

위치관리를 위한 단말기 페이징 기법의 성능 분석

Performance Analysis of Terminal Paging Strategies for Location Management

김 규 칠* 최 창 열** 김 용 석***
Kim, Kyu-Chil Choi, Chang-Yeol Kim, Yong-Seok

Abstract

Terminal paging is the process of determining the exact location of a particular mobile terminal. The paging cost is related to the number of paging cycles and the number of cells being polled by each cycle. In this paper, we first analyze the performance of various terminal paging strategies in terms of the number of polling cycles and the number of polling signals. Then we present a paging scheme which combines Shortest-Distance-First with movement history list. Simulation results show that the proposed paging scheme reduces the number of polling signals as well as the number of polling cycles.

키워드 : 위치등록, 단말기 페이징, 폴링 시그널, 폴링 사이클

Keywords : location registration, terminal paging, polling signal, polling cycle

1. 서론

최근들어 이동통신 기술의 급속한 발전에 힘입어 다양한 휴대용 개인통신 서비스가 엄청나게 늘어나고 있다. 핸드폰 같은 개인통신기기를 휴대한 사용자의 이동통신이 자연스럽게 이루어지도록 지원하는 이동성관리(mobility management)는 크게 위치관리(location management)와 핸드오프관리(handoff management)로 구성된다[10]. 고정망과 무선망이 결합된 네트워크 환경에서 모바일 단말기의 위치관리는 크게 이동 사용자의 현재 위치를 네트워크에 수시로 등록하는 위치등록(또는 위치갱신, location update)과 네트워크 내에서 특정 단말기를 찾는 단말기 페이징(terminal paging)으

로 구성된다[9]. 특정 사용자에게 호(call)를 전달하기 위해서는 위치등록 단계에서 갱신된 정확한 위치 정보를 이용하여 해당 단말기가 네트워크 내의 어디에 위치하고 있는지를 찾아내게 된다.

위치관리와 단말기 페이징에 대한 연구는 다양한 관점에서 많이 이루어져 왔다[9][10]. 위치등록 단계에서 제공되는 정보에 따라 페이징 영역(paging area)이 달라진다. 그리고 페이징 과정 동안에 무선 대역폭을 소비하기 때문에 페이징 비용은 폴링 사이클의 수와 각 사이클에서 검색되는 셀의 수에 비례하게 된다. 즉 페이징 비용은 위치등록 방법에 영향을 받으며, 일반적으로 위치등록이 정확하면 페이징 비용은 감소하게 되지만, 정확한 위치정보를 얻고 유지하기 위해서는 위치등록 비용이 증가된다. 따라서 위치관리의 성능을 높이면서 비용을 적정하게 하기 위해서는 위치등록과 단말기 페이징 사이의 일정한 균형을 유지하는 것이 필요하다.

* 강원대학교 대학원 컴퓨터정보통신공학과, 석사과정

** 강원대학교 컴퓨터정보통신공학부, 조교수, 공학박사

*** 강원대학교 컴퓨터정보통신공학부, 부교수, 공학박사

본 논문에서는 단말기 페이지 기법들의 성능을 폴링 사이클의 수와 폴링 시그널의 수 관점에서 시뮬레이션을 통해 비교 분석한다. 그리고 단말기 사용자의 이동 패턴이 대체로 일정하다는 가정 하에 Shortest-Distance-First[9] 방식에 사용자 이동 경로 이력 리스트를 부가한 이동경로 기반의 페이지 기법을 제안한다.

서론에 이어 2절에서 위치관리를 위한 각 기법들의 동작을 기술하고 3절에서는 이동경로 기반 페이지 알고리즘의 동작과 특징에 논한다. 4절에서는 시뮬레이션 환경과 결과를 보이고 5절에서 결론을 맺는다.

2. 위치관리

본 절은 위치관리에 관련되는 용어들과 함께 4절에서 성능 분석의 대상이 되는 위치등록과 단말기 페이지 기법들의 종류와 동작에 대해 기술한다.

보통 이동통신을 위한 네트워크를 총칭하여 모바일 네트워크라 부르며 하나의 네트워크는 여러 개의 위치영역(Location Area : LA)으로 구성된다. 하나의 위치영역은 여러 개의 셀(cell)로 구성되며, 셀은 모바일 단말기에 대한 접근점(access point) 단위로서 여러 개의 모바일 단말기를 관리한다. 모바일 단말기는 휴대폰과 같이 통신이나 통화를 위해 사용자에게 직접 연결되는 수단으로 이동통신의 실질적인 주체이다[9].

