

# 단말의 마이크로 이동성을 고려한 자원예약 메커니즘의 설계

고 광 신<sup>†</sup> · 차 우 석<sup>††</sup> · 안 재 영<sup>†††</sup> · 조 기 환<sup>††††</sup>

## 요 약

이동 컴퓨팅 환경에서 사용자의 이동 특성은 실시간 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해서 요구되는 QoS에 심각한 영향을 미친다. 기존의 유선환경에서 실시간 서비스를 제공하기 위해서 제안된 RSVP 프로토콜을 이동 사용자의 네트워크 접속점이 수시로 변화하는 이동 컴퓨팅 환경에 적용하기에는 부적합하다. 사용자의 이동이 QoS에 미치는 영향을 최소화하기 위해서 사용자가 이동할 것으로 예상되는 영역에 대한 자원을 미리 예약하는 프로토콜이 MRSVP(Mobile RSVP)이다. 본 논문은 기존의 MRSVP를 확장하여 RSVP Tunnel 및 Mobile IP의 지역 등록(Regional Registration) 프로토콜을 결합한 동적 이중 앵커노드(DDAN: Dynamic Dual Anchor Node) 구조를 제안한다. 이는 기존의 MRSVP 프로토콜에서 미리 예약되는 자원을 지역적으로 제한함으로써 자원예약을 최소화시키는 반면에, 기존의 MRSVP와 유사한 수준의 QoS 보장을 목적으로 한다.

## A Design of Resource Reservation Mechanism with Micro Host Mobility

Kwangsin Koh<sup>†</sup> · Woosuk Cha<sup>††</sup> · Jae Young Ahn<sup>†††</sup> · Gihwan Cho<sup>††††</sup>

### ABSTRACT

It has been known that the host mobility feature has very significant impact on the QoS (Quality of Service), which is usually required to a real-time multimedia application. The existing QoS support mechanisms to provide the real-time services to fixed network environment, like as RSVP, are inadequate to accommodate the mobile hosts which can frequently change their point of attachments to the fixed network. So, MRSVP (Mobile RSVP) protocol has been proposed to reduce the impacts of host mobility on QoS guarantees, in which a mobile host needs to make advance resource reservations at multiple locations it may possibly visit during the lifetime of the connection. This paper proposes a dynamic dual anchor node (DDAN) architecture which integrates the MRSVP and RSVP tunnel, in addition to the Mobile IP Regional Registration protocol. By limiting the resource reserved in local area, it preserves the lower level of resource reservation, but provides approximately the same degree of QoS support as the existing MRSVP.

**키워드:** QoS, RSVP, MRSVP, RSVP 터널(RSVP Tunnel), 지역 등록(Regional Registration)

### 1. 서 론

이동 컴퓨팅 환경은 컴퓨팅 기술의 발전에 따른 소형, 고성능화된 휴대용 컴퓨터의 대중화와 더불어 무선 디지털 통신의 발전에 따른 이동전화, 무선 LAN 등의 이동통신의 범용화가 결합된 결과로 해석된다. 상호 상이하게 출발한 컴퓨팅 기술과 통신 기술은 사용자의 이동 컴퓨팅에 대한 요구에 따라 상호 결합하게 되었다. 그 결과 휴대용 컴퓨터

를 휴대한 이동 사용자는 기존의 유선 네트워크의 위치 제약을 탈피할 수 있게 되었다. 즉, 이동 사용자는 네트워크 접속을 유지하면서 자유로이 이동할 수 있는 무선 데이터 네트워킹이 가능하게 되었다[1, 3].

최근 사용자는 이동 컴퓨팅 환경에서 화상회의, VOD(Video-On-Demand) 등과 같은 멀티미디어 응용서비스를 실시간으로 제공받기를 원하고 있다. 웹을 통하여 실시간 데이터에 접속할 수 있는 인터넷 셀룰러 폰[4]과 같은 응용프로그램들은 네트워크 내부에서 이동 사용자에게 필요한 QoS (Quality of Service)를 제공하도록 요구하고 있다.

인터넷의 IP 프로토콜은 기본적으로 QoS를 제공하는 기

† 준 회 원 : 성화대학 인터넷정보계열 교수  
 †† 준 회 원 : 전북대학교 대학원 컴퓨터정보학과  
 ††† 정 회 원 : 한국전자통신연구원 무선랜연구팀 책임연구원  
 †††† 정 회 원 : 전북대학교 전자정보공학부 교수  
 논문접수: 2002년 7월 29일, 심사완료: 2002년 9월 17일

능을 갖지 않는다. QoS 설정 파라미터를 갖지 않는 IP 프로토콜을 이용하여 QoS를 제공하기 위하여 단-대-단간에 QoS를 설정하는 기능을 IP 프로토콜의 상위 계층에서 실행하는 RSVP(Resource Reservation Protocol)가 개발되었다. RSVP의 기본 기능은 단말과 라우터가 협력하여 단-대-단간의 전송대역을 확보하는 것이다[5]. 그러나 RSVP는 유선을 기반으로 하는 네트워크에서 QoS를 보장하기 위해서 개발된 프로토콜로서 다음 두 가지 이유 때문에 이동 컴퓨팅 환경에 직접 적용할 수 없다. 첫 번째는 Mobile IP에서 IP-in-IP 캡슐화 기법[6]을 이용하여 IP 터널이 구현되기 때문에 터널 경로에 위치해 있는 중재 라우터들에게 RSVP 메시지가 은폐되는 것이다. 두 번째는 MH가 새로운 위치로 이동한 후에 이전에 할당된 자원들은 더 이상 쓸모가 없게 된다는 것이다.

이동 컴퓨팅 환경에 RSVP를 적용할 때, 이동 사용자의 이동에 따른 문제점을 해결하기 위해서 여러 기법들이 제안되고 있다. RSVP Tunnel[7]은 Mobile IP에서 IP 터널의 각 중단노드 사이에 내포된 RSVP 세션을 설정함으로써, RSVP 메시지가 은폐되는 문제를 해결하기 위해서 제안되었다. MRSVP[8]는 이동 사용자가 장래에 방문할 것으로 예상되는 모든 이웃하는 영역들에 대해서 미리 자원을 예약함으로써, MH의 이동에 따른 RSVP 문제를 해결하고 있다. 그러나 이동송신노드와 이동수신노드 사이에 다-대-다 관계의 자원예약은 많은 자원의 낭비를 가져오고, 네트워크의 성능을 감소시킬 수 있다.

