

---

# 무선 ATM에서의 동적 대역폭 할당 알고리즘에 대한 QoS 성능 연구

류기훈\* · 전광탁\*\* · 양해권\*\*\*

A Study on QoS for Dynamic Bandwidth Allocation Algorithm in Wireless ATM

Ki-Hun Ryu\* · Koang-Tak Jeon\*\* · Hae-Kwon Yang\*\*\*

**이 논문은 2001년도 군산대학교 두뇌 한국 21 사업에 의하여 일부 지원 받았음**

## 요 약

무선 ATM망에서는 무선 접속으로 인하여 단말의 이동성이 발생하는데, 단말기는 이동 중에도 호의 끊임 없이 QoS를 보장하면서 연속적인 서비스를 제공받을 수 있어야 한다. 사용자 및 이동성의 증가와 작아지는 셀 크기로 인하여 핸드오버는 빈번해질 것이다. 무선 ATM망에서 핸드오버 발생시 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해서는 한정된 무선 대역폭을 인접 셀에 해당 대역폭을 예약하는 것이 주류를 이루었다. 그러나 단말기의 이동 방향을 알지 못함으로써 불특정 다수의 셀에 대역폭을 예약하는 것이 문제점으로 지적되었다. 그래서 이동 단말기의 이동 방향을 추정하여 추정된 셀에만 대역폭을 예약하는 방법을 제안하게 되었다. 본 논문에서는 소프트 핸드오버 방식을 사용하면서 이동 방향을 추정하여 추정된 셀에만 대역폭을 예약하는 방법을 사용하여 시뮬레이션을 통해 이전의 알고리즘과 QoS 성능을 분석하였다.

## ABSTRACT

In the network with small cell radius, a mobile terminal which has large mobility should perform frequent handover. This requires that handover mechanism must be done fastly. The currently existing method for handover uses an algorithm, in which the bandwidth corresponding to the adjacent cells is supposed to be allocated. However, this method leads to the problem of requiring bandwidth allocation for many-unknown cells, due to the lack of information toward moving direction in mobile terminal. In this paper, we propose an efficient dynamic bandwidth allocation algorithm for solving those problem above, based on both path rerouting handover and soft handover mechanism with wireless ATM. As for the QoS, it has been shown that proposed algorithm shows better performance than that with static bandwidth allocation algorithm.

---

\* 군산대학교 대학원 정보통신공학과 석사과정

\*\* 군산대학교 대학원 정보통신공학과 박사과정

\*\*\* 군산대학교 정보통신공학과 교수

접수 일자 : 2001년 월 일

## 1. 서론

무선 ATM망에서는 무선 접속으로 인하여 단말의 이동성이 발생하는데, 단말기가 이동 중에도 호의 끊임없이 QoS를 보장하면서 연속적인 서비스를 제공할 수 있어야 한다. 무선 ATM망에서는 기존 셀룰러 시스템보다 많은 사용자를 수용하고 전체 시스템의 용량을 증가시키기 위하여 셀들은 작아지고 있다. 사용자 및 이동성의 증가와 작아지는 셀 크기에 인하여 핸드오버는 빈번해질 것이다[1]. 무선 ATM은 무선 채널을 통해 이동 환경에서도 유선 ATM망과 접속할 수 있고, 유선 ATM망에서 지원하는 다양한 형태의 광대역 서비스들을 지원할 수 있는 유선 ATM망의 확장된 개념이다. 무선 ATM의 출현 배경은 ATM 기술을 기반으로 하는 멀티미디어 서비스 망의 확장과 멀티미디어 이동 통신 서비스들에 대한 요구가 증대되면서 광대역 통신망을 무선 영역까지 확장하고자 하는 노력의 일환으로 볼 수 있다. 6, 17, 60 GHz등의 고주파 대역을 이용하여 무선 영역까지 궁극적으로 155Mbps의 데이터 전송률을 제공하면서 ATM 통신망 서비스를 제공하는 것이 무선 ATM에서 추구하는 목표이다[2].

무선 환경에서의 문제점으로 지적된 것 중에서 가장 큰 것이 잡음 등으로 인한 연접 오류(burst error)와 주변 지형지물 등에 의해 발생하는 다중경로 페이딩 효과이다. 이러한 손실은 마이크로 셀에서 무선 링크들에서의 손실들뿐만 아니라 네트워크에서 일어나는 빈번한 핸드오버 시에도 발생한다. 따라서 빈번한 이동은 셀 시스템의 호 설정 시간뿐만 아니라 새로운 사용자들의 블로킹 확률을 증가시킨다. 핸드오버가 이루어지는 동안 현재 서비스중인 QoS를 유지하는 것이 핸드오버 처리의 목적이며, 유지가 어려울 때에는 QoS의 재협상 또는 탈락(dropping)이 일어나기도 한다. 핸드오버가 발생할 경우의 대처 방안으로서 인접 셀에 해당 대역폭을 예약하는 것이 주류를 이룬다. 그러나 이 방법들은 이동 단말기의 이동 방향을 알지 못함으로 인하여 불특정 다수의 셀에 대역폭을 예약하는 것이 문제

점으로 지적되고 있다[3][4]. 이를 막기 위하여 다수의 방법들이 다시 제안되었지만, 이들도 궁극적으로 대역폭의 과다한 낭비를 막을 수는 없었다. 이의 해결 방안으로서 이동 단말기의 이동 방향을 추정하여 추정된 셀에만 대역을 예약하는 방법을 제안하게 되었다[5].

