

이동 컴퓨팅 환경에서 RSVP가 적용된 MIP-DUDN을 이용한 멀티미디어 트래픽의 QoS 보장

한 승 진[†] · 이 정 현^{††}

요 약

본 논문에서는 이동 컴퓨팅 환경에서 멀티미디어 트래픽의 QoS를 보장하기 위해 유선 환경에서 사용되고 있는 RSVP를 이동 컴퓨팅 망에 적용 시 나타나는 문제점을 해결한다. RSVP를 Mobile IP에 적용 시 MN이 다른 지역으로 이동을 한다면 MN의 세션 ID가 변경되기 때문에 HA는 FA로 새로운 터널을 만든다. 그러나 본 논문에서는 기존의 Mobile IP에서 나타나는 삼각 라우팅 문제를 제거함으로써 MN이 다른 지역으로 이동을 하여도 새로운 터널을 만들지 않는 RMIP-DUDN(RSVP가 적용된 MIP-DUDN) 방법을 제안한다. 새로운 RMIP-DUDN의 프로토콜을 설계하고, 기존의 Mobile IP에 RSVP를 적용한 방법과 비교 평가한다.

The QoS Guarantees of Multimedia Traffic using MIP-DUDN with RSVP in Mobile Computing Environments

Seung-Jin Han[†] · Jung-Hyun Lee^{††}

ABSTRACT

We have solved a problem occurring in case that RSVP is applied to existing wired network in order to guarantee a QoS of multimedia traffic in mobile computing environment in this paper. If MN moves to another area when Mobile IP is applied to RSVP, HA makes new tunnel to FA because SESSION ID of MN is changed. However, we suggest MIP-DUDN method, which applied RSVP. Although MN moves to another area in this method, it does not make new tunnel because it eliminates the problem of existing Triangle Routing Problem. We design the new protocol of RMIP-DUDN and compare with the method of existing Mobile IP applied to RSVP.

키워드 : RMIP(Mobile IP with RSVP), RMIP-DUDN(Mobile IP based Dynamic Updates of Domain Name with RSVP), QoS (Quality of Service), 멀티미디어 트래픽(Multimedia Traffic), 자원 예약 프로토콜(RSVP : Resource reSerVation Protocol)

1. 서 론

무선 망에서 무선 가입자에게 만족스러운 QoS(Quality of Service)을 제공하는 것은 유선 망에서 보다 상당히 어렵다. 또한 인터넷에서 송수신 되는 데이터의 형태가 문자 또는 음성과 같은 단순한 형태에서 인터넷 전화(Internet Phone) 또는 인터넷방송(Web Cast) 등과 같은 멀티미디어 환경으로 변화되면서 멀티미디어 트래픽을 위한 자원 예약은 MN(Mobile Node)의 이동성으로 인해 기존의 유선 망에서 사용하던 자원 예약 프로토콜인 RSVP를 그대로 사용할 수 없다.

최근에는 이동 가입자의 수가 증가 됨에 따라 가입자의 용량을 늘이기 위해 셀의 크기가 매크로 셀(macro cell)에

서 마이크로 셀(micro cell) 또 다시 피코 셀(pico cell)로 변화하고 있다. MN의 이동성은 셀의 크기가 작아 짐에 따라 빈번한 핸드오프를 유발시키고, 또한 이는 새로운 셀에서 자원 예약을 어렵게 한다.

[1]은 인터넷에서 실시간 트래픽을 위한 자원 예약에 대해 연구했다. 실시간 전송을 필요로 하는 구조에서는 데이터의 흐름 경로를 따라 자원을 예약하기 위해 사용된다. 기존의 유선 인터넷은 Best Effort 서비스만을 지원하며 서비스의 품질에 대한 고려는 미약하다[1-4]. 이동 컴퓨팅 환경에서는 MN이 유선 망과 달리 이동이 가능하기 때문에 MN의 위치가 변경된다. 따라서 HA 입장에서 볼 때 터널의 출구가 바뀌므로 터널의 자원을 재 할당 받는 문제가 발생한다. 이의 원인 중 하나는 기존의 MIP(Mobile IP)에 가장 큰 문제점 중의 하나인 삼각 라우팅 문제(Triangle Routing Problem)[5] 때문이다. 본 논문에서는 Collocated Care-of Address 방법[16]과 RMIP-DUDN(Mobile IP based Dyna-

† 정 회 원 : 인하대학교 전자계산공학과 박사수료

†† 종 신 회 원 : 인하대학교 전자전기컴퓨터공학부 컴퓨터공학전공 교수
논문접수 : 2001년 7월 10일, 심사완료 : 2001년 9월 10일

mic Updates of Domain Name with RSVP)[9]을 이용하여 기존의 MIP에서 나타나는 문제점인 삼각 라우팅 문제를 제거함으로써 MN에게 QoS를 보장해 주는 새로운 프로토콜을 제안한다.

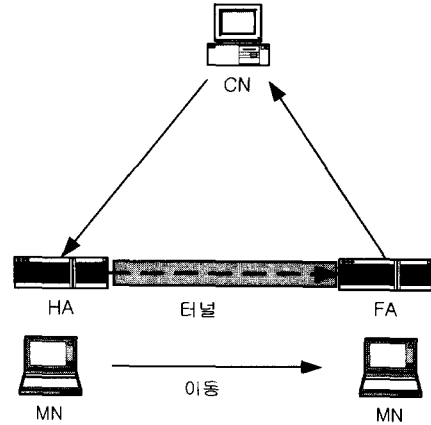
2. 이동 컴퓨팅 환경에서의 QoS 문제

유선 망에서의 RSVP(Resource reSerVation Protocol)는 수신 노드가 송신 노드로부터 전송 받은 Path 메시지를 근거로 수신 받고자 하는 QoS를 수용하기 위해 필요한 망 자원을 결정한다. 수신 노드는 송신 노드쪽이 보내 온 Path 메시지 경로의 반대 방향으로 대역폭과 경로를 따라 존재하는 라우터에서의 자원 처리등의 내용이 담긴 Resv 메시지를 전송한다[1].

그러나 이러한 RSVP는 유선 환경에서 사용되는 프로토콜이다. 기존의 TCP/IP[6] 프로토콜이 이동 컴퓨팅 환경에서 사용되기 위해서는 많은 부분이 수정되었듯이[5, 7-9] RSVP도 이동 컴퓨팅 환경에서 적용되기 위해서는 몇 가지 문제가 발생된다. 이러한 문제를 해결하기 위해서, [2]에서는 유선 망에서의 RSVP를 이동 컴퓨팅 환경에 맞게 수정하여 MRSVP를 제안하였다. 기존의 RSVP에 존재하는 Path 메시지를 Active Path와 Passive Path로 Resv 메시지를 Active Resv와 Passive Resv로 세분화하였다. 유선 망에서는 노드가 고정되어 있기 때문에 최초로 호 설정 시 필요로 하는 자원 예약 메시지인 Path와 Resv 메시지만 필요하였다. 그러나 이동 컴퓨팅 망에서는 노드가 고정되어 있지 않고, 이동을 하기 때문에 다음과 같은 이유로 유선 망에서의 RSVP는 사용할 수 없다. 첫째, 기존의 RSVP는 passive 예약에 대해 어떠한 기능도 제공하지 않는다. 둘째, 기존의 RSVP로는 MN이 이동한 새로운 위치를 알 수 없다. 셋째, Path 메시지가 이동 발신자의 MSPEC(Mobile SPECification)에 있는 몇 개의 위치로부터 시작된다면 수신 노드로부터 시작된다면 수신 노드 혹은 중간 라우터는 메시지의 SENDER_TEMPLATE 객체로부터 MN을 구별할 수 없다. 마지막으로 기존의 RSVP는 IPIP(encapsulate IP datagrams within IP datagrams) 터널을 통해 예약을 지원하지 않는다.

