

무선 네트워크 망에서 시그널링 시간을 고려한 핸드오버 기법

김도연*, 박상준**, 한정안*, 김관중***, 김병기*

Handover Scheme Considering for Signaling Time in Mobile Networks

Do Yeon Kim, Sang Jun Park, Jung Ahn Han, Kwan Joong Kim, Byung Gi Kim

Abstract

In the wireless communication systems of the next generation, the hard handover may frequently occur between the existing 2G(2nd generation) and the 3G(3rd generation). When it occurs between the 2G and the 3G, the call setup procedure will be added to MT(Mobile Terminal), the relay bases in 2G and 3G, and the switches. It causes total time to handle the handover to increase. Therefore, the forced termination probability may be increased since relative time decreases. In this paper, we propose a method to decrease the forced termination. The method execute the handover procedure with speed and direction of the MT preestimated in the inner cell when MT enters the boundary cell.

Key Words: Mobile Networks, Handover

- * 숭실대학교 컴퓨터학과
- ** 한국 정보보호 진흥원
- *** 한서대학교 컴퓨터정보학과

1. 서론

차세대 무선 통신은 서로 다른 네트워크 백본, 서비스 공급자를 갖는 고정된 글로벌 시스템과 무선이동 서비스를 제공한다. 이때 서로 다른 네트워크 시스템간의 무선 통신을 위해서는 핸드오버시 인터 무선 액세스 시스템을 지원하는 핸드오버가 이루어져야 한다. 핸드오버 관리는 MT에 채널교환과 새로운 서비스 지역으로 이동시호의 처리를 말한다. 따라서 2G에서 3G로의 핸드오버시 MT와 2G, 3G에 있는 기지국과 SW간의 호 설정 절차가 추가되어 전체 핸드오버 처리 시간이 증가하게 된다. 전체 핸드오버 처리 시간의 증가로 인하여 기존의 핸드오버 영역에서 이루어지던 핸드오버가 가능한 여유시간의 상대적인 감소로 인하여 강제종료 확률이 높아진다 [1,2,3,4,5]. 그리고 3G 시스템에서는 중첩 셀 구조를 제공하는데 각 매크로, 마이크로, 피코 셀에서 시간대 별로 MT들의 이동 량이 증가하거나 감소한다. 도심지에서 MT들의 이동이 증가하거나 감소하는 시간대를 하루를 기준으로 네 부분으로 나눌 수 있다[9]. 핸드오버 영역에서 많은 수의 MT들이 한꺼번에 많은 핸드오버 절차를 요구한다면 BS(Base Station)과 MSC(Mobile Switch Control)에 호 설정에 많은 과부하가 발생하게 된다[6,7,8]. 그 과부하로 인하여 BS와 MSC간의 핸드오버를 위한 호 설정에 지연이 생김에 따라 핸드오버 절차를 수행 할수 있는 여유시간의 감소로 강제종료 확률이 높아진다. 따라서 2G에서 3G로의 핸드오버는 충분한 호 설정시간과 시그널링 절차를 수행할 수 있는 방법이 요구된다.

본 논문에서는 3G의 백본망으로서 ATM망을 사용한다고 가정하여 각 매크로, 마이크로, 피코 셀에서 시간대 별로 핸드오버 호 설정을 이동체의 속도와 방향을 미리 예측하여 시작하는 시점을 내부 셀에서 미리 시작하는 방법과 시간대를 고려하지 않고 내부 셀에 진입하면 속도와 이동 방향을 예측하여 방법을 제안한다. 제안하는 핸드오버 방식을 이용하였을 때 2G에서 3G 시스템으로의 핸드오버 발생 시 기존의 인터 시스템

드오버 방식과 비교하여 보다 충분한 핸드오버 처리 시간을 확보할 수 있기 때문에 전체 시스템의 성능향상을 가져올 수 있게 된다.

2장에서는 본 논문을 위한 3G(IMT-2000) 시스템에 대해서 기술하고 3장에서는 인터시스템 핸드오버 호 설정을 위한 추가적인 시그널링 절차에 따른 시간에 대해 설명하고 4장에서는 도시에서 일어날 수 있는 실제 교통상황을 바탕으로 각 매크로, 마이크로, 피코 셀에서 대해서 적용할 수 있는 제안 알고리즘인 ISHP(Inter-System Handover Prediction)와 ISDHP(Inter-System Division Handover Prediction)방법에 대해서 설명한다. 5장에서는 시간대별 및 MT의 속도에 따른 강제 종료율을 시뮬레이션을 통해 비교 분석한다. 6장에서는 마지막으로 결론을 맺는다.

2. 3G System

2.1 각 세대별 비교

<표 1>에서 세대별 네트워크의 특징을 나타내었다. 3G는 MT가 고정 장착되어 있는 경우에는 2 Mbps까지, 정지해 있거나 또는 걷는 정도의 속도로 움직일 때에는 최고 384 Kbps까지, 그리고 차에서는 128 Kbps까지 전송속도를 높일 수 있다. 3G는 GSM, TDMA 그리고 CDMA와 같은 무선 전파 인터페이스를 통해 동작할 것이다.

<표 1> 세대별 구분

	유형	시간	설명
1세대	아날로그	1980년대	음성중심, 다중 표준(NMT,TACS etc.)
2세대	디지털	1990년대	음성중심, 다중 표준(GSM, CDMA, TDMA)
2.5세대	디지털	1990년대 후반	GPRS와 EDGE를 포함한 2세대와 3세대의 중간단계
3세대	디지털	2010년대	음성과 데이터 중심, 다중모드의 단일 표준

2.2 시스템 구성

3G 시스템은 다양한 종류의 무선 시스템들이 통합되어 사용자에게는 하나의 시스템으로 인식되는 가상적인 시스템으로 볼 수 있으며, 이들 3G 시스템들은 하나 이상의 무선링크를 수단으로 이동 단말사용자 또는 고정 단말 사용자를 대상으로 통신서비스를 제공한다. 즉, 전파가 닿는 곳이면 누구에게나 장소에 관계없이 서비스가 제공되는 것이다. 3G시스템에서 사용자들에게 제공되는 서비스에는 3G에서만 제공되는 서비스 외에도 기존의 고정 망에서 제공되는 통신 서비스들도 대부분 포함된다. 이러한 3G 서비스의 특징을 만족하기 위해서는 무선 부분의 CDMA 기술 및 이동성에 따른 셀 구성 기술, 그리고 망 부분의 ATM 기술 등이 필요하다.

