

유무선망에서 홈서버를 이용한 효율적인 스트리밍 시스템 설계

박혜령*, 남지승**
*전남대학교 컴퓨터공학과
e-mail : scolgo@mdclab.ac.kr
e-mail : jsnam@chonnam.ac.kr

A Design on Efficient Streaming System to Integrate Wire and Wireless Network

Hye-Ryoung Park*, Ji-Seung Nam**
*Dept. of Computer Engineering, Chonnam University

요 약

본 논문에서는 유선망과 무선망 사이에서 연동하며 효율적인 스트리밍 서비스를 제공하는 홈서버를 설계 및 구현 하였다. 유무선 통합환경에서는 유선망과 무선망간의 대역폭 차이가 매우 크고 또한 무선망에서는 많은 노이즈의 영향을 받아 통신오류가 많아 기존의 유선망의 흐름제어, 오류제어 기법을 그대로 적용하여 스트리밍 서비스를 제공하는 것은 무리가 있다. 그러므로 유무선 통합 네트워크 환경에서 홈서버를 이용하여 유선망과는 별도로 무선망에 적합한 흐름제어, 오류제어, 혼잡제어를 제공하고 유선망의 부하를 줄여줄 수 있도록 하였다.

1. 서론

무선망의 출현 이후 이의 발전과 대중화가 급진적으로 이루어지고 있으며 기존의 유선망은 유선망과 무선망이 통합된 하나의 망으로 변화하고 있다. 특히 최근에는 통신 기술 발달로 무선망의 통신 속도가 개선되고 무선 단말 기기의 성능이 크게 향상됨에 따라 기존에 유선망의 PC 에서 제공되던 다양한 응용 서비스가 무선망에서도 점차 가능해지고 있는데 짧은 단문이나 음성의 전달 수준에서 벗어나 이제는 스트리밍 서비스까지 가능하게 되었다.

그러나 무선망은 유선망에 비해 제한된 대역폭을 갖고 있으며 많은 RTT(Round trip Time)가 필요하다. 뿐만 아니라 높은 비트 에러율(Bit Error Rate)과 랜덤 에러로 인해 여러 개의 패킷 손실(multiple packet losses)을 유발한다.[2] 이처럼 무선망은 유선망의 환경과는 상이하며 유선망에 비해 많은 제약 조건을 갖고 있으므로 유무선망이 통합된 환경에서 기존의 유선망의 오류제어, 흐름제어, 혼잡제어 기법을 그대로 이용하여 많은 양의 멀티미디어를 처리하고 전송하기 위한 시스템의 높은

연산 능력과 네트워크의 고속 전송 능력을 요구하게 되는 스트리밍 서비스를 제공하는 것은 무리가 있다. 즉 유선망과 무선망의 특성을 고려하여 각각의 환경에 적합한 오류제어, 흐름제어, 혼잡제어 기법을 분리하여 적용할 필요성이 있으며 이를 위해 본 논문에서 유무선망이 통합된 환경에서 홈서버를 이용하여 효율적인 스트리밍 서비스를 제공하는 시스템을 설계 및 구현하였다. 본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2 장에서는 유선망과 무선망의 성능에 영향을 미치는 요소들을 간단히 언급하고, 홈서버에 대한 정의를 설명한다. 3 장에서는 제한한 홈서버를 포함한 전체 시스템 구조를 간략히 보이고 4 장에서는 홈서버의 세부모듈과 각 모듈의 기능에 대해서 설명한다. 마지막으로 5 장에서 결론 및 향후 연구과제를 제시한다.

2. 관련연구

2.1 유선망과 무선망의 비교

• 대역폭 : 무선망은 유선망에 비해 제한된 대역폭을 갖는다. 유선망의 LAN에서는 대략적으로 100Mbps

정도의 대역폭을 갖는데 반해 무선망의 LAN 의 대역폭은 11Mbps 정도이다

- RTT(Round Trip Time) : 무선망은 전송지연이 크다. 즉 수신측으로부터 응답을 받을 때까지 걸리는 시간이 유선망에 비해 크기 때문에 혼잡 윈도우의 크기도 상대적으로 낮은 비율로 증가하고 이로 인해 전송률도 낮아진다.

