

이동망 환경에서 멀티미디어 응용을 위한 QoS 신호 프로토콜의 설계 및 구현

김흥태[†], 정성호^{**}

요 약

본 논문에서는 IP 기반 무선 액세스 망들이 혼재하는 환경에서 이동 노드의 핸드오버 후에도 멀티미디어 응용의 서비스품질(QoS)을 지속적으로 제공할 수 있는 신호 프로토콜을 제안한다. RSVP 기반의 기존 QoS 신호 프로토콜들은 이동 노드(Mobile Node)의 핸드오버 시 이중 자원예약으로 인해 자원 낭비를 초래할 수 있으며, 신속한 자원 예약/해제가 이루어지지 않아 이동망 환경에 사용되기에는 적합하지 않다. 본 논문에서 제안된 신호 프로토콜은 이동 노드가 접속하게 되는 새로운 액세스 망에서 멀티미디어 응용이 요구하는 자원을 신속하게 예약함으로써 끊임없는 QoS를 제공하며, 또한 이중 자원예약 문제를 해결하여 자원 낭비를 방지한다. 본 논문에서는 제안된 신호 프로토콜의 설계 및 구현 구조를 제시하고, 구현된 신호 프로토콜을 테스트베드에 탑재하여 측정된 성능을 분석한다. 성능 분석 결과, 이동 노드가 이전의 액세스 망에서 새로운 액세스 망으로 접속된 후에도 구현된 신호 프로토콜을 사용한 자원예약을 통해 멀티미디어 응용의 QoS가 제공되는 것을 확인하였다.

Design and Implementation of a QoS Signaling Protocol for Multimedia Applications in Mobile Network Environments

Hong-Tae Kim[†], Seong-Ho Jeong^{**}

ABSTRACT

In this paper, we propose a signaling protocol which can support QoS for multimedia applications continuously after handover of a mobile node in the network environment where IP-based wireless access networks co-exist. Since existing RSVP-based signaling protocols can cause the waste of network resources due to double reservation and do not provide fast resource reservation/release, they are not suitable for mobile networks. The proposed QoS signaling protocol can support QoS for multimedia applications using the fast reservation of necessary resources after handover and avoid the waste of resources by resolving the double reservation problem. This paper presents design and implementation architectures of the proposed signaling protocol and analyzes its performance via a physical testbed. Based on the analysis results, it was shown that the proposed protocol is able to support seamless QoS for multimedia applications.

Key words: Multimedia(멀티미디어), Handover(핸드오버), Quality of Service(서비스품질), Signaling Protocol(신호 프로토콜)

※ 교신저자(Corresponding Author) : 정성호, 주소 : 경기도 용인시 처인구 모현면 양산리 산89(449-791), 전화 : 031)330-4642, FAX : 031)333-4256, E-mail : shjeong@hufs.ac.kr
접수일 : 2008년 2월 25일, 완료일 : 2008년 5월 9일
[†] 한국외대 컴퓨터및정보통신공학과 석사과정

(E-mail : raycin@hufs.ac.kr)

^{**} 한국외대 컴퓨터및정보통신공학부 교수

※ 이 논문은 2005년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구 조성사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음 (KRF-2005-003-D00214).

1. 서 론

차세대 통신망의 구조는 IP 기반의 코어 망(Core Network)을 중심으로 다양한 액세스 기술(Access Technology)을 사용하는 액세스 망들(Access Networks)이 가입자와 코어 망을 연결하는 형태가 될 것으로 전망된다[1,2,3]. IP 기반의 차세대 통신망이 구축되어 사용자가 요구하는 서비스를 성공적으로 제공하기 위해서는 종단간(End-to-End: E2E)에 최적의 서비스품질(Quality of Service: QoS)을 보장하는 것이 중요하다. 기존의 BE(Best-Effort) 서비스 모델은 급증하는 광대역 멀티미디어 응용들의 QoS를 지원하기에는 적합하지 않다. 이러한 BE 모델의 문제점을 해결하기 위하여 다양한 QoS 모델과 메커니즘이 제시되어 왔으나, 제시된 방안들이 QoS를 보장하기 위해 상용 망에 적용되어 사용되는 것을 보기 힘든 것이 현실이다. 이는 관련 표준화 기구 및 연구 기관들이 서로 다른 QoS 기술을 연구해 왔고, 각 망이 사용하는 QoS 모델 및 메커니즘이 상이하여 실질적으로 종단간 QoS 보장이 어렵기 때문이다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 다양한 망들이 혼재하는 환경에서 종단간에 일관성있게 망 자원을 예약할 수 있는 QoS 신호 프로토콜이 필요하다. 특히, 다양한 IP 기반 무선 액세스 망들이 혼재하는 환경에서 이동성을 고려한 QoS 신호 프로토콜이 요구되고 있다.

기존의 RSVP 기반 QoS 신호 프로토콜들은 이동망 환경을 충분히 고려하지 않고 설계되어 이동망 환경에 적용할 경우, 노드의 이동과 관련된 정보를 활용하기 힘들고, 상이한 액세스 망들이 혼재하는 환경에 적용되기 어려우며, 성능, 확장성, 이중 자원예약 방지, 신속한 자원예약/해제 등과 같은 신호 프로토콜의 주요 요구사항들을 충족시키지 못한다. 이러한 RSVP 기반 프로토콜들의 문제점을 해결하고자 이동망 및 이중망 환경을 고려하여 망의 변화를 빠르게 수용하고, 아울러 복잡도를 증가시키는 불필요한 기능을 제거함으로써 기존 프로토콜들보다 더 효율적으로 동작할 수 있는 프로토콜을 표준화하는 작업이 IETF의 NSIS(Next Steps In Signaling) WG(Working Group)에서 진행되고 있다. 그러나 현재의 NSIS 프로토콜은 이동성을 지원하기 위한 구체적인 기능들이 제시되고 있지 않은 상황이다.

본 논문에서는 IP 기반의 무선 액세스 망들이 혼재하는 이동망 환경에서 이동 노드의 핸드오버를 고려하여 종단간 QoS를 효과적으로 지원할 수 있는 신호 프로토콜을 제안한다. 제안된 신호 프로토콜은 이동 노드의 핸드오버가 발생하여도 이동한 새로운 위치에서 대역폭과 같은 망 자원을 신속하게 예약할 수 있어 끊임없는 QoS를 제공할 수 있으며, 이중 자원예약이 발생하지 않도록 하여 자원 낭비를 방지한다. 본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 제 2절에서는 기존 QoS 신호 프로토콜들의 주요 특징 및 문제점을 살펴보고, 제 3절에서는 제안된 QoS 신호 프로토콜의 구조 및 동작 방법을 기술하며, 아울러 제안된 프로토콜의 설계 및 구현 구조를 제시한다. 제 4절에서는 제안된 QoS 신호 프로토콜의 성능 측정을 위해 구축된 테스트베드의 구조를 제시하고, 이를 통해 측정된 QoS 신호 프로토콜의 성능을 분석하며, 제 5절에서는 결론을 제시한다.

