

# 이동체 추적을 이용한 대역폭 예약 기법

정회원 정혜명\*, 전문석\*\*

## Bandwidth Reservation scheme Using Mobile Tracking

Hye-Myoung Chung\*, moon-seog Jun\*\* *Regular Members*

### 요약

무선 통신망은 음성위주의 아날로그 방식에서 출발하여, 다양한 서비스 능력을 갖는 디지털 방식으로 진화되고 있으며 궁극적으로는 멀티미디어 서비스가 가능한 IMT-2000으로 발전할 것이다. 무선망에서 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해서는 한정된 무선 대역폭을 트래픽 특성에 따라 동적으로 활용할 수 있는 방안이 요구된다. 본 논문에서는 IMT-2000 환경에서 이동체의 이동 방향을 추정하여 이를 근거로 대역폭을 예약하고, 멀티미디어 트래픽을 전송하는 대역 할당 및 호 수락 제어 기법을 제안한다. 이 기법은 수신 신호 세기(RSS: Received Signal Strength) 이외에 이동체와 기지국간이 거리, 이동체의 이동방향, 이동체의 이전위치와 같은 부정확한 다수의 파라미터를 동시에 고려하는 퍼지 다기준(multi-criteria) 의사 결정 방법을 이용하여 이동체의 위치를 추정한다. 시뮬레이션에 의해 성능을 분석하였다.

### ABSTRACT

The wireless communication network is evolving toward IMT-2000 for providing various multimedia services. In order to accomplish this ultimate goal the effective schemes are required which can dynamically utilize the limited wireless resources based on different traffic characteristics of various services. This paper proposes a novel bandwidth allocation and call admission control scheme to transmit multimedia traffic based on the bandwidth reservation procedure using direction estimation in the IMT-2000. This scheme estimates the position of mobiles based on the multicriteria decision making, in which uncertain parameters such as RSS(Received Signal Strength), the distance between mobile and base station, the moving direction, and the previous location are participated in the decision process using aggregation function in fuzzy set theory. Its effectiveness is investigated by simulation.

### 1. 서론

음성위주 아날로그 시스템에 대해서는 핸드오프 시 음성 채널의 공유 문제가 주요 관심사였지만 다양한 멀티미디어 서비스를 수용하기 위한 디지털 시스템으로의 전환이 이루어짐에 따라 각 서비스에 따라 알맞은 대역폭을 동적으로 할당하는 방식이 연구되고 있다<sup>[1,2]</sup>. 무선 멀티미디어 서비스를 수용하는 IMT-2000에서는 망의 부담을 줄이고 무선 자원을 효율적으로 할당하면서도, 요구된 QoS를 만족

시킬 수 있는 보다 실제적인 핸드오프 및 대역폭 할당 기법에 대한 통합적인 연구가 필요하게 되었다.

[3]에서는 QoS를 보다 효과적으로 보장하고 자원을 효율적으로 활용하기 위해서 호 수락 여부를 결정할 때 현재의 망 상태에 관한 정보가 필요함을 언급했다. [4]에서는 무선망을 위한 적응형 수락 제어 메커니즘이 제안되었다. 이 메커니즘에서는 트래픽 클래스 별로 각기 다른 자원 공유 기법(완전 보장과 같은)이 사용된다. 또한 [5]에서는 무선망을

\* 김포대학 컴퓨터계열,

\*\* 숭실대학교 컴퓨터학부

논문번호: 00194-0612, 접수일자: 2000년 6월 12일

위한 자원할당과 호 수락 제어가 연구되었으며 자원 할당과 호 수락 제어를 위하여 현재의 망 상태에 대한 충분한 정보를 이용하여야 한다고 주장하였다. 한편 [6]에서는 트래픽 특성에 따라 인접 셀에 핸드오프에 대비하기 위한 대역폭을 예약함으로써 무선 멀티미디어 서비스의 QoS를 보장하는 알고리즘을 제안하였다. 이 방안은 신규 호의 수락이나 핸드오프 호의 수락을 위하여 인접한 6개의 셀에 동일한 대역폭을 예약하는 과정을 갖지만 이동체의 현재의 위치와 이동 방향을 무시하고 이동할 가능성이 없는 셀을 포함하여 6개 셀 모두에 동일한 대역폭을 예약함으로써 무선 자원의 낭비라는 단점을 간과하였다.

기존의 연구들은 무선 자원의 효율적인 이용 측면을 무시한 채 QoS의 보장만을 고려하여 호 발생시 동일 대역을 무조건 인접 셀에 예약하는 방식을 중심으로 하고 있다. 따라서 본 연구에서는 이의 해결 방안으로서 이동체의 이동 방향을 추정하여 추정된 셀에만 대역을 예약하는 방법을 제안하게 되었다. 우선 이동 방향을 추정하기 위하여 이동체의 위치 추적이 선행되어야 하므로 퍼지 다기준 의사 결정 방법에 기반한 이동체 위치 추정 방법을 먼저 제시하고 이를 근거로 이동체의 이동 방향을 추정하였다. 또한 이동체 추적이 의하여 특정 셀에만 대역폭을 예약함으로써 자원 사용의 효율성을 높이려하였다.

