

## 이동 통신망에서의 혼합형 위치 갱신 방법의 성능분석

# Performance Analysis of Hybrid Location Update Strategy in Wireless Communication System

이 구 연  
Lee, Goo-Yeon

### Abstract

In this paper, we focus on a question. Which is better between time-based location update method and movement-based location update method? Or, does any other method combining the two methods show better performance? For the question, we propose a hybrid location update scheme, which integrates the time-based and the movement-based methods. In the proposed scheme, a mobile terminal updates its location after  $n$  cell boundary crossing and a time interval of  $T$ , or the inverse. We derive an analytical solution for the performance of the hybrid scheme with exponential cell resident time. From the numerical analysis, we conclude that the movement-based method seems to have better performance than the time-based and hybrid methods, that is the optimal costs occur at  $T=0$ .

키워드 : *hybrid-location update*, 이동통신망, PCS망, 시간기반 위치갱신, movement 기반 위치갱신

Keywords : *hybrid-location update*, Cellular network, PCS network, time-based location update, movement-based location update

### 1. 서론

이동통신망에서 이동 단말의 위치를 찾아내는 것은 호 설정 및 위치 관리 방법 둘 다 관련된 과정으로 이동통신망의 성능에 큰 영향을 미친다. 즉 이동 단말의 위치를 찾는데 소요되는 비용을 줄이는 노력이 필요하며, 이는 결과적으로 성능향상에 영향을 준다[1][2]. 이와 관련하여 많은 연구들이 수행되어 왔으며, 이러한 연구중 대부분의 연구에서 사용자의 이동성 특성이 이동 통신망의 성능에

큰 영향을 주고 있음을 보이고 있다[3][4][5][6].

일반적으로 이동통신망의 위치 갱신 방법은 이동 사용자가 위치 갱신 정보를 전송하는 방법에 따라 세 가지 동적인 방법으로 나뉘어 진다[1][7].

이 중 가장 간단한 방법은 시간 기반의 위치 갱신 방법으로, 이동 사용자가 미리 정해진 시간  $T$  마다 주기적으로 위치 정보를 전송 갱신하는 방법이다. 이 방법은 이동 사용자가 내장된 시계의 시간을 기준으로  $T$  시간이 경과할 때마다 위치 정보만 보내면 되므로 구현이 가장 간단하다. 하지만, 이동 사용자가 한 셀에서 오랫동안 체류하면서 다른 곳으로 이동하지 않는 경우에 위치 정보의 변화가 없는데도 주기적으로 위치 정보를 전송 갱신하게 되는 문제가 발생한다. 이러한 불필요한 위치 정보 전송은 다른 작업 또는 다른 사용자에게 의해

\* 강원대학교 컴퓨터정보통신공학전공 교수  
본 논문은 정보통신부의 IT기초기술연구지원사업(정보통신연구진흥원)으로 수행된 연구결과물입니다.

사용될 수도 있는 제어 채널을 불필요하게 낭비하는 효과를 갖게 된다.

두 번째 위치 갱신 방법은 이동 사용자가 셀의 경계를 이동하는 횟수를 계산하여  $n$ 개의 셀 경계 이동이 있을 때마다 위치 갱신 정보를 전송하는 이동 기반의 위치 갱신 방법이다. 이 방법은 이동 사용자가 셀 경계를 이동할 때, 셀 간의 경계를 알아야 하는 기능이 필요하며, 또한 이동 사용자가 두 개의 셀 사이를 왔다 갔다 하는 경우에 실제로 새로운 셀로 이동하지 않았는데도, 셀 경계 이동 횟수가  $n$ 을 초과하여 위치 정보를 갱신하는 문제가 발생한다.

마지막 방법은 거리 기반의 위치 갱신 방법으로 이동 사용자가 마지막으로 위치 정보를 갱신한 이후에 이동한 거리를 계산하여 이동거리가 미리 정한 값  $D$ 를 넘어지면 위치 정보를 전송 갱신하는 방법이다. 이 방법은 이동 단말이 이동 통신망의 도플러주파에 대한 정보를 모두 알고 있어야 하므로 구현하기가 어려우며, 따라서 이동 통신망에 적용하기에 비현실적이다.

