

IPv6 기반의 셀룰러 IP와 RSVP

정회원 박 승 균*, 오 영 환**

Cellular IP and RSVP based on IPv6

Seung-kyun Park*, Young-whan Oh** *Regular Members*

요 약

최근 몇 년간 인터넷 사용 환경이 주로 유선 접속에서 점차 무선으로 접속하는 경우가 증가하고 있으며 또한 실시간 응용 데이터의 사용이 늘어나고 있다. 이에 따라 사용자의 이동성을 제공하고 동시에 QoS를 제공하기 위한 무선 네트워크의 연구 및 개발이 필수적이다. IETF는 이미 이러한 이동성 지원을 위한 차세대 프로토콜인 Mobile IPv6와 QoS를 위한 RSVP를 각각 개발하였으며 이것은 앞으로 유선 네트워크뿐만 아니라 무선 네트워크에도 적용되리라 예상된다. 그러나 이 두 가지 메커니즘의 통합과 효율적 연동은 아직까지 제시되지 않았다.

본 논문에서는 우선 빠른 이동성을 지원할 수 있는 무선 네트워크 모델로 최근 IETF에서 제안하고 있는 Mobile IPv6 기반의 셀룰러 IP를 사용하였으며 셀룰러 IP와 기존 RSVP의 적용에 있어서의 문제점으로 이동 호스트의 잦은 핸드오프로 발생하는 RSVP 시그널링 오버헤드 증가 문제와 네트워크 내에서 동일한 응용 데이터에 대한 자원 예약에 있어서의 문제점을 해결하면서 두 가지 프로토콜의 효율적 연동을 위해 IPv6 헤더의 플로우 레이블 필드(flow label field)를 이용하는 개선된 RSVP 메커니즘을 제안하였다.

ABSTRACT

For recent years, the environment of use on internet has been changed from the wired internet access to the wireless internet access increasingly, and the use of real time application data has been increased. Therefore the research and evolution of wireless network for providing of user's mobility and QoS at the same time must be essential. IETF already proposed Mobile IPv6 for providing mobility and RSVP for QoS through resource reservation. These future are expected to be used not only wired network but also wireless network. But there are not yet proposed the integration and efficient interworking of two mechanism.

For the solution of problem on efficient interworking issue, for instance signaling overhead and reservation delay increasing due to often handoff, this paper first proposed to use of IETF Cellular IP based on Mobile IPv6 for wireless network model with fast mobility and a improved RSVP mechanism using the flow label field in IPv6 header.

I. 서론

최근 몇 년간 인터넷 사용자가 급증하고 있으며 앞으로 이에 따른 IP 주소의 부족 문제가 발생할 것으로 예상된다. 또한 사용자의 인터넷 사용환경을 살펴보면 무선 접속을 통한 인터넷의 사용과 실시간 응용 데이터의 사용이 늘어나는 추세이다. 현재 IPv4의 주소 부족 문제를 해결하며 인터넷의 무선

접속을 위해 이동통신 서비스 및 제조 업체를 중심으로 Mobile IPv6 기반의 제 3세대(3G) 네트워크와 IETF(Internet Engineering Task Force) 중심의 셀룰러 IP 네트워크가 각각 제시되고 있다^{1,2)}. 그러나 현재까지 사용자의 이동성 지원을 위한 무선 네트워크 구조는 몇가지 제안되고 있으나 이것들은 앞으로 요구되어질 실시간 서비스에 대한 QoS(Quality of Service) 지원은 고려하지 않고 있

* 계원조형예술대학 정보통신과

** 광운대학교 산업정보

논문번호: 020290-0705, 접수일자: 2002년 7월 5일

다. 그러므로 이동 무선 네트워크에서의 비실시간 뿐만 아니라 실시간 응용 데이터 서비스를 위해서는 이동성 및 QoS 두 가지를 동시에 지원하여야 한다. 현재 IETF에서는 RSVP(ReSerVation Protocol)와 인터넷 QoS 및 이동성 지원을 위한 Mobile IP를 각각 표준화하고 있다^{3,4)}. QoS와 이동성을 동시에 지원하기 위해 RSVP와 Mobile IP의 통합이 필수적이다.

