

IMT-2000에서 이동방향 추정을 이용한 핸드오프 방안

이종찬^o, 문영성
 송실대학교 컴퓨터학과

e-mail:mun@computing.soongsil.ac.kr

Handoff Scheme Using Location Tracking in IMT-2000

Jongchan Lee^o, Youngsong Mun
 Dept of Computing, Soongsil University

요약

IMT-2000에서는 음성 트래픽뿐만 아니라 데이터, 화상, 비디오와 같은 멀티미디어 트래픽을 지원함으로써 더 많은 무선 대역폭이 요구된다. 특히 멀티미디어 데이터의 전송 중에 핸드오프가 발생한다면, 기지국은 멀티미디어 데이터의 QoS를 유지하기 위하여 효율적인 대역 할당 및 핸드오프 방안이 필요하다. 본 논문에서는 IMT-2000 환경에서 이동체의 이동 방향을 추정하여 이를 근거로 대역폭을 예약하고, 멀티미디어 트래픽을 전송하는 핸드오프 기법을 제안한다. 이 기법은 섹터 추정과 존 추정으로 구성된 2 단계 추정에 근거하여 이동체의 위치와 이동 방향을 결정하고 이를 이용하여 대역폭을 예약한다.

1. 서론

IMT-2000은 셀룰러 및 PCS에 이어 2000년경에 상용화가 예상되는 차세대 이동통신서비스로서 국내외적으로 기술 개발에 대한 논의와 관심이 집중되고 있다[1]. 2000년대 통신 서비스는 기존의 음성 위주의 서비스부터 영상, 데이터의 다양한 조합으로 이루어진 멀티미디어 서비스로 변화해 갈 것이며, 미래의 통신 서비스 사용자는 자신이 접속하고 있는 망의 종류에 상관없이 멀티미디어 서비스를 원할 것이다. 그리고 사용자의 서비스 사용 패턴은 이동 환경에서 인터넷의 데이터, 지도 정보 등 주로 정지 영상 및 소량의 데이터의 전송 서비스를 전제로 하고, 실내에서는 동영상, 컴퓨터 네트워크와의 접속 등 보다 더 고속의 전송 서비스를 사용하는 형태가 될 것이다. 이와 같은 요구를 만족시켜줄 IMT-2000[2-3]의 육상 부분의 망 구조가 그림 1에 보인다.

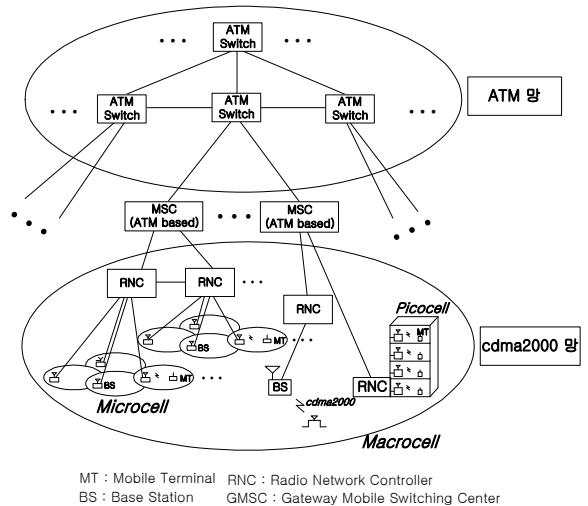


그림 1. IMT-2000 시스템 육상 구조(육상 부분)

멀티미디어 서비스를 지원하기 위하여, IMT-2000에서는 고속 전송, 유연한 대역폭 할당, CBR/VBR/ABR 선택 등과 같은 새로운 특성들을 제공해야 한다. 이외에 무선망에서 멀티미디어를 수용하기 위해서는 멀티미디어 트래픽의 QoS를 보장해야 한다. 유선망과 비교하여 무선망의 QoS 문제는

※ 이 연구는 1999년도 두뇌한국21사업 핵심분야에 의하여 지원되었음

멀티미디어 트래픽의 QoS 요구사항에 이동체(Mobile Station)의 이동성을 추가로 고려하므로 우선방보다 더욱더 복잡한 문제를 내포하고 있다. 특히 이동체가 한 셀로부터 다른 셀로 이동할 때, QoS를 보장할 수 있어야 한다.