여기서 우리는 현실적으로 구현이 가능한 방법로서 시간 기반의 위치 갱신 방법과 이동 기반의 위치 갱신 방법 중에서 어느 방법이 더 좋은 성능을 갖는지에 대하여 고려한다. 또는 이 두 가지 방법을 적절하게 결합하여 더 좋은 성능을 보이는 방법이 있는 지에 대하여 연구한다. 일반적으로 이동 단말의 속도가 빠른 경우 시간 기반의 위치 갱신 방법이 이동 기반의 위치 갱신 방법보다 좋은 성능을 보여 준다. 이는 단말의 위치를 찾기 위한 페이징 비용은 단말의 위치가 불확실할수록 증가하며, 단말의 이동 속도로부터는 직접적인 영향을 받지 않기 때문이다. 현재의 이동 통신망에서의 위치 갱신은 사용자가 새로운 위치 영역(location area)에 들어갔을 때 수행된다. 이는 이동 기반의 위치 갱신 방법으로 볼 수 있다[6]. 이동 기반의 위치 갱신 방법과는 달리 시간 기반의 위치 갱신 방법에서는 사용자의 위치 정보를 기록하고 관리할 필요가 없다. 이러한 시간 기반의 위치 갱신 방법은 이동 단말의 자원에 대하여 효율적인 사용을 가능하게 한다.

일반적으로 이동 사용자의 이동성 특징에 따라 시간 기반의 위치 갱신 방법이 더 좋은 경우와 이동 기반의 위치 갱신 방법이 더 좋은 경우가 있게 된다. 우리는 본 논문에서, 이러한 시간 기반의 위치 갱신 방법과 이동 기반의 위치 갱신 방법을 결합한 혼합형 위치 갱신 방법을 제안하고, 제안하는 방법에서 위치 관리 비용을 최소화 하기 위한 최적의 시간 주기  $T$ 와 셀 경계 이동 횟수  $n$ 을 구한다.

## 2. 관련 연구

이동통신망에서의 위치 관리 방법에 대한 연구는 주로 시간 기반의 위치 갱신 방법과 이동 기반의 위치 갱신 방법의 성능분석에 대하여 수행되었으며, 이러한 방법들을 개별 이동 사용자의 이동성 유형에 기반하여 성능 향상이 되도록 변형 시킨 연구도 많이 수행되었다[2][3][6][8].

또한 이동 사용자의 이동 위치에 대한 예측 기법과 휴리스틱 알고리즘에 기반하여 최적의 위치 갱신 방법을 찾고자 하는 연구도 이루어졌다. [9]에서 Bejerano와 Cidon은 트래픽 흐름 이론(traffic flow theory)을 이용하여 사용자의 위치를 예측하는 방법과 위치 영역(location area)의 개념을 통합하였고, [10]에서는 Wang과 Akyildiz가 이동 사용자의 이동 자료와 시스템 파라미터들을 모아서 사용자의 위치를 예측하는 방법을 제안하였다. 이 논문에서는 각 이동 사용자의 위치를 예측하기 위하여 이동 사용자의 이동 방향과 체류시간, 경로 정보를 고려하였으며, 예측에 필요한 계산의 복잡성을 감소시키기 위한 방법을 제시하였다.

위치 등록 비용을 줄이기 위해 최적의 위치 영역(location area)과 페이징 영역(paging area)을 구하고자 하는 연구도 많이 이루어 졌다. Varsamopoulos 와 Gupta[5]의 논문에서는 정적으로 정의된 위치 등록 영역(registration area)이 이동 단말의 전체적인 이동 패턴에 효율적으로 동작하지 않는 문제점을 지적하고, 재구성 주기 동안 사용자의 이동성과 호 패턴을 수집하여 모니터링 한 후에 동적으로 위치 등록 영역(registration area)을 구성하는 방법을 제안하였다. 이 방법에서는 각 재구성 단계에서 위치 등록 영역(registration area)을 줄이거나 확장하여 호 패턴이나 이동성에 효율적으로 적용할 수 있도록 하였다. [11]에서는 각 위치 영역의 모든 셀들을 계층구조로 나누는 개념을 도입하여, 전체 위치 영역을 동시에 페이징하는 대신 확률에 기반하여 계층적으로 페이징하는 방법을 제안하였다.