- 패킷 손실률 : 무선망의 패킷 손실률은 유선망에 비해 매우 높다. 유선망의 패킷 손실률은 $10^{-6} \sim 10^{-8}$ 정도이지만 무선망은 $10^{-3} \sim 10^{-1}$ 으로 매우 높은 편이다. 뿐만 아니라 패킷 손실률의 정도도 불규칙하게 변한다.

위에서 언급한 것처럼 무선망은 유선망에 비해 상대적으로 열악한 특성을 지니고 있으므로 데이터가 거의 손실 없이 일정 시간 안에 전송되어야 하는 스트리밍 서비스를 유무선망에서 가능하도록 하기 위해서는 무선망에 유선망과는 다른 오류제어, 흐름제어, 버퍼관리 등이 요구되며 이를 홈서버를 통해 제공한다.

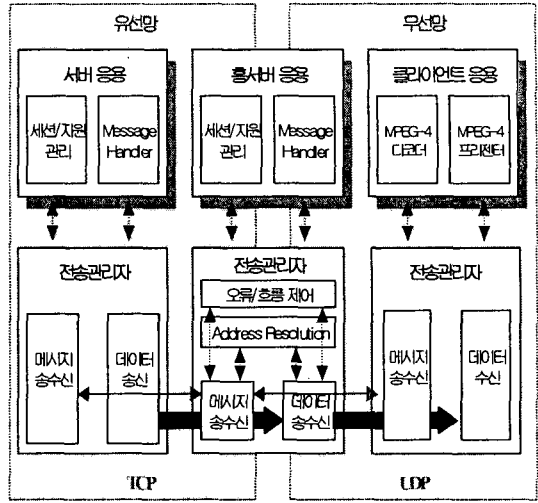


그림 1. 시스템 전체 구조도

2.2 홈서버의 정의

홈서버는 대용량의 저장장치를 탑재하고 가정내의 멀티미디어 데이터의 저장, 관리 및 분배를 담당하며 홈네트워크에 접속된 각종 정보가전 기기의 제어, 관리 및 연동을 담당하는 인터넷 정보가전 시스템의 중심 장치이다. 외부망의 서비스 제공자가 시스템과 서비스를 원격에서 관리할 수 있으며, 기능상으로는 가정 내의 오디오, 비디오, 게임 및 디지털 방송 서버, 에너지 관리, 홈오토메이션, 보안 서버 등의 역할을 담당할 수 있다. [1]

본 논문에서는 위에 기술된 일반적인 홈서버의 정의 중 유무선망에서 스트리밍 서비스를 제공하기 위한 일부 기능을 수행하는 홈서버를 구현하며, 구현한 홈서버의 세부구조와 역할은 4장에서 설명한다.

3. 시스템 구조

본 논문에서 기술하고자 하는 유무선망에서 홈서버를 이용한 실시간 스트리밍 데이터 전송 시스템의 전체 구조는 다음에 있는 그림 1 과 같다. 전체 시스템은 클라이언트가 요청한 미디어 파일을 실시간으로 전송해주는 유선망의 스트리밍 서버와 스트리밍 서버로부터 요청한 파일을 전송 받아 이를 재생하는 무선망의 클라이언트, 서버와 클라이언트 사이에서 이들의 통신을 중계하며 유선망의 부하를 줄이는 기능을 수행하는 홈서버로 이루어져 있다.

스트리밍 서버와 클라이언트, 홈서버는 각각 응용계층과 전송관리자의 두 부분으로 나뉘어지는데 먼저 스트리밍 서버는 클라이언트 세션을 관리하는 모듈과 서버의 자원을 관리하는 모듈로 이루어진 서버응용과 클라이언트의 요청을 수신하고 응답을 송신하는 메시지 송수신 모듈, 요청 받은 데이터를 클라이언트에게 송신하는 데이터 송신모듈로 구성된 전송관리자 모듈을 포함한다.

