

인터넷 화상전화에서 음성품질을 향상시키기 위한 대역폭 제어 기법

최태욱⁰ 지명경 박성호 정기동
 부산대학교 전산학과
 {tuchoi, bluesky, shpark, kdchung}@cs.pusan.ac.kr

A Bandwidth Control Scheme to improve audio quality in Internet Video Phone

Tae-Uk Choi⁰ Myoung-kyoung Ji Seong-Ho Park Ki-Dong Chung
 Dept. of Computer Science, Pusan National University

요약

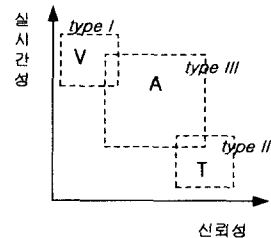
인터넷상에서 화상전화를 구현하고자 할 때는 가변적인 네트워크 대역폭에 따라 전송률을 동적으로 조절하는 대역폭 제어기법이 요구된다. 그러나, 기존의 기법들은 종점간 할당된 대역폭을 미디어의 특성에 상관없이 동일하게 조절함으로써 각 미디어에 맞는 QoS수준을 충분히 제공하지 못하고 있다. 본 논문에서는 미디어의 특성을 고려하여 각 미디어별로 차별적인 QoS를 제공할 수 있는 미디어간 대역폭 조절 기법과 전송 기법을 제안하고 이를 실험한다. 실험을 위해 PC상에서 화상전화의 프로토타입을 구현하였으며, 실험 결과, 비디오의 전송품질을 크게 영향을 미치지 않고, 오디오의 전송품질을 향상시킬 수 있었다.

1. 서론

인터넷폰은 기존의 패킷데이터망을 이용하여 음성 서비스를 제공하기 때문에 가격이 저렴하고, 컴퓨터 기술과 결합하여 새로운 서비스를 창출할 수 있기 때문에 현재의 PSTN 전화를 대체할 수 있는 차세대 기술로써 각광을 받고 있다. 더욱이 네트워크와 통신기술의 발전으로 단순히 음성뿐만 아니라 화상을 포함한 화상전화의 연구가 활발히 진행되고 있다. 인터넷상에서의 화상전화는 화상회의(Video conference)의 하나의 응용으로 생각할 수 있으며, 인터넷상에서 이를 구현할 때는 다른 응용과 같이 네트워크 리소스에 제한을 많이 받게 된다. 이러한 제한된 자원하에서 데이터의 전송을 최대한 지원하기 위해서 여러 가지 기법들이 연구되고 있으며, 그 중에는 Internet과 같은 best effort 트래픽을 고려한 적응적인(Adaptive) QoS 관리기법들이 주로 제안되었다[1][2][3]. 이러한 기법들은 네트워크의 가변적인 대역폭에 따라 전송률을 동적으로 조절한다. 그러나, 기존의 기법들은 종점간 할당된 대역폭을 미디어의 특성에 상관없이 동일하게 조절함으로써 각 미디어에 맞는 QoS수준을 충분히 제공하지 못하고 있다. 고려해야 할 미디어의 특성들은 다음과 같다.

첫째, 오디오매체가 비디오매체보다 더 높은 QoS를 요구한다는 점이다. [그림1]은 미디어별 실시간성과 신뢰성을 비교한 그림으로써, type I은 비디오 데이터와 같은 실시간성이

매우 중요한 데이터이며, type II는 실시간성보다는 신뢰성이 중요한 텍스트나 이미지 데이터와 같은 것이 해당될 수 있다. Type III는 실시간성과 신뢰성을 모두 고려해야 하는 미디어로써 오디오 데이터가 이에 해당된다. 현실적으로 신뢰성과 실시간성은 trade-off가 존재한다. 즉, 신뢰성을 고려하자면 실시간성이 감소되며, 실시간성을 증가시키면 신뢰성이 감소하게 된다.



[그림1] 미디어별 실시간성과 신뢰성 비교

또한, type I의 매체를 전송하기 위해서는 주로 UDP기반의 프로토콜이 이용되고, type II의 매체를 전송하기 위해서는 TCP기반의 프로토콜이 이용되고 있다. 그러나, type III는 신뢰성과 실시간성을 동시에 고려해야 하는 프로토콜을 요구하며 이를 지원할 수 있는 것으로써 RTP-wR 등이 있다[5].

