

논문 2012-49TC-6-12

이종 네트워크간의 효과적 이동성 수용을 위한 이동 IP 네트워크 사용자 이동성 모델

(Mobile IP User Mobility Model for Effective Mobility Management
Accommodating Heterogeneous Networks under Cognitive Networking
Environments)

천은지*, 김정호**

(EunJi Cheon and Jeong-Ho Kim)

요 약

급격한 무선구간의 트래픽 폭증으로 이종 네트워크간의 연동에 의한 Off-loading과 같은 트래픽 분산기법 등과 같은 새로운 연동방법을 매개로한 다양한 서비스와 네트워크의 융합이 가속화되면서 이종 네트워크별 효과적 이동성 관리에 대한 중요성이 부각되고 있다. 본 논문에서는 이종 네트워크 중 이동 IP 네트워크의 구조에 적합한 이동성 모델을 고려하여 주어진 환경 하에서 사용자 이동에 따른 다양한 성능평가와 관련된 지수를 도출하고 이를 활용하기 위한 방안을 제시한다. 또한 미래의 스마트 인지 네트워킹 환경 하에서는 개별 사용자의 이동성이 체계적으로 관리되어야 네트워크 자원의 효율적 활용과 무선 접속을 위한 주파수 스펙트럼의 효과적 활용에 매우 중요하다. 기존의 이동성 모델은 개별 네트워크 측면에서 다루어지면서 새로운 융합 이종 네트워크 환경에 적용하는데 적합성이 낮으므로 새로운 이동성 모델을 고려하여 융합 네트워크의 성능을 평가하는데 유용할 것으로 기대된다.

Abstract

In this paper, the new user mobility model which can be utilized to register user's location for interworking with heterogeneous overlay convergent networks under the time-varying radio propagation environment has been proposed. Thus the user mobility model is considered in order to evaluate the behaviors of users in the overlay convergent networks. This Mobile IP user mobility model will be very useful to model the user mobility behaviors and can be used to estimate the signaling traffic and frequency spectrum demands for massive data transfer for the heterogeneous overlay convergent networks.

Keywords : Mobility Management, Heterogeneous Networks, Cognitive Networking

I. 서 론

스마트 폰과 같은 인간에게 유용한 정보를 실시간으

로 사용자의 필요에 맞추어 제공하게 하는 이종 네트워크간의 연동을 매개로한 서비스의 등장과 다양한 이종 네트워크간의 융합과 스마트 품질제어 특성을 갖게 되는 차세대 이동통신 시스템에서는 사용자들에게 음성 서비스 뿐 만 아니라 다양한 멀티미디어 서비스를 제공하며 원활한 무선구간의 고속 인터넷 접속 서비스를 제공하는 것을 당면한 목표로 하고 있다. 노트북이나 핸드폰, PDA 등 이동 단말들은 사용자들이 이종 네트워크를 경유하여 인터넷 서비스에 접속할 수 있도록 지원하

* 학생회원, ** 평생회원, 이화여자대학교 전자공학과
(Dept. of Electronics Engineering, Ewha Womans University)

※ 이 논문은 2010년 정부(교육과학기술부)의 재원으로
한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임
(2010-0008916)

