

Mobile IP 환경에서 효율적인 등록절차 알고리즘을 통한 경로 최적화 방안에 관한 연구

정희원 신동윤*, 배성수**, 오영환**

The Study for Routing Optimization Using Efficient Registration Algorithm in Mobile IP Environments

Shin Dong-Yun**, Bae Seong-Soo**, Oh Young-Hwan** *Regular Members*

요 약

IETF에서는 인터넷에서 이동호스트에게 투명한 경로를 제공하기 위해서 Mobile IP 경로설정 알고리즘을 RFC2002에 발표하였다. RFC2002에서의 경로설정은 이동호스트가 접속점을 변경 할 때마다 항상 HA(Home Agent)를 경유하여 등록갱신이 이루어진다. 만약 이동호스트가 처음에 등록한 네트워크에서 경로가 멀어지면 빈번한 등록정보의 갱신과 멀티캐스트 서비스를 지원 할 경우 불필요한 네트워크 트래픽을 발생시키는 문제점이 있다.

본 논문에서는 유니캐스트와 멀티캐스트를 동시에 지원하며, 불필요한 경로 및 네트워크 트래픽을 줄일 수 있는 Mobile IP의 경로최적화 알고리즘을 제안하였다. 경로최적화를 위하여 다수의 FA(Foreign Agent)를 클러스터 기반의 하나의 지역 네트워크로 가정하였다. 그리고 한 지역을 대표하는 LA(Local Agent)와 다수의 SLA(Sub-Local Agents)로 지역 네트워크를 구성하였다. 제안한 알고리즘에서는 Agent들이 이동호스트를 지원하는 네트워크의 상태에 따라 한 노드에 집중되는 이동성관리를 LA와 SLA에 각각 분산 등록하여 이동호스트를 관리하였다. LA와 SLA를 이용함으로써 Mobile IP의 경로최적화와 이동호스트의 효율적인 등록과정 그리고 멀티캐스트를 위한 트래픽량을 줄일 수 있다.

ABSTRACT

In recent, IETF announced as the Request for Comments (RFC) 2002 the IP Mobility Support to provide transparent routing of IP packets for mobile hosts in the Internet. The routing path protocol for this routing scheme is registered renewally via Home Agent (HA) always. therefore this method can be intolerably too long and frequent route path, when a destined mobile host moves far from the network to which it is originally assigned.

This paper proposes optimized registration algorithm of mobile IP to reduce network traffic and unusual routes and to assist Unicast and Multicast simultaneously. For optimized registration algorithm, a few Foreign Agents(FAs) is supposed equals a local network based on cluster.

A local network is composed of Local Agent (LA) represented a local area and a few Sub - Local Agents (SLAs) represented a sub-local area. The proposed algorithm that regisred MHs according to a situation of a network which supports mobile hosts, for disperse mobility management which is concentrating to a node, discretely to LA and SLA manage mobile hosts.

By using LA and SLA, it is able to reduce an amount of traffic for Unicast and Multicast, to optimize routing path and to be process of register efficiently of mobile IP.

* 삼성전자 중앙연구소, ** 광운대학교 전자통신공학과
논문번호: 00166-0510, 접수일자: 2000년 5월 10일

I. 서론

최근 전세계적으로 연결되는 인터넷과 노트북, palmtop 컴퓨터 등 이동단말의 급속한 보급으로 사용자는 언제 어디서나 인터넷에 접속하기를 원하며 유선망과 동등한 서비스를 요구하게 되었다. 이러한 요구에 따라 이동성을 지원하는 무선데이터 통신의 필요성이 대두되었다. 인터넷에서 이동호스트에게 투명한 경로를 제공하기 위해 IETF에서는 Mobile IP 경로설정 알고리즘으로 RFC2002를 발표하였다^[1,2]. 또한 Mobile IP를 통한 유니캐스트 뿐만 아니라, 다자간의 통신을 지원할 수 있는 멀티캐스트도 호스트의 이동성을 고려하는 Mobile IP 환경에서 상당한 필요성을 요구하게 되었다.

이러한 요구를 충족시키기 위해서는 Mobile IP의 최단 경로설정, 이동호스트의 효율적인 등록 및 해제, 빠른 핸드오프, 다양한 서비스의 품질보장, 효율적인 트래픽 관리등이 지원되어야 한다. 또한 유선망에 비해 무선망은 낮은 대역폭과 높은 에러 발생률 그리고 이동호스트의 최소 소비전력이 중요한 문제가 되기 때문에 효율적인 경로설정은 이를 해결하는데 중요한 방법이 된다^[6].

