

# 모바일환경에서의 종단 간 QoS 제공을 위한 효율적 경로관리기법

정회원 안 병 호\*, 안 중 현\*\*, 조 국 현\*\*\*

## An Efficient Path Management for end-to-end QoS Provisioning Scheme on Mobile Environments

Byung ho Ahn\*, Jung-hyun Ahn\*\*, Kuk-hyun Cho\*\*\* *Regular Members*

### 요 약

모바일 환경에서 현재의 MIP 기반 핸드오버 기법은 여러 문제점을 가지고 있어 끊김 없는 서비스를 제공하는 데 한계가 있는 것으로 알려져 있다. 최근 MIP 기반 핸드오버 기법에서 좀 더 효과적인 QoS를 제공하기 위해 MRSVP, HMRSVP 등 여러 연구가 진행되었지만 MIP 기반 모바일 환경 자체가 가진 근본적인 여러 문제 때문에 QoS 관련 연구의 한계를 가질 수밖에 없다. 본 논문에서는 모바일 환경에서 이동 중 QoS를 제공하기 위해 이동성 SCTP 기반의 핸드오버 기법에서 종단 간 QoS 제공기법인 IntServ를 도입하는 메커니즘과 효율적인 경로 관리를 고려한 QoS 제공 방안을 제안하고자 한다. 제안된 기법은 모바일 노드의 이동으로 빈번히 일어나는 핸드 오버 시마다 종 단간 예약을 다시 해야 하는 예약비용을 줄이기 위해 중복되는 경로 지점을 찾아 새로운 부분만 다시 예약하는 기법에 대한 것이다. 또한 SCTP 기반의 RSVP와 MIP 기반의 RSVP에 대한 문제 분석과 해결방안을 제안하고 예약비용 분석을 통해 비용 절감효과의 타당성을 평가검증 한다.

**Key Words** : QoS, Path Management, SCTP, RSVP, Mobile

### ABSTRACT

It has known that the handover based on MIP in mobile environments has many constraints for proving seamless service due to well known problems. Although there has been researching for the solutions, such as MRSVP and HMRSVP etc, it is difficult to do the research related with QoS due to the issues based on MIP used as a seamless mobility. In this paper, the seamless provides in a mobility based on SCTP, which is applied by IntServ for end-to-end QoS service. The paper also proposes the path management scheme for saving reservation cost. the scheme searches a new path on the moving mobile terminal and reserves the resources on the path for providing seamless QoS service. The paper is also analyzed on the comparition between a SCTP based and MIP based solutions. the scheme is evaluated using the cost effect saved for resource reservation.

### I. 서 론

노트북, PDA 등과 같은 IP 기반의 휴대형 단말 기 보급의 확산으로 사용자는 이동 중에도 끊김 없

고 보장된 서비스(QoS: Quality of Service)를 받길 원한다. 이러한 요구사항에 따라 모바일 노드의 이동성을 지원하기 위한 IP 기반의 이동성 지원 기술 과 이러한 기술을 기반으로 한 QoS 제공 기술의

\* 충청대학 의료산업학부 (bhahn@ok.ac.kr), \*\* (주)텔리언 (jhahn@tellion.com), \*\*\* 광운대학교 컴퓨터과학과 (khcho@cs.kw.ac.kr)  
논문번호 : KICS2006-02-057, 접수일자 : 2006년 2월 2일, 최종논문접수일자 : 2006년 3월 8일

개발이 필요하게 되었다.

IETF를 중심으로 제안된 MIP(Mobile IP)<sup>[11]</sup>는 네트워크 계층에서 이동성을 지원하도록 정의되었다. 이 MIP는 이동 호스트로의 데이터 전달과 관련된 라우팅을 주로 다루고 있으며, 홈 에이전트와 외부 에이전트 그리고 모바일 노드를 기본 집합으로 정의하고 있다. 모바일 노드는 에이전트를 통해 데이터를 송수신하게 되고, 외부 네트워크로 이동시에는 홈 에이전트와 외부 에이전트간의 터널링 개념을 이용하여 이동 중에도 데이터를 전달 받을 수 있게 한다.

그러나 MIP는 지연과 패킷 손실 그리고 삼각 라우팅으로 인한 비효율성 문제로 인해 이동 중 끊김 없는 서비스를 제공하는데 제약사항들을 포함하고 있다. 이러한 문제를 해결하고자 HAWAII, HMIP 등이 제안되었지만 이동성에 대한 근본적인 문제를 해결하지는 못하였고, 네트워크 계층 장비를 변경해야 하는 또 다른 문제도 포함하고 있다.

이에 대한 대안으로 이동 중에도 데이터 전송이 끊김 없이 효율적으로 이루어지게 하기 위해서 전송계층에서의 핸드오버 지원 방법이 연구되었다<sup>[11, 12]</sup>. 이 방법의 핵심은 멀티호밍을 지원하는 전송계층 프로토콜인 SCTP로 연결이 유지된 상태에서 IP를 바꿈으로써 이동 중 끊김 없는 서비스 지원을 가능하게 한다.

한편 모바일 환경에서의 QoS 지원 방안으로 MIP 기반의 MRSVP<sup>[6]</sup>, HMRSVP<sup>[9]</sup> 등 여러 연구가 진행되었지만 MIP 기반이라는 한계 때문에 비효율적이며 실제적으로 QoS 제공하기는 어려울 수밖에 없다.

