

무선 환경에서 RTP/RTCP를 이용한 동영상 데이터 전송제어

⁰남택준* 함경선** 이형수** 조상영*
한국의국어대학교 컴퓨터공학과*
⁰cowcol@hotmail.com, sycho@hufs.ac.kr*
전자부품연구원 정보시스템 연구센터**
{hksunny, hslee}@keti.re.kr**

The control of transferring video data over wireless conditions using RTP/RTCP

⁰Taek-Jun Nam* Kyoung-Sun Ham** Hyung-Su Lee** Sang-Young Cho*
Dept. of Computer Science & Engineering, Hankuk University of Foreign Studies*
IT System Research Center of KETI**

요 약

본 논문에서는 무선 모바일 환경하에서 동영상 데이터 전송시 네트워크 환경을 고려한 QoS(Quality of Service)를 지원하면서 PSNR(Peak Signal Noise Ratio)의 변화폭을 최소화 시키는 전송제어 알고리즘을 개발하기 위한 환경 구축에 대하여 기술하고 있다. 이를 위하여 ns(network simulator)에 실제 데이터를 전송할수 있는 환경을 구축하였다. 그리고 이 환경에서 실제로 데이터를 전송시키면서 다양한 RTP/RTCP 제어를 적용시켜 최상의 알고리즘을 찾는 실험을 하였다.

실험에서 RTP/RTCP를 이용해서 데이터 전송속의 패킷전송 간격, 데이터그램 크기 등을 변화시키므로써, 전송되는 동영상의 품질이 어떻게 변화되는지를 분석하였고, 이를 바탕으로 무선 모바일 환경하에서 QoS를 향상시킬 수 있는 RTP/RTCP 제어방법을 알아보았다.

1. 서 론

핸드폰, PDA와 같은 무선 단말기가 확산되면서 무선 인터넷 사용자의 증가도 빠른 속도로 이루어지고 있다. 이렇게 구축되어진 인프라에 제공될 수 있는 다양한 서비스가 각 통신 사업자들에 의해서 개발되어 서비스 되고 있다. 이러한 서비스들의 대부분은 멀티미디어 데이터를 다양한 방식으로 포장하여 무선 단말기 사용자에게 전달되어 진다. 무선환경에서 제공되는 이러한 데이터에서 매시간 같은 양이 전송되는 가운데 에러가 발생하게 되면 많은 양의 데이터가 손실되므로 사용자는 매우 심한 끊김 현상을 겪을 수 있게 된다. RTP/RTCP를 사용해서 이러한 현상을 완화시킬 수 있다.

현재 전송로의 상태를 살펴보다가 지연, 잡음 등에 의해서 전송로의 상태가 안 좋아질 경우 수신측은 RTP/RTCP를 이용해서 서버로 하여금 전송하는 데이터의 양을 조절하게 할 수 있다. 이렇게 함으로서 사용자는 심한 끊김 현상 대신에 품질이 약간 손상된 데이터를 받아볼 수 있게 된다.

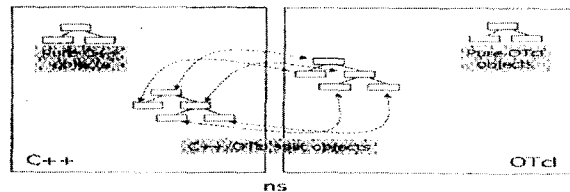
무선 환경은 유선에 비해서 취약한 환경을 가지고 있다. 이는 무선 단말기가 이동성을 가지고 있다는 점에 기인한다. 이동성을 가지고 있기 때문에 매 순간 순간마다 대역폭, 지연, 간섭 잡음이 급격하게 달라진다. 이로 인해서 대량의 패킷 분실이 발생하게 되고, 이는 QoS를 급격하게 떨어뜨리게 된다. 네트워크 관점의 QoS는 Congestion, 에러 분실률, 송신측의 전송률에 달려있다. 이중 전송계층에서 알 수 있는 네트워크 상태 정보는 전송지연과 패킷 손실이다. 이러한 정보를 토대로 네트워크의 상태에 맞게 RTP/RTCP를 이용해서 전송 데이터그램의 크기와 패킷간 전송간격을 조정해 주면 QoS를 향상시킬 수 있다[1].

