

# 속도 적응 가변 시간-기준 위치관리 기법

정희원 류시훈\*, 박중신\*, 이재용\*, 이상배\*

## Adaptive time-based location update using fuzzy logic

Si-Hoon Ryu\*, Jung-Shin Park\*, Jai-Young Lee\*, Sang-Bae Lee\* *Regular Members*

### 요 약

본 논문에서는 이동 단말의 이동 특성 중 중요한 요소인 속도가 반영된 이동거리와 호도착율을 효과적으로 위치 등록에 반영하기 위한 방안으로, 시간기준 위치등록을 기본으로 하여 퍼지 논리를 사용하여 이동거리와 호 도착율에 따라 등록주기 T를 가변적으로 변화시키는 방안을 제시하고, 기존의 방법들과 비교 분석하였다. 실험 결과 단말에서 약간의 프로세싱을 통하여 단말의 이동 특성이 수시로 변화하는 환경에서 이에 잘 적응하므로서 무선채널 사용비용과 망의 시그널링 로드 측면에서 기존 방법보다 우수한 성능을 보임을 확인하였다.

### ABSTRACT

This paper introduces an adaptive time-based location update scheme that dynamically determines when to perform location update based on moving distance of mobile station and incoming call arrival probability using fuzzy logic. Comparison with other schemes demonstrate that proposed scheme adapts well to the environment where the characteristics of mobility pattern of mobile station is changed all the time, and reveals better performance in the aspect of network signaling load.

### I. 서 론

가입자가 고정된 위치에 있는 유선망에서와는 달리 PCS 서비스들은 언제 어떤 장소에서라도 음성이나 데이터 통신이 가능해야 한다. 또 제한된 무선 스펙트럼으로 고용량의 광대역 멀티미디어 통신 서비스를 수용하기 위해서는 셀의 크기를 줄여 주파수 재사용율을 늘리는 것이 불가피하게 된다. 이러한 마이크로셀들로 이루어진 무선망은 고속, 대용량의 ATM망을 통해 연결될 것으로 보인다<sup>(1)</sup>. 광대역 멀티미디어 서비스들을 제공하게 될 PCS는 무선통신의 특성상 이동성을 지원할 수 있도록 설계되어야 한다.

이동 단말에 호를 연결하기 위해서는 적절한 시점에서 이동단말은 자신의 위치 및 상태 정보들을 기지국에 알려 주어야 하는데 이러한 과정을 위치

등록이라 한다. 이동국에 호 설정을 위하여 망은 데이터베이스를 검색하여 해당 이동국의 특정위치를 알아낸 다음 이 영역에 존재하는 각 셀들을 polling 하게 되는데 이 과정을 페이징이라 한다.

셀의 소형화는 주파수 재사용율을 높여 가입자 용량을 증가시키는 반면, 핸드오버와 위치등록을 자주 발생시키게 된다. 위치등록을 자주 할수록 더 작은 영역만을 페이징 하게 되고, 위치등록 빈도수를 줄일 경우 더 넓은 영역을 페이징 해야 하므로 위치등록 비용과 페이징 비용은 서로 상반 관계(Trade-off)에 있다.

위치등록 시점을 결정하는 방법에는 영역기준(Zone-based), 시간기준(Time-based), 거리기준(Distance-based), 이동기준(Movement-based)등이 권고되고 있다. 영역기준 방식은 여러 개의 셀들로 구성된 영역(Zone)을 설정하고, 새로운 영역으로 이동하는 경

\* 연세대학교 전자공학과(ryu@nasla.yonsei.ac.kr)

