

차세대 이동망에서 멀티미디어 서비스를 고려한 FTC 방식

Fault Tolerant Channel Allocation Scheme considering Multimedia Service in IMT-2000

박상준*, 이효준*, 조인숙*, 김관중**, 김병기*

Sang-Joon Park, Hyo-Jun Lee, In-Sook Cho, Kwan-Joong Kim, Byung-Gi Kim

Abstract

In the IMT-2000 networks, the model of micro/pico cell is suggested for transmission of multimedia service. Hence, the efficient method is required for processing of mobile calls in micro/pico cell. In the central urban area, mobile calls may be dynamically increased because of many mobile users. And microcell/picocell size has small size, handover calls will be more increased. Therefore, many of mobile calls is occurred at a cell in the central urban area, so channel requests for these calls will be increased in the call. In this paper, we propose a scheme, FTC(Fault Tolerant Channel allocation) which is the channel management method for hard handover and new call in a mobile cell of central urban area. When available channels in the cell are consumed, the FTC investigates channel states of neighbor cells in the RNC(Radio Network Controller) or BSC (Base Station Center), and provide available channel for mobile call. The FTC scheme is analyzed and compared with existing channel management method by simulation.

* 숭실대학교 대학원 컴퓨터학과

** 한서대학교 컴퓨터정보학과

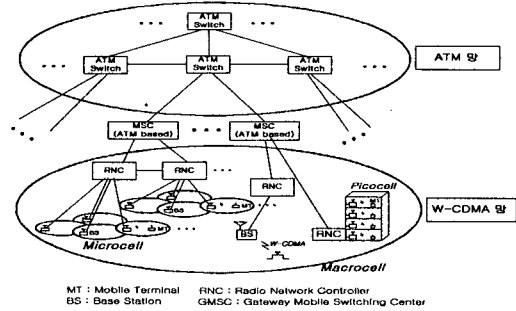
1. 서론

IMT-2000은 음성전화, 화상전화, 인터넷 액세스, 이동컴퓨팅 등의 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있는 3세대 종합 이동 통신 시스템이다.

IMT-2000의 특징은 하나 이상의 링크를 PSTN, ISDN, 인터넷 망과 같은 기존의 통신망으로의 연결을 지원하여 기존의 다양한 유선망과 무선망, 전화망과 데이터망 등으로 나누어져 있는 통신망들을 종류에 상관없이 가입자에게 서비스를 제공할 수 있도록 통합될 것이다. 또한, 기존의 이동 통신 시스템에서 지역별로 상이한 서비스 때문에 지원 받을 수 없었던 상호연동 서비스에 대해 IMT-2000이 전세계적 웨비리 개념을 도입함으로써 호환성을 높여 국제적인 글로벌 로밍을 가능하게 한다[1-2].

기존의 이동 통신 시스템은 음성위주의 서비스를 주로 하였으나, 오늘날 기술혁신과 무선통신 시장의 폭발적 증가와 사용자의 요구증가는 IMT-2000과 같이 진보된 멀티미디어 서비스를 요구하게 되었다. IMT-2000에서 중요하게 진보된 것은 음성, 데이터, 영상 등 다양한 멀티미디어 서비스를 제공하고 보다 더 고속의 전송 서비스를 제공하는 것이다. 이 요구는 옥내/고정무선 환경에서 최대 2Mbps, 옥외/보행자 중심 무선환경은 최대 384 kbps, 옥외/차량중심 무선환경은 최대 144 kbps, 위성접속환경은 최대 9.6 kbps의 대역폭 제공을 목표로 하고 있다. <그림 1>은 IMT-2000 시스템 구조(육상부분)를 보이고 있다. 이와 같이 광대역 멀티미디어 서비스를 위한 대역폭 확보를 위해서 마이크로셀 또는 피코셀을 사용한다. 또한 <그림 1>에서와 같이 단일 RNC에 의해 관리되는 셀의 집합(클러스터)의 크기가 작아지므로 이동 단말기가 클러스터 간 하드 핸드오버를 발생할 경우도 늘어나게 되며, 새로운 호에 대해서도 고려되어야 한다. 본 논문에서 제안하는 FTC 방식은 도심과 같이 호 발생이 많은 지역의 특정 셀에서 할당된 채널이 전부 사용중일 때 발생한 호를 (하드 핸드오버 호 또는 새로운 호) 블로킹 시키지 않고 RNC에서 인접한 셀의 상태를 점검한 뒤에 주위의 셀 중 특정셀의

가용채널을 임시적으로 사용하는 방법이다. FTC 방식은 주위 셀의 채널 사용 상태를 파악하기 위해 상태 테이블을 가지고 가용채널 정보를 확보한다.