접수일자: 2012년3월27일, 수정완료일: 2012년5월18일

기 위해 기존의 네트워크기반 하에서 상호 연동하여 원활한 상호접속이 이루어지기를 기대한다. 이렇게 무선으로 인터넷을 사용하고자 하는 수요가 증가할수록 무선 통신 서비스 제공자들은 사용자들의 이동 중에도 끊임 없이 서비스를 이용할 수 있도록 하는 문제에 더 큰 관심을 보이고 있다. 따라서 차세대 이동 통신 시스템에서는 충분한 접속 용량을 제공하는 것을 전제로 한 융합형 데이터 서비스를 제공하는 것을 중점으로 디자인 되어야 한다. 이동 IP는 IP 망에서 전체적인 사용자 이동성을 지원하도록 IETF (Internet Engineering Task Force)에서 개발되어 향후 서비스 제공에 활용이 가능한 이동성 지원 프로토콜로서 IPv4기반에서 IPv6 기반으로 신속한 전환이 이루어져 오고 있다^[1~2]. 이 표준에 기반하여 패킷 기반 무선 이동통신 시스템에서 사용자의 이동성으로 인한 위치정보관리 문제가 원활한 서비스의 제공과 패킷전달의 효율을 개선하는데 매우 중요하게 등장하고 있다. 그러나 네트워크에 접속하는 사용자가 크게 증가하고 사용자마다 빈번히 이동하는 경우에 대규모의 위치등록 트래픽이 발생하여 위치정보 관리에 따르는 네트워크의 부하가 증가하여 시그널링 트래픽의 처리지연에 따른 서비스 품질저하를 유발하고 나아가 부정확한 패킷 전달에 따른 손실로 네트워크의 효율이 낮아지게 된다. 따라서 기존방법에 기반하여 보다 효과적으로 위치정보를 다루고 모델링하는 관리방안의 적용이 중요하다. 이 프로토콜에서는 MH(mobile host)가 하나의 네트워크에서 다른 네트워크로 이동하는 경우 다른 단말들과 통신하고 있지 않더라도 항상 새로운 CoA (care-of-address)를 HA(home agent)로 전달하여 갱신하도록 해야 한다. 이럴 경우 위치 등록을 위한 트래픽이 과도하게 발생할 수 있으며 특히 사용자가 자주 이동하거나 HA까지의 거리가 먼 경우에 과도한 트래픽으로 인한 영향이 더 커질 수 있어서 그림 1과 같이 지역적으로 위치정보를 저장하는 LoG (Location Gateway)를 두어 지역적 체류특성을 갖는 이동성 정보를 처리하는 구조를 갖추어 효과적인 위치정보의 관리가 가능해진다. 그렇지 않을 경우 사용자가 자신의 HA로부터 멀리 떨어져 있거나 HA의 처리 용량을 초과하는 과도한 양의 등록 메시지가 집중된 경우에는 사용자 위치 등록으로 인해 네트워크 상의 메시지 지연 현상이 길어지게 되며 이로 인해 현재 전달되고 있는 패킷들 중 다수가 손실되어 QoS가 열화되는 결과

를 초래할 수 있다^[3~7]. 그러나 이 방법들은 사용자의 이동 성향 중 일부분만을 반영하였기 때문에 네트워크의 부담을 가중시키고 정확한 위치정보 관리에 한계를 나타낸다. 본 논문에서는 기존에 사용자의 이동성 패턴에 기반한 관리방법^[10~11]을 토대로 MH의 시공간적 일정한 행동 성향을 갖는 사용자가 자주 방문하는 지역을 시공간적 데이터구조로 분류하여 관리하며, 사용자 체류 가능성을 산정하는 이동성 모델을 기반으로 제시된 환경 하에서 영향을 평가하고자 한다.

II. 본 론

1. 시공간적 이동성향을 고려한 이동성 모델

1.1 이동성 관리에 필요한 요소

기존의 네트워크 표준에는 HA와 LoG로 구성된 2 계층 구조를 근간으로 네트워크 시스템을 구성하고 있다. 여기서는 기존 2 계층 구조에 RS (regional server)라는 실체를 추가한 3 계층 구조를 고려하고^[8] 또한 사용자의 개별적인 사용 및 이동특성을 기반으로 위치 및 이동성 관리가 가능한 구조를 중심으로 개선된 형태를 제시하고자 한다^[10].

여기서 RS는 사용자의 LA(location area)를 관리한다. LA란 사용자의 시공간적 이동성향을 고려하여 설정한 사용자 고유의 지역으로 LA 내의 최소 위치관리 영역 간 이동하는 경우에는 위치등록을 하지 않도록 설정된 지역이다. MH가 LA내에 있는 경우 MH의 위치

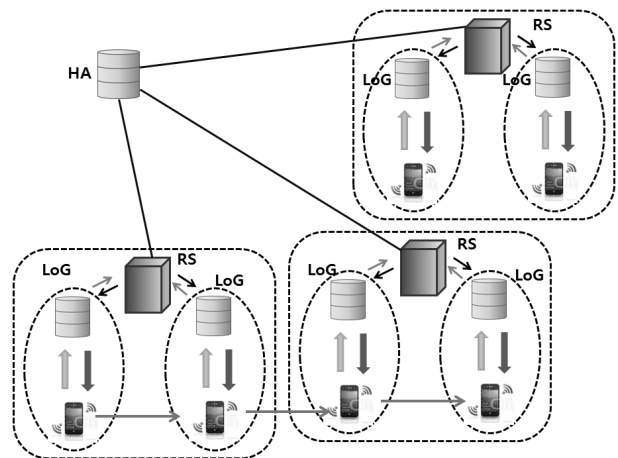


그림 1. 이동 IP 네트워크에서의 위치등록 시스템
Fig. 1. Location Registration System for Mobile IP Networks.

