

# 무선 이동 통신망에서 QoS 제공을 위한 재할당 기반의 적응적인 자원 할당 기법

준희원 홍 정 표\*, 정희원 김 화 성\*\*

## An Adaptive Resource Allocation Scheme based on Renegotiation for QoS Provisioning in Wireless Mobile Networks

Jung-pyo Hong\* Associate Member, Hwa-sung Kim\*\* Regular Member

### 요 약

무선 이동 통신에서 점점 증가하는 멀티미디어 응용에 대한 QoS(Quality-of-Service) 제공은 무엇보다 중요하다. 비록 유선망에서의 QoS는 서비스 허가 제어(admission control)나 자원 할당 기법으로 어느 정도 쉽게 제공될 수 있었지만, 무선망에서의 QoS 제공은 단말의 이동성과 자원의 한정성으로 인하여 유선망과 비교하여 더욱 복잡하다. 즉, 한정적인 자원을 효율적으로 관리하여 멀티미디어 응용에 대한 QoS를 제공하는 것이 중요하다. 본 논문에서는 무선망에서의 멀티미디어 트래픽을 위한 QoS 보장 알고리즘을 제안하였다. 제안된 알고리즘은 이동단말이 위치한 주위 셀의 자원들을 미리 예약하는 방식과 자원 재할당 기법을 혼합하여 사용하며, 새로운 호의 차단률(blocking rate), 핸드오프 호의 드랍률(dropping rate), 대역폭의 활용성(bandwidth utilization)을 향상시켜 멀티미디어 트래픽에 QoS를 제공하고 있다.

Key Words : resource allocation; renegotiation; QoS provisioning; multimedia traffic;

### ABSTRACT

In the wireless mobile networks, it is important to provide the quality-of-service (QoS) guarantees as they are increasingly expected to support the multimedia applications. Although the QoS provisioning problem arises in the wire-line networks as well, the mobility of hosts and the scarcity of bandwidth make QoS provisioning a challenging task in wireless mobile networks. The resource allocation to multimedia applications of varying QoS requirement is a complex issue. In this paper, we propose a new adaptive resource allocation scheme based on the concept of the resource reservation and the renegotiation in order to guarantee the QoS of the real-time traffic. The proposed scheme is aimed at improving the performance in terms of the new call blocking rate, the handoff dropping rate, and the bandwidth utilization.

### I. 서 론

무선 이동 통신은 상호 연동하는 실시간 멀티미디어 응용을 제공하고, 서비스를 받는 사용자에게 QoS(Quality-of-Service)를 보장하여야 한다. 유선망

의 경우 서비스 허가 제어(admission control)와 대역폭 할당 기법으로 QoS 보장이 가능하지만, 무선망에서는 단말의 이동성과 자원의 한정성으로 인하여 문제 해결이 더 복잡하고 어렵다. 무선 시스템은 보통 무선 망의 한계를 극복하고, 높은 수용성을 제

\* 광운대학교 전자통신공학과 네트워크컴퓨팅 연구실(jphong@kw.ac.kr)

\*\* 광운대학교 전자통신공학과 네트워크컴퓨팅 연구실 (hwkim@daisy.kw.ac.kr)

논문번호 : 040143-0408, 접수일자 : 2004년 4월 8일

※본 연구는 과학재단 특정기초연구 지원 사업(R01-2002-000-00179-0) 및 2004년 광운대학교 교내 연구비에 의해 수행되었습니다.

공하기 위해 마이크로-셀룰라 아키텍처를 사용한다. 하지만 마이크로 셀룰라 네트워크는 셀의 반경이 작기 때문에 급격한 핸드오프 문제를 가지고 있다. 급격한 핸드오프 문제는 네트워크 혼잡과 높은 호 드랍률(dropping rate)을 보인다. 이러한 문제에 대한 해결방안 중 하나는 호의 연결을 설정할 때 분산적인 호 서비스 허가 제어와 적응성이 있는 대역폭 할당 기법을 적용하는 것이다[1].

