

---

# NGN에서의 이동성 관리 방안 성능 분석 및 비교

## Performance Analysis and Comparison on Mobility Management Schemes for NGN(Next Generation Network)

---

유명주\*, 이종민\*, 최성곤\*\*

충북대학교 전파공학과\*, 충북대학교 정보통신공학과\*\*

Myoung-Ju Yu(mjyu@chungbuk.ac.kr)\*, Jong-Min Lee(ljm80@chungbuk.ac.kr)\*,  
Seong-Gon Choi(sgchoi@chungbuk.ac.kr)\*\*

---

### 요약

NGN에서 끊임없는 서비스 제공을 위해 현재 다양한 이동성 방안들이 ITU-T, 3GPP, IETF 등에서 연구되고 있다. 그 결과 MIPv6, IP2, Q.MMF, IMS 등의 다양한 이동성 관리 기술들이 제안되었다. 그러나 아직 각 기술들이 이동성 관리 시 나타내는 성능 분석 및 비교에 관한 연구는 이뤄지지 않고 있다. 따라서 동일한 성능 파라미터에 따른 각 이동성 방안들 간의 성능 비교가 요구된다. 본 논문은 MIPv6, IP2, Q.MMF에서 위치등록 과정 동안 소요되는 지연을 비용과 시간 측면으로 나누어 각각의 성능을 분석하고, 그 분석 결과를 비교한다. 분석 결과 Q.MMF Case1이 최소의 비용과 시간을 소요함으로써 다른 메커니즘들 보다 좋은 성능을 보였다. Q.MMF Case 1은 단말이 하나의 액세스네트워크 내에서 이동하는 경우의 위치등록 과정으로, 이 경우 액세스네트워크의 LLM이 단말의 위치를 관리하므로 다른 경우 보다 낮은 위치등록비용과 시간을 소요한다.

■ 중심어 : | 차세대네트워크 | 이동성 | MIPv6 | IP2 | Q.MMF |

### Abstract

For supporting seamless service in NGN, various schemes for mobility are studying in ITU-T, 3GPP, IETF, and so on. Currently, mobility support schemes such as MIPv6, IP2, Q.MMF, IMS was introduced. However the performance analysis and comparison of all existing schemes is not examined as yet. That is, the existing mobility methods need to be compared according to same performance parameter. So, in this paper, we investigate and compare the performances of MIPv6, IP2, Q.MMF on latency during location registration. The latency in location registration is consider as cost and time. Then, the performance analysis of Q.MMF Case1 has shown the best performance as it is measured the minimum cost and time. Q.MMF Case1 is the location registration precess in case that MT moves within a local network. As LLM in a access network manages the location of MT in this case, Q.MMF Case1 has lower location cost and time than other cases.

■ keyword : | NGN | Mobility | MIPv6 | IP2 | Q.MMF |

---

\* 본 논문은 2006학년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비지원에 의하여 연구되었습니다.

접수번호 : #070403-001

심사완료일 : 2007년 04월 26일

접수일자 : 2007년 04월 03일

교신저자 : 최성곤, e-mail : sgchoi@chungbuk.ac.kr

## I. 서론

현재 ITU-T, 3GPP, IETF 등의 표준화 기구에서 다양한 이동성 방안들이 연구되고 있다. 이동성 방안 연구 시 끊임없는 서비스 제공을 위한 이동성을 지원하기 위해 프레임워크, 이동성, QoS(Quality of Service), 자원 할당 및 자원 제어와 같은 많은 요소들이 고려되고 있다.

ITU-T는 이동성을 service continuity와 service discontinuity의 두 부분으로 분리한다. Service continuity는 seamless handover와 handover로, service discontinuity는 roaming과 portability로 나뉜다. Seamless handover에서는 모든 진행 중인 서비스와 최초로 서비스를 위해 협상된 QoS가 그대로 유지되고, 핸드오버에서 서비스는 지속적으로 유지되지만 최초 협상된 QoS가 유지되지 않을 수도 있다[1]. 이러한 이동성 제공과 관련하여 위치등록 지연, 핸드오버 지연, 패킷전송 지연, 시그널링 비용, 위치갱신 비용과 같은 성능 파라미터들이 존재한다. 이들은 [2-7]에서 연구되고 있다.

한편, ITU-T(SG-19), 3GPP, IETF에서는 각각의 이동성 제공 방안들이 고려되고 있다. ITU-T는 NGN(Next Generation Network)이 패킷 기반 네트워크로 진화될 것으로 보고 Q.MMF와 같은 서비스 제공을 위한 메커니즘에 대한 연구를 진행 중에 있으며[8], 3GPP는 IMT-2000이 All-IP 네트워크로 발전 할 것으로 보고 IMS(IP Multimedia Sub-system)를 제안하였다[9]. 그리고 IETF는 이미 MIP(Mobile IP)를 표준화하였다 [10-11]. 이 외에도 이동성 제공 방안에 대한 연구가 활발히 이뤄지고 있으며, 그 중 일본의 NTTDoCoMo는 IP2(IP-based IMT Network Platform)를 제안하였다.

이와 같이 여러 이동성 방안들이 제안되고 있으나 아직 이들이 갖는 이동성 성능을 분석하고 비교한 연구는 이루어지지 않고 있다. 따라서 각 성능 파라미터에 따른 기존 방안들의 성능 비교가 이뤄질 필요가 있다.