를 파악하기 위해 도입한 RS 계층은 MH가 LA 외부에 있는 경우에는 MH의 위치정보 관리에 관여하지 않는다. 따라서 본 논문에서는 완벽한 3계층 구조가 아닌 부분적인 3계층 구조를 사용한다. 즉, 기존의 이동 IP 계층 구조를 모두 변화시키지 않고 RS 라우터를 추가하여 구현할 수 있는 시스템이다. RS는 기본적으로 다수의 사용자 지역 정보를 관리한다. MH가 새로운 CoA 정보를 포함한 등록메시지를 RS를 거치지 않고 바로 HA로 전달하여 등록을 수행한다. 마지막으로 MH가 LA 내부의 LoG간 이동하는 경우에는 HA로든 RS로든 위치등록을 하지 않는다.

1.2 사용자 LA 설정 및 관리

사용자가 처음으로 이동 IP 서비스를 이용하게 되면 우선 MH는 최초의 위치 등록을 하고 동시에 MH가 현재 있는 최소 위치관리영역에서의 체류 시간을 측정하게 된다. 즉, 처음 MH가 어느 최소 위치관리영역에 들어간 것을 인식한 순간부터 다른 최소 위치관리영역로 이동했음을 인식할 때까지의 시간 차이를 계산하여 한 최소 위치관리영역에서의 체류 시간을 측정한다. 일정 기간 동안 그 최소 위치관리영역에서의 평균 체류 시간을 측정하여 이 값이 미리 설정된 임계값보다 크게 되면 그 최소 위치관리영역은 사용자의 LA에 편입될 수 있다. 하나의 최소 위치관리영역이 사용자의 LA에 편입되기 위해서는 임계값 이상의 평균 체류 시간 외에 고려해야 할 변수는 해당 최소 위치관리영역의 방문 빈도수이다. MH가 특정 최소 위치관리영역에서 어느 시점에 장시간 체류했다 할지라도 일정 기간 내 (예를 들면 1주일 이내)에 재방문하지 않는다면 사용자가 그 최소 위치관리영역을 자주 방문한다고 볼 수 없으므로 사용자의 LA에 그 최소 위치관리영역을 추가하지 않도록 하여 사용자 위치정보 관리 관점에서 더 효율적이라고 할 수 있다. 반면 사용자가 출퇴근 등으로 매일 지나가는 도로 등의 경우는 절대적인 평균 체류 시간 자체는 매우 짧을 수 있지만 출퇴근 시간이라는 특정 시간대의 경우 사용자가 체류하고 있을 가능성이 매우 높으므로 사용자의 LA에 추가하여 관리할 필요가 있다. 즉, 사용자의 단순한 평균 체류 시간뿐만 아니라 사용자의 그 최소 위치관리영역로의 방문 빈도수도 고려하여 특정 최소 위치관리영역의 사용자의 LA로의 추가 여부를 결정한다.

1) 이동성 관리를 위한 자료기지 (Database)

최소 위치관리영역 별 평균 체류시간 계산은 MH가 담당한다. 새로운 최소 위치관리영역이 사용자의 LA에 편입되면 MH는 새로운 최소 위치관리영역의 정보와 변경된 페이지징 순서를 RS로 보낸다. 표 1은 RS에 저장된 사용자 별 LA와 HA정보를 포함하는 데이터베이스를 나타낸다. Associated LoG 항은 한 사용자의 LA에 어떤 최소 위치관리영역들이 포함되어 있는지를 보여준다. 이 항목에는 LA에 포함된 모든 최소 위치관리영역들의 LoG 리스트를 저장하고 있다. 사용자의 LA에 새로운 최소 위치관리영역이 추가되거나 탈락되는 경우 이 항목이 갱신된다. Home Address 항목은 MH의 고유 주소인 Home Address를 저장하고 있으며 Care-of-Address 항목은 가장 최근에 패킷을 터널링 한 CoA를 저장하고 있다. 가장 최근 패킷을 터널링 한 이후 동일한 시간대에 새로운 패킷을 전송해야 하는 경우에는 이 항목에 저장된 CoA로 우선 페이지징한다. 새로운 패킷 전송 요청 없이 일정 시간이 경과하면 이 Care-of-Address 항목은 Null주소로 초기화된다. 표 2는 한 사용자의 LA내 최소 위치관리영역들의 페이지징 순서를 저장한 데이터베이스를 나타낸다. 생활 성향과 이동 성향을 고려하면 요일이나 시간대역에 따라 사용자가 체류하고 있을 확률이 가장 큰 최소 위치관리영역이 변하게 된다.

