

IMT-2000 이동통신망에서 사용자의 이동성을 고려한 멀티캐스트 핸드오프 알고리즘

°신창하*, 백진영*, 고승천*, 오원근*, 조성언*, 조경룡*

* : 순천대학교 공과대학 정보통신공학과

A Multicast Handoff Algorithm Considering Mobility of User on IMT-2000 Mobile Communication Network

°Chang Ha Shin*, Jin Young Baek*, Seoung Chon Koh*, Sung Eon Cho*,

Won Geun Oh*, Kyung Ryong Cho*

* : Dept. of Computer & Comm. Eng. Sunchon National Univ

멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 피코셀(Pico-cell)환경의 IMT-2000(International mobile Telecommunication-2000) 이동통신망 구조를 살펴보면, 셀의 크기가 작기 때문에 이동체의 셀 간 이동이 상대적으로 증가해서 잦은 핸드오프 처리로 서비스 중단이 빈번히 발생할 수 있을 뿐만 아니라 자원의 낭비도 많아지게 된다. 이런 문제를 해결하기 위해 셀 간 이동체에 대하여 중단 없는 서비스를 제공하고 멀티미디어 서비스를 효율적으로 제공하기 위하여 멀티캐스트 그룹 설정 방법과 핸드오프 알고리즘을 제안하고 성능을 평가하였다. 제안한 방법은 이동체의 속도와 예상 진행 방향을 예측하여 멀티캐스트 그룹을 결정한다. 결정된 멀티캐스트 그룹을 이용하여 이동체의 속도 증·감에 따라 멀티캐스트 그룹을 조절하여 핸드오프 멀티캐스트로 인한 버퍼 오버헤드를 감소시킴으로서 핸드오프 호의 블러킹율을 감소시켜 전체적인 QoS를 향상시킬 수 있다.

I. 서론

멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 IMT-2000 시스템에 관한 연구가 3GPP(3rd Generation Partnership Project)와 3GPP2를 중심으로 진행되어 왔다. IMT-2000은 하나의 단말기로, 전세계 어디서나, 누구하고나 어떠한 형태의 통신도 가능하게 해주는, 다시 말해 소비자 요구에 부합하는 다양한 멀티미디어 서비스를 제공한다. 기존 2세대 이동 통신에서 제공하는 음성서비스 이외에, 고품질의 인터넷 서비스인 Web Surfing, 전자상거래, 콘텐츠서비스(VOD, MOD, AOD), 신용카드, 각종 신분증 및 전자인감 기능 등을 하게 하는 개인중심 서비스, 이동 중 원격진료, 휴대용 TV같은 방송서비스, 차량점검시기 자동경보, 자동차사고 경보, 도난자동차 자동위치 추적 등 자동경보 및 감시서비스 등을 제공한다. 이러한 멀티미디어 이동 통신 서비스를 위해 셀 반경이 수십 미터 내외인 피코셀(pico-cell)로 셀룰러 망을 구성해서 무선 채널의 재사용률을 높여 이동 멀티미디어 데이터 서비스를 제공하기 적합한 구조로 변하고

있다[1].

핸드오프에 대한 연구를 살펴보면, 매크로셀(Macro-cell)을 여러 개의 작은 셀로 분할하여 작은 셀 위에 매크로셀을 중첩한 계층적 셀룰라망(Hierarchical cellular Network)에서 이동 사용자의 위치와 속도를 측정해서 이동 속도가 빠른 사용자는 매크로셀에 할당하고, 이동 속도가 느린 사용자는 마이크로셀(Micro-cell) 또는 피코셀에 할당하여 전체적인 핸드오프 횟수를 줄이고 동시에 양질의 연결 서비스를 제공하는 방법에 대한 연구들이 있고, 멀티미디어 데이터의 대역폭과 실시간 성능을 고려하여 핸드오프의 우선 순위를 부여함으로써 핸드오프로 인한 블러킹율을 감소시키는 방법이 있으며, 핸드오프 처리 지연으로 인한 서비스 중단 시간(Service Disruption Time)을 줄이기 위한 방법으로 멀티캐스트 연결을 기반으로 한 핸드오프(Multicast-Based Handoff) 방법에 대한 연구 등이 있다[2]-[4].

