

경로 연혁정보를 이용한 무선 ATM 서비스의 핸드오버 방법

(Connection Path History-Based Handover Scheme for Wireless ATM Services)

예 병 호[†] 김 해 숙^{**} 김 우 영^{***} 이 성 창^{****}
(Byung-Ho Yae) (Hae-Sook Kim) (Woo-Young Kim) (Sung-Chang Lee)

요약 본 논문은 무선 ATM 서비스의 핸드오버 처리를 위한 경로 재구성 방법에 대한 것으로써 경로 재구성을 위한 교차 스위치의 신속한 검색을 위하여 경로 연혁정보를 활용하는 방법을 제안하였다. 본 방법에서는 단말로부터 핸드오버가 요구되는 시점에서 현재의 연결에 대한 경로정보를 전달 받아 경로 연혁정보에서 일치되는 교차 스위치를 찾아 직접 경로 재구성을 위한 신호정보를 전달함으로써 경로 재구성 처리시간을 단축시킬 수 있다. 그리고 핸드오버 과정에서의 셀 순서 유지와 유실을 방지하기 위하여 기지국에서 관리하는 버퍼 사용방법을 사용하였다.

Abstract A history-based path rerouting scheme is proposed to support fast crossover switch discovery and reduce handover processing time for the wireless ATM services. In this scheme, we can reduce crossover switch searching time by using already established connection path information kept in base station for the call duration. The old path information is compared to the current connection path information to find matched crossover switch. Also we use efficient buffering in base station to conserve cell sequence and avoid cell losses.

1. 서론

무선 서비스를 위한 ATM 망의 적용은 1994년 D. Raychaudhuri[1]에 의해 제안되었으며, 현재 대학 및 연구기관을 중심으로 초기 서비스 모델의 연구개발과 ATM 포럼을 통한 표준화 활동이 진행 중에 있다[2]. 이러한 무선 접속 ATM망의 주요 두 가지 기술적인 요소로써 첫째는 적절한 매체 접근방법과 데이터 링크 제어방법을 적용하여 높은 주파수 대역에서의 무선 전송을 수행하는 무선 접속 계층, 둘째는 이동 단말의 위치 관리와 핸드오버 기능과 관련되는 단말의 이동성을 지

원하기 위한 기지국과의 상호접속을 다루는 이동 ATM 부분으로 크게 구분할 수 있다. 서비스 및 기능측면에서 보면 ATM 환경에서는 상호 다른 서비스 질을 요구하는 다양한 서비스를 수용하여야 하며, 동시에 단말의 이동성 관리 기능은 망의 지원을 통해 사용자에 투명하게 제공되어야 하는 것이 기본 원칙이다.

그리고 이동성 관리가 적용되는 시스템 구조는 국지적으로 사용하는 ATM 무선 LAN이나 유무선이 통합된 일반적인 공중망으로 크게 구분할 수 있으며, 이에 따라 적용되는 방법이나 절차가 다르게 나타날 수 있다. 즉, 이동 단말과 기지국, 스위치들로 구성되는 요소들이 상호 수평적인 관계로 구성되어 있는 경우와 상호 계층적인 상하관계를 갖느냐에 따라 위치관리 및 핸드오버 방법이 상호 다르게 적용될 수 있다는 것이다. 또 하나의 요소로써는 무선 ATM 서비스에 대한 이동성을 수용하기 위하여 현재의 ATM 서비스에 새롭게 추가되어야 하는 기술적인 요소들을 별도의 제어신호로 구성하여 덮어 씌우는 Overlay 형태로 적용할 것인지 또는 현재의 제어신호에 관련되는 정보요소를 확장하는

[†] 정 회 원 : 한국전자통신연구원 ATM운용보전팀 연구원
bhyae@etri.re.kr

^{**} 비 회 원 : 한국전자통신연구원 ATM운용보전팀 연구원
hskim@etri.re.kr

^{***} 비 회 원 : 공주대학교 전기전자정보공학과
wykim@etriesi.re.kr

^{****} 정 회 원 : 한국항공대학교 통신정보공학과 교수
sclee@mail.hankong.ac.kr

논문접수 : 1999년 7월 28일

심사완료 : 2000년 4월 20일

Migrating 형태로 적용 할 것인가도 고려될 수 있는 사항이다[3].

