

# 이동통신 네트워크에서 서로 다른 크기의 위치 영역을 가지는 개별 및 그룹 위치 관리에 기반한 효과적인 위치 관리 기법

중신회원 정 윤 원\*

## An Efficient Location Management Scheme based on Individual and Group Location Managements with Different Sized Location Areas in Mobile Communication Networks

Yun Won Chung\* *Lifelong Member*

요 약

그룹 위치 관리에서는 복수의 이동 가입자(MS: mobile subscriber)가 승차하고 있는 운송 시스템(TS: transportation system)이 위치 영역(LA: location area)을 변경시, MS의 개별 위치 등록 없이 TS의 그룹 위치 등록만을 통해 위치 관리를 수행한다. 기존의 연구에서는 대부분 그룹 위치 관리의 LA를 개별 위치 관리의 LA와 동일하게 가정하고 있으나 승차상태의 MS들은 이동 속도나 총 착신호 도착률의 관점에서 하차상태의 MS와 다른 특성을 가지고 있어 동일한 크기의 LA를 가정하는 것은 적절하지 않다. 이에, 본 논문에서는 서로 다른 크기의 LA를 가지는 개별 및 그룹 위치관리에 기반한 효과적인 위치 관리 기법을 제안하고, 그 성능을 무선 구간에서 신호 비용의 측면에서 분석하였다. 분석 결과 제안 기법은 그룹 위치 관리를 위한 적절한 크기의 LA를 선택함으로써 기존 기법보다 우수한 성능을 가지게 됨을 보였다.

Key Words : Location management, Location registration, Paging, Location area, Group

ABSTRACT

In group location management, when a transportation system (TS) with multiple mobile subscribers (MSs) changes location area (LA), location management is performed by group location registration without individual location registrations of MSs. In previous works, although it is assumed that LAs in both individual and group location managements are the same, it is not appropriate to assume the same sized LAs since MSs in a TS have different characteristics from MSs which are not in a TS from the aspect of the speed and aggregate call arrival rates. Thus, in this paper, we propose an efficient location management scheme based on individual and group location managements with different sized LAs, and the performance of the proposed scheme is analyzed from the aspect of signaling cost at the wireless interface. Results reveal that the proposed scheme outperforms the conventional scheme by selecting an appropriate sized LA for group location management.

\* 본 연구는 숭실대학교 교내연구비 지원으로 이루어졌음.

\* 숭실대학교 정보통신전자공학부 무선네트워크 연구실 (ywchung@ssu.ac.kr)

논문번호 : KICS2007-10-472, 접수일자 : 2007년 10월 17일, 최종논문접수일자 : 2007년 12월 17일

## I. 서 론

이동통신 네트워크에서 위치 관리는 MS가 자신의 위치를 네트워크에 알리는 위치 등록 과정과 MS에게 착신호가 발생하였을 때 MS의 위치를 찾기 위한 페이징 과정으로 구성되며 많은 연구가 진행되어 오고 있다<sup>[1]</sup>. 위치 등록 과정에서는 MS가 자신의 LA 정보를 방문자 위치 등록기 (VLR: visitor location register)에 등록하고, VLR은 MS와 자신의 식별자를 홈 위치 등록기 (HLR: home location register)에 등록한다. 페이징 과정에서는 착신 MS의 HLR 및 VLR에 저장된 정보를 이용하여 착신 MS가 위치하고 있는 LA를 알아내고 이 LA내의 모든 기지국으로의 페이징을 통해 착신 단말의 기지국으로 호를 전달한다.

위치 등록은 위치 등록이 발생하는 조건에 따라 영역 기반<sup>[2]</sup>, 타이머 기반<sup>[3]</sup>, 이동 기반<sup>[3]</sup>, 거리 기반<sup>[4]</sup> 위치 등록 등으로 구분된다. 영역 기반 위치 등록에서는 MS가 LA를 변경할 때마다 위치 등록을 수행한다. 타이머, 이동, 거리 기반 위치 등록에서는 각각 가장 최근의 위치 등록에서 정해진 시간, 셀의 수, 거리가 변경되었을 때마다 위치 등록을 수행한다. 이러한 위치 등록 기법 간에는 tradeoff가 존재하는데 IS-41이나 GSM과 같은 이동통신 네트워크에서는 구현의 용이성으로 인해 영역 기반 위치 등록이 널리 사용되고 있다. 영역 기반 위치 관리 기법에서는 LA의 크기에 따라 위치 등록 및 페이징 횟수 사이에 tradeoff가 발생하게 된다. 즉, LA의 크기가 작은 경우에는 위치 등록이 자주 발생하는 반면, 페이징은 감소하게 되고, 반대의 경우, 위치 등록은 감소하는 반면 페이징은 증가하게 된다. 따라서, 기존의 위치 관리 연구에서는 위치 등록이나 페이징의 횟수를 감소시키거나 혹은 전체적인 위치 관리 메시지의 횟수를 줄이기 위한 연구가 주로 수행되어 왔다<sup>[1]</sup>.

