

SCTP 기술을 이용한 효율적인 DLNA 미디어 스트리밍 환경 구축에 관한 연구

강기철, 김대진

전남대학교 전자컴퓨터공학과

gogo139755@hanmail.net, djinkim@chonnam.ac.kr

A Study of the Efficient DLNA Media Streaming System using SCTP

Ki Cheol Kang and Dae Jin Kim

Department of Electronics and Computer Engineering, Chonnam National University

요약

최근의 스마트 폰 및 스마트 TV 열풍은 사용자의 가정 내 무선 멀티미디어 네트워킹 서비스에 대한 욕구를 증가시켰고, 2004년 출범한 DLNA 기술의 보급을 촉진시켰다. 그러나 무선 네트워크 환경의 불안정성과 기존 TCP/UDP 데이터 전송 기술이 가진 한계로 인해 DLNA를 통한 고품질의 멀티미디어 데이터 서비스에는 제한이 존재했던 것이 사실이다.

이에 본 논문은 이러한 문제의 해결 방안을 모색하고자 DLNA 디바이스인 DMR과 DMS 간 SCTP 멀티 스트리밍 기술을 이용한 미디어 데이터 스트리밍 방법에 대해 연구하고, 이를 구현하였다. 전송된 스트림은 여러 조각으로 나뉘어 동일한 양의 버퍼에 복사되고, 버퍼 각각에 스트림 번호를 부여하여 SCTP 멀티 스트리밍 기법을 이용해 전송함으로써 더욱 신뢰성 있는 미디어 데이터의 스트리밍이 가능하였다.

1. 서론

현재의 계속적인 멀티미디어 디바이스 하드웨어 성능 향상은 사용자로 하여금 양질의 멀티미디어 콘텐츠를 즐길 수 있는 기반을 제공해 주고 있다. 또한 스마트 폰 및 스마트 TV 등 무선 인터넷 기반 디바이스의 증가는 가정 내 무선 홈 미디어 네트워킹 서비스에 대한 욕구를 증가시켰고, 2004년 6월 새롭게 출범한 DLNA 기술의 보급을 촉진시켰다. 그러나 높은 신뢰성을 가지는 유선 연결 방식에 비해 비교적 불안정한 무선 네트워크 환경의 특성과, 현재의 TCP/UDP 데이터 전송 기술에서의 HOL 블라킹 및 미디어 패킷의 엄격한 지연 제한에 의한 패킷의 유효 시간 경과 전송은 무선 환경에서의 미디어 콘텐츠 재생 효율을 크게 떨어뜨린다.

본 논문은 이러한 불안정하고 제한적인 미디어 데이터 스트리밍 환경에서, 미디어 데이터의 효과적인 스트리밍 및 DMR에서의 원활한 재생을 위해 SCTP의 멀티 스트리밍 기법을 이용한 미디어 데이터 스트리밍 방법을 제안한다.

SCTP(Stream Control Transmission Protocol)는 IP 네트워크에서의 전화 시그널링 프로토콜로서 IETF SIGTRAN 워킹 그룹에서 제안되었으나, 점차 TCP와 UDP를 포괄할 수 있는 범용 전송계층 프로토콜로 확대되어 2000년 10월에 SCTP 표준 문서 RFC 2960으로 제정되었다[1]. SCTP의 오류제어 및 흐름제어는 TCP의 방식을 그대로 따르고, 추가로 UDP의 신뢰성을 보장하지 않는 전송 기능도 제공한다[2]. 또한 하나의 연결에 대해 멀티 호밍과 멀티 스트리밍 서비스를 통하여 신뢰성 뿐 아니라 높은 전송 효율 또한 제공한다.

따라서 DLNA 디바이스 간 미디어 데이터 스트리밍에 있어서 SCTP 기술을 이용한 고효율 스트리밍 방법을 모색하는 시도는, 현재

의 사용자가 추구하는 홈 미디어 네트워크 시스템 구축에 어울리는 대안이라 하겠다.

