

碩士學位論文

개인 이동 통신상에서 계층 구조를
이용한 위치 관리 기법



濟州大學校 大學院

電算統計學科

愼仁惠

2002年 6月

개인 이동 통신상에서 계층 구조를 이용한 위치 관리 기법

指導交綏 朴景麟

愼仁惠

이 論文을 理學 碩士學位 論文으로 提出함



愼仁惠의 理學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長 _____ 印

委 原 _____ 印

委 原 _____ 印


濟州大學校 大學院

2002年 6月

Location Management Scheme Using Hierarchical Architecture in PCS

In-Hye Shin

(Supervised by professor Kyong-Leen Park)

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
 MASTER OF SCIENCE

DEPARTMENT OF COMPUTER SCIENCE AND
STATISTICS
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

June 2002

목 차

| | |
|----------------------|----|
| List of Tables | i |
| List of Figures | ii |
| Abstract | iv |
| I. 서 론 | 1 |
| II. 배경과 관련 연구 | 3 |
| 1. GSM에서의 위치 관리 | 3 |
| 2. 기존 위치 갱신 기법들 | 6 |
| 1) 고정 위치 영역 기법 | 7 |
| 2) 거리 기반 갱신 | 7 |
| 3) 이동성 기반 갱신 | 7 |
| 4) 시간 기반 갱신 | 8 |
| 5) 순방향 포인터 기법 | 8 |
| 6) 그룹화 기법 | 9 |
| 7) LA 경계가 오버랩된 기법 | 9 |
| 8) LA들이 완벽하게 오버랩된 기법 | 9 |
| 9) 가상 계층 기법 | 10 |
| 10) 특성화된 LA 기법 | 10 |

| | | |
|------------------------------------|-------|----|
| Ⅲ. 제안 기법 | ----- | 12 |
| 1. 제안 기법의 기본 구조 | ----- | 12 |
| 2. LAI의 구조 | ----- | 13 |
| 3. 제안 기법의 작동 | ----- | 14 |
| Ⅳ. 성능평가 | ----- | 19 |
| 1. 개요 | ----- | 19 |
| 2. GSM에서 기존 위치(HLR) 갱신 | ----- | 21 |
| 3. SLA가 7개의 LA를 갖는 경우의 위치(HLR) 갱신 | ----- | 22 |
| 4. SLA가 19개의 LA를 갖는 경우의 위치(HLR) 갱신 | ----- | 25 |
| 5. 결과 비교 분석 | ----- | 28 |
| Ⅴ. 결 론 | ----- | 38 |
| Ⅵ. 참고문헌 | ----- | 39 |



List of Tables

| | |
|---|----|
| Tables 1. The registered LA and updated registers in both the GSM and the proposed scheme for mobile user of Figure 5 ----- | 18 |
| Tables 2. The notations ----- | 20 |



List of Figures

| | |
|--|----|
| Figure 1. Cellular Architecture in PCS network ----- | 4 |
| Figure 2. The location management algorithm ----- | 6 |
| Figure 0. The proposed SLA architecture ----- | 13 |
| Figure 0. The LAI Architecture ----- | 14 |
| Figure 0. An example of moving path of a mobile terminal ----- | 16 |
| Figure 0. The LA having d rings ----- | 20 |
| Figure 0. An SLA Architecture with 7 LAs ----- | 23 |
| Figure 0. An LA(LA1-1) in SLA with 7 LAs ----- | 24 |
| Figure 0. An SLA Architecture with 19 LAs ----- | 26 |
| Figure 0. An LAs(LA1-2, LA1-3) in SLA with 19 LAs ----- | 27 |
| Figure 0. The average HLR update rate per user by LA's size with $\overline{T_d}=1$ -- | 30 |
| Figure 0. The Average HLR update rate per user by LA's size with $\overline{T_d}=4$ -- | 31 |
| Figure 0. The Average HLR update rate per user by LA's size with $\overline{T_d}=8$ -- | 32 |

Figure 0. The Average HLR update rate per user by dwell time with $d=3$ --- 34

Figure 0. The Average HLR update rate per user by dwell time with $d=6$ --- 35

Figure 0. The Average HLR update rate per user by dwell time with $d=9$ --- 36



Abstract

Location management in mobile wireless communication is concerned with tracking and finding mobile terminal. Therefore, main issue is be to deal with the moving mobile terminal. There exist several given standards for this Location Management and Global System for Mobile communication(GSM) is one of standards widely used. In GSM, the basic operations for Location Management are Location Update and Paging. Location Update procedure is started when a mobile terminal moves from one to different Location Area(LA), the set of cells. And then the mobile terminal informs the network about this change of LA. And When an incoming call arrives, the mobile terminal is paged simultaneously through all the base stations that make up the LA in which it is located. This procedure is called Paging. Location Management Schemes based on both Location Update and Paging have proposed. Location Management Cost involves the signalling traffic related to Location Update and Paging. Thus, efficient Location Management Scheme is to reduce this cost.

This paper proposes new Location Management Scheme which can reduce the total of Location Management Cost, not increasing the signalling traffic for Paging but decreasing it for Location Update. Location Update signalling is occurred more on accessing to Home Location Register(HLR) than Visit Location Register(VLR). We introduces the concept of Super Location Area(SLA) clustering LAs used in GSM. In proposed scheme, VLR alone is updated when an MT moves between LAs within SLA, and both VLR and HLR is updated only when it crosses different SLA(or when it moves from an LA within one SLA to an LA within another SLA). As a result, this scheme can reduce unnecessary Location Update occurred within SLA. That is, the whole signalling traffic can be diminished more remarkably in the proposed scheme than in GSM.

We proposes the location management scheme using hierarchical architecture that can efficiently reduce the signalling traffic for Location Update in mobile wireless communication. The proposed scheme may avoid the waste of network resources resulting from frequent Location Update in given method. In this paper, we present the analytical model for the performance evaluation and in the result, the average HLR update rate per mobile users according to the average dwell time and the size of LA appears to be much smaller overall in the proposed scheme than in GSM. The smaller the average dwell time and the size of LA become, the larger decrement of average HLR update rate per mobile users becomes. Consequently, the proposed scheme is effective to the mobile users with high mobility and in small divided LA architecture.



I. 서 론

무선 이동 통신은 지난 여러 해 동안 가입자(모바일 사용자) 수나 서비스 수익면에서 급속도로 성장하여 왔다. 또한 유선 네트워크상에서 유용한 서비스에 곁들여진 사용자들은 무선 이동 통신에서도 똑같은 질의 서비스를 받기를 기대한다. 급증하는 많은 모바일 사용자들 모두에게 똑같이 좋은 서비스를 제공하기 위해서는 각각의 모바일 사용자의 위치 정보를 지속적으로 유지하고 있어야 한다. 이렇듯 무선 이동 통신에서 주요한 쟁점은 움직이는 모바일 터미널을 다루는 것이다. 무선 네트워크에서는 모바일 터미널에 호출이 왔을 때 연결을 하고 곧 이어 있을 메시지의 전송을 위해서 움직이는 모바일 터미널들의 위치를 알고 있어야 한다. 따라서 모바일 터미널이 새로운 서비스 영역으로 이동했을 때 위치를 갱신하고 호출이 왔을 때 마다 모바일 터미널을 찾아야 한다. 이를 처리하기 위해서는 많은 시그널링이 필요하다(Pollini 등 1995; Meier-Hellstern 등 1992). 미래에는 수많은 모바일 사용자에게 무선 개인 통신 네트워크(PCN; Cox 등 1997)인 셀룰러 모바일 네트워크는 언제 어디서나 고품질의 서비스 제공을 지원해야만 한다. 그러기 위해서는 모바일 터미널의 위치 추적이 중요한 역할을 하게 되고, 이를 효율적으로 처리하기 위해서는 위치 관리 기법이 필요하다. 위치 관리 기법들은 모바일 터미널들의 자취를 효과적으로 유지하고 호출된 모바일 터미널의 위치를 알아내는 작업을 수행한다.

이런 위치 관리를 위한 기존의 여러 표준안이 존재하며, GSM(Global System for Mobile communications)은 그 중에 널리 쓰이는 표준안들 중의 하나이다(Reilly 등 1992; EIR/TIA, 1995; Mouly 등 1992; Meier-Hellstern 등 1992). GSM에서 위치 갱신(Location Update)과 페이징(Paging)을 통하여 모바일 터미널들의 연결이 수행된다. 모바일 터미널이 새로운 LA(Location Area)로 들어갈 때마다 위치 정보 갱신을 수행하는 과정을 위치 갱신이라 하고, 호출이 도착했을 때 LA내에 있는 모든 셀들에게 메시지를 보내서 모바일 터미널의 위치를 알아내는 과정을 페이징이라 한다. 이러한 위치 갱신과 페이징 기법을 기반으로 위치 관리 기법들이 제안되어져 왔다. 위치 관리 비용은 위치 갱신에 따른 시그널링 비용과 페이징에 따른 시그널

링 비용을 합한 비용이므로, 효과적인 위치 관리 기법의 목적은 총 위치관리 비용을 감소시키는 것이다.

이 논문은 페이지를 위한 트래픽을 증가시키지 않고서 위치 갱신을 위한 시그널링 트래픽을 줄임으로써 총 위치관리 비용을 감소시킬 수 있는 새로운 위치 갱신 기법을 제안한다. 위치 갱신에 발생하는 시그널링은 VLR보다는 HLR의 정보를 갱신하는데 훨씬 더 많은 비용이 든다. 여기서 VLR(Visitor Location Register)은 임시적으로 서비스 프로파일과 위치 정보를 저장하고 있는 데이터베이스이고 HLR(Home Location Register)은 영구적으로 사용자 프로파일을 저장하고 있는 데이터베이스이다. 기존 GSM에서 모바일 사용자의 수가 증가함에 따라 HLR이 병목이 되고 있다. 그래서 이 논문에서는 HLR에 대한 위치 정보 갱신 회수를 줄임으로써 위치 갱신을 위한 시그널링 신호 트래픽을 줄이는데 초점을 두었다. 이 기법은 기존 GSM에서의 LA를 클러스터한 SLA(Super LA) 개념을 도입하였다. 그리고 여기서는 SLA당 하나의 VLR/MSC에 의해 관리되어지며 VLR은 현재 LA 위치 정보(SLA의 정보 포함)를 임시적으로 저장하게 된다. 제안된 기법에서 모바일 터미널들의 이동이 SLA내의 LA들 사이에서 이루어질 때에서 VLR만이 갱신되고 모바일 터미널이 단지 서로 다른 SLA 가로질러 이동할 때에는 VLR과 HLR이 갱신된다. 즉 SLA내에서는 발생했던 불필요한 위치 갱신을 줄일 수 있다. 이 기법은 기존 GSM의 위치 갱신보다 위치 갱신을 줄임으로써 관련 트래픽을 현저히 줄일 수 있다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 GSM에서의 개인 이동 통신의 네트워크 구조와 GSM에서의 위치 관리와 기존의 여러 가지 위치 관리 기법들에 대해 분류하여 기술하였고 3장에서는 제안된 기법에 대해 기본 구조와 LAI의 계층구조와 제안된 기법에서의 위치 관리가 어떻게 이루어지는지에 대해 자세히 설명하였다. 그리고 4장에서는 성능평가를 위한 분석적 모델을 제공하여 기존 GSM에서와 우리가 제안한 기법에서의 각각의 모바일 사용자당 평균 HLR 위치 갱신율을 구하고, 이를 그림을 통하여 비교·분석하였다. 그리고 마지막 장에서는 결론 및 제안을 제시하였다.

II. 배경과 관련 연구

이 장에서는 네트워크 구조와 기본 연결 경로에 대해 간단히 알아보고 지금까지의 위치 갱신 기법들에 대해 간략하게나마 알아본다.

1. GSM에서의 위치 관리

전화망과 같은 유선 네트워크에서는 터미널이 전형적으로 고정 위치를 갖는다. 그래서 터미널의 위치가 바뀌는 것은 일반적으로 네트워크 관리에 포함된다. 여기서는 특정 터미널에 대한 착호는 항상 고정 위치에 전송된다. 반면에 무선 이동 통신에서는 모바일 가입자에게 무선 통신 서비스를 제공한다. 움직이는 모바일 터미널들은 유동 위치를 갖는다. 또한 이러한 모바일 터미널을 들고 이동하는 사용자들은 원격 터미널들과 현재의 자신의 위치와 이동성 유형에 관계없이 통신을 할 수 있다.

GSM에서의 PCS 네트워크의 기본 구조는 뼈대인 유선 네트워크와 무선 모바일 장치들로 구성되어 있다. 간단한 네트워크 구조(Kruijt 등 1998)는 <Figure 1>에서 보는 것처럼 셀 구조를 기본으로 하고 있다. 여기에서는 전 서비스 영역이 셀로 덮여 있다. 하나의 셀은 기지국(BS:Base Station)에 의해 서비스 받고 여러 BS들은 하나의 BSC(the Base Station Controller)에 전선으로 연결되어 있다. BSC는 송수신을 담당하는 BST(the Base Station Transceivers)을 통제한다. 여기서 각각의 셀은 하나의 BST에 의해 다뤄지는 영역이다. BSC와 BST의 하부네트워크를 통틀어 BSS(the Base Station Subsystem)이라고 한다. 그리고 다시 BSC들은 MSC(Mobile Switching Centers)에 연결되어 있다. MSC의 서비스 영역은 LA(Location Area)로 나누어져 있다. 여기서 LA는 몇 개의 셀이나 하나의 BSC의 제어를 받는 셀의 연속된 그룹으로 이루어 질 수 있다. 또한 LA내의 모든 셀은 하나의 MSC의 제어하에 있다. 하나의 MSC는 라디오 자원 관리와 핸드오버를 책임

지고 있다. 위치 관리에는 HLR(Home Location Register)와 VLR(Visitor Location Register), 두 레벨 계층구조가 사용되어진다. MSC는 특정 VLR(Visitor Location Register)과 연관이 있어 대개 일대일 대응을 하고(하나의 VLR에 여러개의 MSC가 있을 수 있다), 여러 BSC들을 관리한다. 또한 하나의 MSC/VLR 밑에는 하나의 LA가 존재할 수도 있고 여러 개의 LA가 존재할 수 있다. 우리는 여기서 MSC/VLR 당 하나의 LA가 존재하여 관리되어진다고 가정한다. 모든 모바일 터미널(MT:Mobile Terminal 혹은 MS:Mobile Station)은 현재 위치하고 있는 LA를 VLR에 저장한다. MSC는 PSTN(Public Switching Telephone Network)와 같은 기본 유선 네트워크와 SS7(Meier-Hellstern 등 1992; Lin 등 1998)과 같은 시그널링 네트워크와 연결되어 있다.