최근 들어, 복수의 MS가 자동차, 버스, 기차 등의 TS에 승차한 상태에서 TS가 LA를 변경할 때, MS들은 별도의 위치 등록을 수행하지 않고 단지 TS만 위치 등록을 수행함으로써 승차하고 있는 모든 MS들의 위치 관리를 효과적으로 수행하는 그룹 위치 관리<sup>[5]-[10]</sup>에 대한 연구가 진행되어 오고 있다. 그룹 위치 관리에서 MS는 TS에 승차시 그룹 등록을 수행하여 HLR에 현재 승차 중인 TS의 ID를 저장하고, 하차시 그룹 등록 취소를 수행하여 HLR에 저장된 TS의 ID를 삭제한다. TS에 승차중인 MS는

LA 변경시 별도의 위치 등록을 수행하지 않고 TS만 위치 등록을 수행하며, MS로의 착신호가 발생하면 MS 및 TS의 HLR 및 VLR에 저장된 위치 정보를 이용하여 호를 전달하게 된다.

[5]에서 저자들은 개인 휴대 통신 네트워크에서 TS를 식별하기 위한 대표 식별자의 개념을 도입한 그룹 위치 관리 기법을 제안하고 이의 성능을 IS-41과 비교하였다. [6]에서는 매 셀을 변경할 때마다 위치 등록을 수행하는 셀 기반 그룹 위치 관리 기법을 제안하였으며 기존의 LA 변경시에만 위치 등록을 수행하는 기법과 그 성능을 비교하였다. [7]에서 저자들은 TS의 위치 정보를 저장하는 위치 등록기를 분산형으로 배치하고 그 성능을 기존의 집중형 구조와 비교하였다. [8]에서 저자들은 TS에 MS가 승차할 때 그룹 등록을 수행하는 과정을 제안하고 MS에게 착신호가 발생하였을 때 MS 및 TS의 위치 등록기에 저장된 정보를 활용하여 착신호를 효과적으로 전달하기 위한 구조를 제안하였다. [9]에서 저자들은 MS가 TS에 승차한 후 새로운 LA로 이동하기 전에 하차하는 경우 그룹 등록 및 취소 비용이 불필요하게 발생하는 특성을 이용하여, MS가 TS에 승차 후 바로 그룹 등록을 하지 않고 최초의 LA를 변경하는 시점에서 그룹 등록을 수행하는 것을 제안하였다. [10]에서 저자들은 TS에 승차하고 있는 MS들을 대표하기 위한 리더 MS를 정의하고 각각의 MS에 의한 위치 등록 대신 리더 MS에 의한 그룹 위치 등록을 제안하였으며, 그 성능을 채널 접속 비용의 관점에서 분석하였다.

[5]-[9]에서와 같이 그룹 위치 관리에 관한 기존의 연구들은 주로 MS가 TS에 승차한 상태에서의 위치 관리만 고려하였으며, MS가 하차한 상태에서의 개별 위치 관리는 동시에 고려하지 않았다. 또한, TS가 위치 등록을 수행하는 기준이 되는 LA도 대부분 하차 상태에 있는 개별 MS를 위해 정의된 개별 위치 관리에서의 LA와 동일하게 가정하였다. 비록, [6]에서 매 셀을 변경할 때마다 위치 등록을 수행하는 그룹 위치 관리 기법을 제안하고 있으나, 그룹 위치 관리를 위한 복수개의 셀로 구성된 동적인 크기의 LA는 고려되지 않고 있다. 그러나, TS에 승차하고 있는 MS들의 이동 속도나 총 착신호 도착률의 관점에서 하차 상태에 있는 MS와 다른 특성을 가지는 MS의 그룹을 효과적으로 관리하기 위해서는 개별 위치 관리에 적합한 LA와 다른, 그룹 위치 관리에 적합한 별도의 그룹 위치 관리용 LA를 정의할 필요가 있다. 비록, 기존의 위치 관리 연

구에서도<sup>[11],[12]</sup> 복수의 LA 개념이나 동적 크기를 가지는 LA 개념을 도입하고 있으나 모두 개별 위치 관리에 대해서만 다루고 있으며, 그룹 위치 관리에 대해서는 다루고 있지 않다. 이에 본 논문에서는 MS가 TS에 승차 및 하차하고 있는 상태를 모두 고려한 환경에서 서로 다른 크기의 LA를 가지는 개별 및 그룹 위치 관리에 기반한 효과적인 위치 관리 기법을 제안하고 성능을 분석하고자 한다. II장에서는 제안하는 그룹 위치 관리 기법을 제안하고 성능 분석을 수행하며, III장에서는 제안 기법의 성능 분석 결과를 보이고, IV장에서 결론을 맺는다.