RSVP와 Mobile IP의 연동에 관한 연구들은 대부분 IPv4를 기반으로 하고 있다. IPv4는 주소 길이의 제한으로 사용할 주소의 부족 문제가 발생할 것으로 보이며 QoS와 이동성을 동시에 지원하기에 그 기능이 부족하다. 차세대 인터넷 프로토콜이라고도 알려진 IPv6는 이동 무선 네트워크에 적용되어 주소 부족 문제와 QoS 및 이동성을 동시 지원할 수 있는 프로토콜이 될 것이다. 이동성을 지원하는 Mobile IPv6와 QoS를 지원하는 네트워크 자원 예약 프로토콜인 RSVP를 통합하였을 경우 대응 노드(CN-Correspond Node)와 이동 호스트(MN-Mobile Host) 사이에서 자원 예약이 되며, 호스트의 이동으로 위치 변경이 발생하였을 때 데이터 경로의 변경이 일어나며 이때 새로운 경로를 따라 자원 예약을 다시 하기 위해 RSVP 시그널링이 대응 노드와 이동 호스트간에 수행된다.

이동 호스트의 빈번한 위치 변경 즉, 핸드오프(handoff)가 일어났을 때 대응 노드와 이동 호스트 간 자원 예약 지연이 길어지며 시그널링 오버헤드가 증가하는 문제가 발생하며 이러한 RSVP 재협상에 의해 서비스 품질은 크게 저하되게 된다. 본 논문에서는 신속한 이동성과 QoS를 보장할 수 있는 네트워크 구조로 Mobile IPv6 기반의 셀룰러 IP를 사용하였다. 그리고 셀룰러 IP 네트워크 내에서 이동 호스트의 빈번한 핸드오프와 RSVP 재협상 과정의 예약 지연 및 시그널링 오버헤드를 줄이기 위해 대응 노드와 이동 호스트간에 새롭게 추가되는 경로에 대해서만 RSVP 재협상을 하는 방법과 절차를 제안하였다. 또한 네트워크 내에서 플로우 식별 문제를 해결하기 위해 IPv6 헤더의 플로우 레이블 필드(flow label field)의 사용을 제안하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II에서는 셀룰러 IP구조와 Mobile IPv6에 대한 특성을 설명하였다. III에서는 셀룰러 IP와 RSVP 통합 모델과 문제점을 살펴보았다. VI에서는 문제 해결을 위한 제안 방법과 절차 그리고 구현 시 고려 사항을 설명하였다. 마지막으로 결론 및 향후 과제에 대해 V에서 다루

었다.

II. 셀룰러 IP 구조와 IPv6

2.1. 셀룰러 IP 구조

IETF는 이동 호스트의 잦은 핸드오프를 지원하고 이동 호스트가 이동 중에도 패킷 손실을 최소화하며 송신 및 수신 할 수 있도록 지역 캠퍼스 네트워크나 MAN(Metropolitan Area Network)에 적합한 셀룰러 IP를 제안하고 있다. 셀룰러 IP(Cellular IP) 구조는 그림1과 같으며 셀룰러 IP 노드인 베이스 스테이션(BS-Base Station)은 상호 연결되어 있으며 이동 호스트의 위치 등록을 위해 페이징 캐쉬(paging cache)와 셀룰러 IP 네트워크 내에서 IP 패킷을 라우팅하기 위해 라우팅 캐쉬(routing cache)를 두고 있으며 무선 인터페이스를 통해 이동 호스트와 통신을 하게 된다. 게이트웨이(Gateway)는 최소한 개의 인터페이스를 갖고 Mobile IP를 지원하는 인터넷에 연결되어 있으며 이동 호스트의 위치 및 라우팅을 관리한다. 이동 호스트는 셀룰러 IP 프로토콜을 구현한 것으로 베이스 스테이션으로부터 비콘 신호(beacon signal)을 통해 COA(Care-of-Address)를 할당받으며 이동 호스트가 속한 셀을 식별하게된다. 또한 셀룰러 IP 네트워크 내에 자신의 위치 등록 및 라우팅의 효율적 관리를 위해 활성(active) 및 비활성(idle) 두 가지 상태를 가지고 주기적으로 업데이트 패킷을 베이스 스테이션 및 게이트웨이에 발송한다. 여기서 이동 호스트의 활성 상태란 송신 또는 수신 데이터가 있음을 나타내며 비활성이란 송신 및 수신 데이터가 전혀 없는 상태를 말한다.

