

셀룰러 망에서 프로파일 기반 위치관리를 위한 (위치영역 리스트) 생성

조현준[†]

요 약

이동망의 위치관리에서 위치갱신 비용 최소화를 위한 많은 연구 결과들이 있다. 위치갱신 비용의 최소화를 위해서는 각 사용자들의 이동 패턴을 고려해야만 한다. 본 논문은 과거의 사용자 이동에 대한 이력으로부터 각 사용자에 대한 위치영역 리스트 생성과 이를 위한 3 단계 페이징 방안을 제안한다. 사용자의 이동은 공간적으로 뿐만 아니라 시간적으로도 규칙적인 패턴이 존재한다. 따라서 제안된 위치영역 리스트 생성방안은 이상의 2가지 측면에서 사용자의 방문빈도를 이용하여 규칙성을 발견하고, 이에 대한 위치영역리스트를 생성한다. 제안된 방안의 성능분석 위해서 제안된 방안에 대하여 사용자 이동 패턴을 고려한 모의실험을 수행하였다. 모의실험 결과 제안된 방안이 위치관리 비용 측면에서 장점이 있음이 확인되었다.

키워드 : 프로파일기반 위치관리, 셀룰러 망

Location Area List Generation for Profile Based Location Management in Cellular Networks

Hyunjoon Cho[†]

ABSTRACT

There are many research results for the location update cost minimization of location management in cellular networks. For minimizing the location update cost, we have to take in consideration of each users' mobility pattern. This paper suggests location area list generation and a 3-step paging method based on users' movement history with the users' profiles. Users' mobility has not only geographical regular patterns but also time-related regularity. So, the method extracts users' movement regularities in both geography and time from their movement history, and generate location area list considering the regularities. For the performance analysis of the suggested method, we have executed a simulation for suggested method with user's mobility model. The results of the simulation show that suggested algorithm has some merits in the location management cost.

Keywords : profile based location management, cellular networks

1. 서 론

[†] 정회원: 전주대학교 컴퓨터공학과 부교수(교신저자)

* 본 논문은 전주대학교 교내연구비를 지원받아 연구되었음

셀룰러 망이나 PCS 망에서 이동 터미널(Mobile Terminal : MT)에 대한 호 요구는 주어진 시간 내에서 최소 비용으로 서비스되어야 한다. 이동망의 호서비스를 위해서는 이동터미널의

위치를 알아내기 위한 위치관리(Location Management)가 필수적이다. 위치관리는 이동터미널의 위치를 알아내기 위한 절차로 이루어지는데, 위치갱신(location update)과 페이징(paging) 등이 포함된다.

망 트래픽 측면에서 위치관리 비용은 위치갱신 비용과 페이징 비용의 합이 된다. 이동터미널이 현재 포함된 위치영역과 다른 위치영역에 있는 셀로 이동할 때마다 위치갱신이 발생된다. 위치갱신이 발생되면 망 내에서 메시지 전송을 위한 트래픽이 발생되고 따라서 망 차원이 사용된다. 위치갱신은 사용자가 통화 중이 아니어도 움직이는 한 계속적으로 발생하기 때문에 이에 따른 자원 소모가 상당하며, 이를 최소화하기 위한 많은 연구결과가 발표되고 있다[1][2][3].

향후 멀티미디어 서비스를 위한 대역폭 확보를 위해서 이동망에서의 주파수 재활용률을 높여야 할 것으로 예견되고, 이에 따라 셀의 크기는 계속 감소할 것이다. 셀이 작아질수록 사용자 이동에 따른 위치갱신은 더욱 빈번해 질것이며, 이에 따른 비용 최소화 문제는 더욱 중요한 이슈가 될 것이다. 위치관리 비용의 최소화를 위해서는 사용자의 이동을 임의적(random)으로 생각하고 연구된 방안들로는 한계가 있을 수밖에 없다. 즉, 각 사용자의 이동성 패턴을 고려해서 이동 특성을 이용한 위치관리 전략을 이용해야 하는 것으로 알려지고 있다[4].

본 논문에서는 이동터미널에 의하여 시작되는 위치갱신 요구와 페이징 절차 등에서 요구되는 비용을 최소화하기 위한 프로파일 기반 위치관리에서의 위치영역 리스트 자동생성 방안을 제안한다. 이를 위해서 사용자의 이동 이력 정보를 이용하여 이동이 빈번히 발생하는 셀들을 함께 묶어 확대된 위치영역을 구성한다. 그리고 시간적인 이동 규칙성을 고려하여 각 시간범위에서 위치할 위치영역의 확률을 고려하여 시간범위별로 페이징에 고려될 위치영역 리스트를 구성한다. 제안된 방안에 따라 구성된 위치영역리스트를 이용한 효과적인 3 단계 페이징 방안을 함께 기술한다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서 기존 위치갱신 비용 최소화 방안에 대하여 알아본다. 3

