

무선 셀룰러 시스템에서 규칙적인 이동 패턴을 이용한 프로파일 기반 그룹 위치 관리

박중하⁰ 공기식 송의성 황중선
고려대학교 컴퓨터학과
(sgtpark⁷⁰, kskong, ussong, hwang)⁰@disys.korea.ac.kr

Profile-based group location management using regular mobility pattern in wireless cellular systems

Joong-ha Park⁰ Ki-sik Kong Ui-sung Song Chong-sun Hwang
Dept. of Computer Science and Engineering, Korea University

요 약

본 논문은 무선 셀룰러 시스템 환경에서 일정구간을 이동하는 지하철, 기차와 같이 규칙적인 이동 패턴을 보이는 운송 매체에 탑승한 사용자들의 이동성을 지원하기 위해 PGLT(Profile-based Group Location Tracking) 기법을 제안한다. 최근 무선 통신 기술의 발전으로 인한 이동 사용자(Mobile Terminal, MT)의 급증은 시그널링 트래픽의 증가로 이어져 결국 위치 관리 비용까지 높아지게 되었다. MT들이 동시에 새로운 등록 영역으로 이동할 때 GLT(Group Location Tracking) 위치 관리 기법에서는 기존 IS-41의 각 사용자들의 개별적인 위치 갱신 요청 대신에 그룹을 이용한 위치 갱신 요청으로써 위치 관리 비용을 줄였다. 그러나 본 논문에서 제안하는 PGLT 기법은 GLT 기법을 향상시킨 기법으로서, 사용자들의 규칙적인 이동 패턴 특성을 살린 프로파일 정보를 이용하여 그룹에 대한 위치 갱신 비용까지도 줄일 수 있다. MSRP-VLR(Mobility Scheduler on Regular Path)과 RMB(Regular path Movement Buffer)를 이용하여 일정구간을 이동하는 TV(Transportation Vehicle)가 위치 갱신 요청을 하면, MSRP-VLR은 이동 경로에 대한 프로파일 정보를 보내어 TV의 RMB에 저장함으로써 그 경로를 이동 시 그룹에 대한 위치 갱신 요청을 할 필요가 없게 된다. 따라서 PGLT 기법은 GLT 기법의 그룹 위치 갱신 비용을 줄임으로써 일정구간을 이동하는 TV에 탑승한 많은 사용자들에 대한 위치 관리 비용을 현저히 줄일 수 있다.

1. 서 론

무선 셀룰러 시스템(wireless cellular systems) 환경에서의 위치 관리(location management)는 크게 위치 등록(location registration)과 탐색(search)으로 나눌 수 있다[1]. 그리고 지금까지 사용자들의 이동성(mobility)을 지원하기 위해 많은 위치 관리 기법들이 제안 되었다[2][3]. 그 중에서 대표적인 것으로 미국의 IS-41[4]과 유럽의 GSM[5]이 있는데, 이동 사용자(Mobile Terminal, MT)가 새로운 방문자 위치 등록(Visitor Location Register, VLR) 영역으로 이동할 때마다 MT의 HLR(Home Location Register)로 위치 정보를 갱신(location update)하는데, 소위 HLR/VLR 2-계층 위치 관리 기법이라 할 수 있다. 또 현재 이동 패턴(mobility pattern)과 호 패턴(call pattern) 등을 이용하여 위치 갱신 비용을 줄이고자 하는 위치 관리 기법들도 많이 생겨나고 있다.