Active Path와 Active Resv는 기존의 Path 메시지와 Resv 메시지처럼 사용하고, Passive Path와 Passive Resv는 송신 노드와 수신 노드가 이동 노드일 경우 이동 노드가 현재 위치한 지역의 주변 지역에 자원을 미리 예약하기 위한 메시지이다. 수신 노드가 송신 노드에게 자신이 이동 가능한 지역의 리스트가 담긴 MSPEC을 보내면 송신 노드는 MSPEC에 있는 지역으로 Passive Path 메시지를 보내고, Passive Path 메시지를 수신한 해당 지역의 MA(Mobile Agent)들은 Passive Resv 메시지로 응답한다.

[2]에서는 Active 메시지와 Passive 메시지를 MA에서 처리하는 방안과 각 노드에서 처리하는 방안을 멀티캐스트와 유니캐스트로 각각 제안하였다.



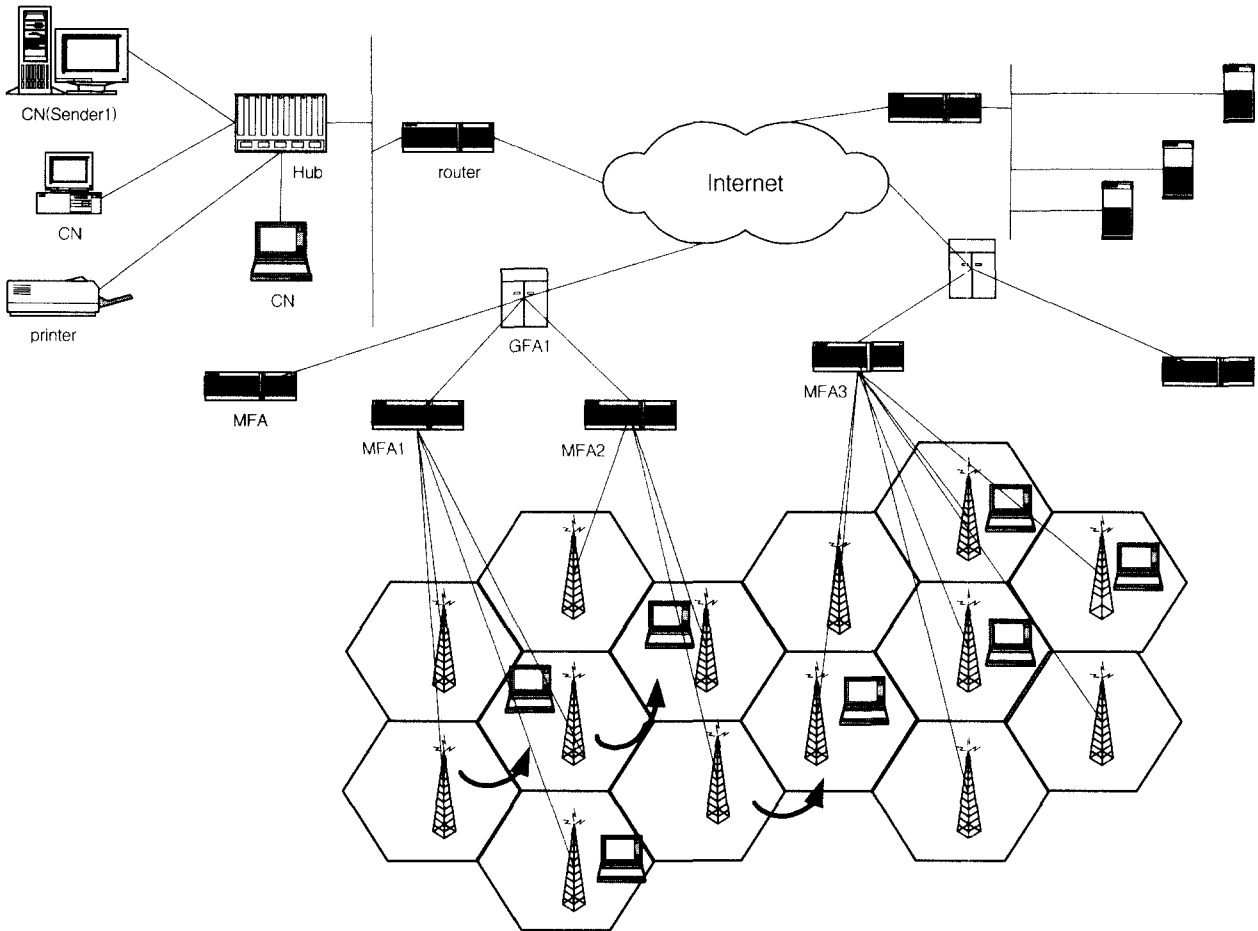
(그림 1) 기존 MIP의 전형적인 삼각 라우팅 문제

기존의 방법[5]에 RSVP를 적용하면 MN이 타 지역으로 이동 시 MN은 이동한 지역의 FA(Foreign Agent)로부터 COA(Care-of Address)를 할당 받는다. MN은 FA를 통해 이 주소를 HA(Home Agent)에 등록을 하게 되고, HA는 자신이 알고 있는 MN의 세션 ID가 변경되었다는 것을 안다. 따라서 HA는 FA로의 새로운 터널을 만들어야 한다. RSVP는 주기적으로 Path 메시지를 송신하기 때문에 궁극적으로 자원은 MN에 직접 경로를 따라 예약될 것이나 불필요한 지연과 자원 소비는 아직 문제로 남을 것이고, 요구되는 QoS 보장은 직접 전송하는 것보다 삼각 경로를 따라 패킷을 송신하기 때문에 달성될 수 없다. 또한, MN이 핸드 오프 후 새로운 지역에서 충분한 자원을 할당 받지 못한다면, MN은 이전 지역에서 제공받던 서비스 보다 감소된 품질을 제공받는다.

3. RMIP-DUDN(Mobile IP based Dynamic Updates of Domain Name with RSVP)을 이용한 멀티미디어 트래픽의 QoS 보장

이동 컴퓨팅 환경에서 RSVP를 이용한 QoS 문제의 해결은 크게 두 가지로 나뉜다. 첫 번째는 MN이 새로운 지역으로 이동 시에 발생하는 HA와의 경로 불일치 문제의 해결[10, 11]과 두 번째는 MN이 위치 등록 후 차후에 이동하기 전에 필요한 자원을 미리 예약하기 위해 주변 지역의 IP 주소를 송신 노드로 보내는 경우[2, 3]로 나눌 수 있다.

3.1 Path 메시지와 Resv 메시지가 터널로 인한 경로 불일치 MN이 CN(Corresponding Node)으로부터 패킷을 수신하는 도중에 새로운 지역으로 이동을 한 후 위치 등록을 하



(그림 2) RMIP-DUDN을 이용한 시스템 구조

면, 새로운 지역의 FA가 HA로 위치 등록 메시지를 보낸다. HA는 MN의 세션 ID가 변경이 되었기 때문에 HA는 새로운 세션 ID에 대한 자원을 확보하기 위해 Path 메시지를 MN이 위치한 FA로 보낸다. HA는 MN은 처음 위치 등록 시 수행하였던 절차를 반복 수행하여야 한다. MN이 새로운 지역으로 이동한 사실을 HA에게 알리지 않는다면 MN이 최초 연결시 발생된 RSVP 관련 메시지 이외의 메시지는 발생하지 않는다. 그러나 현재의 MIP 방식에서는 삼각 라우팅 문제로 인해 HA를 경유하지 않고서는 다른 지역으로 이동한 MN에게 패킷을 전달할 방법이 없다[5].