둘째, 미디어의 전송률이 다르다는 점이다. MPEG1의 예를 들면, 비디오 데이터의 대역폭은 1.1Mbps이고 오디오 데이터

* 이 논문은 2000년 4월~12월 ㈜미디어트랜스의 연구비에 의하여 연구되었음.

의 대역폭은 128Kbps이다. 따라서 비디오 데이터의 초당 전송량은 오디오에 대해 약 10배 정도 차이가 난다[6]. 따라서, 네트워크가 과부하상태에서 대역폭을 줄일 경우 오디오 프레임보다는 비디오 프레임 수를 줄여야 효과적임을 알 수 있다.

본 논문에서는 이러한 미디어의 특성을 반영하기 위해 비디오와 오디오에 다른 전송 프로토콜을 사용하고, 비디오와 오디오의 RTCP정보를 조합하여 오디오의 전송품질을 우선으로 하는 대역폭 조절기법을 제안하고 이를 이용하여 인터넷 화상전화를 설계 및 구현한다.

2. 관련연구

2.1 Adaptive QoS 제어 기법

RTP 기반의 적응적 QoS 제어 기법은 네트워크의 대역폭을 추정하기위해 RTCP feedback 정보가 필수적이다. 수신자는 전송 품질에 대한 통계정보를 RTCP의 Report Packet에는 포함시켜 송신자에게 보내고, 송신자는 이를 통해 네트워크 수신자의 상태를 파악하여 다음 전송 계획을 결정하게 된다. H. Schulzrinne은 수신측에서 측정된 패킷손실률을 기반으로 네트워크상태를 UNLOADED, LOADED, CONGESTED로 구별하고 이에 따라 압축률을 조절하는 기법을 제안하였다[1]. 또한, 전송할 데이터를 Base Layer와 Enhancement Layer로 나누고 네트워크의 상태에 따라 전송할 Layer를 결정하는 LT(Adaptive Layered Transmission)기법들이 제안되었다[2][3]. 그러나 이 기법들은 각 미디어의 특성은 간과한 채 종점간 대역폭만을 고려하여 전송률을 조절함으로써 각 미디어가 요구하는 QoS 수준을 충분히 보장하지 못한다.

2.2 RTP와 RTP-wR 프로토콜

RTP는 실시간 데이터의 전송을 위해 IETF에서 표준화되었으며 전송품질에 대한 통계치를 나타내는 RTCP함께 동작된다. 그러나 이 프로토콜은 기존의 UDP위에서 수행되기 때문에 UDP/IP이 특성을 그대로 가진다. 따라서 실시간 전송을 보장하지 못하고, 패킷 손실에 대한 복구 기능이 없다[4]. RTP-wR(with Retransmission)은 RTP의 확장 프로토콜이며 [그림1]에서 type III와 같은 실시간성과 신뢰성을 동시에 고려해야 하는 미디어를 전송하기에 적합하도록 설계되었다. 기본적으로 손실된 패킷 복구방법은 재전송을 이용하며 송신시 스택과 네트워크의 자원이 여유가 있을 때만 재전송을 수행한다. [5]. 특히, 송신측과 수신측의 버퍼 크기를 늘릴 경우 버퍼 공간의 오버헤드는 있지만 손실된 패킷의 복구가능성이 늘어난다.

3. 대역폭 제어 기법

본 논문은 인터넷 화상전화의 오디오 전송품질을 향상시키기 위해 미디어별로 전송 프로토콜을 달리하고 각 미디어의 전송품질에 대한 feedback 정보를 바탕으로 오디오 우선의 대역폭 조절 기법을 제안한다.

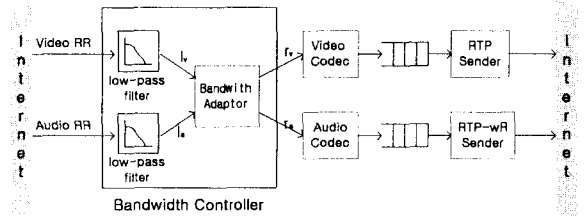
3.1 전송 프로토콜

[그림2]에서 볼 수 있듯이 비디오 데이터와 오디오 데이터의 특성을 반영할 수 있도록 각각의 전송 프로토콜을 달리한다. 즉, 비디오 패킷은 데이터의 크기가 크고 실시간적인 특

성이 강하므로 RTP를 이용하여 전송하고, 오디오의 경우는 상대적으로 크기가 작고 패킷 손실에 민감하기 때문에 RTP에 신뢰성을 추가한 RTP-wR을 통하여 전송한다. 이 때 각각의 전송 프로토콜을 통하여 전송 받은 패킷들의 통계정보는 RTCP 패킷으로 포함되어 피드백되어 지며, 이를 바탕으로 송신자는 새로운 전송률을 결정한다. 오디오 데이터의 경우 RTP-wR로 전송되기 때문에 전송품질이 비디오에 비해 좋기 때문에 CONGESTED상태에 위치할 확률이 작아지고, 비디오보다 더 높은 QoS를 유지할 수가 있다.

