

무선망에서 끊김 없는 서비스 제공을 위한 적응 핸드오버 기법

조성현, 박성한
한양대학교 공학대학 전자계산학과
shcho@cse.hanyang.ac.kr

An Adaptive Handover Scheme for Supporting Seamless Services in Wireless Network

Sung-Hyun Cho, Sung-Han Park
Department of computer science & engineering, Hanyang University
Tel : 0345-400-4109, Fax : 0345-406-4673

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

무선망에서의 핸드오버와 관련하여 지금까지 많은 연구가 수행되었다. 특히 잦은 핸드오버로 인하여 발생할 수 있는 서비스 끊김 현상을 방지하기 위한 여러 방안들이 제시되었는데 Acampora 가 제안한 Virtual Connection Tree(VCT) 기법[1]이 그 대표적인 예이다. 그러나 VCT 기법의 경우 핸드오버 지연을 줄이기 위해서는 대역폭의 손실을 감수해야 하는 문제점을 안고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 제안된 기법들은 핸드오버 발생시 가상연결(virtual path)의 처리에 따라 크게 가상연결 확장(extension)방식[2], 가상연결 재라우팅(rerouting) 방식[3]-[4] 및 두 가지 기법의 장점을 혼용한 혼합(hybrid) 방식[5]-[6]으로 구분할 수 있다. 첫째, 가상연결 확장 방식을 활용한 대표적인 핸드오버 기법으로는 AT&T Bell Lab.의 BAHAMA 프로젝트에서 제안된 Homing 핸드오버 기법[2]을 들 수 있다. BAHAMA는 실내 환경에 적용을 목적으로 하기 때문에 망 규모가 큰 경우에 적용하기 어려운 점이 있다. 둘째, 가상연결 재라우팅 방식을 활용한 대표적인 핸드오버 기법으로는 Nokia에서 제안한 마이크로 셀룰러

핸드오버 기법[4]이 있다. 이 기법은 핸드오버 도중 Cross Over Switch(COS)를 검색하는 과정이 필요하기 때문에 서비스의 끊김 현상이나 비교적 큰 버퍼링을 필요로 하는 문제점을 안고 있다. 셋째, 혼합 방식의 대표적인 것으로는 AT&T Bell Lab.의 SWAN 프로젝트[7]에서 사용한 Virtual Circuit Rerouting Scheme(VCRS)을 들 수 있다. 이 방법은 비교적 큰 망에도 적용 가능하고, 가상연결 확장 방식을 사용하는 경우 핸드오버 시 서비스 끊김 현상 및 핸드오버 지연을 많이 줄여줄 수 있다. 그러나, 가상연결 재라우팅이 필요한 경우 COS 검색 및 유선 자원의 할당과 관련한 지연으로 인하여 서비스 끊김 현상이 발생하고 비교적 큰 핸드오버 지연을 필요로 한다. 본 논문에서는 이와 같은 문제점들을 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 결론을 맺는다.

II. 제안하는 핸드오버 기법

본 논문에서 제안하는 핸드오버 기법은 서비스의 요구사항 및 망의 구조에 따라 가상연결 확장 방식과 가상연결 재라우팅 방식을 적절히 혼용하는 역방향 핸드오버 기법이다. 제안하는 핸드오버 기법의 가장 큰 특징은 망의 구조가 아닌 *max extension*의 값에 의해 가상연결 확장 방식 혹은 재라우팅 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 가지국으로 알려준다. 가지국은 *max extension*의 값이 0보다 큰 값일 경우 가상연결 확장 방식을 선택하고 그렇지 않은 경우 가상연결 재라우팅 방식을 선택한다.

본 논문에서는 이동 단말이 핸드오버를 일으켰을 때 $max_extension$ 값이 0보다 크고 사이클이 발생하지 않은 경우를 Type I 핸드오버로 정의하고 동일한 상태에서 사이클이 발생한 경우를 Type II 핸드오버로 정의한다. 또한, 핸드오버 발생 시 $max_extension$ 값이 0보다 작거나 같은 경우를 Type III 핸드오버로 정의하여 Type 에 따라 각각 다른 방식으로 핸드오버를 처리한다. 가상연결 확장 방식이 수행되는 경우 단말이 이전에 지나왔던 기지국에 다시 연결되는 사이클 현상이 발생할 수 있다. 제안하는 알고리즘에서는 사이클이 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 핸드오버 기법의 또 다른 특징은 효과적인 가상연결 재 라우팅 방식을 위해 멀티캐스팅 기법을 활용한다. 특히 가상연결 재 라우팅 수행 시 발생하는 서비스 끊김 현상 및 네트워크 노드에서의 버퍼링을 보다 줄이기 위해 CBT 멀티캐스팅 기법[14]을 활용한다. 이어지는 절에서는 Type I, II, III 핸드오버를 처리하기 위해 본 논문에서 제안하는 방식을 구체적으로 설명한다.

