

# ATM망과 PSTN망간 연동 시스템의 설계 및 구현

탁 성 우<sup>†</sup> · 이 정 태<sup>††</sup>

## 요 약

전화 서비스는 우리가 일상생활에서 널리 사용하고 있는 서비스이며, ATM기반의 초고속정보통신망에서도 가장 많은 수요가 있을 것으로 기대되는 서비스 중의 하나이다. 따라서 ATM망과 PSTN망을 접속하여 ATM망에 접속된 컴퓨터와 기존 PSTN망의 가입자간에 전화 서비스를 제공해 주는 연동 시스템이 필요하다.

본 논문에서는 ATM망에 접속된 클라이언트와 PSTN망에 접속된 전화 가입자간에 전화 서비스를 제공하는 연동 시스템을 설계하고 구현하였다. 연동 시스템은 PSTN I/F 모듈, 신호 처리 모듈, 음성 샘플링 모듈, 음성 재생 모듈, 전송 모듈, ATM I/F 모듈로 구성하였다. PSTN I/F 모듈과 ATM I/F 모듈은 상용 제품을 이용하여 구현하였고, 신호 처리 모듈, 음성 샘플링 모듈, 음성 재생 모듈 및 전송 모듈은 윈도우95를 사용한 PC에서 소프트웨어로 구현하였다. 구현된 연동 시스템을 이용하여 시험망을 구축하고 동작을 시험한 결과, ATM망의 클라이언트와 PSTN망의 전화 가입자간에 전화 서비스를 원활히 제공해 주었으며, 이를 통해 두 통신망간을 접속하는 연동 시스템이 올바르게 동작함을 확인할 수 있었다.

# Design and Implementation of Internetworking System between ATM and PSTN

Sung-Woo Tak<sup>†</sup> · Jung-Tae Lee<sup>††</sup>

## ABSTRACT

POTS(Plain Old Telephone Service) is the most popular telecommunication service and should be supported in the future BISDN that is based on the ATM technology. Therefore, the interworking system between ATM network and PSTN is needed, which provides telephone service between client of ATM network and subscriber of PSTN. In this paper, the interworking system between ATM network and PSTN is designed and implemented. The interworking system consists of PSTN I/F module, signaling processing module, voice sampling module, voice regeneration module, transmission module, and ATM I/F module. The PSTN I/F module and ATM I/F module are implemented using the existing commercial H/W products. However, the other 4 modules are implemented for the WIN95 environments by software. The test environment is also implemented and the interworking system is operated without problems.

## 1. 서 론

앞으로의 통신망은 음성, 데이터 및 비디오 정보를 동시에 지원할 수 있는 ATM(Asynchronous Transfer

Mode)망으로 발전될 전망이다[1][2].

한편 PSTN(Public Switched Telephone Network)망에서 제공하는 전화 서비스는 현재 가장 많이 이용되는 음성 정보 서비스로써, 앞으로 ATM망에서 수용해야 할 대표적인 서비스이다. 따라서 앞으로는 ATM망과 PSTN망간을 연동하여 ATM망과 기존 PSTN망의 가입자간에 전화 서비스를 제공해 주는 연동 시스

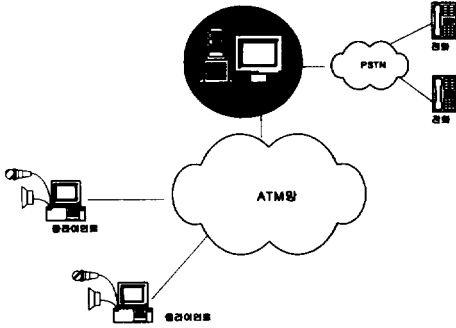
† 정 회 원 : 한국전자통신연구원 연구원

†† 정 회 원 : 부산대학교 컴퓨터공학과 교수

논문접수 : 1998년 1월 16일, 심사완료 : 1998년 8월 21일

템이 필요하다[3][4][5]. 이에 본 논문에서는 ATM망과 PSTN망을 연동하는 시스템을 설계하고 구현하였다.

그림 1은 ATM망과 PSTN망을 연동하여 ATM망에 접속된 클라이언트와 기존 PSTN망의 가입자간에 전화 서비스를 제공해 주는 연동 시스템의 구성을 보여 주고 있다.



(그림1) 연동 시스템의 구성도.

(Fig. 1) Configuration of internetworking system.

이 연동 시스템의 동작과정을 살펴보면 다음과 같다. 먼저 연동 시스템은 ATM망에 접속된 클라이언트와 PSTN망의 가입자간에 호 설정을 수행한다. 호가 설정되고 나면, 연동 시스템은 PSTN망의 신호 및 아날로그 음성 신호를 검출하여 PSTN의 신호를 ATM망을 통해 전달할 수 있는 제어 신호로 변환하여 설정된 호를 통해 클라이언트에게 전송하고, PSTN망에 연결된 전화 가입자의 아날로그 음성신호를 PCM신호로 디지털화하여 클라이언트에게 전송한다.

한편, ATM망에 접속된 클라이언트는 연동 시스템이 보낸 디지털화된 전화 가입자의 음성 신호를 재생하여 스피커로 출력하고, 마이크로 입력된 클라이언트의 음성 신호를 PCM신호로 디지털화하여 연동 시스템에게 전송하면, 연동 시스템은 클라이언트가 보낸 디지털 음성 신호를 아날로그 음성 신호로 변환하여 PSTN망의 기존 전화 가입자에 전달한다. 연동 시스템은 이와 같은 동작 과정을 수행하여 ATM망과 기존 PSTN망의 가입자간에 전화 서비스를 제공한다.

이러한 연동 시스템을 구현하기 위해서는 PSTN망에서의 신호 제어와 음성 신호의 샘플링 및 재생 기술이 필요하고, ATM망에 접속된 클라이언트와 PSTN망에 접속된 전화 가입자간에 음성 신호를 전달하는 전송 기술이 필요하다.

본 논문에서는 이러한 각각의 기술을 윈도우 95 환경에서 구현하였으며, 구현한 연동시스템이 올바르게 동작함을 확인하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 ATM망과 PSTN망간의 연동 시스템의 구성에 대해 기술하였고, 3장에서는 연동 시스템의 구현에 대해 설명하였다. 마지막으로 4장에서는 결론을 기술하였다.

## 2. 연동 시스템의 설계

이 장에서는 ATM망에 접속된 클라이언트와 기존 PSTN망의 가입자간에 전화 서비스를 제공하는 연동 시스템에 대하여 기술하였다. 따라서, 연동 시스템의 전체 구성을 보이고 각 모듈의 기능을 설명하였다. 그리고, ATM망에 접속된 클라이언트와 PSTN망의 가입자간의 정보 흐름을 제어하기 위한 응용 프로토콜을 기술하였다.