## II. 시스템 모델과 정의

지금까지 연구되어온 위치 추정 방식들은 간단한 전파 법칙에 따라 신호 세기가 정확히 추정된다는 가정 하에 수행되어 왔다. 그러나 현실적으로 실제 환경과는 차이가 많다. 실제 환경에서는 산과 건물들 때문에 나타나는 shadowing 지역과 반사에 의해 동일한 평균신호세기 점들의 모양이 원형이 아닌 왜곡된 등고선으로 나타난다. 그러므로 전파 법칙도 간단히 거리에 따라 변하는 것이 아니라 여러 가지 매개 변수에 따라 변화하게 된다. 즉 LOS가 존재하지 않고 주위에 마이크로셀 환경의 특유한 반사와 회절에 의하여 영향을 받는 전파환경을 갖는다<sup>[7-9]</sup>. 따라서 현재 연구된 위치 추정 방법들은 맨하탄 모델과 같이 거의 가시적인 영역이 존재하지 않는 마이크로셀 환경 하에서는 이동체의 위치 추정의 오차가 커진다. 본 연구에서는 기존의 추정 파라미터로 사용되어 온 수신 신호 세기를 근간으로 하되

이동체와 기지국간의 거리, 이동체의 이전 위치, 이동체의 이동 방향 등을 평가 파라미터에 추가시킴으로서 그 정확도의 향상을 도모하였다.

### 2.1. 다기준 의사 결정 항목(parameter)

본 연구에서는 의사 결정 항목으로 수신 신호 세기, 기지국과 이동체간의 거리, 이동체의 이전 위치, 이동체의 이동 방향 등을 고려한다. 수신 신호 세기는 기존의 위치 추정 방법에서 가장 많이 사용하는 파라미터이다. 이동체 주위의 건물이나 다른 장애물에 의한 전파의 산란이나 반사, 전파 경로의 기후 변화나 다중 경로 현상 등에 의해서 영향을 받기 때문에 매우 불규칙한 프로파일을 갖는다. 따라서 이동체가 기지국으로부터 수신하는 전파 세기만을 이용하여 이동체의 위치를 결정한다면 부정확한 결과를 초래할 수 있다. 또한 수신 신호 세기 이외의 파라미터로 고려되고 있는 것은 기지국과 이동체 사이의 거리이다. 일반적으로 기지국과 이동체 사이의 거리를 파라미터로 고려하는 이유는 블럭 배치 계획과 연관지어 고려하기 위함이다. 그러나 거리 정보의 측정 역시 전파의 다중 경로 현상 등에 의해 부정확할 가능성이 크고, 따라서 거리 자체만을 평가 지수로 고려한다면 부정확한 추정이 될 수 있다. 이동체의 이전 위치가 고려된다. 이동체의 속도에 따라 이동체의 이전 위치에서 이동 반경의 크기를 고려한다. 이동체의 위치는 주기적으로 갱신되므로 바로 전의 위치에 근접한 지역이 추정되는 것이 정상적이다. 이런 특성을 이용하여 이전의 이동체 위치와 추정된 이동체 위치와의 상관 관계를 결정할 수 있다. 따라서 추정된 블럭이 이전 블럭과 너무 상반된 위치에 있다면 결과는 부정확하다고 추정할 수 있다. 이동 방향이 또한 고려된다. 속도에 따라 이동체의 이동 반경 및 이동 패턴은 서로 다른 특성을 보인다. 저속 이동체(예, 보행자 또는 서행하는 자동차)는 이동 반경이 작은 반면에 이동 패턴이 복잡하고 고속 이동체는 이동 반경이 큰 반면에 이동 패턴은 단조롭다. 이외에 일반적인 특성으로, 이동체는 직진 성향이 가장 강하며, 다음으로 좌회전 또는 우회전 성향을 갖는다. 그러나 후진하는 경우는(여기서 후진 거리는 단거리가 아니라 한 블럭 이상을 후진하여 가는 경우) 극히 미비하다고 볼 수 있다.

### 2.2. 소속 함수의 정의

이동체의 소속 정도(membership degree)를 결정

하기 위하여 사다리꼴 함수 형태의 소속 함수를 사용한다. 사다리꼴 소속함수는 계단형 함수 형태보다는 상한치와 하한치 사이의 값에 대하여 다양한 소속 정도를 제공한다. 이 형태의 퍼지 숫자는 소속 정도가 최대( $\alpha=1$ )가 되는 점이 여러 개가 되어 사다리꼴 모양이 된다.

1) 수신 신호 세기의 소속 함수

인접 기지국들의 수신 신호 세기를 이용하여 소속함수를 정의한다. 여기서  $\mu_R$ 은  $i$ 번째 부등식의 소속함수를 나타낸다.  $RSS_i$ 는 기지국  $i$ 가 이동체에 전파한 수신 신호 세기이고,  $s_i$ 는 부등식의 좌변에 대한 가능한 최소 값(lower\_limit),  $s_{i+1}$ 는 부등식의 우변에 대한 최대 값(upper\_limit)으로 upper\_limit는 7.5이고 lower\_limit는 5.5이다. 그림 1에  $RSS_i$ 의 소속 함수를 보인다.

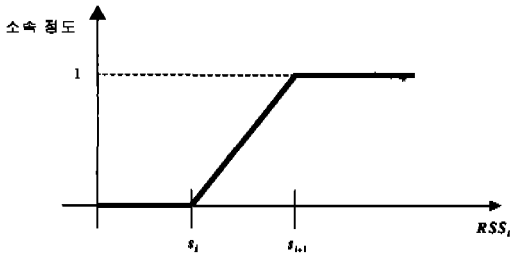


그림 1. 수신 신호 세기의 소속 함수

2) 기지국과 이동체간의 거리의 소속 함수

이동체와 인접 기지국들간의 거리를 이용하여 소속 함수를 정의한다. 여기서  $D_i$ 는 기지국  $i$ 와 이동체간의 거리이고,  $d_i$ 는 upper\_limit,  $d_{i+1}$ 는 lower\_limit이다. upper\_limit은 90이고 lower\_limit는 120으로 정의한다. 그림 2에 거리의 소속 함수를 보인다.

