

이동 통신 환경에서 Hybrid 방식을 이용한 위치관리기법

박태준^o 이구연

강원대학교 컴퓨터정보통신공학과

{pisparky^o, leegyeon}@kangwon.ac.kr

Hybrid Location Updating Scheme in a PCS Network

Tae-Jun Park^o Goo-Yeon Lee

BK21 Dept. of Information and Telecommunication Engineering, Kangwon National University

요 약

본 논문에서는 기존의 이동 기반 위치 갱신 기법과 시간 기반 위치 갱신 기법을 혼합한 새로운 hybrid 위치 관리 갱신 기법을 제안한다. 이동 통신 시스템에서 위치관리는 위치 갱신과 페이징의 두가지 동작으로 관리 된다. 기존의 위치 갱신 기법으로 이동기반 위치 갱신, 시간 기반 위치 갱신, 거리 기반 위치 갱신기법이 널리 사용되고 있다. 실용적인 면에서 이동 기반 위치 갱신 기법 혹은 시간 기반 위치 갱신기법이 사용되나 CMR에 따라 각각 장단점을 가지고 있다. 제안된 hybrid 위치 관리 기법에서는 셀 이동 횟수인 이동 임계값 d 를 초과한 후 설정된 타이머 값 T 를 초과할 때 위치 갱신을 실행하여 기존의 위치 갱신 기법들이 가지고 있는 불필요한 위치 갱신 비용을 줄이고자 한다. 특히 CMR이 작고 갱신 비용이 페이징 비용보다 큰 환경에서 기존의 위치 갱신 기법보다 낮은 비용으로 위치관리를 실행할 수 있다.

1. 서 론

무선 통신망 기술의 급속한 발전으로 인해 이동 컴퓨팅 환경에 대한 요구가 증가되고 있다. 가까운 미래에 이동 통신 가입자의 수가 유선 가입자의 수를 넘어설 것 이다. 사용자들은 물리적 제약 없이 언제, 어디서나 원하는 정보에 접근하기를 원하기 때문에 노트북에서 PDA 까지 개인용 휴대 컴퓨팅의 사용이 점점 더 증가할 것이다.

이러한 환경에서 이동 통신 시스템에서 이동 단말(MT: mobile terminal)사용자의 위치를 추적하는 위치 관리가 매우 중요하게 된다.

PCS Network에서는 이동 단말에 대한 위치 정보를 유지, 관리하며 이동 단말에 대한 착 호 설정을 효율적으로 처리하여야 한다. 현재의 이동 통신시스템에서는 이동 단말이 자신의 위치를 시스템에게 알려주는 위치등록과 착 호 발생시에 호 설정을 위해 시스템이 이동 단말을 찾는 페이징이라는 두 가지 연산을 통해서 위치 관리를 수행한다. 위치 갱신 비용과 페이징 비용은 서로 상쇄 관계 (trade-off)에 있기 때문에 위치 관리 비용을 최소화하기 쉽지 않다[1].

본 논문에서는 위치 갱신의 횟수를 감소시키기 위해 이동기반 위치관리 기법과 시간기반 위치관리 기법을 혼합한 Hybrid 위치관리 기법을 제안한다. 혼합형 위치관리 기법은 이동 임계값 d 를 초과하지 않을 경우 타이머는 동작하지 않으며 d 를 초과할 때 타이머를 동작하여 기존의 이동기반 위치관리 기법보다 타이머 T 동안 위치 갱신을 지연시킴으로써 위치 갱신 횟수를 감소시킨다. 또한 CMR(Call-to-Mobility)의 변화에 따른 각각의 동적 위치관리 기법을 비교하고 각각의 페이징 비용과 위치 갱신 비용을 가지고 상황에 맞는 최적의 위치관리기법을 찾고 제안하는 혼합형 위치관리 기법의 효율성을 검증하고자 한다.

2. 관련 연구

기존의 위치 관리 기법들은 위치갱신과 페이징에 중점을 두며 위치관리의 총 비용을 최소화하기 위해 무선 인터페이스를 통해 전송되는 위치 갱신과 페이징 메시지의 총 수를 감소시키는데 초점을 두고 있다.

