

논문 2004-41CI-3-6

# 무선 이동 망에서 개선된 Mobile IP 지역 위치등록을 이용한 이동 노드의 이동성 관리

(On Managing Mobility of Mobile Nodes using an Improved Mobile IP  
Regional Registration in Wireless Mobile Networks)

한 승 진\*, 이 정 현\*\*

(SeungJin Han and JungHyun Lee)

## 요 약

무선 단말기를 이용하여 단순한 문자 및 음성 전송뿐만 아니라 인터넷과 같은 멀티미디어 서비스를 이용하고자 하는 사용자가 증가하고 있다. 본 논문에서는 무선 이동 망에서 Mobile IPv4 지역 위치등록(Regional Registration)을 개선하여 트래픽의 전송 지연과 메시지 발생량을 기존의 방법에 비해 낮출 수 있는 방안을 제안한다. 제안하는 방법은 CN으로부터 전송되는 패킷을 HA를 경유하지 않고 MN이 위치한 지역으로 전달하도록 한다. 본 논문에서는 각 방법에 대해 메시지 발생량과 패킷의 지연시간과의 관계를 보이고, 개선된 MIPv4 지역 위치등록을 이용하여 이를 최소화 한다. 본 논문에서 제안하는 방법을 위치 등록 비용과 메시지전송 비용에 대해 기존의 방법과 비교하여 본 논문에서 제안하는 방법이 우수하다는 것을 입증한다.

## Abstract

By using wireless terminal, the number of users who wish to use the multimedia service like the Internet as well as Short Message Services and voice service has increased dramatically over the last years. We propose the method that improves Mobile IPv4 (MIPv4) Regional Registration in wireless mobile networks to decrease traffic's transmission delay and message generation compared with an existing method. We design the scheme in MIPv4 environments that a packet do not pass through the home agent transmitted from correspondent node to mobile node, if a mobile node moves to other mobility agent. Simulation results show that the proposed method significantly reduces the expenses for registration and delivering packet.

**Keywords :** MN(Mobile Node), CN(Corresponding Node), HA(Home Agent), FA(Foreign Agent), RFA(Regional FA), GFA(Gateway FA), 삼각 라우팅 문제(Triangle Routing Problem), MA(Mobility Agent), CoA(Care-of Address)

## I. 서 론

폭발적인 인터넷 인구의 증가는 사용자들로 하여금 기존의 유선 망에서 뿐만 아니라 무선 망에서 IP 관련 기술의 발전을 요구하고 있다. 음성 서비스에서는 기존

유선 망의 비싼 회선 교환 망보다는 음질과 접속률이 유선 망에 근접한 Voice over IP(VoIP) 기술들이 속속 선보이고 있다. 이러한 IP 기술을 이동 컴퓨팅 망과 접목시키고자 하는 노력이 Mobile IP<sup>[1]</sup>이다. 이 방법은 Mobile Node(MN)에 IP 주소를 부여하고, 노드에 이동성을 제공한다. 그러나 Mobile IP는 현재까지 삼각 라우팅 문제(Triangle Routing Problem)와 같은 몇 가지 개방된 문제점(open issue)이 나타나고 있다. 이러한 문제점은 도메인 간 이동성(Inter-Domain Mobility : Macro Mobility)과 도메인 내 이동성(Intra-Domain Mobility : Micro Mobility)으로 나눌 수가 있다<sup>[2]</sup>. 그

\* 정회원, 경인여자대학 컴퓨터정보기술학부  
(School of Computer Information Technology, Kyung-In Women's College)

\*\* 정회원, 인하대학교 컴퓨터공학부  
(School of Computer Science & Engineering, Inha University)

접수일자: 2003년6월17일, 수정완료일: 2004년5월11일

중 도메인간 이동성 문제점은 삼각 라우팅 문제, 비효율적인 라우팅, 비효율적인 Home Agent(HA) 통보, 비효율적인 바인딩 위치등록 삭제 등이 있다. 위와 같은 문제점을 해결하고자 많은 노력들이 있었다<sup>[3-6]</sup>.

이동 망에서 MN의 위치 관리를 위한 방법으로는 Mobile IPv6를 이용한 경로 최적화<sup>[7]</sup>, 도메인 지정 CoA(Care-of Address)와 서브넷 지정 CoA를 이용한 TeleMIP<sup>[8]</sup>, 도메인 이름 갱신<sup>[9]</sup>을 이용하여 HA가 MN의 현재 CoA를 Domain Name Systems(DNS)에 통보함으로써 CN이 DNS 질의를 통해 MN의 CoA로 직접 패킷을 전송하는 D-MIP<sup>[10]</sup>, 그리고, Mobile IPv4 지역 위치등록<sup>[6]</sup>은 MN의 이동으로 인해 발생하는 신호를 HA로 전달하는 것을 최소화하기 위해 제안되었다.

본 논문에서는 MIPv4 지역 위치등록을 개선하여 HA로 전달되는 신호의 양을 줄이도록 한다. 또한 본 논문에서 제시하는 구조를 Mobile IP와 MIPv4 지역 위치등록과 비교하여 신호의 발생 양과 패킷 전달 시간이 두 방법에 비해 성능이 우수함을 보인다.

