

# MPEG-2 AAC 스트리밍을 이용한 인터넷 오디오 방송기술

## Internet Audio Broadcasting Technology Using MPEG-2 AAC Streaming

이 태 진\*, 홍 진 우\*  
(Tae-Jin Lee\*, Jin-Woo Hong\*)

\* 한국전자통신연구원 방송미디어연구부  
(접수일자: 2001년 11월 22일; 채택일자: 2002년 1월 23일)

본 논문에서는 스트리밍 기술을 이용한 인터넷 오디오 방송 시스템을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 인터넷 오디오 방송 시스템은 MPEG-2 AAC를 오디오 데이터로 사용하고, 이를 실시간으로 전송하기 위해 RTP/RTCP 프로토콜을 이용한다. RTSP 프로토콜은 세션의 설정 및 스트림의 제어를 통해 사용자에게 편리한 인터페이스를 제공하기 위해 사용하고, TCP/IP는 중요한 제어정보의 교환을 위해 사용한다. 본 논문에서는 위의 여러 가지 프로토콜과 MPEG-2 AAC를 이용하여 멀티캐스트/유니캐스트 방식의 스트리밍 서버/클라이언트를 구현하는 방법에 대해 기술한다. 구현한 시스템은 2000여명의 연구원들이 사용하고 있는 ETRI 인트라넷과 외부 인터넷 환경에서 실험하였다. 실험결과 패킷 손실과 지터가 발생하여도, 재 전송을 통한 패킷 손실 보상과 가변버퍼를 이용한 지터 처리 방법으로 처리할 수 있었다. 멀티캐스트 방식의 스트리밍 기술은 사내 오디오 방송 등에 이용되어질 수 있고, 유니캐스트 방식의 스트리밍 기술은 AOD (Audio On Demand)에 이용되어질 수 있다.

**핵심용어:** MPEG-2 AAC, 스트리밍, 인터넷 오디오 방송, RTP/RTCP, RTSP, TCP/IP

**투고분야:** 전기음향 분야 (3.6)

This paper presents the Internet audio broadcasting technology based on the streaming technology. In this paper, we choose the MPEG-2 AAC for multimedia data, and for the streaming of this data we use RTP/RTCP protocol. We use RTSP protocol for the control of streaming data and TCP/IP for the exchange of information between server and client. By using all of these protocols and MPEG-2 AAC, we explain the implementation method for the unicast/multicast streaming server/client system. Our system was tested by ETRI intranet, which is connected by 2000 researchers. Experimental result show that our system can be process the packet loss and jitter by retransmission and variable length buffer. Multicast streaming server can be used for the audio broadcasting service inside the company, unicast streaming server can be used for the AOD (Audio On Demand) service.

**Keywords:** MPEG-2 AAC, Streaming, Internet audio broadcasting, RTP/RTCP, RTSP, TCP/IP

**ASK subject classification:** Electro-acoustics (3.6)

## I. 서론

인터넷 방송은 1995년 미국에서 최초로 시작되었다.

책임자: 이태진 (tjlee@etri.re.kr)  
305-350 대전시 유성구 가정동 161번지  
한국전자통신연구원  
(전화: 042-860-5713; 팩스: 042-860-6465)

초창기에는 콘텐츠/대역폭 등의 제약 때문에 많은 관심을 끌지 못했다. 하지만, 최근 인터넷 관련 기술이 발달하여 각 가정마다 초고속 네트워크가 설치되면서 인터넷 방송에 대한 관심이 날로 증가하고 있다. 인터넷 방송이라는 말은 스트리밍 기술이 발전하면서 발생하였다. 스트리밍 기술은 아무리 큰 용량의 멀티미디어 자료라 해

도, 이를 개별적으로 실행 가능한 작은 조각으로 나눠 시냇물이 흐르듯 연속적으로 전송하고 재생하는 기술이다. 이 기술을 이용하면 방송과 같은 효과가 발생하기 때문에 인터넷 방송이라는 말을 사용한다.

인터넷 방송은 기존의 방송과는 구별되는 많은 특징을 가지고 있다. 먼저 인터넷 방송은 양방향 통신이 가능하다. 기존의 방송처럼 같은 시간에 모든 사용자들이 같은 서비스를 받는 것에서 탈피하여 인터넷 방송은 사용자가 원하는 콘텐츠를 원하는 시간에 받을 수 있다. 기존의 방송에서 단방향성을 탈피하기 위해 전화를 통한 사용자의 의견에 따른 드라마 전개 등의 서비스를 하고 있지만, 인터넷 방송에서는 양방향성을 가지는 인터넷을 이용하기 때문에, 좀더 적극적으로 사용자들의 참여가 가능해진다. 인터넷 방송은 전 세계적으로 퍼져있는 인터넷 망을 이용하기 때문에, 향후에는 지구촌 방송으로서의 역할도 기대된다. 그 외에 인터넷 방송은 기존의 방송보다 다양한 주제의 콘텐츠를 서비스할 수 있고 방송국의 설립이 쉽기 때문에, 방송의 대중화에도 기여할 수 있을 것이다. 최근 인터넷 검색 사이트의 검색 키워드 중 가장 많은 빈도수를 차지하는 키워드 중 하나가 MP3인 사실에서 알 수 있듯이, 인터넷을 이용하는 사용자들은 오디오에 많은 관심을 가지고 있다[1]. 본 논문에서는 MP3보다 음질과 압축률에서 우수한 MPEG-2 AAC를 이용하기 때문에, 사용자들은 기존의 MP3를 이용한 방식보다 더 높은 품질의 인터넷 오디오 방송을 더 낮은 트래픽 환경에서 서비스 받을 수 있다. 표 1은 인터넷을 통한 오디오 방송의 장점을 요약한 것이다[2].