3G 시스템은 크게 전달기능과 서비스 제어기능으로 나눌 수 있으며, 먼저 전달기능으로는 유·무선 이용자의 액세스 검출, 제어 통화중 채널변환 기능 등으로 이용자의 위치 데이터의 갱신, 서비스 분석 등을 고려한다. 서비스 제어 기능은 위치 데이터 저장이나 개인 식별을 위한 인증 데이터 등을 취급하여 이러한 기능을 실현하는데 있어서 각 기능에 요구되는 실시간을 위해 기능의 명확한 분산 구현이 요구되고 있다. 그리고 효율적, 경제적 서비스 구축을 위해서는 3G 시스템에서 제공하는 데이터베이스 구축이 매우 중요하다. 글로벌 로밍을 지원하기 위해서는 데이터베이스 사이에서 공통적으로 인식이 가능한 개인정보의 데이터 구조와 이것에 기초한 데이터베이스 사이의 계층적 또는 분산적 구조에 대한 정립이 필수적이다. 이러한 이유로 3G 시스템은 망의 지능화와 서비스의 고강화를 위해 <그림 1>에서 보여지는 지능망을 사용한다.

2.3 Mobile 호발신

마이크로/피코셀을 관리하는 기지국들은 각각 하나의 RNC(ATM Switch)와 연결되어 단일 집합체인 클러스터를 형성하고 클러스터를 관리하

는 또 다른 MSC와 연결이 되어 3G의 무선 하부망을 형성한다. 이동국이 호 발신을 시도하면 기지국은 MSC로 서비스 요청에 대한 정보를 보내어 MSC에게 발신이 시도되었음을 알리면서 필요한 정보를 MSC에게 전달해 준다. MSC는 발신 측에 대한 무선 자원을 할당하기 위해서 기지국으로 할당 요청을 보내며 기지국에서는 이 메시지를 받으면 이동국과 기지국간의 채널할당을 위한 작업을 거친다. 두 곳 사이의 채널할당이 끝나면 MSC에게 트래픽 채널 할당이 끝났다는 메시지만 할당 완료로 보내게 된다. 착신 측으로부터 MSC가 경고를 받든지, 연결메시지를 받으면 착신쪽과 연결되었음을 기지국에게 알린다.

2.4 Mobile착신

발신 MSC로부터 착신호 설정에 대한 요구를 받으면 착신 MSC는 착신 이동국과 호 설정을 위하여 페이징을 하게 된다. 기지국로 페이징 요청을 보내면 기지국은 이동국으로 페이징 메시지를 보내어 이동국의 응답을 기다리며 이동국으로부터 응답이 오면 MSC로 호 설정을 위한 페이징 요청을 보내어 MSC와 호 설정을 시작한다. MSC는 이 페이징 응답을 받으면 착신측의 무선 자원할당을 위하여 기지국으로 할당 요청을 보내며, 기지국은 착신 이동국과의 트래픽할당을 위한 절차를 거치게 된다. 트래픽 채널의 할당이 성공적으로 되면 기지국은 MSC에게 할당 완성 메시지를 보내어 트래픽 채널 할당을 완료했음을 알린다. 그리고 착신 이동국은 발신측으로 경고를 보내고, 착신 가입자가 응답을 했을 때 연결 순서를 기지국에게 보내며, 기지국은 연결 메시지를 MSC에게 보내어 착신 이동국이 연결되었음을 알린다.

2.5 핸드오버

핸드오버는 한 셀에서 인접 셀로 이동해 갈 때 현재의 통화 채널을 새로운 기지국의 통화 채널로 자동적으로 전환해 주는 것을 말한다.

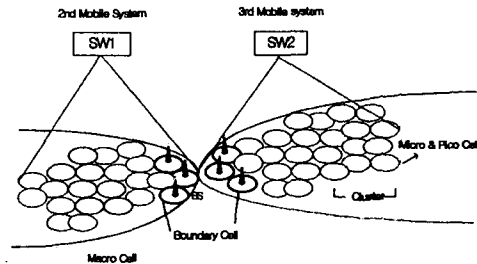
CDMA 시스템에서는 크게 하드 핸드오버(break-before-make)와 소프트 핸드오버(make-before-break)로 구분한다. 하드 핸드오버는 인접 셀로 핸드오버할 때 기존 기지국의 연결을 먼저 절단하고 인접 셀에서 다시 연결을 하는 방식이고 소프트 핸드오버는 인접 셀의 채널을 연결하여 2개의 연결을 유지하다가 기존의 연결을 절단하는 방식이다.

소프트 핸드오버는 셀간의 핸드오버이다. 이 동국이 통화중에 동일 CDMA 주파수를 갖는 다른 셀 영역 근처로 접근할 때 이동국은 새로운 셀의 파일럿의 신호 세기가 충분히 높음을 감지하여 이 사실을 현재의 셀에 알린다. 그러면 새로운 셀은 이동국에게 통화 채널을 열어주고, 이때 이동국은 동시에 두개의 셀과 통화 채널을 열어 통화를 한다. 이동국이 새로운 셀에 점점 가까워지면 이전의 셀의 신호는 더 약해진다. 이 신호의 세기가 일정 레벨보다 낮으면 이동국은 이 사실을 두 셀에 알리고 이전의 셀은 그 이동국에 대한 통화 채널을 끊고 이동국은 상태가 양호한 새로운 셀과 통화를 한다. 하드 핸드오버는 이동국이 한 기지국에서 다른 기지국으로 이동할 때 기존 기지국과 연결되었던 채널을 끊은 후 새로운 기지국의 새로운 채널로 연결하는 핸드오버 방식이다. CDMA에서는 대부분 소프트 핸드오버가 이루어지나, 동일 RNC 내에서 주파수를 바꾸어 핸드오버를 하거나(다른 CDMA 주파수간의 핸드오버), 이동체가 다른 RNC에 속해있는 기지국으로 이동할 경우는 하드 핸드오버가 발생한다. 즉 소프트 핸드오버는 동일 CDMA 주파수, 동일 RNC에 속해있는 기지국간에 핸드오버를 할 경우에 사용한다.

3. 시그널링 절차

3.1 셀 환경

인터시스템 핸드오버 프로토콜을 위하여 본 논문에서는 <그림 1>과 같은 두 네트워크 사이의 경계 셀 영역을 고려한다.

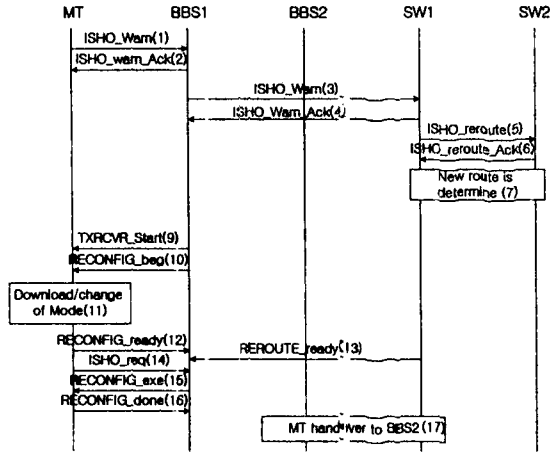


<그림 1> 인터 시스템 경계 셀

인터시스템 경계 셀을 두 네트워크 사이에 있는 겹쳐 있는 원으로 표시한다. 각 경계 셀은 자신의 네트워크에 연결되어 있는 SW(switch)에 의해 연결되어 있는 경계 셀 BBS(boundary cell base station)에 의해 제어된다. <그림 1>에서 보는 바와 같이 경계 셀의 한쪽에서 MT는 양쪽 기지국에서 나오는 신호를 모두 수신 또는 전송할 수 있다. 시그널링과 컨트롤 메시지는 경계 셀 기지국사이를 오간다. 우리 프로토콜의 궁극적인 목적은 MT가 다음 네트워크로 핸드오버하기 전에 미리 호 설정을 하는 것이다.