2. 관련 연구

2.1 RSVP 기반의 신호 프로토콜

멀티미디어 응용의 QoS를 보장하기 위해서는 멀티미디어 트래픽이 필요로 하는 일정한 망 자원을 지속적으로 제공하여야 한다. 이를 위해서 요구되는 망 자원을 예약하는 것이 필요한데, 기존에 제안된 대표적인 자원예약 프로토콜로 RSVP(Resource Reservation Protocol)[4]를 들 수 있다. 그러나, RSVP는 확장성에 문제가 있으며, 또한 이동성을 고려하여 설계되지 않았기 때문에 이동망 환경에 그대로 사용되기에는 적합하지 않다. 이러한 RSVP의 단점을 해결하기 위해 RSVP를 기반으로 하는 여러 가지 방식들이 제안되었는데, 대표적으로 MRSVP(A Reservation Protocol for an Integrated Services Packet Network with Mobile Hosts), RSVP-MP(RSVP Mobility Proxy), CORP(A Method of Concatenation and Optimization for Resource Reservation Path in Mobile Internet), H-MRSVP(Hierarchical Mobile RSVP), RSVP Tunnel 등을 들 수 있다.

MRSVP[5]에서는 자원 예약 상태를 passive와 active 상태로 구분하는데, passive 상태는 자원을 미리 예약하지만 사용하지 않는 상태를 의미하며, active

상태는 예약된 자원을 실제로 사용하는 상태를 의미한다. passive 상태에서 active 상태로의 천이(transition)를 관리하기 위해서 액세스 라우터에 proxy agent를 둔다. MRSVP는 이동 노드의 핸드오버가 발생하여도 지연 없이 기존의 QoS 서비스를 계속 제공받을 수 있다는 장점이 있으나, 자원이 부족한 무선 환경에서 이동 노드가 이동할 주변 셀에 있는 자원을 미리 예약하기 때문에 무선 자원이 낭비되며, 예약된 자원의 신속한 해제가 이루어지지 않아 이중 자원예약이 발생한다. 또한 중간 라우터는 passive 자원예약과 관련된 모든 상태정보를 관리하기 때문에 불필요한 오버헤드가 발생하게 되며, 확장성(scalability) 지원이 어렵다.

RSVP-MP는 Mobile IP의 계층적인 이동성 관리 기법과 상호 결합하여 동작하는 방식으로서, MAP(Mobility Anchor Point) 또는 GFA(Gateway Foreign Agent)에 RSVP-MP(Mobility Proxy) Agent를 두어 액세스 라우터의 주소인 LCoA(Local Care-of-Address)와 그 외 지역의 Global 주소인 RCoA (Regional Care-of-Address) 간의 주소변환을 수행한다[6]. 예를 들어, 이동 노드의 핸드오버가 수행되는 경우, 새로운 CoA를 얻게 되고, 경로 변화에 따른 자원예약의 재설정을 요구하게 되는데, 일반적으로 종단간, 즉 이동 노드에서 CN(Correspondent Node)까지의 경로상에 자원 재예약이 이루어진다. 이렇게 되면 종단간 자원 재예약에 따른 긴 지연으로 인해 이동 노드는 요구되는 QoS를 제공받지 못한다. 그러나, RSVP-MP 방식에서는 MAP/GFA에 위치한 MP에서 액세스 망의 LCoA를 MAP/GFA에서 CN까지 사용되는 Global 주소인 RCoA로 변경함으로써, 이 구간에서 RSVP 세션을 재설정할 필요가 없으며, 단지 이동 노드에서 MAP/GFA까지의 경로에만 RSVP 세션을 재설정한다. 결국, 종단간 경로 전체에 대한 자원 예약을 다시 수행하지 않음으로써 RSVP 세션 재설정에 따른 지연이 줄어들게 된다. 그러나, 이전 액세스 라우터를 통해 설정된 자원예약 상태의 신속한 해제가 이루어지지 않기 때문에 자원의 이중예약 문제가 해결되지 않았으며, Mobile IP의 계층적인 이동성 관리 구조와 병행하여 구현되어야 하므로 독립적인 프로토콜이라고 하기 어렵다.

CORP는 핸드오버 시 기존의 RSVP 경로(path)를 확장하는 방법을 사용하여 QoS를 제공하는데,

RSVP 경로를 확장하기 위해 CRP(Concatenation for Reservation Path)라는 방법을 사용한다[7]. CRP는 PRP(Pseudo Reservation Path)라는 방법을 사용하여 RSVP 경로를 연장하는데, 하나의 액세스 라우터가 관리하는 BS(Base Station)들 가운데 대표 BS를 정하고, 이를 통해 주변의 BS에 요청함으로써 자원을 미리 예약하는 방식이다. 이동 노드가 도착하는 셀을 관리하는 BS는 'CRP inform message'를 주변 셀의 BS에게 전송하여 이동 노드의 도착을 알리고 주변 셀들이 미리 자원을 예약하도록 한다. 그러나, RSVP 경로를 확장하는 것은 무한 경로를 만들거나 Loop 경로를 만들기 때문에 한계가 있어 CORP에서는 ORP(Optimization for Reservation Path)라는 방법을 사용한다. ORP는 CRP를 사용하면서 이동 노드가 다른 액세스 라우터로 이동할 때, CN과 다시 새로운 RSVP 세션을 설정함으로써 경로 확장의 문제점을 해결하고, QoS를 제공하는 방법이다. 그러나, CORP도 역시 자원이 부족한 무선 환경에서 단말이 이동할 주변 셀의 자원을 미리 예약하고 또한 동시에 종단간 RSVP 세션을 열기 때문에 자원이 낭비될 수 있다.

H-MRSVP 프로토콜은 Mobile IP의 지역적 등록(Regional Registration) 기능을 포함하는 확장된 MRSVP로서 핸드오버 지연이 길어질 경우 미리 자원예약(passive 자원예약)을 수행하는데, 이러한 passive 자원예약으로 인해 자원이 낭비되는 문제점을 가지고 있다[8].

RSVP Tunnel은 Tunnel의 종단점들(End points: Tunnel entry point와 exit point)간에 RSVP 메시지가 인식되지 않는 문제점을 해결하여 Tunnel 구간에서도 QoS가 제공될 수 있도록 하였다. 그러나 이동 노드의 핸드오버가 발생할 때 자원 재예약을 신속하게 수행하기 위한 방법이 부재하고, 불필요하게 종단간 자원 재예약이 이루어져야 하는 문제점이 있으며, CRN(Crossover Node)을 신속히 발견하여 로컬 경로 상태정보 수정(Localized Path Repair)을 수행하는 방법이 부재하다.