본 논문에서는 이동성 제공 방안들 중 MIPv6, IP2, Q.MMF에 대한 성능을 위치등록 과정 동안 소요되는 지연을 시간과 비용 측면으로 나누어 분석하고, 각 방

안의 성능 분석 결과를 비교한다. 참고로 IMS는 LA(Layer 4)에서 동작하므로 비교 대상에서 제외하였다.

본 논문은 2장에서 MIPv6, IP2, Q.MMF에 대한 소개 및 각 방안에서의 위치등록 절차를 알아본다. 그리고 3장에서 각 방안에서 위치등록 과정 동안 소요되는 지연에 대한 성능을 분석하고, 4장에서 각 방안의 성능 분석 결과를 확인한다. 마지막으로 5장에서는 결론을 기술한다.

## II. 이동성 기술

### 1. MIPv6 (Mobile IPv6)

MIPv6(Mobile IPv6)는 IETF(Internet Engineering Task Force)에서 제안한 표준으로 MN(Mobile Node)의 연결지점 마다 새로운 IP를 부여하여 투명한 이동성의 지원을 목적으로 한다.

MIPv6에서 MN은 2가지의 주소를 갖는데, 하나는 고정된 주소인 HoA(Home Address)이고, 다른 하나는 새로운 연결지점 마다 변경되고, 부여되는 CoA(Care-of Address)이다. MN이 다른 서브넷(subnet)으로 이동하면 HoA로는 더 이상 MN의 위치를 확인할 수 없다. 따라서 새로 접속한 서브넷에서 새로운 주소인 CoA를 할당하여 MN의 위치를 파악한다. MN의 HoA와 CoA 간 매핑을 바인딩이라고 한다. HN(Home Network)에서 할당되는 HoA는 MN을 확인하기 위해 전송계층 이상의 상위계층에서 사용되고, MN의 현재 연결된 네트워크에 의해 구성되는 CoA는 네트워크 계층에서 실제 패킷 전송을 위해 사용된다. 두 서로 다른 IP주소를 제어하고, 응용에 의해 IP주소를 변화시킴으로써 MN은 스스로 IP 이동성을 제공한다[2].

[그림 1]은 MIPv6의 네트워크 구조이고, MN이 이동하여 위치가 변경되면 [그림 2]와 같이 위치등록 동작으로써 바인딩 업데이트를 한다.

새로운 영역으로 이동하면 MN은 AR(Access Router)에 의해 주기적으로 전송되는 Router Advertisement 메시지를 통해 새로운 서브넷으로 이동되었음을 감지하고, AR로 Router Solicitation 메시지를 전송한 후 Advertisement 메시지를 수신한다. 이때 MN은

Address Auto-Configuration과 Neighbor Discovery 동작을 이용하여 AR로부터 MN의 현재 위치를 나타내는 CoA를 할당 받는다. 새로운 CoA를 할당 받은 MN은 HN의 HA(Home Agent)에 의해 관리되고 있는 바인딩 캐쉬(binding cache)를 갱신하기 위해 BU(Binding Update) 메시지를 전송한다. 그리고 HA는 MN에 BU Ack 메시지를 전송하고, 이로써 바인딩 업데이트 동작이 종료된다[11].

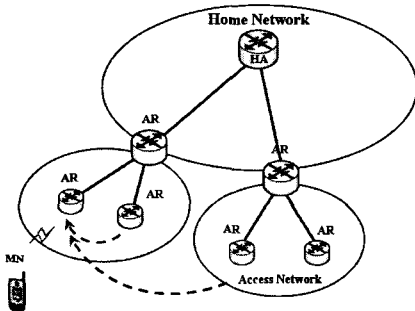


그림 1. MIPv6의 네트워크 구조

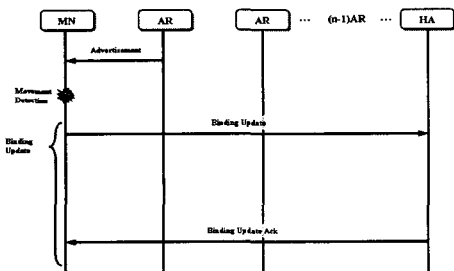


그림 2. MIPv6의 위치 등록 절차

2. IP2

IP2는 차세대 이동통신 네트워크를 위한 구조로서 다양한 단말이나 호스트의 이동이 가능한 All Internet Mobile Environment를 목표로 한다[3][12].

IP2 네트워크는 전송 네트워크로부터 이동성을 관리하는 네트워크 제어 기능이 분리된 구조를 가지며, TNL(Transport Network Layer)과 NCL(Network Control Layer)으로 분리된다. 이 구조에서 NCL은 LM(Location Manager)과 RM(Routing Manager)을 이

용하여 TNL 상에서의 패킷 흐름을 제어하고 관리한다.