2.1 위치등록

위치등록 단계에서는 시간, 거리 같은 기준에 따라 주기적인 사용자 인증과 위치정보 데이터베이스 갱신을 통해 이동 사용자의 위치정보를 등록하며, 다음과 같은 방법이 있다[9].

- 위치영역간의 이동이 발생할 때 사용자 위치를 홈 에이전트에 등록하는 위치영역 등록[1].
- 일정 시간 경과시 주기적으로 등록[2][3].
- 특정 수 이상의 셀 거리를 벗어났을 때 등록[3].
- 일정한 수 이상의 셀 간 이동이 있을 때 등록[4].
- 위치, 현재시간, 위치 분산 확률, 페이지 비용 등의 상태에 따라 등록[5].
- 모바일 단말기 전원의 on/off시 등록[7].

각 방식은 일정한 주기에 따라 위치등록을 수행한다. 이 주기를 결정하는 단위의 크기를 등록범위라고 한다. 예를 들어, 경과 시간에 따라 등록을 하는 경우의 등록범위는 지정된 시간 간격이 되고, 셀 간 이동을 기준으로 하는 경우에는 이동된 셀의 일정한 수가 등록범위로 된다.

2.2 단말기 페이지

단말기 페이지는 위치갱신 단계에서 등록된 사용자의 예상위치를 바탕으로 실제 네트워크에서 특정 모바일 단말기의 정확한 위치를 결정하는 단계로서 다음과 같은 방법들이 있다.

- Blanket 폴링[9]: 현재 단말기가 있는 LA안의 모든 셀들을 동시에 호출하여 검색하는 방법으로 현재 LA안에 단말기가 존재하면 한번의 폴링 사이클로 검색이 완료되며, LA내의 셀 수가 많으면 페이지 비용이 증가된다.
- Shortest-Distance-First(SDF)[9]: 단말기에 대한 마지막 갱신 위치를 기초로 하여 가장 근접한 셀들부터 탐색한다. 거리(distance)는 시작위치로부터의 셀 수를 말하며, 같은 거리는 하나의 셀 그룹으로 지정되어 동일한 폴링 사이클로 페이지를 수행한다. 따라서 셀 그룹의 수가 많아질수록 폴링 사이클이 증가하여 보다 많은 전송 대역폭이 요구된다. 그림 1은 셀의 형태에 따른 거리 분포 형태를 보이고 있다.

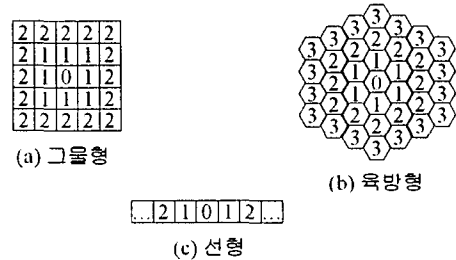


그림 1. 셀 유형에 따른 거리 분포 형태

- 위치확률(Location Probability)[6][7]: 위치확률 분포를 바탕으로 단말기의 위치를 예상하여 확률이 높은 그룹부터 낮은 그룹으로 순차적으로 페이지를 수행하는 방식이다. 확률에 따라 폴링 그룹을 선정함으로써 폴링 사이클과 대역폭간의 관계가 적으며, 거리에 상관이 없으며, 또한 평균 페이지 지연이 적다. 한편 위치확률 기법을 구현할 때는 위치확률의 측정방법과 갱신시작 조건, 그리고 위치확률을 네트워크 데이터베이스에 효율적으로 저장 관리하는 방안을 찾아야 한다.
- 속도(Velocity) 페이지[8]: 사용자 호출(call)이 오면, 사용자의 마지막 등록시간과 기존 속도 정보 등을 바탕으로 페이지할 범위를 특정지역으로 줄여 페이지 비용을 감소시키는 방식이다. 속도에 따라 여러 클래스(class)로 그룹화한 후 인덱스를 유지하고, 사용자 호출이 오면 사용자의 마지막 등록시간과 속도 클래스 인덱스(Velocity class index : VCI)를 바탕으로 그 동안 사용자가 이동 가능한 클래스에 대한 폴링 사이클

을 수행한다. 따라서 사용자에 대한 마지막 위치와 마지막 등록 시간 그리고 속도 클래스 인덱스에 대한 데이터베이스의 관리가 필요하며, 속도 클래스 인덱스는 다음과 같이 구한다.

$$VCI = m/t * VTU$$

여기서, m 은 움직임 문턱 값, t 는 모바일 단말기 등록 시간, VTU (velocity time unit)는 미리 정의된 이동에 관련한 시간 간격이다.