장에서는 논문이 제안하는 위치영역 리스트 구성, 그리고 3 단계 페이징 방안에 대하여 기술한다. 4 장에서는 제안된 방안의 타당성을 검토하기 위한 모의실험과 그 결과에 대하여 다룬다. 끝으로 5 장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

2.1. 셀룰러 망의 위치관리

셀룰러 망에서 이동 터미널에 대한 이동성 추적(mobility tracking)은 이동터미널의 위치를 알아내기 위한 절차로 이루어지는데, 위치갱신(location update)과 호 전달(call delivery) 등이 포함된다. 위치 갱신 절차는 우선 이동터미널의 위치가 시스템 데이터베이스에 등록되어야 하고, 이동에 따라 위치 정보가 갱신되어야 한다. 호 전달은 이동터미널에 대한 호 요구가 발생할 때마다 이동터미널을 찾아야 한다. 위치갱신과 호 전달을 위한 비용이 정해진 한계 값 이하가 되도록 하면서, 짧은 시간 내에 이동터미널이 로밍(roaming)하고 있는 셀을 찾아야 한다.

현재까지 크게 두 종류의 위치갱신 방안이 문헌에서 소개되었다. 첫째는 정적인 또는 전체적인 전략으로 현재 셀룰러 시스템에서 구현된 방안인데, 전체를 커버해야 할 영역을 다수의 위치영역(location area : LA)으로 나눈다. 각 위치영역의 경계는 고정되어 있으며, 한개 이상의 셀들로 구성된다. 이동터미널이 두 위치영역의 경계를 넘어서 이동하게 되면, 기지국을 통해서 시스템 데이터베이스에게 위치갱신 메시지를 보낸다. VLR(Visitor Location Register)에 있는 위치 데이터베이스는 한 위치영역에 지정되어 있으므로, 모든 위치갱신 메시지는 VLR에 등록을 실행하고 또 HLR(Home Location Registration)에도 등록을 한다. 그러나 현재의 PCS에서는 한 VLR가 몇 개의 위치영역을 담당할 수도 있다[4][5]. 다음 그림 1은 이동망에서 위치관리를 위한 HLR과 VLR 간의 관계를 나타낸 것이다.

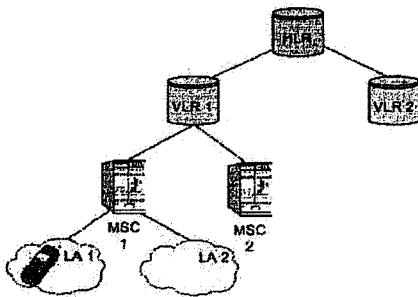


그림1 위치관리를 위한 HLR과 VLR

둘째는 동적인 또는 국지적인 전략으로 위치갱신 절차는 이동 터미널에 의존한다. 모든 이동터미널을 위한 고정된 위치영역은 존재하지 않는다. 방식에 따라 3가지의 동적인 절차들이 이미 소개되었는데, 시간에 기반 한 전략, 또는 방문한 셀의 개수, 또는 마지막으로 위치갱신 메시지 전송을 시작을 한 셀에서의 거리에 따른 위치갱신 등이 있다[4].

호 전달 절차는 상대방의 위치에 대한 질의와 상대방의 위치를 정확히 찾는 페이징 절차로 나눌 수 있다. 질의는 고정적으로 설치된 유선망에 의해서 제공된다. 이동터미널의 위치는 시스템 데이터베이스 내에서 탐색된 후, 이동터미널이 등록되어 있는 지역에 대한 정보이다. 성공적인 질의신호 후에 페이징 절차가 시작한다. 그러면 이동터미널은 페이징 알고리즘을 따라 탐색되고, 페이징 절차의 결과는 이동터미널이 로밍하고 있는 셀이 된다.

2.2. 지역 기반 기법

정적인 위치영역이 고려될 경우에는 모든 모바일 단말기들에 대하여 갱신이 요구되는 영역의 경계가 고정된다. 이 경계를 지날 때마다 단말기들은 위치 갱신을 요구하게 된다. 이러한 방법을 지역 기반(zone-based) 기법[6]이라고 한다. 이 방법은 얻을 수 있는 성능 이득이 제한적인 것으로 알려져 있다. 개별적인 이동 단말의 특성을 고려하지 않고서는 전체 성능이 모든 노드들을 위해 최적이 되도록 갱신을 요구하는 셀들을 배당하기가 매우 어렵다. 이러한 문제점을 극복

하기 위해서 나타난 방법이 모바일 단말기의 이동 유형을 고려해서 갱신의 횟수를 최소화하기 위한 방안으로 3 개의 위치영역(three-location area) 기법[5]이나 프로파일 기반 갱신(profile-based update) 기법[2] 등이 제안되었다.

2.3. 3 개의 위치 영역 기법

이 기법은 현재 모바일 단말기가 존재하는 한 위치영역(LA : Location Area)만이 아닌 근접한 2개의 이웃 위치영역을 포함한 3개의 위치영역을 터미널에 저장하는 방법으로 경계이동이 있을 시에 새로 획득한 위치영역이 저장된 위치영역인가를 판단하여 위치 갱신 여부를 결정한다[5]. 다음 그림 2 는 이 기법의 위치영역의 한 예다.

