

모바일 전자상거래에서 다양한 이동패턴에 적합한 지능형 대역폭 예약 알고리즘

박춘식*, 한상용*

Intelligent Bandwidth Reservation Algorithm based on various moving pattern for Mobile Commerce

Chun-Sik Park, Sang-Yong Han

요 약

인터넷의 보급이 급속히 확대됨과 동시에 전자상거래가 급속도로 증가하고 있다. 지금까지는 컴퓨터를 통한 전자상거래가 대부분을 차지하였으나 무선이동 통신의 보급이 급속도로 빨라지면서 무선통신을 통한 전자상거래인 m-Commerce가 부각되어지고 있다. m-Commerce를 원활히 하기 위해서는 필요한 대역폭과 단말기의 프로세싱 파워와 자원이 확보되어야 한다. 그러나 무선이동 통신에서는 일반 유선 통신과는 다르게 많은 제한 사항들이 있다. 이동 통신에서 가장 크게 고려해야 할 사항들은 핸드오프와 무선이동 단말기의 부족한 자원을 들 수 있다. QoS를 지원하기 위한 기존의 대역폭 예약 시스템에서 여러 가지 인자를 사용하였으나 본 논문에서는 셀 간 체류하는 시간인자와 가장 최근의 사용자 패턴인자를 적용하여 더욱더 좋은 QoS를 지원하여 대역폭을 낭비하지 않고 최대한 활용하는 시스템들 설계하고 구현하고자 한다.

* 중앙대학교 컴퓨터공학과

1. 서론

최근 들어 인터넷 보급이 급속도로 확대됨으로 인해 전자상거래의 이용률이 크게 증가하고 있다. 인터넷의 보급으로 인해 전자상거래가 급속도로 증가함과 동시에 더욱 최근에는 노트북과 무선통신 단말기의 보급이 급격히 증가하고 있다. 그로 인해 기존의 유선 통신만 사용하던 사용자들이 무선이동 통신을 같이 사용하는 경우가 급격히 증가하고 있는 추세이다. 무선통신을 사용하는 사용자는 유선 통신을 사용하는 사용자들과 마찬가지로 유선 통신에서 인터넷을 통해 할 수 있는 일들의 대부분 하고자 하길 원한다.

가장 중요한 응용 분야가 무선통신을 기반으로 하는 전자거래인 m-Commerce이다. 유선 통신의 전자상거래에 비해 무선통신의 m-Commerce의 장점은 이동성을 지원한다는 것이고 언제 어디서 때와 장소에 구애 받지 않고 사용 할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 그런 장점이 있는 반면에 m-Commerce을 원활하기 위해서는 대역폭과 단말기의 프로세싱 파워와 자원 등이 확보되어야 한다. 무선이동 통신에서는 유선통신에서는 다르게 대역폭이 제한되어 있다. 현재의 무선이동 통신의 대역폭은 유선통신에 비해서 크게 작다. 그리고 이동통신의 또 다른 한계점은 무선이동 통신의 단말기는 유선통신 단말기에 비해 사용할 수 있는 자원이 크게 작다.

그러므로 무선이동 통신에서는 이와 같은 이동통신에서의 제약사항인 대역폭과 단말기의 제한된 자원을 어떻게 효과적으로 활용할 것인가가 중요한 연구과제이다. 현재 무선이동 통신단말기의 제한된 자원, 즉 메모리와 하드

디스크 등의 저장 매체들은 더욱더 커져 가까운 미래에는 크게 제한을 받지 않을 것으로 보고 있다. 그러나 무선이동 통신에서의 대역폭은 무선환경의 여러 제한 요인으로 인해 무선이동 통신의 대역폭에 근접하는 것은 가까운 미래에는 불가능 할 것으로 보고 있다. 그로 인해 현재까지 무선에서의 제한된 대역폭을 효과적으로 활용하는 방안들이 많이 제시되고 있다.

대역폭을 효과적으로 사용하기 위한 제한 중 한 가지가 대역폭을 예약함으로써 무선이동 통신에서의 제한된 대역폭을 좀더 효과적으로 사용하는 것이다.

이처럼 대역폭의 낭비를 방지하기 위해서는 대역폭 예약 알고리즘이 매우 중요하다. 이 분야에 많은 연구가 진행되었고 현재 많은 대역폭 예약 알고리즘들이 나와 있다. 대역폭 예약 알고리즘 대부분은 사용자의 과거 패턴을 분석하여 그 사용자가 다음에는 어느 셀로 이동할 것인가를 예측하는 알고리즘이다.

이와 같이 대역폭 알고리즘들은 사용자 패턴을 가지고 다음 이동셀로 이동할 것을 예측한 후 대역폭을 예약하게 된다. 즉 사용자의 과거 패턴을 어떻게 분석하느냐에 따라서 다음 이동셀로 예측률이 결정되는 것이다. 사용자 패턴이 제대로 분석되지 않을 경우에는 다음 이동셀로의 예측률이 떨어질 것이고 그로 인해 오히려 대역폭을 낭비하는 경우가 발생할 수 있다. 즉 예측이 잘못 되었을 경우에는 잘못된 셀에 대역폭을 예약했기 때문에 그 잘못된 셀에서 보면 오히려 대역폭을 낭비하고 있는 것이다. 심한 경우 계속 잘못된 셀로 대역폭을 예약하게 되면 오히려 대역폭을 예약하지 않을 때보다 더 좋지 않은 서비스를 받

게 될 것이다. 그래서 사용자 패턴을 이용한 대역폭 예약 알고리즘에서는 사용자의 패턴 정보가 중요하게 되는 것이다.