특정 단말기의 정확한 위치를 결정하기 위해 폴링 시그널(polling signal)을 보내고 해당 단말기로부터 응답을 받는 폴링 사이클(polling cycle)은 단말기 페이지 기법의 성능을 평가하는 주요 척도이다[9]. 폴링 시그널은 단말기 검색을 위해 단말기가 있을 것으로 예상되는 셀로 전달하는 신호로서 셀 내의 모든 단말기는 페이지 메시지를 확인하며 해당되는, 즉 찾는 단말기만이 응답을 보낸다. 검색할 셀의 수가 많을수록 전달하는 폴링 시그널의 수가 많아져 페이지 비용을 증가시키게 된다. 폴링 사이클은 단말기를 찾기 위해 일정 수의 셀 그룹으로 폴링 시그널을 보낸 후 응답 메시지를 받을 때까지의 단계로서, 일정 시간동안 응답이 없으면 해당 셀 그룹에는 찾는 단말기가 없는 것으로 간주하고 다음 그룹으로 페이지를 다시 수행한다. 따라서 폴링 사이클이 증가하면 해당 단말기를 찾는 데 걸리는 시간이 증가하여, 페이지 방식에 따라 다르지만, 대역폭에 영향을 주어 탐색시간과 페이지 비용을 증가시키게 된다.

3. 이동경로기반의 페이지링

일상 생활에서 대다수의 사람들은 속도와 근무처를 오가면서 즉, 특별히 장거리 출장 등을 제외하고는, 출발지와 목적지 사이의 일정하게 정해진 경로를 중심으로 활동하면서 휴대폰을 사용한다. 그러므로 사용자가 최근에 이동한 경로를 형성하는 셀들에 대한 정보를 기록하였다가 이 정보를 중심으로 사용자 단말기를 페이지링하면 해당 단말기를 보다 빨리 찾을 수 있을 것이다. 즉, 모바일 단말기 사용자는 대체로 특정한 경로를 유지하며 이동하는 사용자 특성을 바탕으로, SDF 알고리즘에 이동경로 이력을 첨부시킨 이동경로기반의 페이지 기법을 제시한다.

3.1 구성 및 동작

제안된 이동경로 기반의 페이지링은 크게, 그림 2와 같이, 위치등록 단계에서 갱신되어 가장 최근의 이동 경로를 형성하는 일정 수의 셀 ID들을 저장하는 이동경로 이력 리스트와 이들 셀 ID들에서 출발하여 가장 가까운 거리에 있는 그룹부터 차례

대로 폴링 사이클을 수행하는 부분으로 구성된다.

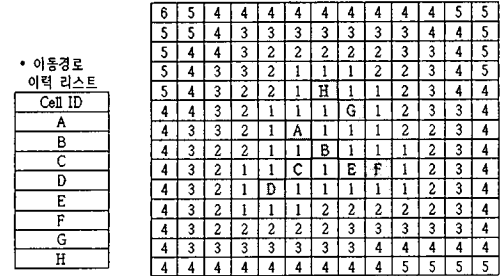


그림 2. 이동경로 이력 리스트와 이동경로기반의 거리 분포 예

그림 2의 이동경로 이력 리스트에 셀 ID {A, B, C, D, E, F, G, H}가 기억되어 있다. 이 셀 ID가 그물형태의 셀 구성에서 검게 표시한 셀들에 해당될 때, 일단 0의 거리를 갖는 이력 리스트에 저장된 해당 셀 ID 그룹과, 그와 인접하여 서로 다른 거리를 갖는 {1, 2, ..., n}의 그룹으로 나눌 수 있으며, 가장 작은 거리를 갖는 그룹부터 폴링 사이클을 수행하여 페이지링을 시작한다. 마지막 등록 위치를 중심으로 검색을 시작하는 SDF는 이력 리스트의 크기가 1인 이동경로 기반의 페이지 알고리즘과 동일하다고 할 수 있다.