(그림 2)와 같이 MN이 임의의 지역 A에서 위치 등록 후 HA로부터 IP 주소를 할당 받는다. 이 주소는 MFA(Middle Foreign Agent)과 GFA(Gateway Foreign Agent)에 등록된다. MN은 할당 받은 IP 주소를 홈 IP 주소로 하여 DNS(Domain Name Server)에 MN의 도메인 이름에 대한 홈 IP 주소 갱신 메시지를 보낸다[12]. DNS는 MN으로부터 전송되어온 IP 주소와 인증 관련 데이터를 이용하여 인증을 하고, 도메인 이름에 따른 IP 주소를 갱신한다.

MFA와 GFA는 MN이 다른 지역으로 이동을 하더라도

MN의 기존 세션에 대한 정보를 계속하여 유지하기 때문에 처음 설정한 CN과의 QoS 수준을 계속하여 유지할 수 있다. 따라서, CN에서 전송하는 패킷이 HA를 경유하지 않기 때문에 MN의 IP 주소가 변경이 되더라도 기존의 IP 주소를 계속하여 유지할 수 있기 때문에[9] 새로운 터널을 만들지 않는다.

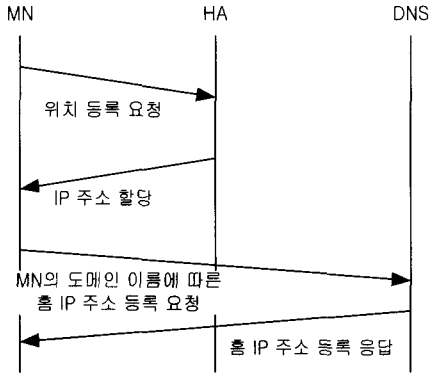
본 논문에서는 MN이 송신 노드인 경우와 수신 노드인 경우로 나누고, 또한 MN이 이동한 경우와 이동하지 않은 경우로 나누어서 각각에 대한 프로토콜을 제안한다. 그리고, MN이 새로운 지역으로 이동을 하였을 때 자원 부족으로 인한 QoS 감소는 없다고 가정한다.

3.1.1 MN이 이동하지 않은 경우

A. MN의 최초 위치 등록

MN이 전원을 켜고, 위치 등록을 HA 지역에서 한다. HA는 MN의 적법성을 인증을 통해 확인하고, IP 주소를 할당한다. 또한 HA는 MN이 속한 MFA와 GFA에 MN의 위치 등록 정보를 통보한다. MN은 할당 받은 IP 주소를 홈 IP 주소로 하여 DNS에 MN의 도메인 이름에 대한 홈

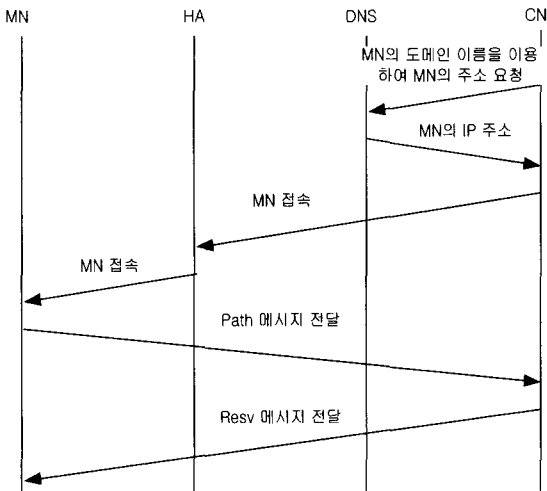
IP 주소 갱신 메시지를 보낸다. DNS는 MN으로부터 전 송되어온 IP 주소와 인증 관련 데이터를 이용하여 MN의 적법성을 검증하고, 도메인 이름에 따른 IP 주소를 갱신 한다.



(그림 3) MN의 최초 위치 등록

B. MN이 송신 노드인 경우

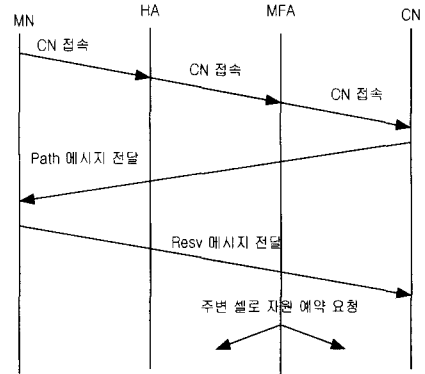
CN은 DNS를 통해 MN의 도메인 이름을 이용하여 MN의 IP 주소 정보를 얻는다. CN은 이 IP 주소를 이용하여 MN에 접속 요구를 한다. 접속 요구를 받은 MN은 CN에게 Path 메시지를 전달하고, Path 메시지를 받은 CN은 Resv 메시지를 MN에 전송한다.



(그림 4) MN이 송신 노드인 경우 CN의 접속

C. MN이 수신 노드인 경우

MN이 이동하지 않고, 수신 노드인 경우는 기존의 방법 [2,9]에 따른다. MN이 HA를 통해 CN에 접속을 하면 CN은 MN에게 Path 메시지를 전송하고, 이를 수신한 MN은 HA를 통해 Resv 메시지를 전송한다. MFA는 MN이 위치한 HA를 중심으로 주변 셀로 자원 예약 요청을 한다.



(그림 5) MN이 HA에 있는 경우

3.1.2 MN이 이동한 경우

(그림 2)에서 MN1이 A 지역에서 위치 등록 후 CN(유선 망 또는 무선 망에 있는 노드)으로 접속 요청을 한다. CN은 MN1에게 자신이 송신할 데이터 형태가 담긴 Path 메시지를 MN1에게 송신하고, 이를 수신한 MN1은 QoS 요구가 담긴 Resv 메시지를 A 지역을 중심으로 주변 지역들의 주소가 포함된 멀티캐스트 메시지를 송신 노드에게 전송한다. 이러한 협상이 끝난 후 CN은 MN1에게 패킷을 송신하고, MN1은 이를 수신한다.

MN1이 CN으로부터 서비스를 받는 도중, A 지역에서 B 지역으로 핸드오프 한다면 MN1은 B 지역의 FA로부터 새로운 IP 주소를 할당 받는다. MN1이 이동한 지역이 이전에 위치한 지역의 MFA와 동일하다면, MN1은 이 주소를 MFA1에게만 보고를 할 것이고, 동일하지 않은 MFA로 이동을 하였다면 이동한 사실을 GFA1까지 보고를 한다. 우선 동일한 MFA내에서 이동을 한 경우는 MFA1내의 라우팅 테이블에 [8]에서의 방법처럼 MN1의 이전 주소와 새로이 이동한 지역의 주소를 맵핑시킨다. 따라서 CN에서 MN1으로 패킷을 전송하는 경우 기존의 방법[5]과는 달리 MFA1의 라우팅 테이블을 이용하여 이를 A 지역의 MA(즉, HA)로 전송하지 않고, B 지역의 FA로 전달한다.