이렇게 사용자의 체류 확률 순으로 페이지징 순서를 정하고 이를 요일 별 시간대 별로 구분하여 RS에서 저장하고 관리한다. Weekday 항목은 요일을 나타내며, Time Zone 항목은 같은 요일 내에서 동일한 페이지징 순서를 갖는 시간 대역의 리스트를 저장하고 하루는 총 24개의 시간 대역으로 나뉜다. 각 최소 위치관리영역 별 체류확률은 MH에서 계산하는데 우선 LA에 편입된 모든 최소 위치관리영역들의 평균 체류시간을 산출하고 데이터베이스화 한다. 이때 최소 위치관리영역이 LA에 편입되기 이전에는 단순 평균 체류시간과 체류 빈도수

표 1. 지역적 서버 리스트
Table 1. Regional Server List.

User ID	Associated LoGs	Home Address	Care-of-Address
MH1	LoG1, LoG2, LoG3, ...	0.0.0.0	0.1.0.0
MH2	LoG2, LoG4, LoG5	0.0.0.1	0.1.0.1

표 2. 사용자 호출정보 리스트
Table 2. Paging List for Mobile Terminals.

User ID	Week-day	Time Zone	체류영역 분포 순서
MH1	Mon.	T1,T2,T3,T4,T5,T6,T7,T20,T21,T22,T23,T24	LoG1,LoG3,LoG4,LoG2
MH1	Mon.	T8,T9,T17,T19	LoG2,LoG4,LoG1,LoG3
MH1	Mon.	T10,T11,T12,T13,T14,T15,T16	LoG4,LoG2,LoG3,LoG1
MH1	Mon.	T18	LoG3,LoG2,LoG1,LoG4
...

만 파악하면 되었지만 LA에 편입된 이후부터는 시간대별로 체류시간을 각각 관리해야 한다. 즉, 하나의 시간대역 내에서 얼마 동안 MH가 그 최소 위치관리영역에서 체류했는지를 파악하는 것이 더 중요하다. 중간에 시작된 체류시간 측정도 그 시간대역이 끝나면 일단 종료한다. 이렇게 하나의 시간 대역 안에서 측정된 체류시간은 60분 대비 비율로 환산되고, 그 비율 값으로 그 시간대역의 평균 체류시간을 계산한다. 예를 들어 월요일 T10 일 때, 최소 위치관리영역 A에서 15분 체류한 뒤 최소 위치관리영역 B로 이동하였다면 MH에서 측정된 체류시간은 최소 위치관리영역 A, B 각각 0.25시간과 0.75시간이다. 이후 T11동안 최소 위치관리영역 B에서만 체류했다면 T11일 때 MH가 측정된 체류시간은 최소 위치관리영역 B에서 1시간이라 할 수 있다.

표 3은 시간 대역마다 측정되는 최소 위치관리영역 별 체류시간의 예를 보여준다. 모든 요일마다, Time Zone 마다 MH의 최소 위치관리영역 내 체류시간을 계산하였다.

이 정보를 바탕으로 MH의 평균 체류 시간과 최소 위치관리영역 당 방문 빈도수를 알아내어 MH의 체류 확률을 구한다. 본 논문에서 평균 체류시간 계산 단위는 정해진 일정시간이다. MH가 처음 통신 서비스를 이용하여 정해진 일정시간이 되기 이전까지는 상대적으로 부정확한 이동 정보 히스토리를 반영하여 MH의 체류 확률을 구해야 한다. 즉, 서비스 개시 후 정해진 일정시간이 되기 전에는 그 동안 수집된 정보만으로 확률을 계산한다. 서비스 개시 후 정해진 일정시간 이상이 되면 표 3의 데이터베이스에 이동 히스토리 정보를 완전히 채울 수 있다. 이 후 시간이

표 3. 사용자 체류시간 리스트
Table 3. List for Mobile Terminal Residence Time.

시간 영역	관찰구간 1	관찰구간 2	관찰구간 3	...	관찰구간 25
T1	(LoG1,0.5), (LoG3,0.3), (LoG4,0.2)	(LoG1,0.5), (LoG3,0.5)	(LoG1,0.5), (LoG3,0.3), (LoG4,0.2)	...	(LoG1,0.5), (LoG3,0.3), (LoG4,0.2)
T2	(LoG1,0.8), (LoG3,0.15), (LoG4,0.05)	(LoG1,0.8), (LoG3,0.15), (LoG4,0.05)	(LoG1,0.8), (LoG3,0.15), (LoG4,0.05)	...	(LoG1,0.8), (LoG3,0.15), (LoG4,0.05)
T3	(LoG1,1)	(LoG1,1)	(LoG1,1)	...	(LoG1,1)
...
T8	(LoG2,0.75), (LoG4,0.25)	(LoG2,0.75), (LoG4,0.25)	(LoG1,	...	(LoG2,0.75), (LoG4,0.25)
...
T24	(LoG4,1)	(LoG4,0.8), (LoG3,0.2)	(LoG4,1)	...	(LoG4,1)