### 2.1 연동 시스템의 구성

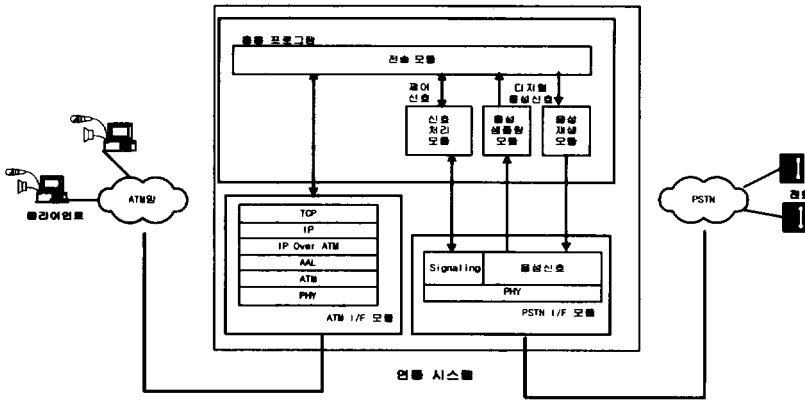
본 논문에서 설계한 연동 시스템의 구성은 그림 2와 같다.

그림 2에서 보는 바와 같이 연동 시스템은 PSTN I/F 모듈, 신호 처리 모듈, 음성 샘플링 모듈, 음성 재생 모듈, 전송 모듈, 그리고 ATM I/F 모듈로 구성되어 있다. 각 모듈의 기능을 살펴보면 다음과 같다.

먼저 PSTN I/F 모듈은 PSTN망의 신호 및 아날로그 음성 신호를 검출하고 생성하는 기능을 수행한다. 검출된 신호는 신호 처리 모듈로 전달되고, 검출된 음성 신호는 음성 샘플링 모듈로 전달된다. 그리고 PSTN I/F 모듈은 클라이언트에서 보내는 제어 신호를 전달 받아 해석하고 해당 신호를 생성시켜 PSTN망에 전송하고, 음성 재생 모듈로부터 보내온 클라이언트의 아날로그 음성 신호를 PSTN망에 전송한다.

신호 처리 모듈은 검출된 PSTN의 신호를 ATM망을 통해 전달할 수 있는 제어 신호로 변환하는 기능을 수행한다. 아울러 신호 처리 모듈은 전송 모듈로부터 클라이언트가 보낸 제어 신호를 전송 모듈로부터 받아 해석하고 PSTN I/F 모듈이 해당 신호를 생성하도록 하는 동작을 수행한다. 그리고, 음성 샘플링 모듈은 PSTN망에 연결된 전화 가입자의 아날로그 음성 신호를 PCM신호로 디지털화하는 기능을 수행한다.

이 밖에 음성 재생 모듈은 클라이언트에서 보내온



(그림 2) 연동 시스템의 구성.  
(Fig. 2) Architecture of the internetworking system.

디지털 음성 신호를 아날로그 음성신호로 변환하는 기능을 수행한다. 연동 시스템은 앞서 설명한 음성 샘플링 모듈 및 음성 재생 모듈의 기능을 동시에 수행함으로써 ATM망에 접속된 클라이언트와 PSTN망의 가입자간에 전화 서비스를 제공한다.

한편, 연동 시스템과 클라이언트간에 프레임 단위로 정보를 교환한다. 연동 시스템의 전송 모듈은 신호 처리 모듈에서 보내 온 제어 신호와 음성 샘플링 모듈에서 보내 온 음성 신호를 프레임에 담아 클라이언트에게 전달한다. 또한, 전송 모듈은 클라이언트에서 보낸 프레임을 해석하여 그 내용이 제어 신호이면 신호 처리 모듈로 전달하고, 음성 신호이면 음성 재생 모듈로 전달한다.

연동 시스템은 ATM I/F 모듈을 통해 ATM망에 접속된 클라이언트와 통신을 수행한다. ATM I/F 모듈에서는 기존의 TCP/IP 환경을 그대로 이용할 수 있는 IP Over ATM기법을 사용하여 ATM 프로토콜인 TCP/IP 프로토콜을 접속하였다. 여기서 IP Over ATM기법을 이용한 이유는, ATM 프로토콜용 응용 프로그램의 개발에 필요한 ATM API(Application Programming Interface)가 현재까지 정립되어 있지 않기 때문에 ATM환경에서 기존의 TCP/IP API를 그대로 이용하기 위해서이다.

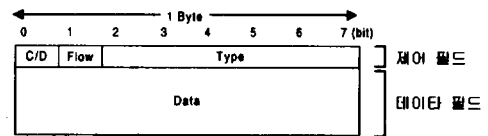
2.2 응용 프로토콜

ATM망에 접속된 클라이언트와 연동 시스템간에 전화서비스용 신호 정보와 음성 정보를 교환하려면 이

들 정보의 교환을 위한 응용 프로토콜이 필요하다. 이 프로토콜은 프레임 단위로 정보를 취급하여 송수신되는 프레임의 유형에 따라 프레임의 구조와 종류가 달라진다. 이 장에서는 이 응용 프로토콜에서 사용하는 프레임의 종류와 구조를 설명하였다.

2.2.1 프레임 구조

응용 프로토콜에서 사용하는 프레임은 그림 3과 같이 제어 필드와 데이터 필드로 구성되어 있다. 제어 필드는 1바이트 크기이고, 데이터 필드는 0바이트에서 최대 11025바이트까지의 가변 길이이다.



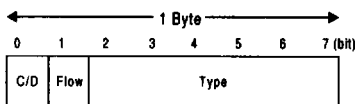
(그림 3) 프레임 구조.  
(Fig. 3) Frame structure.

프레임은 제어 필드내의 C/D, Flow, Type필드의 값에 따라 종류가 달라진다. 여기서 C/D 비트는 신호의 유형을 구분하는데 사용되는 비트이다. 이 비트가 1이면 제어 프레임임을 나타내고, 0이면 음성 프레임임을 나타낸다.

Flow필드는 프레임의 흐름을 구분하는데 사용되는 필드로서 1이면 연동 시스템이 클라이언트에게, 0이면 클라이언트가 연동 시스템에게 보내는 프레임임을 의

미한다. 그리고, Type 필드는 프레임의 종류를 의미한다. 표 1은 C/D, Flow 및 Type 필드에 따른 프레임의 종류를 보여 주고 있다.

표 1에서 보는 바와 같이 프레임은 크게 제어 프레임과 음성 프레임으로 구분되고, 신호의 유형에 따라 프레임의 구조도 달라진다. 먼저 CS\_SEND\_DIAL 프레임은 제외한 나머지 제어 신호들을 전달하는 제어 프레임의 구조는 그림 4와 같다.

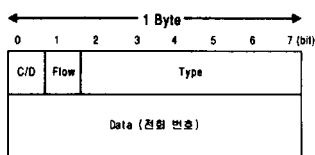


(그림 4) 제어 신호를 전달하는 제어 프레임 구조.  
(Fig. 4) Frame structure for control signal.

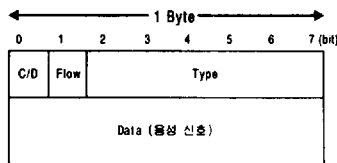
프레임이 제어 신호인 경우에는 그림 4에서 제시된 바와 같이 1바이트 크기의 제어 필드로 구성되는 프레임 구조를 사용하여 연동 시스템과 클라이언트간에 제어 정보를 교환한다. 그러나 그림 5에서 보는 바와 같이 제어 신호를 나타내는 프레임에서 CS\_SEND\_DIAL 프레임은 1 바이트 크기의 제어 필드 외에 20바이트 크기의 데이터 필드로 구성된다.

