

IMT-2000을 위한 시스템간 핸드오프의 성능 향상

추 현 승[†] · 윤 희 용[†] · 최 대 규^{††}

요 약

셀룰러 네트워크에서 효과적인 모바일 사용자를 위한 핸드오프 관리는 중요한 문제이다. 특히 서로 상이한 셀룰러 네트워크에서 핸드오프를 위한 시그널링 트래픽은 셀 변경이 작고 빠른 속도로 이동하는 경우일 때 더욱 실패율이 높아진다. 동일한 네트워크 상에서 일어나는 핸드오프와는 달리 서로 다른 네트워크 사이에서 핸드오프가 일어나기 위해서는 경로 재설정 과정과 형 변환 과정 등이 추가 되어야 한다. 동일 네트워크 상에서의 핸드오프일 때는 경로 재설정 과정이 매우 쉽고 짧은 시간 이내에 이루어 질 수 있으나 Inter-System Hand Off(ISHO)에서는 망 구성에 따라 상당한 시간이 걸릴 수 있으며, 시그널링 절차가 시스템 내에서의 핸드오프보다 상당히 많으므로 핸드오프의 실패율이 높아질 수 있다. 본 논문에서는 서로 상이한 셀룰러 네트워크에서 핸드오프 시 실패율을 효과적으로 줄이기 위한 새로운 기법을 제안한다. 본 방식은 BBS 이전의 BS인 Sub-BBS를 기반으로 한다. 기존의 방식에서는 BBS에서 모든 ISHO 단계를 수행하였지만, 본 방식에서는 Sub-BBS에서 미리 경로 재설정 실시한다. 그 결과 제안된 방식은 기존의 방식에 비해 서로 다른 네트워크 상에서의 핸드오프 실패율을 현저하게 줄일 수 있다.

Performance Improvements of Inter-System Handoff for IMT-2000

Hyunseung Choo[†] · Hee Yong Youn[†] · Dae Kyu Choi^{††}

ABSTRACT

For a successful inter-system handoff, several important issues must be handled and additional new features must be considered. This paper focuses on the cellular structure of small cells which are required for the high density of population and a handoff scheme designed between two heterogenous networks. In case of inter-system handoff (ISHO), the time required to complete the handoff can vary and depends on the structure of networks. And also the transmission of additional signals can increase the probability of failure for ISHO. Here we propose the sub-boundary cell base station (Sub-BBS) to alleviate the role of the BBS. The Sub-BBS is adjacent to BBS in the same regional mobile network. When the mobile terminal enters Sub-BBS, the network starts finding a new route and after entering BBS, it initiates the transformation process. The proposed scheme significantly reduces the ISHO failure rate compared to the existing one which is the most recent and known as efficient.

키워드 : 이기종 간 핸드오프(Inter-system handoff), 핸드오프 실패율(handoff failure rate), 재 라우팅(rerouting)

1. 서 론

정보화 시대를 맞이한 현 시점에서 각종 통신 미디어의 중요성이 크게 부각되고 있다. 이동 통신은 지난 몇 년간 많은 대중화가 이루어졌고, 서비스 공급 업체들은 이러한 급속한 팽창을 만족시키기 위해 한정된 대역폭과 동일한 서비스 자원으로 보다 많은 사용자에게 질 높은 서비스를 제공하기 위해 여러 가지 기술을 연구해 오고 있다.

현재는 ITU(International Telecommunications Union)에 의하여 표준화된 IMT-2000 (International Mobile Telecommunications 2000)[1]과 ETSI(European Telecommunications Standards Institute)에 의하여 표준화된 UMTS(Uni-

versal Mobile Telecommunications System)[2]가 있다. IMT-2000 시스템은 글로벌 기능, 서비스의 능력 향상 등을 제공하기 위해 디자인된 차세대 이동통신 시스템으로 고정 네트워크와 다른 특정 이동 네트워크에 의해 지원되는 넓은 범위의 서비스를 접근하도록 지원하는 방법이다.

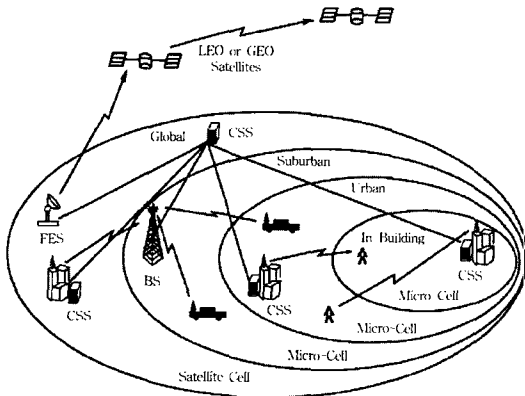
우리는 대도시와 같이 인구 밀도가 높아져 작은 셀의 구조를 필요로 하는 셀룰러 구조에서 논의한다. 서로 다른 네트워크 사이에서 핸드오프가 일어나기 위해서는 경로 재설정 과정과 형 변환과정 등이 추가되어야 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 셀룰러 시스템의 기본구조와 최근의 핸드오프 기법, 3장에서는 제안된 기술, 4장에서는 기존의 방식과 제안하는 방식을 비교하여 성능평가를 실시한다. 5장에서는 미래 연구를 위한 결론과 제안을 제시한다.