3.2 프로토콜 절차

인터시스템 핸드오버 프로토콜에서 핸드오버 시그널링 절차에 대한 추가적인 시그널링 타임을 수식으로 표현한다[1]. 각 MT가 경계셀 안에서 인터시스템으로의 핸드오버를 위한 형식변환을 위한 최소한의 머물러야 하는 시간이다. 여기서 MT는 BB1으로 핸드오버를 시작했다고 가정한다. 그리고 여기서 우리는 경계 셀 안에서 MT가 소비하는 시간에 대해서 초점을 맞추겠다. MT들이 경계 셀에서 머무르는 시간은 지수분포를 따르겠고 셀의 모양을 원으로 가정한다면 MT들의 방향은 $[-\pi/2, \pi/2]$ 에서 진입 시에 방향이 결정되면 일정하게 이동한다고 가정한다. <그림 2>는 경계셀로 진입한 MT가 기지국과 SW간의 핸드오버를 위한 시그널링 절차를 나타낸 것이다.



<그림 2> 시그널링 절차

경계셀을 사용하여 인터시스템 핸드오버를 하기 위해서는 2G와 3G의 경계 셀 기지국 그리고 SW1과 SW2 사이에서 새로운 신호 메시지로 설정되어야 한다. 경계 셀 기지국에 핸드오버를 위한 신호흐름은 <그림 2>에서 보여준다. 경계 셀 기지국으로 핸드오버가 시작되면 MT 또는 네트워크는 Intersystem Handover Warning(ISHO_warn) 메시지를 BBS1에게 보낸다(단계1). Intersystem Handover Warning에는 반드시 MT와 전 기지국의 ID를 포함하고 있어야 한다. BBS1은 warning message의 ACK를 MT에게 보낸다(단계2). ISHO_warn 또는 ISHO_warn_ack 메시지가 무선 링크의 고장으로 손실됐다면 ISHO_warn 메시지는 ACK를 받을 때까지 재전송되어야 한다. 다음엔 BBS1이 SW1에 ISHO_warn 메시지를 전송한다(단계3). SW1은 Intersystem Handover warning acknowledgement(ISHO_warn_ack) 메시지를 BBS1에게 되돌리고(단계4) Intersystem handover reroute(ISHO_reroute) 메시지를 네트워크2 경계 셀에 근접한 SW2에게 보낸다(단계5). SW2는 ISHO_reroute 메시지를 승인하고(단계6) 인증, 위치 관리, 패킷의 캡슐화 그리고 네트워크1에서 네트워크2로의 연결작업 같은 것을 처리한다(단계7). 그 사이에 MT는 계속해서 표준 네트워크1 절차를 사용하여 BBS1에 핸드오

버를 한다(단계8). 그 다음에 BBS1은 transmitter/receiver start(TXTCVR_start) 메시지를 MT에게 보낸다(단계9). 두 번째 단계는 MT가 네트워크1의 경계 셀 안에 있는 동안 형식변환을 한다. 형식 변환은 BBS1이 Reconfiguration begin(RECONFIG_beg) 메시지를 MT에게 보낼 때 시작된다(단계10) 이 메시지는 download 절차의 시작 또는 형식변환을 의미한다(단계11). 단계9에서 TXRCVR_start 메시지를 받지 못했다면 RECONFIG_beg 메시지는 Transmitter/Receiver를 활성화시키기 위한 여분의 메시지를 제공한다. MT가 새로운 시스템으로의 변환준비가 된 다음에 MT는 Reconfiguration ready(RECONFIG_ready) 메시지를 BBS1에게 돌려준다(단계12). 네트워크가 MT의 연결을 위한 새로운 경로를 완성했을 때 SW1은 reroute ready(REROUTE_ready) 메시지를 BBS1에 보낸다(단계13). 네트워크2 기지국에서 핸드오프가 시작됐을 때 MT 또는 네트워크는 Intersystem handoff required(ISHO_req) 메시지를 BBS1(단계14)에게 보낸다. BBS1 Reconfiguration execute(RECONFIG_exe) 메시지를 MT(단계15)에 되돌린다. (ISHO_req 메시지는 RECONFIG_exe가 도착할 때까지 재전송되어야 한다) 그러면 MT는 RECONFIG_done 메시지를 보내는 것으로서 RECONFIG_exe 메시지를 승인한다(단계16). 그리고 MT는 BBS2로의 네트워크2 핸드오프를 수행한다(단계17)

3.3 추가적인 시그널링 타임

추가적인 시그널링 타임을 T_s 라 한다. T_s 는 인터시스템 핸드오버 프로토콜에서 메시지의 전송과 신호처리에 걸리는 전체시간이다. 핸드오버 시그널링 절차 <그림 2>에서 나타낸 각 단계에서 요구하는 시그널링의 시간의 합을 계산하면 수식(1)과 같다.

$$T_s = \sum_{i=stepB} T_i \tag{1}$$

여기서 T_i 는 <그림 2>에서 나타낸 단계를 수행

하기 위한 쓰여지는 시간들이다. $I = 1, \dots, 16$ 단계로 이루어지는데 단계8은 제외한다. 그 이유는 인터시스템 핸드오버에서 추가적인 시그널링 또는 프로세싱 타임에 포함되지 않기 때문이다. 메시지를 보내는 시간은 M_i 라 하면 M_i 는 수식(2)와 같이 계산될 수 있다.

$$M_i = a_i + \beta_i + \gamma_i, \quad i=1, \dots, 7, 9, \dots, 16 \quad (2)$$

a_i 는 전송시간이고, β_i 는 전파시간 그리고 γ_i 는 처리시간을 나타낸다. 전송시간, a_i 는 식(3)과 같이 계산될 수 있다.

$$a_i = \frac{b_i}{B} \quad (3)$$

여기서 b_i 는 제어 메시지의 크기를 나타내는 비트 단위다. 그리고 B 는 메시지를 전송하는데 걸리는 링크의 비트 율이다. 식(1)의 T_i 를 구하기 위해서 재전송에 대한 시간은 필요하지 않다고 가정한다. 이 단계들은 2-7,9,12,13, 15-16이다. 이 단계들의 시그널링 시간은 메시지 시간과 같게된다.