논문번호 : 99023-0121, 접수일자 : 1999년 1월 21일

우에만 위치등록을 수행하게 된다. 시간 기준 방법은 일정한 주기 T마다 위치를 등록하게 되고, 이동 기준 방법에서는 일정 횟수 M개 만큼의 셀을 통과할 때마다 위치등록을 하게된다. 거리기준 방법에서는 가장 최근에 위치등록한 셀로부터 거리가 D셀이 될 때마다 위치등록을 하게된다. 이들 중 거리기준 방식이 가장 좋은 성능을 가지는 것으로 분석되었다<sup>(2)</sup>. 이들 위치 등록방식들은 일정 시간, 거리가 지나거나, 영역이 바뀔 경우에만 위치등록을 함으로써, 단말의 속도나 호도착율을 고려치 않고 있다. 기존의 시스템은 주로 영역기준 위치등록 방식을 채택하고 있는데, 이 방식의 단점은 이동단말이 영역경계를 자주 넘나드는 경우에 불필요한 위치등록을 하게되는 진동효과(Ping-pong effect)와 호가 요청되었을 때 영역 내에 있는 모든 셀의 페이징 채널을 사용함으로써 무선 대역폭의 낭비를 초래하게 된다는 것이다. 이의 해결방안으로 등록 영역과 페이징 영역의 크기에 따른 위치등록과 페이징 비용사이의 상관관계에 따른 영역크기의 최적화 방안과 진동효과를 해결하기 위한 다중 계층 등록방식이 연구되고 있다<sup>(3)</sup>. 또, 이동체의 특성에 따라 각 이동단말마다 영역의 크기를 달리 할당함으로써 등록과 페이징비용을 줄이는 방안이 제시되었다<sup>(4)</sup>. 그러나, 실제적으로 속도와 호도착율을 어느 정도 비용으로 정당화하여 전가시키려는가의 구체적인 방안이 제시되고 있지 않다.

시간 기준 위치등록의 경우 단말마다 시시각각 이동 속도 및 방향이 변하므로 등록주기 T 동안에 움직이는 거리가 달라지게 된다. 따라서, 속도가 클수록 단위 시간당 움직이는 거리가 증가되어, 페이징 비용이 급격히 증가하게 된다. 이동 기준과 거리 기준 방식의 경우는 같은 거리, 또는 같은 갯수의 셀을 이동하는데 걸리는 시간이 다르므로 속도에 따라 단위 시간당 호도착율이 달라지는데 이를 제대로 반영하지 못한다. 거리 기준 위치등록의 경우 속도가 어느 정도 보정되어 좋은 성능을 보이지만, 최적의 등록 거리 자체가 속도 및 호도착율에 따라 변하게 된다. 또한 단말마다 이동특성이 다르므로 최적의 D를 결정하는 것이 어렵게 된다. 따라서, 서로 다른 속도를 갖는 매우 다양한 단말기들이 한 시스템 내에서 동시에 지원되며, 이동 속도, 이동경로 등의 특성이 수시로 변화하는 환경에서 단말의 속도에 적응할 수 있는 방안이 필요하다

본 논문에서는 이동 단말의 이동 특성 중 중요한 요소인 속도가 반영된 이동거리와 호도착율을 효과적으로 위치등록에 반영하기 위한 방안으로, 시간기

준 위치등록을 기본으로 하여 퍼지 논리를 사용하여 이동거리와 호도착율에 따라 등록주기 T를 가변적으로 변화시키는 방안을 제시하고, 기존의 방법들과 비교 분석하였다.

## II. 제안 위치 관리 기법

현재까지의 위치관리기법에 관한 연구는 크게 두 측면에서 연구가 진행되고 있다 첫째는 무선 링크에서의 위치등록 및 페이징 횟수를 최소화하는 방안<sup>(5)(6)(7)</sup>이고, 둘째는 네트워크 측면에서 HLR(Home Location Register)과 VLR(Visitor Location Register)등의 데이터베이스의 효율적인 관리를 통하여 시그널링 로드를 줄이는 방안<sup>(8)(9)(10)</sup>이다. 본 논문에서는 우선 위치등록 및 페이징 빈도수를 최적화 함으로써 위치관리 비용을 최소화하는 방안을 연구하였다

### 1 시스템 모델

본 논문에서 사용하는 망 구조는 현재의 시스템과 유사한 그림 1과 같은 육각형의 마이크로셀들로 이루어진 2차원 평면 모델을 가정하였다

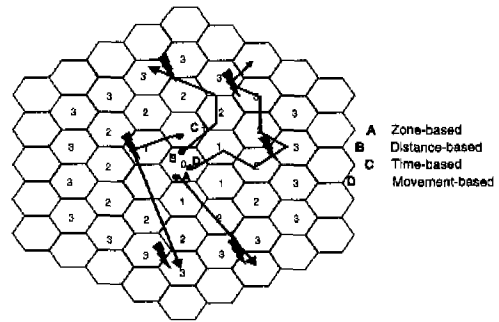


그림 1 시스템 모델

령의 개념을 도입하여 가장 최근에 망에 등록된 셀을  $r(0)$ 로 하고,  $r(i)$ 는  $i$ 번째 링에 있는 셀들로 정의한다.  $i$  번째 링에 있는 셀의 수  $a(i) = 6i$  ( $i=1,2,3,\dots$ )이고, 단말이  $i$ 번째 링에 있을 때  $r(0)$ 에서  $r(i)$ 까지의 총 셀의 수  $S(i) = 3i(i+1)+1$  ( $i=0,1,2,3,\dots$ )가 된다.

