

위치인식 이동정보서비스를 위한 프리페칭 방법론

김문자[†]·차우석^{††}·조인준^{†††}·조기환^{††††}

요약

이동정보서비스는 휴대단말을 소지한 사용자가 생활현장에서 정보를 처리할 때 유용성을 제공코자 하는 서비스 패러다임을 말한다. 여기서 사용자의 이동성, 현장성으로 인하여 정보를 요구하고 있는 현재 상황(context)에 적응적인 서비스 방법론은 매우 중요한 기술요소로 인식되고 있다. 본 논문은 이동정보서비스에서 고려될 수 있는 상황 중에서 사용자의 위치 변화에 따른 상황인식요소인 위치인식 이동정보서비스를 위한 프리페칭 방법론을 다룬다. 먼저 단말 혹은 사용자의 이동 패턴을 상황인식에 활용하기 위하여 속도기반 이동모델을 채택한다. 이동속도 및 이동방향속 근거로 하여 프리페칭의 대상정보를 선정하는 프리페칭 영역을 정의함으로써, 프리페칭되는 대상 정보의 수를 효과적으로 제한하는 반면에 현재 상황에 최적의 정보서비스를 적용적으로 처리하는 기반을 제공한다. 제안된 프리페칭 방법론은 시뮬레이터를 이용하여 효율성 관점에서 분석 평가하였다. 본 논문에서 제안된 방법론은 다른 이동정보서비스 상황인 서비스 요구시간, 단말 입출력장치, 네트워크 전송률 등의 활용에 개념적으로 확장될 수 있을 것으로 기대된다.

A Prefetching Scheme for Location-Aware Mobile Information Services

Moonja Kim[†] · Woosuk Cha^{††} · Injun Cho^{†††} · Gihwan Cho^{††††}

ABSTRACT

Mobile information service aims to provide some degree of effective information for real life activities of mobile users. Due to the user mobility and actual realism, it becomes very important technical issue to support an adaptive information service methodology to current situations of the terminal and/or user. This paper deals with a prefetching scheme for location-aware, out of the various context-aware which can be considered in mobile information service. It makes use of the velocity-based mobility model to shape the terminal and/or user's mobility behavior. Based on the moving speed and direction, the prefetching zone is proposed to define the number of prefetched information, so as to limit effectively the prefetched information whilst to preserve the location-aware adaptability. Using a simulator, the proposed scheme has been evaluated in the effectiveness point of view. The idea in this paper is expected to be able to extended to the other mobile service contexts, such as service time, I/O types of mobile terminals, network bandwidth.

키워드 : 이동정보서비스(mobile information service), 상황인식(context-aware), 위치인식(location-aware), 속도기반 이동모델(velocity-based mobility model), 프리페칭(prefetching)

1. 서론

하드웨어 기술의 지속적인 발전에 따른 휴대형 컴퓨터의 소형화, 고성능화 추세와 더불어 무선 네트워크가 기반시설로 결합됨으로써 사용자는 시간과 장소에 관계없이 자신에게 유용한 정보들을 얻을 수 있게 되었다. 이러한 이동컴퓨팅 서비스는 기존의 컴퓨팅 환경에 단말의 휴대성과 서비스의 이동성이 추가된 구조를 갖는다. 즉 그동안 거대한 정보저장소로 발전해온 인터넷을 정보처리 기반으로 하여 고정 네트워크상에서 주요 응용인 전자메일, WWW 등이 이동

사용자에게도 수직적으로 확장 제공될 것이다. 그러나 이동 컴퓨팅 환경은 휴대성, 현장성, 상대적으로 열악한 입출력 및 네트워크 환경 등 고유 특성으로 인하여 새로운 정보서비스 방법론이 요구된다. 최근 가장 관심을 모으고 있는 이동정보서비스 방법으로 상황인식(context-aware) 이동정보서비스를 들 수 있다[2].

상황인식 이동정보서비스는 휴대단말 및 이동사용자가 처한 상황 변화에 적응적으로 대응하여 현재 상황에 최적으로 유효한 정보를 제공하여야 한다. 이동컴퓨팅 환경에서 상황은 크게 세 가지로 구분된다. 즉 사용자의 위치 및 사용자가 원하는 서비스 시간, 휴대에 따른 단말의 제한 요소인 입출력 장치의 크기 및 갈라 표현 능력, 그리고 주로 무선 네트워크의 사용에서 유래한 낮은 전송률과 높은 지연을 그리고 잦은 접속분리 등이 있다. 이러한 상황요소들은

* 본 논문은 정보통신부에서 지원하는 대학기초연구지원사업으로 수행되었음.
[†] 정 회 원 : 전주공업대학 영상멀티미디어학과 교수
^{††} 준 회 원 : 전북대학교 대학원 컴퓨터정보학과
^{†††} 정 회 원 : 배재대학교 컴퓨터공학과 교수
^{††††} 정 회 원 : 전북대학교 전자정보공학부(영상정보신기술연구센터) 교수
 논문접수 : 2001년 6월 28일, 심사완료 : 2001년 9월 20일

많은 경우에 이동컴퓨팅 페러다임 구현 과정에서 제약으로 인식되어 왔다. 그러나 상황 변화에 적응적으로 최적의 정보를 제공할 수 있다면 이러한 제약으로 인식된 요소들이 서비스 관점에서 새로운 기회로 작용할 것이다.

본 논문에서 논하는 상황은 사용자의 위치로 한정한다. 사용자 혹은 단말의 이동에 따른 현재 위치가 변화하면 최종 사용자가 원하는 정보도 대응하는 위치에 따라서 변화한다. 전형적인 예로 미술관 등에서 사용자의 위치를 감지하여 현재 감상중인 작품에 대한 정보를 제공하는 여행 가이드를 들 수 있다[1]. 이때 위치 상황이 변화하면 휴대단말에는 새로운 위치에 해당하는 정보가 즉시 보여져야 한다. 위치 상황에 적응적인 이동정보서비스 과정은 정확하고 신속한 위치 인식과 더불어 새로운 위치에 상응하는 새로운 정보를 무선 네트워크로 연결된 인터넷상에서 가져오는데 소요되는 지연현상(latency)이 최소화되어야 한다. 만약 정보획득 지연이 크다면 그만큼 사용자는 현재 위치와 상관없는 정보를 활용하는 불이익을 겪게 될 것이다. 따라서 새로운 정보를 획득하는데 소요되는 지연현상은 잦은 단말의 이동으로 현재 위치에 상응하는 정보가 빈번하게 변경되는 환경에서는 매우 심각한 문제를 초래한다. 또한 잦은 무선 네트워크의 접속은 추가적인 지연현상을 발생시킨다.