빠르게 이동하며 접속점을 자주 바꾸는 이동호스트는 빠른 핸드오프 뿐만 아니라 효율적인 등록 및 해제 절차를 통해 하나의 네트워크에 발생 할 수 있는 과부하를 줄여야 한다. 빠른 핸드오프가 지원되더라도 MA(Mobility Agent)의 과부하로 인한 블로킹과 전송지연이 발생 할 수 있다. 이러한 과부하는 무선네트워크 뿐만 아니라 유선네트워크에도 네트워크 성능저하를 발생시키므로 빠른 핸드오프 지원 자체를 무의미하게 한다.

최근에는 Mobile IP 환경에서 핸드오버 지원을 위하여 몇 개의 FA(Foreign Agent)를 하나의 네트워크로 설정하고, 설정된 네트워크를 대표하는 하나의 Agent에서 이동성을 관리 유지하는 방안이 연구되고 있다^[3-6]. 이러한 방법은 이동호스트들의 빠른 핸드오프를 위한 경로설정은 지원 될 수 있으나, 이동호스트들이 하나의 네트워크에 집중적으로 이동하게 될 때 명확한 해결방법을 가지고 있지 않다^[11,12].

본 논문에서는 이동호스트에 대하여 효율적인 경로설정과 한 노드에서 발생할 수 있는 트래픽 과부하를 방지하고 멀티캐스트 서비스를 지원 할 수 있는 알고리즘을 제안하였다. 클러스터기반의 네트워크에 LA(Local Agent)와 SLA(Sub-Local Agent)를

두어 등록하는 이동호스트가 임계치를 초과할 경우에는 SLA에 등록시키도록 하였다.

II. Mobile IP 프로토콜

무선 데이터 통신을 위한 Mobile IP에서는 기존의 유선네트워크에 무선네트워크와 MA(Mobility Agent) 그리고 이동호스트등이 추가된다. 이동호스트와 네트워크간은 무선링크로 연결되고, MA는 유선네트워크와 무선네트워크간의 상이한 전송환경을 연결해주며 이동호스트에 대한 등록정보 및 위치정보를 유지 관리하는 기능을 수행한다. 이동호스트는 접속 가능한 AP(Attachment Point)를 통해 유선네트워크와 연결되며 AP가 변하더라도 항상 동일한 IP로 이동하며 통신을 한다.

Mobile IP에서 정의한 네트워크는 다음과 같다.

- Home Network (HN)

이동호스트가 최초로 등록한 네트워크로 HA가 이동성을 지원하며 터널링이 필요없이 바로 이동호스트에게 데이터그램이 전송된다.

- Foreign Network (FN)

이동호스트가 이동하여 등록된 네트워크로 FA가 이동성을 지원한다. FN에 등록된 이동호스트는 HA에서 터널링된 데이터그램을 전송받는다.

Mobile IP에서 정의한 기능적 실체(Entity)는 다음과 같다.

- Mobile Host(MH, 이동호스트)

IP의 변화없이 무선네트워크에 접속 가능한 네트워크의 종단점이 되는 이동노드를 말한다.

- Home Agent (HA)

이동호스트의 초기에 등록된 네트워크상의 라우터로 이동호스트가 다른 네트워크로 이동할 때 터널을 형성한다.

- Foreign Agent (FA)

이동호스트가 이동한 네트워크의 라우터로 등록된 이동호스트에게 라우팅 서비스를 제공하며 HA에서 받은 데이터그램을 이동호스트에게 전송한다.

- Mobility Agent (MA)

HA, FA를 포함한 이동호스트에 이동성을 지원하는 모든 Agent를 말하며 이동성에 관한 정보를 유지 및 관리하는 기능을 수행한다.

- Care-of-Address(COA)

이동호스트가 다른 네트워크로 이동하게 될 때,

FA 혹은 이동호스트 자신에게서 할당 받게 되는 터널링의 종점에 대한 주소로 HA는 이동호스트의 COA에 터널을 형성하게 된다.

2.1 Mobile IP 프로토콜의 개요

Mobile IP 프로토콜은 이동호스트의 Agent 발견 과정, 등록과정, 터널링과정으로 이루어진다.

● Agent 발견과정 (Agent Discovery)

모든 HA나 FA는 자신의 링크상의 접속범위 내에 COA를 방송하여 현재 서비스가 가능함을 주기적으로 방송한다. 이러한 방송 메시지를 수신한 이동호스트는 자신이 등록할 네트워크를 선정한 후 등록하게 된다.

● 등록과정 (Registration)

이동호스트가 다른 네트워크로 이동하게 되면 이동호스트는 Agent 발견과정을 거친 후 자신의 주소를 FA에 등록요구메시지를 통해 등록하게 되고 HA에 COA를 등록하게 된다. FA는 이동호스트에게 등록응답메시지를 통해 HA에 등록여부를 전송한다. 등록은 직접 HA에 등록하거나 등록되어진 FA를 통해 HA에 등록하게 된다.