본 논문에서는 무선 ATM의 일반적인 핸드오버 수행 모델 중 경로 재설정 방식을 이용하여 핸드오버를 위한 최적의 경로가 설정된 것으로 가정하고 소프트 핸드오버 방식을 사용하면서 이동 단말기의 이동 방향을 추정하여 추정된 셀에만 대역을 예약하는 알고리즘을 제안한다. 2장에서는 무선 ATM망의 개념에 대해 기술하고 3장에서는 제안한 알고리즘을 살펴보고, 시뮬레이션을 수행하기 위한 모델을 4장에서 기술하고 마지막으로 5장에서 결론에 대해 기술한다.

## II. 무선 ATM

무선 ATM망에서는 유·무선 전 영역에 걸쳐 ATM 셀 단위로 프로토콜 처리 및 교환 기능이 수행되며, 망 전체의 전송 구조는 ATM 통신망 프로토콜 체계 하에 이동 단말 지원을 위한 기능과 무선 접속 기능 등이 요구된다. 이와 같은 관점에서 크게 무선 ATM은 radio ATM과 mobile ATM으로 구분할 수 있다. radio ATM에서는 무선 매체상의 전송 기능, 매체 접근 제어 기능, 그리고 데이터 링크 제어 기능은 유선 ATM망에서 지원하는 전송 속도 및 서비스 품질과 대등한 성능을 구현하기 위한 것으로 유선 ATM망의 가상회선을 무선 구간으로 확장하는 개념이다. mobile ATM은 핸드오버, 핸드오버에 따른 경로 재설정, 로밍 및 위치 관리 등의 기능을 포함하여 단말기의 이동성을 지원하는 부분으로서 ATM 단말의 위치 관리 및 핸드오버 기능을 추가하여 이동성을 지원할 수 있는 유선 ATM망의 기능을 확장한 개념이다.

다음 그림 1은 무선 ATM망의 프로토콜 구조이다. 유선 ATM망의 프로토콜 구조를 그대로 사용하면서 무선 구간을 제어하기 위한 부분들

추가하였다.

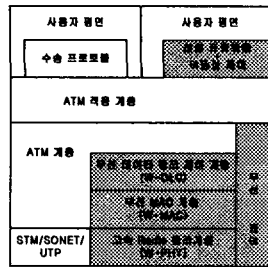


그림 1. 프로토콜 구조

### 1. 위치 관리(Location Management)

무선 ATM망은 단말국이 자유롭게 이동할 수 있기 때문에, 망은 항상 모든 단말국의 위치를 알 수 있어야 한다. 위치 관리란 단말기의 위치 이동에 관계없이 호의 발신은 물론 착신까지도 가능하도록 하는 것이다. 위치 관리는 크게 위치 추적(mobile tracking)과 위치 파악(mobile location) 과정으로 나눌 수 있다. 위치 추적은 단말국의 이동에 따라 위치 정보를 데이터베이스에 새롭게 등록하여 갱신해 나가는 과정이고, 위치 파악은 호 설정 시에 착신 호를 전달하기 위해 이동국의 위치를 알아내는 과정을 말한다[6]. 일반적으로 위치 파악 과정은 호 설정 전에 별도로 이루어지거나 호 설정 과정의 일부로써 수행될 수도 있다.

#### (1) 위치 관리 요구 사항

위치 관리 절차는 사용자가 감지하지 못할 정도로 신속하게 수행이 되어야 하며, 이에 따른 시그널링 메시지에 의한 오버헤드는 최소화되어야 한다. 이외에도 위치 관리는 위치 및 사용자 정보에 대한 기밀성, 셀 및 망에 대한 식별성, 사용자 접속에 대한 제어성, 다른 망간의 로밍(roaming) 지원, 다양한 망 환경에 대한 확장성 등을 제공할 수 있어야 한다. 무선 ATM을 위한 위치 관리 기능의 요구 사항은 다음과 같다.

