

## 네트워크 상태 분석을 통한 효율적인 멀티미디어 패킷 재전송

최정용, 윤희돈, 이근영  
성균관대학교 전기,전자,컴퓨터공학과  
E-mail : eldragon@mickey.skku.ac.kr  
전화 : 031-290-7193 / 핸드폰 : 019-272-7827

### An Efficient Retransmission of Multimedia Packet Using Network Analysis

Jeong-Yong Choi, Hee-Don Yoon, Keun-Young Lee  
School of Electrical and Computer Engineering, Sung-Kyun-Kwan University  
E-mail : eldragon@mickey.skku.ac.kr  
Tel : 031-290-7193 / HP : 019-272-7827

#### Abstract

In this paper, we propose a delay-constrained retransmission method to control packet error or loss in common internet. The Delay Regulator(or Jitter Buffer) which is used to control errors caused by unreliable UDP connection, stores received data packets for a small amount of time to prevent network jitter from affecting display quality, which causes constant delay. In this paper, we propose a retransmission method to increase efficiency of ARQ(Automatic Repeat reQuest) by using characteristic of delay regulator.

#### I. 서론

인터넷의 보급과 멀티미디어 콘텐츠(contents)에 대한 사용자들의 요구가 급증함에 따라 실시간 동영상 전송기술은 멀티미디어 응용 분야에서 중요한 요소 기술이 되었다. 특히 RTP/RTCP (Real-time Transport Protocol/Real-time Transport Control Protocol, RFC1889)는 뛰어난 실시간 전송 능력으로 인해 H.323 및 SIP-MGCP 등의 미디어 전송 분야에서

널리 사용되고 있다. 그러나 현재의 인터넷망은 멀티미디어 데이터 전송 시 발생하는 대역폭 제한 불규칙한 전송 지연 시간(jitter), 패킷 손실 등으로 인하여 일정 수준의 QoS(Quality of Service)를 보장해 주지 못하고 있고, 특히 패킷 전송 시 중요한 정보의 손실은 화질을 심하게 저하시킨다. IETF(Internet Engineering Task Force)에는 두 가지 종류의 해결 기법이 RFC와 internet-draft에 문서화되어 있다. 첫 번째 해결 기법은 중요한 정보를 각각의 패킷에 잉여정보 형태로 첨가함으로써 패킷 간의 의존성을 제거하는 기법이다. 또 다른 기법은 패킷 전송 시 발생하는 패킷 손실을 감지하여 손실된 패킷에 대해서 재전송을 요구함으로써 화질 저하를 제한하는 기법이 있다. 이러한 기법들을 바탕으로 하여, 본 논문에서는 네트워크 상태 분석을 통하여 패킷 재전송 효율을 높이는 기법을 제시한다.

II장에서는 실시간 데이터 전송 프로토콜인 RTP/RTCP를 이용한 멀티미디어 통신에 대해 간략히 알아보고, III장에서는 네트워크 전송 시 현재 인터넷이 갖고 있는 문제점과 그 해결 방안에 대해 설명하며, IV장에서는 delay regulator를 이용한

패킷 재전송 방법 및 실험 결과를, V장에서는 결론 및 향후 연구과제에 대해 논한다.

## II. 멀티미디어 통신

### 2.1 RTP(Real-time Transport Protocol)

H.323, SIP-MGCP 등의 멀티미디어 전송 시스템에서 미디어 전송 프로토콜로 사용되는 RTP/RTCP는 그림 2.1에서 보는 바와 같이 UDP (User Datagram Protocol)를 이용하여 전송된다.

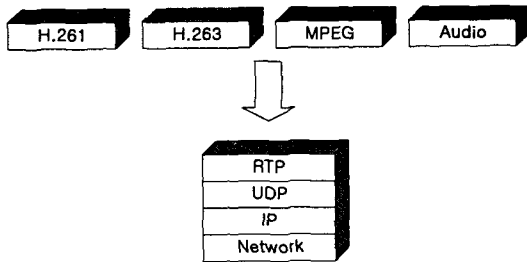


그림 1. RTP 사용 예

UDP는 TCP(Transmission Control Protocol)와 달리 복잡한 전송 제어 과정을 제공하지 않기 때문에 고속의 패킷 전송이 가능하다. 그러나 UDP와 RTP에서는 전송 제어 과정을 제공하지 않으므로 수신측에서 패킷의 순서가 뒤바뀌거나 패킷이 손실되는 경우가 발생할 수 있기 때문에 RTP를 사용하는 시스템에서는 전송 오류를 제어하는 기능을 제공해야 한다. RTP에서는 송신측에서 패킷의 헤더에 일련 번호(sequence number)를 표시하여 수신측에서 패킷의 순서를 재조합할 수 있는 방법과, 재전송 요구가 가능한 방식이 제공된다면 재전송 까지도 가능하다.