3.2 대역폭 조절

[그림2]는 실제 구현된 대역폭 조절기 모듈을 나타내는 것으로서 비디오와 오디오의 패킷손실량을 기반으로 각각의 새로운 전송률을 결정한다. 그러나 다른 기법과 다르게 본 논문에서는 오디오의 대역폭에서 줄여야 할 부분을 비디오의 것에서 대신 줄임으로써 오디오의 대역폭을 최대한 보장하고자 한다. 오디오의 초당 전송량이 비디오보다 훨씬 작기 때문에 전체 대역폭에는 크게 영향을 미치지 않고 오디오 대역폭을 그대로 유지할 수가 있다.



[그림2] 대역폭 조절기

[그림3]은 실제 대역폭 조절기에서 패킷손실량에 따른 비디오와 오디오의 새로운 전송률을 결정하기 위한 방법을 보여준다. 초기에 할당된 대역폭은 네트워크의 가변적인 트래픽의 영향으로 시간에 따라 변하게 되며, 이 변화량은 패킷손실량으로 나타난다. 본 논문에서는 (식1)과 같이 오디오의 패킷손실량 La 를 비디오의 대역폭에서 감소시킴으로써 새 오디오대역폭 B'_a 은 그대로 Ba 로 유지시키고, 새 비디오대역폭은 B'_v 은 $Bv-Lv-La$ 로 결정한다.

Audio 대역폭 : B_a , Video 대역폭 : B_v
 Audio 손실량 : La , Video 손실량 : Lv 일 때,
 초기 대역폭 : $B = B_a + B_v$
 가변 대역폭 : $B' = (B_a - La) + (B_v - Lv)$
 $= B_a + (B_v - Lv - La)$ --- (식1)
 $= B'_a + B'_v$

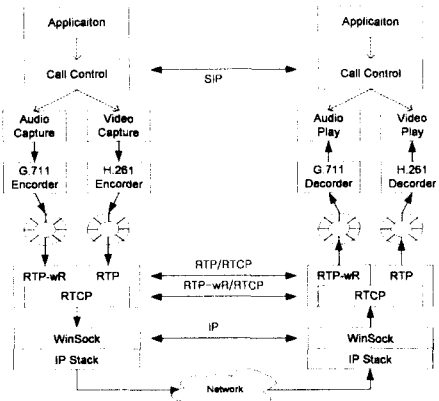
[그림3] 대역폭 결정

4. 설계 및 구현

본 인터넷 화상전화는 ITU-T의 H.323에 비해 프로토콜이 간단하고 인터넷에 쉽게 통합될 수 있는 IETF의 표준인 SIP를 기반으로 프로토타입을 설계 및 구현한다[7]. [그림4]은 구현

된 화상전화의 데이터와 제어의 흐름을 보여주는 것인데, Application은 사용자의 입력을 받아서 상대방에게 전화를 걸기 위해 Call Controller를 호출한다. Call Controller는 SIP 메시지를 통하여 호를 연결하고, 호 설정후에는 실제 데이터를 보내기위한 Audio Manager와 Video Manager 쓰레드를 생성시킨다.

Audio데이터는 마이크로부터 샘플링되어 G.711로 압축된 후 전송을 위한 원형 큐에 삽입된다. 전송된 데이터는 RTP-wR을 통하여 상대방에게 전송되어진다. 수신측의 원형 큐에 저장되고 G.711 디코더를 통과하여 스피커에 재생되어진다. 이 때 손실된 패킷은 RTP-wR에 의해 재전송되어진다.