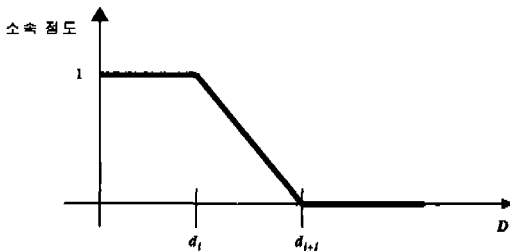


그림 2. 거리의 소속 함수

3) 이동체의 이전 위치의 소속 함수

이동체의 이전 위치와 추정된 위치의 상관관계를

이용하여 소속 함수를 정의한다. 여기서  $L_i$ 는 이동체의 현재 위치,  $E_i, \dots, E_{i+3}$ 은 이동체의 이전 위치를 나타낸다.  $d_i$ 는 이전 위치와 현재 위치간의 공간적 위치의 차이를 나타낸다. 그림 3에 이동체 위치의 소속 함수를 보인다.

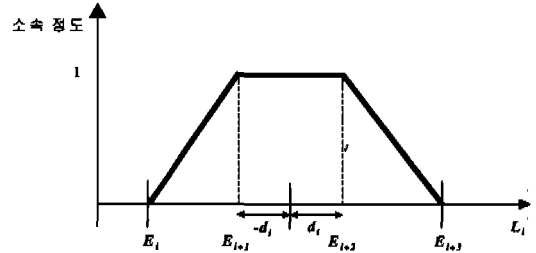


그림 3. 위치의 소속 함수

4) 이동체의 이동 방향의 소속 함수

이동체의 이동 방향을 이용하여 소속 함수를 정의한다. 여기서  $C_i$ 는 이동체의 이동 방향,  $P_i, \dots, P_{i+3}$ 은 수신 신호 세기, 그리고  $s_i$ 는 이전 위치와 현재 위치간의 공간적 위치의 차이이다. 그림 4에 이동 방향의 소속 함수를 보인다.

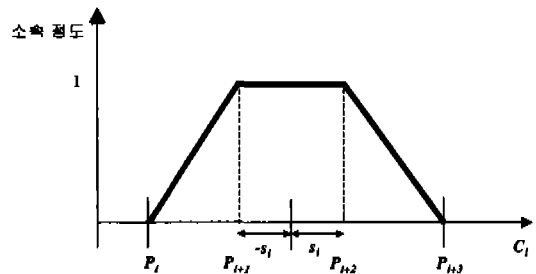


그림 4. 이동 방향의 소속 함수

III. 퍼지 이론을 이용한 위치 추정

위치 추정 과정은, 이동체가 위치한 블럭을 추정하는 단계이며 추정기에 의하여 주기적으로 반복된다. 이러한 위치 추정 과정은, 이동체가 위치한 지역의 크기를 단계적으로 줄여서 최적의 블럭을 결정하는 방법인 3단계 위치 추정 기법에 기반을 두고 있다. 추정기는 타이머에 의하여 추정 과정을 시작하고 주기적으로 반복한다. 추정기는 다기준 의사 결정 방법을 사용하여 섹터 추정 단계에서 이동체가 위치한 섹터(Sector)를 추정하고 존(Zone) 추정 단계에서 이동체가 위치한 존을 추정한 후에 최종

적으로 블럭 추정 단계에서 이동체가 위치한 블럭을 추정한다.

### 3.1 다기준 섹터(Sector) 추정

섹터 추정 단계의 다기준 의사 결정 파라미터는 신호 세기, 기지국과 이동체간의 거리, 이전 위치 등이 고려된다. 총체화된 소속 정도가 가장 큰 기지국에 인접한 섹터를 이동체가 위치한 섹터로 추정하는데 그 과정은 다음의 섹터 추정 알고리즘으로 나타낸다.

단계 1. 측정된 평가 파라미터에 대한 소속 함수를 참조하여 소속 정도를 구한다.

단계 2. 현재의 기지국과 인접한 기지국에 대해 단계 1에서 구한 소속 정도들을 퍼지 접속 연산자를 이용하여 총체화한다. 총체화 연산자는 퍼지교환 연산자인

$$\mu_i = \mu_R(RSS_i) \cdot \mu_R(D_i) \cdot \mu_R(L_i) \quad (1)$$

와 가중화된 평균 연산자인

$$\mu_i = \mu_R(RSS_i) \cdot W_{RSS} + \mu_R(D_i) \cdot W_D + \mu_R(L_i) \cdot W_L \quad (2)$$

로 정의된다. 식 (2)에서  $W_{RSS} + W_D + W_L = 1$ 이다. 식 (2)와 같이 가중치를 부여하는 이유는 위치 추정에 사용하는 각 파라미터의 중요도가 다를 수 있기 때문이다. 본 연구에서는 수신 신호 세기의 가중치  $W_{RSS}$ 는 0.5, 거리의 가중치  $W_D$ 는 0.3, 위치의 가중치  $W_L$ 은 0.2로 정의한다.

단계 3. 셀 내의 모든 블럭을 조사하여 추정된 섹터 번호를 갖는 블럭들이 다음 단계의 추정을 위하여 선택된다. 블럭의 객체 정보에서 섹터 번호를 조사하면 해당하는 블럭들을 알 수 있다.

