

이동성 SCTP 환경에서 종단간 seamless QoS 관리체계 설계 및 평가

정희원 김 대 영*, 안 병 호** 조 국 현*

Design and Evaluation on End-to-End Seamless QoS in Mobile SCTP

Dae-young Kim*, Byung-ho Ahn**, Kuk-hyun Cho* *Regular Members*

요 약

최근 인터넷 유선망뿐 아니라 무선 IP 이동 망에서의 통화 품질 및 서비스 품질(QoS)의 지원 및 관리체계는 매우 중요한 문제로 대두되고 있다. 지금까지 연구된 인터넷 망의 QoS 제공 모델들은 통합서비스(IntServ) 모델, 차등서비스(DiffServ) 모델 및 MPLS 등이 대표적이다. 한편, 무선 인터넷 망의 이동성 관리를 위해서 IETF에서는 MIPv4(Mobile IPv4)와 MIPv6 권고안들을 제안하고 있다. 그러나, 이들은 TCP 및 UDP/IP 환경을 근간으로 하여 QoS를 관리하고 이동성의 핸드오버(handover)등을 관리하기 위한 체계들로 많은 중요한 문제들을 야기하고 있다. 본 논문에서는 멀티호밍과 멀티 스트리밍 기능을 제공하는 전송계층 프로토콜로 설계된 SCTP(Stream Control Transport Protocol)을 이용하여 IP 이동 환경에서 끊임없는(seamless) 서비스 품질을 제공할 수 있는 관리구조(mSCTP)를 언급하고, 이 환경에서의 종단간 QoS 관리체계를 제안한다. 이를 위해서 본 논문에서는 종단간 통신은 SCTP의 멀티호밍 기능을 이용하고, 이를 통합서비스 모델과 결합하여 IP 이동성환경에서 끊임 없는 QoS 관리 서비스 목적을 달성할 수 있도록 설계하고 이를 평가한다.

Key Words : SCTP, MIP, QoS, IntServ, RSVP

ABSTRACT

Recently, the qualities of the call and QoS of data service in mobile wireless IP networks inclusive of internet wired networks are very challenging issues. IntServ, DiffServ and MPLS model for supporting QoS in wired networks are representative models which are investigated generally up to now. While, MIPv4(Mobile IPv4) and MIPv6 are proposed to support mobility management for mobile wireless internet networks. But, MIPv4 and MIPv6 based UDP and TCP/IP protocol have many issues to be solved like efficient QoS and frequent handover management. In this paper, we propose a efficient management platform to support seamless data services and end-to-end QoS management in IP-based wireless mobility environments using transport layer protocol, SCTP which support multi-homing and multi-streaming. We used SCTP protocol and IntServ technology for end-to-end communications to support multi-homing and seamless QoS management in the IP-based mobile wireless networks.

* 이 논문은 2006년도 광운대학교 연구년에 의하여 연구되었음.

* 광운대학교 컴퓨터과학과(dykim, khcho@cs.kw.ac.kr), ** 충청대학 컴퓨터학부(bhahn@ok.ac.kr)

논문번호 : KICS2006-02-058, 접수일자 : 2006년 2월 2일, 최종논문접수일자 : 2006년 10월 9일

I. 서론

현재까지 알려진 QoS관리 모델들로는 RSVP 신호 프로토콜을 이용한 통합서비스(IntServ) 모델과 플로우들의 클래스별로 백본 망에서 클래스별로 차별 서비스를 제공하는 차등서비스(Diffserv) 모델이 주류를 이루고 있다^[1]. 이 모델들은 많은 유무선망에서 QoS를 제공하기 위한 체계로서 매우 중요한 개념으로 사용되어 왔다. 그러나, 이들은 각각 적용 방식 및 망에 따라 문제점들을 도출하고 있다. 크게 통합서비스 모델은 확장성(scalability) 문제가 있으며, 차등 서비스 모델은 확장성 문제는 어느 정도 해결할 수 있으나, 종단간 QoS 관리를 위한 모델이라기 보다는 백본망의 QoS 관리를 위한 체계로 더 유용하다고 할 수 있다. QoS를 제공하기 위한 이들 각각의 방법들은 각기 적용되는 망의 특성에 따라 자체의 기능상에 장단점들을 포함하고 있다.

한편, 인터넷의 이동성을 위해서 MIP(Mobile IP) 버전 4와 버전 6을 인터넷 표준기구인 IETF에서 제안하고 있다^[2]. MIP는 기본적으로 인터넷 이동단말의 이동시 단말의 이동 사실과 이동 중에도 세션을 유지하고 실행 중인 데이터를 송수신하려는 취지로 설계되었다. 그러나, 제안된 MIP는 단말의 이동시 야기되는 경로 설정(routing)의 삼각형 위상에 따른 문제, 홈 에이전트와 외부 에이전트간의 터널링 문제, 및 CoA(Care Of Address)의 유지관리 문제 등 다양한 문제점을 내포하고 있으며, 이를 해결하기 위한 연구들과 이 연구들을 기반으로 MIP에서의 QoS 모델들에 대한 연구도 매우 중요한 주제가 되고 있는 실정이다.

