

논리 영역을 이용한 위치 관리 알고리즘

(A Location Management Algorithm using Logical Area)

박 대 근 [†] 변 태 영 ^{**} 박 선 영 ^{***} 한 기 준 ^{****}

(Dae-geun Park) (Tae-young Byun) (Sun-young Park) (Ki-jun Han)

요 약 무선 자원의 효율적인 이용을 위해 제안된 마이크로셀 환경에서는 이동단말의 잦은 서비스 영역 변경이라는 문제점이 존재한다. 마이크로셀 환경을 고려한 고정 영역 기반 위치 관리 방식은 핑퐁현상(pingpong effect)이 발생할 경우 잦은 위치 등록의 문제점을 보이며 이동 거리 기반 위치 관리 기법은 이동성 관리는 효율적인 반면에 지나친 위치 정보의 유지 필요성으로 인해 실제 구현에 어려움이 많았다. 본 논문에서는 위치 영역의 경계에서만 논리 영역이란 개념을 적용함으로써 고정 영역 기반 위치 관리 기법의 장점은 그대로 이용하면서, 보다 적은 양의 위치 정보로도 이동 거리 기반 위치 관리 방식과 비슷한 위치관리비용만이 소요되는 새로운 위치 관리 방안을 제안하고 모의 실험을 통해 그 효율성을 입증하였다.

Abstract Microcell introduces a problem associated with the trace of moving users. Location management policy based on fixed location area should pay a high cost for location management when a mobile is entered into a pingpong state. Another location management policy based on distance requires less cost, but it has a burden for maintaining location information. In this paper, we propose a new location management policy using logical area at the border of cells. Our policy can alleviate the burden for maintaining location information at the almost same cost as the distance based location management policy. Our proposed policy is verified by simulation.

1. 서 론

마이크로셀은 이동단말의 잦은 서비스 영역의 변경을 초래하여 사용자의 이동성 관리 측면에서는 매크로셀보다 많은 문제점을 보인다. 이동성 관리의 주된 목적은 이동 중인 사용자의 정확한 위치 추적이다. 현재의 셀룰라망 환경에서 망은 보다 효율적인 사용자의 추적을 위해 몇 개의 단위 영역으로 나뉘어져 있으며 각 단위 영역은 한 개 이상의 셀들로 구성될 수 있으며 위치 관리 알고리즘에 따라 구성 방법은 다양하다[1,2].

현재 보편적으로 셀룰라 망에서 위치 갱신 절차는 이

동 중인 사용자의 이동단말이 새로운 영역으로 진입할 경우에 이루어진다. 영역이 한 개의 단위 셀로 구성된다면 셀이 바뀔 때마다 위치 갱신 및 등록을 수행해야 하지만 페이징과 관련된 비용은 줄어든다. 그러므로 위치 갱신 및 등록 비용과 페이징 비용간에는 항상 상충(tradeoff)관계가 있다.

대표적인 위치 관리 기법으로는 그림 1과 같이 셀룰라 망을 몇 개의 고정된 영역으로 나누어 관리하는 방법이 있는데 이를 고정 영역 기반 위치 관리 기법이라 하며 단일 단위 영역을 고정 영역(Location Area)이라 한다. 고정 영역 기반 위치 관리 기법에서는 이동단말이 고정 영역을 변경할 경우에만 위치 갱신 및 등록을 수행한다[3,4].

하지만 그림 1에서 이동단말이 고정 영역의 경계를 반복적으로 이동하게 되는 핑퐁현상 발생 시에는 고정 영역이 바뀔 때마다 위치 갱신 및 등록을 수행하여야 하는 문제점이 있다.

이와는 대조적으로 그림 2는 이동 거리 기반 위치 관리 기법을 보이고 있다. 이 방식에서 단위 영역은 현재 이동단말이 머무르고 있는 셀을 중심으로 일정한 거리:

[†] 비 회 원 : LG정보통신 연구원
parkdg0@lgic.co.kr

^{**} 정 회 원 : 경북대학교 컴퓨터전자공학부 교수
tybyun@netopia.ce.kyungpook.ac.kr

^{***} 정 회 원 : 계명문화대학 교양과 교수
sypark@netopia.ce.kyungpook.ac.kr

^{****} 종신회원 : 경북대학교 컴퓨터공학과 교수
kjhan@bh.kyungpook.ac.kr

논문접수 : 1999년 1월 15일

심사완료 : 2000년 3월 4일

이내에 속하는 셀들로 구성되며 위치 갱신 및 등록은 이러한 위치 영역을 이탈하게 될 경우에만 이루어진다[5].

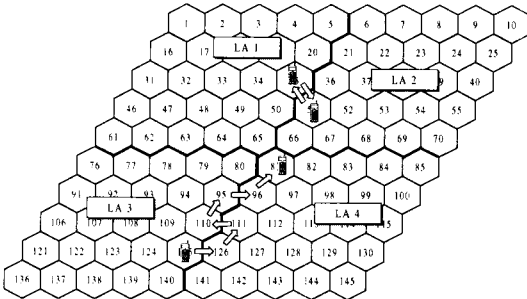


그림 1 고정 영역 기반 위치 관리 기법

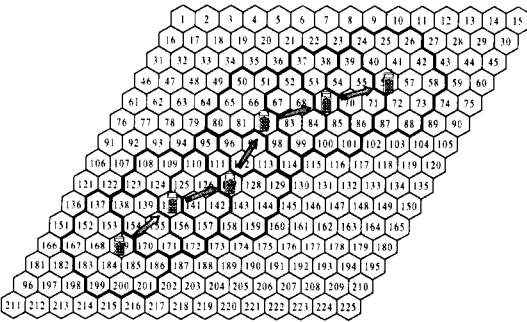


그림 2 이동 거리 기반 위치 관리 기법

하지만 이 방식 역시 주로 이동단말이 직진으로 이동하게 될 경우 잦은 위치 갱신 및 등록 절차가 필요하게 되는 문제점이 있으며 각 셀들이 단위 영역에 해당하는 모든 인접셀들의 위치 정보를 저장해야만 하는 부담이 있어 실제 구현시에 어려움이 있다.

이 이외에도 단위 영역을 다중 계층으로 나누어 관리하는 방법, 단위 영역의 일부를 중첩하는 방법이 있다[6,7].

2. 논리 영역을 이용한 새로운 위치 관리 기법

2.1 논리 영역의 개념

본 논문에서 제안되는 방식은 기본적으로는 고정 영역 기반 위치 관리 기법을 이용하지만 고정 영역의 경계에 위치한 셀에서 이동단말의 팽동 현상이 발생할 경우에는 지나친 위치 관리비용의 증가 문제점을 해결하기 위해 논리 영역이란 개념을 이용한다. 논리 영역이란 그림 3과 같이 이동단말이 인접한 다른 위치 영역의 셀

로 진입할 경우 새롭게 진입한 셀과 그 셀로부터 일정 거리 이내에 인접한 셀들을 그룹화한 새로운 단위 영역을 의미한다. 즉, 논리 영역이란 고정 영역의 경계 지역에 위치한 셀을 중심으로 형성되는 또 다른 단위 영역이라고 볼 수 있다. 그리고 이러한 논리 영역을 이용한 위치 관리를 논리 영역 기반 위치 관리라 부르기로 한다.

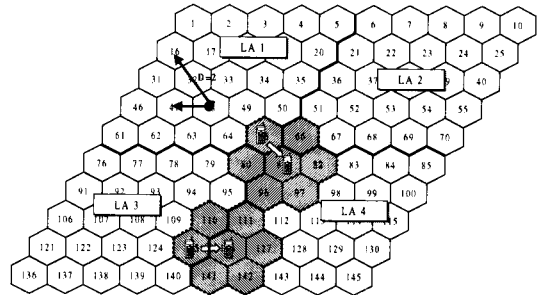


그림 3 논리 영역의 개념

본 논문에서는 위치 갱신 및 등록 요청이 발생한 셀을 중심셀, 고정 위치 영역의 경계에 위치하는 셀들을 경계셀이라고 부르기로 하며 중심셀에서 특정 셀까지의 거리를 그림 3에서처럼 D로 표기한다. D=1은 중심셀과 직접적으로 인접한 셀을 의미하며 D=2에 포함되는 셀들은 D=1인 셀들과 이 셀들에 인접한 모든 셀들이 된다.