본 논문에서는 모바일 환경은 MIP가 아닌 SCTP 기반의 핸드오버 기법을 이용하고 종단 간 QoS 제공기법으로 경로관리를 고려한 RSVP기반의 IntServ 기법을 제안 한다. 이를 위해서 먼저 본 논문에서는 이동성 SCTP 핸드오버 기법을 기술하고, MIP의 종단간 QoS관리기법들과 문제점들을 기술하며, 이러한 문제점들에 대한 SCTP적용시 고려사항들을 논의한다. 본 논문에서 제안한 기법은 모바일 노드의 이동으로 빈번히 일어나는 핸드오버 시마다 종 단간 자원 예약을 다시 해야 하는 예약비용을 줄이기 위해 경로관리를 통한 예약 기법을 제안한다. 또한 본 논문에서 제안한 이동성 SCTP에서의 자원 예약비용 분석을 통해 비용 절감효과의 타당성을 평가검증 한다.

## II. 관련 연구

본 장에서는 본 논문의 기반이 되는 SCTP 에서

이동성을 지원하는 핸드오버 기법과 MIP에서의 핸드오버 기법을 비교 설명하며, 무선 IP 네트워크에서 종단 간 QoS를 제공하기 위한 방법들을 기술한다.

### 2.1 SCTP 기반의 전송계층 핸드오버

대부분의 인터넷 애플리케이션들이 종단 간 서비스를 제공한다는 점에 착안하여 전송계층에서의 핸드오버 지원방안이 연구되고 있다. 전송계층에서 이동성을 지원하기 위해서는 이동 노드가 다른 네트워크로 이동했음을 감지하고 새로운 주소를 부여받은 후 상대방 노드에 이동했다는 정보를 알려야 한다. 모바일 노드가 이동하면 DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol)나 IP 주소 자동 설정(address autoconfiguration)과 같은 하위 계층 기능을 이용하여 새로운 주소를 부여 받을 수 있으며, DNS(Domain Name System)를 사용해서 이동 노드의 위치 관리를 할 수 있다. 그러므로 전송계층에서는 이동성 관리를 위해 연결 관리와 관련된 기능만 제공해주면 된다. 멀티호밍 기능을 지원하는 전송계층 프로토콜인 SCTP(Stream Control Transmission Protocol)<sup>[13]</sup>는 핸드오버 시에 연결이 유지된 상태에서 IP를 바꿀 수 있는 기능을 제공한다. SCTP는 원래 모바일 환경에서 사용하기 위해 제안된 프로토콜이 아니기 때문에 동적으로 가용한 IP를 추가 삭제할 수 있는 기능을 위해 SCTP Dynamic Address Reconfiguration<sup>[14]</sup> 표준안이 제안되었다.

그림 1은 SCTP 기반 전송계층의 종단 간 핸드오버 과정을 설명하고 있다. 모바일 노드가 새로운 액세스 라우터2의 영역과 이전 액세스 라우터1 영역의 중첩지역으로 이동시 새 IP를 할당 받고, 그 IP를 대응노드에 알리기 위해 Address Configuration Change(ASCONF) 메시지를 보낸다<sup>[14]</sup>.

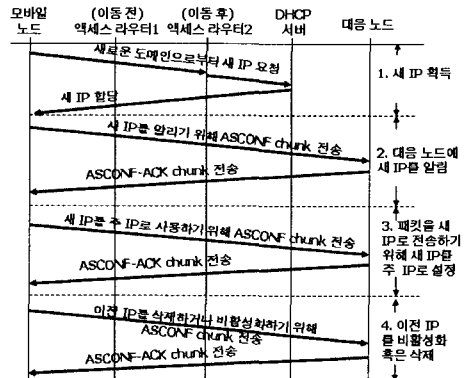


그림 1. SCTP기반의 핸드오버 기법

표 1. MIP 기반 핸드오버와 SCTP 기반 핸드오버 비교

	MIP 기반	SCTP 기반
높은 핸드오버 시간 지연	새 주소 재구성 시간 HA에 등록 시간 터널 설정	MIP 보다 적음
높은 데이터 손실률	이전 링크를 새 링크로 옮길 때 패킷 손실	멀티호핑 기능 때문에 MIP 보다 적음
비효율적인 라우팅	삼각 라우팅	삼각 라우팅을 안함

모바일 노드가 새 액세스 라우터2의 영역으로 완전히 이동하게 되면 다시 ASCONF 메시지를 보내 새로 받은 IP를 주 IP로 사용하겠다는 것을 알리고, 그 IP로 데이터를 전송 받게 된다. 이전 IP는 필요 없게 되면 삭제하거나 비활성화 시킬 수 있다.

이러한 SCTP 기반의 핸드오버 기법은 MIP 기반의 핸드오버 문제점들을 다수 해결 할 수 있다. 높은 핸드오버 시간 지연은 등록과정이 간소화되고 터널을 만들지 않기 때문에 더 적은 시간 지연이 발생하며, 데이터 손실은 멀티호핑 기능을 사용하기 때문에 SCTP 자체의 재전송 알고리즘을 통해 손실을 방지할 수 있다. 마지막으로 비효율적인 삼각 라우팅 문제는 터널을 만들지 않기 때문에 삼각 라우팅이 이루어지지 않아 더 효율적이라고 할 수 있다. MIP의 문제점과 비교하여 SCTP 기반의 핸드오버의 개선된 사항은 표 1에 정리하였다.

### 2.2 무선 IP 네트워크의 중단 간 QoS 관리

MIP와 핸드오버가 무선 네트워크 환경에서 중요 사안이 되면서 MIP 기반의 모바일 환경에서 중단 간 QoS를 제공하는 기법에 대한 연구도 활발히 진행되었다. 중단 간 QoS 서비스는 핸드오버 시 RSVP<sup>[2]</sup>를 이용한 IntServ에 대한 연구가 주를 이루었다.