본 논문에서는 피코셀 구조에서 멀티캐스트 서비스를 효율적으로 제공하기 위한 알고리즘을 제시한다. 셀 반경이 작은 피코셀에서는 사용자의 셀 간 이동

횡수가 상대적으로 증가하여, 핸드오프 처리 횡수가 증가하므로, 핸드오프 처리로 인한 망의 부하가 증가해서 셀룰라 망의 효율은 떨어지고, 또한 이동 사용자는 핸드오프 처리 지연으로 인해 빈번한 서비스 중단을 느끼게 된다. 그러므로, 기존 셀에서 사용했던 일대일 연결을 이용한 핸드오프 방법을 피코셀에서 사용하면 음성, 오디오, 비디오 등과 같은 실시간 처리를 요구하는 멀티미디어 데이터 서비스를 제공하기 어렵다. 또한, 셀 반경이 작은 피코셀의 경우 속도 증가에 따른 핸드오프 요구가 급증하여 발생하는 버퍼 오버헤드 증가에 대한 고려가 필요하다. 따라서 이동체의 이동성에 대하여 적절하게 대처할 수 있는 멀티캐스트 그룹 설정 알고리즘을 제안하여 성능을 평가하고자 한다. 제안하는 알고리즘은 이동체의 속도와 위치를 측정하여, 측정된 데이터를 통해 이동체의 이동 경로를 미리 예측하고 멀티캐스트 그룹을 결정함으로써 기지국의 버퍼 오버헤드를 줄이고 시스템의 효율을 높이고자 한다.

II. 멀티캐스트 핸드오프 방법

멀티캐스트를 이용한 핸드오프 방법은 데이터를 핸드오프 전에 멀티캐스트 그룹에 속한 모든 멤버 기지국에 멀티캐스트 하는지의 여부에 따라 크게 두 가지로 분류된다. 첫 번째 방법은 멀티캐스트 연결만 미리 설정하는 방법이다. 이 방법에서는 ATM망 환경에서 고정망내의 이동 통신 지원 ATM 스위치와 이동망의 루트 노드를 중심으로 가상 연결 트리(VCT : Virtual Connection Tree)를 미리 만들어 놓는다. 이동체가 연결 설정 요구를 하면, 이동체의 현재 기지국을 관리하는 루트 노드는 자신이 관리하는 VCT내의 모든 기지국까지의 경로에 대응되는 가상 연결 번호(VCN : Virtual Connection Number) 리스트를 할당한다. 이동체가 VCT내에서 셀 간 이동할 때 이동체는 이미 할당된 VCN을 이용하므로 연결 재 설정하는데 걸리는 시간을 줄일 수 있는 장점이 있다. 하지만 항상 모든 연결은 루트 노드를 경유해서 설정되어야 하므로 근원지 호스트와 이동체 간의 최적 경로를 보장할 수 없고, 이동체가 새 기지국으로 이동해서 할당받은 VCN 연결을 통해 처음으로 전송한 ATM 셀이 루트 노드에 도달한 후, 루트 노드의 라우팅 테이블이 변경되어서 데이터가 새로운 경로를 통해 이동체에 전달되는데 걸리는 시간 동안의 서비스 중단이 발생하는 단점이 있다. 두 번째 방법은 데이터를 멀티캐스트 하는 방법이다. 이 방법은 이동체가 현재 셀에 머무르고 있는 동안에 이동체의

이동을 대비해서 인접 셀들을 멀티캐스트 하는 방법이다. 이동체가 인접 기지국으로 이동해서 새 기지국에 핸드오프 처리를 요구하면, 새 기지국은 멀티캐스트를 통해 미리 저장해 놓은 데이터를 이동체에게 바로 전송할 수 있으므로 연결 재설정 지연과 데이터 중계 지연으로 인한 서비스 중단 시간을 없앨 수 있는 장점이 있다. 하지만 모든 멤버 기지국이 이동체의 이동을 위해 데이터를 저장해야 하므로 각 기지국의 버퍼 오버헤드가 큰 단점이다. 멀티캐스트 연결을 이용한 핸드오프 방법은 핸드오프 처리 지연 시간이 짧으므로 이동체에게 중단 없는 연결 서비스를 제공하기에 적합하다. 하지만 멀티캐스트 그룹에 속한 모든 기지국이 이동체의 이동을 대비해서 이동체에 전송할 데이터를 미리 저장하고 있어야 하므로, 기지국의 버퍼 오버헤드가 큰 단점을 갖는다.