본 논문에서는 MRSVP의 기본 메커니즘에 Mobile IP의 지역 등록(Regional Registration) 프로토콜[9]과 RSVP Tunnel 프로토콜을 결합하여 MRSVP에서 발생하는 많은 자원 낭비를 줄이기 위한 동적 이중 앵커노드(DDAN: Dynamic Dual Anchor Node) 메커니즘을 설계한다. DDAN 메커니즘은 Mobile IP의 지역 등록 프로토콜의 동작 방식에 따라 HA(Home Agent)를 정적인 홈 앵커노드(HAN: Home Anchor Node)로 설정하고, MH(Mobile Host)가 현재 위치해 있는 도메인의 GFA(Gateway Foreign Agent)를 동적인 지역 앵커노드(RAN: Regional Anchor Node)로 설정한다. MH가 현재 도메인 내에서 마이크로 이동(micro mobility)을 할 때에는 송신노드에서 HAN을 경유하여 RAN까지 연결되는 일-대-일 관계의 자원예약 경로(송신노드-HAN-RAN)는 일정하게 유지된다. MH가 다른 도메인으로 매크로 이동(macro mobility)을 할 때에는 송신노드에서 HAN까지의 자원예약 경로는 일정하게 유지되는 반면, RAN이 방문한 도메인의 GFA로 변경됨에 따라 HAN에서 RAN까지의 자원예약 경로가 변경된다. 제안하는 DDAN 메커니즘은 RAN을 MH의 이동에 따라서 동적으로 재구성하기 때

문에 요구되는 QoS를 제공하기 위한 자원예약 범위를 최소화할 수 있고, MH의 이동에 적응적으로 대처할 수 있는 유연한 확장성을 제공한다.

논문의 2장에서는 MRSVP의 기본 메커니즘과 MH의 마이크로 이동을 지원하는 Mobile IP의 지역 등록 프로토콜에 대해서 알아본다. 3장에서는 MRSVP의 기본 메커니즘에 Mobile IP의 지역 등록 프로토콜과 RSVP Tunnel 프로토콜을 적용한 DDAN 메커니즘을 제시한다. 4장에서는 기존 MRSVP와 DDAN 메커니즘을 비교, 검토하고, 5장에서 향후연구과제를 제시하고 결론을 맺는다.

## 2. 관련 연구

실시간 어플리케이션에서 패킷 전송 지연과 패킷 분실 등의 QoS 특성은 MH의 이동에 따라 많은 영향을 받는다. 이동 컴퓨팅 환경에서 MH의 이동에 관계없이 요구되는 QoS를 지원하기 위해서, MRSVP는 MH가 실시간 서비스를 제공받으면서 이동할 수 있는 영역들에 대하여 미리 자원을 예약하도록 하는 수단을 제공한다. 또한, Mobile IP 지역 등록 프로토콜은 MH의 이동을 지역적으로 관리할 수 있는 수단을 제공하고 있다.

### 2.1 MRSVP

MRSVP는 이동 컴퓨팅 환경에 RSVP를 적용할 때, MH가 새로운 영역으로 이동하면 이동한 영역에서 다시 새로운 자원을 예약해야 하는 문제를 해결하기 위해서 제안되었다. MRSVP는 서비스 기간 동안 MH가 방문할 가능성이 있는 모든 영역에 대한 자원을 미리 예약함으로써 MH가 이동하는 새로운 영역으로 이동할 때 요구되는 QoS를 획득할 수 있다.

이를 위하여 MRSVP는 MSPEC(Mobility Specification)이라는 새로운 개념을 정의하고 있다. MSPEC은 MH가 가까운 미래에 방문할 가능성이 있는 영역들의 집합을 나타낸다. MH가 새로운 영역으로 이동할 때 주위의 프록시 에이전트를 탐색하기 위하여 프록시 발견 프로토콜(Proxy Discovery Protocol)을 이용하고 탐색된 프록시 에이전트들을 이용하여 MSPEC을 갱신한다. 프록시 에이전트가 현재 MH가 방문한 영역에 위치해 있다면, 지역 프록시 에이전트(local proxy agent)라고 한다. 프록시 에이전트가 MH의 이웃하는 서브넷에 위치해 있다면 원격 프록시 에이전트(remote proxy agent)라고 한다. 지역과 원격 프록시 에이전트는 모두 MSPEC에 기록된다.

송신노드와 MH사이에 Path와 Resv 메시지의 상호교환을 통하여, 송신노드의 지역 프록시 에이전트로부터 MH의

지역 프록시 에이전트까지 능동 자원예약 경로가 설정된다. 또한 송신노드의 원격 프록시 에이전트들과 MH의 원격 프록시 에이전트들 사이에는 수동 자원예약 경로들이 설정된다. 능동 예약 경로는 패킷들이 실제 전송되는 경로인 반면에, 수동 예약 경로들은 실제 패킷의 전송 없이 미리 예약된 경로이다. MH가 새로운 영역으로 이동하면, 새로 방문한 위치의 수동 예약상태를 능동 예약상태로 변경하고, 원래 능동 예약상태는 동시에 수동 예약상태로 변경한다. 이러한 방식으로, 새로운 영역에서 MH에게 필요한 자원들은 미리 수동 예약상태로 예약되어 있기 때문에 빠르게 획득될 수 있다.

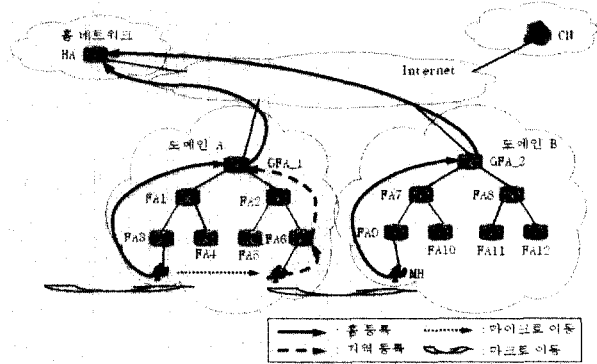
MRSVP는 송신노드의 MSPEC에 포함된 프록시 에이전트들과 MH의 MSPEC에 포함된 프록시 에이전트들 사이에 미리 다-대-다의 많은 자원예약 경로를 설정해야 한다. 따라서, 이들 자원예약 경로를 설정하고, 자원예약 상태를 유지하기 위한 메시지 오버헤드가 발생한다. MSPEC의 크기에 따라서 기하급수적으로 증가하는 다-대-다의 자원예약 관계를 완화하기 위해서, MRSVP는 정적인 앵커노드(Anchor Node) 구조를 이용하고 있다. 즉, 송신노드와 앵커노드 사이에는 RSVP의 기본 메커니즘을 이용한 일-대-일의 자원예약 관계가 유지된다. 반면에 이동송신노드의 프록시 에이전트들과 앵커노드사이, 그리고 MH의 프록시 에이전트들과 앵커노드사이에는 일-대-다의 자원예약 관계가 설정되고 유지된다. MRSVP는 정적인 앵커노드 구조를 이용하기 때문에 MH가 이동하여 앵커노드로부터 멀어질 경우에 불필요한 자원예약 범위의 증가와 자원예약 경로의 설정과 유지를 위한 메시지 오버헤드 때문에 많은 자원이 낭비되고, 네트워크 성능 감소를 유발한다.

2.2 마이크로 이동성 지원 프로토콜

Mobile IP의 지역 등록 프로토콜은 기본 Mobile IP에서의 등록 지연문제를 해결하기 위해서 MH의 이동을 도메인을 기반으로 지역적으로 관리하도록 제안된 프로토콜이다 [9]. Mobile IP에서는 MH의 이동에 따라서 CoA(Care of Address)가 변경될 때마다 HA에 등록해야 한다[10]. 이때, 홈 네트워크와 외부 네트워크의 거리가 멀어질수록 HA에 등록하는 홈 등록 지연시간이 증가한다. 원거리에 위치한 HA로의 등록 지연시간을 줄이기 위해서, 지역 등록 프로토콜은 MH의 해당 도메인 내에서의 마이크로 이동을 지원할 수 있도록 해당 도메인의 GFA에게 등록을 수행하는 수단을 제공한다.