Notations :

- C : 현재 LA안의 모든 셀 ID 리스트
- H : 이력 리스트의 셀 ID 리스트
- $head$: 셀 ID 리스트 중 첫 번째 셀 ID
- $tail$: 셀 ID 리스트 중 마지막 셀 ID
- D_i : C_i 의 distance_value
- $d_{i,j}$: C_i 에서 C_j 까지의 상대적 거리

begin

```
// Initialized : 모든 셀의 distance_value를 현 LA내
// 에서 최대 크기의 distance_value로 초기화
for i = Hhead to Htail do {
    // History_list의 셀의 distance_value를 0으로 지정
    Di = 0;
    for j = Chead to Ctail do
        // 현재 셀의 distance_value와 Hi와의 상대적 거리 중
        // 작은 값으로 distance_value를 지정
        if ( Dj > di,j )
            then Dj = di,j;
    }
}
end
```

그림 3. 이동경로기반의 거리 분포 알고리즘

이동경로 기반의 페이지링에서 거리 분포를 구하는 알고리즘과 적용 예는 각각 그림 3, 4와 같다. 그림 4 (a)는 셀의 초기 거리 분포로서, 모든 셀의

거리 값은 최대 거리 값인 6으로 초기화되어 있으며, 이력 리스트에는 검은색으로 표시된 셀 ID {A, B, C}가 있다. 그림 4 (b)는 이력 리스트의 셀 ID A에 대한 알고리즘 수행 결과를 나타내는 것으로 SDF 방식과 같이 셀 ID A로부터 상대적 거리에 따라 거리 값이 정해진다. 그림 4 (c), (d)는 각각 셀 ID B와 C에 대한 수행 결과로서, 자신의 셀 ID에서부터 상대적 거리와 기존 거리 값 중 작은 값을 거리 값으로 정하는 것을 볼 수 있다.

6	6	6	6	6	6	6
6	6	6	6	6	6	6
6	6	6	B	6	6	6
6	6	6	6	A	6	6
6	6	C	6	6	6	6
6	6	6	6	6	6	6
6	6	6	6	6	6	6

(a) 최초 거리분포
(max_distance_value = 6)

4	3	3	3	3	3	3
4	3	2	2	2	2	2
4	3	2	1	1	1	2
4	3	2	1	0	1	2
4	3	2	1	1	1	2
4	3	2	2	2	2	2
4	3	3	3	3	3	3

(b) H_A에 대한 알고리즘 실행결과.

3	2	2	2	2	2	3
3	2	1	1	1	2	2
3	2	1	0	1	1	2
3	2	1	1	0	1	2
3	2	2	1	1	1	2
3	3	2	2	2	2	2
4	3	3	3	3	3	3

(c) H_B에 대한 알고리즘 실행결과. (d) H_C에 대한 알고리즘 실행결과.

그림 4. 이동경로기반의 거리 분포 알고리즘 적용 예

3.2 특징

이동경로 기반의 페이징 알고리즘은 기존에 이동했던 셀 ID를 기반으로 하여 근접한 셀들부터 탐색해 나아가는 방식이다. 그러므로 찾고자 하는 단말기의 이동이 이동경로 이력 리스트에 입력되어 있는 셀들과 근접하면 근접할 수록 페이징에 소요되는 시간과 비용을 줄일 수 있다. 즉 실제 이동경로와 이력 리스트에 저장된 셀과의 근접율이 높을수록 좋은 성능을 보일 수 있다.

이동경로 기반의 페이징과 SDF 방식과의 차이점은 다음과 같다. SDF에서는 마지막에 등록된 위치만을 페이징의 초기 시작점으로 잡고 거리에 따라 풀링을 수행하는데 비해 이동경로 기반 페이징에서는 기존에 위치했던 일정한 수의 셀을 시작점으로 하여 풀링을 수행하므로 SDF 방식보다 풀링 사이클이 줄어들고, 위치등록 주기가 길더라도 찾고자하는 단말기가 기존의 이동경로에 근접해 있으면 페이징 비용은 줄어든다. 그러나 위치등록 주기가 짧아지면 이동경로 기반의 페이징의 평균 풀링 그룹의 수가 SDF 방식보다 크기 때문에 대역폭 요구는 늘어날 수 있다. 한편 이동경로 이력

리스트를 저장할 공간이 필요하고 계산과정이 복잡해질 수는 있으나 오늘날 시스템에 장착되는 메모리 크기가 매우 크고 처리 능력 또한 매우 우수함으로 크게 문제되지 않을 것이다.