CS\_SEND\_DIAL 프레임의 데이터 필드에는 클라이언트가 통신을 원하는 PSTN망 가입자의 전화 번호가

들어간다. 현재 전화 번호 체계는 서비스 번호 3자리, 국가 번호 3자리, 지역 번호 4자리, 그리고 개인별 가입자 번호 8자리로 구성되어 있다. 연동 시스템에서는 전화 번호 한 자리를 한 바이트로 표시하기 때문에 전화 번호를 저장하기 위해서는 18바이트가 필요하고, 여기에 2바이트의 확장 영역을 더해 총 20바이트 크기의 데이터 필드를 사용하였다. 한편, 음성 신호를 전달하는 프레임의 경우는 그림 6과 같이 1바이트의 제어 필드와 11025바이트의 데이터 필드로 구성된다.



(그림 5) CS\_SEND\_DIAL 프레임의 구조.  
(Fig. 5) CS\_SEND\_DIAL Frame structure.



(그림 6) 음성 신호를 전달하는 프레임 구조.  
(Fig. 6) Frame structure for voice signal.

〈표 1〉 프레임의 종류와 제어 필드 값  
<Table 1> Type of frame and value of control field

(a) 제어 프레임의 경우

C/D	Flow	Type	프레임의 종류	의미
1	1	000001	SC_SEND_DIAL_TONE	연동 시스템에서 다이얼 톤 신호를 보냄
1	1	000010	SC_SEND_RING	연동 시스템에서 링 신호를 보냄
1	1	000011	SC_SEND_BUSY	연동 시스템에서 Busy 신호를 보냄
1	1	000100	SC_SEND_ANSWER_TONE	연동 시스템에서 Answer 톤 신호를 보냄
1	1	000101	SC_CALL_TERMINATE	연동 시스템에서 Hang Up 신호를 보냄
1	0	000001	CS_CALL_REQUEST	클라이언트에서 전화 서비스를 요구함
1	0	000010	CS_CALL_DIAL	클라이언트에서 다이얼 신호를 보냄
1	0	000011	CS_CALL_TERMINATE	클라이언트에서 Hang Up신호를 보냄

(b) 음성 프레임의 경우

C/D	Flow	Type	프레임의 종류	의미
0	1	000000	SC_DATA_TRANSFER	연동 시스템에서 음성 신호를 보냄
0	0	000000	CS_DATA_TRANSFER	클라이언트에서 음성 신호를 보냄

본 논문의 서버 및 클라이언트 시스템은 윈도우 운영 체제에서 동작하므로 윈도우에서 지원하는 음성 신호의 샘플링 방법을 따라야 한다. 윈도우에서는 PCM (Pulse Code Modulation) 방식으로 음성 신호를 샘플링 하는데 윈도우에서 지원하는 샘플링 방식에는 3가지가 있다. 먼저 전화 음질 수준인 11025바이트 크기로 음성 신호를 샘플링하는 방식이 있고, 다음으로 라디오 음질 수준인 22025바이트 크기로 음성 신호를 샘플링하는 방식, 그리고 CD 음질 수준인 44100바이트의 크기로 음성 신호를 샘플링하는 방식이 있다. 전화 통신에서는 라디오 음질이나 CD 음질 수준의 샘플링 방식이 요구되지 않으므로 본 논문에서는 전화 음질 수준인 11025바이트 크기로 음성 신호를 샘플링하는 방식을 택하였다. 따라서 음성 신호를 나타내는 프레임은 11025바이트 크기의 데이터 필드를 사용하였다.

본 논문에서 정의한 프레임 구조를 종합적으로 정리하면 그림 7과 같다.

2.3 PSTN망과 ATM망간의 호 처리

ATM망에 접속된 클라이언트가 PSTN망의 전화 가입자와 전화 통신을 할 경우는 여러 가지 신호를 거쳐 클라이언트와 전화 가입자간에 연결이 설정된다[6]. 그림 8은 ATM망과 PSTN망간의 연결을 위한 호 처리 과정을 보여주고 있다.

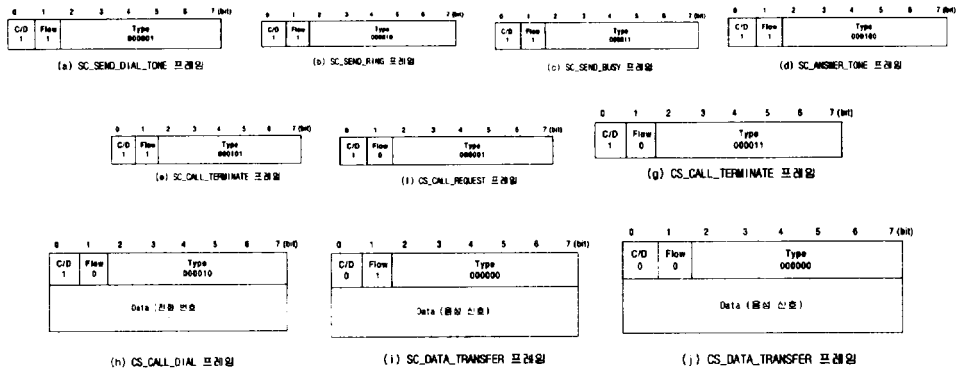
그림 8에서 보여 주고 있는 ATM망과 PSTN망간의 호 처리 과정은 다음과 같다. 클라이언트는 그림7에 정의된 CS\_CALL\_REQUEST 프레임을 연동 시스템으로 보내어 전화 서비스를 요구한다. 클라이언트가 CS\_CALL\_

REQUEST 프레임을 연동 시스템으로 전달하기 위해서는 클라이언트와 연동 시스템간에 호 설정이 이루어져야 한다. ATM망에 접속된 클라이언트와 연동 시스템간의 호 설정은 Q.2931프로토콜에 따라 이루어진다[7].