† 종신회원 : 성균관대학교 정보통신공학부 교수
 †† 준 회원 : 성균관대학교 대학원 정보통신공학부
 논문접수 : 2002년 4월 18일, 심사완료 : 2002년 9월 24일

2. 배경 설명

이동 통신 사용자들은 점점 전 세계 모든 네트워크 사이를 자유롭게 이동하고 싶어한다. 이를 위해 차세대 네트워크는 단말기 이동성(Terminal mobility), 개인 이동성(Personal mobility), 서비스 제공자 이동성(Service provider portability)을 구현하고 있다[3].



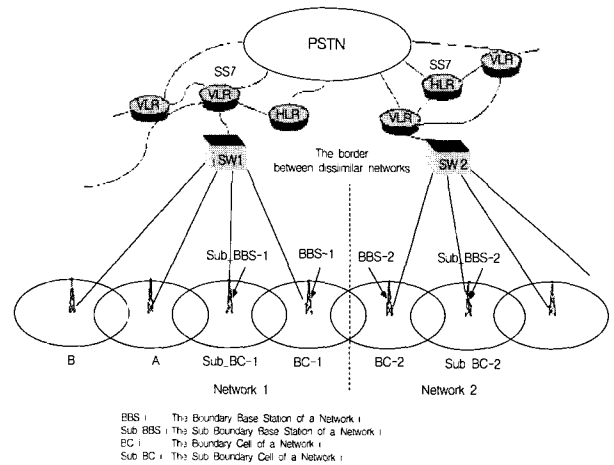
(그림 1) 차세대 이기종 네트워크 서비스

(그림 1)과 같은 차세대 무선 시스템 환경을 고려해보자. 모바일 사용자는 그들의 MT를 이용하여 통신하면서 다양한 계층과 네트워크를 통과할 수 있다. 무선 접근 네트워크(지상의 네트워크에서는 BS의 집합, 위성 네트워크에서는 FES(Fixed Earth Station))는 경로 설정을 위하여 현재의 핵심(core) 네트워크에 있는 CSS(Cell Site Switch)에 MT 트래픽을 보내고, 또한 여러 네트워크 사이를 로밍하는 MT를 위해 핸드오프를 수행한다.

핸드오프는 MT가 네트워크에 대한 접근 지점을 바꾸면서 이동할 때 사용자의 연결이 유지되도록 해주는 기술이다. 핸드오프는 첫 번째로 초기화(사용자의 이동이나 네트워크의 상태변화가 핸드오프의 필요를 알림)하고 두 번째로 새로운 연결 생성(네트워크가 새로운 자원을 찾아서 부가적인 경로 설정작업을 수행)한다. 끝으로 데이터 흐름 제어(서비스가 보장된 상태를 유지하며 데이터가 예전의 경로에서 새로운 경로로 전달)의 세 가지 절차로 이루어진다.

3. 새롭게 제안하는 핸드오프 기법

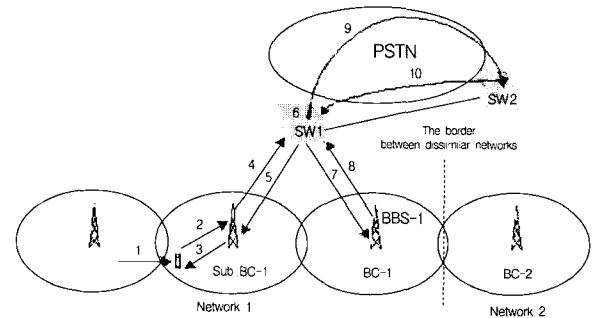
본 논문에서 제안하는 기법에는 몇 가지 가정이 필요하다. 먼저 이동전화 단말기는 현재 서비스를 받고 있는 셀과 인접한 셀에서 나오는 신호의 크기를 계산하여 핸드오프 수행 시기를 결정할 수 있어야 한다. 만일 이동 전화 단말기가 다른 시스템에 대한 정보를 가지고 있지 않다면 다운로드하여 사용한다. 마지막으로 사용자는 일정한 방향과 각각 정해진 속력으로 셀을 통과하여 핸드오프를 수행한다고 가정한다.



(그림 2) Sub-BBS를 이용한 셀룰러 구조

(그림 2)와 같이 서로 다른 네트워크 사이에서 핸드오프를 수행하기 위해서는 경로 재설정 과정과 형 변환 과정 등이 추가로 필요하다는 것을 알 수 있다. 동일 네트워크 상에서의 핸드오프는 경로 재설정 과정이 매우 쉽고도 짧게 이루어질 수 있으나 ISHO의 경우에는 망 구성에 따라 상당한 시간이 걸릴 수 있다. 또한 시그널링 절차가 동일 시스템 내 핸드오프 보다 상당히 많으므로 핸드오프의 실패율이 높아질 수 있다.

다음은 각 단계별로 필요한 신호체계를 정리해 놓은 것이다.