4. 시뮬레이션 및 결과

4.1 시뮬레이션 모델 및 구현

시뮬레이션을 통해 성능을 비교할 단말기 페이징 기법들은 하나의 위치영역 내에서 동작된다. 하나의 위치영역은 총 100개의 셀들을 10 x 10의 배열형태(그물형 구조)로 구성한다. 즉 단말기의 이동 형태는 일정한 이동경로를 임의로 구성한 다음 지정된 이동경로로의 단말기 이동 확률을 줄 수 있게 하여 랜덤한 이동과 지정된 이동경로의 이동을 모두 지원한다.

위치등록 기법들은 다음과 같이 구현하였다. 시간기반은 한번의 단말기 이동을 1이라는 시간으로 하여 지정된 시간이 경과하였을 때 등록한다. 거리기반은 마지막 등록 위치에서 이동된 현재 위치까지의 셀 수가 일정 값을 넘어설 때, 그리고 움직임기반은 다른 셀로의 움직임이 일정 횟수 이상 발생하였을 때 등록한다.

단말기 페이징 기법들의 다음과 같이 구현된다. 가장 단순한 Blanket 풀링은 호가 요청되면 전체 셀로 풀링 시그널을 전송하며, SDF는 마지막에 등록된 위치부터 셀의 간격에 따라 페이징을 실시한다. 자주 진입하는 셀에 높은 확률 값을 부여하는 위치확률에서는 배열형태의 카운터를 두고 위치등록 때마다 현재의 셀 위치에 해당하는 카운터 변수를 증가시켜 각 셀의 확률 값을 생성한다. 속도 페이징에서는 마지막 등록 위치와 시간에 따라 VCI를 계산하고 해당 VCI의 그룹 별로 페이징을 수행한다. 이동경로 기반은 이동경로 이력 리스트를 만든 후에 위치등록 때마다 이력을 갱신하며, 사용자 호출이 오면 현재 이력 리스트에 들어있는 셀 좌표인 셀 ID를 기준으로 가장 가까이 있는 셀 그룹부터 페이징 한다.

C언어로 시뮬레이션 프로그램을 작성하여, LA 내에서 이동하는 단말기를 대상으로 2,000회의 단말기 탐색을 요청하는 호 신호를 설정하여 10,000 시간단위 동안 실행하면서 평균 풀링 시그널과 풀링 사이클의 수를 측정하였다. 이때 호 신호는 1에서 9 사이의 랜덤한 시간에 도착하며 평균 도착 시간은 5로 한다.

4.2 결과 및 분석

4.2.1 등록범위에 따른 등록 횟수

위치등록을 수행하는 주기인 등록범위를 작게 하여 위치등록을 자주 하면 위치등록 비용은 많이 들지만 단말기의 현재위치는 보다 정확하고 빠르게 찾을 수 있다. 반면에 등록범위가 크면, 즉 위치등록 수행 주기가 길면 위치등록 비용은 적게 들지만 페이징 비용은 늘어나게 될 것이다. 시간, 거리, 움직임 기반 위치등록 기법의 등록범위에 따른 평균 등록 횟수인 총 시뮬레이션 시간에 대한 총 등록 횟수의 비율은 그림 5와 같다. 그림 5의 결과는 위치등록 기법에 따라 등록범위의 단위가 서로 다르므로 위치등록 기법들의 성능을 상대 비교하는 것이 아니라 등록범위에 따른 위치등록 횟수를 보이는 것이다.