- ① User transparency : 사용자가 느낄 수 없는 위치 관리 절차의 수행
- ② Location and user information confidentiality : 비권한자로부터 위치 및 사용자 정보에 대한 기밀 유지
- ③ Cell / network identification : 로밍한 무선 셀이나 위치 구역 혹은 망에 대한 식별 기능
- ④ Minimize signaling load : 위치 관리에 필요한 신호 메시지의 최소화
- ⑤ User controlled access : 복수 통신망 사업자 환경에서 사용자의 망 선택 기능
- ⑥ User information : 접속 도메인 변경시마다 사용자에게 통보 기능
- ⑦ Access restriction : 망 접속에 대한 사용자 권한의 제한 기능
- ⑧ Roaming : 공중망뿐만 아니라 사설망과 공중망, 사설망간의 로밍 지원
- ⑨ Easy interworking : 서로 다른 도메인간의 연동 지원
- ⑩ Support of paging : 페이징 기능의 지원
- ⑪ Scalability : 다양한 망 규모에서 적용될 수 있는 확장성

### 2. 핸드오버 제어(Handover Control)

#### (1) 핸드오버 요구 사항

무선 ATM망에서는 무선 접속으로 인하여 단말의 이동성이 발생하는데, 단말기가 이동 중에도 호의 끊임없이 QoS를 보장하면서 연속적인 서비스를 제공할 수 있어야 한다. 무선 ATM망에서는 기존 셀룰러 시스템보다 많은 사용자를 수용하고 전체 시스템의 용량을 증가시키기 위하여 셀들은 작아지고 있다. 사용자 및 이동성의 증가와 작아지는 셀 크기에 인하여 핸드오버는 빈번해질 것이다. 연결형 서비스 방식인 무선 ATM에서 핸드오버는 현재 서비스 중인 연결에서 협상된 QoS를 유지하면서 단말기의 이동성 보장을 목표로 한다. 무선 ATM의 핸드오버는

기존 셀룰러 망에서 요구되는 일반적인 사항뿐만 아니라, ATM 고유의 요구 사항들도 만족시켜야 한다. 특히, 무선 ATM은 기존의 셀룰러 망과는 달리 데이터 응용을 주요 서비스로 하기 때문에 핸드오버시 전송되는 셀의 손실과 중복을 방지하고 순서를 보장할 수 있어야 한다. 또한, 멀티미디어 서비스의 제공을 위해서 다중 VC에 대한 그룹 핸드오버를 효율적으로 지원할 수 있어야 한다. ATM 포럼에서 정의된 무선 ATM의 핸드오버 요구 사항을 정의한 것을 보면 다음과 같다[6].

- ① 핸드오버 지연 : 핸드오버를 수행하는 시간은 가능한 짧아야 한다.
- ② 확장성 : 핸드오버 알고리즘은 사설망과 공중망 환경뿐만 아니라, 어떠한 형태의 망 구성에서도 동작할 수 있어야 한다.
- ④ QoS : 네트워크는 핸드오버 과정에서 적절한 QoS를 보장할 수 있어야 한다.
- ⑤ 신호 트래픽 : 핸드오버에 관련된 시그널링 트래픽은 최소화 되어야 한다.
- ⑥ 버퍼 균형 : 핸드오버 처리는 기존의 망 스위치 버퍼링을 위한 하드웨어 구현들의 수정을 요구해서는 안되며, VC와 트래픽 클래스의 핸드오버에서 버퍼 지연과 셀 손실, 셀의 순서화 보장에 관한 균형을 고려하여야 한다.
- ⑦ 데이터의 무결성 : 셀 손실을 최소화해야 하며, 더욱 중요한 것은 셀의 중복방지과 셀의 순서 보장이다.
- ⑧ 그룹 핸드오버 : 핸드오버 처리는 다중 VC에 관해서도 효율적인 핸드오버를 지원해야 한다.
- ⑨ 등록과 인증 : 무선 단말기의 핸드오버는 무선 단말기와 망간의 보안을 보장해야 한다.

(2) 핸드오버 유형

핸드오버의 유형은 다양하게 분류될 수 있지만 본 논문에서는 몇 가지만 다루어 논하도록 하겠다. 먼저 그림 2는 핸드오버가 발생하는 범

위에 따라 셀내 핸드오버, 셀간 핸드오버로 나누어 볼 수 있다. 셀내의 핸드오버는 현재 단말기가 있는 셀 영역 내에서 사용중인 채널을 바꾸는 경우이다. 이 경우에는 새로운 연결이나 해제는 없다. 그리고 셀간의 핸드오버는 이동 단말기가 서비스 기지국의 셀 경계를 벗어남으로 연결을 지속할 수 없는 경우에 새로운 기지국을 통해 기존 통신을 계속해 가는 방식이다. 이 경우 재설정과 기존 연결의 해제 등으로 인해 핸드오버 지연과 셀 손실 등을 줄이기 위한 효율적인 기법이 필요하다.