단순 멀티캐스트 연결의 경우 버퍼 오버헤드는 다음과 같은 식(1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$BO_{MC} = BW \times G_{MC} \times H_N \quad (1)$$

즉, 호의 대역폭(BW)과 멀티캐스트 그룹내의 기지국의 숫자(G_{MC})와 핸드오프 요구 수를 곱한 것(H_N)으로 볼 수 있다. 따라서 멀티캐스트 연결을 이용한 핸드오프 방법을 사용할 경우, 핸드오프 요구가 증가할 경우 버퍼 오버헤드가 급격하게 증가하게 되므로, 핸드오프 요구 증가에 따른 버퍼 오버헤드가 셀 분할로 얻은 이득을 상쇄시키지 않도록 해야한다. 결과적으로 과도한 버퍼 오버헤드는 기지국의 가용 대역폭을 감소시켜 핸드오프 호의 블러킹율을 증가시킨다.

본 논문에서는 과도한 버퍼 오버헤드 증가로 인하여 발생하는 블러킹율을 감소시키기 위해 다음과 같은 알고리즘을 제시한다. 첫 번째로 멀티캐스트 그룹을 구성하는데 있어서, 이동체의 속도와 위치를 실시간으로 조사하여 기존의 단순 멀티캐스트 그룹 구성과는 달리 이동체가 이동하는 방향에 멀티캐스트 그룹을 구성한다. 그리고 이동체의 속도에 따라 그룹을 구성하는 방법을 달리하여 기지국을 점유하는 비율을 달리한다. 두 번째로 데이터를 대역폭에 따라 구분하고, 이동체의 속도를 조사하여 멀티캐스트 그룹을 이용한 핸드오프 우선 순위 결정에 적용하는 알고리즘을 제안한다.

III. 제안된 멀티캐스트 그룹 설정과 핸드오프 알고리즘

1. 멀티캐스트 그룹 설정 방법

제안하는 멀티캐스트 그룹 구성은 여러 개의 기지국으로 구성된 서비스 지역 내의 모든 이동체의 연결을 관리하는 MSC(Mobile Switching Center)가 수행한다. MSC는 멀티캐스트 그룹을 구성할 때, 이동체의 이동 속도와 위치 정보에 대한 기록과 서비스 지역의 셀 배치에 관한 정보, 셀 설치 후 측정된 신호 전파 환경에 대한 데이터 베이스를 이용한다.

제안하는 알고리즘은 셀을 섹터로 나누고 이동체의 속도에 따라 그룹을 결정지어 인접하는 셀에 멀티캐스트 그룹을 구성한다. 고속의 이동체의 경우, 셀을 통과하는 시간이 짧으므로 멀티캐스트 그룹을 충분히 많이 구성하여 잦은 핸드오프 요구를 줄이도록 하였다. 고속의 이동체는 7개의 멀티캐스트 그룹으로 결정하였다. 보행자의 경우 실시간으로 속도를 추정하여 속도의 변화를 관찰한다. 만일 보행자의 이동 속도가 급변한다면(5Km/h 이상), 이동체를 대중교통/고속 이동체로 구분하여 위의 과정을 반복한다. 보행자는 3개의 멀티캐스트 그룹으로 결정하였다. 보행자는 이동속도가 다른 이동체보다 상대적으로 작으므로 멀티캐스트 그룹을 작게 구성한다. 대중 교통은 보행자에 비하여 속도는 빠르지만 도심환경을 살펴보면 정지해 있는 시간이 길기 때문에, 멀티캐스트 그룹을 멀리 구성하지 않았다. 또한 도로 사정상 직진, 좌/우회전을 고려해서 5개의 멀티캐스트 그룹으로 결정하였다. 결과적으로 기존의 방법과 비교하면, 이동체의 속도를 고려하여 유동적으로 멀티캐스트 그룹을 결정하였다. 이로 인하여 멀티캐스트 그룹 기지국 수를 줄여 시스템의 효율을 증가시킬 것으로 예상된다.

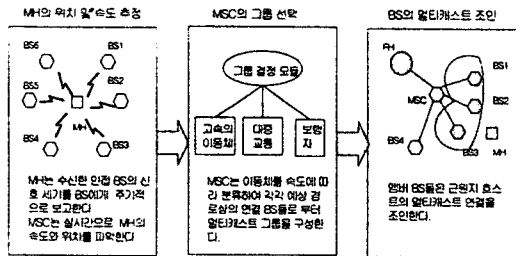


그림 1. 멀티캐스트 그룹 구성 절차

MSC가 멀티캐스트 그룹을 구성하고, 멤버 기지국을 조인시키는 과정은 다음과 같다.