기존 Mobile IP가 상대적으로 핸드오프가 많지 않은 매크로 셀을 기반으로 설계된 반면 셀룰러 IP는 이동 호스트의 잦은 핸드오프를 지원하도록 마이크로 셀을 기반으로 설계되었다. 이것은 변화하는 사용자 환경에 적합한 모델이 될 것이다. 셀룰러 IP가 갖는 특징은 광대역 이동성 지원을 위한 기존 Mobile IP와의 연동이며 지역적 이동성 지원을 위해 페이징 영역(Paging Area)을 두어 잦은 핸드오프로 인한 이동 호스트와 홈 에이전트(Home Agent)간 위치 재 등록 절차 수를 줄인 것이다. 이것은 이동 호스트의 상태를 두 가지로 나눔으로서 가능해진다. 또한 셀룰러 IP에서는 세미 소프트 핸드오프(semi-soft handoff)를 제공하여 이동 호스트의 패킷 손실을 최소화 하고 있다. 이것은 잦은 핸드

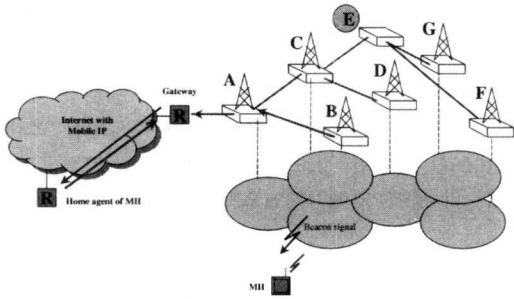


그림 1. 셀룰러 IP 네트워크 구조

드오프로 인한 등록 지연과 경로 변경에 따른 패킷 손실을 최소화 시켜 QoS 감소를 줄여 준다.

2.2. Mobile IPv6

Mobile IPv6 구조는 그림2와 같다. 이동 호스트는 자신의 홈 네트워크로부터 영구적 홈 주소를 할당 받는다. 이동 호스트가 이웃한 네트워크로 이동하였을 경우 COA를 받아 홈 네트워크의 홈 에이전트로 바인딩 업데이트(Binding Update) 패킷을 발송하여 주소를 업데이트한다. 홈 에이전트는 이동 호스트의 홈 주소와 현재의 COA와의 관계를 유지하며, 이동 호스트를 목적지로 하는 패킷을 이동 호스트의 현재 주소(COA) 포워딩(forwarding) 해준다. 이동 호스트는 항상 대응 노드들에게 홈 어드레스로 식별되어 패킷을 전송 받게 된다. 그러나 경로 최적화 기능(Route Optimization)에 의해 이동 호스트는 COA를 할당 받았을 때 홈 에이전트 뿐만 아니라 대응 노드에게도 바인딩 업데이트(Binding Update)를 전송한다. 이것은 이동 호스트가 홈 에이전트를 통하지 않고 대응 노드와 직접 업데이트 메시지를 교환하도록 함으로서 IPv4 기반 프로토콜에서 발생하는 “트라이앵글 라우팅(triangle routing)” 문제를 제거할 수 있다.

