

지리적 정보를 사용한 셀룰러 네트워크 대역폭 예약 정책

준희원 유재봉*, 정희원 박찬영*, 박준석**

Bandwidth Reservation Policy for Cellular Networks Using Geographical Information

Jae-bong Yu* Associate Member, Chan Young Park* Regular Member,
Joon-seok Park** Regular Member

요약

일반적으로 무선 네트워크는 일정한 크기의 셀 단위로 구성된다. 통신 중인 단말은 이러한 셀 사이를 이동하게 되고, 셀과 셀 사이를 이동하는 것을 핸드오프라고 한다. 최근의 셀 크기는 보다 많은 사용자를 수용하기 위해 피코 셀 단위로까지 작아지고 있다. 이렇게 셀 단위가 작아지면, 더욱 빈번한 핸드오프가 일어나게 된다. 한편, 증가 추세에 있는 멀티미디어 서비스에 대한 만족도를 높이기 위해 QoS를 보장하는 것이 중요하다. 본 논문에서는 빈번한 핸드오프로 인한 연결 실패율을 줄이고자 지리적 정보를 토대로 이동성을 예측하고, 그 예측 결과를 사용하여 이동 단말의 속도에 따라 대역폭 예약을 다르게 하는 방식을 제안한다. 이 방식은 이동 단말의 속도와, 셀 내의 도로 사정, 도로 사정에 따른 다음 셀 이동 확률 등을 이용하여 대역의 예약범위와 예약 대역폭량을 결정한다. 이러한 방법으로 좀 더 확실한 이동성 예측과 예약 대역폭 미사용에 따른 대역폭 낭비를 줄이는 효과가 나타날 것이다.

Key Words : Qos, Bandwidth Reservation, Geographical Information, Implementation of a Simulator

ABSTRACT

Generally, a geographical area consists of many regions called cells in wireless networks. Each mobile host(MH) in a cell communicates with a base station(BS) located in the center of the cell. The BSs are connected to each other by a static wired network. Since users are expected to move around during communication sessions, one of the most important QoS factors is related to the handoff. But, the handoff could fail due to unavailability of sufficient bandwidth in the next cell. As the individual cell size gradually shrinks to accommodate increasing the number of MHs, the probability of successful handoffs can be dropped. In this paper, we suppose a bandwidth reservation method to guarantee MHs against connection failure in case of frequent handoffs. This method predicts the mobility based on the geographical information and assigns the bandwidth reservation in proportion to the speed of MHs' motion. As a result, we can expect more exact moving path of MH and to reduce the waste of bandwidth.

I. 서론

무선 네트워크는 매우 빠르게 급변하는 모바일과

무선기기들의 시장으로 구성되어 있다. 이 네트워크에는 음성 서비스가 주로 사용되었으나, 오늘날 무선 네트워크 시스템들에서는 MMS(Multimedia Message

※ 본 연구는 한림대학교 교비연구비 지원에 의하여 수행되었습니다.

* 한림대학교 컴퓨터공학과 고속통신연구실 (cypark@hallym.ac.kr)

** (주) 인피니트 테크놀로지 (joon@hallym.ac.kr)

논문번호 : KICS2005-11-473, 접수일자 : 2005년 11월 22일, 최종논문접수일자 : 2006년 10월 12일

Service), MBS(Mobile Broadcasting Service), VOD (Video On Demand), 화상전화 등을 위한 멀티미디어 중심의 데이터 트래픽들이 계속적으로 증가하고, 무선기기들에게 보다 자유로운 이동성과 보다 좋은 QoS(Quality of Service)를 제공하기 위한 시스템으로 변모하고 있다^[1].

멀티미디어 서비스 사용자들은 사용하는 애플리케이션에 따라서 서로 다른 대역폭을 요구한다^[2]. 대역폭은 무선 네트워크에서 한정된 자원이기 때문에 그 자원을 서로 경쟁하는 연결들 사이에 효율적으로 할당할 필요가 있다. 무선 네트워크는 사용자에게 자유로운 이동성을 제공함으로써 공간의 제약으로부터 자유롭게 했지만, 이 사용자들은 여전히 그 시스템으로부터 좋은 QoS를 제공받기를 원하고 있다^[3].