## II. 제안하는 개별 및 그룹 위치 관리 기법

### 2.1 네트워크 구조 및 위치 관리 절차

그림 1은 본 논문에서 고려하는 개별 및 그룹 위치 관리를 위한 네트워크 구조를 나타낸다. HLR-M (HLR for MS)은 MS의 HLR을 나타내고, VLR-M (VLR for MS)은 MS의 VLR을 나타낸다. HLR-M에는 MS가 TS에 승차 상태에 있는지 아니면, 하차 상태에 있는지에 따라 서로 다른 정보가 관리된다. 즉, 하차 상태에 있어 개별 위치 관리를 통해 관리가 되어야 하는 MS의 경우에는, MS의 ID와 현재 MS의 LA를 관할하고 있는 VLR-M ID의 관계가 저장되며, 승차 상태에 있어 그룹 위치 관리를 통해 관리가 되어야 하는 MS의 경우에는 MS의 ID와 현재 MS가 승차하고 있는 TS의 TS ID의 관계가 저장된다. HLR-T(HLR for TS)에는 TS ID와 현재 TS의 LA를 관할하고 있는 VLR-T ID의 관계가 저장된다. VLR-M 및 VLR-T(VLR for TS)에는 각각 MS ID와 LA ID 및 TS ID와 LA ID의 관계가 저장된다.

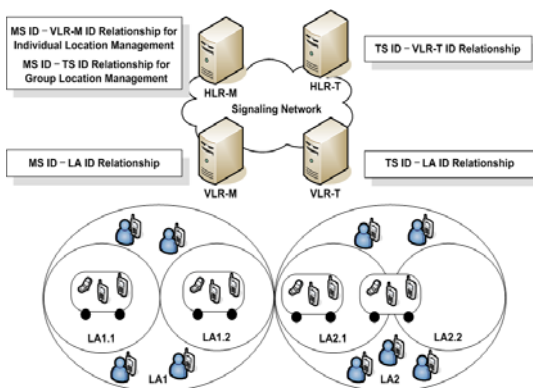


그림 1. 개별 및 그룹 위치 관리를 위한 네트워크 구조

그림 1에서는 개별 위치 관리를 위한 LA가 그룹 위치 관리를 위한 LA보다 큰 경우를 나타내고 있다. 즉, 하차 상태에 있는 MS의 개별 위치 관리를 위한 LA1 내부에 승차 상태에 있는 MS의 그룹 위치 관리를 위한 LA1.1, LA1.2 등이 위치한 구조를 나타낸다. 비록, 그림 1에서는 개별 위치 관리를 위한 LA가 그룹 위치 관리를 위한 LA보다 큰 경우에 대해서만 나타내고 있으나, 그 반대의 경우도 유사한 방식으로 나타낼 수 있으며, 본 논문에서는 두 가지 경우를 모두 다 가정한다.

개별 위치 관리에서 MS는 LA를 변경하는 경우 VLR-M에 위치 등록을 수행하고 MS ID와 LA ID의 관계가 VLR-M에 저장된다. 만약, LA 변경을 통해 VLR-M이 변경되는 경우 새로운 VLR-M은 HLR-M에게 VLR-M ID가 변경되었음을 알리고 HLR-M은 이전 VLR-M에게 그 MS의 위치 정보 삭제를 요청한다. MS는 TS에 승차시 그룹 등록을 수행하게 되는데 이를 통해 HLR-M에서는 MS ID와 MS가 승차한 TS ID의 관계를 저장하게 된다. TS는 LA의 변경시 VLR-T에 위치 등록을 수행하고 TS ID와 LA ID의 관계가 VLR-T에 저장된다. 만약, LA 변경을 통해 VLR-T가 변경되는 경우 새로운 VLR-T는 HLR-T에게 VLR-T ID가 변경되었음을 알리고 HLR-T는 이전 VLR-T에게 그 TS에 대한 위치 정보의 삭제를 요청한다<sup>[5][9]</sup>.

MS에게 착신호가 도착하면 발신 이동 교환기는 HLR-M에게 착신 MS의 위치를 문의하고, HLR-M은 MS가 개별 위치 관리 상태인지 혹은 그룹 위치 관리 상태인지에 따라 적절한 호 전달 절차를 수행한다. MS가 개별 위치 관리 상태인 경우 IS-41이나 GSM에서와 유사하게 HLR-M은 저장된 VLR-M ID를 이용하여 VLR-M에게 현재 MS가 위치한 LA ID를 문의하고, 이후 착신 이동 교환기는 이 정보를 이용하여 LA내의 모든 기지국을 통해 페이징을 수행한다. 그룹 위치 관리 상태의 MS인 경우 HLR-M에 저장된 TS ID를 이용하여 HLR-T에게 현재 MS가 승차하고 있는 TS의 위치를 문의하고, HLR-T는 VLR-T에게 문의를 하여 TS가 위치한 LA의 정보를 얻게 된다. 이후, 착신 이동 교환기는 이 정보를 이용하여 TS가 위치한 LA 내의 모든 기지국에 페이징을 수행한다.

