
인터넷폰의 QoS를 위한 적응적인 버퍼관리 방식

류태욱* · 이정훈* · 강성호* · 엄기환*

Adaptive Buffer Management Method for Quality of Service of Internet
Telephony

Tae-Uk Ryu · Jeong-Hun Lee · Seong-Ho Kang · Ki-Hwan Um

요약

인터넷전화(Internet telephony)는 network를 통하여 음성데이터를 주고받는 응용프로그램으로 좋은 음질의 제공은 필수적이다. 그러나 음성데이터가 네트워크를 통하여 전송이 되면서 전송지연과 지연 편차 등의 Jitter 현상에 영향을 받아 음질의 저하를 유발하므로 수신측에서는 적절한 jitter buffer를 제공해야만 한다. 본 논문에서는 인터넷전화에서 보다 양질의 음성을 제공하기 위하여 단말기 입장에서 버퍼관리 알고리즘을 제안한다. 제안한 알고리즘은 현재 단말기에서 사용하고 있는 압축알고리즘의 종류와 수신된 데이터만을 근거 자료로 수신데이터의 변화에 적응적으로 반응하면서 음질을 향상할 수 있는 버퍼관리 알고리즘이다. 제안한 알고리즘의 유통성을 확인하기 위하여 다양한 네트워크 상황에서 기존의 알고리즘과 네트워크 상황판단의 성능을 비교한다.

ABSTRACT

Internet telephony is an application that transmits voice data for conversation. Therefore it must provide high sound quality. However while audio packets are transferred through the network, they are affected by delay variations and jitters, which could result in poor sound quality if the receiving end does not have an appropriate jitter buffer to overcome network factors. This thesis introduces a buffer management algorithm that could be used to provide better sound quality for Internet phone terminals. This algorithm actively responds to both the compression algorithms that are used by the terminals, as well as to the received data to provide an improvement in sound quality. In order to verify the effectiveness of the proposed algorithm, we experimented in variance network settings. The results show that the proposed algorithm improves on the performance of the conventional buffer management algorithm.

키워드

Jitter buffer, QoS, Internet telephony

*동국대학교

접수일자 : 2002. 5. 24

I. 서 론

양방향대화를 위하여 실시간으로 송수신 되는 음성데이터는 비연속적으로 약 10%의 손실과 150msec 이하의 전송 지연정도가 발생을 하여도 사람이 크게 불편을 느끼지 못한다. 인터넷전화는 이러한 실시간 음성데이터의 송수신을 위한 Real-Time Transfer Protocol(RTP)에서 UDP(User Datagram Protocol)를 하기 때문에 패킷의 손실이 생기게 되고 전송과정에 여러 네트워크를 통하여 되면서 지연과 지연의 편차를 발생하게 되어 일반전화망(GSTN : General switched telephony network)보다 음질이 좋지 못하게 될 수 있다[1][2]. 이에 음질향상을 위하여 QoS(Quality of Service)를 위하여 다양한 연구가 이루어져 왔고, 크게 영역을 구분하자면 단말기에서 처리할 수 있는 부분과 그 이외의 부분으로 볼 수가 있다[8][9]. 종단에서 종단까지 고려해야 할 대상이 많은 까닭에 이들을 대상으로 많은 연구가 이루어져 왔으나 단말기 입장의 연구는 현실성과는 다소 떨어진 입장이 많았다. 실제 다른 연구들에서 고려된 전송지연 시간의 계산과 음성 목록 압축의 사용은 추가적인 정보와 특정 잡음의 재생에 의한 음질의 저하를 유발하게 된다. 이러한 음질의 저하는 네트워크의 상황을 빨리 알아내어 적절한 버퍼관리와 압축 알고리즘의 선택 등에 의하여 개선이 될 수 있다.

