

이동통신망에서 영역기준 위치등록과 2단계 페이징의 최적화

김경희*, 유병한, 백장현*

*전북대학교 산업시스템공학과, 한국전자통신연구원

jbaek@moak.chonbuk.ac.kr

Abstract

An efficient mobility management for mobile stations plays an important role in mobile communication network. This paper studies a zone-based registration (ZBR) that is implemented in most of mobile communication systems. We introduce the mobility management scheme that combines a zone-based registration and a selective paging (SP) and analyze its performance. We set up an analytical model based on 2-dimensional random walk mobility model and evaluate the performance of the proposed mobility management scheme using the model to determine the optimal size of location area which will result in the minimum signaling traffic on radio channels. Numerical results are provided to demonstrate the performance of the proposed mobility management scheme under various circumstances.

key words : zone-based registration, selective paging, random walk, mobility

1. 서론

한정된 무선 채널로 많은 가입자에게 이동통신 서비스를 제공하기 위해서는 무선 채널의 효율을 높여야 하며 이를 위해 셀(cell), 또는 base station)은 점점 소형화하고 있는 추세이다. 특히 최근의 이동통신망은 셀의 소형화, 높은 사용자 밀도, 높은 이동성 및 광역 로밍(roaming)을 특징으로 하고 있기 때문에 상당한 양의 위치등록과 페이징을 요구할 수 있으

며, 따라서 미래의 IMT-2000 망에서는 이러한 이동통신 환경의 변화에 따라 위치등록, 페이징 등 효율적인 이동성 관리 방법이 필수적이다.

여러 가지 위치등록 방법에 대한 많은 연구 결과가 발표되었다. 거리기준 위치등록(distance-based registration)에 대한 연구[1,2], 시간기준 위치등록(timer-based registration)에 대한 연구[3,4], 이동기준 위치등록(movement-based registration)에 대한 연구[5,6] 등이 발표되어 있으나, 대부분의 이동통신 시스템에서 널리 사용되는 영역기준 위치등록(zone-based registration)에 대한 연구[1,7,8,9]가 가장 활발하게 이루어지고 있다. 그밖에 무선 트래픽의 특성을 반영하여 위치영역을 동적으로 운용하고자 하는 동적 위치영역 할당에 대한 연구[10]도 많이 다루어지고 있다. 이동통신 시스템에서는 무선 채널에서의 신호 트래픽, 구현의 용이성, QoS(quality of service), M&A (maintenance & administration)의 용이성, 시스템 확장에 따른 적응성(adaptability) 등을 고려하여 이상의 여러 가지 위치등록 방법 중 몇 가지 방법만을 채택하게 된다.

본 연구에서는 대부분의 이동통신 시스템이 채택하고 있는 영역기준 위치등록(zone-based registration, ZBR) 방법을 고려한다. 영역 기준 위치등록에서는 이동국(mobile station, MS)이 현재의 위치영역을 벗어나서 새로운 위치영역에 진입할 때마다 위치등록을 수행하게 된다. 본 연구에서는 영역 기준 위치등록과 아울러 선

택적 페이징(selective paging, SP) 방법을 고려한다. 선택적 페이징은, 페이징 지연(paging delay)이 허용되는 한도내에서 페이징 과정을 여러 단계로 나누어 수행하는 방법이다[5]. 현 단계에서 이동국이 발견되면 나머지 단계를 수행하지 않고 페이징을 종료함으로써 한꺼번에 페이징할 때에 비하여 페이징 부하를 줄일 수가 있다. 영역기준 위치등록의 성능을 분석한 이전의 연구[9]에서는 모든 방향으로의 선택확률이 동일하다고 가정하고 있기 때문에 두 영역간 왕래가 많지 않은 지역을 경계로 설정하는 영역기준 위치등록 방법의 실제 환경을 정확히 반영하지 못하고 있으며 따라서 실제로 위치등록이 자주 일어나는 경향이 있다. 본 연구에서는 이전의 연구에서 고려하지 못한 이러한 현실적인 환경을 분석할 수 있는 모형을 제안하여 보다 정확한 성능분석을 수행하고 이러한 결과를 이용하여 다른 위치등록 방법과의 성능을 비교하고자 한다.