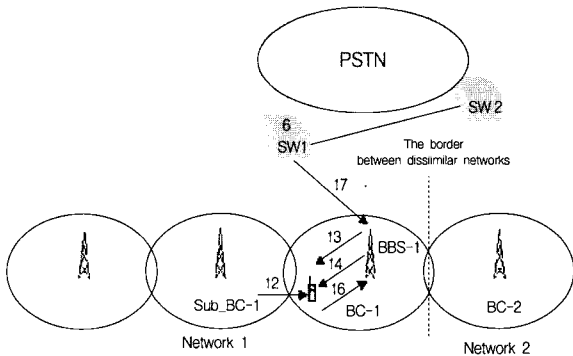


(그림 3) ISHO을 하기 위한 1 단계 시그널링 흐름도

- (1) 단말기가 Sub-BBS-1으로의 핸드오프를 마치면, ISHO의 첫 번째 단계가 시작된다.
- (2) 단말기가 Sub-BC-1으로 진입하면 ISHO 경고 메시지를 Sub-BBS-1에게 전송하여 ISHO를 시작한다.
- (3) Sub-BBS-1은 ISHO 경고 메시지를 받자마자 그에 대한 ACK 메시지를 전송한다.
- (4) Sub-BBS-1은 ISHO 경고 메시지를 우선으로 SW1에 전송한다.
- (5) 이에 대해 SW1은 ACK 메시지를 전송한다.
- (6) Sub-BBS-1으로부터 ISHO 경고 메시지를 전송 받은 SW1은 사용자가 이동할 수 있는 BBS-1의 루트 스위

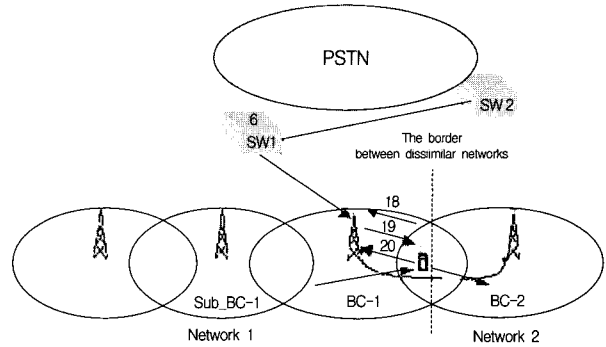
치를 찾는 작업을 수행한다.

- (7) 루트 스위치를 찾은 뒤에, SW1은 BBS-1에게 BBS-1에서부터 SW1까지의 경로에 대한 정보를 제공한다. 이 정보는 단말기가 Sub_BC-1에서 BC-1으로 핸드오프하는데 사용된다.
- (8) BBS-1은 이에 대한 ACK를 전송한다.
- (9) 단말기가 Sub-BC-1에 머무르고 있는 동안 SW1은 SW2에게 경로 재설정 메시지를 전송한다.
- (10) SW2는 이에 대한 ACK를 전송한다.
- (11) SW2는 경로 재설정 메시지를 받음과 동시에 만일 단말기가 자신이 관할하는 영역에 들어왔을 때 어떤 경로 서비스를 해주어야 할지 경로를 찾아 놓아야 한다.



(그림 4) ISHO을 하기 위한 2 단계 시그널링 흐름도

- (12) 먼저 단말기가 BC-1으로 핸드오프를 수행하는 것으로 2 단계는 시작한다.
- (13) BC-1으로의 핸드오프를 끝낸 뒤 BBS-1은 단말기에게 비교 메시지를 전달한다. 그 메시지를 받은 단말기는 이제부터 BC 1에 존재하는 동안 이웃하는 네트워크에서 오는 신호를 계속 모니터링 하고 있게 되며, 그 신호 세기의 결과에 따라서 핸드오프 시기를 결정한다.
- (14) BBS-1은 단말기에게 ready-mode-change 메시지를 전달한다.
- (15) 이 때부터 단말기는 본격적으로 네트워크 2에 적응을 할 수 있도록 모드 변환을 준비한다. 단말기가 멀티 모드 단말기인 경우에는 해당 시스템에 대해서 모드 변환만 시켜주면 되지만, 그렇지 않은 경우는 네트워크 B에서 사용되는 프로토콜의 정보를 BBS-1으로부터 다운로드한다.
- (16) 모드 변환을 준비하는 작업을 마친 뒤에 ready-mode-change-done 메시지를 BBS-1으로 알려준다.
- (17) 단말기가 모드 변환 준비를 하고 있는 동안에, SW1은 새로운 경로를 찾기 위한 시간을 충분히 갖는다. 경로 찾는 작업이 완수되면, 그에 대한 메시지 reroute-done 메시지를 BBS-1에게 전달한다.



(그림 5) ISHO을 하기 위한 3 단계 시그널링 흐름도

- (18) 단말기가 ISHO가 필요하다고 판단을 하게 되면, 단말기는 BBS-1에게 ISHO-need 메시지를 전달하게 된다.
- (19) BBS-1은 곧바로 ISHO-begin 메시지를 단말기에게 전송하게 된다.
- (20) 마지막으로 단말기는 ISHO-done 메시지를 전달한다.
- (21) 이러한 신호체계를 가지면서 비로소 다른 시스템으로의 핸드오프를 마치게 된다.

4. 성능 평가

성능평가를 실시하기 위해 정의된 변수는 다음과 같다 [3-7].