본 논문에서는 기존의 대역폭 예약 시스템과 다르게 사용자가 특정 셀에 머물러 있는 시간을 적용시켰고 또한 사용자가 최근에 이동하는 패턴을 인식하여 과거의 패턴보다는 최근의 패턴에 더욱더 가중치를 두어 사용자의 이동패턴을 미리 파악하여 그 사용자의 이동패턴에 맞게 미리 대역폭을 예약함으로써 대역폭을 낭비하지 않고 더욱더 효과적으로 대역폭을 사용하고자 한다. 본 논문의 2장에서는 기존에 제시된 대역폭 예약 시스템에 대해서 알아보고 3장에서는 시간인자와 최근 사용자 패턴인자를 적용한 새로운 대역폭 예약 시스템을 제시하고 4장에서는 시뮬레이션 성능 평가 및 비교하고 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구 방향을 제시한다.

2. 기존의 대역폭 예약 시스템

인터넷과 통신환경이 발전함에 따라 사용자들은 멀티미디어 서비스를 원하게 되었다. 그러나 멀티미디어 서비스를 지원하기 위해서는 많은 대역폭이 필요하게 되었고, 그로 인해 유선망에서 멀티미디어 서비스를 지원하기 위해 QoS(Quality of service)제어가 필요하게 되었으며 이러한 QoS를 지원하기 위한 연구가 활발히 진행되었다. QoS를 지원하기 위한 연구에는 대역폭과 캐쉬등의 자원을 예약하는 연구와 호 수락을 제어하는 연구 등이 있다.

유선망에서 QoS를 지속적으로 지원하기 위한 대부분의 연구들은 네트워크에서 혼잡(Congestion)을 피하고, 혼잡이 발생할 경우

이를 신속하게 해결하는 것이 목적이다. 유선망에서 일단 호가 수락되면 이 호의 QoS는 양자간 설정된 라우팅 경로의 자원을 사용하며 이 라우팅 경로는 변경되지 않는다.

그러나 무선망에서는 유선망과 다르게 고려해야 할 사항들이 몇 가지 더 있다. 고려해야 할 사항들은 무선망의 종류는 단일망이 아니라 다양한 망이 공존하며 계속적인 hand-off로 인해 대역폭과 자원이 계속적으로 변화 될 수 있다는 점들을 고려하여야 한다. 사용자의 hand-off는 네트워크 환경을 급변하게 하는 주요 원인이 되며, 이는 호의 종료율(dropping probability)이 높아지는 결과를 초래한다. 더욱이, 무선망은 한정된 대역폭 크기, 높은 에러율, 페이징, 그리고 간섭 현상 등과 같은 특성을 갖게 되므로, 이러한 문제를 더욱 가중시킨다. 이러한 문제의 해결을 위해, 무선망의 특성과 클라이언트의 이동성을 고려하여 한정된 무선망의 대역폭을 효율적으로 사용하고 QoS를 지속적으로 지원하기 위해 대역폭 예약과 호 수락 제어와 같은 QoS 제어가 연구되었다[1]. 이러한 기존 연구들의 특성과 문제점들을 살펴보면 다음과 같다.

2.1 고정된 대역폭 예약 알고리즘

고정된 대역폭 예약은 한 셀의 총 대역폭을 동일한 크기의 두 부분으로 나누어, 한 부분은 기존 호들을 위해 사용되는 반면 다른 부분은 핸드-오프 호들을 지원하는데 사용된다[6]. 이 메커니즘은 핸드-오프 호들을 위해 전체 대역폭 크기의 절반을 예약하므로, 이들이 필요로 하는 대역폭이 예약된 대역폭에 비해 적다면 대역폭이 낭비된다.

2.2 호 기반 대역폭 예약 알고리즘

각 호가 Base Station(이하 BS)에게 신규 호를 요청할 경우, BS는 이 호가 사용할 대역폭이 현재 자신의 셀에서 이용 가능할 뿐만 아니라 이 호가 미래에 핸드-오프될 이웃 셀에 대해 대역폭을 예약할 수 있으면 이 호를 수락한다. 각 호마다 대역폭을 예약하는 시스템은 클라이언트가 이동할 셀들의 정보를 미리 알고 있어야 한다. 클라이언트가 미래에 이동할 전체 셀들에 대해 이 클라이언트가 사용할 대역폭을 예약할 경우에만 신규 호를 수락하기 때문에 핸드-오프 종료율이 0이다. 그러나 클라이언트가 이동할 셀들을 정확히 예측하는 것은 불가능하다. 또한, 각 클라이언트가 이동할 셀들에게 대역폭을 예약하므로, 클라이언트가 특정 셀에 장기간 상주하거나 또는 예약한 셀을 모두 방문하지 않고 서비스를 종료할 경우, 대역폭 낭비를 초래한다[4][5].