이에 따라 본 논문에서는 DLNA에서 제시하는 미디어 스트리밍 방법에 대해 분석하고, SCTP 기술을 이용해 신뢰성 있는 DLNA 미디어 스트리밍 환경을 구축하기 위한 기법을 연구해 본다. 또한 리눅스 OS 기반 Open Source Library를 이용해 DMC, DMR, DMS 각각의 DLNA 소프트웨어를 구현하고 SCTP 기법을 적용하여 제시한 스트리밍 기법의 효용성을 분석한다.

2. DLNA 컴포넌트 및 3-박스 모델 미디어 스트리밍 환경

가. DLNA 컴포넌트 및 미디어 관리

DLNA는 기존 표준인 UPnP를 최대한 활용하여 대내 디지털 콘텐츠의 공유를 위한 가이드라인과 호환성 및 인증 절차를 구축하고 있고, 그 구성도는 그림 1과 같다.

이 중 디바이스의 발견 및 그 제어와 미디어 콘텐츠 관리 부분은 UPnP의 AV 및 디바이스 아키텍처에서 정의한 표준을 사용하고 있다.

UPnP AV 및 디바이스 아키텍처에서는 디지털 콘텐츠의 공유를 위해 Control Point와 Device들 간의 Addressing부터 Discovery, Device Description, Service Description, Control, Eventing, Presentation에 이르는 단계들을 정의하고, Content Directory, Connection Manager, AV transport, Rendering Control 서비스를 제시한다[3].

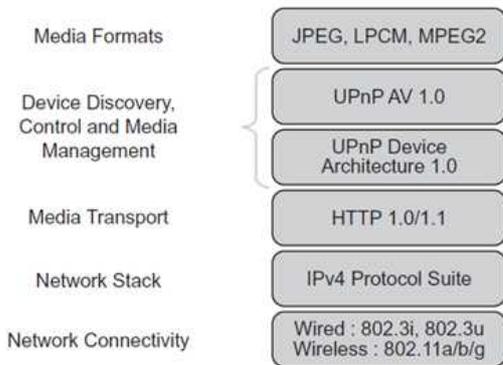


그림 1. DLNA functional components.

이와 같은 UPnP 서비스를 위해 DLNA Network Stack에서는 TCP/IP v4 프로토콜을 사용하고, HTTP 1.0/ 1.1 및 RTP(Real-Time Transport Protocol)를 통한 Media Transport 환경을 제시한다[4].

나. DLNA 3-박스 미디어 스트리밍 환경

표 1. DLNA 디바이스 클래스.

Device Category	Device Classes
HND(Home Network Device)	DMS
	DMP
	DMR
	DMC
	DMPPr
MHD(Mobile Handheld Device)	M-DMS
	M-DMP
	M-DMC
	M-DMU
	M-DMD
HID(Home Infrastructure Device)	M-NCF
	MIU

표 1은 DLNA에서 정의하는 디바이스 카테고리 및 디바이스 분류를 나타낸다. DLNA 디바이스 모델 분류에서는 UPnP에서 정의하는 디바이스 모델인 Device, Service 그리고 Control Point를 확장해 12개의 디바이스 클래스를 정의 하고 있다.

그 중 HND 카테고리의 DMS(Digital Media Server) 클래스는 디지털 미디어 콘텐츠를 얻고, 기록하고, 저장하고, 생성시키는 디바이스를 지칭하며, 이는 PC, Video Recorder, CD/DVD Jukebox 등을 들 수 있다.

DMR(Digital Media Renderer) 클래스는 콘텐츠를 재생하는 기기를 정의한다. DMR은 스스로가 네트워크의 콘텐츠를 찾지 못하고, DMC에 의해서만 재생할 콘텐츠가 셋업되어 작동된다.

DMC(Digital Media Controller) 클래스는 DMS에서 제공하는 콘텐츠를 찾고, 이를 DMR에 매칭시키는 기기를 지칭한다. 스마트 리모컨 및 스마트 폰이 DMC의 가장 대표적인 예이다.

DLNA에서는 정의된 디바이스 클래스를 바탕으로 그림 2와 같이 DMC, DMS 그리고 DMR로 이루어진 3-박스 모델 서비스 개념을 제시한다.