본 논문에서는 인터넷전화에서 보다 양질의 음성을 제공하기 위하여 압축알고리즘의 종류와 수신된 패킷 정보만을 고려하여 네트워크의 변화에 적응적으로 반응하는 단말기 입장의 버퍼관리 알고리즘을 제안한다. 제안한 알고리즘의 유용성을 확인하기 위하여 다양한 네트워크 상황에서 기준의 알고리즘과 네트워크 상황 판단의 성능을 비교하기 위하여 음성 데이터의 압축 코덱으로 G.711 10msec프레임단위로 수신하는 단말기의 트레이스 결과를 비교데이터로 사용하여 검토를 한다.

II. 인터넷 전화

현재 사용되는 일반통신망을 완전히 패킷 네트워크로 교체하기에는 상당한 시간이 소요가 될 것이지만

이미 IP(Internet Protocol)는 음성, 데이터, 그리고 멀티미디어 네트워킹의 미래를 대표하는 프로토콜로 자리잡고 있으며 인터넷 전화 또한 일반전화를 대체하게 될 것이라는 전망이 점점 현실이 되어 가고 있다 [2][3][4].

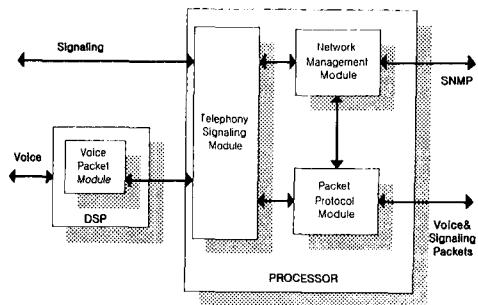


그림 1. 인터넷전화 기본 구조.

Figure 1. Basic architecture of internet telephony.

인터넷전화의 기본적인 음성데이터 처리를 위한 프로그램의 구조는 그림1과 같으며, 각각의 세부 모듈들은 다음과 같다.

1) Voice Packet Module

상대방에게 보낼 아날로그 신호를 디지털신호로 인코딩을 하고, 패킷을 통하여 수신된 디지털 신호로 디코딩하는 모듈이다.

2) Telephony Signaling Module

통화를 위하여 호(Call)성립 과정에서 양단간은 어떠한 코덱들을 사용하고, 그 코덱들의 최대 프레임 크기는 얼마로 할지를 정하게 된다. 코덱의 종류는 네트워크의 상황에 따라 적절하게 우선순위가 정해질 수 있어야 보다 양질의 대화를 제공할 수 있게 된다. 제안하는 알고리즘이 관련된 버퍼관리 모듈은 이 모듈에 속한다.

3) Network Management Module

SNMP(Simple Network Management Protocol)가 대표적인 것으로 시스템의 규모와 용도에 따라 Telnet, Http, tftp 등도 고려가 된다[4].

4) Packet Protocol Module

호 성립과 종료등의 데이터 패킷과 음성데이터의

송수신을 위한 모듈이다. 일반적으로 네트워크에서는 데이터의 전송중에 지연이 발생할 수 있고, 이러한 지연은 다양한 편차를 가지고 수신단까지 도착을 하게 된다. 그림2는 송수신되는 음성패킷의 생성과 재생관개를 통하여 지터버퍼(Jitter Buffer)의 필요성을 보인 것이다.

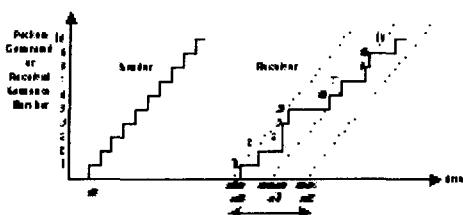


그림 2. 음성패킷의 생성과 재생

Figure 2. Generation and reconstruction of packeted voice.