III. 영역기준 위치등록 및 선택적 페이징

1. 영역기준 위치등록

영역기준에 의한 위치등록 방식[7]을 이용할 경우, 이동국은 이동국 내부에 저장된 ZONE_LIST에는 없는, 새로운 영역으로 이동할 때마다 위치등록을 수행하여 ZONE_LIST에 새로운 영역을 추가한다. 위치등록후, 그 영역을 제외한 나머지 영역에 대하여 각 위치영역별로 하나씩의 타이머가 작동한다. 가능한 최대 타이머 값은 1, 2, 5, 10, 20, 30, 45, 60분이다. 그러나, 새로 위치등록된 영역은 타이머가 작동하지 않는다.

이동국은 하나 이상의 영역에 등록할 수 있다. 즉, 이동국은 ZONE_LIST에 최대 TOTAL_ZONES(편의상 N 으로 표기)개의 위치영역을 저장할 수 있다. $N=1$ 인 경우를 단일영역

위치등록 방식이라 하고 $N>1$ 인 경우를 다중영역 위치등록 방식이라 한다.

본 연구에서는 현재 대부분의 이동통신 시스템에서 영역기준 위치등록을 단일영역 위치등록으로 구현하고 있음을 감안하여 $N=1$ 인 경우만을 고려한다.

2. 선택적 페이징

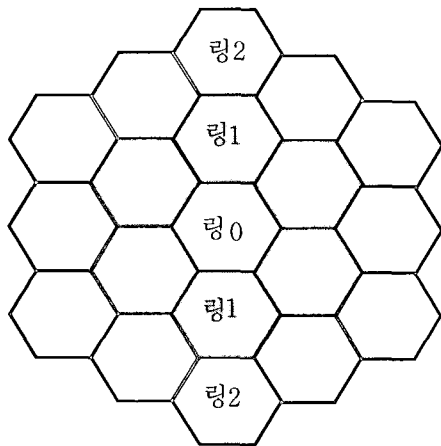
대부분의 이동통신 시스템은, 이동통신 시스템의 전체 서비스 영역을 여러 개의 위치영역으로 분할한 후 이동국이 해당 위치영역을 벗어나 새로운 위치영역으로 이동할 때마다 위치등록을 수행한 후 해당 이동국으로 착신호가 올 때 마지막으로 위치등록이 수행된 위치영역내 모든 셀에 한 번에 페이징하는 방법을 사용하고 있다. 이러한 기존의 페이징 방법은 이동통신 시스템의 전 영역을 페이징하는 방법에 비해서는 효율적이지만, 위치영역내 모든 셀에 한 번에 페이징한다는 측면에서는 일정한 한계를 가진다.

이러한 기존의 페이징 방법을 개선하기 위하여, 이동국에 대한 착신호가 발생하면 현재 이동국이 속한 위치영역을 몇 개의 소영역(subarea)으로 나누고 이동국을 찾을 때까지 순차적으로 페이징을 하는 선택적 페이징 방법을 이용한다

이러한 선택적 페이징 방법은 페이징 응답까지의 지연시간이 충분한 경우에만 가능하다. 현재 운용되는 대부분의 이동통신 시스템이 위치영역내의 모든 셀에 한 번에 페이징한다는 점을 고려할 때 구현가능한 가장 현실적인 페이징 지연의 허용치는 2라고 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서는 착신호 발생시 2단계에 걸쳐 페이징하는 선택적 페이징 방법을 사용한다고 가정한다.

3. 시스템 환경

영역기준 위치등록 및 선택적 페이징 방법을 채택한 경우의 성능을 분석하기 위하여 [그림 1]과 같이 IMT-2000 망이 동일한 크기의 육각형 셀로 구성되는 시스템 환경을 가정하자. 또한 본 연구에서는 다른 위치등록 방법과의 비교를 용이하게 하기 위하여 위치영역의 중심셀에서 인접한 위치영역의 가장 가까운 셀까지의 셀 수로 정의되는 기준반경(reference radius) D 를 이용하여 위치영역의 크기를 표시한다. 이웃한 셀간의 거리는 1이 되며, $D=3$ 인 경우 위치등록 영역은 아래와 같으며, 이동국이 이 영역에 진입할 때 위치등록을 하며, 이 영역에서 벗어 나는 경우 새로 진입한 영역에서 위치등록을 하게 된다.