이전에도 채널 할당을 포함하는 QoS 문제를 해결하기 위한 연구들이 많이 이루어 졌으며, 관련된 연구 중 많은 연구가 대역폭 예약과 서비스 허가 제어를 이용하여 QoS를 제공하고자 하였다. 가장 기본적인 방법은 핸드오프가 발생했을 때 이동단말에 할당 할 만큼의 충분한 대역폭이 없을 경우, 현재 셀을 서브 셀 형식으로, 하나의 채널을 똑같은 크기로 나누어 하나는 사용하던 호에, 다른 하나는 핸드오프 호에 할당하는 방법이다[2]. 이 방법은 항상 고정 크기의 채널 대역폭을 가지므로 호의 전송률과 대역폭의 크기가 서로 비슷하지 않으면 대역폭의 낭비를 가져온다. 이 후 대역폭의 낭비를 줄이기 위해 할당하는 서브 셀의 크기를 유동적으로 변화시키는 방법들이 제안되었다[3][4]. 즉, 대역폭을 할당 받았던 호가 종료되거나 기존의 호에서 사용하던 대역폭을 일정부분 되돌려 받아서 새로운 호나 핸드오프 호에 대역폭을 재 할당하는 방법이다. 하지만, 이러한 방법은 중대한 제어 트래픽 오버헤드를 발생하는 문제점을 가지고 있다. 무선망에서는 QoS 지원을 위해 대역폭 분할뿐 아니라 대역폭 예약 방법을 사용하기도 한다. 그 중 하나는, 핸드오프 호를 위해 각 셀에 고정적인 수의 채널을 예약하는 방법이다[5][6]. 이 방법은 핸드오프 호에 대한 낮은 드랍률을 가지지만, 핸드오프 요구를 큐잉하기 때문에 지연이 발생하여 실시간 응용에는 적합하지 않다. 이 외에도 무선 네트워크에서 서로 다른 클래스의 트래픽에 대역폭을 할당하기 위해서 공유 대역폭을 사용하는 적응적인 서비스 허가 제어 기법과 멀티미디어 응용을 나타내기 위한 간단한 트래픽 모델 역시 제안되었다[7].

본 논문에서는 무선 이동 통신에서 전송되는 멀티미디어 트래픽의 QoS 보장을 위해 자원 예약과 재할당 방법을 기반으로 하는 새로운 자원 할당 기법을 제안한다. 제안된 기법은 새로운 호의 차단률(blocking rate), 핸드오프 호의 드랍률과 대역폭의 활용성(bandwidth utilization)을 향상시켜 멀티미디어

어 트래픽에 QoS를 제공하고 있다. 2장에서는 무선 이동 망에서 전송되는 멀티미디어 트래픽 모델에 대해 소개하고 대역폭 예약 기법에 대해 기술 할 것이고, 3장에서는 제안된 QoS 제공 기법에 대해 자세히 기술하였다. 4장에서는 성능분석을 위한 시뮬레이션 모델과 결과에 대해 기술하고, 마지막으로 5장에서는 본 논문의 결론을 맺는다.

## II. 무선망에서의 트래픽 모델과 대역폭 할당 기법

이 장에서는 셀룰라 네트워크에서 사용되는 트래픽 모델과 대역폭 할당 기법에 대해 알아 본다. 본 논문에서 사용하는 셀룰라 네트워크의 아키텍처는 그림 1(a)와 같으며, 각 셀에는 BS(Base Station)가 존재하며 이들은 MSC(Mobile Switching Center)와 연결되어 유선망과 통신을 하게 된다. 이 경우 무선망으로 전송되는 트래픽은 크게 두가지로 나눌 수 있다; (a) *Class I* : 실시간 트래픽, (b) *Class II* : 비 실시간 트래픽[8]. 이러한 구분은 ATM (Asynchronous Transfer Mode) 네트워크에서의 트래픽 분류와 비슷하다; *Class I* 은 GBR(Guaranteed Bit Rate) 서비스, *Class II* 는 ABR(Available Bit Rate)서비스에 해당한다. *Class I* 트래픽은 비디오나 음성처럼 지연에 매우 민감하기 때문에 사용자가 움직일 때에도 연결이 계속 유지되어야 한다. 반면, *Class II* 트래픽은 웹과 이메일(e-mail) 같이 지연에 민감하지 않기 때문에 항상 동일한 대역폭을 할당 받지 않아도 연결의 끊김 없이 서비스를 제공할 수 있다. 물론 대역폭이 줄어들면 지연이 발생하지만, 비 실시간 트래픽에서는 크게 중요하지 않다. 그렇기 때문에 *Class I* 은 *Class II* 보다 높은 우선순위를 가지며, QoS 변수로 핸드오프 드랍률과 전송속도등을 가진다. 그리고 두 클래스 모두에 중요한 QoS 변수로는 새로운 호의 연결에 영향을 미치는 호 차단률이 있다.