그림2에서 각 파라미터는 다음과 같다.

t_0 : sender가 패킷을 보낸 시점

rt_0 : receiver가 첫 번째 패킷을 받은 시점

rt_1 : receiver에 도착한 패킷들의 지연평균

rt_2 : receiver에 도착한 패킷의 최대 지연

그림2에서와 같이 데이터의 지연은 각각의 패킷마다 달라지게 되고 이때 패킷들은 순서까지 뒤바뀔 수가 있으며 이러한 현상을 지터(Jitter)라고 하고, 이 지터 현상에 대응하기 위한 버퍼를 지터버퍼라고 말한다 [1][2]. 기본적으로 인터넷 전화의 수신 데이터의 재생을 위해 버퍼가 필요하고, 이 버퍼의 크기에 비례하여 실질적인 음성데이터의 지연이 생겨서 네트워크 상황에 따라 적절한 크기를 갖지 않으면 양방향 대화가 힘들어 진다.

III. QoS를 위한 제안한 방식

네트워크를 통하여 이루어지는 데이터의 전송은 지연과 지연편차가 발생하므로 수신단에서는 이를 대응할 적절한 버퍼관리를 하여야 한다. 네트워크의 전송과정을 간단하게 모델링하여 보면

그림3과 같다.

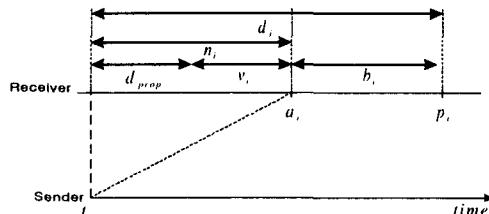


그림 3. 패킷 i의 지연관계

Figure 3. Timings associated with packet i.

Ramjee는 그림3과 같은 모델링을 통하여 파라미터를 결정하고 4가지의 알고리즘을 제안하였는데, 각 알고리즘은 지연평균의 계산 방법이 각기 다르다[1]. 그림3에서 사용된 파라미터는 다음과 같다.

t_i : i 번째 패킷을 송신측에서 네트워크상으로 데이터를 보내는 시점

a_i : i 번째 패킷이 수신측에 도착한 시점(본 논문에서는 이시점을 가장 중요하게 처리한다.)

p_i : i 번째 패킷이 수신측에서 재생되는 시점

b_i : i 번째 패킷이 버퍼에 쌓여 있는 시간

d_{prop} : i 번째 패킷의 송수신간 전파 지연시간으로 상수라고 가정 한다.

v_i : i 번째 패킷이 전달 되기까지 여러 네트워크를 통과하면서 지연된 시간

d_i : i 번째 패킷의 송신에서 수신단까지의 전체 지연 시간

이들 알고리즘은 각각 평균을 계산하여 평균변화율을 계산하여 버퍼의 최대값을 고려하고, 네트워크상황을 판단하였다[1][2]. 이들은 그림3의 패킷의 전송지연시간을 계산식에 포함을 하였다. 하지만, RTP만으로 매크로의 패킷의 전송지연시간을 계산할 수는 없다. 또 다른 방식으로 Jonathan 등이 [2]에서 제시한 알고리즘은 손실의 보상을 위하여 Forward Error Correction (FEC)를 도입하였다. FEC는 기본적으로 UDP가 TCP와 같이 재전송에 의한 무손실 보장이 되지 않으므로 보내는 실제 데이터의 정보를 갖는 추가 정보를 보내

어 수신단에서 손실의 보상을 처리하는데 상당히 장점을 갖는 알고리즘을 제안 하였으나 이는 추가 정보를 위한 전송포트를 하나 더 열어야 하는 문제가 있어서 실제 적용을 위하여 서는 현재 인터넷전화에 사용이 되는 프로토콜들이 수정되어야만 한다[1].

이에 본 논문에서는 기존의 방식들과 달리 QoS를 위하여 현재 단말기로 수신되어 오는 데이터만을 고려하여 적응적인 패킷관리 방식으로 다음의 두 가지를 고려 한다.

1) 패킷의 도착 시점에서 이전 도착패킷과의 순서 관계

2) 현재 버퍼의 개수와 도착시점의 관계

이 사항들을 네트워크의 상황으로 고려하는 이유는 LAN상황에서는 특별한 부하가 없는 경우 지터에 대한 대응은 단순한 버퍼로 처리가 되지만, 실제 인터넷 전화가 사용이 되는 WAN상황에서는 여러 네트워크를 거치면서 상이한 라우팅 경로차이 등으로 인한 패킷의 지연 편차와 순서 뒤파뀐 현상들이 발생하게 되는데, 이들의 검출이 네트워크 상황판단의 중요한 부분이 되기 때문이다.

