

論文99-37TC-1-3

무선망에서 끊김 없는 실시간 서비스 제공을 위한 유연성 있는 핸드오버 기법

(A Flexible Handover Scheme for Supporting Seamless
Real-Time Services in Wireless Network)

趙成賢*, 朴成漢*

(Sung-Hyun Cho and Sung-Han Park)

요약

본 논문에서는 무선망에서의 유연성 있는 핸드오버 기법을 제안한다. 제안하는 핸드오버 기법은 가상연결 재 라우팅 기법과 가상연결 확장 기법의 장점을 이용한 혼합방식이다. 기존의 혼합방식이 망의 구조에 의해 어느 한 기법이 결정되었던 것에 비해 제안하는 방식에서는 서비스의 특성에 따라 그 기법이 결정된다. 또한 가상연결 재 라우팅 기법 적용 시 멀티캐스팅 기법을 활용한 자원예약 방식을 통해 서비스의 끊김 현상과 핸드오버 지연을 최소화할 수 있는 방안을 제시한다. 본 논문에서는 성능분석을 위해 핸드오버를 위해 필요한 시그널링 메시지 수를 분석하고 시뮬레이션을 수행한다. 시뮬레이션 결과는 기존 핸드오버 기법들에 비해 제안하는 기법이 핸드오버 지연 및 서비스 품질보장 측면에서 보다 우수한 성능을 가짐을 보인다.

Abstract

In this paper, we propose an adaptive handover scheme in wireless network. The proposed handover scheme is a hybrid type of virtual path extension and rerouting. The proposed handover scheme chooses the virtual path management scheme according to the service QoS instead of the network topology which is used in the previous hybrid handover schemes. The proposed scheme supports the seamless service and small buffering during virtual path rerouting handover through the multicasting service. To evaluate the performance of the proposed scheme, we compute the number of signaling message used for handover and perform computer simulation. The simulation results show that the proposed scheme provides more efficiency in the handover delay and seamless service than the previous methods.

I. 서론

최근 IMT-2000과 같은 무선망에서는 기존의 음성

서비스 이외에 인터넷 서비스 혹은 동영상 서비스와 같은 고속의 멀티미디어 서비스를 제공하기 위하여 다양한 망 기술 및 망 구조들이 연구되고 있다. 특히, 무선망 구조에 있어서 사용자 밀집지역에서의 고속 멀티미디어 서비스 제공을 위해서는 셀 크기가 작은 마이크로 혹은 피코 셀 구조가 사용되어야 한다. 이와 같이 다수의 사용자를 수용하기 위해 셀 크기를 축소하게 되면 빈번한 핸드오버 발생이 예상되며, 안정적인 서비스 제공을 위하여 이를 효과적으로 처리해 줄 수 있는 핸드오버 기술은 필수적이라 할 수 있다.

* 正會員, 漢陽大學校 電子計算學科

(Dept. of Computer Science and Engineering, Hanyang University)

※ 이 논문은 (1998)년 한국학술진흥재단의 학술연구비에 의하여 지원되었음

接受日字: 1998年4月16日, 수정완료일: 1999年10月21日

무선망에서의 핸드오버와 관련하여 지금까지 많은 연구가 수행되었다. 특히 짧은 핸드오버로 인하여 발생 할 수 있는 서비스 끊김 현상을 방지하기 위한 여러 방안들이 제시되었는데 Acampora가 제안한 Virtual Connection Tree(VCT) 기법^[1]이 그 대표적인 예이다. 그러나 VCT 기법의 경우 핸드오버 지연을 줄이기 위 해서는 대역폭의 손실을 감수해야 하는 문제점을 안고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 제안된 기법들은 핸드오버 발생시 가상 연결(virtual path)의 처리에 따라 크게 가상 연결 확장(extension)방식^[2], 가상 연결 재 라우팅(rerouting) 방식^{[3] [5]} 및 두 가지 기법의 장점 들을 혼용한 혼합(hybrid) 방식^{[6] [8]}으로 구분할 수 있다. 첫째, 가상 연결 확장 방식을 활용한 대표적인 핸드오버 기법으로는 AT&T Bell Lab.의 BAHAMA 프로젝트에서 제안된 Homing 핸드오버 기법^[2]을 들 수 있다. 이 기법에서는 무선 단말마다 홈 기지국을 설정 하고 추후 핸드오버가 발생할 경우 홈 기지국에서 새 로운 기지국으로 셀을 전송해주는 가상 연결 확장 방식을 채택하고 있다. 그러나 BAHAMA는 실내 환경에 적용을 목적으로 하기 때문에 망 규모가 큰 경우에 적용하기 어려운 점이 있다. 둘째, 가상 연결 재 라우팅 방식을 활용한 대표적인 핸드오버 기법으로는 Nokia에서 제안한 마이크로 셀룰러 핸드오버 기법^[4]이 있다. 마이크로 셀룰러 핸드오버 기법은 ETSI의 무선 셀룰러 모델 환경에서 핸드오버 과정동안 inband marking 셀 을 사용한 손실 없는 순방향과 역방향 핸드오버 알고리즘을 제시하고 있다. 이 기법은 핸드오버 도중 Cross Over Switch(COS)를 검색하는 과정이 필요하기 때문에 서비스의 끊김 현상이나 비교적 큰 베퍼링을 필요로 하는 문제점을 안고 있다. 셋째, 혼합 방식의 대표적인 것으로는 AT&T Bell Lab.의 SWAN 프로젝트^[9]에서 사용한 Virtual Circuit Rerouting Scheme(VCRS)^[6]을 들 수 있다. 이 기법은 무선망을 여러 개의 도메인 으로 구분하여 도메인이 동일한 기지국간의 핸드오버 는 가상 연결 확장 방식을 적용하고, 도메인이 상이한 기지국간의 핸드오버는 가상 연결 재 라우팅 방식을 적용한다. 이 방법은 비교적 큰 망에도 적용 가능하고, 가상 연결 확장 방식을 사용하는 경우 핸드오버 시 서 비스 끊김 현상 및 핸드오버 지연을 많이 줄여줄 수 있다. 그러나, 가상 연결 재 라우팅이 필요한 경우 COS 검색 및 유선 지원의 할당과 관련한 지연으로 인 하여 서비스 끊김 현상이 발생하고 비교적 큰 핸드오