2.2 논리 영역을 이용한 위치 관리 알고리즘

이동단말, VLR, HLR은 현재의 고정 영역 식별자(LAic) 및 이전 고정 영역 식별자(LAip)이외에 현재 이동단말에 적용되고 있는 단위 영역을 구분하기 위한 단위 영역 형태 지시자(LATi) 값을 추가로 저장한다. LATi는 이동단말의 위치 등록 요청시 VLR 혹은 HLR로 전달되어 저장되며 이동단말 쪽으로 착신호가 들어올 경우 논리 영역 단위의 페이징을 할 것인지 혹은 고정 영역 단위의 페이징을 수행할 것인지에 대한 여부를 결정한다.

논리 영역은 그림 3에서처럼 이동단말이 셀 65에서 셀 81로 이동하게 될 경우, 즉, 기본적으로 다른 고정 영역의 셀로 진입하는 순간에 이미 저장된 고정 영역의 LAI값이 바뀌게 되면서 설정된다. 논리 영역에 포함되는 셀들은 셀 81 주위의 6개의 셀들 즉, 셀 65, 66, 80, 82, 96, 97이다. 그리고 이동단말이 논리 영역 내에서 이동할 경우에는 비록 고정 영역의 변경으로 인한 LAI값에 변화가 있더라도 추가적인 위치 등록은 수행하지 않는다.

예로, 그림 3에서 현재 이동단말이 고정 영역 단위로

위치 추적이 이루어지고 있다고 가정해 보자. 셀 65, 66, 80, 81은 서로 다른 LAI값을 가지고 있다. 그로 인해 이동단말이 이들 셀 사이를 반복적으로 이동하게 되면 셀 단위로 위치 갱신 및 등록이 이루어지는 것과 같은 현상이 발생하게 된다. 하지만 그림 3에서처럼 논리 영역을 설정하게 되면 이 4개의 셀이 모두 같은 단위 영역으로 간주되어 상당한 위치 관리비용의 부담을 줄일 수 있다. 하지만 이미 설정된 논리 영역을 이탈할 경우에는 LAI값에 변화가 없더라도 다시 한 번 추가적인 위치 등록을 수행해 단위 영역이 논리 영역에서 고정 영역으로 변경되었음을 망으로 통보해야 한다.

예를 들어 이동단말이 셀 49, 65, 81, 97의 순서대로 셀을 경유한다고 가정해 보자. 먼저 이동단말이 셀 65에서 셀 81로 진입할 때 한 번 위치 등록을 수행할 뿐 만 아니라 셀 81에서 셀 97로 이동할 시에도 위치 등록을 수행한다.

2.3 논리 영역의 설정 시기에 따른 시나리오

지금까지 논리 영역의 개념을 이용한 위치 관리 방식의 개념 및 기본적인 동작을 설명했다. 아래에서는 논리 영역 기반 위치 관리 기법을 논리 영역의 설정 시기에 따라 세 가지 시나리오로 구분하여 제안한다.

시나리오 1 에서 논리 영역은 고정 영역 기반 위치 관리 방식하에 있던 이동단말이 서로 다른 위치 영역으로 진입하는 때 경우마다 즉시 설정하게 되며, 시나리오 2 에서는 이동단말이 논리 영역 기반 위치 관리 기법에서 벗어난 후 고정 영역의 경계셀로 이동할 경우에 논리 영역을 설정하는데 이는 평풍현상이 다시 발생하게 되는 경우를 고려하기 위함이다. 시나리오 3에서는 이동 단말의 직진성을 고려한 경우로써 이동단말이 서로 다른 고정 영역을 두 번 이상 연속해서 이동할 경우에만 논리 영역을 설정하게 된다.

2.3.1 시나리오 1

시나리오 1에서 이동단말에 대한 위치 관리는 다음과 같은 절차로 이루어진다.

- a. 이동단말의 셀간 이동 발생
- b. 이전 셀에서의 LAI값과 현재 셀에서의 LAI값을 갱신.
- c. 현재 이동단말의 위치 관리 방식을 확인한다. 즉 논리 영역 방식에 의해 위치 관리가 수행중인지 일반적인 고정 영역에 의한 위치 관리가 진행 중 인지를 결정한다.
 - c-1. 고정 영역 방식에 의해 위치 관리가 이루어지고 있었다면 이전 셀과 현재 셀의 LAI값을 비교하게 된다.

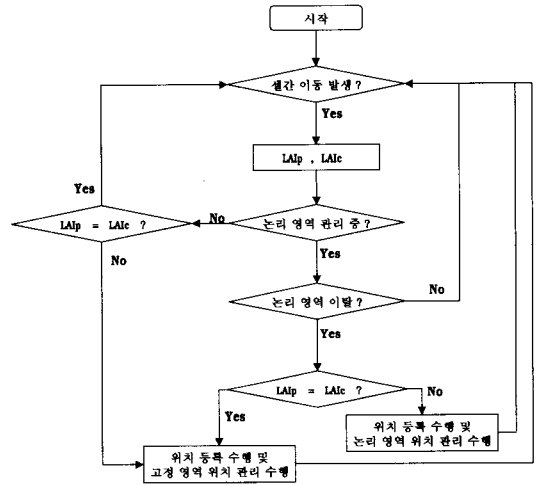


그림 4 논리 영역을 이용한 위치 관리 시나리오 1

c-1-1. LAI값이 같다면 이동단말의 이동이 동일한 고정 영역 내에서 발생한 것이므로 위치 정보에 대한 갱신은 불필요하게 된다.

c-1-2. 서로 다르다면 이동단말이 이전과는 다른 고정영역으로 진입한 경우로서 위치 정보를 갱신하며 위치 관리 방식은 고정 영역 방식으로 계속 진행된다.

c-2. 논리 영역에 의한 위치 관리가 수행중이라면 이동단말이 새롭게 이동한 셀이 이미 설정된 논리 영역을 벗어난 곳인지 아닌지 즉, 논리 영역의 이탈여부에 대한 확인이 이루어져야 한다. 만일 논리 영역을 이탈하지 않았다면 계속해서 논리 영역 내에 머무는 것이므로 그대로 논리 영역에 의한 위치 관리를 계속 유지하면 된다. 하지만 논리 영역을 벗어난 경우는 두 가지의 경우로 나누어 볼 수 있다.

c-2-1. 논리 영역을 이탈했다면 이전 셀과 현재 셀의 LAI값에 대한 비교가 필요하다. 비교값이 같다면 이는 이전과 같은 고정 영역 내에서 머무는 것이므로 위치 관리 방식만을 논리 영역에서 고정 영역으로 변경하면 된다.

c-2-2 비교값이 다르면 다른 고정 영역의 경계셀로 이동했음을 의미하게 된다. 이러한 경우는 즉시 새로운 논리 영역을 재설정한다.

2.2에서 언급했던 바와 같이 위치 등록 요청 시그널은 이동단말에서 기지국으로 필요시마다 요청하게 된다. 시나리오 1에서 논리 영역은 다음과 같은 조건에서 설

정된다. 우선 이동단말이 고정 영역 위치 관리 방식에서 다른 고정 영역으로 최초 진입했을 경우이다. 다음 경우는 이미 논리 영역에 의한 위치 관리가 진행중이더라도 이동단말이 현재의 논리 영역을 벗어나면서 다른 LAI값을 가진 위치 영역으로 진입하게 되는 경우이다. 즉, 이동단말이 이미 설정된 논리 영역을 벗어나 새로운 고정 영역의 셀로 진입할 때마다 논리 영역을 재설정한다. 하지만 논리 영역을 이탈해 진입한 셀이 이전과 동일한 고정 영역에 해당한다면 논리 영역을 재설정 하지 않으며 위치 관리 기법만을 원래의 고정 영역 기반 위치 관리 방식으로 전환한다.