본 논문에서는 많은 무선 사용자들 중에서 일정구간(regular path)을 이동하는 지하철, 기차와 같이 규칙적인 이동 패턴(regular movement pattern)을 보이는 운송 매체(Transportation Vehicle, TV)에 탑승한 사용자들의 이동성을 지원하기 위해 PGLT(Profile-based Group Location Tracking) 위치 관리 기법을 제안한다. 기존의 IS-41 기법에서는 일정구간을 이동하는 TV가 새로운 등록 영역(Registration Area, RA)으로 이동할 때마다 TV에 탑승한 각 사용자들의 동시적 위치 갱신 요청으로 인하여 위치 관리 비용이 급격하게 증가한다. 그래서 GLT(Group Location Tracking) 기법[6]에서는 TV에 탑승한 각 사용자들의 개별적인 위치 갱신 요청 대신에 그룹을 이용한 위치 갱신 요청으로써 많은 사용자들에 대한 위치 관리 비용을 줄일 수 있었다. 그러나 제안하는 PGLT 기법은 GLT 기법보다 향상된 기법으로서, 사용자들의 규칙적인 이동 패턴의 특성을 살린 프로파일(profile) 정보를 이용하여 GLT 기법에서의 그룹에 대한 위치 갱신 비용까지도 줄일 수 있다. MSRP-VLR(Mobility Scheduler on Regular Path)과 RMB(Regular path Movement Buffer)를 이용하여 일정구간을 이동하는 TV가 위치 갱신 요청을 하면, MSRP-VLR은 이동 경로에 대한 프로파일 정보를 보내어 TV의 RMB에 저장함으로써 그 경로를 이동 시 그룹에 대한 위치 갱신 요청을 할 필요가 없게 된다. 따라서 PGLT 기법은 GLT 기법의 그룹 위치 갱신 비용을 줄임으로써 일정구간을 이동하는 TV에 탑승한 많은 사용자들에 대한 위치 관리 비용을 현저히 줄일 수 있다.

2. PGLT 기법 구성 요소

PGLT 기법에는 GLT 기법에서의 VVLR과 RID와 유사한 MSRP-VLR과 RID가 있는데, MSRP-VLR은 일정구간을 이동하는 TV의 현재 위치와 이동 경로를 알려주고, RID는 TV뿐만 아니라 TV 안의 모든 사용자들에 대한 그룹을 표현하기 위해 사용된다.

a. TV(Transportation Vehicle)

지하철, 기차와 같이 일정구간을 이동하는 운송 매체(transportation vehicle)를 말한다. TV에 설치된 기지국(Base Station, BS)은 TV를 관할하면서 PGLT 기법의 시그널링(signaling) 메시지들의 조작 및 가장 가까운 BS를 통해 패킷들을 송수신 한다. 또 TV에 RMB(Regular path Movement Buffer)라는 버퍼를 두어 MSRP-VLR로부터 받은 이동 경로에 대한 정보를 저장한다. RMB에 있는 BC는 앞으로 이동할 위치에 대한 개수들을 의미한다.

표 1 - RMB

MSC/VLR	MSC1	MSC2
COUNTER	BC = 2	

b. MSRP-VLR(Mobility Scheduler on Regular Path)

TV에 탑승한 사용자들의 프로파일과 TV의 위치를 저장하기 위한 가상 VLR(virtual VLR)이다. MSRP-VLR은 TV에 사용자가 탑승하고 하차할 때나 TV의 위치 갱신 요청이 있을 때마다 갱신된다. 또 일정구간에 존재하는 MSC/VLR들은 TV의 이동에 따라 논리적으로 순서화 됨으로써 TV의 이동 경로에 대한 프로파일 생성이 가능하게 되는데, 이 정보를 이용하여 TV의 이동 경로를 예상할 수 있다.

표 2 - TV의 이동 경로에 대한 프로파일

MSC/VLR	MSC1	MSC2	MSC3	MSC4	MSC5
LOCATION	p				

c. RID(Representative IDentity)

TV에 설치된 BS에 의해 전송되는 RID는 MSRP-VLR가 TV의 주소를 해석하고 위치 정보를 갱신할 때 사용된다. TV가 새로운 RA로 이동하면 TV에 설치된 BS가 가장 가까운 BS를 통해 MSRP-VLR로 TV의 RID를 포함한 그룹 위치 갱신 요청 메시지를 전송한다. TV의 이 위치 갱신 요청은 TV에 있는 모든 사용자들의 개별적인 위치 갱신 요청을 대신한다.