현재 대부분의 이동 통신 시스템은 위치 영역과 위치 갱신의 개념을 사용하고 있다. 지리적인 영역들을 위치 영역이라고 불리는 셀들의 그룹으로 분할하고, 이동 단말이 위치 영역의 경계를 벗어날 때마다 자신의 현재 위치를 시스템에 갱신하게 한다. 이동 단말에 대한 착 호 발생 시 이동 단말이 가장 최근에 갱신한 위치 영역에 포함되는 모든 셀들을 페이징하여 이동 단말을 찾는다. 이러한 위치 관리 기법은 페이징 트래픽을 감소시킬 수 있지만, 위치 갱신이라는 새로운 형태의 시그널링 트래픽을 초래하게 된다. 또한, 각 사용자의 이동 특성을 고려하지 않았다는 점에서 정적인 기법이라 할 수 있다. 사용자의 이동 특성은 단 위 시간 동안에 착 호를 받는 비율에 비해서 높은 이동성을 가지는 경우와 이동성에 비해서 높은 비율의 착 호를 가지는 경우로 구분 되어 질 수 있다. 전자는 쓸모없는 잦은 위치 갱신을 유발할 수 있고, 후자는 이동 단말을 찾기 위해 위치 영역내의 불필요하게 많은 셀들을 자주 페이징해야 하는 단점이 있다. 따라서 이동 단말이 수신한 호출의 비율과 이동 단말의 이동성을 고려한 동적 위치 추적 기법이 필요하다. 현재의 대표적인 동적 위치 추적 기법들을 살펴보면 다음과 같다.

시간 기반 기법(Time-based scheme)은 주어진 시간 임계값 T 를 통하여 이동 단말이 매 T 시간단위마다 자신의 위치를 갱신한다. 시간 기반기법의 장점은 개별 사용자마다 T 값을 다르게 줄 수 있으며 동적 위치 추적 기법 중 가장 간단하다. 이동 단말의 이동 패턴이나 착 호 도착의 확률에 대해서는 고려하지 않고 오직 위치 갱신

이 논문은 2004년도 강원대학교 두뇌한국21 사업에 의하여 지원 받았음.

만 수행하기 때문에 다른 기법들보다는 성능이 떨어진다 [2][4].

이동 기반 기법(Movement-based scheme)은 이동 단말이 가장 최근의 위치 갱신을 수행한 이후 가로지른 셀 수를 카운트하며 이 값이 임의의 임계값을 초과할 때마다 위치갱신이 수행된다[2][4].

거리 기반 기법(Distance-based scheme)은 가장 최근에 위치 갱신이 수행된 셀로부터의 거리가 임의의 임계값(threshold)를 초과할 때마다 위치정보를 갱신한다. 이 기법에서는 이동 단말이 네트워크의 위상에 대한 정보를 가지고 있어야 하며 복잡하다는 단점이 있다 [2][4].

위의 대표적인 3가지 기법 중에서 이동 기반 위치 갱신 기법이 가장 간단하게 구현되기 때문에 실용적이다[5]. 효율성 측면에서는 거리 기반 기법이 가장 효율적이거나 내부구조의 복잡함 때문에 실용적이지는 못한다.

이상의 연구 동향을 살펴보면 이동통신 시스템에서의 효율적인 위치 관리를 위해서는 사용자의 이동 패턴을 고려하여 페이징 비용을 감소시키는 위치 관리 기법이 요구된다. 따라서 본 논문에서는 기존의 이동 기반 기법과 시간 기반 기법을 혼합한 새로운 동적 위치관리 기법을 제안한다.

3. Hybrid 위치 관리 기법

3. 1 기본 개념

본 논문에서는 이동 단말의 이동 특성을 나타내기 위해 육각 셀 형태의 2D(two-dimensional) 랜덤워크 모델(random-walk model)을 사용한다[3][4]. 또한 셀 구조는 육각형 셀 구조를 사용한다. 랜덤 워크 모델은 이동 단말이 셀을 떠날 때 이웃하는 셀 중의 하나로 이동할 확률은 동일하다고 가정한다.

기존의 이동 기반 기법에서 이동 임계값 이상의 셀 크로싱이 발생하게 되면 위치 갱신을 하게 된다. 이동성이 작은 사용자의 경우 이동 임계값을 초과하는 경우가 적기 때문에 효율적인 위치 관리가 되며 이동성이 큰 사용자는 기존의 이동 임계값을 초과하는 경우가 매우 많이 때문에 T 값만큼의 지연을 두어 위치 갱신의 수를 줄이고자 한다.

3.2 위치 등록과 페이징

3.2.1 위치 등록

기존의 이동 기반 위치 갱신기법은 이동 단말이 마지막 등록 위치로부터 셀의 경계 이동 횟수가 임계값 d 와 동등할 때 위치 등록 과정이 발생하게 되고 항상 이동 단말이 $d - 1$ 범위 내에 존재하게 한다.

그림 3은 이동 단말의 육각형 셀에서의 이동경로를 보여준다. 마지막 위치 등록이 A지점에서 발생하였고 임계값 $d = 3$ 이라면 위치 등록은 B와 C지점에서 발생하게 된다. (단, B와 C로 이동시 call이 없다고 가정)

시간 기반 위치 등록에서는 고정된 타임아웃 파라미터 값을 통해 위치 등록을 수행하게 된다. 여기서 문제점은 타임아웃 파라미터 값을 최적화하는 것이다.