무선 네트워크의 구조는 BS(Base Station)로 구성되어 있으며, BS들 사이는 유선 네트워크에 의해 연결된다. 사용자는 자신이 속해 있는 셀(cell)이라고 정의된 범위 안에 있는 기지국을 통하여 다른 사용자들과 데이터를 송·수신한다^[4]. 사용자가 속한 셀에서 지리적으로 인접한 다른 셀로 이동하는 핸드오프를 통해 연결을 지속하게 된다. 모바일 호스트(MH)가 현재 서비스를 제공 받고 있는 셀에서 이웃 셀로 이동하면, 새로운 서비스를 요청하게 되고 요청을 받은 셀에 충분한 대역폭이 있을 때는 연결이 수락되고 그렇지 않은 경우에는 연결이 끊어지게 되거나 서비스 품질이 저하된다. 물론, 신규 연결 요청에서도 연결을 위한 충분한 대역폭이 있어야만 연결이 수락되게 된다^[5]. 그러므로 사용자에게 좋은 QoS를 제공하기 위해서는 연결 실패 비율의 감소와 충분한 대역폭의 보장은 필수적이다.

한 셀 안에서 증가하는 사용자의 수를 수용하기 위해서 충분한 대역폭을 보장하는 방법 중 대역폭의 양이 제한되어 있는 무선 네트워크의 각 셀의 크기를 줄여 한 기지국이 담당하는 사용자의 수를 줄이는 방법이 있다^[6]. 즉, 한 셀이 담당하는 수용 인원을 조절함으로써 각 사용자에게 보다 많은 대역폭을 할당하는 방법이다. 이렇게 하면 사용자에게 더 많은 대역폭이 보장되지만, 작아진 셀의 크기로 인해 빈번한 핸드오프가 일어나게 된다. 이는 MH의 이동 패턴을 예측하기 힘든 무선 환경에서 충분한 대역폭을 지속적으로 보장하는 것을 더욱 힘들게 한다^[3]. 즉, 핸드오프가 빈번할수록 연결 실패 비율이 증가하여, 사용자는 지속된 연결을 보장받지 못하게 될 확률이 더 커지게 된다. 이는 사용자에게

보장해야 할 품질의 저하로 연결된다.

이러한 문제의 궁극적인 해결 방안은 사용자의 이동패턴을 예측하여 연결 실패 확률을 최소로 줄이고, 충분한 대역폭을 지속적으로 확보하여 핸드오프를 신속하게 처리하는 것이다. 하지만, 무선 네트워크에서의 자유로운 이동성으로 인해 진로를 예측하기 힘든 MH에게 필요한 대역폭을 지속적으로 보장해 주기는 어려운 일이다. 이러한 어려움 때문에 기존 연구들은 무선 자원의 효율적 이용보다는 QoS 보장만을 고려해서 MH가 필요로 하는 대역폭을 인접 셀들에 예약하는 방식을 채택하였다. 이 중 완전 예약 방식은 현재 이용되고 있는 셀을 둘러싼 이웃 셀들의 대역폭을 MH가 필요로 하는 만큼 예약하는 것이다. 하지만 이렇게 대역폭을 예약하게 되면 이웃한 셀들의 대역폭 미사용에 따른 낭비가 많이 지게 된다. 따라서 대역폭을 예약하는 기법은 대역폭을 예약할 셀과 대역폭 양을 얼마만큼 예약할 것인지를 선택하는 것이 매우 중요하다.

본 논문은 이와 같은 문제점에 대한 성능의 향상을 목적으로 도로의 위치를 바탕으로 한 지리적 정보를 이용하여 이동 가능성을 기반으로 MH의 이동 방향으로 예측된 셀들의 대역폭을 예약함으로써 예약된 대역폭 미사용에 따른 낭비를 줄이면서 QoS를 보장하는 방법을 제안한다. 또한 제안한 방법의 성능을 평가하기 위해서 시뮬레이터를 구현하였다.

II. 관련 연구

이동 컴퓨팅 시스템은 기본적으로 셀을 기반으로 하고, 사용자는 셀과 셀 사이를 이동하면서 서비스를 제공받게 된다. 각 셀에서 제공할 수 있는 대역폭은 제한되어 있으며, 각 사용자에게 보다 큰 대역폭을 제공하기 위해서는 기지국이 담당하는 MH의 수가 적어야 한다. 따라서 최근에 제안된 시스템의 셀 반경은 점점 축소되고 있는 추세이며, 반경 50미터 정도인 피코 셀을 사용하기도 한다. 이렇게 셀의 크기가 작아지면, 이동하는 MH의 속도가 빠를 경우 핸드오프가 빈번해지게 된다. 그렇게 되면, 신속한 핸드오프처리가 필요하게 된다. 신속한 핸드오프 처리를 위해 가장 많이 사용되는 기법이 대역폭 예약 기법이다.