[그림1] 육각형 셀 환경에서 위치영역 및 링($D=3$)

이동국이 셀을 방문하면, 일반 분포를 따르는 체류시간(residence time)을 머문 후 다음 셀로 이동한다. 특정 셀에서 어느 셀로 이동할지에 대한 확률은 인접 셀에 대하여 모두 동일하게 $1/6$ 로 가정하자. [그림 1]에서 보듯이, 위치영역은 D 개의 링(링 0, 링 1, ..., 링 $D-1$)으로 구성된다. i 번째 링에 속하는 셀의 수를 $g(i)$ 라 하면 $g(i)$ 는 다음과 같다.

$$g(i) = \begin{cases} 1 & i=0 \\ 6i & i=1,2,3,\dots,D-1 \end{cases}$$

따라서 기준반경이 D 인 경우 위치영역내 셀의 총 수는 다음과 같다.

$$S = 1 + \sum_{i=1}^{D-1} 6i = 1 + 3D(D-1) \quad (1)$$

선택적 페이징하에서는 착신호를 연결시켜주기 위해서 페이징 지연이 허용하는 한도내에서 페이징 과정을 여러 단계로 나누어 수행한다. 페이징 지연은, 페이징 횟수 n 로 정의한다. 예를 들어, $n=2$ 이면, 착신호 연결까지 두 번의 페이징이 가능하므로, 전체 페이징 영역을 S_0 와 S_1 으로 나누어 페이징을 수행한다. S_0 에 먼저 페이징하여 응답이 있으면 그 단계에서 페이징을 끝내고 응답이 없는 경우에만 나머지 영역 S_1 에 페이징한다.

4. 이동성 모형

일반적인 2차원 랜덤 워크 모형(2-dimensional random walk model)에서는 각 방향을 선택할 확률이 동일하다고 가정한다. 육각형 셀 환경에서 특정 셀에 속한 이동국이 다른 셀로 이동할 경우 어느 셀로 이동할지에 대한 확률은 인접하고 있는 6개의 셀에 대하여 동일하게 $1/6$ 이라고 가정한다. 그런데 이동기준 위치등록이나 거리기준 위치등록에 대해서는 이러한 가정이 타당성을 가질 수 있으나 영역기준 위치등록에 대해서는 다소 문제가 있을 수 있다.

랜덤 워크 모형의 특성에 따라 모든 방향으로의 선택확률이 동일하다고 가정하여 영역기준 위치등록의 성능을 분석할 경우, 두 영역간 왕래가 많지 않은 지역을 경계로 설정하는 영역기준 위치등록 방법의 실제 환경을 정확히 반영하지 못하게 되며 따라서 실제보다 위치등록이 자주 발생하는 경향을 갖게 된다. 따라서 두 영역간 왕래가 많지 않은 지역을 경계로 설정하는 영역기준 위치등록 방법의 실제 환경을 정확히 반영할 수 있는 모형을 개발하

여 보다 정확하게 성능을 분석할 필요가 있다.

본 연구에서는 이러한 현실적인 환경을 분석할 수 있는 이동성 모형을 제안하고자 한다. 제안하는 모형은 기본적으로는 2차원 랜덤 워크 모형을 기반으로 한다. 다만, 현재 이동국이 속한 위치영역의 경계에 속한 셀(바꾸어 말하면 다른 위치영역과 인접한 셀)에서의 방향선택 확률이, 인접한 셀이 다른 위치영역에 속하는지 아니면 현재의 위치영역에 속하는지에 따라 서로 다른 값을 가질 수 있다고 가정한다.

일반적으로 영역기준 위치등록에서는 왕래가 많지 않은 지역을 경계로 하여 위치영역을 설정하게 되므로 링 1의 셀들은 다른 위치영역에 속한 셀로 이동할 확률이 현재의 위치영역에 속한 셀로 이동할 확률보다는 상대적으로 작을 것으로 추정할 수 있다. 따라서 [그림 2]의 링 1에서 다른 위치영역의 셀 중 하나로 이동할 확률 q 는 1/6보다 작은 값을 가질 수 있다고 가정한다. 기준반경이 D 인 영역기준 위치등록에 대하여 본 연구에서 제안하는 이동성 모형을 기술하면 다음과 같다.