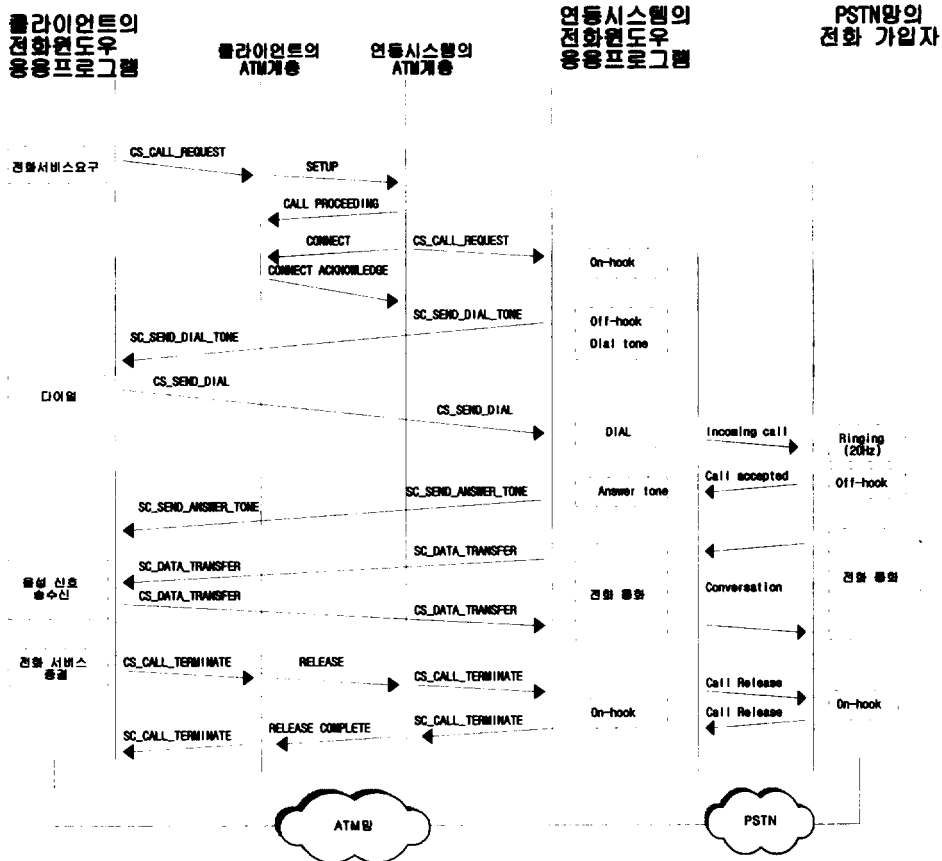
클라이언트의 ATM계측과 연동 시스템의 ATM계측간에 호가 설정되는 과정을 살펴보면, 클라이언트에서는 SETUP메시지를 보내고, SETUP메시지를 수신한 연동 시스템은 CALL PROCEEDING메시지를 클라이언트에게 보내어 호 설정을 처리하고 있음을 알린다. 연동 시스템이 호 설정 처리 과정을 끝내면, 클라이언트에게 CONNECT메시지를 보낸다. CONNECT메시지를 수신한 클라이언트는 연동 시스템에게 CONNECT ACKNOWLEDGE메시지를 호 설정을 완료한다.

상기와 같은 과정으로 클라이언트와 연동 시스템간에 호가 설정되면 클라이언트와 연동 시스템은 그림7에서 정의한 프레임을 사용하여 정보를 교환한다. 먼저 클라이언트가 전송한 CS\_CALL\_REQUEST 프레임을 수신한 연동 시스템은 현재의 전화 라인 상태를 Idle상태에서 Off-hook상태로 전환하고, SC\_SEND\_DIAL\_TONE 프레임을 클라이언트에게 보내어 응답한다. SC\_SEND\_DIAL\_TONE 프레임을 수신한 클라이언트는 CS\_SEND\_DIAL 프레임을 연동 시스템에게 보내어 전화 통화를 원하는 PSTN망의 가입자 전화 번호를 전송한다.

CS\_SEND\_DIAL 프레임을 수신한 연동 시스템은 프레임의 데이터 필드에 저장되어 있는 전화 번호에 따라 PSTN망의 전화 가입자에게 다이얼을 한 후 PSTN망의 가입자에게 Ring신호를 보낸다. Ring신호를 수신



(그림 7) 연동 시스템에서 사용하고 있는 프레임 구조.  
(Fig. 7) Frame structure used in the internetworking system.



(그림 8) ATM망과 PSTN망간의 호 처리 과정.  
 (Fig. 8) Call processing procedure between ATM network and PSTN.

한 전화 가입자가 수화기를 들면, 전화 가입자의 전화 라인 상태는 On-hook 상태에서 Off-hook 상태로 전환된다. PSTN망에 접속된 전화 가입자의 Off-hook 상태를 검출한 연동 시스템은 클라이언트에게 SC\_SEND\_ANSWER\_TONE 프레임을 보내어 PSTN망에 접속된 전화 가입자와 연결이 설정되었음을 알림으로써 호 설정 과정이 완료된다. 이와 같은 과정으로 호 설정이 완료되면 PSTN망에 접속된 전화 가입자는 음성 신호를 샘플링하여 디지털화된 신호로 변환한 후 SC\_DATA\_TRANSFER 프레임의 데이터 필드에 실어 상대방에게 전달한다.

한편, SC\_SEND\_ANSWER\_TONE 신호를 수신한 클라이언트는 음성 입력력 장치를 초기화시키고 연동 시스템이 보내온 SC\_DATA\_TRANSFER 프레임의 데이터를 받는다. 그리고 SC\_DATA\_TRANSFER 프레임의 데이터

필드에 있는 디지털 음성 신호를 아날로그 신호로 변환하여 스피커로 출력한다. 한편, 마이크에서 입력된 음성 신호의 경우에는 샘플링하여 디지털 음성 신호로 바꾸고 SC\_DATA\_TRANSFER 프레임의 데이터 필드에 실어 연동 시스템으로 보낸다. 또 SC\_DATA\_TRANSFER 프레임의 데이터를 수신한 연동 시스템은 이 프레임의 데이터 필드에 저장되어 있는 디지털 음성 신호를 아날로그 신호로 변환한 후 PSTN망의 전화 가입자에게 전달한다.

클라이언트는 통화가 끝나면, CS\_CALL\_TERMINATE 프레임을 연동 시스템으로 보내어 호 해제 과정을 개시하고, CS\_CALL\_TERMINATE 프레임을 수신한 연동 시스템은 전화 라인 상태를 On-hook 상태로 바꾸어 PSTN망에 접속한 전화 가입자와의 호를 해제한다. 그리고 기존 전화 가입자가 호를 해제하기 위해 수화기를 내리면 전화 라인 상태가 Off-hook 상태에서 On-hook

상태로 전환된다. 이 때 PSTN망에 접속된 전화 가입자의 Off-hook상태를 검출한 연동 시스템은 전화 라인 상태를 On-hook상태로 바꾸고 SC\_CALL\_TERMINATE 프레임용 클라이언트에게 보내어 PSTN망에 접속된 전화 가입자와의 호가 해제됨을 알린다.

ATM망에 접속된 클라이언트와 연동 시스템간의 호 해제 과정은 호 설정과 마찬가지로 Q.2931규정에 의해 이루어져야 하는데 이 과정을 살펴보면 다음과 같다. 먼저 클라이언트의 ATM계층은 연동 시스템의 ATM계층으로 RELEASE메시지를 보내어 호 해제를 요구한다. 이때 RELEASE메시지를 수신한 연동 시스템은 클라이언트에게 RELEASE COMPLETE메시지를 보내어 호 해제가 완료되었음을 알린다. 마지막으로, 지금까지 설명한 ATM망과 PSTN망간의 호 처리 과정을 통해 ATM망에 접속된 클라이언트와 PSTN망의 전화 가입자간에 연결이 설정된다.

한편, 이와 같은 동작 과정들은 연동 시스템내의 신호 처리 모듈, 전송 모듈, PSTN I/F 모듈, 그리고 ATM I/F 모듈을 통해 수행되어진다. 다음 3장에서는 이들 모듈 외에 음성 샘플링 모듈 및 음성 재생 모듈로 구성된 연동 시스템의 구현 방법에 대하여 기술하였다.