## II. 관련연구

### 1. IETF의 Mobile IP

현재의 인터넷 프로토콜은 노드의 이동성을 지원하지 못한다. 유선 망의 TCP/IP 프로토콜을 이용하여 노드의 이동성을 지원하기 위해서는 이동 노드가 언제든 이동하며 통신할 수 있도록 전체적인 재구성이 필요하다. 그러나 이러한 방법은 많은 기간과 오류로 인해 수용할 수 없다<sup>[11]</sup>. 이러한 문제점을 해결하고자 이동성이 추가된 노드에게 IP 주소를 할당하여 노드의 위치에 상관없이 노드에게 인터넷을 통한 서비스를 제공하기 위해 Mobile IP가 제안되었다.

IP를 사용하는 TCP<sup>[12]</sup>처럼 상위 전송 계층의 연결을 끊기지 않고 유지하려면, 노드는 이동 중에도 항상 동일한 IP를 가지고 있어야 한다. TCP에서 하나의 연결은 [송신IP 주소, 송신 포트, 수신 IP 주소, 수신 포트]로 구별된다. 이 4개의 값 중 어느 하나라도 바뀐다면 새로운 연결로 인식하여 기존 연결은 해제된다. 또한 이동 중인 노드에게 올바르게 패킷을 전달하려면 노드가 현재 위치한 망을 알아야 하며, 결국 이 망 정보가 포함된 새로운 IP 주소가 필요하다<sup>[13]</sup>.

Mobile IP는 전송 계층의 연결 유지와 IP 계층의 라우팅 문제를 해결하기 위해 2개의 IP 주소를 사용한다. 홈 IP 주소는 MN이 최초로 할당받은 IP 주소로써 고정

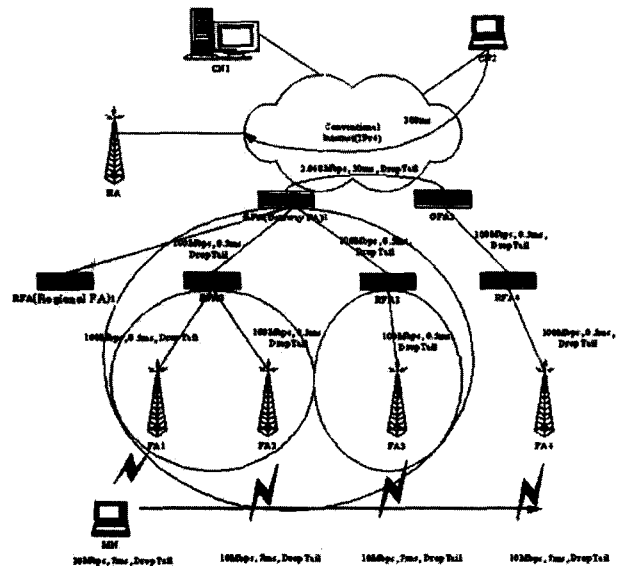


그림 1. 본 논문의 네트워크 구조

Fig. 1. Network architecture in this paper.

된 값이고, TCP 연결을 구별하는 목적으로 사용된다. Care-of Address(CoA)는 새로운 연결 지점마다 해당 주소 값이 변경되며 MN의 실제적인 위치를 반영하는 주소로 사용된다. MN은 자신이 최초로 위치등록한 망의 HA로부터 홈 IP 주소를 부여 받는다. MN이 이동하여 다른 지역으로 이동하면 HA는 MN을 목적지로 한 모든 패킷(MN이 새로운 지역으로 이동하며 수신하지 못한 패킷)을 받아 MN이 현재 위치한 지역의 Foreign Agent(FA)로 패킷을 전달한다. MN은 다른 지역으로 이동하여 연결 지점이 변경될 때마다 할당받은 새로운 CoA를 HA에게 등록한다. HA는 자신에게 전송된 패킷을 MN에게 전달하기 위해, MN이 위치한 지역의 FA 주소인 CoA 주소를 목적지로 하여 패킷을 전송한다. 이때 패킷의 새로운 목적지 주소를 CoA로 변경하는 방향 재설정 작업을 HA가 수행한다. 패킷의 IP 주소가 CoA인 FA로 도착되면 목적지 주소가 HA인 패킷으로 변경하는 작업이 FA에서 이루어진다. 최종적으로 패킷이 MN에게 전달되면 이 패킷은 고정된 주소로 전달된 패킷과 동일하게 취급되어 TCP 또는 그 이상의 상위 계층으로 전달된다.

Mobile IP에서 HA는 패킷의 방향 재설정을 위해 MN의 CoA를 목적지 주소로 하는 IP 패킷 헤더를 생성한다. 생성된 헤더는 원래의 패킷을 데이터로써 캡슐화하는 새로운 IP 패킷의 헤더로 사용된다. 즉, 원래 패킷의 헤더에 있던 목적지 주소인 MN의 HA 주소는 새로운 패킷의 데이터 필드에 포함되어, CoA까지 라우팅되는 동안 이 패킷을 처리하는 라우터들은 이 정보를

인식할 수 없다. 이와 같이 원래의 패킷을 새로운 패킷 속에 캡슐화해서 전송하는 것을 터널링이라 한다<sup>[1]</sup>.