3. PGLT 기법 수행 절차

다음 내용은 PGLT 기법에서 사용자의 초기 그룹 등록 및 취소 절차와 그룹 위치 등록, 호 전달 절차를 설명한다. 초기 그룹 등록 요청과 그룹 등록 취소 절차는 GLT 기법과 유사하다.

3.1 MSRP-VLR에게 초기 그룹 등록 요청

사용자가 TV에 탑승하면, MT는 TV의 MSRP-VLR에 등록을 하고 HLR에게 위치 갱신 요청을 한다. HLR은 현재 MT가 위치한 MSC/VLR의 주소뿐만 아니라 MSRP-VLR의 주소까지 저장한다.

a. 사용자가 TV에 탑승하면, MT는 TV에 설치된 BS의 브로드캐스트(broadcast) 메시지를 받는다. 그때 MT는 TV에 설치된 BS를 통해 가장 가까운 BS에게 TV의 RID를 포함한 MSRP-VLR 그룹 등록 요청(MSRP-VLR Group Registration Request) 메시지를 보낸다.

b. 메시지를 받은 BS는 이 메시지를 현재 영역의 MSC/VLR에게 포워딩(forwarding) 한다.

c. 현재 영역의 MSC/VLR은 사용자의 HLR에게 이 메시지를 통보한다.

d. HLR은 RID로부터 MSRP-VLR의 주소를 해석하여 사용자 프로파일과 받은 메시지를 MSRP-VLR에 전달하고, MSRP-VLR의 정보를 저장한다.

e. MSRP-VLR은 TV의 목록에 사용자 프로파일을 추가하고 HLR에게 MSRP-VLR 그룹 등록 확인(MSRP-VLR Group Registration Acknowledgment) 메시지를 보낸다.

f. 사용자의 HLR은 MT의 현재 영역을 관할하는 MSC/VLR에게 확인(acknowledgment) 메시지를 보낸다.

g. 현재 영역의 MSC/VLR은 MT에게 그룹 등록 요청의 성공을 알리는 확인 메시지를 보낸다.

3.2 MSRP-VLR에게 그룹 등록 취소 요청

- a. 만약 사용자가 TV에서 하차하면, MT는 그룹 등록 취소를 요청하는데, TV에 설치된 BS를 통해 가장 가까운 BS에게 MSRP-VLR 그룹 등록 취소 요청(MSRP-VLR Group Registration Cancellation Request) 메시지를 보낸다.
- b. 메시지를 받은 BS는 이 메시지를 현재 영역의 MSC/VLR에게 포워딩 한다.
- c. 현재 영역의 MSC/VLR은 VLR을 갱신하고 사용자의 HLR에게 위치 등록(location registration) 메시지를 보낸다.
- d. HLR은 위치 정보를 갱신하고, MT의 현재 영역을 관할하는 MSC/VLR에게 사용자 프로파일을 포함한 확인 메시지를 보낸다.
- e-1. 현재 영역의 MSC/VLR은 MT에게 그룹 등록 취소의 성공을 알리는 확인 메시지를 보낸다.
- e-2. 사용자의 HLR은 MSRP-VLR에게 MSRP-VLR 그룹 등록 취소 요청(MSRP-VLR Group Registration Cancellation Request) 메시지를 보낸다.
- f. MSRP-VLR은 사용자 정보를 삭제하고 사용자의 HLR에게 확인 메시지를 보낸다.