### 3. 연동 시스템의 구현

이 장에서는 2장에서 살펴본 연동 시스템의 구현 방법에 대하여 기술하였다. 그림 2에 제시한 바와 같이 연동 시스템은 PSTN I/F모듈, 신호 처리 모듈, 음성 샘플링 모듈, 음성 재생 모듈, 전송 모듈, ATM I/F 모듈로 구성되어 있으며 세부 사항은 다음과 같다.

#### 3.1 PSTN I/F 모듈

PSTN I/F모듈은 PSTN망의 신호 및 음성 신호를 검출하고 생성하는 기능을 수행한다. 본 논문에서는 Creative사의 Phone Blaster카드를 사용하여 PSTN I/F 모듈을 구현하였다.

#### 3.2 신호 처리 모듈

신호 처리 모듈은 PSTN I/F를 구현하는데 사용된 Phone Blaster카드의 구동 프로그램을 제어하여 구현하였다. Phone Blaster 카드에서는 전화 신호를 처리하기 위해서 Phone Line 구동 프로그램을 제공한다. 이

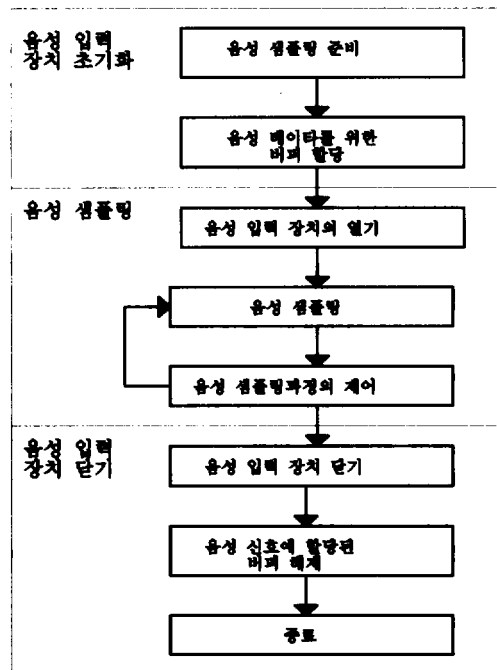
구동 프로그램은 PSTN망에서 발생하는 신호를 디지털 코드 값을 가지는 이벤트 메시지로 변환하여 윈도우 운영 환경에서 처리할 수 있도록 관리하는 기능을 제공한다.

Phone Blaster 카드에서 신호 처리 과정을 살펴보면 다음과 같다. 먼저, Phone Line 구동 프로그램은 PSTN망에서 발생하는 각각의 신호에 대해 이벤트 메시지를 발생시킨다. 이때 발생된 이벤트 메시지들은 윈도우 운영체제에서 동작하고 있는 응용 프로그램에게 전달되고, 응용 프로그램 내에서 이벤트 처리 함수는 각각의 신호에 대한 이벤트 메시지를 받아서 적절한 기능을 수행한다.

다음은 PSTN I/F 모듈에서 검출된 음성 신호를 샘플링하여 PCM신호로 디지털화하는 음성 샘플링 모듈에 대해 살펴보고자 한다.

#### 3.3 음성 샘플링 모듈

음성 샘플링 모듈은 음성 입력장치 초기화 모듈, 음성 샘플링 모듈 및 음성 입력장치 닫기 모듈로 구성되어 있다. 그림 9는 음성 샘플링 모듈의 구성도를 보여주고 있다.

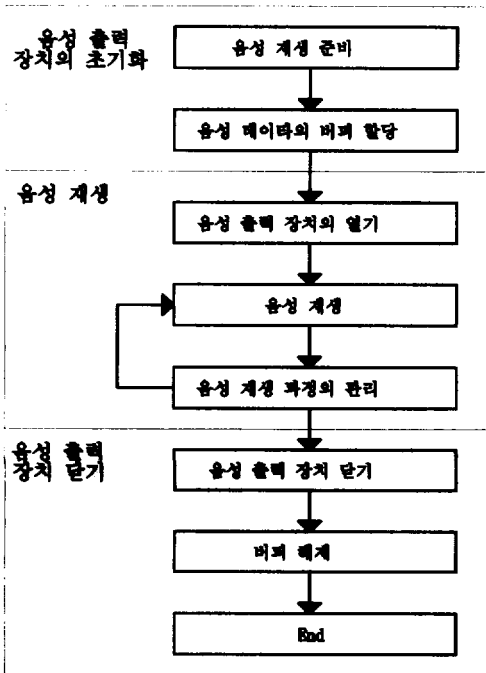


(그림 9) 음성 샘플링 모듈의 구성도.  
(Fig. 9.) Structure of voice sampling module.

음성 입력 장치 초기화 모듈은 입력 장치를 초기화 하고, 음성 샘플링 모듈은 PSTN I/F 모듈에서 검출된 음성 신호를 샘플링하며 음성 입력 장치 닫기 모듈은 입력 작업이 종료 되었을 때 장치를 닫는 기능을 수행 한다. 본 논문에서는 마이크로소프트사에서 제공하는 Wave API를 이용하여 구현하였다.

3.4 음성 재생 모듈

음성 재생 모듈은 음성 출력장치 초기화 모듈, 음성 재생 모듈, 음성 출력장치 닫기 모듈로 구성되어 있다. 그림 10은 음성 재생 모듈의 구성도를 보여주고 있다.



(그림 10) 음성 재생 모듈의 구성도.  
(Fig. 10) Structure of voice regeneration module.

음성 출력장치 초기화 모듈은 음성 출력장치를 열기 전에 장치를 초기화하는 역할을 담당하고, 음성 재생 모듈은 디지털화된 음성 데이터를 아날로그 음성 신호로 변환하는 역할을 담당하며, 음성 출력장치 닫기 모듈은 재생작업이 완료되었을 때 음성 출력 장치를 닫는 역할을 수행한다. 음성 재생 모듈은 음성 샘플링 모듈을 구현하는데 사용한 Wave API를 이용하여 구현하였다.

3.5 전송 모듈

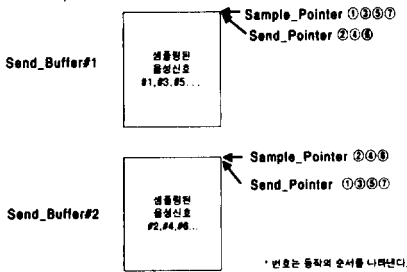
그림 2에서 제시된 바와 같이 ATM망에 접속된 클라이언트와 PSTN망의 전화 가입자간에 전화 서비스를 제공하는 연동 시스템은 PSTN I/F모듈, 신호 처리 모듈, 음성 샘플링 모듈, 음성 재생 모듈외에도 클라이언트와 연동 시스템간에 정보를 주고받는 전송 모듈이 필요하다. 본 논문에서는 ATM망에 접속된 클라이언트와 PSTN망의 전화 가입자간의 전화 통신을 위해 TCP 프로토콜에서 제공하는 스트림 소켓(Stream Socket)을 사용하여 전송 모듈을 구현하였다[8][9][10].