페이징 시에는 망은 단말이  $r(0)$ 에 위치한다고 가장 최근에 보고되었으므로 이를 먼저 페이징 한 후 응답이 없을 경우 그 외곽의 링을 순차적으로 페이징 한다고 가정하였다. 시스템은 이중 모드 CDMA

디지털 셀룰라 표준인 IS-95를 가정하였다.

그림 1에서는 위치등록방법 중 영역 기준(Zone-based) 이동기준(Movement-based), 시간기준(Time-based) 및 거리기준(Distance-based)방법을 설명하였다.

영역 기준 방법에서는 일정 영역을 정해두고 이 영역을 벗어날 경우 위치등록을 하게 된다. 시간 기준 방법에서는 매 T 슬롯마다 위치 갱신 메시지를 전송하기 때문에 C단말의 경우처럼 단위 시간당 이동거리가 달라질 수 있다. 거리 기준 방법에서는 현재 셀과 가장 최근에 등록된 셀 간의 거리가 D일 때 위치갱신 메시지를 전송한다. 따라서 단위 거리를 이동하는 시간이 달라져 이 거리를 이동하는 동안에 호가 도착할 확률이 달라질 수 있다. 이동기준 방법에서는 매 M 셀 이동시마다 위치등록을 수행한다. 그림에서는 단말 A,B,C가 각각 M, D=3과 입의 시간 T로 설정되어 이동, 거리, 시간 기준 위치등록방법에 따라 이동할 경우와 영역을 r(3)으로 하였을 경우 영역 기반 위치등록 시점을 설명하였다. 제안한 방안에서는 시간 기준 위치등록을 기본으로 하고, 이동거리와 호 도착율에 따라 등록주기 T를 가변적으로 변화시킨다.

2. 제안하는 위치관리 기법의 구조

제안하는 가변적 위치관리 기법에서는 시간 기준 위치 등록을 기준으로 단말의 이동특성에 따라 등록의 시간 간격을 조정한다. 여기서 이동 특성을 결정짓는 파라미터로 이동거리와 호 도착율을 가정하였다. 단말에서 일정 주기마다 간단한 퍼지 추론을 함으로서 매 주기마다 등록주기를 변화시킨다. 이때 사용되는 입력 파라미터는 단말의 속도와 호도착율이 되고, 출력은 가변 등록주기가 된다.

이동 단말의 호 처리 상태는 초기상태(Initialization State), 여기상태(Idle State), 시스템 접근상태(System Access State), 트래픽 채널상태(Traffic Channel State)의 네 가지로 구분할 수 있다. 이중 위치등록은 여기상태(Idle State)에서 일어나는데, 여기상태에서는 페이징채널을 모니터링하여 기지국으로부터 여러 메시지를 수신하고, 필요할 경우 위치등록과 Idle handoff를 수행한다<sup>(11)</sup>. 제안 방안에서는 이들 기지국으로부터의 수신된 위치정보와 상태정보를 토대로 위치등록을 수행한다. 단말은 여기상태에서 페이징채널을 통하여 SID(System Identification), NID(Network Identification)와 기지국의 위도와 경도를 포함한 위치정보를 주기적으로 모니터링한다. 단

말은 가장 최근에 등록된 기지국의 위치정보와 시스템 시간을 저장하고 있다가 새로운 셀로 진입되었다고 판단되면, 위에서 수신한 위치 정보를 이용하여 가장 최근에 등록된 셀과 현재 셀간의 거리를 계산한다. 현재 셀의 위도와 경도가 각각 LATc, LONGc이고, 가장 최근에 등록된 셀의 위도와 경도를 각각 LATp, LONGp라 하고, 최근에 등록된 때의 시스템 시간을 Tp, 현재의 시스템 시간을 Tc라 하자. 이때 최근에 등록된 셀과 현재 셀간의 거리는 다음 식으로 구할 수 있다.