MN이 HA가 속한 지역에서 다른 지역으로 이동한다면 HA는 CN으로부터 수신한 패킷을 MN이 등록한 CoA 주소로 변경하여 MN에게 전송한다. 그러나 MN이 HA가 속한 도메인으로부터 점점 멀어진다면 MN의 위치가 변경될 때마다 HA로 전송하는 위치등록 메시지의 지연이 길어진다. 이러한 문제점을 삼각 라우팅 문제라고 한다. 삼각 라우팅 문제를 해결하고자 하는 노력들이 있었으나<sup>[3-6]</sup>, 해결책은 Mobile IPv6에 반영되었다<sup>[7]</sup>. MIPv4에서 해결하는 방법은 CN이 MN의 CoA를 인식할 수 있도록 한 경로 최적화(Route Optimization)<sup>[3]</sup>를 사용하는 것이다. 그러나 IPv6는 아직 상용망에 적용되지 않은 상태이고, 경로 최적화를 사용하기 위해서는 이 프로토콜을 모든 CN에게 적용해야 한다. 그러나 불특정한 모든 CN에게 이 프로토콜을 적용한다는 것은 불가능하다. MIPv4에서 완전한 해결책은 아니지만 CN의 프로토콜을 수정하지 않고, 삼각 라우팅 문제로 인해 발생하는 패킷의 발생양과 지연을 감소시키는 방법 중의 하나가 Mobile IPv4에서는 MIPv4 지역 위치등록이고<sup>[6]</sup>, Mobile IPv6에서는 Hierarchical Mobile IPv6 mobility management<sup>[14]</sup>가 있다. 본 논문의 환경은 IPv4가 적용된 망이므로, MIPv4 지역 위치등록을 비교 모델로 한다.

## 2. Mobile IPv4 지역 위치등록

MIPv4(Mobile IPv4) 지역 위치등록은 FA와 Gateway FA(GFA)를 계층적으로 구성하여 MN이 동일한 GFA내에서 이동한다면 HA에게 위치등록 요청을 하지 않는다. MIPv4 지역 위치등록을 설명하기 위해 Mobile IPv4 지역 위치등록에서는 2-레벨 계층구조를 기본으로 설명하고, n-레벨 계층구조에 대해서는 선택 사항으로 설명하고 있다. 본 논문에서는 3-레벨 구조를 이용한다.

MIPv4 지역 위치등록에 있는 FA는 자신의 광고(Advertisement) 메시지에 자신을 포함한 자신의 상위 레벨 FA의 IP 주소들을 포함하고 있다. 그림 1에서 MN이 HA에서 FA1로 이동하였다면, MN은 FA1의 광고 메시지에서 리니지(lineage)가 {FA1, RFA2, GFA1}인 레벨의 정보를 얻는다. FA1로부터 CoA를 수신한 MN은 HA에 위치등록 요청을 보내고 위치등록 요청을 받은 HA는 현재 MN이 위치한 도메인의 최상위 레벨인 GFA1의 CoA를 MN의 CoA로서 등록한다.

GFA1은 Regional FA(RFA)2의 주소를 MN의 CoA로 하여 자신의 방문 리스트에 추가하고, RFA2는 FA1을 GFA1과 같은 작업을 통해 자신의 리스트에 추가한다. 이와 같은 과정을 통해 Corresponding Node(CN)는 {CN, HA, GFA1, RFA2, FA1, MN} 경로를 통해 MN으로 패킷을 전송한다. HA는 CN으로부터 수신한 패킷을 GFA1으로 터널링한다. GFA1은 위의 순서대로 패킷을 전송한다. 이후 MN이 FA2로 이동하였다면, MN은 FA2로부터 {FA2, RFA2, GFA1}의 CoA들을 포함하는 광고 메시지를 수신한다. MN은 자신이 이동한 사실을 GFA1까지 보고하는 것이 아니라 RFA2까지만 보고한다. 즉, RFA2 상위인 GFA1과 HA에게는 MN의 이동 사실을 알리지 않는다. 위치등록 요청을 받은 RFA2는 FA2의 CoA를 MN의 CoA로 하여 자신의 방문 리스트에 추가한다.

그러나 MN이 HA가 위치한 도메인에서 다른 도메인으로 이동한다면, MN은 HA로 위치등록을 하여야 하고, CN에서 전송하는 패킷은 HA를 경유하여 MN이 속한 도메인으로 전송된다.

## III. 개선된 MIPv4 지역 위치등록

### 1. 개선된 MIPv4 지역 위치등록을 이용한 MN의 위치 관리

MN이 도메인 내에서 이동하는 경우는 MIPv4 지역 위치등록과 동일하게 동작한다. 또한 본 논문에서 제안하는 방법을 설명하기 위해 그림 2와 같은 망 구조를 이용한다. 그림 2는 그림 1을 노드와 간선으로 표현한 것이다.

MN이 GFA1에 속한 HA에 최초로 위치등록을 하고, RFA1이 관리하는 FA111로 이동한다. MN은 자신의 위치 정보를 FA111에게 보고하고, FA111는 MN이 이동한 사실을 RFA11까지 보고한다. 이후 패킷은 GFA1 RFA11 FA111 MN 순으로 전달된다. MN이 RFA가 변경되는 이동을 하여도 GFA가 변하지 않는다면, FA(HA)가 변경되는 이동과 유사한 방식으로 위치등록한다. 이와 같이 MN이 동일한 도메인내(GFA가 동일)에서 이동하는 경우는 MIPv4 지역 위치등록과 동일하게 동작한다. 그림 2에서 MIPv4 지역 위치등록이 적용된 MN이 GFA2 지역의 FA211로 이동한다면, MN은 최초로 위치등록한 GFA1의 HA로 이동 사실을 알려야 한다. 또한 CN으로부터 전송되는 패킷도 HA를 경유하여 MN으로 전송된다. 그림 2에서 MIPv4 지역 위치등록

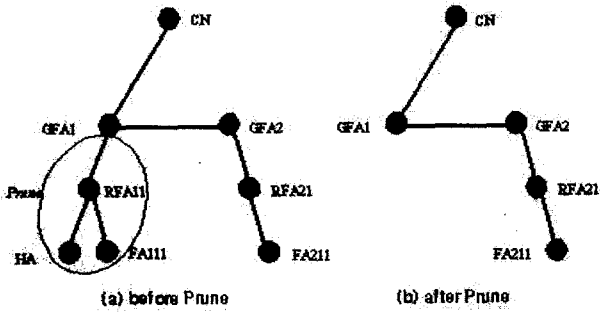


그림 2. 도메인 제거  
Fig. 2. Domain Prunning.