프리페칭(prefetching)은 다양한 컴퓨팅 영역에서 지연현상을 감소시킬 목적으로 사용된 잘 알려진 기법이다. 가까운 미래에 활용될 것으로 예측되는 대상 정보들을 미리 로컬에 확보하여 들으로써 정보처리의 효율을 높인다. 이때 프리페칭되는 정보의 대상을 유효 적절하게 선정하지 못한다면, 활용되지 못하는 정보의 프리페칭에 따른 네트워크 및 메모리의 손실이 지연현상 감소에 따른 이익을 상쇄하게 된다. 특히 네트워크 부담이 상대적으로 큰 이동컴퓨팅 환경에서 가까운 미래에 어떤 정보를 필요로 할 것인가를 지체롭게 예견하는 일단의 전략이 시스템 전체 효율 측면에서 매우 중요하다. 한편 단말의 이동동작은 이동방향(direction)과 이동속도(speed)라는 두 가지 속성에 의해서 정형화될 수 있다. 본 논문은 단말의 이동 방향과 이동속도를 기반으로 현재 위치에 적응적인 이동정보서비스를 위한 프리페칭 기법의 적용 방법론을 제시하고 시뮬레이션을 통하여 분석한다. 이때 위치정보는 기존의 다양한 위치 감지장치에[9] 의해서 제공된다고 가정한다.

논문에서 2장은 이동컴퓨팅 환경에서 상황에 적응적인 정보서비스와 관련된 기존 연구를 정리하였으며, 3장에서는 속도기반 사용자 이동모델을, 4장에서는 사용자의 이동동작 특성인 이동속도와 이동방향을 적용한 프리페칭 영역 설정 전략을 제시하였다. 5장은 제시된 프리페칭 전략을 시뮬레이션을 통하여 비교 분석하고 6장에서 결론을 맺고 있다.

2. 관련 연구

이동정보서비스의 가장 중요한 특성은 단말 및 사용자가 직면하게 되는 빈번한 상황의 변화에 상응하는 유효한 정보를 적응적으로 인식, 전달하는 능력을 갖고 있어야 한다는 점이다. 특히 휴대단말은 생활 현장에서 주로 사용되므로 입출력 조작성이 어려운 점을 고려하면 상황인식 기법은 이동컴퓨팅 응용의 범용화에 절대적인 요소라 할 수 있다 [2]. 지금까지 대부분의 연구는 이동정보서비스를 위한 시스템 구조를 제시하고 간단한 응용으로 서비스의 가능성을 검증하는 수준이었으며, 최근 효율성을 고려한 기법들이 연구되고 있다.

비록 기존 연구들에서 서로 다르게 표현되었지만 이동 단말을 위한 일반적인 상황인식 서비스 모델은 크게 세 가지의 시스템 요소로 구성된다[1, 4, 7]. 즉 상황을 인식하는 다양한 형태의 상황 센서, 상황을 수집, 추상화, 저장하는 상황정보 관리자, 그리고 상황의 변화를 추적, 분석하여 현재 상황에 상응하는 정보를 발견, 전달하는 상황적응 에이전트가 그것이다. 참고문헌 [3]에서는 상황 적응 서비스 수준을 기준으로 contextual object를 정의하는 객체지향 모델을 제시하고 있다. 참고문헌 [4]에서는 분리된 구성요소를 갖는 시스템 모델에 의존하지 않고 지능형 이동 에이전트를 기반으로 상황적응 기능을 확보하는 방안을 제시하고 있다. 이들은 상황인식 및 처리를 상황별로 세분화하여 상황 적응력을 높이려는 노력이라 할 수 있다.

참고문헌 [6]은 고정 네트워크 환경에서 WWW를 사용할 때 사용자의 정보 네비게이션 패턴에서 지역성을 추출하여 미래에 곧 사용될 것으로 예측되는 정보에 대해 프리페칭을 적용하고 그 효과를 분석하고 있다. 분석 결과는 정형화에 가까운 웹 사용환경에서 프리페칭 기법은 전송지연을 크게 감소시키는 물론 네트워크 트래픽 부담을 감소시킴을 보이고 있다. 참고문헌 [7]은 사용자의 이동패턴을 Markov 모델을 이용하여 일반화하여 상황에 적응하는 정보의 획득 과정에 프리페칭을 적용할 경우에 그 효율성을 평가하고 있다. 그러나 수학 모델에 따른 uniform한 이동패턴에 제한되며 프리페칭되는 대상 정보의 설정 구조가 ring 형태를 취하고 있다. 본 논문은 이들의 연구 결과로부터 출발하고 있으나 사용자 이동패턴이 이동속도와 이동방향을 기반으로 random하게 적용된다는 점과 프리페칭되는 정보의 수를 효과적으로 제한하기 위한 프리페칭 영역 설정 전략을 적용하고 있다는 점이 다르다.

참고문헌 [8]에서는 위치 기반 이동정보서비스를 위한 속도기반 이동성 모델(velocity-based mobility model)을 정의하여 사용자 이동 방향이 변화할 때마다 위치 지역성(locality)을 활용하여 현재 보유하고 있는 정보의 캐쉬 재배치(replacement) 전략을 제안하고 있다. 비록 연구대상이 프리페칭과 캐쉬로 서로 다르지만, 여기서 사용한 속도기반

이동패턴 모델의 많은 개념들이 본 논문의 사용자 이동패턴 모델로 사용된다.