기존의 인터넷 오디오 방송 시스템은 RealSystem, Windows Media Technology, WinAmp 등이 시장을 형성하고 있다. RealSystem, Windows Media Technology는 자체의 미디어 형태를 사용하는 방식이고, WinAmp는 MP3를 이용한 스트리밍을 제공한다. 그 외에 AC-3를 이용한 스트리밍 기술도 제안되었다[3].

표 1. 인터넷 오디오 방송의 특성  
Table 1. Characteristics of the internet audio broadcasting.

|           |       |
|-----------|-------|
| 멀티미디어 데이터 | 오디오   |
| 데이터 형태    | 디지털   |
| 전송 매체     | 인터넷 망 |
| 방송국 구축비용  | 낮 음   |
| 방송국 유지비용  | 낮 음   |
| 대중성       | 높 음   |
| 가시성권      | 전 세계  |
| 통신유형      | 양 방향  |

본 논문에서 제안하는 인터넷 오디오 방송 시스템은 MPEG-2 AAC와 함께 RTP/RTCP, RTPSP, TCP/IP 프로토콜을 이용한다. AAC 데이터를 실시간으로 스트리밍하기 위해 RTP/RTCP 프로토콜이 사용되고, RTSP 프로토콜은 스트림을 제어하기 위해 사용된다. TCP/IP 프로토콜은 제어정보의 교환을 위해 사용된다. 이들을 이용한 유니캐스트 방식의 스트리밍 기술은 AOD (Audio On Demand) 방식의 스트리밍 서비스에 이용되어질 수 있고, 멀티캐스트 방식의 스트리밍 기술은 사내 오디오 방송 등 인터넷 환경에서 응용되어질 수 있을 것이다.

II장에서는 MPEG-2 AAC의 특징을 살펴보고 III장에서는 인터넷 스트리밍 프로토콜에 대해 기술한다. IV장에서는 이들을 이용하여 인터넷 오디오 방송시스템을 구현하는 방법에 대해 기술하고, V장에서 결론을 맺는다.

## II. MPEG-2 AAC

인터넷 오디오 방송의 품질은 사용되는 코덱에 의해 결정되어진다. 본 논문에서 제안하는 시스템에서는 MPEG-2 AAC (Advanced Audio Coding) 방식을 오디오 코덱으로 사용한다. AAC는 압축률과 음질 면에서 우수한 차세대 오디오 압축기술로 미국의 음반업계 (RIAA)는 물론 BMG, UMG 등의 메이저 음반회사에서도 인터넷 음악 서비스 기술로 채택하였고, 일본에서도 디지털방송의 오디오 표준으로 채택하였다. 기존의 많은 사용자 층을 갖고 있는 MP3에 비해 AAC는 더 나은 음질과 압축률을 제공한다. 스테레오 신호인 경우 96 kbps의 AAC가 128 kbps의 MP3보다 음질이 우수하다. 즉 32 MB의 메모리에 MP3는 4분 정도의 오디오 데이터를 8곡까지 저장할 수 있지만, AAC는 11곡까지 가능하다[4]. 그림 1은 MPEG-1, Dolby AC-3, AAC 등 주요 오디오 압축방식의 음질을 비교한 것이다[5]. 음질과 압축률 면에서 우수한 AAC를 사용하여 인터넷 오디오 방송을 서비스하면, 사용자들은 기존의 방송보다 고품질의 오디오 서비스를 더 낮은 트래픽 환경에서 받을 수 있게 된다. 음질과 압축률 외에 각 프레임별로 디코딩이 가능한 AAC ADTS (Audio Data Transport Stream) 형식의 특성은 인터넷을 통한 스트리밍의 중요한 요소이다. 인터넷 환경에서는 패킷에 대한 손실이 발생할 수 있기 때문에 이전 프레임이 다음 프레임에 영향을 미치는 경우, 한 패킷의 손실은 이후 스트림에 심각한 영향을 미치게 된다. AAC의 ADTS는 각각의

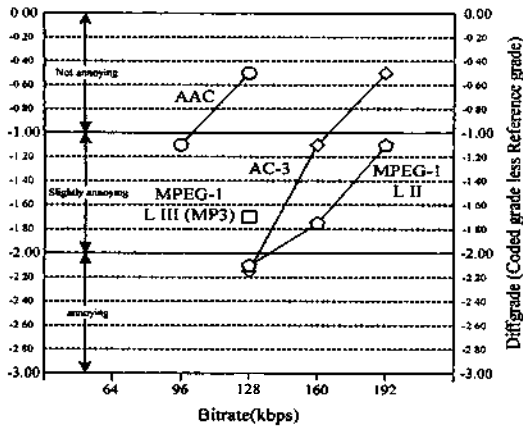


그림 1. MPEG-1, 돌비 AC-3, AAC 방식의 음질 비교  
Fig. 1. Comparison of audio quality for MPEG-1, Dolby AC-3, and AAC.

프레임에 디코딩에 필요한 모든 정보가 들어있기 때문에, 손실이 발생할 수 있는 인터넷환경에서 사용되어질 수 있는 방식이다[6].

### III. 인터넷 스트리밍 프로토콜

#### 3.1. TCP/IP, UDP

IP는 서로 다른 네트워크상의 컴퓨터들이 다수의 컴퓨터를 경유하여 통신할 수 있게 해주는 인터넷의 기본 프로토콜이다. TCP는 데이터의 손실에 대한 보상을 제공하여 IP를 보완한다. TCP는 신뢰성 있는 전송을 보장하지만, 이를 위해 많은 제어가 필요하기 때문에, 일반적으로 실시간 전송에는 사용되지 않는다. 본 논문에서는 클라이언트/서버간의 서비스 관련 정보와 제어정보 교환 등에 TCP/IP를 사용한다. UDP는 비접속형 프로토콜로써 단지 송신처와 수신처의 포트에 대한 정보만을 가지고 있다. UDP는 신뢰성 있는 전송을 보장하지 않기 때문에, 전송되어지는 패킷의 순서가 뒤바뀔 수도 있고, 손실되는 경우도 발생한다. 하지만, TCP에 비해 제어가 간단하기 때문에 일반적으로 실시간 전송에 사용한다. 본 논문에서 제안하는 시스템에서 UDP는 RTP 패킷을 실시간으로 전송하기 위한 프로토콜로 사용되어진다[7].