Oliveira는 완전 대역폭 예약의 단점을 해결하기 위해서 공유 풀(pool)의 개념을 사용하며, 데이터의 종류를 실시간(Class I)과 비실시간(Class II)로 구분하여 서로 다른 대역폭을 할당하는 방식을 사용한

다⁽⁷⁾. 실시간 데이터에 대해서는 셀의 사용 가능 대역의 양이 연결의 최소 필요 대역폭보다 큰 경우에만 연결이 수락된다. 또한 이 경우에 주변의 이웃한 모든 셀에 대역폭을 예약한다. 비실시간 데이터일 경우에는 대역폭 예약을 수행하지 않고, 사용 가능한 대역폭이 전혀 없는 경우가 아니면 연결을 수락한다. 이 기법은 대역폭을 예약할 때, 핸드오프 되는 MH가 요청한 대역폭의 양과 현재 연결되어 있는 실시간 호의 수를 이용한다. 이 기법의 장점은 신속한 핸드오프 처리를 할 수 있다는 것이지만, 예약된 대역폭의 부족과 예약된 대역폭 미사용에 따른 대역폭의 낭비로 인하여 다른 핸드오프 호나 신규호의 손실이 크다.

Levine의 연구⁽⁸⁾는 대역폭 요구량 예측을 기반으로 대역폭을 할당하는 기법으로, 셀을 3단계로 분할한 세도우 클러스터 구조를 기반으로 한다. 이 기법은 Active Mobile Probability를 사용하여 모바일 MH가 위치할 셀을 예측하고, 현재 사용 대역폭을 기반으로 그 셀의 기지국이 사용하게 될 대역폭의 양을 예측하여 대역폭 할당을 수행하는 것으로, 많은 정보의 처리에 따른 오버헤드가 존재하는 단점이 있다.

Cen의 연구⁽⁹⁾는 지리적 정보를 이용해서 확률적인 예측 성공률과 신경망 알고리즘을 사용한 예측 성공률을 비교하였다.

본 저자들은 Cen의 연구에서 확인한 확률적 예측 기반의 예측 결과를 기본 파라미터로 사용하여 지리적 정보를 이용한 이동 MH의 위치를 예측하고, 속도에 따라 그 예측된 범위를 결정한 후, 범위 안의 셀들에 확률적으로 대역폭을 예약하는 방법을 제안하였다⁽¹⁰⁾. 이것은 모바일 호스트에게 좋은 QoS를 제공하기 위해서 보다 정확한 이동성 예측과 적절한 대역폭 예약 정책을 사용하는 것이다. 이는 지리적인 정보를 이용하여 MH의 이동 예측 확률을 높이고, 대역폭 예약 정책에 있어서 차등화 시킴으로써 대역폭의 낭비를 줄일 수 있는 방안이다. 본 논문은 기존 연구에서 제안한 대역폭 알고리즘을 토대로 이를 검증하기 위한 시뮬레이터를 구현한다.

III. 제안 방안

이동통신에서 모바일 노드의 QoS를 제공하는데 있어서 높은 대역폭 효율성을 유지하면서 QoS를 보장하는 것은 모바일 노드가 갖는 이동 패턴의 불

확실성 때문에 어렵다. 본 논문에서는 지리적 정보를 토대로 한 동적인 모바일 패턴으로부터 예측적인 대역폭 예약을 이용함으로써 이동통신의 QoS를 향상시키는 시스템을 제안한다.

본 논문에서는 모든 셀의 크기가 같다고 가정한다. 제안 방식의 모티브는 다음과 같다. MH가 사용하는 평균시간이 3분이고, 이동속도가 10Km/h 이하일 때, 직경 1Km인 셀을 넘어 다른 셀로 이동할 확률은 적다고 할 수 있다. 반면 60Km/h의 속도의 MH가 평균 사용 시간 3분 동안 통과 하는데 걸리는 거리는 3Km이다. 따라서 이 정도 속도의 이동체에 있는 MH는 3홉 정도를 예약하는 것이 타당하다고 볼 수 있다. 또한 이 호는 자동차와 같은 이동체를 이용하는 것으로 볼 수 있으므로 예약 범위를 도로로 한정할 수도 있다. 이는 MH가 도로를 따라 이동할 확률이 훨씬 크기 때문이다.

이를 의사 코드로 표현하면 아래와 같다. 신규호가 발생할 때는 MH의 속도에 따라 대역폭의 예약 범위를 다르게 설정하여 동일한 대역폭을 해당 범위까지의 셀들에 예약한다. 여기서는 MH의 속도를 3단계로 나누어 고속의 경우 가장 많은 홉을, 중속의 경우 그 보다 적은 수의 홉을, 그리고 저속의 경우 해당 셀에서만 대역폭을 사용하는 것으로 나누었다. 물론 이를 더욱 다양한 속도로 세분화하는 것도 가능하다.

```

IF new call THEN
    IF mobile_bandwidth ≤ (bandwidth - bandwidth_
        _used - bandwidth_reserved)
        IF mobile host speed ≥ SH km/h THEN
            reservation range is NH hop
            reserve bandwidth in predictive each cell
        ELSE IF mobile host speed ≥ SL km/h
or
            mobile host speed < SH km/h THEN
            reservation range is NL hop
            reserve bandwidth in predictive each cell
        ELSE
            don't reserve bandwidth
    ELSE
        new call blocking
    ELSE IF handoff call THEN
        IF bandwidth_reserved ≥ mobile_bandwidth
            hop_count = hop_count - 1
            allocate bandwidth to the mobile
    
```

release the reserved bandwidth in the current cell

ELSE

handoff call dropping

이를 도식화하면 그림 1과 같이 나타난다.