2.3 적응적 대역폭 예약 알고리즘

이동 컴퓨팅 환경에서 사용자 이동성과 무선망의 특성으로 인해 실제로 각 호의 핸드-오프 종료율을 완전히 0으로 하는 것은 불가능하다. 따라서, 핸드-오프 종료율을 임의의 임계치로 설정, 이 임계치 이하인 핸드-오프 종료율을 지원하기 위한 대역폭 예약 및 호 수락 제어 메커니즘이 제시되었다[2][3].

특정 시간 간격 동안 발생하는 핸드-오프 종료율이 임의의 임계치 보다 높을 경우에는 현재 예약된 대역폭을 증가시킨다. 핸드-오프 종료율이 0이고 예약 대역폭의 이용률이 낮은 경우에는 예약된 대역폭을 감소시키지만, 이용

률이 높은 경우에는 증가시킨다.

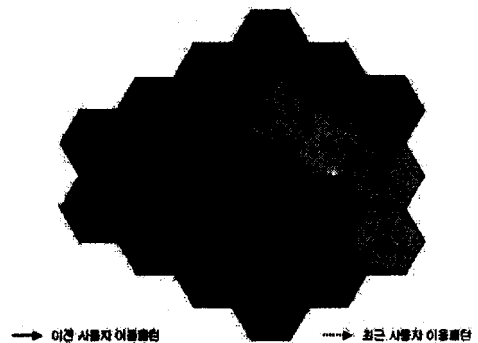
이 기법은 네트워크 상태에 따라 일정한 값의 증가나 감소를 통해 대역폭을 조정하므로 클라이언트 수의 급격한 변화나 클라이언트가 특정 셀에 집중될 때 적응적으로 대역폭을 예약할 수 없다는 문제점이 있다.

2.4 사용자 패턴을 이용한 대역폭 예약

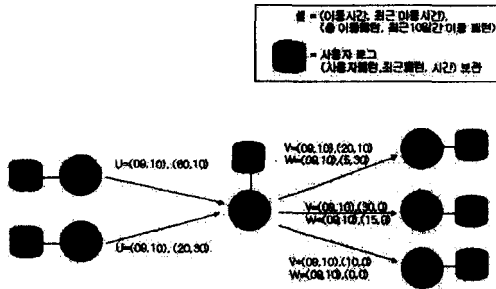
사용자 패턴을 이용하여 그 사용자의 이동 패턴을 예측할 수 있다. 사용자의 로그를 저장한 후 로그를 분석하면 그 사용자의 패턴을 알 수 있다. 물론 예외의 경우는 있겠지만 대부분의 사용자는 규칙적인 이동패턴을 가지고 있기 때문에 사용자의 이동패턴을 가지고 이동패턴을 예측할 수 있는 것이다.

그러나, 사용자 패턴을 이용한 대역폭 예약의 문제점은 아래와 같은 것들이 있다.

첫째, 사용자의 위치만을 사용하기 때문에 불필요한 시간에도 대역폭을 예약하는 경우가 발생할 수 있다.



<그림 1> 사용자 이동패턴



<그림 2> 사용자 이동 패턴을 이용한 대역폭 예약

사용자가 한 곳에서 오래 머물러 있을 경우 미리 다음 이동셀로 대역폭을 예약하면 대역폭을 낭비하는 경우가 발생하게 된다.

둘째, 사용자의 이동 패턴이 변화되는 경우 많은 대역폭 낭비가 예상된다. <그림 1>에서와 같이 사용자가 A → B → C → D → E → F 의 이동패턴에서 A → B → C → G → H → I → J → F 로 바뀌는 변화과정에서 기존의 알고리즘은 이전패턴에 기반한 예약을 한다. 그럴 경우 부정확한 예측이 많이 발생하여 QoS의 저하와 대역폭의 낭비를 초래하게 된다.

3. 지능형 대역폭 예약 알고리즘

기존의 대역폭을 예약 시스템중 사용자의 패턴을 인식하는 시스템에는 사용자의 전체적인 패턴만을 인식하고 있어서 보다 정확한 사용자 패턴을 인식하는데 한계를 가지고 있다. 기존의 사용자 패턴에 기반한 시스템은 사용

자의 패턴을 인식할 때 그 사용자의 전체적인 패턴 즉 클라이언트가 현재의 셀에 있을 때 다음 셀들로 이동할 확률을 기록하여 그 확률중에 가장 높게 나온 셀에 미리 예약을 하는 것이었다.

본 논문에서는 사용자 이동 패턴을 이용한 대역폭 예약 알고리즘의 문제점들을 보완하기 위해서 최근 사용자 패턴과 이동시간, 사용 서비스 종류를 적용하여 사용자 이동 패턴을 보다 더 정확하게 예측하고자 한다.

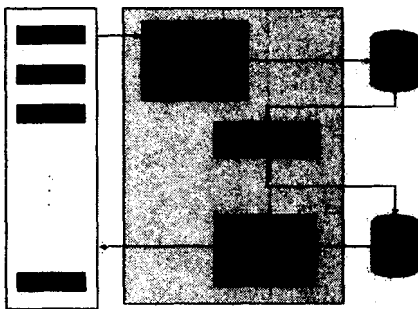
그중 첫 번째로 최근 사용자 이동 패턴을 적용하여 대역폭을 예약하는 것이다. 최근의 사용자 패턴에 더 많은 가중치를 두어 보다 더 정확한 사용자 패턴을 예측하고자 하는 것이다. 예전의 사용자 패턴보다는 최근의 사용자 패턴에 가중치를 줌으로써 그 사용자의 정확한 이동 패턴을 인식할 수 있게 되는 것이고 그로 인해 대역폭을 보다 더 정확하게 예약할 수 있고 더욱더 효율적으로 대역폭을 사용할 수 있는 것이다.