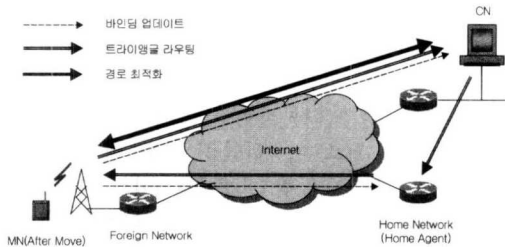


그림 2. Mobile IPv6 구조

III. 셀룰러 IP와 RSVP 통합 모델

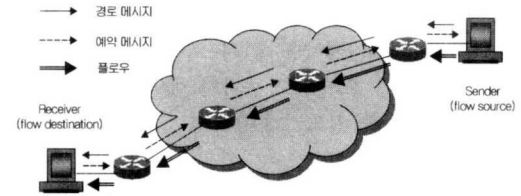


그림 3. IPv6 RSVP 시그널링 과정

RSVP는 네트워크에 특정 응용 데이터를 위해 QoS를 요구할 때 수신 측에서 시작되는 간단한 자원 예약 프로토콜이다. RSVP 세션(session)은 송신측에서 발생되는 플로우(flow)의 목적지와 목적지 포트로 정의되며 이러한 플로우를 위한 RSVP 시그널링 과정은 그림3에서와 같이 경로 메시지(Path Message)와 예약 메시지(Resv Message)의 교환으로 이루어진다.

네트워크 자원이 어떤 하나의 플로우를 위해 예약이 되면 라우터의 패킷 분류기는 QoS 요구에 따라 패킷이 처리되도록 특정 플로우에 속한 패킷들을 분류한다. RSVP 프로토콜의 특징을 몇가지 살펴 보면 다음과 같다. 첫째 단 방향 자원 예약으로 양 방향을 위해서 상호 간에 자원 예약을 하여야 한다. 둘째 자원 예약 경로는 RSVP에 의해서 결정되지 않고 네트워크의 라우팅 프로토콜에 의해 결정된다. 셋째 자원은 소프트 스테이트(soft-state) 상태로 관리되어 보다 효율적 네트워크 자원 관리가 이루어진다. 그러나 이러한 이유로 RSVP는 주기적으로 예약 상태를 재생하여야 한다. 넷째 RSVP는 같은 플로우에 대한 시그널링 오버헤드를 줄이기 위해 플로우 병합(flow merge) 기능을 제공하고 있다.

셀룰러 IP 네트워크와 IPv6 RSVP 통합 모델은 그림4와 같다. 통합 모델에서의 RSVP 적용 메커니즘은 다음과 같다. 핸드오프를 하는 이동 호스트는 새로운 COA를 가지고 홈 에이전트와 대응 노드로 바인딩 업데이트를 종단간(end-to-end)에 전송한다. 만약 이동 호스트가 수신측이 될 경우 대응 노드는 이동 호스트에게 새로운 COA를 목적지로 즉시 경로 메시지를 전송하게 되며 이동 호스트는 새로운 경로를 따라 예약 메시지를 대응 노드에 전송한다. RSVP 세션과 플로우는 이동 호스트의 COA에 의해 식별되므로 같은 응용 데이터 세션과 플로우라 할지라도 핸드오프가 일어날 때마다 새로운 COA에 의해 네트워크 계층에 있어 이전과 다른 세션 및 플로우로 식별하게된다. 그러므로 이동 호스트가 현

드오프를 할 때마다 플로우 경로 상에 있는 모든 라우터들이 자원 예약을 다시 수행하게되어 많은 RSVP 시그널링 오버헤드 증가와 예약 지연을 발생시켜 QoS 감소를 일으키게된다.