본 논문에서는 이동단말(MN:Mobile Node)이 이동중에서 끊김 없는 핸드오버를 제공하여 패킷 손실을 최소화하기 위해 멀티호밍 기능을 제공하는 전송 프로토콜인 mSCTP(mobile Stream Control Transport Protocol)^[14]를 이용하고, 이 구조하에서 종단간 QoS를 준비(QoS Provisioning)할 수 있는 체계를 연구한다. 이 구조에서는 MIP와는 다르게, 이동성으로 인한 IP 패킷 손실을 회피하기 위해서 복수개의 IP 주소들을 인터넷 연결을 위해 사용한다. 이러한 종단간 끊김 없는 핸드오버구조에서 종단간 QoS를 제공하기 위하여 IntServ/RSVP 모델을 적용하는 체계를 제안하고, 이를 MIP환경에서 종단간 QoS를 제공하기 위해서 발생하는 문제들을 검토하고 해결방안들을 제시한다. 또한, 본 논문에서는 이를 위해서 먼저 무선 MIP 환경의 통합서비스

적용시 문제들을 도출하고 분석하며, 이러한 문제들을 해결하기 위해 끊임없는 SCTP를 이용하여 이러한 환경 하에서 종단 간 QoS를 관리하기 위한 체계를 기술하고 실험 평가한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 기술에 대해서 살펴보고, 3장에서는 이동성 환경의 종단간 QoS 관리 기법을 제안하고, 4장에서는 제안한 관리 기법에 대한 평가를 한다. 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

II. MIP에서 QoS 제공 방법과 이동성 SCTP

본 장에서는 MIP환경에서 종단간 QoS 제공 기법들과 그 문제점들을 살펴보고, 이동단말이 이동중에서 끊김 없는 핸드오버를 제공하여 패킷 손실을 최소화하기 위해 멀티호밍 기능을 제공하는 전송 프로토콜인 mSCTP에 대하여 기술한다.

2.1 MIP의 QoS 관리

무선인터넷 환경을 위한 MIP는 기존의 IP기반 인터넷 환경에서 이동성을 제공하기 위해서 IETF에서 개발되었다. 제안된 MIP는 사실 종단간 이동단말의 이동성을 제공하기 위해 CoA(Care Of Address)와 에이전트의 개념을 이용하여 다소 복잡한 단계의 이동성 제공 메커니즘을 제공하고 있다.

지난 수년 동안 MIP를 위한 QoS 제공을 위한 많은 연구들이 진행되어 왔다. 그러나, QoS를 위한 대표적인 메커니즘인 IntServ/RSVP, DiffServ 및 MPLS들은 고정 호스트의 유선망을 위한 것들이다. 그러므로, 이 메커니즘들은 무선 인터넷의 이동성 제공 환경이 되는 MIP가 이동성 관리 프로토콜로 사용될 때는 그대로 적용시켜 사용하는데 많은 문제들을 내포하고 있다. 지금까지 연구된 MIPv6 환경의 QoS 제공 메커니즘들은 이중의 QoS 영역에서의 헤드오버와 로밍, 서로 다른 매체간의 로밍, 자원의 선 예약불가, 이중 영역을 위한 QoS 협상/신호의 부재, 그리고 핸드오버 시 패킷손실 및 지연을 위한 중복된 신호체계 등이다.

본 논문에서는 QoS 모델중 IntServ/RSVP 모델을 사용하므로, MIP에서 종단간 QoS 제공을 위한 기존 연구들을 살펴보도록 한다. QoS를 제공하기 위해 제안된 해결책들 중 MIP 환경에 IntServ/RSVP를 적용하는 경우의 문제점들은 다음과 같이 자원 선-예약문제, RSVP 터널링 문제, 공통 경로식별문제 및 이동 프러시 문제 등을 들수 있다^[4].

2.1.1 자원 선-예약 문제

이동단말(MN)이 다른 네트워크로 이동시, 송신자와 수신자간의 경로가 변경될 것이다. PATH와 RESV 상태는 이 새로운 경로에 따라 재설정되어야 하는데, 만일 자원들이 이 새로운 경로에서 가용할 수 없다면, 이는 QoS 서비스의 손실 또는 감소를 발생시킬 수 있을 것이다. 이를 해결하기 위해서 MN가 방문할 네트워크들에서 자원들이 예약되어야 한다. 이러한 문제를 “자원 선-예약”이라고 한다. 그러나, 사실 MN가 이동할 장소를 미리 예측하는 것은 매우 어려운 문제이다. 만일 이 예측이 잘못된 것이라면, 해당 연결의 QoS는 증진되고 예약된 자원은 낭비될 것이다. 일반적으로 이러한 문제를 해결하기 위한 방법의 연구들은 무선망에서 이동성 환경의 QoS 제공 측면에서 매우 중요한 것이다. 이러한 문제를 해결하기 위해 지금까지 연구된 것들은 크게 MN에게 가정을 주는 방법과 확률 이론을 이용한 예측방법, 그리고 HMRSVP(Hierarchical Mobile RSVP) 등을 들 수 있다. 먼저 가정된 MN 방법은 수신자 MN가 예약된 경로가 진행 중에는 이동하지 않도록 하거나⁵⁾, 또는 MN의 이동에 대한 모든 정보를 포함하는 이동성 명세서가 작성된 것으로 가정하는 방법⁶⁾ 등이다. 다음으로, 확률이론 방법은 MN가 존재하는 현재 활성 셀에 영향을 받을 셀들 또는 네트워크들의 집합인 섴도우 클러스터(shadow cluster)를 정의하고, 이 클러스터에서 각 셀에 얼마나 많은 자원들이 예약되어야 하는지를 계산하는 확률이론을 사용하거나⁷⁾, 또는 선형 예측과 그룹 예측, 통계적 예측 등을 이용하여 MN의 이동 궤적을 예측하는 방법⁸⁾ 등이다. 그러나, 후자의 방법은 구체적인 방법들에 대해서는 기술하지 못하고 있다.

마지막으로, HMRSVP는 MIP에 RSVP를 적용하려고 하는 MRSVP⁹⁾에서 과도한 자원 예약 문제를 해결하기 위해 이웃한 경계 셀들의 공통 영역(overlapping area)에 들어 갈 때, 자원들을 예약하는 방법이다.