3.3 RMB를 이용한 그룹 위치 등록

- GLT 기법에서는 TV가 새로운 RA로 이동할 때마다 그룹 위치 등록을 한다. 그러나 PGLT 기법은 TV의 RMB에 있는 앞으로 이동할 위치에 대한 개수들의 의미하는 BC를 사용하여 그룹 위치 등록을 한다. 다시 말해, TV가 새로운 RA로 이동할 때마다 RMB에 있는 BC가 1만큼 감소한다. 결국 BC가 0이 되면 TV는 MSRP-VLR에게 그룹 위치 갱신 요청을 하게 되는데 그 때 MSRP-VLR은 현재 위치와 앞으로 이동할 곳에 대한 이동 경로 정보를 보내어 TV의 RMB에 새로 저장함으로써 TV가 그 경로를 이동 시, 즉 BC = 0이 될 때까지 그룹 위치 갱신을 하지 않게 된다.
- a. MSRP-VLR은 이동 경로 프로파일 테이블에서 TV의 현재 위치와 앞으로 이동할 위치에 대한 정보를 TV의 RMB 크기만큼 보낸다. 단 초기에 TV는 MSC1에서 출발한다. (size = 2)

표 3 - TV의 이동 경로(MSRP-VLR)

MSC/VLR	MSC1	MSC2	MSC3	MSC4	MSC5
LOCATION	p				

표 4 - 이동 경로 저장(TV)

MSC/VLR	MSC1	MSC2
COUNTER		BC = 2

- b. TV가 새로운 RA로 이동하면, 아직 BC = 0이 아니므로 그룹 1과 같이 그룹 위치 갱신을 하지 않는다. 그리고 RMB의 BC를 1만큼 감소한다.

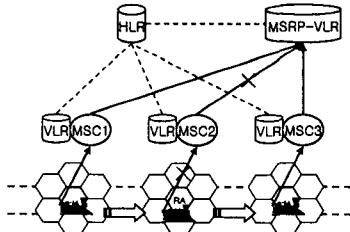


그림 1 - PGLT 그룹 위치 등록

표 5 - MSC2로 이동 후(TV)

MSC/VLR	MSC1	MSC2
COUNTER		BC = 1

- c. TV가 MSC3으로 이동하면 BC를 1만큼 감소하는데, BC = 0이 되므로 TV에 설치된 BS를 가장 가까운 BS에게 그룹 위치 갱신(Group Location Update) 메시지를 보낸다.

표 6 - MSC3로 이동 후(TV)

MSC/VLR	MSC1	MSC2
COUNTER		BC = 0

- d. BS는 현재 영역의 MSC/VLR3에게 이 메시지를 포워딩 한다.
- e. 현재 영역의 MSC/VLR3은 VLR을 갱신하고 TV의 MSRP-VLR에게 그룹 위치 등록(Group Location Registration) 메시지를 보낸다.
- f. MSRP-VLR은 이동 경로 테이블에서 TV의 위치를 갱신하고 MT의 현재 영역을 관할하는 MSC/VLR3에게 TV의 현재 위치와 다음 이동할 위치 정보를 포함한 그룹 등록 확인(Group Registration Acknowledgement) 메시지를 전달한다.

표 7 - TV의 이동 경로(MSRP-VLR)

MSC/VLR	MSC1	MSC2	MSC3	MSC4	MSC5
LOCATION	p				

- g-1. 현재 영역의 MSC/VLR3은 TV에 설치된 BS에게 MSRP-VLR로부터 받은 이동 경로에 관한 메시지를 포함한 확인 메시지를 전송한다. 그리고 TV는 RMB를 갱신한다.

표 8 - 새로운 이동 경로 저장(TV)

MSC/VLR	MSC3	MSC4
COUNTER		BC = 2

- g-2. MSRP-VLR은 이전 MSC/VLR1에게 그룹 등록 취소(Group Registration Cancellation) 메시지를 보낸다.
- h. 이전 MSC/VLR1은 TV의 프로파일을 제거하고 MSRP-VLR에게 확인 메시지를 보낸다.

```

Whenever TV moves to new RA
do LocationUpdate
...
procedure LocationUpdate() // TV operation
begin
    if BC > 0 then
        BC = BC - 1 in RMB
    else if BC = 0 then
        do reset in RMB
        Registration(present_location, size = 2)
        Store present_location, next_location and set BC = 2
    end
end

procedure Registration() // MSRP-VLR operation
begin
    indicate present_location, pointer(p)
    send present_location, next_location to the TV
end
    
```