버 지연을 필요로 한다. 본 논문에서는 이와 같은 문제 점들을 해결하기 위하여 서비스의 종류 및 망의 구조에 유연성을 가지는 핸드오버 기법을 제안하고자 한다. 이어지는 2장에서는 제안하는 핸드오버 기법에 대해 구체적으로 설명한다. 3장에서는 제안된 기법과 기존 기법들간의 성능 분석 내용을 기술하고 4장에서 결론 을 맺는다.

II. 제안하는 핸드오버 기법

본 논문에서 제안하는 핸드오버 기법은 서비스의 요구사항 및 망의 구조에 따라 가상 연결 확장 방식과 가상 연결 재 라우팅 방식을 적절히 혼용하는 역방향 핸드오버 기법이다. 제안하는 기법에서는 가상 연결 확장 방식과 재 라우팅 방식을 결정하기 위해 *max extension*이라는 시스템 변수를 사용한다. 또한 사용자의 서비스 요구사항 및 망의 구조에 유연하게 대처할 수 있는 핸드오버 기법의 구현을 위해 인접한 기지국들 간에는 영구 가상 회선(permanent virtual circuit)^[10]을 가지고 있다고 가정한다.

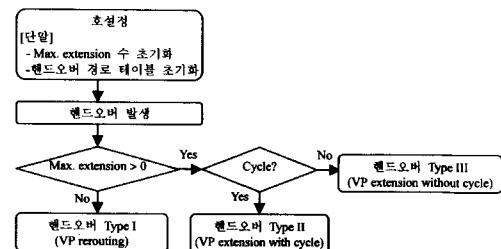


그림 1. 제안하는 핸드오버 기법의 기본 개념

Fig. 1. The basic idea of the proposed handover scheme.

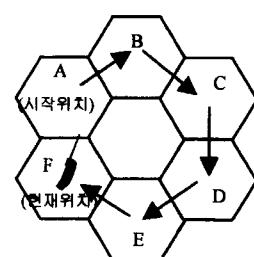


그림 2. 싸이클이 발생하는 경우

Fig. 2. The case of cycle occurrence.

제안하는 핸드오버 기법의 가장 큰 특징은 망의 구조가 아닌 *max extension*의 값에 의해 가상 연결 확장

방식 혹은 재 라우팅 방식을 선택하게 된다는 점이다. *Max extension* 값은 이동 단말이 최초 호설정을 할 때 서비스의 종류 및 망의 구조 등을 기준으로 망과의 협상을 통해 유연하게 결정되며, 호가 진행되는 동안 단말에 의해 지속적으로 값이 변경 및 보존된다. 그림 1은 본 논문에서 제안하는 핸드오버 기법의 전체적인 동작을 보여주고 있다. 핸드오버가 발생하면 사용자 단말은 자신의 *max extension* 값을 기지국으로 알려준다. 기지국은 *max extension*의 값이 0보다 큰 값일 경우 가상 연결 확장 방식을 선택하고 그렇지 않은 경우 가상 연결 재 라우팅 방식을 선택한다. 가상 연결 확장 방식이 수행되는 경우 단말이 예전에 지나왔던 기지국에 다시 연결되는 싸이클 현상이 발생할 수 있다. 예를 들어, 그림 2와 같이 단말이 기지국 A, B, C, D, E, F를 통해 가상 연결 확장 서비스를 받고 있다고 가정하자. 이때 단말이 다시 기지국 A로 핸드오버를 수행한다면 기지국 A, B, C, D, E, F가 싸이클을 형성하게 된다. 제안하는 알고리즘에서는 싸이클이 발생하는 경우 이를 제거하기 위한 별도의 메커니즘을 제안한다. 또한 핸드오버 시 데이터의 순서를 보장하기 위한 흐름제어 방안^[11]으로써 마이크로 셀룰러 핸드오버 기법[4]에서 사용하는 inband marking 셀을 활용한다. 제안하는 기법에서는 핸드오버를 위한 시그널링 절차 시 흐름제어를 위한 inband marking 셀 외에는 모두 ATM Forum에서 정의한 시그널링 메시지^[12]만을 사용한다.

제안하는 핸드오버 기법의 또 다른 특징은 효과적인 가상 연결 재 라우팅 방식을 위해 멀티캐스팅 기법을 활용한다는 점이다. 가상 연결 재 라우팅 방식의 경우 일반적으로 가상 연결 확장 방식에 비해 망 효율면에서는 유리하지만 경로 재 설정으로 인해 핸드오버 지연이 길어지는 문제점을 가지고 있다^[13]. 따라서, 제안하는 핸드오버 기법에서는 가상 연결 재 라우팅 수행 시 발생하는 서비스 끊김 현상 및 망 노드에서의 버퍼링을 보다 줄이기 위해 CBT 멀티캐스팅 기법^[14]을 활용한다. 이어지는 절에서는 *max extension* 값 및 싸이클의 존재 유무에 따라 핸드오버를 Type I, II, III 세가지로 구분하여 처리하는 방식을 구체적으로 설명한다.