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 연구와 관련된 ns(network simulator), RTP/RTCP의 기술 및 기본 개념에 대해 기술하였고, 3장에서는 ns에 무선 환경을 구축하고 다중상태 에러 모델을 적용시킨 후 실제로 데이터를 전송하는 과정과, 데이터를 수신하는 목적지에서 패킷간 지연, 패킷 분실율을 계산한 다음 이를 근간으로 RTCP를 통해서 서버의 데이터그램 크기와 전송간격을 조정하는 과정을 설명한다. 4장에서는 실제로 지연, 분실율을 기반으로 해서 서버의 전송량과 전송간격을 변경할 때 각각의 요소가 전송되어지는 데이터의 품질에 어떠한 영향을 미치는지 분석하고 5장에서는 결론 및 향후연구 과제에 대해서 논한다.

2. 관련연구

2.1 ns(network simulator)

ns는 이산 사건에 의해서 동작하는 패킷 레벨 시뮬레이션이다. 실제로 데이터를 전송하면서 시뮬레이션이 이루어지는 것이 아니고 주어진 조건하에서 각각의 패킷이 어떻게 전송되어질 것인가를 시뮬레이션 할 수 있는 도구이다. ns는 주로 네트워크에 관련된 연구에 사용되며, Multicast, Transport, Applications, Wireless(fixed, mobile, satellite) 환경을 모두 지원해 주고 있다.



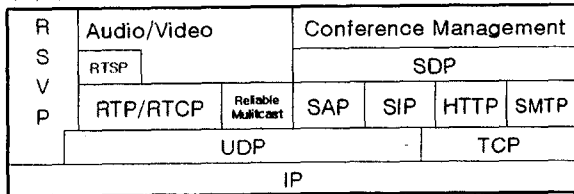
<그림-1> C++와 OTcl의 관계

<그림-1>과 같이 프로그램 구성은 Otel과 c++로 구성되어 있으며, 각각 서로 대칭적인 구조를 가지고 있다. 주로 C++는 패킷(데이터)을 관리하고, Otel은 주기적인 제어 또는 연쇄적인 제어를 담당한다.

2.2 RTP/RTCP

멀티미디어 정보는 정보의 분실보다는 지연에 민감하고, 데이터간 동기화를 위한 시간정보가 필요하다. 이러한 조건을 고려한 것이 RTP/RTCP 프로토콜이다.

이 프로토콜은 UDP와 응용계층에서 실시간 데이터를 전송하는데 사용되며 RTCP를 이용해서 RTP를 제어한다. RFC 1890, 페이로드 포맷(JPEG, H.262, MPEG1/2, sun's CellB, H.263등)과 결합하여 하나의 완전한 프로토콜이 된다. RTP는 응용계층의 일부로 동작하면서 RTCP에서 흐름/혼잡제어에 필요한 정보전달기능을 가지고 있다. 어떠한 종단간 프로토콜 위에서도 동작이 가능하다. 즉, 하위계층의 주소변화에 영향을 받지 않는다. 미디어 별로 RTP/RTCP 세션을 생성하는데 RTP는 짝수포트, RTCP는 홀수 포트에 할당한다. 이렇게 미디어 별로 세션을 할당하고 동기화를 구현한다. RTP/RTCP 프로토콜 레이어는 <그림-2>와 같다.



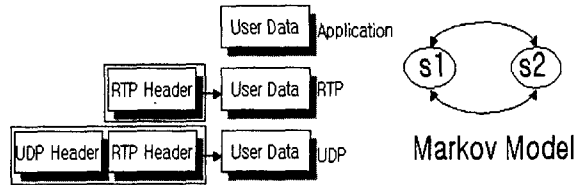
<그림-2> RTP/RTCP Protocol Layer

3. 구축환경

ns는 패킷 레벨에서 시뮬레이션을 하는데, 이때 실제로 데이터를 보내는 것이 아니라, 주어진 조건하에서 해당 패킷이 어떻게 될지를 시뮬레이션 해준다. 그러나 패킷의 분실과 지연을 측정하고, QoS를 계산하기 위해서는 실제로 데이터(user data)의 전송이 이루어져야 한다. 그나마 데이터가 전송과정에서 분실과 지연을 통해 얼마나 손상되었는지 알 수 있고, 도착한 데이터의 크기를 확인할 수 있다. 데이터를 패킷에 싣기 위해서 RTP 헤더 구조체에 데이터를 저장할 곳을 가리키는 멤버를 추가하고 이 RTP 구조체를 패킷에 담는다[2]. 에러모델의 경우 무선 채널은 그 특성상 다양한 fading 효과로 인하여 bursty한 에러가 발생하기 때문에 일정한 에러 모델을 사용하여 시뮬레이션 할 경우 부정확한 결과를 보여 줄 수 있으므로, 주로 간단한 two-state Markov 모델을 사용한다. Markov(Chain or Process) 모델이란, 시간이 흐름에 따라 비연속적으로 드물게 발생하는 변화에 대한 수학적 모델로서, 이 모델의 예측에 따르면, 앞으로 발생하는 사상은 우연에 의해 일어나며, 현재의 값(종류)에 따라 영향을 받지만, 그 현재의 값이 있기까지의 과거의 변화과정은 영향을 끼치지 않는다는 것이다.