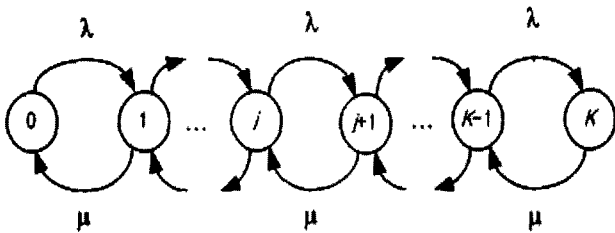


그림 3. M/M/1/K 시스템에 대한 상태 천이도  
Fig. 3. Transition rate diagram for M/M/1/K system.

록은 GFA1 RFA11(RFA11) HA만큼 더 신호 메시지가 발생하고, 이에 따른 위치등록 메시지 지연이 발생한다.

그러나 MN 및 Mobility Agent(MA)에 개선된 MIPv4 위치등록을 적용하면 다음부분이 변경된다. 그림 2에서 MN은 GFA1에서 GFA2로 이동 후 HA로 위치등록 메시지를 전송한다. GFA2가 HA로 전송하는 위치등록 메시지를 GFA1이 가로챈다. GFA1은 자신의 도메인에서 위치등록을 하고 외부로 이동한 노드들의 list entry<sup>[6]</sup>를 관리한다. MN의 위치등록 메시지를 수신한 GFA1은 이 메시지를 통해 MN의 CoA와 홈 IP 주소를 바인딩하여 MN의 위치를 관리하는 자신의 테이블에 저장하고, 자신이 관리하는 하위 계층으로 전달하는 메시지는 없다.

그림 2에서 MN이 FA111에서 FA211으로 이동하였다면, Mobile IP와 MIPv4 지역 위치등록방법은 CN으로부터 전송되는 패킷을 GFA1 RFA11 HA 후 다시 GFA2를 통해 FA211에 위치한 MN으로 전송된다. 그러나, 그림 2에서 원내에 있는 부분은 GFA1이 MN의 위치관리를 할 수 있다면 CN으로부터 전송된 패킷이 경유할 필요가 없는 부분으로서 그래프 상에서 제거가 가능하다. 따라서 본 논문에서는 GFA1을 제외한 나머지 하위 부분을 제거한 후 GFA1이 HA의 기능을 대신한다. CN이 HA로 전송하는 패킷은 GFA1이 가로채어 MN의 CoA로 캡슐화하여 MN으로 전송한다. 이후 패

킷은 GFA1의 HA를 경유하지 않고, GFA1에서 직접 GFA2를 통해 MN으로 전송된다.

### IV. 성능 평가

본 논문에서 제안하는 방법의 성능 평가는 본 논문의 방법과 Mobile IP와 MIPv4 지역위치등록 방법과 비교한다. 평가는 세 가지 방법에 대해 각각 MN의 위치등록 비용과 패킷 전송 비용을 계산한다.

본 논문에서 제안하는 모델의 성능 평가를 위해 참고 문헌<sup>[15,16]</sup>에서 사용한 평가 요소를 이용한다. 본 논문과 Mobile IP와 MIPv4 지역 위치등록에서는 각 MA(GFA 포함)에서의 특별한 버퍼 관리가 없으므로 참고문헌<sup>[15]</sup>의 TAIL 방법을 이용한다. 성능 평가의 용이함을 위해 MA는 하나의 영역을 이루고, 각 영역의 반경은 동일하다고 가정한다. 또한 각 방법의 평가에 대한 일반성을 잃지 않기 위해 에이전트간 전송속도, 지연, 큐 크기 그리고 큐 정책은 동일하다고 가정한다. 망의 계층적 구조는 그림 1과 같고, 각 도메인의 계층 레벨 수는 동일하다. 또한 각 계층에 존재하는 노드의 수와 노드들이 다른 에이전트로 이동할 확률은 참고문헌[17]를 따른다. 편의상 Mobile IP 방법을 M1, Mobile IPv4 지역 위치등록 방법을 M2, 본 논문의 방법을 M3로 표기한다.

#### 1. 전송 지연

본 논문에서 제안하는 방법의 성능 평가를 위해 본 논문의 방법과 Mobile IP와 MIPv4 지역 위치등록의 버퍼 관리 기법은 참고문헌<sup>[15]</sup>에서 사용한 기법 중 TAIL 기법을 이용할 경우 버퍼에 패킷을 수용할 확률을 정의하는 함수  $a(n)$ 은 1이다. 여기서  $n$ 은  $0 \leq n \leq K-1$  이다. 전송 지연을 구하기 위해 버퍼 관리 기법은 FIFO(First-In-First-Out)로 가정하고, 큐잉 모델은 M/M/1/K을 따른다.