$$T_i = M_i \quad i=2, \dots, 7, 9, 12, 13, 15, 16 \quad (4)$$

<그림 2>에서 보면 단계7을 위한 컨트롤 메시지는 SW1에서 SW2까지 여러 개의 SW를 거치게 때문에 N 개의 홉을 지나가야 한다. 이런 경우에는 식(5)와 같이 계산될 수 있다.

$$T_7 = N * M_7 \quad (5)$$

다음은 무선링크에서 어떤 영향을 받아 손실되었을 때의 시간을 계산한다. 단계는 1,10,14이다. n_f 는 무선링크에서 실패한 개수이다.

$$T_i = \sum_{n_f=0}^{\infty} T_i(n_f) * \text{Prob}(n_f \text{ failures and 1 success}) \quad i = 1, 10, 14 \quad (6)$$

T_w 는 손실된 메시지를 판단하기 위하여 기다리는 시간이다. 다음은 n_f 만큼 실패를 했을 때 메시지를 보내는 데 걸리는 시간이다.

$$T_i(n_f) = M_i + n_f * (T_w + M_i) \quad i = 1, 10, 14 \quad (7)$$

시그널링 시간, T_i 는 식(6)으로부터 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$T_i = \sum_{n_f=0}^{\infty} [M_i + n_f * (T_w + M_i)] * \text{Prob}(n_f \text{ failures and 1 success}) = M_i + (T_w + M_i) * \quad (8)$$

$$\sum_{n_f=0}^{\infty} n_f * \text{Prob}(n_f \text{ failures and 1 success}) \quad i = 1, 10, 14 \quad (9)$$

위의 수식은 [10]에 의해 무선링크 실패를 확률 q 로 보았을 때 시그널링 타임, T_i 는 다음과 같이 최종적으로 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$T_i = M_i + (T_w + M_i) * \frac{q}{1-q} \quad i = 1, 10, 14 \quad (10)$$

마지막으로 고려하는 시간인 단계(11)은 새로운 환경(3G)로의 시스템 변환을 위해 다운로드하여 시스템을 변경하는 시간을 의미한다. 이 시간은 시스템 입력 파라미터 값에 의해 측정된다고 가정한다.

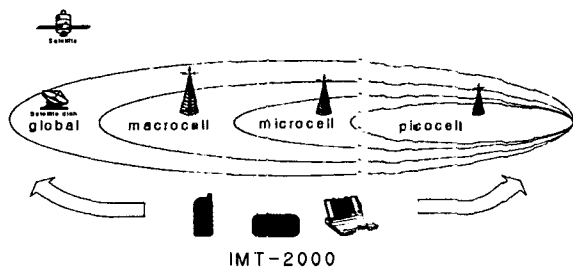
추가적인 시그널링 타임, T_s 는 MT가 경계 셀 안에서 인터시스템으로의 핸드오버를 수행할 때 많은 영향을 준다. 기존의 핸드오버 시그널링 타임에서 T_s 만큼의 시간이 추가되었다는 것은

경계 셀 안에서 정상적인 핸드오버를 위한 시그널링 처리시간이 그만큼 줄었다는 것을 의미한다.

4. 제안 시스템 환경 및 방법

4.1 네트워크 환경

3G 시스템에서 다양한 속도로 움직이는 이동 단말의 핸드오버를 최소화하면서 고속의 트래픽 용량을 지원하고 효율성을 극대화하기 위해 이동 단말의 이동 특성, 출력 파워, 서비스 타입 등을 고려한 다양한 셀 타입들을 갖추는 것이 유익하다. 사용자 속도를 기준으로 보았을 때, 144Kbps 무선 ISDN급 음성, 데이터 영상 서비스들과 4.8Kbps 이하의 음성, 저속 데이터, 팩스, 무선평출 등의 위성서비스가 제공된다. 고도 서비스 단계에서는 사용자 속도 2Mbps이하의 영상서비스와 16Kbps이하의 위성서비스가 제공된다. 고속의 데이터 전송 속도로 멀티미디어 서비스가 가능해지며 위성을 통해서도 영상 및 고속데이터 전송이 가능해진다. 3G에서 구성한 계층 셀 형태를 <그림 3>에서 보여주고 있다.



<그림 3> 3G의 계층셀 구성

4.1.1 메가 셀

계층셀의 타입 가운데 가장 큰 반경을 가진 셀이다. 이 셀에서는 전 세계적인 로밍(roaming)을 위해서 고정/이동위성을 사용하여 서비스를 제공한다. 인공위성이나 저궤도 위성을 이용하여 서비스하고, 지상계의 셀과 비교하여 트래픽 밀

집도가 낮고 이동 단말의 속도가 빠른 경우 이에 해당된다. 셀 반경은 10km~20km에 이른다.

4.1.2 매크로 셀

일반적으로 차량이동 휴대통신을 위한 것으로, 터미널의 속도가 100km/h 이하인 경우 144Kbps이하의 속도로 서비스를 지원한다. 1km에 이르는 큰 셀 반경의 아웃도어(outdoor) 셀로, 주로 빌딩 꼭대기나 타워에 위치한다.

4.1.3 마이크로 셀

터미널의 속도가 5km/h 이하인 특정지역 및 보행자(Outdoor to indoor/pedestrian)의 이동 통신 서비스를 지원해준다. 서비스 속도는 384Kbps 이하이고, 셀 반경이 200m에 이르는 아웃도어 셀이다. 주로 가로등이나 건물 벽에 위치한다.

4.1.4 피코 셀

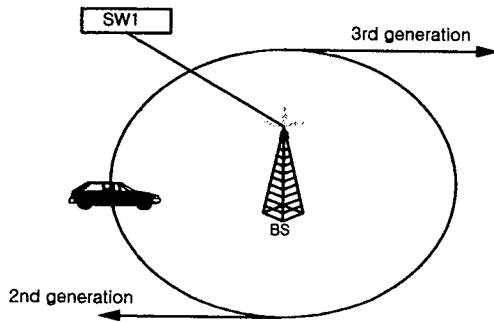
터미널 속도가 2km/h 이하이고, 건물이나 사무실 단지 등과 같이 인구 및 건물 밀집 지역에서 제공하는 서비스로서 2Mbps이하의 속도로 서비스를 제공하게 된다. 피코 셀에서는 마이크로 셀과 매크로 셀에서 지원하기 힘든 화상, 동영상의 서비스를 보다 안정적으로 제공할 수 있다. 셀 반경이 40m내외이고, 주로 건물 안에 위치한다.

4.2 경계셀 환경

<그림 4>는 <그림 1>에서의 시스템 간 경계셀을 확대한 것이다. MT(Mobile Terminal)가 2G 시스템에서 3G 시스템으로 진입하면서 시스템 변환을 위한 핸드오버 절차가 이루어진다.