이동성 관리 기능을 구성하는 요소 중에서 위치관리 기능은 이동 단말의 위치적인 정보를 효율적으로 구성 및 관리함으로써 이동 단말의 호 설정과 핸드오버 발생 시 설정시간의 단축과 망 자원의 이용효율 향상 등과 직접적인 연관성을 가진다. 반면, 핸드오버 기능은 서비스 중인 호를 대상으로 하기 때문에 보다 엄격한 시간적인 제약을 받으며 단말의 서비스를 질을 좌우하는 직접적인 원인으로 작용한다. 따라서 이러한 기술적인 해결책을 위한 여러 가지 호 설정 절차 및 재 라우팅 방식을 적용하는 과정에서 망 자원의 이용 효율 향상과 상호 대립되는 결과를 가져오고 있다.

본 논문에서는 무선 ATM 서비스가 현재의 계층적인 통신망에 수용되면서 서비스가 확장된다고 보았을 때, 부분적인 경로 재구성 방법에 의한 핸드오버 처리가 가장 효율적인 방법이 되며, 이때 경로 재구성에 필요한 처리시간을 최소화하기 위하여 연결에 대한 경로 연혁 정보를 활용하는 방법을 제안하였다. 또한 핸드오버 과정에서의 셀 순서 유지와 유실을 방지하기 위하여 기지국에서는 버퍼를 사용하였다. 그리고 제안된 방법이 통합된 망 구조에서 효율적으로 적용되기 위해서 기지국과 중간 노드들이 가져야 할 정보 요소들과 유지관리 방법들을 분석하였다.

본 논문의 구성은 II장에서 지금까지 연구되고 있는 핸드오버 기능의 특징을 분석하고, III장에서는 제안된 경로 재구성 방법에 대하여 기술하며, IV장에서는 본 논문에서 제안하고 있는 방법에 대한 실험과 결과를 분석하며, V장에서는 결론과 후추 연구추진 방향에 대하여 기술한다.

2. 핸드오버 기능 분석

본 장에서는 현재까지 연구되고 있는 핸드오버 방식에 대하여 핸드오버의 지속시간, 효율적인 경로 유지, 데이터 전송의 연속성 보장, 망에 미치는 영향 등의 관점에서 크게 분류할 수 있는 경로 재구성과 관련된 핸드오버 방식과 교차 스위치를 찾기 위한 방법에 대하여 살펴본다.

2.1 Handover Schemes

• Full Re-establishment

연결형 무선망에서의 통신은 두 종단간에 설정된 가상경로를 통하여 이루어지며 순서적인 데이터 전달을 보장 받는다. 완전 경로 재설정 방식에서는 핸드오버 발

생시 상호 종단간에 완전히 새로운 경로를 설정하고 기존의 경로를 버리는 과정을 거치기 때문에 핸드오버에 투명한 서비스가 제공되지 않으며, 재설정으로 인한 시간 지연으로 심한 트래픽 중단을 초래할 수 있다[4].

• Handover Using Multicasting

멀티캐스팅 방식에서는 핸드오버 발생 시에 현재 단말과 인접한 모든 기지국들과 미리 설정된 연결을 통하여 동시 전달이 이루어지기 때문에 단말이 어느 방향으로 이동하던지 신속하게 데이터의 중단 없이 전송이 이루어진다[5]. 그러나 이 방식에서는 사전에 모든 기지국들과 연결이 설정되어 있어야 하기 때문에 망의 내역폭을 낭비할 뿐만 아니라 모든 기지국으로 전달된 데이터가 이동 단말로 전달되는 과정에서 무선자원의 많은 낭비를 초래한다.