- (1) 링 0, 1, ..., $D-2$ 에서는 인접 셀 중 하나로 이동할 확률은 1/6으로 동일하다.
- (2) 링 $D-1$ 에서는 6개의 인접 셀 중 다른 위치영역에 속한 셀 중 하나로 이동할 확률은 $q(\leq 1/6)$ 이다.
- (3) 링 $D-1$ 에서 6개의 인접 셀 중 다른 위치영역에 속한 셀 중 하나로 이동할 확률이 1/6에서 q 로 변경됨에 따라 감소하게 되는 위치등록 확률(다른 위치등록 영역에 속한 셀들로 이동할 확률) 만큼, 링 $D-1$ 에서 6개의 인접 셀 중 현재 위치영역에 속한 셀들로 이동할 확률은 증가한다.
- (4) $D-1$ 에서 6개의 인접 셀 중 현재 위치영역에 속한 셀 중 하나로 이동할 확률은 그 셀이 링 $D-1$ 에 속하는지 혹은 링 $D-2$ 에 속

하는지에 관계없이 동일하다.

III. 분석 모형

위치등록 및 페이징 부하를 구하기 위해서는 기본적으로 다음과 같은 값들이 필요하다.

$\alpha(K)$: 호 도착간격 동안 이동국이 K 개의 셀을 통과할 확률.

$\beta(k, K)$: K 개의 셀을 통과한 이동국이 링 k 에 있을 확률.

이 값들을 구하고 이를 이용하여 무선채널에서의 위치등록 및 페이징 부하를 구해보자.

1. 호 도착간격 동안의 셀 진입 횟수

호 도착간격 동안 이동국이 K 개의 셀을 통과할 확률 $\alpha(K)$ 는 다음과 같다[6].

$$\alpha(K) = \begin{cases} 1 - \frac{1}{\theta} [1 - f_m(\lambda_c)] & K = 0 \\ \frac{1}{\theta} [1 - f_m(\lambda_c)]^2 [f_m(\lambda_c)]^{K-1} & K \geq 1 \end{cases} \quad (2)$$

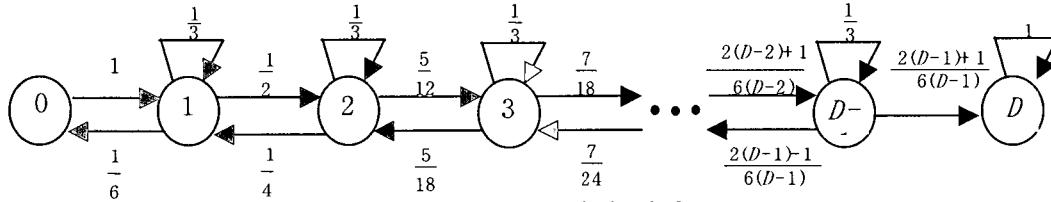
단, $\theta = \frac{\lambda_c}{\lambda_m}$

2. 셀 진입후의 위치영역내 위치

새로운 셀로 진입한 이동국은 위치영역내의 어느 위치에 있게 되는지를 구해 보자. 이동국은 진입한 셀에서 어느 정도의 시간을 머물다가 현재 위치가 링 0, 1, ..., $D-2$ 인 경우에는 인접한 6개의 셀들에 대하여 동일한 확률 즉, 1/6의 확률로 그 중 하나로 이동한다. 반면에 현재 위치가 링 $D-1$ 인 경우에는 인접한 6개의 셀 중 다른 위치영역에 속한 셀 중 하나로 이동할 확률은 $q(\leq 1/6)$ 로 줄어들고 그에 대응하여 현재 위치영역에 속한 셀 중 하나로 이동할 확률은 증가한다.