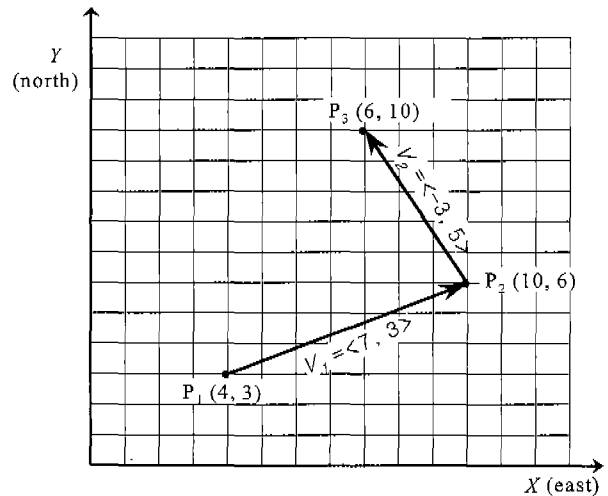
3. 속도기반 사용자 이동모델

유효한 위치 상황을 획득, 활용하기 위해서는 사용자 이동모델이 사용자의 이동동작(behavior)을 유효 적절하게 표현해야 한다. 사용자의 이동동작은 위치와 이동속도(velocity)로 표현될 수 있다[8]. 즉 주어진 위치에서 미래의 임의의 시점에 사용자 위치는 이동속도(speed)와 이동방향(direction)에 의해서 표현된다. 여기서 사용자의 위치는 미리 정의된 지리영역을 참조하는 정확한 지점을 나타내며, 이동사용자의 현재 위치를 획득할 수 있는 위치 센서 메커니즘에 의해 제공된다고 가정한다. 미래의 사용자 위치는 시간 혹은 이벤트를 기준으로 의미를 구분하여 사용할 수 있다. 시간을 사용하는 경우에 이동사용자는 주어진 관측 시간간격 동안 일정한 속도로 2차원의 공간을 이동한다고 가정한다. 시간간격은 사용자의 이동 패턴에 따라서 변경될 수 있다.

위치기반 이동정보서비스 대상 영역은 물리적으로 구분된 방이나 혹은 논리적으로 분리된 지역과 같은 형태의 부분집합 구조로 분할되며, 정보서비스는 분할된 위치영역을 기준으로 제공된다고 가정한다. 즉 각각의 위치영역은 위치센서를 수단으로 구분되며, 서버에 저장된 정보는 독립된 위치영역과 일치하는 형태로 분할되어(즉 정보분할: Information Partition) 대응하는 위치영역과 연계를 맺고 있다. 이동 사용자는 자신이 현재 위치하는 위치영역에서 해당하는 정보분할만을 활용한다. 이때 사용자의 위치변화에 따른 적응 제어는 2장에서 설명한 일반적인 이동정보서비스 모델의 상황적응 에이전트가 처리한다. 상황적응 에이전트는 인터넷상의 정보 서버에서 이동사용자의 현재 위치영역과 연계된 정보분할을 추출하여 사용자 단말장치에 적재한다. 또한 주기적으로 상황정보 관리자에 저장된 사용자의 현재 위치를 분석하여 현재 적재하고 있는 정보분할이 현재의 위치영역과 일치하는지 혹은 그렇지 않은지를 검사한다. 분석결과 위치영역과 정보분할의 연계가 일치하지 않으면, 상황적응 에이전트는 사용자의 현재 위치영역에 상응하는 정보분할을 서버에서 추출하여 사용자 단말에 적재한다.

위치영역은 사용자가 해당 영역에 머물면서 정보를 요청할 경우 응답으로 제공해야 하는 공통된 정보분할을 공유하는 위치들의 집합으로 정의된다. 여기서 위치영역은 사각형 구조를 갖는다고 가정한다. 사용자의 이동동작을 표현하기 위하여 이산적인 시간모델이 사용된다. 즉 주어진 시간슬롯이 종료하면 사용자는 같은 영역에 계속해서 머물고 있거나, 혹은 공유된 모서리를 통해서 이웃한 영역으로 이동할 수도 있다. 같은 영역에 머물 것인가, 이웃 영역으로 이동할 것인가 하는 사용자의 선택은 단말 혹은 사용자의 현재위치, 이동거리, 이동방향의 3가지 매개변수로 결정된

다. 이때 이동사용자의 이동거리와 이동방향을 정형화하기 위해서 이동속도 V 는 벡터 $\langle V_x, V_y \rangle$ 로 정의한다. 이때 V_x, V_y 는 정수이며, 이들의 값은 각각 x 좌표와 y 좌표에 대한 속도를 나타낸다 (실생활에서 x 좌표는 동쪽을 y 좌표는 북쪽을 대치 될 수 있다). V_x, V_y 의 부호와 절대값의 비율은 이동방향을 결정하는 요인이 된다. 따라서 사용자의 현재 위치영역이 주어지면 임의의 시간슬롯이 지난 후에 미래의 위치영역은 현재위치와 상대적인 이동속도 V 에 의해 표현될 수 있다.



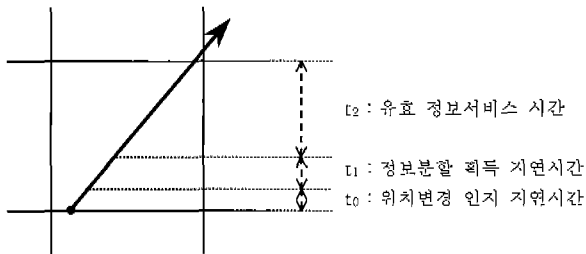
(그림 1) 속도기반 사용자 이동모델

(그림 1)은 사용자의 현재 위치영역과 이동속도에 의해 표현된 속도기반 사용자 이동모델의 한 예를 보이고 있다. 그림에서 사용자가 위치영역 (4, 3)을 갖는 P1에서 출발하여 북동방향으로 $\sqrt{7^2+3^2}$ 의 속도로 이동할 경우에 이동속도는 $V_1 = \langle 7, 3 \rangle$ 으로 표현된다. 주어진 시간슬롯 동안 이동한 후에 사용자는 위치 (10, 6)을 갖는 P2에 도착하고 속도가 변경된다. 이제 사용자는 $\sqrt{3^2+5^2}$ 의 속도로 북서쪽 방향으로 이동한다. 이 경우에 속도 V_2 는 $\langle -3, 5 \rangle$ 가 되며 단위 시간슬롯이 지난 후에는 P3에 도착하게 된다. 따라서 이동모델에서 사용자의 현재위치와 이동속도가 주어진다면, 주어진 시간슬롯이 지난 후의 이동사용자 위치를 정확하게 설정할 수 있다.