- 이동체는 수신한 인접 BS들의 신호 세기를 주기적

으로 MSC에 보고한다.

- MSC는 이동체가 보고한 신호세기 데이터를 토대로 이동체의 속력과 이동방향을 측정한다.
- MSC는 예측한 이동체의 이동경로상의 인접한 BS들을 선택하여 멀티캐스트 그룹을 구성한다.
- MSC는 각 멤버 BS에 대해서 이동체가 멤버 BS의 셀 영역으로 이동할 경우, 멀티캐스트 조인 요청을 하며 제안하는 멀티캐스트 알고리즘을 통해 데이터들 멀티캐스트 한다.

2. 위치 및 속도 측정

이동체의 속도를 구하는 방법으로는 사용자가 서비스 영역, 또는 핸드오프 영역에서 머무르는 시간을 이용하여 구하는 방법[5]와 Doppler 효과를 이용하여 구하는 방법이 있다[6]. 여기서는 실시간으로 이동체의 속도를 알 수 있는 Doppler 효과를 이용한 방법을 사용한다.

이동체의 위치를 구하는 방법으로는 망 기반(Network-based), 단말기 기반(Handset-based), 전용망에 의한 방식과 GPS를 이용하는 방식으로 분류할 수 있다. 이러한 방식에 대해 위치 측정 방법은 일반적으로 다음과 같이 분류할 수 있다. 우선 기지국에서 단말기로부터 들어오는 신호의 도래각을 측정하여 단말기의 위치를 구하는 AOA(Angle Of Arrival)방법, 전파의 도달 시간을 이용하는 방법으로 전파 전달 시간을 측정하여 위치를 구하는 TOA(Time Of Arrival), 그리고 두 개의 기지국으로부터 전파 도달 시각의 상대적인 차를 이용하는 TDOA(Time Difference Of Arrival) 방법이 있다[7]. 여기서는 TDOA 방법을 이용하여 이동체의 위치 측정하는 방법을 이용한다.

3. 제안하는 멀티캐스트 핸드오프 알고리즘

제안하는 알고리즘은 발생하는 호를 신규 호와 핸드오프 호로 분류하여 고려하였다. 신규 호가 발생하면 셀에 요구하는 대역폭에 따라 데이터를 각 셀에 멀티캐스트 한다. 이때 요구하는 대역폭이 존재하지 않을 경우에는 호를 블록킹시킨다. 핸드오프 호의 경우에도 요구하는 대역폭에 따라 데이터를 멀티캐스트 한다. 요구 대역폭이 없을 경우 큐에 저장한 후, 우선 순위 알고리즘에 의해 채널을 할당한다. 데이터의 우선순위를 결정하는 방법은 데이터의 특성과 이동체의 속도에 따라 결정을 한다.