제안한 알고리즘에서 평균의 계산은 식(1)과 같고, 평균편차의 계산은 식(2)와 같다.

$$D_i = T_i - BsTime - (ArvCnt + S_B - 2S_i - 1) \times EncTime \\ ; ArvCnt \leq S_i \\ D_i = T_i - BsTime - (S_i - S_B) \times EncTime \\ ; ArvCnt > S_i \quad (1)$$

$$\begin{aligned} d'_i &= \beta \times d'_{i-1} + (1-\beta) \times D_i & ; D_i > d'_{i-1} \\ d'_i &= \alpha \times d'_{i-1} + (1-\alpha) \times D_i & ; D_i \leq d'_{i-1} \end{aligned} \quad (2)$$

단, 식(1), (2)에서 사용된 파라미터는 다음과 같다.

d'_i : i 번째 패킷까지의 평균편차

α , β : 평균을 구하기 위한 가중치

T_i : i 번째 패킷의 도착시간

D_i : i 번째 도착한 패킷의 지연시간

$ArvCnt$: 현재까지 도착한 패킷의 개수

$EncTime$: 압축알고리즘 인코딩 지연

$BsTime$: 기준 패킷의 도착시각

S_B : $BsTime$ 으로 설정된 패킷의 순서 번호

S_i : i 번째 패킷까지의 평균편차

기존의 연구에서는 d_i 의 계산이 n_i 를 사용하였으나, 본 논문에서는 n_i 를 그대로 사용하지 않고, 네트워크의 상황을 반영하기 위하여 식(2)와 같이 고려된다. 이를 이용하여 제안하는 방식은 패킷들의 수신 상태를 검사하여 실제 불규칙적으로 변하는 지연편차에의 빠른 대응을 통하여 보다 적은 손실과 보다 적은 버퍼 지연 처리의 감소를 위한 실질적인 방식이다.

IV. 실험 및 검토

본 논문에서 제안한 알고리즘의 유용성을 확인하기 위하여 다양한 네트워크 상황에서의 수신 단말기 트레이스를 기존의 알고리즘과 네트워크 상황직용에 대한 응답성을 실험한다. 기존의 알고리즘들은 묵음 압축을 사용하기 때문에 재생지연의 버퍼지연시간을 같은 상황에서 비교할 수 없으므로 재생과정을 통한 손실과 재생지연을 비교하지 않고 각 알고리즘의 버퍼계산을 위한 공통 부분인 지연평균의 비교를 한다. 수신측에 각각 최대 15msec, 40msec, 70msec, 110msec, 150msec, 180msec의 지연을 발생하게 하기 위하여 송신측에서는 10msec마다 음성 패킷을 만들어 음성패킷 전송 모듈로 보낸다. 그림4는 위와 같이 만들어진 패킷이 수신된 트레이스를 모두 보인 것으로 다음에 사용된 알고리즘 비교그림들에서 사용한 100개의 샘플 중 30번째부터 70번째까지 해당하는 40개이다. 각 트레이스의 차이를 쉽게 구분하기 위하여 40개만을 뽑아서 나타내었다. 그림5~8은 그림4의 트레이스에 대한 기존의 알고리즘과 제안한 알고리즘의 결과이다. 기존의 알고리즘과 차이를 절대적으로 하기 위하여 동일한 파라미터 값($\alpha = 0.998002$, $\beta = 0.75$)을 사용하였다.

