

일반논문-09-14-1-02

VOD 서비스에서 이종매체간 연결재생을 위한 세션 동기화 시스템의 설계 및 서비스 시뮬레이션

김 성 원^{a)}, 정 문 열^{a)‡}

Design and simulation of session synchronization system for Linked Play of Video-on-Demand service in heterogeneous devices

Seong-Won Kim^{a)} and Moon-Ryul Jung^{a)‡}

요 약

최근 다양한 휴대용 디지털 매체의 발전으로 시청자들의 멀티미디어 시청 환경이 공간적으로 확대되고 있다. 본 논문에서는 시청자가 VOD 서비스를 이용할 때 한 매체를 통해 시청하다가 이동을 위해 일시중지한 후 다른 매체를 통해 중지된 시점부터 다시 시청할 수 있는 VOD 시스템 제어구조를 제시한다. 그리고 이 제어를 위해 필요한 스트림 동기화 모듈과 시청 로그 기반의 세션 및 자원 관리 시스템을 제안한다. 특히, 시청자와 VOD 시스템간의 비디오 스트림 제어를 위한 세션별 VOD 서비스 연결 관리 시스템을 설계하고 시뮬레이션을 통해 VOD 서비스에서 Seamless 콘텐츠 연결 모델을 제시한다.

Abstract

As various portable digital devices are developed, the space of the TV audience is expanding. We propose a structure of broadcasting control in VOD service in which viewers can resume the viewing of digital broadcasting contents in different devices after they have stopped the viewing to move to another place. Then we design a session and resource management system of VOD for this control. In particular, we design the session management of each consumer and simulate the seamless VOD connection model.

Keyword : VOD, SRM, 유비쿼터스, RTP, IPTV

1. 서 론

디지털 TV 뿐만 아니라 스마트폰, PMP(Personal Multimedia Player), DMB(Digital Multimedia Broadcasting), UMPC(Ultra-Mobile PC) 등 다양한 디지털 매체의 발전으

로 인해 시청자들의 멀티미디어 시청 환경은 공간적으로 확대되고 있다. 현재까지 방송서비스 중에서 이러한 요구 조건을 일부 충족시킨 서비스는 PVR(Personal Video Recorder) 또는 VOD(Video-on-Demand) 서비스라고 볼 수 있다. 본 논문은 VOD 시스템에서 디지털 방송이 전통적인 태내 시청구도에서 벗어나 콘텐츠를 한 매체에서 시청하다가 다른 매체에서 연결된 재생이 가능할 수 있도록 하기 위해, 이에 필요한 세션 및 자원 관리(SRM : Session and

a) 서강대학교 영상대학원 미디어공학 전공

Dept. of Media Technology, School of Media, Sogang University

‡ 교신저자 : 정문열(moon@sogang.ac.kr)

※ 본 연구는 2008년도 서강대학교 특별연구비의 지원을 받은 연구임

Resource Management) 시스템을 설계한다. 본 시스템은 시청자가 VOD 서비스를 이용하던 중 공간 이동을 위해 일시정지, 정지 등과 같은 VCR(Video Cassette Recording) 제어 메시지를 실행한 한 후, 다음 공간의 다른 디지털 매체에서 재생 메시지를 실행할 때, 해당 콘텐츠를 직전에 중지한 지점에 이어서 재생 하도록 도와주는 시스템이다.^[1] 본 논문에서는 이 시스템을 설계할 때, VOD 콘텐츠 전송을 위해 새로운 프로토콜을 정의하지 않고, 서비스의 범용성과 콘텐츠의 재사용성을 높이기 위해 현재 인터넷 표준 프로토콜인 RTP(Real-Time Transport Protocol), RTCP(Real-Time Control Protocol), RTSP(Real-Time Streaming Protocol)를 이용한다. 공간이동 이전의 시청 프로세스와 연결된 시청을 위한 VOD 클라이언트 모듈을 구현하고, 정확한 시청자 세션 정보 및 서비스 자원 연동을 위한 데이터베이스 및 SRM 시스템을 설계하고 이를 반영한 VOD 서비스를 시뮬레이션 한다. 본 논문의 시뮬레이션은 디바이스 의존성 보다는 자연스러운 서비스 연계를 위해 네트워크상에서 매체 연결 모델에 초점을 두고 시행하였으며 IP 기반의 다양한 매체와 연계된 비즈니스 모델 도출이 가능한 서비스를 형상화 하였다.

구체적으로 본 논문에서는 현재 디지털 방송에서 사용되

고 있는 디지털 케이블 방송과 인터넷TV(IPTV)의 스트리밍 방식의 VOD 시스템의 구조를 분석하고 미디어의 연결 재생이 가능한 VOD 시스템의 전송 프로토콜과 클라이언트 소프트웨어를 설계한다. 또한 시청 제어를 위한 서버와 클라이언트 통신 프로토콜과 시청자의 RCU(Remote Control Unit) 제어 메시지 이력관리를 위한 서버 시스템을 설계하고 구현한다. 본 논문의 2장에서는 연결재생 서비스 모델을 설명하고, 3장에서는 VOD 시스템을 분석하고, 인터넷 표준 RFC355(과거 RFC 1889)에서 정의하는 RTP 및 RTCP/RTSP의 틀 안에서 콘텐츠 전송 구조와 스트림의 동기화 프로세스를 설명한다. 4장에서는 연결 재생을 위해 본 논문에서 제안하는 LPVOD(Linked Play VOD) 서비스에 대해 기술한다. 5장에서는 제안된 시스템의 구현과 시뮬레이션 결과를 설명한다. 마지막으로 6장에서는 본 논문의 결론을 맺고 향후 보완해야할 사항과 연구방향에 대해 서술한다.