### 2.2 성능분석

기존의 그룹 위치 관리에 관한 연구들이 주로 MS가 TS에 승차한 상태에서의 그룹 위치 관리만을

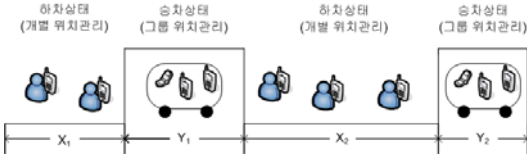


그림 2. MS의 승하차 상태 기간에 대한 교대 재생 과정

분석한 것에 반해 본 논문에서는 제안하는 그룹 위치 관리 기법이 전체 위치 관리 기법에 미치는 영향의 분석을 위해 MS가 TS에 승차한 상태의 그룹 위치 관리 뿐 아니라 TS에서 하차한 상태의 개별 위치 관리도 동시에 고려한다. 이를 위해 우선 MS가 TS에 승차 및 하차한 상태에 있는 기간을 수학적으로 모델링하고 하고자 한다. MS는 TS에 승차하고 있는 상태와 TS에서 하차하고 있는 상태를 교대로 가지게 되며 따라서, MS의 승차 및 하차 상태 기간은 그림 2와 같이 하차 상태와 승차 상태가 교대로 있는 교대 재생 과정<sup>[13]</sup>으로 모델링 될 수 있다. MS의 승차 및 하차 상태기간의 확률 분포는 실제의 측정치를 바탕으로 도출하는 것이 바람직하지만 이는 현실적으로 용이치 않으며, 또한 본 논문의 목적이 정확한 승차 및 하차 상태 기간의 분포를 도출하는 것에 있지 않고 위치 관리 기법간의 상대적 성능 비교에 있으므로, 본 논문에서는 수학적 편의를 위해  $i$  번째 하차 및 승차 상태의 시간인  $x_i, y_i$ 는 각각  $\mu_{off}$  및  $\mu_{on}$ 의 파라미터를 가지는 지수 분포를 따른다고 가정한다.

본 논문에서는, 기존 및 제안하는 기법 모두 동일한 크기의 셀을 가지는 것으로 가정하며, MS가 승차 및 하차 상태에 있을 때 한 셀에서 체재하는 시간은 각각  $\mu_{cell}^{on}$  및  $\mu_{cell}^{off}$ 의 파라미터를 가지는 지수 분포를 따른다고 가정한다. 기존의 그룹 위치 관리에서는 대부분 개별 위치 관리 및 그룹 위치 관리에서 모두 동일한 크기의 LA를 가정하였으며 본 논문에서는 이러한 LA의 크기를 하나의 LA에 존재하는 셀의 수를 나타내는  $N_{cell/LA}$ 로 표기하고자 한다. 제안하는 그룹 위치 관리에서는 개별 및 그룹 위치 관리에서 서로 다른 LA를 가지게 되는데 개별 위치 관리를 위해서는 기존의 기법과 동일하게  $N_{cell/LA}$ 의 LA 크기를 가정하고, 그룹 위치 관리를 위해서는  $N_{cell/LA^*}$ 의 LA 크기를 가정한다. 제안하는 위치관리 기법에서 개별 위치 관리의 LA 크기에 대한 그룹 위치 관리의 LA 크기의 비를  $RN$ 으로 표기하면,  $N_{cell/LA^*} = RN \cdot N_{cell/LA}$ 의 관계가 성립한다.

본 논문에서는 수학적 편의를 위해 정사각형 셀 및 LA를 가정하고, 이동성 모델링에 많이 사용되는 유체 흐름 이동성 모델을 가정하는데, 이 경우 기존 기법에서 승차 및 하차 상태의 개별 및 그룹 위치 관리를 위한 LA 체제시간의 파라미터는 각각  $\mu_{LA}^{on} = \mu_{cell}^{on} / \sqrt{N_{cell/LA}}$  및  $\mu_{LA}^{off} = \mu_{cell}^{off} / \sqrt{N_{cell/LA}}$ 의 관계를 가지게 된다<sup>[14]</sup>. 유사하게 제안 기법에서 하차 및 승차 상태의 LA 체제 시간의 파라미터는  $\mu_{LA}^{on} = \mu_{cell}^{on} / \sqrt{N_{cell/LA}}$  및  $\mu_{LA^*}^{off} = \mu_{cell}^{off} / \sqrt{N_{cell/LA^*}}$ 의 관계를 가지게 된다<sup>[14]</sup>.