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

- $\lambda$  : 큐에 도착하는 패킷의 속도. 포아송 분포를 따른다.
- $\mu$  : 임의의 서비스를 받고 출력되는 패킷의 속도. 지수분포를 따른다.
- $K$  : 각 에이전트에서의 버퍼 크기
- 에이전트에 제공되는 트래픽 밀도( $\rho$ )는 다음과 같다.

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \tag{1}$$

에이전트의 버퍼에 패킷이 도착하는 시간 간격과 패킷이 서비스를 받는 시간은 모든 패킷이 동일하다고 가정한다. 또한 에이전트의 버퍼에 있는 패킷은 마코프 체인 중 발생 및 소멸 과정을 따른다. 즉, 패킷은 상태  $n$ 에서  $\lambda a(n)$ 의 속도로 발생되고,  $\mu(n \neq 0)$ 이라면)의 속도로 소멸된다<sup>[15]</sup>.

본 논문의 시스템은 하나의 에이전트가 유한개의 버퍼를 가지므로 M/M/1/K 큐잉 시스템을 따른다<sup>[18]</sup>. 식 (1)에 의해 안정 상태 확률은 다음과 같다.

$$P[N = j] = \frac{(1 - \rho)\rho^j}{1 - \rho^{K+1}} \quad j = 0, 1, 2, \dots, K \tag{2}$$

에이전트의 버퍼에 존재하는 패킷의 평균 수는 다음과 같다.

$$E[N] = \sum_{j=0}^K jP[N(t) = j]$$

$$= \begin{cases} \frac{\rho}{1 - \rho} - \frac{(K+1)\rho^{K+1}}{1 - \rho^{K+1}} & \text{for } \rho \neq 1 \\ \frac{K}{2} & \text{for } \rho = 1 \end{cases} \tag{3}$$

패킷이 시스템에서 소요하는 평균 시간은 에이전트에 도착하는 속도  $\lambda$ 를 포함하는 Little's 공식에 의해 식 (3)으로부터 유도할 수 있다

$$E[T] = \frac{E[N]}{\lambda} \tag{4}$$

2. 위치등록 비용

등록에 소요되는 총 시간은 MN 내부의 처리 시간을 포함한 무선 구간과 이동 에이전트를 포함한 상위 계층의 유선 구간에서 소요되는 시간을 더한 것이다. 무선 구간은 MN이 무선 채널 획득 시간, MN의 등록 패킷 생성 시간, 등록 패킷의 전송 시간, 그리고 무선 링크의 지연과 같은 요소로 이루어진다. 이 요소들을 이용하여 무선 채널을 이용한 이동 에이전트에 위치등록을 하기 위한 비용, 무선 구간에서 패킷 전송에 소요되는 비용, 유선으로 연결된 에이전트 사이의 위치등록 패킷 처리 비용, 그리고 유선으로 연결된 에이전트 사이의 패킷

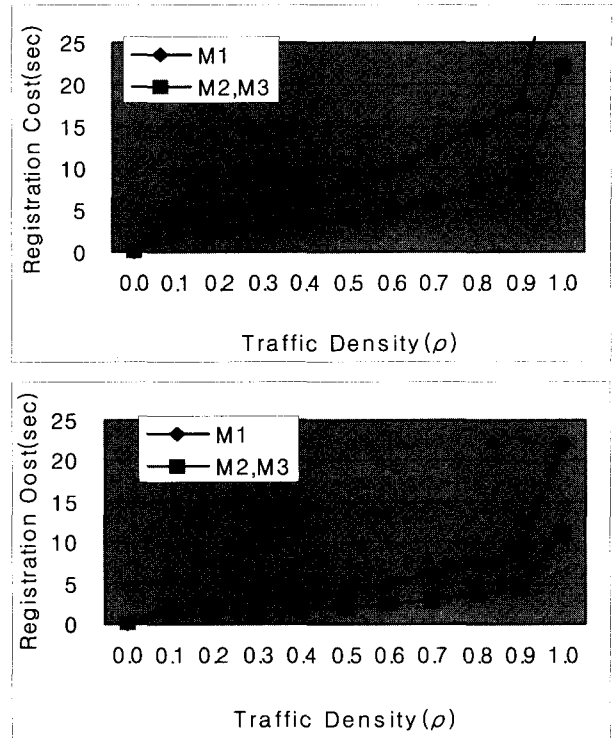


그림 4. MN이 동일한 GFA내에서 이동한경우 위치등록 비용

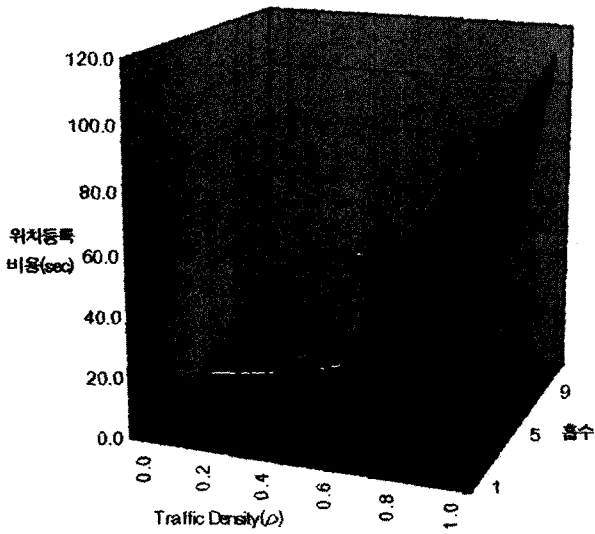
Fig. 4. Registration cost when MN moves within the same GFA.