사용자의 이동성 보장을 위한 무선 자원 관리 방식으로는 예약 채널 방식, 큐잉 우선 채널 방식, 측정 기반 우선 할당 방식 등이 있다. 이들은 핸드오프 후에 우선권을 부여함으로써 사용자의 이동성을 보장해주는 방식이다. 이 방식들은 트래픽의 정적인 특성에 기반 하므로, 빈번히 핸드오프가 발생하는 마이크로셀 환경에서는 강제종료율이 지나치게 높게된다. 또한 다양한 요구 대역폭과 서비스 시간을 갖는 멀티미디어 사용자에게 대해서는 그 계산상의 복잡성으로 인하여 정확한 연결 수락 제어[4-5]를 하기 어렵다. 따라서 망의 부담을 줄이고 무선 자원을 효율적으로 할당하며 요구된 QoS를 만족시킬 수 있는 보다 실제적인 방법에 대한 연구가 필요하게 되었다. 따라서 제안된 방식은 예약 채널 방식에 기반하고 있으나 이동체의 이동 방향을 추정하고 이를 근거로 무선 대역을 효율적으로 예약함으로써 요구된 QoS를 만족시키는 방법을 제시하려한다.

2. 이동체의 이동 방향 추정

이동체가 위치한 지역을 추정하기 위하여 그림 2와 같이 셀을 6개의 섹터(Sector)로 분할하고 각 섹터를 다시 3개의 존(Zone)으로 분할한다. 섹터 추정, 존 추정의 과정을 통하여 추정 범위를 좁혀감으로써 이동체가 위치한 지역을 최종적으로 추정하는 방법[6]으로 마이크로셀과 매크로셀에서 동시에 수행된다. 이동체의 위치를 추정하여 이전 위치와 비교함으로써 이동체의 이동 방향을 계속적으로 추정한다.

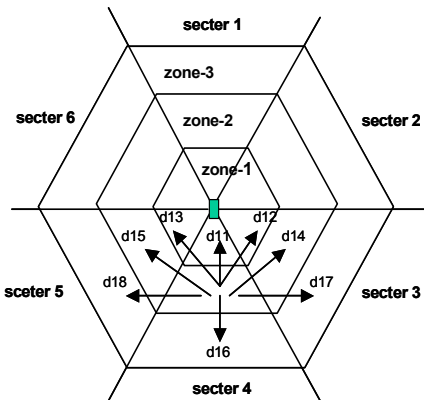


그림 2. 섹터, 존 그리고 이동 방향

위치 추정기(Estimator)는 타이머에 의하여 추정 과정을 시작하고 주기적으로 반복한다. 이동체는 자신의 기지국 및 인접 기지국으로부터 발생한 파일럿 신호 세기(PSS; Pilot signal strength)를 측정한다. 측정된 정보를 이용하여 추정기는 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 시작되고 이동 방향을 추정한 후에 다시 반복된다. 본 논문에서 제안하는 이동 방향 추정 알고리즘은 그림 3과 같다.