2.2 NSIS 신호 프로토콜

IETF NSIS WG에서는 상기한 RSVP 기반 QoS 신호 프로토콜들의 문제점을 해결할 수 있는 차세대 QoS 신호 프로토콜을 비롯한 다양한 신호 프로토콜

들을 표준화하고 있다[9]. NSIS WG에서 표준화하고 있는 QoS 신호 프로토콜인 QoS-NSLP(NSIS Signaling Layer Protocol)는 다양한 네트워크 도메인들이 혼재하는 환경에서 QoS를 지원할 수 있도록 표준화되고 있는 기술이다.

그림 1에 나타낸 것과 같이 NSIS 프로토콜 스택(Stack)의 주요 구성 요소는 NTLP(NSIS Transport Layer Protocol)와 NSLP(NSIS Signaling Layer Protocol)이다. NTLP는 데이터 경로 상에 시그널링 메시지의 라우팅 및 수송을 담당하는데, 이를 위해 GIST(General Internet Signaling Transport)라는 프로토콜을 사용한다[10]. NSLP는 응용에 따라 여러 가지가 있으나 QoS를 위해 표준화되고 있는 프로토콜은 QoS-NSLP이다. QoS-NSLP는 데이터 경로 상에 QoS 자원 정보를 확보하거나, 자원의 예약, 변경, 해제 등을 수행하는 프로토콜로서, 특정 플로우에게 QoS 자원을 제공하기 위해 그 플로우의 데이터 경로상에 위치한 각 노드에 자원예약 상태를 설정하고 관리한다[11].

QoS-NSLP는 송신자가 자원을 예약할 수 있는 송신자 기반 자원예약(Sender-Initiated Resource Reservation)과 수신자가 자원을 예약할 수 있는 수신자 기반 자원예약(Receiver-Initiated Resource Reservation)을 지원한다. 그림 2에 나타낸 것과 같이 송신자 기반 자원예약에서는 송신자(NSIS Initiator: NI)가 QoS 요구사항이 담긴 RESERVE 메시지를 수신자(NSIS Responder: NR) 방향으로 보내어 예약을 개시한다. RESERVE 메시지를 받은 수신자(NR)는 송신자(NI)에게 RESPONSE 메시지를 보낸다.

수신자 기반 자원예약에서는 그림 3에 나타낸 것과 같이 송신자(NI)가 먼저 수신자(NR) 방향으로

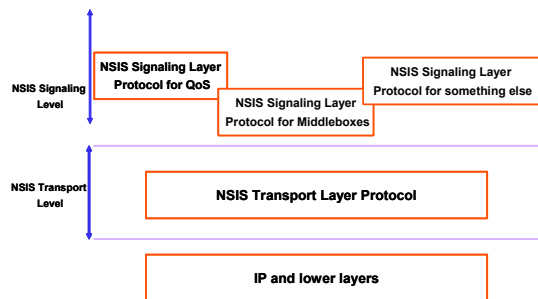


그림 1. NSIS 프로토콜 스택

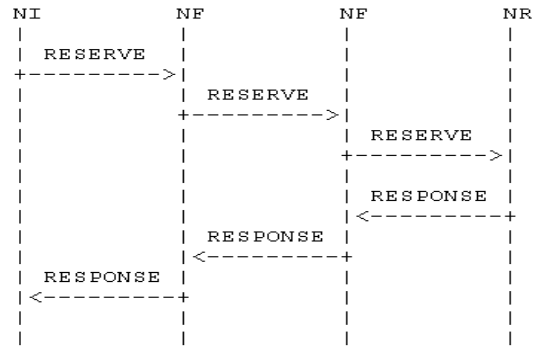


그림 2. 송신자 기반 자원예약(Sender-Initiated Resource Reservation)

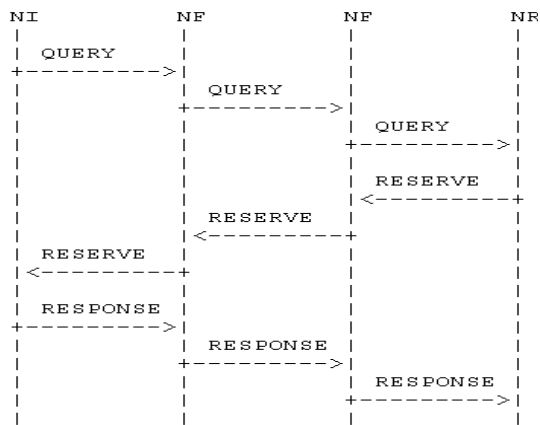


그림 3. 수신자 기반 자원예약(Receiver-Initiated Resource Reservation)

QUERY 메시지를 보내고 수신자(NR)가 이를 토대로 다시 송신자(NI) 방향으로 RESERVE 메시지를 보내어 예약을 개시한다. RESERVE 메시지를 수신한 송신자(NI)는 이에 대한 응답으로 수신자(NR)에게 RESPONSE 메시지를 보낸다. 수신자 기반 자원예약은 송신자(NI)가 직접 자원을 예약하기 어려운 경우에 사용될 수 있다.

현재 NSIS 프로토콜은 이동성 지원을 위한 기능들이 충분히 포함되어 있지 않다. 예를 들면 핸드오버로 인하여 발생하는 옛 경로(old path), 새 경로(new path), 변경되지 않는 경로(unchanged path) 상의 예약상태 갱신(update)을 신속하게 수행하는 방안, 이중 자원예약 해결 방안, Mobile IPv6와 QoS 신호 프로토콜과의 연동 등을 위한 구체적인 방안이 필요하다. 본 논문에서는 이러한 이동성 지원기능을 갖는 QoS 신호 프로토콜을 제시하여 끊임없는 서비

스가 제공될 수 있도록 한다.

3. IP 기반 이동망 환경에서 QoS 제공을 위한 신호 프로토콜의 설계 및 구현

본 절에서는 IP 기반 이동망 환경에서 멀티미디어 QoS 지원이 가능하도록 NSIS 신호 프로토콜의 기능을 확장한 새로운 QoS 신호 프로토콜의 설계 및 구현 구조를 제시한다. 제안한 신호 프로토콜의 동작환경은 그림 4에 나타낸 것과 같다. 즉, 새로운 액세스 망에 접속된 후 Mobile IPv6를 이용하여 이동성 관리 절차를 개시함과 동시에 제안한 QoS 신호 프로토콜을 이용하여 자원을 요청하고, 새로운 경로상의 자원 예약, 옛 경로상의 자원해제, 공통 경로상의 자원 상태정보 갱신을 신속히 수행한다. 제안된 신호 프로토콜의 세부 설계 및 구현 구조는 다음 절부터 자세히 기술한다.