두 번째 이동시간을 파악하여 적용하는 것이다. 사용자가 이동하는 시간을 파악하지 않고 어느 특정 셀에 도착했을 때 다음 이동할 셀로 미리 대역폭을 예약할 경우 그 사용자가 한 셀에 오랫동안 머물러 있는 경우 그 사용자가 다음에 정확하게 그 셀로 이동할 지라도 이동하기 전까지는 대역폭을 낭비하게 되는 것이다. 사용자가 한곳에 오래 머물러 있는 경우는 현재 셀에서 미리 다음 셀로 대역폭을 예약하지 말고 그 사용자가 현재 셀에 어느 정도 머물고 있는지의 시간을 분석하여 그 분석된 시간 동안은 다음 셀에 대한 대역폭 예약을 제한하여 대역폭을 낭비하지 않게 하는 것이다.

세 번째 사용자가 사용하는 서비스 종류에 따른 대역폭 할당이다. 사용자들은 각각 다른 종류의 서비스를 하게 된다. 전자상거래를 하는 사용자, 음악을 듣는 사용자, 영화를 보는 사용자, 단순히 문자 메시지를 보내는 사용자 등등 가지각색이다. 이런 각각 다른 서비스를 사용하는 사용자들에게 다 같은 대역폭을 할당하는 것은 효율적인 대역폭 사용이 되지 못한다.

이와 같이 각각 다른 서비스를 받고 있는 사용자들에게는 각각 사용자마다 다른 대역폭을 할당하는 것이 보다 더 효율적인 대역폭을 사용하는 것이 되는 것이다.

3.1. 지능형 대역폭 예약 시스템



<그림 3> 대역폭 예약시스템 구조

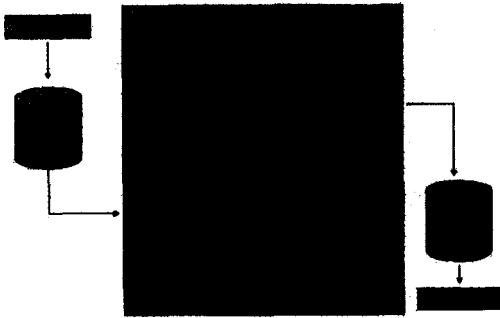
<그림 3>에서의 같이 각각의 클라이언트는 베이스 스테이션에 접속을 하게 되고 베이스 스테이션에서는 각각의 클라이언트 정보를 수집하고 계속적으로 보관하게 된다. 클라이언트의 정보들은 DB에 로그형식으로 저장된 후 사용자 패턴인식 시스템에 의해서 사용자의

로그가 분석된다. 사용자 패턴인식에서는 각각의 사용자 패턴의 정보를 분석하여 그 사용자의 패턴을 예측하게 된다. 사용자의 패턴을 파악하는 데는 여러 가지 요소가 필요하지만 여기서는 클라이언트가 이동되어지는 시간과 전체적인 이동패턴과 최근 이동 패턴을 인식한 후 통계를 내어서 사용자의 이동패턴을 예측하게 된다. 사용자의 이동패턴을 예측하는 패턴인식시스템에서는 오랜 기간의 데이터를 기반으로 클라이언트의 로그를 분석하는 것이 가장 정확한 경우이나 이는 너무 많은 오버헤드를 초래하게 된다. 그러므로 어느 일정 기간만의 로그를 저장하고 분석하게 된다. 로그를 분석하여 클라이언트의 이동패턴을 파악한 자료는 다시 다른 DB에 저장하게 된다. 그 DB는 사용자의 정보를 분석하여 최적화시킨 자료만을 DB에 저장하게 된다. 그 DB에 저장된 정보를 기반으로 하여 다음 이동하는 곳을 미리 예측하여 대역폭을 예약한다. 본 논문에서 제안하는 적응적 대역폭 예약 시스템에서는 분석된 로그가 저장된 DB의 자료를 바탕으로 다음 이동 지역에 미리 대역폭을 예약하게 된다.

3.2. 사용자 패턴인식 분석 시스템

정확한 사용자의 패턴을 분석하기 위해 각 사용자의 프로파일을 작성하는 방법이 중요한 문제가 된다. 각 사용자의 패턴은 각 BS에서 로그형태로 저장하게 된다. 각 사용자의 모든 패턴을 저장하게 되면 많은 부하가 생기는 문제가 발생하므로 꼭 필요한 정보만을 저장하게 된다. 각 사용자의 필요한 정보는 이동 패턴정보와 이동한 회수, 시간정보, 가장 최근에 이동한 패턴 등이다. 현재셀에서는 다음 셀로

이동하게 될 것을 미리 예측하여야 하는데 그것 역시 사용자 패턴정보를 가지고 한다. 현재 셀의 BS은 이전셀의 정보만을 가지고 있는 것이 아니라 다음 이동할 셀의 정보도 같이 가지고 있게 된다. 이동패턴의 사용자 정보를 가지고 그 사용자가 다음 이동하게 될 셀을 정확하게 예측을 할 수 있게 된다.