구현한 연동 시스템의 전송 모듈은 ATM망에 접속된 클라이언트와 PSTN망의 가입자간에 전화 서비스를 제공하기 위해서 클라이언트에서 보내온 디지털 음성 신호를 수신함과 동시에 샘플링된 전화 가입자의 음성 신호를 클라이언트에게 전송하는 양방향 송수신 기능을 수행해야 한다. 다시 말하면, 연동 시스템이 전화 가입자의 음성 신호를 샘플링하여 클라이언트에게 전송할 경우에는 음성 신호의 샘플링과 동시에 송신작업이 이루어져야 한다. 만약 음성 신호의 샘플링과 송신작업이 동시에 이루어지지 못하면 연동 시스템이 클라이언트에게 전송할 동안 전화 가입자의 음성 신호를 샘플링하지 못하게 되어 음성 신호의 손실이 발생하게 되고, 결국 전화 가입자와 클라이언트간에 정상적인 통화가 이루어질 수 없게 된다. 따라서 음성 신호의 샘플링과 송신작업을 동시에 수행하기 위해서는 샘플링되는 전화 가입자의 음성 신호를 저장하기 위한 버퍼와 클라이언트에게 송신할 음성 신호가 저장되어 있는 버퍼를 따로 두어야 한다. 본 논문에서는 이중 버퍼링(Double Buffering)방식을 사용하여 음성 신호의 샘플링과 송신을 동시에 수행하도록 구현하였다.

그림 11은 음성 신호의 샘플링과 송신작업을 동시에 수행하기 위한 이중 버퍼링 방식을 보여주고 있다. 그림 11에서 보는 바와 같이 연동 시스템은 Send\_Buffer#1과 Send\_Buffer#2로 구성되어 있는 이중 버퍼 구조를 사용하여 음성 신호의 샘플링과 송신을 동시에 수행한다. 그림에서 Sample\_Pointer는 현재 샘플링되고 있는 전화 가입자의 음성 신호가 저장될 버퍼를 가리키며 Send\_Pointer는 클라이언트에게 전송할 샘플링 된 음성 신호가 저장되어 있는 버퍼를 가리킨다. 이들 Sample\_Pointer와 Send\_Pointer는 초기에는 Send\_Buffer#1을 가리키지만 연결이 설정되면 음성 신호를 샘플링하여



PCM 신호로 디지털화한 후 Sample\_Pointer가 가리키는 Send\_Buffer#1에 저장한다. 이때 Send\_Buffer#1이 차면 Sample\_Pointer는 Send\_Buffer#2를 지적하고 Send\_Pointer는 Send\_Buffer#1을 지적한 후 Send\_Pointer가 가리키고 있는 Send\_Buffer#1에 저장되어 있는 샘플링된 음성 신호를 클라이언트에게 전송함과 동시에 샘플링된 음성 신호는 Sample\_Pointer가 가리키는 Send\_Buffer#2에 저장한다.

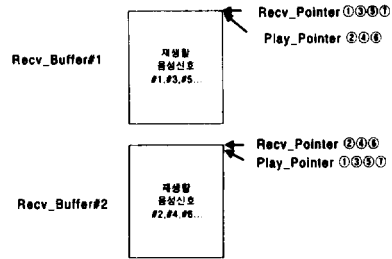


(그림 11) 음성 샘플링과 송신작업을 위한 이중 버퍼링 방식.  
(Fig. 11) Double buffering method for voice sampling and transmission.

이와 같은 과정으로 또 다시 버퍼가 차면 Send\_Pointer는 Send\_Buffer#2를 가리키고, Send\_Buffer#2에 저장되어 있는 음성 신호를 클라이언트에게 전송함과 동시에 Sample\_Pointer는 Send\_Buffer#1를 가리킨 후 음성 샘플링을 반복하여 수행한다. 연동 시스템은 이와 같은 동작을 반복적으로 수행함으로써 PSTN망에 접속된 전화 가입자의 음성 신호를 클라이언트에게 손실없이 전송하게 된다.

한편 연동 시스템에서는 앞서 설명한 샘플링 및 송신과정과 마찬가지로 수신과 재생과정도 동시에 이루어져야 한다. 즉 클라이언트에서 보내온 디지털 음성 신호를 아날로그 음성 신호로 재생해야 하는데, 이러한 재생과정과 디지털 음성 신호의 수신과정이 동시에 이루어져야 한다. 만약 디지털 음성 신호의 재생과 수신작업이 동시에 이루어지지 못하면, 디지털 음성 신호를 재생할 동안에 다음 신호를 수신하지 못하여 음성 신호의 손실이 발생되고, 이러한 음성 신호의 손실은 전화 가입자와 클라이언트간에 정상적인 통화가 이루어질 수 없게 된다. 따라서 디지털 음성 신호의 재생과 수신작업을 동시에 수행하기 위해서는 음성 신호를 저장하기 위한 버퍼와 수신되는 음성 신호를 저장하기 위한 버퍼를 따로 두어야 한다. 본 논문에서는

앞서 설명한 바와 같은 이중 버퍼링 방식을 사용하여 디지털 음성 신호의 재생과 수신작업을 동시에 수행하도록 구현하였다. 그림 12는 음성 신호의 재생과 수신작업을 동시에 수행하기 위한 이중 버퍼링 방식을 보여주고 있다.



(그림 12) 재생과 수신작업을 위한 이중 버퍼링 방식.  
(Fig. 12) Double buffering method for voice regeneration and receiving.

그림 12에서 보는 바와 같이 연동 시스템은 Recv\_Buffer#1과 Recv\_Buffer#2로 구성되어 있는 이중 버퍼링 방식을 사용하여 디지털 음성 신호의 재생과 수신을 동시에 수행한다. Recv\_Pointer는 클라이언트에서 보내온 디지털 음성 신호가 저장될 버퍼를 가리키고, Play\_Pointer는 재생할 디지털 음성 신호가 저장된 버퍼를 가리킨다. 이들 Recv\_Pointer와 Play\_Pointer는 초기에는 Recv\_Buffer#1을 가리키지만 연결이 설정되면, 클라이언트에서 보내온 디지털 음성 신호를 Recv\_Pointer가 가리키는 Recv\_Buffer#1에 저장한다. 이때 Recv\_Buffer#1이 차면 Recv\_Pointer는 Recv\_Buffer#2를 가리키고 Play\_Pointer는 Recv\_Buffer#1을 가리킨 후 Recv\_Buffer#1에 저장되어 있는 디지털 음성 신호를 재생함과 동시에 음성 신호를 수신하여 Recv\_Buffer#2에 저장한다.

이와 같은 과정으로 Recv\_Buffer#1에 저장된 음성 신호의 재생이 완료되면 Play\_Pointer는 Recv\_Buffer#2를 가리키고, Recv\_Pointer를 Recv\_Buffer#1로 가리킨 후 재생과 수신작업을 동시에 수행한다. 연동 시스템은 이러한 동작을 반복함으로써 클라이언트에서 보내온 디지털 음성 신호를 PSTN망에 접속된 전화 가입자에게 손실없이 전송하게 된다.

### 3.6 ATM I/F 모듈

그림 2에 제시된 바와 같이 연동 시스템이 ATM망

에 접속된 클라이언트와 통신하기 위해서는 ATM I/F 모듈이 필요하다. ATM I/F 모듈은 ATM망과 접속을 위한 PHY, ATM, AAL프로토콜과 전송 모듈에 Socket API기능을 제공하기 위한 TCP/IP 기능을 담당한다. 아울러 ATM프로토콜과 TCP/IP 프로토콜간의 연동에는 IP Over ATM기법을 사용하였는데 ATM I/F 모듈은 이 기능을 함께 수행한다[11].