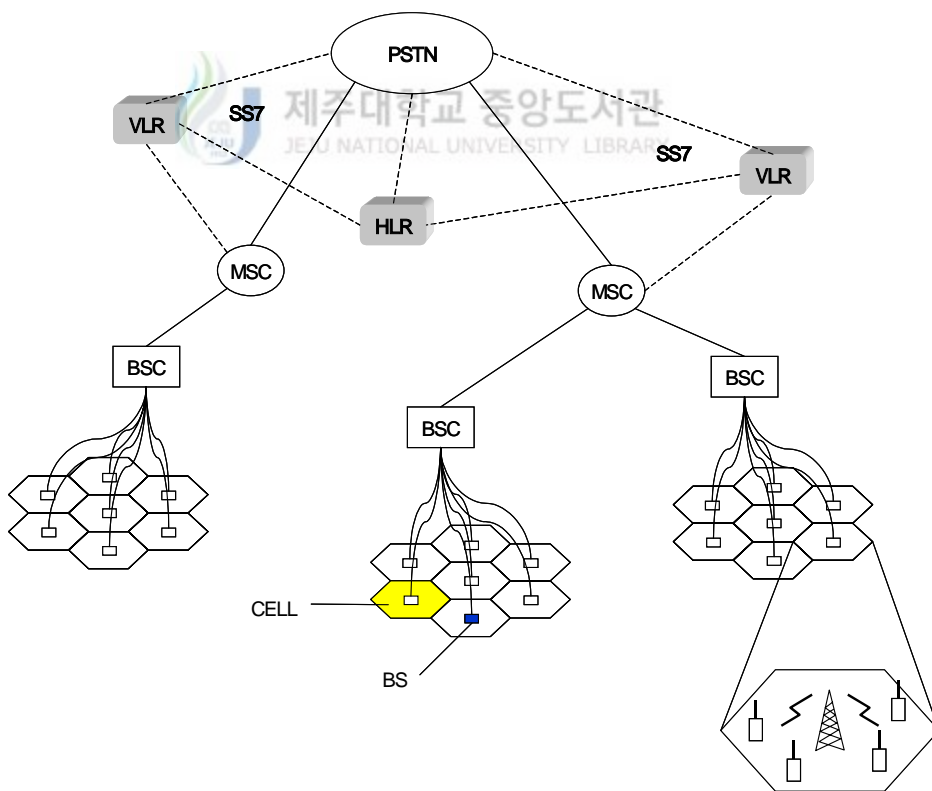


Figure 1. Cellular Architecture in PCS network

위치 관리를 위해 네트워크에는, 앞에서 잠깐 언급되었던, 두 종류의 데이터베이스인 HLR(Home Location Register)와 VLR(Visitor Location Register)이 MS들의 위치정보를 저장하고 있다. VLR은 임시적으로 서비스 프로파일(subscription 정보)과 위치 정보(현재 LA)를 저장하고 있고 호 통제 정보, 인증, 과금(billing)을 다루는 역할을 한다. HLR은 영구적으로 사용자 프로파일을 저장하고 있고 VLR을 가리키고 있다. 전체 네트워크상에서 HLR은 오직 하나만 존재하며(두 개 이상의 분산적으로 존재하는 경우도 있다) 모든 사용자들은 하나의 HLR에 할당되어 있다. 그렇기 때문에 HLR에 접근하는 비용이 VLR에 비해 더 드는 것이다.

위치 관리는 이러한 두 레벨의 데이터베이스 구조를 이용하여 이루어진다. 위치 관리에 있어서 주요 과정은 위치갱신과 페이징 작업이다. MS의 위치 갱신은 자신에게 호가 연결되기 위한 LA를 시스템에게 알리는 절차이다. 처음 전원이 켜진 MS의 위치 결정은 BS들이 주기적으로 그들이 속해있는 LA(Location Area Identifier)를 방송하는데, MS는 이들 중 가장 강한 신호의 LA를 저장하고 MSC를 거쳐 VLR에 MS와 현재 LA를 저장한다. 그리고 다시 VLR의 정보(MS가 어느 VLR에 있는지)를 HLR에 저장한다. 이동중인 MS는 현재 LA를 방송을 통해 듣고 등록되어 있는 LA(마지막에 위치해 있었던 LA의 LA)와 비교한다. 두 LA가 다르면 위치가 변경되었음을 알고 위치 갱신 과정이 시작되어 VLR을 갱신하고 다시 HLR를 갱신한다. 그래서 위치 갱신은 LA 경계를 가로질러 갈 때마다 발생한다. 이동 중인 MS에 호가 도착했을 때, MS를 찾기 위해 MS는 자신이 속해있는 LA(현재 등록되어 있는 LA)를 구성하고 있는 모든 BS들을 통해 동시에 페이징된다. MS는 한 BS에 페이징 응답을 보내고, MS를 어느 셀에 있는지를 알았으므로 연결이 설정된다. 만약에 페이징 응답이 없다면 MS는 주어진 어떤 최대허용 시간까지 다시 페이징 되어진다. 이처럼 위치 관리에서는 위치 등록기(VLR, HLR)와 관련하여 작동되는 두 개의 동작이 있다. <Figure 2> 는 모바일 사용자의 이동에 따른 위치 갱신에 대한 시그널링 흐름(LOCATION_UPDATE)과 모바일 사용자의 연결을 설정하기 위한 위치 결정에 대한 시그널링 흐름(LOCATION_QUERY)을 보여주고 있다(Kruijt 등 1998; Kim 등 1999).

LOCATION_UPDATE :

1. MS는 새로운 VLR에 위치 갱신 메시지를 보낸다.
2. 새로운 VLR은 위치 갱신 메시지를 HLR에게 보낸다.
3. HLR은 새로운 VLR에 승인 메시지 보낸다.
4. HLR은 이전 VLR에게 위치 취소 메시지를 보낸다.
5. 이전 VLR은 HLR에 취소 승인 메시지를 보낸다.

LOCATION_QUERY :

1. 호출한 MS의 VLR은 HLR에게 위치 정보 요구 메시지를 보낸다.
2. HLR은 현재의 호출된 MS의 VLR에게 위치 정보 요구 메시지한다.
3. VLR은 호출된 MS의 셀 위치를 결정하고 HLR에게 위치 정보를 보낸다.
4. HLR은 호출한 MS의 VLR에게 위치 정보를 보낸다.

Figure 2. The location management algorithm



2. 기존 위치 갱신 기법들

기존에 많은 위치 갱신 기법들이 나와있다. 우선적으로 생각할 수 있는 것은 위치 갱신을 하지 않는 기법이다. 이 기법은 모바일 사용자의 위치가 결코 갱신되지 않는다. 그래서 특정 모바일 사용자를 찾기 위해서 시스템은 처음에 전 네트워크에서 탐색되어진다. 그러므로 호 신호 연결 지연이 길어진다. 다른 셀로 들어갈 때마다 갱신하는 기법(Jain 등 1994; Jain 등 1995)은 모바일 사용자가 셀 경계를 가로질러갈 때마다 갱신 작업을 수행한다. 호 신호 연결 지연은 줄어들지만 그러한 모바일 사용자들을 위한 갱신 비율이 상당히 높아지기 때문에 갱신 비용은 높다. 셀에서 셀들의 그룹 개념으로 확장해서 다른 그룹으로 들어갈 때마다 갱신하는 기법(Weng 등 2000)은 셀이 아닌 셀들의 그룹으로 들어갈 때마다 갱신이 되므로 전자의 기법보다는 다소 갱신 비용을 줄일 수 있다. 그러나 여전히 위치 갱신 비용은 높다. 몇몇 셀들을 알림 셀들(reporting cells)로 칭하고 이 알림 셀로 들어갈 때마다 갱신하는 기법은 모바일 사용자들이 그 셀로 들어갈 때마다 위치 데이터를 갱신

해야만 한다. 호가 도착했을 때 모바일 사용자는 마지막으로 위치가 갱신된 알림 셀 주변에서 페이징 되어진다. 일반적인 셀방식 네트워크를 위한 최적의 알림 셀을 선택하는 것은 NP-complete이다. 이런 기법 이외에 많은 모바일 사용자들을 관리하는 무선이동통신에서 위치 갱신을 위한 트래픽을 최소화하기 위한 여러 위치 갱신 기법들이 개발되어져 왔다. 다음과 같은 종류들로 나누어서 정리할 수 있다.

1) 고정 위치 영역 기법(Kruijt 등 1998; Yeung 등 1995)

가장 근간이 되는 기법으로써 N -셀 시스템에서 위치 영역들이 똑같은 크기의 셀들의 그룹인 LA로 분할되어져 있다. MS는 한 LA에서 다른 LA로 이동할 때마다 위치 갱신을 한다. MS에 호가 들어왔을 때 시스템은 현재 MS에 저장되어 있는 LA내에 있는 모든 셀을 페이징한다. 최적의 LA의 크기를 얻기 위한 기법들이 제시되어져 있다(Thomas 등 1988). MS가 인접한 두 LA 사이의 경계를 왔다갔다 움직이고 있는 극단적이 경우에는 불필요한 위치 갱신이 자주 발생하는 단점이다. 이런 LA 경계셀에 집중되어 있는 위치 갱신 비용을 줄이기 위한 방법의 일환으로 다음의 오버랩과 같은 몇몇 기법들이 제시되어졌다.

2) 거리 기반 갱신(Bar-Noy 등 1995; Madhow 등 1995; Yeung 등 1995)

MS가 마지막 위치 갱신 셀로부터 이동한 거리가 어떤 한계값 D 를 넘었을 때 새로운 갱신이 시작된다. 여기서 LA의 크기는 마지막 위치 갱신 셀로부터 D 셀 범위내에 있는 모든 셀들로 구성되어진다. 이 기법은 MS가 이전의 갱신한 위치에서부터의 유클리드 거리의 추적이 요구되어진다. 그래서 한가지 추가적으로 요구되어지는 것은 각각의 모바일들이 거리 정보를 이끌어내기 위해서 네트워크 프로토콜을 알 필요가 있다.

3) 이동성 기반 갱신(Bar-Noy 등 1995; Yeung 등 1995; Das 등 1999)

MS가 M 셀경계를 완벽하게 가로질러 갔을 때 MS는 그 위치를 갱신한다. MS가 페이징 되었을 때, 이전에 위치 갱신셀로부터 많아야 M 셀의 이웃셀내에서 찾을 수 있을 것이다. 이 기법은 각 MS가 마지막 위치 갱신이후의 셀 경계 횡단

수에 대한 자취를 유지할 필요가 있다. MS가 두 셀을 왔다갔다하는 극단적인 경우 (즉, MS가 두 셀의 경계에 위치하고 있을 때)에는, 비록 어떠한 위치 갱신도 필요하지 않지만 매 M 경계 횡단마다 위치 갱신이 시작된다. 근본적으로 횡단한 거리에 의한 유클리드 거리를 과도하게 예측하는 기법이다. 그 거리는 셀의 수로써 측정되어진다.

4) 시간 기반 갱신(Yeung 등 1995; Das 등 1999; Lin 등 1998)

MS가 이동성과 들어오는 호 도착율에 관계없이 고정된 시간간격마다 그 위치를 갱신한다. MS가 시스템에게 주기적으로 갱신을 보낸다. 기간 T 는 모바일 장치안에 하드웨어나 소프트웨어 타이머를 이용하여 쉽게 프로그램 될 수 있다. 즉, MS들은 타이머를 기본으로 한 위치 갱신을 수행한다. 타이머는 MS가 저장된 페이지 영역(모바일이 한번의 페이지 시도에서 동시에 페이지되어지는 영역)을 떠나는 순간에 시작된다. 이미 정해진 수초 후에 타이머는 만기된다. 그리고 그 순간에 MS는 한번의 위치 갱신을 수행한다. 만약 MS가 그 동안에 똑같은 PA로 되돌아왔다면 위치 갱신은 수행되지 않을 것이다. 이 기법은 간단하고 각 MS가 국부적 시간에 따라 위치 갱신을 할 수 있다. 또한 각 MS별로 적용 시간간격을 달리 하여 사용할 수 있다. 즉, 높은 이동성과 잦은 호 도착율을 갖는 MS인 경우는 타이머의 시간간격을 짧게 하고 반대의 경우는 긴 시간간격을 주면 보다 효과적일 수 있다.

5) 순방향 포인터 기법(Jain 등 1995; Lin 등 1998)

사용자에 대한 호출은 사용자가 처음에 저장된 VLR을 결정하기 위해서 첫 번째로 사용자의 HLR에게 질의한다. 그리고 나서 사용자의 현재 VLR의 포워딩 포인터의 체인을 따라간다. MS는 처음 등록될 때 VLR와 HLR에 위치가 등록되고, 위치가 변경되어 등록된 지역을 바꿀 때에는 이전 VLR로 메시지를 전송하여 현재 VLR을 가리키는 순방향 포인터를 설정하도록 한다. 즉 MS의 이동 사실을 HLR에게 알리지 않고, 단지 순방향 포인터 체인이 정해진 K 를 넘을 때만 HLR에 위치 등록을 한다. 이 시스템은 비록 비용은 적게 들고 모바일 사용자에게 대한 탐색을 포함하지는 않지만, 포워드 포인터들이 여전히 중복 배치되어진다. 게다가 포인터 체

인이 길수질수록 호 연결 지연이 더 길어진다.