파라미터를 $\{\tau_m\}$ 으로 표시하면 τ_m 은 마지막 등록 위치에서 다음 등록까지 기다려야 하는 최대 시간값을 나타낸다.

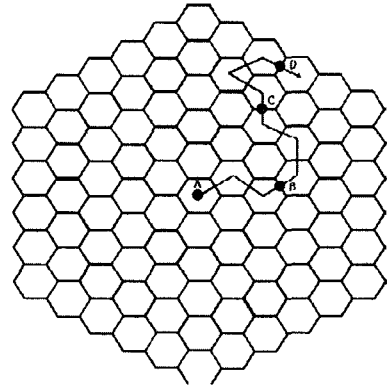


그림 1 이동기반 기법 ($d = 3$)

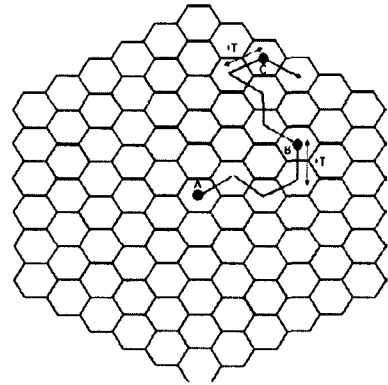


그림 2 Hybrid 기법 ($d = 3, T = 1/\lambda_m$)

본 논문에서 제안하는 위치등록 방법은 이동 횟수 기반 방법에서의 이동 임계값 d 와 시간 기반 방법에서의 타임아웃 T 를 혼합한 $d + T$ 를 제안한다. 그림 4는 혼합형 위치 관리 기법의 동작을 보여주고 있다. 이동 단말이 셀 경계를 이동시 d 를 초과하게 되면 기존의 이동기반 기법에서의 위치 갱신이 발생하지 않고 시간 기반 방법의 타임아웃이 작동하게 되고 시간 임계값 T 와 같거나 초과하게 되면 강제적으로 위치 갱신을 수행하게 된다. 즉, 이동 기반 방식에서 위치 갱신이 일어나는 지점을 일정한 시간동안 위치 갱신을 지연시킨다. 두 가지 동적 위치등록 방법을 혼합함으로써 사용자의 이동 패턴에 대해 잘 적용할 수 있다. 즉, 이동 기반 방법에서는 이동성이 적은 사용자의 경우에 효과적이지만 이동성이 큰 사용자의 경우 위치등록 비용이 증가하게 된다. 반면 시간 기반 방법에서는 이동성이 큰 사용자의 경우 일정 시간마다 위치등록을 하기 때문에 이동 기반 방법보다 비용이 작지만 이동성이 작은 사용자의 경우에는 마지막 등록 위치 셀에서 이동이 거의 없음에도 불구하고 위치 등록을 해주어야 하는 단점이 있다. 그러나 위 두 가지 방법을 혼합하게 되면 두 가지 방법에서의 각각의 단점을 해결해 주게 된다. 이동성이 작은 사용자는 d 값이 급격하게 변하지 않기 때문에 위치등록 비용을 절감할

수 있으며 이동성이 큰 사용자의 경우에도 d 값을 초과 하더라도 타임 아웃값 이내에는 위치등록을 하지 않게 되어 비용을 절감 할 수 있게 된다.

3.2.2 페이징

본 논문에서는 육각형 셀 구조의 셀의 크기와 모양은 동일하다고 가정한다. 마지막 보고 된 셀을 center cell 이라고 하며 Ring 0라 하고 Ring 0은 Ring1 ,Ring2로 둘러 싸여 있다. r_i ($i \geq 0$)를 i 번째 링에서의 모든 셀들의 집합이라 가정하면 링 i 에서의 셀의 수 $g(i)$ 라 하면 $g(i) = 6i$, for hexagonal configuration, $i = 1, 2, 3, \dots$ [4]가 된다.

[2][4]에서의 Shortest-Distance-First(SDF)를 이용하여 마지막으로 위치 등록을 한 셀에서 가까운 링부터 링 단위로 순차적으로 페이징하게 된다.

4. 성능 평가

본 시뮬레이션에서는 이동 단말이 셀에서 다른 셀로 이동시 지수분포의 시간 간격으로 이동함을 가정하고 각각의 이동 단말에 도착하는 호 도착 간격은 Poission 분포를 사용한다.