본 논문에서는 현재 상용화되어 있는 여러 가지 ATM카드중에서 Win95환경에서 LAN Emulation과 IP over ATM 기능을 모두 제공하는 Olicom사의 ATM 155Mbps NIC(Network Interface Card)를 사용하여 구현하였다[12]. 그림 2의 ATM I/F모듈에서 PHY, ATM, AAL5 계층은 Olicom사의 ATM 155Mbps NIC가 담당하고, IP Over ATM계층은 Olicom사의 NIC가 제공하는 구동 프로그램에서 담당하고 있다. 한편, TCP/IP 계층은 윈도우 95에서 지원하는 TCP/IP프로그램을 이용하여 ATM I/F 모듈을 구현하였다.

3.7 시험망 구성 및 동작 시험

지금까지 설명한 바와 같이 구현한 연동 시스템은 그림 13에서 제시된 바와 같은 시험 환경을 구축하여 동작 시험을 하였다.

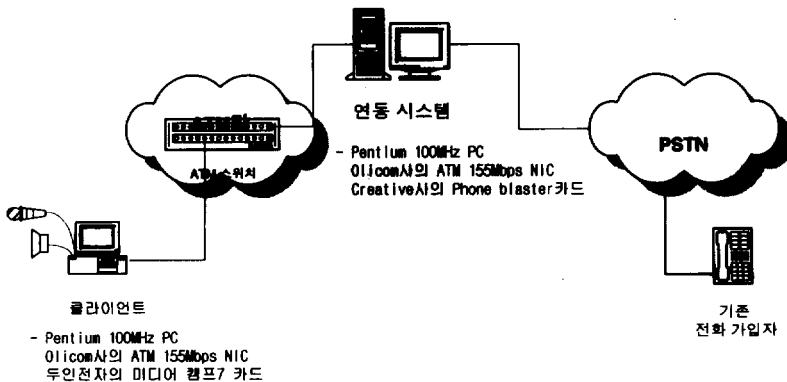
시험망은 그림 13에서 보는 바와 같이 Virata사의 ATM스위치를 사용하여 ATM망을 구성하고, Olicom사의 ATM 155Mbps NIC(Network Interface Card)가 장착된 클라이언트와 연동 시스템을 ATM스위치에 접속시켜 구축하였다. 또한 연동 시스템에는 Phone blaster 카드를 장착하여 PSTN망에 접속시켰고, 클

라이언트에는 마이크와 스피커를 장착하고, 음성 재생과 샘플링을 동시에 수행하는 사운드 카드(두인전자의 미디어 캠프7 카드 사용)를 장착하여 구성하였다.

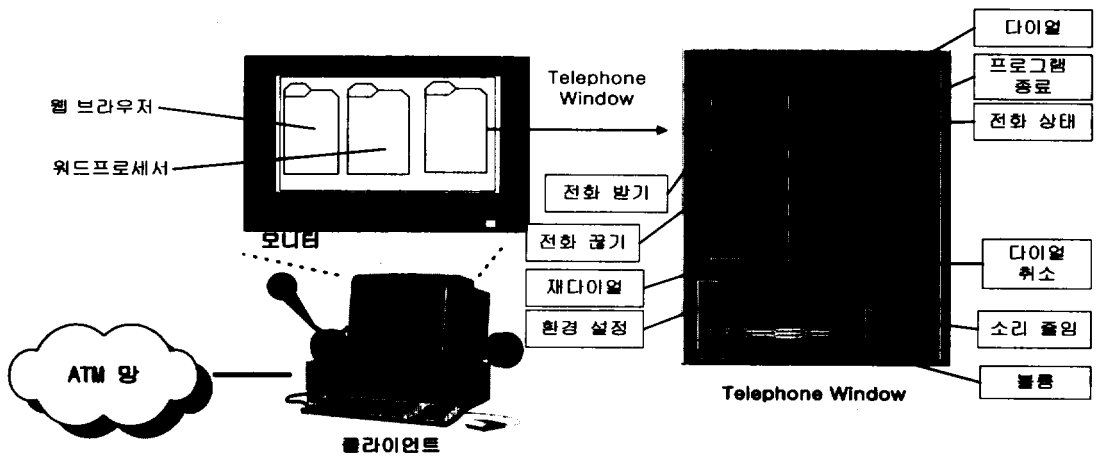
클라이언트에서는 2장에서 기술한 전송 모듈, 음성 재생 모듈, 음성 샘플링 모듈, 그리고 ATM I/F 모듈을 기반으로 윈도우 환경에서 동작 가능한 전화 윈도우를 구현하였다. 그림 14는 전화 윈도우를 보여 주고 있는데 기존의 전화기와 같은 기능을 에뮬레이션하여 구현하였다. 이러한 환경하에서 클라이언트가 PSTN망의 가입자에게 전화를 거는 경우와 PSTN망의 전화 가입자가 클라이언트에게 전화를 거는 경우로 구분하여 실시하였다.

먼저 클라이언트가 PSTN망의 전화 가입자에게 전화를 거는 경우에는, 클라이언트의 전화 윈도우에서 마우스로 DIAL버튼을 선택하여 연동 시스템에게 전화 서비스를 요구한다. 그리고 전화 가입자의 전화 번호를 마우스로 입력하면, 연동 시스템은 PSTN망의 전화 가입자와 연결을 설정한 후 클라이언트에게 연결이 설정되었음을 알리는 메시지를 전달하고, 클라이언트에서는 스피커로 Ring 신호가 출력된다. 이때 전화 가입자의 음성 신호는 클라이언트의 스피커로 출력되며 클라이언트에서 이야기한 음성을 마이크로 입력하여 전화 가입자에게 전달된다.

한편 PSTN망의 전화 가입자가 클라이언트로 전화를 거는 경우에는, 연동 시스템은 PSTN망에서 링 신호를 검출하여 클라이언트에게 전화가 왔음을 알리고, 클라이언트에서는 스피커를 통하여 링 신호가 출력된



(그림 13) 시험망 구성도.  
(Fig. 13) Test environment.



(그림 14) 전화 윈도우.  
(Fig. 14) Telephone window.

다. 이때 클라이언트에서 마우스로 전화 윈도우의 RECEIVE버튼을 눌러 전화를 받으면 마이크와 스피커를 이용해 PSTN망의 전화 가입자와 전화 통화가 이루어지게 된다.

이와 같은 두 가지 경우에 대해 연동 시스템의 동작 시험을 수행 한 결과, 제한된 시험 환경에서 연동 시스템은 ATM망과 PSTN망을 연동하여 ATM망에 접속된 클라이언트와 PSTN망의 전화 가입자간에 기존 PSTN에서 제공하는 수준과 거의 동일한 전화 서

비스를 제공할 수 있음을 확인하였으며, 시험한 결과에 내용은 표 2와 같다.

#### 4. 결 론

전화 서비스는 우리가 일상생활에서 널리 사용하고 있는 서비스이며, ATM기반의 초고속정보통신망에서도 가장 많은 수요가 있을 것으로 기대되는 서비스 중의 하나이다. 따라서 ATM망과 PSTN망을 접속하여

<표 2> 연동 시스템의 시험 결과.  
<Table 2> Test result of Internetworking system.