2.1.2 RSVP 터널링 문제

만일 자원들이 새로운 경로에서 가용하다고 하더라도, MIP에서 홈에이전트와 외부에이전트 사이에 경로의 일부는 터널이 형성된다. 이것은 IntServ/RSVP에서도 같은 문제를 야기 시키는데, 이것을 RSVP 터널링 문제라고 한다. 이 터널의 패킷들은 IP내에 IP 캡슐화를 사용하여 전송되므로, 원래

RSVP 메시지는 IP 패킷으로 캡슐화된다. 그러므로, 이 패킷들은 터널의 라우터들에서 인식되지 못하고 (invisible) 이것은 터널에서 RSVP 메시지를 처리할 수 없게 만든다.

이를 해결하기 위해 제안된 방법들로는 비깅쪽 IP 헤더가 아닌 가장 안쪽의 IP 헤더를 라우터에서 인식하도록 하는 것이다. 그러나, 이 방법은 기존의 라우터들을 수정하여야 하며 라우터 기능의 부하를 야기시키게 되는 또 다른 문제가 발생된다¹⁰⁾. 또 다른 해결책으로는 홈에이전트와 외부 에이전트간에 RSVP 터널 세션을 구축하여 데이터 터널과 QoS 터널을 분리하는 것이다¹¹⁾. 그러나, 이방법도 역시 경로의 삼각형 라우팅 문제와 로밍시 신호에 따른 부담을 감수해야 한다.

2.1.3 공통경로 식별문제

MN가 다른 네트워크로 이동시, 새로운 RSVP상태가 확립되어야하고 이전의 RSVP 채널은 반환되어야한다. 사실 이때 핸드오프이후의 새로운 경로와 이전의 경로가 일정부분 겹치는 현상이 발생한다. 그러므로, 새로운 RSVP 상태 확립과 반환을 위한 경로를 식별할 수 있어야 한다. 이를 해결하기 위해서 대부분의 방법들은 공통 플로우를 식별하고 공통 경로를 찾기 위한 플로우 라벨들을 사용하여 제안하고 경로의 중요 라우터 또는 중간라우터 또는 게이트 모바일 에이전트(GMA)가 플로우 라벨 테이블을 통해 요구 플로우 라벨을 관리한다^{9,11)}. 그러나, 이 방법들은 RSVP 제어 신호의 실행방법들에 대해서는 아직 연구되지 못한 상태이다.

2.1.4 이동 프러시 문제

RSVP는 주기적으로 재전송될 필요가 있으므로 소프트웨어 상태의 성질을 가진다. 이것은 MN가 이러한 주기적인 신호를 주는 것이 아니라 대표 이동 프러시가 이 신호를 전송하도록 한다. 이 프러시는 MN의 RSVP신호 전송에 따른 부하를 줄이고 이동 단말의 전원의 과다 사용을 방지하기 위한 것이다. 그러나, 이것에 대한 해결 방법들도 프러시의 위치 선정문제, 이들의 구체적인 기능 등과 같은 많은 문제들을 여전히 포함한다.

위와 같이, MIP에서 QoS를 관리하기 위하여 RSVP 신호를 이용하기 위한 해결책들이 제안되었으나, 그 해결책 각각은 또 다른 문제들을 야기 시키고 있다. 본 논문에서는 제안한 메커니즘은 중단

간 무선 이동 인터넷 문제들을 해결하고, 끊임없는 핸드오버를 제공하는 체계와 이러한 환경에서의 통합서비스 적용 체계를 제안한다.

2.2 mSCTP(mobile SCTP)

SCTP(Stream Control Transport Protocol)는 TCP(Transmission Control Protocol)의 신뢰성 전송 프로토콜의 특성에 추가하여 그림 1에서 보인 것처럼 멀티-호밍(multi-homing)과 멀티 스트리밍(Multi-streaming) 기능을 사용하여 SCTP 어소시에이션(association)을 가진 인터넷 프로토콜 스택의 전송 계층 프로토콜이다.

각 종단 간에 하나만의 IP 주소를 할당하여 연결하는 기존의 TCP/IP 프로토콜 스택과는 달리, 멀티-호밍은 각 종단점에 여러 개의 IP 주소들을 할당하여 종단 간 연결을 한다. 이때, SCTP에서 이 연결을 “어소시에이션”이라 하며, 이는 종단 간에 연결된 개념적 통신 관계를 의미한다. SCTP의 멀티-스트리밍기능은 TCP에서의 엄격한 전송 바이트-순서 체계로 인한 헤드오브라인(HOL: Head-of-line)문제를 피하기 위한 기능이다. 각 종단간 응용에서 문자 데이터와 멀티미디어, 음성 또는 그림 등과 같은 특성이 다른 데이터들은 각각의 데이터 스트림이라고 하고 각 스트림들은 전체 데이터 흐름내에 “부분-흐름(sub-flow)”이며, 각 부분-흐름의 전송은 서로 독립적이다. 또한, 멀티-호밍은 종단간의 어소시에이션으로 복수개의 IP주소 또는 네트워크 인터페이스들을 통해서 연결이 시도된다. 또한 멀티-스트리밍은 상위계층의 응용으로부터 데이터가 하나의 채널로 다중화 되도록 한다. SCTP에서 데이터의 순서는 한 스트림내에서만 유지된다. 만일 어떤 스트림에 포함된 세그먼트가 분실되면, 그 스트림으로부터 세그먼트들은 분실 세그먼트가 소스로부터 재전송될 때까지 수신자의 스트림 버퍼에 저장된다. 그러나, 이