II. 서비스 모델

본 장에서는 이종매체간 연결 재생을 이용하는 VOD 서비스 모델을 기술한다. 본 논문에서 말하는 “연결 재생

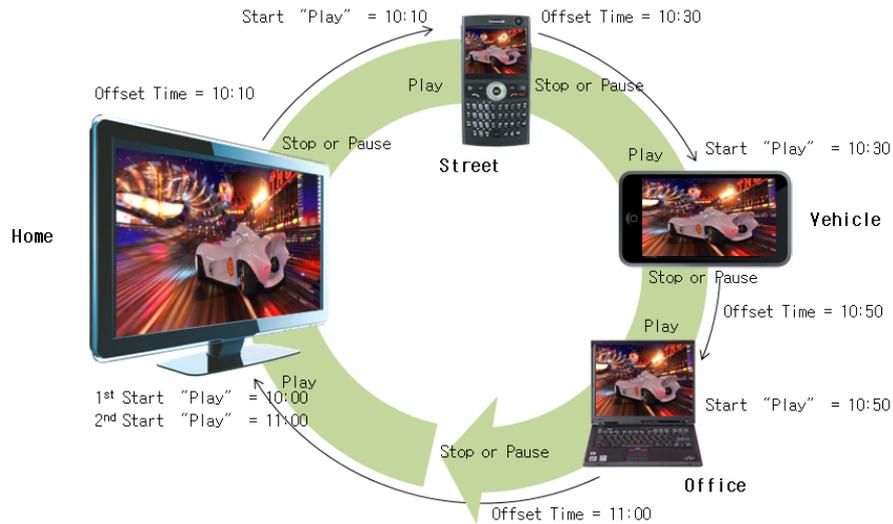


그림 1. 연결 재생 VOD 서비스 모델
Fig 1. The model of Linked Play VOD service

(Linked Play)”의 용어 개념은 시청자의 태내 디지털방송 또는 IPTV를 통해 VOD 콘텐츠를 시청하다가 다른 장소로 이동하기 위해 시청하던 VOD를 정지시키고 다른 장소로 이동한 후 다른 멀티미디어 기기를 통해 시청 중이었던 VOD 콘텐츠를 정지했던 시점으로부터 다시 시청하는 것을 말한다. 본 서비스가 원활하게 이루어지기 위해서는 CAS(Conditional Access System) 인증, USIM(USIM : Universal Subscriber Identity Module) 등 시청하는 개인을 인증/승인하고 관련 이력을 기록하고 서비스와 연결하는 시스템이 마련되어야 하지만, 본 논문에서는 이와 같은 환경을 가정하고 시청자 개별 세션관리 프로세스를 설계한다. 그림 1은 공간이동에 따라 달라지는 매체 환경에서 시청자의 VOD 제어 프로세스가 소실되지 않고 콘텐츠 재생시간이 시청자의 이동에 의존하지 않는 서비스 모델을 나타낸다.

III. VOD 시스템 현황 및 전송 프로토콜

1. 디지털 케이블 및 IPTV 환경의 VOD 시스템 분석

1.1 VOD 콘텐츠 전송 구조

디지털 케이블 방송환경에서의 VOD 시스템은 인터넷상의 VOD 시스템과 개념적으로 동일한 서비스이며, TS (Transport Stream)을 생성/전송하는 VOD 서버(VOD Pump-

ing 서버) 제어를 통해 시작, 정지, 일시정지, 앞으로/뒤로 등의 동영상의 제어가 가능하다. 이를 RVOD(Real Video-on-Demand)라고 한다. RVOD 시스템은 그림 2에서 보듯이 몇 가지 요소로 구성되어 있다. 즉, (1) VOD 서비스를 요청하는 VOD 클라이언트, (2) 콘텐츠를 제공하는 서버, (3) 클라이언트의 요청에 따라 세션을 관리하는 SRM (Session and Resource Management), VOD 콘텐츠의 변조를 담당하는 Edge QAM(Quadrature Amplitude Modulation)로 구성되어 있다.^[2] IPTV환경의 VOD 서비스는 디지털 케이블 방송 환경과는 다른 구조를 가지고 있다. 전송 콘텐츠의 프로토콜, 시청을 위한 VCR 제어 메시지 및 VOD 콘텐츠 정보 등에 대한 Asset 전달 등이 TCP/UDP기반의 인터넷 프로토콜로 전송 및 해석되는 구조로 되어 있으며, 인터넷 프로토콜 사용에 따른 구조적인 한계로 인해 A/V 재생을 위한 자원 배분이 콘텐츠의 네트워크 전송 환경과 디코딩 및 동기화에 좀 더 의존적이다. 즉 네트워크 QoS(Quality of Service)에 민감한 구조를 가지고 있다. 그러나 네트워크 품질 및 QAM 변조 등과 같은 플랫폼의 일부 환경적인 차이점을 제외하면, 두 가지 방식의 VOD 서비스 모두 범용적인 IP 기반의 콘텐츠 전송 구조를 가지고 있다. 디지털 케이블 방송은 수신기에서 TS로 수신되지만 VOD 서버에서 Edge QAM(IP기반 전송환경의 경우 CDN 환경 적용)전단까지 IP로 전송된다. 때문에 범용 인터넷 프로토콜을 이용한 다양한 매체연결이 가능하다.

그림 2에서 보는 바와 같이 VOD 시청의 공통적인 프로

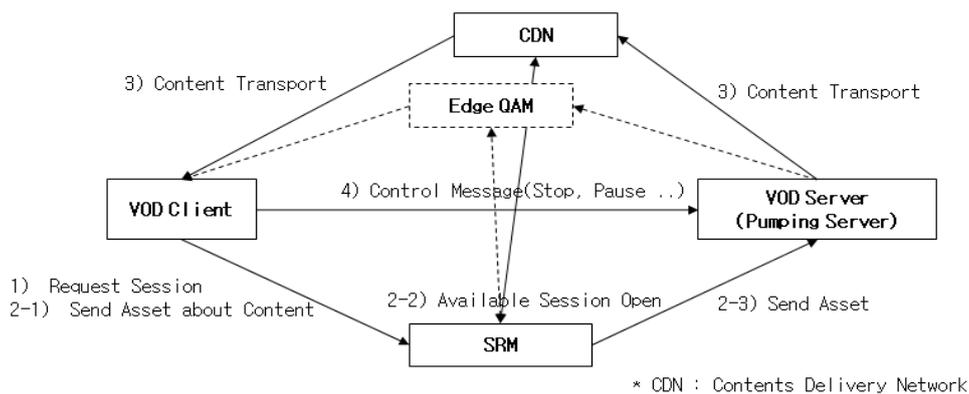


그림 2. VOD 서비스 프로세스^[2]
 Fig 2. The process of VOD service^[2]

세션은 클라이언트의 세션요청에 따라 클라이언트 측이 선택한 Asset(Content관련 각종 정보 : 줄거리, 감독, 배우, 고객정보 등)을 SRM으로 보내면 SRM과 연결된 부가 시스템으로 인증 및 결제정보가 정상적으로 처리되게 되며, VOD 서버로 해당 콘텐츠 데이터의 스트림에 대한 Push가 이루어진다. 이에 따라서 해당 시청자의 세션 가용여부가 판단되면 서버의 세션에 연결된다. 그리고 VCR 제어 중에 서비스의 장애대응을 위해 양방향으로 제어 메시지에 대한 확인 절차(Heart Beat)는 계속 일어나면서 스트리밍을 제어하게 된다. Edge QAM 및 세션관리의 부하조절을 위해 일반적으로 VOD 서버와 Edge QAM에 대해 시청자들을 Cell 단위로 분리하여 각 Cell당 Edge QAM, VOD 서버를 할당하게 된다. RVOD시스템은 Transport Stream 환경으로 일반적인 인터넷과 같은 네트워크 프로토콜을 사용하는 방법을 가지지 않는다. 따라서 Media Control, 세션관리 등은 MPEG-2 표준의 Part 6(ISO/IEC 13818-6)에 정의한 DSM-CC (Digital Storage Media, Command and Control)표준을 사용한다.^[2] 본 논문에서는 이 VOD 시청 프로세스가 각 매체별로 연결된 프로세스로 진행 될 수 있도록 재설계한다.