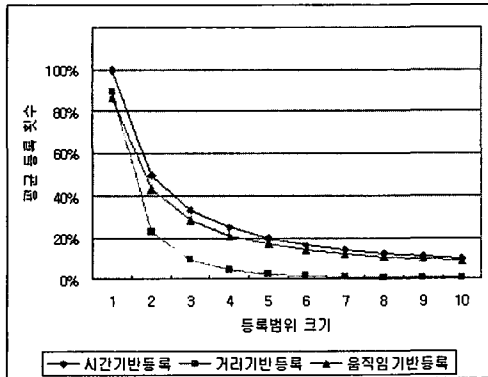


그림 5. 등록범위(시간, 거리, 움직임) 크기에 따른 등록 횟수의 변화

4.2.2 등록범위에 따른 페이징 알고리즘 성능

각 페이징 알고리즘에서 평균적으로 발생하는 폴링 시그널의 수와 폴링 사이클의 수는 각각 그림 6, 7과 같다. Blanket 방식은 100개의 셀에 대하여 등록범위 크기에 상관없이 항상 셀의 최대 크기와 동일한 폴링 시그널을 발생하며 언제나 단 한번의 폴링 사이클로 단말기를 찾아낸다. SDF에서는 등록범위가 증가함에 따라 폴링 사이클이 늘어나는데, 이것은 거리를 기반으로 하는 방식이기 때문에 등록범위가 크면 클수록 단말기의 실제 위치와 등록된 최종 위치와의 차이가 커지므로 거리 차이만큼의 폴링 사이클이 발생하기 때문이다. 따라서 폴링 사이클이 크면 클수록 해당 단말기를 찾는데 시간이 많이 걸리고 대역폭 또한 증가된다. 속도 방식은 Blanket 폴링과 마찬가지로 단 한번의 폴링 사이클로 단말기를 탐색할 수 있는 반면에 Blanket 방식보다 훨씬 적은 수의 폴링 시그널을 전송한다. 이것은 최종 등록 시점과 현재 시점의 차이를 기준으로 단말기가 이동할 수 있는 범위를 VCI로 정의하여 페이징 함으로 페이징 영역

을 상당히 줄이며 한번의 폴링 사이클로 단말기를 찾아낸다. 등록범위가 커질수록 페이징 영역도 커지므로 폴링 시그널의 수는 증가된다.

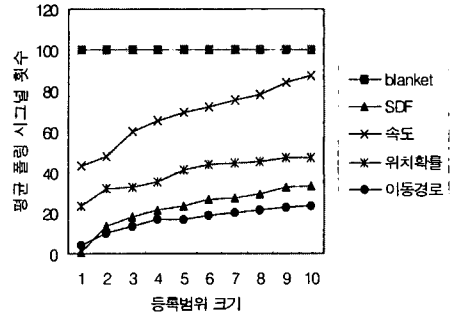


그림 6. 페이징 기법의 평균 폴링 시그널 수 (움직임 기반, 이동확률: 90%, 이력리스트 크기: 5)

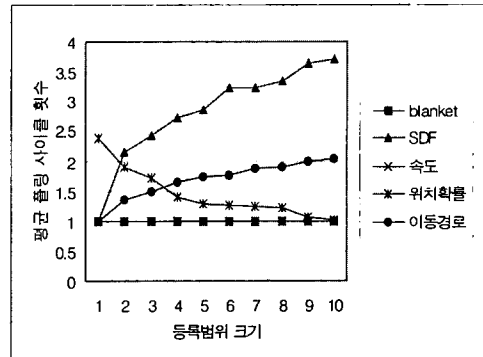


그림 7. 페이징 기법의 평균 폴링 사이클 수 (움직임 기반, 이동확률: 90%, 이력리스트 크기: 5)

위치확률 방식에서는 등록범위가 커질수록 폴링 시그널은 서서히 증가하지만 폴링 사이클은 감소한다. 위치등록시 단말기가 위치한 셀의 확률변수를 증가됨으로 위치등록이 빈번할수록 단말기가 자주 위치하는 셀의 확률과 그렇지 않은 셀의 확률 값의 차이가 커진다. 이에 따라 확률변수 그룹 수가 늘어나 폴링 사이클의 수가 증가된다. 확률그룹이 다양할수록 높은 확률부터 순차적으로 검색해오기 때문에 보다 적은 수의 폴링 시그널로 단말기를 찾을 수 있으나, 등록범위가 크면 확률그룹의 수가 적어지는 대신 하나의 확률그룹에 속하는 셀 수가 증가되어 폴링 사이클의 수는 감소하지만 폴링 시그널의 수가 증가하게 된다.

이동경로 기반 페이징에서는 이동확률이 90%일 때 2회 이내의 폴링 사이클로 단말기 검색이 이루어지며 폴링 시그널 수 역시 상대적으로 적다. 이

동확률이 적으면 단말기가 지정된 경로를 벗어나 이동할 가능성이 높으므로 이동경로 기반이 아닌 거리기반으로 탐색하게 되어 성능이 나빠지게 된다. 이동확률 변수에 따른 평균 폴링 시그널과 폴링 사이클의 수는 4.2.3에서 살펴본다.