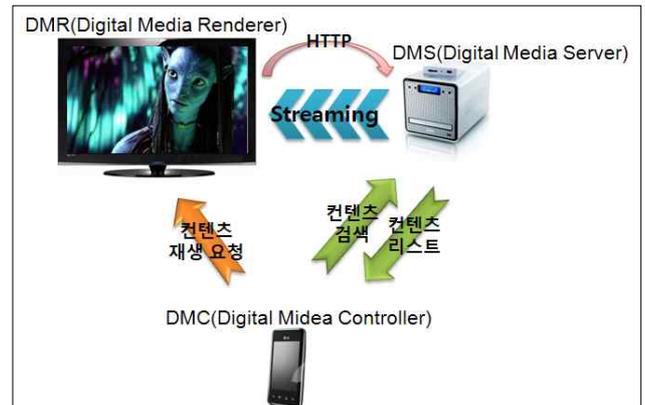


그림 2. DLNA 3-박스 모델 미디어 스트리밍 시나리오 개념도.

DLNA 3-박스 모델 네트워크 환경에서 사용자는 DMC를 통해 네트워크 내 특정 DMS의 보유 콘텐츠 목록을 요구할 수 있고, 그 중 선택된 콘텐츠의 URL 및 메타데이터 정보를 DMR에 전송하여 재생을 요청할 수 있다. 재생을 요청받은 DMR은 수신된 콘텐츠 정보에서 네트워크에 등록된 DMS의 IP를 파악하고, HTTP GET을 통해 DMR 및 DMS 자체에 정의한 TCP 혹은 UDP 기반 미디어 스트리밍을 하게 된다.

3. SCTP 통신 프로토콜

SCTP(Stream Control Transmission Protocol)는 신뢰성 있는 스트림 전송을 위해 기존의 전송 프로토콜로 사용 되어 온 TCP/UDP 프로토콜의 장점을 살린 전송 프로토콜로, IETF SIGTRAN에서 개발한 표준이다.

SCTP는 멀티 호밍 및 멀티 스트리밍의 중요한 두 가지 기법을 사용해 기존의 TCP/UDP 기반 데이터 전송 환경에서의 낮은 신뢰성과 낮은 데이터 처리량을 보완한다. 이는 특히 각 패킷 마다의 재생 시작 시각이 정해진 멀티미디어 스트림의 네트워크 전송에 강점을 보인다.

가. 멀티 호밍

SCTP의 멀티 호밍 기술은 SCTP 세션이 여러 IP 주소를 동시에 사용할 수 있도록 하며, 특정 경로에서의 네트워크 장애가 발생하는 경우 대체 경로를 통해 세션이 유지되도록 한다.

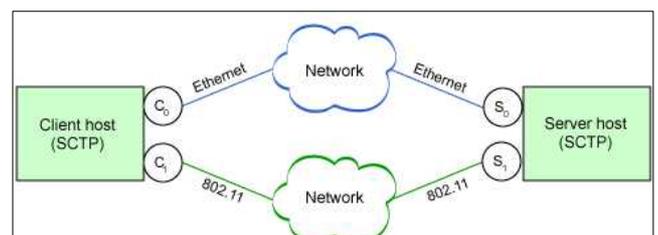


그림 3. SCTP의 멀티 호밍.

그림 3은 멀티 호밍 방식을 보여준다. 클라이언트에서는 메인 주소인 C_0 를 서버에 알려 통신을 진행하는 중 경로의 문제가 발생하면, 대체 경로인 C_1 을 알려 계속적인 통신이 유지되도록 한다.

나. 멀티 스트리밍

멀티 스트리밍은 하나의 세션을 통해 다양한 종류의 응용 데이터를 보낼 수 있도록 한다. 세션 초기화 단계에서 전송할 스트림의 개수를 수신측에 통보하며, 각 스트림 별 독립적인 순서화로 데이터를 전송하게 된다.