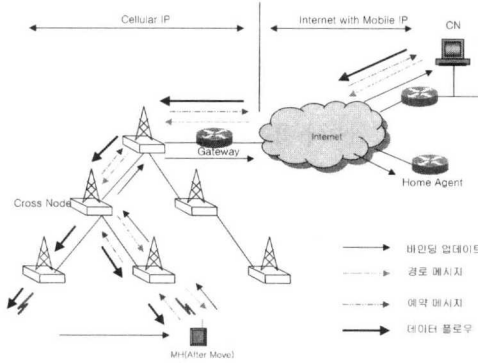


그림 4. 셀룰러 IP와 RSVP 통합 모델

RSVP 자원 예약 경로는 네트워크 라우팅에 의해 결정된 경로를 따르므로 셀룰러 IP에서 이를 살펴보면 다음과 같다. 셀룰러 IP 노드(Base Station)들은 라우팅 캐시를 이용하여 이웃한 노드와 홈 대홉(hop-by-hop) 라우팅을 한다. 라우팅 캐시에는 이동 호스트의 COA, MAC 주소, 라우팅 업데이트 패킷이 들어온 인터페이스, [현재시간 + 경로 타임아웃 시간], 도착한 업데이트 타임스탬프 등의 정보가 관리된다. 이동 호스트의 핸드오프는 새로 부여 받은 COA를 포함한 라우팅 업데이트 패킷을 게이트웨이를 목적으로 하여 전송하여 수행하며 이 과정에서 셀룰러 IP 네트워크의 중간 노드들은 자신의 라우팅 캐시를 업데이트하게 된다. 이때 새로 설정된 경로 중에는 이전 경로와 같은 경로가 존재하게 된다. 이렇게 이전 경로와 신규 경로가 만나는 노드를 셀룰러 IP에서는 크로스 노드(CN-Cross Node)라 하며 이 노드가 세미 핸드오프를 수행하게 된다. 예를 들어 이동 호스트로 전송되는 패킷이 크로스 노드로 들어오면 라우팅 캐시의 맵 정보에 따라 이전 경로와 신규 경로 양쪽의 다운링크 인터페이스로 동시에 라우팅하게 되어 핸드오프 지연으로 인한 패킷의 손실을 최소화한다.

셀룰러 IP 네트워크에서 RSVP를 이용한 자원 예약을 하는 경우 이동 호스트가 핸드오프를 할 때 크로스 노드의 업링크 방향으로는 핸드오프 이전 경로와 동일하며 다운링크 방향으로만 약간의 경로 변경이 발생한다. 그럼에도 불구하고 RSVP 자원 예약 메시지들은 대응 노드로부터 이동 호스트까지

전체 경로에 대해 자원 예약을 위한 RSVP 재협상을 하는 문제가 생긴다. 이러한 문제는 크게 두가지로 나뉘어진다. 첫째 동일한 플로우에 대해 이중으로 네트워크 자원이 예약되어 자원의 낭비를 초래하며 또한 동일한 경로에 대해 RSVP 시그널링 오버헤드의 증가와 예약지연으로 인한 서비스 감소이다.

IV. 제안 방법과 절차

이동 호스트의 핸드오프와 새로 설정된 경로는 그림4에 나타나 있다. 그림에서 보듯이 크로스 노드(CN)의 업링크 방향으로는 경로 변경 없이 핸드 오프 이전과 동일하며 다운링크 방향으로만 약간의 추가 경로 변경이 있게된다. Mobile IPv6에서 핸드 오프시 대응 노드 및 홈 에이전트와 이동 호스트는 종단간(end-to-end)에 바인딩 업데이트를 전송하여 연결 설정을 시도한다. 연결이 설정된 후 대응 노드와 이동 호스트는 직접 데이터를 송신 및 수신하게 된다. 그러나 RSVP를 이용한 자원 예약을 할 경우 핸드오프 이전과 이후의 공통 경로에 대한 이중의 자원 예약과 이를 위한 시그널링 오버헤드가 증가하게된다. 이러한 문제를 해결하기 위해 크로스 노드가 이동 호스트의 핸드오프를 지원하면서 동시에 다운링크 방향의 새로 추가된 경로에 대해서만 자원 예약을 하는 것이다. 이를 위해 셀룰러 IP 네트워크에서의 크로스 노드는 RSVP를 지원하여야 하며 대응 노드 대신 이동 호스트에게 경로 메시지를 발송하며 이동호스트로부터의 예약 메시지를 수신하여 RSVP 병합(merge)을 하여 상위 라우터들로 예약 메시지가 더 이상 전송되지 않도록 한다. 그러면 새로 추가된 경로에 대해서만 크로스 노드와 이동 호스트 사이에서만 자원 예약이 이루어진다. 다음은 셀룰러 IP에서 핸드오프가 두 번 일어난 경우에 대한 크로스 노드와 이동 호스트간 RSVP 시그널링 절차를 나타낸다.