● 터널링과정 (Tunneling)

이동호스트가 FA와 HA에 등록된 후, 이동호스트의 HN으로 보내지는 데이터그램은 HA에서 인터셉트되어 이동호스트의 COA 정보에 의해 등록되어진 FA에 전송한다. 만일 이동호스트가 HN에 존재하면 별도의 터널링과정 없이 이동호스트에게 바로 전달되고, FN으로 이동해 있으면 HA에서 COA로 데이터그램을 Encapsulation하여 FA로 전송하게 된다.

2.2 Mobile IP 데이터그램 전송

FN에 이동한 이동호스트는 자신에게 보내지는 데이터그램을 HA와 등록된 FA간의 터널링에 의해 받을 수 있다. 이동호스트는 FN으로 이동하게 되면 자신이 서비스를 받을 수 있는 FA를 찾아 등록하게 되고, 등록된 FA는 HA에 이동호스트가 등록되어 있음을 전송한다. 이러한 MH, FA, HA 간의 등록과정과 등록정보의 갱신과정을 통해 이동호스트가 어느 위치로 이동을 하더라도 HA는 이동호스트의 정확한 위치를 파악할 수 있다.

그림 1에 데이터그램이 이동호스트에게 전달되는 과정을 나타내었다.

데이터그램의 전달 과정은 다음과 같다.

- ①: 이동호스트에게 전달되는 데이터그램은 표준 IP 라우팅을 통해 HN으로 전달된다.
- ②: 이동호스트가 다른 네트워크로 이동하여 있으면 전송되는 데이터그램은 HA에 의해 인터셉트되어 COA로 터널을 형성한다.
- ③: COA에 전달된 데이터그램은 재터널링(Detunneling)되어 이동호스트에게 전송된다.
- ④: 이동호스트에서 보내진 데이터그램은 표준 IP 라우팅에 의해 목적지에 전달된다. FA는 이동호스트의 Default 라우터로 작용한다.

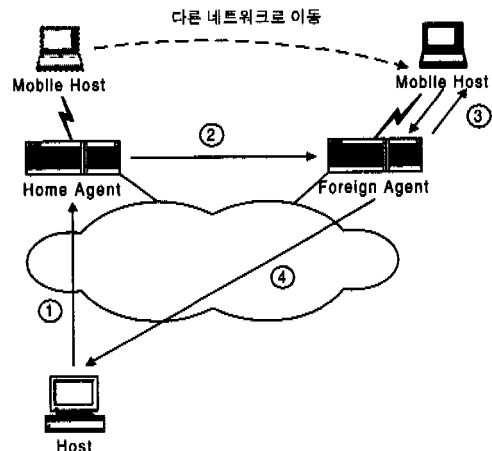


그림 1. Mobile IP 데이터그램 전송

이러한 경로설정에 의한 데이터그램의 전송지연 시간(T_{del})은 다음과 같이 구해진다.

$$T_{del} = (T_{SH,HA} + T_{HA,FA} + T_{FA,MH} + T_{EN} + T_{DE}) \quad (1)$$

여기서,

$T_{SH,HA}$: SH에서 HA로의 라우팅 소요시간

$T_{HA,FA}$: HA에서 FA로의 라우팅 소요시간

$T_{FA,MH}$: FA에서 MH로 IP 패킷 전달시간

T_{EN} : HA에서의 Encapsulation 소요시간

T_{DE} : FA에서의 Decapsulation 소요시간

그림 1에서 이동호스트가 HN에서 멀어지면 트라이앵글 라우팅(Triangle Routing)에 의해 항상 HA를 통해 경로설정이 이루어지므로 등록정보 갱신에 따른 시간지연이 발생한다. 그러므로 이동호스트의 빠른 이동성을 지원하지 못하게 되어 핸드오버 지연이 발생한다.

■. 제안한 경로최적화 알고리즘

3.1 네트워크 구조

Mobile IP에서 유니캐스트 및 멀티캐스트를 지원하기 위한 네트워크는 트라이앵글 라우팅과 노드에서의 과부하를 감소시키고 핸드오버 지원이 가능하여야 한다. 이러한 요구를 만족시키기 위해서 Agents를 클러스터 기반의 지역성을 고려한 하나의 Local Network로 구성하고 Local Network에 복수의 Sub-Local Networks를 갖는 구조와 각각을 대표하는 LA(Local Agent)와 SLA(Sub-Local Agent)의 기능을 추가하였다. 추가된 엔터티는 다음과 같다.

- Local Agent(LA)

Local Network을 대표하는 라우터로 하부계층 FA의 이동성을 관리하고 이동호스트의 등록 및 COA로 작용하여 Decapsulation이 이루어진다. 멀티캐스트 라우터의 기능을 수행하고 등록된 이동호스트의 멀티캐스트 그룹 정보를 관리한다.