<그림 1> IMT-2000 시스템 구조(육상 부분)

본 논문의 구성은 2장에서 IMT-2000 시스템의 구성에 대한 설명을 하고, 3장에서는 FTC 방식에 대해서 설명하겠다. 4장에서는 시뮬레이션과 이에 대한 결과 분석을 하고, 5장에서 결론 및 향후 연구방향에 대해서 논의하겠다.

2. IMT-2000 시스템

2.1 호 처리

2.1.1 Mobile 호 발신

마이크로/피코셀을 관리하는 기지국들은 각각 하나의 RNC와 연결되어 단일 집합체인 클러스터를 형성하고 클러스터를 관리하는 또 다른 RNC와 연결이 되어 IMT-2000의 무선 하부 망을 형성한다. 이동 단말기가 호 발신을 시도하면 BS는 RNC를 거쳐 MSC로 Complete Layer 3 정보에 CM 서비스 요구를 실어서 보내어 MSC에게 발신이 시도되었음을 알리면서 필요한 정보를 MSC에게 전달해 준다. MSC는 발신 측에 대한 무선 자원을 할당하기 위해서 BS로 자원 할당 요구를 보내며 BS에서는 이 메시지를 받으면 이동 단말기와 BS간의 채널할당을 위한 작업을 거친다. 두 곳 사이의 채널할당이 끝나면 MSC에게 트래픽 채널 할당이 끝났다는 메시지인 자원 할

당 완료를 보내게 된다. 착신 측으로부터 MSC가 Alerting을 받거나 연결 메시지를 받으면 착신 쪽과 연결되었음을 BS에게 알린다.

2.1.2 Mobile착신

발신 MSC로부터 착신호 설정에 대한 요구를 받으면 착신 MSC는 착신 이동 단말기와 호 설정을 위하여 페이징을 하게 된다. BS로 페이징 요구를 보내면 BS는 이동 단말기에 페이징 메시지를 보내어 이동 단말기의 응답을 기다리며 이동 단말기로부터 응답이 오면 MSC로 호 설정을 위한 페이징 요구를 보내어 MSC와 호 설정을 시작한다[7]. MSC는 페이징 응답을 받으면 착신 측의 무선 자원 할당을 위하여 BS로 자원 할당 요구를 보내며, BS는 착신 이동 단말기와의 트래픽 할당을 위한 절차를 거치게 된다. 트래픽 채널의 할당이 성공적으로 되면 BS는 MSC에게 자원 할당 완료를 보내어 트래픽 채널 할당을 완료했음을 알린다. 그리고 착신 이동 단말기는 발신 측으로 Alerting을 보내고, 착신 가입자가 응답을 했을 때 연결 메시지를 BS에게 보내며, BS는 연결 메시지를 MSC에게 보내어 착신 이동 단말기가 연결되었음을 알린다.

2.2 핸드오버

핸드오버는 한 셀에서 인접 셀로 이동해 갈 때 현재의 통화채널을 새로운 기지국의 통화 채널로 자동적으로 전환해 주는 것을 말한다. CDMA 시스템에서는 크게 하드 핸드오버(break-before-make)와 소프트 핸드오버(make-before-break)로 구분한다. 하드 핸드오버는 인접 셀로 핸드오버할 때 기존 기지국의 연결을 먼저 절단하고 인접 셀에서 다시 연결을 하는 방식이고 소프트핸드오버는 인접 셀의 채널을 연결하여 2개의 연결을 유지하다가 기존의 연결을 절단하는 방식이다[3, 5, 6].

