

무선 멀티미디어 서비스를 위한 대역폭 할당에 관한 연구

정희원 이종찬*, 이문호**

(A Study on Bandwidth Allocation for Wireless Multimedia Services)

Jong Chan Lee*, Moonho Lee** *Regular Members*

요 약

무선 통신망은 음성위주의 아날로그 방식에서 출발하여, 다양한 서비스 능력을 갖는 디지털 방식으로 진화되고 있으며 궁극적으로는 멀티미디어 서비스가 가능한 개인휴대 통신망으로 발전할 것이다. 무선망에서 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해서는 한정된 무선 대역폭을 트래픽 특성에 따라 동적으로 활용할 수 있는 방안이 요구된다. 본 논문에서는 매크로셀/마이크로셀 중첩 구조를 갖는 개인휴대통신망에서 호 설정 시, 이동체의 이동 방향을 추정하여 핸드오프에 대비한 대역폭의 예약을 시도하고 그 성패에 따라 호 수락 여부를 결정함으로써 멀티미디어 서비스의 QoS를 보장하는 대역폭 할당 방법을 제안하고 시뮬레이션에 의해 성능을 분석하였다.

ABSTRACT

The wireless communication network is evolving toward the Personal Communication System 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 for the hierarchical macrocell/microcell structured PCS. It is based on the bandwidth reservation procedure using direction estimation. Its effectiveness is investigated by simulation.

I. 서 론

음성위주 아날로그 시스템에 대해서는 핸드오프 시 음성 채널의 공유 문제가 주요 관심사였지만 최근에는 단순한 음성 서비스 위주의 아날로그 시스템으로부터, 다양한 멀티미디어 서비스를 수용하기 위한 디지털 시스템으로의 전환이 이루어짐에 따라 각 서비스에 따라 알맞은 대역폭을 동적으로 할당하는 방식이 연구되고 있다. 무선 멀티미디어 서비스를 수용하는 PCS에서는 망의 부담을 줄이고 무선 자원을 효율적으로 할당하면서도, 요구된 QoS를

만족시킬 수 있는 보다 실제적인 핸드오프 및 대역폭 할당 기법에 대한 통합적인 연구가 필요하게 되었다. [1]에서는 QoS를 보장하고 자원을 효율적으로 활용하기 위해서 호 수락 여부를 결정할 때 현재의 망 상태에 관한 정보가 필요함을 언급했다. [2]에서는 무선망을 위한 적응형 수락 제어 매커니즘이 제안되었다. 또한 [3]에서는 무선망의 자원 할당과 호 수락 제어를 위해서 현재의 망 상태에 관한 충분한 정보를 이용해야 한다고 주장하였다. 한편 [4]에서는 트래픽 특성에 따라 인접 셀에 핸드오프에 대비하기 위한 대역폭을 예약함으로써 무선

* 숭실대학교 컴퓨터학부(chan@sunny.soongsil.ac.kr)

** 청운대학교 멀티미디어학과(mhlee@cswww.csunet.ac.kr)

논문번호 : 98090-0302, 접수일자 : 1998년 3월 2일

* 본 논문은 청운대학교 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

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 문제점을 간과하였다. 따라서 본 연구에서는 이동체의 이동 방향을 추정하여, 추정된 방향에 있는 인접 셀에만 핸드오프에 대비하기 위한 대역폭을 예약함으로써 무선 멀티미디어 서비스의 QoS를 보장하기 위한 대역폭 할당 기법을 연구하고자 한다. 한 셀 내에서 이동체의 물리적 이동 방향을 예측하여 이동체가 핸드오프할 인접 셀을 추정할 수 있다면 인접 6개의 셀 모두에 대역폭을 예약할 때 발생하는 자원의 손실을 줄일 수 있을 것이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II절에서는 이동체의 이동 방향을 추정하기 위한 과정을 제시하고 III절에서는 II절에서 정의된 이동 방향 추정을 이용하여 대역폭을 보다 효율적으로 활용하면서도 QoS를 보장하는 대역폭 예약 및 호 수락 제어 알고리즘을 제안한다. IV절에서는 시뮬레이션 파라미터 및 환경을 설명하고, 제안하는 방법의 성능을 시뮬레이션에 의하여 분석한다. 마지막으로 V절에서는 결론을 제시하였다.

II. 이동체의 이동 방향 추정

이동체의 이동 방향은 이동체가 현재 위치해 있는 블럭과 이전에 위치했던 블럭을 비교함으로써 추정할 수 있는데 이를 위해서는 이동체의 위치를 추정하는 방안이 필요하다. 본 논문에서는 [5]에서 제안된 이동체 위치 추정 방법을 이용한다. 이 방법은 셀을 여러 개의 블럭으로 나누어 이동체가 위치한 지점에서 인접 기지국의 PSS(pilot signal strength)의 평균 신호 세기를 추정하여 이 신호 세기에 근접하는 이동체가 위치한 블럭을 추정하게 되며 위치 추정 시스템 구성 단계와 위치 추정 단계로 이루어진다. 위치 추정 시스템 구성 단계는 위치 추정기가 위치 추정을 시작하기 전에, 그림 1과 같이 셀을 섹터, 트랙, 블럭 단위로 나누고 블럭에 그에 해당하는 정보를 부과하여 데이터베이스를 구축하는 단계로서 위치 추정기 설치 시에 한번만 수행한다. 추정기가 기지국에 설치되면 자동적으로 셀을 블럭으로 나눈 후 3단계 구성 방법을 사용하여 블럭 정