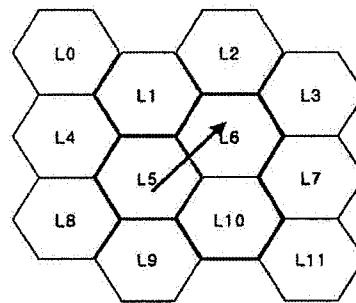


그림2 3개 위치영역의 예

L5 위치영역에서 L6으로 이동했을 때 새로 정해지는 위치영역은 이전에 위치했던 L5와 새로운 위치영역 L6 그리고 이들과 이웃한 L1이나 L10 중 하나가 선택되어 3개의 위치영역을 포함하는 새로운 위치영역을 결정한다. 이 위치영역의 경계를 지날 때 위치갱신이 행해지므로 위치갱신 빈도를 줄일 수 있으며, L5, L6, L10 간의 경계에서 발생하는 핑퐁효과를 없앨 수 있다.

호 도착 시에는 2 단계 페이징 메커니즘이 사용된다. 모바일 단말기는 저장된 3개의 위치영역 내에 존재할 것이므로 1 단계 페이징에서는 가장 최근에 등록된 VLR 위치영역에서 페이징이 일어나고, 단말기를 찾기 못했을 경우 2단계로 나머지 두 위치영역에 대하여 페이징이 이루어진다.

2.4. 프로파일 기반 기법

이 기법은 각 사용자에 대한 프로파일을 유지한다. 등록이 이루어지면 망은 기존의 이동시에 얻었던 경험을 바탕으로 존재할 가능성이 높은 위치영역의 리스트를 모바일 단말기에 저장한다. 단말기는 이동한 위치영역이 목록에 있을 경우에는 위치갱신을 하지 않는다. 단말기가 가지고 있는 위치영역 리스트에 대한 예측이 정확할수록 필요한 갱신 횟수는 줄어들게 될 것이다[2][7].

단말기에 대한 호 요구가 발생하게 되면 현재의 위치영역 리스트에서 단말기의 위치를 찾아내는 페이징이 필요하게 된다. 위치영역 리스트에서 가장 앞에 위치한 영역으로부터 하나씩 폐이장하여 단말기가 존재하는 영역을 검색하는 방법을 이용한다. 위치 영역 리스트를 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$L = \{ l_0, l_1, l_2, l_3, \dots, l_{n-1} \} \quad (n : \text{리스트 내의 위치영역 개수})$$

위치영역 리스트 L 에 포함되는 영역들은 서로 경계를 두고 이웃하여 영역들로 이루어져야만 단말기가 해당 경계를 지나갈 때 필요한 위치갱신을 생략할 수 있다. 이러한 리스트는 필요할 때마다 위치관리 시스템으로부터 단말기로 새로운 리스트가 전송될 수 있다. n 의 크기는 단말기의 저장 능력과 페이징 처리에서의 효율성을 고려하여 결정되어야 한다. n 의 크기가 클수록 갱신의 횟수는 줄어들지만 호가 도착하였을 때 요구되는 페이징 영역은 증가하게 되고 결과적으로 페이징 비용이 늘어남으로 적절한 크기의 리스트가 요구된다. 페이징 비용을 줄일 수 있는 다단계 페이징 기법이 사용될 수 있다. 최근에는 프로파일 기반 위치관리 기법에 부가적인 정보들을 포함하려는 연구들이 있다[7][8].

본 논문에서는 프로파일 기반의 기법을 위한 위치영역 리스트 구성과 위치영역 결정 방안에 관하여 기술한다. 프로파일 구성은 2 가지 방법이 있을 수 있다. 첫째는 사용자가 등록 시에 자

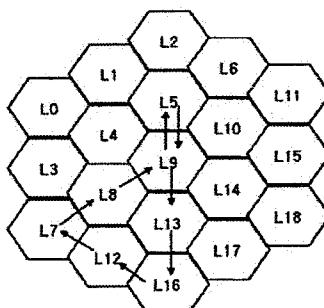
신이 주로 위치하게 되는 위치영역을 미리 지정하는 방안이다. 두 번째 방법은 사용자가 등록한 후로 위치관리 시스템은 일정 기간 동안 사용자의 이동 경로를 추적하여 각 영역의 방문 정도를 측정한 후 위치영역 리스트를 구성하는 자동화된 방법이다. 이 방법은 효과적인 위치영역 리스트를 구성할 수 있는 알고리즘이 요구되고, 이를 처리하기 위한 시스템 성능이 요구되지만, 자동적이고 신뢰할 수 있는 방법이라는 장점이 있다. 본 논문은 자동화된 프로파일 구성 방안에 대하여 논한다. 다른 범위로는 주어진 기간동안 기록된 단말기 이동 경로로부터 효과적인 이동경로 리스트들을 추출하는 방안과 페이징 시에 비용을 줄일 수 있는 3 단계 페이징 방안이 포함된다.