4. 제안된 프리패칭 전략

이동단말이 새로운 위치영역으로 이동한 경우에 이동정보서비스에 소요되는 지연현상은 두 가지 요소로 구분된다. (그림 2)는 임의의 위치영역으로 이동한 상황에서 단말이 이동정보서비스를 받는 과정을 시간 관점에서 보이고 있다. 그림에서 굵은 화살표는 단말의 이동을 나타내며 가는 실선은 위치영역을 표시한다. 먼저 현재 단말에 적재된 정보분할이 사용자가 현재 위치하는 위치영역과 연계가 일치하

는지를 인지하기 위해서 소요되는 시간이고(t_0 : 위치변경 인지 지연시간), 다음은 연계가 일치하지 않음을 발견하여 새로운 정보분할을 서버에게 요청하여 요청한 결과를 적재하기 위해서 소요되는 시간이다(t_1 : 정보분할 획득 지연시간). 이동 사용자에게 유효한 정보서비스 시간을 (t_2 : 유효 정보 서비스 시간) 충분히 확보해주기 위해서는 t_0 , t_1 에 의한 지연시간을 가능한 최소화하여야 한다. 위치변경 인지 지연시간은 상황정보 에이전트에서 반복되는 단말의 위치변화 인지 주기를 줄임으로써 감소시킬 수 있다. 그러나 정보분할 획득 지연시간을 줄이기 위해서 본 논문에서는 속도기반 사용자 이동모델을 적용하여 가까운 미래에 필요로 하는 정보분할의 집합을 정의하고 프리패칭하는 전략을 사용한다.

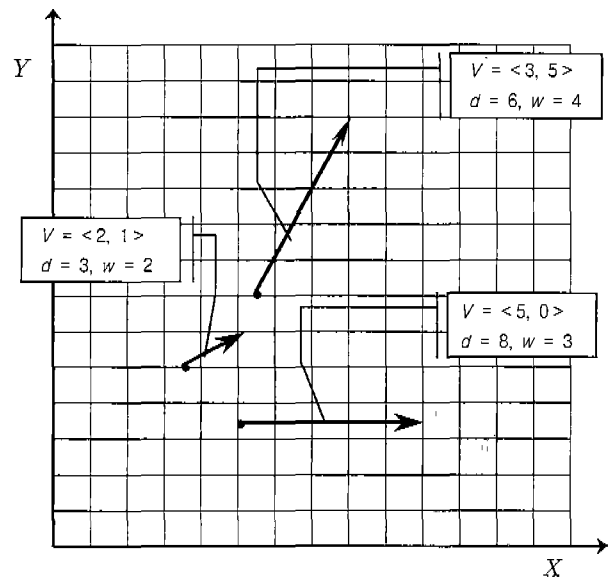


(그림 2) 단일 위치영역에서 이동정보서비스 시간

이동정보서비스에서 자연스러운 프리패칭 전략으로 현재 위치로부터 길이 d 를 범위로 설정하여 해당 범위에 포함된 위치영역들의 집합과 연계된 정보분할들을 프리패칭하는 것이다. 이러한 집합에 속하는 위치영역들은 프리패칭 영역(PZ: Prefetching Zone)을 형성한다. PZ를 형성하는 하나의 가능한 전략은 현재의 위치영역을 중심으로 길이 d 를 ring 구조의 반지름으로 하여 내부에 포함된 모든 위치영역들을 모두 포함하는 것이다[7]. 즉 반지름 범위의 PZ에 속한 모든 정보분할을 프리패칭한다. 만약 사용자가 프리패칭이 종료된 후에 현재의 PZ내에서 이동하고 있다면, 서로 다른 위치영역을 방문할 때마다 해당 위치영역의 정보분할을 원격 적재할 필요가 없다. 그러나 만약 사용자가 현재의 PZ를 벗어나서 새로운 위치영역으로 이동하였다면, 그 위치영역이 새로운 PZ를 형성하기 위한 시작점이 된다. 프리패칭의 시작점이 되는 위치영역에 대한 정보분할이 적재되면 즉시 최종 사용자에게 서비스를 실시하고, 이와 병행하여 설정된 PZ의 나머지 정보분할이 후위에서 적재되게 된다. 그러나 직관적으로 분석하여도 ring PZ 구조는 대부분의 프리패칭된 정보분할들이 실제로 사용자에게 위해서 사용되지 않게 된다. 따라서 본 논문에서는 PZ 구성에 단말의 이동속도 특성을 적용한다.

가까운 미래에 유용하게 사용될 것으로 예측되는 정보분할들로 프리패칭되는 범위를 제한하기 위하여 사용자 이동 동작에 대한 속도기반 사용자 이동모델에서 추출된 일단의 지식을 활용한다[5]. 즉 사용자의 이동속도를 길이 d 의 계

산에 적용하여 이동속도 요소는 PZ의 길이를, 이동방향 요소는 폭을 제한하기 위해서 적용한다. 따라서 제안된 프리패칭에서 사용하는 PZ는 ring이 아닌 사각형의 모양을 갖게 된다. 여기서 PZ의 길이를 산출할 때 만약 사용자가 빠른 속도로 이동한다면 느린 속도로 이동할 때보다 길이를 길게 설정하는 전략을 적용한다. PZ의 길이 d 를 산출하는 전략으로 $\lceil \sqrt{V_x^2 + V_y^2} \rceil$, V_x 와 V_y 의 두 가지 속도값의 제곱의 합에 대한 제곱근의 상위 정수값을 취하는 것이다. 이때 길이는 속도의 특성만을 고려하므로 속도 값들의 부호는 무시되어야 한다. 또한 이동 속성을 유지하기 위해서 하나의 속도값이 0일 경우, 실제 속도값을 반영하기 위해서 0이 아닌 속도값으로 대체한다. 사각형 PZ의 다른 면인 폭은 이동방향의 비율, 즉 $\lfloor \frac{|V_x| + |V_y|}{2} \rfloor$, V_x 와 V_y 의 합의 평균에 대한 하위 정수값을 취한다. 이러한 PZ 설정 구조는 이동속도와 이동방향에 대한 지식이 유연하게 PZ 구조에 수용되어 사용자의 이동 경로상에 해당하는 위치영역을 포함함은 물론 미래에 유효하게 활용될 것으로 예상되는 주변의 위치영역을 포함하는 결과를 갖는다.