4.2.3 이동확률 변수에 따른 성능

단말기가 지정된 이동 경로를 따라 움직일 가능성의 정도를 나타내는 이동확률 변수 값에 따른 페이징 알고리즘의 폴링 시그널과 폴링 사이클은 각각 그림 8, 9와 같다.

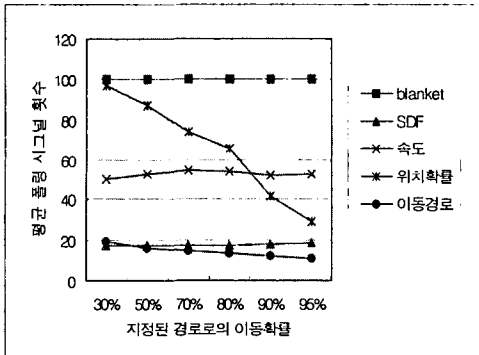


그림 8. 이동확률에 따른 평균 폴링 시그널 수 (움직임 기반, 등록범위: 3, 이력리스트 크기: 5)

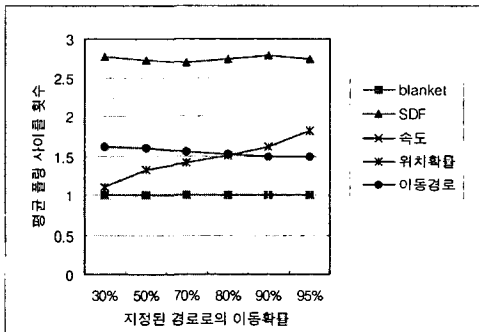


그림 9. 이동확률에 따른 평균 폴링 사이클 수 (움직임 기반, 등록범위: 3, 이력리스트 크기: 5)

Blanket 방식과 SDF, 속도 페이징은 이동확률의 영향을 크게 받지 않는다. 이것은 Blanket 방식은 위치등록 방법이나 단말기의 일정경로 유지에 상관없이 모든 셀을 대상으로 페이징을 수행하고, SDF와 속도 페이징에서는 최종 위치등록 지점과 실제 단말기 위치의 차이에 따라 폴링 시그널과 폴링 사이클의 수가 정해지기 때문이다.

한편 위치확률 방식과 이동경로 기반의 페이징에서는 많은 차이를 보인다. 위치확률에서는 찾는 단말기가 있을 확률이 높은 셀부터 검색하므로, 이동확률이 높을수록 지정된 경로의 셀에 단말기가 위치할 가능성이 높아 폴링 시그널의 수가 작고, 이동확률이 낮을수록 확률에 관계없이 단말기가 위치하므로 셀의 확률 값들도 균등하게 분포되고 확률그룹 내의 셀 수가 증가되어 폴링 시그널이 증가된다. 이동경로 기반의 페이징에서는 이동확률이 낮더라도 거리기반의 SDF의 특성을 유지하기 때문에 위치확률 방식보다 적은 수의 폴링 시그널로 단말기 탐색이 가능하며, 이동확률이 높아질수록 이동경로 이력 리스트 근처에 단말기가 위치할 가능성이 높아져 훨씬 적은 폴링 시그널과 폴링 사이클 수를 보인다.

4.3.3 이동경로 이력 리스트 크기에 따른 성능

이동경로 기반의 페이징에서 이력 리스트의 크기가 작으면 적은 수의 페이징 그룹을 대상으로 페이징을 수행하게 됨으로 평균 폴링 시그널의 수는 줄지만 하나의 폴링 사이클로 검색되는 셀의 수가 줄어들어 평균 폴링 사이클의 수는 증가된다. 반대로 이력 리스트의 크기가 커질수록 평균 폴링 시그널은 늘어나고 폴링 사이클의 수는 감소될 것이다.

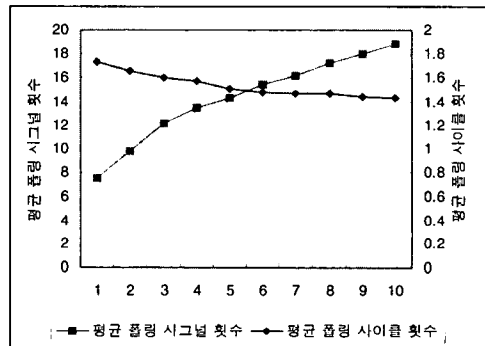


그림 10. 이동경로 이력리스트 크기에 따른 이동경로 기반 페이징의 성능 (움직임 기반, 등록범위: 3, 이동확률: 90%)

그림 10에서 보는 바와 같이 이동경로 이력 리스트의 크기가 증가할수록 평균 폴링 시그널의 수가 증가하며 평균 폴링 사이클 수는 감소한다.