MH가 처음 외부 네트워크에 방문할 때에만 HA에 홈 등록을 수행하고, 해당 도메인 내에서 마이크로 이동을 할 때에는 해당 도메인의 GFA에게 지역 등록을 수행한다. 홈 등

록 동안에, MH는 방문한 외부 네트워크에서 획득한 CoA를 이용하여 HA에 등록하며, 이때의 CoA는 GFA의 IP 주소이다. MH가 동일한 도메인 내의 FA(Foreign Agent)들 사이를 이동할 때에는 해당 도메인의 GFA에게 지역등록을 수행한다. 즉, MH가 도메인 내에서 마이크로 이동을 할 때에는 GFA가 HA의 역할을 수행하여 MH의 이동을 관리한다.



(그림 1) 지역 등록 프로토콜의 동작과정

HA에 등록된 MH의 CoA는 방문한 도메인의 GFA IP 주소이며, 이 CoA는 MH가 동일한 GFA를 갖는 도메인 내의 FA들 사이를 이동할 때에는 변경되지 않는다. 따라서, 방문한 도메인 내에서 이동하는 MH의 이동에 대해서는 HA에게 알릴 필요가 없으며, 방문한 도메인의 GFA에 의해서 지역적으로 관리된다. (그림 1)은 MH가 도메인간 마크로 이동을 할 때에는 홈 등록을 수행하고, 도메인 내에서 마이크로 이동을 할 때에는 지역등록을 수행하는 지역 등록 프로토콜의 동작과정을 보이고 있다.

(그림 1)처럼 MH가 처음 도메인 A의 외부 네트워크로 마크로 이동하여 FA3에 연결될 때, MH는 GFA\_1의 IP 주소를 획득하여 이 주소를 MH의 새로운 CoA로 이용하여 HA에 등록한다. 이때, CN(HA-GFA1-FA3-MH)의 경로를 따라 CN(Correspondent Node)으로부터 IP 패킷을 전송 받는다. 그리고, MH가 도메인 A에 속하는 FA들 사이를 마이크로 이동할 때에는 GFA\_1에게 지역등록을 수행한다. 또한, MH가 CN으로부터 패킷을 전송 받을 때, CN에서 GFA\_1까지의 경로(CN-HA-GFA\_1)는 일정하게 유지될 수 있고, GFA\_1부터 MH까지의 경로만이 동적으로 변경된다. MH가 도메인 A에서 도메인 B의 FA9로 마크로 이동을 할 때, 또다시 GFA\_2의 IP 주소를 CoA로 이용하여 HA에 등록하는 홈 등록이 수행된다.

지역 등록 프로토콜은 Mobile IP에서 MH가 이동할 때마다 이동할 새로운 FA의 CoA를 HA에 등록할 때 발생하는 등록 지연시간을 줄이기 위해서 제안되었다. MRSVP에서 정적인 앵커노드 구조 때문에 발생하는 불필요한 많은 자원

예약과 메시지 오버헤드를 줄이기 위해서, 제안하는 DDAN 메커니즘은 MH의 이동을 지역적으로 관리하기 위하여 지역 등록 프로토콜을 이용한다.

2.3 마이크로 이동을 고려한 자원예약 접근방법

MRSVP는 이동컴퓨팅 환경에서 MH의 이동성에 관계없이 실시간 서비스를 제공하기 위하여 MH가 이동할 것으로 예상되는 영역들에 대해서 미리 자원을 예약하여 요구되는 QoS를 획득하고 있다. 그러나 MRSVP에서 정적인 앵커노드 구조를 이용하는 방법은 MH의 이동에 적용적이지 못하다. 즉, MH가 앵커노드로부터 원거리에 위치해 있을 때, 앵커노드와 MH가 구성하는 MSPEC에 포함된 FA들 사이의 자원예약 범위의 자원예약에 참여하는 중재 라우터들의 수는 MSPEC의 크기 및 앵커노드와 FA들 사이의 거리에 비례하여 증가한다. 자원예약 범위가 확대됨에 따라 자원예약 경로를 설정하고 유지하는데 필요한 메시지들의 오버헤드는 증가한다. 또한, MH의 이동으로 인하여 MSPEC이 동적으로 변경되어 자원예약 경로를 재구성할 때, 자원예약 범위가 클수록 자원예약 경로를 재구성하기가 어렵게 되는 확장성 문제가 발생한다.

지역 등록 프로토콜에 의한 MH의 지역적 이동성관리 기법과 MRSVP의 정적인 앵커노드 구조를 이용한 자원예약 기법을 결합하여 앵커노드를 동적으로 구성하는 것이 가능하다. 즉, 지역 등록 프로토콜에서의 HA를 정적인 HAN으로 구성하고, GFA를 동적인 RAN으로 구성하여 두 개의 앵커노드를 동적으로 구성한다. 이렇게 동적으로 재구성되는 이중 앵커노드는 자원예약 범위를 줄이고, 자원예약 경로를 설정하고 유지하는 데 요구되는 메시지 오버헤드를 완화함으로써 MH의 이동에 따른 영향을 최소화할 수 있다.

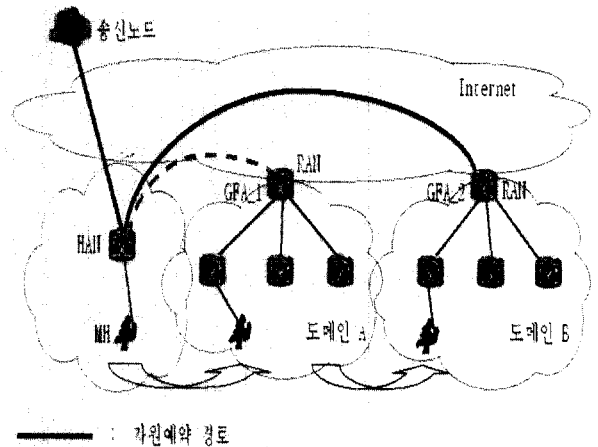
본 논문에서는 MRSVP의 기본 메커니즘과 Mobile IP의 지역 등록 프로토콜을 결합하여 HA를 정적인 HAN으로 설정하고, MH가 방문한 도메인의 GFA를 동적인 RAN으로 설정하는 DDAN 메커니즘을 설계한다.

3. DDAN 메커니즘 설계

본 논문은 MRSVP의 정적인 단일 앵커노드 구조가 갖는 자원예약 범위의 광범위한 확장 문제를 완화하기 위해서 DDAN 메커니즘을 제안한다. DDAN 메커니즘은 MRSVP의 기본 메커니즘에 Mobile IP의 지역 등록 프로토콜 및 RSVP Tunnel 프로토콜을 적용하고 있다. 이번 장에서 DDAN 메커니즘의 구조와 동작 방법에 대하여 세부적으로 기술한다. 논의를 간단히 하기 위해서 Mobile IP의 FA가 프록시 에이전트의 역할을 병행한다고 가정한다.