1.2 SRM(Session and Resource Management) 시스템 구조

SRM은 VOD 콘텐츠를 시청하는 시청자의 Asset, 즉 시청자의 개인정보(서비스 가입정보 등), 시청하고자 선택한 콘텐츠 정보, 결제 요금 등을 관리 및 인증하고 서비스에

대한 이력을 관리하는 중요한 역할을 한다. SRM은 DSM-CC(Digital Storage Media, Command and Control) 세션과 자원을 중앙 집중적인 구조로 관리한다. 현재 Broadband Connection을 통한 멀티미디어 서비스 및 어플리케이션에 대한 프로토콜을 제공하는 부분까지 확장되었지만 최초 제안된 목적은 VOD 및 네트워크 VTR과 같은 네트워크 Video 자원을 제어하기 위한 표준이다. DSM-CC Message에는 DSM-CC U-U Message, DSM-CC U-N Message, DSM-CC Download Message로 크게 3가지의 분류로 나눌 수 있으며 SRM을 중심으로 송수신되는 메시지는 DSM-CC U-N Message에 해당된다.^{[1][2]}

DSM-CC(ISO/IEC 13818-6)표준에서는 서버와 SRM 사이의 통신 프로토콜을 TCP/IP로 정의하며, 시청자 수신기와 SRM은 UDP/IP 프로토콜로 정의한다. 때문에 SRM은 TCP 및 UDP를 모두 수용한다. SRM은 시청자의 Asset 제어를 목적으로 하는 시스템이기 때문에 본 논문에서 구현하고자 하는 이동, 매체변경, 제어 메시지 등의 다양한 프로세스에 대한 이력은 관리하지 않는다. 따라서 본 논문에서는 연결재생을 위해 DSM-CC표준에서의 SRM 구조를 확장한다.

2. 전송 프로토콜 분석

다양한 디바이스 환경에서 VOD 콘텐츠 전송 및 수신 이 가능하기 위해서는 플랫폼 독립적으로 사용가능한 프

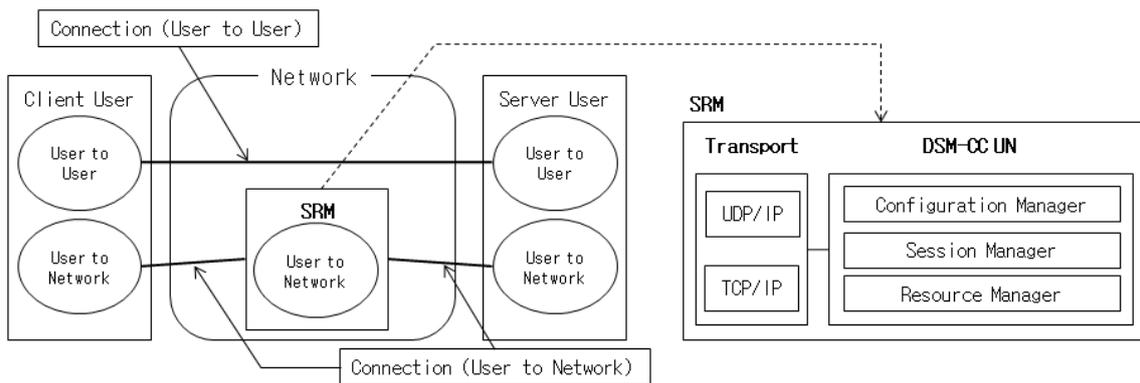


그림 3. DSM-CC 메시지 및 SRM 시스템 구조^[1]
 Fig 3. The message of DSM-CC and the structure of SRM^[1]

로토콜이 필요하다. IPTV 서비스를 제공하기 위해서 사용하는 일반적인 프로토콜 계층은 IP/UDP/RTP/MPEG2-TS/Video Codec으로 이루어지며, RTP를 사용하는 경우에는 MPEG2-TS를 사용하지 않아도 비디오와 오디오 데이터를 전송할 수 있으나 기존 방송환경에서는 MPEG2-TS가 일반화되어 있어서 RTP와 함께 MPEG2-TS를 사용하고 있다.^[3] 본 논문에서는 IP기반의 범용 환경을 기준으로 MPEG2-TS에 대해서는 제외하고 RTP를 통한 A/V 전송 환경으로 구현한다. 또한 실시간 전송환경에서는 안정적인 Bandwidth를 필요로 하며 데이터를 수신 할 때는 전송 중에 발생 가능한 전송지연에 대한 보상 처리보다는 손실 데이터에 대한 보상에 중점을 두는 구조가 효율적이며 이에 적합한 인터넷 프로토콜은 RTP(Real-Time Transport Protocol)이다.^[4] 때문에 본 논문에서는 A/V 전송 프로토콜로 RTP를 이용하며, VOD 제어 메시지는 RTP의 상위 프로토콜인 RTSP를 사용한다.

2.1 RTP 및 RTSP

RTP는 IETF(Internet Engineering Task Force)의 Audio-Video Transport Working Group에서 1998년 RFC1889로 표준화하였으며, 2003년 RFC3550이 RFC1889를 대체하였다. 전송된 데이터에 대한 식별과 패킷의 순서 결정, 다중 미디어에 대한 효율적인 동기화 기능을 수행하지만, 송신측에서 보내지는 패킷의 순서대로 수신측에서 패킷을 수신한다는 보장은 없는 구조로 되어 있다. 또한 송신한 모든 데이터 패킷이 모두 수신측에 도달한다는 보장도 없다. 따

라서 수신단의 패킷 시퀀스를 다시 만들고, 패킷 헤더에서 제공되는 정보를 가지고 손실된 데이터 패킷을 검출하는 것이 모두 수신측의 책임이 된다. 따라서 RTP는 주기적인 전송의 보장이나, 서비스 품질에 대한 보장이 없기 때문에 데이터 전송의 품질 보증을 위해서는 별도의 프로토콜로 RTP session에 대한 모니터링을 위해 RTCP(Real-time Control Protocol)를 사용하여 보완하고 있다.^[5] 본 논문에서는 RTCP로부터 제공되는 SR(Sender Report)을 기반으로 세션 동기화 및 Offset 데이터를 추출한다. 자세한 내용은 아래 “2.2 Offset Value 추출 및 동기화 구조”에서 기술한다.

RTP Header는 고정 크기를 가지며 멀티미디어 정보에 따라서 Header 뒤에 특정 정보 및 데이터가 붙게 된다. RTP 패킷들은 망을 통해서 전달되면서 중간 시스템에서는 여러 소스로부터 온 RTP 패킷들을 받고 이들을 적절히 조합시켜서 새로운 형태의 RTP 패킷을 만들고 이를 다음 시스템으로 전달하는데, 이러한 기능을 수행하는 중간 시스템은 RTP Mixer가 담당한다. Timestamp 필드는 RTP 패킷의 첫 번째 8Bits가 샘플링 된 시점을 나타낸다. 그 샘플링 시점은 일정하게 증가하는 Clock으로부터 생성된다. 이것은 실시간 데이터의 동기화와 Jitter 계산에 이용된다.^{[4][6][7]} RTP 패킷의 구조는 그림 4와 같다.

RTSP는 RTP보다 상위 단계의 프로토콜로서 멀티미디어 스트림에 대한 Command 및 Control 기능을 제공하며, UDP와 같이 RTSP도 비연결지향 프로토콜이며, 각각의 스트림은 Session ID에 의해 서로 구별가능하다. 단, RTSP의 Control 요청은 연결이 보장된 TCP를 통해 전송된다. 그리

+ Bits	0-1	2	3	4-7	8	9-15	16-31
0	Ver.	P	X	CC	M	PT	Sequence Number
32	Timestamp						
64	SSRC identifier						
96	... CSRC identifiers ...						
96+(CC×32)	Extension header (optional).						
96+(CC×32) + (X×((Extension header length+1)×32))	Payload(Audio, Video, ...)						