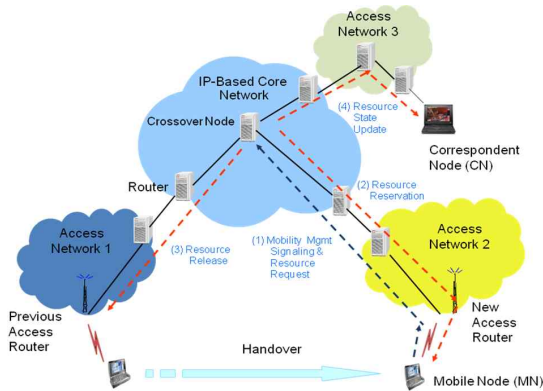


그림 4. 제안된 QoS 신호 프로토콜의 동작 환경

3.1 QoS 신호 프로토콜의 설계 구조

본 논문에서 제안된 QoS 신호 프로토콜은 기본적으로, 확장된 QoS-NSLP, GIST, API, 이동성 지원 기능의 네 부분으로 구성되는데, 각 구성요소의 주요 기능은 다음과 같다.

- 확장된 QoS-NSLP 프로토콜: 자원예약 관련 메시지 생성, 자원의 예약/갱신/해제 등을 수행함
- GIST(NTLP) 프로토콜: 메시지의 전송, Messaging Association 설정, 피어 발견(Peer Discovery), 경로변경 인지 기능을 수행함
- API: NTLP와 확장된 QoS-NSLP가 상호 동작할 수 있도록 두 계층간에 신호 메시지를 전달하

기 위한 인터페이스를 제공함

- 이동성 지원 기능(Mobility Function): 이동 노드의 핸드오버 후 새로운 경로에서의 신속한 자원 예약, 공통 경로의 예약 상태정보 갱신, 이전 경로의 자원에 대한 신속한 해제 등을 수행함

본 논문에서 제안된 QoS 신호 프로토콜은 TCP/UDP/IP 프로토콜 상에서 동작한다. 이동성 지원을 위한 Mobility Function은 특정 계층으로 분리하지 않고, QoS-NSLP 계층에 포함하여 GIST 및 API와 상호 동작할 수 있도록 하였다.

3.1.1 GIST의 설계 및 구현

3.1.1.1 GIST의 설계

GIST가 피어 노드로부터 메시지를 받은 경우의 동작 흐름도는 그림 5에 나타낸 것과 같으며, GIST가 QoS-NSLP로부터 메시지를 받은 경우의 동작 흐름도는 그림 6에 나타낸 것과 같다.

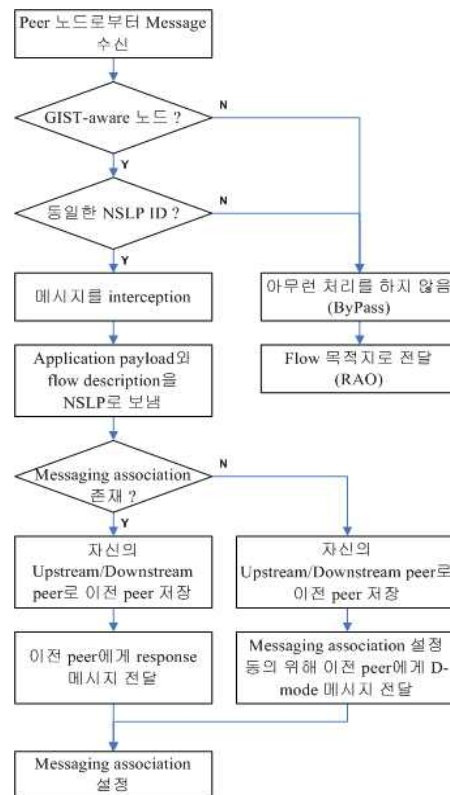


그림 5. GIST가 피어 노드로부터 메시지를 받은 경우의 동작 흐름도

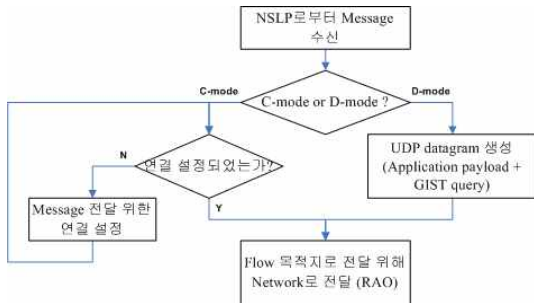


그림 6. GIST가 QoS-NSLP로부터 메시지를 받은 경우의 동작 흐름도

3.1.1.2 GIST의 구현

GIST 코드는 GIST의 기본 역할인 신호 메시지 전송, 피어 발견, messaging association 설정을 수행하는 함수 외에 확장된 QoS-NSLP와 GIST가 상호 동작하도록 하는 API를 포함한다. GIST 코드의 참조관계는 그림 7에 나타낸 것과 같다.

각 함수의 역할 및 세부 구성을 자세히 살펴보면 다음과 같다.

(1) 전송 초기화

그림 8에서는 GIST의 전송을 초기화하는 함수인 initializeNtLP 함수를 보여준다. 이 함수는 신호메시

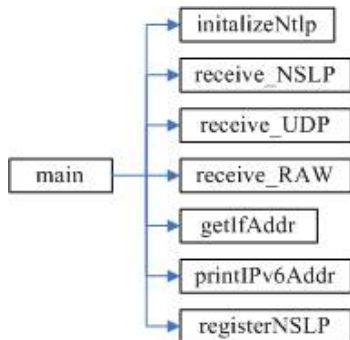


그림 7. GIST 코드의 참조관계

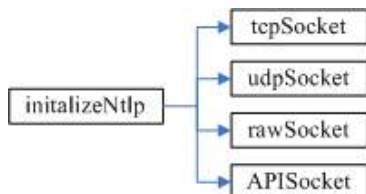


그림 8. initializeNtLP 함수의 참조관계

지를 전송하기 위한 준비작업을 수행하는 것으로 TCP, UDP, RAW, API 소켓을 생성하는 역할을 한다.

(2) NSLP 메시지 수신(GIST API)

그림 9에서는 확장된 QoS-NSLP의 메시지를 GIST가 인식할 수 있는 메시지 형태로 변형시키는 역할을 수행하는 receive_NS LP 함수를 보여준다. 이 함수는 QoS-NSLP로부터 수신한 메시지의 메시지 크기, NSLP ID, Session ID, MRI(Message Routing Information) 등의 정보를 추가하여 GIST 메시지를 생성한다.

또한 receive_NS LP 함수는 단순히 NSLP 메시지를 수신하는 역할 뿐만 아니라, Session ID의 확인을 통해 Messaging Association이 설정되어 있는지 여부를 검사하여, 설정되어 있다면 이 메시지를 RESPONSE 메시지로 판단하여 RAW 모드로 메시지를 전송하고, 설정되어 있지 않다면 Messaging Association을 설정할 수 있도록 UDP 모드(D-mode)로 메시지를 전송한다.