본 논문에서 제안하는 위치 관리의 성능을 분석하기 위해서는 기존 기법 및 제안 기법의 위치 등록 비용과 페이징 비용을 유선 네트워크 구간과 무선 구간에서 비교하는 것이 바람직하다. 그러나, 유선 네트워크 구간에서의 신호 메시지 측면에서는 두 기법간의 차이가 미미하며, 네트워크 전송 기술의 발달로 인해 충분한 양의 신호 메시지가 원활히 전송될 수 있기 때문에, 본 논문에서는 유선 네트워크 구간에서의 신호 메시지 비용은 고려하지 않고 무선 구간에서의 신호 메시지 비용에만 초점을 맞추고자 한다. 본 논문에서 총 신호 비용은 등록 비용과 페이징 비용의 가중합으로 정의되는데, 기존 기법에서 단위 시간당 하나의 MS에 의해 발생하는 총 신호 비용은 식 (1)과 같이 구해질 수 있다.

$$\begin{aligned}
 C_{tot}^{conv} &= C_{reg}^{conv} + C_{pag}^{conv} \\
 &= w_{reg} [E(N_{LA}^{off}) + E(N_{LA}^{on}) + E(N_{group-reg}) + E(N_{group-dereg})] / E(X_i + Y_i) \\
 &\quad + w_{pag} [E(N_{pag}^{off}) + E(N_{pag}^{on})] / E(X_i + Y_i) \\
 &= w_{reg} \left[ \frac{1}{\mu_{off}} \mu_{LA}^{off} + \frac{1}{\mu_{on}} \frac{\mu_{LA}^{on}}{N_{MS}} + 1 \right] / \left[ \frac{1}{\mu_{off}} + \frac{1}{\mu_{on}} \right] \\
 &\quad + w_{pag} \left[ \frac{1}{\mu_{off}} \lambda_{MS} N_{cell/LA} + \frac{1}{\mu_{on}} \lambda_{MS} N_{cell/LA} \right] / \left[ \frac{1}{\mu_{off}} + \frac{1}{\mu_{on}} \right] \quad (1) \\
 &= w_{reg} \left[ \frac{1}{\mu_{off}} \frac{\mu_{cell}^{off}}{\sqrt{N_{cell/LA}}} + \frac{1}{\mu_{on}} \frac{\mu_{cell}^{on}}{N_{MS} \sqrt{N_{cell/LA}}} + 2 \right] / \left[ \frac{1}{\mu_{off}} + \frac{1}{\mu_{on}} \right] \\
 &\quad + w_{pag} \left[ \frac{1}{\mu_{off}} \lambda_{MS} N_{cell/LA} + \frac{1}{\mu_{on}} \lambda_{MS} N_{cell/LA} \right] / \left[ \frac{1}{\mu_{off}} + \frac{1}{\mu_{on}} \right]
 \end{aligned}$$

식 (1)에서  $w_{reg}$  및  $w_{pag}$ 는 등록 비용과 페이징 비용에 대한 가중치를 나타내며,  $N_{MS}$ 는 TS에 승차하고 있는 평균 MS의 수를 나타낸다.  $E(N_{LA}^{off})$ ,  $E(N_{LA}^{on})$ ,  $E(N_{group-reg})$ ,  $E(N_{group-dereg})$ ,  $E(N_{pag}^{off})$ ,  $E(N_{pag}^{on})$ 는 각각 한 번의 하차 상태에서 평균 위치 갱신 횟수, 한 번의 승차 상태에서 평균 위치 갱신 횟수, 인접한 한 번의 하차 및 승차 상태에서 그룹 등록

횟수, 인접한 한 번의 하차 및 승차 상태에서 그룹 등록 취소 횟수, 한 번의 하차 상태에서 페이징 횟수, 한 번의 승차 상태에서 페이징 횟수를 나타낸다. 유사한 방식으로 제안하는 기법의 총 신호 비용은 식 (2)와 같이 구해질 수 있다.

$$C_{tot}^{prop} = C_{reg}^{prop} + C_{pag}^{prop}$$

$$= w_{reg} \left[ \frac{1}{\mu_{off}} \frac{\mu_{cell}^{off}}{\sqrt{N_{cell}/LA}} + \frac{1}{\mu_{on}} \frac{\mu_{cell}^{on}}{N_{MS} \sqrt{N_{cell}/LA^2}} + 2 \right] / \left[ \frac{1}{\mu_{off}} + \frac{1}{\mu_{on}} \right]$$

$$+ w_{pag} \left[ \frac{1}{\mu_{off}} \lambda_{MS} N_{cell}/LA + \frac{1}{\mu_{on}} \lambda_{MS} N_{cell}/LA^2 \right] / \left[ \frac{1}{\mu_{off}} + \frac{1}{\mu_{on}} \right] \quad (2)$$

### III. 제안 기법의 성능 분석

본 장에서는 제안 기법의 성능을 기존 기법의 성능과 비교하고자 한다. 표 1은 파라미터 값을 보여주고 있는데 본 논문에서는 별도의 언급이 없는 한 표 1의 파라미터 값이 사용되는 것으로 가정한다.