### 3.2 다기준 존(Zone) 추정

추정 단계 중 2단계에서는 다기준 추정 단계에서 추정된 블럭들 중 해당 이동체가 현재 위치하고 있는 존에 속한 블럭들을 추정하는 단계이며 다음의 다기준 존 추정 알고리즘에 의하여 최적의 존이 결정된다. 존 추정 단계의 다기준 의사 결정 파라미터는 신호 세기, 기지국과의 거리, 이동 방향 등이 고려된다.

단계 1. 측정된 평가 파라미터에 대한 소속 함수를 참조하여 소속 정도를 구한다.

단계 2. 단계 1에서 구한 소속 정도들을 퍼지 접

속 연산자를 이용하여 퍼지교환 연산자

$$\mu = \mu_R(RSS_i) \cdot \mu_R(D_i) \cdot \mu_R(C_i) \quad (3)$$

와 가중화된 평균 연산자

$$\mu = \mu_R(RSS_i) \cdot W_{RSS} + \mu_R(D_i) \cdot W_D + \mu_R(C_i) \cdot W_C \quad (4)$$

를 구한다. 식 (4)에서  $W_{RSS} + W_D + W_C = 1$ 이다. 여기서 수신 신호 세기의 가중치  $W_{RSS}$ 는 0.6, 거리의 가중치  $W_D$ 는 0.2, 방향의 가중치  $W_C$ 은 0.2이다.

단계 3. 추정된 존에 해당하는 블럭들이 다음 단계 추정을 위하여 선택된다. 섹터 추정 단계에서 추정된 블럭들 중에서 존 번호를 조사하면 해당하는 블럭을 알 수 있다.

### 3.3 다기준 블럭(Block) 추정

추정 과정의 최종 단계로서 다기준 존 추정 단계에서 추정된 블럭들 중에서 해당 이동체가 현재 위치하고 있는 블럭을 추정하는 단계이다. 블럭 추정 단계의 다기준 의사 결정 파라미터는 신호 세기, 기지국과의 거리, 이동 방향 등이 고려된다. 파라미터 중에서 신호세기의 소속 정도는 인접 기지국의 파일럿 신호 중 두 기지국의 수신 신호 세기를 이용하여 구한다. 다음의 블럭 추정 알고리즘에 의하여 최적의 블럭을 추정한다.

단계 1. 측정된 평가 파라미터에 대한 소속 함수를 참조하여 소속 정도를 구한다.

단계 2. 단계 1에서 구한 소속 정도들을 퍼지 접속 연산자를 이용하여 퍼지교환 연산자

$$\mu = \mu_R(RSS_i) \cdot \mu_R(D_i) \cdot \mu_R(C_i) \quad (5)$$

와 가중화된 평균 연산자

$$\mu = \mu_R(RSS_i) \cdot W_{RSS} + \mu_R(D_i) \cdot W_D + \mu_R(C_i) \cdot W_C \quad (6)$$

를 결정한다. 여기서 수신 신호 세기의 가중치  $W_{RSS}$ 는 0.6, 거리의 가중치  $W_D$ 는 0.1, 방향의 가중치  $W_C$ 은 0.3으로 정의한다.

단계 3. 추정된 존에 해당하는 블럭들이 다음 단계 추정을 위하여 선택된다. 블럭의 객체 정보에서 존 번호를 조사하면 해당하는 블럭을 알 수 있다.

### IV. 이동 방향 추정에 의한 대역폭 예약 기법

이동체의 이동 방향은 III 절에서 제안된 이동체 위치 추정 방법을 이용한다. 위치 추정 과정은 마이크로셀과 매크로셀에서 동시에 수행된다. 이동체의 위치를 추정하여 이전 위치와 비교함으로써 이동체의 이동 방향을 계속적으로 추정한다. 추정기는 타이머에 의하여 추정 과정을 시작하고 주기적으로 반복한다. 이동체는 자신의 기지국 및 인접 기지국으로부터 발생한 PSS를 측정한다. 측정된 정보를 이용하여 시스템은 섹터 추정 단계에서 이동체가 위치한 섹터를 추정하고 존 추정 단계에서 이동체가 위치한 존을 추정한 후에 최종적으로 이동 방향을 추정한다. 이 과정은 한 번의 파일럿 신호 발생으로 추정 과정이 시작되고 이동 방향을 추정한 후에 다시 반복된다. 본 논문에서 제안하는 이동 방향 추정 알고리즘은 그림 5와 같다.

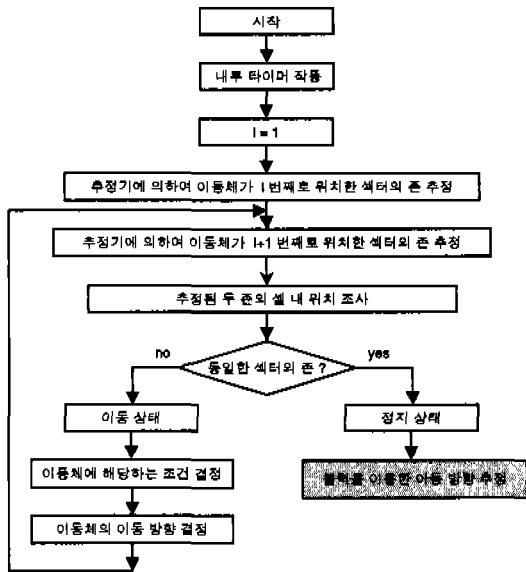


그림 5. 이동 방향 추정

#### 4.1 저속 이동체 처리 기법- 신규 호

저속 이동체는 마이크로셀로 액세스하며 이동체가 잠지하고 있으면 대역폭 예약이 필요 없고 이동중이면 이동체의 현재 위치와 이동 방향에 따라 대역폭 예약 여부를 결정한다. 방향 추정기는 idle 상태에서 현 이동체의 마이크로셀 내 위치 및 이동 방향을 계속적으로 추정한다. 이 이동체가 연결을 시도하면 우선, 사용자가 요구한 다중 코드를 해당

셀이 할당 할 수 있는 가를 조사한다. 할당할 수 있다면, 추정된 인접 셀에 대역폭 예약을 시도한다. 수행 알고리즘이 그림 6에 보인다.