(그림 3) 제안된 프리패칭 영역설정 전략

(그림 3)은 제안된 프리패칭 전략에서 사용되는 사각형 PZ를 구성한 예를 보이고 있다. 그림에서 검은 영역은 새로 설정되는 PZ를 나타내며 새로운 PZ는 이전 PZ와 상호 교차하여 구성되고 있다. 그림에서 보이는 바와 같이 단말이 각각 속도 $V = \langle 2, 1 \rangle, \langle 3, 5 \rangle, \langle 5, 0 \rangle$ 로 이동하는 경우에 PZ의 크기는 길이 $d = 3, 6, 8$, 폭 $w = 2, 4, 3$ 으로 산출된다. 이때 PZ 사이의 간격은(검은 영역 사이의 간격) (그림 2)에서 설명한 이동정보서비스의 지연시간에 의해서 필연적으로 발생하게 된다. 이동사용자는 현재의 PZ를 벗어났음을 인지한 후에, 즉 원하는 정보분할이 단말에 적재되어 있지

않음을 발견한 후에 새로운 PZ의 구성을 시작한다. 따라서 사용자가 이전에 위치했던 PZ를 벗어나는 순간부터 새로운 위치영역으로 이동하였음을 발견하고, 새로운 PZ를 설정하여 해당 정보분할들이 단말에 적재될 때까지 현재 위치영역에 대한 정보분할을 사용자에게 보여주지 못하게 된다. 즉 단말의 이동 특성으로 인하여 사용자는 유효한 정보서비스를 받지 못하게 된다. 이러한 상황은 PZ의 가장자리를 교차영역(CZ : Crossing Zone)으로 정의함으로써 개선할 수 있다. 물론 CZ도 이동속도와 이동방향을 고려하여 정의되어야 한다. 만약 사용자가 CZ영역을 인식하게 되면 미리 새로운 PZ의 정보들을 프리패칭하기 시작한다.

직관적으로 제안된 사각형 구조의 PZ에 의해 프리패칭될 정보분할의 수는 참고문헌 [7]에서 제안된 ring PZ보다 절반 이하가 된다. 이는 사용자의 이동동작, 즉 이동속도를 고려한 결과이며 다음 장에서 구체적인 분석 결과를 보인다. 제안된 프리패칭 전략은 사용자의 이동패턴이 주어진 시간슬롯의 범위에서 uniform한 경우를 가정하고 있다. 이러한 가정은 고속도로를 운전한다거나 거리를 걷는 것과 같은 많은 실생활의 경우를 반영한다. 만약 사용자가 불규칙적인 패턴으로 이동한다면 보다 개연성 있는 이동 모델을 적용하여야 할 것이다. 한편, 위치인식 효과를 향상시키기 위해서 프리패칭에 캐싱 방법론을 결합할 수 있을 것이다. 즉 캐쉬 재배치 전략이 PZ내의 각 정보분할들에 적용될 수 있으며, 이때 사용자가 요구하는 정보분할의 사용 시간간격, 혹은 주어진 상황의 특성을 바탕으로 전략이 수립되어야 할 것이다.

5. 분석 및 평가

4장에서 제안한 속도기반 사용자 이동모델을 적용한 프리패칭 전략의 효율성을 분석하기 위하여 전형적인 단말의 이동 시나리오를 제시하고 시뮬레이션을 이용한 비교분석을 수행하였다. 비교분석은 주어진 이동 시나리오에서 프리패칭되는 정보분할의 수와 이동정보서비스에 소요되는 시간의 두 가지 관점에서 이루어 졌다. 전자는 이동환경의 물리적 제약조건 때문에 가능하면 프리패칭되는 정보분할의 수가 적을수록 유효하다는 점을, 후자는 궁극적으로 프리패칭의 효과는 최종 사용자에게 유효한 정보를 제공하는 지연현상의 최소화되어야 한다는 점에 근거한다. 정보분할의 수는 ring PZ 방법과 제안된 방법, 그리고 정보서비스 시간은 프리패칭을 적용하지 않은 경우와 제안된 방법에 의한 프리패칭이 적용된 경우를 비교 대상으로 한다.

5.1 시뮬레이션 환경

제안된 프리패칭 방법론의 성능을 분석하기 위하여 시뮬레이션 제작 도구인 CSIM18 시뮬레이터와[10] C언어를 이용하여 구현하였다. CSIM18은 프로세스 지향적이고, 이

트 지향적인 시뮬레이터를 구현할 수 있도록 지원하는 라이브러리들로 구성되어있다. 구현된 시뮬레이터는 이동사용자의 속도기반 이동모델을 처리하는 이동부분, 이동사용자와 정보서버에서 정보분할을 요청하고 응답하는 제어부분, 위치를 인식하여 서버에서 단말에게 정보를 전달하는 전송부분을 CSIM18의 프로세스 컴포넌트를 이용하여 3개의 프로세스로 구현하였다. 또한 응용 프로세스로 가상적인 정보 검색 단말과 정보서비스 서버를 구현하였다.

시뮬레이션의 네트워크 파라미터인 무선과 유선 대역폭은 CSIM18의 스토리지 컴포넌트로 일정범위의 값을 갖도록 객체로 구현하여 제어 부분을 처리하는 프로세스에 할당하였다. 시뮬레이션의 실행 결과값은 CSIM18의 테이블과, 큐레이블 컴포넌트를 이용하여 산출하였다. 이동사용자의 이동가능영역은 일정한 크기를 갖는 400개의 사각형의 위치영역으로 구성하였고, 이동사용자는 한번 이동할 때마다 일정한 시간간격동안 현재 위치영역에서 일정한 이동속도와 일정한 방향을 가지고 이동한다. 이동사용자의 위치는 해당 위치영역을 나타내는 X, Y좌표 값으로 표현하였다. 이동사용자가 현재 위치영역에서 인접한 위치영역으로 이동하는 것을 탐지하여 이동사용자의 이동유무를 제어부분 프로세스에게 알리는 것은 CSIM18의 이벤트 컴포넌트를 이용하였다. 정보서버에서 단말로 정보가 전송될 때, CSIM18의 메일박스 컴포넌트를 이용하여 상호 동기화된 정보전송 과정을 구현하였다. 비교하기 위하여 구현된 방법들은 모두 동일한 실행환경과 동일한 파라미터를 사용하였으며 구체적인 내용은 <표 1>과 같다.