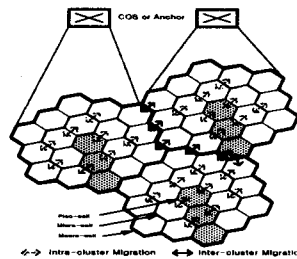


그림 2. 셀내와 셀간 핸드오버

그림 3은 핸드오버 요구와 제어 메시지의 전송 방식에 따라 (a)순방향 핸드오버와 (b)역방향 핸드오버로 나누어진다. 순방향 핸드오버는 새로운 기지국을 통해 핸드오버 요구 신호를 전송하는 방식으로 정상적인 핸드오버의 경우 외에도 이동 단말국과 현재의 기지국간의 연결이 끊어졌을 때 사용될 수 있다. 순방향 핸드오버는 새로운 기지국으로 무선 채널을 스위칭하는 시간과 경로를 재설정하거나 확장하는 시간 동안에 연결이 끊어지기 때문에 매끄러운 핸드오버가 수행되기 어렵다. 또한, 순방향 핸드오버를 사용할 경우 새로운 기지국에서 기존의 기지국으로 핸드오버 요구 메시지를 전달하는 방법이 문제가 된다. 그리고 역방향 핸드오버는 현재의 기지국을 통해 핸드오버 요구 신호를 이동할 새로운 기지국으로 전송하여 핸드오버를 수행하는 방식으로 이 방식은 이동 단말기가 연결을 계속 유지하면서 핸드오버 신호방식을 통해 경로를 재설정하거나 확장할 수 있다. 새로운 기지국으로 경로 설정이 완료되면, 현재 기지국은 이동 단말

국에게 핸드오버를 할 수 있다는 것을 알려 준다. 핸드오버를 위해서는 이동 단말기는 단지 무선 채널을 새로운 기지국으로 바꾸기만 하면 연결이 복원된다. 역방향 핸드오버는 핸드오버 동안에 연결이 계속 유지되기 때문에 자연스러운 핸드오버가 가능하나, 경로 확장이나 재설정에 관련된 신호 방식 지연이 상대적으로 길어지는 문제가 있다.

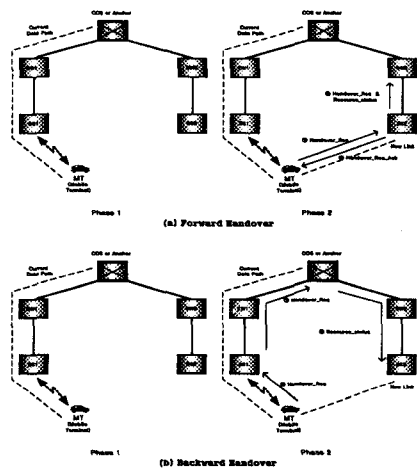


그림 3. 순방향 / 역방향 핸드오버

마지막으로 그림 4는 이 논문에서 사용하는 유형으로 핸드오버 실행 과정 동안 이용되는 링크의 수에 따라 (a)하드 핸드오버와 (b)소프트 핸드오버로 구분된다. 하드 핸드오버는 이동 기지국이 이전 기지국에서 새로운 기지국으로 이동할 때 셀의 중첩되는 부분에서 이전 기지국의 채널을 단절하고 바로 새로운 기지국으로 채널을 이동하는 방법이다. 이 방법에서는 데이터의 손실 방지 및 순서 유지를 위해 버퍼링 및 재전송이 필요하다. 그리고 소프트 핸드오버는 이동 단말기가 중첩되는 부분에서 이전 기지국과 새로운 기지국 모두 채널을 사용하여 데이터를 전송하고 새로운 VC가 설정 완료되면 이전 기지국의 채널을 단절하고 새로운 기지국의 채널을 사용하는 방법이다. 셀 스위칭 과정 동안에 이전의 기지국과 핸드오버 가능한 새로운 기지국들로부터 동시에 신호를 수신한다. 둘 이상의 링크

를 사용함으로써 데이터를 전송할 수 있으므로 핸드오버 과정에서 일어날 수 있는 서비스의 중단 및 서비스의 품질 저하를 방지할 수 있다.

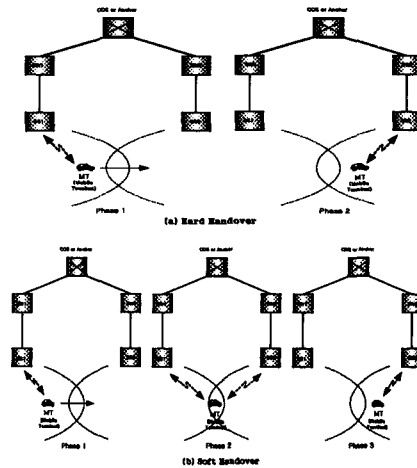


그림 4. 하드 / 소프트 핸드오버

(3) 무선 ATM 핸드오버 방식

무선 ATM 핸드오버 방식에는 크게 두가지로 나누어 볼 수 있다. 그림 5(a)는 경로 확장 방식을 보이고 있다. 핸드오버시에 이전 기지국에서 새로운 기지국에 이르는 가상 연결의 추가적인 경로를 계속 확장해 나가는 방식이다. 경로 확장 방식은 핸드오버 수행시간을 줄일 수 있고 전송되는 셀에 대한 무결성을 쉽게 보장할 수 있는 장점이 있다. 하지만 단말이 이전에 방문한 기지국을 다시 접속할 경우 경로상에 루프가 발생할 수 있기 때문에 루프를 제거하기 위해서는 경로에 대한 최적화 과정이 필요하다.