일반적으로 이동 단말이 움직이게 되면 핸드오프의 횟수가 늘어나며, 드랍률이 높아진다. *Class I* 의 경우 QoS 변수 중 하나인 드랍률을 감소시키기 위해 대역폭 예약 기법을 사용한다. 즉, *Class I* 호가 셀에 들어오면 주위의 모든 셀의 대역폭을 예약한다. 예를 들어 그림1과 같이 사용자가 셀 A에서 *Class I* 연결을 시작하면, 대역폭 예약 알고리즘은 셀 A에서는 *Class I* 연결을 위해 대역폭을 할당하고, 주위 셀 0, 1, 2, 3, 4 와 5 에서는 대역폭을 예약한다[5][6]. 주위 셀에 예약하는 대역폭의 크기

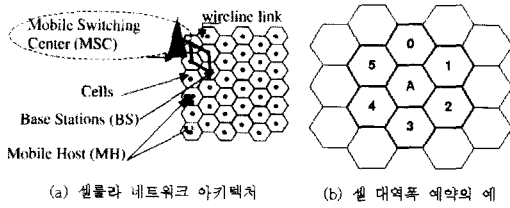


그림 1. 셀룰러 네트워크

는 특정 호의 개수나 호가 사용하는 최대한의 대역폭과 같은 여러 요소들을 기반으로 가변적인 정책을 사용하여 계산하여 결정한다.

대역폭 예약 기법은 일반적이 경우보다 더 나은 QoS를 제공하지만, 서비스 품질과 프로세싱 오버헤드간의 트레이드오프가 존재한다. 그밖에 해결되어야 하는 몇 가지 이슈 중 하나는 주위 셀을 예약하는 경우 어느 정도의 대역폭을 예약할지 결정하는 것이다. 이것은 효과적인 자원 예약 기법을 위해서는 중요한 요소이다. 또 다른 이슈는 언제 주위 셀을 예약하고, 언제 예약했던 셀의 대역폭을 해제하는 것이다. 대역폭 예약은 새로운 호의 연결이 설정될 때 제공하며, 해제는 호가 끝나거나 핸드오프가 발생했을 때 제공할 수 있다. 이러한 요소들은 호에 QoS 제공을 위해 아주 중요하다. 다음 장에서는 응용서비스의 QoS 제공에 사용되는 이들 요소들의 효과적인 선택에 대해 기술하고, 제안하는 자원 할당 기법에 대해 기술할 것이다.

### III. 제안된 자원 할당 기법

본 논문에서는 새로운 자원 할당 기법을 제안하였다. 제안된 기법은 실시간 호를 위해 주위 셀을 예약하는 방법을 사용하여 무선망에서 실시간 트래픽에 대한 QoS 보장을 제공하고, 우선순위가 높은 실시간 트래픽의 영향으로 소홀해 질 수 있는 비실시간 트래픽의 QoS 성능 역시 자원 재할당 및 보상 기법을 사용하여 개선하고자 하였다.

#### 3.1. 자원 재할당 및 보상 기법

비 실시간 트래픽은 실시간 트래픽과 비교하여 가변적인 전송속도로 서비스를 제공받을 수 있기 때문에 지연에 민감하지 않다. 비 실시간 트래픽의 이러한 특성은 마이크로-셀룰러 네트워크에서 자원 재할당을 가능하게 하는 중요한 요인이 된다. 비 실시간 호가 높은 전송속도로 서비스를 받다가 네트

워크 혼잡이 발생하여 전송 상태가 나빠지면, 자원 재할당 기법은 네트워크 상황의 변화에 적응적으로 변화하여 서비스를 제공할 수 있다.

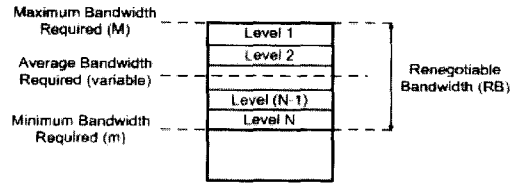


그림 2. Class II의 재할당 가능한 대역폭

제안된 재할당 기법은 연결 요청에 대한 최소한의 자원이 셀에 존재하지 않을 경우, 현재 연결되어 서비스 되고 있는 Class II 트래픽에 할당된 자원을 일부 반환 받은 후 이를 핸드오프 호에 재할당하는 방법이다[10]. 셀에 서비스를 요구하는 응용들은 각각 원하는 대역폭  $M$ 과 서비스를 받을 수 있는 최소한의 대역폭  $m$ 을 가지고 있으며,  $M$ 과  $m$ 의 차이를  $RB$ (Renegotiable Bandwidth)라 하고,  $RB$ 는 그림 2와 같이 여러 조각으로 나누어 몇 개의 서비스 레벨로 나누어 진다. 이렇게 나누어진 부분들은 자원 재할당 시 Class II 에 필요한 최소한의 자원을 보장하면서 서비스 되고 있는 응용들 사이의 공정성을 보장하게 된다. Class II 는 새로운 호나 핸드오프 호의 자원 부족으로 Class I 에 대역폭을 빌려주게 되는데 이 경우 서로 다른 서비스 레벨로 서비스 중인 Class II 의 대역폭을 각각 한 단계씩 떨어뜨려 Class I 호 요청에 해당하는 대역폭을 빌려주게 되고, 빌려준 대역폭은 보상 기법을 사용하여 Class II 에 되돌려 진다.