육각형 셀 환경에서 이러한 이동성 모형을 토대로 이동국의 위치를 하나의 흡수 상태(absorbing state)를 갖는 마코프 체인으로 나타

낼 수 있다. 먼저 상태 i 는 이동국의 위치가 링 i 임을 나타낸다고 정의하자. 그러면 $i=0, 1, \dots, D-1$ 의 값을 가질 수 있다. 그리고 상태 $i=D$ 은 다른 위치영역의 진입을 나타낸다고 정의하자. 그러면 이동국의 위치를 [그림 2]와



[그림 2] 상태 전이도

$$P = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 1/6 & 1/3 & 1/2 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 1/4 & 1/3 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \frac{[2(D-1)-1]\{(D-1)-[2(D-1)+1]q\}}{(D-1)[4(D-1)-1]} & \frac{2(D-1)-[4(D-1)+2]q}{4(D-1)-1} & \frac{[2(D-1)+1]q}{(D-1)} \end{bmatrix} \quad (3)$$

전이확률 행렬의 성질을 이용하면, K 개의 셀을 통과했을 때의 전이확률 행렬 $P^{(K)}$ 의 원소 $P_{ij}^{(K)}$ 는 링 i 에 있던 이동국이 K 번 셀을 통과후 링 j 로 전이할 확률이 된다. 그러면, 영역기준 위치등록 방법의 특성으로부터 $\beta(k, K)$ 에 대한 다음과 같은 관계식을 얻을 수 있다.

$$\beta(k, K) = \sum_{i=0}^{D-1} p_{i,k}^{(K)} \times \pi_i \quad (4)$$

여기에서 π_i 는 호 도착시 이동국이 링 i 에 있을 확률이다. 영역기준 위치등록의 경우 π_i 는 임의의 시점에 이동국이 링 i 에 있을 확률이므로 안정상태 확률을 의미하며 $\pi = \pi P$ 로부터 구할 수 있다.

3. 페이징 방법

본 절에서는 2번에 걸쳐 단계적으로 페이징할 경우, 페이징 부하를 최소화 하기 위한 영역기준 위치등록의 페이징 방법을 제시한다. 2번에 걸쳐 단계적으로 페이징할 경우, 2개의

같이 하나의 흡수 상태(absorbing state)를 갖는 마코프 체인으로 나타낼 수 있다.

상태 전이도로부터 전이 확률 행렬(transition probability matrix) P 를 (3)과 같이 정의할 수 있다.

소영역 S_0, S_1 을 정의해야 한다. 페이징 부하를 최소화 하기 위한 S_0, S_1 는 r_i 가 링 i 를 나타낸다면 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$S_0 = r_0 + \sum_{i=1}^k r_i + r_{k+1}^0$$

$$S_1 = r_{k+1}^1 + \sum_{i=k+2}^{D-1} r_i \quad (5)$$

단, k 는 $\sum_{i=1}^k g(i) \leq \frac{S-1}{2}$ 와 $\sum_{i=1}^{k+1} g(i) > \frac{S-1}{2}$ 을 만족하는 값

위에서 r_{k+1}^0, r_{k+1}^1 는 각각 링 $(k+1)$ 의 셀 중 S_0, S_1 에 속한 셀들을 나타내는데 r_{k+1}^0 는 r_{k+1} 의 셀 중 임의의 $[\frac{S-1}{2} - \sum_{i=1}^k g(i)]$ 개 셀들을 나타내며 r_{k+1}^1 은 r_{k+1} 의 셀 중 나머지 셀들을 나타낸다. ($r_{k+1}^0 + r_{k+1}^1 = r_{k+1}$)

이러한 방법에 따라 2번에 걸쳐 단계적으로 페이징할 경우, 영역기준 위치등록의 페이징 부하를 구해 보자. 먼저 임의의 시점에 이동국이 링 i 에 있을 확률 π_i 를 앞 절에서 설명한

바대로 $\pi = \pi^P$ 로부터 구할 수 있다.