3.4 MSRP-VLR를 이용한 호 전달

- 호출자(caller)가 TV에 탑승한 사용자에게 호(call)를 요청하면, 피호출자의 HLR은 MSRP-VLR의 주소로 접근하여 사용자 위치를 질의한다. 만약 HLR에 MSRP-VLR에 대한 정보가 없다면, 기존 IS-41의 호 전달 절차(call delivery procedure)를 따른다.
- a. 호출자가 호를 요청하면 가장 가까운 BS를 통해 현재 영역의 MSC/VLR에게 호 초기(call initiation) 설정 메시지를 보낸다.
- b. MSC/VLR은 피호출자의 HLR 주소를 해석한 다음 피호출자의 HLR에게 위치 요청(Location Request) 메시지를 보낸다.
- c. 피호출자의 HLR은 피호출자가 MSRP-VLR에 있음을 확인하고 MSRP-VLR의 주소를 해석한 다음, MSRP-VLR에게 TV의 위치 요청(Location Request) 메시지를 보낸다.
- d. MSRP-VLR은 TV의 이동 경로 테이블을 확인한 뒤 피호출자의 HLR에게 TV의 위치 정보를 보낸다.

표 9 - TV의 이동 경로(MSRP-VLR)

MSC/VLR	MSC1	MSC2	MSC3	MSC4	MSC5
LOCATION	p				

- e. 피호출자의 HLR은 현재 TV가 위치하고 있는 영역의 MSC/VLR을 결정하고, 해당 MSC/VLR에게 경로 요청(route request) 메시지를 보낸다.

- f-1. (페이징 성공) TV의 현재 영역을 관할하는 MSC/VLR은 해당 RA에 페이징(paging)을 한 후 피호출자의 HLR에게 피호출자에게 할당된 일시적인 지역 디렉토리 넘버(temporary local directory number)와 함께 응답을 전송한다.
- f-2. (페이징 실패) 만약 MSC/VLR이 페이징을 했는데 TV로부터의 응답이 없다면, 피호출자의 HLR에게 탐색 실패(searching fail) 메시지를 보내게 되고 피호출자의 HLR은 MSRP-VLR에게 탐색 실패 메시지와 함께 TV의 위치 요청 메시지를 다시 보낸다. 탐색 실패 메시지를 받은 MSRP-VLR은 테이블에서 TV의 현재 위치를 갱신하고 피호출자의 HLR에게 수정된 TV의 위치 정보를 다시 보낸다. (그리고 다시 f-1. 수행됨)

```

if MSRP-VLR receive Searching_fail msg from HLR then
do Modify()
...
procedure Modify()
begin
    shift pointer, right
end
    
```

표 10 - TV의 이동 경로(MSRP-VLR)

MSC/VLR	MSC1	MSC2	MSC3	MSC4	MSC5
LOCATION	p				

- g. 피호출자의 HLR은 호출자의 현재 영역을 관할하는 MSC/VLR에게 받은 메시지를 포워딩 한다.
- h. 호출자 MT의 현재 영역을 관할하는 MSC/VLR은 피호출자의 현재 영역을 관할하는 MSC/VLR에게 호 설정(call set-up)을 요청하게 된다.

4. PGLT 기법 성능 평가

- 본 논문에서는 일정구간을 이동하는 기차를 예를 들어 PGLT 기법을 분석한다. 그림 2와 그림 3은 TV(기차)가 구간의 출발지인 MSC/VLR1 영역에서 MSC/VLR2 영역으로 이동했을 때 GLT 기법의 그룹 위치 등록과 PGLT 기법에서의 호 전달 과정을 나타낸다.