- Sub-Local Agent(SLA)

Sub-Local Network를 대표하는 라우터로 LA가 이동호스트의 등록이 한계치를 초과하였을 때 SLA가 COA 및 default 라우터로 작용하여 새로운 이동호스트를 등록한다. 멀티캐스트 그룹 멤버의 등록을 관리하고 멀티캐스팅 그룹 정보를 LA에 등록한다.

네트워크 구조는 그림 2와 같다.

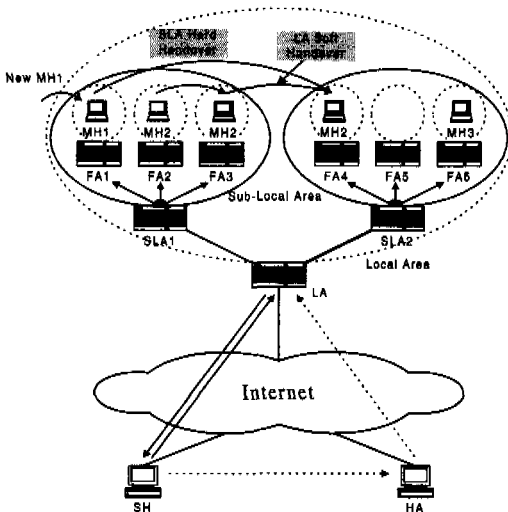


그림 2. 제안한 네트워크 구조

그림 2에서 새로운 Local 지역으로 들어오는 이동호스트는 SLA On/Off 상태에 따라, SLA가 Off 상태이면 차례로 FA, SLA, LA에 등록을 하고, On 상태이면 FA, SLA에 등록과정을 거치게 된다. LA와 SLA의 On/Off는 LA가 관리하는 이동호스트의 방문자 등록 리스트가 일정 한계치(N_{max}) 이상의 레지스터 버퍼용량을 초과하게 되면 SLA1과 SLA2가 On 상태가 되고, 그렇지 않은 경우에는 SLA가 Off 상태를 유지한다. SLA는 On 상태에서 SLA에 등록되어지는 이동호스트의 COA로 작용하고 LA는 중간 라우터로 작용하여, LA에서 관리해야 하는 이동호스트의 등록리스트를 일정한계치(N_{max}) 이하로 유지시키는 기능을 담당한다.

SLA1과 SLA2는 항상 Sub-Local 지역에 등록되어 있는 이동호스트의 방문자 등록 리스트를 관리하고 LA의 상황에 따라 새로 등록되어지는 이동호스트의 COA 기능을 유동적으로 수행한다.

반면에 LA가 관리해야 하는 방문자 등록 리스트의 용량이 일정한계치(N_{min}) 이하의 버퍼용량으로 내려가면 다시 LA가 방문자 등록 리스트를 관리한다. 이러한 네트워크 구조는 local 지역에 이동호스트가 LA에 집중적으로 등록하는 것을 방지하여 LA에서 발생하는 과부하 문제를 줄일 수 있다.

그림 2의 구조에서 하나의 MH가 LA 혹은 SLA에 등록되어졌을 때 클러스터를 통과하는 동안의 데이터그램 전송지연 시간은 다음과 같다.

$$T_{del} = T_{SH,HA} + T_{HA,LA} + T_{EN} + n(T_{LA,MH} + T_{DE}) \quad (2)$$

$$T_{del} = n/n^* (T_{SH,HA} + T_{HA,SLA} + T_{EN}) + n(T_{LA,MH} + T_{DE}) \quad (3)$$

여기서, 식(2)는 LA를 경유할 경우를 나타낸 것이고, 식(3)은 SLA를 경유할 경우를 나타낸 것이다.

n : Local Area 내의 FA 수

n^* : Sub-Local Area 내의 FA 수

$T_{HA,LA}$: HA에서 LA로의 터널링 소요시간

$T_{HA,SLA}$: HA에서 SLA로의 터널링 소요시간

$T_{LA,MH}$: LA에서 MH로의 IP 패킷 전송시간

$T_{SLA,MH}$: SLA에서 MH로 IP 패킷 전송시간

그러므로 식 (1)의 전송지연 시간은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$T_{del} = n(T_{SH,HA} + T_{HA,FA} + T_{FA,MH} + T_{EN} + T_{DE}) \quad (4)$$

3.2 제안한 LA와 SLA간의 On/Off 알고리즘 제안한 LA와 SLA간의 On/Off 알고리즘은 다음과 같다.