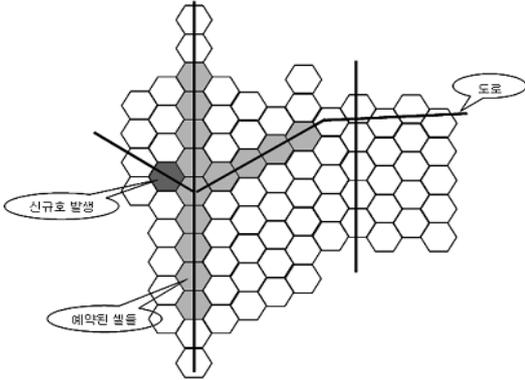


그림 1. 신규 호 수락과 대역폭 예약의 예

예약 범위를 정했으므로, 예약할 대역폭의 양을 정한다. 만약 MH가 요구하는 대역폭의 양을 모두 예약할 경우 예약된 대역폭은 다른 사용자가 사용할 수 없기 때문에 한 셀이 수용할 수 있는 사용자의 수가 줄어들게 되고, 대역폭이 예약된 셀로 핸드오프가 일어나지 않을 경우 대역폭의 낭비가 발생한다. 따라서 가능한 한 적은 수의 셀에 적당한 량의 대역폭을 예약하는 방법이 최선이나 신규 호 발생 지역에서 앞으로 갈 가능성이 있는 예측된 셀로 대역폭을 동일하게 예약한다. 이는 핸드오프 시 추가로 대역폭을 예약하는 계산을 피하여 빠른 핸드오프를 제공하기 위한 것이다.

핸드오프가 일어난 후에 핸드오프 호가 들어온 셀에서는 그 호가 예약된 대역폭의 MH인지 확인하고, 예약된 대역폭을 그 MH에 할당한다. 이전 셀에서 사용한 대역폭은 해제된다. 핸드오프의 호의 경우 이처럼 간단히 처리함으로써 신속한 핸드오프와 함께 원하는 품질의 서비스를 지속적으로 받을 수 있는 향상된 성능을 보장받는다.

한 번 예약된 자원을 사용한 후 또는 사용하지 않게 되었을 때, 그 자원을 다른 MH가 사용하도록 해제하는 것도 중요하다. 방향성을 확인할 수 있는 지리적 정보를 사용할 때의 장점 중 하나는 만약 동·서 방향으로 이동하는 MH가 교차점 지점을 지난 경우, 남·북 방향으로 대역폭을 예약한 경우에 이 대

역폭들을 해제할 수 있는 것이다. 단, 이 경우 U턴이나 P턴의 경우는 고려하지 않았으나 상세한 도로 정보가 각 셀에 고정적으로 사용될 수 있다는 점을 생각할 때 이러한 정보를 사용하는 것도 가능하다.

IV. 셀룰러 네트워크 시뮬레이터

4.1. 시뮬레이터의 구조

시뮬레이터의 구조는 아래 그림 2에서와 같이 다섯 모듈로 구성된다. Network object는 시뮬레이션의 토폴로지를 정의하며, 도로와 같은 지리적인 환경을 설정한다. 또한 시뮬레이션의 결과를 셀로부터 수집하는 역할도 한다. Base station object는 셀룰러 네트워크에서의 셀과 같은 개념이며, BS를 대신하여 모든 MH들과 통신하면서 MH가 요청한 대역폭 예약 및 해제 등 대역폭 정책에 관한 모든 셀의 정보를 관리한다.