반면에 Gau와 Haas는 이동 통신망에서 많은 이동 사용자들 동시에 탐색하는 논블록킹 페이징 방법(nonblocking paging scheme)을 제안하여 이동 사용자의 위치를 찾는 비용을 상당히 감소시키는 결과를 보여 주었다[12]. Cayirci 와 Akyildiz는 정적인 위치 영역(location area) 각각에 대하여 최적의 셀 수를 선택하는데 초점을 맞추고, 셀간의 트래픽 예측에 기반하여 이동 통신망 시스템에서 최적의 위치 영역(location area)을 설계하는 방법을 제안하였다[13].

[4]에서는 이동노드의 속도를 이용한 위치 갱신 방법을 제안되었다. 이 위치 갱신 방법에서는 이동노드의 속도 변화에 따라 위치 갱신이 이루어지며 또한 이동 노드의 속도에 따른 단계적인 페이징

방법이 사용된다. 또한 제안된 방법의 성능은 거리 기반의 위치 갱신 방법과 비교되었다.

[14]에서는 동적인 HLR(home location register) 위치 관리 방법이 제안되었다. 이 방법은 이동 단말의 위치 정보에 대한 동적인 사본을 가장 가까운 HLR에 저장하여 위치 관리 및 현재의 HLR을 결정하기 위한 테이블 탐색시에 이용되도록 하였다.

### 3. 혼합형 위치 갱신 방법

본 논문에서는 이동 통신망에서 시간 기반과 이동 기반의 위치 갱신 방법을 결합한 혼합형 위치 갱신 방법을 제안한다. 이 방법에서 이동 단말의 위치 갱신은 시간 T가 경과한 이후, n개의 셀 경계를 추가로 이동할 경우 갱신되거나, 혹은 반대로 n개의 셀 경계를 먼저 이동하고, 이후 시간 T가 경과한 경우에 갱신된다. 즉 이동 단말의 위치 갱신 주기는 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$T + \sum_{i=0}^{n-1} m_i \quad (1)$$

위의 식에서 T는 시간 간격, n은 셀 경계의 수,  $m_i$ 는 이동 단말의 i번째 셀에서의 셀 체류 시간이다. 우리는 (1) 식으로부터 위치 관리 비용이 최소가 되는 최적의 n값과 T값을 구할 것이다. 이 방법은 시간 기반과 이동 기반의 위치 갱신 방법을 혼합한 것으로 양 단말에서는 시간 기반의 위치 갱신 방법과 이동 기반의 위치 갱신 방법을 포함한다. 즉 혼합형 위치 갱신 방법은 n=0일 때 시간 기반의 위치 갱신 방법이 되며, T=0일 때 이동 기반의 위치 갱신 방법이 된다.

혼합형 위치 갱신 방법에서의 위치 관리 방법을 자세히 설명하면 다음과 같다.

● 위치 갱신 과정 : 혼합형 위치 갱신 방법에서의 위치 갱신 과정은 다음의 두 가지로 나눌 수 있다.

- "T and n type" : 이동 단말은 타이머 T가 경과되고 나서 셀 경계를 이동한 수를 카운트 한다. 이동 단말은 n 개의 셀 경계를 추가로 통과한 후에 새롭게 진입한 셀의 위치를 전송 갱신한다. 이러한 위치 갱신 과정은 반복되며, 만약 위치를 갱신하기 전에 호가 도착한다면, 시스템이 이동 단말을 페이징하고, 이후 이동 단말은 이러한 위치 갱신 과정을 다시 시작한다.

- "n and T type" : 이동 단말은 먼저 n개의 셀 경계를 이동한 후, 이후 타이머 T가 경과된 후에 위치 갱신을 한다. 이러한 위치 갱신 과정은 반복되며, 만약 위치를 갱신하기 전에 호가 도착한다면, 시스템이 이동 단말을 페이징하고, 이후 이동 단말은 이러한 위치 갱신 과정을 다시 시작한다.

● 페이징 과정 : 이동 통신 시스템은 이동 단말로 들어오는 호가 있을 때, 먼저 해당 이동 단말이 가장 최근에 등록된 셀을 페이징 한다. 그 셀에서 이동 단말을 찾을 수 없다면, 그 셀의 주변 셀을 페이징 한다. 그 셀들에 해당 이동 단말이 없다면, 다시 그 주변 셀을 페이징 한다. 이렇게 해서 이동 단말을 찾을 때까지, 페이징 하는 셀을 넓혀 나간다.

