

# RTP기반 멀티미디어 데이터 전송을 위한 동적 QoS

## 제공방안 및 구현

문영준<sup>o</sup> 유인태

경희대학교 컴퓨터공학과

yjmoon@mic.khu.ac.kr<sup>o</sup>, lryoo@khu.ac.kr

### Design and Implementation of Dynamic QoS Control for RTP-based Multimedia Data Transmission

Young-Jun Moon<sup>o</sup> Intae Ryoo

Dept. of Computer Engineering, Kyunghee University

#### 요 약

본 논문에서는 멀티미디어 데이터와 실시간 특성을 가진 데이터의 end-to-end 전달기능과 QoS 감시기능 등을 지원하기 위해 개발된 RTP를 분석하고 개선방안을 제시한다. 기존의 RTP 구현 모듈은 실시간 전달기능은 지원하나, 상세한 QoS 파라미터 보장 측면에서는 해결해야 할 사항이 존재한다. 따라서, 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 송신측에서 보낸 데이터에 대한 전송 정보를 수신측으로부터 제공받아, 이를 토대로 네트워크의 상태를 3단계로 분류하여 네트워크에의 QoS를 보장할 수 있는 방안을 제안하고 성능 검증을 수행한다.

#### 1. 서 론

인터넷을 포함한 기존의 통신 프로토콜은 그 배경에서 동영상 전송과 같은 실시간 멀티미디어 어플리케이션들을 지원하도록 설계되어 있지 않고, 메시지 또는 파일 단위의 비-실시간 특성을 갖는 데이터 전송을 위해 설계되어 있다. 그러나, 최근 인터넷의 트래픽들은 대부분 실시간 멀티미디어 어플리케이션의 특성을 갖는데, 현재 인터넷 망에서는 이러한 실시간 멀티미디어 어플리케이션의 일례로서 영상의나 VOD 서비스 같은 분산 환경에서의 실시간 데이터 전송의 경우, 유니캐스트나 멀티캐스트 전송이 요구되기 때문에 UDP를 이용한다. 이는 대역폭, 패킷 손실 그리고 전송 지연을 위한 어떠한 성능도 보장받지 못한다. 또한 사용자가 지역적으로 넓게 분포하기 때문에 많은 대역폭이 요구되는 실시간 통신은 중계기들의 트래픽 폭주현상에 의해 손실될 가능성이 높다. 이러한 실시간 전송시 발생하는 성능의 문제를 해결하기 위해서 일반적으로 두 가지 관점에서 접근하고 있다. 첫째, 멀티미디어 서비스가 요구하는 성능을 보장하기 위해 기존의 전송계층의 프로토콜을 확장하거나 수정하는 것이다. 둘째, 기존의 네트워크에서 제공되는 서비스에 부합하도록 어플리케이션 서비스를 조정하는 방법이다. 송신측은 피드백 정보를 기초로 하여 네트워크에 보내지는 패킷의 전송률을 제어 하는 것이다. 이러한 전송률 제어는 네트워크의 허용 용량에 제한되며, 특정 시점에서 볼 때 여러 서비스들이 네트워크를 공유하게 되고, 각 실시간 서비스들은 가변 비율로 데이터를 전송하기 때문에, 네트워크 용량은 시간에 따라 변하게 된다. 특히 영상 서비스의 경우 오랜 시간 사용되게 되며, 그 시간 동안 전송량은 다양하게 변할 수 있다. 이렇게 변하는 전송 용량에 적합하도록 서비스의 패킷 전송률을 적절하게 조정하는 것은 현실적으로 힘들다. 따라서 두 번째 접근 방법인 기존의 네트워크의 서비스에 적합하도록 멀티미디어 어플리케이션 서비스를 처리하는 연구의 하나로 Realtime Transport Protocol/RTP Control Protocol(RTP/RTCP)을 이용하여 네트워크의 여러 QoS 특성들을 동적으로 관찰하고, 관련 정보를 어플리케이션에 통보함으로써, 어플리케이션은 이를 기반으로 멀티미디어 디바이스를 제어하거나 오디오/비디오 디바이스로부터 받은 스트림 데이터를 임의의 제어 메커니즘으로 변형하여 네트워크 QoS 범위 안에서 서비스의 품질을 향상

시킬 수 있다. RTP/RTCP를 이용한 동영상 서비스는 RTCP를 통해서 패킷 손실에 대한 피드백 정보를 받으며, 송신측은 코덱 파라미터를 제어하여 스트림 데이터 발생량을 조절하게 되고, 이는 네트워크 대역폭을 조절하는 효과를 갖게되어 결과적으로, 네트워크 QoS를 향상시킨다[1][2][3].