모바일 환경에서 QoS 제공시 유선에서와 달리 몇 가지 해결해야 할 문제들이 있다. 첫 번째로 모바일 노드가 다른 서브넷으로 이동할 때 미리 자원 예약을 해야 하는 문제이다. 모바일 노드 이동시 송신자와 수신자간의 경로는 변경되며 이동 후에 새로운 경로가 재확립되어 있지 않다면 QoS를 제공할 수 없게 된다. 이러한 문제를 막기 위해 모바일 노드가 이동할 서브넷의 자원을 미리 예약해야 하지만 모바일 노드가 어디로 이동할지 예측하는 일은 매우 어려운 일이다. 만약 잘못 예측 하였다면 QoS를 제공하지 못할 뿐 아니라 예약한 자원을 낭비하게 된다.

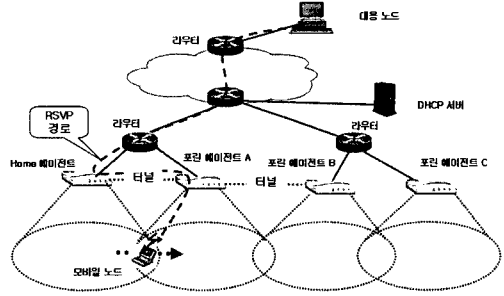


그림 2. MIP기반의 RSVP

그림 2는 MIP상에서 RSVP를 이용한 QoS의 예이다. 홈 에이전트가 위치한 서브넷에 있는 모바일 노드가 A 영역으로 이동한다면, 송신자는 QoS 제공을 위해 새로운 경로를 A영역으로 보내 자원을 예약하려 할 것이다. 만약 이동전에 미리 예약하기 위해 여러 자원을 예약해 놓았다면, 대부분은 사용되지 않아 낭비될 것이고 새 자원 예약 요청이 거부될 확률은 증가할 것이다. 이러한 문제들에 대한 연구로 방문할 영역의 자원을 미리 예약하는 메커니즘인 Mobile RSVP(MRSVP)<sup>[4]</sup>, 확률이론을 이용한 예측 메커니즘<sup>[5]</sup> 그리고 네트워크의 계층적 구조를 이용한 Hierarchical Mobile RSVP(HMRSVP)<sup>[7]</sup> 등이 있다.

두 번째는 MIP기반의 핸드오버 기법에서 RSVP를 이용한 QoS 제공시, 핸드오버가 일어날 때 RSVP 터널 생성 문제이다. 홈 에이전트와 포인 에이전트간의 터널에서 IP 패킷들은 IP 패킷에 캡슐화 되어 전송되고, RSVP 메시지도 마찬가지로 캡슐화 되어 전송된다. 그러므로 각 에이전트들은 터널에서 RSVP 메시지를 처리할 수 없기 때문에 자원 예약을 할 수 없다.

터널에서 IP 패킷에 캡슐화 된 RSVP 메시지를 인식하게 하기 위해서는 IP 패킷 안에 캡슐화 된 IP 패킷의 헤더의 정보를 이용하여 라우터에서 캡슐화를 풀어야 한다. 그러나 이 방법은 모든 라우터에 기능 추가를 요구하고 라우터의 오버헤드를 증가시키므로 적절한 방법이 되지 못하며 삼각 라우팅과 시그널링 오버헤드 문제도 해결하지 못한다.

세 번째는 공통 경로를 찾는 문제인데, 공통 경로란 그림 3과 같이 모바일 노드가 이동시 새 경로를 예약 할 때 이전 경로와 중복되는 부분을 말한다. 이 공통 경로는 핸드오버시 이전 경로와 새로운 경로가 거의 중복될 것이기 때문에 처음부터 끝까지 새로운 자원 예약을 하지 않고 새로운 부분만 다시 예약함으로써 자원 예약비용과 시간 지연을

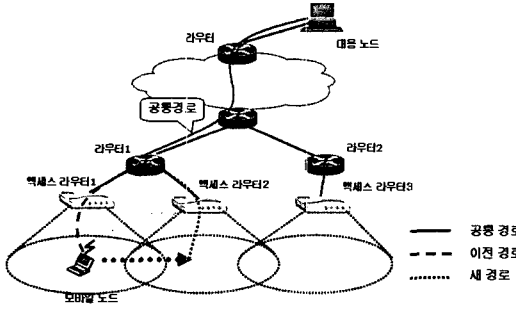


그림 3. 핸드오버 시 공통경로

줄일 수 있다. 이러한 공통 경로를 찾는 방법은 주로 플로우 레벨을 이용하여 이루어지는데 RSRR: A Routing Interface For RSVP<sup>[16]</sup> 표준 문서에 기술되어 있는 Route\_Query, Route\_Reply 메시지를 이용하여 각 라우터를 확인한다. 이 메시지는 RSVP의 라우팅 인터페이스가 변경되었는가를 확인하고 변경되었다면 변경된 정보를 알린다.

### III. 경로관리를 고려한 QoS 제공 방안

본 장에서는 본 논문에서 제시하는 경로관리를 고려한 QoS를 제공하기 위한 고려사항들을 살펴보고, 이러한 고려사항들을 토대로, 공통 경로 메커니즘을 제안하며, 제안한 메커니즘을 토대로, 새롭게 QoS를 보장하기 위한 방법을 제시한다.

#### 3.1 고려사항

MIP 기반의 핸드오버 환경에서 QoS 제공 기법과 SCTP 기반의 핸드오버 시 QoS 제공 기법을 앞서 기술한 종단 간 RSVP의 문제점들을 중심으로 비교하면 표 2와 같다.