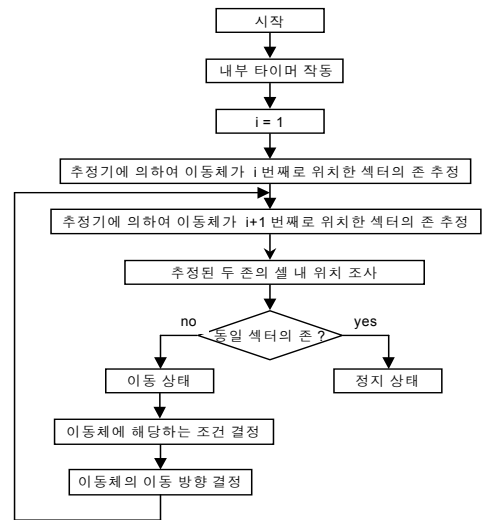


그림 3. 이동방향 추정 알고리즘

2.1 섹터 추정

모든 인접 기지국들은 주기적으로 파일럿 신호를 방송하고 각 이동체는 인접 기지국으로부터의 파일럿 신호들을 수신한다. 수신된 신호 세기를 비교하여 가장 큰 신호 세기를 갖는 기지국에 해당하는 섹터를 이동체가 있는 섹터로 추정하는데 그 과정은 다음의 섹터 추정 알고리즘으로 나타낸다.

1. 셀을 동일하게 6개의 섹터로 나눈다.
2. 분할된 각 섹터에 분할각(angle)을 부여한다.
3. 인접 기지국은 주기적인 파일럿 신호를 발생한다.
4. 인접 기지국들의 PSS를 이동체의 복조기에서 측정한다.
5. 이동체는 PSMM(pilot strength measurement message)을 기지국으로 전송한다.
6. 추정기는 파일럿 채널의 수신 세기를 비교하여 최대 신호 세기를 갖는 기지국에 인접한 섹터를 이동체가 존재하는 섹터로 선택한다.
7. 섹터의 객체 정보에 이동체가 위치한 섹터 번호

를 저장한다.

2.2 존 추정

하나의 셀은 다수의 존으로 분할되며 각 존은 PSS의 임계값에 의해 구분된다. 하나의 셀은 n 개의 존으로 나뉘고 PSS가 각 존을 결정하는 변수로 사용된다. 존 분할 과정은 다음과 같은 LOS 알고리즘으로 표현될 수 있다.

1. PSS에 따라 각 임계값 범위를 결정한다.
2. 신호 세기를 거리 정보로 바꾸기 위하여 각 임계값에 해당하는 거리 함수를 식 (1)에 의하여 결정한다.

$$p_A(d) = k_1 - k_2 \times \log(d) + u(t)$$

$$p_B(d) = k_1 - k_2 \times \log(D - d) + v(t) \quad (1)$$

식 (1)에서 D 는 두 기지국간의 거리를 나타내고, d 는 기지국 A, B에서 이동국 사이의 거리를 나타내며, k_1 은 기지국의 송신 전력과 비례하며, k_2 는 전파전파 환경에 따라 20-50 사이의 상쇄 성분을 갖는다. $v(t)$, $u(t)$ 는 d 에서 기지국 A와 B로부터 수신된 신호 전력의 분포를 나타내고, 이 두 랜덤 신호는 $N(\mu(d), \alpha)$ 인 가우시안 분포를 갖는다. 특정 위치에서 수신된 신호의 평균값인 $\mu(d)$ 는 거리에 따른 path-loss 성분에 따라 결정되고, α 는 동일한 것으로 본다.

3. 거리 함수를 이용하여 존으로 분할한다.
4. 분할된 각 존에 존 번호와 PSS의 임계값을 부여한다.

존 추정 단계는 섹터 추정에서 추정된 이동체가 위치한 존을, LOS 알고리즘을 이용하여 추정하는 단계이며 다음의 존 추정 알고리즘에 의하여 최적의 존이 결정된다.

1. 기지국은 주기적으로 파일럿 신호를 발생한다.
2. 이동체는 복조기에서 현재 이동체가 위치하고 있는 기지국의 PSS를 측정한다.
3. 이동체는 PSMM을 기지국으로 전송한다.
4. 추정기는 LOS를 이용하여 존을 추정한다.
5. 존의 객체 정보에 이동체가 위치한 존 번호를 저장한다.