본 논문에서는 새로운 네트워크를 구성하지 않고, 다양한 통신 방식을 수용할 수 있는 기존에 구축된 네트워크 인프라 구조를 사용하기 위해, RTP/RTCP를 이용하여 멀티미디어 데이터의 QoS를 제공하기 위한 방안으로 우선순위 큐와 QoS관리 모듈을 추가하였다. 우선순위 큐에서는 QoS 관리 모듈에서 수집한 정보를 기반으로 각 사용자별로 차별화된 서비스를 제공할 수 있고, QoS 관리모듈은 데이터의 송신자와 수신자의 부가 정보를 분석하여 테이블을 작성한다. 이런 기능들을 기반으로 네트워크 상에서 보다 좋은 멀티미디어 데이터 서비스를 제공할 수 있다.

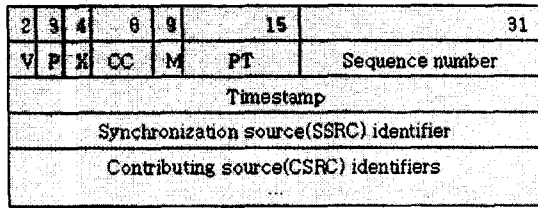
본 논문의 구성은 2장에서는 RTP/RTCP의 개요와 RTP와 RTCP 프로토콜에 대해서 설명을 하고, 3장에서는 개선된 RTP/RTCP의 구조와 각 기능별 특징 분석하고, 4장에서는 결론 및 향후 연구과제에 관한 내용을 기술 하였다.

#### 2. 관련연구

##### 2.1 RTP(Realtime Transfer Protocol)

RTP는 실시간 성질을 갖는 데이터를 전달하기 위한 실시간 전송 프로토콜이다. RTP 패킷은 12바이트의 고정헤더를 가지며, 특정 프로파일에 의해 고정헤더 뒤에 확장 헤더가 올 수 있다. 그리고 혼합기의 사용에 따라 최대 15개까지의 CSRS(Contributing source identifier) 리스트의 크기가 추가될 수 있으며 헤더 필드 다음에는 멀티미디어 데이터와 같은 전송할 데이터가 온다.

RTP 고정헤더를 <그림 1>에 도시하였다. 각 필드에는 RTP의 버



<그림 1> RTP 헤더 구조

전이나 패딩 옥텟의 존재 여부, 특정 헤더 확장, CSRC의 수와 전송 데이터의 탑재 유형, 순서 번호와 RTP 패킷에 있는 첫 번째 옥텟의 샘플링 인스턴트를 반영하는 타임스탬프, 동기화 소스를 식별하기 위한 SSRC(Synchronization Source Identifier), RTP 패킷에 포함된 탑재물에 대한 기여 소스를 식별하기 위한 CSRC 필드 등이 있다. 이러한 RTP 패킷의 형태와 각 필드들에 대한 자세한 내용은 IETF RFC 1889에 자세히 기술되어 있다.

RTP의 완전한 사양은 하나 이상의 동반 문서를 필요로 하는데 이러한 동반 문서의 예로는 1996년 1월에 제시된 RFC1890이 있다. 이러한 동반 문서에는 패킷의 탑재 유형 코드를 탑재 형식으로 대응시키는 기본 대응 방법이 제시되어 있으며, 부가적인 기능 확장을 위해 RTP헤더의 수정 및 확장을 정의하고 있다[4].

2.2 RTCP

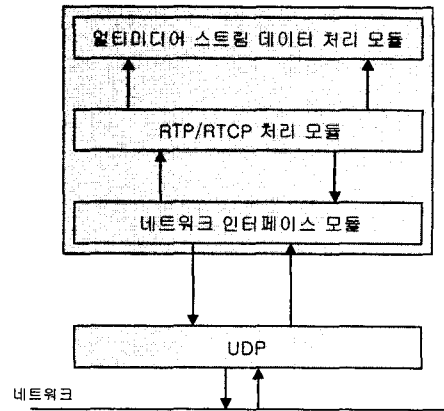
실시간 전송 제어 프로토콜인 RTCP는 RTP 패킷과 동일한 패포 메커니즘을 사용하여 주기적으로 제어 패킷을 전송한다. RTCP는 데이터 전송 상태에 대한 피드백을 제공하며, RTCP 패킷에는 트랜스 포트 수준의 식별자나 최소 세션 제어 정보들이 포함된다.

RTCP 패킷은 전달하는 제어 정보에 따라 5가지 종류로 나누어 지는데 각 RTCP 패킷의 기능은 다음과 같다.