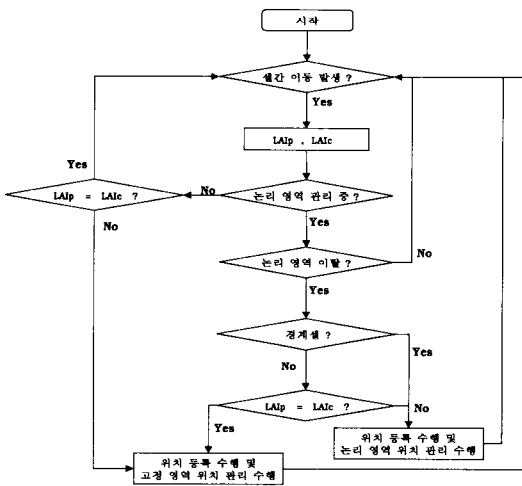


그림 5 논리 영역을 이용한 위치 관리 시나리오 2

2.3.2 시나리오 2

시나리오 2에서는 시나리오 1과는 달리 이동단말이 현재의 논리 영역을 이탈해 진입한 셀이 동일 고정 영역내의 경계셀인지를 확인한다. 시나리오 1에서는 이러한 경우 논리영역을 설정하지 않았지만 시나리오 2에서는 논리 영역을 재설정한다. 이는 핑퐁현상이 다시 발생하는 경우를 미리 고려하기 위함이다.

다음 경우를 가정해보자. 그림 3에서 이동단말의 이동경로가 셀 65, 81, 96, 111, 110의 순서라면 우선 셀 65에서 81로 진입할 경우에 논리 영역이 설정된다. 그리고 셀 96으로 이동할 경우에는 동일 논리 영역이므로 위치 등록이 필요치 않다. 하지만 셀 111, 110의 순서로 이동할 경우에는 시나리오 1과 시나리오 2에 차이가 있다. 우선 시나리오 1은 셀 111로 이동시 논리 영역 방식에서 고정 영역 방식으로 위치 관리 기법을 전환한다.

그리고 셀 110으로 이동한 후 다시 논리 영역을 설정한다. 하지만 시나리오 2에서는 이동단말이 셀 111로 진입하게 되면 경계셀의 여부를 먼저 판단한다. 만일 경계셀이라면 동일 고정 영역의 여부에 관계없이 논리 영역을 즉시 재설정한다. 하지만 셀 110에서는 동일 논리 영역이므로 추가적인 위치 등록이 필요치 않다. 알고리즘의 수행절차는 시나리오 1의 a.부터 c-1.까지는 동일하므로 c-2.부터 기술한다.

- c-2. 논리 영역에 의한 위치 관리가 수행중이라면 이동단말이 새롭게 이동한 셀이 논리영역을 이탈했는지에 대한 확인이 이루어져야 한다. 만일 논리 영역을 이탈하지 않았다면 계속해서 논리 영역 내에 머무는 것이므로 그대로 a.로 진행하고 그렇지 않다면 c-3.으로 진행하게 된다.
- c-3. 논리 영역을 벗어나 진입한 셀이 경계셀인지에 대한 여부를 확인
 - c-3-1. 경계셀이면 논리 영역에 의한 위치 관리를 수행
 - c-3-2. 경계셀이 아니면 LAI값을 확인해 같은 경우에는 고정 영역 위치 관리를 다르다면 논리 영역에 의한 위치 관리를 수행한다.

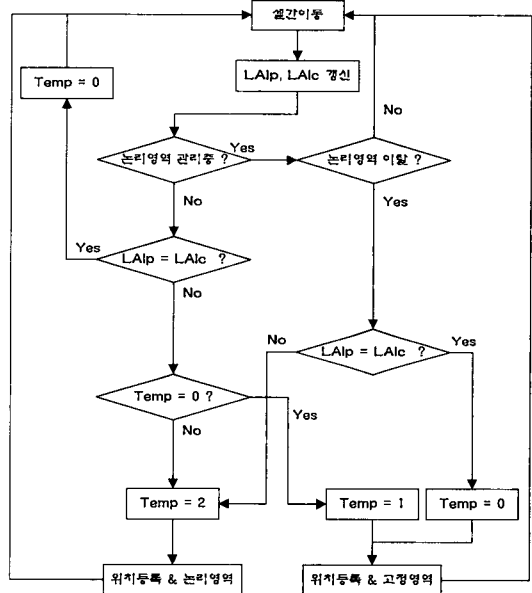


그림 6 논리 영역을 이용한 위치관리 시나리오 3

2.3.3 시나리오 3

시나리오 3에서는 이동단말이 새로운 고정 영역으로

곧바로 이동하더라도 그 즉시 논리 영역을 재설정하지 않는다. 즉, 두 번 이상 연속적으로 서로 다른 고정 영역을 거쳐야만 논리 영역을 설정하게 된다. 이동단말의 이동성이 직진에 가까울 경우를 고려한 것이다. 시나리오 1과 2에서는 이동단말이 동일한 방향으로 진행중이라면 새로운 고정 영역으로 진입할 때 논리 영역을 설정하고 다시 이 논리 영역을 벗어날 경우에 위치 관리 기법을 고정 영역으로 재 변경해야 하는 어려움이 있다. 하지만 Temp 변수를 도입해 이동단말의 이동을 좀 더 정확하게 추적할 수 있다. Temp 변수는 이동단말이 서로 다른 고정 영역의 경계를 연속적으로 몇 번 이동했는지에 대한 회수를 저장하는 변수이다. Temp 변수값이 0이면 계속해서 동일한 고정 영역의 내부에서 이동중임을 의미하며, 1이라면 서로 다른 고정 영역간을 한번 이동했음을 의미한다. Temp 값 2는 이동단말이 연속적으로 2 회 서로 다른 고정 영역의 경계를 이동한 경우이며 이 때 논리 영역을 설정한다. 그럼으로써 앞서 언급했던 시나리오 1 혹은 시나리오 2의 경우에 발생할 수 있는 위치관리 기법의 변경 회수를 줄일 수 있다. 시나리오 3의 알고리즘 수행순서는 아래와 같다.

- a. 이동단말의 셀간 이동 발생
- b. 이전의 위치 영역과 현재의 위치 영역에 대한 정보를 갱신 저장한다.
- c. 현재 이동단말의 위치관리 방식을 확인한다.
 - c-1. 논리 영역 관리중이 아니라면 현재와 이전 고정 영역의 LAI값을 비교한다.
 - c-1-1. 비교값이 같으면 동일 영역내에 머무르는 것이므로 위치 등록이 불필요하다.
 - c-1-2. 비교값이 서로 다르면 Temp 변수값을 확인한다. Temp가 0 이면 이는 서로 다른 위치 영역간의 이동이 처음 발생했음을 의미하므로 Temp 값을 1로 수정하고 위치 관리는 그대로 현재의 고정 영역 기법으로 수행한다. 하지만 Temp값이 1 이라면 바로 직진에 서로 다른 영역간을 이미 한 번 이동했음을 의미한다. 그리고 곧바로 또 다른 고정 영역으로 진입한 경우이므로 Temp값을 2 로 변경한 후 논리 영역에 의한 위치 관리기법으로 들어간다.
 - c-2. 논리 영역에 의한 관리 상태에서
 - c-2-1. 이미 설정된 논리 영역을 이탈하지 않았다면 아무런 변화가 없다.
 - c-2-2. 설정된 논리 영역을 벗어났다면

c-2-2-1. 벗어난 지점에서의 LAIp값과 LAIc값을 비교한다. 비교값이 같으면 Temp 값을 0으로 조정한 후 위치 관리 방식을 고정 영역으로 변경한다. 비교값이 다르다면 새롭게 진입한 셀이 다른 고정 영역에 속하는 경우이므로 새로운 논리 영역을 설정하고 Temp 변수 값 2는 그대로 유지된다.

지금까지 제안된 알고리즘들은 고정 영역의 경계에서 핑퐁 현상 발생 시에 일어날 수 있는 잦은 위치 등록으로 인한 위치 관리비용의 증가 문제를 이동단말 및 VLR내에 관리 영역 지시자와 영역 식별자를 저장하고 논리 영역을 설정해 핑퐁현상에 의한 위치 관리비용을 줄이기 위한 방안들이다.