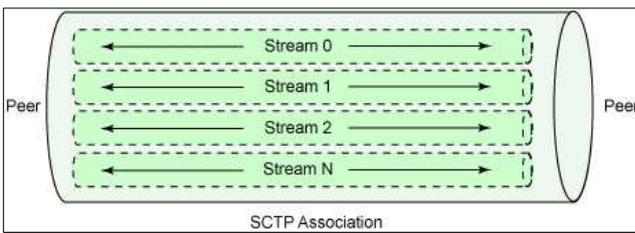


그림 4. SCTP의 멀티 스트리밍.

멀티 스트리밍을 통한 전송에서는 데이터 복구 및 재전송 과정 또한 각 스트림 별로 수행되어, 기존의 TCP에서 문제시 되었던 HOL 블락킹 문제를 해결한다.

4. SCTP를 이용한 DMS, DMR간 미디어 데이터 스트리밍 기술 구현 및 분석

가. SCTP 기반 DLNA 미디어 데이터 스트리밍 절차

DLNA 환경의 DMS와 DMR 간 미디어 전송에 있어서 기존의 TCP/UDP를 이용한 데이터 스트리밍 방식은 SCTP를 이용한 데이터 스트리밍으로 대체 될 수 있다. 일반적인 비디오 전송 시스템에서 각각의 비디오 패킷은 지연 시간의 엄격한 제한을 갖고, 무선 네트워크상에서의 데이터 전송 환경은 유선 네트워크와 같은 대용량의 안정된 패킷 전송을 보장하기 힘들다. 이러한 환경에서 TCP 통신의 HOL 블락킹 문제나 UDP 통신의 유효 시각이 경과한 패킷의 연속적인 전송은, 미디어 콘텐츠의 재생 효율을 크게 떨어뜨릴 뿐 아니라 재생이 완전히 실패하게 되는 최악의 상황까지 발생시킬 수 있다. 본 논문은 이러한 불안정하고 제한적인 미디어 데이터 스트리밍 환경에서, 미디어 데이터의 효과적인 스트리밍 및 DMR에서의 원활한 재생을 위해 SCTP의 멀티 스트리밍 기법을 이용한 미디어 데이터 스트리밍 방법을 제안한다.

그림 5는 일반적인 DLNA 3-박스 모델 네트워크 안에서 DMC에 의해 특정 콘텐츠의 재생을 요청받은 DMR이 해당 DMS에 미디어 데이터를 요청하고 재생을 종료할 때까지의 절차를 나타낸다. DMS의 물리 공간에 저장된 실제 미디어 콘텐츠는 DMS 소프트웨어의 버퍼에 일정한 크기로 로드되어 DMR로 전송되고, 전송 완료 후 다음 영역이 로드되어 전송되기를 반복한다. 위의 흐름에서 전송될 스트림은 여러 조각으로 나뉘어 동일한 양의 버퍼에 복사되고, 버퍼 각각에 스트림 번호를 부여하여 SCTP 멀티 스트리밍 기법을 이용해 전송함으로써 더

욱 신뢰성 있는 미디어 데이터의 스트리밍이 가능해진다.

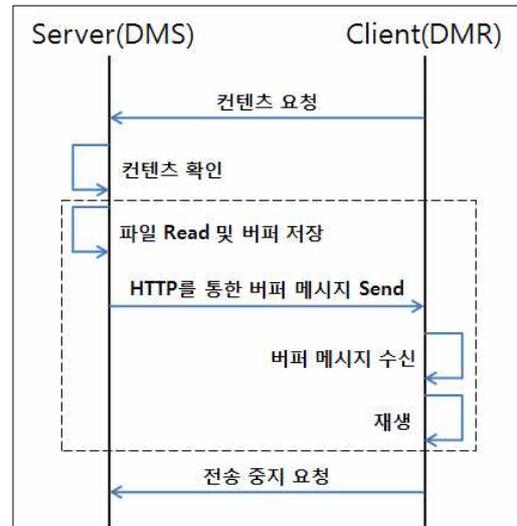


그림 5. DMS와 DMR간 미디어 스트리밍 흐름도.