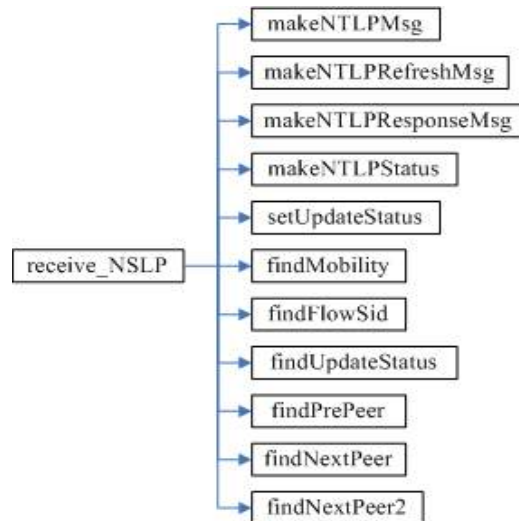


그림 9. receive_NS LP 함수의 참조관계

(3) 메시지 Interception 및 Messaging Association 설정

그림 10에서는 Messaging Association을 설정하는 receive_UDP 함수와 QoS 신호프로토콜 메시지 인지를 판단하여 interception하는 receive_RAW 함수의 참조관계를 나타낸다.

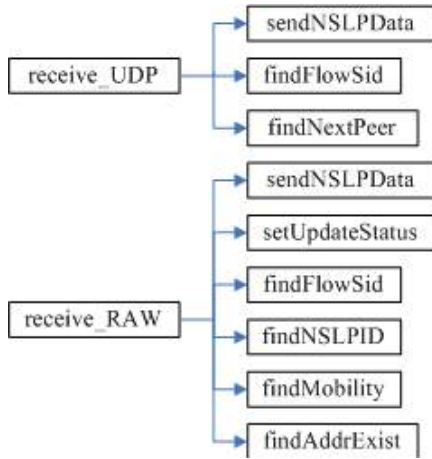


그림 10. receive_UDP 함수와 receive_RAW 함수의 참조관계

망의 각 노드에 메시지가 도착하면 receive_RAW 함수는 도착된 메시지가 QoS 신호 프로토콜 메시지인지 여부를 판단한다. receive_RAW 함수는 메시지의 RAO(Route Alert Option) 값을 확인하여 올바른 QoS 신호 프로토콜 메시지인지를 판단한다. 만약 메시지 내의 RAO 값이 탑재된 QoS 신호 프로토콜의 RAO 값과 일치하지 않을 경우 바이패스(bypass)하고, 일치하는 RAO 값을 가지고 있다면 QoS 신호 프로토콜 메시지라고 판단하여 해당 메시지를 인터셉트(intercept) 한다. QoS 신호 프로토콜 메시지로 판정되면 NSLP ID가 동일한지 여부를 확인하여 동일하면 그 메시지를 상위 QoS-NSLP 계층으로 전달하고, NSLP ID가 동일하지 않다면 수신된 메시지를 다음 피어 노드로 바이패스한다.

메시지의 Session ID를 receive_UDP 함수에서 비교하여 Refresh 메시지인지 Messaging Association을 설정하기 위한 응답 메시지인지를 판단하고, 인접한 두 신호 노드 사이에 Messaging Association을 설정한다.

3.1.2 확장된 QoS-NSLP의 설계 및 구현

3.1.2.1 확장된 QoS-NSLP의 설계

확장된 QoS-NSLP가 GIST로부터 메시지를 받은 후의 동작 흐름도는 그림 11에 나타낸 것과 같으며, QoS 제공을 필요로 하는 사용자로부터 입력(input)을 받은 경우의 동작 흐름도는 그림 12에 나타낸 것과 같다

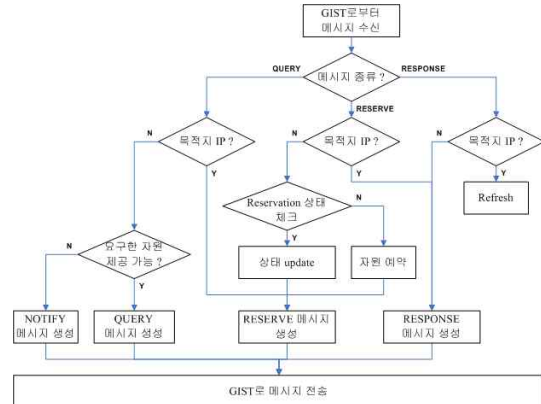


그림 11. QoS-NSLP가 GIST로부터 메시지를 받은 경우의 동작 흐름도

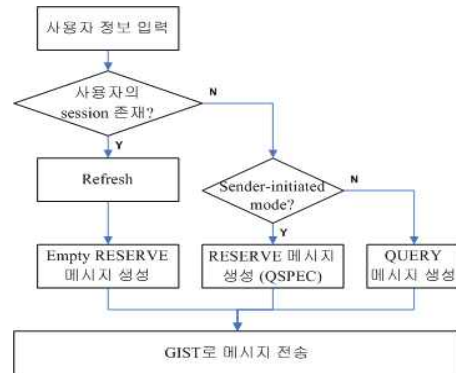


그림 12. QoS-NSLP가 사용자 입력을 받은 경우의 동작 흐름도

3.1.2.2 확장된 QoS-NSLP의 구현

확장된 QoS-NSLP의 함수간 참조 관계는 그림 13에서 볼 수 있다. QoS-NSLP의 주된 역할은 QUERY, RESERVE, RESPONSE, NOTIFY 등의 메시지를 생성하여 자원의 예약, 갱신, 해제 등을 수행하는 것이다. 이 네 가지 메시지는 다양한 형태의 이동성관리/핸드오버 기술에 대해 독립적인 형태를 가지도록 정의되었으며, 특정 이동성관리/핸드오버 기술과 직접 연동되는 부분만 추가로 그 특성을 고려하여 처리하도록 하였다(메시지 자체는 변경이 없으나 메시지 송수신 절차는 변경 가능함).