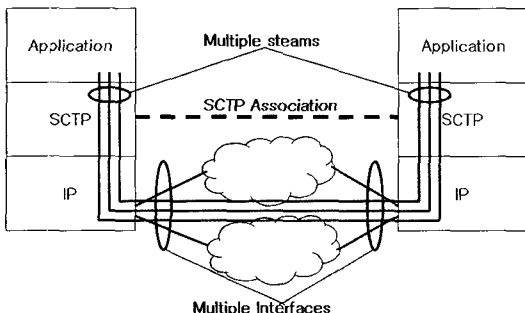


그림 1. SCTP 어소시에이션
Figure 1. Association of SCTP

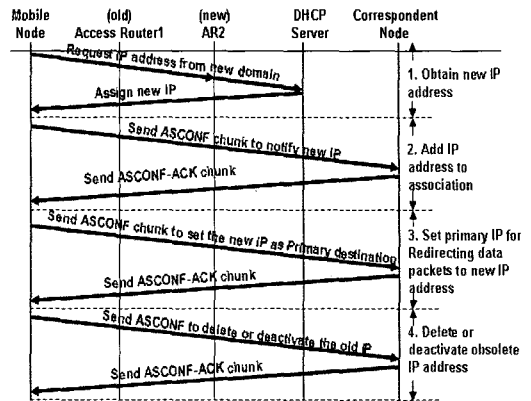


그림 2. 이동성 SCTP의 순차 신호들
Figure 2. Sequentially signals of mobile SCTP

때 다른 스트림들로부터의 데이터는 이 스트림과는 무관하게 상위 계층 응용에 전달될 수 있다. 이것은 상위 계층 응용들로부터 하나의 스트림으로 전송하는 TCP에서의 헤드오브라인 블록킹 문제를 피하도록 한다. 즉, HOL은 개개의 스트림들 내의 범주에서 만 발생하고, 전체 어소시에이션에는 영향을 주지 않는다^[15].

이러한 많은 장점들을 가지고, 최근 SCTP를 무선 인터넷 분야에 적용하려는 시도들이 이루어지고 있다^[14,15]. 이러한 적용은 MIP와는 달리 다양한 장점들을 제공할 수 있도록 제안되고 있으며, 특히 끊임없는 핸드오버를 위해 적용될 수 있는 체계들을 제공하고 있다.

mSCTP는 그림 2처럼 SCTP의 멀티-호밍 기능을 활용하여 IP 이동성 관리에 적용시킬 수 있도록, 끊임 없는 핸드오버를 제공하는 전송 프로토콜을 지원한다. SCTP 어소시에이션은 MN부터 CN까지 AR1(Access router)에 있는 MN에 의해 초기화되고, mSCTP는 셀 사이의 중첩 지역에서 발생하는 이벤트에 따라 다음과 같은 단계를 거쳐 동작한다.

(1) STEP 1: 새로운 IP 주소 획득.

MN이 AR1에서 AR2로 이동했을 때, DHCP 또는 IPv6 stateless auto-configuration을 사용하여 AR2로부터 새로운 IP 주소를 획득한다. MN는 중첩 지역에서는 dual-homing이다.

(2) STEP 2: 어소시에이션에 IP 주소 추가.

MN이 새로운 IP 주소를 사용하기 위해서 SCTP ASCONF(Address Configuration Change) chunk를 CN에게 보냄으로써 SCTP 어소시에이션에 새로운

IP 주소를 추가한다.

(3) STEP 3: 새로운 IP 주소에 대한 패킷 전송.

트리거 규칙은 무선 신호 세기에 의존할 수 있고, 추가와 교환은 동시에 발생할 수 있으며, 데이터 손실은 SCTP 에러 제어 방법으로 복구된다.

(4) STEP 4: location manager 업데이트.

mSCTP는 MN의 식별과 현재 primary IP 주소를 저장하는 데이터베이스를 유지하기 위하여 location manager를 배치하고 업데이트 한다.

(5) STEP 5: 기존 IP 주소 삭제 또는 비활성화.

SCTP 어소시에이션에서 기존 IP 주소의 삭제는 CN에게 SCTP ASCONF Chunk를 보냄으로써 행해진다.

멀티-호밍은 다중 IP 주소 또는 네트워크 인터페이스 카드를 통해 두 개의 중단 간 어소시에이션을 하며, 두 중단 간 두 개의 무선 액세스 네트워크를 통해 연결된다. MN는 multi-homed인 반면, CN은 single-homed이다. 따라서, MN는 두 개의 IP 주소가 어소시에이션에 바운드되는 동안 하나 또는 두 개의 인터페이스를 사용할 수 있다. MN의 첫 번째 IP 주소는 CN과 데이터 전송을 위한 primary 주소로 사용되며, 또 다른 주소는 primary 주소의 failure의 경우를 대비하여 백업용으로 사용되거나 CN이 명시적으로 백업 주소의 사용을 요청하였을 경우 사용할 수 있다.

III. 이동성 환경의 중단간 QoS관리

본 장에서는 본 논문에서 제시하고자 하는 이동성 환경에서 중단간 QoS 관리 메커니즘을 설계하고, 앞에서 이야기 했던, MIP에서의 중단간 QoS 관리의 문제점들을 논문에서 제안한 중단간 QoS 관리 메커니즘과 비교하여 설명한다.

3.1 중단간 QoS 제공 메커니즘

이미 언급했듯이, 이동성 SCTP에서 끊김 없는 핸드오버를 제공할 수 있는 전송계층 구조에 대해서 앞 장에서 언급하였다. 이러한 전송 환경에서 중단간 QoS를 제공하기 위해서 본 논문에서는 중단간 이동성과 가장 부합하는 QoS 메커니즘으로 IntServ의 RSVP를 활용하여, 이동성 SCTP에 적용

하였다.

그림 3은 이동성 SCTP의 신호들과 본 논문에서 제시한 QoS 관리 메커니즘을 표현한 것이다. 제시된 메커니즘은 이동성 SCTP의 신호구조에 아래와 같은 QoS 관리 신호들을 적용으로써 무선 이동성 인터넷 망에서 전송 계층 기반의 끊김없는 핸드오버와 QoS 관리를 제공한다.