그림 5(b)는 경로 재설정 방식을 보이고 있다. 이전에 설정된 경로상의 적당한 스위치를 COS로 선택하여 상대방 단말에서 COS까지의 경로는 그대로 유지하면서 COS로부터 새로운 기지국에 이르는 구간만을 재설정에 의해 경로를 다시 설정하는 방식이다. 이 방식은 경로 확장에 비해 셀 손실 방지나 순서 보장이 훨씬 어려운 문제가 있다. 그러나 가상 경로를 최적으로 가깝게 설정할 수 있는 장점이 있다[7].

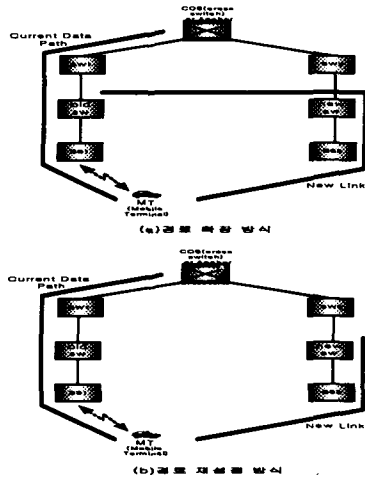


그림 5. 핸드오버 방식

### III. 제안한 알고리즘

멀티미디어 서비스들을 공급하기 위해서 이동 사용자들은 높은 데이터 속도를 필요로 한다. 대역폭이 불충분한 리소스임에도 불구하고 높은 데이터 속도를 지원하기 위해 마이크로 셀과 피코 셀 네트워크 구조가 제안되고 있으며, 멀티미디어 트래픽의 전송 중에 핸드오버가 발생할 경우의 대처방안으로서 인접 셀에 해당 대역폭을 예약하는 것이 제안되고 있다. 그러나 이 방법들은 이동 단말기의 이동 방향을 알지 못함으로 인하여 불특정 다수의 셀에 대역폭을 예약하는 것이 문제점으로 지적되고 있다[1]. 이의 해결 방안으로서 이동 단말기의 이동 방향을 추정하여 추정된 셀에만 대역폭을 예약하는 방법을 제안하게 되었다[2]. 본 논문에서는 경로 재설정 방식을 이용하여 핸드오버를 위한 최적의 경로가 설정된 것으로 가정하고 소프트 핸드오버를 수행하면서 이동 단말기의 이동 방향을 추정하여 추정된 셀에만 대역을 예약하는 알고리즘을 제안한다.

#### 1. 소프트 핸드오버 절차

소프트 핸드오버의 절차는 다음을 따라 실행되어진다.

- ① MT가 New\_BS으로부터 beacon signal 측정과 QoS 컨트롤 메트릭에 기초해 핸드오버의 수행할 때 New\_BS로 handover\_req 신호를 보낸다.
- ② New\_BS에서 요청을 받은 후에 초기 호 설정에서 협상된 QoS에 의해서 타임슬롯을 할당할 것이다. 그때 handover\_Ack을 MT에 보낸다. 그 동안 New\_BS은 handover\_indication 신호를 COS 스위치로 보낸다. 이것은 두 가지 목적이 있다. 첫 번째는 COS 스위치에게 핸드오버 사건에 대해 알려 주기 위한 것이다. 두 번째는 COS 스위치로부터 새로운 경로를 따라 MT에 대한 라우팅 테이블을 업데이트 하거나 활성화시키기 위한 것이다.
- ③ MT는 handover\_Ack 메시지와 할당받은 슬롯을 받은 후 즉시 새로운 순서의 동작모드로 전송하고 새로운 셀을 전송하기 시작할 것이다. 그러나 수신측은 Old\_BS로부터의 전송을 받기 위해서 예전의 동작모드로 머물러 있을 필요가 있다.
- ④ MT은 새로운 경로로부터 새로운 데이터 셀을 먼저 제공한다. Old\_Bs로부터 RM Cell을 받거나 또는 Old\_BS과 연결이 완전히 끊어진 후 수신측을 새 동작 모드로 바꾼다. 그리고 새로운 경로로 ATM Cell을 수신하기 시작한다.
- ⑤ 그 후에, COS 스위치는 Old\_BS을부터 라디오 채널의 초기화와 MT에서의 버퍼내용 초기화를 위해 Old\_BS쪽으로 Clear\_state 메시지를 보낸다.
- ⑥ Old\_BS는 Release\_Ack 메시지를 사용하여 COS 스위치에게 긍정의 응답을 보낸다.

다음 그림3은 소프트 핸드오버 절차를 나타내고 있다.