A. MN이 송신 노드인 경우

MN이 송신 노드인 경우는 [9]의 방법에 3.1.1의 B의 경우처럼 Path 메시지와 Resv 메시지를 추가한다. 발생 가능한 경우는 MN이 동일한 MFA내에서 이동한 경우, GFA는 동일하지만 MFA가 다른 지역으로 이동한 경우, 그리고 서로 다른 GFA 지역으로 이동한 경우이다. 따라서 이 경우는 [9]에 Path 메시지와 Resv 메시지에 대한 처리 부분만 추가되고, 그 외 변경되는 것은 없다.

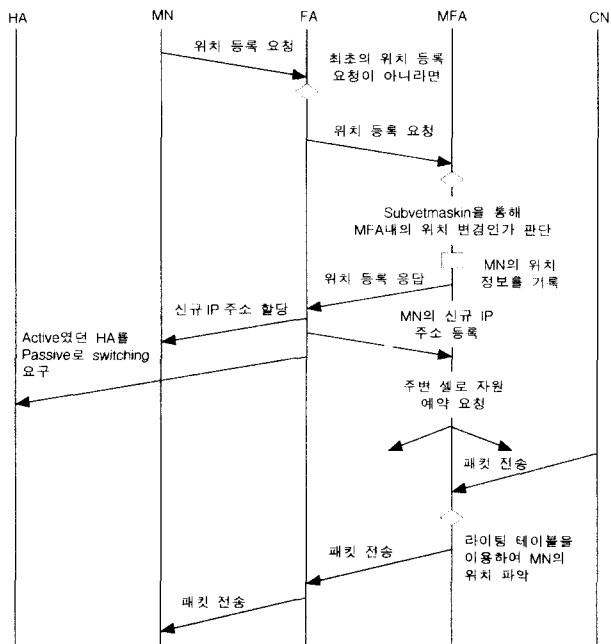
B. MN이 수신 노드인 경우

B-1 MN이 동일한 MFA내에서 다른 FA로 이동

CN으로부터 오는 패킷은 HA로 전송되는 것이 아니고,

MFA를 통해 MN이 위치한 FA로 전송된다. 따라서, (그림 1)에서 나타나는 삼각 경로 문제를 제거하기 때문에 QoS (Quality of Service)가 보장이 된다.

예를 들어, (그림 6)에서 MN이 HA에서 FA 지역으로 이동을 하였다면, MN은 FA에서 새로운 IP 주소를 할당 받는다. MFA는 MN이 이전 지역에서 사용하던 IP 주소와 새로이 할당 받은 IP 주소 정보를 자신의 라우팅 테이블에 기록한다. 따라서 CN으로부터 전송되는 패킷은 HA를 거치지 않고 MFA를 통해 MN이 위치한 FA로 전송된다. MFA는 자신과 MN이 위치한 FA와의 새로운 RSVP 터널을 만든다. 여기서 새로운 RSVP 터널은 [2,3]과 같이 MN 또는 MN이 속한 MA가 미리 예약하여 MN이 이동 후에 Active 상태와 Passive 상태를 스위칭함으로써 터널 제작 시간을 단축할 수 있다. 또한 [2,3]에서는 CN이 Passive Path 메시지를 MN이 위치한 주변 셀로 송신하지만, 본 논문에서는 결론의 추후 연구 과제에서 언급한 것처럼 MN의 MA가 송신한다고 가정한다. MFA는 MN이 새로이 이동한 FA를 중심으로 주변 셀의 FA들에게 Passive Path 메시지를 전송한다.



(그림 6) MN이 동일 MFA내에서 다른 지역으로 이동

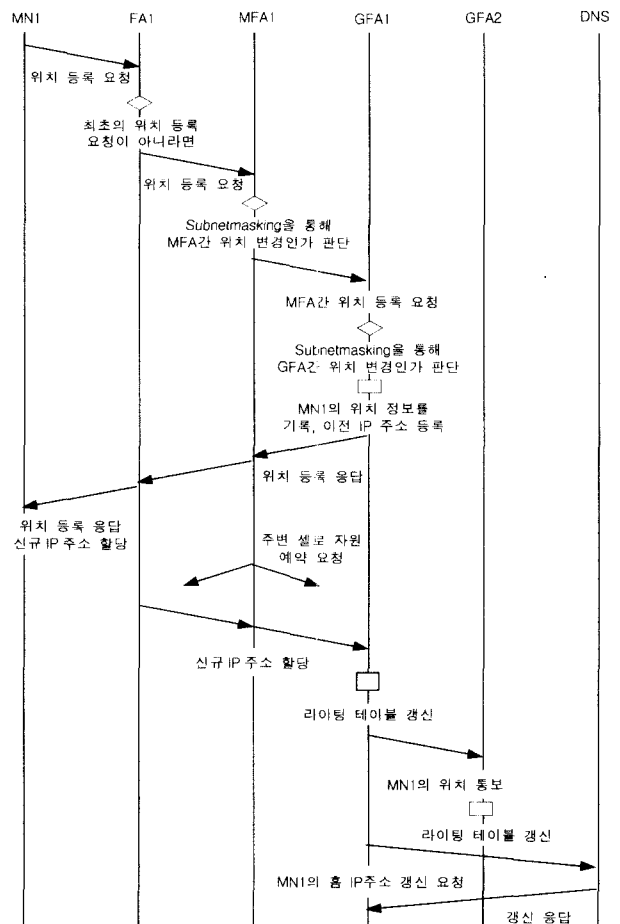
B-2 MN이 다른 지역으로 이동(MFA는 다르나 GFA는 동일)

B-2의 경우는 B-1의 경우에 추가로 MN의 이동 사실을 MFA가 GFA까지 보고하고, GFA는 MN에 대한 라우팅 테이블을 갱신한다. 또한 GFA는 자신과 MN이 위치한 MFA와의 새로운 RSVP 터널을 만들고, MFA는 MN이 위치한 FA와 새로운 RSVP 터널을 만든다. 새롭게 이동한 지역의 MFA는 MN이 새로이 이동한 FA를 중심으로 주변 셀의 FA

들에게 Passive Path 메시지를 전송한다.

B-3 MN이 다른 지역으로 이동(GFA가 다른 경우)

(그림 7)은 MN이 GFA2 지역에서 GFA1 지역으로 이동을 한 경우이다. MN1은 FA1에서 할당 받은 신규 IP 주소로 FA1, MFA1 그리고 GFA1에 위치 등록한다. 여기서 GFA1은 MN1의 이전 IP 주소와 신규 IP 주소에 대한 정보를 자신의 라우팅 테이블에 추가 시킨다. GFA1은 MN1의 위치 정보를 MN1이 이전에 위치했던 GFA2로 알린다. GFA2의 라우팅 테이블에는 MN1의 기존 IP 주소와 신규 IP 주소에 대한 정보를 갱신한다. 따라서 CN으로부터 송신되는 패킷이 GFA2에 도착하면, GFA2의 라우팅 테이블을 이용하여 GFA1로 전달한다. 이를 수신한 GFA1은 MN1이 위치한 지역으로 패킷을 송신한다. 여기서 CN이 알고 있는 MN1의 주소는 처음 접속 시 알고 있던 IP 주소이므로 터널 재 설정이 발생하지 않는다. MN1에서 GFA1까지의 새로운 터널은 B-1과 B-2의 경우를 따른다.



(그림 7) MN이 다른 GFA 지역으로 이동

4. 성능 평가

본 논문에서 제안하는 방법의 성능 평가는 RMIP 방법과

비교한다. 평가는 두 가지 방법에 대해 각각 MN이 위치 등록하는데 소요되는 비용과 각 홉의 큐에서 MN과 CN 사이의 지연이 포함된 패킷 전송 비용으로 나누어 한다.

