HDLC 정보

Received preamble and HDLC information