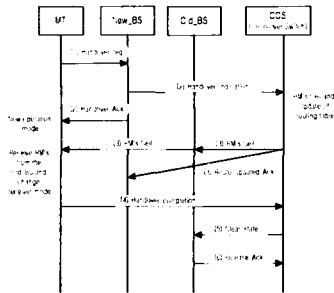


그림 6. 소프트 핸드오버 절차

### 2. DTMC

이산형 확률과정인 마르코프 체인(DTMC)은 1시간, 1일, 1월, 또는 1년 등 어떤 단위 시간마다 어떤 상태에 있는 형태인 확률 과정을 말한다. 반드시 동일시간 간격은 아니더라도 1단위의 형태로 간주하여 취급한다.  $n=0, 1, \dots$  이고 그 확률 법칙이 확률 변수  $X(n)=i$  는 시간  $n(n=0, 1, \dots)$ 이고 상태  $i(i=0, 1, \dots)$  인 것을 나타낸다.

이산형 확률과정은  $\{X(n), n=0, 1, \dots\}$ 에서 모든 상태  $i_0, i_1, \dots, i_{n-1}, i, j$  와  $n$ 에 대해서 식 3.1이 되면 과정  $\{X(n), n=0, 1, \dots\}$ 을 마르코프 체인이라고 부른다.

$$P\{X(n+1)=j | X(n)=i\} = p_{ij} \quad (3.1)$$

미래의 확률 법칙  $X(n+1)$ 은 과거의 이력  $X(0)=i_0, X(1)=i_1, \dots, X(n-1)=i_{n-1}$ 에 관계하지 않고 현재의 상태  $X(n)=i$  에만 의존하고 있음을 식 3.1은 표시하고 있다. 그리고 이 확률  $P_{ij}$  는 상태  $i$ 로부터 상태  $j$ 로 1단계(1단위 시간)를 추이하는 확률을 나타내며  $P_{ij}$  가 상태  $i$ 에만 의존하는 것이 마르코프 체인이다.

본 시스템은 DTMC에 의해 모델화하여 이벤트 처리를 하였다. 이벤트 처리로는 핸드오버 발생과 유지 상태와 새 사용자 발생 등으로 표현하였다. 그림 7은 DTMC의 상태를 보이고 있다.

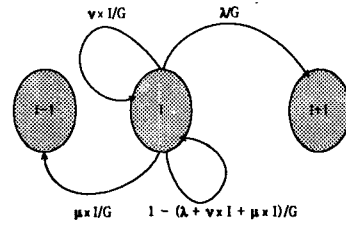


그림 7. DTMC의 상태도

식 3.2는 새로운 사용자 발생을 나타내며 본 논문에서는 시뮬레이션시 1에서 100까지를 표현하고 있다.

$$P[\text{arrival}] = \lambda/G \quad (3.2)$$

식 3.3은 처리 상태를 나타낸다.

$$P[\text{hangup}] = P[\text{arrival}] + \mu \times I/G \quad (3.3)$$

식 3.4는 핸드오버 상태를 표현하고 있다.

$$P[\text{handover}] = P[\text{hangup}] + v \times I/G \quad (3.4)$$

그리고 유지 상태는 아무런 사건들이 일어나지 않은 경우에 대한 확률이다.

- $\lambda$ : 비디오, 데이터 그리고 음성을 위해 세 개의 다른 arrival rate
  - $\mu$ : 활동하는 연결들의 처리율 즉, 무선망에서 고정상태에서의 departure rate
  - $v$ : 핸드오버 rate
  - $I$ : 시스템의 어떤 시간에서의 전체 사용자수
  - $G$ : 확률을 계산할 때 상위 경계 사용 값
- 식 3.5는 시스템의 어떤 시간에서의 전체 사용자 수를 나타낸다.

$$I = \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} \sum_{k=0}^2 BS[i][j][k] \quad (3.5)$$

다음 식 3.6은 상위 경계로 사용되는 값을 나타낸다.

$$G = 20N^2(\mu + v) + \lambda_{\text{video}} + \lambda_{\text{voice}} \quad (3.6)$$

### IV. 시뮬레이션

#### 1. 시뮬레이션 모델

본 논문에서는 경로 재설정 방식을 이용하여 최적의 경로를 찾았다는 가정에서 소프트 핸드

오버시에 셀 클러스터를 기반으로 한 무선 ATM 네트워크 형태를 그림 8과 같이 제안한다.

본 시스템은 C언어로 구성되어 있고 Discrete Time Markov chain(DTMC)에 의해 모델화되어 있으며 이벤트 처리는 핸드오버 발생, 처리 상태, 유지 상태와 새 사용자 발생 등으로 표현하였다.