- SR(Sender Report RTCP Packet): RTP 패킷 송신 측이 전송 및 수신 통계에 대한 정보를 전달하기 위한 패킷
- RR(Receiver Report RTCP Packet): RTP 패킷 수신측이 수신 통계에 대한 정보를 전달하기 위한 패킷
- SDES(Source DEscription RTCP Packet): CNAME(Canonical end-point Identifier)이나 EMAIL과 같은 RTCP 패킷 송신 측의 부가적인 정보를 전달하기 위한 패킷
- APP(Application-defined RTCP Packet): 특정 어플리케이션의 실험적인 사용을 위해 사용
- BYE(Goodbye RTCP Packet): 세션 참가자가 세션을 떠남을 알리기 위한 패킷

각 패킷에 대한 구조와 패킷 필드에 대한 자세한 설명은 IETF RFC 1889에 자세히 기술되어 있다.

모든 RTP 패킷들은 여러 RTCP 패킷 유형들이 하나의 패킷으로 구성되는 복합 패킷의 형식으로 전달되어야 한다. 그리고 복합 패킷에는 항상 SR 또는 RROI 포함되어야 하며, SDES의 CNAME도 항상 포함되어야 한다[5].



<그림 2> RTP 통신 모듈 구조

3. RTP/RTCP 구현 모델

3.1 RTP 통신 모듈의 구조

<그림 2>에 RTP 통신 모듈과 상위 어플리케이션 그리고 전송 프로토콜로 구성되어 있는 구조를 도시하였다.

멀티미디어 스트림 데이터 처리모듈은 멀티미디어 데이터의 인코딩 및 디코딩을 담당하는 모듈로서, 영상기능을 담당한다. RTP/RTCP 처리모듈은 RTP/RTCP 패킷을 생성하여 네트워크 인터페이스 모듈에 전달하거나 네트워크 인터페이스 블록으로부터 RTP/RTCP 패킷을 전달받아 필요한 정보를 추출하는 기능을 담당한다. 한편, 네트워크 인터페이스 모듈은 RTP/RTCP 처리 모듈에서 생성된 패킷을 네트워크를 통하여 송신하거나, 다른 어플리케이션으로부터의 패킷의 수신을 담당한다[6].

3.2 RTP/RTCP 모델의 개선 방안

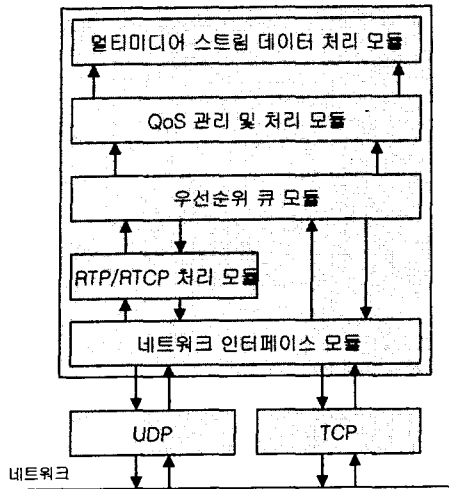
<그림 3>는 본 논문에서 제안한 개선된 RTP/RTCP 모듈 구조이다.

QoS관리 및 처리 모듈은 수신자로부터 받은 피드백 정보에서 시간적, 순서적 특성을 파악하여 네트워크의 QoS 값을 검출하는 역할을 담당하는데, 이를 통해 QoS 관리 및 처리 모듈은 RTP 패킷의 순서 번호 필드를 이용하여 각 송신자 별로 패킷의 손실이나 지연 특징을 수집하여 파라미터 테이블을 구성한다. 이렇게 관리되는 QoS 정보들을 통해 어플리케이션은 서비스의 질을 만족시킬수 있는 QoS 정책을 수행한다.

QoS관리 및 처리 모듈에서 관리하는 QoS 파라미터들은 패킷 분실율, 세션 참가자에 대한 정보, 각 참가자들에 대한 데이터 전달 상황과 같은 세션에 관련된 정보들이다.

우선순위 큐 모듈은 작성된 QoS 파라미터 테이블을 참조하여, 패킷들의 우선순위를 결정하는 역할을 한다. 각 수신자 별로

구성되어 있는 QoS 파라미터 테이블을 참조하여 송신자는 적절하게 상태를 조절하여, 수신자에게 한층 높은 품질의 서비스를 제공할 수 있도록 큐의 상태를 조절한다.



<그림 3> 개선된 RTP/RTCP 모듈 구조

3.3 동작 시나리오

<그림 4>에 본 논문에서 제안한 개선된 RTP/RTCP 모듈 구조에서 데이터 송수신시에 따른 동작 상태를 정의하였다.

