

# 이동통신망을 위한 연결관리 기법에 대한 연구

하 은 용†

요 약

피코셀룰라망은 셀 반경이 수십 미터 내외인 피코셀로 구성된다. 작은 셀은 이동 호스트의 작은 핸드오프를 초래한다. 이동 사용자에게 중단없는 연결 서비스를 제공하기 위해서는 새로운 핸드오프 방법이 필요하다. 본 논문에서는 멀티캐스트 연결에 기초한 핸드오프 방법을 제안한다. 제안한 방법(SGMH: SubGroup Multicast-based Handoff)은 핸드오프 처리 지연뿐만 아니라 버퍼 오버헤드를 최소화한다. 분석과 시뮬레이션을 통해 블리킹 확률에 대해 성능 평가를 했다.

## A Connection Management Scheme for Mobile Communication Networks

Eun-Yong Ha†

### ABSTRACT

A picocellular network consists of picocells whose radius is of the order of ten meters. The smaller cell size causes frequent handoffs of mobile hosts. In order to support seamless communication service to mobile users, we need a new handoff scheme. In this paper, we propose a multicast-connection-based handoff scheme, called SGMH(SubGroup Multicast-based Handoff), which minimizes buffer overhead for seamless connection service as well as handoff processing delay. We show the performance in terms of blocking probability through analysis and simulations.

### 1. 서 론

미래의 이동 통신망은 높은 사용자 밀집도와 멀티미디어 데이터 통신 요구를 수용하기 위해서 마이크로셀/피코셀과 같은 작은 셀로 구성될 것이다. 작은 셀로 구성되는 피코셀룰라망은 주파수 재사용률을 높여서 시스템 전체적인 용량을 증가시키는 반면에 사용자의 셀간 이동에 따르는 핸드오프 처리수를 증가시킨다[8]. 이것은 핸드오프 시작과 핸드오프 완료간의 시간이 더

짧아짐을 의미하므로, 사용자에게 양질의 연결 서비스를 제공하기 위해서는 더 빠른 핸드오프 방법 또는 사전 핸드오프 방법을 필요로 한다.

마이크로셀 위에 마이크로셀을 중첩한 시스템에서 낮은 이동성을 갖는 사용자는 마이크로셀에 할당하고, 높은 이동성을 갖는 사용자는 매크로셀에 할당해서 전체적인 핸드오프 수를 줄이는 방법을 쓰고있다[6,10]. 멀티캐스트 연결을 이용하는 시스템[1,2,11]은 앞으로 발생할 핸드오프를 위해 멀티캐스트 연결을 미리 설정하고, 핸드오프가 발생하면 예약된 연결을 사용하는 시스템으로, 핸드오프 처리 지연은 줄지만 자원의 낭비가 심한 단점을 갖는다.

\* 이 논문은 1997년도 안양대학교 학술연구의 지원을 받아 연구되었음.

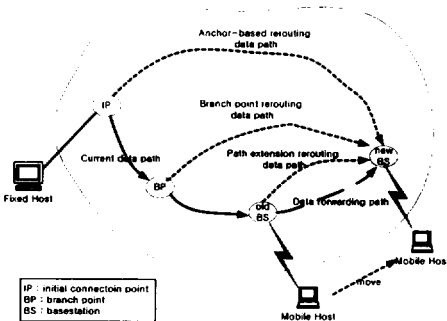
† 정 회 원 : 안양대학교 컴퓨터학과 교수  
논문접수 : 1998년 7월 28일, 심사완료 : 1998년 9월 29일

본 논문에서는 이동 사용자에게 중단없는 연결 서비스를 제공하기 위해 멀티캐스트 연결에 기초한 핸드오프 방법을 제안한다(이하 SGMH(Sub-Group Multicast-based Handoff)라 부른다). SGMH방법은 멀티캐스트 연결의 버퍼 오버헤드를 최소화할 뿐만 아니라 사용자에게 중단없는 연결 서비스(seamless connection service)를 제공할 수 있다.

본 논문을 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 지금까지 제안된 여러 핸드오프 방법에 대해 설명하고, 3장에서는 SGMH방법에 대해 구체적으로 설명한다. 즉, SGMH개념, 피코셀룰라망 구조, 서브그룹 선택 방법, MH(mobile host)의 이동성 트래픽 모델, 핸드오프 블러킹 확률 등에 대해 구체적으로 설명한다. 4장에서는 버퍼 오버헤드 감소와 블러킹 확률과의 관계를 시뮬레이션 결과를 통해 보여준다.