#### 3.2. RTP/RTCP

RTP는 전송계층에 속하는 프로토콜로 IETF RFC 1889로 정의되어 오디오/비디오 등의 실시간 특성을 갖는 멀티미디어 데이터의 전송에 사용된다. RTP는 실시간 전송을 위한 프로토콜이고 RTCP는 RTP를 보완하여 최소한의

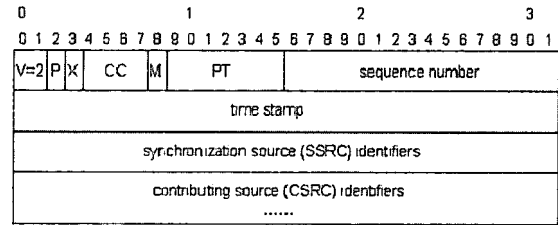


그림 2. RTP 헤더 구조  
Fig. 2. Structure of RTP header.

세션 제어에 사용된다. 그림 2는 RTP의 헤더구조이다.

그림 2의 일련번호 (sequence number)는 실시간 전송 스트림에 대한 일련번호를 제공하기 위한 것이다. 일반적으로 실시간 전송을 위해 RTP를 사용하는 경우 UDP 위에서 동작하게 된다. UDP는 신뢰성 있는 전송을 보장하지 못하기 때문에, RTP의 일련번호를 이용하여 전송 오류를 검출한다. 또한 전송시 순서의 뒤바뀐도 해결할 수 있다. 시각정보 (time stamp)는 멀티미디어 데이터가 생성된 시간에 대한 정보를 클라이언트에게 제공하여 실시간 데이터가 재생되어야 할 시간을 알려준다. RTCP는 세션에 참가하는 모든 참가자들에게 주기적으로 세션에 대한 상태를 전송한다. RTCP 프로토콜의 목적은 데이터를 전송하는 RTP와는 독립적으로 세션에 관련있는 제어패킷을 송신하기 위한 것이다. RTCP는 SR (Sender Report), RR (Receiver Report), SDES (Source Description), BYE (goodBYE), APP (APPLICATION defined)로 구성되어서 전송되는 멀티미디어 데이터에 대한 정보 및 클라이언트에서의 수신 상태 등의 정보를 제공한다. 그림 3은 RTP를

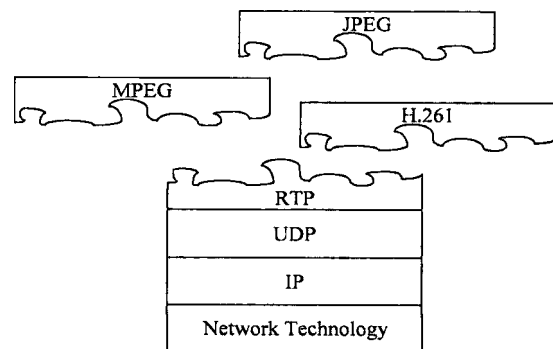


그림 3. RTP를 이용한 스트리밍 구조  
Fig. 3. Structure of RTP streaming.

이용하여 다양한 멀티미디어 데이터를 네트워크를 통해 전송하는 계층도이다[8,9].

### 3.3. RTSP

RTSP는 스트림 형태의 멀티미디어 전송을 제어할 수 있는 클라이언트/서버간의 멀티미디어 표현 프로토콜이다. RTSP를 이용하면 스트림 형태의 멀티미디어 데이터에 대해, VCR 식의 원격 제어가 가능해진다. 유니캐스트와 멀티캐스트를 지원하는 RTSP는 RTP 등의 실시간 프로토콜과 연계하여 인터넷을 통한 스트리밍 서비스를 제공하기 위해 사용되어진다. 본 논문에서는 유니캐스트 방식의 스트리밍 서비스에서 사용자가 전송되는 스트림을 FF, REW, PAUSE 등의 기능으로 제어하기 위해 RTSP를 사용한다[10].

## IV. 인터넷 오디오 방송 시스템 구현

IV 장에서는 II, III 장에서 기술한 MPEG-2 AAC와 TCP/IP, UDP, RTP/RTCP, RTSP 등의 스트리밍 프로토콜을 이용하여 인터넷 오디오 방송 시스템을 구현하는 방법에 대해 기술한다.

### 4.1. MPEG-2 AAC Payload

본 시스템에서는 그림 4와 같은 형식의 Payload를 이용하여 AAC 데이터를 전송한다. 그림 4의 Payload는 간단한 구조로 이루어져 있고, 본 논문에서 제안하는 유니캐스트/멀티캐스트 방식의 스트리밍 서비스에 적합하도록 설계되었다[11].

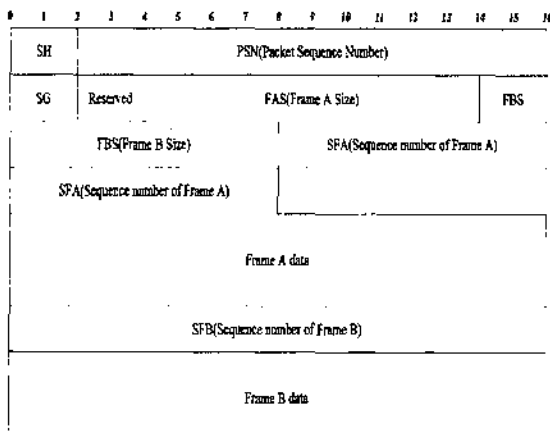


그림 4. MPEG-2 AAC Payload  
Fig. 4. MPEG-2 AAC Payload.