T_s : 핸드오프의 추가적 신호 처리시간, T_i : 각 단계를 수행하는 시간, T_{req} : Sub-BBS에서 포맷 변환에 필요한 최소시간, α_i : 메시지 전달시간, β_i : 메시지 전송시간, γ_i : 메시지 처리시간, N_f : 링크 연결 실패 횟수, q : 링크 연결 실패 확률, V : 이동 터미널 속도, λ : 이동 단말기의 경계 셀 도착률, S : 경계 셀의 넓이, L : 경계 셀의 둘레, l : 경계 셀의 한 변의 길이

이동 단말기가 네트워크 2로 이동한 후에도 동일하게 통신하기 위해서는 네트워크 2의 프로토콜 정보가 없는 경우에는 다운로드 받아야 한다. 그리고 이를 이용하여 모드 전환까지의 모든 단계가 수행되는데 걸리는 시간을 추가적인 신호처리 시간 T_s 로 정의한다. T_s 는 3장에서 논의한 각 단계의 수행 시간을 합하여 얻을 수 있다. T_s 는 다음과 같이 (13)단계에서 (21)단계까지의 각 단계에서 걸리는 시간의 합으로 표현할 수 있다.

$$T_s = \sum_{i=13}^{21} T_i \tag{1}$$

각 단계에서 메시지를 보내는 시간은 전송시간(transmission time), 전달시간(propagation time), 처리시간(processing time)의 합으로 이루어진다.

$$M_i = \alpha_i + \beta_i + \gamma_i, \quad i = 13, \dots, 21 \tag{2}$$

전송시간 a_i 는 제어 비트로된 제어 신호 (b_i)를 링크 환경에서 메시지를 송신하는 비트율로 나눈 값이다.

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

전달시간 β_i 는 전송환경의 전달 매체에 따라 다르다. 따라서 전송시간과 전달시간은 전송 환경에 따라 다른 값을 갖게 되는데, 여기서는 무선 환경인 경우와 유선 환경인 경우로 나눈다. 처리시간 γ_i 는 신호를 스위치, 기지국, 이동 터미널에서 제어 메시지를 처리하는 시간으로 모두 같은 값으로 분석한다.

식 (1)에서 각 단계 수행시간을 계산하기 위해서는 먼저 각 단계에서 재전송이 필요한 지의 여부를 파악해야 한다. 유선망의 경우 무선망보다는 매우 안정적이므로 재전송이 없는 경우로 보고, 무선 링크에서는 메시지가 전송되는 중간에 손실 확률에 따라 결정된다. (13), (16), (17), (19), (20)단계에서는 무선 링크에서의 메시지가 중간에 손실되지 않기 때문에 재전송이 필요 없다. 따라서 이 단계들의 신호 처리 시간은 메시지 처리 시간과 같다.

$$T_i = M_i, \quad i = 13, 15, 17, 19, 21 \quad (4)$$

(14)단계와 (18)단계는 무선 환경에서 제어 신호가 중간에 손실될 수 있으므로 링크 되어 ACK신호를 수신할 때까지 제어 신호를 재 전송해야 한다. 따라서 무선 환경에서 링크 실패 횟수 N_f 와 링크 실패율을 고려해 이 단계에서의 신호 처리 시간을 구해야 한다.

$$T_i = \sum_{N_f=0}^{\infty} T_i(N_f) \text{prob}(N_f \text{ 번 실패 후 성공 할 경우})$$

$$i = 14, 18 \quad (5)$$

무선 환경에서 요청 신호를 보낸 후 T_w 동안 ACK 신호를 받지 못할 경우 중간에 신호가 손실되었다고 판단하고 제어 신호를 재 전송한다. 실패가 N_f 번 발생하면 N_f 번 T_w 와 메시지 송신이 이루어진다. 따라서 $T_i(N_f)$ 식은 다음과 같이 유도된다.

$$T_i(N_f) = M_i + N_f(T_w + M_i) \quad i = 14, 18 \quad (6)$$

메세지 재전송이 필요한 단계에서의 신호처리 시간은 다음과 같다.

$$T_i = \sum_{N_f=0}^{\infty} M_i + N_f(T_w + M_i) \text{prob}(N_f \text{ 번 실패 후 성공})$$

$$= M_i + (T_w + M_i) \sum_{N_f=0}^{\infty} N_f \text{prob}(N_f \text{ 번 실패 후 성공})$$

$$i = 14, 18 \quad (7)$$

여기서 $\sum_{N_f=0}^{\infty} N_f \{ \text{prob}(N_f \text{ 번 실패 후 성공}) \}$ 는 무한 수열로 실패할 확률을 유도할 수 있다. 링크 실패 확률을 q 라 한다면 q 는 1보다 작은 값이므로 다음과 같다.

$$\sum_{N_f=0}^{\infty} N_f \{ \text{prob}(N_f \text{ 번 실패 후 성공할 경우}) \} = \frac{q}{1-q} \quad (8)$$

일반적으로 q 는 0.5의 값을 갖는다. 따라서 T_i 는 다음과 같이 계산 될 수 있다.

$$T_i = M_i + (T_w + M_i) \frac{q}{1-q} \quad (9)$$

$$= M_i + (T_w + M_i) \frac{0.5}{0.5} = 2M_i + T_w \quad i = 14, 18 \quad (10)$$

(15)단계에서 멀티 모드인 단말기의 경우는 단지 모드 변경 과정만 거치면 되지만 멀티 모드 단말기가 아닌 경우 네트워크 2에서 사용하는 프로토콜의 정보를 다운로드 받아야 한다. T_{16} 은 다운로드 받는 시간으로 주어진 환경에서 측정된 시스템 파라미터이다.