소프트 핸드오버는 클러스터 내부에서 발생하는 셀 간의 핸드오버이다. 이동 단말기가 통화 중에 동일 CDMA 주파수를 갖는 다른 셀 영역 근처로 접근할 때 이동 단말기는 새로운 셀의 파

일릿의 신호 세기가 충분히 높음을 감지하여 이 사실을 현재의 셀에 알린다. 그러면 새로운 셀은 이동 단말기에게 통화 채널을 열어주고, 이때 이동 단말기는 동시에 두개의 셀과 통화 채널을 열어 통화를 한다. 이동 단말기가 새로운 셀에 인접 가까워지면 이전의 셀의 신호는 더 약해진다. 이 신호의 세기가 일정 레벨보다 낮으면 이동 단말기는 이 사실을 두 셀에 알리고 이전의 셀은 그 이동 단말기에 대한 통화 채널을 끊고 이동 단말기는 상태가 양호한 새로운 셀과 통화를 한다. 하드 핸드오버는 이동 단말기가 한 기지국에서 다른 기지국으로 이동할 때 기존 기지국과 연결되었던 채널을 끊은 후 새로운 기지국의 새로운 채널로 연결하는 핸드오버 방식이다[8]. CDMA에서는 보통 클러스터 내부에서 소프트 핸드오버가 이루어지나, 단일 클러스터 내에서 주파수를 바꾸어 핸드오버를 하거나(다른 CDMA 주파수간의 핸드오프), 이동 단말기가 다른 클러스터에 속해 있는 기지국으로 이동할 경우는 하드 핸드오버가 발생한다. 본 논문에서는 클러스터 내부에서 발생하는 소프트 핸드오버 경우를 고려하지 않으며, 클러스터간 핸드오버에 따른 RNC 재연결로 인하여 발생 가능한 하드 핸드오버 호를 가정한다.

IMT-2000의 기본 망 모델을 고려하여, 기존에 MSC의 핸드오버 제어 기능을 RNC가 수행하고 MSC는 단지 게이트웨이 기능만을 수행한다.

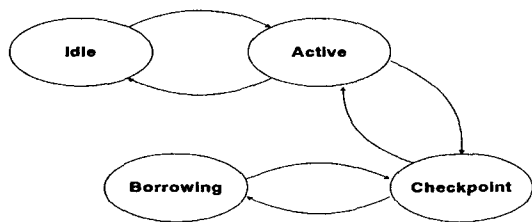
IMT-2000에서의 핸드오버 처리는 다음과 같은 몇 가지 사항이 고려되어야 한다.

- 이동 단말기의 속도 및 서비스를 고려하여 이동 단말기를 피코셀에서 서비스를 할 것인지 마이크로셀에서 서비스를 할 것인지, 매크로셀에서 서비스를 할 것인지를 동적으로 결정한다.
- 이동 단말기의 핸드오버가 RNC 내부의 셀 간에 발생하는 지(클러스터 내부), RNC간에 발생하는 지(클러스터 간)를 고려한다. 즉, 하드 핸드오버인지 소프트 핸드오버인지 결정해야 한다.
- 하드 핸드오버로 인한 경로 변경에 따른 ATM 망 부분의 경로 설정을 고려한다.
- 하드 핸드오버로 인한 경로 변경에 따른 부가

적인 신호 처리와 재연결 상의 지연이 고려되어야 한다.

3. FTC 기법

기존의 셀룰러나 PCS망에서는 단일한 음성 트래픽 서비스 제공을 고려하였다. 그러나, IMT-2000과 같이 여러 대역을 요구하는 데이터, 영상 트래픽을 함께 서비스해야 하는 환경이 되면, 각 트래픽의 특성과 발생률의 변화는 음성 트래픽만을 고려하던 환경에서와는 달리 셀의 채널관리에 큰 영향을 미치게 된다. 예를 들어, 음성보다 많은 채널을 요구하는 영상의 발생률이 증가하면 음성 트래픽 발생률이 증가했을 때와는 다르게 제한된 채널 내에서 가용 채널이 부족해진다. 기존의 채널을 공급하는 관점에서는 새로운 호와 핸드오버 호를 구분하지 않고 호 도착 순서대로 채널을 할당하는 방식과 가용채널이 부족할 때 핸드오버 호에 중점을 두어 채널을 관리하는 방식이 있다. 이는 또한 기존 핸드오버 호 처리 부분을 고려하여 본다면 동적할당(DCA-Dynamic Channel Allocation) 방식과 정적할당(FCA-Fixed Channel Allocation) 방식으로 구분된다. 본 논문에서는 호 발생에 대한 채널관리를 위하여 기존의 동적할당 방식에서 인접 셀의 상태정보를 고려한다. 기존의 DCA 방식의 경우 인접 셀의 주파수 영역 내지는 발생하는 핸드오버 호에 중점을 두었다. 하지만 FTC의 경우 채널 할당 시에 인접 셀의 상태 정보를 이용하여 호에 대한 요청을 받는 새로운 셀에서 특정 셀을 정하여 가용 채널을 차용하게 된다. FTC는 셀의 채널관리상태에 따라서 <그림 2>와 같은 상태천이도를 기반으로 동작한다.