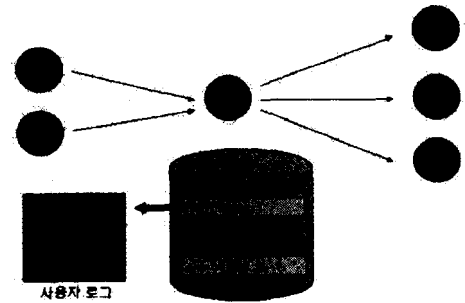


<그림 4> 사용자 패턴인식 시스템

각 사용자의 로그는 계속해서 축적 되는 것이 아니라 어느 특정 시점을 정하여 그 기간동안에만 로그를 남기게 되고 그 기간이 지나면 이전의 로그는 삭제하게 된다. 오래된 로그를 남겨둠으로써 사용자 패턴 로그를 분석함으로써 많은 부하가 발생할 수 있으며, 또한 오래된 로그일수록 지금 현재의 로그보다는 정확하지 못하므로 전체적인 패턴분석의 정확성에 장애 요인이 된다. 사용자 패턴분석은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 이전셀에서 이동할 때의 사용자 패턴과 다음셀로 이동하게 될 사용자 패턴으로 나누어진다. 각 셀에서는 이전셀에서 이동한 패턴을 기반으로 다음으로 이동할 셀을 예측하게 된다

3.2.1 이전 셀에서 이동한 사용자 패턴 분석 예

이전 셀에서 이동한 사용자 패턴을 분석하는데는 이전의 셀에 대해서 각각의 정보를 가지고 있어야 한다. 사용자가 각각의 이전 셀에서 이동한 패턴을 가지고 있어야 한다. 예를 들어 이전 셀에서 현재 셀로 이동한 셀이 3가지 경우가 있다면 그 3가지 경우 모두다 패턴 정보를 가지고 있어야 한다. 이동통신에서 현재 셀에 인접되어 있는 셀은 6개다. 현재 셀로 이동할 셀이 6개라는 것은 이전 어느셀에서 현재의 셀로 이동되었다는 각각의 패턴정보가 있어야 한다. 그렇지 않고 이전 셀이 어떠한 셀 이었는지를 인식하지 않으면 다음 이동할 셀을 정확하게 예측할 수 없게 된다.



<그림 5> 사용자 이동패턴 정보 저장

예를 들면, 현재의 셀(C)로 이동된 이전의 셀들이 2개(A,B)가 있고 현재셀에서 다음으로 이동될 셀(D,E)가 있다고 가정을 해보면, 현재 C셀로 이동되어지는 셀은 A,B가 있다. 즉 A를 경유해서 C셀로 이동할 수 있는 이동확률이 있고, B셀을 경유해서 C셀로 이동되어질 이동확률이 각각 있다. 그리고 A의 경우 C셀

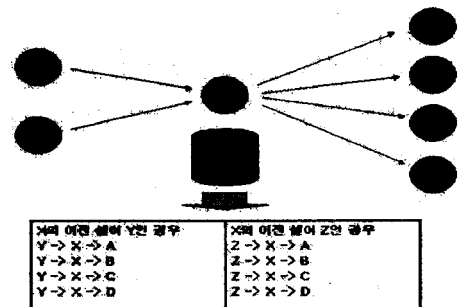
로 이동한 사용자일 경우 다음 셀인 D셀로 이동할 확률이 20%이고 E셀로 이동할 확률이 80%라면 A셀을 통해 C셀로 이동한 사용자는 C셀에 왔을 때 E셀에 미리 대역폭을 예약해야 하고 다른 경우 B셀을 통해 C셀로 이동한 후 C셀에서 다음 이동할 셀인 D셀로 이동할 확률이 70%이고 E셀로 이동할 확률은 30%라면 이전 셀에서 이동한 패턴정보를 무시할 경우라면 무조건 C셀에서는 E셀로 이동하게 될 것이고 그렇게 되면 B셀을 통해 이동했을 경우에는 정확하게 대역폭을 예약할 수 있지만 A셀을 경유했을 경우에는 정확하지 않게 대역폭을 예약하게 된다. 그러므로 이전 이동된 셀의 정보도 다음 이동할 셀의 정보만큼 중요하다. 이전의 이동패턴을 바탕으로 다음 이동할 셀을 보다 더 정확하게 예측할 수 있는 것이다.

3.2.2 사용자 이동시간 패턴 분석 예

사용자의 패턴 중 한 셀에서 다른 셀로 이동할 때의 이동시간을 파악하는 것은 모바일 환경의 부족한 네트워크 자원인 대역폭을 보다 더 효과적으로 사용하기 위한 대안이라고 볼 수 있다. 모바일 환경에서 부족한 대역폭을 보다 더 효과적으로 사용하기 위해서 사용자별 이동패턴 중에서 시간정보를 파악하여 아무 때나 무조건 예약하는 것을 방지하여 대역폭 낭비를 막고자 한다. 현재 한 셀에서 다른 셀로 이동할 때 대역폭을 예약한다고 가정을 하면 현재의 시스템들은 대역폭을 예약할 때 한 셀에 왔을 때 무조건 다음 이동할 셀로 대역폭을 예약한다. 이러한 시스템의 문제점은 대역폭의 낭비를 초래할 수 있다는 것이다.