제안된 방식에서의 단점은 이동단말, HLR 및 VLR의 내에 LAIp, LAIc외에 LATi 값을 추가로 저장, 관리해야 하며 두 가지의 서로 다른 영역 관리 기법이 공존함으로써 발생하는 페이징 영역의 분리와 이에 따른 관리가 필요하다는 것이다.

3. 모의실험에 의한 성능분석

3.1 환경 및 고려사항

3.1.1 실험망의 구성

모의실험은 그림 7에서 처럼 총 225개의 정육각형의 셀들로 구성된 셀룰라 망을 가정하였다.

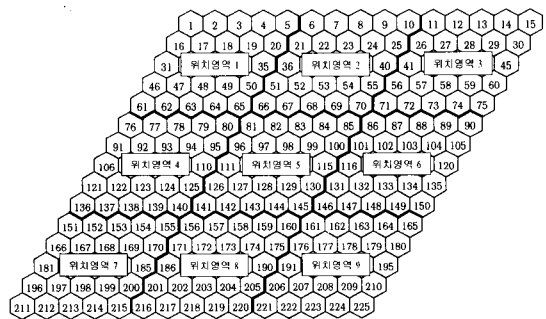


그림 7 모의실험을 위한 셀룰라 망의 구성

그림 7의 셀룰라 망에서 각 셀의 크기는 동일하며 그 반경은 100m로 가정한다. 그리고 9개의 고정 영역은 각각 25개의 셀로 구성된다. 이동 거리 기반 위치 관리 기법에서 단위 영역은 중심셀에서 D=2 이내인 19개의 셀로 구성되는 것으로 가정했다. 논리 영역은 D=1인 경우

와 D=2로 구성될 경우로 나누어 실험을 수행했다.

그림 8과 같이 이동단말이 임의의 시간 후에 현재의 셀에 직접 인접한 주변 셀들 중 어느 한 곳으로 이동할 확률은 모두 같다고 가정한다. 모의실험 환경은 반경이 100m인 마이크로셀을 가정했으므로 단위 고정영역의 직선거리는 약 1Km 이내가 된다. 또한 마이크로셀은 주로 트래픽 밀집지역인 도심에서 주로 이용된다. 그러므로 고속도로와 같은 특수환경에서의 직진성보다는 이동성이 매우 가변적이다. 즉 이동성이 완전히 랜덤하다고 가정할 수 있으므로 본 모의실험에서도 이동단말의 이동성은 랜덤하다고 가정한다.[8].

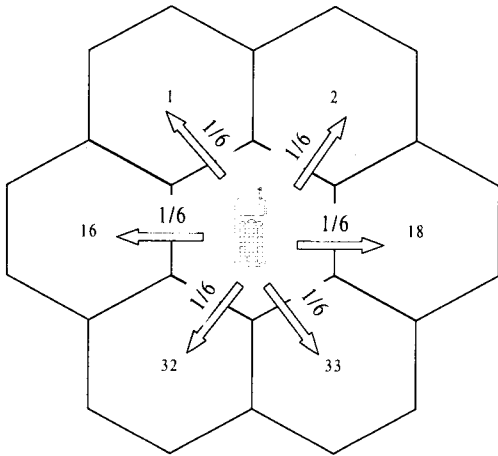


그림 8 이동단말의 이동 방향

3.1.2 위치 관리비용의 정의

위치 관리에 드는 총 비용은 위치 등록 요청 회수와 페이징의 회수에 비례한다[2]. 그러므로 한 개의 이동단말에 대한 총 위치 관리비용은 다음 식(1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$C(k, \mu_a) = k \mu_a C_p + \mu_k C_u \tag{1}$$

식 (1)에서 k 는 단위 영역을 구성하는 셀의 개수이며, μ_a 는 한 개의 이동단말에 대한 착신호의 회수이다. μ_k 는 k 개의 셀을 포함하는 위치 영역에서 발생하는 단위 시간당 위치 갱신 및 등록 회수이며, C_p 와 C_u 는 각각 페이징과 위치 갱신 및 등록에 필요한 단위 비용이다. 본 논문에서 이 값은 각각 3과 4로 할당하였다[5].

식 (1)에 따라 본 논문에서 제안된 방식이 고정 영역 기반 위치 관리 기법보다도 효율적이라는 사실은 동일

한 조건하에서 이들 두 방식에 대한 모의실험을 수행했을 경우에 각각의 방식에서 요구되는 위치 관리비용을 비교함으로써 보일 수 있다. 하지만 본 모의실험에서는 HLR, VLR에서 이동단말의 위치관리에 필요한 데이터베이스 관리비용 등은 고려하지 않았다. 이는 데이터베이스 관리비용과 무선자원의 이용에 필요한 비용의 절대가치를 정하기 힘들기 때문이다. 예를 들면 무선자원의 이용에 필요한 3이라는 비용과 유선망에서 데이터베이스 관리비용 3은 서로 다르기 때문이다.

3.1.3 고려사항 및 파라미터

모의실험수행 중에 고려된 파라미터들은 다음과 같다.

- 이동단말의 이동속도: 5.0 Km/h - 105 Km/h
- 단위 시간당 착/발신호의 발생율: 2 - 9 calls/h
- 착신호의 비율: 0.3 - 0.7
- 착/발신호의 채널점유시간: 70 - 140 초

점유시간은 지수분포를 따르는 것으로 가정했다[9]. 그리고 이동단말의 전원은 항상 켜져 있는 상태에서 이동하는 것으로 가정한다. 즉, 전원의 차단과 공급에 따른 위치 관리비용은 고려하지 않았다. 그리고 각 파라미터의 값들은 다른 모의 실험들에서 일반적으로 수용되고 있는 값들을 이용했다[5,7].

그림 9는 모의실험 흐름도 이다.

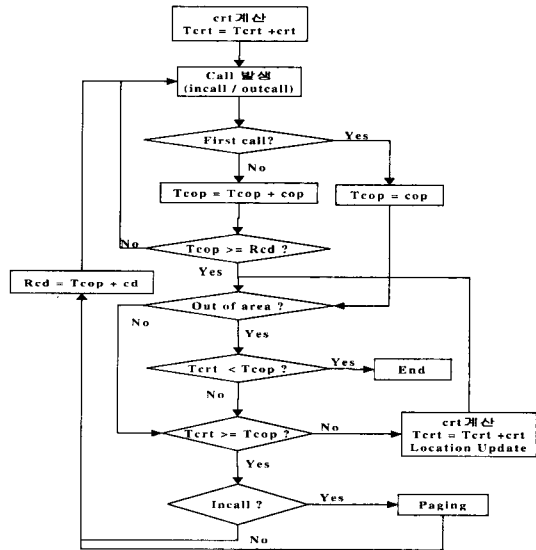


그림 9 모의실험 흐름도

그림 9의 모의실험 흐름도에서 CRT, T_{CRT}, COP,

T_{COP} , R_{CD} 의 의미는 다음과 같다.

- CRT : 이동단말이 한 셀의 내에서 머무르는 시간.
- T_{CRT} : 각 CRT의 누적 합.
- COP : 착/발신호의 발생시점.
- T_{COP} : 발생된 call의 총 누적시간(모의실험이 수행된 시간).
- R_{CD} : T_{COP} 와 호 점유시간의 합.

CRT는 실제 한 이동단말이 한 셀 내에서 머무는 시간이 되며 지수 분포를 따른다.

모의실험은 C 언어로 직접 작성한 프로그램으로 수행했다. 프로그램의 구성은 크게 호 생성부, 이동단말의 이동방향 제어부, 페이징부, 논리영역 설정부, 위치관리 알고리즘 수행부로 구성되어 있다. 호 생성부는 이동단말의 셀내 체류시간, 착,발신호 발생빈도 및 전체 시뮬레이션 시간등을 조절하며 이동단말 이동방향 제어부는 이동단말의 이동성 즉, 직진성을 임의로 조절하거나 이동단말의 이동을 생성하는 부분이다. 페이징부는 호 생성부에서 페이징이 필요할 경우 페이징 및 그와 관련되어 발생하는 비용을 계산하며 논리영역 설정부는 논리영역의 설정시 해당되는 셀들을 그룹화하는 기능을 수행한다. 위치 관리 알고리즘 수행부는 서로 다른 위치관리 알고리즘을 직접 구현한 기능단위로 다른 기능 단위에 의해 발생된 호나 이동단말의 이동방향 정보등을 이용해 각각의 위치관리 방식별 비용을 계산하는 부분이다.