6) 그룹화 기법(Weng 등 2000)

모든 셀들을 그룹으로 나눈다. 그리고 결국 기본 방법의 N (셀의 수)에서 $4\sqrt{N-1}/3N$ 로 갱신 비율을 절약할 수 있다. 이 기법은 모바일 사용자가 다른 그룹에 들어갈 때만이 갱신 작업을 수행한다. 시스템은 모바일 사용자가 호출되었을 때 단지 해당 그룹내에서만 모바일 사용자를 찾으려 한다. 그래서 이 기법은 언급한 다른 기법들보다 더 간단하고 효과적이다. 왜냐하면 이 기법은 알림셀을 배열할 필요 없이 탐색 범위를 하나의 그룹으로 한정시킬 수 있기 때문이다.

7) LA 경계가 오버랩된 기법(Gu 등 1999; Chu 등 1997)

불필요한 위치 갱신 효과를 피하기 위해서 LA들의 경계의 셀들을 겹치게 하는 방법이 있다. 겹쳐짐이 없는 경우, 모바일 사용자가 LA 경계를 가로질러 갈 때마다 위치는 갱신되어야 한다. 그러나 LA 경계가 겹쳐져 있다면 사용자는 겹쳐진 영역을 가로질러갈 때만이 갱신이 필요하다. 다시 말해서 사용자는 위치 갱신을 일으키기 위해서는 한 셀을 완전히 건너가야만 한다. 그러나 이 경우 하나 이상이 LA가 포함되는 셀에서는 페이징 시그널링 트래픽은 더 높아진다. 이 기법은 네트워크 허용범위 전반적으로는 그리 필요하지 않더라도 사용자 밀도가 높은 지역에는 효과적일 수 있다. 그러나 전통적인 위치 갱신과 마찬가지로 대부분의 위치 갱신 과정이 경계셀에서 일어나고 있다.

8) LA들이 완벽하게 오버랩된 기법(Gu 등 1999; Chu 등 1997; Colombo 등 1994)

시스템에 있는 경계 셀보다 더 많은 셀 사이에 위치 갱신 시그널링 부하를 분산시키기 위해서는 LA들을 완벽하게 겹쳐지는 것이다. 이 기법은 각 셀이 두 개 이상의 LA 계층에 포함되어진다. 실제 환경에서 이처럼 LA 분할하는 것은 꽤 복잡하다. 하지만 또 다른 문제는 BS들은 그들이 속해있는 모든 LA들의 LAI를 방송해야만 한다. 그러면 BS 하나 당 필요한 대역폭은 증가하게 될 것이다. 또한 LA들은 단지 하나의 셀로 구성된 LA에서부터 어떤 최대한 셀로 구성된 LA에 이르기까지

여러 크기의 범위를 갖는다. 이런 LA 분할 계획과 LAI 방송 문제이외에도 각 사용자의 적절한 LA 계층을 결정하기 위해서는 추가적인 네트워크 기능들이 요구되어진다는 것이다. 또 하나의 단점은 한 LA에 셀들이 균일하게 겹쳐지지 않는다는 것이다. 결과적으로 위치 갱신 관리가 복잡하다. 또한 LA들이 겹쳐지기 때문에 겹침이 없는 기법에 비해 수많은 MSC가 요구되어진다.

9) 가상 계층 기법(정대우 등 2001)

원래 LA 계층을 Layer-1이라 부르고 이와 동일한 모양의 가상 계층을 원래 LA 계층에 오버랩하고 이를 Layer-2이라 한다. 앞서 말한 완벽하게 오버랩된 기법과는 LA들을 완벽하게 겹쳤다는 것은 동일하나 이 기법은 가상계층 개념을 도입하여 보다 쉽게 접근하였다고 할 수 있다. Layer-1의 모든 LA는 3개의 Layer-2의 LA들과 오버랩되어진다. 모든 LA은 $LA_{i,j}$ 로 표기하여 이는 Layer-j의 LA i 을 의미한다. Layer-1의 각 LA가 MSC를 가지고 있고 이와 마찬가지로 Layer-2의 각 LA는 SubMSC를 가지고 있다. Layer-1에 LA의 MSC는 Layer-2에 LA로 표현된 3개의 SubMSC와 연결되어 있어서 MSC가 관리하는 클러스터는 Layer-2의 3개의 LA와 Layer-1의 1개의 LA가 된다. 그리고 각 셀들은 정확히 두 개의 다른 LA들 (Layer-1의 LA와 Layer-2의 LA)에 의해 관리된다. 각 셀이 두 개의 LA에 속해있다 하더라도 MS는 오직 하나의 LA에만 등록이 되어있다. 위치 등록 지역 선정은 현재의 셀로부터의 두 개의 LA 중심셀까지의 거리가 가까운 것이 선택되어지고, 같은 거리의 경우는 임의 선택에 의해 이루어진다. 위치 갱신은 모바일 사용자가 현재 등록된 LA를 떠날 때 발생하는데 이전의 계층으로부터 다른 계층으로 항상 등록되어진다.

10) 특성화된(individualized) LA 기법(Tabbane, 1995)

각각의 개인성을 고려하여 대부분의 모바일 사용자는 국부적이고 예측가능한 이동 패턴을 가지고 있다는 가정하에 개인적 위치 통계(Tabbane, 1995 ; Tabbane 등 1996 ; Kim 등 1996)에 근간을 둔 LA 개념을 이끌어낸다. 이 접근의 주 아이디어는 네트워크가 학습 기간동안 MS의 대부분의 가능한 위치들에 대한 통계를 모으

는 것이다. 일단 이 위치 리스트가 정해지기만 하면 MS는 ‘자주 방문한 위치들’(특성화 LA)의 집합내에서 위치 갱신없이 자유롭게 돌아다닐 수 있다. 확실히 이런 ‘자주 방문한 위치들’은 군집을 형성할 필요가 있다. 즉 네트워크 허용 범위 영역에 흩어져 있는 자주 방문한 위치들은 꽤 큰 특성화된 LA 혹은 여러 특성화된 LA를 의미한다. 이 기법은 네트워크 허용범위를 비교적 작은 LA들로 나눈다. 그리고 나서 이러한 수많은 작은 LA들은 MS의 특성화된 LA를 형성하기 위해서 결국 그룹화 되어진다. 특성화된 LA의 바깥쪽에서는 전통적인 위치 갱신 기법과 마찬가지로 작은 LA를 기본으로 하여 갱신이 이루어진다. 이 기법은 특성화된 LA의 안쪽에서는 지능적 페이지를 결합할 수 있다. 비록 LA 분할 계획에 대한 노력은 전통적인 위치 갱신 기법과 비슷하지만 각각 사용자의 자주 방문한 위치를 결정하기 위한 추가적인 복잡성이 요구되어 진다. 또한 사용자의 습관이나 이동 패턴이 바뀐다면 특성화된 LA를 다시 적용해야 한다. 게다가 데이터베이스 시스템에 각 사용자의 특성과 파라미터들을 저장할 추가적인 메모리 용량이 필요하다. 그러나 네트워크에서나 MS에서 둘 다 근본적인 변화는 필요하진 않다.



Ⅲ. 제안 기법

이 장에서는 제안된 기법에 대해 설명한다. 우선 SLA을 기반으로한 기본 구조를 소개하고 다음으로 자세한 동작을 설명한다.

1. 제안 기법의 기본 구조

미래의 셀방식 구조는 고밀도의 사용자를 지원하기 위해서 PCS 네트워크에 유용한 구조이다. 이러한 환경에서 위치 갱신에 따른 시그널링 트래픽은 매우 높다. LA와 VLR/MSC 사이에 SLA을 둬으로써 많은 모바일 사용자에게 발생하는 위치 갱신 메시지에 의해 초래되는 엄청난 양의 시그널링 트래픽을 줄일 수 있을 것이다. 여러 개의 LA을 그룹화하여 보다 큰 군집인 SLA(Super LA)를 구성하였다. 결국 위치 관리에 있어서 제안된 기법은 SLA을 이용하여 계층적으로 할 수 있다. <Figure 3>은 SLA가 7개의 LA을 그룹화하여 이루어졌을 경우의 구조를 보여주고 있다. 그림에서 보면 사실상 모든 SLA내의 모든 LA들은 SLA7처럼 하나의 MSC/VLR과 연결되어 관리되어지고 있으나 그림의 단순화를 위해 다른 SLA에서 이를 간략히 생략하여 표현하였다. 기존 GSM에서는 한 LA당 한 MSC/VLR에 의해 관리되었으나 여기서는 그룹화된 각각의 SLA가 각각 하나의 MSC/VLR에 의해 관리되어진다. 모든 LA들의 LAI는 계층적인 구조를 갖고 있어, 한 SLA내에 있는 LA들끼리는 똑같은 SLA의 코드(SLAC)을 갖고 LA 정의 코드(LAIC)으로써 같은 SLA내의 LA들 서로를 구별한다. 예를 들면 <Figure 3>에서 SLA6을 보면 LA6-1 ~ LA6-7, 7개의 LA들로 구성되어 있다. 또한 SLA7에서도 또한 LA7-1 ~ LA7-7, 7개의 LA들로 구성되어 있다. 여기서 LA6-1과 LA7-1을 보면 비록 두 LAI에서 LAIC가 1로 같지만 SLAC가 6와 7로 한 눈에 서로 다른 SLA에 속함을 알 수 있다. LAI에 대해서는 다음절에서 자세히 설명되어진다. SLA을 구성하여 LA들을 그룹화한 SLA을 두어 SLA당 MSC/VLR에 의해 관리되어지고 있다는 점을 제외하고는 기존 GSM의 구조와 똑같다.

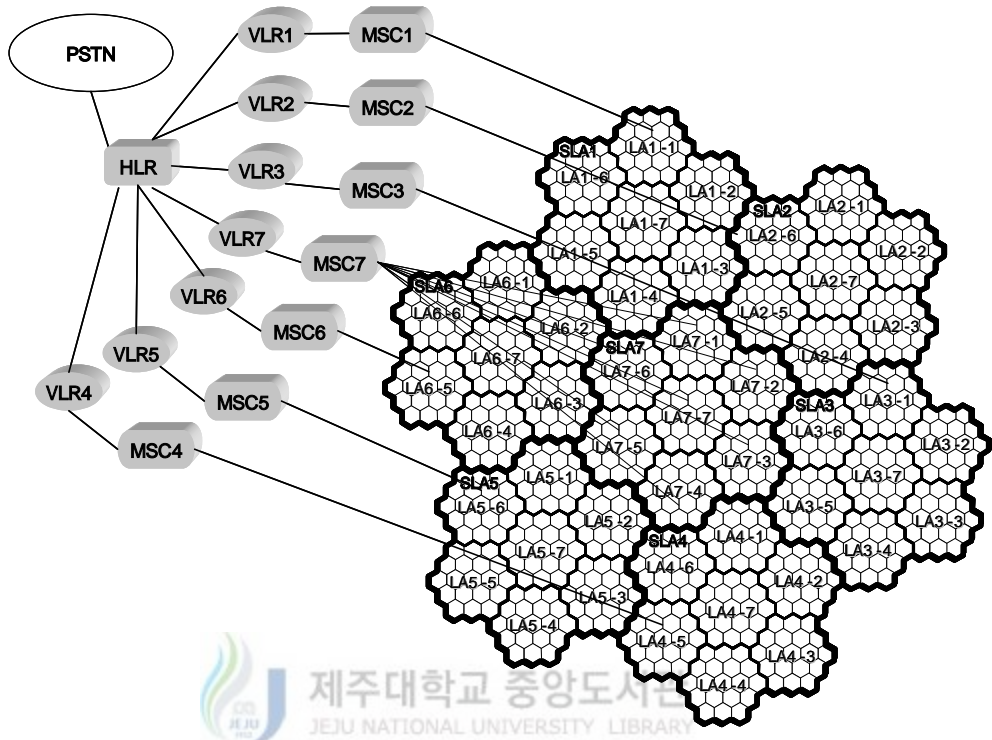


Figure 3. The proposed SLA architecture

2. LAI의 구조

우리한 제안한 기법의 LA들은 LAI(LA Identifier)을 기존의 구조에서 다소 변경하였다. 기존 LAI 구조에서는 처음 3 디지털은 모바일 국가 코드(MCC : Mobile Country Code)로써 ITU-T에서 관리하며, 다음 2 디지털은 모바일 네트워크 코드(MNC : Mobile Network Code)로써 네트워크 제공자들을 유일하게 정의한 코드로써 지리적인 의미를 갖지 않는다. 예를 들면 MCC가 505인 것은 오스트레일리아이고 MCC가 234인 것은 UK로 정의되어 있다. MNC가 01인 것은 텔레콤 오스트레일리아이고 MNC가 15인 것은 UK Vodafone로 정의되어 있다. 마지막 남은 디지털은 위치 영역 코드(LAC : Location Area Code)로써 셀들의 그룹으로 이루어진 LA

들을 구분 짓는 것이다. 우리는 GSM의 LAI의 구조에서 LAC부분을 다시 SALC와 LAIC로 분류하여 계층적인 구조를 갖게 하였다. SALC(Super Location Area Code)는 SLA을 구분 짓기 위한 분류된 코드이고 LAIC(Location Area Identification Code)는 SLA을 구성하는 7개의 LA들을 각각을 정의해놓은 코드이다. 즉 각각 LA들은 SLAC와 LACI을 갖음으로써 서로를 구별할 수 있다. 그리고 같은 SLA에 있는 LA들은 LAIC만으로도 구별할 수 있다.