• Connection Extension

연결확장 방식에서는 핸드오버가 일어나는 기지국들이 동일한 스위치에 포함된 경우에는 신속하고 비교적 간단하게 자원의 낭비도 적지만 다른 스위치간의 핸드오버가 일어나는 경우에는 경로가 길어질 뿐만 아니라 경로의 최적화가 될 수 없으며, 데이터 전달 경로상에 루프를 형성할 수 있는 단점을 가진다. 따라서 이러한 단점을 극복하기 위하여 스위치간의 핸드오버의 경우에는 교차 스위치에서 이동하는 기지국까지의 경로를 부분적으로 재설정하는 혼합된 방법을 적용하기도 한다. 이와 유사한 방식으로써 R. Yuan[6]은 서로 인접한 기지국간에 PVC(Permanent Virtual Connection)를 설정하고 이것을 이용하여 핸드오버를 위한 제어신호를 전달한다. 동일한 스위치에 속한 기지국간의 핸드오버의 경우에는 한 스위치 내에서 경로정보를 변경함으로써 가능하며, 다른 스위치간의 경우에는 경로를 확장하여 Forwarding하는 방법을 제안하였다. 이때 셀의 전달은 처음 스위치를 거치기 때문에 셀 순서가 보장되는 특징을 가진다. BAHAMA 방식도 수평구조의 무선 LAN 망에서 이와 유사한 방식을 제안하였다[7][8].

• Partial Re-establishment

핸드오버 발생 시 송수신 단말간의 완전한 새로운 경로를 설정하는 대신 교차 스위치에서부터 새로운 기지국까지의 경로만을 재설정하고 나머지 경로는 재사용하는 방식이다. 이 방식에서는 부분적인 경로 재설정과 서비스 전환 과정에서의 셀 전달 순서를 보장하기 위하여 기지국에서 버퍼를 이용하거나 핸드오버가 일어나기 전에 부분적인 경로를 미리 설정하기 위하여 radio hint 방법을 이용하기도 한다[4].

- Virtual Connection Tree

백본 ATM 망이 연결되는 루트 노드를 중심으로 이에 연결되는 노드들을 트리 형태로 구성하고 무선 연결이 설정될 때 Point to Multi-point 형태의 연결이 용이하게 루트노드로부터 트리에 속한 종단 노드까지 연결 트리를 구성한다. 따라서 트리 내에서 핸드오버가 일어나면 미리 설정된 해당 연결이 활성화되어 연결을 계속 유지하는 방식이다. 그리고 트리 범위를 벗어나는 경우에는 이들 스위치들이 속한 범위 내에서 동일한 방법으로 연결 트리가 설정되는 과정으로 진행된다[9]. 따라서 이 방식에서는 많은 자원의 낭비와 핸드오버가 일어나는 경로의 결정을 위해 루트 노드와 종단 노드간의 신호 부하가 발생한다. 그리고 이에 대한 개선방법으로 Oliver T. W.[10] 등이 제안한 SRMC(Source Routing Mobile Circuit)에서는 VCT 방법을 통해 구성되는 경로에 대하여 자원을 예약하지 않고 핸드오버가 일어나는 순간에 경로를 결정하고 자원을 점유하는 방법이다.

핸드오버가 이루어지는 기본적인 처리 흐름은 위에서 언급한 방식을 근간으로 하고 있으며, 각각 방식에서의 특징은 핸드오버의 처리의 신속성과 자원의 이용률을 향상시키는데 있으며, 이러한 방식들 간에는 상호 절충적인 특징을 가지고 있다. 따라서 망의 진화 형태와 서비스 범위를 고려할 때 부분적인 경로 재설정을 통한 경로 재사용 방식이 가장 효과적인 방법으로 제안되고 있다. 이때 부분적인 경로의 신속한 재설정을 위하여 교차 스위치의 위치를 빠른 시간 내 찾기 위한 알고리즘들이 많이 연구되고 있다.