Mobile host object는 MH의 움직임과 호에 관련된 사항들을 결정한다. 현실 세계에서 MH는 사용자가 원하는 방향으로 움직일 수 있어서 예측하기가 힘들다. 따라서 이 시뮬레이터에서는 각 MH가

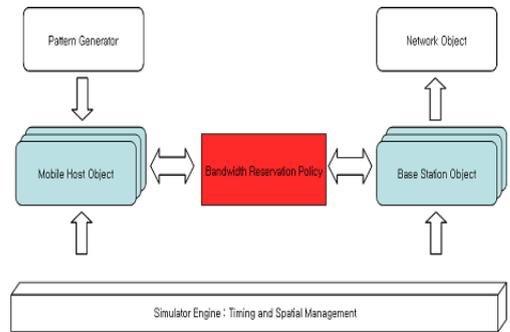


그림 2. Simulator Architecture

표 1. Mobile host object의 파라미터

파라미터	설 명
movement	MH의 행동 정의
live time	Gamma 분포
idle time	Poisson 분포
speed	Negative Exponential 분포
bandwidth	MH의 요구 대역폭
traffic type	CLASS I, II

확률적으로 다음 셀로의 이동을 결정한다. 이를 위해 MH의 이동 속도에 따라 이동 방향을 예측하는 기법을 사용한다. Mobile host object의 각 파라미터는 위 표 1과 같다. Pattern Generator Object는 MH의 파라미터 중 확률적인 분포를 갖는 파라미터를 설정한다. Bandwidth Reservation Policy는 대역폭 예약을 위해 동작하는 모듈이다.

4.2. 네트워크 토폴로지

호 수락 제어와 대역폭 예약 문제를 해결하는데 있어서, 대부분의 연구자들은 그래프 개념을 이용하여 네트워크 토폴로지를 모델링한다. 비록 이런 모델들이 현실적인 셀룰러 네트워크를 정확하게 표현하지 못하지만, 네트워크 토폴로지를 간소화함으로써 시뮬레이션을 효과적으로 운영할 수 있기 때문이다⁽¹¹⁾. 본 논문에서는 셀들을 육각형으로 모델링한다. 그림 3에 전형적인 네트워크 토폴로지를 보았다. 여기서 검은 선은 도로이다.

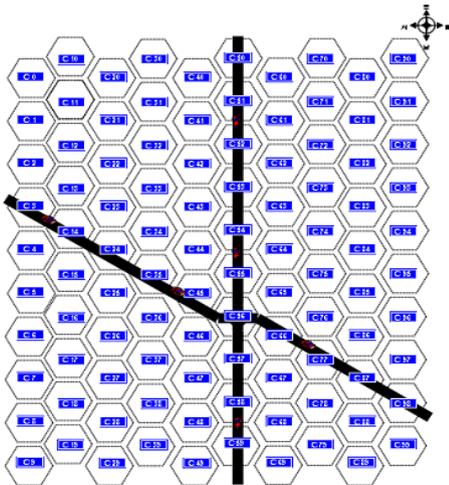


그림 3. Network topology

4.3. 시뮬레이터 인터페이스

시뮬레이션의 Main interface에는 다음의 기능들을 수행한다.

- File : 파일 입출력
- Translation : 입출력 파일 포맷 변환
- Simulation : 시뮬레이션 실행
- Statistic : 시뮬레이션의 결과 값 표시

그림 4는 Pattern generator interface이다.

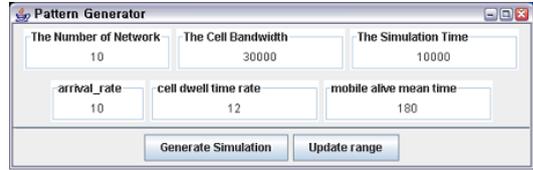


그림 4. Pattern Generator Interface

- Number of Networks : 네트워크 토폴로지
- Cell Bandwidth : 셀의 대역폭 양 결정
- Simulation time : 시뮬레이션 시간 설정
- arrival rate : 호 도착 모델 파라미터
- cell dwell time rate : 셀 거주 시간 파라미터
- mobile alive mean time : 모바일 노드의 평균 life time
- Generate Simulation : 시뮬레이션 초기화
- Update range : EditText에 입력한 파라미터 업데이트

그림 5는 시뮬레이션 과정을 보여주는 Visual interface와 진행 상태를 표시하는 Progress monitor이다.

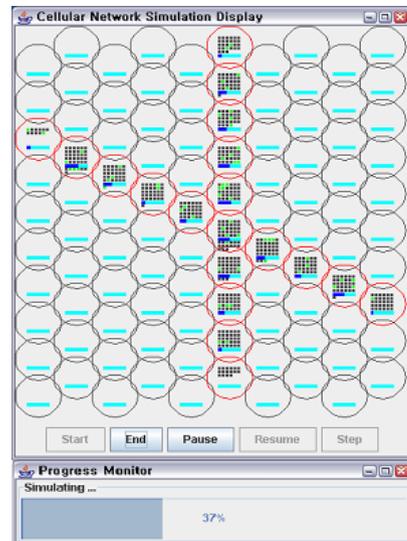


그림 5. Simulation Interface

4.4. 시뮬레이션 환경

시뮬레이션 프로그램은 JAVA 언어로 작성되어 있으며, 다음과 같은 사항을 시스템 환경으로 가정한다.