3.2 결과 및 분석

모의실험은 아래와 같은 3가지 경우 각각에 따른 위치 관리비용의 변화를 제안되었던 세 가지의 시나리오 별로 관찰하였다.

- 이동단말의 이동 속도 변화에 따른 위치 관리비용
- 착/발신호의 발생 빈도 변화에 따른 위치 관리비용
- 호 점유기간 변화에 따른 위치 관리비용
- 착/발신호의 비율 변화에 따른 위치 관리비용

3.2.1 이동단말의 이동 속도 변화와 위치 관리비용과의 관계

그림 10, 11, 12는 이동단말의 이동 속도(v)가 5 - 105(Km/h)의 사이에서 변화할 때 시나리오 1, 2, 3 각각의 위치 관리비용 변화를 보이고 있다. 그림에서 실선은 논리 영역이 D=1에 포함되는 셀들로 구성된 경우이며 점선은 D=2인 셀들로 구성된 논리 영역의 경우이다. 그림 10에서 처럼 이동단말의 속도가 증가함에 따라 전반적으로 총 위치 관리비용도 증가함을 알 수 있다. 이동단말의 이동 속도가 빨라질수록 단위 영역을 이탈하는 빈도수가 많아지며, 이것은 보다 잦은 위치 갱신 및

등록이 필요함을 의미하므로 위치 관리비용이 증가하는 것이다.

논리 영역 설정을 이용한 위치 관리 방식에서 D=1일 경우에 위치 관리비용은 고정 영역 기반 위치 관리비용 보다는 작았다. 하지만 이동 거리 기반 위치 관리비용과는 많은 차이를 보이는데 이는 이동 거리 기반 위치 관리 방식의 단위 영역은 기본적으로 D=2인 경우에 해당하기 때문이다. D=2인 경우에는 두 위치 관리 방식에 의한 위치 관리비용이 거의 같은 수준을 보이고 있으며 이는 이동 거리 기반 위치 관리방식에서 망 내의 모든 셀이 인접 셀들에 대한 위상 정보를 저장해야 하는 반면 논리 영역 기반 위치 관리방식에서는 경계셀에서만 이러한 정보가 필요하므로 논리 영역에 의한 위치 관리

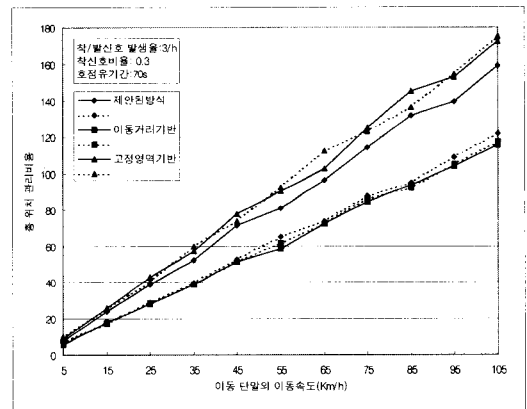


그림 10 이동단말의 이동 속도에 따른 위치 관리비용 (시나리오1)

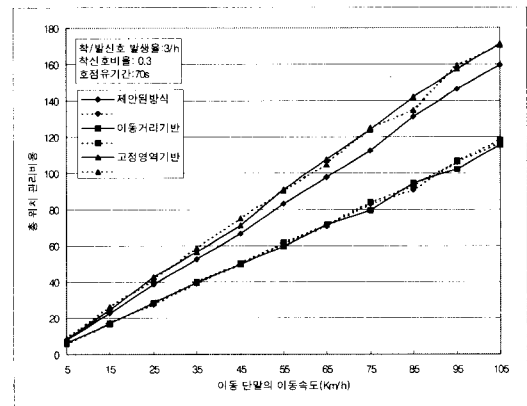


그림 11 이동단말의 이동 속도에 따른 위치 관리비용 (시나리오 2)

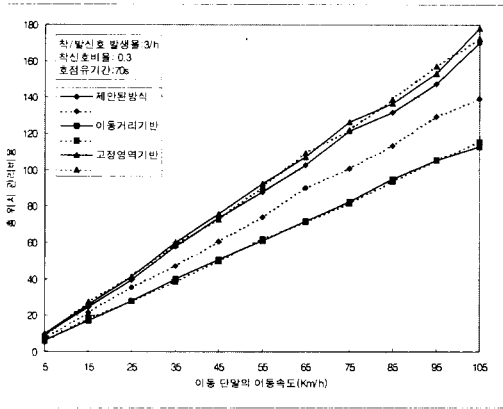


그림 12 이동단말의 이동 속도에 따른 위치 관리비용 (시나리오 3)

기법의 큰 장점이 될 수 있다.

그림 11에서 시나리오 2는 시나리오 1과 거의 같은 결과를 보이고 있다. 그림 12의 시나리오 3에서는 실선으로 나타내어지는 부분 즉, 논리 영역이 D=1로 구성되는 경우에는 앞의 시나리오들과 거의 유사한 결과를 보인다. 하지만 D=2(접선)인 경우에는 시나리오1, 2보다도 제한된 방안에서 요구되는 위치 관리비용이 높음을 알 수 있는데 이는 시나리오 3은 직진성이 강한 이동단말을 고려한 반면 본 논문의 모의실험은 이동단말의 이동 방향에 대한 제약을 두지 않았으므로 오히려 논리 영역의 설정 후 이탈에 필요한 비용이 추가되었기 때문이다.

3.2.2 착/발신호의 발생빈도 변화와 위치 관리비용과의 관계

그림 13, 14, 15는 단위시간당 착/발신호의 발생빈도 증가에 따른 위치 관리비용의 증가를 보이고 있다. 착/발신호의 발생 빈도가 증가할수록 전체 위치 관리비용이 전반적으로 증가함을 보이고 있다. 착/발신호의 발생 빈도가 증가할수록 페이징을 요구하는 착신호의 빈도도 또한 증가하게 되어 전체적인 위치 관리비용이 증가함을 알 수 있다. 그림 13, 14, 15에서도 D=1, D=2 각각의 경우에 대한 위치 관리비용의 추이가 앞의 그림 10, 11, 12와 유사하다. 착/발신호의 발생빈도 변화는 페이징 비용의 변화에 주로 영향을 미치게 된다. 하지만 페이징 비용은 모의실험을 수행한 모든 방식에 동일하게 적용되어 서로 다른 위치 관리 방식들간의 위치 관리비용 차이를 구분하기 힘들다. 즉, 위치 등록의 빈도 수에 의한 차이가 결국 위치 관리 방식들간의 성능을 결정하게 된다. 호 발생 빈도의 변화가 위치 등록의 빈도 수에

영향을 줄 수는 없으므로 전반적인 위치 관리비용의 추이가 앞선 실험에서의 위치 관리비용의 추이와 유사한 것이다.

3.2.3 호 점유기간의 변화와 위치 관리비용과의 관계

그림 16, 17, 18은 이동단말의 호가 설정되어 채널을 점유하게 되는 기간의 증감에 따른 위치 관리비용의 변화를 보이고 있다. 호 점유기간이 길어질수록 위치 관리비용이 감소함을 알 수 있다. 이는 호 점유기간이 길어짐으로써 이동단말이 채널을 점유하고 있는 동안에 발생하는 착신호에 대해서는 페이징이 불필요하게 되기 때문이다. 이것은 전체적인 위치 관리비용의 감소로 이어지며 호 점유기간이 길수록 위치 관리비용의 감소 폭은 커진다.