확장된 QoS-NSLP는 사용자가 원하는 대역폭 및 목적지 주소를 입력하는 것을 시작으로 동작하도록 구현하였다. 이렇게 사용자가 입력한 정보를 바탕으로 QoS 신호 메시지를 생성한 후 생성된 메시지를

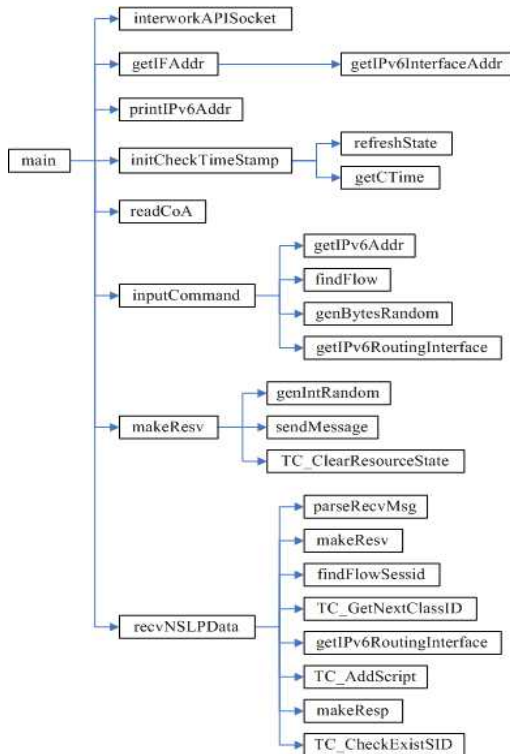


그림 13. 확장된 QoS-NSLP 코드의 참조관계

전송하고, 실질적인 자원예약은 TC(Traffic Control) 기능을 이용하여 수행된다. 전술한 바와 같이 확장된 QoS- NSLP는 이동성 지원 기능도 포함하고 있다.

(1) interwork_api_socket 함수

GIST와 확장된 QoS-NSLP가 상호 동작할 수 있도록 하기 위한 함수로서, 소켓을 생성하여 확장된 QoS-NSLP 메시지를 GIST로 보내고, GIST 메시지 형태로 메시지를 캡슐화(encapsulation)하는 역할을 수행한다.

(2) initCheckTimeStamp 함수

이 함수는 타이머를 체크하여 처음 메시지를 보낸 30초 후부터 Refresh하는 역할을 수행한다. 주기적으로 자원 예약상태를 Refresh함으로써 경로상의 자원 예약상태를 감시하고, 메시지 전송이 순조롭게 이루어지도록 한다.

(3) inputCommand 함수

이 함수는 사용자로부터 요구사항을 입력 받아 메

시지 생성 시 기본 정보로 사용할 수 있도록 한다. 이때 입력되는 사항은 사용자 ID, 요구하는 대역폭, 목적지 주소 및 포트 주소 등이다.

(4) MakeResv 함수

이 함수는 RESERVE 메시지를 생성하는 역할을 수행한다. 그 외 메시지를 생성하는 함수로는 QUERY 메시지를 생성하는 MakeQuery, RESPONSE 메시지를 생성하는 MakeResp, NOTIFY 메시지를 생성하는 MakeNotify가 있다.

(5) ParceRecvMsg 함수

이 함수는 QoS-NSLP가 수신한 메시지의 내용을 읽어 메시지 종류에 따라 동작한다. 이 중 가장 중요한 것은 실제 자원예약을 수행하는 부분으로 TC(Traffic Control) 기능을 이용하여 처리하도록 하였다. 구현된 코드에서는 HTB(Hierarchical Token Bucket) 방식을 사용하여 대역폭 자원을 제어한다.

3.2 이동성 지원 기능의 설계 및 구현

QoS 신호 프로토콜은 단말이 이동하는 상황에서의 신호 기능을 제공하는 것이 중요한 요구사항이므로 단말의 이동을 즉시 감지할 수 있어야 한다[12]. 단말이 이동함에 따라 IP 계층(Layer 3)에서의 이동성을 관리하기 위하여 Mobile IPv6[13,14,15]가 제안되었는데, 본 논문에서 제안한 QoS 신호 프로토콜은 이러한 Mobile IPv6 환경에서 사용될 수 있도록 구현되었으며, 단말의 이동을 감지하기 위해서 Mobile IPv6가 관리하는 상태 정보(예를 들면, 바인딩 캐시(Binding Cache) 정보)를 이용한다. 즉, Layer 2의 접속 상태를 토대로 Mobile IPv6를 이용한 Layer 3 핸드오버 절차가 수행되면 이와 동시에 이동 노드(MN)가 QoS 신호 메시지를 전송하거나, 상대 노드(CN)의 바인딩 캐시 정보의 갱신상태를 확인하여 상대 노드가 QoS 신호 메시지를 즉시 CRN (Crossover Node)에게 전송하고 이를 통해 자원 예약과 해제가 신속하게 이루어지도록 한다.

3.2.1 이동성 지원 기능의 설계

제안된 QoS 신호 프로토콜이 노드의 이동을 감지하는 과정의 동작 흐름도는 그림 14에 나타난 것과 같다.

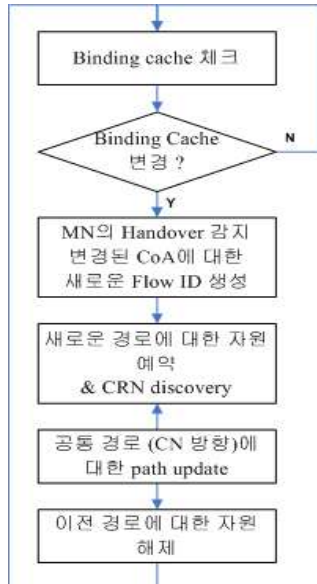


그림 14. 이동성 지원 기능의 동작 흐름도

단말이 이동하는 경우 Mobile IPv6를 사용하는 단말은 HA(Home Agent)와 CN(Correspondent Node)에게 BU(Binding Update) 메시지를 전달하고, HA와 CN은 이 메시지를 이용하여 바인딩 캐시를 관리한다. QoS 신호 프로토콜이 Mobile IPv6를 사용하는 망에서 동작하는 경우, 단말의 이동 감지를 위해 이러한 바인딩 캐시를 이용할 수 있다. 본 논문에서 구현된 이동성 지원 기능은 바인딩 캐시를 체크하여 변동이 있을 때마다 단말의 이동을 감지하며 이를 토대로 새로운 경로에 대한 시그널링을 수행할 수 있다. 단말의 이동을 감지하는 과정은 그림 15에 나타난 것과 같다. 새로운 시그널링을 신속하게 수행

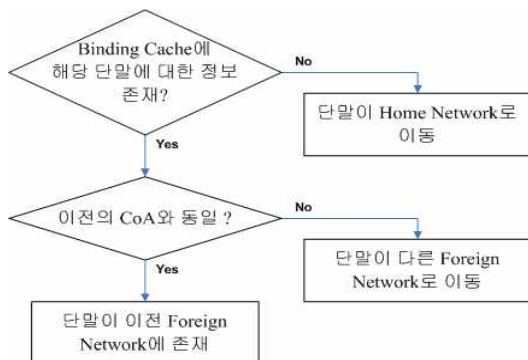


그림 15. 단말의 이동 감지 과정

하기 위해 핸드오버 직후 이동 노드(MN)로부터 도달하는 신호 메시지내의 Session/Flow ID를 기존 Session/Flow ID와 비교하여 CRN을 발견하고 이를 통해 새 경로에 자원예약을 신속히 수행하며, 옛 경로의 자원예약을 신속히 해제한다.