IP2는 이동성 관리 시 두 가지의 IP를 이용한다. 하나는 TNL에서 단말의 식별을 위해 사용되는 IP<sub>Pha</sub>(IP host address)이고, 다른 하나는 패킷 전달을 위해 사용되는 IP<sub>Pra</sub>(IP routing address)이다. 이들을 이용하여 IP2는 두 노드 간 데이터를 전송할 때, MN과 AR 사이에서 패킷을 전송할 때는 목적지 주소로써 CN(Corresponding Node)의 IP<sub>Pha</sub>를 사용하고, AR과 CN의 AR 사이에 패킷을 전송할 때는 목적지 주소를 CN의 IP<sub>Pra</sub>로 교체하여 전송한다. 그리고 패킷이 CN의 AR에 도착하면, 패킷의 목적지 주소는 다시 CN의 IP<sub>Pha</sub>로 교체되고 CN으로 전달된다. 이와 같이 IP2는 IP<sub>Pha</sub>와 IP<sub>Pra</sub>로 주소를 분리하여 메시지를 전송함으로써 MIPv6에서 데이터 전송 시 캡슐화에 의해 야기되는 패킷 오버헤드를 줄일 수 있다[3][12].

[그림 3]은 IP2의 네트워크 구조이고, MN이 이동하여 위치가 변경되면 [그림 4]와 같이 위치등록을 한다.

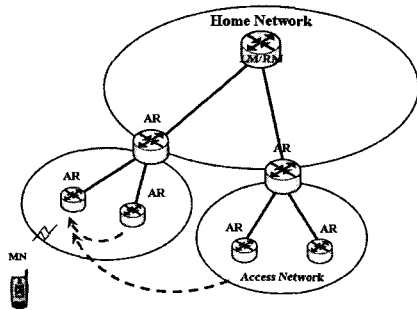


그림 3. IP2의 네트워크 구조

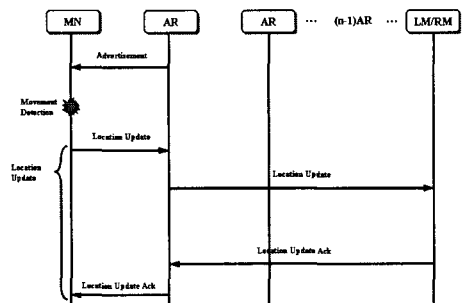


그림 4. IP2의 위치등록 절차

새로운 영역으로 이동한 MN은 AR로부터 Advertisement 메시지를 수신하여 MN의 위치가 변화했음을 감지한다. MN은 위치 등록(location registration) 메시지를 AR이 수신할 때까지 전송하고, LR 메시지를 수신한 AR은 NCL에서 MN의 위치를 관리하는 LM으로 LU(Location Update) 메시지를 전송한다. LM은 위치 캐쉬 테이블(location cache table) 내 MN의 엔트리를 갱신하고 AR로 LU AcK 메시지를 전송한다. 이 응답 메시지를 수신한 AR은 MN으로 위치 등록 응답을 전송한다[2].

등록 절차를 마친다.

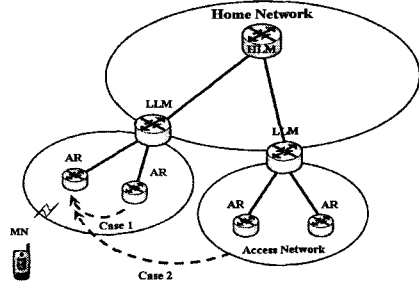


그림 5. Q.MMF의 네트워크 구조

### 3. Q.MMF

ITU-T SG19에서 진행되고 있는 Q.MMF는 NGN(Next Generation Network)에서 이동성 관리(MM: Mobility Management)를 위한 프레임워크에 대한 연구이다. Q.MMF는 NGN에 대한 이동성 관리 구조를 실제 패킷 전송이 이뤄지는 전송평면과 그 흐름을 관리하는 제어평면으로 개념적으로 분리한다. 이 구조상에서 이동성 관리 동작은 MM(Mobility Manager)에 의해 수행되고, 위치등록 및 갱신은 LM(Local Manager)가 관리하고, MN의 핸드오버는 HM(Handover Manager)에 의해 관리된다. LM은 그 위치가 홈 영역인지 로컬 영역인지에 따라 LLM(Local Location Manager)과 HLM(Home Location Manager)로 나뉜다[8].

[그림 5]는 Q.MMF의 네트워크 구조이고, MN이 새로운 영역으로 이동하면 Q.MMF는 이동 유형에 따라 [그림 6][그림 7]과 같이 위치등록을 한다. 단말이 하나의 로컬 영역 내에서 이동하는 경우와 서로 다른 로컬 영역 사이에서 이동하는 경우에 따라 위치등록 절차는 차이를 보인다.

MN이 하나의 로컬 영역 내에서 이동하여 위치를 변경하는 경우, MN은 변경된 위치에 대한 새로운 Location ID를 할당 받고, 변경된 위치 정보를 해당 로컬 영역 내에서 단말의 이동성을 관리하는 LLM에 알리고자 LLM으로 LU 메시지를 전송한다. LLM은 매핑 테이블 내의 MN에 대한 엔트리를 갱신하고 그에 대한 응답으로 LU AcK 메시지를 MN에 전송함으로써 위치