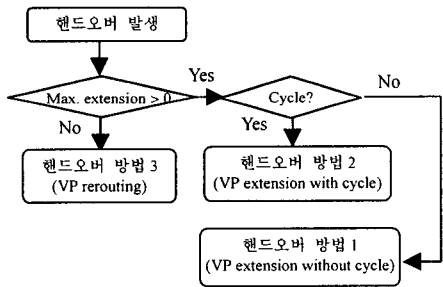


그림 1. 제안하는 핸드오버 기법의 기본 개념
Fig. 1. The basic idea of the proposed handover scheme

1. Type I 핸드오버

Type I 핸드오버가 발생한 경우 제안하는 기법에서는 가상연결 확장 방식을 이용한 핸드오버를 수행하게 된다. 그림 2는 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 거처온 기지국 리스트 정보를 함께 전송한다. 현재의 기지국은 핸드오버할 기지국을 선택한 후 사이클의 존재 여부를 확인한다. 사이클이 존재하지 않는 Type I 핸드오버임이 판별되면 현재의 기지국은 $HO_REQUEST$ 메시지와 $HO_RESPONSE$ 메시지를 통해 새로운 기지국 및 단말에 현재 Type I 핸드오버가 수행중임을 알려준다. 이 시점에서 현재의 기지국은 가상연결 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 다

음 핸드오버에서는 가상연결 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. Type I 핸드오버는 우선 경로 설정 및 교환기와의 메시지 전송 과정을 필요로 하지 않으므로 신속한 핸드오버가 가능하다.

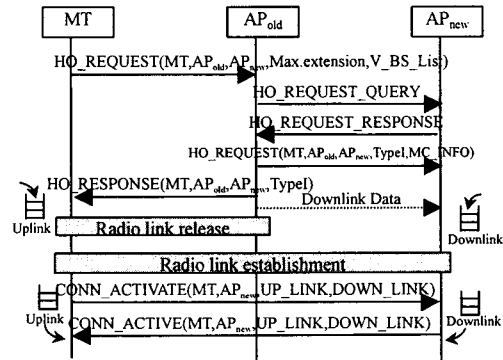


그림 2. Type I 핸드오버 시그널링 절차
Fig. 2. The signaling step of Type I handover

2. Type II 핸드오버

그림 3은 Type II 핸드오버 수행과 관련된 단말과 기지국들 간의 시그널링 메시지 전송 절차를 보여주고 있다. 사이클이 발생한 Type II 핸드오버임이 판별되면 현재의 기지국은 $HO_REQUEST$ 및 $HO_RESPONSE$ 메시지를 통해 새로운 기지국 및 무선 단말에 현재 Type II 핸드오버가 수행중임을 알려준다. 이때 $HO_REQUEST$ 메시지를 수신한 새로운 기지국은 사이클을 제거하기 위한 동작을 취하게 된다. 그림 3에서 $down_ready$ 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 할당받기 위해 $CONN_ACTIVATE$ 메시지를 새로운 기지국으로 송신한다. 한편, up_ready 메시지를 수신한 현재 기지국은 사이클을 제거하기 위하여 RM_CYCLE 정보를 up_ready 메시지에 추가하여 이전 기지국으로 송신한다. RM_CYCLE 정보를 포함한 up_ready 메시지는 사이클을 구성하는 모든 기지국들을 거쳐 최종적으로 단말이 핸드오버 할 새로운 기지국으로 전송된다. 이때 up_ready 메시지를 수신한 기지국들은 사이클을 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. Type II 핸드오버 수행 후 단말은 $max_extension$ 의 값을 사이클의 길이만큼 증가시킨다. 제안된 Type II 핸드오버 절차는 Type I 핸드오버에 비해 시그널링 절차가 다소 복잡하기는 하지만 우선 연결 재설정을 위한 과정 및 교환기와의 메시지 전송이 필요치 않으므로 가상연결 확장 방식을 사용하지 않는 기존 기법들[3]-[4]에 비해 신속한 핸드

오버가 가능하다.