기존의 핸드오버 방식은 경계 셀에서 MT가 핸드오버 영역에 진입하면 핸드오버 시그널링 절차가 시작된다. 본 논문의 ISHP(Inter-System Handover Prediction), ISDHP(Inter-System Division Handover Prediction)방식은 MT가 경계 셀로 진입하였을 때 내부영역에서 미리 이 MT의 속도와 이동 방향을 예측하여 호 설정을

위한 시그널링 절차를 시행한다. 기존 핸드오버 방식보다 경계 셀 안에서 시그널링 절차가 이루어질 수 있는 시간 즉 MT가 경계셀 안에서 머무는 시간을 보다 효과적으로 활용한 방식이다. <그림 4>에서와 같이 하나의 셀은 원형으로 가정하며 MT가 경계 셀로 진입하여 BS(Base Station)로의 핸드오버를 시작했다고 가정한다. ISHP방식과 ISDHP방식의 궁극적인 목적은 상대적으로 감소한 핸드오버 절차시간을 MT가 다른 네트워크로 핸드오버하기 전에 미리 호 설정을 위한 신호처리를 수행하여 강제종료될 확률을 낮추는 데 있다.



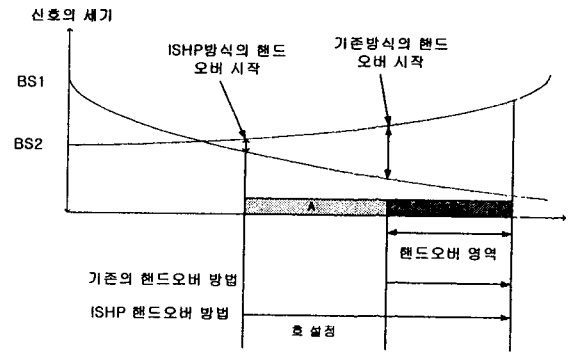
<그림 4> 경계 셀의 모형

4.3 ISHP(Inter-System Handover Forecast)

차세대 무선 네트워크 시스템에서는 인터 시스템간의 하드 핸드오버가 빈번하게 일어날 것이다. 2G 시스템에서 3G 시스템으로의 핸드오버는 기존 핸드오버 시간에 3G 시스템으로 MT의 형식변환을 위해 호 설정을 위한 추가적인 시그널링 절차가 필요하다. 3장에서 추가적인 핸드오버 절차와 시간에 대해서 수식으로 나타내었다. 매크로 셀에서 평균시간이 1 sec인 기존 핸드오버 방식에 대한 추가적인 시간은 평균 80 msec이다.<표 2>에 명시) 핸드오버 시간에 1.8배가 증가 하게된다. 그러면 기존의 핸드오버 지역에서 이루어지던 핸드오버에 필요한 시간은 상대적으로 부족하게 된다.

<그림 5>에서 보면 MT가 이전의 셀에서 경

계 셀로 소프트 핸드오버를 통해서 진입하여 BS1에서 BS2로 이동하면서 양 기지국의 신호세기를 계속 감시하게 된다. 기존의 핸드오버 방법은 핸드오버 영역으로 진입하여 BS2의 신호가 BS1의 신호보다 충분히 커졌을 경우 핸드오버 절차를 시작 호 설정과 채널할당이 동시에 이루어졌다. ISHP 방법은 MT가 BS1에서 BS2로 이동하면서 계속 신호의 세기를 모니터 하면서 신호의 세기가 BS1의 신호보다 차이가 나기 시작하는 시점에서 호 설정의 핸드오버절차를 시작한다. 이렇게 미리 MT의 움직임을 파악하여 호 설정을 미리 해주는 것은 핸드오버 영역에서 추가적인 시간으로 인한 강제종료확률을 낮출 수 있다. 호 설정을 미리 하고 핸드오버 영역에 진입하여서는 핸드오버 요청과 채널 할당만 작업만 하면 된다.

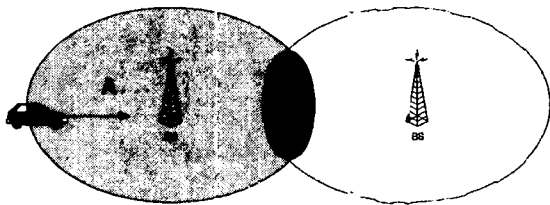


<그림 5> 신호의 세기 측정

<그림 5>에서 보면 기존의 핸드오버 방식은 B구역의 끝에서 ISHP방식으로는 B구역의 시작 지점에서 채널의 할당이 이루어지면서 인터시스템으로의 핸드오버가 완성되는 것이다. <그림 5>와 <그림 6>에서 보면 A구역과 B구역으로 나누어져 있다. B구역은 기존의 핸드오버 구역으로 인터 셀로 이동하려는 MT가 핸드오버를 위해 최소한 머물러야 하는 시간과 상관성이 있다.

<표 2>에서 보면 매크로 셀에서는 평균 1 sec, 마이크로 셀에서는 평균 50msec, 피코 셀에서는 평균 20msec의 일반적인 핸드오버 시간을 요구한다. MT가 A구역으로 진입하면서 그 이동

방향과 속도가 일정하게 유지된다고 가정하면 A구역과 B구역에서 머무르는 시간은 차이가 나게 된다. 본 논문에서는 2G에서 3G로의 핸드오버 시그널링 절차 시간에 초점을 맞추고 있다. 기존의 방식 경우 속도에 따라서 MT가 B구역에 머무르는 시간은 속도가 높을수록 적어짐에 따라 최소한의 시그널링 절차가 이루어져야 하는 시간동안 머무르지 못하는 경우가 발생한다. 결국 핸드오버 이전 지역에서 미리 호 설정을 하면 MT에게 핸드오버 지역에서 채널할당을 위한 충분한 시간을 주어지게 되므로 강제종료 확률을 낮출 수 있다.

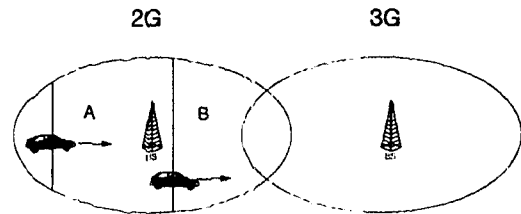


<그림 6> ISHP 경계셀

황을 고려한 시간대별 핸드오버 방식이다. 도시의 지역은 아침에 출근하는 시간과 퇴근하는 시간엔 MT들의 이동이 한꺼번에 많이 증가하는 것을 볼 수 있다. 그리고 도심의 내부 지역에서는 점심시간 같은 경우는 한 빌딩(약 600명 정도)가 밀집한 건물에서 한꺼번에 식당가 방향으로 대단위 이동을 하게 된다. MT들의 이동이 한꺼번에 많아지는 시간대는 점심시간 그리고 퇴근시간으로 볼 수 있다. 올림픽도로와 강변도로의 상황을 보면 MT의 이동이 느슨한 시간(러시아위를 제외한 시간)에는 MT의 이동이 양방향으로 균일하게 이루어진다. 러시아위에 도심방향으로 MT의 이동이 급격하게 늘어나게 되므로 ISHP에서 제안한 시점에서 핸드오버 설정을 시작한다면 기지국과 SW에 호 설정을 위한 과정에서 과부하가 생기게 된다. MT의 시그널링 절차가 늘어난다는 것은(채널할당은 제외) 고정 네트워크의 데이터 베이스에 병목현상과 같은 데이터 베이스에서 처리할 수 있는 트랜잭션에 과부하를 초래하게 된다.

