지연과 손실우선순위에 따른 실시간 멀티미디어 전송 프로토콜의 동적 QoS 제어 알고리즘

김정철, 이성섭, 김체훤, 남지승
전남대학교 컴퓨터공학과, 고품질전기전자부품 및 시스템연구센터
T. 062-530-0422 / Fax. 062-530-1809

Dynamic QoS Control Algorithm of Real-time Transfer Protocol based on Delay and Loss Priority

Kim Jungchul, Lee Sung Seob, Kim CheHwun, Nam JiSeung
Department of Computer Engineering Graduate School Chonnam National, RRC

r00t@kjbank.com, lss@mdclab.chonnam.ac.kr

(Abstract)

In the Internet, multimedia data transfer is hard to guarantee the characteristics of the Real-Time because of the Best-Effort of the nature of IP, then additional mechanism is applied to multimedia application for real-time data. In this paper, we introduce the nature of multimedia and the necessary facility for real-time protocol. We propose protocol layer, which has necessary function above mentioned and offer the end-to-end transfer for real-time data. Also, the proposed protocol perform a next four operation: 1) a required information for QoS control by using Feedback mechanism is obtained from sender, 2) divided a transferred packet by delay and loss priority, 3) recognized the four service models, and 4) decided a bandwidth and QoS according to a network state

1. 서론

멀티미디어의 출현과 네트워크 기술의 향상으로 인터넷이 전송하는 데이터가 음성과 영상은 물론 애니메이션에 이르기까지 다양하지만, 기존의 통신 프로토콜들은 데이터의 신뢰성 있는 전송만을 보장할 뿐 지연에 대한 보장은 없다. 따라서, 전송시간에 대한 보장이 제공되는 실시간 프로토콜이 필요하게 됐다. 본 논문에서는 기존의 손실뿐만 아니라 지연에 대한 고려를 포함하는 새로운 실시간 통신프로토콜을 제안하며, 이를 이용한 동적 QoS 알고리즘을 제안한다. 2 장과 3 장에서는 멀티미디어 특성과 현재 개발된 실시간 전송 프로토콜들을 소개하고, 4 장에서는 제안하는 프로토콜과 동적 QoS 를 보장하기 위한 방안을 제안하며, 5 장에서는 시뮬레이션과 결론을 맺는다.

2. 멀티미디어 특징들

멀티미디어는 이전의 미디어들과 비교해서 높은 대역폭을 필요로 하며, 대부분 실시간 트래픽을 요구한다. 또한 멀티미디어 네트워크는 네트워크 상황에 따라 대역폭 뿐만 아니라 제어에 관련된 작업들로 항상 주의를 기울고 있어야 한다.

- 실시간 특징 : 텍스트, 제어 데이터와 같은 정적인 데이터의 경우 시간의 흐름에는 민감하지 않으나 완벽한 에러제어를 요구한다. 반면에 음성 및 동영상 데이터와 같은 동적인 데이터는 에러 제어는 느슨한 반면, 실시간성 및 연속성을 요구한다.
- 높은 대역폭 : 멀티미디어 응용프로그램과 텍스트 응용프로그램과 비교해서 매우 높은 대역폭을 필요로 한다. 예를 들어 320x240 크기에 25 초 분량이면 약 2.3M 이고 96Kbps 정도의 높은 대역폭을 보장해 주어야 한다.

[i] 본 논문은 대학기초연구지원사업(1988-2000)의 결과임.

- 동기화 특성 : 응용 시스템에서 각 미디어를 서로 다른 채널로 다룰 때 가장 중요한 것이 바로 각 채널간의 동기화이다. 영상과 음향이 동시에 사용하는 응용에서는 음향과 영상이 일치해야 한다.
- QoS 보장 : 멀티미디어 데이터들을 전송할 때 그들의 각 특성에 따라 다양한 서비스를 요구하게 되는데, 에러제어, 시간지연, 동기화 등 여러 면에서 각각 차별화 된 서비스를 필요로 한다.