단말기가 BC-1 셀에 머물러야 하는 최소의 시간을 T_{req} 라 하면 핸드오프 실패 확률은 다음과 같다.

$$P = \text{Prob}(T < T_{req}) \quad (11)$$

핸드오프 실패 확률의 임계값을 P_f 라하고 경계 셀에서 이동단말기가 머무르는 시간 T 가 지수 분포를 갖는다고 가정하면 아래와 같은 식을 유도해 낼 수 있다.

$$P = \text{Prob}(T < T_{req})$$

$$= 1 - \exp(-\lambda T_{req}) < P_f \quad (12)$$

λ 는 이동 단말기가 경계 셀로 도착하는 비율이며, 이동 단말기의 이동 방향은 $[0, 2\pi]$ 의 구간에서 일정하게 분포하므로 아래와 같다.

$$\lambda = \frac{VL}{\pi S} \quad (13)$$

V 는 이동 단말기의 속도로 시스템에서 주어지는 값이다. L 은 셀의 둘레 길이로, 셀을 정육각형으로 간주하므로 셀의 한 변 길이 l 은 $L/6$ 의 값을 갖는다. 따라서 경계 셀의 넓이 S 는 $3l^2 \sin(\pi/3)$ 이므로 식 (13)은 다음과 같이 정리된다.

$$\lambda = \frac{2V}{\pi l \sin(\pi/3)} \quad (14)$$

이동 단말기의 속도는 고정되어 있으므로 ISHO의 실패 확률은 셀의 크기에 따라 결정된다. ISHO의 실패 확률이 고정된 경우 셀 한변의 길이는 식 (15)와 같다.

$$l > \frac{2VT_{req}}{\pi \log(1/1 - P_f) \sin(\pi/3)} \quad (15)$$

따라서 셀의 넓이는 다음과 같이 결정된다.

$$A_{cell} > 3l^2 \sin(\pi/3) \quad (16)$$

<표 1>은 시스템에서 주어지는 파라미터의 값이다. 신호가 전송되는 환경은 유선과 무선으로 나누어진다. (17)단계는 유선이고 나머지는 모두 무선 환경에서 메시지 송신이 이루어진다. <표 1>을 이용하여 구한 추가적인 시간 T_s 와 기본 핸드오프에 필요한 시간을 <표 2>에 제시한다. (그림 6)은 <표 2>에 제시한 핸드오프에 필요한 시간과 위의 ISHO의 실패율을 계산하는 식 (12)을 이용하여 나타낸 그래프이다.