Ver : Version CC : CSRC Count
 P : Padding M : Marker
 X : Extensions PT : Payload Type

그림 4. RTP 패킷 구조^[5]
 Fig 4. The structure of RTP Packet^[5]

고 오디오나 비디오 같은 연속적인 미디어의 시간에 동기화된 스트림들을 설정하고 제어하는 역할을 한다. 하지만, RTSP가 연속형 미디어 자체를 전달하지는 않는다. 즉, RTSP는 멀티미디어 서버의 리모트 컨트롤 역할을 담당하는 프로토콜이다. 하나의 RTSP 세션 동안, 서버로 RTSP 요청을 보내기 위해 여러 개의 TCP(또는 UDP) 연결을 열고 닫을 수 있다. RTSP에 의해 제어되는 미디어 스트림은 RTP일 수 있지만, RTSP는 미디어 스트림을 위한 전송 매커니즘에 의존하지 않는다.^[2] 이 프로토콜은 HTTP/1.1과 매우 흡사하다. HTTP의 확장이 대부분의 경우에 RTSP에도 추가될 수 있다. RTSP에서 제공하는 Method는 표 1과 같다.

표 1. RTSP Method 리스트^[6]Table 1. The list of RTSP Method^[6]

Method	Description
OPTIONS	사용가능한 메소드 획득
SETUP	트랜스포트 연결을 설정
ANNOUNCE	미디어 개체의 설명(description)을 변경
DESCRIBE	미디어 개체의 설명 획득
PLAY	재생 시작
REDIRECT	클라이언트를 새로운 서버로 Redirect
PAUSE	스트림 전송을 중단(상태 유지)
SET_PARAMETER	장치 또는 인코딩 제어
TEARDOWN	세션 상태를 삭제

2.2 Offset Value 추출 및 동기화 구조

시청자는 VOD 콘텐츠를 시청 중에 Stop 또는 Pause 시점에서 RTSP 프로토콜을 통해 Offset Event를 VOD 서버로 전송하게 된다. 이때 서버에서는 Offset 시간(Media Time) 및 Frame Number를 기록하게 된다. 스트림을 생성하고 전송하는 과정 중 Processor에서 VOD 콘텐츠의 Media Time과 실제시간(Wall Clock)을 추출하고 해당 세션의 키가 되는 데이터베이스에 저장한다. 이후 다른 디바이스로 별도의 세션을 통해 동일한 콘텐츠를 접근한 후 서버에서 콘텐츠 시작 시점을 찾을 때 추출된 Offset Value를 사용하게 된다.

일반적인 엄격한 타이밍 요구조건을 갖는 TCP 기반의

HTTP, FTP와는 달리, RTP는 주로 미디어 스트림에 대한 전송을 목적으로 설계되었으며, 모든 RTP 버퍼들은 Timestamp를 가지고 있어서, Timestamp와 실제 전역적으로 동기화된 Clock(예를 들어서 JMF Player의 TimeBase)사이의 매핑을 수행한다. Timestamp의 역할은 다양한 데이터 소스로부터 제공되는 미디어들을 통합하는 기능을 지닌다. 이때 전송되는 각각의 패킷은 Sequence Number와 함께 Timestamp를 갖게 되는데, Sequence Number는 각 패킷마다 서로 다른 고유의 번호로서, 수신측에서 패킷 손실에 대한 검출과 복구에 이용된다. Timestamp는 동일한 번호를 가짐으로서 특정한 동일시간에 함께 복호화 되어야 함을 의미한다. RTP 역시 UDP 기반의 프로토콜로서 수신측에서는 수신되는 데이터 패킷이 일정하게 알맞은 순서로 전송되었는지 알 수 없다. 때문에 수신측에서는 패킷의 Sequence Number를 이용하여 패킷을 재정렬해야 한다.^[7]

RTP에서 미디어 콘텐츠의 전송 방식은 모두 분리된 스트림으로 전송되게 된다. 즉 비디오, 오디오, 데이터 등 모두 별도의 RTP 세션으로 클라이언트로 전송하게 된다. 이는 네트워크 환경 및 코덱 등의 이종성과 해당 어플리케이션 개발 응용을 위해 분리된 스트림 환경이 요구되기 때문이다. 이러한 구조로 인해 수신측에서는 분리된 미디어 스트림의 동기화를 위한 프로세스가 필요하다. 본 논문에서는 서로 다른 오디오, 비디오 RTP 세션 동기화를 위해 각 스트림의 실제 기준 시간(Wall Clock) 동기화를 위해 RTCP SR(Sender Report)에서 Clock 정보(NTP Timestamp, RTP Timestamp)를 받아 상호 동기화 과정을 거치게 된다.^{[4][6][7]}

IV. 연결 재생을 위한 LPVOD(Linked Play VOD) 시스템 설계

1. 클라이언트 소프트웨어

LPVOD 시스템의 클라이언트는 VCR 제어 통신을 위한 RTSPListener, RTP 세션 수신을 위한 RTPManager로 구성된다. RTP 스트림에 대한 동기화 및 QoS(Quality of Ser-