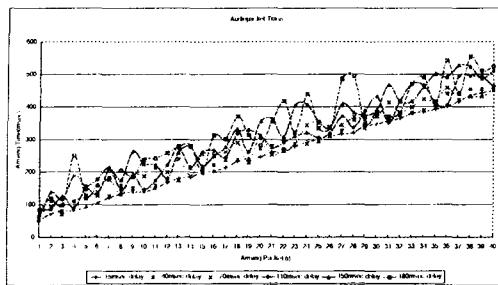


그림 4. 다양한 음성패킷트레이스

Figure 4. The trace of variable audio packets

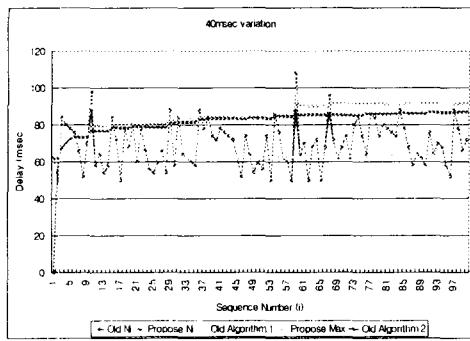


그림 5. 40msec지연변동의 네트워크

Figure 5. Network of 40msec delay variation

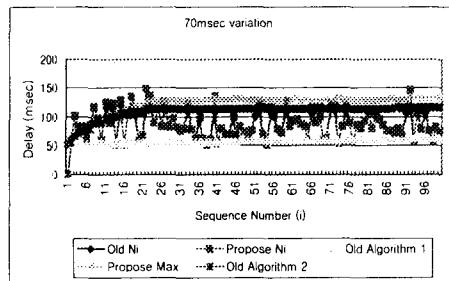


그림 6. 70msec지연변동의 네트워크

Figure 5. Network of 70msec delay variation

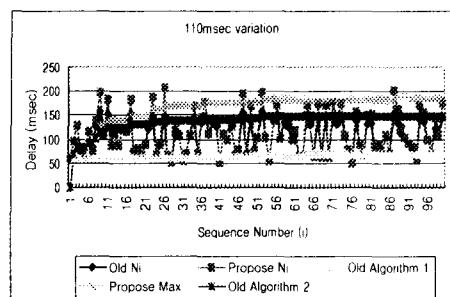


그림 7. 110msec 지연변동의 네트워크

Figure 7. Network of 110msec delay variation

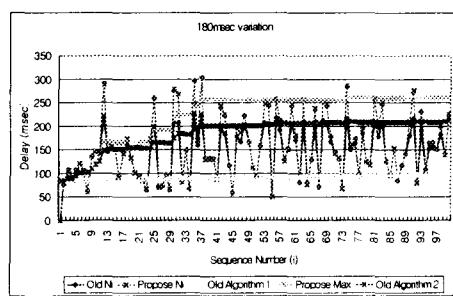


그림 8. 180msec 지연변동의 네트워크

Figure 8. Network of 180msec delay variation

그림 5~8에서 제안한 알고리즘이 기존의 알고리즘보다 네트워크의 변화에 보다 빠르고 정확한 네트워크 상황 안정화가 이루어 지는 것을 볼 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 인터넷전화에서 보다 양질의 음성을 제공하기 위하여 단말기 입장에서 베퍼관理 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 현재 단말기에서 사용하고 있는 압축알고리즘의 종류와 수신된 데이터만을 참조하여 네트워크의 변화에 빠른 응답성을 갖는 베퍼 관리 알고리즈다. 제안한 알고리즘의 유용성은 기존의 알고리즘과 다양한 네트워크상황의 트레이스 결과를 비교검토 하였다. 그 결과 실질적으로 네트워크

크 상황에 대한 변화를 기존의 알고리즘보다 빠른 응답성과 안정성을 보였다. 향후 계획으로는 네트워크 수신의 상황만을 고려하지 않고 송신의 상황을 고려하기 위하여 Real-Time Control Protocol(RTCP)의 사용과 네트워크 판단 파라미터에 퍼지(Fuzzy)시스템을 이용하여 전문성을 추가한 인공지능적 관리방식에 대하여 연구하고자 한다.