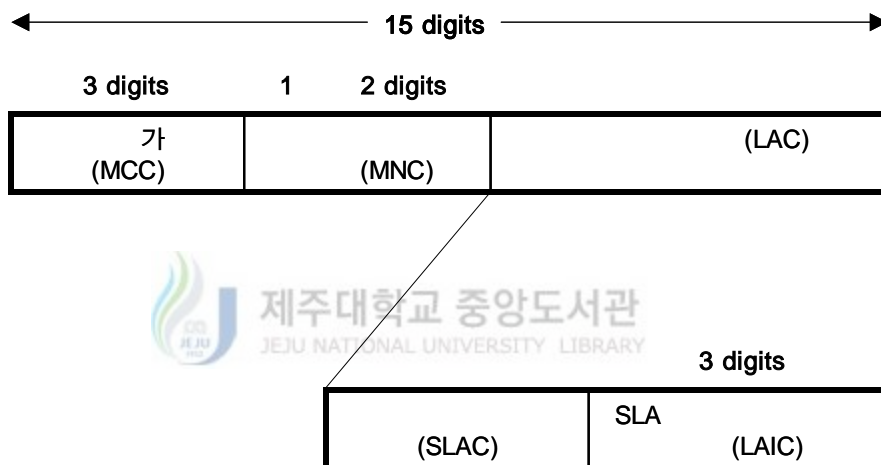


Figure 4. The LAI Architecture

3. 제안 기법의 작동

우리는 여기서 이전의 GSM 네트워크 기법과 거의 같은 환경을 사용한다. 다만 LAI가 앞서서도 말한 바와 같이 계층 구조로 되어 있고 LA보다 한 단계위인 SLA가 있어서 이 SLA단위로 MSC/VLR의 관리가 이루어진다는 것이다. 여기서는 편의상 우리가 제안한 구조를 써서 우리가 제안한 기법에서뿐만 아니라 기존 GSM에서의 위치 갱신을 예를 통해 설명하기로 하자. 기존 GSM에서는 LAI가 연속적인 숫자이나 계층구조를 써서 설명한다해도 결과는 똑같으니 별 무리가 없을 것이다.

제안한 기법의 위치 갱신과 페이징 작동에 대해 설명해보자. MS가 LA의 변경을 알도록 하기 위해서 기지국들은 주기적으로 그들이 속해있는 LA의 LAI를 방송하고, MS는 현재 LAI를 방송을 통해 듣고 LAI가 다르면 위치갱신을 수행하는 것은 앞서 말한 기존 기법과 동일하다. 다만 LAI가 계층구조이기 때문에, 위치갱신 시에 다음과 같은 두 가지 중 하나를 수행한다. 첫째, SLAC가 같고 LAIC가 다른 SLA가 변경된 것이 아님으로 VLR만을 갱신한다. 이것은 모바일 사용자가 같은 SLA에 속하는 LA에서 이동하는 경우는 HLR 갱신할 필요없이 VLR만을 갱신함을 의미한다. 둘째, LAIC의 동일여부와 관계없이 SLAC가 다르면 다른 SLA로 이동한 것이므로 VLR뿐만 아니라 HLR도 갱신해야 한다. 이것은 모바일 사용자가 다른 SLA에 속하는 LA로 이동하는 경우에만 VLR과 HLR 둘 다를 갱신해야 함을 의미한다. 이것이 다소 변경된 위치 갱신 과정이다. 착호가 MS에 도착했을 때 MS는 동시에 자신이 속해 있는 LA를 구성하는 BS들을 통해 페이징된다. 이러한 페이징은 기존 GSM에서와 마찬가지로 똑같이 작동한다. 결과적으로 제안된 기법은 기존 GSM에서의 기법과 비교해보면, VLR 갱신이나 페이징에 드는 시그널링 비용은 동일하고 HLR 갱신에 따른 시그널링 비용 감소를 가져온다. 또한 계층구조를 갖는 LAI를 통해 위치갱신이 더 용이해졌다. 그렇다면 다음의 예제를 통해서 MS의 이동에 따른 위치갱신을 어떻게 수행되는지 확인하여 보자.

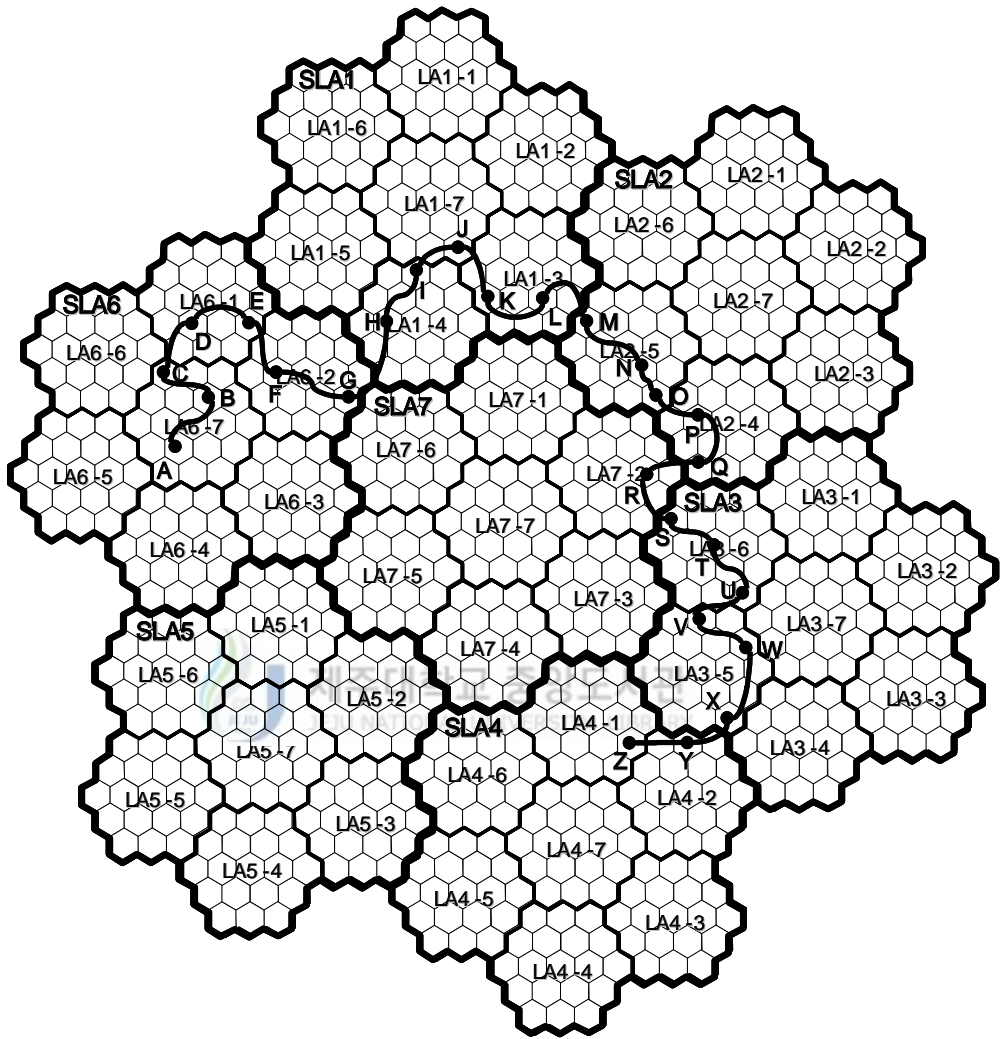


Figure 5. An example of moving path of a mobile terminal

〈Figure 5〉은 MS의 이동경로의 예를 보여준다. 기존 GSM에서의 기법과 제안된 기법간의 차이를 살펴보자. 처음에 모바일 사용자는 A에 위치하고 있어서, 두 기법 모두 LA6-7을 관리하는 MSC의 VLR에 저장되고 이 VLR은 HLR에 저장된다. MS가 A에서 B을 통해 C로 이동했을 때는, MS는 여전히 LA6-7에 있으므로 마찬가지로 두 기법 모두 어떠한 위치 갱신도 필요없다. 그러나 MS가 C에서 D로의

이동은 LA6-7에서 LA6-1로 이동한 것이므로 SLAC은 6으로 같고 LAIC만 7에서 1로 바뀐 것이다. 따라서 SLA6내에서의 이동이므로, 제안된 기법에서는 VLR만 LA6-1로 갱신된다. 그러나 GSM인 경우는 LA가 바뀌었으므로 VLR과 HLR 둘 다 갱신해야 한다. 이번엔 모바일 사용자가 G에서 H로 이동한 경우를 보면, LA6-2에서 LA1-4로 이동한 것이므로 SLAC가 6에서 1로 변경되었으므로 VLR뿐만 아니라 HLR도 갱신되어야 한다. GSM에서도 마찬가지로 LA가 바뀐 것이므로 VLR, HLR 둘 다 갱신된다. 이렇듯 제안된 기법은 LAI에서 SALC가 변경되었을 때만 HLR이 갱신이 필요함으로 HLR 갱신 회수를 확연히 줄임으로써 위치 갱신에 드는 시그널링 트래픽을 상당량 줄일 수 있다.

〈Table1〉은 모바일 사용자가 A에서 Z까지 이동했을 때에 MS에 저장된 LA와 갱신 저장기를 나열한 것이다. 이 예에서 GSM에서는 11번의 VLR과 11번의 HLR를 갱신이 필요하고 제안된 기법인 경우는 11번의 VLR과 5번의 HLR를 갱신해야 한다. 결과적으로 이 예에서는 제안된 기법은 GSM에서의 기법과 비교하면, VLR 갱신 회수는 동일하나 HLR 갱신 회수를 상당량 줄임으로써 이에 대한 시그널링을 반 이상 줄일 수 있었다. 일반적인 경우에 실질적으로 얼마나 위치(HLR) 갱신을 위한 트래픽을 줄일 수 있는지 다음 장에 성능평가를 통해 알아보자.

Table 1. The registered LA and updated registers in both the GSM and the proposed scheme for mobile user of Figure 5

| | 이동 경로 | 등록된 LA | GSM | 제안기법 |
|----|-------|--------|----------|----------|
| | | | 갱신된 레지스터 | 갱신된 레지스터 |
| 1 | A→B | LA6-7 | 없음 | 없음 |
| 2 | B→C | LA6-7 | 없음 | 없음 |
| 3 | C→D | LA6-1 | VLR, HLR | VLR |
| 4 | D→E | LA6-1 | 없음 | 없음 |
| 5 | E→F | LA6-2 | VLR, HLR | VLR |
| 6 | F→G | LA6-2 | 없음 | 없음 |
| 7 | G→H | LA1-4 | VLR, HLR | VLR, HLR |
| 8 | H→I | LA1-4 | 없음 | 없음 |
| 9 | I→J | LA1-7 | VLR, HLR | VLR |
| 10 | J→K | LA1-3 | VLR, HLR | VLR |
| 11 | K→L | LA1-3 | 없음 | 없음 |
| 12 | L→M | LA2-5 | VLR, HLR | VLR, HLR |
| 13 | M→N | LA2-5 | 없음 | 없음 |
| 14 | N→O | LA2-5 | 없음 | 없음 |
| 15 | O→P | LA2-4 | VLR, HLR | VLR |
| 16 | P→Q | LA2-4 | 없음 | 없음 |
| 17 | Q→R | LA7-2 | VLR, HLR | VLR, HLR |
| 18 | R→S | LA3-6 | VLR, HLR | VLR, HLR |
| 19 | S→T | LA3-6 | 없음 | 없음 |
| 20 | T→U | LA3-6 | 없음 | 없음 |
| 21 | U→V | LA3-5 | VLR, HLR | VLR |
| 22 | V→W | LA3-5 | 없음 | 없음 |
| 23 | W→X | LA3-5 | 없음 | 없음 |
| 24 | X→Y | LA4-2 | VLR, HLR | VLR, HLR |
| 25 | Y→Z | LA4-1 | VLR, HLR | VLR |

IV. 성능평가

이 장에서는 성능평가를 위한 기본 전제를 우선 제시하고, 기본적인 GSM과 우리가 제안한 기법(SLA가 7개의 LA로 구성된 경우와 SLA가 19개의 LA로 구성된 경우)에서의 사용자당 평균 위치(HLR) 갱신율을 비교하여 그 결과를 살펴보자.

1. 개요

PCS 네트워크가 <Figure 6> 와 같이 육각형의 셀들로 구성되어 있다고 가정한다. 그래서 각 셀들은 6개의 이웃한 셀을 갖게 된다. 링 개념(Bar-Noy 등 1995)을 사용하여 다음과 같이 정의한다. 여기서 LA의 크기는 LA를 구성하는 셀의 링의 개수 d 로 표현되어지고, 이 LA의 링은 1, 2, ..., d 로 중심 셀로부터 가장 가깝자 리 셀까지 번호가 매겨진다. 따라서 <Figure 6> 에서 (A), (B), (C), (D)영역은 각각 LA의 크기가 $d=1$, $d=2$, $d=3$, $d=4$ 인 LA를 의미한다. 사용자당 평균 위치 갱신율은 관련 Madhow와 Yeung(1995)에서의 거주 시간 개념을 이용한다. 모바일 사용자가 어떤 한 셀에 거주시간은 \overline{T}_d 을 평균으로 갖는 지수분포를 따른다고 가정하자. 평균 셀거주시간인 \overline{T}_d 은 성공적인 셀 변경 사이의 시간간격을 의미한다. 현재 셀에서 거주시간 \overline{T}_d 이 만기되었을 때 모바일 사용자는 1/6의 확률로 이웃 셀들 중 하나로 이동한다. 또한 모바일 사용자들은 서비스 영역에서 자유롭게 셀을 이동하고 변경한다. 따라서 셀 변경은 어떤 순간에도 일어날 수 있다고 가정한다. 또한 모바일 사용자의 이동은 확률적이고 독립적이고 통계적인 균형이 존재한다고 가정한다. 우리는 GSM에서의 기본적인 위치 갱신과 제안된 기법에서의 위치 갱신을 비교하기 위한 분석적 모델을 보여줄 것이다. 제안된 기법은 SLA가 그림으로 제시한 것처럼 7개의 LA로 이루어진 경우과, 이를 좀 더 확장하기 위해 LA 링을 하나 더 추가하여 SLA가 19개의 LA로 이루어진 경우도 포함하여 비교·분석하고

자 한다. 그리고 <Table2> 는 이 모델에 사용되어지기 위해 정의된 표기법이다.