SH (Sync of Header, 2bit)

00 : 데이터 패킷, 01 : 널 패킷, 10, 11 : reserved

PSN (Packet Sequence Number, 14bit) : 패킷 일련번호

SG (Sync of Group, 2bit)

00 : 그룹 시작, 01 : 중간, 11 : 끝

FAS, FBS (Frame A, B Size, 10bit)

- Frame A, B의 크기

SFA, SFB (Sequence number of Frame A, B, 16bit)

- Frame A, B의 일련번호

Frame A data, Frame B data

- 실제 AAC 프레임

그림 4에서 SH는 각각의 스트리밍 데이터를 구분하기 위해 사용한다. SH 값이 0인 패킷은 일반적인 패킷이고, 11인 패킷은 하나의 스트리밍 데이터가 끝난 것을 의미한다. 클라이언트에서는 이를 이용하여 SH 값이 11인 널 패킷을 수신한 경우, 관련 변수들을 초기화하고 새로운 데이터를 기다린다. PSN 값은 전송되는 패킷의 일련번호로 이를 이용하여 특정 패킷의 손실을 검출할 수 있고 필요시 이 값을 이용하여 서버에 재 전송을 요구할 수도 있다. SG는 인터리빙 그룹을 구분하기 위한 값이다. 스트리밍 데이터를 전송할 때, 일반적으로 군집 오류를 임의의 류로 바꾸기 위해 인터리빙을 수행한다. 본 시스템에서도 일정한 개수의 프레임 사이에 인터리빙을 실시한다. SG는 이러한 인터리빙을 실시한 그룹을 구분하기 위한 값으로 멀티캐스트 방식의 스트리밍 서비스에서 클라이언트가 서비스 중간에 접속한 경우, 각각의 그룹사이의 동기를 맞추기 위해 사용되어진다. FAS, FBS는 한 패킷에 두개의 AAC 프레임을 전송하기 때문에 이들의 크기를 클라이언트에게 알려주기 위한 필드이다. SFA, SFB는 스트리밍 데이터 내의 프레임 번호로써 이 값을 이용하여 클라이언트에서 디인터리빙을 수행하게 된다. 서버에서 다양한 방식으로 인터리빙을 수행하더라도, 클라이언트에서는 동일한 방식으로 디인터리빙을 수행할 수 있도록 연결 리스트 방식을 이용하였다. 즉, 서버에서 어떠한 방식으로 인터리빙을 수행하더라도 클라이언트에서는, 수신한 데이터의 일련번호와 AAC 비트스트림을 연결 리스트에 저장한 후, 디인터리빙을 수행할 시점에서 SFA, SFB 값을 이용하여 연결리스트의 일련번호를 검색하는 방식으로 디인터리빙을 수행한다.

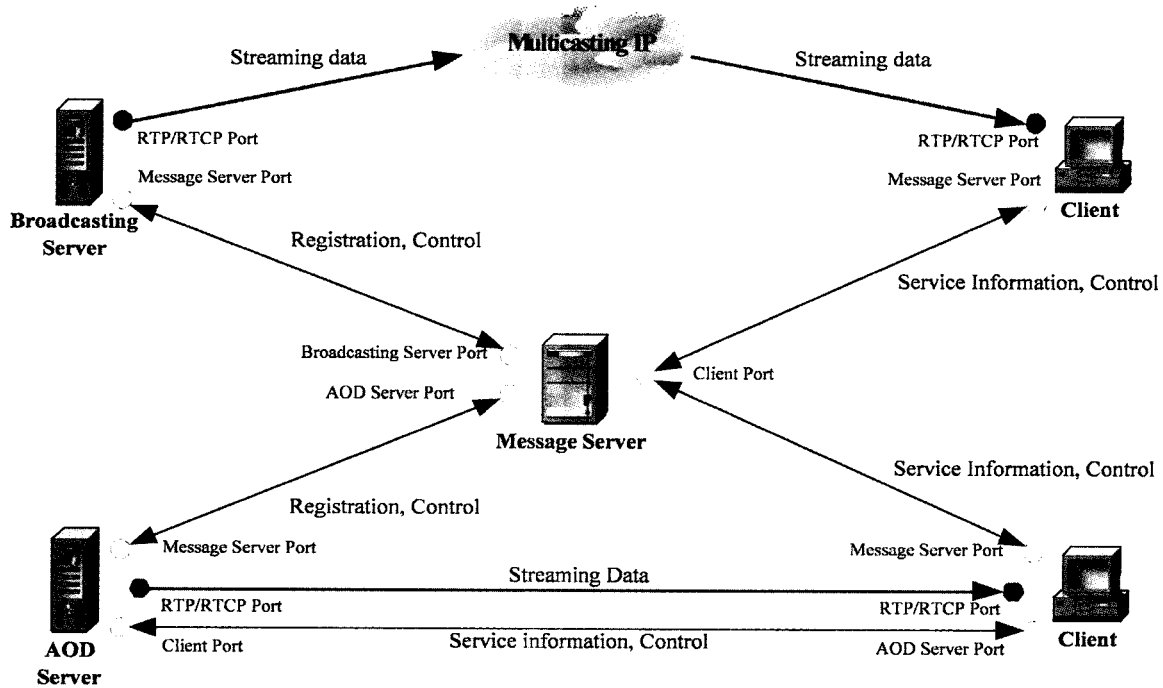


그림 5. 스트리밍 시스템 구성도  
Fig. 5. Streaming system architecture.

#### 4.2. 스트리밍 프로토콜의 구현

본 시스템은 윈도우즈 2000 환경에서 Visual C++ 6.0 Professional 버전을 이용하여 구현하였다. 스트리밍 관련 RTP/RTCP, RTSP 프로토콜은 MFC의 Winsock 기반으로 구현하였고, TCP/IP, UDP 프로토콜은 Winsock API를 사용하였다.