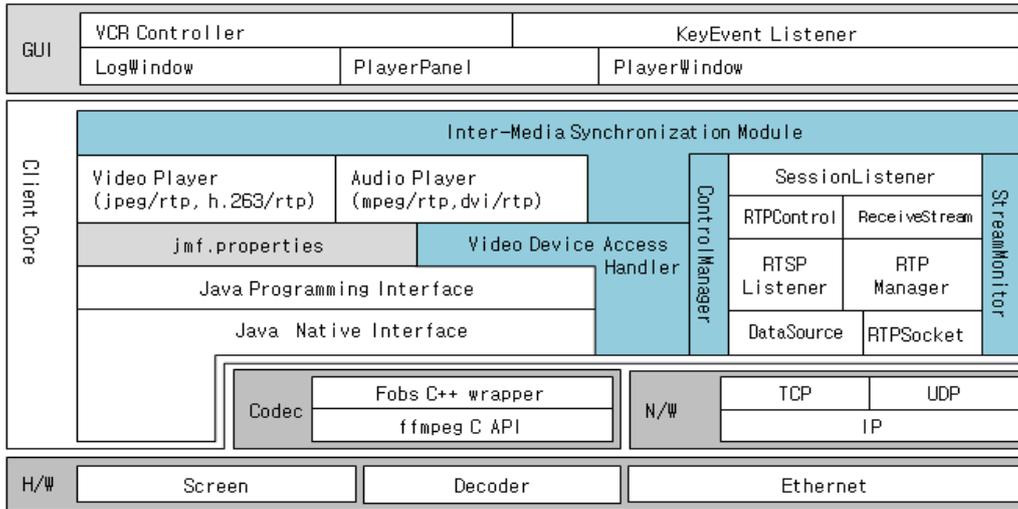


그림 5. 클라이언트 소프트웨어 스택
Fig 5. The client software stack

vice)를 위해 미디어 Clock 및 시스템 Clock 정보를 추출할 수 있는 Sender Report와 Receiver Report를 위한 RTPControl과 RTCP 패킷 파싱 모듈이 구현된다. 별도의 RTP 세션으로 생성된 Audio Player와 Video Player사이의 Clock을 보정, 동기화를 담당하는 Inter-Media Synchronization Module로 구성된다. 각각의 Player는 전송된 세션에 대한 Audio/Video 데이터에 대한 스트림 전달 이벤트를 받아 Player를 생성하고 초기화하는 과정이 수행된다. Player에 대한 일련의 과정은 JMF의 미디어 플레이어 Life-Cycle과 동일한 프로세스를 가진다. 그리고 이종매체간 이동에 자연스러운 화면 전환을 위해 중요한 부분이 해당 디바이스의 Screen 객체를 참조할 수 있는 인터페이스가 필요하다. 이 부분을 본 논문에서는 Video Device Access Handler가 디바이스의 스크린 객체 정보를 받아오는 구조로 설계하였다. 이 Handler로부터 획득한 디바이스 정보(화면 사이즈, 네트워크 방식 등)를 서버로 전송하고 서버는 이 정보를 바탕으로 비디오 스케일링을 통해 클라이언트로 전송 된다.

고화질의 서비스 시뮬레이션을 위해 H.264/AVC 코덱을 이용하며 관련 코덱 접근방법으로 Open Source Projects의 FOBS (Ffmpeg OBJECTS) API를 사용하여 ffmpeg 라이브러리를 접근하고 애플리케이션 레벨을 구현한다. 본 논문에서는 플랫폼 독립적인 환경 구현을 위해 Java 환경의

JMF Wrapper로 fobs4jmf⁸⁾를 이용한다. 구현된 클라이언트 소프트웨어 구조는 그림 5와 같다.

2. ESRM(Enhanced Session and Resource Management) 시스템 및 제어 메시지 관리

기본적으로 SRM(Session Resource Management) 시스템에서는 VCR 제어 메시지에 대한 기록을 가지고 있지 않

표 2. SRM, ESRM 기능 비교
Table 2. A comparison of SRM and ESRM

SRM	ESRM
<ul style="list-style-type: none"> - Asset <ul style="list-style-type: none"> . 가입자 인증 . 시청요청 프로그램 정보 . 결제 정보 . 서비스 허용 여부 판단 - Session Management - VOD Dump Message 전달 	<ul style="list-style-type: none"> - 작동 - VCR 제어 메시지 관리 <ul style="list-style-type: none"> . "Pause", "Stop" - Session Management <ul style="list-style-type: none"> . Connection Log . 연결 Device 정보 및 Client 환경 정보 (화면사이즈, 디코딩환경, 스마트카드 ID, USIM 등) - Contents Access Control <ul style="list-style-type: none"> . Offset 위치의 Metadata(시간, 프레임 정보 등)

■ 추가로 구현된 ESRM 프로토콜

으며 타 시스템과 인터페이스 동기화를 위한 프로토콜이 없다. 본 논문에서 제안하는 ESRM(Enhanced Sesison Resource Management)은 정지, 일시정지 등의 각각의 메시지를 기록하여 정확한 Offset 시점에 대한 정보를 분석하고 세션을 사용한 연결재생을 위해 타 디바이스 인터페이스 동기화를 위한 프로토콜을 추가로 구현하였다.

ESRM 시스템은 클라이언트로부터 전송되는 VCR 메시지 수신을 위한 RTSPSocket과 RTP 스트림 생성을 위한

RTP MUX 모듈, 콘텐츠 전송을 위한 RTPConnector를 상속받은 RTPMGrAdapter, 그리고 세션을 생성하고 제어하기 위한 RTPManager로 구성된 소프트웨어 구조로 설계되었다. 클라이언트로부터 전송 받은 디바이스 정보를 기반으로 SessionMGRAdapter를 통해 접속된 세션을 초기화하고 해당 정보를 기반으로 VOD 콘텐츠 전송을 준비하는 구조이다. 전송될 비디오 스트림을 클라이언트 디바이스 환경에 맞게 실시간 스케일링을 담당하는 Video Scaler와

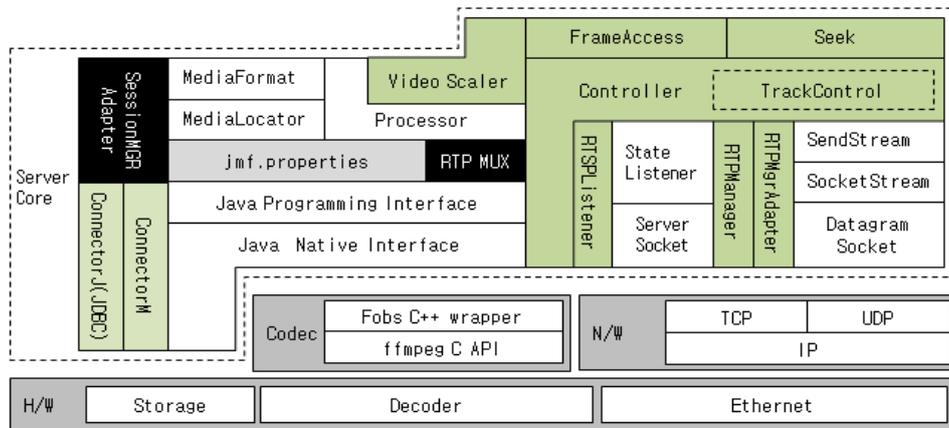


그림 6. ESRM 소프트웨어 스택
Fig 6. ESRM software stack

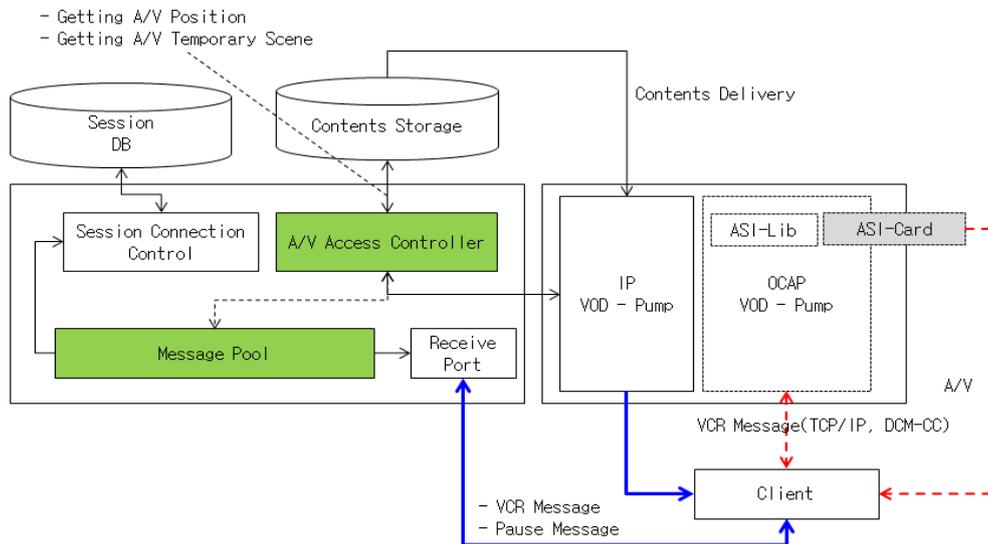


그림 7. LPVOD 시스템 구조
Fig 7. The structure of LPVOD system

Stop 지점을 찾는 모듈과 특정 프레임 지점을 접근하는 FrameAccess 모듈로 구현한다.