전송 비용(터널링하기 위해 소요되는 시간)을 구한다.

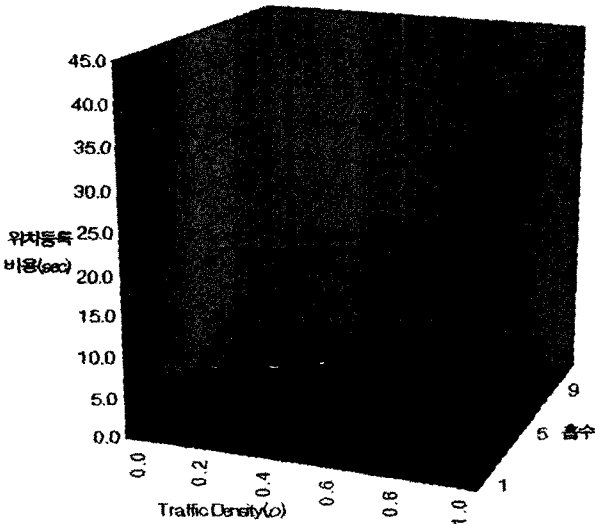
여기서, 위치등록 패킷의 ACK 패킷에 대한 비용은 고려하지 않는다. MN이 위치등록을 하는 경우는 첫째 RFA내에서 이동하는 경우, 둘째 RFA간 이동하는 경우, 셋째 GFA간 이동하는 경우로 나누어서 성능평가를 한다. MN이 GFA간 이동하는 경우는 GFA간 홉 수를 1에서 11까지 변경하며 위치등록 비용을 계산한다.

그림 4는 MN이 동일한 GFA내에서 이동한 경우 위치등록 비용을 나타낸 것이다. 본 논문의 방법은 GFA 내에서의 MN 이동에 대한 위치등록은 MIPv4 지역 위치등록과 동일하게 동작한다. MN이 동일한 RFA내에서 이동하는 경우, 각 에이전트에 유입되는 트래픽 밀도( $\rho$ )를 0.1에서 1.0으로 증가시키면서 위치등록 비용을 계산한다. M2,M3가 M1보다 약 2배의 위치등록 지연이 발생한다. M1은 MN에서 전송한 위치등록 메시지가 HA를 경유하기 때문에 M2,M3에 비해서 지연 시간이 길다.

MN이 RFA간 이동하는 경우는 MN이 RFA내에서 이동하는 경우보다 지연 시간의 간격이 더욱 벌어진 것을 알 수 있다. MN이 다른 RFA로 이동하면, M1은 반드시 HA를 경유해야 한다. 이는 에이전트를 경유해야 하기 때문



(a) M1과 M2



(b) M3

그림 5. MN이 GFA간 이동한 경우 위치등록비용  
Fig. 5. Registration cost when MN moves between GFAs.

에 이를 경유하지 않는 M2, M3 방법에 비해서 위치등록 시간이 더욱 길어진다.

그림 5는 MN이 GFA간 이동한 경우 위치등록 비용을 나타낸 것이다. GFA간 홉의 수를 1부터 11까지 변화하면서 각홉에서 입력되는 부하를 변화하며 실험하였다. 그림 5-a는 M1과 M2의 방법을 나타내는 것이고, 5-b는 M3의 방법에 대한 그래프이다.

그림 6은 M1, M2와 M3를 비교한 그래프이다. 처음에는 차이가 많이 나지만 홉 수가 커질수록 차이가 줄어드는 이유는 GFA에 유입되는 트래픽의 양이 RFA와 FA(또는 HA)에 유입되는 트래픽보다 상대적으로 많기 때문에 이를 처리하기 위해 소요되는 시간이 크기 때문이다. 따라서 M3는 MN이 GFA간 이동을 하여도HA가

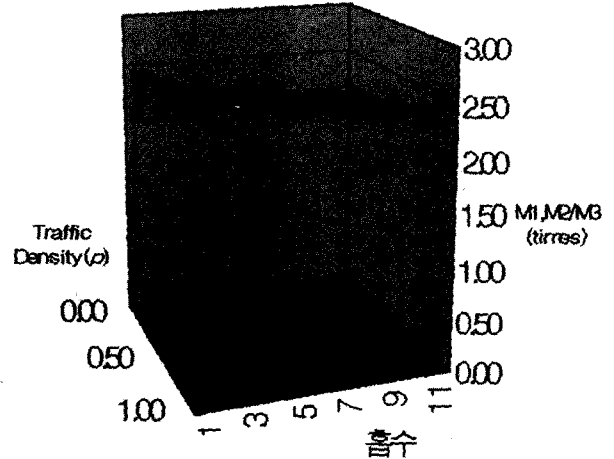


그림 6. MN이 GFA간 이동한 경우 M1, M2와 M3와의 위치등록비용 비교  
Fig. 6. M1,M2 versus M3 Registration cost when MN moves between GFAs.