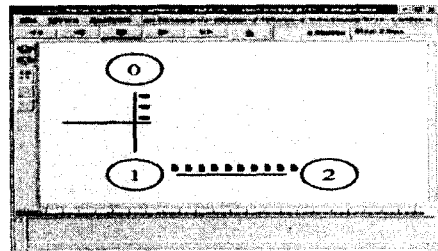
데이터를 수신하는 측은 전송계층에서 RTP를 통해서 날아오는 패킷번호와, 패킷 발송시간을 볼 수 있다. 수신 측은 이러한 패킷번호와 패킷 발송시간을 이용해서 현재 망내의 지연과 분실률을 계산해 낼 수 있다. 그리고 이

렇게 계산된 값을 바탕으로 RTCP를 이용해서 송신측의 패킷간 전송간격과 데이터그램 크기를 조정하게 된다. 현재 망내의 지연과 분실률의 계산은 RTCP가 제어패킷을 송신측에 전달하는 시점에서 이루어지며, RTCP 패킷의 전송간격은 0.1초로 고정시켜서 실험을 하였다.



<그림-3> user data와 Markov Model

토폴로지의 구성은 <그림-4>와 같이 0번노드(서버)에서 유선망을 통해서 1번노드(액세스 포인트)에게 데이터를 전송하고 이를 받은 1번노드(액세스 포인트)가 2번노드(모바일 단말기)에게 무선망을 통해서 데이터를 전달하게 구성하였다.



<그림-4> 토폴로지의 구성

4. 실험 및 결과분석

4.1 실험모델

실험에 사용된 데이터는 100MByte에 달하는 동영상으로 화면의 끊김과 프레임 손실을 확연하게 인지할 수 있도록 움직임이 많고 연속적인 동영상을 이용하였다. 2번노드에서 수신한 패킷의 발송시간과 도착시간을 이용하여 망내에서의 패킷지연을 측정하였고, 발송하는 순간 기록하는 패킷번호를 이용해서 패킷의 분실률을 측정하였다. 그리고 이러한 방식으로 구해진 지연, 분실률을 이용해서 송신측의 데이터그램 크기와 패킷 전송간격을 RTCP를 이용해서 변화시켜 보았다. 실험은 크게 3가지 경우로 분류해서 실행하였다. 데이터그램의 크기만 변화시키는 경우, 패킷 전송간격만 변화시키는 경우, 그리고 두 가지 요소를 다 변화시키는 경우이다. 이렇게 함으로서 각 요소가 QoS에 어떠한 영향을 미치는지 분석할 수 있고 나중에 합쳐진 경우를 예측 및 분석하는데 도움이 된다.

패킷지연과 패킷분실률에 따른 데이터그램의 크기와 패킷 전송간격 변화는 여러 가지 다양한 실험을 거쳐서 가장 결과가 좋게 나온 <표-1>과 같은 방식을 적용시켰다.

Loss \ Delay	Now == before	Now > before	Now < before
Now == before		I++	I--
Now > before	S--	S-- I++	S-- I--
Now < before	S++	S++ I++	S++ I--

◆ S : Datagram Size I : Sending Interval

<표-1> 전송제어값의 변경

표를 분석해보면 시작한 후 지연이 증가하지 않거나 지연이 발생하지 않을 때까지 전송량을 증가 시킨다. 세부적인 분석은 다음과 같다[3][4].

◆ delay ↓ and loss ↑

여유있는 대역폭에 비하여 패킷 손실이 많으므로 에러에 의한 손실이 라고 가정됨. 따라서 한번 손실 될 때 적은 양이 손실되게 크기는 줄이고 대역폭은 여유가 있으므로 전송간격은 짧게 한다.

◆ delay ↓ and loss ↓

대역폭이 여유 있으며 패킷 손실도 적으므로 전송량을 현재 이상으로 증가시키기 위해서 크기를 늘리고 전송간격을 짧게 한다.

◆ delay ↑ and loss ↑

예측할 수 없는 에러를 포함하여 대역폭 협소에 의한 패킷 손실이므로 전송량을 현재 이하로 줄이기 위해서 크기를 작게 하고 전송간격을 늘린다.

◆ delay ↑ and loss ↓

단순 대역폭 협소 현상으로 전송량을 줄여야 한다. 손실이 줄었기 때문에 크기는 늘리고 전송량을 낮추기 위해서 전송간격은 늘려준다.