<표 2> 3G의 추가적인 시그널링 타임

	피코셀	마이크로 셀	매크로 셀
MT Velocity	0~5km/h	5~20km/h	20~100km/h
Bit rate	2 Mbps	384 kbps	144 kbps
Ts, 추가적 시그널링 시간	49 msec	59 msec	80 msec
일반적인 핸드오버 시간	20 msec	50 msec	1 sec
전체 핸드오버 시간	69 msec	109 msec	1.1 sec

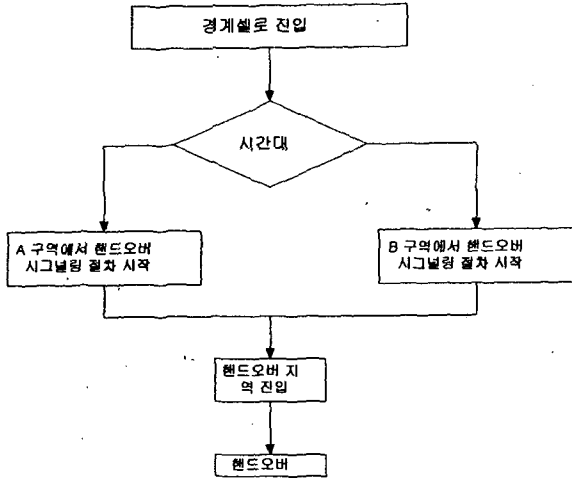


<그림 7> ISDHP의 경계셀

<그림 7>에서와 같이 A구역과 B구역으로 2G의 경계 셀 부분을 두 부분으로 나누었다. A의 시작점과 같은 경우는 러시아위를 제외한 시간에 즉 MT의 속도가 높을 때 적용하는 시점이다. 그리고 러시아위 때는 MT의 핸드오버 시그널링 절차를 B구역의 진입지점에서 미리 설정을 시작하는 것이다. 위의 ISDHP 핸드오버 절차를 <그림 8>에서 흐름도로 나타내었다.

4.4 ISDHP(Inter-System Division Handover Prediction)

ISHP방식이 일반적인 상황에서 적용되는 핸드오버 방식이라면 ISDHP는 도시의 트래픽 상



<그림 8> ISDHP 흐름도

5. 시뮬레이션

5.1 시뮬레이션 환경

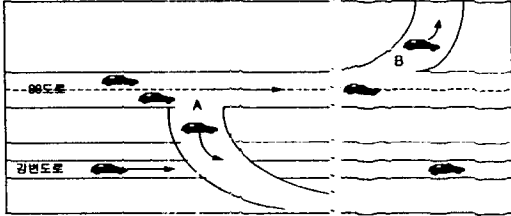
이동 통신에서 시뮬레이션 환경은 신호처리와 트래픽 분석에 있다. 3G 시스템에서는 네트워크 성능, 즉 핸드오버 비율이 강화 될 것이다. 보통 MT 사용자들은 새로운 호의 실패보다 핸드오버 시 통화의 끊김 또는 단절에 더 민감하게 반응한다. 시뮬레이션을 간단히 하기 위해 시뮬레이션 도구에서는 한 쪽 방향으로만 MT의 흐름이 이루어진다고 가정한다. 호의 발생은 그 전 셀에서 경계 셀로 진입하는 호만 발생하고 경계 셀에서의 새로운 호의 요청은 없다고 가정한다. 호의 발생률은 포아송 분포를 따르며 각 셀에서 호의 발생률은 <표 3>에 나타내었다. <표 3>에서 나타낸 것처럼 시간대별로 호 발생률을 달리 함으로서 트래픽의 증가를 달리 하였다. 호 서비스 지속시간은 지수분포를 사용한다. 즉 경계 셀로 진입하여 내부 셀 구간과 기존의 핸드오버 영역에서 머무는 시간을 표시한다. 이전 내부 셀에서 소프트 핸드오버 호를 통하여 경계 셀에 진입한 이동 단말기에 대한 이동 각이 $[-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2})$ 사이라고 가정한다.

<표 3> 호 발생률

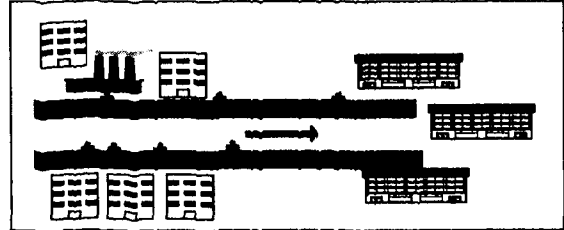
모델 유형	호 발생률			
	시간 1	시간 2	시간 3	시간 4
모델A	2.5	2.0	2.5	1.4
모델B	1.0	1.2	1.0	0.8
모델C	0.6	1.0	0.6	0.3

5.1.1 모델 A

모델A에서는 매크로 셀에서의 고속 MT들의 이동에 대한 모델이다. <그림 9>을 보면 위에 그려져 있는 도로가 88고속도로, 밑에 그려져 있는 도로가 강변도로이다. 두 도로의 트래픽 흐름은 여의도 방면에서 강남방향으로 MT들이 이동하고 있고 각 차량에는 MT들이 1~2대 씩 포함하고 있다고 가정한다. 차량의 MT수는 정규분포로 랜덤하게 발생시킨다. 이전 셀(2G)에서 경계 셀로 진입하였을 때 차량의 속도는 다음 셀(3G)로 핸드오버 할 때까지 속도가 일정하게 유지된다. 여기서의 속도는 20~100km/h에서 분포하게 된다. 서울시 인구는 강북지역이 약 5,182,731명(50.21%), 강남지역 약 5,138,718명으로 약 1000만 명 정도이다. 그 중에서 MT를 보유한 사람이 600만 명이라고 가정하고 <그림 9>에서 제시하는 모델에서는 하루에 10만대의 MT가 이동한다고 가정한다. 즉 핸드오버 호의 발생률이 하루에 10만 호라고 가정한다. A, B지점은 MT의 이동이 원래의 목적지에서 벗어나게 되는데 A, B지점으로 교통량은 각각 5%로 10%의 예약된 핸드오버가 취소가 된다. 위의 표3에 나타낸 것처럼 시간대를 4부분으로 나누었다. 모델A에서의 도로 트래픽 상황은 크게 4부분의 시간대별로 MT의 흐름에 변화가 있다고 가정하고 흐름의 변화율은 포아송 분포로 나타낸다.