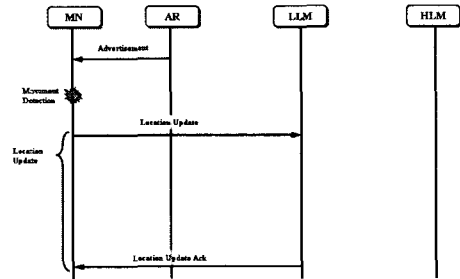


그림 6. Q.MMF Case1의 위치등록 절차

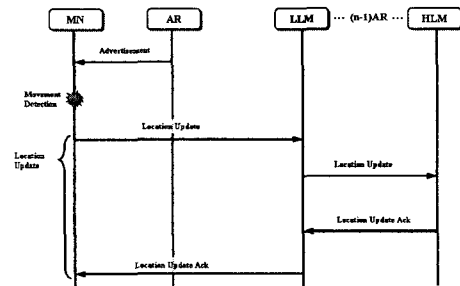


그림 7. Q.MMF Case2의 위치등록 절차

반면, MN이 새로운 로컬 영역으로 이동하면, MN는 변경된 위치에 대한 새로운 Location ID를 할당 받고, 새로운 LLM으로 LU 메시지를 전송한다. 새로운 LLM은 매핑 테이블에 MN에 대한 새로운 엔트리를 추가하고, 홈 영역의 HLM으로 LU 메시지를 전송한다. HLM은 MN의 위치 정보를 갱신하고, 그에 대한 응답으로 LU AcK 메시지를 LLM으로 전송하고, LLM은 다시 MN에게 LU AcK 메시지를 전송한다[8].

### III. 성능분석

이 장에서는 MIPv6, IP2, Q.MMF에서 위치등록 과정 동안 소요되는 지연에 관해 성능을 분석한다. 위치등록 지연을 비용과 시간 측면에서 각각 분석하고, 비교한다. 본 논문에서는 [4-6][13]을 기반으로 성능분석을 한다.

각 이동성 방안의 성능 분석을 위해 [그림 1][그림 3][그림 5]와 같이 MIPv6, IP2, Q.MMF의 네트워크를 코어네트워크와 두 개의 액세스네트워크로 동일하게 구성하였다. 구성된 네트워크 내에서 이동단말은 하나의 로컬 영역 내 이동과 서로 다른 로컬 영역 간의 이동을 한다. 이동에 의해 이동단말이 새로운 위치에 접속하여 통신을 하고자 할 때, 각 이동성 방안에서 단말은 해당 이동성 관리 요소에 현재 위치를 등록한다. MIPv에서는 HA, IP2에서는 LM/RM, Q.MMF에서는 이동 유형에 따라 로컬 영역 내 이동의 경우엔 LLM / 로컬 영역 간 이동의 경우엔 HLM에 현재 단말의 위치를 등록한다.

MIPv6, IP2, Q.MMF의 위치등록 과정은 [그림 2][그림 4][그림 6][그림 7]과 같고, 위치등록과정은 MN이 위치등록 메시지 또는 위치업데이트 메시지를 전송하고, 그에 대한 응답메시지를 수신할 때까지로 정의한다.

본 논문에선 성능 분석을 위해 각 이동성 방안에 대해 다음 4가지의 위치등록과정을 고려한다. 그 중 Q.MMF의 위치등록과정은 단말의 이동 유형에 따라 두 가지로 나뉜다.

- MIPv6의 위치 등록
- IP2의 위치 등록
- Q.MMF의 위치 등록
  - 단말이 하나의 액세스네트워크 내에서 이동하는 경우
  - 단말이 서로 다른 액세스네트워크 사이를 이동하는 경우

먼저 [5][6]을 참조하여 위치등록 절차에 따라 수식을 도출하여 위치등록비용을 분석한다. 그리고 [4][13]을 참조하여 M/M/1 큐잉 시스템을 이용하여 위치등록시간을 분석한다.

MIPv6, IP2, Q.MMF의 위치등록비용에 대한 수식을 도출하기 위해 [그림 2][그림 4][그림 6][그림 7]의 각 방안의 위치등록 절차에서 [표 1]과 같이 파라미터를 정의한다.

표 1. 위치등록비용의 파라미터

처리비용		전송비용	
$M_c$	MN processing cost	$C_{mr}$	MN-AR propagation cost
$R_c$	AR processing cost	$C_{rr}$	Router-Router propagation cost
$HAc$	HA processing cost	$C_{rh}$	AR-HA propagation cost
$LRc$	LM/RM processing cost	$C_{rl}$	AR-LM/RM propagation cost
$LLMc$	LLM processing cost	$C_{rl}$	AR-LLM propagation cost
$HLMc$	HLM processing cost	$C_{lh}$	LLM-HLM propagation cost

[표 1]에서 처리비용(processing cost)은 메시지 전송 경로상의 각 개체들이 메시지 전송 및 처리를 위해 소요하는 비용이고, 전송비용(propagation cost)은 한 노드에서 다른 노드로 메시지가 전송되기 위해 소요되는 비용이다.

위치등록비용은 MIPv6, IP2, Q.MMF의 위치등록 절차에 따라 [표 1]의 파라미터를 이용하여 다음 식으로 계산될 수 있다.

- MIPv6:

$$M_c + 4R_c + HA_c + 2(n-1)R_c + 2C_{mr} + 2C_{rr} + 2nC_{rh} \quad (1)$$

- IP2:

$$M_c + 4R_c + LR_c + 2(n-1)R_c + 2C_{mr} + 2C_{rr} + 2nC_{rh} \quad (2)$$

- Q.MMF Case1:

$$M_c + 2R_c + LLM_c + 2C_{mr} + 2C_{rl} \quad (3)$$

- Q.MMF Case2:

$$M_c + 2R_c + 2LLM_c + HLM_c + 2(n-1)R_c + 2C_{mr} + nC_{rl} + 2nC_m \quad (4)$$

위치등록비용의 분석을 위해 각 네트워크 요소에서

의 처리비용과 각 요소들 사이의 전송비용을 고려하였다. 위 수식에 [표 2]의 파라미터 값들을 대입하여 MIPv6, IP2, Q.MMF의 위치등록비용 결과를 도출하였다. [표 2]는 처리비용과 전송비용의 각 파라미터에 적용되는 값으로 [2][6]을 참조하였다.