경과되어 새로운 히스토리 정보를 얻게 되면 가장 오래된 정보를 삭제하고 새로운 정보를 추가하여 새로이 체류 확률을 계산한다. 이로써 약 6개월에 걸쳐 사용자의 이동 성향을 반영하여 체류 확률을 계산함으로써 너무 오래된 정보로 인한 오류를 줄일 수 있고, 너무 적은 정보를 기반으로 산출한 부정확 할 가능성이 높은 페이징 순서를 적용했을 때의 트래픽 낭비 또한 줄일 수 있다.

표 3의 히스토리 정보를 이용하여 평균 체류시간과 방문 횟수를 계산 할 수 있으며, 이를 바탕으로 사용자의 체류 확률도 계산할 수 있다. 표 4는 표 3의 정보를 이용하여 계산한 평균 체류시간과 전체 정해진 일정시간 동안 그 최소 위치관리영역을 MH가 방문한 방문 빈도수를 나타낸다. Associated LoG항목에서 괄호로 묶은 정보는 순서대로 해당 LoG와 평균 체류시간, 그리고 방문 횟수를 나타낸다. 평균 체류시간과 방문 빈도수를 고려하여 MH의 체류 확률을 고려하면 보다 정확한 이동성 모델을 도출할 수 있다. 여기서 고려할 요소는 체류 확률, 평균 체류시간, 체류 빈도수, 그리고 총 방문 횟수가 된다.

표 4의 평균 체류시간과 방문 빈도수를 고려하여 MH의 체류 확률을 계산해보면 우선 T1의 경우, LoG1에서의 체류 확률은 $(0.5 \times 25) / 25 = 0.5$, LoG2에서의 체류확률

표 4. 시간대역 별 평균 체류시간 및 방문 횟수
Table 4. Mean Dwell Time and Number of Visits over Time Zones.

관찰일	시간영역	연관 LoG
Mon.	T1	(LoG1,0.5,25),(LoG3,0.34,25), (LoG4,0.2,20)
Mon.	T2	(LoG1,0.8,25),(LoG3,0.15,25), (LoG4,0.05,25)
...
Mon.	T8	(LoG1,1,1),(LoG2,0.75,24), (LoG4,0.25,24)
...
Mon.	T24	(LoG3,0.2,5),(LoG4,0.96,25)

은 $(0.34 \times 25) / 25 = 0.34$, LoG4에서의 체류 확률은 $(0.2 \times 20) / 25 = 0.16$ 이다. 같은 방법으로 시간대역 별 MH의 체류 확률을 계산하면 표 5와 같다. 평균 체류시간과 방문 횟수를 고려하여 체류 확률을 계산하면 단순 평균 체류시간만으로 체류 확률 부여하는 경우에 비해 좀 더 정확한 체류 확률을 계산할 수 있다. T8의 경우 LoG1에서 1회 1시간 동안 체류한 기록이 있다. 즉, 평균 체류시간만을 고려한다면 1시간이 되어 가장 긴 평균 체류시간을 갖게 되며 따라서 체류 확률이 가장 크다고 설정할 수 있다. 그러나 방문 횟수를 고려하여 계산하면 표 5에서와 같이 0.04의 체류 확률을 갖게 된다. 이 경우 비록 짧은 시간(0.25시간)동안 체류하지만 방문 횟수가 많은 LoG4의 경우보다도 훨씬 작은 체류 확률을 갖는다는 사실을 확인할 수 있다. 일반적인 경우 정기적으로 방문하는 경우가 특정한 경우에 한해 오래 체류하는 것 보다 체류하고 있을 확률이 높다. 따라서 방문 빈도수 정보를 추가하여 좀 더 정확한 체류확률을 계산함으로써 효과적으로 페이징할 수 있도록 순서를 부여할 수 있다. MH에서는 체류시간 정보를 측정하고 계산하여 얻은 확률 값에 따라 페이징 순서를 정한다. 이 경우 MH의 체류 확률 순으로 순서를 부여하고 동일한 순서를 갖는 Time Zone을 요일 별로 정리한다. 표 5에서 T1과 T2의 경우 체류 확률은 각기 다르지만 확률 크기 순으로 정한 페이징 순서는 동일하기 때문에 (LoG1, LoG3, LoG4, LoG2)의 순서를 갖는 Time Zone으로 묶을 수 있다. 이와 같이 페이징 순서만을 고려하여 여러 개의 Time Zone을 묶음으로써 RS에 저장해야 하는 데이터의 양을 줄일 수 있다. 최종적으로 MH는 표 2와 같은 paging table을 만들어 RS에 전송한다. 제안한 방식의

표 5. 모델링에 사용된 변수 리스트
Table 5. Parameter Lists for Modelling.