2.3 이동 방향 추정 방법

섹터 추정과 존 추정에 의하여, 이동체가 위치한 섹터와 존을 주기적으로 추정하고 이동체 현재와 이전 위치를 계산하여 이동 방향을 산출한다. 이동

체가 위치한 지점이 바뀔 때마다 현재 이동체가 위치한 지점을 기점으로 다시 이동 방향이 계산된다. 그림 2와 같이, 하위의 존에서 상위의 존으로 이동하는 이동체의 이동 반경은 넓고, 상위의 존에서 하위의 존으로 이동할 수록 이동 반경은 좁아진다. 즉 이동체가 셀 중심을 향하여 이동할 때보다 셀 외곽 지역으로 이동할 때가 이동 방향을 추정하기가 쉽다. 따라서 상위의 존으로 이동하는 이동체는 최대한 많은 인접 셀로 이동할 수 있다고 추정하고, 하위로 이동하면 할 수록 이동 가능한 인접 셀의 수를 감소시키는 방법이 효과적이다. 이를 고려하여 본 연구에서는 이동체의 이동 방향을 추정하기 위한 5가지 조건을 알고리즘에 적용한다.

- 조건 1 : 동일 섹터의 상위의 존으로 이동하는 이동체는 셀 안에서의 이동 반경이 가장 넓다. 따라서 최대 5개의 인접 셀로 이동할 가능성이 있다고 추정할 수 있다.
- 조건 2 : 동일 섹터의 하위의 존으로 이동하는 이동체는 셀 안에서의 이동 반경이 좁다. 따라서 최대 3개의 인접 셀로 이동할 가능성이 있다고 추정할 수 있다.
- 조건 3 : 다른 섹터의 상위의 존으로 이동하는 이동체는 셀 안에서의 이동 반경이 넓다. 따라서 최대 4개의 인접 셀로 이동할 가능성이 있다고 추정할 수 있다.
- 조건 4 : 다른 섹터의 하위의 존으로 이동하는 이동체는 셀 내에서의 이동 반경이 가장 좁다. 따라서 이동체가 현재 위치한 존에 따라 최대 2개, 최소 1개의 인접 셀로 이동할 가능성이 있다고 추정할 수 있다.
- 조건 5 : 다른 섹터의 동일 존으로 이동하는 이동체는 조건 3과 같다.

3. 이동 방향 추정에 따른 코드 예약 방식

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 단조로운 특성이 있다. 본 연구에서는 이를 이용하여 예약 변수(Reservation Variable)를 정의하고, 대역폭 예약이 필요한 인접 셀을 결정하였다. 이동체의 현재 위치와 이동 방향을 예약 변수로 하여, 이동체의 속도에 따라 현재의 위치에서 이동 반경을 고려하고, 이동체의 속도가 이동 방향에 미치는 결과를 고려하

여 예약이 필요한 인접 셀을 결정한다. 이를 위하여 각 RNC에 연결된 셀들의 집합을 클러스터(Cluster)라 정의하고 각 클러스터의 경계지역에 있는 셀을 Inter-cluster cell, 클러스터 내부에 있는 셀을 Intra-cluster cell이라 정의한다. Inter-cluster cell의 zone-3을 Inter-cluster zone, Intra-cluster cell의 zone-3을 Intra-cluster zone이라 정의한다.

3.1 저속 이동체를 위한 다중 코드 예약

저속 이동체는 현재의 위치와 이동 방향 모두를 예약 변수로 고려한다. 이동 범위가 작은 저속 이동체의 경우, 셀 내의 위치에 따라서 핸드오프 가능성을 추정할 수 있으므로 셀 내의 특정 위치를 고려한다. 또한 셀의 내부로 이동하는 이동체는 핸드오프할 확률이 줄어드는 반면에 셀의 외부로 이동하는 이동체는 핸드오프할 확률이 증가하므로 이동체의 이동 방향을 고려한다.