첫 번째, 이동전에 미리 자원 예약을 해야 하는 문제는 어떤 핸드오버 기법에서 이동성을 지원할 것인가와 밀접한 관련이 있다. SCTP 기반의 핸드오버 기법에서는 SCTP의 멀티호밍 기능을 활용하기 때문에 이 문제에 대해 특별한 솔루션은 필요 없게

된다. 즉, 종단간의 연결성을 이용하여 핸드오버를 지원하기 때문에 상대방 노드에 이동했다는 것을 알린 후 예약 하면 된다.

두 번째, MIP에서 RSVP를 이용한 자원 예약을 할 때 모바일 노드의 이동시 RSVP 터널링 문제이다. 터널링 문제는 MIP에서 IP 패킷 안에 IP 패킷을 캡슐화하여 보내거나 따로 RSVP 터널을 생성해주는 방법들이 제안되었으나 라우터에 부하를 많이 주는 등의 문제는 여전히 존재한다. 하지만 SCTP를 이용한 방법에서 QoS 제공시에는 모바일 노드의 이동시 터널을 생성하지 않으므로 따로 고려할 필요가 없게 된다.

세 번째, 공통 경로를 찾는 문제는 모바일 노드의 이동이 빈번히 발생하게 되므로 매우 중요한 문제이다. 이동할 때마다 종단 간 자원 예약을 다시 하게 될 경우 재 예약 시간 지연이나 시그널링 비용이 급격히 증가하여 끊김 없는 서비스를 제공하는데 많은 영향을 줄 수 있다. 그러므로 공통되는 경로는 그대로 두고 새로운 경로만 다시 자원 예약을 하기 위해 공통 경로를 찾는 효율적인 방법이 필요하다.

#### 3.2 공통 경로 메커니즘

그림 4와 같이 모바일 노드가 액세스 라우터1의 영역에 있을 때 대응노드와 모바일 노드간의 경로는 대응노드->라우터1->액세스 라우터1->모바일 노드가 된다고 가정한다. 이때 모바일 노드가 액세스 라우터2의 영역으로 이동하게 된다면 대응노드와 모바일 노드간의 경로는 대응노드->라우터1->액세스 라우터2->모바일 노드가 된다. 여기서 공통경로는 모바일 노드가 이동하더라도 바뀌지 않는 대응노드와 라우터1간의 경로를 뜻하며 공통경로의 종단에 있는 라우터를 공통 라우터라고 한다. 이 공통 라우터를 찾기 위해 RSRR의 Route\_Query와 Route\_Reply 메시지는 RSVP의 경로 상태정보 변경을 확인하고 바뀐 정보를 요청한다. 상태정보는 세션 ID, 목적지 IP주소 등이며 세션 ID와 목적지 IP주소만

표 2. MIP와 이동성 SCTP에서 RSVP 적용 방안 및 해결 방법

MIP에 RSVP 적용 시 문제점	해결방안	
	MIP	SCTP
자원 선-예약 문제	- MRSVP - HMRSVP	- 문제점 미 발생
RSVP 터널링 문제	- IP-In-IP 캡슐화 문제 <sup>[8]</sup> - RSVP Tunnel 사용 <sup>[9]</sup>	- 문제점 미 발생(터널링을 하지 않기 때문)
공통 경로 식별 문제	- flow labels 사용 <sup>[10]</sup>	- 해결 방안 필요

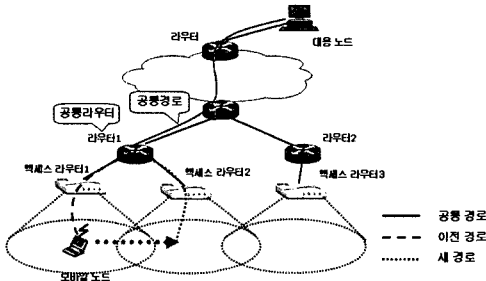
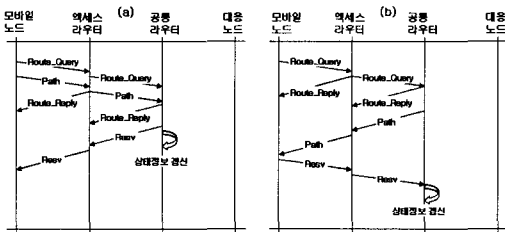


그림 4. 공통 경로와 공통 라우터



(a)모바일 노드가 송신자일 경우 (b)수신자일 경우  
그림 5. 공통 라우터를 찾는 절차

으로 공통 라우터를 찾을 수 있다. 단, RSVP의 특성상 단방향 프로토콜이기 때문에 모바일 노드가 송신측일 때와 수신측일 때를 따로 고려해야 한다.

그림 5(a)는 모바일 노드가 송신자일 경우 공통 라우터를 찾는 메커니즘을 나타내고 있다. 모바일 노드는 이동 후 자신이 속해있는 네트워크의 액세스 라우터로 Route\_Query 메시지를 보내 경로 상태정보를 확인함과 동시에 Path 메시지도 함께 보내 자원 예약을 시도한다. 액세스 라우터의 정보에서 세션 ID와 목적지 IP주소를 확인하여 일치하면 액세스 라우터가 공통 라우터가 되고, 아니더라도 Route\_Reply 메시지를 보내 결과를 알린다. 만약 일치하는 정보가 없다면 토폴로지가 그림 4와 같다고 할 때 상위 라우터에 Route\_Query 메시지와 Path 메시지를 보내 상태정보 확인과 자원 예약을 시도한다. 이때 상태 정보와 일치한다면 이 라우터가 공통 라우터가 되고 응답 메시지로 Router\_Query 메시지를 보낸 후 Resv 메시지를 모바일 노드로 보내 자원 예약을 승인한다. 그리고 나서는 공통 경로와 새로 설정한 경로를 하나의 경로로 병합한다.