정의된 변수	정의 내용
ρ	message-to-mobility ratio (MMR)
K	LA내의 최소 위치관리영역의 갯수
U	MIP 시스템에서 HA로의 평균 위치등록 비용
F	MIP 시스템에서 foreign network상의 MH로의 평균 패킷 전달 비용
M'	제안한 시스템에서의 평균 위치등록 비용
S	RS를 거친 후 HA로의 평균 위치등록 비용
F'	제안한 시스템에서 foreign network상의 MH로의 평균 패킷 전달 비용
H	HA에서 RS를 거쳐 MH로의 평균 패킷 전달 비용
T	RS와 LoG간의 평균 메시지 전달 비용
G	평균 paging list update 비용
P_0, P_1	P_0 :MH가 자신의 LA 내에 있을 확률 P_1 :MH가 자신의 LA 외부에 있을 확률
λ_i	MH가 동일한 지역 내에서 이동할 확률

성능 평가를 위해 패킷이 전달되는데 요구되는 평균 비용을 평가지수로 사용하며 전체 위치 등록과 위치 파악을 위한 시그널링 비용과 패킷 전송 비용을 고려하였다. 전체 위치정보 관리 비용의 계산을 위해 패킷 전송이 끝난 이후 다음 패킷 전송까지의 시간을 기준으로 하였다[9]. 이동 IP 표준을 적용한 경우의 전체 시그널링 비용과 패킷 전송 비용은 다음의 식으로 나타낼 수 있다.

$$C_{MP}(\rho) = \sum_{i=9}^{\infty} i U \alpha(i) + 9F = \frac{U}{\rho} + F. \quad (1)$$

첫 번째 항은 패킷과 패킷 사이에 발생 가능한 평균이동 횟수에 따른 비용이고 두 번째 항은 이동 IP 시스템에서 foreign network상의 MH로의 평균 패킷 전달 비용을 나타낸다. 여기서 ρ 는 MH의 MMR(message-to-mobility ratio)이다.

III. 이동성 모델기반 성능평가 예제

사무직 회사원은 주 중에 자신의 LA 영역에서 대부분 체류하는 특성을 갖도록 본 논문에서 적용한 확률 모델에서는 정해진 일정시간 중 한 번의 외근이 있음을 가정하였고 영업직 회사원은 사무직 회사원과 LA 내에서의 이동 성향은 같지만 주 중에 자신의 LA영역에서

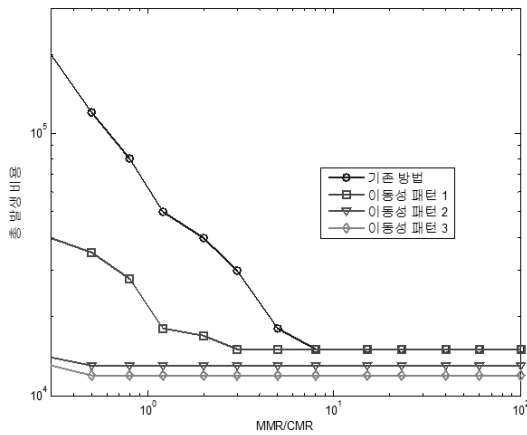


그림 2. 제안한 이동성 모델을 적용한 비용 비율(Cost) 비교

Fig. 2. Comparison of cost ratio of the considered mobility model.

벗어나는 경우가 총 25번 중 13번 정도 발생한다고 가정하였다. 주부나 학생의 경우에는 주 중에는 25번의 경우 모두 자신의 LA 영역에서 체류하는 것으로 가정하였다. 그림 3는 이동 IP 표준의 방법을 사용 시 위치 정보 관리 비용 대비 평균체류시간만을 고려하여 제안된 방법을 사용하였을 경우와 시간대별 사용자의 체류 확률을 계산하여 위치정보관리에 사용한 경우의 비용의 비율인 비용 비율을 사용하여 비교하였다. MMR이 작은 경우에는 제안한 방식을 적용한 경우에 이동 IP 표준을 적용한 경우보다 전체 위치정보 관리 비용이 모든 확률 모델에서 크게 감소한 것을 알 수 있다. 이것은 MMR이 낮은 경우에는 패킷의 수신 보다는 사용자의 위치 이동이 상대적으로 잦은 편이어서 전체 위치정보 관리 비용에서 사용자의 위치 이동에 따른 위치 등록 비용의 비중이 매우 크기 때문이다. 따라서 사용자가 자신의 LA에서 이동시에 위치 등록을 하지 않아 감소되는 비용이 전체 위치정보 관리 비용 감소하는 데 큰 영향을 주고 특히 위치 등록 비용이 대부분을 차지하는 MMR이 낮은 구간에서 큰 효과를 나타낼 수 있다.