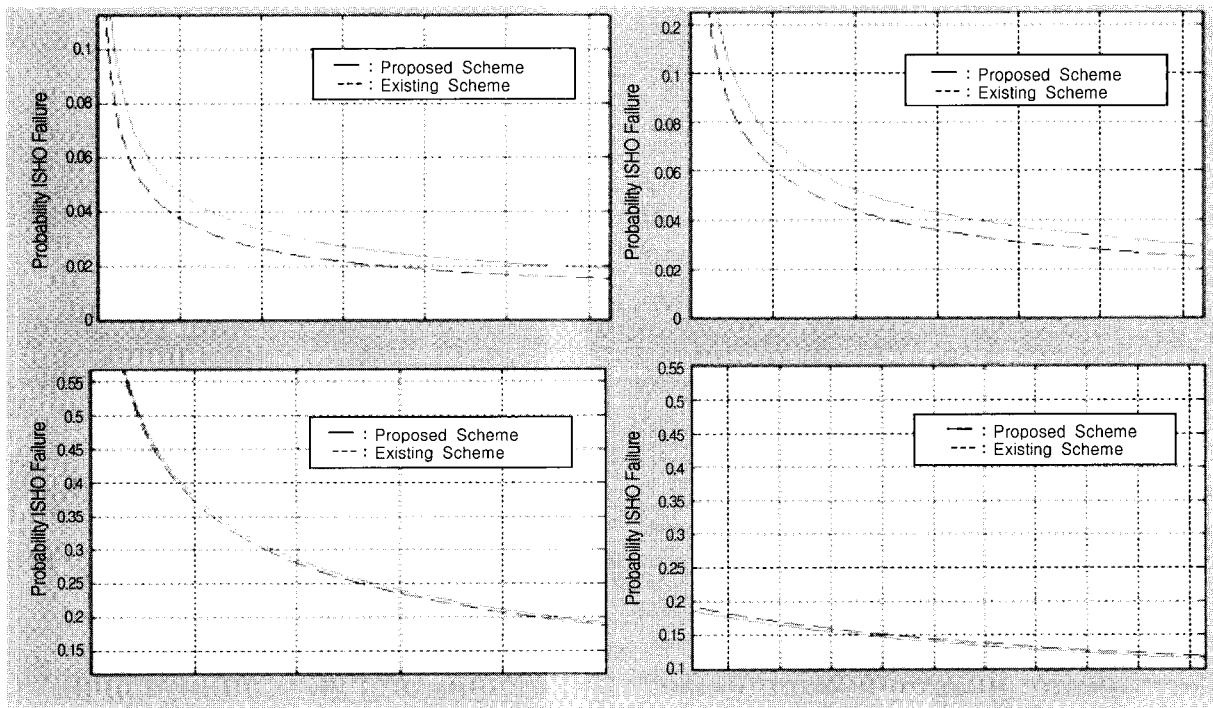
<표 1> 시스템 파라미터

	Indoor	Pedestrian	Vehicular	High Speed
단말기 속도(V)	3Km/hr	3Km/hr	10-100Km/hr	300Km/hr
Bit Rates (B)	2Mbps	384Kbps	144Kbps	64Kbps
추가적인 시간(T _s)	34.60msec	41.00msec	53.60msec	82.60msec
셀간 핸드오프 시간(T ₁₇)	20msec	50msec	1sec	1sec
총 ISHO 핸드오프 시간	54.60msec	91.00msec	1053.60msec	1082.60msec

<표 2> 주어진 셀에서 ISHO를 하기 위해 요구되는 시간

Bit Rates (B)		Propagation Times	
Wired Link	155Mbps	Wireless Link	500sec
Wireless Link	2Mbps	Wireless Link	2msec
Low Mobility	2Mbps		
Medium Mobility	384kbps		
Vehicular Mobility	144kbps		
High Mobility	64kbps		
Processing Time		MT Velocities (V)	
Switch	0.5msec	Low Mobility	3 Km/hr
Base Station	0.5msec	Vehicular Mobility	10~100 Km/hr
Mobile Terminal	0.5msec	High Mobility	300 Km/hr
기타		Nominal Handoff Times (T ₁₇)	
Numer of Hops (N)	3	PACS	20msec
Download Time (T ₁₁)	10 msec	DECT	50msec
Link failure Probability q	0.5	GSM	1sec

그래프를 보면 셀 크기가 작을수록 경계 셀에 머무르는 시간이 작아지기 때문에 실패할 확률은 지수적으로 증가한다. 이동 단말기는 네트워크 2에서 서비스를 이용할 수 있도록 이동 단말의 포맷을 바꾸어야 하는데, 짧은 시간에 모든 단계를 수행하기가 어렵기 때문에 ISHO가 실패한다. 그림에서 가장 작은 Pico 셀인 경우 기본적인 핸드오프에 필요한 시간을 PACS(North American Personal Access Communication System)에서 사용하는 시간을 이용하고, 추가적인 시간 T_s 를 더하면 전체 핸드오프에 필요한 시간은 54.6msec이다. 핸드오프 실패율이 2%일 때 최소의 셀 넓이를 구해보면



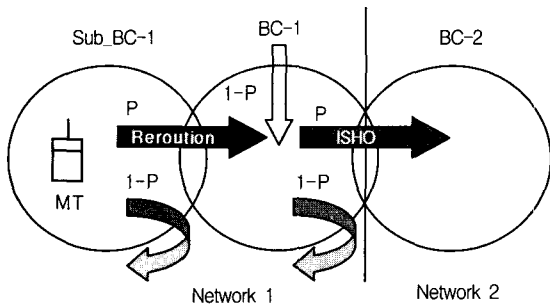
(그림 6) 셀의 영역에 따른 ISHO의 실패율

약 $7m^2$ 이다. 이는 기존의 방식의 $11.4m^2$ 의 값에 비해 약 34.8%의 성능 향상을 갖는다.

기존 방식에서 ISHO를 실시하는 경우 오버헤드는 다음과 같이 계산된다. 단말기가 두 경계 셀에서 ISHO를 실시할 확률을 p 라 한다. MT가 ISHO를 실시하지 않을 확률은 $1-p$ 가 된다. 이때 MT가 ISHO를 준비하는데 있어서 소비하는 시간을 T (경로 재설정 시간 + 형 변환 시간)라 하면, 오버헤드는 ISHO 실패 확률 $1-p$ 와 시간 T 의 곱으로 나타낼 수 있다.

$$F_{existing}(p) = (1-p)T \tag{17}$$

제안 방식에서 ISHO를 실시하는 과정은 (그림 7)과 같다.



(그림 7) 제안 방식

제안 방식의 오버헤드는 다음과 같다. 단말기가 Sub_BC-1에서 경로 재설정을 실시한 후에 BC-1으로 이동할 확률

을 p 라 하면, 단말기가 경로 재설정을 수행한 후 BC-1으로 이동하지 않을 확률은 $1-p$ 이다. Sub_BC-1 소비하는 시간을 경로 재설정 단계에서 걸리는 시간 T_1 이라 하면 f_1 은 이 단계에서 오버헤드이다.