본 논문에서 제안하는 모델의 성능 평가를 위해 [9, 13, 14]의 평가 방법에 [4]에서 사용한 평가 요소를 추가하여 성능 평가에 이용한다. 또한 본 논문의 방법과 MIP 방법에서는 각 에이전트에서의 특별한 버퍼 관리가 없으므로 [4]의 방법에서 TAIL 방법을 이용한다. 또한 성능 평가의 용이함을 위해 다음과 같은 가정을 한다. MA(Mobile Agent)는 하나의 셀을 이루고, 각 셀의 반경은 동일하다. 기존 MIP의 계층적 구조와 본 논문에서 제안하는 망의 계층적 구조는 (그림 2)와 같다.

<표 1> 성능 평가 요소[9, 13, 14]

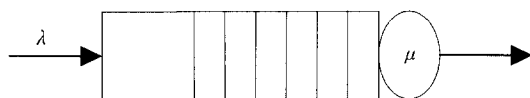
기 호	정 의	값
BW _{wl}	무선 링크의 대역폭	1Mbps
BW _w	유선 망의 대역폭	1Gbps
L _{wl}	무선 링크의 지연	7ms
L _w	유선 링크의 지연	0.5ms
S _{req}	등록 요청 패킷의 크기	50bytes
S _{data}	데이터 패킷의 최대 크기	1024bytes
T _{acq}	MN이 무선 채널을 획득하는 시간	20ms
T _{prot}	등록 패킷을 프로토콜이 처리하는 시간	3ms
T _{req}	현재 에이전트로부터 등록 패킷을 생성하는 시간	5ms
T _{turn}	프로토콜이 데이터 패킷을 터널링하기 위해 소요하는 시간	7ms
T _{int}	인터넷에서 홉간 패킷 전달 시간	300ms

여기서 인터넷을 통해 두 노드간 패킷 전달 시간(T_{int})은 GFA가 서로 이웃하고 있을 경우 일정하게 300ms라 가정하고, 또 다른 GFA가 2 홉 건너 위치한다면 2배의 시간이 소요된다고 가정한다. 단, DNS는 모든 GFA로부터 2 홉 거리에 위치한다고 가정한다.

4.1 전송 지연

본 논문에서 제안하는 방법의 성능 평가를 위해 RMIP과 RMIP-DUDN의 버퍼 관리 기법은 [4]에서 사용한 기법 중 TAIL 기법을 이용하고, 이 기법에서 버퍼에 패킷을 수용할 확률을 정의하는 함수 (n)은 1이다. 여기서 n은 0 ≤ n ≤ B-1 이다. 전송 지연을 구하기 위해 버퍼 관리 기법은 FIFO(First-In-First-Out)로 가정한다.

FIFO에 대한 큐잉 모델은 다음과 같이 표현할 수 있다.



(그림 8) FIFO 큐

여기서, 성능 평가를 위해 사용하는 기호의 정의 및 가정은 다음과 같다.

- λ : 큐에 도착하는 패킷의 속도. 포아송 분포(Poisson Distribution)를 따른다.
- μ : 임의의 서비스를 받고 출력되는 패킷의 속도. 지수분포(Exponentially Distribution)를 따른다.
- B : 각 홉에서의 버퍼 크기
- 시스템에 제공되는 트래픽 밀도(ρ)는 다음과 같다.

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

버퍼에 패킷이 도착하는 시간 간격과 패킷이 서비스를 받는 시간은 모든 패킷이 동일하다고 가정한다. 또한 버퍼에 있는 패킷은 마코프 체인 중 발생 및 소멸 과정을 따른다. 즉, 패킷은 상태 n에서 λa(n)의 속도로 발생되고, μ(n ≠ 0)이라면)의 속도로 소멸된다[4]. 따라서 버퍼 내용의 정상 분포(Stationary Distribution)는 다음처럼 계산된다[15].

$$\pi(n) = \pi(0) \rho^n \prod_{i=0}^{n-1} a(i) \tag{1}$$

여기서,

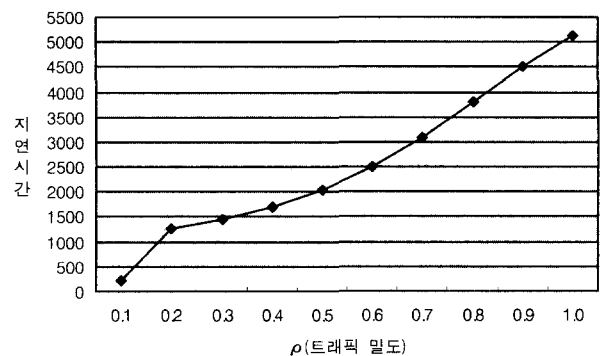
$$\pi(0) = \left[\sum_{n=0}^B \rho^n \prod_{i=0}^{n-1} a(i) \right]^{-1} \tag{2}$$

따라서, 각 홉의 큐에 n개의 패킷이 있다면, 각 홉의 큐에서 기대되는 지연 시간은 다음과 같이 계산된다.

$$D = \frac{1}{\mu} \sum_{n=0}^{B-1} (1+n) \pi(n) a(n) \tag{3}$$

본 논문에서 버퍼 관리 기법은 TAIL 기법을 이용하기 때문에, 식 (1)~(3)에서 a(n)은 1이다. 여기서, n은 0 ≤ n ≤ B-1 이다.

버퍼의 크기가 10일 때 ρ 값에 따른 각 홉에서의 패킷 지연은 다음과 같다.



(그림 9) ρ 값에 따른 각 홉에서의 패킷 지연 시간(B = 10)

4.2 위치 등록 비용

등록에 소요되는 총 시간은 MN 내부의 처리 시간을 포

합한 무선 구간과 이동 에이전트를 포함한 상위 계층의 무선 구간에서 소요되는 시간을 더한 것이다.

무선 구간은 MN이 무선 채널 획득 시간(T_{acq}), MN의 등록 패킷 생성 시간(T_{reg}), 등록 패킷의 전송 시간(S_{reg} / BW_w), 그리고 무선 링크의 지연(L_{wi})과 같은 요소로 이루어진다. 이 요소들을 이용하여 무선 채널을 이용한 이동 에이전트에 위치 등록을 하기 위한 비용을 $T1$ 이라고 하면 다음과 같다.

$$T1 = T_{acq} + (S_{reg} / BW_w) + L_{wi} + T_{reg} \quad (4)$$

무선 구간에서 패킷 전송에 소요되는 비용은

$$T2 = (S_{data} / BW_w) + L_{wi} \quad (5)$$

유선으로 연결된 에이전트 사이의 위치 등록 패킷 처리 비용

$$T3 = ((S_{reg} / BW_w) + L_w) \times \text{홉의 수} + T_{proc} \quad (6)$$

유선으로 연결된 에이전트 사이의 패킷 전송 비용(터널링 하기 위해 소요되는 시간)

$$T4 = ((S_{data} / BW_w) + L_w) \times \text{홉의 수} + T_{tun} \quad (7)$$

여기서, 위치 등록 패킷의 ACK 패킷에 대한 비용은 고려하지 않는다. 또한 (그림 2)와 같이 하나의 GFA내에서 홉의 수는 네 가지 형태가 존재하는데, 홉의 수를 long은 4, middle은 2, 그리고 short은 1로 한다.