그림 3에서는 개별 위치 관리를 위한 LA의 크기를 100으로 고정시킨 상태에서 다양한  $N_{MS}$  값에 대하여  $RN$  값을 변화시켜 가면서 기존 기법(Conv)과

표 1. 파라미터 값

Parameters	Values
$\mu_{off}$	1/4 (/h)
$\mu_{on}$	1 (/h)
$\mu_{cell}^{off}$	2 (/h)
$\mu_{cell}^{on}$	30 (/h)
$\lambda_{MS}$	1.5 (/h)
$N_{cell}/LA$	100
$w_{reg}$	10
$w_{pag}$	1

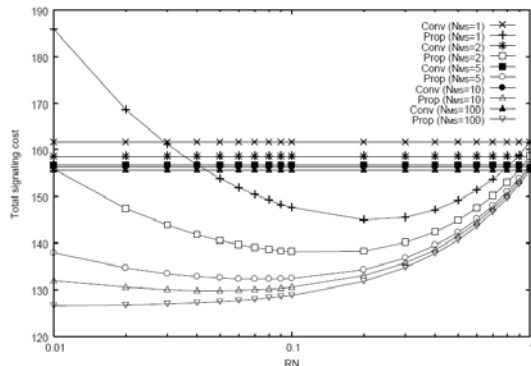


그림 3.  $RN$ 의 변화에 따른 신호 비용 비교

제안 기법(Prop)의 총 신호 비용을 비교하고 있다. 기존 기법의 비용은 제안 기법의 비용에서  $RN=1$ 의 경우에 해당하며  $RN$ 의 값에 무관하게 일정한 값을 가진다. 식 (1), (2)에서 유추할 수 있는 것처럼, 위치 등록 비용은 LA의 크기에 반비례하고 페이징 비용은 LA의 크기에 비례하는 tradeoff 관계가 있다. LA의 크기가 큰 경우에는 총 신호 비용에서 페이징 비용의 비중이 커서 LA의 크기가 증가함에 따라 총 신호 비용도 증가하게 된다. 그러나, LA의 크기가 작은 경우에는 페이징 비용의 비중이 줄어들어  $N_{MS}$  값에 따른 위치 등록 비용에 따라 총 신호 비용의 추세가 달라지게 된다. 즉,  $N_{MS}$ 가 큰 값을 가지는 경우에는 위치 등록 비용이 작아 총 신호 비용에서 페이징 비용이 차지하는 비중이 여전히 크며, 따라서 LA의 크기가 증가함에 따라 총 비용도 증가하게 된다. 반면,  $N_{MS}$ 가 적은 경우에는 총 신호 비용에서 위치 등록 비용이 차지하는 비중이 커서 LA의 크기가 증가함에 따라 총 신호 비용은 감소하게 된다.  $RN$ 이 1보다 큰 경우 제안 기법은 기존의 기법보다 더 큰 그룹 위치 관리를 위한 LA를 가지게 되어 총 신호 비용에서 큰 비중을 차지하는 페이징 비용이 커지게 되어 기존 기법보다 더 큰 총 신호 비용을 가지게 된다. 따라서, 본 논문에서 가정된 파라미터 값 환경에서 그룹 위치 관리를 위한 LA의 크기는 개별 위치 관리를 위한 LA의 크기보다 작게 설계되는 것이 바람직하다. 그러나,  $N_{MS}$ 의 값이 매우 적은 경우 위치 등록 비용이 차지하는 비중이 큰데  $RN$ 의 값이 감소하게 되면 위치 등록 비용이 증가하게 되어 총 신호 비용은 오히려 증가하게 된다. 따라서, 제안 기법에서는 최적의 성능을 위해 적절한 크기의  $RN$  값을 선택하는 것이 필요하다. 그러나,  $N_{MS}=1$ 인 특수한 경우를 제외하면,  $N_{MS}$ 의 값이 2 이상인 일반적인 경우에는 제안하는 기법의 총 신호 비용은  $RN$ 의 값이 1 이하인 경우에는 항상 기존 기법의 총 신호 비용보다 더 적은 값을 가지게 된다. 즉, 그룹 위치 관리를 위해 개별 위치 관리에서 정의된 LA보다 더 적은 LA를 선택함으로써 제안 기법은 일반적으로 더 우수한 성능을 가지게 됨을 알 수 있다.