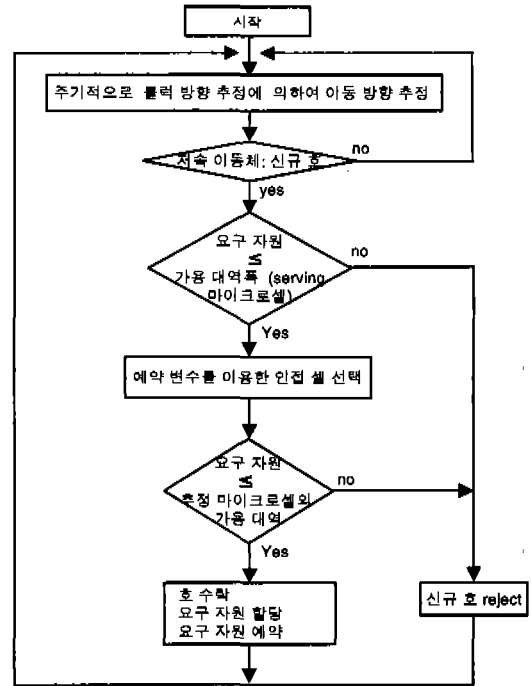


그림 6. 저속 이동체의 처리 기법(신규 호)

#### 4.2 저속 이동체 처리 기법- 핸드오프 호

기지국의 방향 추정기는 호 수락 후에도 connection 상태에서 이동체의 셀 내 위치 및 이동 방향을 주기적으로 추정한다.

신규 호에 비하여 핸드오프 호에 우선권이 주어지므로 셀에 이용 가능한 대역폭이 요구 대역폭보다 작을 경우, 신규 호는 항상 거부되지만 핸드오프 호는 최소 허용 대역폭이 제공된다면 수락된다. 마이크로셀에서 대역폭을 할당받지 못해 매크로셀로 절체된 호는 매크로셀에 가용 대역폭이 있는가에 따라 호 수락 여부를 결정한다. 처리 알고리즘이 그림 7에 보인다.

#### 4.3 고속 이동체 처리 기법 - 신규 호

방향 추정기는 이동체의 매크로셀 내 위치 및 이동 방향을 계속적으로 추정한다. 고속 이동체의 경우, 저속 이동체와 달리, 셀 내의 위치와 상관없이 핸드오프의 발생 가능성이 높으므로 이동체의 현재 위치는 고려하지 않는다. 이동체가 연결을 시도하면 우선, 사용자가 요구한 주파수 대역에 해당하는 다

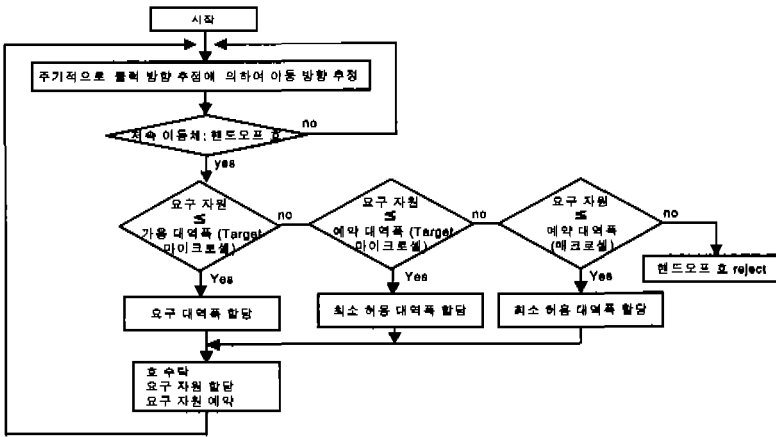


그림 7. 저속 이동체의 처리 기법(핸드오프 호)

중 코드를 해당 셀에서 할당할 수 있는가를 조사하여, 가용 자원이 없다면 연결은 절단된다. 고속 이동체는 매크로셀에서만 운용되므로 신규 호일 경우, 호가 발생한 셀에 가용 대역폭이 있다면, 이 신규 호의 QoS를 보장하기 위하여 추정된 인접 매크로셀에 예약 가능한 대역폭이 있는가에 따라 호 수락 여부를 결정한다. 처리 알고리즘이 그림 8에 보인다.