1. Type I 핸드오버

본 논문에서는 이동 단말이 핸드오버를 일으켰을 때 *max extension* 값이 0보다 크고 싸이클이 발생하지 않음 경우를 Type I 핸드오버로 정의한다. Type I 핸드

오버가 발생한 경우 제안하는 가상 연결 확장 방식을 이용한 핸드오버를 수행하게 된다. 그림 3은 Type I 핸드오버 수행과 관련한 단말과 기지국들 간의 시그널링 메시지 전송 절차를 보여주고 있다. 핸드오버 발생 시 단말은 *HO_REQUEST* 메시지를 현재의 기지국으로 전송하면서 자신이 거쳐온 기지국 리스트 정보를 함께 전송한다. 현재의 기지국은 핸드오버할 기지국을 선택한 후 싸이클의 존재 유무를 확인한다. 싸이클이 존재하지 않는 Type I 핸드오버임이 판별되면 현재의 기지국은 *HO_RESPONSE* 메시지와 *HO_RESPONSE* 메시지를 통해 새로운 기지국 및 단말에 현재 Type I 핸드오버가 수행중임을 알려준다. 이 시점에서 현재의 기지국은 가상 연결 확장 서비스를 위하여 자신의 EXTENSION 테이블 내용을 변경하고 이후 해당 무선 단말의 downlink 데이터를 새로운 기지국으로 전송하게 된다. Type I 핸드오버를 성공적으로 마치면 단말은 *max extension*의 값을 하나 감소시킨다. 만일 핸드오버 수행 후 *max extension*의 값이 0이면 다음 핸드오버에서는 가상 연결 재 라우팅을 수행하게 될 것이다. 단말은 다음 핸드오버 시 보다 신속한 재 라우팅을 위해 *max extension*의 값이 0이 된 시점에서 현재의 기지국으로 멀티캐스팅을 요청한다. 이에 대한 자세한 내용은 Type III 핸드오버에서 설명한다. Type I 핸드오버는 유선 경로 설정 및 교환기와의 메시지 전송 과정을 필요로 하지 않으므로 신속한 핸드오버가 가능하다.

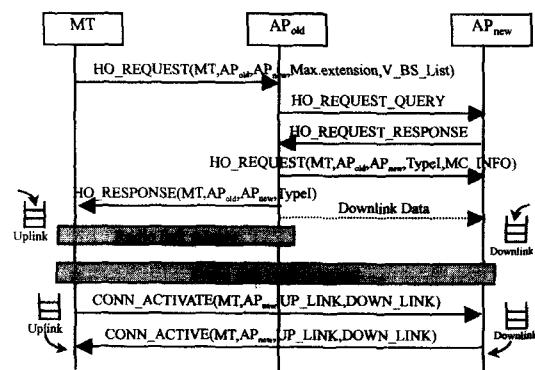


그림 3. Type I 핸드오버 시그널링 절차

Fig. 3. The signaling step of Type I handover.

2. Type II 핸드오버

핸드오버가 발생한 시점에서 *max extension* 값이 보

다 크고 싸이클이 존재하는 경우에는 Type II 핸드오버가 수행된다. 그럼 4는 Type II 핸드오버 수행과 관련된 단말과 기지국들 간의 시그널링 메시지 전송 절차를 보여주고 있다. 현재의 기지국이 단말로부터 *HO_REQUEST* 메시지를 전송 받아 핸드오버 대상 기지국을 선택하고 싸이클의 존재 유무를 확인하는 과정 까지는 Type I 핸드오버와 동일하다. 그러나, 핸드오버 할 새로운 기지국이 단말이 거쳐온 기지국 리스트에 포함되어 있어 싸이클이 발생한 Type II 핸드오버임이 판별되면 현재의 기지국은 *HO_REQUEST* 및 *HO_RESPONSE* 메시지를 통해 새로운 기지국 및 무선 단말에 현재 Type II 핸드오버가 수행중임을 알려 준다. 이때 *HO_REQUEST* 메시지를 수신한 새로운 기지국은 싸이클을 제거하기 위한 동작을 취하게 된다. 새로운 기지국은 이 시점부터 해당 무선 단말의 downlink 데이터를 버퍼링하고 싸이클 상의 다음 기지국으로 *down_ready* 메시지를 송신한다. *down_ready* 메시지는 최종적으로 현재 무선 단말이 연결되어 있는 기지국까지 전송되며 *down_ready* 메시지를 수신한 현재 기지국은 이를 무선 단말로 송신한다. *down_ready* 메시지를 수신한 무선 단말은 *up_ready* 메시지를 현재 기지국으로 송신하고 현재 기지국과의 물리적인 연결을 해제한다. 또한 무선 단말은 새로운 기지국으로 물리적인 연결을 시도하게 되고 채널을 할당 받기 위해 *CONN_ACTIVATE* 메시지를 새로운 기지국으로 송신 한다. 한편, *up_ready* 메시지를 수신한 현재 기지국은 싸이클을 제거하기 위하여 *RM_CYCLE* 정보를 *up_ready*

메시지에 추가하여 이전 기지국으로 송신한다. 이처럼 *RM_CYCLE* 정보를 포함한 *up_ready* 메시지는 싸이클을 구성하는 모든 기지국들을 거쳐 최종적으로 단말이 핸드오버 할 새로운 기지국으로 전송된다. 이때 *up_ready* 메시지를 수신한 기지국들은 싸이클을 제거하기 위해 자신의 EXTENSION 테이블을 수정하고 연결을 해제한다. 최종적으로 *up_ready* 메시지를 수신한 새로운 기지국은 무선 단말이 요청한 *CONN_ACTIVATE* 메시지에 대한 응답으로써 *CONN_ACTIVE* 메시지를 전송함으로써 핸드오버가 완료된다. 또한, Type II 핸드오버 수행 후 단말은 *max extension*의 값을 싸이클의 길이만큼 증가 시킨다.

위에서 살펴본 바와 같이 Type II 핸드오버에서는 가상 연결 확장으로 인해 발생할 수 있는 싸이클을 제거하는 메커니즘을 제시하였다. 제안된 Type II 핸드오버 절차는 Type I 핸드오버에 비해 시그널링 절차가 다소 복잡하기는 하지만 유선 연결 재설정을 위한 과정 및 교환기와의 메시지 전송이 필요치 않으므로 가상 연결 확장 방식을 사용하지 않는 기존 기법들^{[3]-[5]}에 비해 신속한 핸드오버가 가능하다.