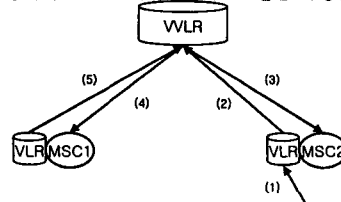


그림 2 - 그룹 위치 등록(GLT 기법)

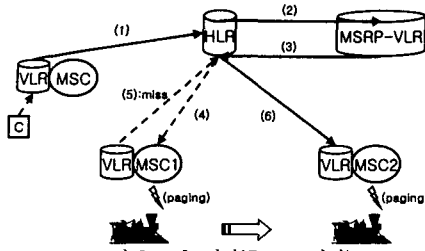


그림 3 - 호 전달(PGLT 기법)

4.1 두 영역에서 두 기법의 비용 비교

각 기법에 대한 MSC/VLR2 영역에서의 비용은 다음과 같다. 단, TV가 MSC/VLR에 등록 요청하는 과정과 페이징은 레지스터간의 시그널링 메시지와 동일하다고 가정한다.

- 비용(C): 여행 시간 동안 레지스터간의 총 시그널링 메시지 수
- C₂: MSC/VLR2에서의 그룹 위치 등록 비용
- C_{2d}: MSC/VLR2에서의 호 전달 비용
- P: RA에서의 페이징 비용
- H_{Regi, Regj}: 레지스터 Reg_i와 Reg_j 사이에 시그널링 메시지 수

a. GLT 기법

$$C_{GLT} = (C_{2r} + C_{2d})$$

$$C_{2r} = H_{TV, MSC/VLRi-1} + 2H_{MSC/VLRi-1}, MSRP-VLR + 2H_{MSRP-VLR}, MSC/old-VLR$$

$$C_{2d} = H_{MSC/VLRi, HLRi} + 2H_{HLRi}, MSRP-VLR + H_{HLRi}, MSC/VLRi-1 + P$$

b. PGLT 기법

$$C_{PGLT} = (C_{2r} + C_{2d})$$

$$C_{2r} = 0$$

$$C_{2d} = C_{1r} + C_{2d} = H_{MSC/VLRi, HLRi} + 2H_{HLRi}, MSRP-VLR + 2H_{HLRi}, MSC/VLRi-1 + P + 2H_{HLRi}, MSRP-VLR + H_{HLRi}, MSC/VLRi-2 + P$$

MSC/VLR2에서 PGLT 기법은 이동 경로 정보를 알고 있기 때문에 GLT 기법과 달리 그룹 위치 등록 요청을 하지 않는다. 그로 인해 호 전달 요청 시 TV의 실제 위치와 MSRP-VLR에 포인터가 가리키는 TV의 현재 위치가 맞지 않아 페이징 실패(miss)가 발생한다. 위에서 나타난 것과 같이 MSC/VLR2에서 PGLT 기법의 C_{2d}는 GLT 기법의 C_{2d}보다 크지만, C_{2r}+C_{2d} 비용은 두 기법 모두 같다.

4.2 총비용 비교 및 분석

그림 4에서 기차가 이동하는 일정구간은 총 M개의 스테이션으로 구성된다. 총 위치 관리 비용(C)은 초기 그룹 등록 요청(C_r), 그룹 등록 취소 요청(C_c), 그룹 위치 등록(C_g)과 호 전달(C_d)로 구성되고, 다음과 같이 W_rC_r + W_cC_c + W_gC_g + W_dC_d (W: weighting factor)으로 표현할 수 있다. 다음은 총 이동구간에 대한 IS-41, GLT, PGLT 기법들의 총 위치 관리 비용을 분석한 결과이다.