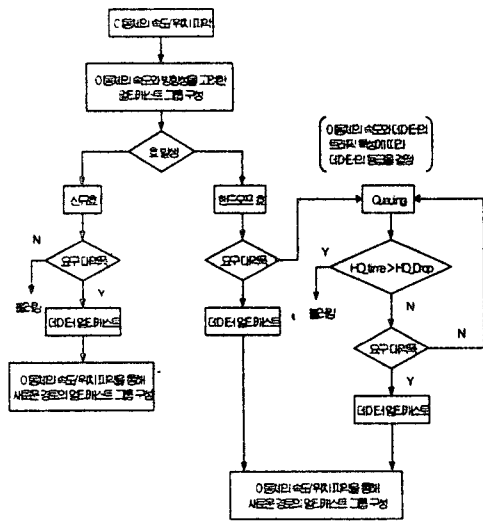


그림 2. 멀티캐스트 핸드오프 알고리즘

호가 블록킹되는 경우를 살펴보면, 첫 번째로 큐의 특성에 의해서 큐가 모두 사용중일 때 발생하는 핸드오프 호이다. 두 번째로 큐에서 대기하면서 지연된 시간이 핸드오프 임계시간을 초과하는 경우이다. 이때 핸드오프 임계시간은 핸드오프가 발생할 당시에 조사된 사용자의 이동성에 의한 것이다. 본 논문에서는 데이터를 실시간 서비스(클래스 I)와 비 실시간 서비스(클래스 II)로 구분하고, 이를 다시 32Kbps 이하(①), 640Kbps 이하(②), 640Kbps 이상(③)의 세 등급으로 분류하였다. I는 II보다 등급이 높으며, ① > ② > ③의 순서로 등급이 결정된다. 속도가 빠른 사용자는 상대적으로 낮은 사용자보다 핸드오프 임계시간이 빠르므로(핸드오프 예상 시간이 임박한 상태) 우선순위가 높다. 데이터를 위와 같이 분류하여 각각의 특성에 따라 핸드오프의 우선 순위를 할당함으로써 적절한 QoS를 보장할 수 있게 된다. 클래스 I와 클래스 II에 해당하는 핸드오프호가 동시에 발생하면 우선적으로 클래스 I에 채널을 할당하게 된다. 또한 큐(Queue)에 대기중인 핸드오프 호들도 하나의 호가 큐에 입력될 때마다 긴급함을 요구하는 호 순서로 재정렬하여 실시간성을 요구하는 호의 QoS를 보장한다. 이 때 각각의 서비스에서 요구되는 지연 임계치보다 과다한 지연이 발생할 수 있으므로 일단 큐에 입력된 후, 허용 가능한 최대 재정렬 한계치 즉, 최대 지연 가능 값 D_{max} 를 설정하여 이 값을 초과하지 않게 하여 일정한 QoS를 제공한다.

IV. 성능 평가 및 검토

본 절에서는 시뮬레이션을 통해 제안된 멀티캐스트 그룹 구성 방법을 이용한 알고리즘의 기지국 버퍼 오버헤드 감소가 핸드오프 처리 요구의 블록킹 확률에 미치는 영향을 기존의 단순 멀티캐스트 그룹 구성 방법과 비교한다. 이동체는 각 셀에서 균일하게 분포되고, 이동체는 초기 셀의 섹터에서 인접한 목적지 셀의 섹터로 직선으로 이동한다고 가정한다. 사용된 이동통신망 구조는 단일 pico 셀 구조로 셀 반경은 50m으로 설정한다. 또한 앞서서 제시한 데이터들을 설정된 비율에 따라 무작위로 발생시키고, 최종적으로 호의 도착율을 일정한 비율로 증가시키며 성능을 평가한다.

위의 환경에서 제안한 알고리즘과 단순 멀티캐스트 그룹 구성을 이용한 알고리즘을 비교하면 다음과 같은 결과를 얻을 수 있다. 먼저, 단순 멀티캐스트 방법과 제안한 방법의 버퍼 요구량을 고정시키고 도착율을 증가시키면서 기존의 방식과 제안한 방식에 대한 블록킹 확률을 구한 시뮬레이션 결과는 그림 3에 나타나있다.

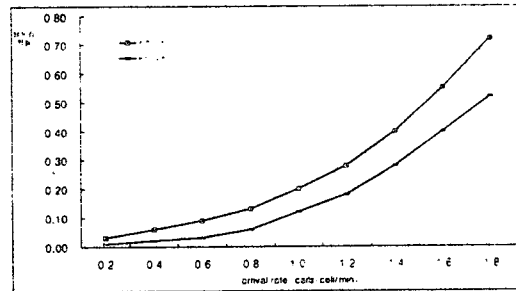


그림 3 도착율에 따른 핸드오프 호의 블록킹율

그림 3의 결과 그래프를 살펴보면, 제안한 방법의 블록킹 확률이 기지국의 총 버퍼량이 증가함에 따라 감소하고 있고, 기존의 방법의 블록킹 확률보다 약 20~30% 정도 낮음을 알 수 있다. 이것은 단순 멀티캐스트 그룹을 이용한 핸드오프 방법에서 모든 멤버 기지국들은 현재 기지국과 동일하게 데이터를 요구하지만, 제안한 방법은 이동체의 이동 방향과 속도를 고려하여 기지국의 수를 줄여서, 상대적으로 핸드오프 호가 요구하는 버퍼량이 적기 때문에 낮게 나타난 것이다.

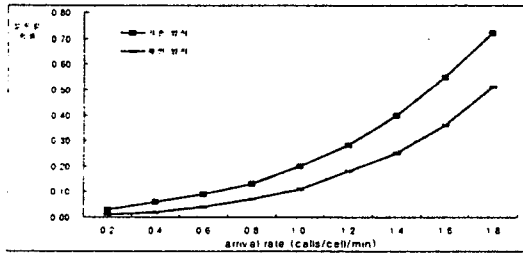


그림 4 버퍼 용량 변화에 따른 블록킹 확률

그림 4는 기지국의 총 버퍼량을 고정시키고, 이동체의 속도에 따라 보행자, 대중 교통, 고속 이동체에 대하여 버퍼 요구량을 변화시킨다. 즉, 속도가 빠른 순서로 버퍼 요구량의 우선순위를 주어 먼저 버퍼에 할당하도록 하여 블록킹 확률을 측정한 시뮬레이션이다. 결과를 살펴보면, 도착율이 증가함에 따라 블록킹 확률이 높아짐을 알 수 있고, 제안한 방법이 단순 멀티캐스트 방법보다 약 40~50 % 정도 낮음을 알 수 있다. 이것은 버퍼 요구량에 따라 멤버 기지국에 도착하는 호에 대한 예측이 가능하여 버퍼 오버헤드를 줄일 수 있기 때문이다.