보를 생성한다. 위치 추정 단계는, 위치 시스템 구성 단계에서 얻어진 각 블럭의 정보를 기초로 하여, 이동체가 위치한 블럭을 추정하는 단계이며 위치 추정기에 의하여 주기적으로 반복된다. 이러한 위치 추정 과정은, 이동체가 위치한 지역의 크기를 단계적으로 좁혀서 최적의 블럭을 결정하는 방법인 3단계 위치 추정 기법에 기반을 두고 있다. 추정기는 타이머에 의하여 추정 과정을 시작하고 주기적으로 반복한다. 이동체는 자신의 기지국 및 인접 기지국으로부터 발생한 PSS를 측정한다. 그 측정된 정보를 이용하여 시스템은 섹터 추정 단계에서 이동체가 위치한 섹터를 추정하고 트랙 추정 단계에서 이동체가 위치한 트랙을 추정한 후에 최종적으로 블럭 추정 단계에서 이동체가 위치한 블럭을 추정한다.

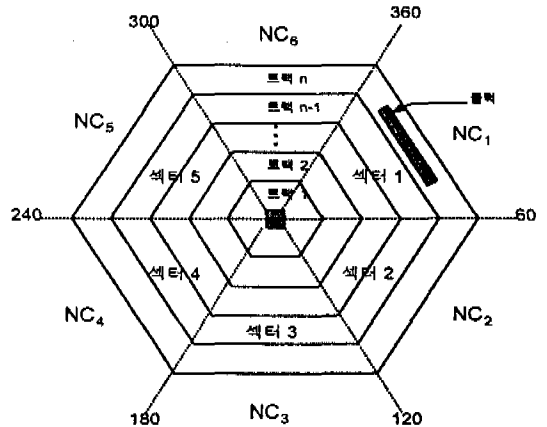


그림 1. 위치 추정 단계

다음으로 이동체의 이동방향은 아래와 같은 과정에 의하여 추정할 수 있다. 즉 위에서 언급한 위치 추정 방법에 의하여, 이동체가 위치한 블럭을 주기적으로 추정하고 현재의 블럭과 이전 블럭의 위치를 계산하여 이동방향을 산출한다. 이동체가 위치한 블럭이 이동에 의하여 바뀔 때마다 현재 이동체가 위치한 블럭을 기점으로 다시 이동 방향이 계산된다. 그림 2와 같이 블럭 A를 기점으로 할 때 이동체는 직선 방향(d_{12}), 우측 방향(d_{13}), 좌측 방향(d_{14})을 포함한 5개의 방향으로 이동한다.

즉 d_{15} 에서 d_{16} 까지의 각(angle)이 이동 가능한 방향이므로 d_{15} 와 d_{16} 을 구하면 이동 가능한 모든 방향을 추정할 수 있다. 이를 계산하기 위한 방법은 아래와 같다.

· 이동체가 한 블럭(P)에서 다른 블럭(A)으로 이

동할 경우, P를 셀의 중심으로 하여 A블럭의 상대적인 위치를 계산하면 이동 방향(예, 45도로 이동)을 알 수 있다.

· d_{11} 을 구한 후 다음 식에 의하여 d_{15} , d_{16} 를 구한다. 여기서 R 은 90° 이다.

$$d_{15} = d_{11} + R, \quad d_{16} = d_{11} + 3R$$

· 위에서 산출된 방향 정보를 이용하여 이동 환경 내에 있는 인접 셀을 결정한다. 이를 위하여 그림 1과 같이 섹터를 각각 60° 의 크기로 구분하고 각 섹터에 해당하는 인접 셀을 정의한다. 즉 $d_{13} \sim d_{14}$ 방향에 위치한 셀이 이동체가 이동할 방향으로 결정된다.

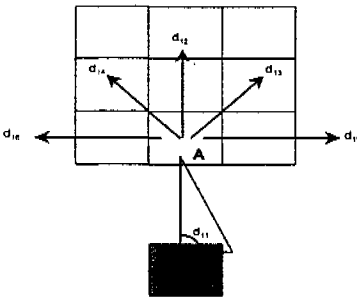


그림 2. 이동체의 이동 환경

본 논문에서 제안하는 이동 방향 추정 알고리즘은 그림 3과 같다.

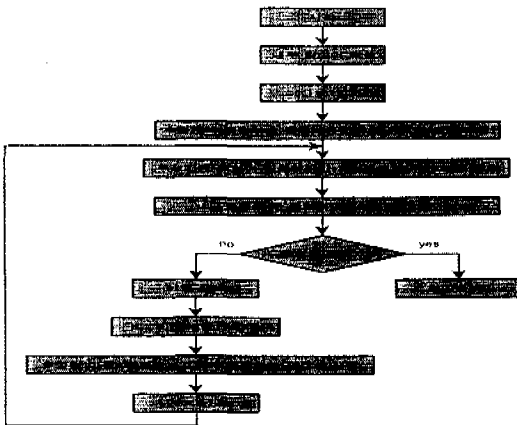


그림 3. 인접 셀 추정 알고리즘

III. 무선 멀티미디어 서비스의 QoS 보장 알고리즘

3.1 멀티미디어 서비스 분류⁽⁶⁻⁸⁾

무선 멀티미디어에서는 전화 서비스는 물론이고

텍스트형 전자우편, 분산 컴퓨팅, 디지털 오디오, 비디오 등의 멀티미디어 서비스가 제공될 것이며 이를 위해서는 각종 서비스 별로 적합한 전송속도 및 QoS를 지원할 수 있어야 한다. 일반적으로 무선망에서 지원할 서비스는 다음과 같이 분류할 수 있다.