#### 4.3. MPEG-2 AAC 인코더/디코더 구현

MPEG-2 AAC 인코더는 PC 환경에서 오프라인 방식으로 동작하여 Main, LC 프로파일의 AAC 비트스트림을 생성한다. 클라이언트에서 사용되는 MPEG-2 AAC 디코더는 MMX 기능을 가지는 윈도우즈 환경의 PC에서 점유율 20% 이내에서 동작하도록 최적화되었다. 디코더는 윈도우즈 환경에서 스레드 방식으로 동작하여 전송받은 AAC 비트스트림을 실시간 디코딩한다.

#### 4.4. 스트리밍 서버의 구현

본 스트리밍 시스템에서 사용되는 서버는 메시지 서버, AOD 서버, 브로드캐스팅 (broadcasting) 서버의 3가지로 나눌 수 있다. 각각의 특징 및 기능은 다음과 같다.

##### ● 메시지 서버 (Message Server)

메시지 서버는 스트리밍 서버와 클라이언트 사이의 중간에 위치하여, AOD 서버, 브로드캐스팅 서버 및 클라이언트를 관리하는 기능을 수행한다. 메시지 서버는 3개의 TCP/IP 포트를 이용하여 서버와 클라이언트의 접속을 제어한다. 브로드캐스팅 포트는 브로드캐스팅 서버와 메시지 서버를 연결해 주는 포트로서 이를 이용하여 브로드캐스팅 서버에 관한 정보를 얻고 브로드캐스팅 서버를 관리한다. 브로드캐스팅 서버는 이 포트를 통해 메시지 서버에 접속하여, 자신의 서비스에 관한 정보를 메시지 서버에 등록한다. AOD 포트는 AOD 서버와 메시지 서버를 연결해 주는 포트이다. 이 포트를 통해 AOD 서버에 관한 상태 정보 등을 수신하고, AOD 서버의 동작을 제어할 수 있다. 클라이언트 포트는 클라이언트에서 서비스를 받기 위해 접속하는 포트이다. 클라이언트가 이 포트를 통해 스트리밍 시스템에 접속하고 원하는 서비스를 선택하면, 메시지 서버는 사용자가 선택한 서비스를 제공하는 서버에 관한 정보를 제공하고, 클라이언트는 이 정보를 이용하여 서버에 접속한 후 서비스를 받게 된다. 메시지 서버를 통해서 서비스 제공자는 서비스 종류 및 서버 용량에 따라 여러 개의 브로드캐스팅 서버와 AOD 서버를 관리할 수 있고, 사용자는 클라이언트를 통해 이들 서버에 관한 정보

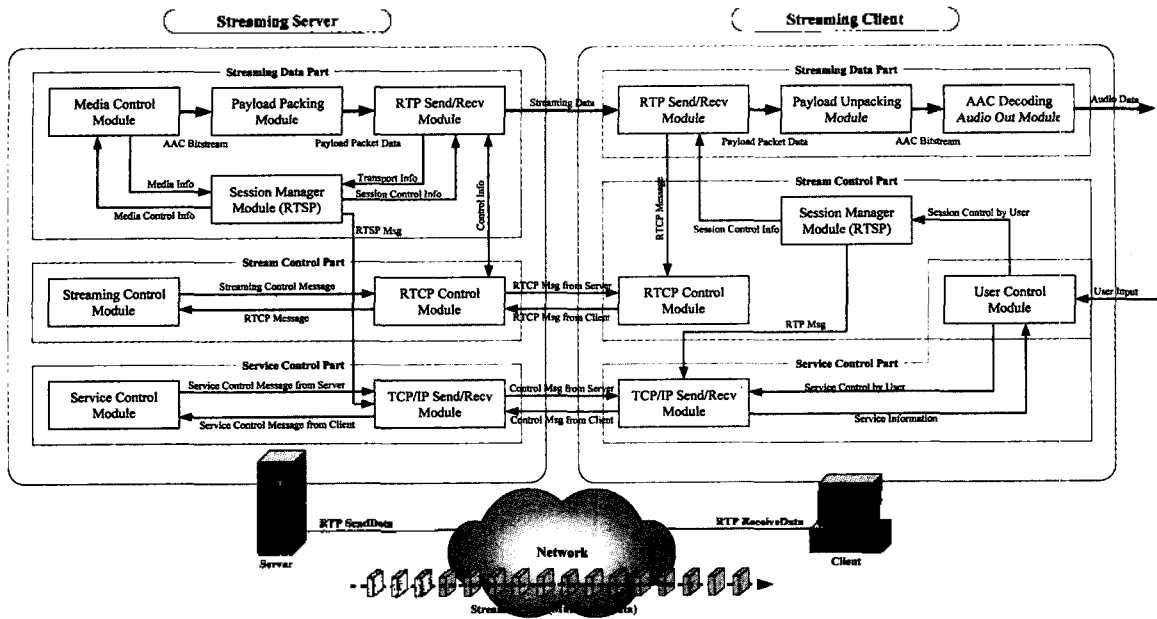


그림 6. AOD 서버/클라이언트 구성도  
 Fig. 6. System architecture of AOD Server/Client.

를 모르는 상태에서 단지 메시지 서버에 접속하여 스트리밍 서비스를 받을 수 있다.