5. 결론

이동 통신에서 사용자의 현재 위치를 찾아내어

통신이 가능하도록 하는 위치관리에서, 위치등록 단계에서 제공되는 정보에 따라 페이징 영역이 달라지며, 페이징 동안에 무선 대역폭을 소비함으로써 페이징 비용은 폴링 사이클의 수와 각 사이클에서 검색되는 셀의 수에 비례한다. 또한 위치등록 방법에 따라 페이징 비용이 달라지는데, 위치등록이 정확하면 페이징 비용은 줄어들지만 정확한 위치 정보를 얻고 유지하기 위해서는 위치등록 비용이 증가된다. 따라서 위치관리의 성능을 높이면서 비용을 적절하게 하기 위해서는 위치등록과 단말기 페이징 사이의 일정한 균형을 유지하는 것이 필요하다.

본 논문에서는 단말기 페이징 기법들에 대한 성능을 폴링 사이클의 수와 폴링 시그널의 수 관점에서 시뮬레이션을 통해 비교 분석하고, 단말기 사용자의 이동 패턴이 대체로 일정하다는 가정 하에 SDF에 사용자 이동경로 이력 리스트를 부가한 이동경로 기반의 페이징 기법을 제안하고 성능을 분석하였다. 제안된 기법은 페이징 비용을 결정하는 폴링 시그널의 수와 폴링 사이클의 수를 감소시키는 것을 보였다.

이동경로 기반의 페이징 방식은 단말기 사용자가 대체로 특정한 경로를 유지하며 이동하는 특성을 갖는다는 가정을 바탕으로 하고 있으므로 이에 대한 실증이 필요하다. 그리고 위치등록과 단말기 페이징을 함께 고려하는 비용 함수의 체계적인 연구는 향후 과제로 남긴다.

참 고 문 헌

- [1] S. K. Sen, A. Bhattacharya, and S. K. Das, "A Selective Location Update Strategy for PCS Users," *ACM/Baltzer J. Wireless Networks*, vol. 5, no. 5, pp. 313-326, Sept.1999.
- [2] C. Rose, "Minimizing the Average Cost of Paging and Registration: A Timer-Based Method," *ACM/Baltzer J. Wireless Networks*, vol. 2, no. 2, pp. 109-116. June 1996.
- [3] A. Bar-Noy, I. Kessler, and M. Sidi, "Mobile Users: To Update or Not to Update?," *ACM/Baltzer J. Wireless Networks*, vol. 1, no. 2, pp. 175-195, July 1995.
- [4] I. F. Akyildiz, J. Ho, and Y.-B. Lin, "Movement-Based Location Update and Selective Paging for PCS Networks," *IEEE/ACM Trans. Net.*, vol. 4, no. 4, pp. 629-638, Aug. 1996.
- [5] C. Rose, "State-Based Paging/Registration: A Greedy Technique," *IEEE Trans. Vehic. Tech.*, vol. 48, no. 1, pp. 166-173, Jan. 1999.
- [6] C. Rose and R. Yates, "Minimizing the Average Cost of Paging under Delay Constraints," *ACM/Baltzer J. Wireless Networks*, vol. 1, no. 2, pp. 211-219, July 1995.
- [7] Martin L. Puterman. *Markov Decision Processes Discrete Stochastic Dynamic Programming*. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, 1994.
- [8] G. Wan and E. Lin, "A Dynamic Paging Scheme for Wireless Communication Systems," *Proc. ACM/IEEE MobiCom 97*, pp. 195-203, Budapest, Hungary, 1997.
- [9] Vincent W. -S. Wong and Victor C. M. Leung, "Location Management for Next-Generation Personal Communications Networks," pp. 18-24, *IEEE Network*, Sep./Oct. 2000.
- [10] I. F. Akyildiz, J. McNair, J. Ho, H. Uzunalioglu, and W. Wang, "Mobility management in next generation wireless systems," *Proceedings of the IEEE*, vol. 87, no. 8, August 1999.