

자원 예약 프로토콜에 기반한 인터넷 폰의 성능분석

Performance Evaluation of the Internet Phone based on Resource Reservation Protocol

조재만* , 송영재* , 조동호*
경희대학교 전자계산공학과*
한국과학기술원 전기 및 전자공학과*

Jae-Man Jo* , Young-Jae Song* , Dong-Ho Cho*
Department of Computer Engineering, KyungHee University*
Dept., of Electrical Engineering of Korea Advanced Institute of Science and Technology*

Abstract

The growing usage of multimedia communication applications with specific bandwidth and real-time delivery requirements has created the needs for quality of service(QoS). In response to the growing demand for an integrated services, the Reservation Protocol(RSVP) has been designed to exchange resource reservation among routers in the internet. RSVP protocol provides the quality of service for real-time applications but the network efficiency is reduced because of the limited bandwidth. In this paper, propose the bandwidth return method in the case of congestion situation in order to use network resources efficiently. We compare the resource efficiency of traditional reservation methods with that of the proposed method and evaluate the performance of the internet phone.

1. 서론

현재의 인터넷은 다양한 링크 계층 기술로 이루어진 다수의 네트워크들로 구성되고, 네트워크 간의 상호 작용을 위하여 IP(Internet Protocol) 프로토콜에 의존한다[1]. 인터넷과 다른 패킷 교환 네트워크 아키텍처는 "point-to-point best-effort" 서비스를 제공한다. "Best-effort" 서비스는 일반적으로 허가 통제(admission control)와 자원 예약이 없는 네트워크 스위치단에서 FIFO(First In First Out) 서비스를 사용하여 구현된다 [2,3]. 이러한 서비스는 원격지 로그인(telnet), 파일 송수신(FTP), 전자메일과 같은 응용 프로그램에 적합하지만, 고정된 대역폭과 일정한 지연 범위 등을 요구하는 원격 비디오, 멀티미디어 컨퍼런싱, 시각 표상(visualization) 그리고 가상 현실과 같은 실시간 어플리케이션에는 효율적

이지 못하다.

점차 실시간 전송이나 QoS(Quality of Service) 보증을 요구하는 어플리케이션 사용의 비중이 커짐에 따라, 인터넷 커뮤니티는 ISPN(Integrated Services Packet Network) 아키텍처를 제안하였다[4]. ISPN은 기존의 인터넷이 제공하는 "best-effort" 서비스 뿐만 아니라, "real-time" 서비스 그리고 링크 공유를 통제하는 기법 등을 제공한다.

ISPN의 한 요소인 자원 예약 프로토콜은 네트워크의 자원을 미리 예약하여, 네트워크 어플리케이션에게 QoS를 제공한다. 하지만 네트워크의 자원은 한정적이므로, 모든 네트워크 어플리케이션이 요구한 네트워크 자원을 할당받을 수 없다. 한 네트워크 어플리케이션이 네트워크 자원을 예약하고 지속적으로 사용을 하지 않는다면, 다른 네트워크 어플리케이션이 이를 사용할 수 없으므로, 네트

워크 자원의 낭비가 발생된다[2]. 따라서 한정된 네트워크 자원을 효율적으로 사용하는 메카니즘이 필요하다. 이를 위하여 본 논문에서는 네트워크 어플리케이션이 네트워크의 부하에 따라 할당받은 대역폭의 일부를 네트워크에 반환하여 전체 네트워크의 효율성을 높이는 메카니즘을 제안하고, 이에 대한 성능을 분석한다.

서론에 이어 2장에서는 기존의 자원 예약 프로토콜에 대해 조사하고, 3장에서는 본 논문에서 제안하는 QoS 서비스를 위한 대역폭 요구 변경 방법에 대해 기술한다. 4장에서는 성능 분석을 위한 시뮬레이션 환경과 시뮬레이션 결과를 기술하며, 5장에서는 결론과 추후 연구방향을 기술한다.