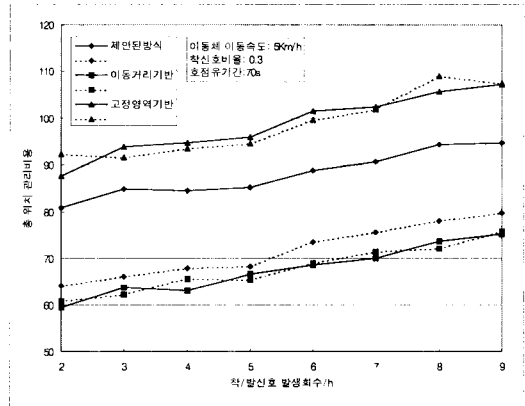


그림 13 착/발신호 발생빈도에 따른 위치 관리비용 (시나리오 1)

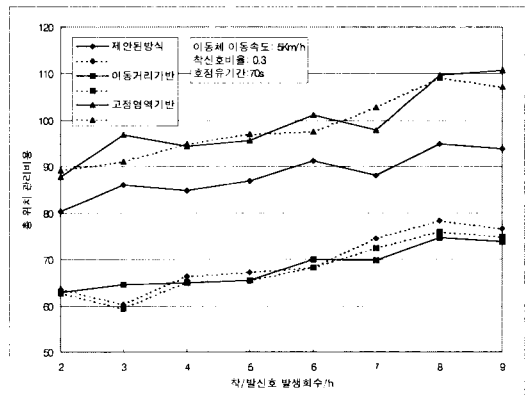


그림 14 착/발신호 발생빈도에 따른 위치 관리비용 (시나리오 2)

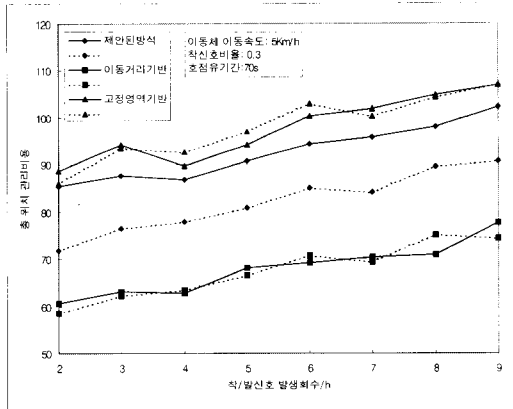


그림 15 착/발신호 발생빈도에 따른 위치 관리비용 (시나리오 3)

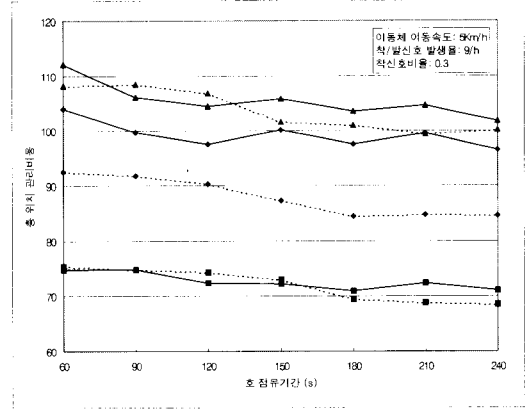


그림 18 호 점유기간에 따른 위치 관리비용(시나리오 3)

이 모의실험에서도 앞선 두 가지에서와 유사한 총 위치 관리비용의 변화를 보이는데 이는 앞선 모의 실험에서와 같이 호 점유기간은 결국 페이징 비용의 증감에만 영향을 주게 될 뿐이지 이동단말의 이동과 관련된 위치 갱신 및 등록에 필요한 비용에는 영향을 주지 않기 때문이다.

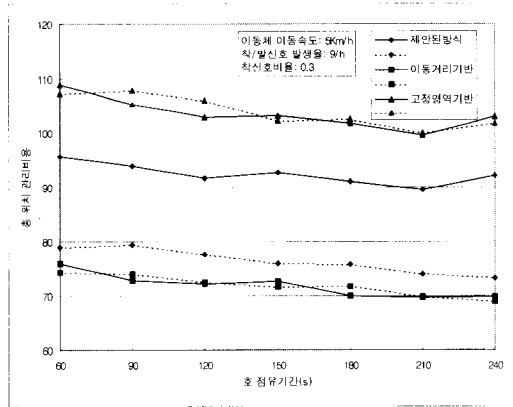


그림 16 호 점유기간에 따른 위치 관리비용(시나리오 1)

3.2.4 착신호의 비율 변화와 위치 관리비용과의 관계

그림 19, 20, 21은 착신호의 비율 증가에 따른 위치 관리비용의 변화를 보이는 것이다. 3.2.3에서 호 발생 빈도의 증가에 따른 총 위치 관리비용의 변화를 보았다. 그 결과 호 발생 빈도의 증가는 페이징 요구의 증가를 초래하여 전반적인 총 위치 관리비용의 증가를 초래하였다. 착/발신호의 빈도수가 고정된 상태에서 착신호의 비율만을 증가시키는 것은 곧 페이징에 필요한 착신호의 발생빈도를 높이는 것과 같다. 그러므로 이것은 바로 페이징 비용의 증가로만 이어진다. 그 증가 형태는 다른 조건에서의 모의실험들과 유사한 형태를 보이고 있다.

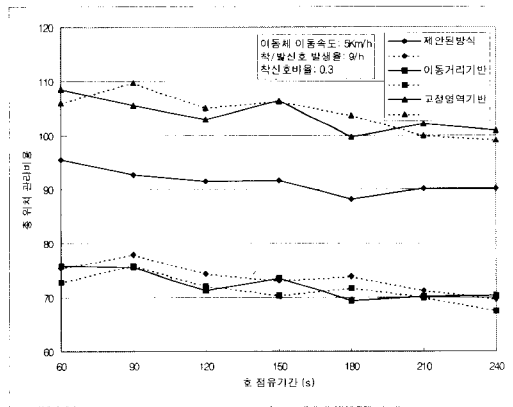


그림 17 호 점유기간에 따른 위치 관리비용(시나리오 2)

지금까지 모의실험을 통해 본 논문에서 제안된 방식과 고정 영역 기반 위치 관리 방식 그리고 이동 거리 기반 위치 관리 방식간의 위치 관리비용을 비교해 보았다. 각 방식들간의 위치 관리비용은 크게 이동 형태에 따른 위치 갱신 및 등록에 필요한 비용과 페이징에 의한 비용으로 크게 나누어짐을 알 수 있었으며, 특히 본 논문에서 모의실험의 대상으로 선정했던 위치 관리 방식의 특징과 성능은 주로 각 위치 관리 방식의 위치 갱신 및 등록의 회수에 따른 위치 관리비용에 의해 크게 좌우되었음을 알 수 있었다.

4. 결론

본 논문에서는 이동단말의 위치 관리비용 증가의 부

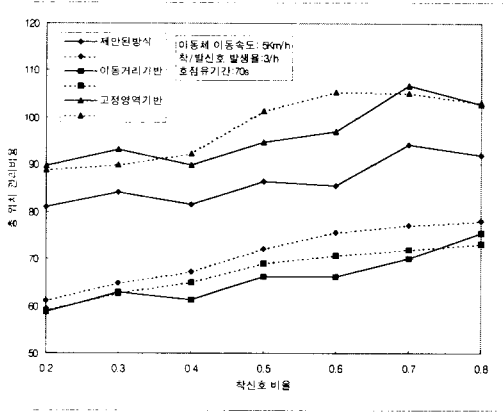


그림 19 착신호 비율에 따른 위치 관리비용(시나리오 1)

담을 줄이고자 고정 영역 위치 관리 기법을 개선한 새로운 위치 관리 방안을 제안하였다. 고정 영역의 경계에서 설정된 논리 영역의 내부를 이동할 시에는 이동단말이 속한 고정 영역이 변하더라도 새로운 위치 등록을 수행하지 않도록 함으로써 고정 영역의 경계 지역에서 이동단말의 잦은 고정 영역 변화로 인한 위치 관리비용의 증가를 줄였다. 또한 이동단말의 논리 영역 설정시에 따라 서로 다른 세 가지의 시나리오를 각각 제안하였으며 제안된 시나리오들이 고정 영역 기반 위치 관리 기법에 비해 우수함을 모의실험을 통해 보였으며 그림 22에서 그림 33은 고정 영역 기반 위치 관리 방식 대비 논리 영역 방식과 이동 거리 기반 방식간의 성능차이를 보이고 있다.