- I_i: 스테이션 i에서 TV에 탑승하는 사용자 수
- O_{i,j}: I_i명 중에 스테이션 j에서 하차한 사용자 수
- M_{i,j}: I_i명 중에 스테이션 j를 떠난 후에 TV에 남은 사용자 수
- T_i: i번째 RA에서의 상주시간
- λ: 각 사용자에 대한 호 도착률
- α: RID 정보 때문에 발생하는 PGLT의 오버헤드
- MSRP-VLR은 일정구간의 중간에 위치(β=M/2)

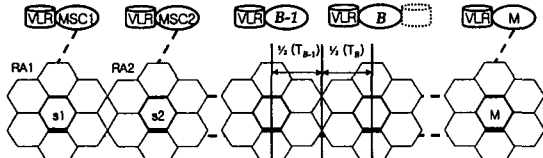


그림 4 - 시스템 모델

a. C_{IS41} = W_rC_r + W_dC_d

$$C_r = 2 \sum_{i=1}^{M-1} \sum_{j=i+1}^M M_{i,j} (H_{TV, MSC/VLRi-1} + 2H_{MSC/VLRi-1}, vvlr + 2H_{VLR, MSC/old-VLRi})$$

$$C_d = 2 \sum_{i=1}^{M-1} \sum_{j=i+1}^M M_{i,j} \lambda \frac{T_i}{2} (H_{HLRi, MSC/VLRi} + H_{HLRi, MSC/VLRi-1} + P)$$

b. C_{GLT} = W_rC_r + W_cC_c + W_gC_g + W_dC_d

$$C_r = 2\alpha \sum_{i=1}^{M-1} I_i (H_{MSC/VLRi, HLRi} + H_{HLRi}, vvlr)$$

$$C_c = 2\alpha \sum_{i=1}^{M-1} \sum_{j=i+1}^M O_{i,j} (H_{MSC/VLRi, HLRi} + H_{HLRi}, vvlr)$$

$$C_g = 2 \sum_{i=1}^{M-1} (H_{TV, MSC/VLRi-1} + 2H_{MSC/VLRi-1}, vvlr + 2H_{VLR, MSC/old-VLRi})$$

$$C_d = 2 \sum_{i=1}^{M-1} \sum_{j=i+1}^M M_{i,j} \lambda \frac{T_i}{2} (H_{HLRi, MSC/VLRi} + 2H_{HLRi}, vvlr + H_{HLRi}, MSC/VLRi-1 + P)$$

c. C_{PGLT} = W_rC_r + W_cC_c + W_gC_g + W_dC_d

$$C_r = 2\alpha \sum_{i=1}^{M-1} I_i (H_{MSC/VLRi, HLRi} + H_{HLRi}, MSRP-VLR)$$

$$C_c = 2\alpha \sum_{i=1}^{M-1} \sum_{j=i+1}^M O_{i,j} (H_{MSC/VLRi, HLRi} + H_{HLRi}, MSRP-VLR)$$

$$C_r = \sum_{i=1}^{M-1} (H_{TV, MSC/VLRi-1} + 2H_{MSC/VLRi-1}, MSRP-VLR + 2H_{MSRP-VLR}, MSC/old-VLRi)(M:작수)$$

$$C_d = 2 \sum_{i=1}^{M-1} \sum_{j=i+1}^M M_{i,j} \lambda \frac{T_i}{2} (H_{HLRi, MSC/VLRi} + H_{HLRi, MSC/VLRi-1} + P) + \frac{M}{2} (H_{HLRi, MSC/VLRi} + 2H_{HLRi}, MSRP-VLR + 2H_{MSRP-VLR}, MSC/old-VLRi)(M:홀수)$$

$$C_d = 2 \sum_{i=1}^{M-1} \sum_{j=i+1}^M M_{i,j} \lambda \frac{T_i}{2} (H_{HLRi, MSC/VLRi} + 2H_{HLRi}, MSRP-VLR + H_{HLRi, MSC/VLRi-1} + P) + \frac{M-1}{2} (H_{HLRi, MSC/VLRi} + 2H_{HLRi}, MSRP-VLR + 2H_{MSRP-VLR}, MSC/old-VLRi)(M:홀수)$$