- Network Topology는 100×100개의 셀로 구성되어 있다. 도로들의 배치는 맨하탄 토폴로지^[12]를 따른다. 즉, 모든 도로들은 교차로를 포함하는 셀들을 수평·수직방향으로만 통과한다. 총 도로의 수는 32개이고, 교차로는 256개이다.
- 한 셀의 직경은 1Km인 마이크로 셀이다.
- $S_H=60$, $S_L=20$, $N_H=5$, $N_L=3$
- 셀 대역폭 = 3Mbps, MH 요구 대역 = 300Kbps
- 시뮬레이션 시간: 500 time intervals
- MH 개수 = 300,000개
- MH의 평균속도가 60Km/h의 음의 지수분포에 따라 적용되는 Call dwell time 모델
- 평균 3분의 감마분포를 갖는 Call live 모델

4.5. 시뮬레이터의 검증

시뮬레이터를 검증하기 위해서 Su가 연구한 논문^[2]의 결과와 비교한다. 이를 위해 비예약 방식을 구현한다^[9]. Normalized bandwidth request(NBR)의 변화량에 따라 신규 호 blocking과 핸드오프 호 dropping 확률값을 구하였다. NBR은 다음 식과 같이 계산된다.

$$NBR = \frac{NH \times NH_{요구대역폭}}{셀수 \times 셀대역폭} \times arrivalrate$$

그림 6에서 나타난 신규 호 blocking 확률은 현재 셀의 대역폭 부족 때문에 신규 호가 서비스를 거절당할 확률이고, 핸드오프 호 dropping 확률은 모바일 노드가 이동하려는 셀의 대역폭 부족으로 핸드오프 시도가 실패할 확률이다.

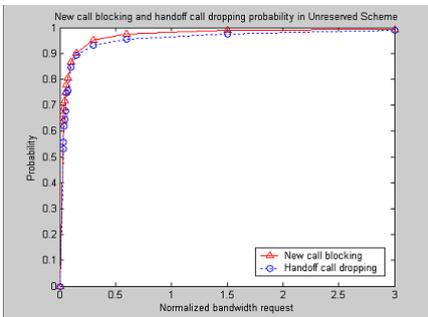


그림 6. New call blocking and handoff call dropping probability in Unreserved scheme

위의 실험 결과를 Su가 연구한 논문^[2]의 결과와 비교한다. 이 논문에서는 Offered load/cell의 변화량에 따라서 신규 호 blocking과 핸드오프 호 dropping 확률을 실험하였다. 예약을 수행하지 않는 시스템의 경우는 각 결과 그래프에서 최상단에 있는 곡선이다. 그림 6에서 NBR이 3일 때, 신규 호 blocking과 핸드오프 호 dropping 확률이 약 0.95까지 도달한 것으로 보아 본 논문에서 구현된 시뮬레이터는 다른 논문의 실험 결과와 비교했을 때, 올바르게 작동된다는 것을 확인할 수 있었다.

4.6. 시뮬레이션 결과 분석

본 장에서는 본 논문에서 제안한 대역폭 예약 정책과 완전 대역폭 예약 정책 및 비예약 방식을 비교 평가한다. 비예약 방식(Unreserved scheme)은 어떤 대역폭 예약 정책도 수행하지 않는 시스템이다. 완전 대역폭 예약 방식(Full reserved scheme)은 현재 가장 확실하게 QoS를 보장해 줄 수 있지만, 예약해놓고 쓰지 않는 대역폭으로 인한 낭비가 큰 단점이 있다. 완전 대역폭 예약 방식과 제안 방식의 공통점은 일단 MH가 신규호가 성공했을 때, 이동 시 높은 핸드오프 성공률을 보장하여 보다 좋은 QoS를 제공하는 것이다.

그림 7을 보면 제안 방식은 대역폭 예약 정책 방식임에도 불구하고 대역폭 예약을 하지 않는 비예약 방식과 거의 비슷한 신규 호 blocking 확률을 가지고 있음을 알 수 있다.

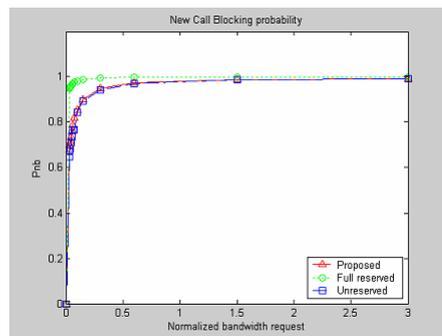


그림 7. New Call Dropping probability

그림 8은 핸드오프 호 dropping 확률이며, 비예약 방식이 완전 대역폭 예약 방식과 제안 방식보다 실패율이 높게 나타남을 알 수 있다.