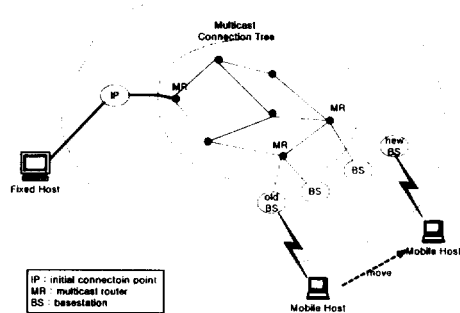
## 2. 기존 핸드오프 방법

문헌상에 나타난 핸드오프 방법들은 크게 두 가지로 분류할 수 있다: 점대점 연결 핸드오프와 멀티캐스트 연결 핸드오프. 점대점 연결 방법은 (그림 1)에서 보듯이 다시 세 가지로 분류된다. 1) 경로 연장법[5]은 MH가 새로운 셀로 이동해서, 새 BS에게 이전 BS정보와 연결 정보를 전달하면, 새 BS는 경로 연장 메시지를 이전 BS에게 보내고, 이전 BS가 MH의 연결을 새 BS까지 연장한다. 경로 연장이 끝난 후, 이전 BS는 데이터 전송을 연장된 경로를 통해 재개한다. 이 방법은 경로 길이가 길어 지고 경로 사이클이 발생할 수 있으므로, 경로 최적화 알고리즘과 사이클 제거 알고리즘이 필요하다. 2) 분기점 선택법[3]은 MH가 새 BS에게



(그림 1) 점대점 연결 핸드오프 방법  
(Fig. 1) Point-to-point connection-based handoff methods

핸드오프 요구를 하면, 새 BS가 이전 BS에게 데이터 중계 요구를 하면, 이전 BS가 새 BS까지 데이터 중계 경로를 설정해서 MH에게 보류된 데이터를 전송하면, 새 BS가 기존 경로상의 가장 근접한 중간 노드, 즉 분기점을 선택해서 연결을 결합하는 방법으로 중계 경로 설정과 분기점 선택하는데 시간이 많이 걸린다. 3) 앵커 연결법[4]은 초기 연결 설정시 분기점이 처음 BS (앵커)로 고정시켜 놓고 연결을 결합하는 방법으로 항상 앵커를 경유하는 연결 재설정이 이루어지므로 경로가 최적화되지 못하는 단점이 있다.



(그림 2) 멀티캐스트 연결에 기초한 핸드오프 방법  
(Fig. 2) Multicast-connection-based handoff methods

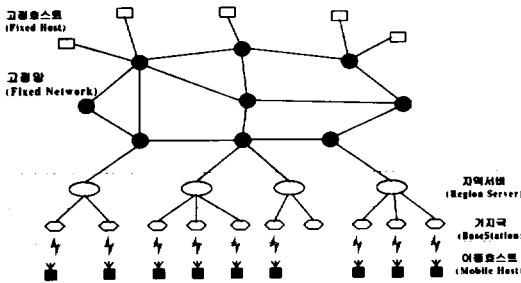
멀티캐스트 연결 핸드오프 방법은 (그림 2)에서 보듯이 멀티캐스트 트리를 구성하는 방법에 따라 두 가지로 분류된다. 정적 구성법[1]은 연결 설정시 멀티캐스트 트리가 구성되고 연결이 해제될 때까지 트리의 구성이 변하지 않는 방법이다. 동적 구성법[2]은 MH의 이동에 따라 동적으로 멀티캐스트 트리 구성이 변하는 방법으로 보통 현재 BS에 인접한 BS들로 멀티캐스트 그룹을 구성하고, 모든 멤버 BS에게 데이터를 멀티캐스트한다. MH가 새 BS로 이동해서 핸드오프 요구를 하면 미리 설정된 연결을 통해서 데이터를 즉시 전달하므로 핸드오프 처리 지연이 짧다. 하지만 모든 멤버 BS가 데이터를 저장하고 있어야 하므로 버퍼 오버헤드가 큰 단점이 있다.

## 3. SGMH 방법

본 장에서는 제안된 SGMH 방법에 대해서 구체적으로 설명한다. 즉, 3계층 피코셀룰라망 구조, SGMH의 개념, 멀티캐스트 그룹 구성 방법 등에 대해서 설명한다.

3.1 피코셀룰라망 구조

피코셀룰라 망은 (그림 3)과 같이 3 계층으로 구성된다. 즉, 하위 계층은 이동 호스트(Mobile Host), 중간 계층은 기지국(Base Station), 상위 계층은 지역 서버 (Region Server). MH는 수신한 신호 세기를 RS에게 주기적으로 보고한다. BS는 이동망의 접속점으로 라디오 채널을 관리하고 중단 없는 서비스를 위해서 자신의 버퍼를 유지한다. RS는 자신의 서비스 지역을 관리하기 위해 연결 관련된 기능을 수행한다. 예를 들면, 멀티캐스트 그룹 구성, 멀티캐스트 트리 구성, 데이터 멀티캐스트 등이 있다. 각 계층의 연결 관련된 정보에 대한 구체적인 내용은 [13]에 설명되어 있다. 기존 셀룰라망과 비교할 때, 피코셀룰라망은 셀 크기가 작기 때문에 핸드오프가 빈번히 발생한다. 예를 들어, 사용자가 초속 2 미터의 속력으로 이동하고, 셀의 직경이 10미터인 경우, 핸드오프는 매 5초마다 발생한다.