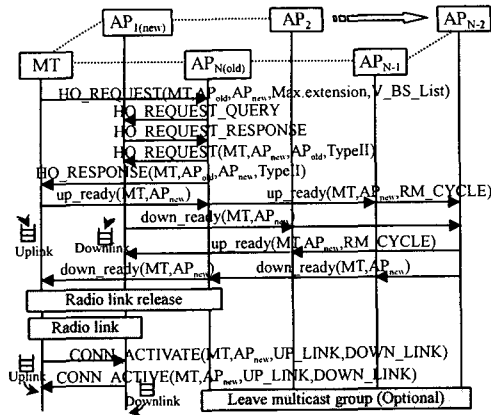


그림 3. Type II 핸드오버 시그널링 절차
Fig. 3. The signaling step of Type II handover

3. Type III 핸드오버

Type III 핸드오버에 대해서는 가상연결 재 라우팅 방식을 적용한다. 제안하는 방안에서는 *max extension* 값을 통하여 가상연결 재 라우팅이 일어날 가능성이 있는 경우를 예측하고, 가상연결 재 라우팅이 발생할 가능성이 큰 경우 현재 무선 단말이 연결되어 있는 기지국의 주변 기지국들에 멀티캐스팅 그룹을 설정함으로써 재 라우팅을 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. 제안하는 핸드오버 기법에서는 CBT 멀티캐스팅 그룹에서 트리의 core node를 COS로 설정함으로써 COS 설정을 위한 지연을 줄여줄 수 있다. 그림 4는 Type III 핸드오버 수행과 관련한 단말과 기지국들 간의 시그널링 메시지 전송 절차를 보여주고 있다. 현재 기지국으로부터 *HO_REQUEST* 메시지를 받은 COS는 *CONN_SWITCHED* 메시지를 현재 기지국과 새로운 기지국으로 전송하게 되며, 이 시점부터 uplink 및 downlink 데이터는 새로운 기지국을 통해 송수신된다. *CONN_SWITCHED* 메시지를 수신한 현재의 기지국은 버퍼링하고 있던 uplink 데이터를 새로운 기지국으로 전송하고 무선 단말로 *down_ready* 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 가상연결 재 라우팅을 마치고 나면 무선 단말과 연결되어 있던 이전 기지국은 자신을 비롯한 주위의 기지국에 멀티캐스팅 해제를 요청하여 해당 단말의 신속한 재 라우팅을 위해 존재했던 멀티캐스팅 그룹을 해제하게 된다. 또한, 단말은 *max extension*의 값을 최초 호설정 시 결정

되었던 값으로 초기화한다.

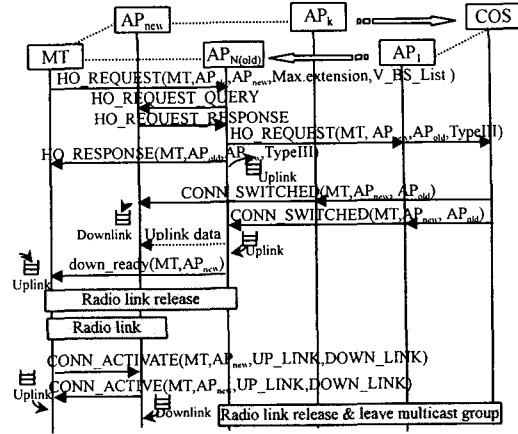


그림 4. Type III 핸드오버 시그널링 절차
Fig. 4. The signaling step of Type III handover

III. 성능 분석

1. 성능 분석 모델

성능 분석을 위해 본 논문에서 사용한 시뮬레이션 모델은 총 95개의 셀을 가지고 있고, 각 셀들은 2-tier 형태로써 19개의 셀이 동일한 교환기를 루트로 설정하는 도메인을 구성한다고 가정한다. 또한, 각 기지국에서 가상연결 재 라우팅을 위해 필요한 COS까지의 홉(hop) 수는 2로 설정하며, 제안하는 핸드오버 기법을 위해 각 셀들은 인접한 주위 셀들과의 영구 가상 회선(permanent virtual circuit)을 가진다고 가정한다. 시뮬레이션 모델에서 각 셀들에 존재하는 사용자 수는 10에서 20명 사이의 uniform 분포를 따른다고 가정한다. 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 분석 결과