자원 보상 기법은 셀의 대역폭이 부족하여 재할당 과정을 거치면서 품질이 낮아진 Class II 의 품질을 보장하기 위해서 사용되는 기법이다. Class II 의 대역폭이 응용 서비스가 요구하는 평균 대역폭 ( $BW_{avg}$ )보다 낮아져 서비스의 품질이 떨어질 경우, 사용되고 있지 않는 대역폭을 계산하고 최대한 응용서비스가 요구하는 평균 대역폭으로 서비스를 제공할 수 있게 하는 기법이다. 하지만, 많은 수의 채널이 재할당 된 경우에는 보상 기법을 이용하여 채널을 복원하는데 시간이 많이 걸린다는 문제점을 가지고 있다. 이러한 문제점은 그림 3과 같은 부분적인 보상 기법을 사용하여 해결이 가능하다. 부분적인 보상 기법은 그림 3과 같이 자원이 한계점

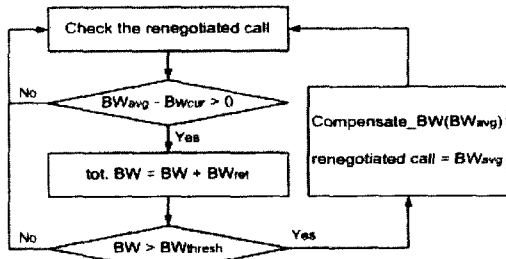


그림 3. 대역폭 보상 기법

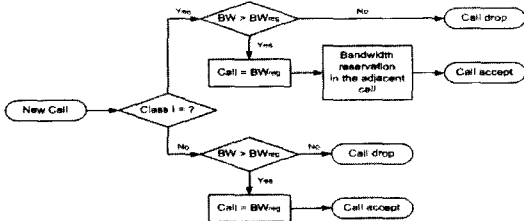


그림 4. 새로운 호 설정 과정

(  $BW_{thresh}$  )에 미치지 못할 경우 사용자의 이동 패턴을 감지하여 그에 따라 서비스를 제공한다[3].

3.2. 새로운 호를 위한 자원 예약 기법

처음 연결 설정을 요청하는 호는 핸드오프 호의 대역폭 요청보다 우선 순위가 낮기 때문에 유동적인 자원 재할당 기법을 사용하지 않는다. 새로운 호가 연결 요청을 하면 우선적으로 어떤 형태의 트래픽인지 확인하고, 만약 비 실시간 트래픽이라면, 응용이 요청하는 만큼의 자원(  $BW_{reg}$  )이 셀에 있을 때에만 호의 요청을 받아 들인다. 반면에 새로운 호가 실시간 트래픽일 경우에는 요청하는 만큼의 자원이 보장되면, 그림 4와 같이 주위 셀에 자원들을 예약한 후 연결요청을 받아들인다.

주위 셀 자원 예약의 경우 응용이 원하는 만큼을 주위 셀에 예약하지 않고, 표 1과같이 셀에 존재하는 실시간 트래픽 개수를 기반으로 자원 예약량을

표 1. 실시간 트래픽 기수를 기비능로 하는 자원 예약량.

Number of Class I Connections	Reserved Bandwidth
0 ~ 5	512 Kbps
6 ~ 10	1024 Kbps
11 ~ 20	2048 Kbps
21 or more	3072 Kbps

표 2. 제한된 자원 할당 기법의 구성요소

Symbol	Description
$BW$	Available bandwidth in the given cell
$BW_{avg}$	Average bandwidth
$BW_{min}$	Minimum bandwidth
$BW_{cur}$	The currently allocated bandwidth
$BW_{ret}$	Amount of bandwidth returned by call completion and handoff
$BW_{thresh}$	The threshold bandwidth for bandwidth compensation of degraded calls
$BW_{reg}$	Requested bandwidth from the host
$BW_{add}$	The sum of the reserved and the available bandwidth in the given cell
$BW_{new}$	Renegotiable bandwidth

결정하고 다음 식을 이용하여 주위 셀에 자원을 예약한다[9].

$$Actual\_bandwidth\_reservation = Min(unused\_bandwidth, reserved\_bandwidth)$$

예를 들어 셀에 실시간 트래픽이 5개 존재하면, Class 1 호의 핸드오프 드랍률을 낮추기 위해 512kbps 만큼 자원을 예약한다. 이 방법은 만약의 경우, 모든 응용이 주위 셀에 자원을 예약하여 새로운 호나 핸드오프 호에 자원을 할당 할 수 없게 되는 경우를 방지 할 수 있으며, Class 1의 개수를 기반으로 자원을 예약함으로써 대역폭의 낭비를 줄이고 활용성을 높일 수 있다.