MN이 위치 등록을 m 번 하였을 경우, RMIP의 방법과 RMIP-DUDN 방법의 위치 등록 비용은 다음과 같다.

$$Cost_{RMIP}^{Reg} = T1 + (P_m(X_0) \times T3_{(short)} + P_m(X_1) \times T3_{(middle)} + P_m(X_2) \times T3_{(long)} + P_m(X_3) \times (2 \times T3_{(middle)} + k \times T_{Int})) \times 2 \quad (8)$$

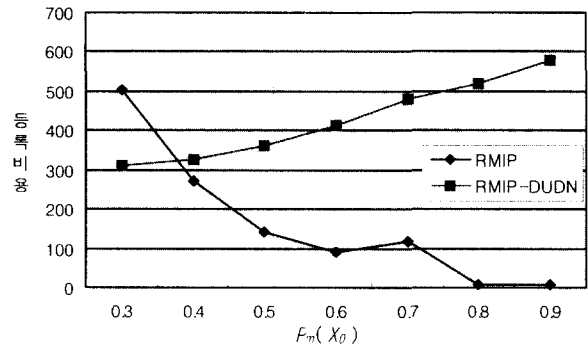
$$Cost_{RMIP-DUDN}^{Reg} = T1 + (P_m(X_0) \times (T3_{(short)} + 2T_{Int}) + P_m(X_1) \times T3_{(short)} + P_m(X_2) \times T3_{(middle)} + P_m(X_3) \times (T3_{(middle)} + 2T_{Int})) \times 2 \quad (9)$$

여기서, $0 < P_m(X_i) \leq 1, i=0,1,2,3$ 이고, $\sum_{i=0}^3 P_m(X_i) = 1$ 이다.

여기서, $P_m(X_0) \geq P_m(X_1) \geq P_m(X_2) \geq P_m(X_3)$ 이고, $0.3 \leq P_m(X_0) \leq 1.0$ 이다.

$P_m(X_0), P_m(X_1), P_m(X_2)$ 그리고 $P_m(X_3)$ 은 각각 MN이 HA에 위치할 확률, MN이 동일한 MFA내에서 이동할 확률, MN이 동일한 GFA내에서 서로 다른 MFA로 이동할 확률, 그리고 MN이 서로 다른 GFA로 이동할 확률을 나타낸다. k 는 GFA간 홉의 수이고, 본 논문에서 k 의 크기는 $1 \leq k \leq 10$ 이다.

(그림 10)에서와 같이 본 논문에서 제안하는 방법은 RMIP 방법에 비해 MN이 HA에서 멀어질수록 등록 비용이 감소됨



(그림 10) $P_m(X_0)$ 확률에 따른 위치 등록 비용

을 알 수 있다. HA에 위치할 확률이 높을수록 RMIP에 비해 등록 비용이 높은 이유는 최초로 위치 등록을 하면서 DNS에 자신의 IP 주소를 등록하여야 하기 때문이다.

4.3 패킷 전송 비용

송신 노드와 수신 노드가 동일한 GFA내에 존재할 수도 있고, 서로 다른 GFA에 존재할 수도 있다. 본 논문의 성능 평가는 송신 노드와 수신 노드가 서로 다른 GFA에서 위치 등록을 하고, 패킷을 송수신한다고 가정을 한다. 또한 MN이 수신 노드일 경우에 대해서만 고려한다.

패킷 전송 비용에서도 ACK 패킷에 대한 비용은 고려하지 않는다. 패킷 전송 비용은 다음과 같다.

RMIP의 경우

$$C(X_0)_{RMIP}^{Trans} = T2 + (P_m(X_0) \times T4_{(middle)} \times D) + k \times T_{Int} \quad (10-1)$$

$$C(X_1)_{RMIP}^{Trans} = T2 + (P_m(X_1) \times T4_{(long)} \times D) + T_{tun} + k \times T_{Int} \quad (10-2)$$

$$C(X_2)_{RMIP}^{Trans} = T2 + (P_m(X_2) \times T4_{(far)} \times D) + T_{tun} + k \times T_{Int} \quad (10-3)$$

$$C(X_3)_{RMIP}^{Trans} = T2 + (P_m(X_3) \times T4_{(far)} \times D) + T_{tun} + 2k \times T_{Int} \quad (10-4)$$

여기서, $0 < P_m(X_i) \leq 1, i=0,1,2,3$ 이고, $\sum_{i=0}^3 P_m(X_i) = 1$ 이다.

여기서, $P_m(X_0) \geq P_m(X_1) \geq P_m(X_2) \geq P_m(X_3)$ 이고, $0.3 \leq P_m(X_0) \leq 1.0$ 이다.

여기서, 식 (3)에서 구한 D 는 각 홉에서 발생하는 평균 전송 지연을 의미한다. 또한 middle, long, far는 홉의 수를 의미하며, 본 논문의 모델에서 홉의 수가 각각 2, 4, 6을 의미한다. k 는 GFA간 홉의 수이고, k 의 크기는 $1 \leq k < 10$ 이다.

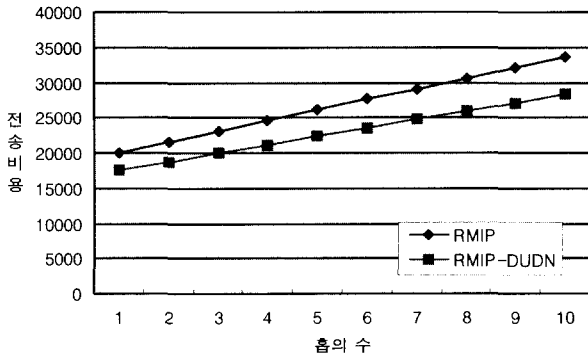
RMIP 방법은 MN이 새로운 지역으로 이동을 하면, MN의 세션 ID가 변경이 되었기 때문에 HA에서 MN이 이동한 FA로의 터널을 새로이 만들어야 한다. 따라서 RMIP 방식에서는 새로운 터널을 만들기 위한 비용이 추가로 필요하다. 이 비용은 MN이 새로운 지역으로 이동한 후 처음 터널을 만들기 위해 생성하는 Path 메시지와 Resv 메시지를 위한 필요 비용이고, 이 후에 다른 지역으로 이동하기

전에는 패킷 전송 비용에 포함되지 않는다. 또한 Path 메시지와 Resv 메시지 전송을 위한 패킷 전송 지연은 없다고 가정한다. 여기서 식 (3)에서 구한 D 는 각 홉에서 발생하는 평균 전송 지연을 의미한다. 식 (10-1)~식 (10-4)는 Path 메시지와 Resv 메시지에 대한 전송 비용을 생략한 식이다.

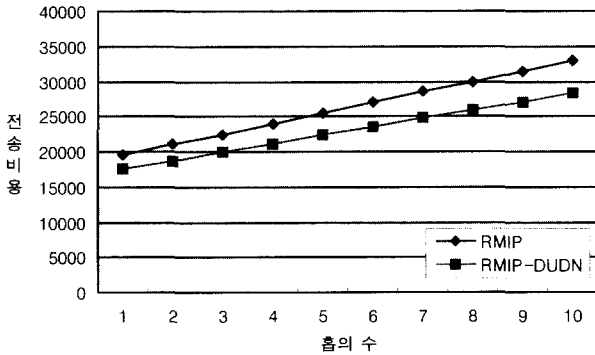
RMIP-DUDN의 경우

$$C(X_i)_{RMIP-DUDN}^{Trans} = T_2 + (P_m(X_i) \times T_{4(middle)} \times D) + k \times T_{Int} \quad (11)$$

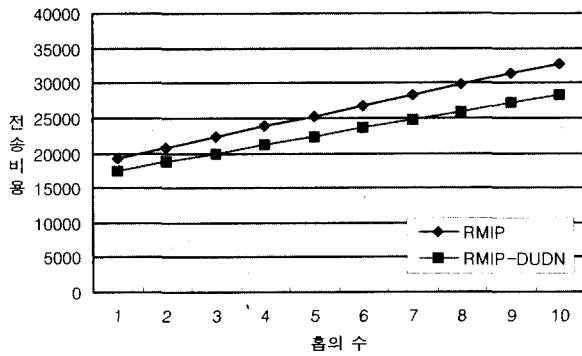
$P_m(X_i)$ 는 식 (10)의 경우와 같다.