클라이언트는 MPEG-4 프리젠타와 MPEG-4 디코더로 구성 클라이언트 응용 그리고 클라이언트의 요청을 송신하고 응답을 수신하는 메시지 송수신 모듈, 요청한 데이터를 서버로부터 수신하는 데이터 수신모듈로 구성된다.

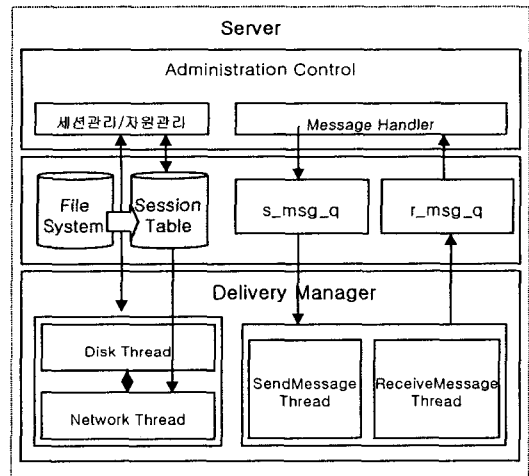


그림 2. 스트리밍 서버의 세부구조

홈 서버는 서버와 마찬가지로 세션관리 모듈과 자원관리 모듈로 이루어진 홈서버 응용과 전송관리자 모듈로 이루어진다. 전송관리자 모듈은 클라이언트의 요청을 수신하고 서버에게 해당 요청을 송신하거나 서버로부터의 응답을 수신하여 다시 클라이언트에게 송신하는 메시지 송수신 모듈, 클라이언트가 요청한 데이터를 서버로부터 수신하는 하고 이를 클라이언트

게 송신하는 데이터 송수신 모듈, TCP를 기반으로 통신하는 서버와 UDP를 기반으로 통신하는 클라이언트 사이에서 둘의 통신이 가능하도록 프로토콜 변환과 주소변환을 수행하는 모듈 그리고 수신된 데이터에 대한 흐름제어와 오류제어를 위한 제어모듈로 구성된다.

서버와 클라이언트의 세부모듈은 각각 그림 3 과 4 와 같다. 그러나 본 논문에서는 홈서버의 구현에 대해서 중점적으로 다루므로 스트리밍 서버와 클라이언트 세부모듈의 기능에 대한 설명은 생략하기로 한다.

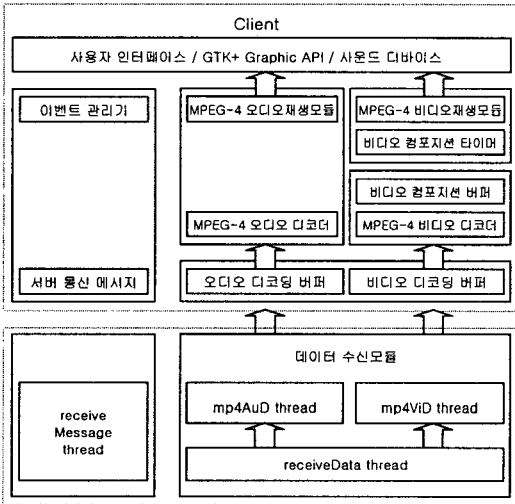


그림 3. 클라이언트의 세부구조

4. 홈서버의 세부구조

홈서버는 유선망의 서버와 무선망의 클라이언트에 게 통신을 제공할 수 있도록 게이트웨이 역할을 수행한다. 즉 스트리밍 서버와는 유선망으로 클라이언트와는 무선망으로 연결되어 있으며 이들 간의 메시지와 데이터는 각각 TCP 와 UDP 를 기반으로 송수신하는데 UDP 와 TCP 간의 프로토콜 차이를 하기 위해 프로토콜 변환과 주소변환을 수행하며 홈서버와 무선망으로 연결된 클라이언트의 오류를 복구하기 위한 오류제어 기능과 흐름제어 기능을 제공한다. 홈서버의 세부구조는 그림 4 와 같다.