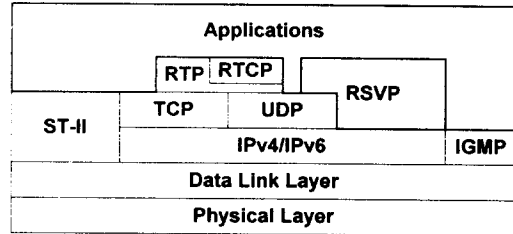
2. 자원 예약 프로토콜

단순한 예약 서비스는 통신하고자 하는 어플리케이션간에 서로 분리된 예약을 각각 설정함으로써 "point-to-point" 서비스 모델상에서도 구현 가능하다. 하지만 ISPN의 목표는 보증된 QoS와 멀티포인트 통신을 요구하는 어플리케이션에 대해 효율적인 지원을 제공하는 것이다[2]. 네트워크상의 자원에는 대역폭, 버퍼, 노드의 프로세서 시간 등이 있다. 이러한 자원들을 미리 예약함으로써, 자원 예약 프로토콜은 어플리케이션에게 보증된 QoS를 제공하게 된다.

ST(Stream protocol)-II[5] 프로토콜은 멀티캐스트 분포 트리를 통해 송신에서 모든 수신 노드에 이르는 단신(simpex) 데이터 스트림 방식을 사용하는 자원 예약 프로토콜로, 스트림 셋업은 송신측에서 수행하며, 동종의 자원 예약 서비스만을 지원한다. ST-II 프로토콜은 프로토콜의 신뢰성과 견고성을 위해 두가지 메카니즘을 사용한다. 하나는 스트림을 만들고 관리하는데 사용되는 모든 메시지들이 응답 확인을 갖는 "hop-by-hop" 방식으로 전송되는 것이다. 또 다른 하나는 활성화된 스트림을 공유하는 이웃 ST 에이전트 노드의 상태를 질의하기위해 사용되는 "Hello" 프로토콜이다.

RSVP[6] 프로토콜도 ST-II 프로토콜과 같이 단신 데이터 스트림 방식을 사용한다. 하지만 ST-II 프로토콜과는 달리 스트림 셋업과 관련된 일을 수신 노드에서 수행하며, 동종의 자원 예약 뿐만 아니라, 이종의 자원 예약도 가능하다. 또한, RSVP 프로토콜은 세가지 자원 예약 방식을 제공한다. 여기에는 "Wildcard", "Fixed Filter", 그리고 "Dynamic Filter" 방식이 있다. RSVP 프로토콜은 프로토콜의 신뢰성과 견고성을 제공하기 위하여, 주기적으로 리프레쉬 메시지를 전송한다. 이러한 메시지들은 중간 스위치 노드내의 각종 정보들을 "soft state"로 관리하기 위한 것이다.

ST-II와 RSVP 프로토콜의 스택이 다음의 그림 1에 나타나 있다. ST-II 프로토콜은 RSVP 프로토콜과는 달리 직접 멀티캐스트 라우팅 작업을 수행한다. 이에 반해 RSVP 프로토콜은 멀티캐스트 라우팅과 데이터 전송 기능에 독립적이다.

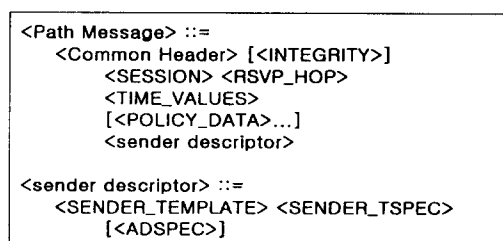


<그림 1> 자원 예약 프로토콜 스택

RSVP 메시지의 전송은 "raw IP" 데이터그램으로 이루어지며, "raw I/O"를 지원하지 않는 시스템인 경우에는 RSVP 메시지를 UDP 데이터로 캡슐레이션한 후 전송한다. 현재 IETF에서는 ST-II 프로토콜 보다 나중에 발표되어 기능이 더 뛰어난 RSVP 프로토콜에 대한 작업이 더 활발히 이루어지고 있다.

3. 네트워크 부하에 따른 대역폭변경 메카니즘

RSVP 프로토콜은 일반적으로 "one-pass" 메카니즘을 사용한다. 즉, RSVP 프로토콜은 데이터 경로를 따라 각각의 스위치단의 허가 통제(admission control) 모듈에 예약요구를 연속적으로 보낸다. 그러므로 이러한 예약 요구에 따라 스위치는 요구한 자원을 예약하고 이에대한 승인 여부만이 수신단에게 알려진다. 따라서 수신단은 예약요구 메시지(ResvMsg)의 전송 손실과 네트워크의 부하상태를 알 수 없다. 이를 보완하기 위하여 RSVP 프로토콜은 OPWA(one-pass with advertising) 메카니즘을 제공한다. 이러한 메카니즘은 데이터 송신단이 수신단으로 주기적으로 보내는 경로 메시지(PathMsg) 내에 end-to-end 지연이나 지터 바운드(jitter bound)와 같은 정보를 전송할 수 있게 하여서, 수신단에게 네트워크의 부하 상태를 알려줄 수 있게한다. 경로 메시지의 포맷[6]이 다음의 그림 2에 나타나있다.