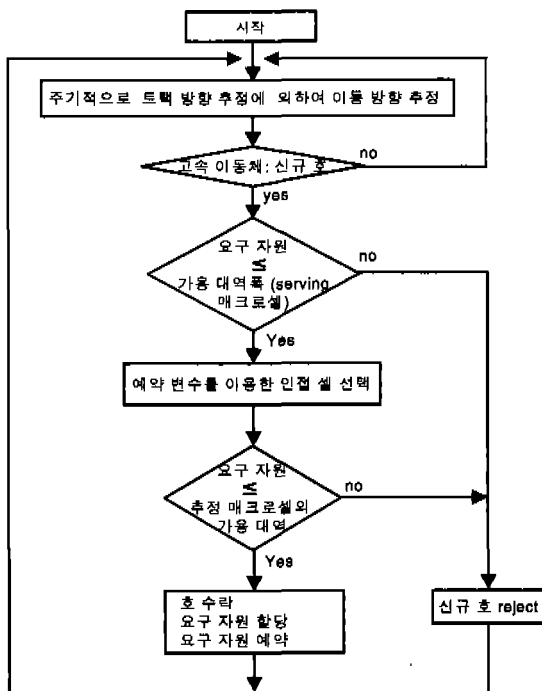


그림 8. 고속 이동체의 처리 기법(신규 호)

#### 4.4 고속 이동체 처리 기법 - 핸드오프 호

방향 추정기는 connection 상태에서 이동체의 매크로셀 셀 내 위치 및 이동 방향을 계속적으로 추정하고 갱신한다. 이동체가 핸드오프를 시도하면 우선, target BS에 다중 코드 할당을 요구한다. 그 과정은 저속 이동체의 핸드오프 호 처리 방안과 동일하다. 신규 호에 비하여 핸드오프 호에 우선권이 주어지고 최소 허용 대역폭이 제공된다면 호는 수락된다. 처리 알고리즘이 그림 9에 보인다.

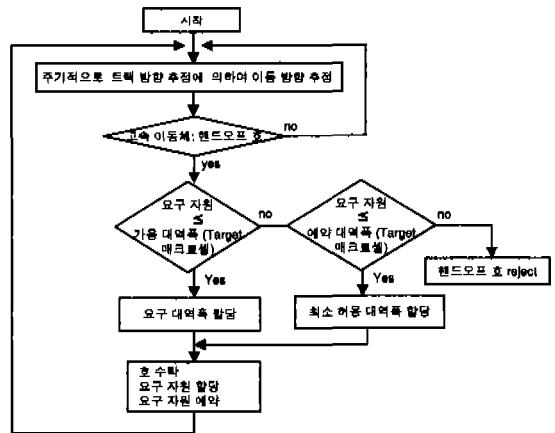


그림 9. 고속 이동체의 처리 기법(핸드오프 호)

### V. 시뮬레이션 환경 및 성능 평가

#### 5.1 시뮬레이션 환경

호의 시도는 셀 내에서 고르게 발생하며, 호의 발생율은 포이송 분포를 따른다. 각 이동체는 0 ~ 2  $\pi$ 까지의 임의의 방향으로 이동할 수 있으며 이동 속도와 방향이 계속적으로 변경 가능한 것으로 가정하였다. 각 셀에서는 가용 용량  $c$ 중,  $c - \phi$  대역폭을 신규 호와 핸드오프 호가 공유하며 핸드오프 전용 코드 수(즉, 최대 예약 가능 용량)를 가지고 핸드오프 호를 서비스한다. 서비스의 우선 순위는 신규 호보다 핸드오프 호가 높은 우선권을 가진다.

멀티미디어 트래픽에 대한 영향을 분석하기 위하여, 호 지속 시간, 요구 대역폭, 서비스 종류에 근거하여 표 1에 보인 바와 같은 여섯 가지의 서비스를 고려하였다.

표 1. 멀티미디어 트래픽

서비스 분류	멀티미디어 트래픽	전송률	호 지속시간
CBR-1	음성	8 Kbps	1-10분
CBR-2	비디오 폰, 화상 회의	64-384 Kbps	1-30분
VBR	VOD	1000-2000 Kbps	5분-1시간
ABR-1	E-mail, 팩스	2.4-6.4 Kbps	10-120초
ABR-2	원격 로그인, DOD	64-144 Kbps	30초-1시간
ABR-3	파일 전송	1000-2000 Kbps	30초-20분

5.2 성능 평가

본 시뮬레이션은 요구되는 목표 성능과 QoS를 만족 여부를 평가하기 위하여 다음의 두 방법과 성능을 비교한다.

방법 1. 코드 예약 과정이 있다. 신규 호의 수락을 위하여 요구된 대역폭 대신에 신규 호의 개수에 따라 예약할 대역폭의 양이 미리 정해진다. 또한 비실시간 이동체가 핸드오프할 경우, 약간의 가용한 대역폭만으로도 호를 항상 수락하지만, 실시간 단말은 요구 대역을 만족하지 못하면 강제종료된다. 이를 Su\_ReV 알고리즘이라 부른다.

방법 2. 코드 예약 과정이 있다. 신규 호의 수락을 위하여 인접한 6개의 셀에 동일한 코드를 예약한다. 실시간 단말은 셀에서 요구 대역을 얻기 위하여 이미 존재하는 비실시간 단말로부터 대역폭을 재할당한다. 이를 Six\_Res 알고리즘이라 부른다.