3.3. 핸드오프 호를 위한 자원 관리 기법

핸드오프 호를 위한 자원 관리 알고리즘은 새로운 호의 자원 예약 알고리즘보다 더욱 복잡하다. 핸드오프 호가 자원을 요청하면, 새로운 호에서처럼 우선적으로 트래픽을 구분한다. 만약 구분된 트래픽이 비 실시간 트래픽이면 셀에서 사용하고 있지 않는 자원( $BW$ )과 요청하는 자원의 량을 비교하여, 할당 가능한 자원이 더욱 크면 응용이 요청하는 만큼 자원을 할당하고, 그렇지 않을 경우에는 응용 서비스가 요구하는 최소한의 자원을 할당하여 호를 받아들인다. 하지만 비 실시간 트래픽은 특성상 지연에 덜 민감하기 때문에 서비스 가능한 최소한의 자원보다 더 낮은 자원만으로도 연결을 유지할 수 있다. 다시 말해, 요청에 대한 최소한의 자원이 셀에 존재하지 않을 경우라도 남은 자원만으로 서비

스를 유지할 수 있다.

만약 트래픽이 실시간 트래픽이라면, 그림 5와 같이 사용되지 않고 있는 자원과 요청 자원의 양을 비교하여 사용 중이지 않은 자원이 더 클 경우 요청하는 만큼 자원을 할당하고, 그렇지 않으면 예약된 자원과 남은 자원을 합( $BW_{add}$ )한 후 다시 비

표 3. 트래픽 모델

Class	Max bps	Avg bps	Min bps	Max time	Avg time	Min time	Example traffic content
I	30 Kbps	30 Kbps	30 Kbps	600s	180s	60s	Web browsing
I	256 Kbps	256 Kbps	256 Kbps	1800s	300s	60s	Audio Streams
I	6 Mbps	3 Mbps	1 Mbps	18000s	600s	300s	Video Streams
II	20 Kbps	10 Kbps	5 Kbps	120s	30s	10s	Email
II	512 bps	256 Kbps	64 Kbps	36000s	180s	30s	FTP file downloads
II	10 Mbps	5 Mbps	1 Mbps	1200s	120s	30s	FTP application downloads

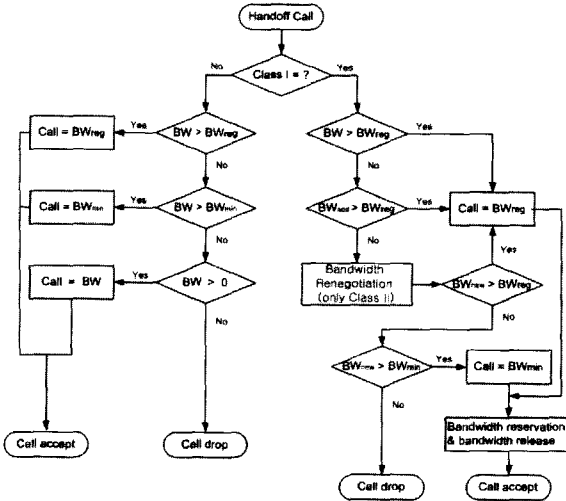


그림 5. 핸드오프 호의 자원 관리 과정

교하여 자원을 할당한다. 합해진 자원조차 요청자원 보다 작을 경우에는 비 실시간 트래픽에 사용중인 자원을 일부 반환 받아 실시간 핸드오프 호에 자원을 할당하게 된다. 하지만 무선 네트워크의 특성상 셀 자원은 한정적이므로 위와 같은 방법으로도 원하는 만큼의 자원할당이 불가능할 수 있다. 이러한 경우 핸드오프 호에 대한 품질은 떨어지지만 서비스의 연속성을 보장하기 위해 최소한의 자원 ( $BW_{min}$ )을 할당하여 핸드오프 호의 요청을 받아들이고 이 역시 불가능할 경우에는 호를 드랍시킨다. 호에 할당될 자원이 결정되면, 호를 받아들이기 전에 주위 셀에 자원을 예약하고, 이전 셀에서 예약했던 자원들의 반환과정을 거쳐야 한다. 반환과정을 거쳐 자원 예약을 취소해야, 자원 예약에서 오는 자원 낭비를 줄일 수 있다.