$$DIST = \frac{\sqrt{\Delta lat^2 + \Delta long^2}}{16} \tag{1}$$

여기서  $\Delta lat = LATc - LATp$  이며,  $\Delta long = (LONGc - LONGp) \times \cos(\frac{\pi}{180} \times \frac{LATp}{14400})$ 이다<sup>(11)</sup>. 이렇게 계산한 DIST가 일정한 값 이상으로 증가하거나 감소한 경우 r(i) 값이 변한것으로 추정 할 수 있다. r(i)값이 변화하지 않았을 경우에는 계속하여 여기상태(idle state)에서의 동작을 수행하고, 변하였을 경우에는 MS의 속도를 계산한다.

단말의 평균속도는 가장최근에 등록된 셀과 현재 셀 간의 거리(DIST)와 시스템 시간(Tc, Tp) 을 이용하여  $E(v) = DIST / (Tc - Tp)$ 로 추정할 수 있다.

다음으로 호의 도착 간격의 분포함수를 가지고 호도착율을 계산한다.

호의 도착 간격의 분포 함수가  $F_r(t)$ 를 가지고, 최근에 호가 도착한 시간으로부터  $t_e$ 가 지났을 때, 등록 주기를 T라 하면, 판단 시점에서 등록 시까지 남은 시간  $\tau$  동안에 호가 도착할 확률은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} P_{ca} &= P\{ T \leq \tau + t_e \mid T > t_e \} \\ &= [P\{ T \leq \tau + t_e \} - P\{ T \leq t_e \}] / P\{ T > t_e \} \tag{2} \\ &= [F(\tau + t_e) - F(t_e)] / [1 - f(t_e)] \end{aligned}$$

시간에 따라 호의 도착 누가 분포가 증가하므로,  $t_e$ 가 증가함에 따라  $\tau$  동안에 호가 도착할 확률이 커지게 된다. 따라서 거리기반 위치등록인 경우와 같이 시간의 함수를 전혀 반영 시킬수 없는 단점을 보완하기 위해 호 도착율을 사용 할 수 있다.

위에서 얻어진 DIST와 호도착율을 입력변수로 하여 간단한 퍼지 추론을 통하여 등록 연장시간( $t_{ex}$ )을 추론한다. 추론 시점은 일정 판단 주기마다 수행하

고, 판단 주기만큼의 시간이 경과하지 않더라도 r(i)가 바뀌면 항상 수행한다. 이를 통하여 이동 단말의 이동 거리와 호도착율에 따라 등록주기를 가변적으로 변화시킨다. 네트워크 측면에서 user service profile 등의 시그널로 인한 이동망의 혼잡을 피하기 위하여 단말의 속도가 주어진 임계치보다 큰 경우 HLR에 직접 위치등록을 하게된다. 이때의 위치등록은 기존의 위치등록과는 달리 HLR의 user service profile이 이동하지 않고, HLR의 위치정보만을 경신하게 된다. 따라서 호가 연결되지 않는 동안에 고속으로 이동하는 MS는 불필요한 제어 신호의 이동을 억제하게 된다. MS의 속도가 임계치보다 작을 경우에는 기존 방법과 마찬가지로 동일 VLR 내에서의 위치등록인 경우에는 VLR에만 위치등록하고 다른 VLR로의 이동인 경우에는 HLR로 부터 user service profile을 다운로드 받고 이전 VLR의 저장값은 삭제한다.

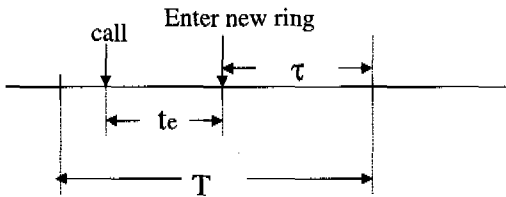
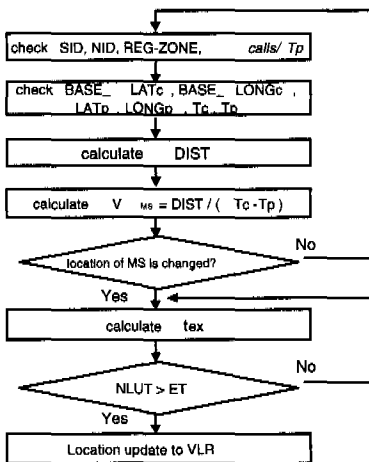