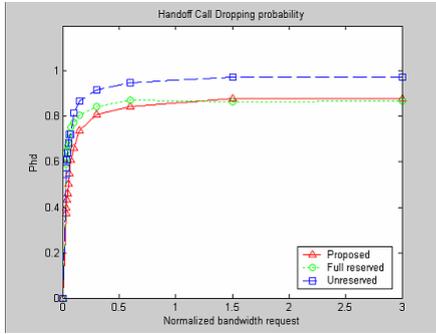


그림 8. Handoff Call Dropping probability

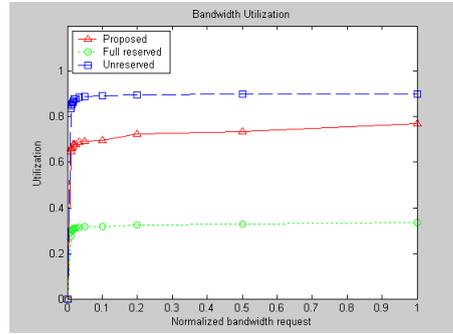


그림 10. Bandwidth Utilization

일반적으로, 셀룰러 네트워크에서 QoS를 보장하는데 사용되는 성능 메트릭들은 위의 확률들과 대역폭 이용률이다. 본 논문이 제안한 시스템의 목적은 MH가 사용되는 동안 끊임없는 QoS를 보장하는데 있다. 따라서 MH의 life time이 끝날 때까지 서비스를 받을 확률을 satisfaction이란 성능 메트릭으로 정의한다. 이 메트릭은 사용자 만족도로 사실상 가장 중요한 메트릭으로 볼 수 있다. 이를 식 (2)에 정의하였다.

그림 9는 satisfaction 즉, 신규 호 요청을 성공한 MH들 중에서 life time까지 연결 실패를 하지 않는 MH의 개수이다. 제안 방식이 다른 방식들보다 20% 정도 좋은 만족도를 나타냄을 알 수 있다.

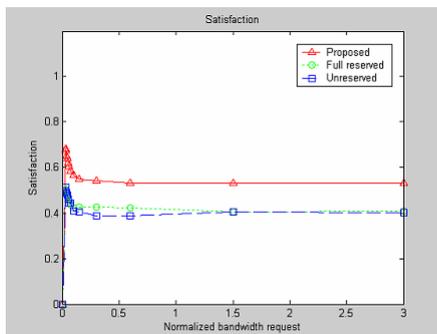


그림 9. Satisfaction

그림 10은 대역폭 이용률을 보여주며, 예약 정책 기반의 방식들이 비예약 방식보다 대역폭 이용률이 낮다. 특히, 완전 대역폭 예약 방식은 대역폭 예약을 할 때, 한 MH가 현재 위치하고 있는 셀을 중심으로 모든 이웃 셀들에 대역폭을 예약하기

때문에 대역폭 낭비가 심하다. 또한, 예약한 대역폭을 다른 MH가 사용을 못하게 하는 배타적 대역폭 예약 정책을 사용하기 때문에 대역폭을 효율적으로 사용하지 못함을 알 수 있다. 이에 반해, 제안 방식은 배타적 대역폭 예약 정책을 사용하지만, MH가 진행 방향으로 속도를 고려하여 해당 셀들에게만 대역폭을 예약하기 때문에 완전 대역폭 예약 방식보다 대역폭 이용률이 높음을 볼 수 있다.

V. 결론

본 논문에서 제시한 방법은 실제 도로와 같은 지리·지형적 정보를 토대로 이동할 경로의 수를 줄이기 때문에 모든 이웃 셀들에 모두 예약하는 것이 아니라 이동 확률이 가장 높은 도로상의 진행 방향으로만 대역폭을 예약한다. 또한, 신규 호가 발생할 때만 속도에 따라 대역폭 예약 범위를 설정하고 그 예약 범위에 있는 셀에만 대역폭을 예약하고 핸드오프 할 때는 대역폭을 예약하지 않는 시스템을 제안하여, 완전 대역폭 예약 방식과 예약하지 않은 시스템과 성능 평가를 하였다. 본 논문에서 제안한 시스템은 속도에 따라서 대역폭 예약 범위를 달리하기 때문에 대역폭 예약에 따른 낭비를 줄일 수 있으며, 다른 두 시스템보다 나은 서비스를 제공한다.