● 등록 요구시

- ▶ 단계 0. [방문자 등록 수 초기화]
 - $N \leftarrow 0$
- ▶ 단계 1. [MH 등록요구]
 - MH 등록요구 시 1 증가 후 방문자등록리스트에 기록 후 단계 2로 간다.
 - $N^* \leftarrow N+1$
- ▶ 단계 2. [등록수 판정]
 - (2.1) IF $N > N_{max}$ Then HA,FA,MH에 등록응답 후 단계 3으로 간다.
 - (2.2) ELSE, Then On 시킨 후 HA,FA,MH에 등록응답 후 단계 3으로 간다.
- ▶ 단계 3. [등록완료]
 - 끝냄

● 등록 해제 시

- ▶ 단계 0. [방문자 등록 수 초기화]
 - $N \leftarrow N_{max}$
- ▶ 단계 1. [MH 등록해제]
 - MH 등록해제 시 N 값 1감소 후 방문자등록리스트에 기록, 단계 2로 간다.
 - $N_{max} \leftarrow N-1$
- ▶ 단계 2. [등록수 판정]
 - (2.1) IF $N > N_{min}$ Then, SLA Off 후 단계 3으로 간다
 - (2.2) ELSE 단계 3으로 간다.
- ▶ 단계 3.[등록해제 완료]
 - 끝냄

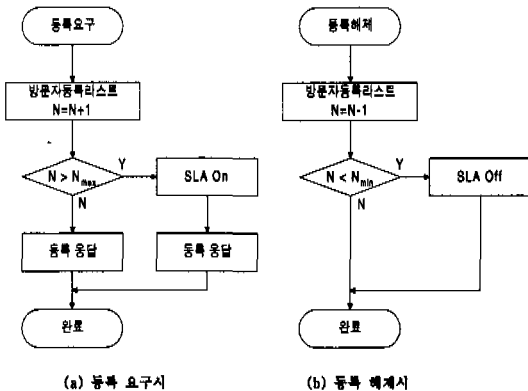


그림 3. 제안한 LA와 SLA간의 On/Off 알고리즘

그림 3(a)는 방문자 등록에 의한 SLA On 상태가 설정되는 알고리즘을 나타내었다. 또한, 3(b)는 방문자 등록이 해제되면서 LA에 등록된 이동호스트의 수가 일정한계치 이하로 내려가 SLA를 Off시키고, 다시 LA에 등록하는 과정에 대한 알고리즘을 나타내었다. LA의 방문자등록 리스트에 N_{max} 이상의 이동호스트가 등록을 요구하면 LA는 이동호스트의 등록을 거부하고 해당되는 SLA를 세팅시켜 LA가 관리해야 하는 방문자등록 수를 한계치 N_{max} 이하로 유지시킨다. 이동호스트가 local 지역을 벗어나 방문자등록을 해제할 때 N_{min} 이하로 방문자 등록자수가 내려갈 경우 LA는 다시 이동호스트의 등록을 받게 된다.

3.3 이동호스트의 LA와 SLA간의 등록절차 알고리즘

클러스터 기반의 네트워크에 등록하려는 MH는 일정한 알고리즘에 의해 LA, 혹은 SLA에 분산 등록하여 이동성을 지원 받아야 한다. 등록절차에 대한 알고리즘은 다음과 같다.

● MH의 등록절차 알고리즘

- ▶ 단계 1. [MH 등록요구]
 - 등록절차 시작
- ▶ 단계 2. [FA 등록가능 여부 판정]
 - (2.1) FA가 등록가능하면 등록 후 단계 2로 간다.
 - (2.2) ELSE, 단계 1로 되돌아 간다.
- ▶ 단계 3. [SLA On/Off 상태판정]
 - (3.1) SLA가 On이면 SLA 방문자등록리스트에 등록 후 단계 4로 간다.
 - (3.2) ELSE 단계 5로 간다.
- ▶ 단계 4. [멀티캐스트 가입 판정]
 - (4.1) 멀티캐스트 그룹에 가입되어 있으면 그룹 멤버리스트, 그룹리스트에 등록 후 단계 7로 간다.
 - (4.2) ELSE, 단계 7로 간다.
- ▶ 단계 5. [멀티캐스트 가입 판정]
 - (5.1) 멀티캐스트 그룹에 가입되어 있으면 그룹 멤버리스트, 그룹리스트에 등록 후 단계 6으로 간다.
 - (5.2) ELSE 단계 6으로 간다.
- ▶ 단계 6. [LA/SLA On/Off 알고리즘 실행]
 - LA의 On/Off 알고리즘을 실행 후 단계 7로 간다.
- ▶ 단계 7. [MH 등록완료]
 - 끝냄