2.2 Crossover Switch(CX) Discovery[11][12]

- Loose Select CX Discovery

원래의 양 종단간의 경로 정보와 무관하게 단말의 이동 시 넘겨 받은 목적지 호스트 주소를 목적지 기지국의 위치 서버로 문의하여 새로운 기지국과 목적지 기지국간의 최소 경로를 구한다. 이때 새로운 경로와 원래의 경로가 처음으로 합쳐지는 스위치가 교차 스위치로 선택되며, 나머지 겹쳐지는 부분은 재사용된다. 따라서 목적지 위치 서버(Location Server)로 문의하여 경로를 얻는데 걸리는 시간이 다소 걸리는 반면, 새롭게 설정된 경로는 비교적 짧은 특징을 갖는다.

- Prior Path Knowledge CX Discovery

이 방식에서는 새로운 기지국에서 원래의 경로를 구성하는 중간 노드들의 정보를 연결 서버로부터 얻은 후 각 노드를 목적지로 하여 홑 수를 구하고, 이 중에서 최소 홑의 노드를 교차 스위치로 선택한다. 이때 동일한

홑 수일 경우에는 원래 발신측에 가까운 노드를 선택함으로써 경로의 재사용도를 높일 수 있도록 한다. 따라서 연결 서버(Connection Server)를 통한 중간 노드들에 대한 정보를 얻고 이들을 대상으로 한 홑 수의 계산 과정에서 많은 지연이 발생할 수 있으며, 경로를 구성하는 중간 노드의 수가 증가됨에 따라 지연이 더욱 증가하게 된다.

- Distributed Hunt CX Discovery

이 방식에서는 각 노드들이 자신을 거치는 모든 연결들에 대하여 설정 및 해제 시에 자체적인 연결 테이블(Local Connectivity Table)을 갱신하여 유지하는 정보를 이용하는 것이다. 이때 새로운 기지국에서는 모든 스위치를 대상으로 교차 스위치를 찾기 위한 방송 패킷을 전송하며, 각 노드에서는 자신이 해당 경로에 포함되어 있는지를 응답한다. 주어진 시간 내 응답한 노드 중에서 새로운 기지국과 가장 가까운 노드가 교차 스위치가 된다. 이 방식에서는 모든 스위치를 대상으로 방송 패킷을 이용하고 일정한 응답 대기 시간을 이용하기 때문에 노드 수가 증대됨에 따라 망의 부하를 증가시키고 최소한 대기 시간 이상 지연될 수 있다.

- Backward Tracking CX Discovery

이 방식에서는 원래의 기지국에서 출발하여 기존 경로의 역 방향으로 따라 가면서 새로운 기지국으로의 경로가 존재하는지를 순서적으로 찾아가는 방법이다. 따라서 중간 노드의 수가 증가됨에 따라 교차 스위치를 찾기 위한 시간 지연이 길어진다.

이상에서 살펴본 핸드오버 발생 시 경로 재설정을 위한 교차 스위치를 찾는 방법은 수평적인 ATM LAN 망을 대상으로 하였으며, 시간에 민감하거나 손실에 민감한 데이터로 구분할 수 있는 ATM 트래픽 특성을 고려하지 못한 점들이 있다. 반면, B. A. Akyol[13]은 현재의 계층적인 통신망 구조에서 무선 ATM 서비스를 수용하는 관점에서 단말의 이동성을 보장하기 위한 핸드오버 제어신호의 적용과 실시간성 및 데이터의 처리율로 구분되는 ATM 트래픽 특성을 고려한 NCCR(Nearest Common Node Rerouting) 방식을 제안하였다. NCCR 방식에서 적용한 교차 스위치를 통한 경로의 재구성 방법은 위에서 설명한 방식들과 유사하나 광역 무선망을 대상으로 한 점과 이동성 관리를 위하여 현재의 ATM 신호 규격에 필요한 정보요소를 이식하는 방식을 제안한 점이 특징을 갖는다. 그리고 교차 스위치 발견을 위한 방법에서는 중앙 집중화 된 망의 구성 정보에 의하여 경로 재구성이 이루어지는 것과는 달리 완전히 분산된 노드들의 정보를 이용한다는 점에서 망 구

조의 변화와 확장에 보다 융통성 있게 대처할 수 있는 장점을 갖는다.