3. 제안된 위치영역 리스트 생성과 페이징 방안

3.1. 위치영역 리스트 생성 방안

위치영역 단위로 사용자 이동을 고려하면 자주 방문하는 위치영역들을 추출한 후, 이 중에서 이웃한 영역들을 모아서 단일 위치갱신 단위로 구성하게 되면, 내부의 위치영역들 간의 경계에서는 위치 갱신이 발생하지 않기 때문에 위치 갱신 횟수를 최소화 할 수 있다.

단말기의 이동 경로 정보는 다음 그림 3과 같이 시간의 흐름에 따라 단말기들이 방문한 위치 영역으로 이루어진다.



이동경로 : L7-L8-L9-L5-L9-L13-L16-L12-L7

그림3 이동경로 생성

이동경로에 위치영역 경계에서의 이동 발생 시간을 고려하면 다음 그림 4와같이 발생시간과 해당되는 위치영역들의 정보로 사용자의 이동 이력을 표현할 수 있다.

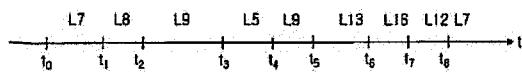


그림4 시간에 따른 단말기 이동 경로 정보

이러한 정보로부터 단말기가 방문하는 정도가 높은 위치영역들을 추출해야 한다. 방문의 정도는 결국 이동 경로 정보에서 나타는 영역의 빈도를 측정하면 알 수 있다.

각 영역을 노드로 대응시키고 두 영역 사이의 경계를 링크로 대응시키면 결국 모든 노드와 링크를 포함하는 하나의 망으로 나타낼 수 있고, 경계 이동 횟수는 각 링크의 비용으로 나타나게 된다. 비용이 0인 링크들을 제거하고 난 후, 얻어지는 망은 사용자의 공간적인 이동 경로를 포함하고 있다. 프로파일 기반의 위치관리를 위한 위치영역 리스트 추출 문제는 주어진 망에서 링크의 비용의 크기를 고려한 연결성을 유지하는 서브 망들의 구성 문제로 대응 될 수 있다. 연결성을 유지하는 각 서브망에 포함되는 노드에 대응되는 위치영역들이 한 위치갱신의 단위가 된다.

만약 위치영역 리스트 크기가 주어진다면 이 한계에 도달할 때까지 계속적으로 현재 서브 망에서 가장 방문 빈도가 높은 노드 순으로 새로운 서브 망을 구성함으로써 해당 크기의 위치영역 리스트를 구할 수 있다. 다음은 위치영역 리스트 생성 방안에 대한 단계별 기술이다.

- 단계1: 사용자의 이동경로 정보로부터 방문영역은 노드로 대응시키고, 서로 이웃한 방문 영역에는 링크를 대응시킨다. 두 노드간의 이동 횟수를 링크 비용으로 한다.
- 단계2: 단계 1에서 생성된 망에 대하여 주어진 최소 링크비용 미만의 링크들을 제거한다.

- 단계3: 단계2에서 생성된 집합 내의 노드들 간의 링크 유무를 고려하여 연결성을 유지하는 서브 망들을 생성한다.
- 단계4: 생성된 각 서브 망에 포함되는 노드에 대응되는 위치영역의 집합을 새로운 위치갱신 단위로 정한다.

어떠한 위치영역 리스트 내에도 포함되지 않는 위치영역으로 이동할 때에는 사용자의 위치영역 리스트를 이용할 수 없기 때문에 기존의 단일 위치영역을 기반으로 한 위치갱신 기법 등이 사용될 수 있다.

3.2. 3 단계 페이징 방안

앞 절에서 제안한 방안에 의하여 단말기가 자신의 위치영역 리스트를 유지하고 있을 때 호요구가 발생하면, 페이징이 발생하고 위치영역 리스트에서 현재 자신이 존재하는 영역을 찾아야 한다. 한번의 페이징으로 영역을 발견하기 위해서는 모든 영역에 대하여 페이징을 해야 하므로 이를 위한 신호 발생으로 비용이 증가하게 된다. 따라서 비용을 줄이기 위해서는 존재할 확률이 높은 영역에서 낮은 영역 순으로 순차적으로 페이징하여 단말기의 위치를 찾는다.

본 논문에서는 사람들의 이동이 시간과 연관이 있다는 점에 착안하여 특정 시간에 자주 방문하는 영역에서부터 페이징 하도록 한다. 이를 위하여 하루를 정해진 시간범위로 나누고, 과거의 이동 기록으로부터 각각의 주어진 시간범위에서 단말기가 방문했던 영역들과 그 영역 방문 중 머물렀던 시간들의 총 합을 구하여 이를 해당 시간대의 전체 시간으로 나누어 해당 시간범위에서 단말기가 각 영역에 존재할 확률을 계산한다. 시간 범위가 작을수록 더 정교한 확률 값을 얻을 수 있지만, 계산 비용이 높아지고 한 사용자 프로파일을 위한 시간범위 별 페이징 리스트들의 전체 데이터량이 증가하게 될 것이다.