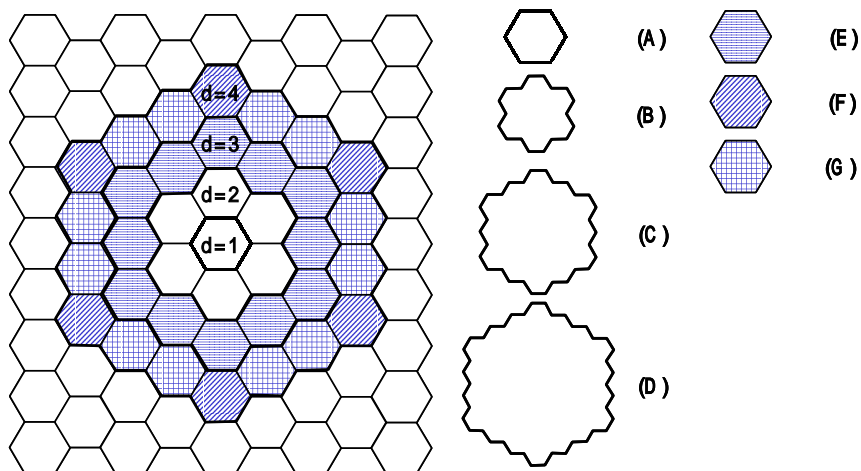


Figure 6. The LA having d rings

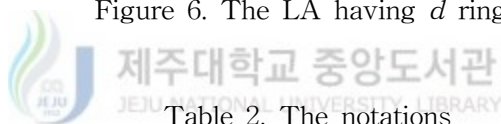


Table 2. The notations

| | |
|-----------------|------------------------------|
| \bar{K} | 한 셀안에 있는 모바일 사용자의 평균 수 |
| d | 한 LA의 크기 |
| \bar{T}_d | 사용자당 평균 셀 거주 시간 |
| N | 한 LA내의 총 모바일 사용자 수 |
| N_c | 한 LA내의 셀 수 : $3d^2 - 3d + 1$ |
| N_{bc} | 한 LA내의 경계셀 수 : $6(d-1)$ |
| N_S | 한 SLA내의 총 모바일 사용자 수 |
| N_{Sc} | 한 SLA내의 셀 수 |
| N_{Sbc} | 한 SLA내의 경계셀 수 |
| \bar{R}_{LA} | LA의 평균 위치(HLR) 갱신율 |
| \bar{R}_{SLA} | SLA의 평균 위치(HLR) 갱신율 |
| \bar{R}_{MS} | 사용자당 평균 위치(HLR) 갱신율 |

2. GSM에서 기존 위치(HLR) 갱신

기존 GSM에서의 사용자당 평균 위치(HLR) 갱신율을 구하기 위해서 우선 N 와 $\overline{R_{LA}}$ 각각을 구해보자. <Figure 5> 에처럼 LA의 크기 d 에 따른 한 LA내의 총 셀의 수 N_c 와 한 LA내의 총 모바일 사용자의 수 N 은 (1)식과 한 셀 안에 있는 모바일 사용자의 평균 수 \overline{K} 의 곱함으로써 구할 수 있다.

$$N_c = 3d^2 - 3d + 1 \quad (1)$$

$$N = N_c \times \overline{K} = (3d^2 - 3d + 1) \cdot \overline{K} \quad (2)$$

또한 LA의 크기 d 에 따른 LA내의 경계셀의 수는 LA의 크기가 d 인 LA의 총 셀의 수 $(3d^2 - 3d + 1)$ 에서 LA의 크기가 $(d-1)$ 인 LA의 총 셀의 수 $(3(d-1)^2 - 3(d-1) + 1)$ 를 뺀으로써 구할 수 있다. 따라서 LA의 크기 d 에 따른 LA내의 경계셀의 수는 (2)식과 같이 간단히 나타내어진다. 예를 들어 <Figure 6>에서 $d=3$ 인 LA가 (C)영역이라고 하면 그 LA의 경계셀은 가로줄무늬인 (E)로 표시된 12개의 셀이 된다.

$$N_{bc} = 6(d-1) \quad (3)$$

LA의 평균 위치(HLR) 갱신율 $\overline{R_{LA}}$ 를 구하기에 앞서, <Figure 6>에서 LA를 $d=4$ 인 (D)영역이라고 하자. 그러면 모바일 사용자는 자신이 속한 셀에서 1/6의 확률로 다른 셀로 이동할 수 있다고 가정했으므로, LA내의 경계셀 $N_{bc} = 6(d-1)$ 에서 보면 그 중 6개의 셀(<Figure 6>에서 대각선무늬인 (F)로 표시된 셀)에 있는 모바일 사용자들은 자신이 속한 LA에서 다른 LA내의 셀로(자신이 속한 LA외의 셀로) 이동할 확률은 3/6이 되고, 나머지 12($6(d-2)$)개의 셀(<Figure 6>에서 격자무늬인 (G)로 표시된 셀)에 있는 모바일 사용자들은 2/6의 확률로 다른 LA의 셀로

이동하게 된다.

즉 LA내의 경계셀의 N_{bc} 을 식(3)에서 식(4)로 표현하여 쓸 수 있고

$$N_{bc} = 6(d-2) + 6 \quad (4)$$

LA의 평균 위치(HLR) 갱신을 $\overline{R_{LA}}$ 는 LA내의 경계셀들에 있는 사용자들이 다른 LA내 셀로의 이동률이므로 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} \overline{R_{LA}} &= \left\{ \frac{2}{6} \times 6(d-2) + \frac{3}{6} \times 6 \right\} \times \overline{K} \times \frac{1}{T_d} \\ &= (2d-1) \cdot \overline{K} \cdot \frac{1}{T_d} \end{aligned} \quad (5)$$

그러면 사용자당 평균 위치(HLR) 갱신을 $\overline{R_{MS}}$ 는 식(2)에 구한 N 과 식(5)에 구한 $\overline{R_{LA}}$ 을 이용하여 다음과 같이 간단히 구할 수 있다.

$$\overline{R_{MS}} = \frac{\overline{R_{LA}}}{N} = \frac{2d-1}{3d^2-3d+1} \cdot \frac{1}{T_d} \quad (6)$$

3. SLA가 7개의 LA를 갖는 경우의 위치(HLR) 갱신

이제 우리가 제안한 기법에서 SLA가 7개의 LA를 갖는 경우에 대해서 사용자당 평균 위치(HLR) 갱신율을 구하기 위해서 앞서 N 와 $\overline{R_{LA}}$ 을 구해보자. SLA내의 LA들은 <Figure 6>에서 LA와는 똑같은 개념이므로 LA의 크기는 d 에 의해 정해지는 것은 똑같으나 여기서는 SLA내의 LA에서의 사용자들의 이동은 VLR 갱신만이 필요하고 HLR의 갱신이 없다. 단지 SLA간의 사용자의 이동이 있을 때만 HLR의 갱신이 필요하다는 것에 주의해야 한다.

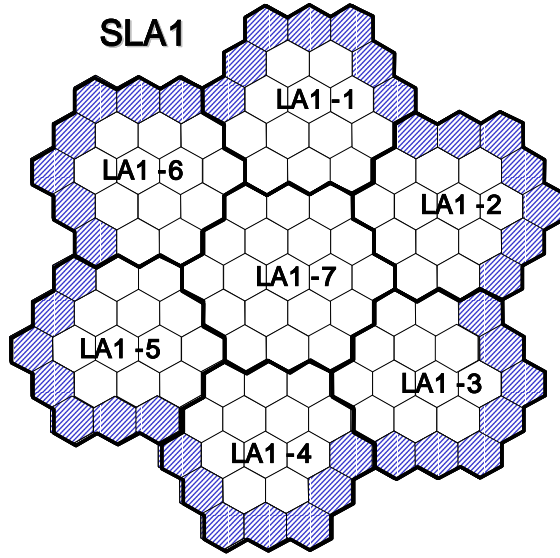


Figure 7. An SLA Architecture

〈Figure 7〉에서 한 SLA는 7개의 크기가 $d=3$ 인 LA로 구성되어 있다. 여기서 SLA는 7개의 LA를 가지고 있으므로, SLA내의 총 셀의 수 N_{Sc} 과 한 SLA내의 총 모바일 사용자의 수 N_S 각각 식(7)과 식(8)과 같이 주어진다.

$$N_{Sc} = 7 \times N_c = 7(3d^2 - 3d + 1) \quad (7)$$

$$N_S = N_{Sc} \times \bar{K} = 7(3d^2 - 3d + 1) \cdot \bar{K} \quad (8)$$

또한 SLA내의 경계셀에 해당되는 부분은 〈Figure 7〉에서처럼 빗금친 부분이며 SLA의 경계에는 6개의 LA로 구성되어진다. 우선 하나의 LA에서 SLA내의 경계셀 수를 구해보면 다음과 같다.

$$N_{bc} \times \frac{1}{2} + 1 = 6(d-1) \times \frac{1}{2} + 1 = 3(d-1) + 1 \quad (9)$$

따라서 SLA내의 경계셀은 총 6개의 같은 모양의 경계 LA로 구성되므로 식(9)에 6을 곱함으로써 간단하게 구할 수 있다.

$$N_{Sbc} = 6\{3(d-1) + 1\} \quad (10)$$

SLA은 똑같은 크기와 모양의 6개의 경계 LA로 구성되어 있으므로 한 LA에서 먼저 한번 생각해 보자.

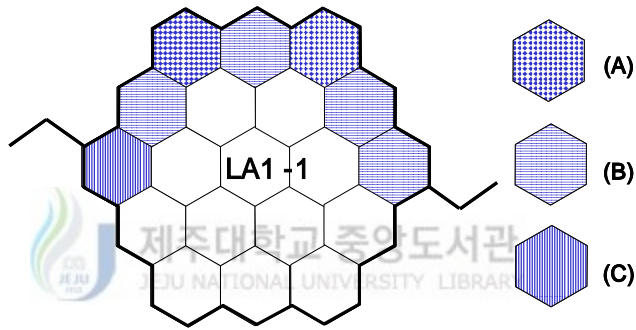


Figure 8. An LA(LA1-1) in SLA

〈Figure 7〉에서 SLA내의 경계에 있는 6개의 LA 중 LA1-1 하나에서 보면 SLA내의 경계셀에 해당되는 부분을 〈Figure 8〉에서처럼 다시 세분화할 수 있다. 격자무늬인 (A)로 표기된 2개의 셀에 있는 모바일 사용자들은 3/6의 확률로 다른 SLA에 있는 셀로 이동하고, 세로줄무늬인 (C)로 표기된 1개의 셀에 있는 모바일 사용자들은 1/6의 확률로 다른 SLA에 있는 셀로 이동하고, 나머지 가로줄무늬인 (B)로 표기된 $3(d-2)+1$ 개의 셀에 있는 모바일 사용자들은 2/6의 확률로 다른 SLA에 있는 셀로 이동한다. 따라서 SLA내의 경계셀의 수 N_{Sbc} 을 식(11)와 같이 수정할 수 있다. 또한 식(11)를 이용하여 SLA의 평균 위치(HLR) 갱신을 $\overline{R_{SLA}}$ 을 구해보면 식(12)과 같이 간략히 표현할 수 있다.

$$N_{Sbc} = 6[\{3(d-2) + 1\} + 2 + 1] \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \overline{R_{SLA}} &= 6 \left[\frac{2}{6} \{3(d-2) + 1\} + \frac{3}{6} \times 2 + \frac{1}{6} \times 1 \right] \frac{\overline{K}}{T_d} \\ &= (6d-3) \cdot \overline{K} \cdot \frac{1}{T_d} \end{aligned} \quad (12)$$

그러면 모바일 사용자당 평균 위치(HLR) 갱신을 $\overline{R_{MS}}$ 은 식(8)에 구한 N_S 와 식(12)에 구한 $\overline{R_{SLA}}$ 을 이용하여 다음과 같이 간단히 구할 수 있다.

$$\overline{R_{MS}} = \frac{\overline{R_{SLA}}}{N_S} = \frac{6d-3}{7(3d^2-3d+1)} \cdot \frac{1}{T_d} \quad (13)$$

4. SLA가 19개의 LA를 갖는 경우의 위치(HLR) 갱신

이번엔 우리가 제안한 기법에서 SLA가 19개의 LA를 갖는 경우에 대해서 마찬가지로 N 와 $\overline{R_{LA}}$ 을 구해보자. SLA 크기를 좀 더 크게 했을 때 모바일 사용자당 평균 위치(HLR) 갱신을 $\overline{R_{MS}}$ 이 얼마나 변화가 있는지 알아보기 위해서 <Figure 9>에서는 3절에 SLA를 한 링(LA단위) 더 확장하여 더 큰 SLA를 구성하였다. 이 절에서는 3절과 비교해보면 SLA가 19개의 LA로 구성되어 있다는 것 이외에 차이가 없다. SLA내의 LA이도 똑같이 LA의 크기는 d 에 의해 정해지고 SLA간의 사용자의 이동이 있을 때만 HLR의 갱신이 필요하다는 것도 같다. 그리고 SLA가 19개의 LA를 가지므로 <Figure 9>에서처럼 LA에 번호가 매겨질 수 있다.