● AOD 서버 (Audio On Demand Server)

AOD 서버는 사용자가 선택한 콘텐츠를 스트리밍 방식으로 제공하는 기능을 수행한다. AOD 서버가 실행되면, 먼저 메시지 서버에 접속하여 등록을 수행한다. 이때 AOD 서버는 AOD 서비스를 위한 IP 주소, RTP/RTCP 포트값 및 접속 가능한 클라이언트 수에 관한 정보를 메시지 서버에 전송한다. 메시지 서버는 이 정보를 이용하여 클라이언트가 AOD 서비스를 선택한 경우, AOD 서버에 관한 정보를 클라이언트에 제공한다. 클라이언트는 이 정보를 이용하여 RTSP 프로토콜을 통해 AOD 서버에 서비스에 관한 설정을 전송한다. AOD 서버는 RTSP를 통해 클라이언트가 서비스를 요청하면, 해당 콘텐츠를 RTP 프로토콜을 통해 스트리밍하게 된다. 클라이언트가 접속할 때마다, AOD 서버는 메시지 서버에 현재 접속되어 있는 클라이언트에 관한 정보를 전송하여 메시지 서버에 AOD 서버의 서비스 가능한 회선 수에 관한 정보를 제공한다. AOD 서버는 각각의 클라이언트의 요청에 따라 스트리밍을 수행하는 독립적인 스레드를 동작시키기 때문에, 서버 시스템의 H/W와 네트워크에 따라 접속 가능한 회선수가 한정되어진다. 메시지 서버는 AOD 서버에서 전송하는 정보를 이용하여 클라이언트의 서비스 요청 시 서비스 가능한 AOD 서버에 관한 정보를 제공한다. 실제 인터넷

오디오 방송을 하게 되면, AOD 방식으로 최대 몇 개의 회선으로 서비스를 제공할 것인지를 결정하고, 이에 따라 다수의 AOD 서버가 필요하다. 메시지서버를 이용하면, 클라이언트에서는 단지 메시지 서버에 관한 정보 (IP, 포트)만 알고 있으면 스트리밍 서버에 접속하여 서비스를 받을 수 있기 때문에 시스템을 확장하기가 용이해진다. AOD 서버는 그림 6과 같이 세부분으로 구성되어 있다. Streaming Data Part는 미디어 데이터에 대한 정보를 이용하여 Payload를 구성하고, 이를 RTP를 통해 스트리밍을 수행하는 부분이다. 스트리밍 도중에 RTSP를 이용하여 스트리밍의 제어가 가능하다. Streaming Control Part는 RTCP를 이용하여 스트리밍 데이터에 대한 정보를 생성/처리하는 부분이다. Service Control Part는 사용자의 요청에 의한 서비스를 제어하는 부분으로 RTSP 메시지를 통해 사용자의 요청을 처리한다. AOD 서버의 RTP/RTCP 포트는 MPEG-2 AAC 스트림을 전송하기 위한 것으로 UDP를 이용한다. TCP/IP 포트는 RTSP 메시지 혹은 제어정보의 교환에 이용된다.

● 브로드캐스팅 서버 (Broadcasting Server)

브로드캐스팅 서버는 멀티캐스트 방식으로 방송과 같이 지속적으로 스트리밍 서비스를 제공한다. 브로드캐스팅 서버를 동작시키면, 먼저 메시지 서버에 접속하여 서비스에 관한 정보를 등록한다. 서비스 정보는 현재, 서비스되고 있는 콘텐츠에 대한 정보와 멀티캐스트 IP 주소 등

이다. 서비스에 관한 정보를 메시지 서버에 등록한 후, 메시지 서버에서 스트리밍 서비스를 시작하라는 명령을 전송받으면 해당 멀티캐스트 IP 주소에 스트림 전송을 시작한다. 클라이언트가 브로드캐스팅 서비스를 선택한 경우, 메시지 서버는 클라이언트에게 멀티캐스트에 관한 정보를 전송한다. 클라이언트는 메시지 서버로부터 전송 받은 정보를 이용하여 브로드캐스팅 서버의 멀티캐스트 주소에 접속한 후 브로드캐스팅 서버에서 전송하고 있는 스트림을 수신하여 브로드캐스팅 서비스를 받게 된다. 그림 6에서 RTSP 관련 모듈, 서버/클라이언트 사이의 직접 연결 모듈을 제거하면 AOD 서버와 브로드캐스팅 서버는 비슷한 구조로 이루어져 있다. 브로드캐스팅 서비스에서는 AOD 서비스의 User Control Module의 기능을 메시지 서버가 수행한다.

위와 같이 스트리밍 시스템의 서버를 스트리밍 서버와 메시지 서버로 나눈 가장 큰 이점은 확장성이다. 인터넷 방송에서는 네트워크의 용량과 H/W에 따라 서비스 가능한 회선 수가 결정되기 때문에, 스트리밍 기술을 이용하여 인터넷 오디오 방송을 서비스하기 위해서는 이러한 회선 수의 관리가 중요한 문제이다. 이를 위해 메시지 서버라는 클라이언트와 스트리밍 서버의 중간단계 서버를 두고 이를 통해 스트리밍 서버에 관한 정보와 클라이언트의 사용자 선택에 관한 정보를 관리한다. 클라이언트에서는 스트리밍 서버에 관한 정보가 없더라도, 메시지 서버의 IP와 포트만을 알고 있으면 서비스를 받을 수 있다. 서버 관리자는 서버를 확장하거나 새로운 채널을 제공할 때 메시지 서버에 정보를 등록하기만 하면 된다. 이런 방식의 스트리밍 시스템은 향후 오디오 뿐 아니라 AV 스트리밍에서도 사용되어질 수 있을 것이다.