그림 10, 11은 각각 실시간 이동체의 블럭킹확률과 강제종료확률을 나타내고 있다. 이 결과는 대역폭의 20%를 예약 가능 대역폭으로 정할 경우에 대한 것이다. 그림에서 알 수 있듯이, Fuzzy\_ReV는 트래픽 부하 0.04까지 블럭킹확률을 0.12 이하로 유지한다. 트래픽 부하 0.01 이하에서는 세 알고리즘의 블럭킹확률의 차이가 거의 없지만 부하가 0.04

이상으로 증가하면 Six\_ReV에 비하여 0.09, Su\_ReV에 비하여 0.14 이상 감소한다. 또한 강제종료확률도 트래픽 부하 0.02 이하에서는 세 알고리즘의 성능이 유사하지만 부하가 0.04 이상으로 증가하면 Six\_ReV는 0.013, Su\_ReV는 0.027 이상 감소한다. Six\_ReV와 Su\_ReV에 비하여 Fuzzy\_ReV는 이동체의 이동 방향에 따라 핸드오프할 가능성이 큰 셀에만 대역폭을 예약함으로써 해당 셀에 사용 가능한 대역폭을 증가시켜서 신규 호의 블럭킹확률을 줄일 수 있었다. 또한 다른 이동체에 의하여 대역폭이 미리 예약되어 있으면 대역폭 예약을 수행하지 않는 알고리즘 Su\_ReV와 Fuzzy\_ReV는 두 이동체가 동시에 그 셀로 핸드오프된다면 호가 강제종료되는 반면에 Fuzzy\_ReV는 특정 셀로 이동할 확률이 크다면 그 셀에 일정 대역폭이 예약되어 있을 지라도 다시 예약하여 많은 대역폭을 확보함으로써 강제종료확률을 현저히 줄일 수 있었다.

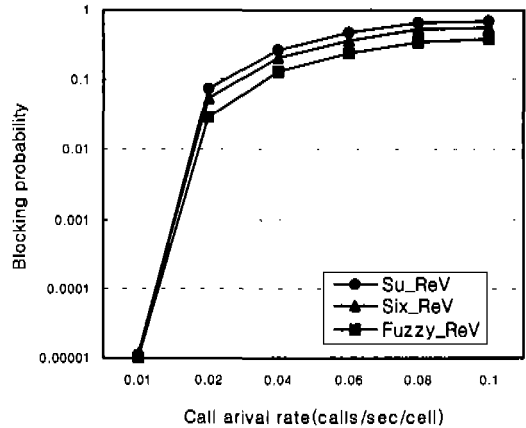


그림 10. 실시간 트래픽의 블럭킹확률

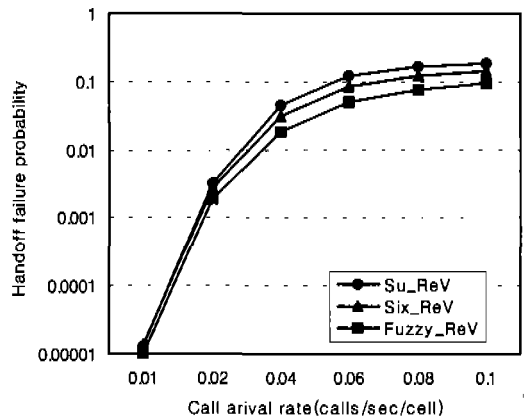


그림 11. 실시간 트래픽의 강제종료확률

그림 12, 13은 각각 실시간 이동체의 블럭킹확률과 강제종료확률을 나타내고 있다. 그림에서 알 수 있듯이, Fuzzy\_ReV는 트래픽 부하 0.04까지 블럭킹확률을 0.11 이하로 유지한다. 트래픽 부하 0.02 이하에서는 세 알고리즘의 블럭킹확률의 차이가 거의 없지만 부하가 0.04 이상으로 증가하면 Six\_ReV에 비하여 0.1, Su\_ReV에 비하여 0.19 이상 감소한다. 또한 강제종료확률도 트래픽 부하 0.02 이하에서는 세 알고리즘의 성능이 유사하지만 부하가 0.04 이상으로 증가하면 Six\_ReV는 0.03, Su\_ReV는 0.05 이상 감소한다.

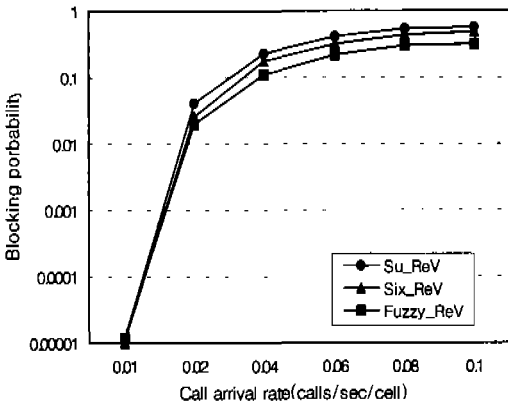


그림 12. 비실시간 트래픽의 블럭킹확률

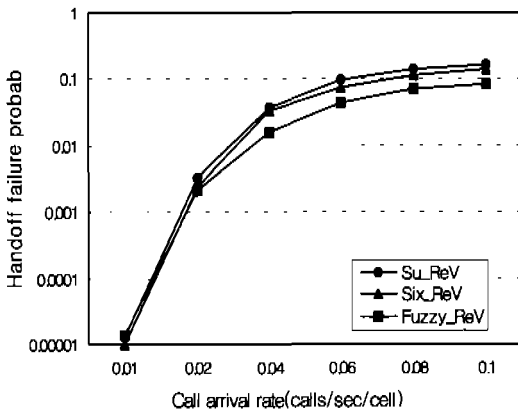


그림 13. 비실시간 트래픽의 강제종료확률

그림 14는 저속 이동체와 고속 이동체에 대한 알고리즘 DE\_Res의 성능을 나타내고 있다. 저속의 이동체가 블럭킹확률과 강제종료확률에서 우수한 성능을 보인다. 저속 이동체는 매크로셀에도 대역폭을 예약하므로 신규 호의 블럭킹확률을 줄일 수 있다. 또한 고속 이동체에 비하여 저속 이동체는 이동 반

경이 그리 크지 않기 때문에 이동 중에 충분히 대역폭을 확보할 수 있으므로 강제종료확률이 줄어든다.