#### IV. 성능평가

##### 4.1. 시뮬레이션 환경

제안된 기법의 성능 분석을 위해 이전에 제안된 관련 논문들에서 사용하였던 JAVA 기반의 시뮬레

이터를 사용하였고, 제안된 기법 외에 관련된 두 가지 기법도 같이 구현하여 시뮬레이션 하였다 [8][9][11]. 두 가지 이전 기법들을 살펴보면 다음과 같다. 1) RBSR(Request-Based Statistical Reservation scheme)은 단말의 이동성을 고려하여 주위 셀을 예약하는 방식 중 하나이며, 예약 시 요청하는 대역폭만큼 주위 셀을 예약하는 기법이다. 또한 셀은 요청하는 서비스의 대역폭을 모두 예약하는 것이 아니라 그 중에서 가장 큰 대역폭 크기 만큼만 예약하게 된다[8]. 2) NCBR(Number-of-Connections based Bandwidth Reservation scheme)은 실시간 핸드오프 호가 요청하는 만큼의 대역폭이 셀에 존재하지 않을 때 예약했던 자원을 할당 받아 사용한다는 점에서는 RBSR과 비슷하지만, 주위 셀에 자원 예약 시 각 셀에서 자원을 할당 받아 서비스 되고 있는 서비스의 수에 따라 예약량을 결정하는 방법이다[9]. RBSR의 경우 서비스되는 모든 서비스의 개수를 기반으로 예약량을 결정하지만, 본 논문에서 제안하고 있는 방법은 서비스되는 실시간 트래픽의 개수만을 기준으로 자원 예약량을 결정한다는 점에서 RBSR과 차이점을 가지며, 제안된 방법은 RBSR과는 달리 추가적으로 자원 재할당 기법을 혼용하여 사용하였다. 표 3은 관련된 두가지 기법과 같이 시뮬레이션에 사용된 트래픽 모델을 나타낸 것이다[8]. 크게 실시간(Class I), 비 실시간

표 4. 시뮬레이션 파라미터

Parameter	Value	Description
NC	49	Number of cells in the system
CAP	30Mbps	Max. available bandwidth in each cell
$b_1$	30Kbps	Constant bandwidth request for Service 1
$b_2$	256Kbps	Constant bandwidth request for Service 2
$b_3$	5Mbps	Average bandwidth request for Service 3
$b_4$	10Kbps	Average bandwidth request for Service 4
$b_5$	256Kbps	Average bandwidth request for Service 5
$b_6$	5Mbps	Average bandwidth request for Service 6
$t_1$	3 minutes	Average connection duration for Service 1
$t_2$	5 minutes	Average connection duration for Service 2
$t_3$	10 minutes	Average connection duration for Service 3
$t_4$	1 minutes	Average connection duration for Service 4
$t_5$	3 minutes	Average connection duration for Service 5
$t_6$	2 minutes	Average connection duration for Service 6
$P_c$	0.6	Probability of real-time connection
$P_h$	0.25/0.5/0.75	Probability of handoff
$P_d$	random	Probability of movement in one specific direction

(Class II) 트래픽으로 구분하였고, 트래픽 별로 요구되는 대역폭(Max., Avg., and Min. bps)과 트래픽이 서비스 되는 총 시간(Max., Avg., and Min. time)을 기준으로 다시 3가지 분류로 나누어 사용하였다.

시뮬레이션은 49셀의 7×7 네트워크 모델을 사용하였고, 각 셀의 총 대역폭(CAP)은 30Mbps를 할당하였다. 단말의 이동( $P_d$ )은 단말의 직진성을 중시하여 네트워크에서 역 방향으로 움직이지 않는다고 가정하였으며, 이동해온 방향을 제외한 나머지 방향으로의 움직임은 랜덤으로 설정하였다. 만약 단말이 네트워크 끝부분에 도달하면 서비스를 중단하게 하여 되돌아오는 것을 방지하였다. 그 외에 표 4와 같이 각 셀에 존재할 수 있는 실시간 트래픽의 개수를 제안하는 확률 값( $P_D$ )을 0.6으로 설정하였으며, 트래픽들의 핸드오프 확률( $P_h$ )은 0.25/0.5/0.75 중 하나를 랜덤하게 선택하여 사용하게 하였다.

#### 4.2. 시뮬레이션 결과

그림 6은 실시간 호의 평균 핸드오프 드랍률과 클라이언트 개수 간의 관계를 나타낸 그래프이다. 핸드오프 드랍률은 실시간 호에게 중요한 QoS 변수 중 하나이다. 시뮬레이션 결과, 제안된 기법은