(그림 3) 3계층 피코셀룰라망 구조  
(Fig. 3) 3-layer picocellular network architecture

3.2 개념

빈번한 핸드오프 처리는 이동 사용자에게 중단 없는 서비스를 제공하는데 장애물이 된다. 만약 이동 시스템이 후보 BS들에 대한 연결 설정 또는 데이터 전송 등의 핸드오프 처리에 필요한 작업을 핸드오프 전에 처리할 수 있다면 이동 사용자에게 양질의 서비스를 제공할 수 있을 것이다.

SGMH 방법에서는 RS가 자신의 서비스 지역의 셀 배치 정보와 신호 전파 모델을 이용해서 MH가 보고하는 인접 BS의 수신된 신호 세기를 토대로 MH의 이동 방향과 속력을 예측해서 예상 이동 경로 상의 인접 BS들을 멀티캐스트 그룹으로 구성해서 핸드오프 전에 멤버 BS들에게 데이터를 멀티캐스트하게 된다. 따라서 MH가 새 기지국에 진입할 때 바로 데이터를 연속해

서 받을 수 있고, 기존의 중계 경로 설정 지연, 연결 재결합 지연, 데이터 전송 재개 지연 등의 지연 요소를 제거할 수 있으므로 멀티캐스트 연결을 이용한 전반적인 핸드오프 지연을 줄일 수 있다. 또한 각 멤버 BS들은 MH로부터 떨어진 거리에 따라 차등적으로 데이터를 버퍼링하기 때문에 멀티캐스트 연결에 기초한 핸드오프 방법의 큰 단점인 버퍼 오버헤드를 감소시켜, 결국 버퍼 부족으로 인한 핸드오프 또는 새로운 호의 블리킹 확률도 감소시키는 효과를 갖는다.

MH의 이동성을 고려한 멀티캐스트 연결에 기반한 SGMH 핸드오프 처리 과정은 다음과 같다.

- ① 먼저 지역 서버는 이동 호스트의 움직임을 추적해서 이동 호스트의 위치에 대한 정보를 기록해둔다. 위치 정보는 이동 호스트 번호, 보고 시간, 현재 기지국 번호, 인접 기지국의 신호의 세기 등으로 구성된다. 위치 정보의 획득은 이동 호스트가 수신한 인접 기지국들의 신호에 대한 세기를 주기적으로 현재 지역 서버에게 보고함으로써 얻어진다.
- ② 지역 서버는 이동 호스트의 위치 정보와 자신이 관리하는 지역에 대한 기지국 배치 정보 및 신호 전파 환경 정보를 이용해서 이동 호스트의 이동 방향과 속력을 예측한다.
- ③ 지역 서버는 예측한 이동 호스트의 이동 방향과 속력을 토대로 이동 호스트의 멀티캐스트 그룹을 예상 이동 경로 상의 인접 기지국들로 구성하고, 멤버 기지국들을 멀티캐스트 연결에 조인시킨다. 이때 지역 서버는 각 멤버 기지국의 이동 호스트의 예상 핸드오프 시간(*Texpect*)을 기록하고, 멤버 기지국에 예상 핸드오프 시간을 알려준다. (그림 3)은 멀티캐스트 그룹 구성 과정을 보여주고 있다.
- ④ 지역 서버는 이동 호스트로 전송할 데이터를 모든 멤버 기지국에게 멀티캐스트한다. 현재 이동 호스트가 위치한 기지국은 수신한 데이터를 순서에 따라 이동 호스트에게 전송하고, 현재 기지국을 제외한 다른 멤버 기지국들은 가까운 시간에 이동 호스트의 진입을 대비해서 *Texpect* 이후의 타임 스탬프(timestamp)를 갖는 멀티캐스트된 데이터만을 저장한다.
- ⑤ 이동 호스트가 인접 멤버 기지국으로 이동해서 자신이 마지막으로 전송 받은 데이터 번호를 보고하면, 새로운 기지국은 미리 저장된 데이터에서 마지막 번호 이후의 데이터부터 이동 호스트에게 전송한다.