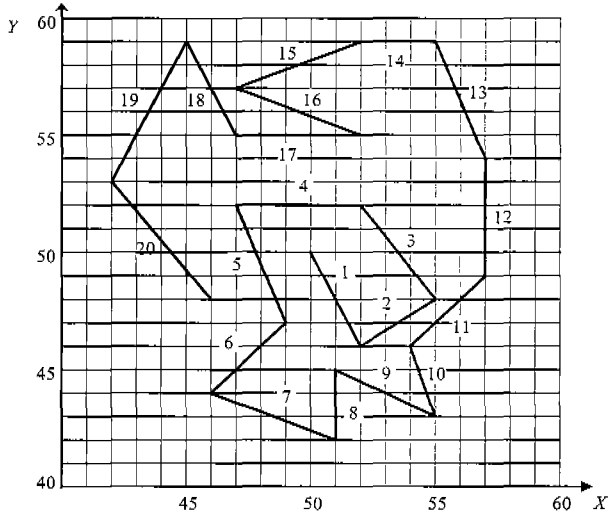
<표 1> 시뮬레이션 파라미터

파라미터	설 명	값
유선링크 대역폭	고정 네트워크 상의 대역폭	800kbps ~ 1.2Mbps
무선링크 대역폭	무선 네트워크 상의 대역폭	80kbps ~ 120kbps
이동 인지시간	새로운 위치영역으로 이동하였음을 인지하기 위해서 소요되는 시간	100ms
위치영역 체류 시간	사용자가 단일 위치영역에 체류하는 평균시간	평균 10초 (지수분포)
정보분할의 크기	단일 정보분할의 데이터량	1MB
전송패킷의 크기	네트워크를 경유하여 전송되는 단일 패킷 데이터의 크기	1440byte

5.2 사용자 이동 시나리오

속도기반 사용자 이동모델에서 이동사용자는 일정한 시간간격 동안 일정한 속도와 방향을 가지고 2차원의 공간으로 구성된 이동가능 위치영역 내에서 이동한다. 또한 논문에서 제안하는 프리패칭 방법론의 효율성에 대한 비교분석 과정의 투명성을 위해서 시뮬레이션 과정동안 이동사용자는 좌표 (50, 50)의 위치영역을 시작점으로 설정하여 미리 주어진 좌표 값에 따라 다음 목적지의 위치영역까지 이동하는 과정을 20번 반복하는 것으로 시뮬레이션을 구성하였

다. (그림 4)는 시뮬레이션에서 사용된 위치영역의 구성과 사용자의 이동순서를 보인다.