표 2. 위치등록비용의 파라미터 값

	MIPv6	IP2	Q.MMF
처리비용 파라미터 값			
MN	6	6	6
AR	6	6	6
HA	8	-	-
LM/RM	-	8	-
LLM/HLM	-	-	8
전송비용 파라미터 값			
	1	1	1

MIPv6, IP2, Q.MMF의 위치등록시간은 M/M/1 큐잉 시스템을 이용하여 분석한다. 지연시간(latency time)은 하나의 네트워크 노드에서 메시지를 처리하는데 소요되는 처리시간(processing time)과 두 네트워크 노드 사이 메시지 전송시간(transmission time)으로 구성된다. 전송시간은 홉의 수, 즉 두 노드 간 거리에 따라 가변적으로 본 논문에서는 네트워크 노드에서 메시지 처리시간만을 고려하여 지연시간을 측정한다. 따라서 위치등록시간은 [그림 2][그림 4][그림 6][그림 7]의 위치등록 절차에서 메시지의 흐름에 따라 각 노드에 걸리는 부하에 대한 처리시간의 합으로 도출된다.

MIPv6, IP2, Q.MMF에서의 각 네트워크 노드는 M/M/1 큐잉 시스템으로 구성한다. 하나의 메시지가 AR, HA, LM/RM, LLM 그리고 HLM과 같은 네트워크 노드에 도착했을 때, 메시지의 평균 상주 시간(mean sojourn time)은 큐(queue)에서 대기시간(waiting time)과 각 네트워크 노드에서 서비스 시간(service time)으로 이뤄진다.

[4][13]을 참조하여, 시나리오 S의 네트워크 노드 x에 서 처리되는 메시지 집합을  $M_x$ 라 한다. 위치등록 과정 동안 네트워크 노드 x에서의 이용률(utilization),

$\rho_x$ 은 식 (5)와 같다.

$$\rho_x = \sum_{l \in M_x} \frac{\lambda_l}{\mu_l}, \quad (5)$$

$\lambda_l$ 는 메시지의 평균 도착률(mean arrival rate)이고,  $\mu_l$ 는 메시지의 평균 서비스율(mean service rate)이다. 하나의 메시지가 하나의 네트워크 노드에 도착하는 평균도착률은 모든 메시지에 대해 동일하다고 가정한다. 따라서 식 (6)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\lambda_l = \lambda_x, \quad l \in M_x \quad (6)$$

$\lambda_x$ 는 시나리오 S의 네트워크 노드 x에서 메시지의 평균 도착률이다. 식 (5)와 (6)에 의한 네트워크 노드 x에서 하나의 메시지의 평균 상주시간,  $\sigma_l$ 은 식 (7)과 같다.

$$\sigma_l = \frac{1}{\mu_l(1 - \rho_x)}, \quad l \in M_x \quad (7)$$

각 시나리오에서의 총 서비스시간을 구하기 위해 먼저 각 방안에서 위치등록 과정 동안 네트워크 노드 x에 도착하는 모든 메시지들을 처리하기 위해 네트워크 노드 x에서 소요되는 총 서비스 시간,  $s_x$ 을 식 (8)을 이용하여 구한다.

$$s_x = \sum_{l \in M_x} \frac{1}{\mu_l}, \quad (8)$$

따라서 MIPv6, IP2, Q.MMF의 각 시나리오에서 총 서비스 시간 S는 위치등록 과정 동안 각 네트워크 노드 x에서 소요되는 총 서비스 시간의 합으로 이뤄지며, 식 (9)와 같다. E는 시나리오 S에 포함되는 네트워크 노드의 집합을 의미한다.

$$S = \sum_{x \in E} s_x, \quad (9)$$

시나리오 S에 대한 각 네트워크 노드에서의 효율적

인 호 도착률(effective call arrival rate),  $\lambda_x^{eff}$  은 식 (10)과 같다.

$$\lambda_x^{eff} = \frac{\lambda}{s_x} \quad (10)$$

따라서 식 (5)-(10)과 메시지 흐름을 이용하여 시스템에서 각 네트워크 노드에 대한 평균상주시간과 이용률을 구하고, 위치등록 과정 동안 각 네트워크 노드에서 메시지 처리를 위해 소요되는 상주시간을 합함으로써 시나리오 S에서의 총 처리시간,  $T_{proc}$ 을 구한다. 각 시나리오에서 발생하는 총 지연시간  $T_{total}$ 은  $T_{proc}$ 와 같다.