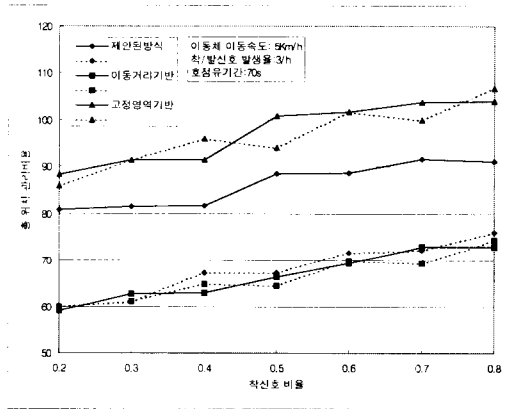


그림 20 착신호 비율에 따른 위치 관리비용(시나리오 2)

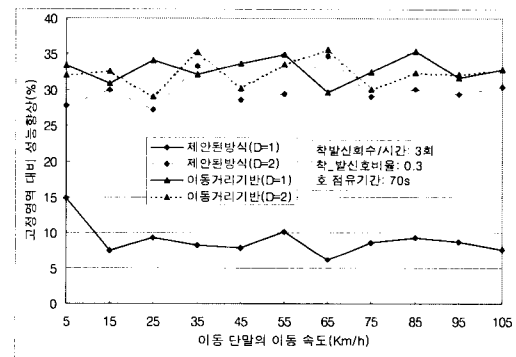


그림 22 이동속도의 변화에 따른 위치관리 기법별 성능비교(시나리오1)

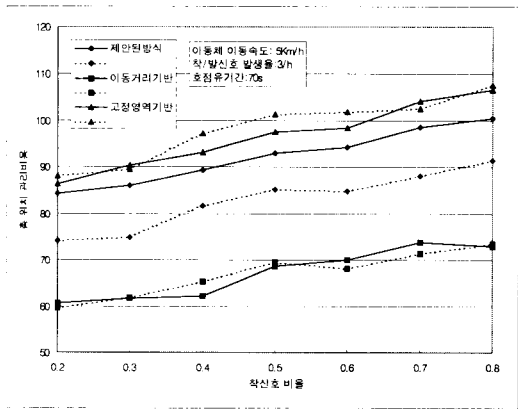


그림 21 착신호 비율에 따른 위치 관리비용(시나리오 3)

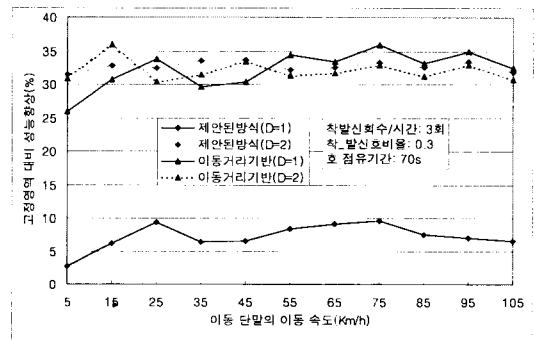


그림 23 이동속도의 변화에 따른 위치관리 기법별 성능비교(시나리오2)

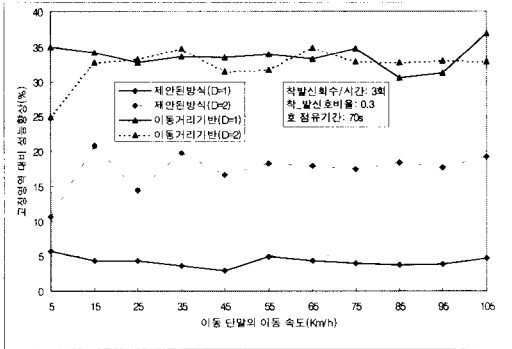


그림 24 이동속도의 변화에 따른 위치관리 기법별 성능비교(시나리오3)

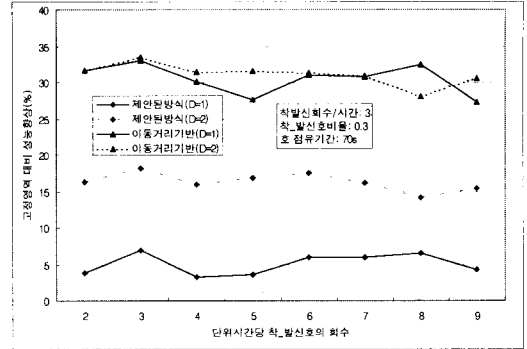


그림 27 착/발신호의 발생빈도에 따른 위치관리 기법별 성능비교(시나리오3)

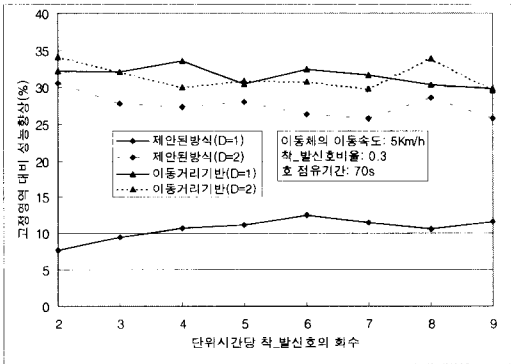


그림 25 착/발신호 발생빈도에 따른 위치관리 기법별 성능비교 (시나리오1)

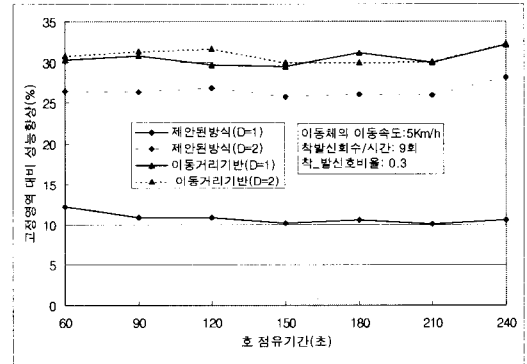


그림 28 호 점유기간에 따른 위치관리 기법별 성능비교(시나리오1)

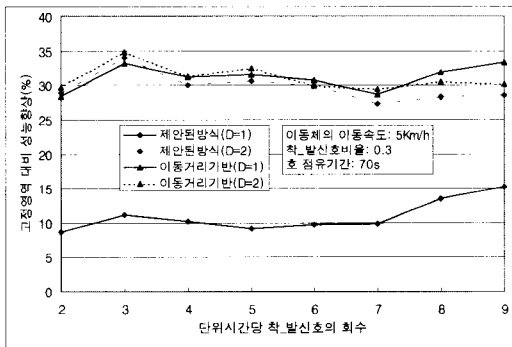


그림 26 착/발신호의 발생빈도에 따른 위치관리 기법별 성능비교(시나리오2)

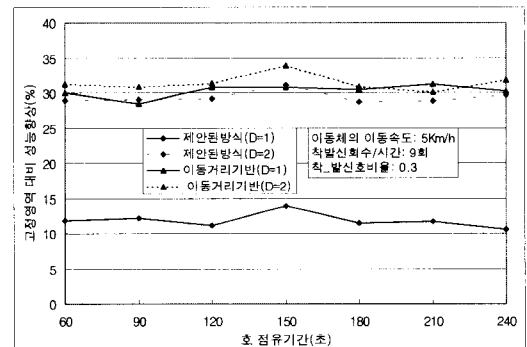


그림 29 호 점유기간에 따른 위치관리 기법별 성능비교(시나리오2)

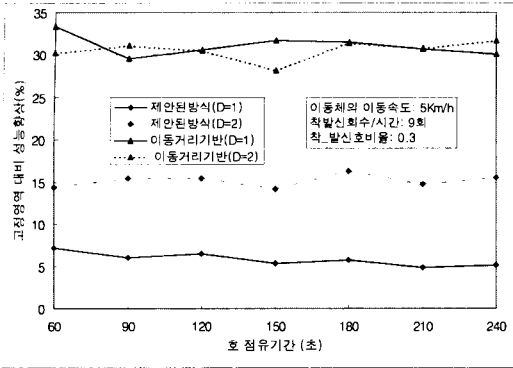


그림 30 호 점유기간에 따른 위치관리 기법별 성능비교(시나리오3)