이동 1: 이동 호스트가 베이스 스테이션 A에서 베이스 스테이션 B로 이동하였을 경우 비콘 신호를 통해 새로운 COA를 받고 게이트웨이로 라우팅 업데이트를 발송한다. 크로스 노드 I은 라우팅 업데이트 패킷의 이동 호스트의 MAC 주소와 COA를 기반으로 핸드오프를 수행한다. 동시에 크로스 노드 I의 RSVP 프로세스는 대응 노드 대신에 이동 호스트로 경로 메시지를 발송하고 이동 호스트로부터의 예약 메시지를 처리한다. 링크3에 대한 자원 예약이

이루어진다. 즉, 핸드오프 이후 자원 예약은 새로 추가된 경로(링크3)에 대해서만 이루어진다.

이동 2: 이동 호스트는 베이스 스테이션 B에서 다시 C로 이동 하면서 이동 1과 같은 절차를 통해 크로스 노드 II와 RSVP 시그널링을 교환함으로써 링크5, 링크4에 대한 자원 예약을 한다. 이때 그림5에서 플로우 이전 경로들에 대한 자원 예약은 셀룰러 IP 라우트 업데이트 정책에 따라 세미 핸드오프(semi-handoff) 완료 후 취소된다.

새로 추가된 경로에 대해서만 자원 예약을 하기 위한 방법을 적용하는데 있어 플로우 식별 문제를 먼저 해결하여야 한다. 예를 들어 이동 호스트가 주소(COA) 변경 때마다 동일한 응용 데이터에 대해 이전과 다른 세션 및 플로우를 새로 만든다. 이것은 새로 설정된 경로상의 모든 라우터가 동일한 대응 노드와 이동 호스트의 세션 및 플로우를 서로 다른 것으로 식별하도록 한다. 이 문제의 해결 방법으로 세션 및 플로우 식별을 위해 자주 변경되는 이동 호스트의 COA를 사용하지 않고 IPv6의 헤더에 있는 플로우 레이블 필드(flow label field)를 이용하는 것이다. 플로우 레이블은 일반적으로 플로우의 발신지 주소(대응 노드)와 함께 사용하여 네트워크 내에서 플로우를 식별하도록 한다.

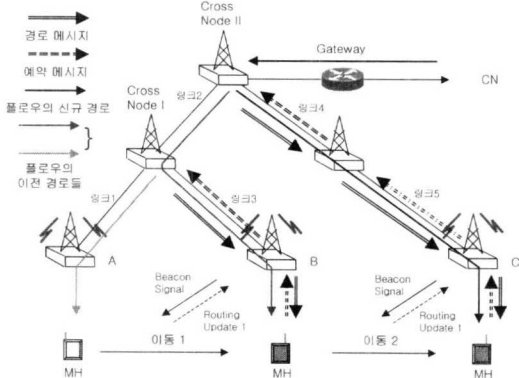


그림 5. 셀룰러 IP에서의 핸드오프와 RSVP 시그널링 절차

구현시 고려사항으로 대응 노드에서는 이동호스트의 주소(COA)가 변경되더라도 이동 호스트의 홈 주소를 참조하여 목적지 주소만 변경된 이전과 동일한 플로우를 전송하여야 하며 네트워크 내 라우터들은 자주 변경되는 이동 호스트의 COA가 있는 RSVP의 세션 객체(session object)를 조사하지 않고 발신지 주소와 플로우 레이블만을 조사하여 패킷을 처리하여야 한다. 또한 셀룰러 IP 네트워크의 크로

0	1	2	3
Vers.=6		Prio.	
Flow Label			
Payload Length		Next Header=60	Hop Limit
Source Address=home agent or correspondent Node			
Destination Address=mobile node's home address (or care-of address)			
Next header	Hdr Ext Len	Option Type=194	Option Length=0
IPv6 Payload (if this Binding Request is being "piggybacked")...			