<그림 2> 시스템 상태천이도

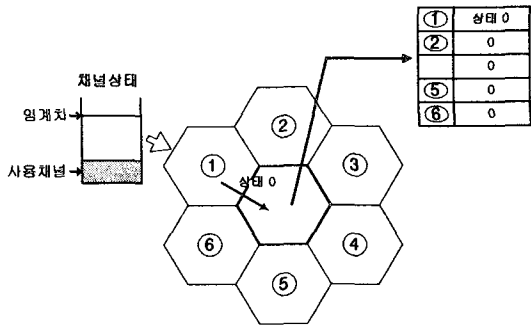
- Idle 상태
셀에서 호의 발생이 이루어지지 않은 상태이다. Idle 상태에서 호 (새로운 호 혹은 핸드오버 호)의 요청이 발생하면 Active 상태로 전이한다.

- Active상태
Active 상태에서는 이동 단말기에 대해서 가용 채널을 통하여 이동 서비스를 제공하는 상태이다. Active 상태에서 가용 채널이 부족한 상태로 되면 checkpoint상태로 전이한다.

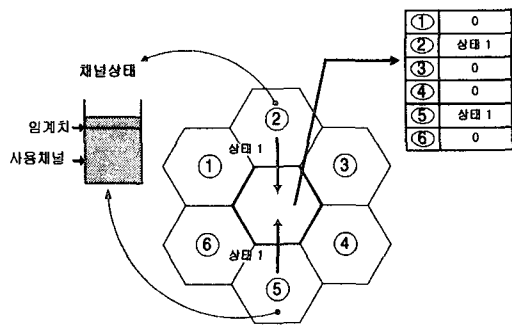
- Checkpoint상태
이동 단말기가 클러스터 간 핸드오버를 통하여 진입하는 셀에서 가용 채널이 부족할 경우와 해당셀에서 발생한 호에 대해 채널이 부족한 상태이다. 해당셀은 인접 셀의 채널 상태 변화 시에 이를 상태테이블에 미리 기록하여 관리한다. 셀 시스템의 상태가 checkpoint 상태가 되었을 때 호 요청을 받는다면, 해당셀은 상태테이블을 이용하여 채널 차용을 위한 인접 셀을 선택한다. 인접셀은 자신의 가용채널 용량이 임계치를 넘어서지 않을 경우에만 해당셀에 채널을 차용해줄 수 있다. 채널 차용을 위한 인접셀 선택 작업이 끝난 후에는 borrowing 상태로 된다. Checkpoint 상태에서 해당셀의 기존의 가용 채널 복귀가 발생하면 active 상태로 전환한다.

- Borrowing 상태
인접셀에 채널 차용 요청을 하고 인접셀의 ACK 신호에 대해 해당 셀은 발생 호에 채널을 할당한다. 채널의 사용이 끝나게 되면 채널의 반환이 이루어지고 checkpoint 상태로 전환한다. <그림 3>은 셀에서 인접셀의 채널 상태를 관리하기 위한 테이블을 보이고 있다. 초기 인접셀에서는 충분한 가용채널 확보에 대해 해당셀에 보고를 한다. 즉, 가용채널에 대한 임계치를 두어 채널 사용이 임계치를 넘어서지 않으면 해당셀에 채널 차용 허가 모드인 상태 0를 보고하며 <그림 4>에서와 같이 만일 ②와 ⑤셀에서 가용채널이 임계치를 넘어설 경우 해당셀에 차용 불허 모드인 상태 1을 보고한다. 해당셀의 상태가 checkpoint 상태가 되면 상태테이블을 참조하여 ②와 ⑤셀은 채널 차용에서 제외가 되고 해당셀은 나머지 ①, ③, ④와 ⑥셀 중에 하나를 선택하여 채널차용을

하게 된다. 본 논문에서는 순차적으로 차용채널을 제공하는 것으로 가정한다. 본 논문에서 제안하는 FTC는 두 가지로 나뉘어진다.