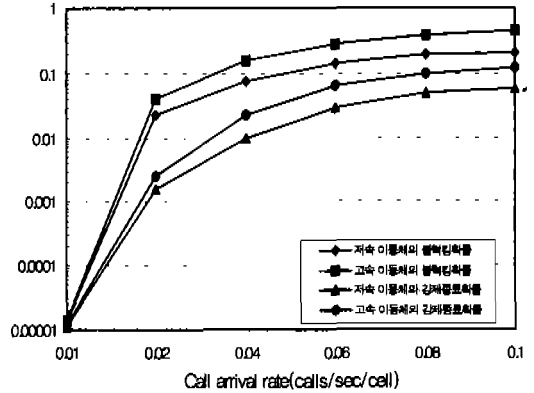


그림 14. 저속 이동체와 고속 이동체의 성능

## VI. 결론

무선망에서 한정된 대역폭을 효율적으로 활용하면서도 멀티미디어 서비스를 효과적으로 제공하기 위해서는 서로 다른 QoS 요구사항을 갖는 다양한 서비스들의 트래픽 특성뿐만 아니라 이동체의 이동에 의한 영향을 고려하여야 한다. 본 논문에서는 다층 셀 환경인 IMT-2000에서 이동체의 위치와 이동 방향을 추정하고 이를 바탕으로 하여 무선 대역폭 예약함으로써 멀티미디어 서비스의 QoS를 보장하는 대역폭 할당 및 호 수락 제어 알고리즘을 제안하고 시뮬레이션에 의하여 성능을 분석하였다. 이를 위하여 신규 호의 블럭킹확률 그리고 핸드오프 호의 강제종료확률을 주요 성능 척도로 규정하고, 이동체의 이동 방향을 예측하고 이를 근거로 하여 핸드오프할 셀을 추정하여 대역폭을 예약하는 방안과 이동체의 이동 방향 추정 없이 일정 규칙에 따라 대역폭을 예약하는 방안을 트래픽 부하의 변화에 따라 비교·분석하였다. 시뮬레이션에 의하면 블럭킹확률과 강제종료확률을 현저히 줄일 수 있음이 확인되었다.

## 참고 문헌

[1] J. Kurose, "Open Issues and Challenges in Providing Quality of Service Guarantees in High-Speed Networks," Computer Communi-



ation Review, 23(1), Jan. 1993.

- [2] M. Schwartz, "Network Management and Issues in Multimedia Wireless Networks," IEEE Personal Communications, 2(3), June 1995.
- [3] M. Schwartz, "Network Management and Issues in Multimedia Wireless Networks," IEEE Personal Communications, 2(3), June 1995.
- [4] M. Naghshineh and A. S. Acampora, "QoS Provisioning in Micro-Cellular Networks Supporting Multimedia Traffic", Proc. of IEEE INFOCOM'95, vol. 3, pp. 1075-1084, Apr. 1995.
- [5] A. S. Acampora and M. Naghshineh, "Control and Quality-of-Service Provisioning in High-Speed Microcellular Networks," IEEE Personal Communications Mag., pp. 496-503, 1995.
- [6] C. Oliveira, J. B. Kim and T. Suda, "Quality-of-Service Guarantee in High-speed Multimedia Wireless Networks," Proc. of IEEE ICC '96, vol. 2, pp. 728-734, June 1996.
- [7] H. Staras and S. N. Honikman, "The accuracy of vehicle location by trilateration in a dense urban environment," IEEE Trans. Veh. Tech., vol VT-26, pp. 38-43, Feb. 1972.
- [8] T. S. Rappaport, J. H. Reed and B. D. Woerner, "Position Location Using Wireless Communications on Highways of the Future," IEEE Communications Magazine, pp. 33-41, Oct. 1996.

정혜명(Hye-Myoung Choung)



1985년 : 고려대학교 간호학과 (간호학사)  
 1995년 : 숭실대학교 정보과학 대학원 전산공학과 (공학석사)  
 1999년 : 숭실대학교 대학원 전산학과 박사과정 수료

1985년~1988년 : (주) 삼익주택, 사원, Application Programmer

1988년~1992년 : (주) 동방, 계장, System Analyst

1993년~1994년 : 숭실대학교 전자계산원 강사

1995년~1997년 : (주) 에이티아이 정보통신, 과장,

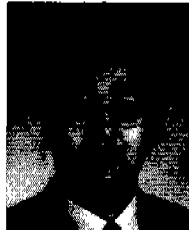
Project reader

1996년~1997년 : 부천대학, 전자계산과 겸임교수

1998년~현재 : 김포대학 컴퓨터 계열 전임강사

<주관심 분야> Internet Security, Wireless Multimedia 암호학 알고리즘, 인터넷 보안, 전자상거래 보안

전문석(moon-seog Jun)



1981년 : 숭실대학교

전자계산학과(학사)

1986년 : University of Maryland

Computer Science(석사)

1986년 : University of Maryland

Computer Science(박사)

1989년 : Morgan State Univ. 부설 Physical Science Lab. 책임연구원

1991년~현재 : 숭실대학교 컴퓨터학부 부교수

<주관심 분야> 병렬처리 시스템, 암호학 알고리즘, 인터넷 보안, 침입 차단 보안 시스템, 정보이론, 전자상거래 보안