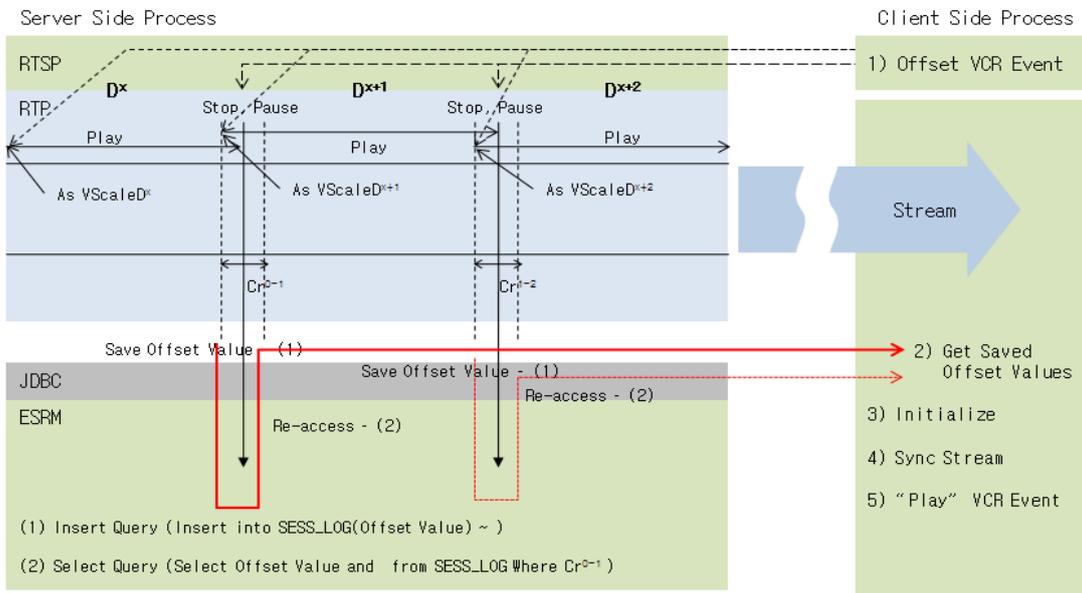
연결재생을 위한 시스템 구조는 그림 7과 같이 VOD 재생 시점에서 연결 세션을 관리하는 메시지 Pool과 데이터베이스 정보와 동기화 과정을 수행하기 위한 세션 연결 제어 모듈 그리고 VOD 접근을 제어하는 Access Controller로 구성된다. 세부적인 Head-End 시스템의 구조는 방송 플랫폼에 따라 일부 변경이 될 수 있다.

3. 시스템 프로세스 설계

본 논문에서는 위에서 언급한 바와 같이 시스템을 구성하고 이종매체간 연결재생이 가능한 환경을 구성하였다. 이에 따른 시스템의 프로세스는 그림 8에서 보는 바와 같이 Dx는 클라이언트의 디바이스이며, Crⁿ⁻⁽ⁿ⁺¹⁾은 Dx에서 Dx+1으로 “정지” 이벤트 발생 시점에 대한 정확한 비디오 프레임에 대한 인지가능한 범위에 해당된다. 본 논문에서

는 이 인지 범위에 대해서 Stop 시점 추출 판단을 위한 인자로 정의하고 사용성 평가를 통한 가용한 범위는 도출하지 않는 것으로 한다.

서비스 시작 시점에서 Dx에 대한 스크린 정보를 As-VScaleDx 모듈에서 VOD 콘텐츠 전송을 위한 초기화를 시작한다. Dx에서 “재생”하게 되고 시청 중 “정지”또는 “일시정지” 이벤트 발생 시점에 클라이언트는 ESRM으로 Offset 값을 전송하게 된다. ESRM은 Offset 이벤트 발생 시점을 기준으로 해당 세션 ID에 대해 이벤트 히스토리를 세션 별로 데이터베이스에 Insert 한다. 시청자가 Dx+1로 이동하여 Dx+1을 초기화 시키고 “재생” 이벤트를 발생시키기 위해 Dx+1이 RTSP Setup 메소드를 ESRM으로 전송하고 해당 Dx+1에 연계된 세션 정보를 데이터베이스에 질의하고 이벤트 히스토리를 찾아 세션에 대한 값이 존재하면 ESRM은 이번 접근 세션에 대해 Offset Value를 기반으로 초기화한다. Dx와 동일한 VOD 콘텐츠를 Offset 시점을 기준으로 Dx+1에서 다시 재생하게 되는 프로세스를 가진다.



Crⁿ⁻⁽ⁿ⁺¹⁾: Cognitive Range between 1st Device and 2nd Device (Range to Access Seamless Frame)
 Offset Value = { Position(Count) of Frame, VideoScale, Offset Time, CID(Client ID)}
 As VScale D^x = Convert Video Scale for Device^x

그림 8. LPVOD 서비스 프로세스
 Fig 8. The process of LPVOD

V. 실험

본 논문에서는 연결 재생을 위해 플랫폼 독립적인 환경인 JVM(Java Virtual Machine) 상에서 JMF(Java Media Framework)을 이용하여 세션 연결 및 동기화 모듈을 구현하였다. 클라이언트에서의 H.264/AVC 동영상 재생은 JMF에서 시스템 레벨의 ffmpeg 코덱 라이브러리를 접근할 수 있도록 제공된 API (fobs4jmf 라이브러리의 일부) 로 구현하였다. VOD 서버의 OS는 FreeBSD 기반으로 구축하였으며 커널은 7.0 RELEASE 기준으로 하였다. 실험시 ESRM은 VOD Pumping Process와 별도의 인스턴스를 가지는 구조로 적재되었다. 클라이언트, 서버 모두 JDK1.5 기준으로 개발되었으며 JMF 라이브러리 및 FOBS API가 적용되었고, 데이터베이스는 펜티엄3(1Ghz) SMP, 1GB 메모리의 시스템에 MySQL(5.0)로 구축하였으며 ConnectorJ (mysql-connector-java-5.1.6)모듈로 시청 로그 데이터를 접근/생성하였다. 별도의 디바이스 환경 구현을 위해 클라이언트는 별도의 PC에서 스크린 크기, 세션 정보 등 임의의 디바이스 정보를 제공한 상태에서 구현하였으며, 서버연결 환경설정, 클라이언트 동작 로그 및 VCR 제어부분을 관리하는 LPVOD Client Controller부분과 Audio/Video Plane 영역으로 클라이언트의 UI를 개발하였다. 클라이언트 Device-1의 경우 펜티엄4(3.2Ghz), 1G메모리의 데스크탑

PC에서 Device-2의 경우 펜티엄3(1Ghz), 256MB 메모리의 랩탑PC로 가정과 모바일 환경의 VOD 서비스를 가정하고 네트워크상의 세션 로그 기반으로 시청 콘텐츠를 이어서 재시청하는 방식으로 시뮬레이션하고 서비스 가용 요소를 도출 하였다. 시뮬레이션을 위해 사용된 A/V 콘텐츠는 <http://www.apple.com/trailers/#section=justhd> 에서 제공하는 HD (480p) 영화 Trailer를 사용하였다. 수행 절차는 아래와 같다.