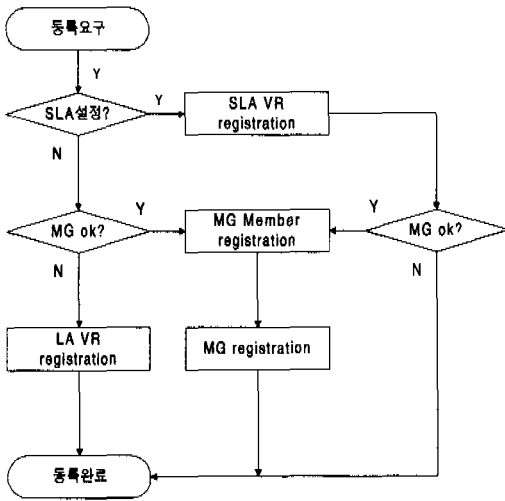


그림 4. 제안한 LA와 SLA간의 등록절차 알고리즘

LA와 SLA간의 유니캐스트와 멀티캐스트를 지원하기 위한 이동호스트의 LA와 SLA간의 등록절차 알고리즘은 그림 4와 같다. 등록과정에 대한 알고리즘에서는 ICMP(Internet Control Message Protocol) 프로토콜을 이용한 이동호스트 자체에 대한 등록 외에 IGMP(Internet Group Management Protocol) 프로토콜을 이용하여 추가로 이동호스트가 등록되어진 멀티캐스트 정보를 등록하도록 하였다. 이동호스트는 멀티캐스트 그룹에 가입 여부를 HN에 등록하였다가 이동호스트가 FN으로 이동하게 되면 이동한 네트워크에 등록을 하고 서비스를 받을 수 있다. 이것은 멀티캐스트 주소체제인 클래스 D 주소를 사용하게 되므로 가능하다. 이동호스트의 FA에 대한 등록절차는 기존의 등록절차와 동일하다. 다만, 멀티캐스트를 위한 그룹멤버 등록만 추가된다. 다른 네트워크로 이동한 이동호스트는 먼저 FA에 등록하고 FA는 SLA에 등록한다. SLA에서는 SLA On 상태이면 이동호스트를 SLA에 등록하고 멀티캐스트의 가입여부를 판단하여 가입된 이동호스트는 그룹멤버 주소를 등록하고, LA에 가입그룹에 대한 정보를 등록하게 된다. SLA가 Off 상태이면 SLA는 이동호스트가 멀티캐스트에 가입되어 있는지를 판단하여 멀티캐스트 그룹멤버를 등록시키고, LA에 방문자등록을 하게된다. LA는 방문자등록리스트의 갱신과 함께 등록된 이동호스트의 멀티캐스트 그룹정보를 갱신하게 된다. 즉, SLA는 SLA On/Off 상태에 관계없이 멀티캐스트 그룹멤버만을 관리하고, LA는 멀티캐스트 그룹정보만을 관리한다.

LA의 중앙집중화 현상을 방지하기 위하여 이동

호스트 자체의 방문자등록을 일정한계치 이하로 하였고 멀티캐스트 그룹만 관리하여 네트워크 트래픽 양을 줄였다.

IV. 성능분석 및 비교고찰

4.1 성능분석

성능분석을 위하여 3장에서 제안한 네트워크를 이용하였다. 성능분석은 유니캐스트와 멀티캐스트로 나누어 유니캐스트는 세가지 경우에, 멀티캐스트는 두가지 경우에 대하여 분석하였다. 유니캐스트는 첫 번째, 모든 FA에 등록을 하고, 해당 FA가 MH의 이동성을 관리한다. 두 번째, 항상 LA에 등록하여 LA가 클러스터 내의 모든 MH를 관리한다. 세 번째, 제안한 알고리즘을 이용하여 LA/SLA에 유동적으로 등록하여 등록을 요구하는 MH의 수에 의해 각각 분산 관리한다. 또한 멀티캐스트는 HA를 경우할 경우와 LA를 경우할 경우로 나누어 분석하였다.

성능분석에 사용한 파라미터는 표 1과 같다.

표 1. 성능분석 파라미터

무선링크의 데이터 전송률	57.6Kbps
유선 네트워크에서의 데이터 전송률	10Mbps
각 노드에서의 라우팅 처리시간	2ms
IP 패킷의 최대크기	1500Byte
전송 데이터 크기	64Kbyte
노드간 전송시간	0.2ms

그림 6에 제안한 LA/SLA 알고리즘에 의한 LA의 이동호스트의 방문자등록 수에 따른 SLA의 평균지연시간을 나타내었다. 여기서 LA와 SLA의 방문자등록레지스터의 용량은 200으로 가정하였다.

SLA가 2개 일 때, local지역에 위치한 이동호스트가 각각 2개의 Sub-Local 지역에 균등하게 분포한다고 가정하였다. 도착률이 서비스를 보다 작을 경우 SLA1와 LA1로, 클 경우 SLA2와 LA2로 나타내었다. 각각 방문자 수가 153, 184 일 때, SLA를 이용하므로써 지연시간에 따른 성능향상을 이룰 수 있었다.