BS[0,0]	BS[0,1]	BS[0,2]	BS[0,3]
BS[1,0]	BS[1,1]	BS[1,2]	BS[1,3]
BS[2,0]	BS[2,1]	BS[2,2]	BS[2,3]
BS[3,0]	BS[3,1]	BS[3,2]	BS[3,3]

그림 8. 네트워크 형태

이 시스템은  $N \times N$  매트릭스로 되었고 매트릭스의 각 가치는 셀 또는 베이스 스테이션이라고 생각한다.  $N^2$ 의 베이스 스테이션은 모든 시뮬레이션에서 동적으로 같은 양의 무선 대역폭을 이용한다. 여기서의 핸드오버는 그림 9와 같은 방향으로 핸드오버가 가능하다. 이동 단말기의 방향은 이동 가능한 모든  $k$ 개 경우에 대해  $1/k$ 의 확률로 추정된 셀에만 대역폭을 할당한다.

이 시스템에서는 블록킹 확률과 핸드오버 블록킹 확률의 두 가지 QoS 파라미터를 평가한다. 무선 링크에서 발생하는 손실은 여기에서는 고려하지 않는다.

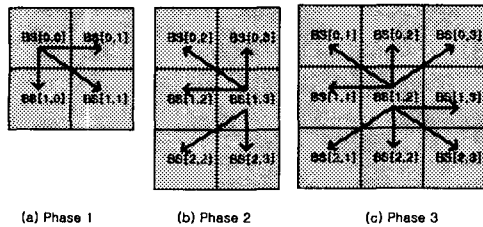


그림 9. 핸드오버의 방향

시뮬레이션 결과를 얻기 위하여 이용되는 값들은 다음과 같다.

- $Video\_BW=12$  : 기지국마다 비디오 대역폭

- $Data\_BW=6$  : 기지국마다 데이터 대역폭
- $Voice\_BW=2$  : 기지국마다 음성 대역폭
- $BS\_BW=20$  : 기지국마다 사용하는 대역폭
- $N \times N=16$  : 16개의 기지국
- $\mu=1$  : Departure Rate

시뮬레이션 결과에서 블록킹 확률은 연결을 설정하는 사용자들에게 발생된 블록킹을 측정된 것이고, 핸드오버 블록킹 확률은 핸드오버시 이웃 셀로 이동했을 때 얼마나 많은 사용자들에게 블록킹이 발생했는지를 측정된 것이다.

그림 10은 음성 사용자에 대해서 음성의 블록킹 확률을 보이고 있다. 다른 형태의 트래픽은 모두 없고 이동 단말기의 핸드오버는 없는 무선 상태라고 가정한다.

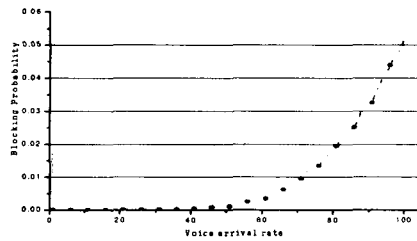


그림 10. 음성 사용자에 대한 블록킹 확률

음성 사용자가 1에서 100까지 변화할 때 음성 사용자들의 블록킹 확률은 증가한다. 50까지는 거의 블록킹 확률이 없지만 그 이후에는 블록킹 확률이 증가되는 것을 볼 수 있다. 음성 사용자들의 증가에 따라 블록킹 확률은 5%이내에서 이루어지는 것을 볼 수 있다.

그림 11은 데이터의 추가에 따른 음성 사용자의 블록킹 확률을 보이고 그림 12는 비디오의 추가에 따른 음성 사용자의 블록킹 확률을 보인다. 그림 10과 그림 11, 그림 12를 비교하면 다른 타입의 트래픽이 추가될 경우 음성 사용자의 추가에 따른 블록킹 확률이 증가하는 것을 볼 수 있다. 그림 11에서 데이터의 추가에 따라 음성 사용자의 블록킹 확률은 약 7%에서 11%까지 증가하는 것을 볼 수 있고, 또한 그림 12도 비디오의 추가에 따라 음성 사용자의 블록킹 확률이 약 5.5%에서 6.5%까지 증가하는 것을 볼 수 있다.



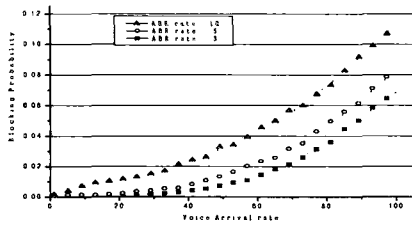


그림 11. 데이터의 추가에 따른 음성 사용자의 블로킹 확률

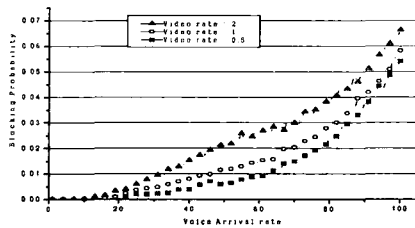


그림 12. 비디오의 추가에 따른 음성 사용자의 블로킹 확률

그림 13은 다른 타입의 트래픽을 고려하지 않은 상태에서 핸드오버시의 이동 방향을 추정하여 추정된 셀에만 대역폭을 할당하는 방식을 사용하여 음성 사용자의 블로킹 확률을 보이고 있다. 그림 13을 보면 핸드오버시 인접 셀 모두에 대역폭을 할당하는 이전 알고리즘의 블로킹 확률보다 본 논문에서 제안한 알고리즘이 낮은 블로킹 확률을 보이고 있다. 핸드오버시간을 더 빠르게 할 경우 더 안정된 상태로 변동폭이 더 적은 블로킹 확률을 보이게 된다.