이동통신에서의 이렇게 대역폭을 낭비하는 것은 큰 문제점으로 지적되고 있다. 한 사용자

만 그렇다면 크게 문제가 되지 않겠지만 각 BS마다 많은 사용자가 그렇게 대역폭을 예약하여 대역폭을 낭비한다면 전체적인 서비스의 질이 저하될 것이며 그로 인해 다른 사용자들도 질 나쁜 서비스를 받게 될 것이다. 이러한 대역폭 낭비를 방지하기 위해서 사용자별 이동시간을 파악하여 그 이동 시간별로 대역폭을 예약하는 것이다. 사용자별로 이동시간패턴을 파악할 때 시간별 단위는 1시간 단위로 체크하여 이동패턴을 파악하는 것이다. 시간대로 모두 체크하는 것이 아니고 대체로 서비스를 많이 사용하는 시간인 아침부터 저녁시간 때의 시간만을 파악하여 그 시간대만 이 시간패턴을 적용하여 대역폭을 예약하는 것이다. 그렇지 않고 모든 시간대를 다 파악하면 보다 더 정확하게 사용자 패턴을 인식할 수는 있지만 그렇게 하면 오히려 오버헤드가 발생하게 되어 전체적인 시스템에 성능을 저하시키는 요인이 될 수 있다. 대체적으로 많이 사용되어지는 시간대만을 적용시키게 되면 시스템에 많은 오버헤드를 발생하지 않고 대역폭을 보다 더 효과적으로 사용할 수 있을 것이다.



<그림 6> 사용자 이동시간 저장
 □ Y -> X -> (A, B, C, D)일 경우

<표 1> 사용자 이동시간 패턴 1

사용자 시간	1	2	3	...	N
07:00 - 08:00	A:120 C:110	A:130 B:80 C:20	A:30 B:80 C:110	...	
08:00 - 09:00		B:20 D:10		...	B:10 C:10 D:50
.
20:00- 21:00	B:90 C:10		A:30 C:10 D:80	...	
21:00- 22:00		A:180 D:20		...	A:120 B:90 D:20

□ Z → X → (A, B, C, D)일 경우

예를 들면, 현재 셀이 X이었을 경우 X셀은 Y셀 또는 Z셀에서 이동되어진 것이고 X셀은 A, B, C, D셀로 이동할 확률이 있을 수 있다. 이런 경우 현재 셀 X에서는 사용자의 이동시간패턴을 시간대별로 파악하여 분석하게 되고 그 분석된 자료를 바탕으로 시간대별로 사용자의 이동패턴을 파악하여 다음 이동할 셀로 대역폭을 예약하게 되는 것이다.

<표 1> <표 2>에서 보는바와 같이 Y → X → (A, B, C, D)로 이동하는 것과 Z → X → (A, B, C, D)로 이동하는 패턴이 있을 수 있다. 이런 경우 각 사용자별로 각각의 패턴을 시간대별로 파악하게 된다. 위에서 1번 사용자의 경우 08:00-09:00와 21:00-22:00에는 사용자의 이동패턴이 전혀 없다. 이것은 곧 1번 사용자는 이 시간대에는 이동을 하지 않고 현재 셀에 머물고 있다는 것을 알 수 있다.

<표 2> 사용자 이동시간 패턴 2

사용자 시간	1	2	3	...	N
07:00 - 08:00	A:5 B:40 C:10	A:130 B:80 C:20	A:30 B:80 C:110	...	
08:00 - 09:00		B:20 D:10		...	B:10 C:10 D:50
.
20:00 - 21:00	B:90 C:10		A:30 C:10 D:80	...	
21:00 - 22:00		A:180 D:20		...	A:120 B:90 D:20

이런 경우 사용자가 현재 셀에 오래 머물러 있을 경우에는 현재 셀에 왔다고 해서 무조건 다음 이동할 셀로 대역폭을 할당하게 되면 대역폭의 낭비를 초래하게 된다. 이런 경우에는 사용자가 이동하지 않는 시간에는 미리 대역폭을 예약하지 않고 기다리고 있다가 그 다음 시간에 이동하게 될 몇 분 전에 대역폭을 예약하여 대역폭 낭비를 줄일 수 있다.

3.3 사용자 이동패턴 인식 알고리즘

사용자 이동패턴 인식은 그 사용자의 패턴에 의해 미리 대역폭을 예약하는 것이다. 사용자의 패턴을 파악하는 방법에는 여러 가지가 있으나 본 논문에서는 사용자의 이동 패턴을 인식할 때 그 사용자의 총 이동패턴과 함께 최근 사용자 패턴을 따로 분석하여 그 가중치

를 다르게 두고자 한다. 사용자의 총 이동패턴 보다는 사용자의 최근이동 패턴이 그 사용자가 이동할 확률이 더 크므로 최근 사용자 패턴에 가중치를 더 주는 것이다. 다른 하나는 사용자가 특정 이동시간에 따라 계속 이동하는 경우와 오래 머물러 있는 경우가 있는데 셀 체류 시간을 적용하여 차등적으로 예약 패턴을 생성한다.