그림 5에서 그림 7까지는 제안된 핸드오버 기법과 기존 핸드오버 기법들간의 성능 분석을 위한 시뮬레이션 결과를 보여주고 있다. 그림 5는 각각의 핸드오버 기법에서 무선 단말의 핸드오버 횟수의 증가에 따른 평균 핸드오버 지연값을 측정된 시뮬레이션 결과이다. 마이크로 셀룰러 핸드오버의 경우 가상연결 확장 방식을 적용하지 않고 모든 핸드오버를 가상연결 재 라우팅 방식으로 처리하기 때문에 핸드오버 지연이 비교적 크다[13]. 제안하는 기법이 VCRS에 비해 작은 핸드오버 지연을 보이는 이유는 가상채널 재 라우팅 시 멀티캐스팅 기법을 활용함으로써 COS 설정 시간 및 유선 채널 할당시간을 단축했기 때문이다.

그림 6과 그림 7은 핸드오버로 인하여 발생하는 서비스 끊김 시간을 측정된 시뮬레이션 결과이다. 그림

6은 망측에서 무선 단말측으로 데이터가 전송되는 downlink 방향의 서비스 중단시간을 나타내고 있고, 그림 7은 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 보인다. VCRS의 경우 downlink는 제안하는 기법과 거의 유사한 서비스 중단시간을 보이나, uplink의 경우 제안하는 기법에 비해 비교적 큰 서비스 중단시간을 보인다. 이러한 결과가 나타나는 이유는 가상연결 재 라우팅 수행 시 제안하는 기법에서 멀티캐스팅 기법을 통해 서비스 중단 시간을 많이 줄여 주기 때문이다.

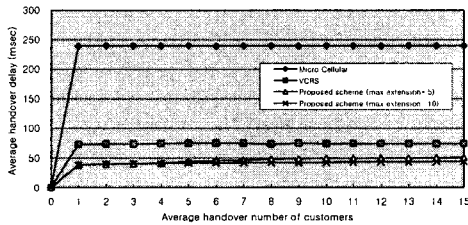


그림 5. 핸드오버 수에 따른 평균 핸드오버 지연
Fig. 5. The average handover delay according to the handover number

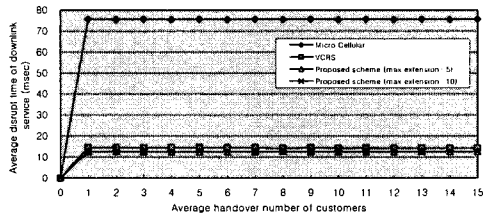


그림 6. 핸드오버 수에 따른 평균 downlink 서비스 끊김 시간
Fig. 6. The average disrupt time of downlink service according to the handover number

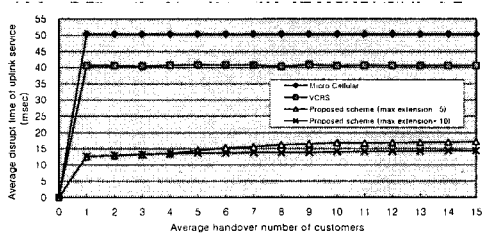


그림 7. 핸드오버 수에 따른 평균 uplink 서비스 끊김 시간
Fig. 7. The average disrupt time of uplink service according to the handover number

IV. 결론

본 논문에서는 서비스의 QoS 및 망의 구조 변화에 유연하게 대처할 수 있는 핸드오버 기법을 제안한다. 제안한 기법은 핸드오버를 크게 3가지 형태로 구분하고 가상연결 확장 방식과 가상연결 재 라우팅 방식을 적절히 혼용하는 방식을 채택한다. 특히 서비스의 유형 및 망의 구조에 따라 max extension이라는 시스템 변수값을 유연하게 설정하여 이를 기준으로 가상연결 확장 방식과 재 라우팅 방식 중 어느 것을 사용할 것 인지를 결정한다. 또한 무선 단말이 서비스 도중 지나온 기지국들의 리스트를 저장함으로써 사이클 현상을 제거할 수 있다. 제안하는 기법에서는 서비스의 끊김 현상이 많이 발생할 수 있고 비교적 큰 버퍼링이 필요한 가상연결 재 라우팅을 효과적으로 처리하기 위해서 CBT 멀티캐스팅 기법을 활용한다. 이와 같은 기법들을 통해 제안된 기법은 핸드오버 지연 및 서비스 끊김 현상에 있어서 기존 핸드오버 기법들에 비해 우수한 성능을 보임을 알 수 있다. 그러나 제안된 핸드오버 기법을 위해서는 네트워크 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.

참고 문헌

- [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] 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.
- [6] 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.
- [7] 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.