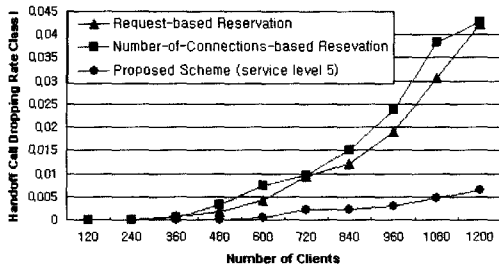


그림 6. 실시간 핸드오프 호의 평균 드랍률

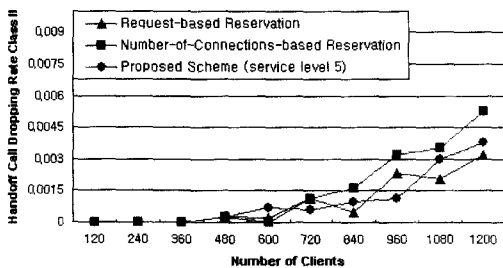


그림 7. 비 실시간 핸드오프 호의 평균 드랍률

네트워크에 존재하는 모든 실시간 트래픽에 QoS 보장이 가능할 정도의 핸드오프 드랍률을 보였지만, NCBR은 최악의 성능을 나타내었다. 제안된 기법이 존재하는 모든 셀에서 QoS 보장이 가능하지만, 이러한 결과는 재할당에 사용되는 RB의 서비스 레벨 수, 주변 셀 예약 시 대역폭 예약량과 같은 여러 변수와도 밀접한 상관관계를 가진다. 예를 들어, 서비스 레벨 수를 줄이게 되면 프로세싱 오버헤드는 감소하는 반면 핸드오프 호의 드랍률은 상승하게 된다. 비 실시간 트래픽의 평균 핸드오프 드랍률의 경우 그림 7과 같이 시뮬레이션 결과 모든 예약 방법이 매우 낮은 드랍률을 보였으며, 드랍률 차이가 0.2%에 불과하여 성능의 큰 차이를 보이지는 않았다. 즉, 제안된 기법은 실시간과 비 실시간 트래픽 모든 경우에서 낮은 드랍률로 QoS 보장이 가능하 다.

그림 8과 9는 새로운 호의 평균 차단률을 나타낸 것이다. 재할당 기반의 제안된 기법은 시뮬레이션 결과 차단률에 있어 가장 좋진 못해도 꽤 좋은 성능을 나타내고 있다. 실시간 호의 경우 NCBR과 비슷한 성능을 보이는 이유는 제안된 기법 중 일부가 NCBR을 기반으로 설계되었기 때문이다. 또한 다른 방법들 보다 높게 측정된 차단률은 실시간 트래픽을 위한 자원 재할당 과정이나 RB의 서비스

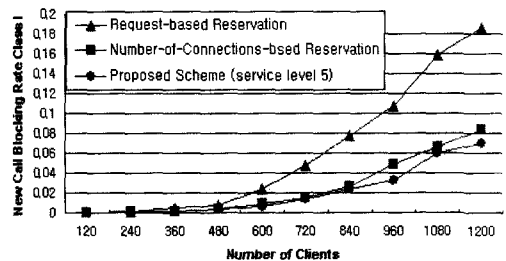


그림 8. 실시간 새로운 호의 차단률

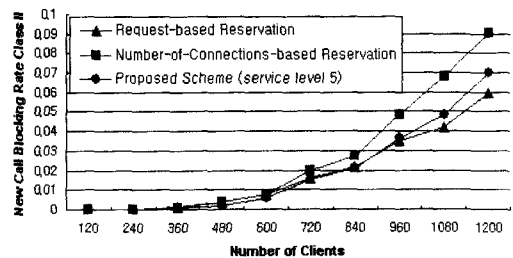


그림 9. 비 실시간 새로운 호의 차단률

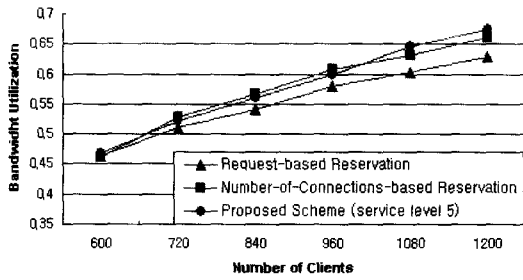


그림 10. 대역폭 활용성

레벨을 조정함으로써 향상시킬 수 있다. 하지만, 드랍률과 차단률은 밀접한 관계에 있으므로, 차단률을 낮추게 되면 드랍률이 높아져 핸드오프 호에 성능을 저하시키게 된다.

그림 10은 클라이언트 개수에 따른 대역폭 활용성을 나타낸 것이다. 비교 기법들 중에서 제안된 기법이 가장 좋은 성능을 보였으며, 가장 낮은 대역폭 활용성을 보이는 것은 RBSR이다. 왜냐하면 제안된 기법의 경우 자원 재할당 기법을 이용하여 불필요하게 남아 있거나 사용되지 않고 있는 자원을 효과적으로 사용할 수 있기 때문이다. 물론 RB의 서비스 레벨을 높이면 더 높은 자원 활용성을 나타낼 것이다.