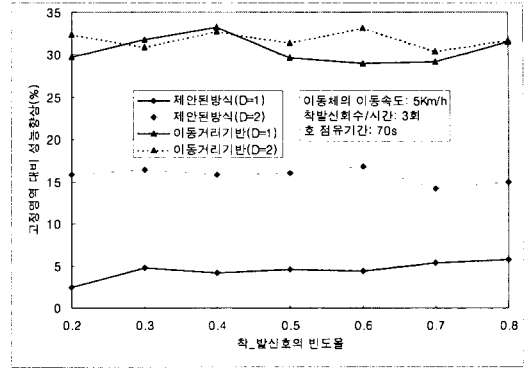


그림 33 착신호 비율에 따른 위치관리 기법별 성능비교(시나리오3)

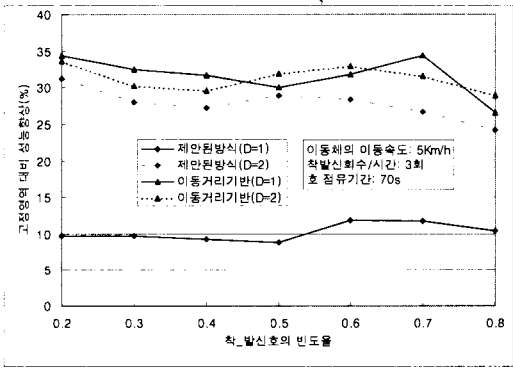


그림 31 착신호 비율에 따른 위치관리 기법별 성능비교(시나리오1)

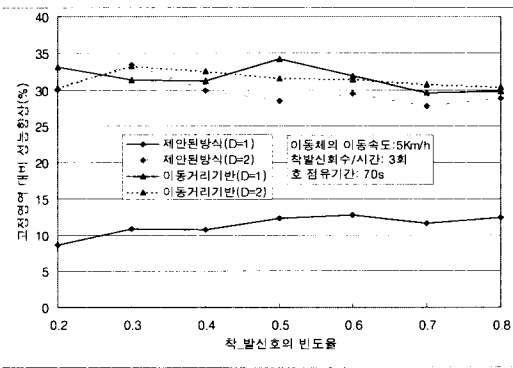


그림 32 착신호 비율에 따른 위치관리 기법별 성능비교(시나리오2)

모의실험은 이동단말의 이동 속도와 착/발신호의 발생빈도, 착/발신호의 발생을 그리고 호의 점유시간과 같은 여러 가지 사항을 고려해 수행하였다.

이러한 모의실험 데이터를 분석한 결과 본 논문에서 제안된 논리 영역을 이용한 위치 관리 방식이 현재 일반적으로 이용되고 있는 고정 영역 기반 위치 관리 방식에 비해 보다 적은 위치 관리비용으로도 정상적인 이동단말의 위치 관리가 가능함을 보였다. 이동 거리 기반 위치 관리 방식과 본 논문에서 제안된 방식의 비교에서 논리 영역의 크기가 D=1인 경우는 후자가 전자와 유사하거나 다소 높은 비용이 소요됨을 알 수 있었다. 하지만 이 경우는 이동 거리 기반의 단위 영역은 D=2로 수행되었기 때문이다. 하지만 논리 영역의 크기가 D=2인 경우에는 두 방식이 거의 동일한 성능을 보였으며 이때 유선망에서의 데이터베이스 관리비용은 감안하지 않았다. 그러나 이동거리 기반의 위치 관리 알고리즘에서는 각각의 모든 셀들이 주변의 일정 영역내에 해당하는 모든 셀들의 위치정보를 저장해야 하는 반면에 본 논문에서 제시한 알고리즘에서는 고정 영역의 경계에 위치한 셀만이 주변에 위치한 셀들에 대한 위치 정보만을 저장하면 된다는 장점이 있다.

향후에는 제안된 알고리즘의 수학적 성능 분석 및 셀룰라 망에서 관리되어야 할 추가적인 데이터베이스의 관리비용에 대한 분석이 필요하다. 그리고 이동단말의 이동 특성을 고려하기 위한 방안의 연구도 또한 필요하다.

참고 문헌

[1] T. S. Rappaport, *Wireless Communications Principle & Practice*, Prentice Hall, pp. 26 - 29, 1996.

[2] A. Abutaleb and V. O. K. Li, "Location Update Optimization in Personal Communication Systems," *Wireless Networks*, Vol. 3, No. 3, pp. 205-216, 1997.

[3] I. F. Akyildiz and S. M. Joseph, "Dynamic Mobile User Location Update for Wireless PCS Networks," *Wireless Networks*, Vol. 1, No. 2, pp. 187-196, 1995.

[4] D. Plassmann, "Location Management Strategies for Mobile Cellular Networks of 3rd Generation," *IEEE, VTC'94*, Vol. 1, pp. 649-653, 1994.

[5] 김광식, 조무호, "단말의 전원 상태를 고려한 최적 위치 영역 설정 방식," *Proceedings of JCCI'96*, pp. 141-145, 1996.

[6] S. Okasaka, S. Onoe, S. Yasuda and A. Maebara, "A New Location Updating Method for Digital Cellular Systems," *IEEE VTC'91*, Vol. 1, pp. 345-350, 1991.

[7] 김태규, 조동호, "개인통신 시스템의 이동관리를 효율화하기 위한 단말 이동특성 적응 영역관리 메카니즘," *정보과학회지(A)* 제24권, 제11호, pp. 1180-1190, Nov. 1997.

[8] S. M. Joseph and I. F. Akyildiz, "Mobile User Location Update and Paging Under Delay Constraints," *Wireless Networks*, Vol. 1, No. 4, pp. 413-425, 1995.

[9] B. Jabbari, "Teletraffic Aspects of Evolving and Next Generation Wireless Communication Networks," *IEEE Personal Comm. Mag.*, Vol. 3, No. 11, pp. 4-9, Dec., 1996.



박 선 영

1986년 ~ 1990년 경북대학교 컴퓨터공학과(학사). 1990년 ~ 1993년 경북대학교 컴퓨터공학과(석사). 1995년 ~ 1998년 경북대학교 컴퓨터공학과(박사). 1998년 ~ 현재 계명문화대학교 교양과 교수. 관심분야는 이동통신, 통신프로토콜 등



한 기 준

1979년 서울대학교 전기공학과 졸업(학사). 1981년 한국과학기술원 전기공학과 졸업(석사). 1985년 University of Arizona 전기 및 전산공학과 졸업(석사). 1987년 University of Arizona 전기 및 전산공학과 졸업(박사). 1981년 ~ 1984년 국방과학연구소 연구원. 1988년 ~ 현재 경북대학교 컴퓨터공학과 부교수. 관심분야는 전산망 프로토콜, 멀티미디어 통신망 B-ISDN MAN/LAN, 분산처리임.



박 대 군

1997년 대구대학교 전자계산학과 졸업(학사). 1999년 경북대학교 컴퓨터공학과 졸업(석사). 1999년 5월 ~ 2000년 7월 LG정보통신 가입자전송팀. 2000년 7월 ~ 현재 한국전자통신연구원 MPLS H/W팀. 관심분야는 ATM 프로토콜,

ATM Internetworking, 무선ATM 등



변 대 영

1994년 경북대학교 컴퓨터공학과 졸업(학사). 1997년 경북대학교 컴퓨터공학과 졸업(석사). 2000년 경북대학교 컴퓨터공학과 졸업(박사). 1994년 (주)SKC 정보시스템부. 1997년 ~ 1999년 김천대학 전산정보처리과 겸임교수. 1998년 ~

1999년 (주)새빛정보 대표이사. 2000년 3월 ~ 현재 경주대학교 컴퓨터전자공학부 교수. 관심분야는 ATM Internetworking, IP Multicasting over ATM, 무선통신시스템, WAP 등