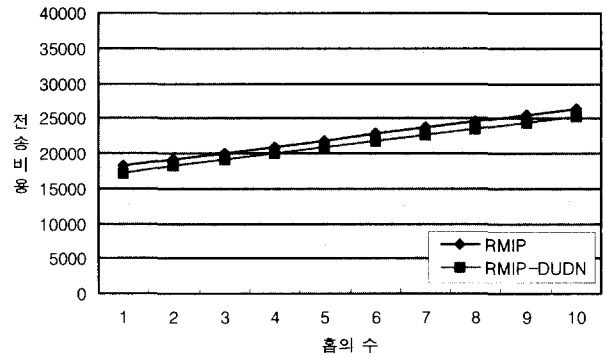
(a) $P_m(X_0) = 0.3, P_m(X_1) = 0.3$
 $P_m(X_2) = 0.3, P_m(X_3) = 0.1$



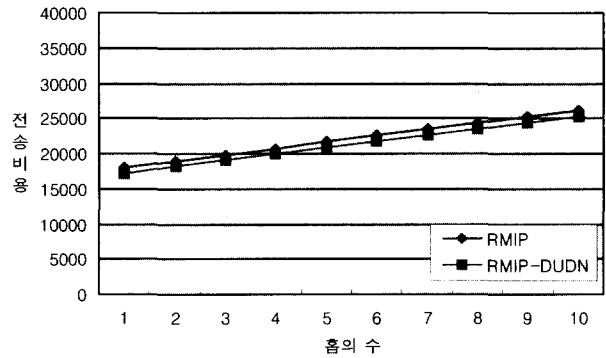
(b) $P_m(X_0) = 0.4, P_m(X_1) = 0.4$
 $P_m(X_2) = 0.1, P_m(X_3) = 0.1$



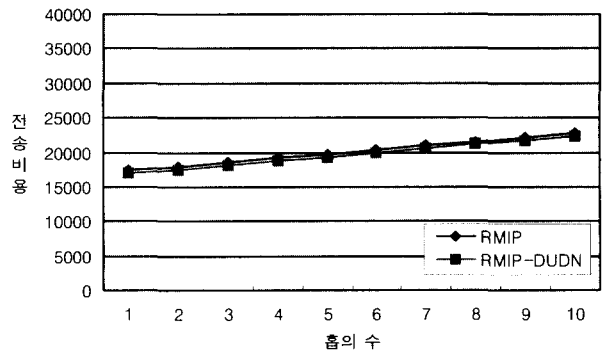
(c) $P_m(X_0) = 0.5, P_m(X_1) = 0.3$
 $P_m(X_2) = 0.1, P_m(X_3) = 0.1$



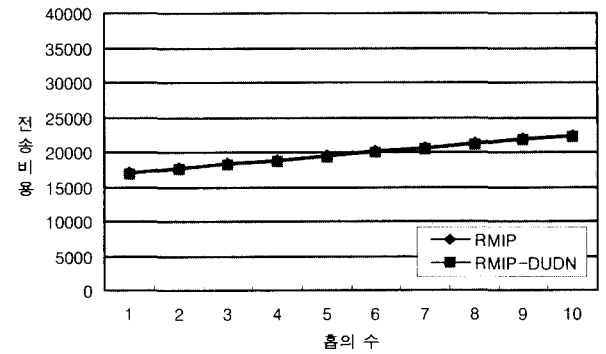
(d) $P_m(X_0) = 0.6, P_m(X_1) = 0.2$
 $P_m(X_2) = 0.1, P_m(X_3) = 0.1$



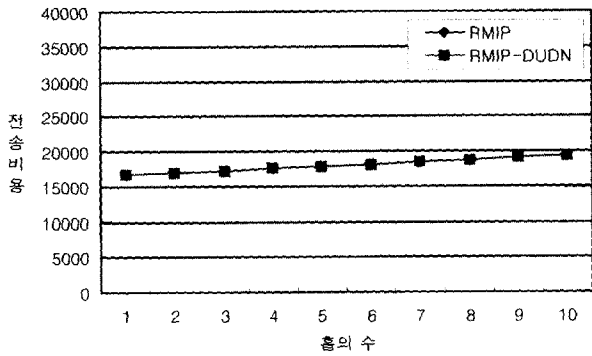
(e) $P_m(X_0) = 0.7, P_m(X_1) = 0.2$
 $P_m(X_2) = 0.1, P_m(X_3) = 0.0$



(f) $P_m(X_0) = 0.8, P_m(X_1) = 0.2$
 $P_m(X_2) = 0.0, P_m(X_3) = 0.0$



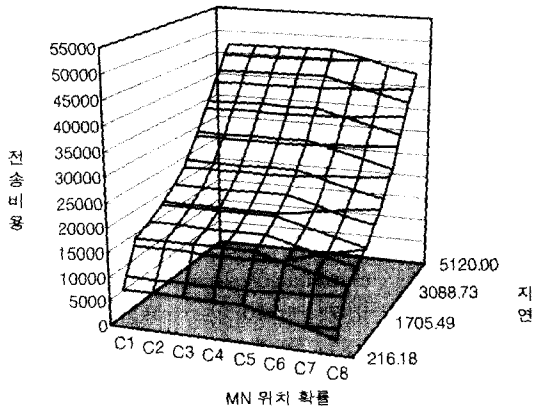
(g) $P_m(X_0) = 0.9, P_m(X_1) = 0.1$
 $P_m(X_2) = 0.0, P_m(X_3) = 0.0$



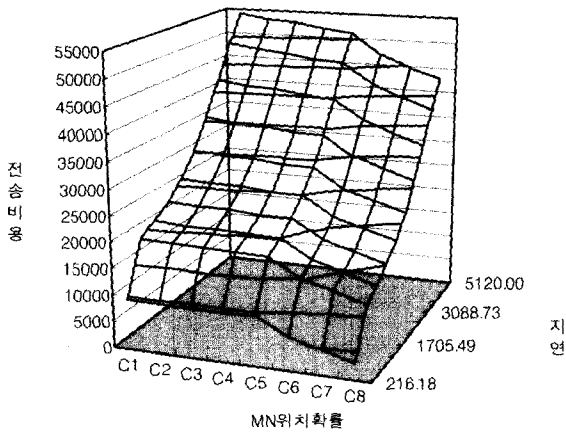
(h) $P_m(X_0) = 1.0, P_m(X_1) = 0.0$
 $P_m(X_2) = 0.0, P_m(X_3) = 0.0$

(그림 11) MN의 위치 확률에 따른 패킷 전송 비용

(그림 11)-(a)는 MN이 HA에 위치할 확률이 다른 경우보다 낮다. 따라서 RMIP과 RMIP-DUDN의 간격이 다른 그림보다 넓다. 그러나 점차 (그림 11)-(h)로 갈수록 간격은 점차 좁아지면서 (그림 11)-(h)에서는 두 그래프가 하나로 겹쳤다. 이는 MN이 HA에서 다른 지역으로 이동을 하지 않는



(a) RMIP-DUDN



(b) RMIP

(그림 12) k=5일 때 MN의 위치 확률과 지역에 따른 패킷 전송 비용

경우이므로 RMIP 방법은 경유하는 FA가 없다. (그림 11)에서는 MN이 HA에서 멀어질수록 RMIP 방법은 HA를 경유하여 FA로 패킷을 전송하는 비용이 RMIP-DUDN에 비해 상대적으로 증가함을 알 수 있다. 이 비용에는 MN의 이동으로 인한 새로운 터널의 연결 비용도 포함된다. 그러나 RMIP-DUDN 방법은 HA를 경유하지 않고, MFA와 GFA에서 패킷을 MN이 위치한 FA로 직접 패킷을 전송하기 때문에 RMIP에 비해서 비용이 상대적으로 낮다. 이는 (그림 11)-(a)에서처럼 MN이 HA에서 멀어질수록 RMIP-DUDN이 기존의 방법보다 패킷 전송비용이 더욱 낮아진다는 것을 알 수 있다.