#### 4.5. 스트리밍 클라이언트의 구현

클라이언트는 메시지 서버에 접속하여 사용자의 선택에 따라 원하는 서비스를 받을 수 있다. 그림 5와 같은 구조의 스트리밍 시스템에서 사용자는 메시지 서버에 접속하여 브로드캐스팅 서비스 혹은 AOD 서비스를 선택하게 된다. 사용자가 브로드캐스팅 서비스를 선택하면 메시지 서버는 현재 서비스되고 있는 브로드캐스팅 서버의 채널에 대한 정보를 클라이언트에 전송한다. 사용자가 이 중 하나의 채널을 선택하면, 메시지 서버는 그 채널에 대한 멀티캐스트 주소와 콘텐츠에 대한 정보를 전송하고, 클라이언트는 이 멀티캐스트 주소에 접속하여 스트리밍 데이터를 수신한다. 사용자가 AOD 서비스를 선택한 경

우 메시지 서버는 서비스 가능한 콘텐츠 목록을 클라이언트에 전송한다. 사용자가 원하는 콘텐츠를 선택하면, 메시지 서버는 AOD 서버 중 현재 서비스 가능한 서버의 IP 주소와 포트값을 클라이언트에 전송한다. 클라이언트는 전송받은 AOD 서버의 IP 주소와 포트값을 이용하여 RTSP 프로토콜을 통해 AOD 서버에 서비스를 요청한다. AOD 서버는 클라이언트가 서비스를 요청하면, 해당 콘텐츠를 클라이언트에 스트리밍하게 된다. 사용자는 서비스를 받는 도중 원하는 다른 콘텐츠를 선택하거나, FF, REW, PAUSE, PLAY 등의 기능을 통해 스트림을 제어할 수 있다. 그림 7은 클라이언트를 이용하여, AOD 방식의 스트리밍 서비스를 받는 화면이다. 클라이언트는 메시지 서버를 통해 스트리밍 서비스에 대한 정보를 수신하여, 그림의 TV 모니터와 같은 창을 통해 사용자에게 보여준다. 사용자는 이중 원하는 서비스를 선택하여 스트리밍 서비스를 받게 된다. 스트리밍 서버에서 클라이언트에게 스트리밍 방식으로 전송되는 패킷은 그림 4와 같은 구조로 구성되어 있다. 클라이언트는 이러한 패킷을 수신하여 각각의 AAC 비트스트림을 추출한 후 버퍼에 저장한다. 버퍼에 일정량의 데이터가 쌓이면 디인터리빙을 수행하여 실제 AAC 비트스트림을 구성하고, 이 비트스트림을 AAC 디코더에 전송하여 디코딩한 후 재생한다. 클라이언트에서는 네트워크 환경에서 실시간 전송의 문제점인 지터를 해결하기 위해 가변 버퍼를 이용하였다. 메모리에 연결리스트를 이용한 가변 버퍼를 두어서 서버에서 전송되어지는 데이터의 간격이 다르더라도, 디코더에 전송되는 데이터는 일정한 간격을 가질 수 있도록 처리하였다. 실시간 스트리밍 서비스를 위해 RTP 패킷을 UDP를 통해 전송하기 때문에, UDP 프로토콜의 특성상 패킷의 손실과, 수신한 패킷의 순서가 전송순서와 다른 경우가 발생한다. 패킷 순서의 어긋남은 RTP에서 지원하는 일련번호로 처리할 수 있다. 고품질 오디오의 특성상 패킷의 손실은 사용자에게 바로 인식되어질 수 있다. 이를 해결하기 위해 클라이언트에서는 수신한 패킷의 Payload 구성요소인 PSN 값을 검사하여, 패킷의 손실이 발생한 경우, 해당 PSN 값을 서버에 전송한다. 서버에서는 클라이언트에서 재전송 요구를 하면, 해당 패킷을 재전송한다. 클라이언트의 버퍼는 연결리스트를 사용하기 때문에, 손실 패킷이 재전송되더라도 버퍼의 크기 내에 도착하면, 특정한 처리없이 사용되어질 수 있다.

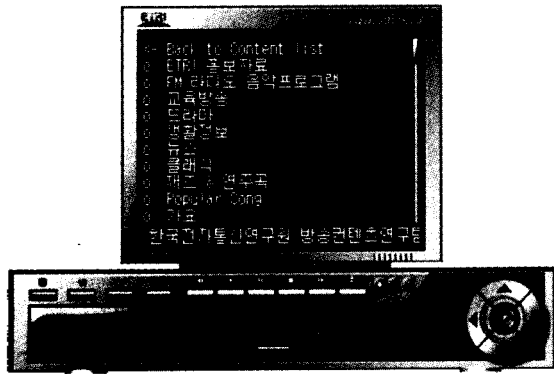


그림 7. 스트리밍 클라이언트 GUI  
Fig. 7. Streaming client's GUI.

**4.6. 스트리밍 시스템의 시험**

본 논문에서 제안한 스트리밍 시스템을 실험하기 위해 그림 5와 같은 구조로 두개의 PC에 스트리밍 서버를 구축하였다. 하나의 PC에는 메시지 서버와 다섯개 채널의 브로드캐스팅 서버를 동작시키고 다른 하나의 PC에는 AOD 서버를 동작시킨다. 사용자가 메시지 서버의 IP 주소와 클라이언트 포트를 통해 스트리밍 서버에 접속하게 되면, 브로드캐스팅 서비스와 AOD 서비스 중 하나를 선택하게 된다. 브로드캐스팅 서비스를 선택한 경우, 메시지 서버는 다섯개 채널에 대한 정보를 전송한다. 사용자가 이 중에서 원하는 채널을 선택하면, 메시지 서버는 해당 채널의 멀티캐스트 관련 정보를 클라이언트에 제공한다. 클라이언트는 이 정보를 이용하여 멀티캐스트 주소에 접속하여 브로드캐스팅 서비스를 받는다. AOD 서비스를 선택하면 메시지 서버는 클라이언트에게 현재 서비스 가능한 AOD 서버의 콘텐츠에 관한 정보를 전송한다. 사용자는 이 중 원하는 콘텐츠를 선택하고, 메시지 서버는 사용자의 선택에 따라 해당 AOD 서버의 정보를 클라이언트에 전송한다. 클라이언트는 이 정보를 이용하여 RTSP 프로토콜을 통해 AOD 서버에 서비스를 요청한다. AOD 서버는 클라이언트가 서비스를 요청하면, 해당 콘텐츠를 클라이언트에 스트리밍하게 되고, 클라이언트에서는 이 스트리밍 데이터를 수신하여 AOD 서비스를 받는다. AOD 서비스를 받는 경우 사용자는 RTSP를 통해 전송되는 스트림을 FF, REW, PAUSE, PLAY 등의 VCR 식 제어를 할 수 있다. 이와 같이 구축되어진 시스템은 현재 ETRI의 네트워크에서 시험 서비스 중이다.