원래의 버퍼 크기를 여러 개로 나누어 한 번의 통신으로 전송될 동일한 양을 빠른 속도로 전송함으로써 패킷 지연에 민감한 비디오 패킷의 재생 가능성을 높일 수 있다. 이 때 DMS와 DMR 각각은 하나의 통신 세션에서 사용할 총 스트림 개수와 스트림의 크기를 알고 있어야 하며, 하나의 멀티미디어 콘텐츠를 완전히 전송하기 위해 몇 번의 전송이 이루어질 것인가가 정해져야 한다. 위의 스트림 크기 및 스트림 개수, 총 전송의 횟수는 현재 네트워크의 송·수신 감도 및 하드웨어의 처리능력에 따라 적절히 선택되어야 할 수치이다.

나. 구현 및 분석

DLNA 환경 구성을 위해 리눅스 OS 기반 Open Source Library인 Libupnp를 사용하여 DMC를 구현하였고, Libupnp 및 GMediarendr Library를 이용해 DMR을, Libupnp 및 uShare Library를 이용해 DMS를 구현하였다.

그림 6은 구현된 DMS와 DMR 간 미디어 데이터 스트리밍 및 재생에 관한 구성도이다.

DMS의 물리 공간에 저장된 콘텐츠 파일 및 폴더를 UPnP SDK를 이용해 웹에 등록하고, 여러 네트워크 디바이스의 요청에 대한 처리를 위해 http_get_info, http_open, http_read, http_write, http_close 등의 함수를 정의하여 Webserver의 Callback 함수로 등록하였다. 이 중 http_read 함수가 DMR의 콘텐츠 스트리밍 요청에 응답하는 첫 번째 단계이다.

이 후 pre-processor 단계를 통해 http_read를 통해 물리 공간에서 읽어들인 파일의 크기를 파악하고, 적절한 버퍼 크기 및 개수를 할당한다. 할당된 버퍼의 크기 및 개수는 총 전송 횟수를 결정한다. 본 논문에서는 SCTP 멀티 스트리밍을 통해 DLNA 미디어 스트리밍 및 재생에 대한 성능 향상을 알아보는데 초점을 맞춰 특정 콘텐츠 데이터를 사용하고, 정해진 전송 횟수 및 버퍼 크기, 버퍼 개수를 이용하였다.

pre-processing 단계를 거친 버퍼들은 각각 고유한 스트림 index

를 가지고 SCTP 멀티 스트리밍 기법을 통해 DMR에 전송된다.

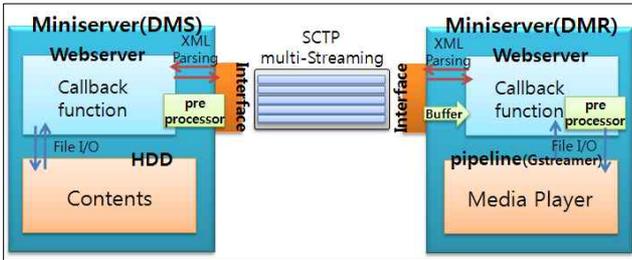


그림 6. 구현된 DMS와 DMR 간 SCTP 패킷 전송 구성도.

한 번의 전송으로 수신된 모든 버퍼들은 DMR의 pre-processor에서 재생을 위한 하나의 스트림으로 재구성된다. 재구성된 스트림은 Gstreamer에 기반한 Media Player pipeline의 입력으로 들어가 DMR에 재생된다.

구현된 SCTP 멀티 스트리밍 기술 기반 DLNA 미디어 스트리밍 시스템은, 기존 TCP/UDP 기반 DLNA 미디어 스트리밍 환경과 비교해 더욱 안정된 미디어 재생이 가능했다. 무선 네트워크 환경에서 720*480의 MPEG2 미디어 재생 시 연속된 버퍼링과 데이터 손실을 보여줬던 기존 TCP/UDP 기반 시스템과 대조적으로, 구현된 SCTP 기반 시스템에서는 무리 없이 재생 할 수 있는 것을 확인하였다.