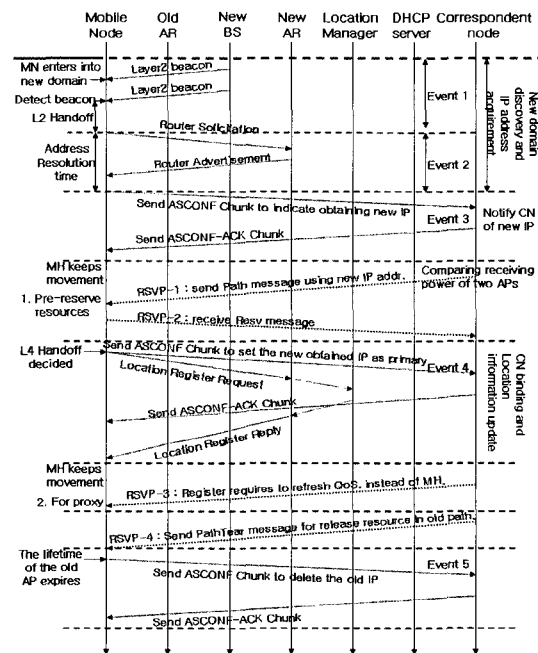


그림 3. mSCTP 구조와 IntServ QoS 메커니즘
Figure 3. New mechanism for QoS on IntServ and Architecture of mSCTP

(1) RSVP-1: ASCONF-ACK chunk를 받은 후 mSCTP에서 새로운 IP 주소를 획득한 후에, CN은 새롭게 추가된 IP에 PATH 메시지를 보낼 수 있다. 실제로, 2장에서 설명한 자원 선-예약 문제는 모바일 노드가 어디로 이동하는지 예측할 수 있다. 그러나, mSCTP 구조에서는 핸드오프에 대한 중첩 지역에서의 멀티-호밍과 같은 mSCTP의 성격 때문에 이러한 문제를 해결해야만 한다. 따라서, MN이 이동하였을 때 자원 선-예약 없이 RSVP-1 단계를 거치면, 이러한 문제를 원활하게 해결할 수 있다.

(2) RSVP-2: 새로운 PATH와 함께 MN으로부터 RESV 메시지를 수신

CN으로부터 PATH 메시지에 따라 MN은 새로운 경로에 있는 중간 라우터들에게 RESV 메시지를 보낼 수 있다. RESV 메시지를 받은 중간 라우터들은

요구되는 QoS에 따라 필요한 자원을 준비하고, 예약할 수 있다. 이 단계는 잘못된 예측으로 인해 발생할 수 있는 낭비되는 자원 없이 새로운 자원을 예약할 수 있도록 한다.

(3) RSVP-3: QoS 자원 예약을 리프레쉬하기 위해 등록을 요청

초기, RSVP 프로토콜은 미리 예약된 자원을 리프레쉬하기 위한 기능을 가지고 있다. 그러나, 모바일 환경에서 대부분의 MN은 배터리를 사용한다. MN으로부터의 주기적인 Sending메시지들은 배터리 낭비를 초래한다. 그리고, 몇몇 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 이동성 프러시를 제안하였다. RSVP-3단계는 mSCTP에서 RSVP를 적용하여, MN 대신에 CN을 사용하여 이동성 프러시 문제를 해결할 수 있다.

(4) RSVP-4: 새로운 call의 blocking rate를 감소시키기 위해 이전에 예약된 패스를 종료한다.

이 단계는 새로운 호의 블로킹 률을 감소시키기 위해 기존 경로의 예약을 종료하는 단계이다. 실제로 MIP 환경에서는, 앞서 제시된 논문들은 자원이 좀 더 예약되어야 한다면, 핸드오프-드롭 률은 감소하게 될 것이다. 그러나, 호 블로킹과 같은 다른 성능에 대한 측정은 증가하게 될수 있는 문제점들이 있으나, RSVP-4는 이를 해결할 수 있다.

표 1은 mSCTP 구조에 새롭게 추가된 RSVP 메시지에 대한 알고리즘을 설명하고 있다. 기존 mSCTP의 각 단계에서 끊임없는 QoS를 제공하기 위하여 알맞게 RSVP 메시지를 추가하였다.

표 1. 이동성 SCTP에 RSVP 메시지를 추가한 메커니즘
Table 1. Mechanism adding RSVP messages on mSCTP

STEP 1: Obtain new IP address
STEP 2: Add IP addresses to association
RSVP-1: send Path message(for reserving resources along with new path) from MN using Computed new IP address.
RSVP-2: Receive RESV message from CN along with new path.
STEP 3: Redirect data packets to new IP address
STEP 4: Updating the Location manager
RSVP-3: Register request to refresh QoS resource reservation in order to solve mobility proxy problem using LM, instead of MN.
RSVP-4: Termination old path reservation to reduce a blocking rate of new call
STEP 5: Delete or deactivate obsolete IP address

그림 4는 이동시 무선 신호의 중첩 지역에서 mSCTP에 RSVP를 적용하여 끊임없는 핸드오버와 더불어 QoS를 지원하기 위하여 필요한 단계들에 대한 시간에 순차적인 신호들을 표현하고 있다.

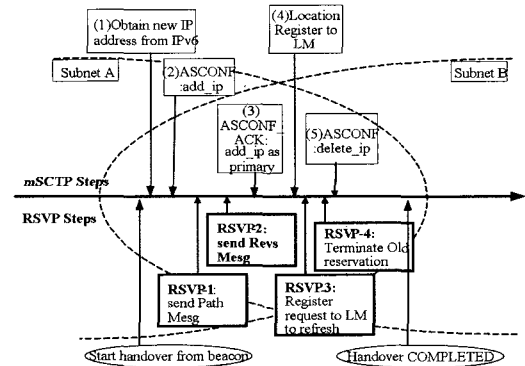


그림 4. 중첩 지역에서 핸드오버와 QoS 제공 준비 절차
Figure 4. Steps in overlapped area for handover and QoS provision preparing

3.2 이동성기반 QoS 관리문제 요약

앞에서 설명하였듯이 MIP에 RSVP를 적용시켰을 때, 몇몇 문제점들이 발생하였는데, 표 2는 이러한 문제점들을 해결하기 위하여 제안한 논문들과 새롭게 제시한 mSCTP에 RSVP를 적용시켜 이러한 문제점을 해결할 수 있는 것에 대한 비교를 하였다.