그림 5(b)와 같이 모바일 노드가 수신자일 경우에는 5(a)와 비슷하게 이동 후 속해있는 네트워크의 액세스 라우터로 Route\_Query 메시지를 보내어 경로 상태정보를 확인한다. 이 역시 일치하는 정보가

있다면 액세스 라우터가 공통 라우터가 되고 Route\_Reply 메시지를 보내 응답한다. 만약 일치하는 정보가 없다면 상위 라우터로 Route\_Query 메시지를 보내 다시 정보 확인을 요청하고 일치한다면 이 라우터가 공통 라우터가 된다. 공통 라우터가 결정되면 공통 라우터는 Path 메시지를 모바일 노드로 보내 자원 예약을 시도하게 되고 Path 메시지를 받은 모바일 노드는 Resv 메시지를 보내 자원 예약을 승인하게 된다. 공통 라우터가 Resv 메시지를 받으면 공통 라우터는 공통 경로와 새로운 경로를 하나로 병합한다.

### 3.3 QoS 경로 관리 예약 메커니즘

앞서 설명한 것과 같이 끊임 없는 서비스를 제공하기 위해서는 이동이 완전히 이루어지기 전에 자원 예약이 되어 있어야 한다. 미리 자원 예약을 하기 위해서는 전송계층 핸드오버 기법의 진행 절차속에서 적당한 시점을 고려해야 한다. 그 시점은 새로 할당 받은 IP 주소를 사용하여 통신하기 전으로 공통 라우터를 찾고 새로운 경로에 대한 자원을 예약하는 과정이 이루어져야 한다.

새 영역으로 이동했을 때 새 IP 주소를 할당 받은 후, 새 IP 주소를 상대방 노드에 알림과 동시에 공통 라우터를 찾기 시작하고 새로운 경로에 대한 자원 예약을 수행한다. 핸드오버의 3단계가 시작되기 전에 자원 예약이 이루어져야 끊임 없는 서비스를 제공할 수 있다. 그림 6은 모바일 노드가 서로 다른 서브넷 A에서 B로 이동한다고 할 때 라디오 범위가 중첩되는 지역에서의 동작을 설명하고 있다.

그림 7은 경로관리를 위한 공통 라우터 검색 기법과 자원 예약을 미리 하기 위한 기법 등을 모두 포함한 타임라인이다.

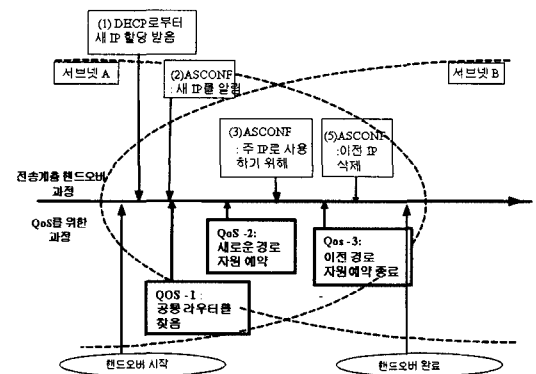


그림 6. 중첩 지역에서의 핸드오버와 QoS 제공 준비 절차

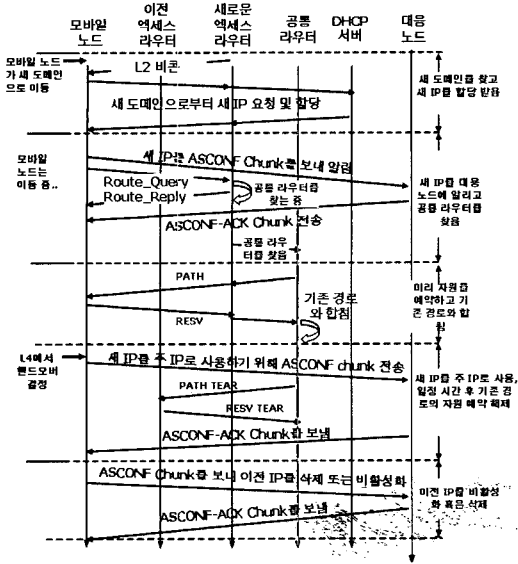


그림 7. 제한된 QoS 제공 기법의 타임라인

모바일 노드가 새로운 도메인으로 들어가게 되면 새 액세스 라우터로부터 beacon을 수신하게 되고 모바일 노드는 해당 네트워크의 DHCP 서버에 새 IP를 요청하여 할당 받는다. 그리고 난후 모바일 노드는 연결이 맺어져 있던 대응노드에 새 가용 IP를 알려 핸드오버를 준비함과 동시에 자원 예약을 위한 준비단계로 공통 라우터를 찾기 위해 Route\_Query를 보내 공통 라우터를 찾는다. 공통 라우터를 찾은 후에는 공통 라우터와 모바일 노드간의 자원예약이 이루어지게 되고, 예약 완료 후에는 대응 노드에 다시 한 번 ASCONF 메시지를 보내 새 IP를 사용하여 통신할 것을 알린다. 핸드오버 후에는 이전에 사용하던 IP와 자원을 비활성화 시키거나 없앤다.