송신자는 RTP를 통해서 멀티미디어 데이터를 전송하게 되는데, 이때 송신자에서 제공하는 기능은 첫째, 인코더의 제어, 손실 패킷의 재구성, 각 수신자의 패킷 손실 상태 분류 등을 수행한다. 한편, RTP를 통한 멀티미디어 데이터 전송중에 송신자는 수신자로부터 RTCP 패킷을 통해 피드백 정보를 제공받게 된다. 그러나 이러한 피드백 정보는 멀티캐스트 통신의 특성상 수신자의 회선상태, 거리, 전송기술 등에 따라 다양한 값을 갖게 된다. 그러므로 제공받은 피드백 정보를 조합하여 다음과 같은 QoS 레벨로 서비스를 제공한다.

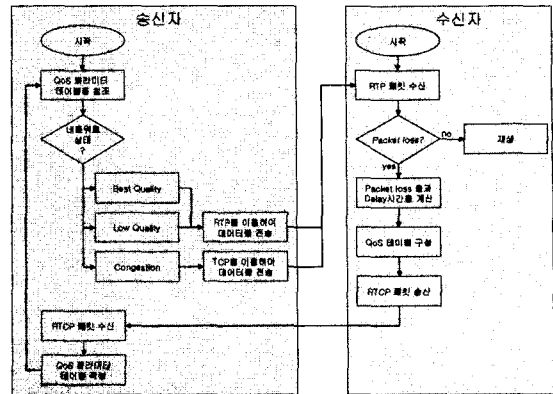
- Best Quality: 멀티미디어 데이터를 전송하는데 있어서 문제가 없는 경우
- Low Quality: 송신자가 보낸 패킷이 수신자에게 전송될 때 지연은 있지만 패킷 손실은 없는 경우
- Congestion: 패킷이 실제로 손실되는 경우

이중 Congestion의 경우, UDP 기반의 RTP를 이용하는 것이 아니라 확실하게 데이터를 전송할 수 있는 TCP 프로토콜을 이용하여 전송하는 것이 본 기법의 특징이다.

수신자는 RTP 패킷을 송신자로부터 받으며, 받은 정보를 분석하여 패킷 손실, 지연여부를 가지고 QoS 테이블을 작성한다. 작성된 QoS 테이블을 RTCP를 이용하여 송신측에 전달한다.

4. 결론 및 향후 연구방향

네트워크를 통한 서비스가 다양해짐에 따라 멀티미디어 데이터를 송수신하는 어플리케이션의 수요 및 개발이 증가함에 따라 멀티미디어 데이터의 특성을 고려하여 만들어진 프로토콜인 RTP는 인터넷에서 매우 중요한 역할을 하고 있다. 그러나 RTP는 안정적인 멀티미디어 서비스 제공을 위해 꼭 필요한 QoS 제공 측면에서는 많은 취



<그림 4> RTP 동작 시나리오

약점을 드러내고 있다. 따라서 본 논문에서는 실시간 전송기능을 지원하고, 멀티미디어 데이터 전송시에 발생하는 관리정보를 통해 QoS를 제공할 수 있는 개선된 RTP/RTCP 구조를 제안하였다. 이를 통해 서비스의 질을 높일 수 있고, 현재의 네트워크에서 안정적인 멀티미디어 데이터 전송을 기대할 수 있다.

현재 공개되어있는 RTP 라이브러리를 분석하였으며, 이를 활용하여 여러 사용자가 멀티미디어 데이터를 송수신할 수 있는 어플리케이션을 구현하고, 이 기본 어플리케이션을 바탕으로 제안한 RTP 모델을 적용하여 구현해야 한다. 또한 우선순위 큐에 대한 스케줄과 TCP를 사용한 스트리밍 기법에 관한 연구를 수행할 필요가 있다.

5. 참고문헌

- [1] H. Schulzrinne, "Realtime Streaming Protocol", IETF RFC 2326, 1998.
- [2] I.B. Busse, B. Deffner, H. Schulzrinne, "Dynamic QoS Control of Multimedia Applications based on RTP", R2116 TOMQAT, 1995.
- [3] ITU-T Draft Recommendation H.323, "Visual Telephone Systems and Equipment for Local Area Networks which Provide a Non-Guaranteed Quality of Service", May, 1996.
- [4] H. Schulzrinne, "RTP: A Transport Protocol for Realtime Application" RFC 1889, 1996.
- [5] H. Schulzrinne, "RTP Profile for Audio and Video Conferencing with Minimal Control", RFC 1890, 1996.
- [6] RTP Working Group, <http://www.cs.columbia.edu/~hgs/rtp/>
- [7] 전재우외3, "원격지정을 위한 RTP 페이로드 형식", 정보처리학회, 2002.