그림 2. timing diagram



NLUT : Next Location Update Time  
ET : Elapsed Time

그림 3. 제한 위치등록 절차의 흐름도

### 3. 퍼지 모델

퍼지 시스템의 구조는 퍼지화, 퍼지추론(fuzzy reasoning),비 퍼지화의 세 부분으로 크게 나눌 수 있다.퍼지 시스템의 출력은 일반적으로 퍼지 집합과 추론 방법이 미리 정의된 상황에서 「IF ~ THEN ~」형식의 퍼지 규칙에 의해 결정된다.

#### 3.1 퍼지화 모듈

퍼지 집합에서의 원소는 0과 1사이의 값을 가지는 소속 함수(membership function)  $\mu$ 에 의해 그 집합에의 소속 정도를 나타낸다. 예를 들어  $\mu_A(x)$ 는 원소 x의 퍼지 집합 A에 대한 관계를 나타낸다.

Dist와  $p_{ca}$ 를 퍼지화 하기 위해 다음 그림과 같은 소속함수를 사용하였다.

Dist는 r(i)를 이용하여 표시하고,각 r(i)의 크기 정도를  $D_1, D_2, D_3, D_4$ 의 소속함수에 대응시켰다.

$D_i$ 는 i가 클수록 Dist가 큰 것을 나타낸다.

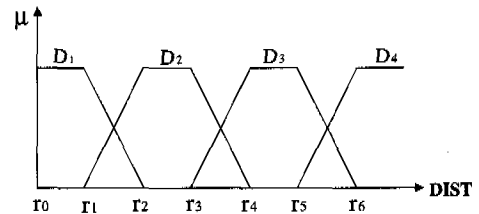


그림 4. DIST의 소속함수

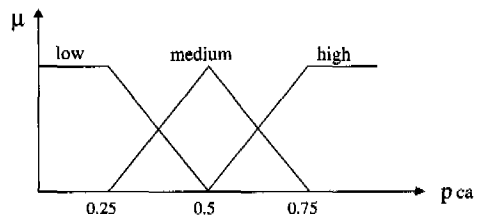


그림 5. pca 의 소속함수

#### 3.2 퍼지 규칙 베이스 (Fuzzy rule base)

퍼지 논리에서는 퍼지 입,출력 변수를 맵핑 시키기 위하여 언어변수를 사용하는데, 이는 다음과 같이 IF- THEN 형태를 가진다. 본 논문에서 사용되는 퍼지 규칙은 12개이며, 다음과 같다. DIST와  $p_{ca}$ 가 커질수록 등록연장시간을 등록주기 T로부터 최대 0.7T까지 증가시키고, 작아질 경우에는 -0.7T까지 감소시킨다.

표 1 퍼지 규칙 베이스

Pca \ Distance	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
	low	PVL	PM	NS
medium	PL	PS	NM	NL
high	PS	M	NL	NVL

PVL : Positive Very Large      PL : Positive Large  
 PM : Positive Medium          PS : Positive Small  
 M : Medium                      NS : Negative Small  
 NM : Negative Medium        NL : Negative Large  
 NVL : Negative Very Large

출력이 되는 등록연장시간( $t_{ex}$ )의 소속함수는 다음과 같다.

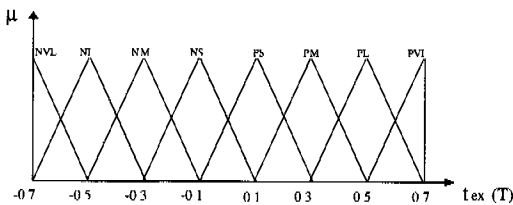


그림 6. 등록 연장 시간의 소속함수

추론 방법은 Max-Min-Gravity방법을 사용하였다. 퍼지 규칙으로부터 변수들에 대한 소속함수를 Max-Min 합성에 의해 추론하고, 추론에 의해 얻어진 값은 비퍼지화 과정을 거쳐 명확한 실수값으로 변환되어야 하는데 이 과정에서는 무게중심법이 사용되었다.