3. Type III 핸드오버

제안하는 기법에서는 핸드오버가 일어난 시점에서 *max extension* 값이 0보다 크지 않은 경우를 Type III 핸드오버로 정의한다. Type III 핸드오버에 대해서는 가상 연결 확장 방식을 적용하지 않고 가상 연결 재라우팅 방식을 적용한다. 이때 제안하는 방안에서는 보다 빠르고 끊김 없는 핸드오버를 위하여 멀티캐스팅 서비스 기법을 도입하였다. *Max extension* 값을 통하여 가상 연결 재라우팅이 일어날 가능성이 있는 경우를 예측하고 가상 연결 재라우팅이 발생할 가능성이 큰 경우 현재 무선 단말이 연결되어 있는 기지국의 주변 기지국들에 멀티캐스팅 그룹을 설정함으로써 재라우팅을 이용한 핸드오버를 보다 신속하게 처리하고자 한다. 멀티캐스팅 그룹 설정 시에는 망의 구조 및 그룹 멤버의 변동에 가장 유연하게 대처할 수 있고 규모가 큰 망에 적합한 CBT 기법^[14]을 활용한다. 그럼 5는 Type III 핸드오버 수행과 관련한 단말과 기지국들 간의 시그널링 메시지 전송 절차를 보여주고 있다. 멀티캐스팅을 활용한 Type III 핸드오버 수행 절차의 첫 번째 단계에서 현재의 기지국은 COS로 *HO_REQUEST* 메시지를 전송하고 이 시점부터 단말로부터 전송되는

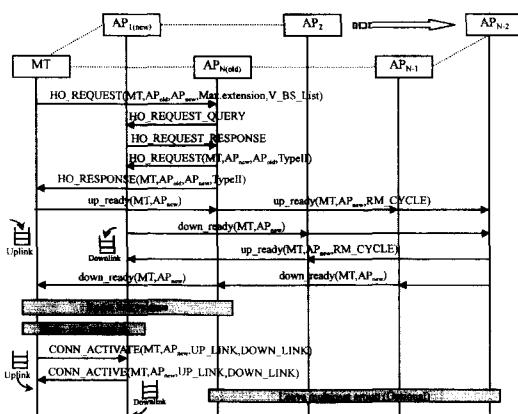


그림 4. Type II 핸드오버 시그널링 절차

Fig. 4. The signaling step of Type II handover.

uplink 데이터를 버퍼링한다. 이때 기존 가상 연결 채 라우팅 알고리즘들은 COS 설정을 위한 지연이 필요했는지 반하여 제안하는 핸드오버 기법에서는 CBT 멀티캐스팅 그룹에서 트리의 core node를 COS로 설정함으로써 COS 설정을 위한 지연을 줄여줄 수 있다. 현재 기지국으로부터 HO_REQUEST 메시지를 받은 COS는 CONN_SWITCHED 메시지를 현재 기지국과 새로운 기지국으로 전송하게 되며, 이 시점부터 uplink 및 downlink 데이터는 새로운 기지국과 송수신한다. CONN_SWITCHED 메시지를 수신한 현재의 기지국은 버퍼링하고 있던 uplink 데이터를 새로운 기지국으로 전송하고 무선 단말로 down_ready 메시지를 보낸다. 이때 무선 단말은 up_ready 메시지를 현재의 기지국으로 보내고 이 시점부터 uplink 데이터를 버퍼링한다. 그리고 현재 기지국과의 물리적 연결을 해제한 후 새로운 기지국으로 물리적 연결을 시도하고 CONN_ACTIVATE 메시지를 보낸다. CONN_SWITCHED 메시지를 수신한 새로운 기지국은 현재의 기지국으로부터 수신한 uplink 데이터를 송신하기 시작하고 해당 무선 단말과의 물리적인 연결 후 CONN_ACTIVATE 메시지에 대한 응답으로써 CONN_ACTIVE 메시지를 무선 단말로 송신함으로써 핸드오버 절차를 마치게 된다. 성공적으로 가상 연결 채 라우팅을 마치고 나면 무선 단말과 연결되어 있던 이전 기지국은 자신을 비롯한 주위의 기지국에 멀티캐스팅 해제를 요청하여 해당 단말의 신속한 채 라우팅을 위해 존재했던 멀티캐스팅 그룹을 해제하게 된다. 또한, 단말은 max extension의 값을 최초 호설정 시 결정되었던 값으로 초기화한다.

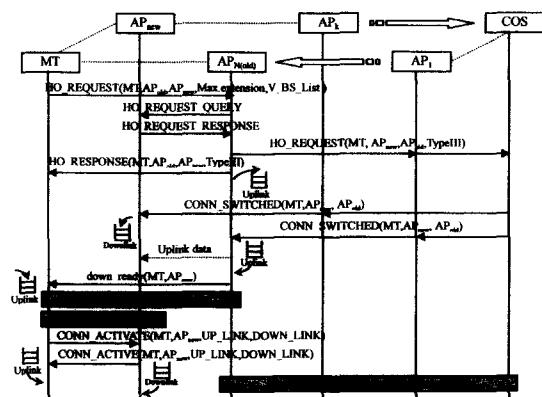


그림 5. Type III 핸드오버 시그널링 절차
Fig. 5. The signaling step of Type III handover.