3. 실시간 서비스를 위한 기존프로토콜들

멀티미디어의 특성인 실시간성을 제공하기 위한 방안들이 제시되고 있다.

가. RSVP

IP 패킷을 이용한 네트워크 계층의 라우터 자원을 미리 할당하는 프로토콜로서, 멀티캐스트 전송을 지원하며, 수신측에서 라우터 상태에 따라 동적으로 자원을 할당한다.[RFC 2205]

나. RTP/RTCP

Feedback 과 응용프로그램에서 데이터를 특정 네트워크 시스템에 의존하지 않는 단위인 ADU(Applica-tion Data Units)로 나눔으로써 에러복구를 할 수 있게 하는 응용프로그램 레벨 프레이밍과 이런 ADU 의 처리 효율성을 위해 하나로 통합된 프로세싱 과정(Integrated Layer Processing)을 기본 원리로 사용한 프로토콜이다.[RFC 1889]

4. 제안하는 실시간 전송 프로토콜 (XRTP: eXpress Real-time Transport Pro.)

본 논문에서 제시한 프로토콜은 데이터의 전달 상황을 감시하여 단말 대 단말 수준에서의 제어하며, 전송 보장이 요구되는 데이터를 지연우선순위와 손실우선순위로 나누어 서비스 유형 4 가지를 분리하며, 이들 서비스 유형에 따른 전송 품질을 지원하며, 데이터의 전달 상황에 따른 전송률 조절로 단말간의 흐름제어 기능을 수행한다. 제안하는 프로토콜은 Feedback 절차[1,2] 즉, 송신측 패킷의 전달 상태와 네트워크의 상태를 판단할 수 있도록 수신측에서 수신 패킷 정보를 기초로 네트워크 상태를 판단한 후, 송신측에 다시 보내주는 절차를 이용한다.

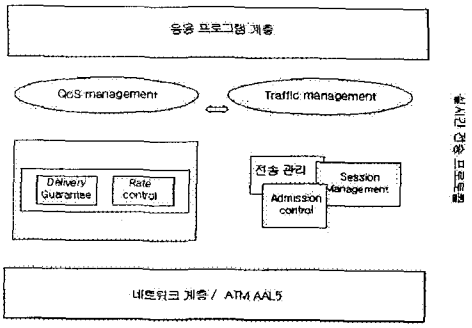

그림 4-1. 제안하는 XRTP의 내부 구조와 기능 모듈

표 4-1. 지연과 손실우선순위에 따른 서비스 유형

	지연우선순위	손실우선순위
서비스 1	1	1
서비스 2	1	0
서비스 3	0	1
서비스 4	0	0

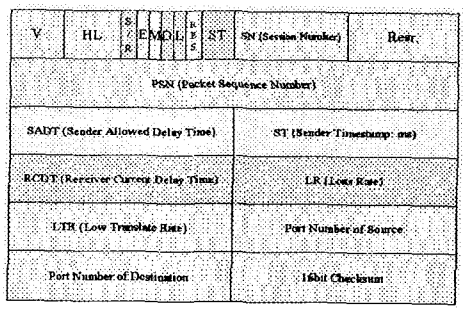

그림 4-2. 제안하는 XRTP의 헤더구조

가. QoS 제어 메커니즘

본 논문에서 제안하는 QoS 제어 알고리즘은 멀티미디어 데이터를 지연과 손실우선순위를 구분하여 이에 따라 망 상태를 판단하고 대역폭을 제어하는 방법을 사용한다. 실행하는 단계는 3 단계로써 (1) 수신 패킷 분

석, (2) 네트워크 혼잡 상태 판단, (3) 대역폭 조절의 과정을 수행한다.

나. 수신 패킷 분석 과정

수신측으로부터 받은 수신 패킷의 매개변수를 보고, 패킷 지연 시간과 패킷 손실률을 계산한다.