ρ_j 를 호 도착시 이동국이 소영역 S_j 에 있을 확률이라 하자. 그러면 식(6)이 성립한다.

$$\begin{aligned} \rho_0 &= \pi_0 + \sum_{i=1}^k \pi_i + \pi_{k+1}^0 \\ \rho_1 &= \pi_{k+1}^1 + \sum_{i=k+2}^{D-1} \pi_i \end{aligned} \quad (6)$$

단, k 는 $\sum_{i=1}^k g(i) \leq \frac{S-1}{2}$ 와 $\sum_{i=1}^{k+1} g(i) > \frac{S-1}{2}$ 을 만족하는 값

위 식에서 π_{k+1}^0, π_{k+1}^1 는 각각 임의의 시점에 이동국이 r_{k+1}^0, r_{k+1}^1 에 속한 셀에 있을 확률을 나타낸다. π_{k+1}^0, π_{k+1}^1 는 간단하게 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} \pi_{k+1}^0 &= \pi_{k+1} \times \frac{\frac{S-1}{2} - \sum_{i=1}^k g(i)}{g(k+1)} \\ \pi_{k+1}^1 &= \pi_{k+1} - \pi_{k+1}^0 \end{aligned} \quad (7)$$

또한 소영역 S_j 의 셀 수 $N(S_j)$ 는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} N(S_0) &= \frac{S+1}{2} = 1 + \frac{3}{2}D(D-1) \\ N(S_1) &= \frac{S-1}{2} = \frac{3}{2}D(D-1) \end{aligned} \quad (8)$$

또한 이동국이 S_j 에 있을 때, 성공적으로 페이징할 때까지의 페이징되는 셀 수 w_j 는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} w_0 &= N(S_0) = 1 + \frac{3}{2}D(D-1) \\ w_1 &= N(S_0) + N(S_1) = 1 + 3D(D-1) \end{aligned} \quad (9)$$

따라서 한 셀에 대한 페이징 부하를 V 라 하면 최종적으로 호 도착 간격동안의 페이징 부하 C_v 는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$C_v = V(\rho_0 w_0 + \rho_1 w_1)$$

4. 위치등록 부하

영역기준 위치등록 방법을 이용할 경우 호

도착간격 동안의 위치등록 부하를 구하기 위하여 다음을 정의하자.

$R(K)$: K 번 셀 진입시 위치등록 횟수

$P'_{D-1,D}$: 링 ($D-1$)에 있는 이동국이 다른 위치영역의 셀로 진입할 확률

그러면 영역기준 위치등록인 경우에는 다음과 같은 관계식이 성립한다.

$$\begin{aligned} R(K) &= R(K-1) + \beta(D-1, K-1)P'_{D-1,D} \\ &= [R(K-2) + \beta(D-1, K-2)P'_{D-1,D}] \\ &\quad + \beta(D-1, K-1)P'_{D-1,D} \\ &= [R(K-3) + \beta(D-1, K-3)P'_{D-1,D}] \\ &\quad + \beta(D-1, K-2)P'_{D-1,D} \\ &\quad + \beta(D-1, K-1)P'_{D-1,D} \\ &= \sum_{i=D-1}^{K-1} \beta(D-1, i)P'_{D-1,D} \end{aligned} \quad (10)$$

위 식에서 링 ($D-1$)에 있는 이동국이 다른 위치영역의 셀로 진입할 확률 $P'_{D-1,D}$ 은 $P_{D-1,D-1}$ 의 두 항 중 두번째 항의 값을 의미하므로 결국 다음과 같은 식을 얻을 수 있다.

$$R(K) = \sum_{i=D-1}^{K-1} \left[\sum_{j=0}^{D-1} P'_{j,D-1} \pi_j \right] \frac{[2(D-1)+1]q}{(D-1)}$$

따라서 R 을 하나의 위치등록당 부하라 하면 호 도착간격 동안의 총 위치등록 부하는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} C_R &= R \sum_{K=D-1}^{\infty} [R(K)] \alpha(K) \\ &= R \sum_{K=D-1}^{\infty} \left[\sum_{i=D-1}^{K-1} \beta(D-1, i) P_{D-1,D} \right] \alpha(K) \\ &= R \sum_{K=D-1}^{\infty} \left[\sum_{i=D-1}^{K-1} \left[\sum_{j=0}^{D-1} P'_{j,D-1} \pi_j \right] \frac{[2(D-1)+1]q}{(D-1)} \right] \alpha(K) \end{aligned} \quad (11)$$

최종적으로, 호 도착간격 동안의 위치등록 및 페이징 부하에 따른 총 부하를 다음과 같이 구할 수 있다.