<그림 2> 경로 메시지(PathMsg) 포맷

한국시물레이션학회 '98춘계학술대회 논문집 1998.5.2. 세종대학교
 350msec인 지수분포를 따른다고 가정하였다. 스위치의
 프로세싱 지연과 이웃 스위치 노드에게 전달하는 시간
 (link propagation)을 각각 1ms로 가정하였다.

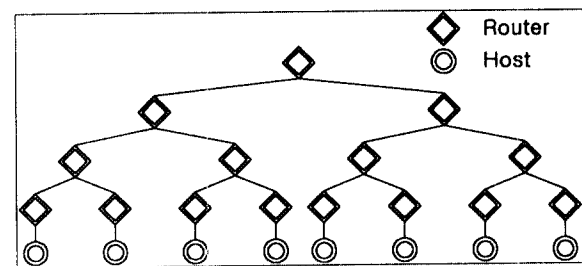
경로 메시지에서 "sender descriptor"의 옵션항목인
 ADSPEC이 OPWA를 위한 데이터 필드이다.

본 논문에서는 네트워크 자원의 효율적인 사용을
 위하여, 스위치단에서 링크 대역폭에 대한 예약 대역폭의
 비율이 일정 값을 넘게되면, 호스트들에게 OPWA
 메시지를 주기적으로 보내어 네트워크의 자원 사용량을
 알려주는 메커니즘을 제안한다. 따라서 OPWA 메시지를
 받은 호스트들은 자신의 능력에 따라 예약한 대역폭의
 일부를 네트워크에 반환함으로써 전체 네트워크의
 효율성을 높일 수 있다. 인터넷 폰 어플리케이션의
 경우에는 가용한 보코더에 따라 대역폭을 적게 사용하는
 보코더를 사용하여 일부 대역폭을 반환할 수 있다.

4. 시물레이션

본 논문에서는 인터넷 폰의 성능분석을 위하여, 기존의
 인터넷이 제공하는 "best-effort" 서비스, RSVP가 제공하
 는 QoS 서비스 그리고 본 논문에서 제안한 서비스 방식
 을 각각 사용하여 시물레이션을 통해 인터넷 폰의 성능을
 분석하였다. 시물레이션을 위한 도구로는 "Microelectron-
 ics and Computer Technology Corporation"사가 개발한
 CSIM Revision 16를 이용하였다.

시물레이션에서 사용한 네트워크 토폴로지는 m-Tree
 로, m이 2인 트리 토폴로지가 그림 3에 나타나있다. 본
 논문에서는 레벨이 6인 이진트리를 사용하였다.

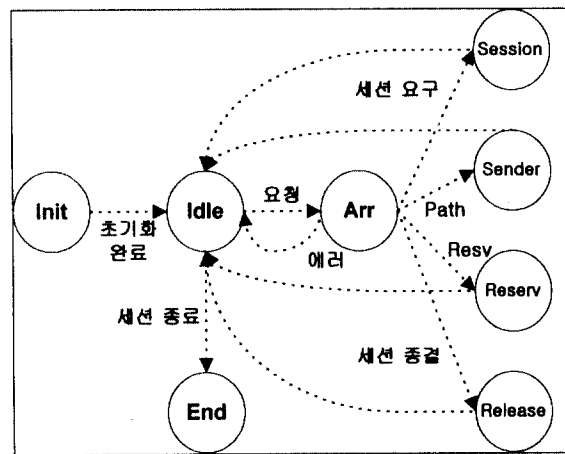


<그림 3> 시물레이션 네트워크 토폴로지

호스트가 인터넷 폰 호를 셋업하는 session inter-arrival
 시간이 평균 30초인 지수분포를 따르고, session duration
 은 평균 3분인 지수분포를 따른다고 가정한다. 라우터간
 노드의 대역폭은 256Kbps, 인터넷 폰을 위해 사용하는 보
 코더의 압축율이 16Kbps와 8Kbps라고 가정하였다. 음성
 의 트래픽 모델링은 On-off 소스 모델을 이용하여, 무음구
 간은 평균 650msec인 지수분포를 따르고, 유음구간은 평