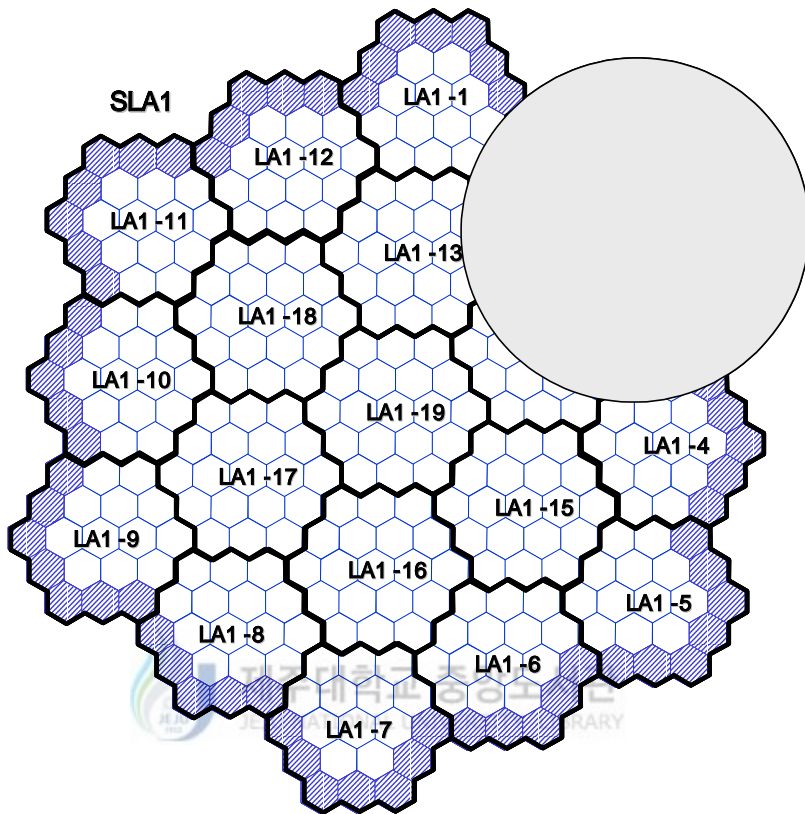


Figure 9. An SLA Architecture

〈Figure 9〉에서 한 SLA는 19개의 $d=3$ 인 LA로 구성되어 있다. SLA가 19개의 LA를 가지므로, SLA내의 총 셀의 수 N_{Sc} 과 한 SLA내의 총 모바일 사용자의 수 N_S 는 각각 식(14)과 식(15)과 같이 구할 수 있다.

$$N_{Sc} = 19 \times N_c = 19(3d^2 - 3d + 1) \quad (14)$$

$$N_S = N_{Sc} \times \bar{K} = 19(3d^2 - 3d + 1) \cdot \bar{K} \quad (15)$$

또한 SLA내의 경계셀에 해당되는 부분은 <Figure 9> 에서처럼 빗금친 부분이며 SLA의 경계에는 12개의 LA로 구성되어지며 한 LA에서 SLA내의 경계셀을 우선 구해보면 식(16)과 같다.

$$N_{bc} \times \frac{1}{3} + 1 = 6(d-1) \times \frac{1}{3} + 1 = 2(d-1) + 1 \quad (16)$$

또한 SLA내의 경계셀은 총 12개의 같은 모양의 경계 LA로 구성되므로 식(16)에 12를 곱함으로써 간단히 구할 수 있다.

$$N_{Sbc} = 12\{2(d-1) + 1\} = 6\{4(d-1) + 2\} \quad (17)$$

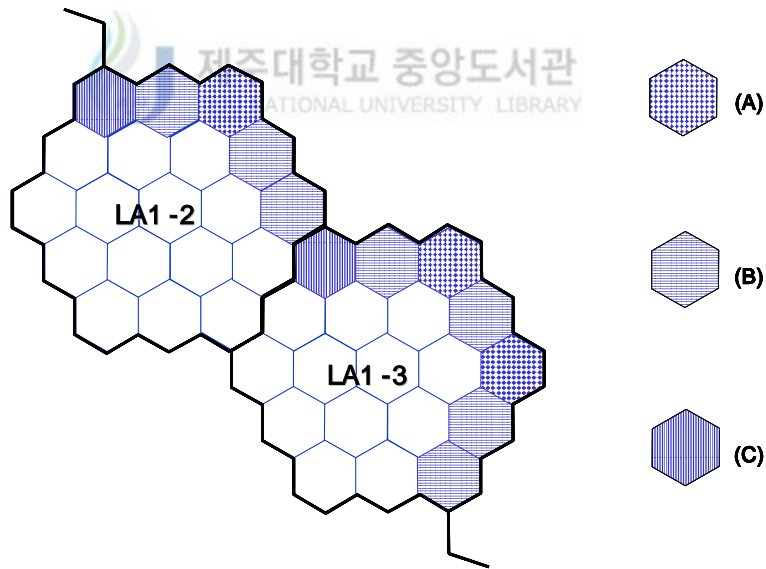


Figure 10. An LAs(LA1-2, LA1-3) in SLA

<Figure 9> 에서 보면 SLA내의 경계에 있는 12개의 LA 중 회색 원안에 들어가는 LA들만 보면 SLA내의 경계셀에 해당되는 부분을 <Figure 10> 에서처럼 다시 세분화할 수 있다. 전체 SLA내의 경계내에 있는 LA 영역은 <Figure 10> 과

모양이 똑같은 6개 있는 영역으로 이루어졌음을 볼 수 있다. 격자무늬인 (A)로 표기된 3개의 셀에 있는 모바일 사용자들은 3/6의 확률로 다른 SLA에 있는 셀로 이동하고, 세로줄무늬인 (C)로 표기된 2개의 셀에 있는 모바일 사용자들은 1/6의 확률로 다른 SLA에 있는 셀로 이동하고, 나머지 가로줄무늬인 (B)로 표기된 $4(d-2)+1$ 개의 셀에 있는 모바일 사용자들은 2/6의 확률로 다른 SLA에 있는 셀로 이동한다. 따라서 SLA내의 경계셀의 수 N_{Sbc} 을 식(18)과 같이 수정할 수 있다. 또한 이 식을 이용하여 SLA의 평균 위치(HLR) 갱신을 $\overline{R_{SLA}}$ 을 구해보면 식(19)과 같이 간략히 표현할 수 있다.

$$N_{Sbc} = 6[4(d-2)+1] + 3 + 2 \quad (18)$$

$$\begin{aligned} \overline{R_{SLA}} &= 6\left[\frac{2}{6}\{4(d-2)+1\} + \frac{3}{6} \times 3 + \frac{1}{6} \times 2\right] \frac{\overline{K}}{T_d} \\ &= (8d-3) \cdot K \cdot \frac{1}{T_d} \end{aligned} \quad (19)$$

그러면 모바일 사용자당 평균 위치(HLR) 갱신을 $\overline{R_{MS}}$ 은 식(15)에 구한 N_S 와 식(19)에 구한 $\overline{R_{SLA}}$ 을 이용하여 다음과 같이 간단히 구할 수 있다.

$$\overline{R_{MS}} = \frac{\overline{R_{SLA}}}{N_S} = \frac{8d-3}{19(3d^2-3d+1)} \cdot \frac{1}{T_d} \quad (20)$$

5. 결과 비교 분석

이제 위에서 구한 각각의 모바일 사용자당 평균 위치(HLR) 갱신을 $\overline{R_{MS}}$ 식(6)와 식(13)과 식(20)을 이용하여 결과를 비교하여 보자. 기존 논문에서 나와있는 것처럼 여기서도 셀 당 평균 모바일 사용자 수 \overline{K} 를 100명으로 가정하고 기존 GSM과 제

안 기법과의 LA의 크기와 평균 셀 거주시간에 따른 모바일 사용자당 평균 위치 (HLR) 갱신을 $\overline{R_{MS}}$ 의 값을 비교하였다. 편의상 GSM에서의 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신을 R_{MS} 라 하고 제안 기법의 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신을 각각 R_{MS}^* (SLA가 7개의 LA를 갖는 경우) R_{MS}^{**} (SLA가 19개의 LA를 갖는 경우)라 하자. 우선 평균 셀 거주시간 $\overline{T_d}$ 을 고정시키고 LA의 크기에 따라 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신의 변화를 살펴보자. 모바일 사용자의 이동성 패턴을 고려하여 평균 셀 거주시간 $\overline{T_d}$ 을 각각 1분, 4분, 8분으로 가정했을 때 LA의 크기에 따라 각각 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신의 차이를 보여주는 것이 <Figure 11> ~ <Figure 13> 이다.

<Figure 11> 은 평균 셀 거주시간 $\overline{T_d}$ 을 1분(이동성이 높은 모바일 사용자인 경우)으로 가정했을 때 LA의 크기 d 에 따른 기존 GSM과 제안된 기법의 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신이 어떻게 변하는지를 보여주고 있다. 그림에서 볼 수 있듯이 제안된 기법(SLA=7LA와 SLA=19LA)의 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신이 기존 기법의 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율보다 훨씬 작음을 알 수 있다. 제안된 기법에서도 SLA가 19개의 LA를 갖는 경우가 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율이 가장 작음을 알 수 있다. 또한 LA의 크기 d 가 작은 경우에 각 갱신율의 차이는 상당히 크고, LA의 크기가 증가함에 따라 각 갱신율은 감소하고 그 갱신율의 차이 역시 감소한다. 그렇다면 X축(LA의 크기)의 특정점에서 값을 비교하여 보자. $d=3$ 인 경우에 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율을 보면 $R_{MS}=0.26316$, $R_{MS}^*=0.11278$, $R_{MS}^{**}=0.05817$ 이다. 즉, R_{MS} 의 값이, R_{MS}^* 의 값보다 2.3배 정도 크고 R_{MS}^{**} 의 값보다는 4.5배정도 크다. 그리고 d 가 18이상으로 크기가 커지면 GSM에서의 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율이, SLA가 7개의 LA를 갖는 경우에 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율과의 차이는 0.022이하가 되고 LA가 19개의 LA를 갖는 경우에 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율과의 차이는 0.030이하가 된다.

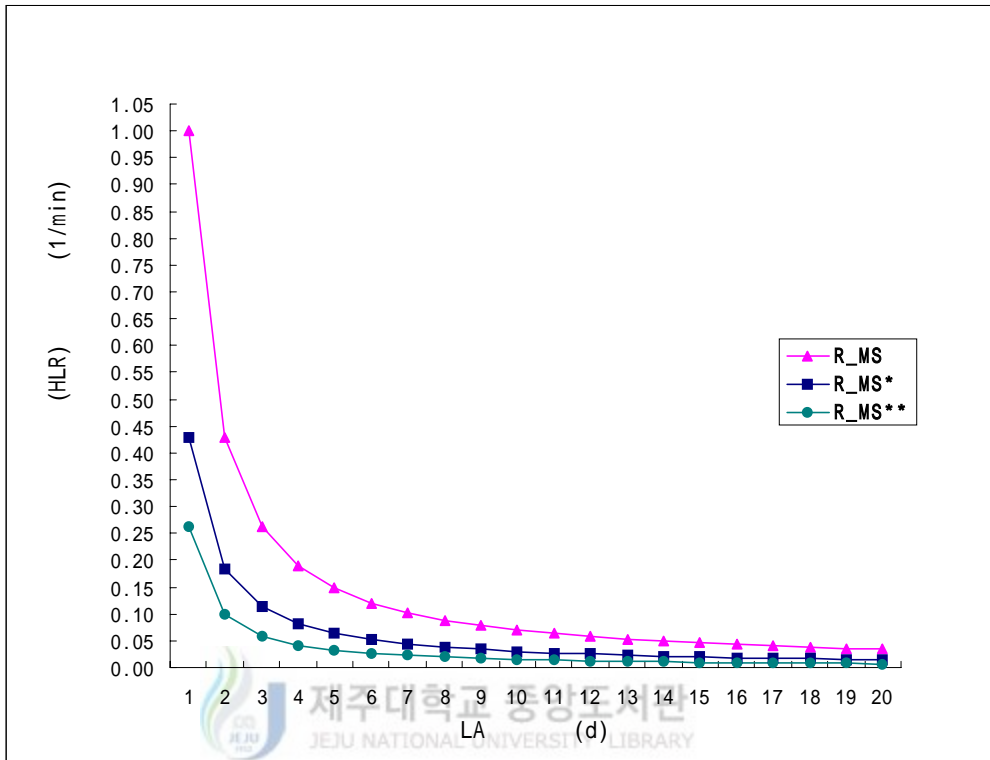


Figure 11. The average HLR update rate per user by LA's size with $\overline{T_d}=1$

〈Figure 12〉는 평균 셀 거주시간 $\overline{T_d}$ 을 4분으로 가정했을 때의 LA의 크기별 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율의 변화를 보여주고 있다. 이것은 〈Figure 11〉보다는 모바일 사용자가 셀에 머무는 시간이 좀 더 긴 경우(이동성이 다소 낮은 모바일 사용자인 경우)로써 여기서도 역시 제안된 기법(SLA=7LA와 SLA=19LA)에서의 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율이 기존 GSM 기법보다 작음을 확인할 수 있다. 〈Figure 11〉과 비교해보면 전체적으로 각각의 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율은 감소하였으며 그 차이 역시 줄어들었음을 볼 수 있다. 〈Figure 11〉과 마찬가지로 제안된 기법에서도 SLA가 19개의 LA를 갖는 경우가 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율이 가장 작음을 알 수 있다. 또한 LA의 크기 d 가 작은 경우에 여전히 갱신율의 차이는 크나, LA의 크기가 증가함에 따라 각 갱신율의 감소는 급격히 빨라지고 어느 정도가 되면 거의 일정해짐을 알 수 있다. 여기서도 마찬가지로

로 특정점에서 이를 확인해 보자. $d=3$ 인 경우에 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율을 보면, $R_{MS}=0.06579$, $R_{MS^*}=0.02820$, $R_{MS^{**}}=0.01454$ 으로 전체적으로 갱신율이 많이 줄어들었다. 그리고 d 가 5이상으로 크기가 커지면 GSM에서의 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율이, SLA가 7개의 LA를 갖는 경우에 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율과의 차이는 0.021이하가 되고 LA가 19개의 LA를 갖는 경우에 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율과의 차이는 0.029이하가 된다.