<표 3> 패턴 인식 알고리즘

```

if (Client(i) = location(B))
  while(Next(i))
    move_probability=Next(i)*총이동/100*Total_weight +
      Next(i)*최근이동/100*Latest_weight)
  // move_probability : 다음으로 이동할 셀의 확률 계산
  // Total_weight : 전체 사용자 이동 패턴
  // Latest_weight : 최근 사용자 이동 패턴
  if (time >= move_time) {
    if(Client(i).move_probability > critical_point)
      // critical_point : 이동 확률 임계치 값
      bandwidth_reservation = Client(i)
    else
      return 0
  }
  else (time < critical_point)
    while(time<critical_point)
      wait
    end if
  end if
end if

```

<표 3>에서와 같이 move_probability 즉 사용자 패턴을 파악한 후 그 사용자가 다음 셀로 이동 할 확률이 임계치 값 이상이 나오면 그 셀에는 대역폭을 예약한다. 다음 셀로 이동할 확률이 임계치 값을 넘는 경우가 두 가지 이상이 되면 해당되는 모든 곳에 대역폭을 예약한다. move_probability을 구할 때 총 이동패턴에는 Total_weight의 가중치를

두고 최근 이동패턴에 Latest_weight의 가중치를 줌으로써 최근의 사용자 패턴에 더 많은 가중치를 두었다.

다음 셀에 예약을 하고자 할 때 다음 이동할 셀의 정보를 알고 있어야 한다. 즉 다음 셀의 가용 대역폭(next(i).bandwidth_available)이 있는지를 확인을 해서 만약에 대역폭 사용이 가능하지 않다면 대기하고 있는 것이다. 대기하고 있다가 다음 이동 할 셀에 대역폭이 가용하면 그 때 대역폭을 예약하게 되는 것이다.

<표 4> 예약할 셀의 대역폭 사용가능 유무에 따른 예약

```

if (Client(i) = location(B))
  while(Next(i))
    if(next(i).bandwidth_available = false)
      wait(Client(i))
      timer(wait)
      if timer(wait) >= temp_time
        cancel
        exit sub
      else
        bandwidth_reservation()
      end if
    end if
  end if
end if

```

그리고 만약에 대기시간이 임의로 정한 시간을 초과할 경우에는 더 이상 대역폭 예약을 대기하는 것이 아니고 대역폭 예약을 포기하는 것이다. 즉 만약에 사용자가 이동한다면 한 셀에 머물러 있는 시간은 정해져 있다. 그러므로 계속해서 대역폭을 예약하기 위해서 대기하고 있다는 것은 대역폭 예약에 효과적이지 못하다. 그러므로 다음 셀에 대역폭 예약을 할 때는 다음 이동할 셀의 대역폭이 가용 유무를

확인하고 가용하면 대역폭을 예약하고 그렇지 않은 경우에는 임의의 시간동안 기다리고 있다가 그 시간이 지나면 대역폭 예약을 포기하는 것이다.

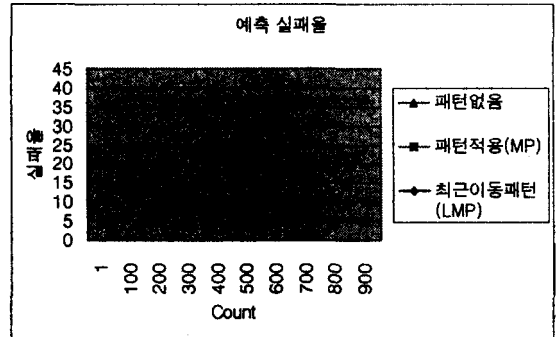
4. 시뮬레이션 성능 평가/비교

본 논문의 성능 평가는 아래와 같은 시뮬레이션 방법을 통해서 성능을 평가하였다. 성능 평가는 예측 실패율, 셀 예약 대기시간, 사용자 이동패턴, 평균 채널 변화에 따른 예약 대기시간 등의 인자들을 이용하여 성능을 평가하였고, 성능 비교는 다른 예측 알고리즘들, 즉 1)패턴이 없는 경우, 2)단순히 이동패턴을 적용한 경우(이하 MP), 그리고 본 논문에서 제안한 3)최근 이동패턴과 시간을 적용한 경우(이하 LMP)를 비교 분석하였다.

4.1 다음 이동할 셀 예측 실패율

한 셀에서 다음 셀로 이동할 때 대역폭을 예약하기 위해서 다음 이동셀을 예측하게 되는데 예측할 때 100% 성공하지 못하고 예측을 실패하는 경우가 있는데 그 예측실패율을 각각 비교/분석하였다.

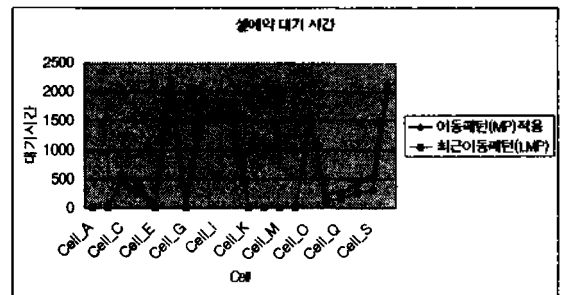
예측 실패율을 비교해 본 결과 패턴 없이 아무 곳이나 예약하는 경우는 예측 실패율이 상당히 높았고 단순히 사용자 패턴을 인식할 경우에는 패턴이 없을 경우보다는 크게 예측 실패율이 낮아짐을 알 수 있었다. 그리고 단순 사용자 패턴을 적용하는 경우보다는 최근 사용자 패턴에 더 가중치를 두어서 다음 이동 셀을 예측함으로써 예측 실패율을 낮아지는 것을 알 수 있다.