네트워크 노드에서의 메시지 처리시간은 각 방안에서 네트워크 노드의 구성과 패킷 크기(packet size)에 따라 차이를 보일 수 있다. 또한 메시지가 요청메시지(request message)인지 응답메시지(acknowledgement message)인지에 따라 다르다. 일반적으로 요청메시지,

$T_{proc}^{req}$ 의 처리시간은 응답메시지,  $T_{proc}^{ack}$ 의 처리시간 보다 크다. 응답메시지는 네트워크 노드에서 어떠한 처리 없이 다음 노드로 전송되지만 한다. 따라서 패킷 크기와 메시지 특성을 고려하여 각 방안에 따라 네트워크 노드에서 요청메시지와 응답메시지에 대한 처리시간을 구한다.

처리시간에 대해 요청메시지와 응답메시지를 식 (11)과 같이 정의한다.  $\omega$ 는 처리시간 무게요소(weighting factor)이다.

$$T_{proc}^{req} = \omega \cdot T_{proc}^{ack}, \quad \omega < 1 \quad (11)$$

MIPv6의 요청메시지 처리시간  $T_{proc}^{req}$ 은 [13]을 참조하여 정한다. Q.MMF는 MIPv6를 기반으로 이동성 관리 동작을 하여 패킷 크기가 MIPv6와 같다고 가정한다.

따라서 Q.MMF의 요청메시지 처리시간  $T_{proc}^{req}$ 은 MIPv6와 동일하다. 위치등록 과정 동안 IP2에서 각 네트워크 노드에 전송되는 메시지의 패킷 크기는 전송 구간에 따라 다르다. IP2의 패킷은 IPv6와 바인딩 업데이트

트 메시지로 구성된 MIPv6의 패킷을 기반으로 구성하고, 메시지가 전송되는 구간에서 요구되는 정보에 따라 패킷 필드를 조정하였다. MN가 AR로 위치갱신 메시지를 전송할 때(MN-AR), IP2의 패킷은 IPv6 헤더 포맷으로만 구성하고, AR이 LM/RM으로 위치갱신 메시지를 전송할 때(AR-LM/RM), IP2의 패킷은 IPv6 헤더와 모든 MIPv6 메시지 실행을 위해 사용되는 이동성 헤더(mobility header), 그리고 목적지 옵션으로 구성한다. 패킷 크기는 패킷 구성에 따라 MIPv6의 패킷 필드 크기를 기반으로 하였다.

[13]을 참조하여  $\omega = 0.25$ 라 한다. 그리고 식 (11)과 각 이동성 방안의 패킷크기를 이용하여 도출한 MIPv6, IP2, Q.MMF의 각 네트워크 노드에서 요청메시지에 대한 처리시간은 [표 3]과 같다.

표 3. 네트워크 노드에서 요청 메시지 처리시간

이동성 방안	처리시간 [ms]
MIPv6	10
IP2(MN-AR)	7.7
IP2(AR-LM/RM)	11.8
Q.MMF	10

또한 [13]을 참조하여 MIPv6, IP2, Q.MMF에서 응답 메시지 처리시간,  $T_{proc}^{ack}$ 은 동일하다고 가정한다.

MIPv6, IP2, Q.MMF의 위치등록시간 분석 후 단말의 이동 유형에 따른 위치등록시간의 차이를 알아보고자 한다. 먼저 단말의 총 이동의 비를 이동 유형에 따라 세 가지 경우로 나누고, 각 경우에 소요되는 지연은 MIPv6, IP2, Q.MMF의 위치등록시간 분석을 위해 사용한 수식을 이용하여 분석한다. 이때 이동 유형은 단말이 하나의 로컬 영역 내에서 이동하는 경우(로컬 이동)와 단말이 서로 다른 로컬 영역 사이를 이동하는 경우(글로벌 이동)로 나뉜다.

- 글로벌 이동 20%, 로컬 이동 80%
- 글로벌 이동 50%, 로컬 이동 50%
- 글로벌 이동 80%, 로컬 이동 20%

#### IV. 성능분석 결과

이 장에서는 앞 장에서 살펴본 MIPv6, IP2, Q.MMMF의 성능 분석 결과를 확인한다. 성능분석을 통해 각 이동성 방안에서 위치 등록 과정 동안 소요되는 지연을 비용과 시간 측면에서 분석하고, 그 결과를 얻었다. 그리고 시간 측면에서 단말의 이동 유형이 지연에 미치는 영향을 알아보려고 단말의 이동 빈도에 따라 세 가지 이동 경우를 고려하여 위치등록시간을 분석하였다.

[그림 8]은 MIPv6, IP2, Q.MMMF의 위치등록비용의 결과이다. 식 (1)-(4)에 따라 각 이동성 방안의 위치등록비용은 위치등록 절차에서 AR과 위치관리개체 사이 존재하는 노드의 수에 따라 변화한다. 두 네트워크 요소 간에 존재하는 노드의 수는 네트워크 노드들 사이 거리를 의미한다. 홉의 수가 증가함에 따라 각 방안에서 로컬 네트워크의 에지 라우터(edge router)와 코어 네트워크의 중앙 이동성 관리자(central mobility manager) 간 메시지 전송시간의 증가로 위치등록 비용은 점차적으로 증가한다.