<그림 3> 셀의 상태테이블(모든 셀이 차용가능)



<그림 4> 셀의 상태테이블 (②와 ⑤셀의 채널차용 안됨)

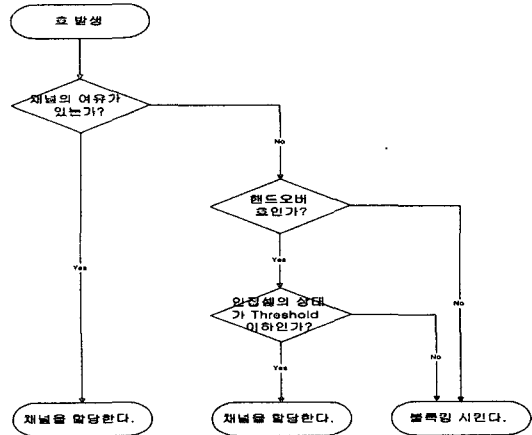
3.1 하드 핸드오버 호에 대한 채널차용

인접셀의 상태를 다음과 같이 2단계로 나누어서 생각한다.

- 상태 0
채널사용에 대한 임계치를 넘어서지 않아 채널 차용이 가능한 상태
- 상태 1
차용채널 임계치를 넘어서 채널차용을 할 수 없는 상태

<그림 5>는 채널차용에 대한 알고리즘 I을 보이고 있다. 호가 발생하면 셀에 가용채널이 있는지를 점검한다. 가용채널이 없을 경우 하드 핸드오버 호인지 새로운 호인지를 조사하여 하드

핸드오버 호인 경우 인접셀의 상태를 순서대로 점검해서 가용채널을 빌려 온다. 새로운 호인 경우는 블록킹시킨다.



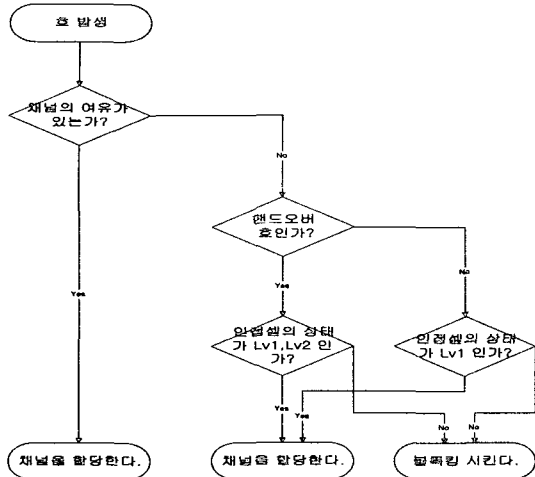
<그림 5> 채널차용 알고리즘 I

3.2 하드 핸드오버 호와 새로운 호에 대한 채널 차용

본 방식은 해당셀에 대한 하드 핸드오버 호뿐만 아니라 새로운 호에 대해서도 차용채널을 제공한다. 이를 위해 인접셀은 2차의 임계치를 두어 1차 이하의 새로운 호와 하드 핸드오버 호에 대해서 차용채널을 제공하며, 2차 임계치에서는 하드 핸드오버 호에 대해서만 차용채널을 제공한다.

<그림 6>은 채널차용 알고리즘 II를 보이고 있다. 인접셀의 상태는 다음과 같이 3단계로 나누어진다.

- 상태 0
가용채널 용량이 1차 임계치 이하일 경우의 상태로 하드 핸드오버 호와 새로운 호 모두 채널을 차용할 수 있다.
- 상태 1
가용채널 용량이 1차와 2차 사이의 경우로 하드 핸드오버 호에게만 채널을 차용할 수 있다.
- 상태 2
가용채널 용량이 2차임계치를 넘어선 상태로 채널 차용을 할 수 없다.