- (a) 클래스 I - 실시간 트래픽(Real-time Traffic)
- (b) 클래스 II - 비실시간 트래픽(Non Real-time Traffic)

비디오와 음성과 같은 클래스 I은 매우 지연에 민감하며, 최소 요구 QoS를 제공할 수 없는 새로운 셀로 이동체가 이동한다면 해당 호는 강제종료된다. 한편, TCP나 E-mail과 같은 클래스 II는 큰 지연을 허락하고, QoS 파라미터(비트율과 같은)는 일시적으로 재조정되어도 서비스에 큰 영향을 미치지 않는다. 즉 클래스 II의 이동체가 원래 할당된 크기의 대역폭을 제공할 수 없는 새로운 셀로 이동했을 때는 그 호는 이용 가능한 대역폭만을 사용할 경우 대역폭의 감소로 인하여 전송 지연 시간이 다소 증가하지만 호는 강제종료되지 않는다. 그에 비해 클래스 I은 지연에 민감하므로, 클래스 II에 비하여 클래스 I에 우선순위가 주어져야 한다. 클래스 I의 QoS 파라미터는 핸드오프 호의 강제종료확률, 최소 허용 비트율(Minimum Allowed Bit Rate)이고 클래스 II의 QoS 파라미터는 대역폭 재조정(Readjustment) 확률이다. 또한 클래스 I과 클래스 II 모두에 적용되는 파라미터는 신규 트래픽의 블록킹확률이다. 본 논문에서는 CBR과 지연에 민감한 VBR 트래픽을 생성하는 서비스를 클래스 I, VBR중 트래픽 지연에 민감하지 않는 트래픽과 ABR 트래픽을 생성하는 서비스를 클래스 II로 구분한다.

3.2 트래픽의 분류

자원이 한정된 무선 통신망에서 멀티미디어 서비스를 효과적으로 제공하기 위해서는 트래픽의 특성, 현 기지국 및 인접 기지국의 상태 정보들을 고려하여 각 서비스 별로 대역폭이 차등적으로 할당되어야 한다. 무선 통신망에서 지원하는 트래픽은 참고 문헌⁽⁹⁾에 언급된 바와 같다

각 트래픽별로 그 트래픽을 생성한 서비스의 특성에 따라 요구 대역폭(Bandwidth Requirement) 그리고 최소 허용 대역폭(Minimum Allowed Bandwidth)을 정의할 수 있다. 요구 대역폭은 이동체의 해당 호가 요구하는 대역폭이며 최소 허용 대역폭은 그 호의 서비스 클래스에 따라 다르게 정의된다. 즉 클래스 I의 최소 허용 대역폭은 QoS 한계 내에

서 용인할 수 있는 최소한의 대역폭이고, 가입자가 이에 관한 정보를 제공한다고 가정한다. 클래스 II의 최소 허용 대역폭은 셀에서 이용 가능한 잔여 대역폭이고, 이는 망의 현재 상태에 의해 결정된다. 이러한 정보는 신규 호 또는 핸드오프 호에 대한 수락여부를 결정하는데 이용된다. 이미 주어진 바와 같이 핸드오프 트래픽은 신규 트래픽에 비하여 우선적으로 처리되어야 한다. 또한 핸드오프 수행시 트래픽이 요구하는 QoS와 인접 기지국이 보유한 대역폭이 일치할 가능성은 거의 없다. 통화중인 이동체에 원래 할당된 대역폭을 제공할 수 없는 새로운 셀로 그 이동체가 이동했을 때, 대역폭은 줄어들게 된다. 이러한 현상은 피할 수 없다. 그러나 클래스 II는 지연에 둔감하고, 대역폭의 재조정이 가능하므로 전송 지연 시간의 증가를 대가로 하여 최소한의 대역폭으로도 호(여기서는 핸드오프 호만을 의미한다)를 수락한다면 강제종료확률을 줄일 수 있을 것이다. 반면에 지연에 민감하고 대역폭 재조정이 불가능한 클래스 I은 강제종료확률을 최소화하기 위하여 대역폭 점유에 우선권을 갖는 대역폭 예약이 필요해진다. 즉 미리 클래스 I을 위한 일정 대역폭을 예약함으로써 클래스 I의 연속성을 보장할 수 있을 것이다. 이러한 특성을 이용하여 3.3, 3.4에서는 무선 멀티미디어 서비스의 QoS를 보장하기 위한 대역폭 할당 및 호 수락 제어 기법을 제안한다.

3.3. 대역폭 예약

3.1, 3.2에서 언급한 바와 같이 클래스 I 트래픽에 대해서는 핸드오프에 대비하기 위하여 인접셀에 대역폭을 예약할 필요가 있다. 본 논문에서는 이동체의 이동 패턴에 근거하여 대역폭 예약을 수행한다. 따라서 대역폭 예약이 모든 인접 셀에서 동일하게 수행되지 않고, 대신에 이동체의 움직임 패턴에 근거하여 예약을 수행하는데 인접 셀의 대역폭 예약과 관련하여 다음의 사항을 고려하여야 한다.

- 언제 대역폭을 예약하고 해제하는가?. 이동체가 새로운 셀로 이동할 때마다 대역폭을 예약하고 더 이상 필요없게된 대역폭은 해제한다.
- 어느 셀 및 몇 개의 셀에서 대역폭을 예약하는가?. 이동체의 이동 방향을 추정하여 이 이동체가 이동하리라고 예측된 인접 셀에서만 대역폭을 예약한다.
- 예약될 대역폭의 양을 어떻게 결정하는가?. 이동체의 이동패턴에 관한 정보는 확률 P_d 로 표

현된다. 여기서 $M(P_d)$ 는 이동체 M이 방향 d로 움직일 확률이고 방향 d인 셀에는, 이동체가 요구한 대역폭 M_d 를 예약한다.