[그림4] 데이터와 제어의 흐름

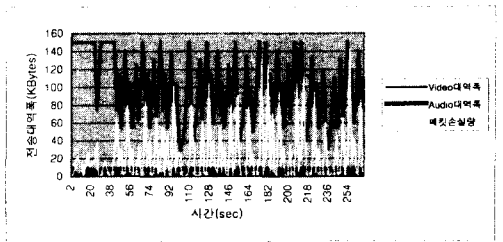
Video 데이터는 비디오카메라를 통해 캡처된 후 H.261로 압축되어 전송을 위한 원형 큐에 저장되고, RTP프로토콜을 통하여 상대방에게 전송되어진다. 수신측은 전송된 데이터를 받아서 재생을 위한 원형 큐에 저장하고 비디오 재생기는 주기적으로 원형 큐에서 데이터를 읽고 디코딩하여 프레임을 재생한다.

4. 실험

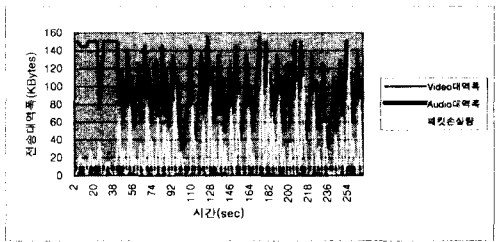
화상전화의 프로토타입은 펜티엄 PC에서 Visual C++로 구현하였으며, 오디오 장치는 Sound Blaster를 이용했고, 비디오 장치로는 USB PC Camera를 이용하였다. 제안된 대역폭 조절기법의 성능을 측정하기위해 순수한 RTP/RTCP를 사용하여 미디어 특성에 상관없이 대역폭을 조절하는 기법과 오디오 우선의 미디어간 대역폭 조절기법을 비교 실험하였다. 실험은 캠퍼스 LAN환경에서 6분 단위의 화상 통화를 10번 시행하여 오디오와 비디오의 조절된 대역폭의 평균을 측정하였다. [그림5]와 [그림6]은 전체 패킷손실량과 오디오와 비디오의 대역폭을 보여주는데, 미디어간 대역폭 조절 기법은 기존 기법에 비해 비디오 대역폭의 차이가 크게 나지않았고, 오디오 대역폭은 최대 수준으로 유지하였다. 이는 비디오 대역폭을 조금만 희생하더라도 오디오는 큰 효과를 볼 수 있음을 보여주는 것이다. 이러한 오디오의 대역폭을 이용하여 RTP-wR의 재전송 메커니즘은 더욱 효과적으로 수행되고, 그에 따라 오디오의 전송품질은 매우 높아진다.

5. 결론

본 논문에서는 인터넷 화상전화를 구현하는데 있어 오디오의 전송품질을 향상시키기 위한 방법을 제안하였다. 특히, 미디어의 특성을 고려하여 오디오 중심의 전송프로토콜과 대역폭 조절기법을 제안하였다. 실험 결과, 비디오의 대역폭을 오디오에게 할당함으로써 비디오의 대역폭을 크게 감소시키지 않고 오디오의 전송 대역폭을 최대로 유지할 수 있었다. 향후에는 QoS가 보장되는 네트워크에서의 QoS 조절기법과 흐름제어를 연구하고자 한다.



[그림5] 미디어별 대역폭 조절



[그림6] 미디어간 대역폭 조절

참고 문헌

- [1] I.Busse, B.Deffner, and H.Schulzrinne, "Dynamic QoS Control of Multimedia Applications based on RTP", Computer Communications, Jan. 1996, <http://www.cs.columbia.edu/~hgs/rtp/papers.html>
- [2] Dorgham Sisalem, Frank Emanuel, "QoS Control using Adaptive Layered Data Transmission", International Conference on Multimedia Computing and Systems, Austin, Texas, June, 1998
- [3] D.Hoffman and M.Speer, "Hierarchical Video Distribution over Internet-style Networks", In ICIP'96, Lausanne, Switzerland, Sept. 1996
- [4] H.Schulzrinne, A.Casner, R.Frederick and V.Jacobson, "RTP: A transport protocol for real-time applications", RFC1889, 1996.
- [5] 박성호, 임은지, 최태욱, 정기동, "인터넷상에서 NOD서비스를 위한 연속미디어 전송 및 푸쉬-캐칭 기법", 정보처리논문지, 제7권 6호, 2000.
- [6] 정기동, 장시용, 노영욱 공저, "멀티미디어 시스템 개념 및 활용", 이한출판사, 2000
- [7] Ismail Dalgic and Hanliwn Fang, "Comparison of H.323 and SIP for IP Telephony Signaling", In Proc.of Photonics East, Massachusetts, Boston, 1999