3.1 DDAN 구조 설정방안

논문에서 제안하는 DDAN 메커니즘은 앵커노드를 이중으로 구성함으로써 최소의 자원예약으로 MH에게 요구되는 QoS를 제공하는 기법이다. 앵커노드는 송신노드와 MH 사이에 위치하며, MH의 이동성과 관계없이 단순화된 자원예약 경로를 설정할 수 있도록 지원해주는 노드로서 HAN과 RAN으로 구분된다. HAN은 Mobile IP의 동작특성에 따라 정적으로 유지되는 앵커노드로서 HA를 HAN으로 설정한다. RAN은 지역 등록 프로토콜에 따라 MH가 방문한 도메인의 GFA를 동적인 RAN으로 설정한다. MH가 방문한 도메인 내에서 마이크로 이동을 하는 동안 RAN은 변경되지 않는다. 대신 MH가 도메인간 마크로 이동을 할 때에는 새로이 방문하는 도메인의 GFA를 새로운 RAN으로 변경한다. (그림 2)는 HAN과 RAN의 동적인 구성과정을 보이고 있다.



(그림 2) HAN와 RAN의 동적인 구성과정

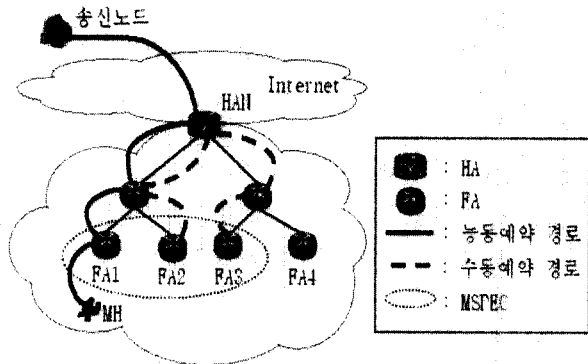
MH가 홈 네트워크에 위치해 있을 때에는 HAN만이 송신노드와 MH사이에서 자원예약을 위한 앵커노드로서의 역할을 수행하며, RAN은 존재하지 않는다. 이때, 송신노드와 HAN사이에는 일-대-일의 자원예약 경로가 생성된다. MH가 도메인 A로 이동할 때, MH는 GFA\_1의 IP 주소를 CoA로 획득하여 HA에게 등록하며, 이 과정에서 GFA\_1을 RAN으로 설정한다. MH의 도메인 A로의 마크로 이동에 대해서 HA에 등록이 완료되면, 송신노드-HAN-RAN 사이에는 일-대-일의 자원예약 경로가 생성된다. MH가 도메인 A에서 도메인 B로 마크로 이동하면, GFA\_2가 새로운 RAN으로 설정된다. MH가 획득된 GFA\_2의 IP 주소를 CoA로 이용하여 HA에 등록된 후, HAN은 이전 GFA\_1과의 자원예약을 해제하고, GFA\_2와의 새로운 자원예약 경로를 설정한다. 즉, MH가 도메인 A에서 도메인 B로 마크로 이동하면, HAN과 이전 RAN 사이의 자원예약은 해제되고, HAN과 도메인 B의 RAN사이에 새로운 일-대-일 자원예약 경로가

동적으로 생성된다.

MH가 방문한 도메인 내에서 마이크로 이동을 할 때에는 송신노드-HAN-RAN로 설정된 일-대-일의 자원예약 경로는 변하지 않고 유지된다. 해당 도메인 내에서 MRSVP에 따라 RAN과 MH가 구성하는 MSPEC에 포함된 FA들 사이에는 일-대-다의 자원예약 경로가 설정된다. 정적인 앵커노드를 이용하는 기존의 MRSVP는 MH와 송신노드 혹은 홈 네트워크와의 거리가 멀어질수록 자원예약 경로가 광범위하게 확장되는 문제가 발생한다. 논문에서 제안하는 DDAN 메커니즘에서는 MRSVP의 기본 메커니즘에 지역 등록 프로토콜과 RSVP Tunnel을 적용하여 MRSVP에서 발생하는 자원예약 범위의 광범위한 확장 문제를 완화시킨다.

3.2 DDAN 구조를 이용한 자원예약 경로설정

DDAN 구조를 이용한 자원예약은 크게 두 가지 경우로 구분할 수 있다. 첫 번째는 MH가 홈 네트워크에 위치해 있는 경우이고, 두 번째는 MH가 홈 네트워크에서 이동하여 다른 도메인의 외부 네트워크에 위치해 있는 경우이다.



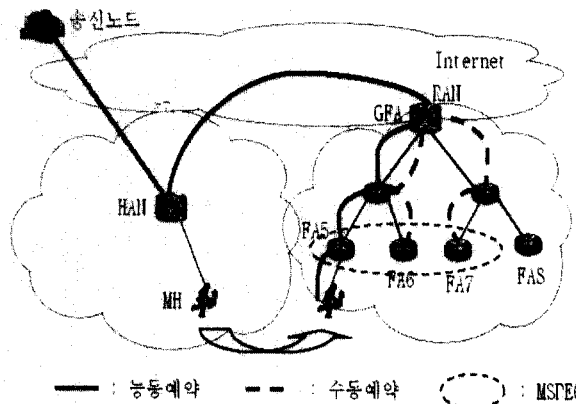
(그림 3) 홈 네트워크에 위치해 있는 MH의 자원예약 경로

(그림 3)은 MH가 홈 네트워크에 위치해 있을 때의 자원예약 경로를 보이고 있다. 검은 실선은 능동예약 경로이고, 점선은 수동예약 경로를 나타낸다. HA는 HAN이며, MH의 MSPEC은 3개의 FA들(FA1, FA2, FA3)로 구성되어 있는 것으로 가정한다. MH는 MSPEC이 재구성될 때마다 HAN에게 MSPEC을 포함하는 Receiver\_Mspec 메시지를 전송하고, MSPEC에 포함된 FA들에게는 Receiver\_Spec 메시지를 전송한다. 송신노드로부터 Path 메시지를 전송 받은 HAN은 RSVP Tunnel 프로토콜을 이용하여 FA1, FA2, FA3에게 Path 메시지를 전송한다. 현재 MH가 연결되어 있는 FA1과는 능동예약 경로가 설정되고, MSPEC을 구성하는 다른 FA2와 FA3와는 수동예약 경로가 설정된다.

(그림 4)는 MH가 홈 네트워크에서 외부 네트워크로 이동하는 경우의 자원예약 경로를 보이고 있다. MH가 홈 네

트워크에서 다른 도메인의 외부 네트워크로 이동하면, 방문한 도메인의 GFA IP 주소를 CoA로 획득하여 HA에 등록한다. 이때, MH는 방문한 도메인의 GFA를 새로운 RAN으로 선택한다. MH는 새로운 MSPEC을 재구성하여 해당 도메인의 앵커노드인 RAN에게 MSPEC이 포함된 Receiver\_Mspec 메시지를 전송하고, MSPEC에 포함된 FA들에게는 Receiver\_Spec 메시지를 전송한다. MSPEC은 3개의 FA5, FA6, FA7로 구성된다. HA에 등록이 완료되면, HAN은 즉시, Path 메시지를 생성하여 MH의 CoA로 등록된 GFA(RAN)에게 RSVP Tunnel 프로토콜을 이용하여 Path 메시지를 전송한다. Path 메시지를 전송 받은 GFA(RAN)는 MSPEC을 구성하는 모든 FA들에게 RSVP Tunnel 프로토콜을 이용하여 Path 메시지를 전송한다. RAN과 MH가 연결되어 있는 FA5 사이에는 능동 자원예약 경로가 설정되고, MSPEC을 구성하는 다른 FA6과 FA7은 수동 자원예약 경로가 설정된다.