$$C_T = C_R + C_V \quad (12)$$

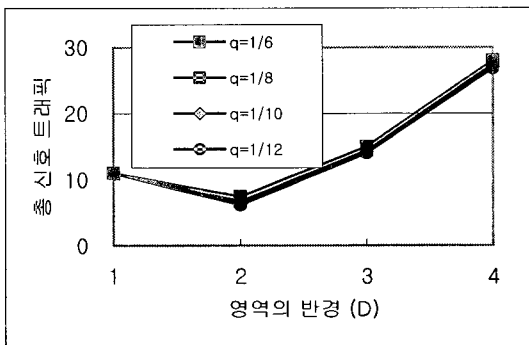
IV. 성능 분석

수리적 분석 모형에 따라 영역기준 위치등록 및 선택적 페이징 방법의 성능을 분석해

보자. 다음과 같은 환경을 가정한다.

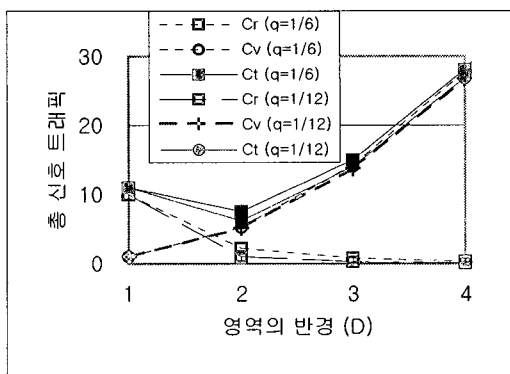
- 허용되는 페이징 지연은 2
- 한 셀에서 머무는 시간은 평균이 $1/\lambda_m$ 인 지수분포
- 한 번의 위치등록 부하 R 은 10
- 한 셀에 대한 페이징 부하 V 는 1
- 이동국에 대한 착신호 도착은 도착율 λ_c 인 포아송 분포

이동성과 호 도착 특성을 나타내는 CMR(call-to-mobility ratio) 값은 1.0을 고려하자. CMR은 λ_c/λ_m 을 나타낸다.



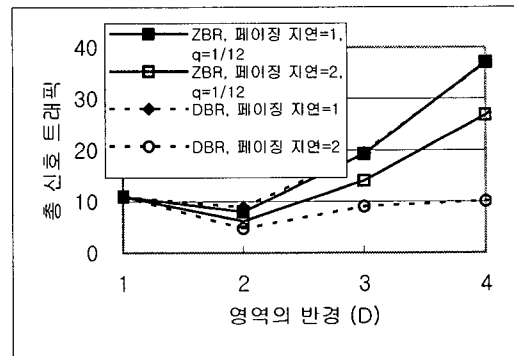
[그림 3] 무선 채널에서의 총 신호 트래픽

[그림 3]은 무선 채널에서의 신호 트래픽을 보여준다. 그림에서 q 가 1/6에서 1/12까지 변화함에 따라 총 신호 트래픽은 계속 감소함을 알 수 있다. 하지만 모든 q 에 대하여 총 신호 트래픽이 가장 적은 값을 갖는 위치영역의 반경은 항상 $D=2$ 로 나타남을 알 수 있다.



[그림 4] 위치등록 부하와 페이징 부하

[그림 4]는 $q=1/6$ 인 경우와 $q=1/12$ 인 경우에 대하여 위치등록 부하 Cr 과 페이징 부하 Cv 의 값을 보여주고 있다. 그림에서 보면 $q=1/12$ 인 경우, 위치등록 부하와 페이징 부하 모두 $q=1/6$ 인 경우에 비하여 적게 나타나고 있음을 알 수 있다. 특히 총 신호 트래픽이 가장 적은 값을 갖는 $D=2$ 인 경우를 보면 페이징 부하는 별 차이가 없는 반면 위치등록 부하는 크게 감소함을 알 수 있다.