4. Max extension 값 설정

본 논문에서 제안하는 핸드오버 기법은 *max extension* 값을 기준으로 가상 연결 확장 방식 혹은 가상 연결 채 라우팅 방식을 선택하게 된다. 따라서, 제안하는 핸드오버 기법에서 *max extension* 값의 설정은 매우 중요한 의미를 지닌다. *Max extension* 값은 이동 단말이 최초 호 설정을 할 때 사용자가 요구하는 서비스의 특성을 기준으로 기지국과의 협상을 통해 결정된다. 서비스의 다양한 특성들 중 특히 *max extension* 값의 결정에 영향을 줄 수 있는 요소는 전송 지연 시간(transfer delay time) 및 지연 변이 시간(delay variance time) 등을 들 수 있다. 요구되는 전송 지연 시간을 보장하기 위해서는 *max extension* 값 설정 시 가상 연결 확장으로 인한 전송지연의 합을 포함한 총 데이터 전송 지연이 전송 지연 시간을 넘지 않도록 설정해야 하며, 요구되는 지연 변이 시간을 보장하기 위해서는 가장 큰 서비스 중단시간을 유발하는 핸드오버 수행 시간을 지연 변이 시간에 비해 작게 설정해주어야 한다. 이처럼 네트워크의 구조적 특징을 고려하여 사용자의 서비스 요구 사항을 만족시키기 위해서는 이동 단말과 기지국간에 최초 호 설정 시 다음과 같은 두 조건을 만족하도록 *max extension* 값을 설정해야 한다.

$$T_{TD} \geq TD_{BS-DEST} + (\text{max extension} \times TD_{N-N}) \quad (1)$$

$$\begin{aligned} T_{DV} &\geq (5 \times TD_{U-N}) + [TD_{N-N} (2 + 2(\text{max extension} \\ &+ H_{COS-HOME}) + H_{COS-NEW})] \end{aligned} \quad (2)$$

식 (1)에서 T_{TD} 는 서비스의 전송 지연 시간을 의미하고, $TD_{BS-DEST}$ 는 최초 이동 단말이 서비스를 개시한 기지국에서 목적지까지 데이터의 전송시간을 의미하며, TD_{N-N} 은 망 노드간의 데이터 전송시간을 의미한다. 식 (1)의 우항은 최초 이동 단말이 서비스를 개시한 위치에서 목적지까지의 전송지연 시간과 가상 연결 확장으로 인한 전송지연의 합을 의미한다.

식 (2)에서 T_{DV} , TD_{U-N} , $H_{COS-HOME}$, $H_{COS-NEW}$ 는 각각 지연 변이 시간, 사용자와 망 노드간의 데이터 전송 시간, COS와 단말이 최초로 연결한 기지국간의 흡수, COS와 단말이 핸드오버로 인해 새로이 연결하고자 하는 기지국간의 흡수를 의미한다. 식 (2)의 우항은 제안하는 핸드오버 기법 중 핸드오버 수행 시간이 가장 긴 type III 핸드오버를 수행하기 위해 필요한 시간을 의미한다.

식 (1) 및 (2)에서 주어지는 *max extension* 값 설정은 이동 단말 및 기지국에서 소프트웨어로 구현될 수도 있으나, 호설정 속도향상을 위해서는 최초 망 구축 시 서비스 클래스 및 망의 특성에 따른 *max extension* 값을 look-up 테이블 형태로 구축하는 것이 유리할 것이다.

III. 성능 평가

1. 성능 평가 모델

본 논문에서는 핸드오버를 위해 전송하는 시그널링 메시지의 수, 핸드오버 지연, 핸드오버 시 발생하는 서비스 끊김 시간, 핸드오버로 인하여 추가적으로 요구되는 대역폭 등을 분석해 봄으로써 기존의 핸드오버 기법들과 제안하는 기법의 성능을 비교 평가 하고자 한다. 성능 평가를 위해 본 논문에서 사용한 시뮬레이션 모델은 그림 6과 같다. 시스템은 총 95개의 셀을 가지고 있고, 각 셀들은 2-tier 형태로써 19개의 셀이 동일한 교환기를 루트로 설정하는 도메인을 구성한다고 가정한다. 따라서 시스템에는 총 5개의 도메인이 존재하게 되며 그림 6에서는 동일한 도메인에 해당되는 셀들은 동일한 음영으로 표시한다. 또한, 각 기지국에서 가상연결 재 라우팅을 위해 필요한 COS까지의 흡(hop) 수는 2로 설정하였으며, 제안하는 핸드오버 기법을 위해 각 셀들은 인접한 주위 셀들과의 영구 가상 회선(permanent virtual circuit)을 가지고 있다고 가정한다.

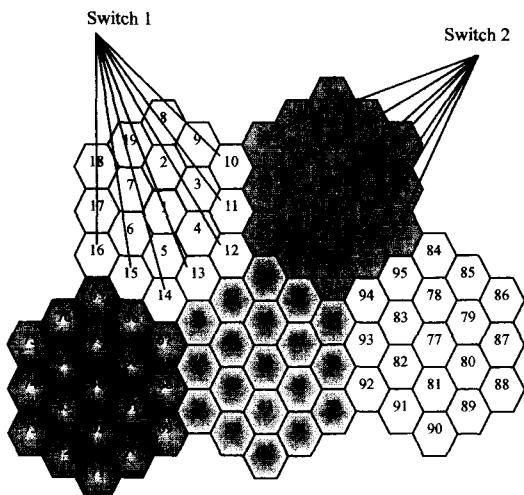


그림 6. 시뮬레이션 모델

Fig. 6. The simulation model.

시뮬레이션 모델에서 각 셀들에 존재하는 사용자 수는 평균도착률이 0.4인 포아송 분포를 따른다고 가정하였다. 사용자와 기지국 간의 무선 링크에서 시그널링 메시지를 전송하는데 걸리는 시간은 6.253ms로 설정하며, 기지국과 기지국간 및 기지국과 교환기간의 유선 링크에서 시그널링 메시지를 전송하는데 걸리는 시간은 6.3ms로 설정한다^[3].