1) 시간 지연 계산

수신측은 송신측 패킷 생성 시각을 나타내는 도착한 시각(RRT: receiver received time)값에서 ST 를 뺀 값을 RCDT(지연 시간 : receiver current delay time)에 대입한 후 다시 송신측에 Feedback 한다.

$$RCDT = RRT - ST \quad (4\text{-}1)$$

(ST: sender timestamp, RRT: Receiver Received Time)

2) 손실률 계산

손실률은 수신측이 알려주는 손실 패킷수(LPN : loss Packet Number)를 송신측이 보낸 총 패킷 수로 나누어 계산한다.

If $PSN_L \rangle PSN_F$ 이면

$$LR = \frac{LPN}{PSN_L - PSN_F} \times 100 \quad (4\text{-}2)$$

Else $$LR = \frac{LPN}{2^{32} - 1 - PSN_F + PSN_L} \times 100 \quad (4\text{-}3)$$

(LR: Loss Rate, LPN: Loss Packet Number)

(PSN_L : Last PSN, PSN_F : First PSN)

3) Low-Pass Filter 를 지연과 손실 계산

위의 구한 지연시간과 손실값을 직접 적용하지 않고, Low-Pass Filter 를 이용하는 방법[1]을 이용하여 새로운 RCDT 와 LR(Smooth Delay 값과 Smooth LR 값)을 구한다.

$$\lambda \leftarrow (1-\alpha)\lambda + \alpha b \quad (4\text{-}4)$$

(b: 받아들여지는 새로운 값)

(α: low-pass filter factor: $0 \le \alpha \le 1$)

다. 망 상태 분류

송신측에서 네트워크 혼잡상태를 판단하는 단계로써, 수신패킷분석에서 나온 값들을 Congestion, Load, Unload 상태로 분류한다.

- 지연과 손실우선순위가 모두 존재(서비스 1)

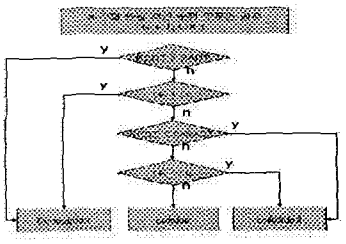

그림 4-3. 지연과 손실우선순위가 모두 존재하는 경우

- 지연우선순위만 존재 (서비스 2)

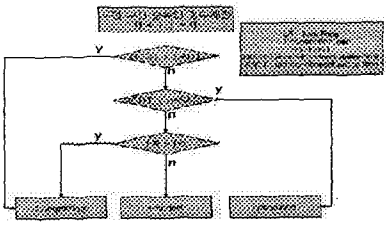

그림 4-4. 지연우선순위만 존재하는 경우

- 손실우선순위만 존재 (서비스 3)

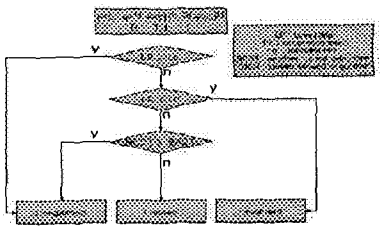

그림 4-5. 손실우선순위만 존재하는 경우

- 우선순위가 존재하지 않는 경우 (서비스 4)

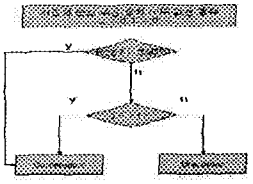

그림 4-6. 우선순위가 존재하지 않는 경우

라. 대역폭 조절

망 상태분류와 대역폭 증감이 결정하고, 상태에 따른 대역폭의 최대,최소값을 정한 후, 대역폭을 조절한다.

if d = Congested 이면

$$b_a \leftarrow \max\{b_r \times \mu,\ b_{\min}\}$$

Else if d = Loaded 이면

$$b_a \leftarrow \min\{b_r + \nu,\ b_{\max}\}$$

Else d = Unloaded 이면

$$b_a \leftarrow \min\{b_r \times \omega,\ b_{\max}\}$$

5. 성능 분석 및 결론

기존의 손실만을 고려하는 대역폭 제어알고리즘과 비교하기 위해 손실치는 그대로 두고, 지연값을 변화시킨 두 가지 경우를 가지로 성능을 분석한다.