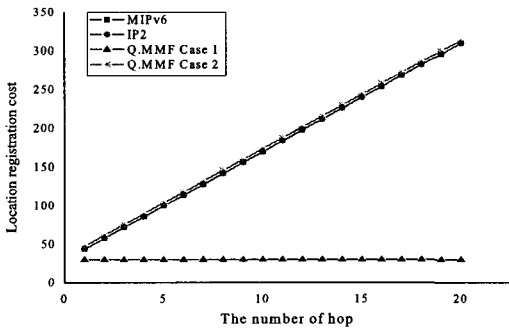


그림 8. 위치등록비용

그 결과 Q.MMMF Case 1은 로컬 영역 내에 위치하는 LLM에 의해 위치가 관리되므로 노드 수에 관계없이 일정한 위치등록비용을 나타냈고, 위치등록 과정 동안 다른 경우들 보다 적은 비용을 소요함을 확인하였다.

[그림 9]는 MIPv6, IP2, Q.MMMF에서 위치등록 과정 동안 메시지 도착률의 변화에 따라 소요되는 위치등록 시간의 결과이다. 여기서 위치등록률은 네트워크 요소

에 도착하는 메시지의 수를 의미하므로 도착률이 증가함에 따라 네트워크 요소에 걸리는 트래픽 부하는 증가된다. 즉, 각 네트워크 요소에 도달하는 메시지 도착률이 증가하면, 그에 따라 네트워크 요소는 메시지를 처리하기 위해 많은 시간을 소요하고, 위치등록시간은 점차적으로 증가한다.

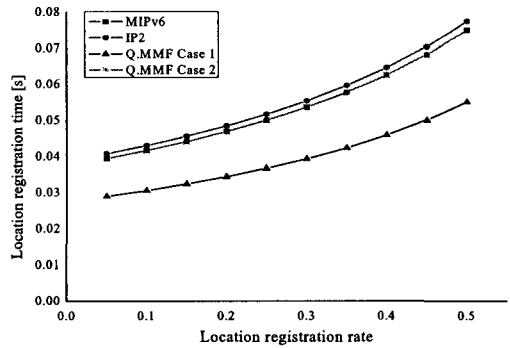
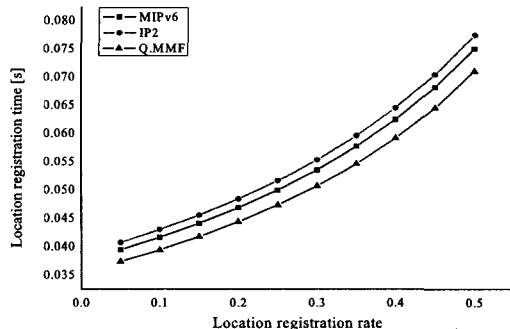


그림 9. 위치등록시간

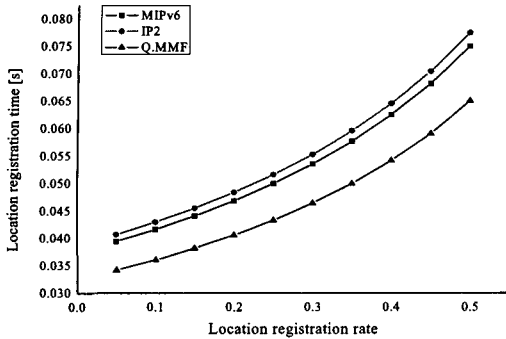
그 결과 Q.MMMF Case 1은 다른 경우들과 달리 위치등록 시 로컬 영역 내 네트워크 요소들에서만 메시지 처리가 이뤄지므로 위치등록 과정 동안 가장 적은 시간을 소요하였다.

[그림 10]은 단말의 총 이동 빈도를 이동 유형에 따라 세 가지 경우로 분리하여 각 경우에서 소요되는 위치등록시간을 분석한 결과이다.

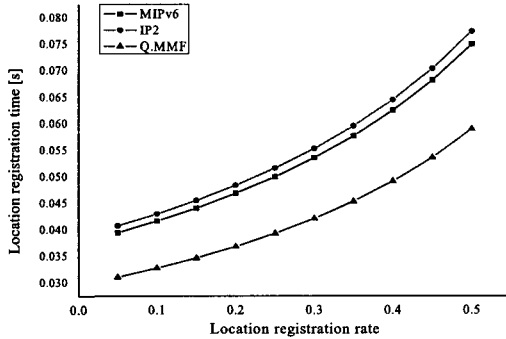


(a) 로컬 이동 20%, 글로벌 이동 80%





(b) 로컬 이동 50%, 글로벌 50%



(c) 로컬 이동 80%, 글로벌 이동 20%

그림 10. 단말의 이동 비율에 따른 위치등록시간

단말의 이동 유형을 로컬 영역 내 이동(로컬 이동)과 로컬 영역 간 이동(글로벌 이동)으로 나누어 총 이동 빈도가 로컬이동 20%/글로벌이동 80%인 경우, 로컬이동 50%/글로벌이동 50%인 경우, 로컬이동 80%/글로벌이동 20%인 경우에 대한 위치등록시간을 분석하였다.

그 결과 MIPv6와 IP2의 위치등록시간은 단말의 이동 유형에 관계없이 변함없었으나, Q.MMF의 위치등록시간은 단말의 로컬 영역 내 이동 빈도가 많아질수록 또는 로컬 영역 간 이동 빈도가 적어질수록 감소됨을 확인하였다. 이는 Q.MMF에서 단말이 로컬 영역 내에서 이동하는 경우엔 해당 영역 내에 위치하는 LLM에 위치등록을 함으로써 홈 영역까지 메시지를 전송하지 않아도 되므로 그만큼 지연을 줄일 수 있기 때문이다.