$$f_1(p) = (1-p)T_1 \tag{18}$$

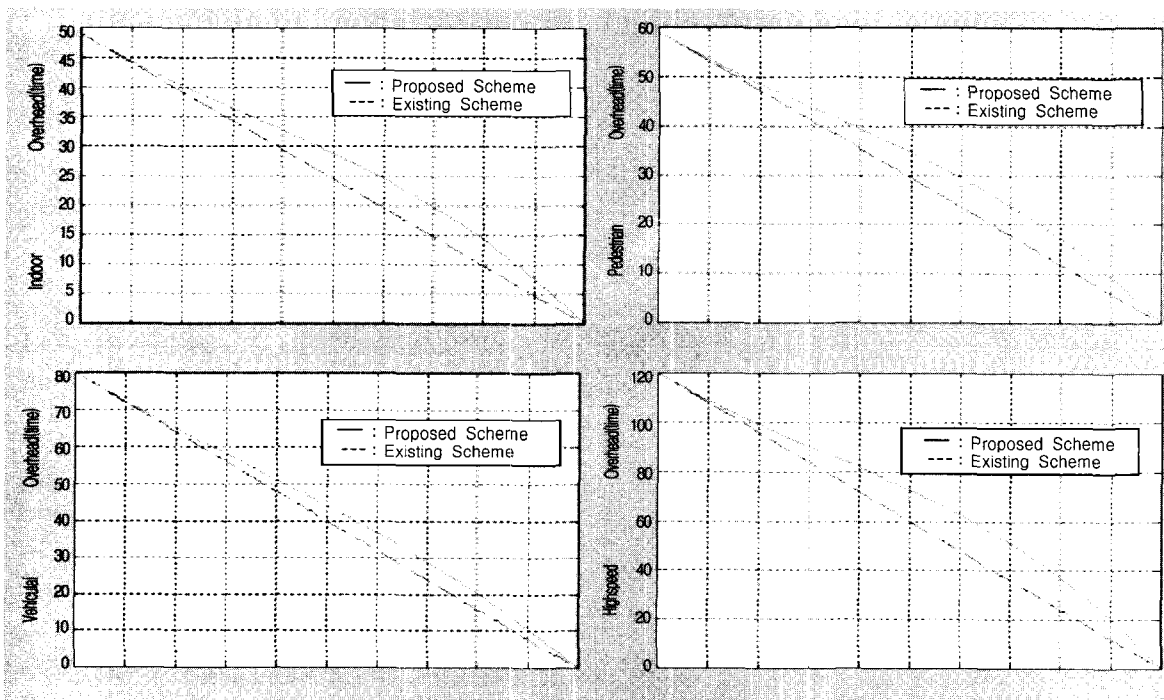
Sub_BC-1에서 경로 재설정을 실시한 단말기가 BC-1에 도착한 후 BC-2로 이동하여 ISHO를 실시할 확률을 p 라 하면, ISHO를 실시하지 않을 확률은 $1-p$ 이다. 이 단계(형 변환)에서 필요한 시간을 T_2 라 하면 오버헤드는 f_2 이다.

$$f_2(p) = p(1-p)T_2 \tag{19}$$

BC-1에서 형 변환을 실시하는 단말기는 Sub_BC-1에서 온 단말기도 있지만 주위의 다른 셀에서 온 단말기도 있다. 이 단말기들도 형 변환을 요구하므로 이 단말기들도 오버헤드가 된다. BC-1에서 Sub_BC-1에서 들어오는 확률을 p 라 했으므로 다른 셀에서 들어오는 단말기의 확률은 $1-p$ 가 된다. 따라서 다른 셀에서 들어온 단말기로 인해 발생하는 오버헤드는 f_2 와 같다.

$$f_3(p) = (1-p)T_2 \tag{20}$$

위의 식 f_2, f_3 에서 중복되는 부분이 존재한다. 중복되는 부분은 f_4 와 같이 나타낼 수 있으며, 이를 전체 식에서 빼주어야 한다.



(그림 8) 오버헤드 그래프

$$f_4(p) = p(1-p)^2 T_2 \quad (21)$$

제안 방식에서의 오버헤드는 식 f_1, f_2, f_3 을 더한 뒤 식 f_4 를 빼서 구한다.

$$F_{proposed}(p) = (1-p) T_1 + p(1-p) T_2 + (1-p) T_2 + p(1-p)^2 T_2 \quad (22)$$

(그림 8)은 $F_{existing}(p)$ 과 $F_{proposed}(p)$ 의 결과 그래프이다. p 가 0일 때 즉 ISHO를 실시하기 위해 준비한 단말기들이 모두 ISHO를 실시하지 않는 경우, 준비한 시간 모두 오버헤드가 된다. 반면 ISHO를 준비한 단말기들이 모두 ISHO를 실시하는 경우는 오버헤드가 전혀 없다. (그림 11)에서 p 의 값이 작을 경우는 $F_{existing}(p)$ 과 $F_{proposed}(p)$ 이 거의 차이 나지 않는다. p 의 값이 점점 증가할수록 두 값의 값이 점점 증가하다가 p 의 값이 1되면 같은 값이 된다.

$F_{proposed}(p) - F_{existing}(p)$ 와 전체 준비 시간의 비율을 구해보자. 우선 $F_{proposed}(p) - F_{existing}(p)$ 의 값이 최대가 되는 지점의 p 값은 약 0.67이다. 이때 p 값을 $F_{proposed}(p) - F_{existing}(p)$ 에 넣고 구한 값을 T 값(경로 재설정 시간 + 형 변환 시간)으로 나눈다. 즉

$$\{ F_{existing}(0.67) - F_{proposed}(0.67) \} / T \quad (23)$$

Sub_BC-1에서 BC-1으로 단말기가 이동할 확률 p 의 값은 일반적인 육각형의 셀 환경에서는 1/6의 값을 갖는다.