<그림 6> 채널차용 알고리즘 II

4. 시뮬레이션

4.1 시뮬레이션 환경

성능평가를 위한 시뮬레이션은 호의 발생률에 따라 10만개의 호를 처리하여 성능을 평가한다. 호의 발생률은 포아송 분포를 따르고 호 서비스 지속시간은 지수분포를 따른다고 가정하며, 새로운 호와 핸드오버 호의 발생률은 7:3으로 가정한다. 멀티미디어 서비스에 대한 영향을 분석하기 위하여, 호 지속 시간, 요구 대역폭, 서비스 종류에 근거하여 <표 1>에 보인 바와 같은 서비스를 고려하였다.

<표 1> 멀티미디어 서비스

트래픽 종류	서비스 종류	전송률	호 지속시간
CBR	음성	8Kbps	1-10분
VBR	화상, 비디오 폰	64-384Kbps	1-30분

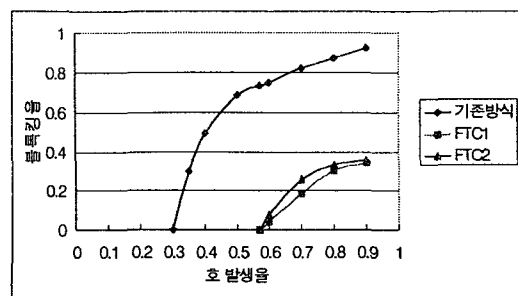
8kbps의 대역폭을 가지는 CBR과 평균 256kbps의 대역폭을 가지는 VBR 트래픽의 발생 확률은 2:8로 가정하고 호 지속시간은 평균적으로 CBR 3분 VBR 5분으로 가정하였다. FTC 1

방식에서는 인접셀에 채널을 빌려줄 수 있는 임계치를 전체 채널용량의 35%로 하고 FTC 2 방식에서는 모든 호에 대해서 채널을 차용할 수 있는 Level 1 임계치를 전체 채널용량의 50%, 하드 핸드오버 호에 대해서만 채널을 차용할 수 있는 Level 2 임계치를 전체 채널용량의 35%로 설정하여, 임계치 이하로 채널을 사용하고 있을 때 채널을 차용할 수 있도록 설정하였다. 각 방식에 대하여 호의 도착율을 변화시켜 가면서 블록킹율과 처리율을 비교 분석하는 것으로 성능평가 하였다.

4.2 시뮬레이션 결과

<그림 7>에서 전체 호의 블록킹율을 나타내고 있다. 기존방식에 비해서 제안된 FTC 1과 2의 블록킹율이 낮아지는 것을 보이고 있다. FTC 1과 2는 호 발생율이 0.38에서 평형상태에 근접해 가는 것을 알 수 있다.

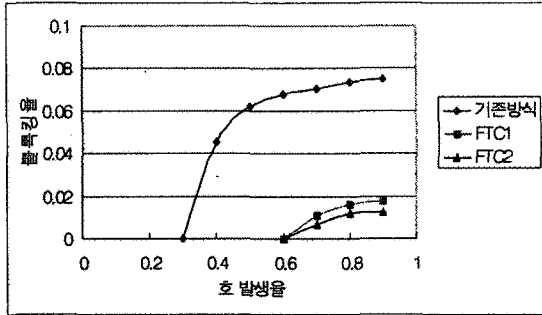
FTC 1과 FTC 2는 호 발생율이 0.38에서 평형상태에 근접해 가는 것을 알 수 있다. FTC 1과 FTC 2는 기존방식에 비해서는 블록킹율이 크게 낮아지는 것을 알 수 있으나 FTC 1과 FTC 2간에는 큰 성능 차이를 보이지 않고 있다.



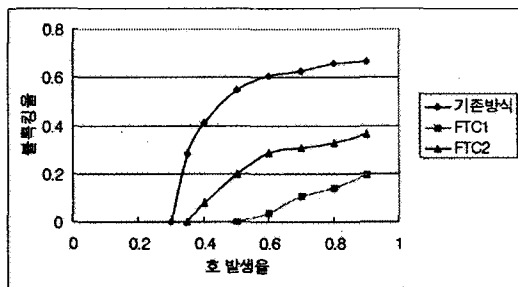
<그림 7> 호 발생율의 변화에 따른 전체 호의 블록킹율

<그림 8>에서 하드 핸드오버 호의 블록킹율을 나타내고 있다. 기존방식에 비해서 제안된 각각의 FTC 방식의 블록킹율이 낮아지는 것을 보이고 있다. FTC 2는 호 발생율이 0.02에서 평형

상태에 근접해 가는 것을 알 수 있다. FTC 1과 2는 기존방식에 비해서 블록킹율이 크게 낮아지는 것을 알 수 있다.