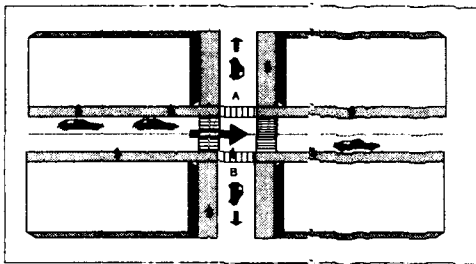
<그림 9> 모델A 도로상황



<그림 11> 모델 C의 도로상황

5.1.2 모델 B

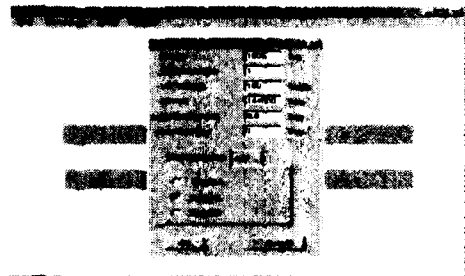
모델B의 경우는 마이크로 셀에서의 환경이다. 도심에서 볼 수 있는 일반적인 사거리를 모델로 하였다. <그림 10>에서 보면 MT의 이동속도는 5~20km/h에 분포하고 좌에서 우로 이동하는 MT의 수는 전체 이동량의 90%이고 A와 B로 이동하는 MT의 양은 각각 5%, 즉 10%로 전체 핸드오버 예약에서 10%가 취소된다는 것을 의미한다. 이동자가 보유하고 있는 MT의 수는 1개로 제한하고 각 차량에 포함된 MT의 수는 1~2로 제한한다.



<그림 10> 모델 B의 도로상황

5.2 시뮬레이션 도구

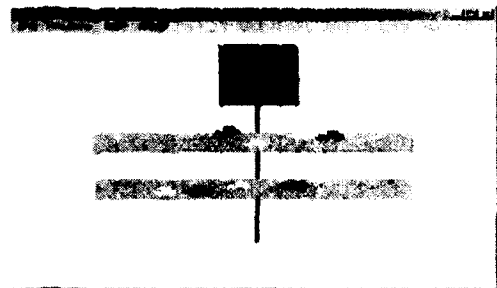
본 논문의 시뮬레이션은 MODSIM을 사용하여 각 모델의 핸드오버 상황에 따라 시뮬레이션 도구를 구현하여 성능을 평가한다. 각 핸드오버 방법에 따라 셀의 지름과 호의 발생률을 입력받아 5.1절에서 정의한 모델을 바탕으로 일정시간 만큼의 시뮬레이션을 수행하고 그 결과는 텍스트 파일로서 저장이 되는 프로그램을 사용한다. <그림 12>, <그림 13>은 본 논문에서 정의한 모델을 바탕으로 작성한 시뮬레이션 도구이다.



<그림 12> 시뮬레이션 도구1

5.1.3 모델 C

모델C에서는 피코 셀에서 저속 MT들의 이동에 대한 모델이다. <그림 11>에서 보면 빌딩 밀집지역 근처에 식당들이 모여있다. 빌딩 내의 MT가 각각 500개이고 빌딩 내에서 나와 식당가로 이동하는 MT의 수를 1000개라고 가정한다. 1000개의 MT가 <표 3>에서 나타낸 바와 같이 시간대 2에서 한 방향으로 많은 수가 이동하게 된다. 보행자의 이동 속도가 1km/h~5km/h이고 모두 같은 방향으로 이동한다.



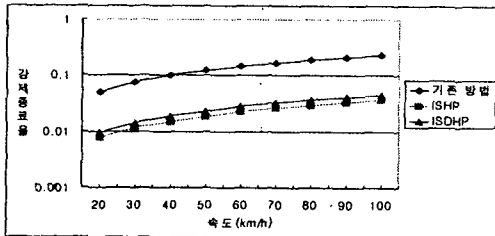
<그림 13> 시뮬레이션 도구2

5.3 시뮬레이션 결과

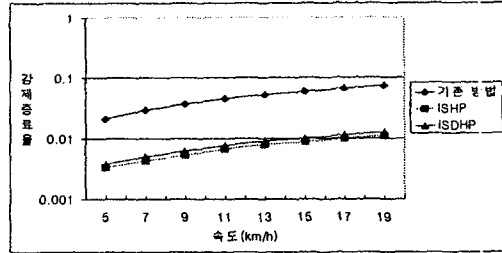
5장에서 각 셀의 크기에 따라 세 가지 모델로 나누었다. 모델 A는 매크로 셀, 모델 B는 마이크로 셀, 모델 C는 피코 셀에서의 환경으로서 각 시뮬레이션 환경을 기초로 하여 시뮬레이션을 하였다. <그림 14>~<그림 16>은 각 모델에서 MT의 속도에 따른 강제종료 확률을 <그림 17>~<그림 19>는 <표 3>에서 정의한 시간대 별로 MT의 강제종료 확률을 나타내었다.

성능평가를 위한 시뮬레이션에서 각 모델별로 호의 발생률을 변화시키며 10만개의 호를 처리할 때까지의 강제종료율을 비교함으로써 성능을 평가한다.

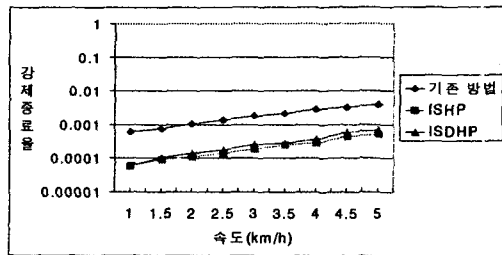
<그림 14>는 매크로 셀 환경에서의 각 MT의 속도별 강제종료 확률이다. 모델 A의 상황에서는 MT의 속도에 따라 경계 셀 안에서 받을 수 있는 호 설정 시간이 속도에 따라 줄어들게 되므로 20km/h~100km/h 사이에서 속도가 올라갈수록 그만큼 강제종료 확률이 커지게 된다. 기존의 핸드오버 방식과 ISHP, ISDHP 방식의 강제종료 확률은 약 6~7배의 차이가 난다. <그림 15>, <그림 16>은 각각 마이크로 셀, 피코 셀 환경으로서 마찬가지로 속도에 따른 경계 셀에서의 강제종료 확률을 보이고 있다. 기존 방법과 모델 B에서는 약 6~7배, 모델 C에서는 약 8~10배의 차이를 보인다. <그림 17>~<그림 19>는 교통량의 상황에 따라서 시간대를 4부분으로 나누어서 그 시간대별 강제종료 확률을 나타낸 것이다. ISHP와 ISDHP방법은 기존 핸드오버 방식과 비교하여 시간대와 관계 없이 개선된 성능을 보였으며, 최소 약 6배에서 최대 약 9배까지 강제종료 확률이 낮아지는 것을 볼 수 있다.