일단, 자원예약이 완료된 후에 MH가 방문한 도메인 내에서 마이크로 이동을 한다면, 송신노드-HAN-RAN으로 설정된 일-대-일 자원예약 경로는 변하지 않고 유지된다. 반면 RAN과 MSPEC을 구성하는 FA들 사이에는 일-대-다의 다중 자원예약 경로들이 설정되며, MSPEC이 재구성될 때마다 수시로 갱신된다.



(그림 4) MH가 외부 네트워크에 위치해 있을 때의 자원예약 경로

3.3 DDAN 메커니즘의 자원예약 설정 및 해제

MRSVP에서 실제 자원예약 과정을 초기화하기 위해서 송신노드는 MH의 IP 주소를 알아야 한다. Mobile IP에서 MH에게 전송되는 모든 패킷은 MH의 홈 주소로 전송되므로, MH의 홈 주소가 목적지 주소로 이용된다. 자원예약을 위한 Path 메시지는 RSVP와 동일한 방식으로 생성되며, 송신노드로부터 MH까지의 경로 상에 위치해 있는 중재 라우터들에 의해서 주기적으로 생성되고 전송된다. 즉, 초기에 자원을 예약하기 위해서 송신노드는 Path 메시지를 생

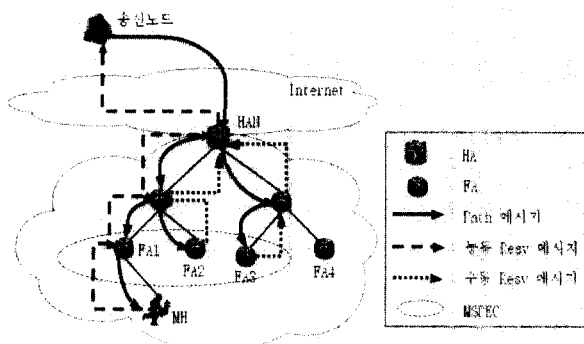
성하여 MH의 홈 주소를 목적지 주소로 설정하여 전송한다. Path 메시지는 일단 MH의 HA로 전달되며, 송신노드와 HA사이의 Path 메시지 처리과정은 RSVP 프로토콜과 동일하게 처리된다.

3.3.1 MH가 홈 네트워크에 위치해 있는 경우

MH가 홈 네트워크에 위치해 있는 경우에 MSPEC이 동적으로 재구성되는 것을 제외하고, 기존의 MRSVP에서 정적인 앵커노드를 이용하여 자원예약을 설정하는 과정과 동일하게 수행된다. 즉, 송신노드는 Path 메시지를 생성하여 MH의 홈 주소를 목적지 주소로 설정하여 전송한다. 송신노드와 MH의 HA사이에서 위치해 있는 중재 라우터들은 경로상태를 생성 및 갱신하고, 계속해서 다음 중재 라우터에게 Path 메시지를 전송한다.

MSPEC이 변경될 때마다 MH는 MSPEC을 동적으로 재구성하고, Receiver\_Mspec 메시지에 포함시켜 HAN에게 전송한다. 또한, Receiver\_spec 메시지를 생성하여 MSPEC에 포함된 FA들에게 전송한다. HA는 처음 MSPEC을 포함하는 Receiver\_Mspec 메시지를 전달받을 때, 자신을 HAN으로 설정한다.

송신노드로부터 Path 메시지를 전달받은 HAN은 MSPEC에 포함된 FA들에게 RSVP Tunnel 프로토콜을 이용하여 Path 메시지를 전송한다. Path 메시지를 전달받은 MH는 능동 Resv 메시지를 Path 메시지를 전달받은 역경로를 따라 포워딩하여 HAN과 능동 자원예약 경로를 설정한다. MSPEC에 포함된 다른 FA들은 MH 대신 수동 Resv 메시지를 전송하여 HAN과 수동 자원예약 경로를 설정한다. MH 및 FA들로부터 능동 및 수동 Resv 메시지를 전달받은 각 중재 라우터들은 예약상태를 생성 및 갱신하고, 계속해서 다음 중재 라우터에게 Resv 메시지를 전달한다. 각 중재 라우터들은 자신을 경유하는 능동 예약과 수동 예약을 위한 각 세션들의 예약상태를 유지한다.



(그림 5) 홈 네트워크에서의 자원예약 동작과정

MH 및 MSPEC에 포함된 각 FA들로부터 능동 및 수동

Resv 메시지를 전달받은 HAN은 이들 Resv 메시지들을 병합하여 하나의 능동 Resv 메시지를 생성한다. 생성된 Resv 메시지는 Path 메시지가 전송된 역경로를 따라 송신노드에 전송된다. 송신노드가 HAN으로부터 Resv 메시지를 전달받으면, 송신노드로부터 MH까지의 자원예약은 성공적으로 완료된다. (그림 5)는 MH가 홈 네트워크에 위치해 있을 때의 자원예약 과정을 보이고 있다.

MSPEC의 변경 없이 MH가 MSPEC에 포함된 FA들 사이를 이동한다면, HAN과 FA들 사이의 자원예약 경로는 변경되지 않는다. 단지 MH가 다른 FA로 이동하는 경우에, HAN과 MH가 새로이 이동한 FA사이의 자원예약 상태정보가 수동 자원예약 상태에서 능동 자원예약 상태로 변경된다. HAN과 이전 FA사이의 자원예약 상태는 능동 자원예약 상태에서 수동 자원예약 상태로 변경된다. MH의 이동에 따라 MSPEC이 변경된다면, MH는 MSPEC을 재구성하고 Receiver\_Mspec 메시지에 포함시켜 HAN에게 전송한다. 또한 MSPEC을 구성하는 FA들에게는 Receiver\_Spec 메시지를 전송한다. MSPEC을 전달받은 HAN과 Receiver\_Spec 메시지를 전달받은 각 FA들은 위에 기술된 자원예약 설정방법에 따라 자원예약 경로를 재구성한다.