표 2. MIP와 mSCTP에서 RSVP 적용 방안 및 해결 방법
Table 2. Summary of resolutions on RSVP, MIP and mSCTP

MIP에 RSVP 적용 문제	MIP에서의 해결 방법	mSCTP에서의 해결 방법
자원 선-예약 문제	- [2-9] - MRSVP - HMRSVP	제안한 RSVP-1, RSVP-2 사용. mSCTP 구조 때문에 솔루션이 필요치 않음
RSVP 터널링 문제	- [10]: IP-In-IP encapsulating - [11]: RSVP Ternnel 사용	mSCTP 구조 때문에 솔루션이 필요치 않음
일반 경로 식별 문제	- [9], [12] : flow labels 사용	mSCTP에서 해결 방법이 필요. 다른 방법보다 HMRSVP 사용
모바일 프러시 문제	- MN에게 위임 하는 것과 같은 행동을 취하는 장치가 필요	제안한 RSVP-3은 LM을 사용하여 좀 더 효과적인 솔루션을 제공

표 2에서 보듯이 mSCTP에 RSVP를 적용함으로써, MIP에서 문제가 되었던 자원 선예약, 터널링 문제가 해결되었고, 특히 mSCTP에 본 논문에서 제시한 RSVP 자원 예약 방식 4단계를 사용하면 RSVP에 가장 큰 문제로 여겨지는 호 블로킹률을 감소시킬 수 있다.

IV. 평가

앞 장에서는 본 논문에서 제시한 QoS 메커니즘을 제안하고, MIP와의 비교를 통해 장단점들을 분석하였다. 본 장에서는 새롭게 제안한 QoS 메커니즘을 적용시키기 위한 고려사항과 시뮬레이션을 통해 결과를 보고, 결과에 따른 분석을 통해 그 타당성을 입증한다.

4.1 실험환경 및 고려사항

본 논문에서 제안한 QoS 메커니즘의 타당성을 검증하기 위한 실험은 NS-2 네트워크 시뮬레이터를 이용하였다. 버전은 2.26을 사용하였고, 2.26용 SCTP와 RSVP 패치를 하여 실험을 하였다. 실험을 위한 토폴로지는 그림 5와 같다.

Correspondent Node(CN)는 모바일 노드와 통신하는 노드로 CN와 게이트웨이간의 대역폭은 5Mb, 시간지연은 10ms, 20ms, 50ms인 경우 각각 실험을 하였다. 시간 지연을 늘려가며 실험한 이유는 시간 지연 값이 외부 네트워크에 있는 CN까지의 거리를 의미하기 때문이다. SCTP 기반 핸드오버에서 시간 지연이 길어질수록 핸드오버 시 데이터 전송지연이 늘어날 것으로 예상되는데 이는 CN과 모바일 노드 간에 두 번의 메시지 전송이 이루어져야 하기 때문이다. 시간 지연이 길어진다면 두 번의 메시지 전송

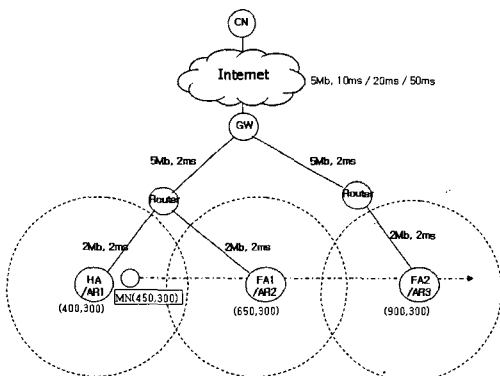


그림 5. 시뮬레이션 토폴로지
Figure 5. Topology of simulation

표 3. 시뮬레이션 환경 비교

Table 3. comparison of simulation environment

	MIP 기반 핸드오버 스킴	SCTP 기반 핸드오버 스킴	SCTP 기반 핸드오버 스킴 + QoS
IP layer protocol	MIP	IP	IP
Transport layer protocol	SCTP (single homing)	SCTP (multi homing)	SCTP (multi homing)
Resource reservation signaling protocol	X	X	RSVP
QoS	X	X	O

이 지연되면서 전송중인 데이터가 손실될 가능성이 커진다.

GW와 라우터간의 대역폭은 5Mb, 시간지연은 2ms로 각각 설정하였고, 라우터와 AR1(HA), AR2(FA), AR3(FA2)간의 대역폭은 2Mb, 시간지연은 2ms로 설정하였다. 처음에 모바일 노드가 AR1(HA)의 영역에 있다고 가정하고 이후 오른쪽으로 이동하도록 시나리오를 만들었다. 이동 속도가 증가하면 핸드오버를 준비하는 시간이 줄어들어 전송지연이나 패킷 손실이 일어날 것으로 예상되어 속도 값을 10m/s, 20m/s 으로 각각 증가시키며 실험하였다.

표 3에는 SCTP 기반 핸드오버 기법에서 QoS를 제공하는 실험의 비교 대상을 정리하였다. 비교 대상으로는 MIP 기반 핸드오버 기법과 SCTP 기반 핸드오버 기법이며 세 가지 실험을 통해 얼마나 끊임 없는 데이터 전송이 가능한지를 실험한다. 전송 계층 프로토콜은 모두 SCTP를 사용하였고 트래픽은 FTP를 사용하였다. 세 실험 모두 모바일 노드가 전송하고 CN에서 수신하며, CN에서 전송량을 측정하여 얼마나 안정적으로 데이터 전송이 가능한지를 알아보고, 결과 측정 방법으로는 핸드오버시 전송량이 얼마나 보장되는지 살펴보도록 한다.