저속 이동체의 현재 위치를 고려하기 위하여 이동체가 위치한 각 존에 따라 서로 다른 결정 방법을 적용한다. 섹터 추정과 존 추정에 의하여 이동체가 위치한 존을 결정한 후, 이동체의 현재 위치 및 이동 방향을 고려하여 이동할 가능성이 있는 인접 셀을 추정한다. 대역폭 예약이 필요한 인접 셀은 섹터 추정에 의하여 결정되고 대역폭 예약 여부는 존 추정에 의하여 추정된 현재 이동체의 위치로 결정한다. 하위의 존에서 상위의 존으로 이동중인 저속의 이동체는 대역폭 예약이 필요 없다. 또한 저속 이동체는 이동 반경이 크지 않으므로 상위의 존에서 하위의 존으로 이동하고 있을 지라도 현재 추정된 위치가 zone-3일 경우에만 다중 코드 예약을 수행한다. 저속 이동체의 예약 변수를 고려한 코드 예약 알고리즘은 다음과 같다.

- 이동체의 위치가 zone-1이면 이동 방향과 상관없이 코드 예약을 수행하지 않는다.
- 이동체의 위치가 zone-2이고 zone-1에서 이동했다면 코드 예약을 수행하지 않는다.
- 이동체의 위치가 zone-2이고 zone-3에서 이동했다면 코드 예약을 수행하지 않는다.
- 이동체의 위치가 zone-3이고 zone-2에서 이동했다면 1개의 인접 셀에 다중 코드를 예약한다.

3.2 고속 이동체를 위한 다중 코드 예약

고속 이동체의 경우, 예약 변수는 이동체의 이동 방향이다. 고속 이동체는 저속 이동체에 비하여 이동 반경이 크므로 현재 셀 내의 위치에 상관없이,

핸드오프할 가능성이 높다. 따라서 이동체의 현재 위치는 중요하지 않다. 단지 고속 이동체는 이동 패턴이 단조롭기 때문에(주로 이동 방향이 변하는 간격이 크다), 이동 방향에 따라 이동 가능 인접 셀을 추정하여 추정된 셀에 다중 코드를 예약할 수 있다. 고속의 이동체는 이동성을 보장하기 위하여 매크로 셀로 액세스하므로 예약 가능한 인접 셀은 최대한 하고 이동 상태에 따라서 추정한 인접 셀을 감소시킴으로서 최대한 이동 반경을 보장한다. 고속 이동체의 예약 변수를 고려한 코드 예약 알고리즘은 다음과 같다.

- 동일 섹터의 zone-1에서 zone-2로 이동했다면 이동 방향의 3개의 인접 셀에 코드를 예약한다.
- 동일 섹터의 zone-2에서 zone-3으로 이동했다면 이동 방향의 3개의 인접 셀에 코드를 예약한다.
- 동일 섹터의 zone-3에서 zone-2로 이동했다면 5개의 인접 셀에 코드를 예약한다.
- 동일 섹터의 zone-2에서 zone-1로 이동했다면 5개의 인접 셀에 코드를 예약한다.
- zone-1에서 다른 섹터의 zone-2로 이동했다면 3개의 인접 셀에 코드를 예약한다.
- zone-2에서 다른 섹터의 zone-3으로 이동했다면 3개의 인접 셀에 코드를 예약한다.
- zone-3에서 다른 섹터의 zone-2로 이동했다면 5개의 인접 셀에 코드를 예약한다.

4. 이동방향 추정에 의한 다중 코드 예약 기법

본 연구에서는 시스템의 자원 예약 상태를 표시하기 위하여 두 종류의 예약 상태 테이블을 둔다. 이는 Intra-RNC handoff 시에 예약 상태를 참조하기 위한 RRST(RNC Reservation State Table)와 Inter-RNC handoff 시에 예약 상태를 참조하기 위한 MRST(MSC Reservation State Table)이다. 예약 상태 테이블을 갱신하기 위한 메시지로 RSUM(Reservation State Update Message)를 정의한다. 이 예약 상태 테이블들은 이동방향 추정 결과에 의하여 주기적으로 갱신된다.