본 논문에서는 육각형 모양의 셀 구조를 고려한다. 육각형의 셀 구조에서, 각 셀은 6개의 주변 셀들로 둘러 쌓여 있다. 이러한 구조에서 가장 안쪽 셀(링 0)은 센터 셀이라고 불리는 한 개의 셀로만 구성된다. 센터 셀은 이동 단말이 가장 최근에 등록된 셀의 위치가 된다. 링 0은 링 1에 의하여 둘러 쌓여있고, 링 1은 다시 링 2로 둘러 쌓여 있는 구조이며, 이러한 구조가 계속 반복된다. 또한 호의 도착시간은 포아송 분포를 따른다고 가정하며, 각각의 이동 단말이 6개의 주변 셀로 이동하는 확

j \ K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...
0	0	0.166666	0.055555	0.069444	0.046296	0.043724	0.036008	0.032632	0.028839	...
1	1	0.333333	0.416666	0.277777	0.262345	0.216049	0.195794	0.173039	0.157611	...
2		0.5	0.333333	0.379629	0.324074	0.310570	0.282064	0.263760	0.244555	...
3			0.194444	0.203703	0.243055	0.245627	0.249507	0.245456	0.240529	...
4				0.069444	0.100308	0.131944	0.151234	0.165387	0.174489	...
5					0.023919	0.043981	0.064664	0.082218	0.097018	...
6						0.008101	0.018004	0.029535	0.041137	...
7							0.002722	0.007058	0.012822	...
8								0.000910	0.002689	...
9									0.000304	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

그림 1  $\beta(j,K)$  값

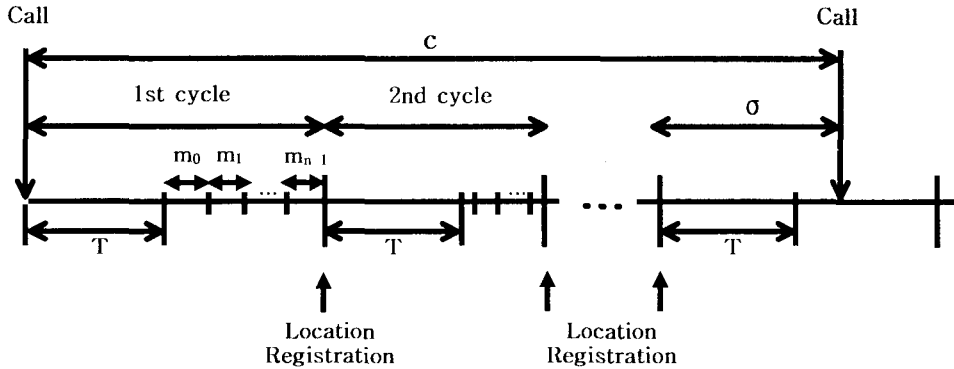


그림 2 혼합형 위치 갱신 방법에서의 타이밍 다이어그램

률은 1/6로서 동등하다고 가정한다.

또한 이동 단말이 센터 셀로부터 K번의 셀 경계를 통과하였다고 할 때, 그 이동 단말이 j 번째 링에 있을 확률을  $\beta(j, K)$ 라고 정의한다.  $\beta(j, K)$ 는 그림 1에서 보여 주는 것과 같이 컴퓨터 프로그래밍을 사용하여 쉽게 구할 수 있다.

#### 4. 혼합형 위치 갱신 방법의 성능 평가

본 논문에서는 이동 단말의 셀 체류시간이 지수 분포를 갖는다고 가정한다. 지수 분포의 셀 체류시간을 갖는 경우 “n and T type” 방법과 “T and n type” 방법은 지수분포의 메모리리스 특성으로 인하여 같은 결과를 보이므로 “T and n type”을 기준으로 분석한다. 호 도착률은 평균  $\lambda_c$  인 포아송 분포를 따른다고 가정하고, 두 개의 연속적인 호 사이의 시간 간격을 랜덤 변수  $C$  로 정의한다.

셀 체류시간은 지수분포로서 평균이  $\frac{1}{\lambda_m}$  이고, pdf

가  $f_m(t) = \lambda_m e^{-\lambda_m t}$  이며,  $F_m^*(s) = \frac{\lambda_m}{s + \lambda_m}$  의 라플라스 변환을 갖는 랜덤 변수  $m$ 으로 나타낸다.