- Step 1) Device-1/2 환경 설정(Device-1 Screen : 838 × 352, Device-2 Screen : 502 × 211)
- Step 2) Device-1 클라이언트 환경에서 VOD 시청(Play)
- Step 3) Device-1 에서 시청중인 VOD Stop
- Step 4) Device-2 초기화 및 VOD 클라이언트 실행
- Step 5) Device-2 에서 VOD 콘텐츠 이어서 시청(Replay)
- Step 6) Device-1 Stop 시점에서 VOD 콘텐츠 재생 부분 확인

Step 4)에서 Device-1의 클라이언트 모듈이 ESRM에 연결 후 인증을 받게 되고 이전 시청 로그 데이터를 받아 초기화를 하게 된다. USIM, CAS, 수신기 ID, 고객 인증 등 각 디바이스 환경에 맞는 서비스 융합 형태에 따라 인증방식이 다를 수 있다. 이는 제안된 서비스가 단일 사업자 또는 제휴 형태로 서비스가 가능할 것으로 판단된다. 본 실험에

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
- <SESS_LOG sid="L12341234" date="2008-07-01T15:12:32Z" state="1">
  <device id="S9921">SONY N505</device>
  - <SessionDescription>
    <SessionElement Key="M_ID">2</SessionElement>
    <SessionElement Key="offset">38.6</SessionElement>
    <SessionElement Key="frame">263</SessionElement>
    <SessionElement Key="scale_x">502</SessionElement>
    <SessionElement Key="scale_y">211</SessionElement>
  </SessionDescription>
</SESS_LOG>
```