<그림 7> (패턴 없음, MP, LMP) 예측 실패율 비교

4.2 셀 예약 대기시간

셀 예약 대기시간은 현재셀에서 다음셀로 이동하기 전에 미리 다음 이동할 셀을 예측한 후 다음 이동할 셀로 대역폭을 예약 하는 경우인데, 다음 이동할 셀에 대역폭이 남아 있을 경우에는 대기시간이 필요 없겠지만 만약에 다음 이동할 셀에 사용할 대역폭이 없다면 클라이언트는 다음 이동할 셀에 사용 가능한 대역폭이 있을 때까지 다음 셀에서 대기하고 있다가 다음 이동할 셀의 대역폭이 사용가능 할 때 예약을 하게 된다.



<그림 8> 셀 예약 대기시간 비교

<그림 8>에서 보는 바와 같이 다음셀로 이동하기 전에 다음 이동할 셀을 예측한 후 예약을 하게 되는데 예약을 할 때는 다음 이동할 셀의 대역폭을 알아야 한다. 본 논문에서 제시한 파라미터를 적용한 경우의 예약 대기시간이 단순히 패턴만을 적용한 경우보다는 예약 대기시간이 조금은 줄어드는 것을 알 수 있다. 이것은 각 셀마다의 특성이 다 틀리게 때문에 정확하게 좋은 결과라고 말하는 것은 어려우나 전체적인 예약 대기시간은 본 논문에서 제시한 파라미터를 적용한 경우 예약 대기시간이 줄어들었음을 알 수 있다.

5. 결론 및 향후 발전과제

논문에서 제시한 대역폭 예약은 사용자 패턴의 정확성을 더 높이기 위해서 기존의 사용

자 패턴 시스템에 두 가지의 새로운 파라미터를 더 첨가하여 보다 더 정확한 사용자 패턴을 인식하고자 하였다. 두 가지 파라미터는 사용자의 패턴 중 최근의 사용자 이동 패턴에 더욱 가중치를 둬으로써 보다 더 정확하게 다음 이동할 셀을 예측하였고, 다른 하나는 사용자가 이동되어지는 시간을 기록하여, 그 사용자가 이동하고자 하는 시간을 미리 예측하여 이동하기 전에 예약을 함으로써 대역폭의 사용을 최대한 효과적으로 사용하여 대역폭 낭비를 줄여 m-Commerce를 원활하게 할 수 있게 하였다.

향후 연구과제는 본 논문에서는 사용자의 이동패턴을 보다 더 정확하게 파악하기 위해서 사용자 로그를 분석하는데 소요되는 오버헤드를 줄이는 방안에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] 최창호, 김성조 "이동 컴퓨팅 환경에서 멀티미디어 서비스의 효율적 지원을 위한 대역폭 예약 및 호 수락 제어 메커니즘", 중앙대학교 제69회 박사학위 논문, 2001
- [2] S.Lu, K. W. Lee, and V. Bharghavan, "Adaptive Service in Mobile Computing Environments," In Proc. IWQoS'97, 1997
- [3] V. Bharghavan and J. Mysore, "Profile-Based Next-Cell Prediction in Indoor Wireless LANs," IEEE Singapore International Conference on Networking, 1997.
- [4] A. K. Talukdar, B. R. Badrinath, and A. Acharya, "MRSVP: A Resource Reservation Protocol for an integrated Services Network with Mobile Hosts," Dept. of Computer Science Technical Report, DCS-TR-337, Rutgers University, USA. July, 1997
- [5] S.Lu and V.Bharghavan, "Adaptive Resource Management Algorithms for Indoor Mobile Computing Environments," In Proc. ACM SIGCOMM'96, August 1996
- [6] Yi-Bing Lin, A. Noerpel, and D. Harasty, "A Non-Blocking Channel Assignment Strategy for Hand-Offs," IEEE ICUPC'94, 1994.
- [7] Carlos Oliveira, Jaime Bae Kim, " An Adaptive Bandwidth reservation scheme for high-speed multimedia wireless networks", IEEE, 1998

저자소개

박춘식(e-mail : winpcs@archi.cse.cau.ac.kr)

2000년 세종대학교 전산과학 학사

2002년 중앙대학교 공과대학 컴퓨터공학과 석사

현재 (주)유펜 연구원

관심 분야 : mobile commerce, WAP, 무선통신

한상용(e-mail : hansy@cau.ac.kr)

1975년 서울대학교 공과대학 학사

1984년 Minnesota 공과대학 박사

1984.06~95.02 미국 IBM (Poughkeepsie and Waston Research) 책임 연구원

1989.09~90.06 Visiting Scholar, U.C. Berkeley

1996.01~96.08 Visiting scholar, 미국 AMD(Advanced Micro Device)

1995년~현재 중앙대학교 컴퓨터공학과 교수

관심 분야: EC(Electronic Commerce), Internet Application, Design Automation