### 3.3 멀티캐스트 그룹 선택

셀룰라 시스템에서 이동 사용자의 위치와 속력을 측정하기 위해서 BS로부터 거리와 신호 세기에 대한 정보를 사용하는 것이 일반적이다. 이 정보를 얻기 위한 연구는 radiolocation, dead-reckoning과 proximity 방법이 있다[7]. 본 논문에서는 위치와 속력을 측정하는 방법을 이용해서 멀티캐스트 그룹을 구성하는 것을 가정한다.

(그림 3)과 같이 RS는 자신의 서비스 지역에 대한 셀 배치 정보와 신호 전파 모델에 대한 정보를 유지하고 이 정보를 근거로 MH의 멀티캐스트 서브 그룹들을 구성한다. 그 절차는 다음과 같다. MH는 인접 BS들로부터 받은 신호의 세기를 주기적으로 RS에게 보고한다. RS는 MH가 신호 세기를 이용해서 이동할 후보 BS들을 멀티캐스트 그룹으로 구성한다. 그리고 RS는 각 멤버 BS에 대해 예측 핸드오프 시간을 계산하고 이 시간에 따라 BS들을 몇 개의 서브 그룹으로 나눈다. 그룹을 구성하는 것은 망 성능에 영향을 주므로 가능한 그룹 구성 시점을 연결의 연속성에 영향을 미치지 않는 가장 늦은 시간까지 지연한다.

그룹 구성 시간을 정하기 위해서 몇 개의 변수를 정의하자.  $T_{sg}$ 는 후보 BS들을 선택하고 예상 핸드오프 시간에 따라 서브 그룹으로 나누는데 걸리는 시간을 나타낸다.  $T_{join}$ 은 멀티캐스트 트리에 멤버 BS가 조인하는데 걸리는 시간중 가장 긴 시간을 나타낸다. 즉,  $T_{join} = \text{MAX}(T_{join}(i) \text{ for each member BS})$ . 그러면 MH의 멀티캐스트 서브 그룹을 설정하는데 걸리는 총 시간은  $T_{total} = T_{sg} + T_{join}$ 이 된다. 따라서 그룹 선택 시간은 늦어도 예상 핸드오프 시간  $T_{ho}$ 에서  $T_{total}$ 을 뺀 시간에 시작되어야 한다. 즉,  $T_{ho} - T_{total}$ . 서브 그룹을 구성하기에 시간이 충분하지 못한 경우는 중단 없는 연결을 제공할 수 없으므로 기존의 핸드오프 방법을 사용한다.

### 3.4 버퍼 오버헤드 계산

SGMH방법의 버퍼 오버헤드를 계산하기 위해 다음과 같은 변수를 정의한다.

- $G$  : 멀티캐스트 그룹의 크기, 즉, 멤버 BS의 수
- $m$  : MH로부터 떨어진 거리에 따라 분류된 서브 그룹의 수
- $SG_i$  :  $i$ -번째 서브그룹의 크기, 즉, 서브 그룹에 속한 BS의 수

- $V$  : MH의 예측된 속력
- $D_i$  : 멤버 BS <sub>$i$</sub> 로부터 MH까지 거리
- $T_d$  : MH의 현재 BS내에서 실제 체류 시간
- $T_{p_i}$  : MH가 BS <sub>$i$</sub> 에 도착할 예상 시간
- $N$  :  $T_d$  시간 동안 현재 BS에 도착한 데이터 패킷의 수
- $K_i$  :  $T_{p_i}$ 와  $T_d$ 시간 사이에 서브그룹( $i$ )의 한 BS에 도착한 데이터 패킷의 수

위에서  $T_{p_i}$ 는 거리  $D_i$ 를 속력  $V$ 으로 나누어 구한다. 즉,  $T_{p_i} = D_i / V$ .

버퍼 오버헤드는  $T_{p_i} < T_d$ 인 경우에만 생긴다. 왜냐하면, 현재 BS를 제외한 다른 멤버 BS들이 중단 없는 연결 서비스를 위해서 예상 핸드오프 시간과 실제 체류 시간 사이에 도착한 데이터를 MH의 핸드오프를 대비해서 저장해야 하기 때문이다.  $T_{p_i} > T_d$ 인 경우에는 버퍼 오버헤드가 없다. 따라서 SGMH의 버퍼 오버헤드는  $B = \sum_{i=1}^m (K_i \times SG_i)$ 가 된다.

MH의 멀티캐스트 그룹이  $G = \{a1, b1, b2, b3, c1, c2, c3, d1\}$ 으로 구성된 경우의 예를 들어보자.

1) 단순 멀티캐스트에 기반한 핸드오프 방법의 경우에, MH에 전송될 패킷들이 모든 멤버 BS들에 동일하게 전송되고, 각 BS는 MH의 이동을 대비해서 전송된 패킷을 모두 버퍼에 저장한다. 따라서 총 버퍼 오버헤드  $B$ 는 현재 BS를 제외한 멤버 BS의 수에 MH의 현재 BS에 실제 체류한 시간의 곱과 같다. 즉,  $B = (|G| - 1) * N = 7 * N$ .