##### 4.1 수식 분석

그림 2 에서  $m_i$ 는 이동 단말의 i 번째 셀에서의 체류시간을 나타낸다. 모든  $m_i$ 는 동일한 분포를 가지는 i.i.d의 랜덤 변수이므로 간단히  $m$ 으로 표시한다.  $\sigma$ 는 최근의 위치 갱신 시점에서부터 호 도착까지의 시간을 나타낸다. 이동 단말을 페이징할 셀 영역은  $\sigma$ 의 시간동안 이동 단말이 얼마나 많은 셀을 통과했느냐에 따라 결정된다.  $\alpha(K)$ 를  $\sigma$  동안 이동 단말이 K개의 셀을 이동할 확률이라고 하자. 위치 관리 비용을 계산하기 위해 한 번의 위

치 갱신을 수행하는 비용을  $U$  라고 하고, 한 개의 셀을 페이징하는 비용을  $V$ 라고 정의한다. 이 비용은 위치 갱신과 페이징을 수행하는데 필요한 무선과 유선의 대역폭 사용과 이로 인해 발생하는 계산 비용들을 고려한 것이다. 혼합형 위치 갱신 방법에서의 한 개의 호 도착당 이동 단말의 위치 갱신 비용을  $C_u$ 라고 정의하고, 또한 한 개의 호 도착당 페이징 비용을  $C_p$ 라고 정의한다.

먼저 위치 갱신 비용을 계산하면 다음과 같다. 두 개의 연속적인 호 사이에 h개의 위치 갱신 메시지가 발생할 확률을  $g_h$ 라고 하고, 또한 두 개의 연속적인 호 사이에 위치 갱신 메시지가 발생하지 않을 확률을  $g_0$ 라고 하자. 이 경우에  $g$ 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$g = P [c < T + m_0 + m_1 + \dots + m_{n-1}]. \quad (2)$$

윗 식으로부터 다음의 관계가 성립한다.

$$g_0 = g, \quad (3)$$

$g$ 는 다음의 두 가지 경우로 나뉘어 진다. 첫 번째는 시간  $T$  이내에 호가 도착하는 경우이며, 이 경우의 확률은 다음 식과 같다.

$$g_0 = P [c < T] = 1 - e^{-\lambda_c T}. \quad (4)$$

또 하나는 T이후에 호가 도착하는 경우로 이 경우에 대한 확률  $g_1$ 은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$g_1 = P [T \leq c < T + m_0 + m_1 + \dots + m_{n-1}] \\ = e^{-\lambda_c T} (1 - P[\text{no calls within } m]^n)$$

$$= e^{-\lambda_c T} [1 - F_m^*(\lambda_c)^n] = e^{-\lambda_c T} [1 - (\frac{\lambda_m}{\lambda_c + \lambda_m})^n]. \quad (5)$$

그러므로 우리는 다음의 식을 얻을 수 있다.

$$g = g_0 + g_1 = 1 - e^{-\lambda_c T} (\frac{\lambda_m}{\lambda_c + \lambda_m})^n, \quad (6)$$

여기서  $g_h$  는 파라미터가  $g$ 인 기하분포가 되며 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$g_h = g(1-g)^h. \quad (7)$$

그러므로 두 개의 연속적인 호 사이의 기간동안 위치 갱신 비용  $C_n$ 는 다음과 구할 수 있다.

$$C_n = U \sum_{h=0}^{\infty} h g_h = U \cdot g \cdot \sum_{h=0}^{\infty} h (1-g)^h = U (\frac{1}{g} - 1). \quad (8)$$

다음은 셀들을 페이징하는 비용을 구하는 과정이다. 확률  $\alpha(K)$ 를 구하기 위해 두 가지 경우를 고려한다. 먼저 T이내에 호가 도착한 경우에 이동 단말이 K개의 셀들을 이동할 확률을  $A_0(K)$ 라 나타낸다. 또 다른 경우로서 T이후에 호가 도착했을 때 이동 단말이 K개의 셀들을 이동할 확률을  $A_1(K)$ 로 나타낸다. 이 두 가지 경우의 확률은 다음의 식을 만족한다.

$$\alpha(K) = A_0(K) + A_1(K). \quad (9)$$

이동 단말이 셀 경계를 이동한 수는 포아송 분포를 따르므로  $A_0(K)$ 는 다음의 식으로 나타낼 수 있다.