- 추정된 셀에 이미 다른 이동체에 의하여 대역폭이 예약되어 있을 경우에, 추정된 셀이 그 이동체가 이동할 확률이 가장 큰 셀이면 이미 예약된 대역폭 이외에 여분의 예약 가능 대역폭 중에서 이동체가 요구하는 대역폭을 다시 예약하고 요구하는 만큼의 대역폭이 없을 경우에는 남아있는 예약 가능 대역폭 모두를 할당한다.
- 동시에 n개의 호가 발생하면, 기존의 방식처럼 n개의 호 중에서 가장 큰 요구 대역폭을 인접 셀 모두에 예약하는 것이 아니라 다수의 이동체가 핸드오프할 가능성이 큰 셀이 동일할 수 있으므로 이런 셀에는 대역폭의 양을 추가로 할당한다.

이동체의 속도에 따라 이동 반경 및 이동 패턴은 서로 다른 특성을 보인다. 저속 이동체는 이동 반경이 작은 반면에 이동 패턴이 복잡하고 고속 이동체는 이동 반경이 큰 반면에 이동 패턴은 단순로운 특성이 있다. 이를 이용하여 이동체의 특성에 맞게 대역폭 예약이 필요한 인접 셀을 결정하는 방법을 달리할 수 있다. 대역폭 예약이 필요한 이동체 결정 변수를 이동체의 현재의 위치와 이동 방향으로 하여, 이동체의 속도에 따라 현재의 위치에서 이동 반경의 크기를 고려하고, 이동체의 속도가 이동 방향에 미치는 결과를 고려한다.

저속 이동체의 경우는, 이동체의 현재의 위치와 이동 방향 모두를 고려한다. 셀 내의 위치를 고려하는 이유는 저속 이동체는 셀 내의 현재 위치에서 이동 범위가 크지 않으므로 현재의 위치에 따라 핸드오프할 가능성이 있는가를 예측할 수 있기 때문이다. 이동 방향을 고려하는 이유는 셀의 내부로 이동하는 이동체는 핸드오프할 확률이 줄어드는 반면에 셀의 외부로 이동하는 이동체는 핸드오프할 확률이 증가하기 때문이다. 저속 이동체의 현재의 위치를 고려하기 위하여 그림 4와 같이 셀을 3개의 zone으로 구분하고 이동체가 위치한 각 zone에 따라 서로 다른 결정 방법을 고려한다. 위치 추정시 n개의 트랙으로 분할하였는데(그림 1 참조), $\frac{n}{3}$ 개의 트랙이 한 zone을 이룬다. zone-1은 예약 대기 지역으로, zone-2는 예약 고려 지역, zone-3은 예약 수행 지역이다. 이동체의 이동 방향을 고려하기 위

하여 상위의 zone으로 이동하는 이동체(방향 d_1)와 하위의 zone으로 이동하는 이동체(방향 d_2), 그리고 동일 zone 내에서 이동하는 이동체로 나뉜다. 그러나 동일 zone 내에서 이동하는 이동체(방향 d_3, d_4 등)도 결국은 인접 섹터의 하위의 zone을 향하여 이동하고 있으므로 하위의 zone으로 이동하는 이동체로 생각할 수 있다.

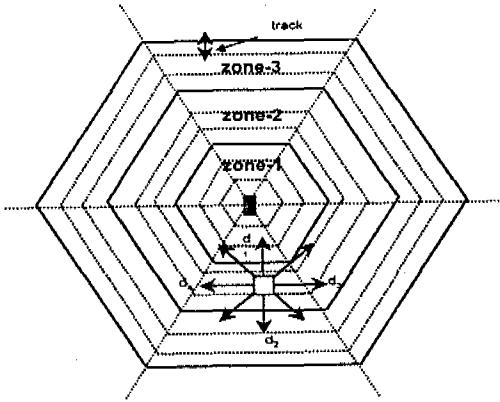


그림 4. zone과 이동체의 이동 방향

대역폭 예약이 필요한 이동체 결정 변수를 이용한 알고리즘은 다음과 같다.

- 이동체의 현재 위치가 zone-1이면 이동 방향과 상관없이 대역폭 예약을 수행하지 않는다.
- 이동체의 현재 위치가 zone-2이고 이동 zone-1로 이동하고 있다면 대역폭 예약을 수행하지 않는다.
- 이동체의 현재 위치가 zone-2이고 이동 zone-3으로 이동하고 있다면 대역폭 예약을 수행한다.
- 이동체의 현재 위치가 zone-3이고 이동 zone-2로 이동하고 있다면 대역폭 예약을 수행하지 않는다.
- 이동체의 현재 위치가 zone-3이고 인접 셀로 이동하고 있다면 대역폭 예약을 수행한다.

고속 이동체의 경우, 대역폭 예약 결정 변수는 이동 방향이다. 이동체의 셀 내 위치를 고려하지 않으므로 zone의 구분이 불필요하다. 고속 이동체는 이동 반경이 크므로 현재 셀 내의 어느 위치에 있건간에, 또한 이동 방향이 셀의 내부로 향하든 외부로 향하든 간에, 핸드오프할 가능성이 있으므로 이동체의 셀 내 위치에 상관없이 대역폭 예약이 필요하다. 그리고 고속 이동체는 이동 반경이 큰 대신에 이동 패턴이 단조롭기 때문에(한 방향으로만 이동한다), 이동 방향에 따라 대역폭 예약을 수행하는 인

접 셀을 줄일 수 있다.