표 5-1. 트래픽의 공통 특징

SADT	a	LC	LU
1000(ms)	0.7	10(%)	5(%)

표 5-2. 사례별 트래픽 특성

사례 1	손실발생값(%)	4~20	지연발생값(ms)	500~1500
사례 2	손실발생값(%)	4~20	지연발생값(ms)	500~2000

가. 사례 1

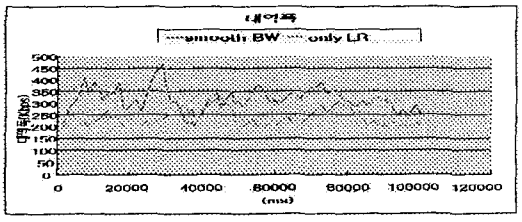

그림 5-1. 기존 손실방식과 대역폭 비교 (사례 1)

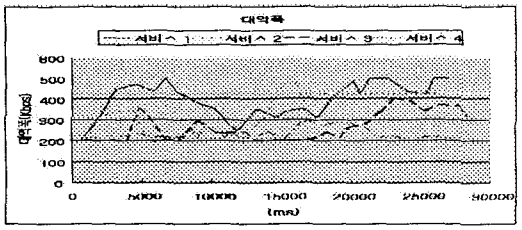

그림 5-2. 서비스 유형별 대역폭 비교 (사례 2)

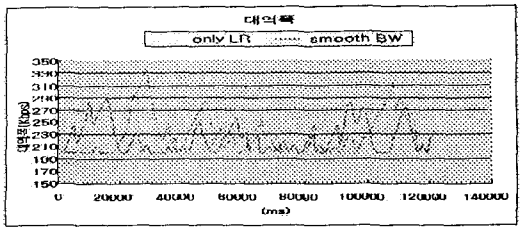

그림 5-3. 기존 손실방식과 대역폭 비교 (사례 2)

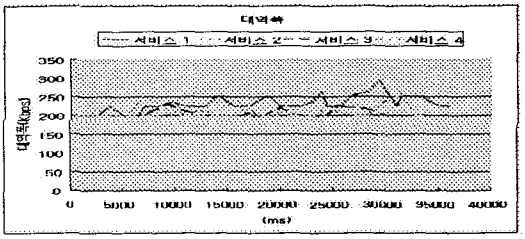

그림 5-4. 서비스 유형별 대역폭 비교 (사례 2)

본 논문에서는 멀티미디어 데이터의 특징을 보장해주기 위해 XRTP(전송 프로토콜)의 헤더 필드에 지연과 손실우선순위 필드를 두어 멀티미디어 데이터의 유형을 구별하여 전송품질을 보장해주는 제어 알고리즘을 제시했다. 그림 5-1 과 그림 5-3 을 비교해 보면, 사례 2 의 경우 지연값이 허용 지연값(SADT)보다 큰 경우가 많아 대역폭에서 우위를 보이지 못하지만, 서비스별 대역폭을 보면, 우선순위가 높은 서비스가 대역폭을 높게 유지한다는 사실을 알 수 있습니다.

참고문헌

[1] Ingo Busse, Bernd Deffner, Henning Schulzrinne, "Dynamic QoS Control of multimedia application based on RTP", Computer Communication, Vol.19, pp 49-58, 1996

[2] Ian John Wakeman, "Congestion control for packetised video in the internet : character 6 Scalable Feedback Control for Multicast Video Distribution in the Internet", Doctor of Philosophy of the University of London, pp97-121, 1995