<그림 8> 호 발생율의 변화에 따른 핸드오버 호의 블록킹율



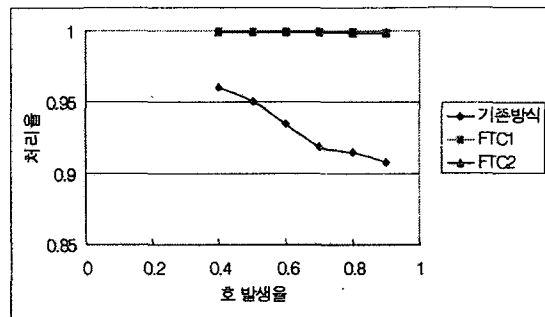
<그림 9> 호 발생률의 변화에 따른 새로운 호의 블록킹율

또한, FTC 1과 2 사이에서는 큰 성능차이는 보이지 않고 있으나 하드 핸드오버 호와 새로운 호의 구별을 둔 FTC 2에서는 하드 핸드오버 호의 블록킹율이 더 낮아지는 것을 알 수 있다.

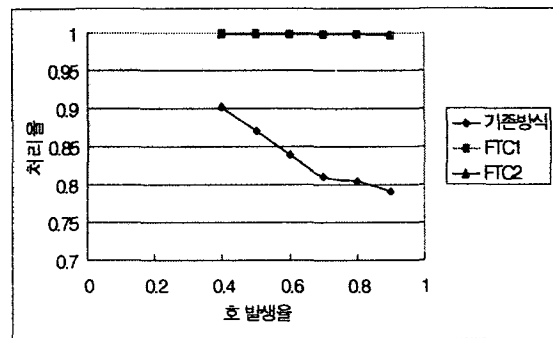
<그림 9>에서 새로운 호의 블록킹율을 나타내고 있다. 기존방식에 비해서 본 논문에서 제안한 FTC 2의 블록킹율이 낮아지고 FTC 2보다 FTC 1이 낮아지는 것을 보이고 있다. FTC 2는 호 발생율이 0.4에서 평형상태에 근접하고, FTC 1은 0.2에서 평형상태에 근접해 가는 것을 알 수 있다. 하드 핸드오버 호를 우선적으로 고려하는 FTC 2는 새로운 호에 대해서 빌려줄 수 있는 가용채널의 수가 상대적으로 작아서 새로운 호에 대한 블록킹율은 높아지는 것을 알

수 있다.

<그림 10>과 <그림 11>에서는 호 발생율의 변화에 따른 하드 핸드오버 호와 새로운 호의 처리율을 보이고 있다. 기존방식에서는 호 발생율이 높아질수록 하드 핸드오버 호는 0.91, 새로운 호는 0.79까지 급격하게 떨어지는 것을 알 수 있다. 따라서 FTC 1과 2는 호 발생율이 높아질수록 처리율에 대한 변동이 거의 없어 이동 단말기의 통신 서비스를 보장할 수 있다.



<그림 10> 호 발생률의 변화에 따른 핸드오버호의 처리율



<그림 11> 호 발생률의 변화에 따른 새로운 호의 처리율

5. 결과

기존의 셀룰러, PCS망과 같이 음성 트래픽만을 사용하는 경우에는 통화수요의 예측이 가능하여 적정의 채널할당으로서 통화단절과 같이 QoS 보장을 하지 못하는 일이 빈번히 일어나지

는 않았다. 그러나 ATM 백본망 기반의 IMT-2000에서는 다양한 멀티미디어 트래픽이 요구되는 경우에는 도심지와 같은 특정셀에 채널사용이 많은 CBR, VBR 혹은 ABR과 같은 트래픽이 집중되어 일시적으로 가용채널이 부족하게 되는 경우가 발생한다.