3.4 평가 및 결과 분석

본 장에서는 본 논문에서 제시한 경로관리를 고려한 QoS 제공 메커니즘의 타당성을 입증하기 위하여 자원예약에 따른 비용을 마르코프 체인 기법을 이용하여 비교해본다. 모바일 노드의 이동으로 핸드오버가 일어날 때, 공통 라우터를 찾아 자원예약 하는 비용과 MIP 기반 핸드오버 기법에서의 HMRSVP의 자원 예약비용을 비교 분석하였다.

실제 문제의 상황을 수학적 모델링하기 위해 단순화해야하므로 네트워크 구조를 그림 8과 같이 GW를 트리의 root로 하는 완전이진트리라 가정한다. 또한 모바일 노드는 leaf 노드인 액세스 라우터를 통해서만 이동한다고 가정한다. 이때 완전이진트

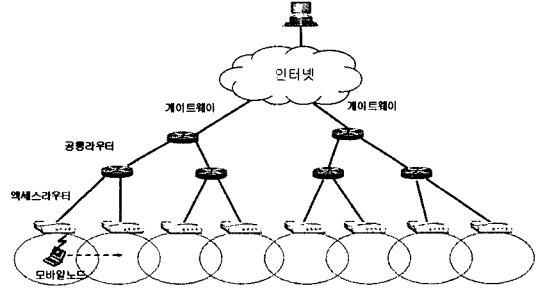


그림 8. 모델링을 위한 계층적 토폴로지

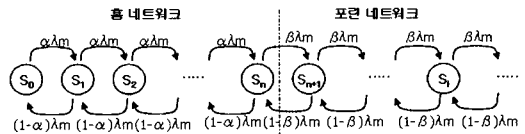


그림 9. 모바일 노드의 이동성 모델링을 위한 상태전이 다이어그램

리의 높이를 라 한다면 leaf 노드의 수는 개가 된다. 모바일 노드가 leaf 노드 즉, 액세스 라우터를 통해서만 이동한다고 가정하였으므로 leaf 노드에서 모바일 노드의 불규칙적인 이동성을 모델링하기 위해 마르코프 체인을 이용하여 모델링을 한다<sup>[17],[18]</sup>.

그림 9는 마르코프 체인을 이용하여 모델링하기 위해 간략화한 모바일 노드의 상태전이 다이어그램이다.

여기서 정의된 파라미터들은 다음과 같다.

- $S_i$  : 어느 AR에 속해 있는지 상태를 의미한다.
- $P(i)$  : 상태가  $S_i$ 인 AR에 머물러 있을 정상 확률을 의미한다.
- $\alpha$  : 홈 네트워크, 즉 한 게이트웨이에 속해 있을 경우 오른쪽으로 이동할 확률을 의미한다.
- $\beta$  : 외부 네트워크, 즉 외부 게이트웨이의 네트워크로 이동하여 오른쪽으로 이동할 확률을 의미한다.
- $\lambda_m$  : 모바일 노드의 이동성을 의미한다.
- $n$  :  $2^h - 1$

이 모델에서는 홈 네트워크와 외부 네트워크로 구분하여 고려하였다. 홈 네트워크에서의 오른쪽으로 이동할 확률을  $\alpha$ , 이웃한 외부 네트워크에서 오른쪽으로 이동할 확률을  $\beta$ 라 하는데 홈 네트워크에서 이동할 확률이 외부 네트워크에서 이동할 확률보다 크기 때문에  $\alpha > \beta$ 이고  $\beta < 1/2$ 일 때 다음과

같은 식을 얻을 수 있다.

$$P(i)\alpha\lambda_m = P(i+1)(1-\alpha)\lambda_m, 0 \leq i \leq n-1 \quad (1)$$

$$P(i)\beta\lambda_m = P(i+1)(1-\beta)\lambda_m, i \geq n \quad (2)$$

$$\sum_{i=0}^{\infty} P(i) = 1 \quad (3)$$

위 식들로부터  $A = \frac{\alpha}{1-\alpha}$  이고  $B = \frac{\beta}{1-\beta}$  일 때, 모든  $i$ 에 대한  $P(i)$ 를 구할 수 있다.

$$P(i) = A^i \frac{(A-1)(1-B)}{(A^{n+1}-1)(1-B) + A^n(A-1)}, \quad 0 \leq i \leq n \quad (4)$$

$$P(i) = A^n B^{i-n} \frac{(A-1)(1-B)}{(A^{n+1}-1)(1-B) + A^n(A-1)}, \quad i \leq n+1 \quad (5)$$

식 (4)와 (5)는 핸드오버가 한번 일어날 때마다의 자원예약 평균비용을 계산할 때 사용한다.

핸드오버가 일어날 때마다 공통 라우터를 찾아 새로운 부분만 예약을 하는데 드는 평균 비용을 계산해보면

$Cost_{CR}$  = 홈 네트워크에서 공통 라우터를 찾는 평균 비용 + 홈 네트워크에서 새로운 부분을 예약하는 평균비용 + 외부 네트워크로 이동했을 경우 평균 예약비용

으로 계산할 수 있고, 게이트웨이에 에이전트를 두어서 게이트웨이로부터 모바일 노드까지 자원예약을 하는데 드는 평균 비용을 계산해 보면

$Cost_{GW}$  = 로컬 네트워크에서의 평균 예약비용 + 외부 네트워크로 이동했을 경우 평균 예약비용

으로 계산할 수 있다.  $Cost_{CR}$ 와  $Cost_{GW}$ 를 계산하기 위해 몇 가지 값들을 정의 내려야 한다.

$l$  : 공통 라우터와의 홉 수를 정의한다. 즉, 새로 예약해야하는 홉 수로 트리의 깊이가  $h$ 라고 할 때 1부터 최악의 경우  $h-1$ 이 될 수 있다.