4.1 저속 이동체 처리 기법 - 신규 호

저속 이동체가 연결을 시도하면 우선, 사용자가 요구한 다중 코드를 해당 셀이 할당 할 수 있는가를 조사한다. 할당할 수 있다면, 추정된 인접 셀에 대역폭 예약을 시도한다. 추정된 이동체의 위치가 zone-1 또는 zone-2이면 예약 과정을 수행하지 않

으며, zone-3 즉, 이동체의 위치가 intra-cluster zone이면 소프트 핸드오프를 우선 고려하여, 기지국은 이동체의 위치 변화를 RSUM을 통해 RNC에게 보내고 RNC는 RSUM을 근거로, 추정된 인접 셀의 기지국으로 동일 carrier의 다중 코드 예약을 요구하고, 실패하면 하드 핸드오프를 고려하기 위하여 가용 carrier의 다중 코드 예약을 시도한다. 이동체의 위치가 inter-cluster zone이면 하드 핸드오프를 고려하여, 기지국은 이동체의 위치 변화를 RSUM으로 serving RNC를 통해 MSC로 보내고 이를 다시 target RNC를 통해 기지국의 가용 carrier의 다중 코드의 예약을 요구한다. 각각 예약된 다중 코드 정보는 RRST와 MRST에 저장된다. 저속 이동체의 신규 호 처리 방안이 그림 4에 보인다.

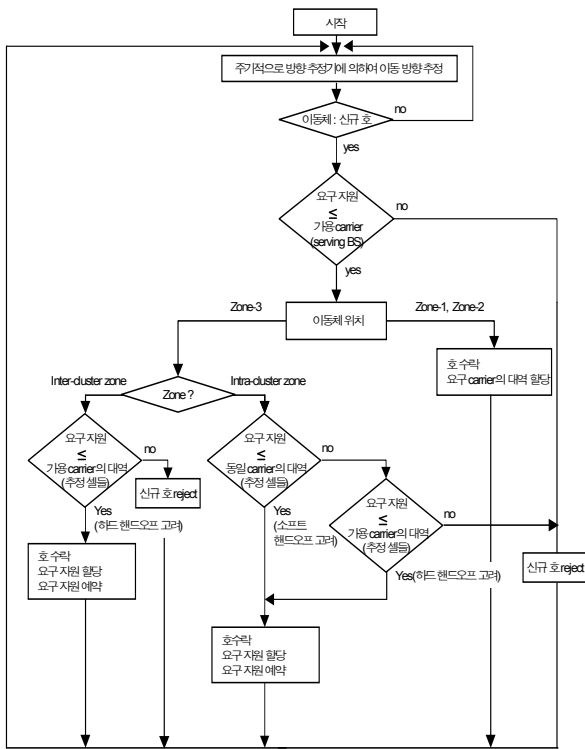


그림 4. 저속 이동체의 처리 방안(신규 호)

4.2 저속 이동체 처리 기법 - 핸드오프 호

저속 이동체가 핸드오프하면 핸드오프의 종류에 따라 코드 채널 할당 방식을 결정한다. Intra-RNC handoff이면 처리 과정은 다음과 같다. 이동체가 감시하는 파일럿의 변화를 PSMM으로 serving BS를 통해 RNC로 보고한다. RNC는 PSMM을 근거로 Intra-RNC handoff 절차가 필요하다고 판단하고, RRST의 Item을 조사하여 target BS에 예약된 다중 코드 채널의 할당을 요구하고, 기지국은 RRST를 근거로 이동체의 핸드오프 종류를 결정하고 다중 코드

할당을 수행한다. 핸드오프 하여 serving BS와의 연결이 중단되면 이를 RNC에 보고하여 RRST의 Item을 갱신한다.

Inter-RNC handoff이면 처리 과정은 다음과 같다. 이동체가 감시하는 파일럿의 변화를 PSMM으로 serving BS를 통해 RNC로 보고한다. RNC는 PSMM을 근거로 Inter-RNC handoff 절차가 필요하다고 판단하고, MSC는 MRST의 Item을 조사하여 target RNC에게 target BS에 예약된 다중 코드 할당을 요구한다. target BS는 다중 코드 할당을 수행하고 이를 MSC에 보고하여 MRST를 갱신한다. 저속 이동체의 핸드오프 호 처리 방안이 그림 5에 보인다.