## V. 결론 및 향후계획

본 논문에서는 MIPv6, IP2, Q.MMF의 위치등록 과정 동안 소요되는 지연을 시간과 비용 측면에서 분석함으로써 각각의 성능을 비교하였다. 분석 결과 Q.MMF Case 1(MN이 로컬 영역 내에서 이동하는 경우)이 MIPv6, IP2, Q.MMF Case2 보다 위치등록 과정 동안 적은 시간과 비용을 소요함으로써 가장 좋은 성능을 보였다. 이러한 결과는 Q.MMF에서 단말이 하나의 로컬 영역 내에서 이동하는 경우엔 해당 로컬 영역의 LLM에 현재 위치를 등록하므로 다른 경우들 보다 소요되는 지연을 줄일 수 있기 때문이다. 즉, 이 경우 단말은 MIPv6, IP2, Q.MMF Case2에서 보다 적은 네트워크 자원을 사용할 것이다.

앞으로 정확한 성능분석 결과를 위해 신뢰성 있는 파라미터 값을 조사하고, 시뮬레이션을 이용한 성능분석을 통해 수식에 의한 성능분석과의 차이를 비교해보고자 한다.

## 참고 문헌

- [1] T. Towle and S. G. Choi, "Mobility Management Capability Requirements for NGN," ITU-T, FGNGN-OD-00225, 2005.
- [2] K. Nishida, S. Isobe, T. Yagyu, and I. Akiyoshi, "Implementation and Evaluation of a Network-Controlled Mobility Management Protocol(IP/sup 2/MM): Performance Evaluation Compared with Mobile IPv6," IEEE WCNC, Vol.3, pp.1402-1408, 2005.
- [3] M. Jo, T. Okagawa, M. Sawada, and M. Yabusaki, "Address Interchange Procedure in Mobility Management Architecture for IP-based IMT Network Platform (IP/sup2)," ICT, Vol.1, pp.118-122, 2003.
- [4] O. Haase and K. Murakami, "Unified Mobility Manager: Enabling Efficient SIP/UMTS Mobile Network Control," IEEE

Wireless Communication, Vol.10, No.4, pp.66-75, 2003.

- [5] S. H. Pack and Y. H. Choi, "A Study on Performance of Hierarchical Mobile IPv6 in IP-Based Cellular Networks," IEICE TRANSCOMMUN, Vol.E87-B, No.3, p.464, 2004.
- [6] S. G. Choi, H. J. Kang, and J. K. Choi, "Efficient Handover Mechanism Using the GSMP on the MPLS Network," ETRI Journal, Vol.25, No.5, pp.369-378, 2003.
- [7] Jiang Xie and L. F. Ahyildiz, "A Novel Distributed Dynamic Location Management Scheme for Minimizing Signaling Costs in Mobile IP," IEEE TRANSACTIONS ON MOBILE COMPUTING, Vol.1, No.3, pp.166-170, 2002.
- [8] S. J. Koh and H. Y. Jung, *Q.MMF (version 0.9)*, ITU-T, 2006.
- [9] 3GPP TS 23.228, *IMS Stage 2 (Release 6)*, 3GPP, V.6.5.0, 2004.
- [10] Janise Mcnair and Fang Zhy, "Vertical Handoffs in Fourth-Generation Multinetwork Environments," IEEE Wireless Communications, Vol.11, pp.8-15, 2004.
- [11] N. Montavout and T. Noel, "Handover Management for Mobile Nodes in IPv6 Networks," IEEE Communications Magazine, Vol.40, No.8, pp.38-43, 2002.
- [12] O. Gonzaledz, M. Maeda, R. Hanasaki, S. Uno, T. Okagawa, and K. Nishida, "Study and Evaluation of Mobility Management for the IP-based IMT Platform(IP/sup2) Architecture," VTC, Vol.3, p.1954, 2002.
- [13] H. J. Lee, J. Y. Song, and D. H. Cho, "An Integrated Mobility Management Scheme in IPv6 based Wireless Networks," Vehicular Technology Conference, VTC, Vol.5,

pp.2749-2752, 2004.

저 자 소 개

**유 명 주(Myoung-Ju Yu)**

정회원

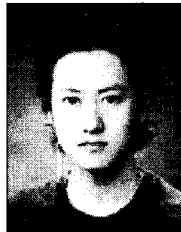


- 2005년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학학사)
- 2005년 3월 ~ 2007년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학석사)
- 2007년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 전파공학과 박사과정

<관심분야> : NGN, Mobility, QoS, AAA

**이 종 민(Jong-Min Lee)**

정회원



- 2005년 2월 : 한국교육개발원 컴퓨터공학전공(공학학사)
- 2005년 3월 ~ 2007년 2월 : 충북대학교 전파공학과(공학석사)
- 2007년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 전파공학과 박사과정

<관심분야> : NGN, Mobility, QoS, MPLS

**최 성 곤(Seong-Gon Choi)**

중신회원



- 1999년 8월 : 한국정보통신대학교(공학석사)
- 2004년 2월 : 한국정보통신대학교(공학박사)
- 2004년 3월 ~ 2004년 8월 : 한국 전자통신 연구원

- 2004년 9월 ~ 현재 : 충북대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부

<관심분야> : NGN, Mobility, QoS, MPLS