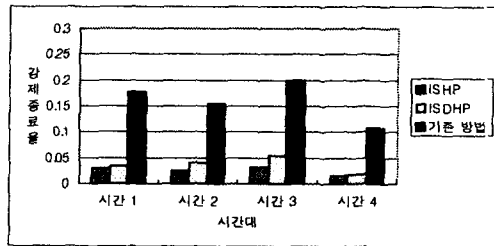
<그림 14> 모델 A에서 속도별 강제종료율



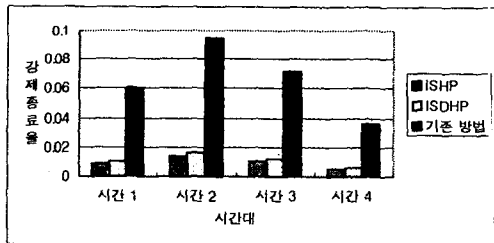
<그림 15> 모델 B에서 속도별 강제종료율



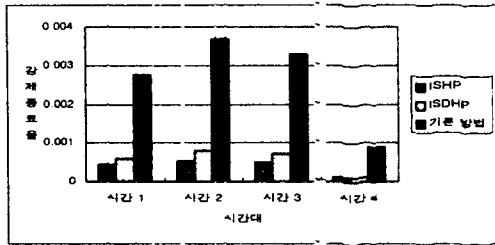
<그림 16> 모델 C에서 속도별 강제종료율



<그림 17> 모델 A에서 시간대별 강제종료율



<그림 18> 모델 B에서 시간대별 강제종료율



<그림 19> 모델 C에서 시간대별 강제종료율

6. 결론

앞으로의 네트워크 환경은 2G시스템 등 기존에 사용되는 망과 3G, 4G 시스템 등 새롭게 개발되는 망이 공존하여 이들간의 핸드오버가 빈번하게 발생하게 되고 이 때, 보다 신속하고 안정적인 서비스 품질을 보장해 주기 위한 시스템간 핸드오버 방식의 개발이 필요하다.

본 논문에서는 차세대 이동통신망에서 경계 셀의 이동단말기에 대한 새로운 하드 핸드오버 방식을 제안하고, 시뮬레이션을 통해 성능을 평가하였다. 이동 단말이 2G와 3G의 경계 셀로 진입하였을 때 시간대의 고려 유무에 따라서 ISHP, ISDHP 방식을 제안하였으며, ISHP는 이동단말기가 클러스터 내부 셀에서 핸드오버를 통하여 경계 셀로 진입하였을 경우 미리 호 설정을 결정하게 된다. ISDHP는 도시의 교통상황에 따라서 4개의 시간대로 나누어서 핸드오버 시점을 달리하여 ISHP방식과 마찬가지로 미리 호 설정을 결정한다. 5장의 시뮬레이션 결과에서 보았듯이 2G에서 3G로 핸드오버시 추가적인 시간을 고려하여 미리 호 설정을 해준 결과 최소 6배에서 최대 9배까지 인터시스템 클러스터간의 핸드오버 지연에 대해 보다 신속하게 핸드오버 기능을 제공함으로써 강제 종료율을 낮추게 된다. 본 핸드오버 알고리즘을 이용할 때, 핸드오버 시간을 최대한 확보할 수 있도록 함으로써 핸드오버 발생 시 시간의 부족으로 인한 강제 종료율을 낮출 수 있고, 따라서 사용자에게 QoS를 보다 안정적으로 제공해 줄 수 있게 될 것으로 기대된다.

참고 문헌

- [1] Janise McNair, Ian F. Akyildiz, Michael D. Bender, "An Inter-System handover Technique for the IMT-2000 System," in Proceeding of IEEE INFORCOM, March, 2000.
- [2] Daehyoung Hong and Stephen S. Rappaport, "Traffic Model and Performance Analysis for Cellular Mobile Radio Telephone Systems with Prioritized and Nonprioritized handoff Procedures," IEEE Transactions on Vehicular Technology, August, 1986.
- [3] 김영기, "IMT-2000 표준화 현황," 전자공학 회지, 제25권, 제10호, pp.969-972, 1998.10.
- [4] Kwan L. Yeung and Sanjiv Nanda, "Channel Management in Microcell/Macrocell Cellular Radio Systems" in Proceeding of the IEEE Transactions on Vehicular Technology, November, 1996.
- [5] Hai Xie and David J. Goodman, "Mobility models and biased sampling Problem," Universal Personal Communications, pp.803-807, Volume 2, 1993
- [6] John G. Markoulidakis, George L. Lyberopoulos, Dimitrios F. Tsirkas, Efsthios D. Sykas, "Mobility modeling in third-generation mobile telecommunications systems," IEEE Personal Communications, pp.41-56, Volume 4, Issue 4, August, 1997.
- [7] A. Samukic, "UMTS universal mobile telecommunications system: Development of standard for the third generation," IEEE Transactions on Vehicular Technology, Volume 47, no.4, pp.1099-1104, November, 1998.
- [8] Anthomy Noerpel, YI-Bing, "Handover arrangement for a PCS network", IEEE

Personal Communications, pp.18-24, Volume 4, December, 1997.

- [9] Enrico Del Re, Romano Fantacci and Giovanni Giambene, "Characterization of user mobility in low earth orbit mobile

satellite systems," ACM Wireless Networks, Volume 6, Issue 3, 2000

- [10] L. Kleinrock, Queueing Systems, Wiley, 1975.

● 저자소개 ●



김도연

2000년 : 세종대학교 전자계산학과 공학사

2002년 : 송실대학교 대학원 컴퓨터학과 공학석사

관심 분야 : 이동통신, 차세대 네트워크.



박상준

1996년 : 동국대학교 전자계산학과 공학사

1998년 : 송실대학교 대학원 컴퓨터학과 공학석사

1998년~현재 : 송실대학교 대학원 컴퓨터학과 박사과정 재학 중

2001년~현재 : KISA(한국 정보보호 진흥원) 연구원

관심 분야 : IMT-2000, 무선 Ad Hoc 네트워크, 네트워크 생존성, 위험분석



한정안

1996년 : 경원대학교 전자계산학과 공학사

1998년 : 송실대학교 대학원 컴퓨터학과 공학석사

1998~현재 : 송실대학교 대학원 컴퓨터학과 박사과정 재학 중

관심 분야 : Mobile network, 차세대 이동통신 프로토콜



김관중

1983년 : 송실대학교 전산학과 공학사

1988년 : 송실대학교 대학원 전산학과 공학석사

1998년 : 송실대학교 대학원 컴퓨터학과 공학박사

1997~현재 : 한서대학교 컴퓨터 정보학과 조교수

관심 분야 : 컴퓨터구조, 마이크로 프로세서, 병렬처리, VLSI설계



김병기

1977년 : 서울대학교 전자공학과 공학사

1979년 : 한국과학기술원 전산학과 공학석사

1997년 : 한국과학기술원 전산학과 공학박사

1982~현재 : 송실대학교 정보과학대학 컴퓨터학부 교수

관심 분야 : 컴퓨터 구조, 이동통신 기술분야, MPLS