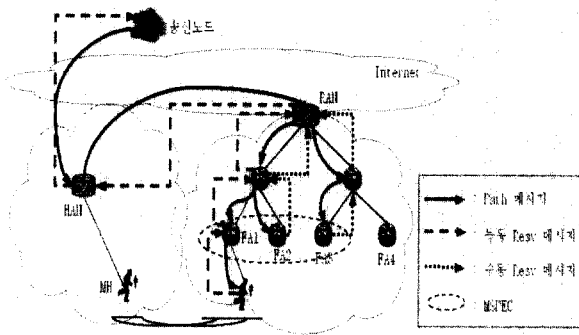
갱신된 MSPEC에 포함되지 않은 FA들과 HAN 사이에 설정된 자원예약은 다음 두 가지 방법 중 하나를 적용하여 해제된다. 첫 번째는 자원예약을 해제하기 위해서 Terminate 메시지를 이용하는 방법으로 MH는 Terminate 메시지를 생성하여 FA들에게 전송한다. FA들은 수동 자원예약 상태를 제거하고, 자원예약 경로를 제거하기 위해서 ResvTear 메시지를 생성하여 전송한다. ResvTear 메시지를 전송 받은 자원예약 경로상의 중재라우터들은 자원예약 상태 정보를 제거하고, 메시지를 계속해서 전송함으로써 HAN과 FA사이의 자원예약은 해제된다. 두 번째는 유효시간이 경과하도록 자원예약 상태정보의 갱신되지 않으면, 각 라우터들은 ResvTear 메시지나 PathTear 메시지를 생성하여 HAN과 FA에게 전송하여 자원예약을 해제한다.

일단 자원예약이 완료되면 송신노드에서 HAN까지 설정된 일-대-일 자원예약은 변하지 않고 일정하게 유지된다. 단지 HAN과 MSPEC을 구성하는 FA들 사이의 능동 및 수동 자원예약 경로만이 MSPEC이 능동적으로 재구성될 때마다 지역적으로 변경된다.

3.3.2 MH가 외부 네트워크로 이동한 경우

MH가 홈 네트워크에서 다른 도메인의 외부 네트워크로 마크로 이동을 하면, 방문한 도메인에서 GFA의 IP 주소를 CoA로 획득하여 HA에 등록해야 한다. MH는 등록과정에서 GFA를 RAN으로 설정하여, 송신노드-HAN-RAN으로 연결되는 DDAN 구조를 형성한다.

MH의 등록이 완료된 후, HA의 Mobile IP 모듈은 상위의 MRSVP 모듈에게 MH가 다른 도메인으로 이동한 사실을 알린다. MH의 이동을 인지한 HAN은 Path 메시지를 생성하여 RSVP Tunnel 프로토콜을 이용하여 RAN에게 전송한다. HAN으로부터 Path 메시지를 전달받은 RAN은 3.3.1절에 기술한 것과 동일한 과정에 따라 MH 및 MSPEC을 구성하는 FA들과 능동 및 수동 자원예약을 설정한다. 또한, MH가 동일 도메인 내에서 마이크로 이동을 한다면, 3.3.1절에 기술한 것처럼 자원예약 상태를 변경하거나 RAN과 FA들간의 자원예약 경로를 재구성한다.

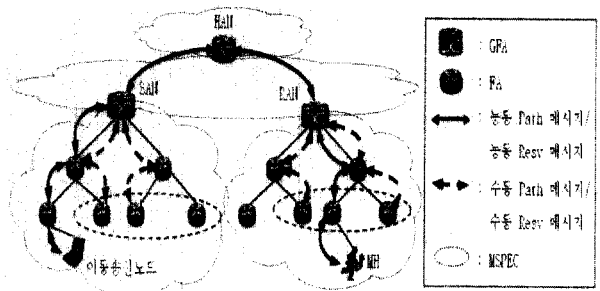


(그림 6) DDAN 구조의 자원예약 동작과정

MH가 외부 네트워크에 위치해 있을 때에는 (그림 6)처럼 송신노드-HAN-RAN-MH로 연결되는 DDAN 구조를 갖는다. 일단 송신노드와 MH사이에 자원예약이 완료되면, 송신노드-HAN-RAN으로 연결되는 자원예약 경로는 MH가 다른 도메인으로 마이크로 이동을 할 때까지 변경되지 않고 일-대-일의 자원예약 관계를 유지한다.

### 3.3.3 송신노드가 이동노드인 경우

RSVP는 송신노드에서 MH까지 단방향의 자원예약을 기본으로 하고 있다. 따라서 이동송신노드는 데이터의 송신만을 고려하여 자원예약 경로를 설정한다. Mobile IP에서의 라우팅은 MH로 전송되는 패킷은 일단 HA로 전달되고, HA에 등록된 MH의 CoA로 터널링된 후 MH에게 전달되는 반면, MH가 생성한 패킷은 HA를 경유하지 않고 바로 CN에게 전송되는 비대칭 라우팅을 기본으로 하고 있다[10]. 이동송신노드는 자원예약 경로를 설정할 때 수신은 고려하지 않으므로, 자신의 HA를 앵커노드로 이용하지 않는다. 즉, MH가 외부 네트워크에 위치해 있는 경우에 DDAN 구조를 갖는 반면, 이동송신노드는 항상 동적으로 구성되는 하나의 송신 앵커노드(SAN : Sender P를Anchor Node)만을 갖는다. 송신노드가 홈 네트워크에 위치해 있으면 이동송신노드의 HA가 SAN으로 설정되고, 송신노드가 외부 네트워크에 위치해 있으면 GFA가 SAN으로 설정된다.



(그림 7) 이동 송신노드와 MH 사이의 자원예약 경로

(그림 7)은 이동송신노드와 MH 사이의 자원예약 경로를 보이고 있다. 이동송신노드가 도메인 내에서 마이크로 이동을 한다면, SAN-HAN-RAN으로 연결되는 자원예약 경로는 변경되지 않고 일-대-일의 자원예약 관계를 유지한다. 단지 이동송신노드와 SAN사이의 자원예약 경로 및 예약상태 정보만이 변경된다. 이동 송신노드가 다른 도메인으로 마이크로 이동을 한다면, 이동송신노드는 방문한 도메인의 GFA를 새로운 SAN으로 설정하고, SAN으로부터 HAN까지의 자원예약 경로가 재구성된다.

## 4. 기존연구와의 비교검토

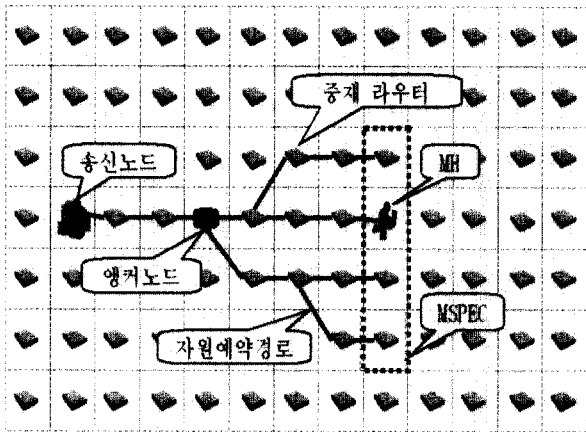
3가지 상황시나리오를 제시하여 기존의 MRSVP와 제안하는 DDAN 메커니즘의 개념적인 차이를 비교하고, 해석적인 수준에서 메시지 오버헤드와 자원예약 범위, 확장성을 분석한다. MRSVP에서 각 중재 라우터(FA)들과 MH는 상호간의 자원예약 상태를 설정하고, 갱신하기 위한 Path, Resv, Receiver\_Spec, Sender\_Spec, Anchor\_Spec, Receiver\_Mspec 메시지들을 주기적으로 생성하여 전송한다. 앵커노드와 MH가 멀리 떨어져 있을수록 이들 사이에는 자원예약에 관여하는 많은 중재 라우터들이 존재하게 된다. 즉, 앵커노드와 MH의 거리가 멀수록 자원예약에 참여하는 중재 라우터들의 수가 증가하고, 이들 중재 라우터들로 인한 메시지 오버헤드와 자원예약 범위는 증가하게 된다. 제안하는 DDAN 메커니즘은 앵커노드와 FA들 사이의 거리를 지역 등록 프로토콜을 이용하여 지역적으로 제한하기 때문에 자원예약에 참여하는 중재라우터들을 최소한으로 유지하여 자원예약 범위와 메시지 오버헤드를 줄일 수 있다.