3.2.2 이동성 지원 기능의 구현

이동성 지원 함수는 진술한 바와 같이 QoS-NSLP 내에 구현되었다. 이동 노드의 이동여부는 Mobile IPv6 소스 코드 내의 바인딩 캐시 내용을 비교하여 CoA (Care-of-Address)가 변경되었다는 사실을 알 수 있다. 이를 이용하여 QoS-NSLP 메시지 내의 주소 정보를 변경하고, 메시지를 전송한다.

4. QoS 신호 프로토콜의 성능분석

본 절에서는 구현된 QoS 신호 프로토콜의 실제 성능을 측정하기 위해 구축한 테스트베드 구조를 제시하고, 아울러 이를 통해 측정된 성능을 분석한다.

4.1 테스트베드 구조

그림 16에서는 구축된 테스트베드 구조를 보여주고 있는데, AR1(Access Router 1), AR2(Access Router 2), MN(Mobile Node), HA(Home Agent), CN(Correspondent Node) 등의 노드들은 Mobile IPv6 환경에서 동작하도록 하였다. 또한 트래픽 발생기(MGENv6)는 QoS 신호 프로토콜의 성능을 확인하기 위해 NR-2에 연결하고 AR1과 AR2의 방향으로 트래픽을 발생시켰다.

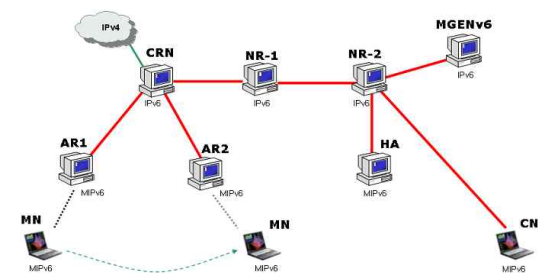


그림 16. IPv6/Mobile IPv6 기반 테스트베드 구조

4.2 성능분석

4.1절에서 제시한 테스트베드 상에서 이동성 지원

이 가능한 QoS 신호 프로토콜의 성능을 측정하기 위한 실험을 진행하였다. 이 실험에서는 Mobile IPv6만이 동작하는 환경과 Mobile IPv6와 제안된 QoS 신호 프로토콜이 함께 동작하는 환경에서 성능을 각각 측정하고 비교하였다. 특히, 이동 노드(MN)가 AR1에 접속되어 CN으로부터 영상(Video) 트래픽을 수신한 상황에서 AR2로 핸드오버를 하는 경우에도 자원이 신속히 예약되어 요구되는 QoS가 지속적으로 제공되는지 여부를 확인하였다. MN은 QoS 신호 프로토콜을 통해 영상 트래픽을 위한 자원을 예약함으로써 7Mbps의 대역폭을 보장받고, 그 외의 BE 트래픽은 남은 대역폭인 3Mbps를 사용한다.

그림 17 및 그림 18에서는 MN이 AR1과 접속된 상태에서 AR1과 AR2의 무선 구간에서의 트래픽 상황을 측정된 결과를 각각 보여주고 있다. 그림에서 볼 수 있듯이 MN이 핸드오버하기 전 AR1에 접속되

어 있을 때에도 MN으로 향하는 영상 트래픽은 요구한 대역폭을 보장받고, 그 외의 트래픽(BE)은 최대 3Mbps(10Mbps로 트래픽을 전송해도)의 제한된 대역폭을 사용하는 것을 볼 수 있다. 그림 19에서는 약 417초에 CN으로부터 MN으로 영상 트래픽이 전송되어 가변하는 Traffic Rate을 보여주고 있다.

그림 20 및 그림 21에서는 MN이 AR2로 핸드오버한 후 AR1과 AR2의 무선 구간에서의 트래픽 상황을 측정된 결과를 보여주고 있다. 그림에서 알 수 있듯이 MN이 AR2로 핸드오버한 후 영상 트래픽을 위해 예약된 자원이 신속히 해제되어 AR1으로 전송되는 Background 트래픽(BE 트래픽)이 가용한 대역폭인 10Mbps를 모두 사용하는 것을 볼 수 있다(이중 자원 예약 문제 해결). 아울러, AR2로 10Mbps의 대역폭을 사용하여 전송되던 Background 트래픽은 총 10Mbps의 대역폭 중 MN에게 할당된 7Mbps(MN을

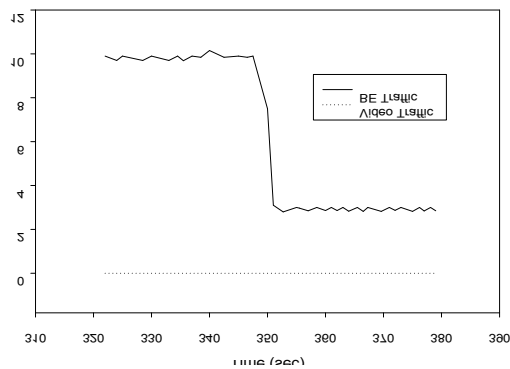


그림 17. 핸드오버하기 전 AR1에서의 Traffic Rate(BE 트래픽만 존재)

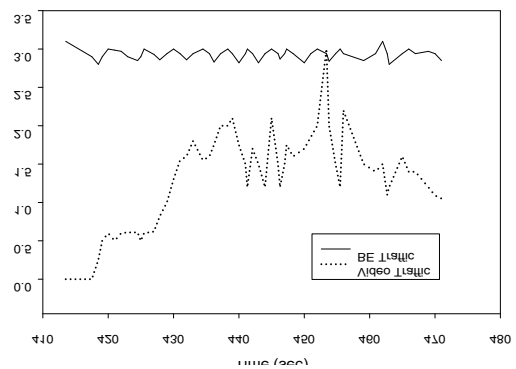


그림 19. 핸드오버하기 전 AR1에서의 Traffic Rate (BE 및 영상 트래픽 공존)

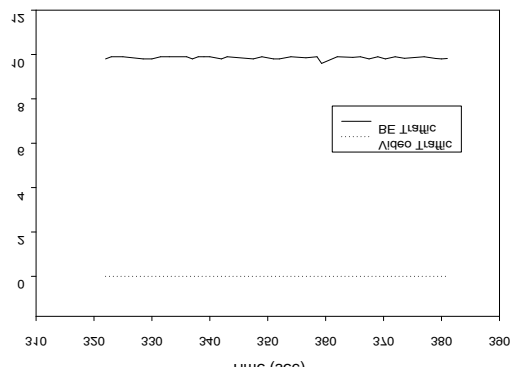


그림 18. 핸드오버하기 전 AR2에서의 Traffic Rate (BE 트래픽만 존재)