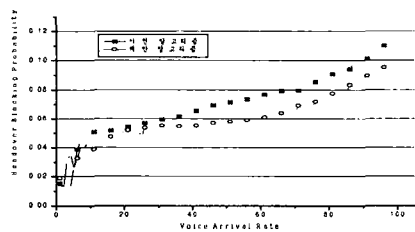


그림 13. 이전 알고리즘과의 비교

## V. 결론

본 논문에서 시뮬레이션한 결과를 보는 것과 같이 이전의 알고리즘보다 블로킹 확률이 낮아지는 것을 볼 수 있다. 인접 셀 모두에 대역폭 예약을 수행함으로써 발생하는 비효율성 문제를 극복하기 위하여, 이동 방향 추정에 근거하여 특정 셀에만 대역폭을 예약함으로써 대역폭 사용의 효율성을 제공하고, 이동 방향 정보에 근거하여 추정된 인접 셀에만 이동 단말기가 요구하는 대역폭과 동일한 양을 예약함으로써, 이동 단말기의 유동성에 상관없이 동일한 성능을 유지할 수 있다. 각 서비스의 QoS를 보장해 주기 위해서는 무선 ATM 환경에서 유한한 자원의 효율적인 사용, 핸드오버의 신속성과 데이터 무결성을 고려한 알고리즘의 연구가 진전되어야 한다. 그리고 이동 단말기의 이동 방향을 정확하게 추정하여 추정된 셀에만 대역폭을 할당하는 알고리즘의 연구가 이루어져야 한다.

## 참고 문헌

- [1] Joseph Shapira, "Microcell engineering in CDMA cellular networks", IEEE Trans. Veh. Technol., vol.43, pp.817 ~ 825, May 1994
- [2] ATM Forum, "Baseline Text of WATM WG", ATM Forum BTD-WATM-01.07
- [3] Raphael Rom and Yuval Shavit, "A Combined Fast Routing and Bandwidth Reservation Algorithm for ATM Networks", Sun Microsystems Mountain View, CA 94043-1100
- [4] Carlos Oliveria et al., "Quality of Service Guarantee in High Speed Multimedia Wireless Networks", in Proc. ICC '96, pp.728 ~ 734, 1996
- [5] Hyung-Wook Kim, Tae-Kyung Cho, "Dynamic Resource Reservation Algorithm for QoS Guarantee in Wireless ATM"

Networks”, 한국정보과학회 봄 학술발표 논문집 Vol. 25, NO. 1, 1998

- [6] C. Lind. "Location Mangement's Requirements", ATM Forum/96-1704. Dec. 1996
- [7] ATM Forum, "Wireless ATM Handover Requirements and Issues", ATM Forum/97-0153/WATM
- [8] Zheng Hongmin and Bi Guoguangguo, "Handover Algorithm and Mobility Support in Wireless ATM Networks", Div. 41. Dept. of Radio Eng., Southeast Univ., P.R. China



양 해 권(梁海權)

1976. 2 서울대학교 전기공학과 졸업  
 1983. 8 울산대학교 대학원 졸업  
 1992. 2 전북대학교 대학원 졸업 (공학박사)  
 1977. 12~1983. 9 풍산금속공업 (주) 동력부 과장대리  
 1983. 9~1985. 8 한국전력기술(주) 전기부 과장  
 1985. 9~1987. 2 호원대학교 전자계산학과 전임강사  
 1987. 3~2001. 6 현재 군산대학교 공과대학 정보통신 공학과 교수  
 ※관심분야 : ATM, 통신망성능분석, 이동통신



류 기 훈(柳基勳)

1993. 3~2000. 2 군산대학교 정보통신공학과 졸업(공학사)  
 2000. 3~2001. 6 현재 군산대학교 대학원 정보통신공학과 석사 과정 재학중

※관심분야 : 무선 ATM, 네트워크 트래픽 관리, 통신망 성능분석



전 광 탁(全光鐸)

1991. 3~1998. 2 군산대학교 정보통신공학과 졸업(공학사)  
 1998. 3~2000. 2 군산대학교 대학원 정보통신공학과(공학석사)  
 2000. 3~2001. 6 현재 군산대학교 대학원 정보통신공학과 박사

과정 재학중  
 ※관심분야 : 무선 ATM, 통신망 성능분석, 무선망 프로토콜