그림 7에서는 N=100, SLA(n)=2, 3, 허용치 5%를 고려할 경우 SLA(2)에서는 $N_{max}=77$, $N_{min}=67$ 로

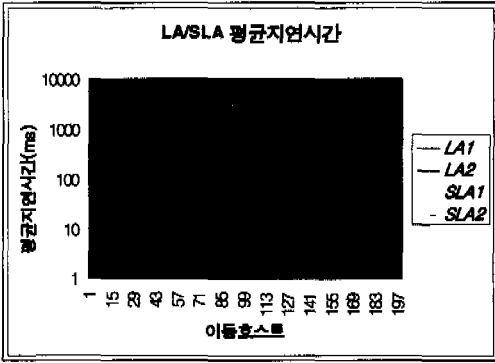


그림 6. LA와 SLA의 평균지연시간

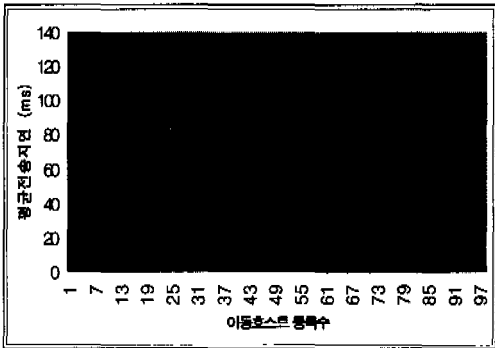


그림 7. SLA(2),(3)일 때의 N_{min} , N_{max} 분석

SLA(3)에서는 $N_{max}=89$, $N_{min}=79$ 로 설정하였다. N_{max} 이상에서 LA가 급격히 지연시간이 증가하는 것을 알 수 있고, 이에 의하여 SLA를 이용하여 지연시간을 감소하였다.

그림 8은 각각 3가지 경우에 대한 이동성을 지원하는 노드에서의 평균전송 지연시간의 성능분석으로 RA는 MH 수가 80 이상일 때 급격한 지연시간이 발생하는 반면 SLA/LA를 경유할 경우에는 급속한 지연시간이 발생하지 않는다.

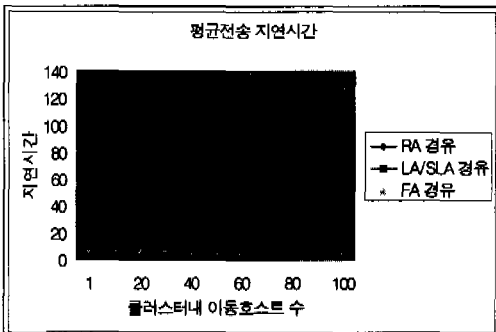


그림 8. 평균전송 지연시간

그림 9에 이동호스트가 이동할 때 등록되는데 걸리는 시간을 나타내었다. SLA가 설정된 경우, MH의 핸드오프 발생 빈도가 많아질수록 기존 Mobile IP의 등록시간에 비해 등록시간이 단축되었으며, SLA Off 일때가 SLA On 일때보다는 등록시간이 감소하였다.

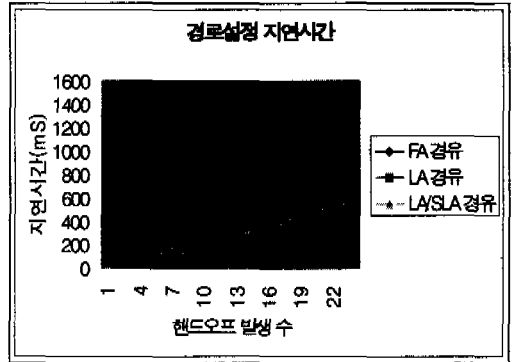


그림 9. 경로설정 지연시간

그림 10은 HA에서 멀티캐스트 그룹을 관리할 경우와 LA에서 관리 할 경우에 대하여 각각의 트래픽 발생에 대하여 분석한 것이다. 멀티캐스트에 가입한 MH의 수가 증가함에 따라 HA를 경유할 경우 지속적인 오버헤드 트래픽 발생률이 증가하였다.

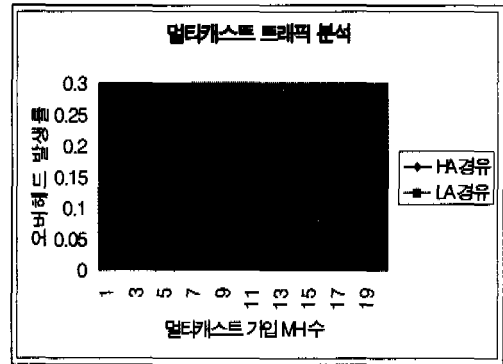


그림 10. 멀티캐스트 트래픽

4.2 비교고찰

4.2.1 유니캐스트 트래픽 개선

제안한 알고리즘에서는 LA에서 관리하는 MH 수의 한계치를 두어 이동호스트가 이를 넘어 등록을 하고자 할 때는 LA에서 등록을 거부하고 SLA에 등록을 하게한다. 신규 등록을 요구하는 이동호스트

는 SLA를 COA로 사용하여 LA에서 발생하는 과부하를 줄였다. Local 네트워크에 소수의 MH가 존재하게 될 때는 LA에 중앙집중화 현상이 발생하지 않으므로 빠른 핸드오프를 지원해 줄 수 있고, 많은 MH가 존재할 경우 유동적인 경로 설정으로 네트워크의 상황에 따라 경로 최적화를 이룰 수 있다. MH 수, 80을 한계치로 두어 80 이상의 MH 수는 SLA에 등록하게 함으로써 급격한 전송지연 시간을 줄일 수 있다.