다단계 페이징을 이용하면 페이징에 고려되는 위치영역의 개수를 줄일 수 있다. 그러나 단계 수가 증가함에 따라 페이징에 걸리는 자연시간이 증가한다. 본 논문에서는 지나친 자연시간을 피

하기 위하여 3 단계 페이징 방안을 이용한다.

먼저, 페이징 리스트에는 확률 값에 따라 내림차순으로 정렬한다. 페이징 리스트 내에서 확률 값이 0인 영역들은 이력 수집기간 중에 방문경험이 없었던 영역들이다. 따라서 이 영역들은 마지막 3단계 페이징 시에 시도된다.

첫 번째 영역부터 순서대로 다음과 같은 방법으로 1단계 페이징에 포함 유무를 결정한다. 현재의 대상 영역의 확률을 p , 영역 리스트에 속한 확률이 0이 아닌 영역의 총 개수를 N 이라 하고, 현재까지 고려된 영역 개수를 n , n 개의 영역의 확률 합을 P_n 이라 하자. 처음에는 $n=0$, $P_n=0$ 이다. 이때 첫 번째 셀부터 첫 번째 시도에 포함함으로써 페이징 시도에 요구되는 총 영역 개수의 기댓값을 줄일 수 있으면 해당 영역을 첫 번째 시도에 포함시킨다.

n 번을 첫 번째 페이징 시도에 포함할 때 요구되는 총 페이징 시도 영역 개수는 다음 식 (1)과 같다.

$$n \cdot P_n + N \cdot (1 - P_n) \quad \text{--- (1)}$$

여기서 한 영역을 포함시켜서 $n+1$ 번을 첫 번째 페이징 시도에 포함시키면 식 (2)가 된다.

$$(n+1) \cdot (P_n + p) + N \cdot (1 - P_n - p) \quad \text{--- (2)}$$

(2)식이 (1)식에 비해 더 큰 값을 가지면 해당 영역을 포함시킨다. 따라서 (2) > (1) 조건으로부터 식을 정리하면 (3)의 조건이 된다.

$$P_n < (N-n-1) \cdot p \quad \text{--- (3)}$$

(3) 조건이 만족되지 않을 때까지 순서대로 영역들을 첫 번째 페이징 시도의 집합에 포함시킨다. 나머지 영역들은 모두 2 단계 페이징에서 시도된다.

이상의 3단계 페이징 알고리즘을 단계별로 기술하면 다음과 같다.

1단계: L_{slot} 은 이력으로부터 현재 시간범위에서 방문 경험이 있는 위치영역의 집합

이고, $L_{cur,LA}$ 는 터미널이 현재 위치하고 있는 위치영역경계 내에 포함된 위치영역 집합이라 할 때

$$S_{LA} = L_{slot} \cap L_{cur,LA}$$

2단계: T_i 는 이력으로부터 L_i 원소에 머물렀던 시간의 합이며, T_{total} 은 해당 시간 범위의 총합이다. S_{LA} 의 모든 원소 L_i 에 대하여 $P_i = T_i / T_{total}$ 을 구한다.

3단계: S_{LA} 의 모든 원소 L_i 중에서 $P_i = 0$ 인 원소들로 3번째 단계 페이징의 대상 영역 집합인 S_3 를 구한다.

4단계: $S_{tmp} = S_{LA} - S_3$ 를 구한다. S_{tmp} 원소들을 P_i 값에 따라 내림차순으로 정렬하여 배열 $S_{tmp}[i]$ 에 대입한다.

5단계:

```
sum_pr = S_{tmp}[0]의 P_0 값;
list_size = 배열 S_{tmp}의 크기;
n = 1; i = 1;
while( (list_size-n-1) * S_{tmp}[i]의 P_i >
      sum_pr) {
    sum_pr += S_{tmp}[i]의 P_i;
    n++; i++;
}
```

$S_{tmp}[0]$ 에서 $S_{tmp}[n-1]$ 원소들로 첫 번째 단계 페이징의 대상 영역 집합인 S_1 을 구한다. S_{tmp} 배열 중에서 나머지 원소들로 두 번째 단계 페이징 대상 영역 집합 S_2 를 구한다.

4. 모의실험 및 결과

4.1. 모의실험을 위한 이동 모델

기존 연구들에서는 성능분석을 위해서 주로 수학적 분석 기법을 이용하며, 이 때에는 이동 터미널의 이동을 임의적인 것으로 가정한다. 그러나 실제 사용자의 이동은 대단히 규칙적인 특성을 가지며, 이 특성을 이용해야만 위치관리 비용 최소화를 이를 수 있다. 따라서 본 모의실험에서 사용한 사용자에 대한 이동 모델은 [9]에서 제안한 모델로 임의적인 이동과 규칙적 이동 등의 2 가지 이동모드에서 주어진 비율에 따라 모드를

바꾸어가며 동작한다. 임의적인 이동은 규칙적인 이동패턴을 따르지 않는 이동을 의미하며, 규칙적인 이동은 반복적인 이동패턴에 따르는 이동을 의미한다. 이동이 규칙적일수록 규칙적인 이동 모드에서 동작하는 비율이 커진다.