2. 성능 평가 결과

표 1은 핸드오버 시 요구되는 시그널링 메시지 전송 회수를 비교 분석한 내용을 보여주고 있다. 표에서 l 은 싸이클의 길이, n 은 사용자가 최초 호설정을 했던 홈 기지국과 현재 사용자가 연결되어 있는 기지국 간의 흡 수, m 은 COS를 찾기 위해 필요한 흡 수를 의미하며 k_1, k_2, k_3 은 각각 COS와 현재 기지국, 새로운 기지국, 홈 기지국 간의 흡 수를 의미한다. 먼저 Nokia에서 제안한 마이크로 셀룰러 핸드오버 기법의 경우 가상 연결 확장 방식을 적용하지 않고 모든 핸드오버를 가상 연결 재 라우팅 방식으로 처리하기 때문에 평균적으로 VCRS 및 제안하는 기법에 비해 시그널링 메시지의 전송회수가 많다. VCRS의 경우 가상 연결 확장 방식을 사용하는 Type I, II 핸드오버의 경우 제안하는 방법과 거의 동일한 전송회수를 보이고 있지만 가상 연결 재 라우팅 방식을 사용하는 Type III의 경우 제안하는 기법에 비해 보다 많은 시그널링 전송회수를 필요로 한다. 이는 Type III 핸드오버 수행 시 제안하는 기법이 멀티캐스팅을 이용함으로써 COS 설정 및 유선 자원 할당 과정을 필요로 하지 않기 때문이다. 그림 7에서 그림 12까지는 제안된 핸드오버 기법과 기존 핸드오버 기법들간의 성능 분석을 위한 시뮬레이션 결과를 보여주고 있다.

표 1. 각 핸드오버 기법에서 핸드오버를 위해 필요한 시그널링 메시지 전송횟수

Table 1. The number of signaling messages used in each handover scheme.

Handover schemes	Type I		Type II		Type III	
	$U \leftarrow N$	$N \leftarrow N$	$U \leftarrow N$	$N \leftarrow N$	$U \leftarrow N$	$N \leftarrow N$
VCRS (SWAN)	4	4	6	$2 + 2l$	6	$n + m + 3k_2 + (n + k_3)$
Micro cellular handover	5	$6k_1 + 3k_2 + 2k_2$	5	$6k_1 + 3k_2 + 2k_2$	5	$6k_1 + 3k_2 + 2k_2$
The proposed scheme	3	3	3	$3 + 2l$	4	$2 + 3(n + k_3) + k_2$

그림 7은 제안된 핸드오버 기법에서 *max extension*

값의 변화에 따른 핸드오버 지연의 변화를 보여주고 있다. 시뮬레이션 결과를 통해 제안된 핸드오버 기법의 경우 어느 정도 까지는 *max extension*의 값을 크게 할 수록 핸드오버 지연이 작아짐을 알 수 있다. 따라서 제안된 핸드오버 기법은 *max extension* 값을 조절함으로써 다양한 서비스 요구사항에 유연하게 대처할 수 있는 기법임을 알 수 있다. 그림 8은 각각의 핸드오버 기법에서 무선 단말의 핸드오버 횟수의 증가에 따른 평균 핸드오버 지연을 측정한 시뮬레이션 결과이다. 이 그림에서는 마이크로 셀룰러 핸드오버 기법이 VCRS이나 제안한 기법에 비해 핸드오버 지연이 비교적 큰 것을 알 수 있다. 그 이유는 마이크로 셀룰러 핸드오버 방법이 모든 핸드오버를 가상 연결 재 라우팅 방식으로 처리하기 때문이다^[13]. 제안하는 기법이 VCRS에 비해 작은 핸드오버 지연을 보이는 이유는 가상 연결 재 라우팅 시 멀티캐스팅 기법을 활용함으로써 COS 설정 시간 및 유선 채널 할당시간을 단축했기 때문이다.

그림 9에서 그림 11까지는 핸드오버로 인하여 발생하는 서비스 중단시간을 측정한 시뮬레이션 결과이다. 그림 9는 망측에서 무선 단말측으로 데이터가 전송되는 downlink 방향의 서비스 중단시간을 나타내고 있고, 그림 10은 무선 단말에서 망측으로 데이터가 전송되는 uplink 방향의 서비스 중단시간을 나타내고 있다. 서비스 중단시간의 경우도 핸드오버 지연과 마찬가지로 가상연결 재 라우팅 기법만을 사용하는 마이크로 셀룰러 핸드오버 기법이 비교하는 세 개의 핸드오버 기법 중 가장 큰 값을 보이고 있다. 이는 재 라우팅을 위해 필요로 하는 COS 설정 및 유선 경로 재설정으로 인한 지연 때문이다. VCRS의 경우 downlink는 제안하는 기법과 거의 유사한 서비스 중단시간을 보이나, uplink의 경우 제안하는 기법에 비해 비교적 큰 서비스 중단시간을 보인다. 이러한 결과가 나타나는 이유는 가상 연결 재 라우팅 수행 시 제안하는 기법은 멀티캐스팅 기법을 통해 서비스 중단시간을 많이 줄이는데 반하여 VCRS 방법은 마이크로 셀룰러 핸드오버 기법과 마찬가지로 COS 설정 및 유선 경로 재설정으로 인한 서비스 중단이 불가피하기 때문이다. 그림 11은 제안하는 기법에서 *max extension* 값의 변화에 따른 서비스 중단시간을 보여주고 있다. 제안하는 기법의 경우 *max extension* 값을 크게 함으로써 서비스 중단시간을 줄여줄 수 있다. *Max extension* 값을 계속 증가시킬 경우에는 가장 연결 확장으로 인한 메시지 전송지연 증가로 인하여

오히려 서비스 중단시간이 증가하게 되나 최대 증가치가 기존 기법들에 비해 작은 값을 보이므로 우수한 성능을 가진다고 할 수 있다.