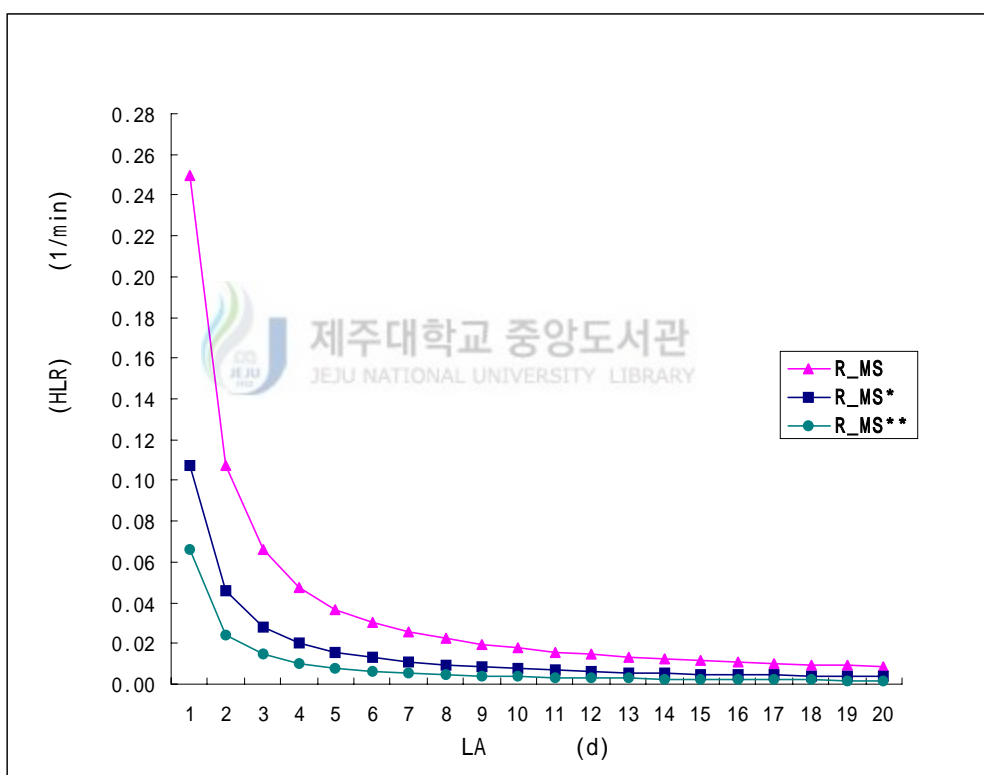


Figure 12. The Average HLR update rate per user by LA's size with $\overline{T_d}=4$

〈Figure 13〉은 평균 셀 거주시간 $\overline{T_d}$ 을 8분으로 가정했을 때의 LA의 크기별 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율의 변화를 보여주고 있다. 이것은 앞에 〈Figure 11〉과 〈Figure 12〉에 비해 모바일 사용자가 셀에 머무는 시간이 훨씬 긴 경우(이동성이 아주 낮은 모바일 사용자인 경우)로써 여기서도 전체적으로 모바일 사용

자당 평균 HLR 갱신율이 많이 감소하였으며 그 차이는 더 줄어들었다는 것을 제외하고는 전자의 두 그림과 똑같다. 또한 LA의 크기 d 가 작은 경우에는 여전히 각 갱신율이 차이는 있으나, LA의 크기가 증가함에 따라 각 갱신율은 감소는 급격해지다가 LA의 크기가 일정 크기가 되면 거의 일정해진다. 여기서도 $d=3$ 인 경우에 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율을 보면, $R_{MS}=0.03289$, $R_{MS^*}=0.01410$, $R_{MS^{**}}=0.00727$ 으로 전체적으로 갱신율이 상당히 많이 줄어들었다. 그리고 d 가 3 이상으로 크기가 커지면 GSM에서의 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율이, SLA가 7개의 LA를 갖는 경우에 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율과의 차이는 0.019이하가 되고 LA가 19개의 LA를 갖는 경우에 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율과의 차이는 0.026이하가 된다.

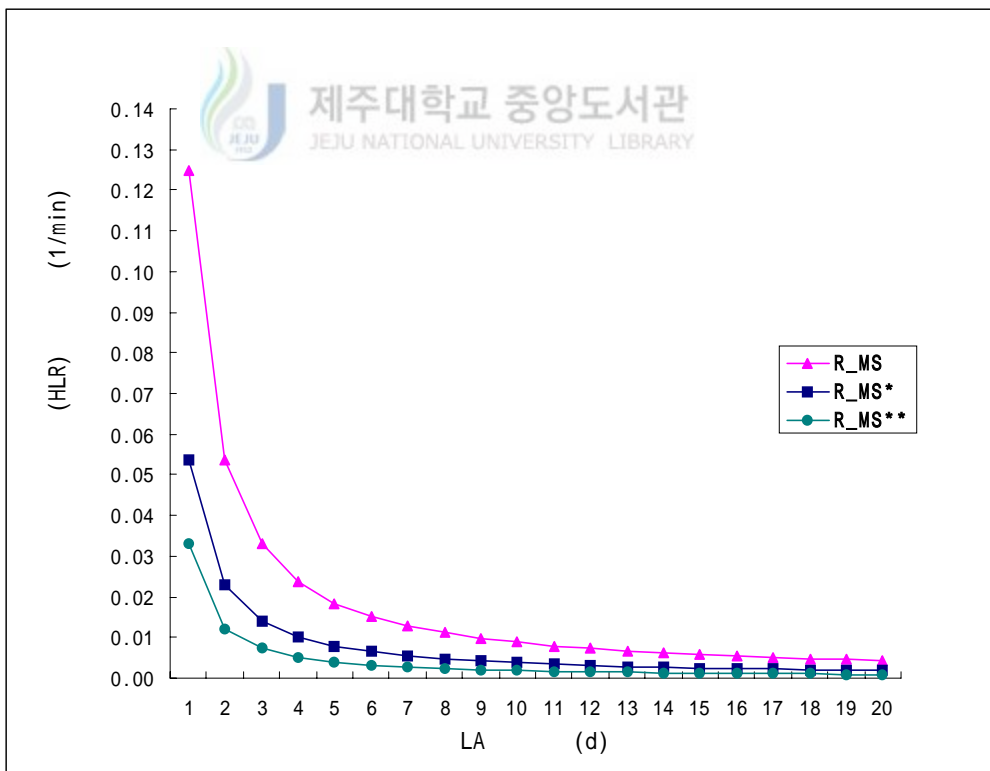


Figure 13. The Average HLR update rate per user by LA's size with $\overline{T_d}=8$

앞에서 〈Figure 11〉 ~ 〈Figure 13〉에서 평균 셀 거주시간 $\overline{T_d}$ 이 증가함에 따라 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율이 감소함을 볼 수 있었다. 그렇다면 이번에는 LA의 크기를 고정시키고 평균 셀 거주시간 $\overline{T_d}$ 에 따라 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율의 변화를 자세히 살펴보자. LA의 크기를 고려하여 LA의 크기 d 을 각각 3, 6, 9으로 가정했을 때 평균 셀 거주시간 $\overline{T_d}$ 에 따라 각각 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율의 차이를 보여주는 것이 〈Figure 14〉 ~ 〈Figure 16〉이다.

〈Figure 14〉은 LA의 크기 d 을 3(LA의 크기가 작은 경우)으로 가정했을 때 평균 셀 거주시간 $\overline{T_d}$ 에 따른 기존 GSM과 제안된 기법의 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율이 어떻게 변하는지를 보여주고 있다. 그림에서 볼 수 있듯이 제안된 기법(SLA=7LA와 SLA=19LA)의 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율이 기존 GSM 기법의 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율보다 훨씬 작음을 알 수 있다. 제안된 기법 중에서도 SLA가 19개의 LA로 이루어진 경우가 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율이 가장 작음을 알 수 있다. 또한 평균 셀 거주시간 $\overline{T_d}$ 가 짧은 경우에 각 갱신율은 상당한 차이가 있고, $\overline{T_d}$ 가 증가함에 따라 각 갱신율은 감소하고 그 갱신율의 차이 역시 감소한다. 그렇다면 X축(평균 셀 거주시간)의 특정점에서 값을 비교하여 보자. $\overline{T_d}$ =1분인 경우에 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율을 보면, $R_{MS}=0.26316$, $R_{MS^*}=0.11278$, $R_{MS^{**}}=0.05817$ 이다. 즉, R_{MS} 의 값이, R_{MS^*} 의 값보다 2.3배정도 크고 $R_{MS^{**}}$ 의 값보다는 3.8배정도 크다. 그리고 $\overline{T_d}$ 가 15분 이상으로 길어지면 GSM에서의 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율이, SLA가 7개의 LA를 갖는 경우에 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율과의 차이는 0.0100이하가 되고 LA가 19개의 LA를 갖는 경우에 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율과의 차이는 0.0137이하가 된다.

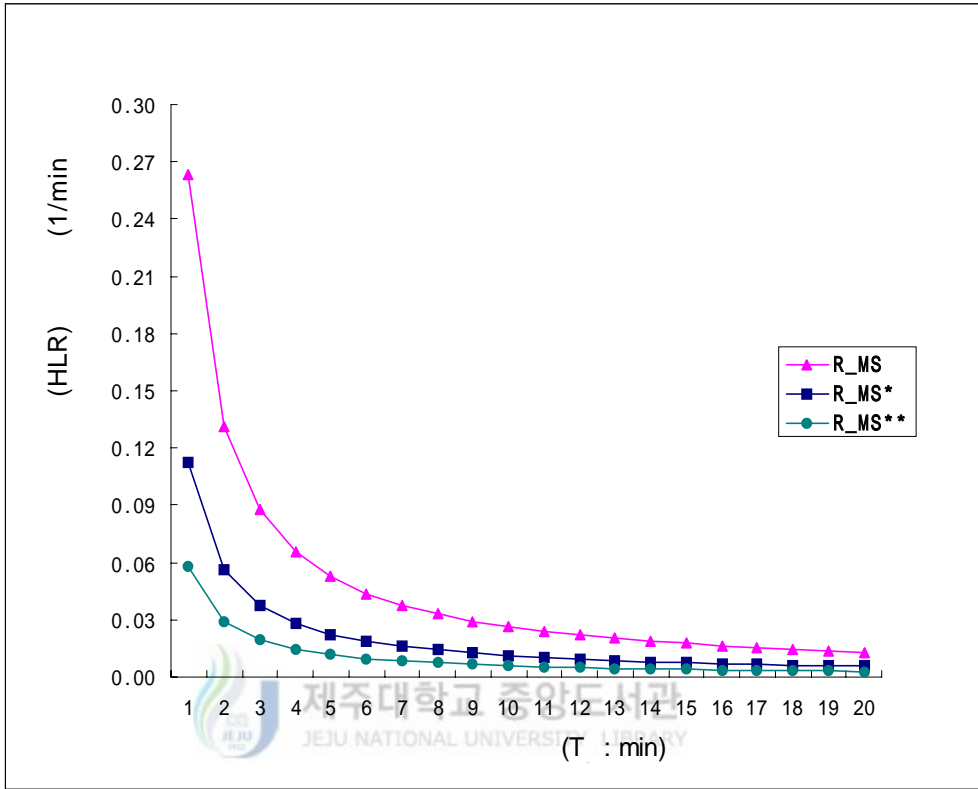


Figure 14. The Average HLR update rate per user by dwell time with $d=3$

〈Figure 15〉은 LA의 크기 d 을 6으로 가정했을 때 평균 셀 거주시간 $\overline{T_d}$ 에 따른 기존 GSM과 제안된 기법의 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율이 어떻게 변하는지를 보여주고 있다. 이것은 〈Figure 14〉에 비해 LA의 크기가 다소 큰 경우로써 그림에서 볼 수 있듯이 여기서도 제안된 기법(SLA=7LA와 SLA=19LA)의 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율이 기존 GSM 기법의 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율보다 작음을 알 수 있다. 〈Figure 14〉와 비교해보면 전체적으로 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율은 감소하였으며 그 차이 역시 줄어들었음을 알 수 있다. 〈Figure 14〉과 마찬가지로 제안된 기법 중에서도 SLA가 19개의 LA로 이루어진 경우가 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율이 가장 작음을 알 수 있다. 또한 평균 셀 거주시간 $\overline{T_d}$ 가 짧은 경우에 각 갱신율의 차이가 크나, $\overline{T_d}$ 가 증가함에 따라 각 갱신율의 감소는 더 빨리 이루어지고 어느 정도가 되면 거의 일정해짐을 알 수 있다. 여기서도 마찬가지로 특정점을 통해 값을 확인해 보자. $\overline{T_d}=1$ 분인 경우에 모

바일 사용자당 평균 HLR 갱신율을 보면, $R_{MS}=0.12088$, $R_{MS^*}=0.05181$, $R_{MS^{**}}=0.02603$ 으로 전체적으로 갱신율이 많이 줄어들었다. 그리고 $\overline{T_d}$ 가 6분이 상으로 길어지면 GSM에서의 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율이, SLA가 7개의 LA를 갖는 경우에 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율과의 차이는 0.0115이하가 되고 LA가 19개의 LA를 갖는 경우에 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율과의 차이는 0.0158이하가 된다.