따라서 p 가 1/6일 때 위와 동일한 방식으로 값을 구하면

$$\{ F_{existing}(1/6) - F_{proposed}(1/6) \} / T \quad (24)$$

이다. 이 값을 표로 나타내면 <표 3>과 같다.

<표 3> 오버헤드 비율

	Indoor	Pedestrian	Vehicular	Highspeed
오버헤드 비율이 최대일 때($p=0.67$)	10.5%	10.3%	6.2%	12.7%
일반적인 경우의 오버헤드($p=1/6$)	1.6%	1.6%	0.9%	1.9%

일반적으로 p 의 값이 1/6인 경우 오버헤드는 최대 2%도 작용하지 않는다. 따라서 우리가 제시하는 방식의 성능 향상 정도인 34%에 비해 극히 작은 오버헤드 임을 알 수 있다.

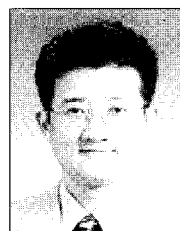
5. 결 론

본 논문에서는 서로 다른 시스템 사이에서 핸드오프를 수행하는데 있어 발생하는 실패율을 효과적으로 줄이기 위한 새로운 기법을 제안하였다. ISHO는 여러 요인으로 인해 실패할 수 있는데 그 원인 중에 하나가 바로 무선 신호의 소멸이다. 이는 일정한 시간이 지난 후에 재전송하는 것으로 문

제 해결이 가능하지만 전체적인 핸드오프 시간을 증가시킨다. 현대의 무선 통신 기술의 발달과 더불어 신호 소멸의 경우는 많지 않다 하더라도 간과할 수 없는 문제이다. 다른 하나의 실패 요인으로는 단말기의 속도이다. 단말기가 고속으로 이동하는 경우에 이동 통신의 사용은 여러 가지 제약을 받는다. 더욱이 ISHO가 필요한 시점에서 고속으로 경계 셀을 지나게 되면 모드 변환이 완료되기 전에 셀을 통과하므로 ISHO가 실패한다. 이러한 실패로 인한 서비스의 질(QoS)의 저하는 이동통신 기술의 발달과는 역행하는 것이며, 본 논문에서 좀 더 안정적인 핸드오프 기술을 제안한 이유이다.

참 고 문 헌

- [1] R. Pandya, D. Grillo, E. Lyckselli, P. Mieybegue, H. Okinake, and M. Ynbusaki, "IMT-2000 standards : Network aspects," IEEE Personal Communications, pp.20-29, August, 1997.
- [2] A. Samukic, "UMTS universal mobile telecommunications system : Development of standard for the third generation," IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol.47, No.4, pp.1099-1104, November, 1998.
- [3] I. F. Akyildiz, J. McNair, J. S. M, Ho, H. Uzunalioglu, and W. Wang, "Mobility management in next generation wireless systems," Proceedings of the IEEE, Vol.87, No.8, August, 1999.
- [4] McNair, J, Akyildiz, I. F, Bender, M. D, "An inter-system handoff technique for the IMT-2000 system," INFOCOM 2000, Nineteenth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies, Proceedings. IEEE, Vol.1, pp.208-216, 2000.
- [5] C.-K. Toh, "A unifying methodology for handovers of heterogeneous connections in wireless ATM networks," ACM SIGCOMM Comput. Commun. Rev, Vol.27, No.1, pp.12-30, Jan., 1997.
- [6] A. Noerpel and Y. B. Lin, "Handover management for a PCS network," IEEE Personal Communications Magazine, pp. 18-24, December, 1997.
- [7] Y. H. Kwon, D. K. Kim, J. H. Jung, M. K. Choi D. K. Sung, H. K. Yoon, and W. Y. Han, "Effect of soft handoffs on the signaling traffic in IMT-2000 networks," in Proceedings of IEEE GLOBECOM '98, November, 1998.



추 현 승

e-mail : choo@ece.skku.ac.kr

1988년 성균관대학교 수학과 학사

1990년 Univ. of Texas at Dallas, 컴퓨터 공학 석사

1996년 Univ. of Texas at Arlington, 컴퓨터공학 박사

1997년 특허청 심사4국 컴퓨터 분야 심사관

1998년~현재 성균관대학교 정보통신공학부 조교수

관심분야 : 스토리지 시스템, 모바일 컴퓨팅, 네트워킹



윤희용

e-mail : youn@ece.skku.ac.kr
1977년 서울대학교 전기공학 학사
1979년 서울대학교 전기공학 석사
1988년 Univ. of Massachusetts, 컴퓨터공학
박사
1988년~1991년 Univ. of North Texas,

Assistant Professor

1991년~1993년 Univ. of Texas at Arlington, Assistant
Professor

1993년~2000년 Univ. of Texas at Arlington, Associate
Professor

2000년~현재 성균관대학교 정보통신공학부 교수
관심분야 : Storage area network, 모바일 컴퓨팅



최대규

e-mail : eunpiri@ece.skku.ac.kr
2002년 성균관대학교 정보공학과 학사
2002년~현재 성균관대학교 정보통신공학부
석사과정
관심분야 : Mobile IP, QoS, IMT-2000