사용자가 지속적으로 높은 품질의 서비스를 제공받는데 적합한 방법으로는 사용자가 필요한 대역폭을 예약하는 것은 부정할 수 없는 사실이다. 그러나 본 논문에서 제안한 시스템은 한 MH가 대역폭을 예약을 하면 다른 MH가 사용할 수 없는 배타적인 대역폭 예약 정책을 기본으로 한다. 그래서 이 예약 방법은 예약된 대역폭으로 인해 그만큼 다른 사용

$$Satisfaction = \frac{\text{TheNumberOfMobileHostsTerminatesWithinLiveTime}}{\text{TheNumberOfMobileHostsSucceedsNewCall}} \quad (2)$$

자에게는 서비스 불만을 초래하게 된다. 이를 완화하기 위해서는 공유 풀(Shared Pool)을 사용하는 대역폭 예약 정책을 고려할 수 있다. 공유 풀의 개념을 도입하여, MH는 서비스를 유지시킬 만큼의 대역폭만 배타적으로 예약을 하고, 나머지는 공유 풀에 예약을 하여 다른 모바일 사용자에게도 대역폭을 사용하거나 예약할 수 있는 기회를 준다. 만일 MH가 예약한 셀에 도착하였을 때, 공유 풀에 예약한 것이 다른 MH에게 할당되었다 하더라도 배타적으로 예약한 대역폭은 여전히 남아 있기 때문에 서비스를 유지할 수 있고, 그렇지 않고 공유 풀에 예약한 대역폭이 남아있다면 보다 좋은 서비스를 받을 수 있게 된다.

참 고 문 헌

[1] Clint Smith, et al, *3G Wireless Networks*, McGraw-Hill, 2002

[2] William Su, "Bandwidth Allocation Strategies for wireless ATM networks using predictive reservation", *GLOBECOM*, pp. 2245-2250, 1998.

[3] Rustion Hutchens, "Bandwidth reservation strategies for obility support of wireless connections with Qos guarantee", *ACSC 2002*, Vol 4, 2002

[4] J. Daigle and N. Jain, "A queueing system with two arrival streams and reserved servers with application to cellular telephone", *INFOCOM*, pp. 2161-2167, Apr., 1992

[5] Sunho Lim, Guohong Cao, and Chita R. Das "An admission Control Scheme for QoS-Sensitive Celluar Networks", *IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC)*, pp.296-300, Mar., 2002.

[6] W.C.Y. Lee, "Smaller cells for greater performance", *IEEE Commun. Mag.*, vol. 29, pp. 19-23, Nov. 1991

[7] C. Oliveira, et al., "An Adaptive Bandwidth Reservation Scheme for High-Speed Multimedia Wireless Networks," *IEEE J. Selected Areas in Commun.*, Vol. 16, No. 6, Aug., 1998.

[8] David A. Levine, et al., "The Shadow Cluster Concept for Resource allocation and call admission in ATM-based wireless networks," *MobiCom'95*, pp. 142-150, Nov., 1995.

[9] Zhiwei Cen, et al., "Motion Prediction in Mobile Communication Systems from a Historical and Geographical Perspective", *CSE812 Group Report*, Fall 2002.

[10] Jaebong Yu, Jang Yong Lee, and Chan Young Park, "A Study on the Guarantee of QoS in the Wireless Network Using the Geographical Information", *CIC2004*, 2004

[11] Fei Yu, Victor Leung, "Mobility-Based Predictive Call Admission Control and Bandwidth Reservation in Wireless Cellular Networks," *INFOCOM*, Apr. 2001.

[12] M. Bozinovski, L. Gavrilovska, "Admission Strategy based on Average Handoff Failure-to-Attempt Ratio Estimation and Degradation Concept", *WPMC 2001*, Sep., 2001

유 재 봉 (Jae-bong Yu)

준회원



2003년 한림대학교 컴퓨터공학과 학사
 2005년 한림대학교 컴퓨터공학과 석사
 2005년~현재 한림대학교 컴퓨터공학과 박사과정
 <관심분야> 컴퓨터공학, 이동통신, Wireless QoS

박 찬 영 (Chan Young Park)

정회원



1987년 서울대학교 공과 대학 전자공학과 공학사
 1989년 한국 과학 기술원 전기 및 전자 공학과 공학석사
 1995년 한국 과학 기술원 전기 및 전자 공학과 공학박사
 1991년~1999년 삼성 전자 네트워크사업부 선임연구원

1999년~현재 한림대학교 정보통신 공학부 부교수
 <관심분야> 유무선 네트워크, QoS

박 준 석 (Joon-seok Park)

정회원



2003년 한림대학교 컴퓨터공학
과 학사

2006년 한림대학교 컴퓨터공학
과 석사

2005년~2006년 한림대학교 정
보통신공학부 조교

2006년~현재 (주)인피니트 테크

놀로지

<관심분야> 컴퓨터공학, 이동통신, Wireless QoS