(그림 12)는 홉의 수가 5일 때 MN이 $P_m(X_0)$ 에서 시작하여 $P_m(X_3)$ 까지 이동을 할 때 각 지역에 위치할 확률을 가중치로 하여 패킷 전송비용의 합을 그림으로 나타낸 것이다. 그림에서 C1~C8은 <표 2>와 같다. C8의 경우는 MN이 HA에서 다른 지역으로 이동을 하지 않는 경우를 의미한다.

<표 2> MN의 위치에 따른 확률 값

	$P_m(X_0)$	$P_m(X_1)$	$P_m(X_2)$	$P_m(X_3)$
C1	0.3	0.3	0.2	0.2
C2	0.4	0.3	0.2	0.1
C3	0.5	0.2	0.2	0.1
C4	0.6	0.2	0.1	0.1
C5	0.7	0.1	0.1	0.1
C6	0.8	0.1	0.1	0.0
C7	0.9	0.1	0.0	0.0
C8	1.0	0.0	0.0	0.0

5. 결 론

현재 무선 환경을 이용한 이동 컴퓨팅이 활발히 사용될 것이다. 그러나 현재의 이동 컴퓨팅 환경은 QoS를 고려하지 않은 Best-effort 환경이다. 그러나 사용자의 다양한 요구는 무선 망에서의 QoS를 유선 망의 QoS 수준으로 요구한다.

본 논문에서는 CN이 송신한 패킷을 HA에 거치지 않고 MN이 속한 FA를 통해 MN에 전달한다. 따라서 CN이 삼각 경로를 따라 패킷을 MN에 송신하는 것이 아니므로 이에 따른 QoS 보장이 가능하다. 성능 평가 결과 RMIP-MUDN 방법이 RMIP 방법보다 위치 등록 비용과 데이터 패킷 전송 비용 측면에서 우수하다는 것을 성능 평가에서 보였다.

또한 Passive Path 메시지를 CN이 송신하는 것이 아니고 MN이 속한 MA가 송신함으로써 MN이 다른 지역으로 이동 시 이전에 자원을 예약한 지역에 다시 자원 예약 메시지를 전달하지 않는 방법의 연구가 진행중이다. 본 논문의 방법이 Mobile Peer-to-Peer 구현 시 적용될 수 있는 한 가지 방법으로 기대한다.

참 고 문 헌

[1] Zang et. al., "RSVP : A New Resource ReSerVation Protocol," IEEE Network Magazine, Sep., 1993.

[2] A. K. Talukdar, B. R. Badrinath and A. Acharya, "MRSVP : A Resource Reservation Protocol for an Integrated Services Network with Mobile Hosts," Technical Report DCS-TR-337, Rutgers Univ., 1997.

[3] W. T. Chen and L.C. Huang, "RSVP Mobility Support : A Single Protocol for Integrated Services Internet with Mobile Hosts," Proceedings of the INFOCOM 2000, Vol.3, No.3, Mar. 2000.

[4] M. May, J-C Bolot, A. Jean-Marie and C. Diot, "Simple Performance Models of Differentiated Services Schemes for the Internet," Proceedings of the IEEE INFOCOM'99, Vol. 3, pp.1385-1394, March, 1999.

[5] C. Perkins, "IP Mobility Support," IETF RFC 2002, October, 1996.

[6] W. R. Stevens, *TCP/IP Illustrated, Vol.I The Protocols*, Addison-Wesley, 1994.

[7] C. Perkins and D. Johnson, "Route Optimization in Mobile IP," Internet draft, draft-ietf-mobileip-optim-08.txt, Nov. 1997.

[8] C. E. Perkins and K. Y. Wang, "Optimized Smooth Handoffs in Mobile IP," Proceedings of the 4th IEEE Symposium on Computers Communications, pp.340-346, July, 1999.

[9] S. J. Han and J. H. Lee, "A Mobility Management using Dynamic Updates of Domain Name in Mobile Computing Environment," Proceedings of the International Conference on Internet Computing IC'2001, Las Vegas, Nevada, USA, Vol.1, pp.444-450, June, 2001.

[10] J. Krawczyk, "Designing Tunnels for Interoperability with RSVP," Internet Draft draft-ietf-rsvp-tunnels-interop-00.txt, March, 1997.

[11] J. Krawczyk, J. Wroclawski, A. Terzis and L. Zhang, "RSVP Operation Over IP Tunnels," RFC 2746, Jan. 2000.

[12] S. Thompson, Y. Rekhter and J. Bound, "Dynamic Updates in the Domain Name System(DNS UPDATE)," Internet RFC 2136, April, 1997.

[13] K. Keeton, B. A. Mah, S. Seshan, R. H. Katz, and D. Ferrari,

"Providing connection-oriented network services to mobile hosts," in Proc., USENIX 93 : Mobile, Location Independent Computing, pp.83-102, MA, Aug., 1993.

[14] G. H. Cho and L. F. Marshall, "An Efficient Location and Routing Scheme for Mobile Computing Environments," IEEE JSAC, Vol.13, No.5, June, 1995.

[15] L. Kleinrock, *Queueing Systems Vol.I*, John Wiley & Sons, 1975.

[16] C. Perkins and T. Jagannadh, "DHCP for Mobile Networking with TCP/IP," Proc., IEEE Int'l Symp., Systems and Communications, pp.255-261, June, 1995.



한 승 진

e-mail : softman@nlsun.inha.ac.kr

1990년 인하대학교 전자계산학과(이학사)

1992년 인하대학교 일반대학원 전자계산공학과(공학석사)

1999년~현재 인하대학교 일반대학원 전자계산공학과 박사수료

1992년~1996년 대우통신 종합연구소 교환연구단

1996년~1998년 SK텔레콤 디지털 사업본부

2000년~현재 ㈜디오넷 부설 연구소 책임연구원

2000년~현재 인하공업대학 컴퓨터 정보과 겸임교수

관심분야 : Mobile IP, MANET, 멀티미디어통신, IMT-2000, 음성신호처리, 홈네트워킹



이 정 현

e-mail : jhlee@inha.ac.kr

1977년 인하대학교 전자공학과

1980년 인하대학교 대학원 전자공학과(공학석사)

1988년 인하대학교 대학원 전자공학과(공학박사)

1979년~1981년 한국전자기술연구소 시스템연구원

1984년~1989년 경기대학교 교수

1989년~현재 인하대학교 전자전기컴퓨터공학부 컴퓨터공학 전공 교수

관심분야 : 자연어처리, HCI, 정보검색, 음성인식, 음성합성, 컴퓨터구조, 홈네트워킹