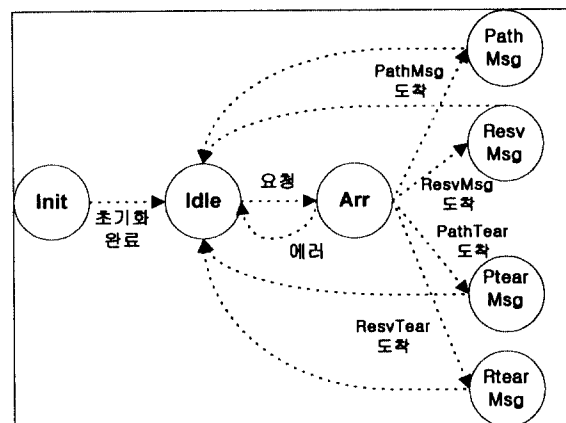
RSVP 프로토콜은 종단의 시스템 뿐만 아니라 중간 스
 위치 노드에서도 수행되어야 한다. 호스트 노드와 라우터
 노드에서 동작하는 RSVP 상태천이도가 각각 그림 4, 5에
 나타나 있다[7].

호스트 노드에서의 상태 천이는 초기화 과정을 거친
 후 대기 상태에 있게 되고, 메시지가 도착하거나, 어플리
 케이션으로부터 요구가 있게 되면 메시지 처리 상태로 천
 이한다.



<그림 4> 호스트 노드의 RSVP 상태천이도

그리고 메시지의 요구나 종류에 따라 세션에
 가입하거나 해제하는 상태 혹은 Resv 메시지를 전송하는
 상태나 Path 메시지를 처리하는 상태로 천이하게 된다.

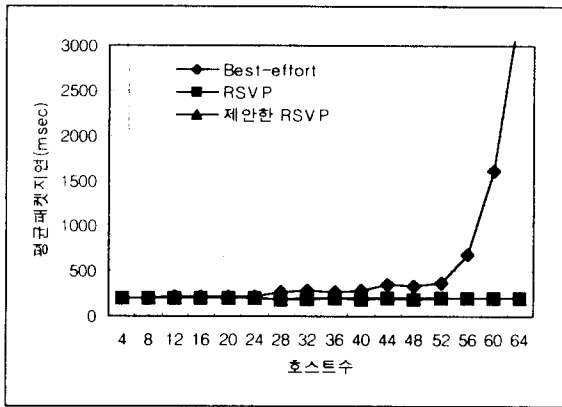


<그림 5> 라우터 노드의 RSVP 상태천이도

라우터 노드도 호스트 노드와 마찬가지로 초기화 과정
 을 거친 후, 메시지 대기 상태로 있게 된다. 여기서는 도

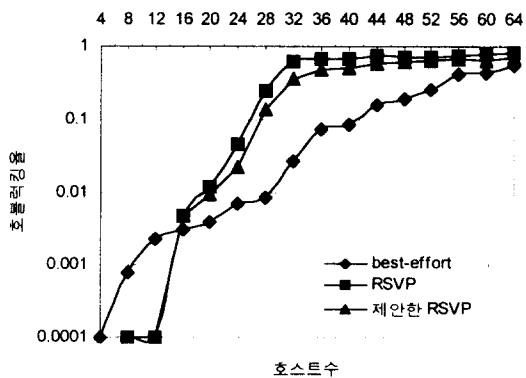
착된 RSVP 프로토콜의 메시지 종류에 따라 각 상태로 천이하게 된다.

시뮬레이션을 통해 나타난 평균 패킷 지연이 다음 그림 6에 나타나 있다.



<그림 6> 평균 패킷 지연

일정 대역폭을 예약하여 인터넷 폰 서비스를 받는 경우에는 end-to-end 평균 지연이 기존의 방식과 제안한 방식이 비슷하다. 이에 반해 “best-effort” 서비스인 경우에는 참여하는 호스트 수가 많을수록 평균 지연이 급격히 증가함을 알 수 있다. 하지만 대역폭의 한계로 인하여 RSVP 프로토콜을 사용한 경우에는 참여 호스트수가 증가할수록 best-effort 서비스에 비해 호 블로킹율이 높아진다.