$$A_0(K) = \int_0^T \frac{(\lambda_m t_1)^K}{K!} e^{-\lambda_m t_1} \cdot \frac{\lambda_c e^{-\lambda_c t_1}}{g} dt_1 = \frac{1}{g} B(K) \quad (10)$$

여기서  $B(K)$ 는 다음과 같다.

$$B(K) = \int_0^T \frac{(\lambda_m t_1)^K}{K!} e^{-\lambda_m t_1} \cdot \lambda_c e^{-\lambda_c t_1} dt_1. \quad (11)$$

(12)식의  $B(K)$ 는 컴퓨터를 이용한 계산에 맞도록 다음과 같이 변환시킬 수 있다.

$$B(K) = \frac{\lambda_c / \lambda_m}{(1 + \lambda_c / \lambda_m)^{K+1}} \cdot$$

$$[1 - e^{-((1 + \frac{1}{\lambda_c / \lambda_m}) \lambda_c T)^K} \sum_{i=0}^K \frac{((1 + \frac{1}{\lambda_c / \lambda_m}) \lambda_c T)^i}{i!}]. \quad (12)$$

다음은  $A_1(K)$ 를 구하는 과정이다.

먼저 호가 도착했을 때 그 호가 그림 2의 타이밍 다이어그램에서 보이는  $m_i$  ( $0 \leq i \leq n-1$ ) 동안에 도착할 확률을  $f_i$ 라고 하면  $f_i$ 는 다음과 같은 식으로 구할 수 있다.

$$f_i = \frac{e^{-\lambda_c T}}{g} F_m^*(\lambda_c)^i (1 - F_m^*(\lambda_c)) \quad (0 \leq i \leq n-1). \quad (13)$$

$f_i$ 는 시간 T가 만료된 후에 i개의 셀 경계 이동이 있을 확률이므로  $A_1(K)$ 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$A_1(K) = \sum_{i=0}^{\min(K, n-1)} f_i \cdot \frac{(\lambda_m T)^{K-i}}{(K-i)!} e^{-\lambda_m T}. \quad (14)$$

$\pi_j$ 를 호가 도착했을 때, 이동 단말이 링 j의 셀 내에 위치할 확률이라고 하면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\pi_j = \sum_{K=0}^{\infty} \alpha(K) \beta(j, K). \quad (15)$$

이동 단말이 링 j에 존재할 경우에  $\omega_j$ 를 링 0에서 링 j 사이에 존재하는 셀들의 수라고 하면 다음의 식이 구해진다.

$$\omega_j = 1 + \sum_{i=1}^j 6i = 1 + 3j(j+1). \quad (16)$$

따라서 혼합형 위치 갱신 방법에서 두 개의 연속적인 호 사이의 기간 동안의 페이징 비용  $C_r$ 는 다음 식과 같이 표현된다.

$$C_r = V \sum_{j=0}^{\infty} \pi_j \omega_j. \quad (17)$$

혼합형 위치 갱신 방법에서 하나의 호 도착당 위치 갱신 비용과 페이징 비용을 합한 총 기대 비용  $C_r$ 는 다음 식과 같이 구해진다.