3.4. 이동방향 추정에 의한 호 수락 제어 알고리즘

이 연구에서 제안하는 알고리즘들은 이동체의 통신 단말기 상태와 관련시키기 위하여, 이동체 통신 단말기의 유한 상태(finite state)를 그림 5에 나타내었다. 이동체의 이동 방향은 통신 단말기가 idle 상태에 있는 동안에 방향 추정기에 의해 계속 추적되며, 통신 단말기가 setup 상태로 될 때 추정된 방향을 이용하여 그 방향에 있는 인접 셀에 대역폭 예약을 수행한다. connection 상태에서 이동 방향이 바뀔 때마다 대역폭 예약이 필요한 인접 셀이 계속적으로 조정된다. 대역폭 예약이 필요한 이동체는 해당 셀에 가용 대역폭이 있다면 호를 수락하고 대역폭 예약이 필요한 이동체는 방향 추정기에 의하여 추정된 방향에 있는 인접 셀에 대역폭 예약을 성공적으로 수행한 후에야 호가 수락된다. connection 상태에서 이동체의 호가 종료되거나 핸드오프 호가 reject되면 sleep 상태로 들어간다. 주기적으로 sleep 상태와 idle 상태를 반복한다. 핸드오프를 수행하는 동안에, 이동 방향 추정 과정을 실행하여 대역폭을 예약하고 이를 근거로 핸드오프를 수행한다면 신속하게 핸드오프를 처리할 수 없을 것이다. 따라서 본 연구에서는 방향 추정과 핸드오프 처리 과정을 분리시켜서, 그림 5와 같이 핸드오프 발생 전에 이동 방향 추정기가 핸드오프 가능성이 있는 인접 셀을 추정하여 미리 대역폭을 예약해 놓고 핸드오프 처리시 그 예약 정보 데이터를 이용하여 핸드오프 수락 여부를 결정함으로써 핸드오프 처리 시간에 거의 영향을 주지 않을 것으로 판단된다.

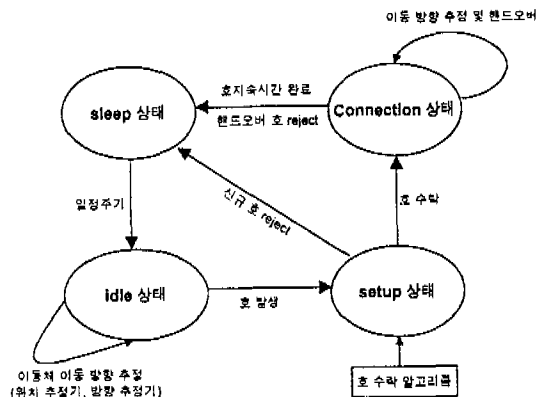


그림 5. 이동체의 유한 상태

한편 셀에서 사용될 총 대역폭중 예약에 사용될 대역폭의 범위를 미리 설정하지 않고 총 대역폭 모두가 예약에 사용되도록 한다면 대부분의 대역폭이 핸드오프를 위해 예약될 경우에는 블럭킹확률이 기준치 이하로 떨어지는 것을 막을 수 없다. 따라서 총 대역폭 중 클래스 I를 위해 예약 가능한 대역폭의 비율이 설정되어야 한다. 총 대역폭은 예약 가능 대역폭과 가용 대역폭의 합이며 예약 가능 대역폭은 핸드오프 호를 위하여 예약될 수 있는 대역폭이고 가용 대역폭은 핸드오프 호와 신규 호가 동시에 사용하는 대역폭이다. 또한 예약 대역폭은 예약 가능 대역폭 중에서 현재 예약되어 있는 대역폭이다. 본 논문에서 제안한 멀티미디어 서비스의 QoS 보장 알고리즘을 편의상 CAC-DE(Call Admission Control using Direction Estimation) 알고리즘이라 부를 것이며 이 알고리즘은 네 가지 부분으로 구성된다.

(1) 저속 이동체이며 클래스 I을 지원하기 위한 알고리즘

저속 이동체의 클래스 I에 대해 제안된 호 수락 알고리즘은 그림 6과 같다.

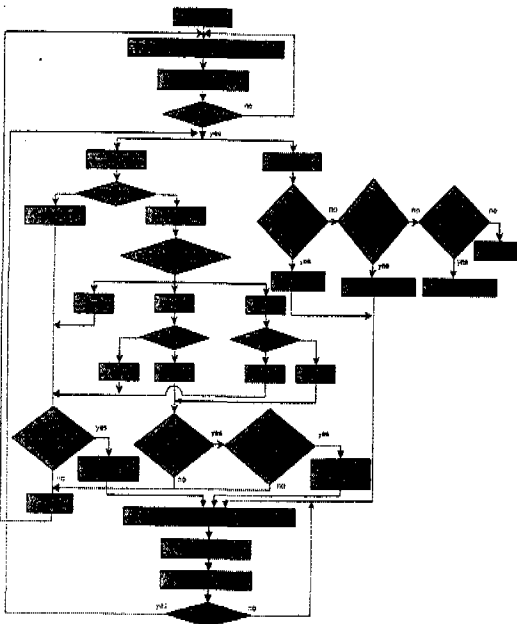


그림 6. 알고리즘 CAC-DE의 순서도 I

저속 이동체의 클래스 I호는 마이크로셀로 액세스하며 이동체가 정지하고 있으면 대역폭 예약이 필요없고 이동중이면 이동체의 현재 위치와 이동

방향에 따라 대역폭 예약 여부를 결정한다. 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 할당 받지 못해 매크로셀로 질체된 호는 매크로셀에 가용 대역폭이 있는가에 따라 호 수락 여부를 결정한다.