참 고 문 헌

- [1] Ramachandran Ramjee, Jim Kurose, Don Towsley, and Henning Schulzrinne, "Adaptive playout mechanisms for Packetized audio applications in wide-area networks," in the Proceedings of the Conference on Computer Communications (IEEE Inform), Toronto, Canada, June 1994, pp680-668, IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, California.
- [2] Jonathan Rosenberg, Lili Qiu, and Henning Schulzrinne "Integrating Packet FEC into Adaptive Voice Playout Buffer Algorithms on the Internet", in the Proceedings of the IEEE Inform 2000, Tel Aviv, Israel, March 2000.
- [3] "TCP/IP Illustrated, Volume I" W.Ricard Stevens(Addison Wesley)
- [4] W.Montgomery, "Techniques for Packet Voice Synchronization," IEEE Jon Select Area in Communications, Vol.SAC-6, No.1(DEC.1983), pp.1022-1028.
- [5] "INTEGRATING VOICE AND DATA NETWORKS", Scott Keagy (Cisco Press)
- [6] V.Jacobson, "Congestion avoidance and control," Proc.1988 ACM SIGCOMM Conf.,(Aug.1988, Stanford), 00.314-329.
- [7] H. Schulzrinne, S. Casner, R. Frederick, and Jacobson, "RTP:a transport protocol for real-time applications", Request for Comments 1889, Internet Engineering Task Force, Jan. 1996.applications", Request for Comments 1889, internet Enginner
- [8] S. Blake, D. Black, M. Carlson, E. Davies, Z. Wang, and W. Weiss, "An architecture for differentiated service," Request for Comments 2475. Internet Engineering Task Force, Dec. 1998.
- [9] J. Wroclawski, "Specification of the controlled-load network element service," Request for Comments 2211. Internet Engineering Task Force, Sept. 1997.
- [10] S. Shenker, C. Partridge, and R. Guerin, "Specification of guaranteed quality of service," Request for Comments 2212. Internet Engineering Task Force, Sept. 1997.
- [11] Ray Fang, Dan Schonfeld, Rashid Ansari, and Jason Leigh, "Forward Error Correction for Multimedia and Teleimmersion Data Streams," University of Illinois at Chicago February 1, 2000.

저 자 소 개



류태욱(Tae-Uk Ryu)

1999년 2월 동국대학교 전자공학과
(공학사)

1999년 3월 ~ 현재 동국대학교 전자
공학과 석사과정

1999년 5월 ~ 현재 유니테이타(주)
근무

*관심분야 : 네트워크, 퍼지이론, 신경회로망, 하드웨어 설계



이정훈(Jeong-Hun Lee)

1997년 2월 동국대학교 전자공학과
(공학사)

1999년 2월 동국대학교 전자공학과
(공학석사)

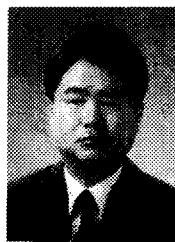
2001년 2월 동국대학교 전자공학과
박사수료

*관심분야 : 자동제어, 퍼지이론, 신경회로망, 생체
인식, 마이크로프로세스



강성호(Seong-Ho Kang)

2000년 2월 진주산업대학교 전자
공학과(공학사)
2002년 2월 동국대학교 전자공학
과(공학석사)
2002년 3월~현재 동국대학교 전
자공학과 박사과정
2001년 11월~현재 이너솔루션(주) 근무
※ 관심분야 : 퍼지, 신경회로망, 마이크로프로세스, 자
동제어, 마이크로로봇



엄기환(Ki-hwan Eom)

1972년 2월 동국대학교 전자공학
(공학사)
1975년 8월 인하대학교 제어계측
(공학석사)
1986년 2월 동국대학교 제어계측
(공학박사)
1978.3~1994.2 유한 대학 전기과 교수
1989.6~1990.6 일본동방대학 정보공학과 연구교수
1994.3~현재 동국대학교 전자공학과 정교수
1999.3~현재 중소기업청 전문위원
1998.3~현재 대한주택공사 심의위원