3가지 상황시나리오에 따라 기존의 MRSVP와 제안하는 DDAN 메커니즘을 비교하였다. 메시지 오버헤드와 자원예약 범위의 정도는 자원예약에 참여하는 중재 라우터들의 수를 이용하여 직관적으로 해석될 수 있다. 각 시나리오는 동일한 네트워크 환경에 송신노드와 앵커노드가 존재하며, MH의 이동에 따른 동일한 크기의 MSPEC이 구성되는 것으로 가정하였다. 또한 논의를 간단히 하기 위해서 송신노

드는 고정되어 있는 것으로 가정하였다.

1) MRSVP에서 앵커노드와 MH가 근접해 있을 때의 자원예약 시나리오

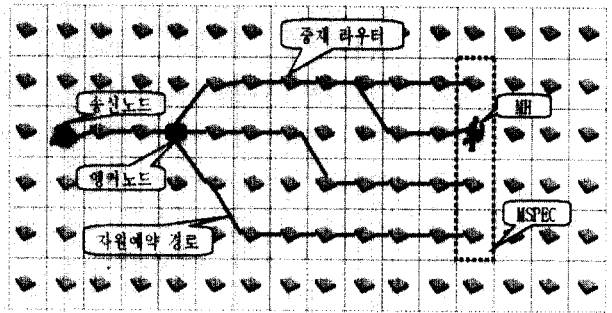
(그림 8)은 MRSVP에서 MH가 앵커노드에 근접해 있을 때의 자원예약 범위를 나타내고 있다. 송신노드와 앵커노드 사이에는 일-대-일의 자원예약 관계가 일정하게 유지되고, 2개의 중재 라우터가 자원예약에 관여하고 있다. 앵커노드와 MSPEC에 포함된 FA들 사이에는 일-대-다의 자원예약 관계가 설정되며, 12개의 FA들이 자원예약에 참여하고 있다.



(그림 8) MRSVP에서 자원예약(근거리인 경우)

2) MRSVP에서 앵커노드와 MH의 거리가 멀리 떨어져 있을 때의 자원예약 시나리오

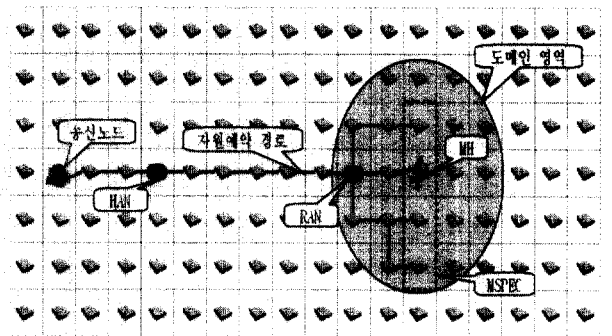
(그림 9)는 MRSVP에서 앵커노드와 MH가 멀리 떨어져 있는 경우의 자원예약 범위를 보이고 있다. (그림 8)과 마찬가지로 송신노드와 앵커노드 사이에는 일-대-일의 자원예약 관계가 유지되고, 자원예약 경로에는 2개의 중재 라우터가 참여하고 있다. 앵커노드와 MSPEC에 포함된 FA들 사이에는 일-대-다의 자원예약 관계가 설정되며, 능동 및 수동 자원예약에 26개의 중재 라우터들이 참여하고 있다. (그림 8)과 (그림 9)에서와 같이 MSPEC의 크기와 네트워크 조건이 동일한 경우에도 앵커노드와 MH 사이의 거리에 따라 자원예약에 참여하는 중재 라우터들과 자원예약 범위는 많은 차이를 보이고 있다. 즉, 앵커노드와 MH 사이의 거리가 멀수록 자원예약 경로에 보다 많은 중재 라우터들이 관여하게 된다. 따라서, MH가 앵커노드에서 멀어질수록 중재 라우터들이 유발하는 메시지 오버헤드가 증가하고, 자원예약 범위가 확대된다는 것을 직관적으로 알 수 있다. 또한 MSPEC이 동적으로 변경되어 자원예약 경로가 재구성될 때, 자원예약에 관여하는 중재 라우터들이 많을수록 자원예약 경로를 재구성하기 위해서 많은 오버헤드가 발생하므로 MH의 이동에 따른 확장성에 제약을 받는다.



(그림 9) MRSVP에서 자원예약(원거리인 경우)

3) DDAN 메커니즘에서 자원예약 시나리오

(그림 10)은 MRSVP에 지역 등록 프로토콜을 적용한 DDAN 메커니즘의 자원예약 범위를 나타내고 있다. 송신노드에서 MH가 현재 방문중인 도메인의 GFA까지(송신노드-HAN-RAN)의 자원예약 경로는 일-대-일 관계로 일정하게 유지되고, 자원예약 경로에 5개의 중재 라우터가 참여하고 있다. RAN과 MSPEC에 포함된 FA들 사이에는 일-대-다의 자원예약 관계가 설정되며, 9개의 중재 라우터들이 자원예약에 참여하고 있다. 송신노드로부터 MH까지의 거리와 MSPEC의 크기, 네트워크 환경 등의 동일한 조건하에서, 기존의 MRSVP는 28개의 중재 라우터들이 자원예약 경로에 참여하고 있다. 반면에, (그림 10)에서 보는 것처럼 제안하는 DDAN 메커니즘은 16개의 중재 라우터만이 송신노드로부터 MH까지의 자원예약 경로에 포함되고 있다. 즉, 제안하는 DDAN 메커니즘은 기존의 MRSVP와 비교하여 보다 적은 메시지 오버헤드와 자원예약 범위를 가지고 기존의 MRSVP와 유사한 결과를 얻고 있다.



(그림 10) DDAN 메커니즘에서 자원예약

또한, MH의 이동으로 MSPEC이 변경되어 자원예약 경로를 재구성할 때, 기존의 MRSVP는 원거리의 앵커노드로부터 MSPEC에 포함된 중재 라우터들까지의 일-대-다 관계의 많은 자원예약 경로들을 모두 재구성해야 한다. 이에 반하여, DDAN 메커니즘은 MH의 도메인 내의 마이크로 이동인 경우와 도메인간의 매크로 이동인 경우로 구분하여 자



원예약 경로를 재구성한다. 마이크로 이동인 경우, HAN으로부터 MH가 방문중인 RAN까지의 자원예약 경로는 그대로 유지되고, RAN에서 MSPEC에 포함된 중재 라우터들까지의 자원예약 경로들만이 재구성된다. 매크로 이동인 경우, HAN으로부터 새로이 이동한 도메인에서 구성된 MSPEC에 포함된 중재 라우터들까지의 자원예약 경로들을 재구성된다. 하지만, 기존의 MRSVP과는 달리 DDAN 메커니즘은 새로 방문한 RAN으로부터 MSPEC에 포함되는 중재 라우터들까지는 일-대-다 관계의 자원예약 경로를 재구성하고, HAN에서부터 RAN까지는 일-대-일 관계의 자원예약 경로를 재구성하기 때문에 기존의 MRSVP에 비하여 유연한 확장성을 갖는다.