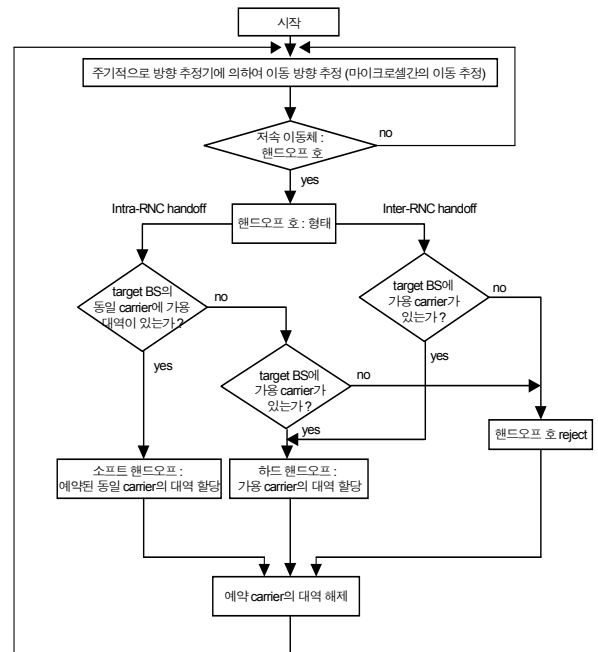


그림 5. 저속 이동체의 처리 방안(핸드오프 호)

4.3 고속 이동체 처리 기법 - 신규 호

고속 이동체의 경우, 저속 이동체와 달리, 셀 내의 위치와 상관없이 핸드오프의 발생 가능성이 높기 때문에 이동체의 현재 위치는 고려하지 않는다. 이동체가 연결을 시도하면 우선, 사용자가 요구한 주파수 대역에 해당하는 다중 코드를 해당 셀에서 할당할 수 있는가를 조사하여, 가용 자원이 없다면 연결은 절단된다. 가용 자원이 있다면, 다중 코드 예약 알고리즘에 의하여 인접 셀에 다중 코드 예약을 시도한다. 기지국은 이동체의 위치 변화를 RSUM을 통해 RNC에게 보내고 RNC는 RSUM을 근거로 소프트 핸드오프가 필요하다고 판단하고, 추정된 인접 매크로셀의 기지국으로 동일 carrier의 다중 코드 예

약을 요구하고, 실패하면 하드 핸드오프를 고려하기 위하여 가용 carrier의 다중 코드 예약을 시도한다. 고속 이동체의 신규 호 처리 방안이 그림 6에 보인다.

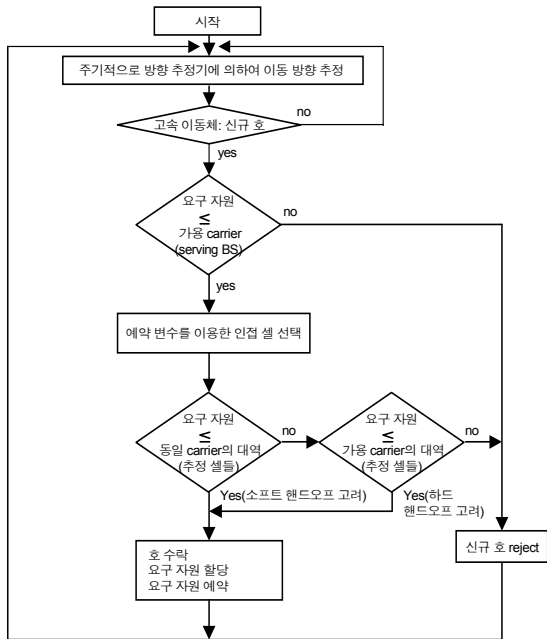


그림 6. 고속 이동체의 처리 방안(신규 호)

4.4 고속 이동체 처리 기법 - 핸드오프 호

고속 이동체가 핸드오프를 시도하면 우선, 예약 상태 테이블을 근거로 소프트 핸드오프인지 하드 핸드오프인지를 결정하고 target BS에 다중 코드 할당을 요구한다.