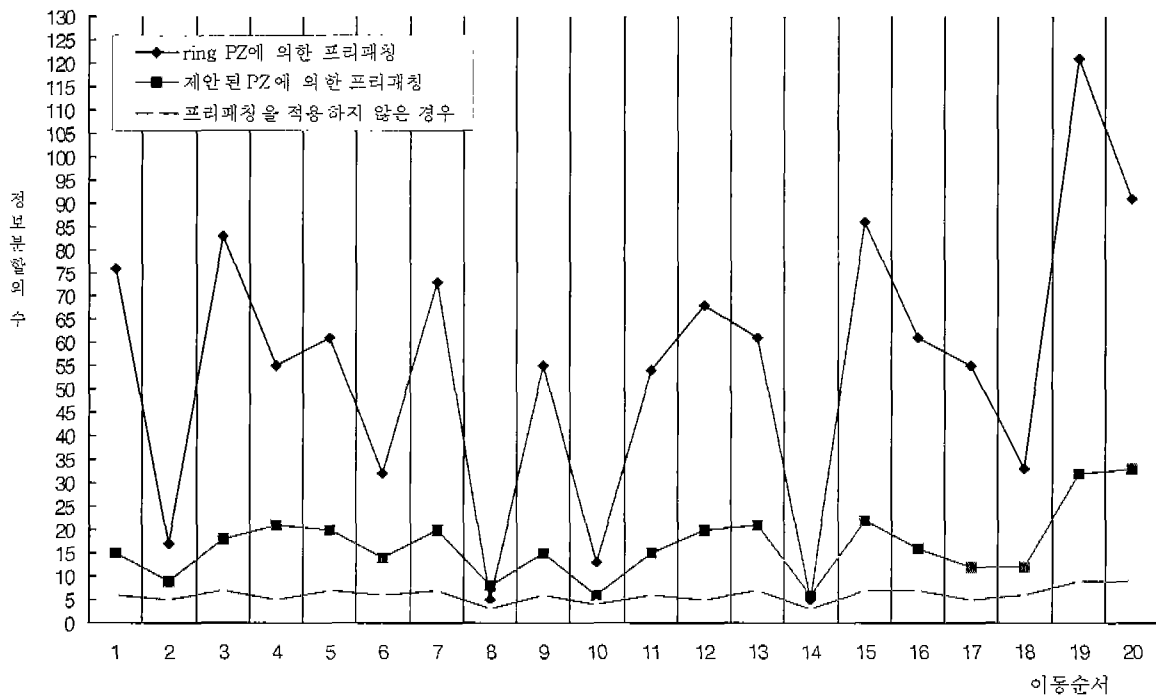
(그림 4) 시뮬레이션 사용자 이동 시나리오

5.3 프리패칭 정보분할의 수

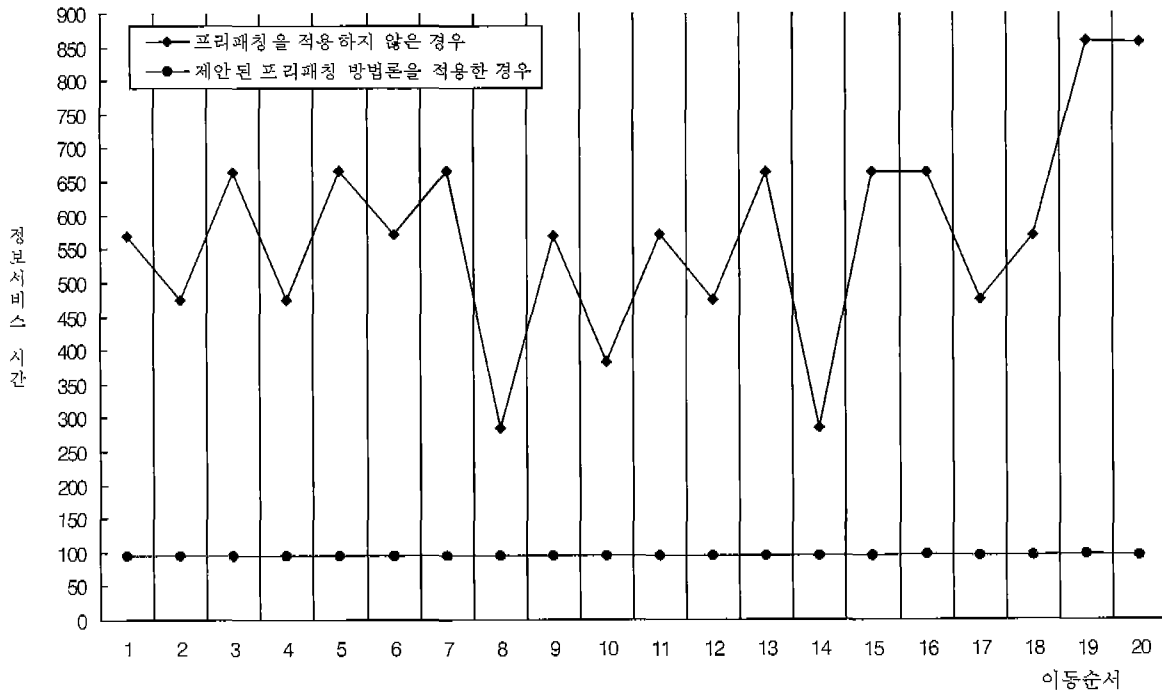
먼저 시뮬레이션 단말 이동 시나리오에서 제시한 이동순서를 기준으로 단말에 적재되는 정보분할의 수를 비교함으로써 제안된 프리패칭 전략의 유효성을 검토하였다. 시뮬레이션은 (그림 5)에 보이는바와 같이 프리패칭을 적용하지 않는 경우, ring PZ에 의한 프리패칭을 적용한 경우, 그리고 제안된 PZ에 의한 프리패칭을 적용한 경우를 비교 대상

으로 삼았다. 각각의 경우에 시뮬레이션의 실행환경을 동일하게 설정하였으며, 단지 프리패칭 하는 대상을 설정하는 전략만을 달리 적용하였다. 프리패칭을 적용하지 않는 경우에는 단말이 이동하는 경로에 해당하는 위치영역과 연계된 정보분할을 차례로 적재하여 사용자에게 서비스하게 된다. 따라서 단말의 이동 경로상에 위치영역의 수와 적재되는 정보분할의 수가 같다. ring PZ에 의한 프리패칭 전략은 제안된 프리패칭 방법과 동일한 조건을 부여하기 위하여 이동 속도벡터의 길이를 반지름으로 하는 ring의 범위에 해당하는 정보분할을 프리패칭한다. 따라서 속도벡터의 크기에 따라서 프리패칭되는 정보분할 수의 편차가 매우 크게 나타나고 있다. 이때 프리패칭 영역이 ring 구조이므로 프리패칭을 반복함에 따른 현재의 영역과 이전의 영역 사이에 중복된 위치영역이 발생되며 이를 제외한 결과가 이동 시나리오를 종료하는 시점에 1,105개의 정보분할을 프리패칭하고 있으며 이동시마다 평균 55.25개의 정보분할을 프리패칭하는 것으로 산출되었다.

이에 반하여, 제안된 PZ에 의한 프리패칭 전략은 속도기반 이동모델에 근거하여 사용자의 이동속도와 이동방향을 활용하여 PZ의 길이와 폭을 설정함으로써 속도가 빠르면 그만큼 프리패칭할 영역의 길이와 폭이 길어지고 속도가 느리면 짧아지게 되었다. 즉, 사용자의 이동 동작의 특성을 PZ 영역의 제한에 효율적으로 적용하고 있으므로 그림에서 보이는 바와 같이 ring PZ에 의한 프리패칭 전략과 비교하여 프리패칭되는 정보분할의 수를 크게 줄일 수 있었으며, 보다 적은 편차의 프리패칭 변화량을 보이고 있다. 사용자의



(그림 5) 단말에 프리패칭되는 정보분할의 수



(그림 6) 프리패칭 전략의 유무에 따른 정보서비스 시간

이동에 따라 전체 335개의 정보분할을 프리패칭하고 있으며 이동시마다 평균 16.75개의 정보분할을 프리패칭하는 것으로 산출되었다. 즉 사용자의 이동 경로상에 위치한 활용 가능성이 높은 정보분할만을 프리패칭함으로써 ring PZ에 의한 프리패칭 전략에 비해서 3.3배의 성능향상을 보이고 있다.

5.4 이동정보서비스에 소요되는 시간

이동컴퓨팅 환경에서 정보서비스 기반구조에 프리패칭을 적용함으로써 얼마나 효율적으로 단말의 위치 상황에 적극적으로 적용되는지를 최종 이동 사용자에게 제공되는 서비스 시간 관점에서 비교분석 한다. 시뮬레이션은 위에서 사용한 동일한 사용자 이동 시나리오를 적용하였다. (그림 6)은 최종 사용자에게 정보서비스가 제공되는데 소요되는 시간을 프리패칭을 적용하지 않은 경우와 제안된 PZ에 의한 프리패칭 전략을 적용한 경우를 대상으로 한 시뮬레이션 결과이다. 프리패칭 방법론을 적용하지 않은 경우에는 사용자가 이동하는 경로상의 모든 위치영역에서 정보서비스 지연현상을 포함한다. 따라서 이동정보서비스 지연현상은 이동 경로상의 위치영역의 수에 비례하여 많은 편차의 변화량을 보이고 있다. 주어진 이동 시나리오를 종료한 후에 전체 평균 데이터 처리시간은 평균 569.84초의 시뮬레이션 시간을 나타냈다.