(2) 고속 이동체이며 클래스 I을 지원하기 위한 알고리즘

고속 이동체의 클래스 I 호에 대해 제안된 호 수락 알고리즘은 그림 7과 같다.

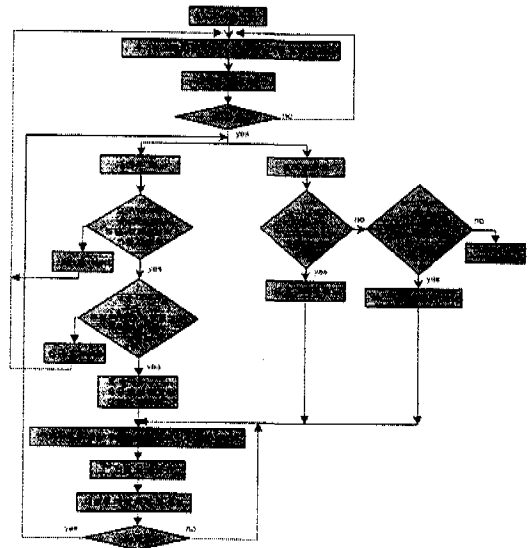


그림 7. 알고리즘 CAC-DE의 순서도 II

고속 이동체의 클래스 I호는 매크로셀로 액세스하고 대역폭 예약이 필요하다. 모든 이동체는 매크로셀에서만 운용된다. 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. 신규 호에 비하여 핸드오프 호에 우선권이 주어지고 최소 허용 대역폭이 제공된다면 호는 수락된다.

(3) 저속 이동체이며 클래스 II를 지원하기 위한 알고리즘

저속 이동체의 클래스 II에 대해 제안된 호 수락 알고리즘은 그림 8과 같다.

IV. 시뮬레이션 방법 및 성능분석

4.1 시뮬레이션 방법

본 논문에서 제안한 QoS 보장 알고리즘을 평가하기 위하여 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션은 발생된 호의 수가 100,000번이 될때까지 수행되었다. 호 설정 과정은 이동체로부터 무선망으로의 신규 호 설정과 핸드오프 수행 과정으로 구성되는데 무선 대역폭의 할당을 요청하기 위하여 제어 채널의 액세스를 시도하고, 이것에 성공하면 예약 정보를 전달하고 해당 대역폭을 할당받는다. 시뮬레이션은 제어채널 액세스 과정은 고려하지 않고 해당 대역폭의 액세스 과정만을 고려하였다. 시뮬레이션 파라미터는 [4]와 [5]를 참조하여 설정하였다. 서비스 영역은 반경이 150m인 정육각형의 마이크로셀로 구성되며 20개의 셀이 하나의 매크로셀에 중첩되어 있다. 호의 시도는 셀 내에서 고르게 발생하며, 호의 발생율은 포아송 분포를 따른다. 각 이동체는 0~360°까지의 임의의 방향으로 이동할 수 있으며 이동 속도와 방향이 계속적으로 변경 가능한 것으로 가정하였다. 각 셀에서는 대역폭 c 중, $c-\phi$ 대역폭을 신규 호와 핸드오프 호가 공유하며 핸드오프 전용 대역폭(즉, 최대 예약 대역폭)을 가지고 핸드오프 호를 서비스한다. 서비스의 우선 순위는 신규 호보다 핸드오프 호가 높은 우선권을 가진다.

다양한 서비스에 대한 영향을 분석하기 위하여, 호 지속 시간, 요구 대역폭, 서비스 종류에 근거하여 참고문헌^[9]에 언급된 바와 같은 여섯 가지의 서비스를 고려하였다. 또한 시뮬레이션 파라미터는 참고문헌^[9]에 언급된 바와 같다.

4.2 성능분석

본 연구에서 고려한 QoS 척도는 신규 호의 블럭킹확률과 핸드오프 호의 강제종료확률이며 성능 분석을 위하여 본 논문에서 제안한 방법들 [4] 및 [9]에서 제안한 방법과 비교하였다. 여기에서 트래픽 부하는 초당 하나의 기지국에서 발생한 평균 호 시도량을 의미한다.

그림 10, 11, 그리고 12는 각각 저속 이동체의 서비스 1, 2, 3에 대한 블럭킹확률과 강제종료확률을 나타내고 있다. 이 결과는 대역폭의 20%를 예약 가능 대역폭으로 정할 경우에 대한 것이다. 그림에서 알 수 있듯이, CAC-DE는 서비스 1(음성 호)과 서비스 2(비디오 폰)에 대해서는 트래픽 부하 0.04