한 이동에 대하여 목적 지점과 목적 지점까지 도달하기 위한 경로, 그리고 목적 지점에서 머무는 시간 등으로 모델링 한다. 이에 따라 한 이동에 소요되는 시간은 출발지점을 떠나 목적지점까지 이동하는데 걸리는 총 시간에 목적지점에서 머무는 시간의 합이 된다. 임의적인 이동 대 규칙적인 이동의 비율도 발생하는 이동에 소요되는 총 시간의 비율로 나타낸다.

규칙적인 이동 모델은 사용자들이 자주 방문하는 장소를 나타내는 지점을 정점으로 하고, 이들 사이의 이동을 나타내는 선분으로 두 정점을 연결하여 이루어지는 그래프 워크 모델을 기반으로 한다. 두 정점을 연결하는 이동은 두 정점간의 방향성을 갖는 선분으로 나타난다. 다음 그림 5는 방문하는 지점을 정점으로 하고 그들 간의 이동을 링크로 하는 그래프 이동 모델의 한 예를 나타내었다.

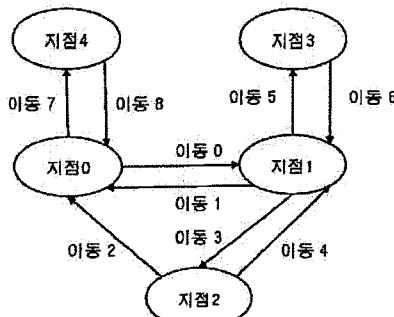


그림 5. 그래프 이동 모델

한 장소에서 다른 장소로의 이동은 일반적으로 시간과 대응되는 특성이 있다. 예를 들어서 지장에 출근하는 시간이 정해져 있는 경우가 대부분으로 이동은 정해진 시간대에서 발생할 가능성이 대단히 높다. 이와 같이 시간과 사용자의 이동은 밀접한 관계가 존재한다. 그래프 이동 모델에서 이동을 나타내는 링크는 비용을 갖는데, 이는 해당 시간 범위 내에서 이동이 일어날 확률을 나타낸다. 이 확률 값은 타임 슬롯(time slot) 단위로 변화한다. 사용자가 존재하는 지점이 결정되면 현재 해당 타임 슬롯에서 다음 이동 지점이 확률적으로 결정되며, 만약 아무런 이동도 일어나지 않으면 계속 그 지점에 머무는 것으로 간주한다.

4.2. 모의실험을 위한 가정

첫째, 모의실험에서 고려하는 전체 이동영역은 한 도시 크기를 포함할 수 있는 정도를 고려해서 40km x 40km로 한다.

둘째, 셀은 육각모델을 사용하고 반지름은 1km로 한다. 이 셀 크기는 매크로 셀과 마이크로 셀의 중간 정도 크기를 고려한 것이다.

셋째, 사용자의 규칙적인 이동은 그래프 이동 모델로 기술한다. 또한 사용자의 임의적인 이동은 랜덤워크모델을 이용한다.

넷째, 호(call) 발생은 하루 평균 20회로 지수분포를 따른다.

다섯째, 사용자의 임의적인 이동 발생은 지수분포를 따른다.

여섯째, 임의적인 이동의 경로는 다수의 선분으로 이루어지며, 개수는 평균 선분개수를 중심으로 정규분포를 따른다.

일곱째, 사용자 이동 모델에서 이동 발생 확률을 위한 타임 슬롯은 10분으로 한다.

여덟째, 영역 리스트에서 특정시간에 영역에 대한 확률값 계산을 위한 시간범위는 30분으로 한다.

아홉째, 단일 위치영역은 19개의 셀로 이루어지며, 전체적인 모양은 육각형을 이룬다.

4.3. 모의실험 결과

실험은 위치영역 구성과 3 단계 페이징을 위한 영역리스트를 생성하기 위하여 20일간의 이동 이력을 수집하였다. 단일 위치영역을 기반으로 하는 위치관리 기법과 제안된 프로파일 기반의 기법을 비교하기 위해서 100일간의 이동과 호 발생에 대하여 모의실험을 하였다.

다음 그림 6은 제안된 방안에서 영역 리스트

구성 시에 고려한 각 영역의 방문빈도의 최소값을 하루당 1회로 정하여 실험하여 얻었다. 사용자 이동 규칙성 정도에 따른 위치개신비용을 그레프로 나타낸 것이다.