### III. 성능 분석

#### 1. 분석 모델

기존의 위치관리 기법과 제안하는 이동거리와 호 도착율에 따른 가변적 위치관리기법의 성능을 비교하기 위하여 그림 1과 같은 육각형의 마이크로셀들로 이루어진 2차원 평면 모델을 설정하였다.

호 도착 및 발신은 포아송과정(Poisson Process)를 따르며, 단말은 매 타임 슬롯 당  $p$ 의 확률로 이웃 셀로 이동하게 되며 근접한 6개의 셀로 매 슬롯 당 이동할 확률은 각각 같다고 가정한다. 이전 슬롯의 이동방향이 현재 슬롯에서의 이동방향에 영향을 미치는 않는다고 가정하였다. 위치등록방식은 영역 기반, 거리기반, 시간기반 및 제안기법의 네 가지 방안을 비교하였다. 실험에 사용된 각종 환경 파라

미터는 다음 표와 같다.

표 2 환경 파라미터

파라미터	파라미터 설명	설정값
r	셀 반경	0.2(km)
v	단말 속도	2~80(km/h)
$\lambda$	호 설정 요구율	2.8(call/h)
L	영역기반방식에서의 영역반경	0.8(km)
D	거리기반방식에서의 한계거리	10(km)
T	시간기반방식에서의 등록주기	30(min)
$t_{ex}$	제안방식에서의 가변등록주기	-0.7T ~ 0.7T

여러 가지 방식의 적절한 비교를 위해서는 먼저 환경 파라미터 중 적절한 L, D, T 값을 결정하는 것이 중요하다. 그러나 최적의 L, D, T는 각 단말의 이동특성에 따라 다르기 때문에 모든 단말에 적용되는 최적의 값은 존재하지 않는다. 보통 최적영역의 크기는 단말의 속도가 커질수록 호도착율이 낮을수록 커지게 되고, 최적거리 및 최적 등록주기도 속도 및 호 설정요구율의 함수가 된다. 따라서 본 연구에서는 이들 L, D, T값을 셀 반경 및 일반적인 호 설정요구율과 속도를 고려하여 위와 같이 설정하였다.

#### 2 시그널링 비용

영역기반, 거리기반, 시간기반의 위치등록 방식과 제안 방안과의 비교를 위한 파라미터로서 위치등록 및 페이지시의 시그널링 비용을 고려하였다.

MS가 이웃셀로 이동할 경우  $r(i)$ 에 존재하는 MS가  $r(j)$ 로 이동하게 될 확률을  $a_{ij}$  라 하면, 이는 다음과 같다

$$a_{0,1} = 1 \tag{3}$$

$$a_{i,i} = 1/3 \quad (i \geq 1) \tag{4}$$

$$a_{i,i+1} = \frac{2i+1}{6i} \quad (i \geq 1) \tag{5}$$

$$a_{i,i-1} = \frac{2i-1}{6i} \quad (i \geq 1) \tag{6}$$

MS가  $r(i)$ 에 위치한 경우를 상태  $i$ 로 나타냈을때,  $i$ 의 Markov chain 모델의 일반적인 형태는 다음과 같이 나타낼 수 있다. 각 슬롯당 호가 도착할 확률

을  $c$ 라 하고, 호가 도착할 경우 페이징 과정을 통하여 MS의 위치를 파악할수 있으므로 이때는  $r(0)$  상태가 된다.

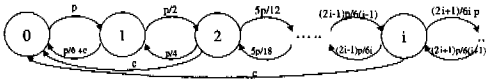


그림 7. state transition diagram

위의 상태 전이도로부터 각 상태에 있을 확률을  $\pi_i$  라 하고, 다음과 같은 평형 방정식을 유도 할 수 있다.

$$\begin{aligned} \pi_0 p &= \pi_1 p/6 + (\pi_1 + \pi_2 + \dots + \pi_N)c \\ &= \pi_1 p/6 + c \sum_{k=1}^N \pi_k \\ \pi_1(p/2 + p/6 + c) &= \pi_0 p + \pi_2 p/4 \\ \pi_2(5p/12 + p/4 + c) &= \pi_1 p/2 + \pi_3 5p/18 \quad (7) \\ &\vdots \\ \pi_i((2i+1)p/6i + (2i-1)p/6i + c) &= \pi_{i-1}(2i-1)/6(i-1) + \pi_{i+1}(2i+1)/6(i+1) \end{aligned}$$

위의 상태 전이도 및 평형 방정식은 각 위치등록 방식에 따라 약간씩 달라진다. 영역기반의 경우에는 호 도착시 영역내의 모든 셀을 일괄적으로 페이징 하므로 각 상태에 있을 확률이 페이징 비용에 영향을 미치지 않고 항상 일정하다.