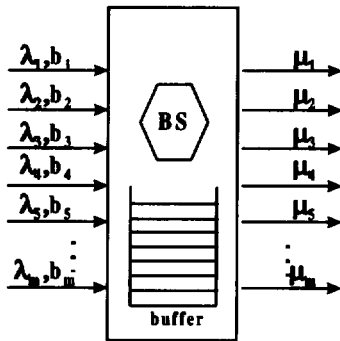
2) 지연 버퍼링 방법의 경우, 예상 핸드오프 시간이 실제 핸드오프 시간보다 빠른 경우에만 버퍼 오버헤드가 존재한다( $T_p < T_d$ ). 현재 BS를 제외한 모든 멤버 BS가 예상 핸드오프 시간과 실제 핸드오프 시간 사이에 전달된 패킷을 저장하므로, 총 버퍼 오버헤드는  $B = (|G| - 1) * K = 7 * K$ .

3) SGMH방법의 경우, 멀티캐스트 그룹이 각 멤버 BS가 MH에서 떨어진 거리에 따라 몇 개의 서브그룹으로 나누어 진다. 멀티캐스트 그룹이  $G = \{ \{a1\}, \{b1, b2, b3\}, \{c1, c2, c3\}, \{d1\} \}$ 으로 분류되고 서브그룹의 예상 핸드오프 시간이 실제 핸드오프 시간보다 빠른 경우( $T_{p_i} < T_d$ )에만 버퍼 오버헤드가 생긴다. 따라서 총 버퍼 오버헤드는  $B = 3 * K2 + 3 * K3 + 1 * K4$ .

따라서 SGMH방법이 멀티캐스트 연결에 기반한 핸드오프 방법중 가장 적은 버퍼 오버헤드를 갖는다.

3.5 해석적 모델

버퍼 부족으로 인한 핸드오프 호의 블럭킹 확률을 구하기 위해 (그림 3)과 같은 피코셀룰라 망은 동일한 모양과 크기를 갖는 수많은 셀로 구성된다고 가정한다. 각 셀은 같은 수의 인접 셀에 둘러싸여 있다. 각 BS는 여러 서브 그룹에 속할 수 있고, 중단 없는 서비스를 위해서 각 서브 그룹 요구에 대해 필요한 버퍼량을 예약한다. 따라서 BS의 버퍼 요구 트래픽은 (그림 4)와 같이 모델링할 수 있다.



(그림 4) 버퍼 요구 트래픽 모델  
(Fig. 4) Traffic model of buffer requests

BS의 총 버퍼 공간은  $C$ 로 표시하고 버퍼 요구는  $m$ 개의 클래스로 분류하고 각 클래스의 버퍼 요구량을 표시한다. 버퍼 요구의 도착은 포아송 프로세스를 따르고 버퍼 점유 시간은 지수 분포한다고 가정한다.

각 버퍼 요구 클래스  $i = 1, 2, 3, \dots, m$ 에 대해서 다음과 같은 인자를 정의한다.

- $\lambda_i$  : 버퍼 요구의 도착률
- $1/\mu_i$  : 평균 버퍼 점유 시간
- $b_i$  : 요구한 버퍼의 수
- $P_{Bi}$  : 버퍼 요구의 블럭킹 확률
- $P_{Bi,max}$  : 최대 허용가능 블럭킹 확률
- $n = (n_1, n_2, n_3, \dots, n_m)$  : 현재 서비스되고 있는 요구들의 수로 표시되는 BS의 상태

현재 사용 중인 버퍼의 수는  $n*b = \sum_{i=1}^m (n_i * b_i)$ 와 같다.

핸드오프 요구의 버퍼 부족으로 인한 블럭킹 확률은 버퍼를 할당하는 정책에 따라 다르다. 할당 정책은 클래스간 버퍼를 완전 공유하는 방법, 각 클래스에게 버퍼를 고정 할당하는 할당법, 두 가지 방법을 혼합한

방법 등이 있지만 본 논문에서는 버퍼를 완전 공유하는 경우에 SGMH방법의 블럭킹 확률을 계산하기로 한다.