[그림 5] 거리기준 위치등록과의 비교

[그림 5]에 거리기준 위치등록과 $q=1/12$ 인 영역기준 위치등록의 총 신호 트래픽 비교 결과를 나타내었다. 그림에서 보면, 페이징 지연이 1인 경우에는 영역기준 위치등록의 신호 트래픽이 거리기준 위치등록에 비하여 적은 값을 가짐을 알 수 있다. 반면에 페이징 지연이 2인 경우에는 거리기준 위치등록의 신호 트래픽이 영역기준 위치등록에 비하여 적은 값을 갖는다. 하지만 어떤 경우에도 총 신호 트래픽이 최소인 D 값은 여전히 2를 유지함을 알 수 있다.

V. 결론 및 추후 연구사항

본 연구에서는 영역기준 위치등록 및 선택적 페이징 방법을 고려하였다. 이동국이 새로운 위치영역에 진입할 때마다 새로 위치등록을 수행하는 영역기준 위치등록은, 현재 대부분의 이동통신 시스템이 채택하고 있는 방법

으로 일반적으로 우수한 성능을 가지며 구현이 용이하다는 장점을 가진다. 또한 전체 페이지 영역을 몇 단계에 걸쳐 페이지징하는 SP 방법은 페이지징 부하를 상당히 감소시킨다.

본 연구에서는 영역기준 위치등록과 선택적 페이지징을 근간으로 하는 이동성 관리 방법의 성능을 평가하기 위한 분석 모형을 제시하였다. 2차원 랜덤 워크 모형을 기초로 하되 두 영역간 왕래가 많지 않은 지역을 위치영역의 경계로 설정하는 실제 환경을 모델링에 반영하였다. 수리적 분석 모형을 이용하여 분석한 결과에 따르면, 영역기준 위치등록 방법을 채택한 이동통신망에서 2단계 페이지징이 가능할 경우, 무선채널에서의 신호 트래픽을 최소로 해 주는 D 의 값은 대부분의 경우 2로 나타남을 알 수 있었다. 본 연구에서는 분석의 편의상 셀의 수가 6의 배수로 증가하는 위치영역을 고려하였는데, 실제 영역기준 위치등록에서는 1, 2, 3, ... 개의 셀을 갖는 위치영역이 모두 가능하다. 추후 이러한 환경을 분석할 수 있는 모형을 개발하여 다른 위치등록 방법과 비교할 예정이다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구 지원으로 수행되었음(2001-1-31500-006-3).

[참고문헌]

- [1] Baek, J. H. and Lie, C. H., Performance Analysis of Registration Methods: Zone-Based Registration and Distance-Based Registration, *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, 23(2), 385-401, 1997.
- [2] Ryu, B. H. and Baek, J. H., Distance-Based Registration and Selective Paging in Mobile Communication Network, *to appear in Journal of the Korean OR and MS Society*.
- [3] Lee, J. M., Kwon, B. S. and Maeng, S. R., Call Arrival History-Based Strategy: Adaptive Location Tracking in Personal Communication Networks, *IEICE Tr. on Communications*, E83-B(10), 2376-2385, 2000.
- [4] Colombo, G., Mobility Control Load in future Personal Communication Networks, *Proc. IEEE 1993 Int. Conf. on Universal Personal Communications*, 113-117, 1993.
- [5] Baek, J. H. and Ryu, B. H., An Improved Movement-Based Location Update and Selective Paging for PCS Networks, *IEICE Tr. on Communications*, E83-B(7), 1509-1516, 2000.
- [6] Li, J., Kameda, H. and Li, K., Optimal Dynamic Mobility Management for PCS Networks, *IEEE/ACM Tr. on Networking*, 8(3), 319-327, 2000.
- [7] Baek, J. H., Ryu, B. H., Lim, S. K. and Kim, K. S., Mobility Model and Performance Analysis for Zone-Based Registration in CDMA Mobile Communication System, *Telecommunication Systems*, 14(1), 13-29, 2000.
- [8] Meier-Hellstern, K. S. and Alonso, E., The use of SS7 and GSM to support high density personal communications, *Proc. ICC'92*, 1698-1702, 1992.
- [9] Baek, J. H., Performance Analysis of Zone-Based Registration and Selective Paging in IMT-2000 Network, *Telecommunications Review*, submitted.
- [10] Xie, H., Tabbane, S. and Goodman, D. J., Dynamic Location Area Management and Performance Analysis, *Proc. IEEE 1993 Vehicular Technology Conf.*, 536-539, 1993.