4.2 실험 결과 분석

다음은 토폴로지가 그림 5와 같을 때 초당 전송량을 측정한 결과이다. 그림 5에서 모바일 노드는 10초 후부터 좌표 (450, 300)에서 10m/s 20m/s 의 속도로 좌표 (1050, 300)을 향해 이동하기 시작한다. 이동속도의 변화에 따른 초당 전송량을 측정한다. 그림 6은 그림 5에서 모바일 노드의 이동속도가 10m/s이고, 게이트웨이와 CN간의 시간 지연이 10ms일 경우 15초와 40초 이후에 두 번의 핸드오

버가 일어날 때 초당 전송량을 측정된 결과이다. MIP 기반 핸드오버의 경우 CoA를 홈 에이전트에 등록하고 터널을 생성하는 과정동안 데이터를 수신하지 않기 때문에 전송량이 현저히 떨어지는 것을 볼 수 있고, SCTP 기반의 핸드오버의 경우는 핸드오버 시에도 전송량이 유지되는 것을 알 수 있다. 이는 두 AR간의 중첩영역을 지나가는 시간이 SCTP에서 핸드오버 하는데 걸리는 시간보다 길기 때문이라고 볼 수 있다. QoS를 제공하는 경우 핸드오버가 이루어지기 전에 이동할 영역의 자원을 미리 예약하기 때문에 핸드오버 시 자원예약을 하지 않은 것 보다 좀 더 좋은 전송률을 보인다. 또한 핸드오버가 일어나는 구간인 15초를 전후해서 각각의 시간지연 값을 측정해 본 결과, MIP 기반 핸드오버의 경우 등록 지연으로 인한 패킷 손실 때문에 핸드오버시 전송이 지연되며, 핸드오버 후 터널링을 하기 때문에 시간지연이 전보다 증가하였다. 한편, SCTP 기반 핸드오버는 새로운 AR에 등록과정이 MIP 보다 간소하기 때문에 적은 패킷 손실로 시간지연이 더 적음을 알 수 있었다.

그림 7는 모바일 노드의 이동속도가 20m/s이고 게이트웨이와 CN간의 시간 지연이 10ms일 경우 12.5초와 25초 이후에 두 번의 핸드오버가 일어날 때의 초당 전송량을 측정된 결과이다. 속도가 10m/s 일 때와 마찬가지로 MIP의 경우 전송량이 현저히 떨어지는 것을 볼 수 있다. 반면 SCTP 기반의 핸드오버의 경우는 속도가 20m/s로 증가하면서 핸드오버 시에 데이터 손실로 전송량이 약간 떨어지는 것을 볼 수 있다. QoS를 제공하는 경우도 핸드오버시 데이터 손실로 전송량이 약간 떨어지지만 자원을 미리 예약을 하기 때문에 예약을 하지 않은 경

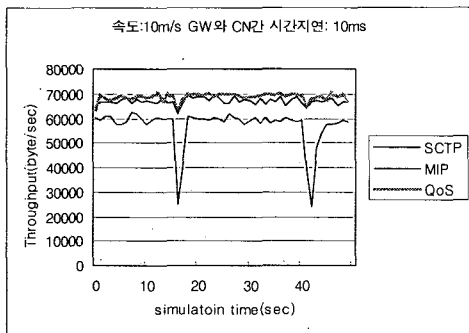


그림 6. 이동속도가 10m/s, GW와 CN간 시간지연 10ms일 때 초당 전송량
Figure 6. Throughput when speed is 10m/s and delay is 10ms between GW and CN

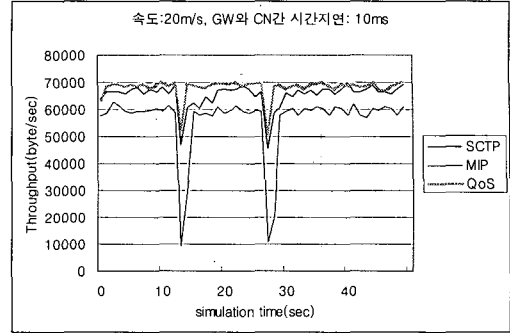


그림 7. 이동속도가 20m/s, GW와 CN간 시간지연 10ms일 때 초당 전송량
Figure 7. Throughput when speed is 20m/s and delay is 10ms between GW and CN.

우보다 전송량이 빨리 회복됨을 볼 수 있다. 또한 GW와 CN간의 시간지연이 10ms로 같고, 모바일 노드의 이동속도만 20m/s로 바뀐 경우 핸드오버가 일어나는 구간을 전후로 시간지연을 구한 결과, 10m/s의 속도로 이동할 때와 비슷한 결과를 얻을 수 있었으며, 20m/s의 속도는 전송 지연에 크게 영향을 주지 않는 결과를 얻었다. 하지만, 속도가 굉장히 빠를 경우에는 약간의 끊김 현상이 발생될 수 있다.

V. 결론

본 논문은 무선 인터넷 이동망의 QoS 관리체계를 기술하였다. 이를 위해서 본 논문에서는 유선망에서 적용되는 QoS 관리 체계들과 무선 이동인터넷 망을 위한 통합서비스 QoS 모델들과 문제점들을 기술하였다. 일반적으로 무선 인터넷망에서 어떤 이동성 관리 구조를 사용하는지는 QoS를 제공하는 메커니즘과 매우 밀접한 연관성을 가진다. 이를 위해서 본 논문에서는 이동성 측면에서는 끊김없는 핸드오버 서비스를 제공하기 위한 새로운 이동성 구조인 이동성 SCTP 환경을 사용하고 여기서 QoS 서비스를 제공하기 위한 관리 체계를 제안하였다. 또한 이동성 인터넷망에서 발생된 문제들과 제안된 QoS 관리 체계를 비교하고 제안된 관리 체계의 타당성을 위하여 NS-2를 이용한 시뮬레이션 실험 결과를 도출하였다.