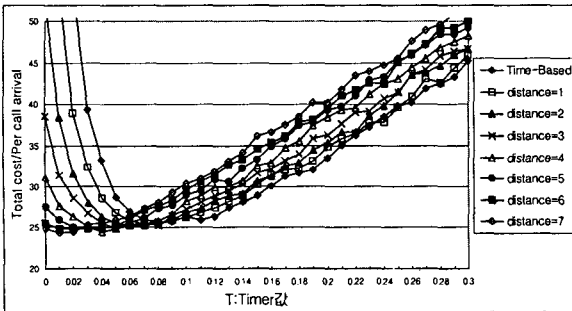


그림 3 Total cost per call arrival for hexagonal cell configuration with $U=10, P=1$ and $CMR=0.01$ (U :Update cost, P :Polling cost)

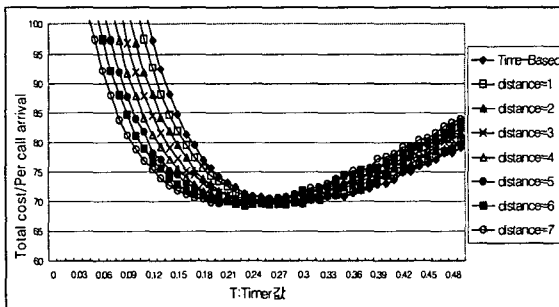


그림 4 Total cost per call arrival for hexagonal cell configuration with $U=10, P=1$ and $CMR=0.01$ (U :Update cost, P :Polling cost)

그림 3은 CMR 이 0.01이고 U/P 가 1인 경우이다. Hybrid 위치 갱신 기법은 이동 기반 기법에서 파생되었기 때문

에 이동 임계값의 영향을 크게 받는다. 그림 3에서와 같이 이동 임계값이 클수록 최소값을 가지게 된다.

반면 그림 4는 위치 갱신 비용이 10 일때의 결과이다. 시간축이 0 이 아닌 오른쪽을 좌표로 이동함을 볼 수 있다. 즉, Hybrid 위치 갱신 기법이 이동 기반 위치 갱신 기법보다 효과적임을 알 수 있다.

[4]에서 CMR 과 갱신 비용에 따라서 최적의 이동 임계값이 변함을 보여 주었다. 이동성이 큰 이동 단말 사용자의 경우 이동 임계값에 의한 영향이 매우 크며 이동성이 작은 즉, $CMR \gg 1$ 이 되면 이동 임계값에 의한 영향은 적어지게 된다.

이상의 결과로 제안하는 위치 갱신 기법은 비용이 큰 지역에서 그리고 CMR 이 작은 사용자에게 적용하게 되면 기존의 시간 기반이나 이동 기반 방식보다 좋은 성능을 볼 수 있다. 위치 갱신의 비용이 큰 지역에서는 한번의 위치 갱신이 총 비용중 차지 하는 비중이 크기 때문이며 CMR 이 작은 사용자, 즉, 이동성이 매우 큰 사용자에게는 위치 갱신이 빈번하게 발생되기 때문이다. 이러한 효과는 기존의 이동 기반 방식에 타임아웃값 T 를 더함으로써 위치 갱신을 T 동안 지연시키고 Call 도착 확률을 높이기 때문이다. 즉, 위치 갱신 비용보다는 페이징 비용이 저렴하기 때문에 페이징을 통해서 이동 단말의 위치관리를 하게 되면 전체 총 비용면에서 저렴하게 된다.

5. 결론 및 향후 연구 과제

본 논문에서는 이동 단말의 CMR 의 변화를 고려한 새로운 위치 관리 기법을 제안하고 그 성능을 시뮬레이션을 통해 각각의 이동 통신 시스템 환경에서 비교하였다. 제안된 기법은 실제 이동 통신 시스템의 다양한 환경에 쉽게 적응되는 혼합형 위치 관리 기법을 통하여 불필요한 위치 등록을 방지하고 최소의 페이징을 통한 네트워크 트래픽을 감소시켜 기존의 위치 관리기법보다 비용 측면에서 효율적인 위치 관리를 수행할 수 있다. 이를 통해 기존의 기법이 가지고 있는 문제점 중 하나인 평공 효과와 그로 인해 발생하는 트래픽을 감소시킬 수 있다. 향후 연구로는 실제 이동 단말 사용자의 이동 패턴을 정확하게 반영할 수 있도록 자기 유사성 패턴을 연구함으로써 좀더 효과적이고 실용적인 연구가 될 것이다.

참고 문헌

- [1] V.W.S Wong and V.CM Leung, "Location Management for Next-Generation Personal Communications Networks," IEEE Network, vol. 14, no. 5, pp. 18-24, 2000.
- [2] I. Akyildiz, J. Ho, and Y.-B. Lin, "Movement-Based Location Update and Selective Paging for PCS Networks," IEEE Trans. on Networking, vol. 4, no. 4, pp. 629-638, 1996.
- [3] I.F. Akyildiz and J.S.M.Ho, "Dynamic mobile user location update for wireless PCS networks," ACM-Baltzer J.Wireless Networks, vol. 1, no.2, pp. 187-196, July 1995
- [4] J.Li, H.kameda, k.Li, "Optimal dynamic mobility management for PCS networks", IEEE/ACM Trans. Networking, vol.8, no.3, pp.319-327, 2000/06