그림 12는 핸드오버를 위해 추가적으로 필요한 채널의 수를 측정한 시뮬레이션 결과이다. 시뮬레이션 상에서 모든 무선 단말은 동일한 대역폭의 채널을 사용한다고 가정하고 있으며, 그래프 상의 y축 값은 핸드오버를 위해 추가적으로 요구되는 기지국과 기지국간의 혹은 기지국과 교환기간의 채널수를 의미한다. 그림으로부터 제안하는 핸드오버 기법과 VCRS 기법의 경우 사용자의 평균 핸드오버 수가 증가할수록 추가적으로 필요한 채널의 수가 증가함을 알 수 있다. 이는 가상연결 확장 방식의 특성상 핸드오버 수행 시 경로 최적화 과정을 거치지 않고 예전 기지국에서 새로운 기지국으로 경로를 확장함으로써 발생되는 대역폭의 손실이 있기 때문이다. 반면 가상연결 재 라우팅 기법만을 사용하는 마이크로 셀룰러 핸드오버의 경우는 핸드오버가 발생할 때마다 경로 최적화 과정을 거치므로 핸드오버로 인한 추가적인 채널은 필요하지 않다. 따라서 망 차원의 이용효율만을 고려할 경우 마이크로 셀룰러 핸드오버가 가장 우수한 성능을 가진다고 할 수 있다.

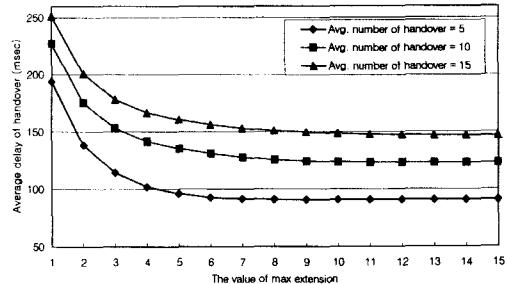


그림 7. 제안된 핸드오버 기법에서 *max extension* 값에 따른 지연

Fig. 7. The handover delay according to the *max extension* value in the proposed handover scheme.

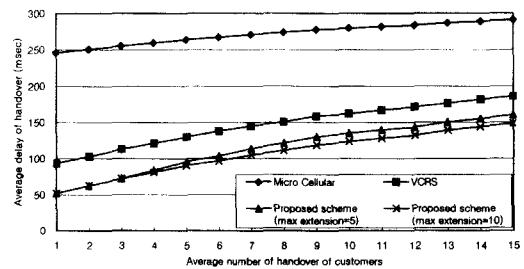


그림 8. 핸드오버 수에 따른 평균 핸드오버 지연

Fig. 8. The average handover delay according to the handover number.

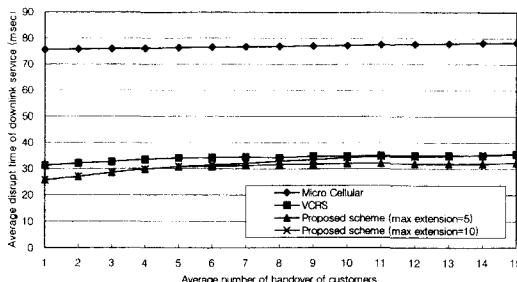


그림 9. 핸드오버 수에 따른 평균 downlink 서비스 끊김 시간

Fig. 9. The average disrupt time of downlink service according to the handover number.

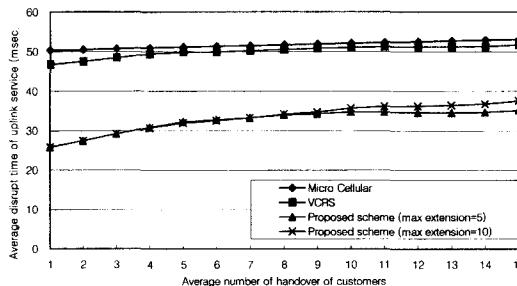


그림 10. 핸드오버 수에 따른 평균 uplink 서비스 끊김 시간

Fig. 10. The average disrupt time of uplink service according to the handover number.

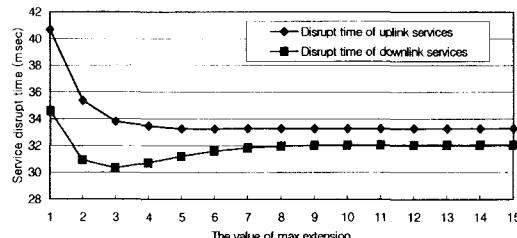


그림 11. Max extension 값에 따른 평균 서비스 끊김 시간

Fig. 11. The average disrupt time of service according to the max extension value.

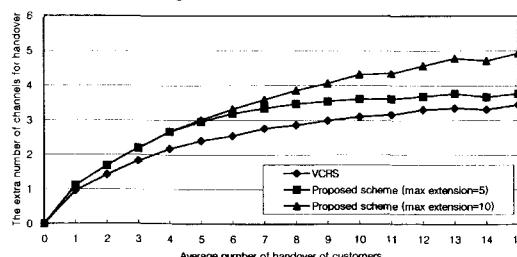


그림 12. 고객 수의 변화에 따라 핸드오버 시 추가적으로 요구되는 채널 수

Fig. 12. The extra number of channels for handover according to the customer number.