본 논문에서 제시한 이동성 SCTP에서의 중단간 QoS 서비스 관리체계를 이용하면, 무선 이동망에서 단말의 끊김없는 핸드오버와 QoS 서비스를 제공할 수 있다. 본 논문에서 제안된 체계는 전송 계층의 기능적 한계 때문에 초고속의 단말이동으로

인한 핸드오버시 끊김 현상이 발생할 수 있을 것으로 사료된다. 그러나, 이 문제는 이동성의 속도와 밀접하게 연관된 것으로 이에 대한 향후 연구로서 단말의 이동 속도로 인한 끊김없는 빠른 이동성 핸드오버 기법과 이 환경을 지원하기 위한 QoS 제공 기법에 대해 연구하는 것이다.

참 고 문 헌

[1] Z. Xiao, L.M. Ni, "Internet QoS: Big Picture", Dept of CS, Michigan State Univ., IEEE Network, Marth/April 1999.

[2] K. Zhigang, et al., "Mobile IPv6 and some issues for QoS" The 11th Annual Internet Society Conference, Stockholm, Sweden, 5-8 June 2001.

[3] L. Zhang, S. Deering, D. Estrin, S. Shenker and D. Zappala, "RSVP: A new resource reservation protocol", IEEE Network, September 1993.

[4] Shing-Juan Leu, Ruay-Shiung Chang, "Integrated Service Mobile Internet: RSVP over Mobile IPv4 & 6", Mobile Networks and Applications volume 8, Issue 6: 635-642, Dec 2003.

[5] C. Andreoli, N. Blefari-Melazzi, M. Listanti and M. Palermo, "Mobility management in IP networks providing real-time services", 5th IEEE International Conference on Universal Personal Communications, Vol. 2 : 774-777, July 1998.

[6] A.K. Talukdar, B.R. Badrinath and A. Acharya, "MRSVP: A resource reservation protocol for an integrated services network with mobile hosts", Wireless Networks, 2001.

[7] D.A. Levine, I.F. Akyildiz and M. Naghshineh, "A resource estimation and call admission algorithm for wireless multimedia networks using the shadow cluster concept", IEEE/ACM Transactions on Networking number 5 in 1, Feb. 1997.

[8] R.-S. Chang and A. Chu, "Supporting quality of service communications for mobile hosts with advanced resource reservations", Journal of Internet Technology number 1 in 1, 2000.

[9] C.-C. Tseng, G.-C. Lee and R.-S. Liu, "HMRSVP: A hierarchical mobile RSVP protocol", Proceedings of IEEE INFOCOM 2001 pp.467-472, 2001.

[10] C.C. Foo and K.C. Chua, "Implementing resource reservations for mobile hosts in the Internet using RSVP and mobile IP", IEEE 51st Vehicular Technology Conference Proceedings, Vol. 2, pp.1323-1327, 2000.

[11] A. Terzis, J. Krawczyk, J. Wroclawski and L. Zhang, "RSVP operation over IP tunnels", RFC 2746, January 2000.

[12] G.-S. Kuo and P.-C. Ko, "Dynamic RSVP for mobile IPv6 in wireless networks", in: IEEE 51st Vehicular Technology Conference Proceedings, Vol. 1, pp. 455-459, 2000.

[13] T. Braun, C. Castelluccia, G. Stattenberger, I. Add, "An Analysis of the DiffServ Approach in Mobile Environments", IWQIM, April 1999.

[14] Koh, S., Lee, M., Riegel, M., Ma, M. and M. Tuexen, "Mobile SCTP for Transport Layer Mobility", IETF Internet-Draft, draft-sjkoh-sctp-mobility-05.txt, June, 2005.

[15] R. Steward, Q. Xie, K. Morneault, C. Sharp, et al., "Stream Control Transmission Protocol", RFC 2960, October 2000.

김 대 영 (Dae-young Kim)

정회원



2002년 2월 남서울대학교 컴퓨터학과 졸업(공학사)

2004년 2월 광운대학교 대학원 컴퓨터학과 졸업(공학석사)

2004년 3월~현재 광운대학교 대학원 컴퓨터학과 박사수료

<관심분야> 네트워크 관리, QoS,

차세대 네트워크, USN, 유비쿼터스 컴퓨팅&홈네트워크

안 병 호 (Byung-ho Ahn)

정회원



1988년~1994년 한국전자통신연
구소 정보통신 표준연구센터
선임연구원

1999년 2월 광운대학교 컴퓨터
과학과 대학원 이학박사

1994년~현재 충청대학 컴퓨터학
부, 의료산업학부 교수

2002년~현재 ISO/IEC JTC1/SC6 산자부 표준화 위원

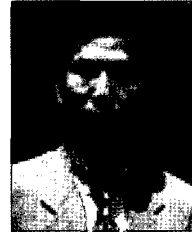
2002년~현재 한국정보처리학회 IT 인증본부 이사

2004년 미국 오클라호마대학교 컴퓨터과학과 교환교
수

<관심분야> 네트워크 관리, 통신 프로토콜 표준화,
QoS, Mobile Internet, 멀티캐스트 통신, ASN.1 등

조 국 현 (Kuk-hyun Cho)

정회원



1977년 한양대학교 전자공학과
졸업 (공학사)

1981년 일본 동북대학교 대학원
졸업 (공학석사)

1981년 일본 동북대학교 대학원
졸업 (공학박사)

1984년~현재 광운대학교 전자정
보대학 컴퓨터공학부 교수

개방형컴퓨터통신연구회 (OSIA) 회장 역임

<관심분야> 네트워크 관리, 분산처리, 정보통신 분야
의 표준화 등