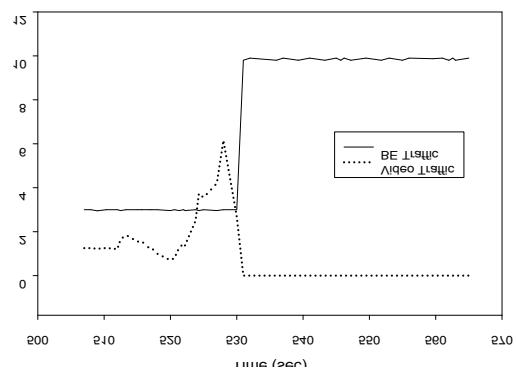


그림 20. 핸드오버 후 AR1에서의 Traffic Rate (BE 및 영상 트래픽 공존)

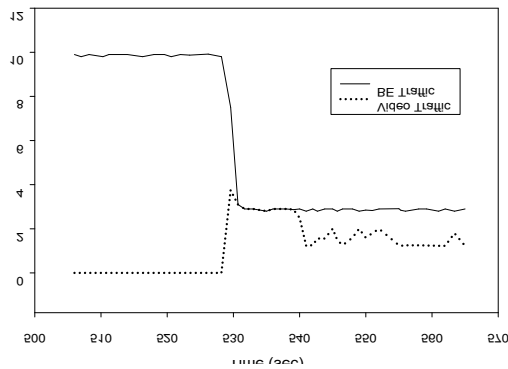


그림 21. 핸드오버 후 AR2에서의 Traffic Rate (BE 및 영상 트래픽 공존)

위해 예약된 자원)를 제외한 3Mbps를 사용하는 것을 볼 수 있다. 즉, MN은 AR2로 핸드오버하여도 MN에게 향하는 영상 트래픽의 QoS를 보장하기 위해 예약된 7Mbps를 사용하는 것을 확인할 수 있다. 이러한 실험을 통해 구현된 QoS 신호 프로토콜이 신속한 자원예약 및 해제를 수행하여 끊임없는 QoS를 제공하고, 이중 자원예약 문제를 해결하는 것을 확인하였다.

5. 결 론

본 논문에서는 IP 기반 무선 액세스 망들이 혼재하는 환경에서 이동 노드의 핸드오버 후에도 멀티미디어 응용의 QoS를 지속적으로 제공할 수 있는 신호 프로토콜을 제안하였다. 제안된 QoS 신호 프로토콜은 이동 노드의 핸드오버가 발생하여도 이동한 새로운 위치에서 대역폭과 같은 망 자원을 신속하게 예약할 수 있어 끊임없는 QoS 서비스를 제공하고, 기존 자원을 신속히 해제하여 이중 자원예약 문제를 해결할 수 있다. 본 논문에서는 제안된 신호 프로토콜을 실제로 설계하고 구현한 후 테스트베드를 통해 측정된 성능을 제시하고 분석하였다. 성능분석 결과, 이동 노드가 하나의 액세스 라우터에서 다른 액세스 라우터로 이동한 후에도 구현된 QoS 신호 프로토콜에 의한 자원예약을 통해 멀티미디어 QoS가 지속적으로 보장됨을 확인하였다.

참 고 문 헌

[1] A. I. Assouma and R. Beaubrun, "Mobility

management in heterogeneous wireless networks," *IEEE JSAC*, Vol.24, pp. 638-648, 2006.

[2] M. Yabusakai, T. Okagawa, and K. Imai, "Mobility management in All-IP mobile network: end-to-end intelligence or network intelligence," *IEEE Radio Communications Magazine*, Vol.43, 2005.

[3] L. Ma, F. R. Yu, and V. C. M. Leung, "Performance improvement of mobile SCTP in integrated heterogeneous wireless networks," *IEEE Transactions on Wireless Communications*, Vol.6, pp. 3567-3577, 2007.

[4] R. Braden, L. Zhang, S. Berson, S. Herzog, and S. Jamin, "Resource ReSerVation Protocol (RSVP) - version 1 functional specification," IETF RFC 2205, 1997.

[5] A. K. Talukder et al., "MRSVP: A Reservation Protocol for an Integrated Service Packet Network with Mobile Hosts," Tech. Report TR-337, Rutgers Univ., 1997.

[6] W. Chen and L. Huang, "RSVP Mobility Support: A Signaling Protocol for Integrated Services Internet with Mobile Hosts," *IEEE Conference on Computer Communications*, Part 3, pp. 1283-1292, Vol.3, 2000.

[7] Lee et al., "Method for Guaranteeing Seamless Quality of Service in Wireless Internet," US Patent 2002/00224941 A1, 2002.

[8] C.-C. Tseng, G.-C. Lee, and R.-S. Liu, "HMRSVP: A hierarchical mobile RSVP protocol," *Distributed Computing Systems Workshop*, pp. 467-472, 2001.

[9] R. Hancock, "Next Steps in Signaling: Framework," IETF RFC 4080, 2005.

[10] H. Schulzrinne and R. Hancock, "GIST: General Internet Messaging Protocol for Signaling," draft-ietf-nsis-ntlp-15 (work in progress), 2008.

[11] J. Manner et al., "NSLP for Quality-of-Service Signaling," draft-ietf-nsis-qos-nslp-11 (work in progress), 2008.

- [12] T. Sanda, X. Fu, S.-H. Jeong, J. Manner, H. Tschofenig, "Applicability Statement of NSIS Protocols in Mobile Environments," draft-ietf-nsis-applicability-mobility-signaling-09.txt (work in progress), 2008.
- [13] D. Johnson, C. Perkins, and J. Arkko, "Mobility Support in IPv6," RFC 3775, 2004.
- [14] I. F. Akyildiz, J. Xie, and S. Mohanty "A survey of mobility management in next-generation all-IP-based wireless systems," *IEEE Personal Communications Magazine*, Vol.11, 2004.
- [15] N. Montavont and T. Noël, "Handover management for mobile nodes in IPv6 networks," *IEEE Communications Magazine*, Vol.40, pp. 38-43, 2002.



김 홍 태

2006년 2월 한국외대 컴퓨터및정보통신공학부 학사
2006년 3월~현재 한국외대 컴퓨터및정보통신학과 석사과정
관심분야 : QoS, Mobile Internet, 4G Wireless Networks



정 성 호

2000년 12월 미국 Georgia Institute of Technology 전기및컴퓨터공학 박사
1990년 2월~2001년 8월 한국전자통신연구원(ETRI) 선임연구원
2001년 9월~현재 한국외대 컴퓨터및정보통신공학부 교수
2002년 10월~현재 ITU-T SG16 Rapporteur 및 Editor
2003년 1월~현재 개방형컴퓨터통신연구회 이사
2005년 1월~현재 한국 ITU-T SG16 연구위원회 위원장
2006년 1월~현재 한국통신학회 통신네트워크연구회 부위원장
관심분야 : QoS/Mobility, Wireless/Mobile Networks, Mobile IPTV, Multimedia Communications