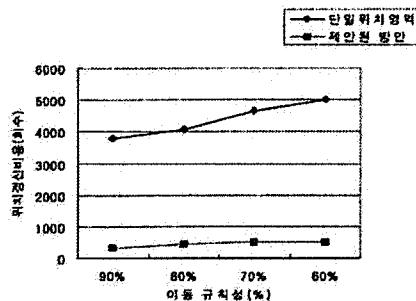


그림6 이동 규칙성에 대한 위치개신비용

그래프에서 알 수 있듯이 제안된 방안은 이력을 이용하여 다수의 위치영역으로 이루어지는 확대된 영역을 새로운 위치영역으로 사용하므로 위치개신의 횟수가 상당히 줄어든다. 이동규칙성이 낮아짐에 따라 위치 개신비용이 증가하는 것은 임의의 위치로의 이동이 많아짐에 따라서 영역확대의 효과가 감소함을 나타내는 것이다. 이동규칙성은 각 사용자의 이동 특성에 따라 다양할 수 있다. 본 논문에서 고려하는 프로파일기반의 위치관리 방안은 규칙성이 높을 경우에 그 특성을 이용하여 비용을 최소화한다.

확대된 영역 내에서 호요구에 의한 페이징이 발생하면 페이징 대상의 영역이 그만큼 커지므로 페이징 비용이 증가한다. 다음 그림 7은 동일한 조건에서의 페이징 비용을 그레프로 나타내었다.

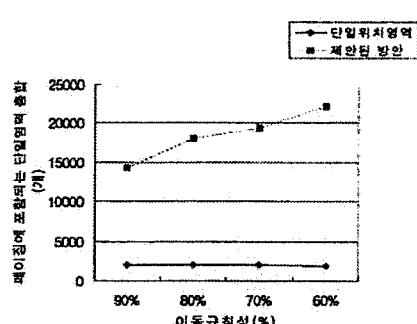


그림7 이동규칙성에 대한 페이징 비용

위치개신과는 반대로 페이징 비용은 제안된 방안에서 크게 증가함을 알 수 있고, 그 증가의 정도가 위치개신보다 더 큰 것을 확인할 수 있다. 위치관리에 대한 망 트래픽 측면에서의 비용을 고려하면 총 비용은 위치개신비용과 페이징비용의 합으로 이루어진다. [9]논문에서는 페이징 비용을 위치개신 비용의 0.1에서 0.5배 정도로 고려하여 성능분석을 수행하였다. 이와 같이 일반적으로 단일 위치개신 비용에 비해 단일 영역의 페이징 비용이 훨씬 적기 때문에 전체적으로는 오히려 비용이 적어짐을 알 수 있다.

앞에서 나타난 그레프들은 영역리스트 추출에서 사용한 방문 한계값을 하루당 1회로 한 것이다. 이 값을 증가시키면 보다 자주 방문하는 위치영역만을 고려하게 됨으로 생성되는 영역리스트의 개수가 줄어들게 되고 따라서 페이징 비용이 비례적으로 줄어들게 될 것이다. 다음 그림 8은 사용자 이동 규칙성이 80%일 경우에 이와 같은 관계를 나타내고 있다.

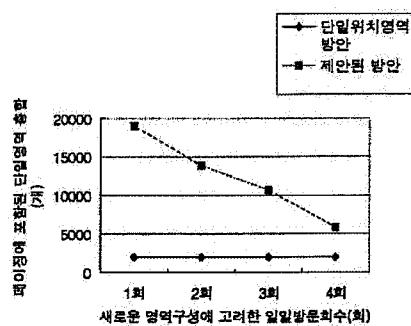


그림8 방문회수 제한에 따른 페이징비용

이와 같은 성능 차들은 사용자의 이동 규칙성과 매우 밀접한 관계가 있다. 이동 규칙성이 높을수록 이력으로부터 얻은 영역리스트가 사용자의 이동특성을 더욱 잘 반영하게 되고 따라서 프로파일기반의 위치관리 기법에 의한 더 좋은 성능을 나타내게 된다.

다음 그림 9는 3 단계 페이징 시에 각 단계에서 사용자 위치를 결정하게 되는 빈도수를 그래프로 나타내었다.

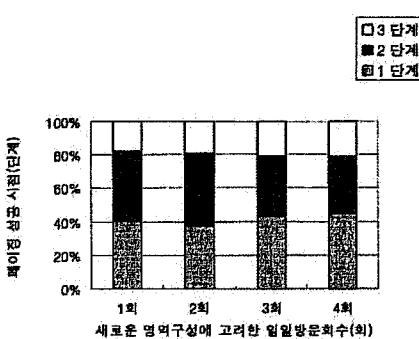


그림9 방문회수 제한에 따른 페이징 성공단계

하루당 방문회수의 한계 값에 관계없이 본 논문이 제안한 3단계 페이징의 특성은 계속 유지됨을 알 수 있다. 특히 1 단계에서의 성공률이 약 40% 이상을 차지함을 알 수 있다. 만약 이동규칙성을 이보다 더 높이게 된다면 더 높은 성공률을 보일 것이다. 3단계는 이력으로부터 방문 경험에 없는 영역들로의 이동에 의하여 발생하는 것으로 이동 규칙성을 증가시키면 이에 따라 줄어들 것이다.