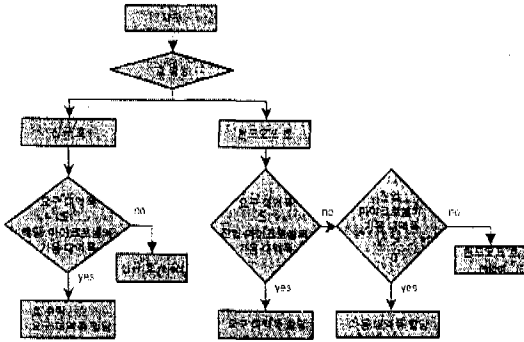


그림 8. 알고리즘 CAC-DE의 순서도 III

저속 이동체의 클래스 II호는 마이크로셀로 액세스하고 마이크로셀에서만 운용된다. 대역폭 예약은 없다. 클래스 II는 이동체가 원래 할당된 대역폭을 보장하지 못하는 셀로 이동할지라도 이용 가능한 최소한의 대역폭만 있다면 호는 강제종료되지 않는다. 최소한의 대역폭도 없다면 호는 강제 종료되는데, 이 경우에도 매크로셀로 절체되지 않는다. 클래스 II를 서비스하는 이동체는 저속이거나 고속이거나 대역폭 예약을 수행하지 않으므로, 방향 추정 과정이 필요 없다. 따라서 순서도에 표기하지 않았다. 모든 이동체가 idle 상태에서는 방향 추정기에 의하여 방향이 추정되다가 그 이동체가 클래스 II로 호 수락되면 이동 방향 정보가 필요없으므로 추정기는 그 이동체의 방향 추정을 중단한다.

(4) 고속 이동체이며 클래스 II를 지원하기 위한 알고리즘

고속 이동체의 클래스 II호는 매크로셀에 액세스하며 매크로셀에서만 운용된다. 대역폭 예약을 수행하지 않는다. 고속 이동체의 클래스 II에 대해 제안된 호 수락 알고리즘은 그림 9와 같다.

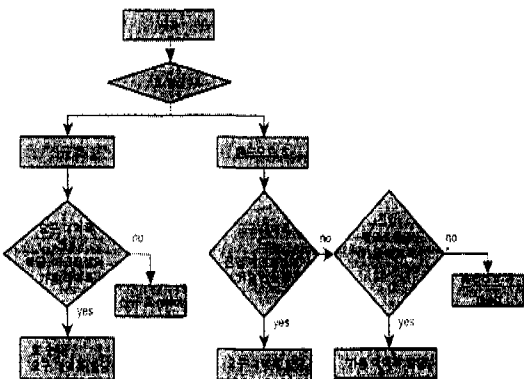


그림 9. 알고리즘 CAC-DE의 순서도 IV

까지 블럭킹확률을 0.05 이하로 유지한다. 또한 서비스 3은 트래픽 부하 0.1에서 강제종료확률 0.25 이하이며 그 외의 서비스에 대해서는 0.05 이하임을 알 수 있다. 트래픽 부하 0.02 이하에서는 세 알고리즘의 블럭킹확률의 차이가 거의 없지만 부하가 0.04 이상으로 증가하면 서비스 1은 0.08 서비스 2는 0.12, 서비스 3은 0.16 이상 감소한다. 또한 강제종료확률도 트래픽 부하 0.02 이하에서는 세 알고리즘의 성능이 유사하지만 부하가 0.04 이상으로 증가하면 서비스 1은 0.01, 서비스 2는 0.015, 서비스 3은 0.08 이상 감소한다. 대역폭을 동일하게 6개의 인접 셀에 예약하는 알고리즘 A^[4]와 M/A/M^[9]에 비하여 CAC-DE는 이동체의 이동 방향에 따라 핸드 오프할 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 A와 M/A/M은 두 이동체가 동시에 그 셀로 핸드오프된다면 호가 강제종료되는 반면에 CAC-DE는 특정 셀로 이동할 확률이 크다면 그 셀에 일정 대역폭이 예약되어 있을 지라도 다시 예약하여 많은 대역폭을 확보함으로써 강제종료확률을 현저히 줄일 수 있었다.