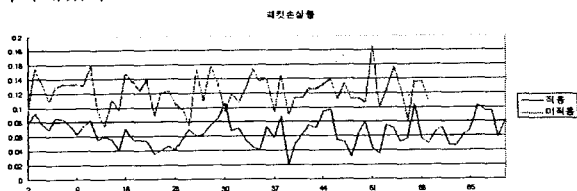
4.2 결과분석

송신측의 패킷크기만 변화시킨 경우는 데이터를 전달하는데 변화를 주지 않은 경우와 비슷한 분석결과를 보였다. 또한 네트워크 망내 에러의 유무에 따라서 패킷크기만이 가감되었기 때문에 시간도 비슷하게 걸렸다.

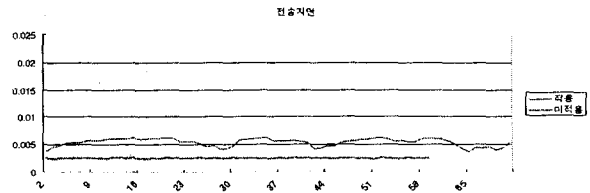
전송간격만 변화시킨 경우는 데이터의 전송량이 가장 좋았다. 하지만 전송시간이 아무 변화를 주지 않은 경우에 비해서 12초 가량 더 소요되었다.

크기와 전송간격을 동시에 변화 시켰을때는 아무 변화도 주지 않은 것과 비교해서 시간이 6초정도 증가하였다. 전송된 데이터량은 72.3M에서 87.2M로 증가 하였다.

전송량만 보았을 경우는 전송간격만을 변화시킨 경우가 가장 좋지만 동영상 데이터를 실시간으로 받아서 단말기에서 본다면 Receive Report를 이용해서 크기와 전송간격을 동시에 변화시켜주는 경우가 가장 좋은 품질을 나타내었다.



<그림-5> 패킷손실률 비교



<그림-6> 전송지연 비교

<그림-5>와 <그림-6>은 크기와 전송간격을 동시에 변화시킨 경우와 아무 변화도 주지 않았을 경우의 패킷 손실률과 전송지연 비교이다.

5. 결론 및 향후 연구과제

<그림-6>을 보게되면 오히려 RTCP를 이용해서 전송제어를 했을경우에 전송지연은 안좋은 결과를 나타내고 있다. 이는 망내에 에러가 적용될때 크기와 전송간격을 동시에 떨어뜨렸기 때문이다. 그러나 패킷손실률은 <그림-5>를 보면 미적용의 경우보다 낮은 위치에서 비슷한 모양을 나타내는 것을 볼수 있다. 무선 환경하에서는 모바일의 특성 때문에 에러가 발생시 일정 시간동안 매우 크게 발생하므로 이 구간을 통과하는 패킷의 양을 빠르게 줄여 줘야 한다. 그렇기 때문에 <그림-6>과 같은 전송지연에서 손해를 보게 되지만 동영상 데이터를 실시간으로 단말기를 통해서 보는 사용자 입장에서는 <그림-5>와 같이 좀더 나은 QoS를 보장받게 된다. 이는 RTP/RTCP 프로토콜이 멀티미디어 데이터의 실시간 전송에서 사용되는 이유이다.

무선 모바일 환경하에서는 에러가 발생시 지속적이고 영향이 크다. 그렇기 때문에 에러가 발생하지 않을때 되도록 많은 양의 데이터를 보내는 것보다는 에러발생시 이 구간을 최대한 적은 양의 패킷이 지나가도록 RTCP를 제어하는 것이 더욱 중요하다. 이렇게 함으로써 약간의 전송지연을 감수해야 하지만 무선 단말기 사용자는 화면이 끊기는 경우를 좀더 덜 겪게 되다.

차후에는 이러한 연구결과를 바탕으로 좀더 다양한 시나리오를 적용한 시뮬레이션 환경을 구축하고, Transcoder의 distillation을 조정을 통한 Qos향상과, 실제 mpeg 데이터의 정량적 QoS 산출방식을 도입해서 PSNR이 실제 환경에서 향상됨을 보이고자 한다.

6. 참고문헌

- [1] H. Schulzrinne, RFC1889(RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications, Audio-Video Transport Working Group, 1995.
- [2] 석용호, 실시간 비디오 전송을 위한 우선순위에 기반한 버퍼 관리 기법, 서울대학교 컴퓨터공학부, 2000.
- [3] Douglas E. Comer, Computer Networks And Internets, Prentice-Hall inc., 1999.
- [4] S.keshav, An Engineering Approach to Computer Networking, ADDISON-WESLEY, 1996.