그림 3과 4에서 살펴 볼 수 있는 바와 같이 시간정보를 고려한 경우와 그렇지 않은 경우에 대하여 영업직 회사원의 경우 위치정보 관리 비용이 유사한 이동 성향을 갖는 사무직 회사원(유형 1)에 비해 상대적으로 높은 것을 알 수 있는데 이것은 사용자의 이동 특성 상 자신의 LA 영역 외부에서 이동하는 경우가 많고 이로 인해 발생한 위치 등록 비용이 다른 모델의 경우보다

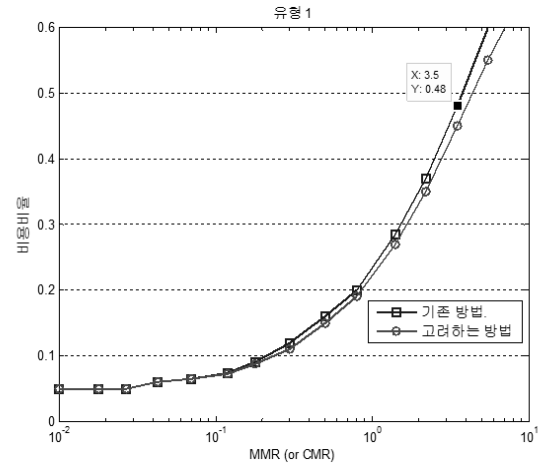


그림 3. 제안한 이동성 모델을 적용한 비용 비교 (유형 1)

Fig. 3. Comparison of cost ratio of the considered mobility model (Type 1).

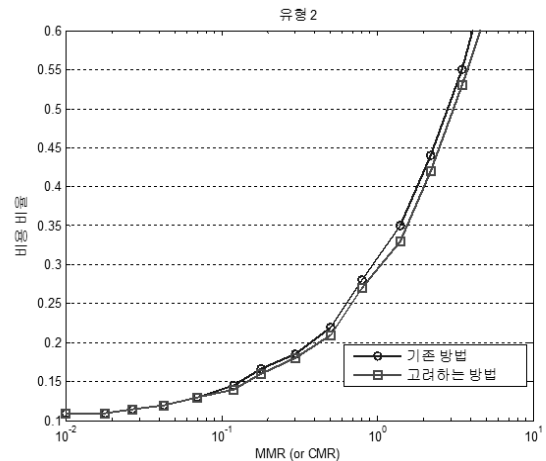


그림 4. 제안한 이동성 모델을 적용한 비용 비교 (유형 2)

Fig. 4. Comparison of cost ratio of the considered mobility model (Type 2).

높기 때문이다. 학생과 주부(유형 2)의 경우에는 항상 자신의 LA 영역 내에서 체류하기 때문에 전체 위치정보 관리 비용이 매우 비슷하다. 그러나 이 경우의 결과 그래프가 정확하게 일치하는 것은 아닌데 이것은 학생의 경우 사용자의 LA 내의 최소 위치관리영역의 개수가 5개로 9개인 주부의 경우보다 적기 때문에 사용자의 위치 파악을 위한 페이지에 소요되는 비용이 절감되어 약간의 차이가 나타난다.

이처럼 사용자의 이동 특성에 따라 정도의 차이가 있지만 사용자의 시공간 별 이동 특성을 반영한 제안된 위치정보 관리 방법을 사용한 경우에 이동 IP 표준에서

의 위치정보 관리 방법을 사용한 경우보다 MMR이 낮은 경우 최대는 99% , 최소 90% 의 위치정보 관리 비용이 감소하게 됨을 알 수 있다.