홈서버 응용은 AdminThread 로 구현되며 크게 두 가지 모듈을 포함한다.

- 세션관리/자원관리 모듈: 클라이언트의 요청에 따라 세션을 설정하거나 해제하고 이를 세션 테이블에 기록한다. 또 디스크를 할당하여 전송 받은 데이터와 전송할 데이터를 관리한다.
- Message Handler : 스트리밍 서버와 클라이언트로부터 전송관리자가 메시지를 전송 받고 이를 큐를 통해 홈서버 응용으로 전달하면 Message Handler 에서 메시지에 대한 적절한 처리를 하고 이의 결과를 큐를 통해 전송 관리자에게 알린다.

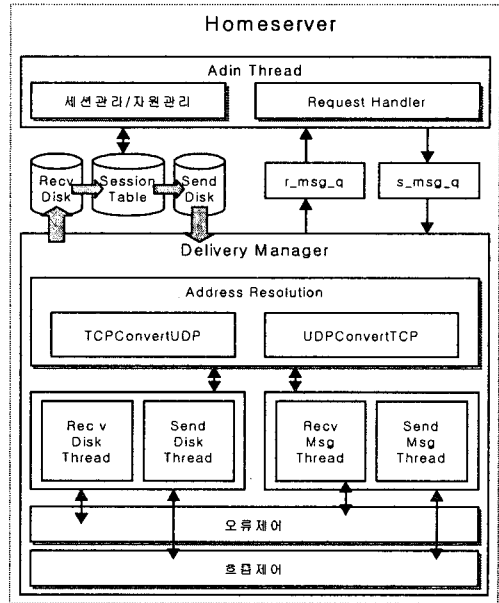


그림 4. 홈서버의 세부구조

전송관리자는 다음과 같은 모듈을 포함한다.

- Address Resolution : 클라이언트에서 전송하는 목적지 스트리밍 서버를 가리키는 캡슐화된 어드레스와 스트리밍 서버에서 전송하는 목적지 클라이언트를 가리키는 캡슐화된 어드레스를 관리한다. 즉, 캡슐화된 어드레스를 분석해서 유선망의 TCP 기반 스트리밍 서버와 무선망의 UDP 기반 클라이언트가 제어와 데이터를 보낼 수 있도록 한다.
- 메시지 송수신 모듈: RecvMsgThread 와 SendMsgThread 의 두개의 쓰레드로 구현되며 클라이언트와 스트리밍 서버로부터의 제어 메시지를 송수신 하는데 이들 간에 주고 받는 메시지 구조체는 다음과 같다.

```

Struct Message {
    int direction;
    int message_id;
    int message_len;
    int data_len;
    unsigned short session_id;
    unsigned short home_session_id;
    void *data;
}
    
```

그림 5. 메시지 구조체

direction 은 메시지를 클라이언트에게 보내는 것인지 아니면 서버로 보내는 것인지를 나타내고 message_id 는 메시지의 종류에 따라 미리 정의된 상수값을 할당한 것이며 message_len 은 데이터를 포함한 메시지 구조체 전체의 크기이다. session_id 는 서버가 클라이언트에게

할당한 세션 아이디이고 home_session_id 는 홈서버가 클라이언트에게 할당한 세션 아이디이다. data 에는 메시지의 종류에 따라 필요한 내용을 할당하게 되고 data_len 은 그 데이터의 크기를 나타낸다

- 데이터송수신 모듈: RecvDataThread 와 SendDataThread 로 구현되며 서버로부터 수신한 데이터를 클라이언트로 전송하는 모듈이다. 유선망 즉 스트리밍 서버와 홈서버간에는 4Kbyte 로 스트리밍 데이터를 전송하는데 홈서버와 클라이언트간의 무선망에서는 대역폭을 고려하여 유선망의 1/4 크기인 1Kbyte 로 데이터를 전송한다.