	입력 형태	출력 형태	시험 결과
클라이언트	마이크를 통한 음성 신호 입력	스피커를 통한 음성 신호 재생	일반전화의 통화 품질과 거의 동일한 수준으로 기존 전화 가입자와 양방향 음성 송수신 가능
연동시스템	클라이언트에서 전송한 디지털화된 음성신호 수신 및 기존 전화 가입자의 아날로그 음성신호 수신	기존 전화 가입자의 음성신호를 클라이언트에게 전송 및 클라이언트로부터 입력된 음성신호를 기존 전화가입자에게 전송	클라이언트와 기존 전화 가입자간에 실시간으로 양방향 음성 신호의 송수신 기능 수행
기존 전화가입자	송화기를 통한 음성 신호 입력	수화기를 통한 음성 신호 출력	기존 전화 서비스의 통화 품질과 거의 동일한 수준으로 클라이언트와 양방향 음성 송수신 가능

ATM망에 접속된 컴퓨터와 기존 PSTN망의 가입자간에 전화 서비스를 제공해 주는 연동 시스템이 필요하다.

최근에는 기존의 전화 서비스와 같이 인터넷에 접속된 사용자들간에 음성 통신을 제공하는 인터넷 폰 제품들이 많이 나오고 있다. 그러나 현재 인터넷은 저속의 패킷교환 방식을 이용하고 사용자에게 고정된 대역폭을 제공하지 못하므로 인터넷에 연결된 사용자들이 인터넷 폰을 사용하여 음성 통신을 하는 경우 음성 트래픽의 지연 때문에 실시간 음성 통신이 어렵다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 현재 상용 인터넷 폰 제품들은 음성 트래픽의 양을 줄이는 압축 기법을 이용하거나 신뢰성을 보장하는 TCP프로토콜보다 오버헤드가 적은 UDP프로토콜을 사용한다. 그러나 이 두가지 방식 모두가 인터넷 폰 사용시 발생하는 음성 트래픽의 지연에 대해 뚜렷한 해결책이 되지 못한다. 먼저 압축 기법을 사용할 경우 음성의 품질이 급격히 떨어지게 되어 사용자들간에 정상적인 대화가 어렵고, UDP 프로토콜을 사용할 경우 정보 전달의 신뢰성을 보장하지 못해 음성 정보의 손실이 발생하게 된다. 그러나 앞으로 음성, 데이터 및 비디오 정보를 동시에 지원할 수 있는 ATM(Asynchronous Transfer Mode)망에서 사용되는 음성 통신 응용(Application)은 기존의 인터넷 폰과는 달리 가입자들간에 실시간으로 음성 통신 서비스를 제공해 줄 수 있을 것이다.

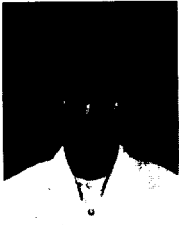
이에 본 논문에서는 ATM망에 접속된 클라이언트와 PSTN망에 접속된 전화 가입자간에 전화 서비스를 제공하는 연동 시스템을 설계하고 구현하였다. 연동 시스템은 PSTN I/F 모듈, 신호 처리 모듈, 음성 샘플링 모듈, 음성 재생 모듈, 전송 모듈, ATM I/F 모듈로 구성하였다. PSTN I/F 모듈과 ATM I/F 모듈은 IBM사의 Multimedia Modem 카드 및 Olicom사의 ATM 155Mbps NIC 카드와 같은 상용 제품을 이용하여 구현하였고 신호 처리 모듈, 음성 샘플링 모듈, 음성 재생 모듈 및 전송 모듈은 윈도우95를 사용한 PC에서 소프트웨어로 구현하였다.

본 논문에서는 구현된 연동 시스템을 이용하여 시험망을 구축하고 동작을 시험한 결과, ATM망의 클라이언트와 PSTN망의 전화 가입자간에 전화 서비스를 원활히 제공해 주었으며, 이를 통해 두 통신망간을 접속하는 연동 시스템이 올바르게 동작함을 확인할 수 있었다. 그러나, 현재 설계한 응용 프로토콜에 대한 동작은 구현된 연동 시스템의 시험 환경이 제한적으로

이루어짐에 따라 부분적으로 검증되어졌다. 따라서, 앞으로 연동 시스템에 설계한 응용 프로토콜에 대한 검토 및 수정, 그리고 보완이 필요하며 또한, 다자간의 호 처리 기능을 추가하고 PBX(Private Branch Exchange)기능과 음성 사서함기능을 부가시키는 방법에 대한 연구가 필요하다고 사료된다.

## 참 고 문 헌

- [1] 이병기, 강민호, 이종희, *광대역 정보 통신*, 교학사, 1994.
- [2] David E. Macdysan, *ATM*, McGraw Hill, 1994.
- [3] Hyeon Park, "An Implementation of Voice Message Connection Control for PSTN Subscribers in ATM Switching System," ICICS97, pp.781-785, Sept. 1997.
- [4] 전병천, "ATM망에서 데이터 통신을 위한 연동 구조", 한국전자통신연구원 주간기술동향, 692호, April 1995.
- [5] Alan Qualyle and Steve Hughes, "The Home ATM Network," ATM Forum/97-0401, April 1997.
- [6] 편집부, "데이터 통신과 모뎀 기술", 전자 기술, pp.2-50, Sept. 1989.
- [7] ATM-FORUM, Signaling, April 1996.
- [8] Microsoft Press, *Programming Reference Manual for Windows Socket Version 1.1*, Microsoft, 1993.
- [9] Arthur Dumas, *Programming Winsock*, SAMS, 1995.
- [10] Practice Bonner, *Network Programming with Windows sockets*, Prentice Hall, 1995.
- [11] 전영애, "ATM에서의 LAN 접속기술", 전자공학회지, 제21권, 제11호, pp.49-57, Dec. 1995
- [12] Olicom, *Comprehensive Guide to Operations with an ATM tutorial*, 1996.



탁 성 우

swtak@etri.re.kr

1995년 2월 부산대학교 공과대학  
컴퓨터공학과(공학사)

1997년 2월 부산대학교 대학원 컴  
퓨터공학과(공학석사)

1997년 1월~현재 한국전자통신연  
구원(ETRI) 네트워크컴퓨  
팅연구부 부산컴퓨팅연구팀  
연구원

관심분야 : ATM, 네트워크 보안, 실시간 운영체제



이 정 태

jtleee@hyowon.pusan.ac.kr

1976년 2월 부산대학교 공과대학  
전자공학과(공학사)

1983년 8월 서울대학교 컴퓨터공  
학과(공학석사)

1989년 2월 서울대학교 컴퓨터공  
학과(공학박사)

1977년 3월~1977년 12월 한국과학기술연구소 연구원

1978년 12월~1985년 2월 한국전자통신연구원 선임연구원

1979년 3월~1988년 2월 동아대학교 컴퓨터공학과 조교수

1980년 3월~현재 부산대학교 컴퓨터공학과 정교수

관심분야 : 고속프로토콜, 가입자 액세스망 구조, ATM