### V. 결론

무선 이동 통신에서 점점 늘어가는 실시간 멀티미디어 응용에 대한 QoS 보장이 중요시 되고 있지만, 무선망은 유선망과 달리 단말의 이동성과 자원의 한정성으로 인하여 QoS 보장이 더 복잡하고 어렵다. 본 논문에서는 무선망에서 QoS 보장을 위해 자원 재할당 및 보상 기법을 기반으로 한 적응적인 자원 할당 기법을 제안하였다. 제안된 기법은 QoS 보장을 위해 자원 예약만을 사용한 방법들의 단점을 극복했으며, 핸드오프 호의 드랍률과 새로운 호의 차단률을 낮추고 동시에 높은 대역폭 활용성을 보였다. 이와 같이 제안된 기법은 실시간과 비 실시간 트래픽 모든 경우에서 QoS 보장이 가능하였다. 또한 핸드오프 드랍률에 비해 성능 향상이 낮은 차단률의 경우 드랍률을 낮춤으로써 성능을 더욱 향상시킬 수 있었으며, 사용중인 비 실시간 트래픽에 할당된 자원만을 반환하여 재할당 함으로써 실시간 트래픽의 QoS 보장 능력이 더욱 좋아졌다. 즉, 제안된 기법은 제한된 대역폭을 가진 무선망에서 멀

티미디어 응용에 양질의 QoS를 제공하여 효과적인 서비스를 제공할 것이다.

### 참고 문헌

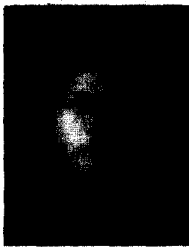
- [1] A. Acampora and M. Naghshineh, "Control and quality-of-service provisioning in high-speed microcellular networks," *IEEE Personal Comm.*, vol. 1, 1994
- [2] Y. Lin, A. Noerpel, and D. Harasty, "A nonblocking channel assignment strategy for hand-offs," in *IEEE ICUPC'94*, San Diego, CA, Sept. 1994.
- [3] S. Nanda and D. Goodman, "Dynamic resource acquisition: Distributed carrier allocation for TDMA cellular systems," in *Third Generation Wireless Information Networks*. Norwell, MA: Artech House, pp. 99-124, 1992.
- [4] J. Lee, T. Jung, S. Yoon, S. Youm, and C. Kang, "An adaptive resource allocation mechanism including fast and reliable handoff in IP-based 3Gwireless networks," *IEEE personal comm.*, vol. 7, pp. 42-47, Dec. 2000.
- [5] S. Oh, and D. Tcha, "Prioritized channel assignment in a cellular radio network," *IEEE Trans. Comm.*, vol. 40, no. 7, July 1992.
- [6] S. Tekinay and B. Jabbari, "A measurement-based prioritization scheme for handover in mobile cellular networks," *IEEE J. Select. Areas Comm.*, vol. 10, Oct. 1992.
- [7] M. Naghshineh and A. Acampora, "QoS provisioning in microcellular networks supporting multimedia traffic," in *IEEE Infocom 95*, BM, April 1995.
- [8] C. Oliveira, J. Kim, and T. Suda, "An adaptive bandwidth reservation scheme for high-speed multimedia wireless networks," *IEEE J. Select. Areas Comm.*, vol. 16, Aug. 1998.
- [9] C. Oliveira, J. Kim, and T. Suda, "Quality-of-Service guarantee in high-speed multimedia wireless networks," *IEEE Inter-*

*national Conference*, vol. 2, pp. 728-734, June 1996.

- [10] M. Kadi, and S. Olariu, "A rate-based borrowing scheme for QoS provisioning in Multimedia Wireless Networks," *IEEE Transactions on parallel and distributed systems*, vol. 13, Feb. 2002.
- [11] A. Hac, and A. Armstrong, "Resource allocation scheme for QoS provisioning in microcellular networks carrying multimedia traffic," *ACM International Journal of Network Management*, vol. 11, pp. 277-307, 2001.

홍 정 표(Jung-pyo Hong)

준회원



2003년 2월 : 광운대학교

전자공학부 졸업.

2003년 3월 " 현재 :

광운대학교 전자통신공학과  
석사과정.

<관심분야> 무선이동통신, 인터넷 QoS, 스트리밍 서비스

김 화 성(Hwa-sung Kim)

정회원



1981년 2월 : 고려대학교

전자공학과 졸업.

1983년 2월 : 고려대학교

전자공학과 석사.

1996년 : Lehigh Univ.

전사학 박사.

1984년 3월 " 2000년 2월 :

ETRI 책임 연구원.

2000년 3월 " 현재 : 광운대학교 전자공학부 교수

<관심분야> NGN 미들웨어 환경, QoS-aware 미들웨어, 그리드컴퓨팅