FTC 방식을 사용한 채널할당 방법은 클러스터 간 하드 핸드오버 호와 새로운 호에 대한 채널이 부족한 경우에 인접셀의 상태정보 테이블을 확인하여 특정 인접셀의 가용채널을 차용하는 것이다. 본 논문에서 제안한 FTC 방식에 대해 인접셀에서 하드 핸드오버 호와 새로운 호에 대한 1차, 2차 임계치를 두어 시뮬레이션 분석을 하였다. 시뮬레이션 결과에서는 제안된 FTC 기법이 기존 방식에 비해 호의 이용율이 효율적임을 보이고 있다. 따라서 FTC 방식은 특정셀에서 집중적으로 발생하는 새로운 호와 하드 핸드오버 호에 대해 효율적으로 처리 가능한 방식으로 기대된다.

참고문헌

- [1] 김영기, "IMT-2000 표준화 현황," 전자공학회지, 제25권, 제10호, 1998.
- [2] ITU-T Recommendation Q.1711, Aug. 1998.
- [3] Gregory P. Pollini, "Trends in Handover Design," IEEE Communication Magazine, March 1996.
- [4] Anthony S. Acampora and Mahmoud Naghshineh, "An Architecture and Methodology for Mobile-Executed Handoff in Cellular ATM Networks," IEEE JSAC, Vol. 12, No.8., October 1994.
- [5] Sang-Joon Park, Byung-Gi Kim, "A Deadline Scheduling Queue Handoff Scheme for Low and High Mobility users in Wireless ATM Network," IEEE PACRIM, pp198-201, August 1997.
- [6] Kwan L. Yeung and Tak-Shing P. Yim, "Optimal Prioritized Handoff in Linear Microcellular Radio Systems," IEEE GLOBECOM'95 pp 494-498, 1997
- [7] 이상호, "CDMA 방식 이동통신시스템에서의 호 연결 제어," 한국통신학회논문지 제 24 권 제 7A 호, 1997.7.
- [8] Sang-Joon Park, Jung-Ahn Han, Jae-Ha Kim, Byung-Gi Kim, "A Network Architecture for Efficient Handover in Wireless ATM Network," IEEE Proceedings of The 13th International Conference on Information Networking (ICOIN-13), Cheju Island Korea, Vol II, January 1999, pp.7D-1.1~7D-1.4.

● 저자소개 ●



박상준

1996년 : 동국대학교 전자계산학과 공학사
 1998년 : 숭실대학교 대학원 컴퓨터학과 공학석사
 1998년~현재: 숭실대학교 대학원 컴퓨터학과 박사과정
 2000년~현재 : 한국 정보보호 진흥원 연구원
 관심분야 : IMT-2000, 무선 Ad Hoc 네트워크, 네트워크 생존성, 위험분석



이효준

1996년 : 숭실대학교 전자계산학과 공학사
 1998년 : 숭실대학교 대학원 컴퓨터학과 공학석사
 1999년~현재 : 숭실대학교 대학원 컴퓨터학과 박사과정
 관심분야 : 무선 Ad Hoc 네트워크, IMT-2000



조인숙

1991년 : 서울산업대학교 전자계산학과 공학사
 1993년 : 숭실대학교 대학원 전산공학과 공학석사
 1998년~현재 : 숭실대학교 대학원 컴퓨터학과 박사과정
 1998년~현재 : 동양공업전문대학 겸임교수
 관심분야 : 이동통신 기술분야, 멀티미디어 통신, 전자상거래



김관중

1983년 : 숭실대학교 전산학과 공학사
 1988년 : 숭실대학교 대학원 전산학과 공학석사
 1998년 : 숭실대학교 대학원 컴퓨터학과 공학박사
 1997년~현재 : 한서대학교 컴퓨터 정보학과 조교수
 관심분야 : 컴퓨터구조, 마이크로프로세서, 병렬처리, VLSI설계



김병기

1977년 : 서울대학교 공과대학 전자공학과 공학사
 1979년 : 한국과학기술원 전산학과 이학석사
 1997년 : 한국과학기술원 전산학과 공학박사
 1982년~현재 : 숭실대학교 정보과학대학 컴퓨터학부 교수
 관심분야 : 컴퓨터 구조, 이동통신 기술분야