### III. RTP 패킷 전송 제어

현재의 인터넷은 대역폭 제한, 불규칙한 전송 지연 시간, 패킷 오류 및 손실 등 실시간 멀티미디어를 전송하기에 부적합한 요인이 존재한다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 혼잡 제어(congestion control), 오류 제어(error control) 등의 기법들이 제시되었다[1]. 본 논문에서는 오류 제어 기법의 하나인 재전송 기법을 사용하므로 오류 제

어에 대해서만 간략히 설명한다.

#### 오류 제어

오류 제어는 패킷 손실이 발생했을 경우 이에 효과적으로 대처하는 방법을 제시한다.

##### (1) FEC(Forward Error Correction)

FEC는 인코딩된 패킷에 부가적인 정보를 첨가하여 패킷 손실이 발생할 경우 패킷을 복원하는 기법이다. FEC는 TCP에 비해서 적은 전송 지연 시간으로 패킷 전송에 신뢰성을 줄 수 있는 장점이 있지만 패킷 손실이 심할 경우에는 손실된 패킷을 복원할 수 없는 단점이 있다.

##### (2) 재전송(Retransmission)

재전송 방법은 수신측에서 패킷 손실을 감지한 후 재전송을 요청하고, 송신측에서는 요청받은 패킷을 다시 전송해 주는 기법이다. 실시간성을 갖는 비디오, 오디오 데이터 패킷을 재전송할 경우 전송 지연 시간이 너무 크면 재전송 패킷을 수신측에서 오류없이 수신하더라도 사용할 수 없게 될 수 있으므로 재전송 시 전송 지연 시간을 고려해야 한다. 다음은 RTP를 이용한 통신 환경에서 재전송 방법을 사용하는 과정이다.

RTP를 이용한 통신에서, 수신측은 수신된 RTP 패킷의 일련 번호를 비교하여 패킷 손실을 감지할 수 있다. 그러나 손실된 모든 패킷에 대해서 재전송을 요구하게 되면 네트워크 사용량이 급격히 증가할 수 있으므로 멀티미디어 데이터의 경우 패킷의 중요도를 표시하는 데이터 분류(data partitioning) 방법을 이용하여 각각의 RTP 패킷을 고순위(High Priority)와 저순위(Low Priority)로 분류하여 고순위를 갖는 중요한 패킷에 대해서만 재전송을 요구함으로써 네트워크 트래픽을 최소화시키면서 적정 수준의 QoS(Quality of Service)를 보장하는 방식을 사용한다[5]. IETF에서는 internet-draft를 통해서 RTP를 이용한 재전송 패킷 형식과 RTCP를 이용한 재전송 요구 방식을 제시하였다[6][7][8] 이 방식을 통해서 송신측에서는 고순위와 저순위의 패킷을 분류하여 서로 다른 RTP 세션을 통해서 전송하게 되고 수신측에서는 고순위 패킷의 손

실을 감지하여 RTCP를 통해서 재전송을 요구하게 된다. 그러나 모든 패킷에 대해서 손실이 발생할 수 있는 일반적인 네트워크에서는 재전송 패킷에 대해서도 전송 오류 제어를 하여 QoS를 보장해야 한다. 본 논문에서는 IV장에서 delay regulator의 지연 시간을 이용해서 재전송 효율을 높일 수 있음을 실험을 통해서 확인했다.

(3) 오류 복원 / 오류 은닉

(Error Resilience / Error Concealment)

영상 데이터는 인간의 시각 특성(HVS: Human Visual System)을 고려하여 처리된다. 오류 복원 방법에서는 패킷 손실이 발생할 경우, 손실된 영상 데이터는 이전의 데이터를 이용해서 HVS에 적응적으로 복원된다. 오류 은닉 방법에서는 인간이 패킷 손실을 감지하지 못하도록 은닉하는 방법을 사용한다.

IV. Delay Regulator를 이용한 패킷 재전송 시스템

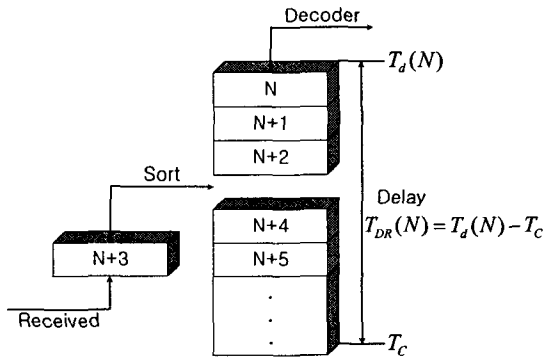


그림 2. Delay Regulator

Delay regulator는 일정시간( $T_{DR}$ )동안 버퍼링을 함으로써 재전송에 필요한 시간을 늘릴 수 있다.

그림3은 일반적인 패킷 재전송 시스템의 구조를 나타낸 것이다.