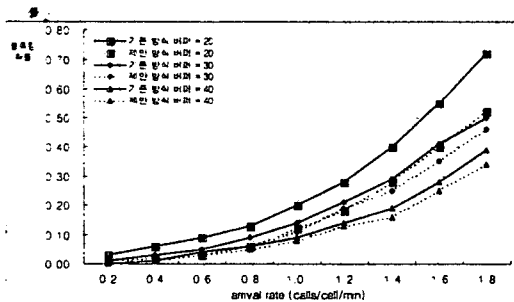


그림 5 버퍼량 변화에 따른 블록킹 확률

그림 5는 기지국의 총 버퍼량을 변환시키면서 블록킹 확률을 구한 결과이다. 결과 그래프를 살펴보면, 기지국의 총 버퍼량이 증가함에 따라 감소하고, 기존의 방식에 비해 제안된 방식이 블록킹 확률이 항상 낮음을 보여주고 있다. 또한 기지국의 버퍼량이 증가할수록 기존의 방식과 제안된 방식의 블록킹 확률이 서로 비슷해진다. 그 이유는 버퍼량의 증가가 이동체의 속도에 따른 버퍼 요구량의 우선순위 등급을 주지 않아도 충분히 블록킹 확률을 줄일 수 있기 때문이다.

V. 결론

본 논문에서는 피코 셀 이동통신망에서 효과적인 멀티미디어 서비스를 제공하기 위하여 멀티캐스트 그룹 구성 방법과 이를 이용한 핸드오프 방법을 제안하고 시뮬레이션을 통해 성능을 평가하였다. 성능 평가에서 알 수 있듯이 제안한 알고리즘은 멀티캐스트 그룹을 이동체의 속도에 따라 그룹 구성을 달리 함으로서, 기지국의 버퍼 오버헤드를 줄여 채널의 효율을 높일 수 있다. 그리고 데이터의 특성에 따라 우선 순위를 적용하여 핸드오프 블록킹율을 감소시켜 전체적인 QoS를 향상 시켰다. 제안한 알고리즘의 특징은 단말기에 별도의 부가 장치 없이 이동체의 속도와 위치를 측정할 수 있으며, 기존의 이동통신망에서도 간단히 알고리즘의 추가만으로도 구현 가능할 것으로 예상된다.

향후에는 실제 IMT-2000 통신망 환경에 적합한 이동 호스트의 이동 방향과 속력에 대한 이동성 모델을 세워서, 핸드오프 시간에 대한 예측에 따라 효과적인 데이터 멀티캐스트와 멀티캐스트 그룹 구성의 최적화에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

[1] B. G. Marchent, M. Wilson, A. Rouz, "Support of mobile multimedia over radio for a fange of QoS and traffic profiles." *IEEE VTC'99 Conference Record*, pp1540-1544, 99.
 [2] M. Tamura, T. Sato, H. Nakamura, "Handover control in an ATM-based mobile communication network," *The 4th International workshop on Mobile Communication*, pp439-442, 97.2.
 [3] G. P. Pollini, "Trends in handover design", *IEEE Communication Magazine*, pp82-90, 96.3.
 [4] A.S. Acampora and M. Naghshineh, "An Architecture and Methodology for Mobile-Executed Handoff in Cellular ATM Networks," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, Vol. 12, No. 8, pp1365-1375, 94.9.
 [5] C. W. Sung, W. S. Wong, "User speed estimation and dynamic channel allocation in hierarchical cellular system", *IEEE VTC'94*, pp91-95, 94.
 [6] K. Kawabata, I. Nakamura, E. Fukada, "Estimating velocity using diversity reception", *IEEE VTC'94*, pp371-374, 94.
 [7] Louis A. Stulp "TDOA technology for locating narrowband cellular signals" *Mobile Radio Technology*, V.15 N.4, 97.4.25.