**V. 결론**

본 논문에서는 인터넷을 통해 스트리밍 방식으로 AAC와 TCP/IP, UDP, RTP/RTCP, RTSP 프로토콜을 이용한 오디오 방송을 서비스할 수 있는 기술을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 오디오 스트리밍 시스템은 서버를 세 개로 분리하여 서버의 관리 및 확장성을 증대시켰다. 세 개의 서버는 스트리밍을 수행하는 브로드캐스팅 서버, AOD 서버 및 이들을 관리하는 메시지 서버로 구성된다. 브로드캐스팅 서버는 방송과 같은 형태로 멀티캐스트 방식의 스트리밍 서비스를 제공하는 서버이다. AOD 서버는 사용자의 요청에 따라 원하는 콘텐츠를 스트리밍하는 서버이다. 메시지 서버는 이들 스트리밍 서버와 클라이언트의 중간에 위치하여 스트리밍 서버와 클라이언트를 연결시켜주는 기능을 수행하는 서버이다. 브로드캐스팅 서버와 AOD 서버는 서비스에 따라 여러 개를 둘 수 있다. 클라이언트는 이들 스트리밍 서버에 관한 정보없이, 단지 메시지 서버에 접속하여 스트리밍 서비스를 제공받을 수 있다. 본 논문에서는 또한 유니캐스트/멀티캐스트 방식의 AAC 오디오 스트리밍에 사용되어질 수 있는 Payload 형식을 제안하였다. 위와 같은 방법으로 구현한 스트리밍 시스템을 현재 ETRI의 인터넷에서 시험 서비스 중이다. 실험 결과, UDP를 사용하여 실시간 데이터를 전송하기 때문에 패킷의 손실이 발생하는 경우가 있다. 하지만 이 패킷손실은 클라이언트에서 재 전송을 요구하여, 서버에서 해당 패킷을 재 전송하여 처리하는 방식으로 해결하였다. 또한 네트워크의 특성 때문에 발생하는 지터를 처리하기 위해 클라이언트에서 가변 길이의 버퍼를 이용하였다. 본 논문에서 제안하는 인터넷 오디오 스트리밍 시스템은 향후 사내 방송이나 AOD 방식의 스트리밍 서비스에 응용되어질 수 있을 것이다. 특히 서버를 스트리밍을 전담하는 스트리밍 서버와 이를 관리하는 메시지 서버로 나누는 방식은 오디오뿐 아니라 AV 멀티미디어 데이터의 스트리밍 서비스에도 응용되어질 수 있을 것이다.

**감사의 글**

본 논문은 과학기술부 지원 “디지털 오디오 방송기술 연구” 과제 연구비에 의해 수행되었습니다.

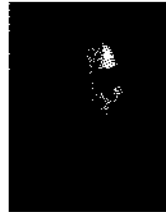


## 참고 문헌

1. Time Page, Digital Audio Broadcasting & Internet Radio, Worldwide Technology & Market Development 1999~2004, ARG Group, chap. 8, 1999.
2. T. J. Lee, J. S. Lucas and J. W. Hong., "Streaming of AAC data over Internet by using RTP/RTCP," in 17th ICA, ROME, 2001.
3. AOXIANG XU, WIESLAW WOSZCZYK et al., "Real-Time Streaming of Multichannel Audio Data over Internet," *J. Audio Eng. Soc.*, vol. 48, no. 7/8, pp. 627-639, July/August, 2000.
4. K. C. Pohlmann, *Principles of Digital Audio*, Fourth Edition, McGrawHill, Part 10, 2000.
5. D. Meares, K. Watanabe and E. Scheirer, "Report on the MPEG-2 AAC Stereo Verification Tests," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N2006, Feb., 1998.
6. ISO/IEC IS 13818-7 Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio, Part-7 Advanced Audio Coding (AAC)
7. D. E. Comer, *Internetworking With TCP/IP Vol I: Principles, Protocols, and Architecture*, Prentice Hall, New Jersey, chap. 7, pp. 95-114, 2000.
8. W. Stallings, *High-speed Networks: TCP/IP and ATM Design Principles*, Prentice Hall, New Jersey, chap. 10, 1998.
9. H. Schulzrinne, S. Casner, R. Frederick, et al., "RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications," RFC 1889, 1996.
10. H. Schulzrinne, et al., "Real Time Streaming Protocol (RTSP)," RFC 2326, April, 1998.
11. 이태진, 홍진우, "MPEG-2 AAC를 이용한 인터넷 오디오 방송기술," 한국음향학회, 추계학술 발표대회 논문집, 제20권 제2(s)호, pp. 255-258, 2001.

## 저자 약력

### • 이 태 진 (Tae-Jin Lee)



1996년 2월: 전북대학교 전자공학과 (공학사)  
 1998년 2월: 전북대학교 대학원 전자 공학과 졸업 (공학석사)  
 1998년 2월~2000년 5월: (주)모비스, 영상음성기술 연구팀 (연구원)  
 2000년 5월~ 현재: 한국전자통신연구원 방송미디어 연구부 (연구원)

### • 홍 진 우 (Jin-Woo Hong)



1982년 2월: 광운대학교 응용전자공학과 (공학사)  
 1984년 2월: 광운대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)  
 1993년 8월: 광운대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)  
 1998년~1999년: 독일 프라운호퍼 연구소 (교환연구원)  
 1984년 3월~ 현재: 한국전자통신연구원 방송컨텐츠 연구팀장(책임연구원)  
 2000년 1월~ 현재: 한국음향학회 홍보이사, 뉴미디어융합 학술분과 위원장, 한국방송공학회 편집위원