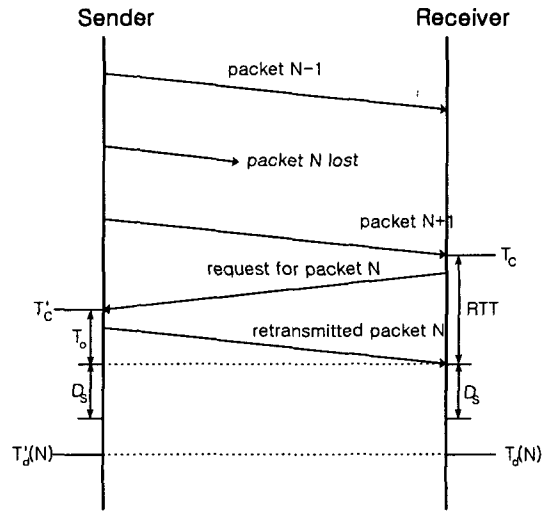


그림 3. 재전송 메커니즘

패킷 재전송 시 수신측에서는 Round-Trip Time( $RTT$ ), 패킷 처리 시간( $D_S$ :slack time), 현재 시간( $T_C$ ), 화면 표시 시간( $T_d$ )이 식(1)의 관계식을 만족하면 재전송을 요청한다.

$$T_C + RTT + D_S < T_d(N) \quad (1)$$

$$RTT + D_S < T_d(N) - T_C \quad (1')$$

Delay regulator의 버퍼링(buffering) 시간을  $T_{DR}(N)$  이라고 하면,  $T_{DR}(N)$  은 다음의 관계가 성립한다.

$$T_{DR}(N) = T_d(N) - T_C \quad (2)$$

식(1')과 식(2)로부터 다음의 결과를 얻을 수 있다.

$$RTT + D_S < T_{DR}(N) \quad (3)$$

또 다중 재전송 요청에 대해서는 다음의 수식이

적용된다.

$$k(RTT + D_s) < T_{DR}(N) \quad (4)$$

where  $k = 1, 2, 3, \dots$

다음은 식(4)를 H.263 비디오 스트림 전송에 적용한 실험 결과이다. 본 실험에서는 picture header 정보를 고순위 패킷으로 하여 macro block 단위로 패킷화하였고 고순위 패킷에 대해서만 재전송. 기법을 적용하였다.

표 1. 패킷 손실률에 따른 재전송 성공률

손실률(%)	재전송 시도	재전송 실패
1	363	6
2	764	12
5	1942	42
10	4200	230

$$RTT = 50ms$$

$$D_s = 10ms$$

$$T_{DR}(N) = 165ms$$

## V. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 RFC에 제안된 RTP payload format 에 포함된 부가정보들을 사용하지 않고 패킷 재전송 기법을 사용하여 실시간 멀티미디어 데이터의 QoS를 보장함과 동시에 전송률을 낮추는 기법을 제안하였다. 그러나 실제 멀티미디어 전송 시스템에서 재전송 메커니즘이 패킷 손실을 보상해 줄 수는 있지만 근본적인 문제점을 해결하지는 못한다. 또 실시간 응용 프로그램에서는 제한된 시간 내에 재전송이 완료되어야 하기 때문에 QoS가 저하될 가능성을 배제할 수 없다. 그러나 delay regulator를 jitter, 패킷 손실률 등과 같은 네트워크 특성에 적응시켜 버퍼 크기를 동적으로 변화시키면 향상된 재전송 효율을 보일 수 있을 것으로 기대된다.

## Reference

- [1] D. Wu, Y. T. Hou, and Y-Q. Zhang, "Transporting Real-Time Video over the Internet : Challenges and Approaches," Proc. IEEE, vol. 88, pp. 1853-1875, Dec. 2000.
- [2] A. Bashandy, E. Chong, and A. Ghafoor, "Network Modeling and Jitter Control for Multimedia Communication Over Broadband Network," in Proc. IEEE INFOCOM '99, vol. 2, Mar. 1999, pp. 559-566.
- [3] H. Schulzrinne, S. Casner, R. Frederick, and V. Jacobson, "RTP: A Transport protocol for real-time applications," RFC 1889, Jan. 1996. Internet Engineering Task Force.
- [4] C. Zhu, "RTP Payload Format for H.263 Video Streams," RFC 2190, Sep. 1997, Internet Engineering Task Force.
- [5] M. Civanlar, G. Cash, and B.Haskell, "AT&T's Error Resilient Video Transmission Technique," RFC 2448, Nov. 1998, Internet Engineering Task Force.
- [6] S. Fukunaga, N. Sato, K. Yano, A. Miyazaki, K.Hata R. Hakenberg, and C. Burmeister, "Low Delay RTCP Feedback Format," Internet-Draft draft-fukunaga-low-delay-rtcp-02.txt, work in progress, Feb. 2001, Internet Engineering Task Force.
- [7] S. Wenger, and J. Ott, "RTCP-based Feedback: Concepts and Message Timing Rules," Internet-Draft draft-wenger-avt-rtcp-feedback-02.txt, work in progress, Mar. 2001, Internet Engineering Task Force.
- [8] A. Miyazaki, H. Fukushima, K. Hata, T. Wiebke, R. Hakenberg, C.Burmeister, N. Takatori, S. Okumura and T. Ohno, "RTP Retransmission Payload Format," Internet-Draft draft-ietf-avt-rtp-selret-01.txt, Feb. 2001, Internet Engineering Task Force.