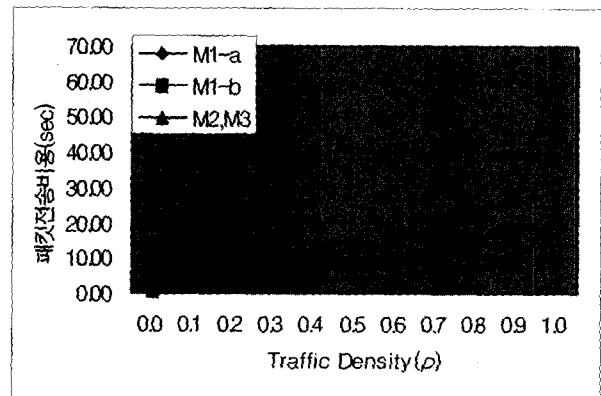


그림 7. MN이 동일한 GFA내에서 이동한 경우 패킷 전송비용  
Fig. 7. Packet delivering cost when MN moves within the same GFA.

속한 GFA에서 3홉 이내인 경우가4홉 이상인 경우보다 M1과M2에 비해 위치등록 비용이 더 낮음을 알 수 있다

### 3. 패킷 전송 비용

CN이 MN에게 패킷을 전송하는 경우를 첫째 MN이 RFA내에서 이동하는 경우, 둘째 MN이 RFA간 이동하는 경우, 셋째 MN이 GFA간 이동하는 경우로 나누어서 성능평가를 한다. GFA간 이동은 GFA간 홉 수를 1에서 11까지 변경하며 패킷 전송 비용을 계산한다. CN으로부터 GFA로 전송하는 데 소요되는 시간은 일정하다고 가정한다

그림 7은 동일한 GFA내에서 MN이 이동한 경우이다. M1-a는 동일한 GFA내에서 서로 다른 RFA간 이동한 경우이다. M1-b는 RFA내에서 FA(HA 포함)간 이

V. 결 론

인터넷을 거대한 집합체로 볼 때 인터넷 반대편에 있는 CN의 특성을 정확히 알 수 없다. 개방된 문제 중에서 삼각 라우팅 문제는 MN의 핸드오프 지연을 유발함으로써 이에 대한 패킷의 손실 및 전달 지연이 크다. 이는 곧 서비스의 질이 낮아지고 이동 컴퓨팅 환경에서 멀티미디어 서비스의 문제점으로 나타난다.

본 논문에서는 MIPv4 지역 위치등록 방법을 개선하여 MN이 이동 시 발생하는 메시지의 양을 줄이고, 패킷의 지연 시간을 낮추는 방법을 제안하였다. 성능 평가 결과 본 논문에서 제안하는 방법이 동일한 도메인 내에서 MN이 이동하는 경우 IETF Mobile IP보다 메시지 발생량과 패킷 지연 시간에 대해서 우수함을 보였고, 도메인 간 MN이 이동하는 경우는 IETF Mobile IP와 MIPv4 지역 위치등록 방법보다 메시지 발생량과 패킷 지연 시간이 낮음을 보였다.

향후 연구 과제는 본 논문에서 이용한 망 구조는 이상적인 구조면서 대칭적인 구조이기 때문에 보다 정확한 결과를 얻기 위해서는 다양한 망 구조와 환경이 적용되어야 할 것이다. 또한 각 계층별 에이전트에 유입되는 정확한 트래픽 양의 계산이 필요하고, 다양한 형태의 트래픽을 적용해야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] C. E. Perkins Ed., "IP Mobility Support for IPv4," RFC3220, Jan., 2002.
- [2] G. Karagiannis, "Mobile IP State of the Art Report," Open Report, 3/0362-FCP NB 102 88 Uen, Ericsson, July, 1999.
- [3] C. E. Perkins and D. Johnson, "Route Optimization in Mobile IP," IETF, Internet Draft, draft-ietf-mobileip-optim-10.txt, Nov., 2000.
- [4] IETF MIPv4 Handoffs Design Team, "Low Latency Handoffs in Mobile IPv4," " IETF, Internet Draft, draft-ietf-mobileip-lowlatency-handoffs-v4-00.txt, Feb., 2001.
- [5] C. E. Perkins and K. Y. Wang, "Optimized Smooth Handoffs in Mobile IP," Proceedings of the 4th IEEE Symposium on Computer Communications, pp340~346, July, 1999.
- [6] E. Gustafsson, A Jonsson, and C. E. Perkins, "Mobile IPv4 Regional Registration," draft-ietf-mobileip-reg-tunnel-07.txt, IETF, 22th, Oct., 2002.