IV. 결 론

본 논문에서는 사용자의 이동 성향을 기반으로 하여 위치정보 관리에 이동성 모델을 제안하고 기존 방법들과 비교하여 타당한 적용방법에 대해 살펴보았다. 본 이동성 모델에서는 요일 별 시간대 별로 사용자의 움직임이 빈번한 영역 내에서의 평균 체류 시간 및 빈도수를 측정하고 이를 기반으로 체류 확률을 계산, 단말의 위치를 효과적으로 찾아내는 데 활용이 가능한 모델을 제안하였다. 체류정보 수집 및 체류확률 계산은 단말이 담당할 수 있으며, 단말기의 위치정보가 필요한 경우 기준이 되는 찾는 순서 정보와, 동일한 시간대역의 정보만 단말이 전송하여 네트워크 시스템에서 관리하는 모델을 제안하였다. 이렇게 최소한의 파라미터를 토대로 단말의 위치 등록 트래픽의 모델을 도출할 수 있는 동시에 단말의 위치 또한 효과적으로 파악해 낼 수 있어 위치정보를 관리하는 전체 트래픽모델을 제공하여 성능평가에 활용할 수 있다. 이를 바탕으로 본 논문에서는 제안한 이동성 모델이 기존의 이동 IP 표준에서의 모델을 적용한 경우보다 동일한 조건 하에서도 보다 정확한 위치정보관리가 가능한 모델이 될 수 있음을 확인하였다. 특히 사용자의 이동 횟수가 많은 경우(low MMR)에 기존의 방식에 비해 모델의 적합성이 더욱 개선될 수 있다. 그리고 향후에는 시간대 별로 체류 확률을 적용할 수 있도록 함으로써 보다 정밀하고 정확한 모형화가 가능하도록 하여 모델의 부정확함으로 인한 정보로 인한 이동성 관리제어의 실패 확률을 크게 낮추어서 불필요한 트래픽을 줄여 성능을 개선하는데 활용이 가능할 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

[1] Pete Loshin, IPv6 - Theory, Protocol, and Practice 2nd Morgan Kaufmann Publishers, Elsevier, 2004
 [2] C. Perkins, IP mobility support for IPv4, in *Internet RFC 3344, IETF*, Aug. 2002.
 [3] Kyandoghene Kyamakya and Klaus Jobmann,

“Location Management in Cellular Networks: Classification of the Most Important Paradigms, Realistic Simulation Framework, and Relative Performance Analysis,” *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 54, No. 2, March 2005.
 [4] Jie Li, Yi Pan and Xiaohua Jia, “Analysis of Dynamic Location Management for PCS Networks,” *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 51, No. 5, September 2002.
 [5] Ian F. Akyildiz and Wenye Wang, “A Dynamic Location Management Scheme for Next-Generation Multitier PCS Systems,” *IEEE Transactions on Wireless Communications*, vol. 1, No. 1, January 2002.
 [6] J. Scourias and T. Krunz, “An activity-based mobility model and location management simulation,” in *Proc. PIMRC '97*, Helsinki, Finland, 1997.
 [7] J. Scourias and T. Krunz, “An activity-based mobility model and location management simulation,” in *Proc. PIMRC' 97*, Helsinki, Finland, 1997.
 [8] Shou-Chih Lo and Arbee L. P. Chen, “Adaptive Region-Based Location Management for PCS Systems,” *IEEE Trans.*, vol. 51, No. 4, July 2002.
 [9] Wenchao Ma and Yuguan Fang, “Dynamic Hierarchical Mobility Management Strategy for Mobile IP Networks,” *IEEE Journal on selected areas in Communications*, vol. 22, No. 4, May 2004.
 [10] Seo-Young Kim and Jeong-Ho Kim, “Performance Analysis of Location Management based on Space-Time Pattern under Mobile IP Systems,” *Journal of KMS*, vol. 11, No. 2, March 2007.
 [11] YuMi Choi and Jeong-Ho Kim, “Performance Evaluation of User Mobility Management Scheme based-on Dwell Time Optimization for Effective Inter-working with Heterogeneous Networks under Cognitive Networking Environments,” *Journal IEEK*, Vol. 49, No. 5, 2012.

저 자 소 개



천 은 지(학생회원)
2010년 이화여자대학교
전자공학 전공
2012년 이화여자대학교
전자공학과 무선멀티미디어
통신연구실

<주관심분야 : 무선통신, 이동통신 네트워크, 인지
네트워킹>



김 정 호(평생회원)
1991년 한국 과학기술원 전기 및
전자공학과 학사
1993년 한국 과학기술원 전기 및
전자공학과 석사
1999년 한국 과학기술원 전기 및
전자공학과 박사

1995년 LG전자 멀티미디어 연구소
1999년~2000년 LG정보통신 중앙연구소
선임연구원
2000년, 2009년 Virginia Tech. MPRG (Mobile
Radio Research Group) Visiting
Scholar and Visiting Professor
2001년~2002년 8월 LG전자 UMTS시스템
연구소 책임연구원
2002년 9월~현재 이화여자대학교 공과대학
전자공학과 부교수
<주관심분야 : 인지 네트워킹, 인지 라디오 네트
워크, 인지기반 QoS제어, SDR Hardware 플랫폼
설계>