그림 3에서  $RN$ 의 값이 0.01인 경우 LA는 하나의 셀로 구성되는데 이 경우의 총 신호 비용은 [6]에서 제안된 셀 기반 그룹 위치 관리 기법에서의 총 신호 비용과 동일하다. 이 경우 제안하는 기법은  $N_{MS}$ 가 매우 큰 경우를 제외하고는, 셀 기반 그룹

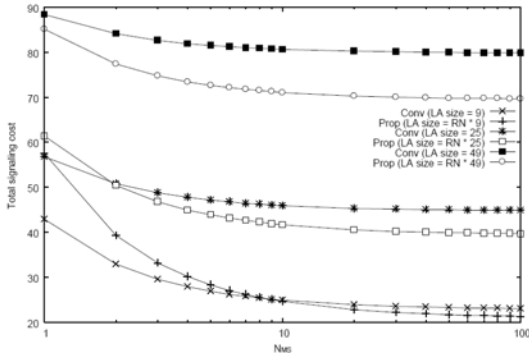


그림 4.  $N_{MS}$ 의 변화에 따른 신호 비용 비교

위치 관리 기법보다 더 적은 총 신호 비용을 가지는  $RN$  값의 영역이 항상 존재하게 되어 적절한  $RN$  값의 선택을 통해 셀 기반 그룹 위치 관리 기법보다 더 우수한 성능을 가지게 된다. 즉, 제안 기법은  $N_{MS}$ 의 값에 따라 적절한 LA 크기를 선택함으로써 기존 기법보다 더 우수하거나 동일한 성능을 가지게 됨을 알 수 있다.

그림 4에서는  $RN = 0.3$ 인 경우 다양한 크기의 LA에서  $N_{MS}$ 의 값을 변화시켜 가면서 총 신호 비용을 비교하였다. 기존 및 제안 기법에서 LA의 크기가 비교적 큰 경우 총 신호 비용에서 페이징 비용이 차지하는 비중이 커서 제안하는 기법은 기존의 기법보다 더 적은 그룹 위치 관리용 LA를 가지게 되어 기존의 기법보다 더 좋은 성능을 가지게 된다. 반면, LA의 크기가 비교적 작은 경우 총 신호 비용에서 위치 등록 비용이 차지하는 비중이 증가하여,  $N_{MS}$ 가 적은 경우에는 기존 기법이 더 적은 총 신호 비용을 가지고,  $N_{MS}$ 가 큰 경우에는 제안하는 기법이 더 적은 총 신호 비용을 가지는 tradeoff 관계가 있음을 알 수 있다.

그림 5에서는  $RN = 0.3$ 인 경우 하차 상태에서 체재하는 시간이 1(h)일 때 다양한  $N_{MS}$  값에 대해서 승차 상태의 체재 시간을 증가시켜 가면서 총 신호 비용을 비교하였다. 고려하는 파라미터 환경에서 제안하는 기법의 총 신호 비용은  $N_{MS}$  값에 상관없이 승차 상태의 시간이 증가함에 따라 감소하게 된다. 이는,  $RN = 0.3$ 인 경우 제안 기법에서 그룹 위치 관리용 LA는 개별 위치 관리용 LA보다 작아, 승차 상태의 시간이 증가함에 따라 위치 등록 비용이 증가율이 커지지만, 총 신호 비용에서는 여전히 페이징 비용이 차지하는 비중이 더 커서 개별 위치 관리보다 더 작은 LA를 가지는 그룹 위치 관리의

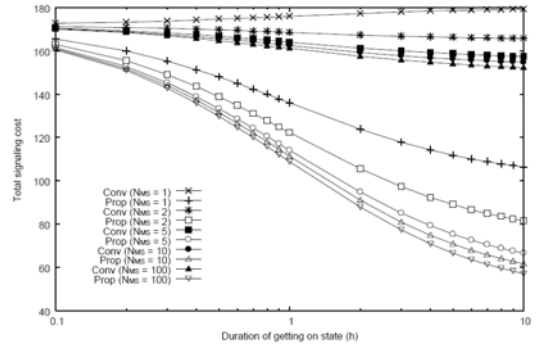


그림 5. 승차 상태의 시간의 변화에 따른 신호 비용 비교

영향으로 인한 페이징 비용의 감소로 인해, 승차 상태의 기간이 증가함에 따라 총 신호 비용은 감소하게 되기 때문이다. 개별 및 그룹 LA의 크기가 동일하여 승차 및 하차 상태의 기간과 상관 없이 항상 동일한 페이징 비용을 가지는 기존 기법에서는  $N_{MS} = 1$ 인 경우를 제외하고는 승차 상태 기간이 증가함에 따라 총 신호 비용은 감소하게 되는데, 이는 고려하는 파라미터 환경에서,  $N_{MS}$ 가 큰 값을 가지는 경우 그룹 위치 관리의 증가로 인한 위치 등록 비용의 증가 비율이 승차 상태 기간의 증가로 인한 하차 상태 및 승차 상태 기간의 합 증가 비율보다 더 작기 때문이다. 반면,  $N_{MS} = 1$ 인 경우에는 그룹 위치 등록 비용이 커서, 위치 등록 비용의 증가 비율이 하차 상태 및 승차 상태 기간의 합 증가 비율보다 더 커서 총 신호 비용은 증가하게 된다.