그림 6. IPv6 헤더

스 노드는 이동 호스트에게 경로 메시지를 발송하고 이동 호스트로부터의 예약 메시지를 처리하기 위해 대응 노드로부터의 이전 플로우에 대한 정보로 발신지 주소와 레이블을 기억하고 있어야 한다.

V. 결론

본 논문은 앞으로 사용이 확실시되는 IPv6와 이를 기반으로 하는 프로토콜인 셀룰러 IP 및 RSVP에 대한 동작 메커니즘을 분석하였으며 이 두 가지 프로토콜을 통합 운영하였을 경우 발생하는 문제와 해결 방법을 제시하였다. 제안 방법 및 절차의 핵심은 이동 호스트의 핸드오프시 발생하는 경로 재 설정 과정에 이전과 동일한 경로가 많다는 점에 착안한 것이며 이러한 문제를 해결하기 위해 새로 추가된 신규 경로에 대해서만 자원 예약을 하는 방법과 절차를 제안하였다. 또한 아직까지 그 사용에 대한 명확한 제시가 없는 IPv6의 플로우 레이블 필드의 사용을 제안하였다. 제안한 방법 및 절차를 사용할 경우 이동 호스트의 경로가 변경되더라도 새로 추가된 경로에 대해서만 자원 예약이 이루어지므로 RSVP 시그널링 오버헤드의 증가를 신규 경로에 국한시킬 수 있으며 이러한 이유로 예약 지연을 감소시켜 보다 안정된 QoS를 보장할 수 있게된다. 향후 과제로 이동 호스트가 동시에 플로우의 발신지 및 목적지가 되는 즉 같은 셀룰러 IP 네트워크 내에서 대응 노드도 이동 호스트가 되는 경우의 RSVP 동작 메커니즘을 분석할 것이며 또한 같은 게이트웨이 서비스 영역에서의 이동 호스트의 핸드오프 뿐만 아니라 다른 게이트웨이로의 핸드오프시 발생하는 문제점을 분석하여 광대역 이동성 지원을 하는 통합 모델을 제시하고 그 성능의 평가가 있을 것이다.

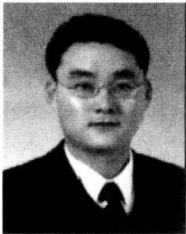
참고 문헌

[1] "3G.IP.", <http://www.3gip.org>
 [2] Zach D.Shelby, Andrew Campbell Chieh-Yih

- Wan, "Cellular IPv6<draft-shelby-cellularipv6-01.txt>," IETF Inter Draft, July 2001.
- [3] D.Johson and C.Perkins, "Mobile IPv6," IETF Inter Draft, April 2000.
- [4] R.Braden, L. Zhang, S. Berson, S. Herzog, and S. Jamin, "Resource ReSerVation Protocol (RSVP)," RFC 2205, September 1997.
- [5] G. Chiruvolu, A. Agrawl, and M. Vandenhoute, "Mobility and QoS support for IPv6-based real-time wireless Internet traffic," 1999 IEEE International Conference on Communications, pp. 334-8 vol.1, 1999
- [6] D. Johnson and C. Perkins, "Mobility support in IPv6," IETF Inter Draft, April 2000.

박 승 균(Seung-kyun Park)

정회원



1993년 2월 : 광운대학교 전자
통신공학과 졸업

1995년 2월 : 광운대학교 전자
통신공학과 석사

2001년 2월 : 광운대학교 전자
통신공학과 박사수료

2001년 3월~현재: 계원조형예술대학 정보통신과
겸임교수

<주관심 분야> 네트워크 관리, QoS, 보안, IPv6

오 영 환(Young-whan Oh)

정회원

한국통신학회 논문지 제 27권 제 7C호 참조