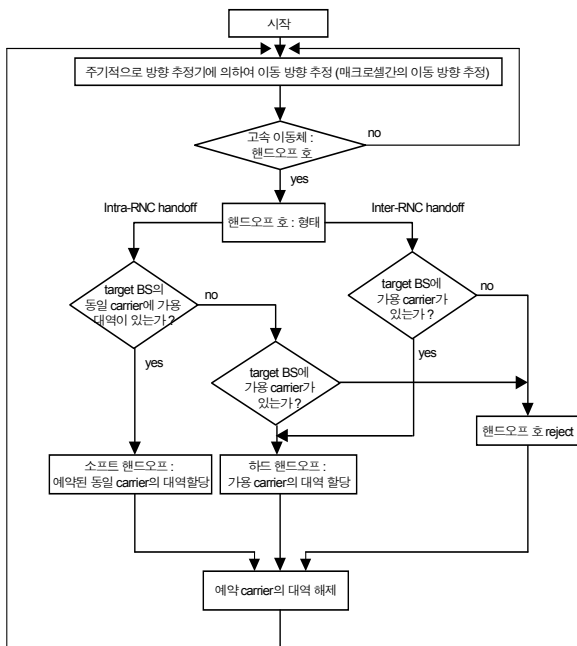


그림 7. 고속 이동체의 처리 방안(핸드오프 호)

그 과정은 저속 이동체의 핸드오프 호 처리 방안과 동일하다. 이동체가 핸드오프한 후, 다시 이동체 위치 추정 및 방향 추정으로 예약 상태 테이블을 갱신한다. 인접 셀로의 핸드오프가 발생하면 RNC와 MSC의 예약 상태 테이블에 더 이상 필요 없는 이전 셀과 관련되어 예약된 코드 채널을 해제한다. 고속 이동체의 핸드오프 호 처리 방안이 그림 7에 보인다.

5. 결론

본 논문에서는 다중 셀 환경인 IMT-2000에서 이동체의 위치와 이동방향을 추정하고 이를 바탕으로 하여 다중 코드를 예약함으로써 멀티미디어 서비스의 QoS를 보장하는 대역폭 할당 및 호 수락 제어 알고리즘을 제안하였다. 멀티미디어 사용자에게 연속으로 QoS를 보장하기 위하여 이동체의 이동 방향을 예측하고 이를 근거로 핸드오프할 셀을 추정하고 동적으로 대역폭을 예약함으로써 멀티미디어 트래픽의 변화에 적응 가능하며 핸드오프 시 고속의 데이터를 효율적으로 처리할 수 있었다. 향후 이동체의 속도를 ATM 망에도 고려함으로써 본 연구와 통합할 필요가 있겠다. 또한 이동체의 운행 중 속도의 변화를 고려한 대역폭 예약 방법에 관해서도 연구되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] R. Pandya et. al., "IMT-2000 Standards: Network Aspects," IEEE Personal Communications, Vol. 8, pp. 20-29, Aug. 1997.
- [2] Network Functional Model for IMT-2000 ITU-T Q.FNA Draft Rec. Ver 9.1 1997.
- [3] ITU-T SG11 WP3 Draft Recommendation Q.FNA "Network Functional Model for IMT-2000," Ver. 8.1, Jun. 1997.
- [4] S. Laha et. al., "Evolution of Wireless Data Services : IS-95 to cdma2000," IEEE Communications Magazine, Oct. 1998.
- [5] R. Prasad et. al., "An Overview of Air Interface Multiple Access for IMT-2000/UMTS," IEEE Communications Magazine, Sep. 1998.
- [6] 이종찬, 이문호, "PCS에서의 이동체 추적 기법," 한국 통신 학회 논문지, Vol. 23, No. 8, pp. 2080-2089, Aug. 1998.