거리기반 방식의 경우 가장 최근에 등록된 셀로부터 거리가  $D$  이상이면 위치등록을 하게되므로 상태의 구간은  $\pi_d$ 로 제한된다.

시간기반 및 제안 방식에서는 상태  $i$ 의 구간은 단말의 속도에 따라 가변적이다.

상태  $i$ 의 구간이 정해질 경우 위의 평형방정식으로부터 호 도착 시 MS가  $r(i)$ 에 있을 확률,  $\pi_i$ 를 구할 수 있다. 단위시간당 단말의 위치등록 및 페이징에 필요한 총 시그널링 비용 ( $C(\mu, l, t)$ )은 단위시간당 호도착율과 호가 도착했을 때 페이징 해야 할 셀의 수( $S(i)$ ), 위치등록 빈도 및 단위 시간의 함수가 되고 다음과 같이 정의한다.

$$C(\mu, l, t) = C_p \sum_{k=1}^l S_k(i) + C_u \mu_i \quad (8)$$

$C_p$  : 셀당 페이징 비용

- $l$  : 단위 시간당 호 도착율
- $S_k(i)$  : 각 호당 페이징 해야할 셀의 수
- $C_u$  : 위치등록시의 시그널링 비용
- $\mu_i$  : 단위 시간당 등록률

여기서  $S_k(i)$ 는 위치등록 방식에 따라 각각 다른 값을 갖는다. 영역기반의 경우를 제외하면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$S_k(i) = \pi_i \{3i(i+1)+1\} \quad (9)$$

영역기반 방식의 경우에는 호가 도착할 때 마다 위치영역내의 모든 셀들을 페이징 하게 되므로  $S_k(i)$ 는 일정 상수가 된다. 영역기반의 경우 이 값은 적절히 선택하는 것이 전체 시그널링 비용을 줄이는데 크게 영향을 미치게 된다. 거리기반 및 이동기반 방식의 경우 페이징 방식에 따라 달라질 수 있지만  $r(0)$ 부터 차례로 외곽의 링을 페이징 할 경우 실제로 호 도착 시 단말이 어느 링에 존재하는가에 따라 달라지게 된다. 시간 기준 방식의 경우 단말의 속도에 따라  $r(i)$  및  $S(i)$ 가 달라지므로 속도 및 시간의 함수가 된다. 시간 기준 방식의 경우는 거리기반이나 이동기반에 비해  $S_k(i)$ 가 변하는 폭이 좀 더 커지게 된다.

### 3. 모의 실험 결과

표에 설정된 파라미터를 가지는 환경에서, 페이징 비용, 위치등록비용과 이를 합한 총비용을 비교 파라미터로 하여 각 방식을 비교 하였다.

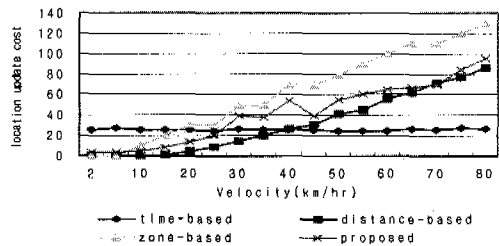


그림 8. 위치등록 비용

MS의 속도를 변화 시켜가면서 영역기준, 시간기준, 거리기준 및 제안 방법의 위치등록 비용을 비교 하였다. 시간 기준의 경우 정해진 시간 간격  $T$ 마다 위치등록을 수행하므로 속도에 따른 비용의 변화가 없다. 영역기반 및 거리기반 방식의 경우 속도에 따

라 등록비용이 증가함을 알 수 있다. 이는 속도가 증가할수록 기준영역 및 기준거리를 더 자주 이탈하게 되므로 나타나는 현상이라 생각할 수 있다. 위치등록 비용 측면에서 보면 제안 방안에서는 시간 기준 및 거리기준방식보다 더 큰 비용을 가지는데, 이는 환경 파라미터의 영향을 받은 것이다.