5. 결 론

위치관리는 셀룰러망의 셀 크기가 보다 적어지고, 이에 따라 이동이 빈번할 것으로 예상되는 이동 망 발전 추세를 고려할 때 더욱 중요한 기술요소가 될 것이다. 이러한 필요성에 따라 본 논문은 위치관리의 비용을 최소화하기 위한 프로파일기반의 위치관리를 위한 자동 영역리스트 생성과 이에 따른 3단계 페이징에 대하여 기술하였다.

제안된 방안은 특정기간 동안 사용자의 이동이력을 얻고, 이로부터 위치갱신비용을 줄이기 위하여 방문 빈도를 기준으로 새로운 위치영역의 영역리스트를 구하였다. 또한 시간범위 별 영역에 머물렀던 기간 값을 기준으로 방문 확률을 얻고, 이를 기준으로 페이징에 고려되는 영역 리스트를 추출하였다. 확대된 위치영역을 위해서 3단계 페이징 방법을 제안하였다. 모의실험 결과 제안된 방안은 사용자의 이동 규칙성이 80% 이상

의 높을 경우 의도했던 위치관리 비용 축면에서의 장점이 있음을 확인할 수 있었다.

전체적인 위치관리 비용은 위치갱신 비용과 폐이정 비용 모두를 고려해야 한다. 만약 단일영역에 대한 폐이정 비용이 위치갱신비용에 비해 0.3 미하일 경우 제안된 방안의 장점은 뚜렷하나 그 이상의 경우에는 이동규칙성이 높을 경우에만 고려될 수 있다. 따라서 폐이정 비용이 증가하면 보다 높은 이동규칙성이 있을 때만 본 방안이 효율적이다.

그러나 이동규칙성이 낮아지면 프로파일기반 위치관리 기법은 이에 따른 장점들이 약해진다. 따라서 영역리스트 생성에서 고려하는 최소이동빈도수를 높임으로써, 새로운 위치영역의 범위를 줄여서 폐이정 비용을 줄일 수 있다. 이 경우 전체 범위에서 기존의 정적인 영역 부분이 차지하는 정도가 커짐으로 정적인 영역위치관리기법을 사용하는 것과 특성이 유사해 진다. 향후 이동규칙성의 정도에 따른 다양한 위치관리기법을 혼합하는 방안에 대한 연구가 계속 요구된다.

참 고 문 헌

- [1] Yi-Bing Lin,"Reducing Location Update Cost in a PCS Network," IEEE/ACM Transactions on Networking, VOL 5, No 1, February 1997.
- [2] Gregory P. Polini, Chih-Lin I, "A Profile-Based Location Strategy and Its Performance," IEEE Journal on Selected Areas in Communications," VOL 15, No. 8, October 1997.
- [3] Vincent W. S. Wong, Victor C. M. Leung, "An Adaptive Distance-Based Location Update Algorithm for Next-Generation PCS Networks," IEEE Journal on Selected Areas in Communications," VOL 19, No. 10, October 2001.
- [4] Abbas Jamalipour, The Wireless Mobile Internet - Architectures, Protocols, and Services, John Wiley & Sons, 2003
- [5] Pablo Garcia Escalle, Vincente Casares Giner, and Jorge Mataix Oltra, "Reducing

- Location Update and Paging Costs in a PCS Network," IEEE Transactions on Wireless Communications, VOL 1, No 1, January 2002.
- [6] Wong V. & Leung V, "Location Management for Next-Generation Personal Communications Networks," IEEE Network, Vol. 14, No. 5, 18-24, 2000
- [7] Wenchao Ma, Yuguang Fang, "A User Mobility-Pattern-Based Location Strategy for Next Generation Wireless Multimedia Networks," GLOBECOM, December 2003.
- [8] Alejandro Quintero, Oscar Garcia, Samuel Pierre, " Location Management in Third-Generation Networks : A User Mobility Approach," CCECE 2003.
- [9] 조현준, "이동 망에서 규칙성을 갖는 단말기의 이동성을 위한 모의실험 방안" 한국컴퓨터정보학회 논문지, 제 10권 제 2호, 2005.5



조 현 준

1985.2 고려대학교
전자공학과(공학사)
1987.8 고려대학교
전자공학과(공학석사)

1995.2 고려대학교 전자공학과(공학박사)

1989.1~1991.8 (주)쌍용컴퓨터 시스템연구소
연구원

1995~현재 전주대학교 컴퓨터공학과 부교수
2002.8~2003.7 애리조나주립대 컴퓨터과학 및
공학과 방문연구원(visiting scholar)

관심분야: 컴퓨터네트워크, 이동컴퓨팅, 이동망
프로토콜

E-Mail: chohj@jj.ac.kr