```
- sid : session id
- state : 1:start, 2:pause, 3:stop
- M_ID : VOD ID
- offset : offset time
- frame : frame count at offset time
- scale_x/y : device id S9921 의 screen value
```

그림 9. ESRM에서 생성된 세션 로그 메타데이터
Fig. 9. The session log metadata by ESRM

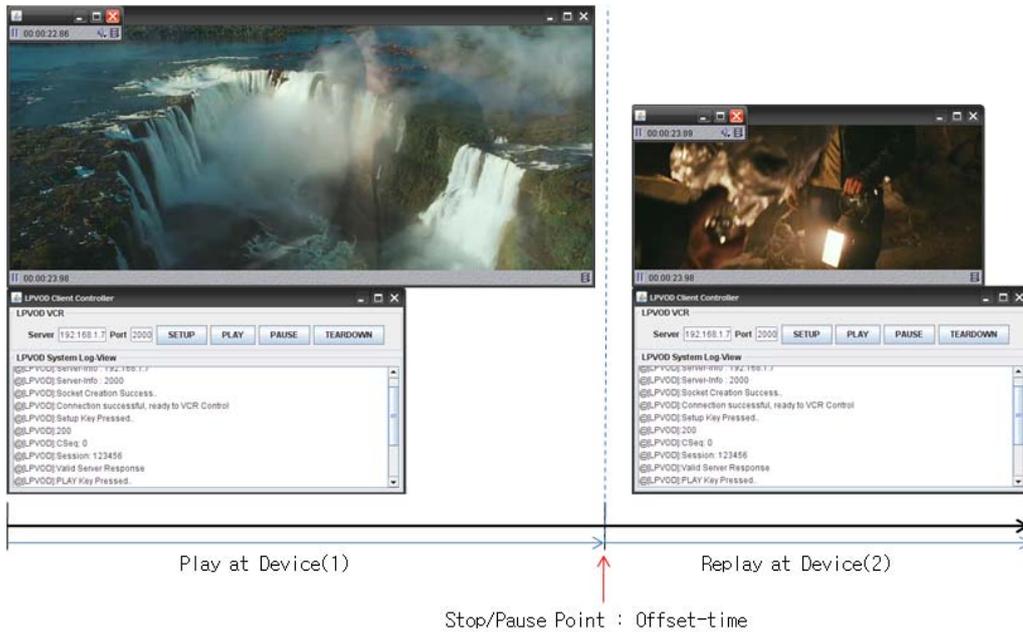


그림 10. LPVOD 서비스의 시뮬레이션
 Fig 10. The simulation of Linked Play VOD service

서는 한 고객에 대한 콘텐츠 및 매체에 대한 권한의 관계가 인증된 시스템으로 ESRM을 구성한다. 세션 데이터베이스로부터 ESRM에서 생성되어 VOD Pumping 모듈에 전달되는 메타데이터는 그림 9와 같다.

VOD Pumping 모듈은 해당 메타데이터의 Element들의 값으로 Device-2 클라이언트로 콘텐츠를 전송하게 된다. 그림 10은 실제 본 논문에서 제안된 서비스 모델을 적용하여 시뮬레이션 중인 Device-1, Device-2 클라이언트의 GUI이다.

실험결과, Device 1에서 시청 중인 VOD 콘텐츠를 Device 2에서 이동하여 정상적인 시청이 가능하였으며 시간 의존성이 많은 시청자들을 위한 TPS(Triple Play Service), QPS(Quadruple Play Service) 응용으로 방송통신 융합 모델을 잘 반영할 수 있는 부가서비스가 가능할 것이다.

VI. 결론

본 논문에서는 디지털 방송의 VOD 서비스에서 동영

상을 공간적으로 떨어져 있는 다매체를 이용하여 연속적으로 시청하는 서비스 모델을 구현하기 위한 VOD 시스템의 세션 및 자원관리 시스템을 설계, 구현하였다. 본 논문에서 실험한 서비스 모델이 적용되면 시청자는 VOD 서비스를 받고 있는 중에 공간 이동 상황이 발생 할 때 시청자콘텐츠를 정지 또는 일시정지 시킨 후, 다음 공간의 다른 디지털 매체에서 재생 동작하여 콘텐츠를 끊김 없이 연속적으로 시청할 수 있다. 미디어의 휴대성이 극대화 되고 있는 시점에서 단편적으로 끊어진 각종 매체들의 서비스 형상이 TV, PMP, PDA 등 물리적인 콘텐츠 연계성이 없는 환경에서 미디어 콘텐츠에 대한 디바이스 환경에서 수평/수직적인 이동 가능성을 확인 할 수 있었다. 최근 많은 유료방송 및 유무선통신 사업자들에게 플랫폼 통합 및 컨버전스 환경을 바탕으로 새로운 서비스 모델을 위한 환경이 제공되고 있다. 본 시스템은 이러한 미디어 시장 환경에서 다양한 플랫폼 환경 응용이 가능한 On-Demand 서비스 모델을 구현하는데 유용하게 사용될 수 있다. 연결재생시 비디오와 오디오에 대한 보다 정확한 동기화를 위한 네트워크 QoS 영향성으로 인한 미디어 연결시점의 오차 범위 최소화를 위한

문제를 해결해야 하며, 시청자가 VOD를 정지한 시점으로부터 어느 정도의 시간이 가장 자연스럽게 연계되어 시청이 가능한 Offset 시점에 대한 오차범위와 관련된 실험적인 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] ISO/IEC 13818-6 Generic Coding of Moving Picture and Associated Audio : Digital Storage Media Command and Control, pp.1-4, July 1996.
- [2] 김성원, 김정환, 시정현, 정문열, "디지털 케이블 방송 환경에서 개인미디어를 위한 스트리밍 프로토콜 연구", 대한전자공학회 논문지 제44권 TC편 제1호, pp.56-57, 2007년 1월.
- [3] 조기용, 이민형, 이인수, 성종규, 유재형, "네트워크 품질에 기반한 IPTV영상 체감 품질 측정 기술 연구", 2008 통신망 운용관리 학술대회, pp.2-3, 2008년 4월.
- [4] Alex MacAulay, Boris Felts, Yuval Fisher, "WHITEPAPER - IP Streaming of MPEG-4: Native RTP vs MPEG-2 Transport Stream", Powering MPEG-4 Applications from Mobile to HD - Envivio, inc., pp.4-7, Oct. 2005.
- [5] H. Schulzrinne, S. Casner, R. Frederick, V. Jacobson, "RFC3550, RTP : A Transport Protocol for Real-Time Applications", Internet Engineering Task Force, Network Working Group, Request for Comments: 3550, Obsoletes: 1889, Category: Standards Track, pp.12-13, pp.35-36, July 2003.
- [6] Colin Perkins, "RTP: Audio and Video for the Internet", Addison Wesley, Boston. USA, pp.5-14, pp.209-223, 2006.
- [7] Behrouz A.Foruzan, "TCP/IP Protocol Suite 3rd Edition", MacGraw-Hill/MacGraw-Hill Korea, pp.674-681, 2006.
- [8] Fobs4JMF Feature, [Online]Available: <http://fobs.sourceforge.net/documentation.html>
- [9] Tae Uk Choi, Ki-Dong Chung, "UVID: A Jini-Based Ubiquitous VOD Service Architecture", Lecture Notes in Computer Science Volume 3149, pp.957-961, Aug/Sept. 2004.
- [10] 박정훈, "웹 기반 VOD 서비스에서 Pay-Per-View의 Replay기능에 대한 연구", 한림대학교 대학원 석사학위 논문, 2007년 2월.
- [11] 이승원, 박성호, 이화세, 정기동, "이동환경에서 연속미디어 서비스를 위한 협력적인 프록시 캐싱", 한국정보처리학회 한국정보처리학회 논문지 B 제 11B권 6호 pp.691-700, 2004년 10월.
- [12] 김명훈, 박호현, "효율적인 VOD 서비스를 위한 RVOD와 NVOD간의 전환 프로토콜", 한국정보처리학회 정보처리학회논문지A, 한국정보처리학회논문지A, v.15A, no.4, pp.227-238, 2008년 8월.
- [13] 백국실, 원유집, 심보옥, "Java 기반 MPEG-4 스트리밍 클라이언트 개발", 한국정보과학회 2001년도 가을 학술발표논문집 제28권 제2호(I), pp.445-447, 2001년 10월.
- [14] Yi Cui, K. Nahrstedt, D. Xu, "Seamless User-Level Handoff in Ubiquitous Multimedia Service Delivery", Multimedia Tools and Applications Volume 22, Number 2, pp.137-170, Feb. 2004.
- [15] J.P. Sousa and D. Garlan, "Aura : An Architectural Framework for User Mobilty in Ubiquitous Computing Environments", Proceedings of the 3rd Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture: System Design, Development and Maintenance, pp.29-43, Aug. 2002.
- [16] Seung-Seok Jang, Jong-Hyeong Lee, "The IMPRESS System and Its Session and Resource Management with Q.2931", Proceedings of the 12th International Conference on Information Networking(ICOIN-12) - IEEE Computer Society, pp.392-397, Jan. 1998.
- [17] H.J.Wang et al., "ICEBERG : An Internet-core network architecture for integrated Communications", IEEE Personal Communications, Special Issue in IP-Based Mobile Telecommunication Networks, Aug. 2000.
- [18] Reuven Cohen and Yee-Hsiang Chang, "Video-on-Demand Session Management", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol.14, No 6, pp.1151-1161, Aug. 1996
- [19] S. Wenger, M.M. Hannuksela, T. Stockhammer, M. Westerlund, D. Singer, "RTP Payload Format for H.264 Video", Internet Engineering Task Force, Network Working Group, Request for Comments: 3984, Category: Standards Track, Feb. 2005.
- [20] Paolo Bellavista, Antonio Corradi, "A Mobile Agent-activated Middleware for Internet Video on Demand", IPSJ Journal Transactions of Information Processing Society of Japan Vol. 43, No. 11, pp3301-3315, Feb. 2002.
- [21] Ayman Kayssi, Houda Karaki, Wissam Abu-Khrybeh, "RTP - Based Caching of Streaming Media", Proceedings of the Eighth IEEE International Symposium on Computers and Communication (ISCC'03), pp.1067-1071, June/July 2003.
- [22] Y. Zheng, A. Lipscombe, C.Chambers, "Video contribution over wired and wireless IP network - Challenges and Solutions", BBC Research White Paper WHP150, pp1-3, July 2007.
- [23] Jung-Min Choi, Seung-Won Lee, Ki-Dong Chung, "A multicast delivery scheme for VCR operations in a large VOD system", ICPADS Proceedings of the Eighth International Conference on Parallel and Distributed Systems, pp.555-561, June 2001.
- [24] Matthew R. Delco, "Production Quality Internet Television", Berkeley Multimedia Research Center TR 161, pp.7-11, Aug. 2001.
- [25] Steven Morris, "Interactive TV Standards", Focal Press, Oxford, UK, pp.257-294, 2005.
- [26] Transmitting RTP Data With a Data Sink, [Online]Available: <http://java.sun.com/javase/techno-logies/desktop/media/jmf/2.1.1/guide/RTPSending.html#105175>
- [27] Richard S. Chernock, Regis J. Crinon, Michael A. Dolan, John R. Mick Jr, "Data Broadcasting : Understanding the ATSC Data Broadcasting Standard", McGraw Hill, New York, USA, pp.237-253, 2001.

저 자 소 개



김 성 원

- 2000년 : 대구대학교 경영학과 학사
- 2006년 ~ 현재 : 서강대학교 영상대학원 미디어공학과 석사 과정
- 2007년 ~ 현재 : 한국디지털위성방송(주) 신성장사업실 쌍방향사업팀
- 주관심분야 : 디지털통신, 위성방송, 양방향 방송 응용 프로토콜



정 문 열

- 1980년 : 서울대학교 계산통계학과 학사
- 1982년 : 한국과학기술원 전산학과 석사
- 1992년 : Univ. of Pennsylvania 전산학과 박사
- 1992년 ~ 1994년 : 일본 구주공업대학 조교수
- 1994년 ~ 1999년 : 숭실대학교 컴퓨터학부 부교수
- 1999년 ~ 현재 : 서강대학교 영상대학원 미디어공학과 정교수
- 2007년 ~ 현재 : 서강대학교 영상대학원장
- 주관심분야 : 인터랙티브 방송, 컴퓨터 그래픽스