4.2.2 멀티캐스트 트래픽 개선

제안한 알고리즘에서는 멀티캐스트 트래픽을 LA와 SLA에서 지원하도록 하여 HA에 발생하게 될 Encapsulation에 의한 오버헤드를 줄였다. LA는 멀티캐스트 트래픽을 지원하기 위해 멀티캐스트 라우터로서의 기능을 가지며, 이동호스트는 IGMP 프로토콜을 이용하여 FA에 등록한다. 멀티캐스트는 클래스D 주소체계를 가지고 있으므로 다른 네트워크에 존재하더라도 자신의 IP주소를 가지고 FA에 등록함으로써 서비스를 받을 수 있다. 이동호스트의 이동성에 의한 멀티캐스트의 Scalability가 유동적으로 변하므로 LA는 Core라우터로서의 기능을 수행하여 이동호스트가 가입한 멀티캐스트 그룹에 대한 정보를 관리하고 SLA는 멀티캐스트 그룹에 가입된 멤버에 대한 정보를 분산 관리하여 LA의 기능부담을 줄일 수 있다.

앞의 성능평가에서 보면 각각의 오버헤드 트래픽 발생률은 LA를 경유할 경우가 HA를 경유할 때보다 약 50% 정도 감소시킬 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 Mobile IP 환경에서 무선 데이터 통신을 위한 유니캐스트 및 멀티캐스트 트래픽을 효율적으로 지원하기 위한 방안으로 LA와 SLA를 갖는 경로 최적화 알고리즘을 제안하였다. 다수의 FA를 지역성을 고려한 하나의 Local Network과 복수의 Sub-Local Network로 구성하여 각각의 네트워크를 대표하는 LA와 SLA간에 유동적인 등록과정을 통해 LA의 효율적인 경로설정 방법을 유지하였다. 또한, SLA를 이용해 LA에서 발생할 수 있는 과부하를 저하시켰다.

많은 이동호스트가 Local Network에 등록되어 질 경우 LA는 일정 한계치 이하에서만 이동호스트의 등록을 허가하고 새로 등록하려는 이동호스트는

SLA에 등록하도록 하였다. 또한 멀티캐스트 서비스를 지원하기 위해 LA에는 멀티캐스트 그룹만을 등록하고 SLA에는 멀티캐스트 그룹 멤버를 등록하게 하여 멀티캐스트 서비스 지원시 HA를 경유할 필요가 없도록 하였다. 이러한 알고리즘을 통해 유선망의 오버헤드를 줄이고 LA의 과부하를 방지하였다.

시뮬레이션을 통해 비교분석한 결과, 일정한계치 이상의 이동호스트는 SLA에 등록하므로써 LA의 급격한 성능저하를 방지하여 일정수준의 서비스를 유지시킬 수 있었고, 유선망에서의 트래픽량을 줄일 수 있었다.

기존의 Mobile IP 경로설정 방식에 비해 등록갱신에 따른 지연시간을 줄일 수 있었다.

참고 문헌

- [1] C. Perkins. editor. "IP Mobility Support." RFC 2002, Oct. 1996.
- [2] D.B Johnson. and C. Perkins. editor. "Route Optimization in Mobile IP." IETF Mobile-IP Working Draft. version 05. nov. 1996.
- [3] A. Myels, D.B. Johnson. and C. Perkins. "A Mobile Host Protocol Supporting Router Optimization and Authentication." IEEE Journal on selected Area in Communications 13. 1995, pp. 839~849.
- [4] G. H. Cho and L.F. Marshall. "An Efficient Location and Routing scheme for Mobile Computing Environments." IEEE Journal on Selected Area in Communication 13.1995, pp. 868~879.
- [5] Kwang-Il Lee, Nam-Hoon Park, Sang-Ha Kim "Locality-Based Route Optimization in Mobile IP" Proceeding of the 4th International Workshop on Mobile Multidedia Comm. sept 29-october 2. 1997. pp. 92~95.
- [6] Chu-Sing Yang, Kun-da Wu, and Chun-Wei Tseng "Support an Efficient Connection for Mobile IP" IEEE Computer Society 1998. 8, pp. 514~519.
- [7] S.S. Jamuar, T.G. Venkatesh, Ritesh Banglani and Parimal Bajpai "Mobile internetworking: Performance Enhancement of Mobile IP" Proceedings of the IEEE VTS 50th Vehicular Technology Conference - Volume 3, 1764~