$\rho$  : 한 홉을 예약하는 비용을 나타내는 값을 의미한다.

$\sigma$  : 공통 라우터를 찾을 때 한 홉 간의 쿼리 비용을 나타내는 값을 의미한다.

$\tau$  : 외부 네트워크로 이동하여 경로를 재설정하는데 드는 비용을 나타내는 상수이다.

$S_i$  :  $i$ 가 0보다 크고  $n$ 보다 작거나 같은 범위에 속하고,  $2^{i-1}-1$ 에  $2^i$ 을 더한 값이  $n$ 보다 작을 때 집합  $S_i$ 의 원소가 된다.

먼저 이 값들을 이용하여 홉 네트워크 안에서만 이동할 경우  $Cost_{CR}$ 와  $Cost_{GW}$ 를 계산해 보면

$$Cost_{CR} = \rho \sum_{l=1}^{h-1} \sum_{i \in S_l} l(\alpha P(i) + (1-\alpha)P(i+1)) + \sigma \sum_{l=1}^{h-1} \sum_{i \in S_l} l(\alpha P(i) + (1-\alpha)P(i+1)) + (\rho + \sigma) \sum_{l=1}^{h-1} \sum_{i \in S_l} l(\alpha P(i) + (1-\alpha)P(i+1)) \quad (6)$$

$$Cost_{GW} = \rho(h-1) \quad (7)$$

로 표현할 수 있는데,  $Cost_{CR}$ 의 경우 평균 예약 비용을 구하기 위해  $l$ 값이 1부터  $h-1$ 까지 증가하고  $i$ 가 집합  $S_l$ 에 속할 때의 확률을 모두 더해 한 홉 예약비용과 쿼리 비용을 합한 값을 곱하여 계산하였다.  $Cost_{GW}$ 는 핸드오버가 일어날 때마다 항상 예약비용이 게이트웨이부터 모바일 노드까지 예약해야하므로  $\rho(h-1)$ 가 된다.

그림 10은 식 (6)과 (7)을 이용하여  $Cost_{CR}$ 과  $Cost_{GW}$ 를 트리의 높이와 예약비용과의 관계를 그래프로 나타낸 것이다.  $\alpha=0.51$ ,  $\rho=1$ ,  $\sigma=1$ 로 설정하여 한 홉 예약비용과 쿼리 비용이 비슷하다 가정하였을 때의 결과다.  $Cost_{GW}$ 는 핸드오버가 일

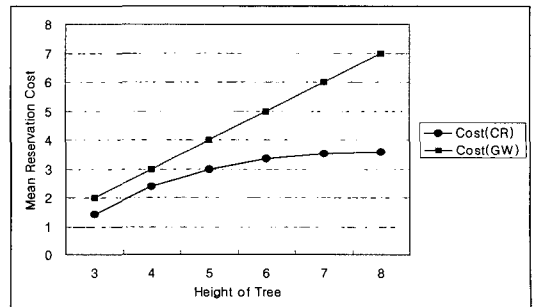


그림 10. 로컬 네트워크에서의 핸드오버 시 평균 예약비용

어날 때마다  $h-1$ 길이만큼의 자원예약을 수행하기 때문에 트리의 높이에 따라 예약비용은 비례하여 증가한다. 반면  $Cost_{CR}$ 는 새로운 부분만 자원예약을 수행하기 때문에 트리의 높이가 증가하더라도 평균 비용이 4를 넘지 않는다는 결과를 얻을 수 있다.

이와 같이 모바일 노드의 핸드오버 시에 공통 경로를 찾아서 새로운 부분만 다시 예약하는 방법을 사용하는 것이 게이트웨이에 에이전트를 두어서 재예약을 수행하는 방법보다 평균적으로 더 적은 예약비용이 소요됨을 알 수 있다.

하지만 한 번의 핸드오버에 해당하는 평균 예약 비용을 계산한 것이기 때문에 최악의 경우 재 예약 구간의 길이가  $h-1$ 인 구간만 왕복 이동한다면 비용이  $(\rho + \sigma) \times (h-1)$ 가 되므로 오히려  $\sigma \times (h-1)$ 만큼의 비용이 더 요구된다. 그림 11은 재 예약 구간의 길이가  $h-1$ 인 구간을 왕복 이동할 경우의 핸드오버 시 재 예약비용을 나타낸다. 게이트웨이에서 재예약을 수행하는 것보다 두 배의 비용이 소요됨을 알 수 있다.

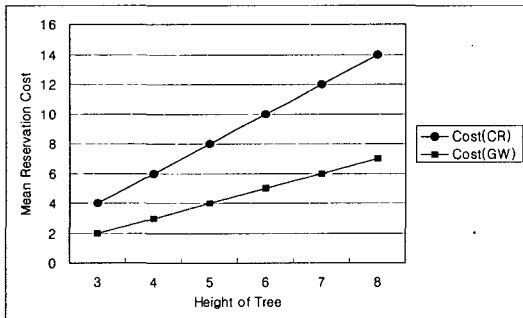


그림 11. 재 예약 구간의 길이가  $h-1$ 인 구간을 왕복할 경우 예약비용

### V. 결론

본 논문에서는 모바일 네트워크에서 종단 사용자에게 끊임 없는 서비스를 제공해 주기 위해 SCTP 기반 핸드오버 기법에서 경로관리를 고려한 QoS 제공 방안을 제안하였다. 제안된 기법은 MIP에서의 문제점인 등록 시간 지연, 패킷 손실, 비효율적인 라우팅 등의 문제점들을 해결한다. SCTP기반의 핸드오버 기법은 SCTP의 멀티호밍 기능을 이용하여 모바일 노드의 이동 중에 사용 중인 IP를 바꿔 사용함으로써 끊임 없는 핸드오버가 가능하게 하며 네트워크 계층에서 이동성을 지원하기 위해 인프라 스트럭처를 변경해야하는 문제도 해결할 수 있다.