- 오류제어 : 스트리밍 서비스를 시작하면서 일정량(80*4 *1024 byte)의 데이터를 버퍼링하기 때문에 패킷의 도착 시간으로부터 실제 해당 패킷이 재생에 사용되는 순간까지는 시간 여유가 생기게 된다. 이런 시간적 여유의 이점을 이용하여 손실이나 지연에 의해 데이터를 전송 받지 못한 경우에는 클라이언트에서 해당 패킷의 재전송을 요구하고 홈서버가 이를 재전송하는 선택적 재전송(Selective Retransmission)기법으로 오류제어를 하며[3], 이 때 유선망의 스트리밍 서버는 홈서버와 클라이언트 사이의 오류 발생과 복구에 대해서는 관여하지 않는다. 그러나 선택적 재전송에 의한 오류제어는 재전송된 패킷이 실제로 재생되어야 할 시점 이전에 도착한다는 보장을 하지 못하는 치명적인 단점이 있다.

- 흐름제어 : 무선망에서는 오류 발생 확률이 높기 때문에 망에서 발생한 패킷 손실을 혼잡에 의한 것으로 판단하여 혼잡 위도우를 줄이면 전송효율이 낮아진다. 그러므로 현재 구현된 시스템에서는 스트리밍 서버와 홈서버의 유선망과 클라이언트와 홈서버간의 무선망을 분리하여 흐름제어를 한다. 즉 스트리밍 서버와 홈서버 간에는 기존의 유선망의 흐름제어 기법을 그대로 적용하며 클라이언트와 홈서버 간에는 혼잡과 오류에 의한 손실을 구분하는 기존의 유선망의 ECN(explicit Congestion Notification)을 이용하여 흐름제어를 수행한다.[4][5] 그러나 일정한 시간 내에 패킷이 도착해야만 데이터가 유효한 스트리밍 서비스의 특성을 고려하여 통신망에 부하를 가중하지 않으며 전송하는 미디어 스케일링 기법을 적용하는 방안을 현재 연구 중이다.

5. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 홈서버를 이용하여 유무선망에서 효율적인 스트리밍 데이터 전송을 위한 시스템의 설계 및 구현에 관한 내용을 기술하였는데 전송 매체와 통신 기술의 발달로 무선망이 갖고 있는 제약이 근본적으로 해결하지 않는 한 무선망의 특성을 고려한 오류제어, 흐름제어 기법이 필요하고 본 논문에서는 이를 위한 방법으로 홈서버의 이용을 제안하였다. 근래에는 1가구 1컴퓨터 시대에서 1인 1컴퓨터 시대로 바뀌고 있는 추세이다. 기존의 유선망에 연결되어 있는 컴퓨터는 개인의 자원이므로 이를 홈서버로 이용하면

효율적으로 무선망에서 발생하는 오류를 복구하여 전송 속도를 향상 시키고 유선망에 부가되는 부하를 줄일 수 있다.

향후 과제로는 스트리밍 서비스를 더욱 안정적이고 효율적으로 제공하기 위해 홈서버에서 구현된 오류제어 흐름제어 알고리즘의 개선에 관한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] 배창석, 이전우, 김재규, "홈서버 기술 현황 및 기술개발 방향", 정보처리학회지, 제 8 권, 제 1 호, Jan., 2001.
- [2] Kostas Pentikousis, "TCP in Wired-Cum-Wireless Environments", State University of New York at Stony Brook, IEEE Communications Surveys, Fourth Quarter 2000.
- [3] D. A. Eckhardt and P. Steenkiste, "Improving wireless LAN Performance via adaptive local error control," Proc. IEEE ICNP' 98, pp. 327-338, 1998.
- [4] S. Cen, C. Pu, and J. Walpole. Flow and congestion control for internet streaming applications. Proceedings Multimedia Computing and Networking, January 1998.
- [5] K.K Ramakrishnan, Sally Floyd, D.Black. "The Addition of Explicit Congestion Notification(ECN) to IP", IETF INTERNET DRAFT draft-ietf-tsvwg-ecn-03.txt