BS의 측면에서 볼 때, 버퍼 요구 트래픽은  $m$ 개의 클래스로 나누어진다. 따라서 BS는 이질 시스템(heterogeneous system)으로  $m$ 차원 마코프 체인으로 모델링된다.  $i$  차원(등급)의 전이 확률은  $i$ 번째 서브그룹 요구의 도착률과 서비스에 종속적이다. 즉,  $P_{n,n+1} = \lambda_i \times \Delta t$  이고  $P_{n,n-1} = \mu_i \times \Delta t$  이다. 여기서  $P_{n,n+1}$ 은 현재 서비스되고 있는  $i$ 번째 서브 그룹 요구가  $n$ 에서  $n+1$ 개로 증가할 확률을 뜻한다.  $i$ 번째 서브그룹 요구의 블럭킹 확률은  $i$ 번째 서브그룹의 블럭킹 상태들의 확률의 합으로 정의할 수 있다. 블럭킹 상태란  $i$ 번째 측을 따라 상위 상태로 전이할 수 없는 상태를 의미한다. 예를 들면, 현재 상태  $n = (n_1, n_2, n_3, \dots, n_i, \dots, n_m)$ 에서 다음 상태  $n = (n_1, n_2, n_3, \dots, n_i+1, \dots, n_m)$ 로 버퍼 부족으로 전이가 불가능할 경우 현재 상태를 블럭킹 상태로 정의한다.

$i$ 번째 서브그룹의 버퍼 요구 트래픽은 M/M/k/C Erlang 손실 시스템으로 모델링될 수 있다.  $i$ 번째 서브 그룹이  $k$ 개의 요구를 서비스하고 있을 확률은 다음과 같고

$$P_k = \frac{(\lambda_i/\mu_i)^k}{k!} \times P_0$$

BS가 현재 상태  $n = (n_1, n_2, n_3, \dots, n_i, \dots, n_m)$ 에 있을 확률은 다음과 같다.

$$P(n) = P(0) \times \prod_{i=1}^m \frac{(\lambda_i/\mu_i)^{n_i}}{n_i!}$$

따라서  $i$ 번째 서브 그룹 요구가 블럭킹될 확률은 아래와 같다.

$$P_{Bi} = \sum_{n=b_i}^C P(n)$$

여기서  $B_i$ 는  $i$ 번째 서브 그룹의 블럭킹 상태의 집합이다. 자세한 내용은 [13]에 설명되어 있다.

4. 시뮬레이션 결과

본 절에서는 SGMH방법의 버퍼 오버헤드 감소가 핸드오프 호 또는 새로운 호의 블럭킹 확률을 낮추는데 어느 정도 영향을 미치는지 시뮬레이션을 통해 알아본다.

시뮬레이션을 두 단계로 진행된다. 먼저, 각 서브그룹의 트래픽에 대한 주어진 최대 허용가능 블럭킹을 만족하는 버퍼 용량  $C$ 를 구하고, 두번째로 결정된 버

퍼 용량 C에 대해서 트래픽 세기를 변화시키면서 블럭킹 확률을 측정한다. 서브 그룹의 수는 두 개로 가정하고, 시뮬레이션 인자값 들은 <표 1>에 있는 값을 사용했고, 이 값들은 상대적인 값이다. 핸드오프 호의 도착률과 버퍼 점유시간은 지수 분포한다고 가정하고 시뮬레이션을 진행했다.

<표 1> 시뮬레이션 인자값  
(Table 1) simulation parameters

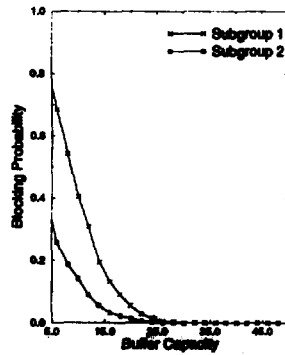
S	C	Pure Multicast-based Handoff						SGMH					
		SG1			SG2			SG1			SG2		
		1/λ	1/μ	b	1/λ	1/μ	b	1/λ	1/μ	b	1/λ	1/μ	b
1	20	2	5	3	2	5	3	2	5	3	2	5	1
2	20	2	5	3	2	5	3	2	5	3	2	5	2
3	30	1	5	3	2	5	3	1	5	3	2	5	1
4	30	1	5	3	2	5	3	1	5	3	2	5	2

처음 두 시뮬레이션 집합은 MH의 이동이 도심에서 빌딩 또는 거리의 배치에 따라 영향을 받는 상태를 표현한 것으로, 핸드오프 시간에 대한 예측의 정확도에 따라 두 집합의 인자 값을 다르게 했다. 집합1이 집합2보다 버퍼 요구량이 적기 때문에 핸드오프 시간에 대한 예측의 정확도가 높다고 할 수 있다. (그림 5)는 BS의 버퍼량이 증가하면 전체적인 블럭킹 확률이 떨어지고, 서브그룹2의 블럭킹 확률이 서브그룹1보다 낮음을 보여 준다. (그림 5)에서 최대 허용 블럭킹 확률이 5%인 경우에 필요한 버퍼량은 20 단위임을 알 수 있다. (그림 7,8) 은 C를 20단위로 놓고 트래픽의 세기를 변화 시키면서 블럭킹 확률을 구한 것으로, SGMH 방법의 각 서브그룹의 블럭킹 확률이 단순 멀티캐스트 방법보다 40-60% 정도 낮음을 보여주고 있고, 집합1이 집합2보다 버퍼를 조금 요구하기 때문에 블럭킹 확률이 낮음을 확인 할 수 있다.