#### IV. 결 론

본 논문에서 우리는 서로 다른 크기의 LA를 가지는 개별 및 그룹 위치에 기반한 효과적인 그룹 위치 관리 기법을 제안하고, MS가 TS에 승차하고 있는 상태와 하차하고 있는 상태를 모두 고려한 제안 기법의 성능을 무선 구간에서의 신호 비용 측면에서 분석하였다. 성능 분석 결과를 통해 제안하는 기법은 그룹 위치 관리를 위한 적절한 크기의 LA를 선택함으로써 기존 기법보다 우수한 성능을 가지게 됨을 보였다. 추후 연구로는 시간에 따라 가변적인 특성을 가지는 TS의 속도, 승차하고 있는 MS의 수, 착신호 도착률을 고려하여 그룹 위치 관리를 위한 LA 크기를 동적으로 결정함으로써 변화하는 환경에서 항상 최적의 성능을 제공할 수 있는 동적 그룹 위치 관리 기법에 관한 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] K. Kyamakya and K. Jobmann, "Location Management in Cellular Networks: Classification of the Most Important Paradigms, Realistic Simulation Framework, and Relative Performance Analysis," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 54(2), pp. 687-708, Mar. 2005.
- [2] C. Rose "Minimizing the Average Cost of Paging and Registration: A Timer-based Method," *ACM-Baltzer Journal of Wireless Networks*, 2(2), pp. 109 - 116, June 1996.
- [3] I. F. Akyildiz, J. S. M. Ho, and Y. B. Lin, "Movement-based Location Update and Selective Paging for PCS networks," *IEEE/ACM Transactions on Networking*, 4(4), pp. 629 - 636, Aug. 1996.
- [4] U. Madhow, M. L. Honig, and K. Steiglitz, "Optimization of Wireless Resources for Personal Communications Mobility Tracking," *IEEE INFOCOM*, pp. 577 - 584, June 1994.
- [5] I. Han and D. H. Cho, "Group Location Tracking based on Representative Identity and Virtual VLR for Transportation Systems," *IEEE Communications Letters*, 5(8), pp. 349-351, Aug. 2001.
- [6] I. Han and D. H. Cho, "Hierarchical Group Location Tracking for Transportation Systems in PCS Networks," *IEE Electronics Letters*, 38(18), pp. 1068-1069, Aug. 2002.
- [7] I. Han and D. H. Cho, "Group Location Management for Mobile Subscribers on Transportation Systems in Mobile Communication Networks," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 53(1), pp. 181-191, Jan. 2004.
- [8] H. Yumiba, K. Sasada, and M. Yabusaki, "Concatenated Location Management," *IEICE Transactions on Communications*, E85-B(10), pp. 2083-2089, Oct. 2002.
- [9] Y. W. Chung and D. K. Sung, "Delayed Group Registration Scheme in Group Location Tracking," *IEE Electronics Letters*, 39(17), pp. 1074-1275, Aug. 2003.
- [10] F. Wang, L. Tu, F. Zhang, and Z. Huang, "Group Location Update Scheme and Performance Analysis for Location Management in Mobile Network," *IEEE VTC Spring*, 4, pp. 2429-2433, May 2005.
- [11] Y. Watanabe and M. Yabusaki, "Mobility/traffic Adaptive Location Management," *IEICE Transactions on Communications*, E85-B(10), pp. 2076-2082, Oct. 2002.
- [12] C. Rong and Y. Senmiao, "Distributed and Dynamic Location Area for PCS," *IEEE ChinaCom*, pp. 1-5, Oct. 2006.
- [13] 이호우, *대기행렬이론 - 확률과정론적 분석*, 시그마프레스, 3판, 2006.
- [14] R. Ramjee, K. Varadhan, L. Salgarelli, S. R. Thuel, S. Y. Wang, and T. L. Porta, "HAWAII: A Domain-based Approach for Supporting Mobility in Wide-Area Wireless Networks," *IEEE/ACM Transactions on Networking*, 10(3), pp. 386-410, June 2002.

정 윤 원 (Yun Won Chung)

중신회원



1995년 2월 한국과학기술원 전  
기및전자공학과 학사

1997년 2월 한국과학기술원 전  
기및전자공학과 석사

2001년 8월 한국과학기술원 전  
기및전자공학과 박사

2002년 12월 영국 런던대학  
(King's College London) Visiting Postdoctoral  
Research Fellow

2005년 8월 한국전자통신연구원 연구원

2005년 9월~현재 숭실대학교 정보통신전자공학부 조  
교수

<관심분야> 다양한 무선/이동 네트워크에서 이동성 관리