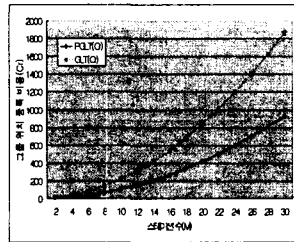


그림 5 - 그룹 위치 등록 비용(C_g)

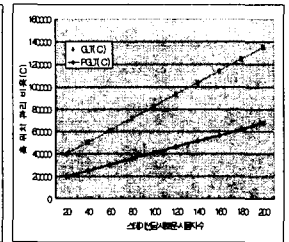


그림 6 - 총 시그널링 비용(C)

MSC/VLR2 영역, 즉 PGLT 기법에서 그룹 위치 등록을 하지 않는 영역에서는 TV에 탑승한 사용자에 첫 번째 호 전달 요청에 대한 페이징 실패가 발생하지만, 그로 인해 MSRP-VLR의 이동 경로 테이블에 TV의 현재 위치가 갱신됨으로써 그 영역에서의 두 번째 호 전달 요청부터는 페이징 실패가 발생하지 않는다. 그림 5는 스테이션(M) 수가 증가할수록 그룹 위치 등록 비용(C_g)이 GLT 기법보다 PGLT 기법이 작다는 것을 알 수 있다. 따라서 그림 6에서 나타난 것과 같이 PGLT 기법의 총 위치 관리 비용은 GLT 기법보다 작다는 것을 알 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 일정구간을 이동하는 지하철, 기차와 같이 규칙적인 이동 패턴을 보이는 운송 매체에 탑승한 많은 사용자들의 이동성으로 인해 발생하는 위치 갱신 비용을 줄이기 위해 PGLT 기법을 제안하였다. 제안하는 기법은 기존 IS-41의 개별적인 위치 갱신 대신에 그룹에 대한 위치 갱신을 하는 GLT 기법을 향상시킨 기법으로서, 사용자들의 규칙적인 이동 패턴 특성을 살린 프로파일 정보를 이용하여 그룹에 대한 위치 갱신 비용까지도 줄일 수 있다. MSRP-VLR과 RMB를 이용하여 일정구간을 이동하는 TV가 위치 갱신 요청을 하면, MSRP-VLR은 이동 경로에 대한 프로파일 정보를 보내어 TV의 RMB에 저장함으로써 그 경로를 이동 시 그룹에 대한 위치 갱신 요청을 할 필요가 없게 된다.

따라서 PGLT 기법은 GLT 기법의 그룹 위치 갱신 비용을 줄임으로써 일정구간을 이동하는 TV에 탑승한 많은 사용자들에 대한 위치 관리 비용을 현저히 줄일 수 있다.

6. 참고 문헌

- [1] I.F. Akyildiz, J. Mcnair, J.S.M. Ho, H. Uzunalioglu and W. Wang, "Mobility Management in Next-Generation Wireless Systems," *Proceedings of the IEEE*, vol. 87, no. 8, 1999.
- [2] E. Pitoura and G. Samaras, "Locating Objects in Mobile Computing," *IEEE Transactions on Know.*, vol. 13, no. 4, 2001.
- [3] A. Bar-noy, I. Kessler and M. Sidi, "Mobile users: To update or not to update?" *ACM-Baltzer J. Wireless Networks*, vol. 1, no. 2, pp. 175-186, 1995.
- [4] EIA/TIA, "Cellular Radio Telecommunication Inter System Operations," Tech. Rep., IS-41 (Revision C), 1995.
- [5] ETSI/TC, "Mobile application part(MAP) specification, version 4.8.0," Tech. Rep., Recommendation GSM 09.02, 1994.
- [6] Han, I. and Cho, D.H., "Group location tracking based representative identity and virtual VLR for transportation systems," *IEEE Communication Letter*, vol. 5, I. 8, pp. 349-351, 2001.