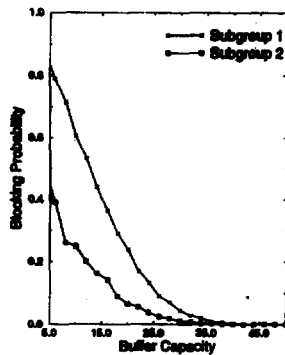
시뮬레이션 집합3과 집합4는 서브그룹의 크기가 다른 경우로, MH의 이동성이 주변환경에 영향을 받지 않는 경우로, 서브그룹1의 요구 도착률이 서브그룹2보다 높다. 위의 경우와 마찬가지로 BS의 총 버퍼 용량을 30단위로 놓고 집합3과 집합4에 대한 시뮬레이션한 결과는 (그림 9)와 (그림 10)에 각각 나타나 있다. (그

림 9)에서 집합4의 서브그룹1의 블럭킹 확률이 단순 멀티캐스트 방법에 비해 약 20% 정도 향상되었고, 집합3의 경우 집합4보다 15%정도 향상되었다. (그림 10)에서 집합4의 등급2의 블럭킹 확률이 단순 멀티캐스트 방법에 비해 약 50-60% 정도 향상되었고, 집합3의 경우 집합4보다 60%정도 향상되었다. 결국, 핸드오프에 대한 정확도가 높은 집합3이 집합4보다 더 좋은 성능을 보이고 있음도 확인하였다.

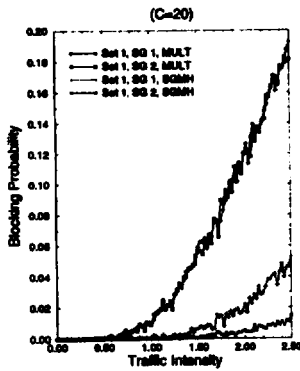
결론적으로 시뮬레이션 결과는 SGMH방법이 버퍼 오버헤드를 감소시키고, 이로 인해서 결국 핸드오프 호의 버퍼 부족으로 인한 블럭킹 확률도 감소시킴을 확인할 수 있다.



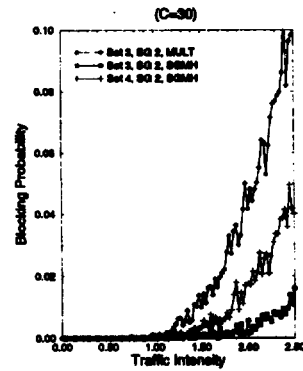
(그림 5) Set1 : 버퍼용량 대 블럭킹확률  
(Fig. 5) Set1 : Blk Prob vs Buffer Capacity



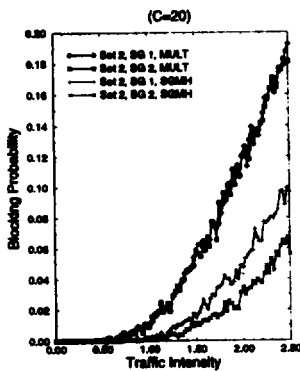
(그림 6) Set3 : 버퍼용량 대 블럭킹확률  
(Fig. 6) Set3 : Blk Prob vs Buffer Capacity



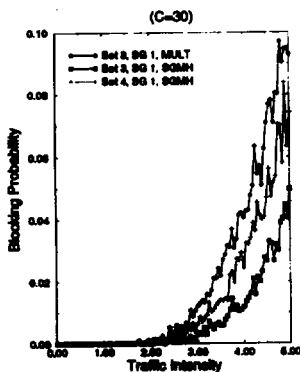
(그림 7) Set1 : 트래픽세기 대 블러킹확률  
(Fig. 7) Set1 : Blk Prob vs Traffic Intensity



(그림 10) Set3,4의 SG2 : 트래픽세기 대 블러킹확률  
(Fig. 10) SG2 of Set3,4 : Blk Prob vs Traffic Intensity



(그림 8) Set2 : 트래픽세기 대 블러킹확률  
(Fig. 8) Set2 : Blk Prob vs Traffic Intensity



(그림 9) Set3,4의SG1 : 트래픽세기 대 블러킹확률  
(Fig. 9) SG1 of Set3,4 : Blk Prob vs Traffic Intensity