### 5. 결 론

본 논문에서는 이동 컴퓨팅 환경에서 사용자의 이동에 관계없이 실시간 멀티미디어 서비스를 제공하는데 요구되는 QoS를 제공하기 위하여 사용자의 지역적인 이동성을 고려한 DDAN 메커니즘을 제안하였다. 제안하는 DDAN 메커니즘은 기존의 MRSVP에 Mobile IP의 지역 등록 프로토콜과 RSVP Tunnel 프로토콜을 결합하여 MRSVP의 정적인 단일 앵커노드 구조가 갖는 자원예약 범위의 광범위한 확대 문제를 완화시키고 있다. DDAN 메커니즘에서는 MH의 이동에 따라 최적의 자원예약 경로를 갖도록 RAN을 동적으로 재구성함으로써, 자원예약 범위를 최소화할 수 있고, 최소의 자원예약으로 요구되는 QoS를 제공할 수 있다. 향후 연구로는 기존에 제안된 단말의 이동예측과 탐지 기법들을 적용하여 MSPEC을 보다 효율적으로 재구성하는 방법에 대한 연구가 진행될 필요가 있다. 기존에 제안된 방법들[11-14]은 MH가 이전에 움직였던 이동패턴을 고려하여 다음 이동영역을 예측하는 것을 기본으로 하고 있다. 현재 IEEE 802.11 무선 LAN 표준과 Mobile IP가 결합된 무선 네트워크 환경에서 MH의 핸드오프가 발생할 가능성이 있는 FA를 미리 예측하여, 선택된 FA들로 MSPEC을 구성하는 기법에 대한 연구를 진행하고 있다[2].

### 참 고 문 헌

[1] 조기환, "이동컴퓨팅 기반기술", 전파협회지 6(6)/7(1), 1997.  
 [2] 차우석, 고평신, 조기환, "WLAN 네트워크에서 링크계층 핸드오프를 이용한 QoS 보장 방법론", 한국멀티미디어학회 춘계학술발표논문집, 제5권 제1호, pp.437-442, 2002.  
 [3] T. Imielinski and B. R. Badrinath, "Mobile Wireless Computing: Solutions and Challenges in Data Management," DCS-TR-296/WINLAB TR-49, Rutgers University, 1993.  
 [4] B. R. Badrinath and A. K. Talukdar, "IPv6+Mobile-IP+

MRSVP=Internet Cellular phone?," In *Proceedings of the International Workshop on Quality of Service, Columbia University, New York, USA, May, 1997.*

[5] R. Braden, "Resource ReSerVation Protocol (RSVP)-Version 1 Functional Specification," *IETF RFC 2205*, Sep., 1997.  
 [6] C. E. Perkins, "IP Encapsulation within IP," *IETF RFC 2003*, Oct., 1996.  
 [7] A. Terzis, J. Krawczyk, J. Wroclawski, L. Zhang, "RSVP Operation Over IP Tunnels," *IETF RFC 2746*, Jan., 2000.  
 [8] A. K. Talukdar, B. R. Badrinath, A. Acharya, "MRSVP: A Resource Reservation Protocol for an Integrated Services Network with Mobile Hosts," *Wireless Networks (7)*, pp. 5-19, 2001.  
 [9] E. Gustafsson, A. Jonson, and C. E. Perkins, "Mobile IP Regional Registration," *IETF Draft, draft-ietf-mobileip-reg-tunnel-06.txt*, Mar., 2002.  
 [10] C. E. Perkins, "IP Mobility Support," *IETF RFC 2002*, Oct., 1996.  
 [11] V. Bharghavan and J. P. Mysore, "Profile-based next-cell prediction in indoor wireless LANs," In *Proceeding of the IEEE Singapore International Conference on Networking*, 1997.  
 [12] J. Chan, S. Zhou and A. Seneviratne, "A QoS Adaptive Mobility Prediction Scheme for Wireless Networks," *Global Telecommunications Conference, 1998. GLOBECOM 1998. The Bridge to Global Integration. IEEE*, Vol.3, pp.1414-1419, 1998.  
 [13] T. Liu, P. Bahl, I. Chlamtac, "A Hierarchical Position-Prediction Algorithm for Efficient Management of Resources in cellular Networks," *Proc. IEEE GLOBECOM '97*, Nov., 1997.  
 [14] S. Lu, R. Srikant, V. Bharghavan, "Adaptive Resource Management Algorithms for Indoor Mobile Computing Environments," *Proc. of ACM SIGCOMM '96*, pp.231-242, Aug., 1996

### 고 광 신

e-mail : kskoh@dcs.chonbuk.ac.kr

1993년 목포대학교 전산통계학과 졸업 (학사)

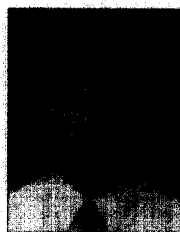
1995년 목포대학교 대학원 전산통계학과 졸업(이학석사)

1999년 전북대학교 대학원 전산통계학과 박사과정

1995년~1998년 광은경영경제연구소 연구원

1998년~현재 성화대학 인터넷정보계열 조교수

관심분야 : 이동컴퓨팅, 네트워크 보안, Ad-hoc 네트워크





### 차 우 석

e-mail : wscha@dcs.chonbuk.ac.kr  
 1999년 목포대학교 컴퓨터과학과 졸업  
 (학사)  
 2001년~현재 전북대학교 컴퓨터정보학과  
 석사과정  
 관심분야 : 이동컴퓨팅, Mobile IP, 무선  
 네트워크, Ad-hoc 네트워크



### 안 재 영

e-mail : jyahn@etri.re.kr  
 1983년 연세대학교 전기공학과(학사)  
 1985년 연세대학교 대학원 전기공학과  
 (석사)  
 1989년 연세대학교 대학원 전기공학과  
 (박사)

1989년~현재 한국전자통신연구원 무선방송연구소 무선LAN  
 연구팀 팀장/책임연구원  
 관심분야 : 디지털 통신, 무선 MAC 프로토콜, 무선 LAN, ad  
 hoc 네트워크



### 조 기 환

e-mail : ghcho@dcs.chonbuk.ac.kr  
 1985년 전남대학교 계산통계학과 졸업  
 (학사)  
 1987년 서울대학교 계산통계학과 졸업  
 (석사)  
 1996년 영국 Newcastle 대학교 전산학과  
 졸업(박사)

1987년~1997년 한국전자통신연구원 선임연구원  
 1997년~1999년 목포대학교 컴퓨터과학과 전임강사  
 1999년~현재 전북대학교 전자정보공학부 조교수  
 관심분야 : 이동컴퓨팅, 무선인터넷, 분산처리시스템, 컴퓨터통신