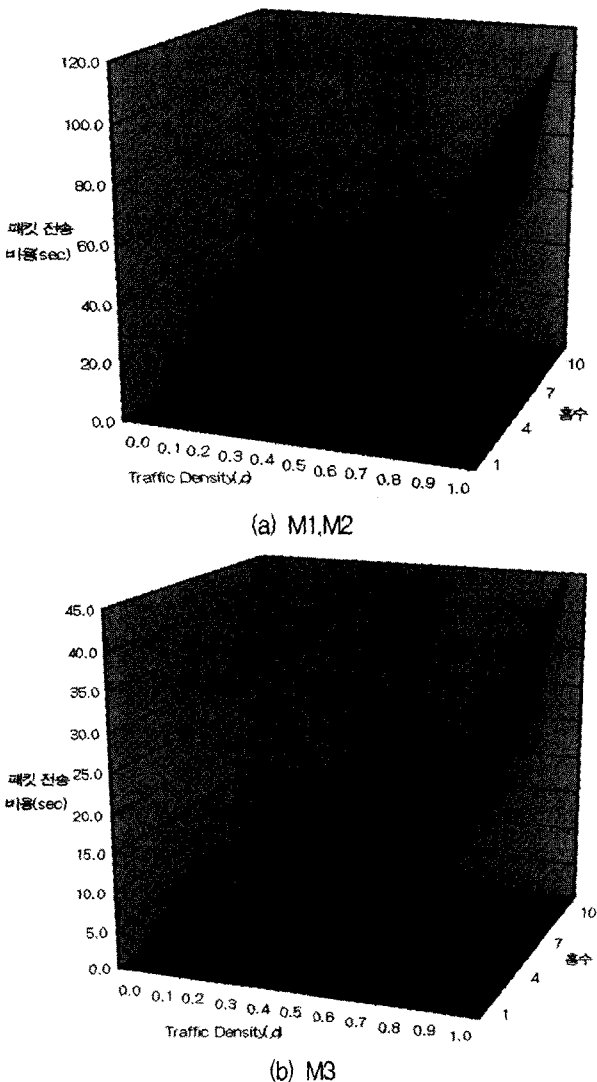


그림 8. MN이 GFA간 이동한 경우 패킷 전송비용  
Fig. 8. Packet delivering cost when MN moves between GFAs.

동한 경우이다. M1-a가 M1-b보다 패킷 전송비용이 높은 이유는 CN에서 전송한 패킷이 HA를 경유해야 하기 때문에 높다. M2,M3는 동일한 GFA내에서는 동일하게 동작을 한다. 그리고 두 방법 모두 HA를 경유할 필요가 없기 때문에 M1-a와 M1-b보다 패킷 전송비용이 낮다.

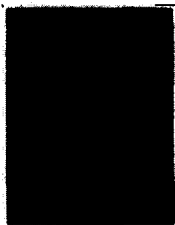
그림 8은 그림 5와 마찬가지로 GFA간 홉 수가 적은 경우 M1,M2가 M3에 비해 패킷 전송비용이 크다는 것을 알 수 있다. GFA간 홉 수가 커질수록 GFA들이 처리하는 트래픽의 양이 RFA와 FA(HA 포함)에서 처리하는 트래픽의 양보다 상당히 크기 때문에 각 방법간의 패킷 전송비용 차이가 크지 않다.

- [7] C. E. Perkins, Dave Johnson, and Jari Arkko, "Mobility Support in IPv6," draft-ietf-mobileip-ipv6-21.txt, IETF, 3rd, March, 2003.
- [8] S. Das, A. Misra, P. Agrawal, and S. K. Das, "TeleMIP : Telecommunications-Enhanced Mobile IP Architecture for Fast Intradomain Mobility," IEEE Personal Communications, pp. 50-57, Aug., 2000.
- [9] S. Thompson, Y. Rekhter and J. Bound, "Dynamic Updates in the Domain Name System(DNS UPDATE)," IETF, RFC 2136, April, 1997.
- [10] 윤명근, "DNS를 이용한 Mobile IP 개선 방법," Telecommunications Review, Vol. 10, No. 4, 2000.
- [11] Yi-An Chen, "A Survey on Mobile IP," [http://www.cis.ohio-state.edu/~jain/cis788-95/mobile\\_ip/index.html](http://www.cis.ohio-state.edu/~jain/cis788-95/mobile_ip/index.html), Feb., 2000.
- [12] W. R. Stevens, TCP/IP Illustrated, vol I The Protocols, Addison-Wesley, 1994.
- [13] C.E. Perkins, Mobile IP Design Principles and Practices, Addison-Wesley, 1998.
- [14] Hesham Soliman et. al., "Hierarchical Mobile IPv6 Mobility Management," draft-ietf-mobileip-hmipv6l-07.txt, IETF, Oct., 2002.
- [15] 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, pp1385~1394, March, 1999.
- [16] 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.
- [17] J. Z. Wang, "A Fully Distributed Location Registration Strategy for Universal Personal Communication Systems," IEEE JSAC, Vol. 11, No. 6, Aug., 1993.
- [18] A. Leon-Garcia, Probability and Random Processes for Electrical Engineering, 2nd Ed., Addison Wesley, 1994.

---

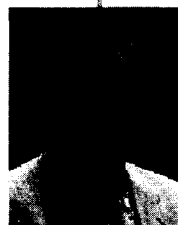
 저 자 소 개
 

---



**한 승 진**(정회원)  
 1990년 인하대학교 전자계산학과 학사 졸업.  
 1992년 인하대학교 전자계산공학과 석사 졸업.  
 2002년 인하대학교 전자계산공학과 박사 졸업.  
 1992년 1월~1997년 6월 대우통신 종합연구소  
 1997년 7월~1998년 1월 SKTelecom  
 2002년 3월~2004년 2월 인하대학교 컴퓨터공학부  
 강의전담 조교수  
 2004년 3월~현재 경인여자대학 컴퓨터기술학부  
 전임강사

<주관심분야: 컴퓨터네트워크, Mobile IP, 임베디드 시스템, MANET, 보안>



**이 정 현**(정회원)  
 1977년 인하대학교 전자공학과 학사 졸업.  
 1980년 인하대학교 전자공학과 석사 졸업.  
 1988년 인하대학교 전자공학과 박사 졸업.

1979년~1981년 한국전자기술연구소 시스템연구원  
 1984년~1989년 경기대학교 전자계산학과 교수  
 1989년~현재 인하대학교 컴퓨터공학부 교수  
 <주관심분야: 자연언어처리, 음성신호처리, 컴퓨터구조, 정보검색, 바이오인포매틱스>