반면에 제안된 PZ에 의한 프리패칭에서는 서로 다른 PZ사이를 이동하는 경우에 한해서 정보서비스 지연현상이 포함된다. 이때 프리패칭되는 정보분할의 수는 설정된 PZ의 크기에 따라서 다르지만 정보서비스에 소요되는 시간은 거

의 일정하다. 즉 새로운 PZ에 진입한 시점의 위치영역에서 지연현상이 적용되고 그 위치영역에 대한 정보분할이 서비스를 시작하게 되면 후위에서 PZ의 나머지 정보분할을 프리패칭하여 단말에 적재한 결과이다. 따라서 다음 연속되는 위치영역으로 이동한 경우에는 해당하는 위치영역의 정보분할을 사용자의 단말에서 직접 읽음으로써 최종 사용자에게 주어지는 정보서비스 시간은 무시할 수 있다. 주어진 사용자 이동시나리오에 따른 전체 평균 이동정보서비스 시간은 평균 95.37초의 시뮬레이션 시간을 산출하였고, 이는 프리패칭 전략을 적용하지 않은 결과에 비해 약 6배의 성능향상을 보였다. 그러나 프리패칭을 적용한 ring PZ와 제안된 PZ를 사용하는 각각의 경우에 서비스 시간은 시뮬레이션에서 사용된 사용자 이동 시나리오가 동일하므로, 비록 PZ를 구성하는 정보분할의 수는 (즉 요구되는 기억장치 공간은) 차이가 있지만 설정되는 PZ 수는 동일하다. 따라서 프리패칭을 적용한 두 방법의 서비스에 소요되는 시간은 동일하다.

6 결 론

본 논문에서는 사용자의 이동동작의 특성을 속도기반 모델로 정의하고, 사용자의 이동속도와 이동방향 요소를 프리패칭 영역 설정에 적용함으로써 가까운 미래에 유효하게 사용된 정보분할들로 프리패칭 대상을 제한하는 전략을 제안하고 분석하였다. 제안된 프리패칭 영역은 사용자의 이동 특성을 유연하게 수용하는 구조를 갖는다. 일반적으로 프리패칭 기법은 서버와 사용자 단말 사이에 프리패칭되는 정

보의 양과 현재 위치 상황에 대응하는 유효한 정보분할을 획득하는데 소요되는 정보서비스 시간 사이에는 역비례 관계를 갖는다. 정형화된 사용자 이동 시나리오를 기준으로 시뮬레이션을 통하여 프리페칭되는 정보분할의 수, 최종 사용자에게 정보서비스를 제공하기 위해 소요되는 시간을 분석한 결과 제안 전략이 프리페칭되는 정보분할의 수를 유효하게 제한하고 정보서비스 지연현상을 크게 감소시키고 있다. 본 연구 결과는 이동정보서비스에서 인지된 네트워크 전송률 등 다른 상황에 대해 적응성을 향상시키는 노력에 이론적 기초를 제공할 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

[1] 최인선, 오남호, 조기환, "Context-aware Wearable Computing을 위한 서비스 모델 설계", 한국정보과학회 봄 학술발표논문집, 28 (1), pp.286-288, 2001.

[2] P. J. Brown, J. D. Bovey and X. Chen, "Context-aware Applications : From the Laboratory to the Marketplace," *IEEE Personal Communications*, 4 (5), pp.55-65, 1997.

[3] P. Couderc and A. M Kermarroc. "Improving Level of Service for Mobile Users Using Context-Awareness," *Proc. on the 18th IEEE Symposium on Reliable Distributed Systems*, pp.24-33, 1999.

[4] E. Kovacs, K. Rohrle and B. Schiemann. "Adaptive Mobile Access to Context-aware Services," *Proc. on 1st International Symposium on Agent Systems and Applications*, pp.190-201, 1999.

[5] Moonja Kim, Gihwan Cho and Injun Cho. "A Prefetching Scheme for Context-Aware Mobile Information Services," *Proc. on 3rd International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT 2001)*, pp.123-125, Feb. 2001.

[6] V. N. Padmanabhan and J. C. Mogul, "Using Predictive Prefetching to improve World Wide Web Latency," *ACM SIG-COM Computer Communication Review*, 26 (3), pp.22- 36, 1998.

[7] V. N. Persone, V. Grassi and A. Morlupi. "Modeling and Evaluation of Prefetching Polices for Context-Aware Information Services," *Proc. on ACM Conference on Mobile Computing and Networking (Mobicom98)*, pp.55- 65, 1998.

[8] Q. Ren and M. H. Dunham, "Using Semantic Caching to Manage Location Dependent Data in Mobile Computing," *Proc. on ACM Conference on Mobile Computing and Networking (Mobicom2000)*, pp.210-221, 2000.

[9] R. Want and A. Hopper, "Active Badges and Personal Interactive Computing Objects," *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 38 (1), pp.10-20, 1992.

[10] Mesquite Software Inc., CSIM18 Simulation Engine (C version).



김 문 자

e-mail : mjkim@jtc.ac.kr
 1984년 전남대학교 계산통계학과 졸업 (학사)
 1986년 전남대학교 계산통계학과 졸업 (석사)
 1985년~2000년 한국전자통신연구원 선임 연구원

2000년~현재 전주공업대학 영상멀티미디어과 초빙 전임강사
 관심분야 : 이동컴퓨팅, 데이터베이스, 분산처리시스템



차 우 석

e-mail : wscha@cs.chonbuk.ac.kr
 1999년 목포대학교 컴퓨터과학과 졸업 (학사)
 1999년~2001년 진도군수산업협동조합 전산담당
 2001년~현재 전북대학교 컴퓨터정보학과 석사과정

관심분야 : 이동컴퓨팅, 컴퓨터통신



조 인 준

e-mail : injune@mail.paichai.ac.kr
 1982년 전남대학교 계산통계학과 졸업 (학사)
 1985년 전남대학교 전자계산학과 대학원 졸업(석사)
 1999년 아주대학교 컴퓨터공학과 대학원 졸업(박사)

1990년 정보처리 기술사(전산 조직 응용)
 1983년~1994년 한국전자통신연구원 선임연구원
 1994년~현재 배재대학교 컴퓨터공학과 부교수
 관심분야 : 정보통신 보안, 컴퓨터 네트워크(이동컴퓨팅), 전산 조직응용



조 기 환

e-mail : ghcho@cs.chonbuk.ac.kr
 1985년 전남대학교 계산통계학과 졸업 (학사)
 1987년 서울대학교 계산통계학과 졸업 (석사)
 1996년 영국 Newcastle 대학교 전산학과 졸업(박사)

1987년~1997년 한국전자통신연구원 선임연구원
 1997년~1999년 목포대학교 컴퓨터과학과 전임강사
 1999년~현재 전북대학교 전자정보공학부 조교수
 관심분야 : 이동컴퓨팅, 무선인터넷, 분산처리시스템, 컴퓨터통신