IV. 결론

본 논문에서는 서비스의 QoS 및 망의 구조 변화에 유연하게 대처할 수 있는 핸드오버 기법을 제안한다. 제안한 기법은 핸드오버를 크게 3가지 형태로 구분하고 가상 연결 확장 방식과 가상 연결 재 라우팅 방식을 적절히 혼용하는 방식을 채택한다. 특히 서비스의 유형 및 망의 구조에 따라 *max extension*이라는 시스템 변수값을 유연하게 설정하여 이를 기준으로 가상 연결 확장 방식과 재 라우팅 방식 중 어느 것을 사용할 것인지를 결정한다. 또한 무선 단말이 서비스 도중 지나온 기지국들의 리스트를 저장함으로써 싸이클 현상을 제거할 수 있다. 제안하는 기법에서는 서비스의 끊김 현상이 많이 발생할 수 있고 비교적 큰 버퍼링이 필요한 가상 연결 재 라우팅을 효과적으로 처리하기 위해서 CBT 멀티캐스팅 기법을 활용한다. 이와 같은 기법들을 통해 제안된 기법은 핸드오버 지원 및 서비스 끊김 현상에 있어서 기존 핸드오버 기법들에 비해 우수한 성능을 보임을 알 수 있다. 그러나 제안된 핸드오버 기법을 위해서는 망의 노드들이 멀티캐스팅 기능을 지원해야 하고 멀티캐스팅으로 인한 대역폭의 손실을 감수해야 하는 문제점을 안고 있다. 특히 사용자 수의 증가로 인하여 핸드오버를 위한 대역폭을 확보하기 어려운 경우 핸드오버 실패확률이 커질 수 있다. 현재 이러한 문제를 해결하기 위하여 가드 채널을 이용하는 방법 등 다수의 기법들이 제안되고 있다. 향후 본 논문에서 제안된 기법과 핸드오버 실패 확률을 줄이기 위한 기법들과의 연동에 대한 연구가 수행된다면 보다 우수한 성능의 핸드오버 방안이 제안될 수 있을 것이다.

참 고 문 현

- [1] A. S. Acampora and M. Naghshineh, "An Architecture and Methodology for Mobile-Executed Handoff in Cellular ATM Networks," *IEEE JSAC*, vol. 12, no. 8, pp. 1365-1374, Oct. 1994.
- [2] M. Karol, M. Veeraraghavan, and K. Y. Eng, "Implementation and Analysis of Handoff Procedures in a Wireless ATM LAN," *IEEE*

- Globecom'96*, London, pp. 216-223, Nov. 1996.
- [3] Bui A. J. Banh, Gary J. Anido, and Eryk Dutkiewicz, "Handover Re-routing Schemes for Connection Oriented Services in Mobile ATM Networks," *IEEE Infocom'98*, San Francisco, pp. 1139-1149, April 1998.
- [4] H. Mitts, "Micro Cellular Handover Scheme Supporting ETSI Radio Interface," *ATM Forum /97-0445*, April 1997.
- [5] Bora A. Akyol and Donald C. Cox, "Rerouting for Handoff in a Wireless ATM Network," *IEEE Person Communications Magazine*, pp. 26-33, Oct. 1996.
- [6] Prathima Agrawal, Partho P. Mishra, and Mani Srivastava, "Network Architecture for Mobile and Wireless ATM," *IEEE ICDCS'96*, Hong Kong, pp. 299-310, May 1996.
- [7] John Naylor, Damian Gilmurray, John Porter, and Andy Hopper, "Low-Latency Handover in a Wireless ATM LAN," *IEEE JSAC*, vol. 16, no. 6, pp. 909-921, August 1998.
- [8] Sammy Chan, K.S. Chan, K.T. Ko, Kwan L. Yeung, and Eric W.M. Wong, "A Combined Path-extension and Rerouting Handoff Scheme for Wireless ATM Networks," *IEEE Globecom '98*, Sydney, pp. 1396-1401, Nov. 1998.
- [9] P. Agrawal, E. Hyden, P. Krzyzanowski, P. Mishra, M. B. Srivastava, and J. A. Trotter, "SWAN: A Mobile Multimedia Wireless Network," *IEEE Personal Communications Magazine*, pp. 18-33, April 1996.
- [10] S. J. Lee and D. K. Sung, "A New Fast Handoff Management Scheme in ATM-based Wireless Mobile Networks," *IEEE Globecom'96*, London, pp. 1136-1140, Nov. 1996.
- [11] 심재정, 강경훈, 장경훈, 김덕진, "ATM 기반 개인 휴대 통신망에서의 핸드오프를 위한 흐름 제어 방안," *대한전자공학회 논문지*, 제34권, 제10호, pp. 9-24, Oct. 1997.
- [12] J. Porter, D. Gilmurray, A. Massarella, and J. Naylor, "Wireless ATM Handover Requirements and Issues," *ATM Forum/97-0153*, Feb. 1997.
- [13] Partho P. Mishra and Mani Srivastava, "Effect of Virtual Circuit Rerouting on Application Performance," *IEEE ICDCS'97*, Baltimore, Maryland, pp. 374-383, May 1997.
- [14] A. J. Ballardie, "Core based trees (CBT) multicast: Architecture overview," <*draft-ietf-idmr-cbt-arch-02.txt*>, June 1995.

저자 소개



趙成賢(正會員)

1995.2 한양대학교 전자계산학과 졸업(공학사). 1997. 2 한양대학교 대학원 전자계산학과 졸업(공학석사). 1997. 3~현재 한양대학교 대학원 전자계산학과 박사과정 재학중. 주관심 분야 : ATM, IMT-2000, 인터넷 트래픽 QoS



朴成漢(正會員)

1970. 2 한양대학교 전자공학과 졸업(B.S.). 1973. 8 서울대학교 대학원 전자공학과 졸업(M.S.). 1984. 5 텍사스 주립대학 전기 및 컴퓨터공학과 졸업(Ph.D.). 1974. 3~1978.8 경북대학교 전자공학과 전임교수. 1984. 5~1984. 8 미국 텍사스 주립대학 Instructor. 1984. 8~1986. 2 금성사 중앙 연구소 수석 연구원. 1989. 8~1990. 7 미국 텍사스 주립대학 Visiting Researcher. 1995. 3~1997. 2 한양대학교 공학대학 학장. 1986. 3~현재 한양대학교 전자컴퓨터공학부 교수. 주관심분야 : IMT-2000, 멀티미디어 통신, 컴퓨터 비전