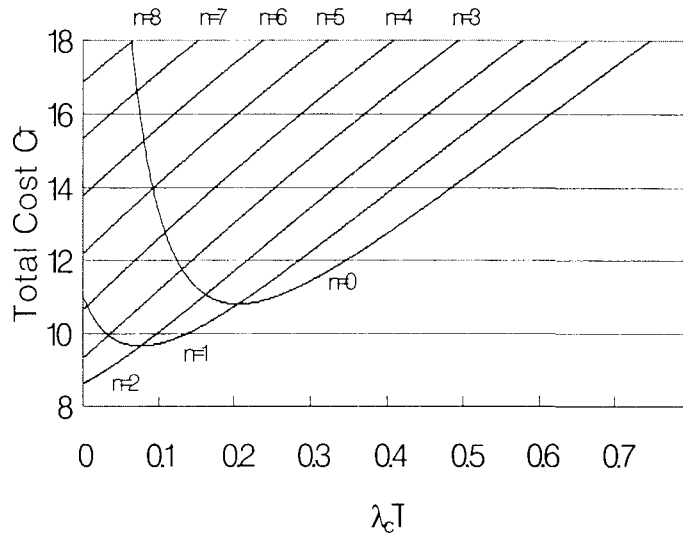


그림 3 지수 분포의 셀 체류시간인 경우에  $CMR=\lambda_c/\lambda_m = 0.1, V=1, U=1$ 일 때의 위치 갱신 비용

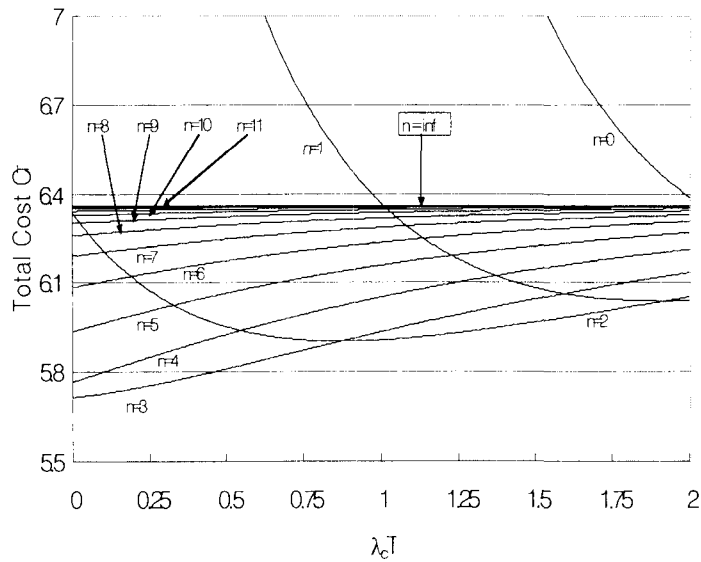


그림 4 지수 분포의 셀 체류시간인 경우에  $CMR=\lambda_c/\lambda_m = 1, V=1, U=10$ 일 때의 위치 갱신 비용

$$C_T = C_u + C_r \quad (18)$$

#### 4.2 결과분석

위의 분석결과로부터, call-to-mobility(CMR :  $\frac{\lambda_c}{\lambda_m}$ ) 값 및 U, V 값을 변화시켜 가면서 다양한 경우에 대하여 혼합형 위치 갱신 방법의 비용이 최소화되는 최적의 T값과 n값을 구하여 보았다. 그러나, 혼합형 위치 갱신 방법의 최적의 T값은 T=0에서 구해짐을 알 수 있었다. 즉 순수한 이동 기반의 위치 갱신 방법이 시간 기반의 위치 갱신 방법이나, 혼합형 위치 갱신 방법보다 좋은 성능을 보임을 알 수 있었다. 그림 3과 그림 4에서 두 개의 예를 보여준다. 그림 3의 경우 최소 기대 비용은 n=2이고 T=0일 때 8.619로 나타나며, 그림 4에서는 n=3, T=0일 때 최소 기대 비용을 5.714로 구해진다. 이 두 개의 그림에서 시간 축은  $\frac{1}{\lambda_c}$ 의 단위시간에 대하여 정규화 되어 있다. 그러므로 우리는 이러한 분석 결과로부터, 현실적으로 구현이 가능한 두 가지 방법인 이동기반의 위치 갱신 방법과 시간 기반의 위치 갱신 방법 및 그 두 개를 결합한 혼합형 방법중에서 이동 기반의 위치 갱신 방법이 더 좋은 성능을 보여 줌을 알 수 있다.

#### 5. 결론

시간 기반의 위치 갱신 방법과 이동 기반의 위치 갱신 방법은 셀룰러나 PCS 망에서 구현하기에 쉬운 위치 갱신 방법이나, 이에 비하여 거리 기반의 위치 갱신 방법은 이동 단말이 네트워크 도플러 정보와 알고 있어야 하므로 구현하기에 비현실적이다. 구현의 용이함은 성능에 있어서 하나의 척도가 되므로 시간 기반이나 이동 기반의 방법은 거리 기반의 방법이나 또는 개별 단말기의 이동성 특성에 기반한 다른 복잡한 위치 갱신 방법과 비교하여 우선적으로 고려된다.