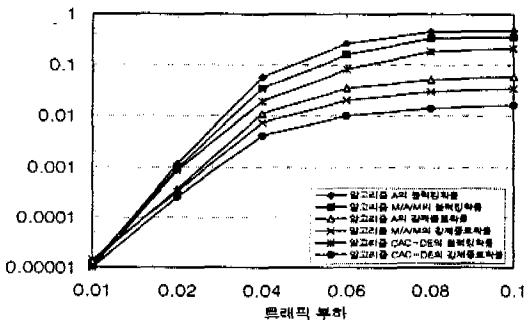


그림 10. 서비스 1의 블럭킹확률과 강제종료확률

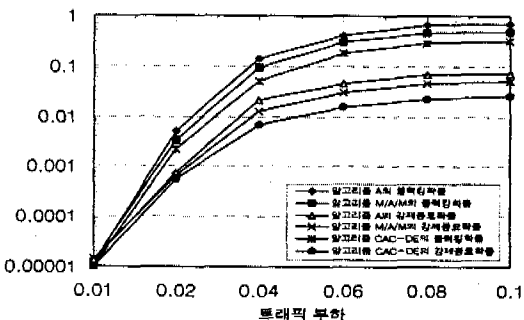


그림 11. 서비스 2의 블럭킹확률과 강제종료확률

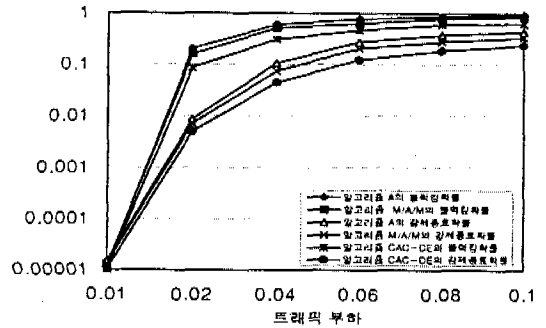


그림 12. 서비스 3의 블럭킹확률과 강제종료확률

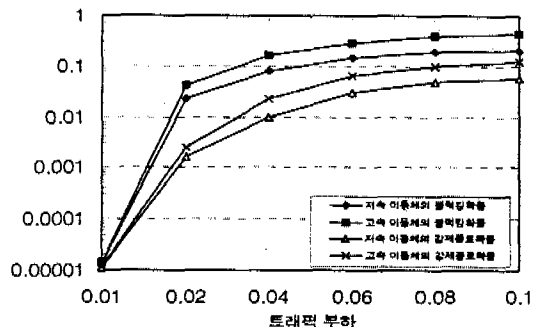


그림 13. 알고리즘 CAC-DE의 저속 이동체와 고속 이동체의 성능

그림 13은 저속 이동체와 고속 이동체에 대한 알고리즘 CAC-DE의 성능을 나타내고 있다. 그림의 가로축은 고속 이동체와 저속 이동체 각각의 트래픽 부하를 나타낸다. 저속의 이동체가 블럭킹확률과 강제종료확률에서 우수한 성능을 보인다. 이동체의 이동 방향만 고려하여 대역폭 예약 여부를 결정하는 고속 이동체에 비하여 저속 이동체는 이동체의 현재 위치도 고려함으로써 셀의 가용 대역폭을 낭비하지 않기 때문에 신규 호의 호 수락 가능성이 높게된다.

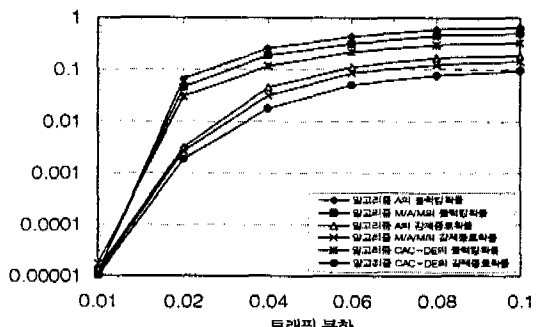


그림 14. 클래스 1의 성능 비교

또한 고속 이동체에 비하여 저속 이동체는 이동 환경이 그리 크지 않기 때문에 이동중에 충분히 대역폭을 확보할 수 있으므로 강제종료확률이 줄어든다. 그림 14는 서비스를 세분하지 않을 경우의 클래스 I에 대한 블럭킹확률과 강제종료확률을 나타내고 있다. 알고리즘 A와 M/A/M이 신규 호의 수락과정에서 다수의 인접 셀에 대역폭을 예약하는 반면에 CAC-DE는 추정된 인접 셀에만 대역폭을 예약함으로써 블럭킹확률과 강제종료확률을 감소시킬 수 있음이 확인되었다.

V. 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 매크로셀과 마이크로셀이 중첩된 PCS에서 이동체의 위치와 이동방향을 추정하고 이를 바탕으로 하여 인접셀에 핸드오프에 대비하기 위한 대역폭을 예약하고 트래픽 특성에 따라 대역폭을 차별적으로 할당함으로써 멀티미디어 서비스의 QoS를 보장하는 대역폭 할당 및 호 수락 제어 알고리즘을 제안하고 시뮬레이션에 의하여 성능을 분석하였다. 시뮬레이션에 의하면 본 논문에서 제안한 방법은 블럭킹확률과 강제종료확률을 현저히 줄일 수 있음이 확인되었다. 한편 이 방법은 클래스 I의 연속성 보장에만 중점을 두어서 클래스 II에 대해서는 대역폭 예약을 수행하지 않고 최소한의 대역폭이 있을 경우에도 호를 수락하기 때문에 전송 시간이 다소 증가할 것으로 판단된다. 향후 클래스 II의 QoS를 보장하기 위한 방안에 대해서도 연구가 계속되어야 한다. 또한 이동체의 운행중 속도의 변화를 고려한 대역폭 예약 방법에 관해서도 연구되어야 할 것이다.

참고 문헌

[1] M. Schwartz, "Network Management and Issues in Multimedia Wireless Networks," IEEE Personal Communications, 2(3), June 1995.
 [2] 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.

[3] 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.
 [4] 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.
 [5] 이문호, 이종찬, "이동체 위치 추정 기법," 한국통신학회 논문지, 8월호 1998.
 [6] J. Kurose, "Open Issues and Challenges in Providing Quality of Service Guarantees in High-Speed Networks," Computer Communication Review, 23(1), Jan. 1993.
 [7] M. Inoue, H. Morikawa, M. Hatori and M. Mizumachi, "Resource Allocation Schemes for ABR traffic in Wireless ATM Networks," Proc. of IEEE MDMC '96, pp. 700-704, July 1996.
 [8] H. Morikawa, M. Inoue, M. Hatori and M. Mizumachi, "Prioritized Transport of Real-Time VRR Traffic in Wireless ATM Channels," Proc. of IEEE MDMC '96, pp. 814-818, July 1996.
 [9] 이종찬, 이문호, 문영성, "무선 멀티미디어 서비스의 QoS 보장을 위한 호 수락 제어 기법," 한국통신학회 논문지, 8월호 1997.



이종찬(Jong chan Lee) 정회원
 군산대학교 컴퓨터학과 공학석사
 숭실대학교 대학원 전자계산학과 공학사
 현재: 숭실대학교 대학원 전자계산학과 박사과정



이 문 호(Moonho Lee) 정회원
서울대학교 공학사
승실대학교 정보과학대학원 전
산공학과 공학석사
승실대학교 대학원 전자계산학
과 공학박사
한국전자통신연구원 연구원

현대전자(주) 과장

현재 : 청운대학교 멀티미디어학과 교수