이와 같은 핸드오버 기법에서 QoS를 제공하기 위해서는 핸드오버가 이루어지기 전에 자원 예약을 해야 하는 메커니즘과 모바일 노드의 이동으로 빈번히 자원을 재 예약해야 하기 때문에 효율적인 재 예약 메커니즘이 필요하다. 본 논문에서 사전 예약 문제는 SCTP의 핸드오버 기법과 연동하는 방안을 제안하였고, 재 예약하는 문제는 종단간의 자원 예약을 핸드오버 할 때마다 다시 하지 않고 핸드오버로 인해 생기는 새로운 경로만 다시 예약하는 방안을 제안하여 자원을 미리 예약하는 시간 지연과 예약비용도 줄일 수 있었다. 이러한 개선점으로 보다 끊임 없는 서비스를 제공하는 것이 가능해지며 효율적으로 종단간의 QoS를 보장해 줄 수도 있다.

하지만 서로 다른 네트워크 간의 경계의 잦은 왕복(ping-pong)이동할 경우 새로운 경로만 다시 예약하는 방안이 더 비효율적이므로 이러한 경우를 고려한 메커니즘의 개발도 필요하다. 이 같은 문제를 해결하기 위해서는 핸드오버 기법 외적으로 이동 노드에 고속 접근 기술과의 접목이 필요할 것으로 사료된다.

### 참고 문헌

- [1] Charles E. Perkins, "Mobile IP", IEEE Communication Magazine, May 1997.
- [2] L. Zhang, S. Deering, D. Estrin, S. Shenker and D. Zappala, "RSVP: A new resource reservation protocol", IEEE Network, September 1993.
- [3] Shing-Jiuan 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.
- [4] A.K. Talukdar, B.R. Badrinath and A. Acharya, "MRSVP: A resource reservation protocol for an integrated services network with mobile hosts", Wireless Networks, number 1 in 7, 2001.
- [5] 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, February 1997.
- [6] R.-S. Chang and A. Chu, "Supporting qual-



ity of service communications for mobile hosts with advanced resource reservations”, Journal of Internet Technology number 1 in 1, 2000.

[7] 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.

[8] 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.

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

[10] 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.

[11] Fu, S., Atiquzzaman, M., Ma, L., Ivancic, W., Lee, Y., Jones, J. and S. Lu, “TraSH: A Transport Layer Seamless Handover for Mobile Networks”, University of Oklahoma Technical Report OU-TNRL-04-10, January 2004.

[12] 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.

[13] R. Steward, Q. Xie, K. Morneault, C. Sharp, H. J. Schwarzbauer, T. Taylor, I. Rytina, M. Kalla, L.Zhang, and, V. Paxson, “Stream Control Transmission Protocol”, RFC 2960, October 2000.

[14] R. Steward, M. Ramalho, And Q. Xie et. Al., “Stream control transmission protocol (SCTP) dynamic address reconfiguration”, draft-ietf-tsvwg-addip-sctp-06. txt, September 2002.

[15] G. C. Lee, T. P. Wang, and C. C. Tseng, “Resource reservation with pointer forwarding schemes for the mobile RSVP,” IEEE Commun. Lett., vol. 5, pp.298-300, July 2001.

[16] D. Zappala, and J. Kann, “RSRR: A Routing Interface For RSVP,” Internet draft, June 1998.

[17] Bongkyo Moon and Hamid Aghvami, “Efficient RSVP Path Management in IP Micro Mobility Environments”, IEICE TRANS. COMMUN., VOL.E86-B, NO.5 MAY 2003

[18] Roch A. Guerin, Sanjay Kamat, and Shai Herzog, “QoS Path Management with RSVP”, Global Telecommunications Conference, November 1997.

안 병 호 (Ahn Byung-Ho)

정회원



1988년~1994년 전자통신연구소  
선임연구원  
1994년~1999년 광운대학교대학원  
졸업(이학박사)  
1994년~현재 충청대학교 컴퓨터학  
부 교수  
2002년~ iso/iec jtc1/sc6 국내

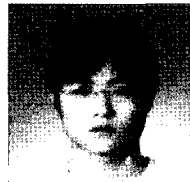
표준화 전문위원

2004년 미국 오클라마호 대학 교환 교수

<관심분야> 네트워크 관리, 분산처리, 정보통신 분야의 표준화 등

안 중 현 (Jung-hyun Ahn)

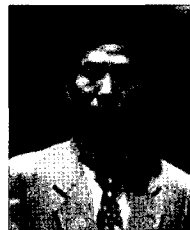
정회원



2004년 2월 한국기술교육대학교  
컴퓨터공학과 졸업  
2006년 2월 광운대학교 컴퓨터  
과학과 석사  
2006년 2월~현재 텔리언  
<관심분야> 네트워크 관리

조 국 현 (Kuk-Hyun Cho)

정회원



1977년 한양대학교 전자공학과  
졸업(공학사)  
1981년 일본 동북대학교 대학원  
졸업(공학석사)  
1984년 일본 동북대학교 대학원  
졸업(공학박사)  
1984년~현재 광운대학교 전자정

보대학 컴퓨터공학부 교수

개방형컴퓨터통신연구회(OSIA) 회장 역임

<관심분야> 네트워크 관리, 분산처리, 정보통신 분야의 표준화 등