본 논문에서 우리는 시간 기반과 이동 기반의 위치 갱신 방법을 결합한 혼합형 위치 갱신 방법을 제안하였다. 제안된 방법에서 이동 단말은 n번의 셀 경계 이동과 T의 시간동안 기다린 후에 혹은 역으로 T의 시간동안 기다린 후 n번의 셀 경계 이동후 자신의 위치를 갱신한다. 제안된 방법은 양극단에서는 시간 기반과 이동 기반의 위치 갱신 방법을 포함하기 때문에 이 두 가지 방법보다 더 좋은 성능을 보여준다. 우리는 이에 대하여 총 위치 관리 비용을 최소화하는 최적의 n과 T를 구하기 위한 수학적 분석을 수행하였다. 이러한 분석 결과로부터, 우리는 현실적으로 구현이 가능한 두 가지 방법인 이동기반의 위치 갱신 방법과 시간 기반의 위치 갱신 방법 및 그 두 개를 결합한 혼

합형 방법중에서 이동 기반의 위치 갱신 방법이 가장 좋은 성능을 보여 줌을 알 수 있었다.

#### 참고 문헌

- [1] A. Bar-Noy, I. Kessler and M. Sidi, "Mobile Users : To Update or not to Update ?," ACM-Baltzer Journal of Wireless Networks, Vol. 1, No. 2, July, 1995, pp. 175-186.
- [2] GooYeon Lee and Yong Lee, "Numerical Analysis of Optimum Timer Value for Time-Based Location Registration Scheme," IEEE Communications Letters, Vol. 6, No. 10, Oct., 2002, pp. 431-433.
- [3] C. Rose, "Minimizing the Average Cost of Paging and Registration: A Timer-Based Method," ACM Wireless Networks, Vol. 2, No. 2, June, 1996, pp. 109-116.
- [4] S. H. Hwang, Y. H. Han, B. K. Lee and C. S. Hwang, "An Adaptive Location Management Scheme Using The Velocity of Mobile Nodes," IEEE WCNC 2003, Vol. 3, No. 7, 2003, pp. 1999-2004.
- [5] G. Varsamopoulos and S. K. S. Gupta, "Dynamically Adapting Registration Areas to User Mobility and Call Patterns for Efficient Location Management in PCS Networks," IEEE/ACM Transactions on Networking, Vol. 12, No. 5, Oct. 2004, pp. 837-850.
- [6] I. F. Akyildiz, J. S. Ho and Y. B. Lin, "Movement-Based Location Update and Selective Paging for PCS Networks," IEEE/ACM Transactions on Networking, Vol. 4, No. 4, 1996, pp. 629-638.
- [7] S. Tabbane, "Location Management Methods for Third Generation Mobile Systems" IEEE Communications Magazine, August, 1997, pp. 72-84.
- [8] Yang Xiao, "Optimal Fractional Movement-Based Scheme for PCS Location Management," IEEE Communications Letters, Vol. 7, No. 2, Feb. 2002, pp. 67-69.
- [9] Y. Bejerano and I. Cidon, "Efficient Location Management Based on Moving Location Areas," IEEE INFOCOM 2001, Vol. 1, April, 2001, pp. 3-12.
- [10] Wenye Wang and I. F. Akyildiz, "On the Estimation of User Mobility Pattern for Location Tracking in Wireless Networks,"

- IEEE GLOBECOM 2002, Vol. 1, Nov. 2002, pp. 610-614.
- [11] Y. H. Zhu, G. G. Zhou, D. H. Shi and J. Gao, "A Location Management Scheme With Layered Cells Within Location Areas," IEEE WCNC 2004, Vol. 1, March, 2004, pp. 255-259.
- [12] Rung-Hung Gau and Zygmunt J. Haas, "Concurrently Searching for Mobile Users in Cellular Networks," IEEE Communications Letters, Vol. 7, No. 6, June, 2002, pp. 287-289.
- [13] E. Cayirci and I. F. Akyildiz "Optimal Location Area Design to Minimize Registration Signaling Traffic in Wireless Systems," IEEE Transactions on Mobile Computing, Vol. 2, No. 1, Jan-Mar., 2003, pp. 76-85.
- [14] Jie Li, Yi Pan and Yang Xiao, "A Dynamic HLR Location Management Scheme for PCS Networks," IEEE INFOCOM 2004, Vol. 1, March, 2004, pp. 266-276.
- [15] S. M. Ross, "Stochastic Processes," A Wiley-Interscience Publication, NewYork, 1983.
- [16] L. Kleinrock, "Queueing Theory", Vol.I, A Wiley-Interscience Publication, New York, 1975.