그림 7. DMR에서의 MPEG2 미디어 재생 화면.

그러나 현재의 DLNA 멀티미디어 네트워크 시스템에서는 점점 더 고 해상도의 멀티미디어 콘텐츠 연동이 요구되고 있는 실정이다. 이에 따라 제공되는 메시지의 신뢰성 수준에 차이를 두는 기법인 PR-SCTP 및 현재까지 제시되어 온 몇몇 효율적인 SCTP 관련 기법 [5]들을 적용하여 더욱 안정적인 미디어 스트리밍 시스템을 구축하는 것이 본 논문의 향후 목표이다. 또한 SCTP 통신을 위한 버퍼 크기 및 개수, 전송 횟수 등의 정보를 제공하는 새로운 UPnP 서비스의 정의를 통하여 다양한 미디어 데이터의 원활한 스트리밍이 가능한 시스템을 구축하는 것 또한 향후 진행해야 할 과제이다.

5. 결론

스마트 폰, 스마트 TV 및 기타 여러 포터블 미디어 장치의 빠른 보급은 DLNA 무선 미디어 네트워킹 서비스의 활성화를 촉진 시켰지만, 불안정한 무선 네트워크 환경 및 TCP/UDP 데이터 전송 기술로는 대용량 고품질 멀티미디어 데이터의 실시간 스트리밍에 많은 어려움이 있었다.

본 논문에서는 이러한 문제의 해결 방안을 모색하고자 DLNA 디바이스인 DMR과 DMS 간 SCTP 멀티 스트리밍 기술을 이용한 미디어 데이터 스트리밍 방법에 관해 연구해보고, 이를 구현하였다.

전송된 스트림은 여러 조각으로 나뉘어 동일한 양의 버퍼에 복사되고, 버퍼 각각에 스트림 번호를 부여하여 SCTP 멀티 스트리밍 기법을 이용해 전송함으로써 더욱 신뢰성 있는 미디어 데이터의 스트리밍이 가능하였다. 원래의 버퍼 크기를 여러 개로 나누어 한 번의 통신으로 전송될 동일한 양을 빠른 속도로 전송함으로써 패킷 지연에 민감한 비디오 패킷의 재생 가능성을 높일 수 있다. 이 때 DMS와 DMR 각각은 하나의 통신 세션에서 사용할 총 스트림 개수와 스트림의 크기를 알고 있어야 하며, 하나의 멀티미디어 콘텐츠를 완전히 전송하기 위해 몇 번의 전송이 이루어 질 것인가가 정해져야 한다. 위의 스트림 크기 및 스트림 개수, 총 전송의 횟수는 현재 네트워크의 송·수신 감도 및 하드웨어의 처리능력에 따라 적절히 선택되어야 할 수치이다.

또한 새로운 UPnP 서비스의 정의를 통하여 SCTP 통신을 위한 버퍼 크기 및 개수, 전송 횟수 등의 정보를 제공해 다양한 미디어 데이터의 원활한 스트리밍이 가능한 시스템을 구축하는 것이 필요하고, 고 해상도의 멀티미디어 콘텐츠와의 연동을 위해 PR-SCTP 및 새로 제시되는 여러 향상된 SCTP 기법들을 적용해 보아야 할 것이다.

참고문헌

- [1] R. Stewart, Q. Xie, K. Morneault, C. Sharp, H. Schwarzbauer, T. Taylor, I. ytina, M. Kalla, L. Zhang, and V. Paxson. "Stream Control Transmission Protocol", RFC 2960, October 2000.
- [2] A. Argyriou, "A Nobel End-to-End Architecture for H.264 Video Streaming over the Internet", proc. of Telecommunication Systems, pp. 133-150, Feb. 2005.
- [3] UPnP Device Architecture 1.1, UPnP Forum, October 2008.
- [4] DLNA Interoperability Guidelines, version 1.5, October 2006.
- [5] 석승준, "SCTP를 통한 멀티미디어 스트림 전송기법 연구", 멀티미디어학회 논문지 제10권 제3호, pp. 401-410, 2007년 3월.