## 5. 결 론

본 논문에서는 셀 크기가 수십 미터 내외의 작은 셀로 구성되는 셀룰라 망에서 빈번한 핸드오프로 인한 서비스 중단 시간을 최소화할 수 있는 멀티캐스트 연결에 기반한 SGMH방법을 제안했다. SGMH방법은 핸드오프 전에 MH가 현재 BS에서 체류하는 시간과 후보 BS들이 MH에서 떨어진 거리를 고려해서 각 멤버 BS마다 MH의 이동을 대비해서 다르게 데이터를 저장함으로써 버퍼 오버헤드를 줄였고 또한 멀티캐스트의 장점인 짧은 핸드오프 지연을 얻을 수 있었다. 또한 새로 도착하는 호 또는 핸드오프 호의 버퍼 부족으로 인한 블러킹 확률도 낮아짐을 수학적 분석과 시뮬레이션을 통해 알 수 있었다.

향후 이동 사용자에서 양질의 연결 서비스를 제공하기 위해서는 MH의 이동성에 대한 정확한 예측이 중요하므로 이에 대한 연구가 진행되어야 할 것이다. 또한 IMT-2000/FPLMTS와 같은 미래의 통합 이동통신망에서 무선 ATM망이 작은 셀로 구성될 것이므로 본 논문에서 제안한 방법을 무선 ATM망에 적용하기 위한 ATM망에서의 멀티캐스트 트리 구성에 대한 연구와 ATM망의 UNI와 NNI에 있어서 이동성을 지원하기 위한 연구가 필요할 것이다.

## 참 고 문 헌

[1] A.S. Acampora and M. Naghshineh, "An Archi-

- ecture and Methodology for Mobile-Executed Handoff in Cellular ATM Networks," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, Vol.12, No.8, pp.1365-1375, October 1994.
- [2] R. Ghai and S. Singh, "An Architecture and Communication Protocol for Picocellular Networks," *IEEE Personal Communications*, pp.36-46, Third Quarter, 1994.
- [3] K. Keeton, B.A. Mah, S. Sehan, R.H. Karz, and D. Ferrari, "Providing Connection-oriented Network Services to Mobile Hosts," *Proceedings of the USENIX Symposium*, August 1993.
- [4] I.F. Akyildiz, J.S.M. Ho, and M. Ulema, "Performance Analysis of the Anchor Radio System Handover Method for Personal Access Communications System," *Proceedings of IEEE INFOCOM'96*, pp.1397-1404, 1996.
- [5] G.P. Pollini and K.S. Meier-Hellstern, "Efficient Routing of Information Between Interconnected Cellular Mobile Switching Centers," *IEEE/ACM Transactions on Networking*, Vol.3, No.6, pp.765-774, December 1995.
- [6] Chih-Lin I, L.J. Greenstein, and R.D. Gitlin, "A Microcell/Macrocell Cellular Architecture for Low- and High-Mobility Wireless Users," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, Vol.11, No.6, pp.885-891, August 1993.
- [7] O. Kennenmann, "Locating Mobiles in Non-Flowing Traffic," *Proceedings of PIMRC'95*, pp.274-278, 1995.
- [8] S. Nanda, "Teletraffic Models for Urban and Suburban Microcells: Cell sizes and handoff rates," *IEEE Transaction on Vehicular Technology*, November 1993.
- [9] S. Tekinay, B. Jabbari, and A. Kakaes, "Modeling of Cellular Communication Networks with Heterogeneous Traffic Sources," *Proceedings of ICUPC'93*, pp.249-253, 1993.
- [10] K.L. Yeung and S. Nanda, "Optimal Mobile-Determined Micro-Macro Cell Selection," *Proceedings of PIMRC'95*, pp.294-299, 1995.
- [11] O.T.W. Yu and V.C.M. Leung, "B-ISDN Architectures and Protocols to Support Wireless Personal Communications Internetworking," *Proceedings of PIMRC'95*, pp.768-772, 1995.
- [12] E. Ha, Y. Choi, and C. Kim, "A New Pre-Handoff Scheme for Picocellular Networks," *Proceedings of IEEE International Conference on Personal Wireless Communications*, pp.140-143, February 1996.
- [13] 하은용, 피코셀룰라 망에서 멀티캐스트에 기초한 핸드오프 기법, 서울대학교 대학원 컴퓨터 공학과 박사학위 논문, 1997년 2월.



## 하 은 용

e-mail : eyha@aycc.anyang.ac.kr

1986년 서울대학교 컴퓨터공학과  
(공학사)

1988년 서울대학교 대학원 컴퓨터  
공학과(공학석사)

1997년 서울대학교 대학원 컴퓨터  
공학과(공학박사)

1997년~현재 안양대학교 컴퓨터학과 전임강사  
관심분야 : 무선ATM, 인터넷 프로토콜, 고속통신망,  
네트워크 보안