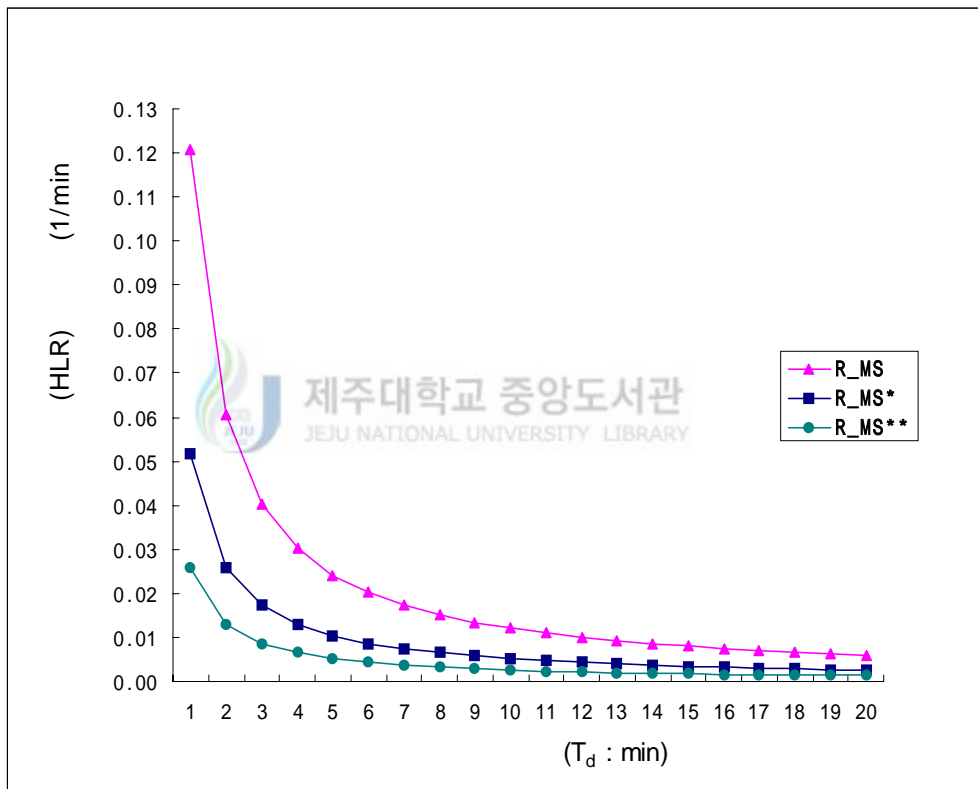


Figure 15. The Average HLR update rate per user by dwell time with $d=6$

〈Figure 16〉은 LA의 크기 d 을 9으로 가정했을 때 평균 셀 거주시간 $\overline{T_d}$ 에 따른 기존 GSM과 제안된 기법의 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율이 어떻게 변하는지를 보여주고 있다. 이것은 앞의 〈Figure 14〉와 〈Figure 15〉에 비해 LA의 크기가 아주 큰 경우로써 여기서도 전체적으로 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율이 많이 감소하였으며 그 차이는 더 줄어들었다는 것을 제외하고는 똑같다. 또

한 평균 셀 거주시간 $\overline{T_d}$ 가 짧은 경우에는 여전히 각 갱신율의 차이가 크나, $\overline{T_d}$ 가 증가함에 따라 각 갱신율의 감소는 급격해지다가 평균 셀 거주시간이 어느 정도가 되면 거의 일정해진다. 여기서도 $\overline{T_d}=1$ 분인 경우에 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율을 보면, $R_{MS}=0.07834$, $R_{MS^*}=0.03357$, $R_{MS^{**}}=0.01674$ 으로 전체적으로 갱신율이 상당히 많이 줄어들었다. 그리고 $\overline{T_d}$ 가 4분이상으로 길어지면 GSM에서의 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율이, SLA가 7개의 LA를 갖는 경우에 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율과의 차이는 0.0112이하가 되고 LA가 19개의 LA를 갖는 경우에 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신율과의 차이는 0.0154이하가 된다.

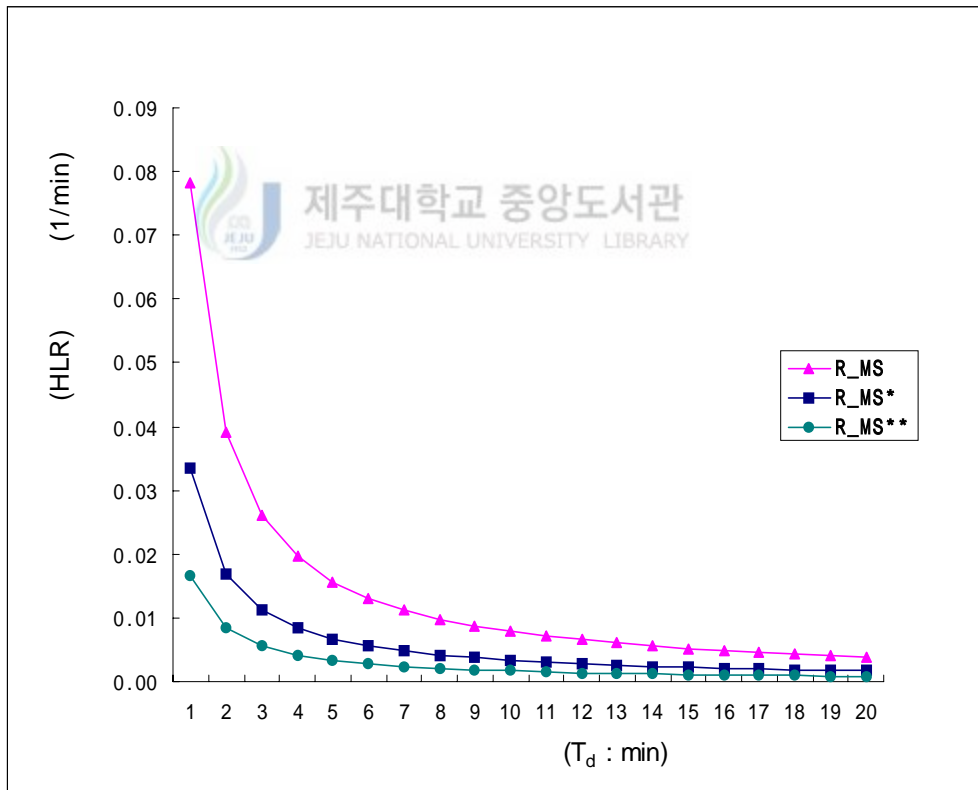


Figure 16. The Average HLR update rate per user by dwell time with $d=9$

결론적으로 제안된 기법은 기존 GSM에 비해 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신을 확연히 줄일 수 있다. 또한 LA의 크기가 작을수록 평균 셀 거주시간이 짧을수록 모바일 사용자당 평균 HLR 갱신이 현저히 감소함을 알 수 있다. 특히 LA의 크기가 6보다 크지 않고 사용자당 평균 셀 거주시간이 1~3분(모바일 사용자가 이동성이 다소 높은 경우)정도로 짧으면 효과를 많이 볼 수 있음을 알 수 있다. 게다가 VLR의 갱신과 페이징 모두 두 기법 모두 똑같으므로 VLR의 갱신에 드는 비용과 페이징하는데 드는 비용 역시 똑같다. MSC/VLR 입장에서 LA가 계층 구조를 가지게 함으로써 LA들을 관리하기가 훨씬 쉬어졌다. 또한 LA를 분할하는데 드는 비용 역시 LA를 그룹화한 SLA구조만 더 추가될 뿐 별 차이가 없다. 최종적으로 제안된 기법이 기존 GSM에서보다 나음을 확인할 수 있다.



V. 결 론

이 논문에서 우리는 이동 무선 통신 시스템에서 위치 갱신에 따른 시그널링 트래픽을 줄이기 위해 SLA를 이용한 효과적인 위치 갱신 기법을 제안하였다. 제안된 기법은 기존 GSM방식에서 발생하는 빈번한 위치 갱신으로 인한 네트워크 자원의 낭비를 없앨 수 있었다. 또한 LA의 분할에 있어서, 기본 LA구조에서 그룹화된 SLA만 추가하고 LAI를 계층구조로 새로 구성하는 것을 제외하고는 네트워크 구조는 별 다른 변경 없이 모델링할 수 있다. 다만 VLR과 MSC가 LA가 아닌 LA의 클러스터인 SLA를 관리해야 부담이 있다. 그러나 LAI의 LAC 부분이 SLAC와 LAIC 등으로 계층구조로 되어있고 이 LAI 정보에 SLA의 구분 정보(SLAC)가 들어있으므로 관리에 별 어려움은 없다. 반면 페이징 기법은 기존의 기법을 그대로 이용하고 있어 페이징에 따른 비용은 증가되지 않으므로 전체적인 위치 관리 비용은 상당량 감소된다. 이 논문에서 성능평가를 위해서 분석적 모델을 제시하였으며 그 결과에서 볼 수 있듯이 모바일 사용자당 HLR 갱신율이 평균 거주 시간별이나 LA의 크기별로 기존 GSM에서보다 모두 감소함을 볼 수 있다. 또한 평균 거주 시간이 작을수록, 그리고 LA의 크기가 작을수록 사용자당 HLR 갱신율의 감소율이 커짐을 알 수 있다. 따라서 이동이 잦은 모바일 사용자가 많거나 LA의 크기는 다소 적은 LA 분할 구조에서 유용하다. 여기서는 SLA구성을 모두 똑같이 하였으나, 지역에 따라(모바일 사용자의 이동성에 따라) SLA의 구성을 달리 하여 적용할 수 있다. 앞으로 이 기법을 기존 다른 기법과 혼합 및 연결하거나 응용하여 훨씬 효과적인 기법을 찾을 수도 있을 것이다.

VI. 참고문헌

- Bar-Noy, A., I. Kessler and M. Sidi. 1995. Mobile users : To update or not to update?. *Wireless Networks*, 1(2) 175-185.
- Baumann, F.V. and I.G. Niemegeers. An evaluation of location management procedures. 1994. *Universal Personal Communications, 1994 Third Annual International Conference on*, 359 -364
- Chu, T. -P. and S. S. Rappaport. 1997. Overlapping Coverage with Reuse Partitioning in Cellular Communication Systems. *IEEE Transaction on Vehicular Technology.*, 46(1).
- Colombo, G. and H. Hegeman. 1994. Network architecture and functionalities in UMTS. Proc. *IEEE/ICCC PIMRC '94, Wireless Networks*, 3, The Hague, 844-851.
- Cox, D. C. 1995. *Wireless personal communications : what is it. IEEE Pers. Commun.*, 2(2) 20-35.
- Das, D. K. and S. K. Sen, 1999 Adaptive location prediction strategies based on a hierarchical network model in a cellular mobile, *The computer journal* 42(6) 473-484
- EIR/TIA. 1995. *Cellular Radio Telecommunication Intersystem Operations. TIA/EIA PN-2991.*
- Gu, D. and S. S. Rappaport. 1999. Mobile user registration in cellular systems with overlapping location areas. *Proc. VTC'99*, 802-806.
- Jain, R., Y. -B. Lin, C. LO and S. Mohan. 1994. A caching strategy to reduce network impacts of PCS. *IEEE J. Sel. Areas Commun.*, 12(8) 1434-1444.
- Jain, R., Y. -B. Lin, C. LO and S. Mohan. 1995. A forwarding strategy to reduce network impacts of PCS. *Proceedings of IEEE IMFOCOM '95*, 1(2) 481-489.

- Kim K., K. W. Yang and J. M. Gil. Chong-Sun Hwang. Tracking mobile users using user locality in mobile computing systems. Proceedings. 1999 International Workshops on , 1999 428 -433
- Kim, S. J. and C. Y. Lee. 1996. Modelling and analysing of the dynamic location registration and paging in microcellular systems. *IEEE Trans. Veh. Technol.*, 45(1) 82-90.
- Kruijt, N. E., D. Sparreboom, F. C. Schoute and R. Prasad. 1998. Location management strategies for cellular mobile networks. *Electronics & Communication Engineering Journal*, 10(2) 64-72.
- Lin, Y. -B. and S. K. DeVries. 1995. PCS network signalling using SS7. *IEEE Personal Commun. Mag.*, 44-55.
- Lin, Y. -B. and W. -N. Tsai. 1998. Location tracking with distributed HLRs and pointer forwarding. *Proc. IEEE Transaction Vehicular Technology.*, 47(1) 59-64.
- Madhow, M., M. L. Honig and K. Steglitz. 1995. Optimization of wireless resources for personal communications mobility tracking. *IEEE/ACM Trans. Netw.*, 3(6) 698-707.
- Meier-Hellstern, K. S. and Alonso, E. 1992. The use of SS7 and GSM to support high density personal communications. *IEEE ICC/SUPERCOMM '92*, 3, Chicago, 1698-1702.
- Mouly, M. and M. B. Pautet. 1992. *The GSM System for Mobile Communications*. 49 rue Louise Bruneau, Palaiseau, France.
- Pollini, G. P., K. S. Meier-Hellstern and D. J. GOODMAN. 1995. Signalling traffic volume generated by mobile and personal communications. *IEEE Commun. Mag.*, 33(6) 60-65.
- Reilly, P. I. 1992. Signal traffic in the pan European digital cellular radio (GSM) system. Proceedings of IEEE Vehicular Technology Society 42nd YTS conference, 2 721-726.

- Tabbane, N. and S. Tabbane. 1996. Database architectures and location strategies for mobility management in mobile radio systems. Proc. Workshop on Multiaccess Mobility and Teletraffic for Personal Communications, Paris, France.
- Tabbane, S. 1995. An alternative strategy for location tracking. *IEEE Sel. Areas Commun.*, 13(5) 880-892.
- Tabbane, S. 1997. Location management methods for third-generation mobile systems. *IEEE Commun. Mag.*, 72-84.
- Thomas R., H. Gilbert, and G. Mazziotto. 1988. Influence of the movement of the mobile station on the performance of a radio cellular network. Proceedings of 3rd of Nordic Seminar
- Wang, K., J.-M. Liao and J.-M. Chen. 2000. Intelligent location tracking strategy in PCS. Communications, IEE Proceedings, 147(1) 63 -68.
- Weng, C. -M. and P. -W. Huang, 2000. Modified group method for mobility management Computer Communications 23, 115-122.
- Yeung, K. L. and T. -S. P. Yum. 1995. A comparative study on location tracking strategies in cellular mobile radio systems. Proc. IEEE GLOBECOM '95, 1 22-28
- 정대우, 추현승, 윤희용, 박경린. 2001. 개인 이동 통신상에서 가상 계층을 이용한 위치 갱신 트래픽의 감소. 한국 시뮬레이션학회 논문지, 20(2) 47-59