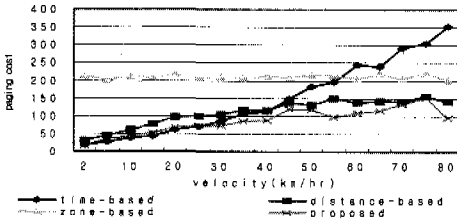


그림 9. 페이징 비용

페이징 비용의 경우 시간 기준 방식은 속도에 따라 급속히 증가하게 된다. 이는 속도에 따라  $r(i)$ 가 증가하고,  $r(i)$ 는  $i$ 의 제곱에 비례하여 커지므로 나타나는 현상이다. 영역기준 방식에서는 페이징 비용이 일정한데, 이는 호의 착발신지 영역내의 모든 셀을 페이징 하므로 생기는 현상이다. 제안방안에서는 속도에 따른 페이징비용이 크게 증가하지 않음을 보여준다.

다음의 총비용 그래프에서 보는바와 같이 속도에 따라 비용이 크게 증가하지 않고 안정되게 적응함을 알 수 있다.

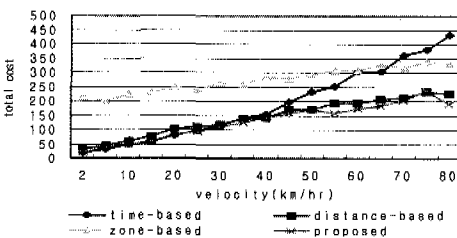


그림 10. 총비용

#### IV. 결 론

성능 분석을 통해 마이크로셀 구조에서 현재 이동통신 시스템에서 사용하고 있는 영역기반 방식은 단말의 이동특성에 무관하게 동작하는 것을 확인하였다. 시간기준 방식의 경우 페이징비용이 속도가 증가함에 따라 급속히 증가되는 약점이 있고, 거리기

준 방식의 경우 어느 정도 속도에 적응함을 알수있으나 이는 호연결요구율의 영향을 받을것으로 추측된다. 제안한 방안은 이동거리와 호연결요구율을 고려하여 등록주기 결정하므로 속도에 잘 적응함을 확인 하였고, 호연결설정율의 변화에도 적응할 것으로 추측된다. 단말에서의 약간의 프로세싱을 통하여 단말의 이동 특성이 수시로 변화하는 환경에서 이에 잘 적응 하므로서 무선채널 사용비용과, 망의 시그널링 로드 측면에서 기존 방법보다 우수한 성능을 보임을 확인하였다.

위치등록과 페이징비용을 최소화 하는 위치관리 방안을 제안하였는데, 이 방안의 시그널링 특성을 만족하는 네트워크면에서의 VLR, HLR등의 데이터 베이스를 통한 시그널링의 효율적인 관리방안에 대한 연구가 필요하다.

#### Reference

- [1] D. Raychoudhuri and N. D.Wilson, "ATM-Based Transport Architecture for Multiservices Wireless PCNs", IEEE JSAC, pp 1401-1414, October, 1994
- [2] Amotz Bar-Noy, Han Kessler "Mobile Users : To Update or not to Update?" INFOCOM 94, pp.570-576, 1994
- [3] S.T.S Chia and W.Johnston, "Performance of outdoor to indoor handover", ICC92, pp. 1836-1839, 1992
- [4] Joseph S.M Ho and Ian F.Akyildiz "A Dynamic Mobility Tracking Policy for Wireless Personal Communications Networks" Globecom95, pp.1-5, 1995
- [5] H.Xie, S.Tabbane and D.Goodman "A Dynamic Location Area Management and Performance Analysis," Proc.IEEE VTC93 ,pp 536-539, May, 1993
- [6] S.Okasaka, S.Yasuda, and A.Maebara "A new location updating method for digital cellular systems." IEEE VTC, pp.345-350, 1991
- [7] Dieter Plassmann, "Location management strategies for mobile cellular networks of 3rd generation." IEEE VTC, pp 649-653, 1994
- [8] R.Jain, Y.B.Lin, and S.Mohan "A caching strategy to reduce network impacts of PCS." IEEE JSAC, pp 1434-1344, 1994