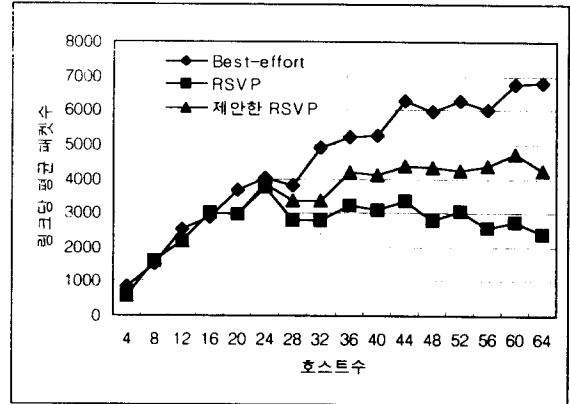


<그림 7> 호 블로킹율

이에 대한 시뮬레이션 결과가 그림 7에 나타나 있다. 호스트 수가 적을 때는 RSVP와 같은 자원 예약 프로토콜을 사용하는 것이 더 작은 호 블로킹율을 나타낸다. 이는 RSVP의 경우에 대역폭의 크기에 따라 일정 수의 호스트가 대역폭을 예약할 수 있지만, “best-effort” 서비스인 경우에는 트래픽 부하가 많이 걸리는 링크의 경우 일정 기간내에 다른 호 셋업 설립이

블로킹 걸릴 경우가 존재한다.

그리고 네트워크의 효율성을 보기 위하여 네트워크의 링크단에 전송된 링크 당 평균 패킷수가 다음 그림 8에 나타나 있다.



<그림 8> 링크당 전송된 평균 패킷수

RSVP를 사용한 방식이 best-effort 서비스 방식에 비해 네트워크 사용 효율성이 떨어지지만, 제안한 방식이 기존의 RSVP 방식에 비해 네트워크의 효율성이 좋아짐을 알 수 있다.

5. 결론 및 앞으로의 연구방향

본 논문에서는 “best-effort” 서비스, RSVP 프로토콜을 이용한 QoS 서비스 그리고 제안한 방식을 사용하여, 인터넷 폰 어플리케이션의 성능을 분석하였다. RSVP 프로토콜이 “best-effort” 서비스에 비해 실시간 어플리케이션에 적합한 QoS를 지원하지만 네트워크 사용면에 있어서는 효율적이지 못했다. 따라서 기존의 RSVP 프로토콜 방식과 비슷한 QoS를 지원하면서, 네트워크 사용율을 높이는 메카니즘을 제안하였다. 그러나 이 방식은 대역폭 반환과 그에 따른 스위치단의 오버헤드와 압축율이 낮은 보코더의 사용으로 인한 음성 품질의 저하 문제가 있다.

본 논문에서는 시뮬레이션 네트워크 토폴로지로 m-Tree를 사용하였지만, 이외에도 다양한 네트워크 토폴로지를 사용한 시뮬레이션이 요구되고, 네트워크의 실제 환경을 정확히 반영하기 위하여 네트워크에서의 비트 에러율과 같은 다양한 파라미터를 고려하여 시뮬레이션을 수행하는 것이 필요하다.

참고 문헌

- [1] Paul P. White, "RSVP and Integrated Services in the Internet: A Tutorial", IEEE Communications Magazine, May 1997, pp.100-106.
- [2] Danny J. Mitzel, Deborah Estrin, Scott Shenker, Lixia Zhang, "A Study of Reservation Dynamics in Integrated Services Packet", IEEE INFOCOM '96, pp.871-879.
- [3] Danny J. Mitzel, "Asymptotic Resource Consumption in Multicast Reservation Styles", Proceedings of ACM SIGCOMM '94, pp.226-233.
- [4] R. Braden, D. Clark, S. Shenker, "Integrated Services in the Internet Architecture: an Overview", Internet RFC 1633, June 1994
- [5] Topolcic, C., "Experimental Internet Stream Protocol: Version 2(ST-II)", Internet RFC 1190, October 1990
- [6] R. Braden, Ed., L. Zhang, S. Berson, S. Herzog, S. Jamin, "Resource ReSerVation Protocol (RSVP) - Version 1 Functional Specification", Internet Draft draft-ietf-rsvp-spec-13.ps, August 1996
- [7] J. M. Pullen, Ravi Malghan, Lava K. Lavu, "A Simulation Model for IP Multicast with RSVP", Internet Draft draft-pullen-ipv4-rsvp-00.txt, November 1996