3. 제안된 방법

지금까지 연구되고 있는 무선 ATM 망에서의 이동성 관리 기능의 기술적인 요소는 위치관리와 핸드오버 처리로 크게 구분되며, 위치정보는 주로 호 설정하는 단계에서 활용되는 반면, 핸드오버는 호 서비스 중에 일어나는 해당 연결에 대한 서비스 질을 좌우하는 직접적인 요소로 작용한다. 따라서 본 논문에서는 핸드오버에 대한 처리과정에서 가장 중요한 요소로써 작용하는 신속한 경로의 재구성을 위한 교차 스위치의 선택 방법과 셀 순서 유지와 손실을 방지하기 위한 핸드오버 절차에 대하여 다룬다. 그리고 본 논문에서는 현재의 통신망을 기준으로 한 계층적인 구조에서 경로 구성방법과 ATM 통신망에서 적용되고 있는 자원 관리를 위한 OAM (Operation, Administration and Maintenance) 기능들을 그대로 활용한다는 것을 전제로 한 것이다.

현재의 유선 통신망에서의 종단간의 호의 연결은 발신측에서 입력하는 착신측의 번호를 단계적으로 번역하여 중간 및 종단 노드로 연결되는 루트를 통하여 호가 설정되는 절차를 거친다. 따라서 임의의 노드로부터 상대적인 다른 위치의 노드를 구별할 수 있는 정보는 망의 번호 체계에 따라 할당되는 번호들의 조합에 의하여 구성된다. 그리고 무선망에서는 유선망에서와 동일한 번호체계를 따른다고 가정했을 때 서비스 사업자를 구분하는 등의 목적으로 부가적인 영역번호가 추가될 수 있다. 이와는 별도로 단말의 이동성을 제공하기 위해서는 무선 서비스의 범위로 볼 수 있는 셀 단위의 고유한 번호가 GSM에서의 LAI(Location Area Identifier)와 CDPD에서의 LSAI(Local Service Area Identifier)와 유사하게 부여되는 것이 기본적이며, 이러한 정보는 이동 단말에 대한 위치관리를 위한 홈 및 방문위치를 위한 정보로써 활용된다[14].

호 설정단계에서는 어느 정도의 지연을 발생하는 홈 및 방문위치를 참조로 하여 수행되어도 문제가 되지 않으나, 서비스 중인 호의 핸드오버에 대해서는 핸드오버 지속시간이 길어짐에 따라 셀 손실이 발생할 수 있는 소지가 크게 증가할 수 있다. 따라서 핸드오버 처리는 단말이 이동하는 기지국을 중심으로 인접한 스위치와 연계하여 신속하게 이루어지는 것이 가장 바람직한 방법이며, 이를 위해서는 핸드오버를 수행하는데 필요한 많은 정보들이 기지국에서 관리되어야 한다는 전제가 따른다. 그리고 정보 관리를 위한 망 내 신호 정보의 증

가는 호 설정 시에 전달되거나 OAM 기능을 통하여 얻을 수 있다면 트래픽 측면에서의 망 부하에 미치는 영향은 적다.

본 논문에서는 제안된 경로 재구성 방법을 적용하는데 있어 다음과 같은 가정을 한다. 첫째, 각 스위치 노드는 PNNI[15]에서 정의되는 노드 ID와 유사한 형태의 고유한 주소를 가지며, 망 내에서는 이 주소 정보를 이용하여 직접적인 경로설정이 가능하다. 이때 경로 상의 중간 노드는 단순 통과 역할만을 수행한다. 둘째, 기지국은 호 설정 또는 자원관리 단계에서 얻어지는 경로상의 중간 스위치 노드정보를 경로 정보 테이블을 이용하여 유지 관리한다. 이때 구성되는 경로 정보는 하나 이상의 연결이 설정되면 생성되는 정보로써 개별적인 연결단위의 정보가 아니라 발신 및 착신 기지국까지의 경로 정보로써 구성되며, 해당 경로에 대한 모든 연결이 해제되면 없어지는 정보이다. 셋째, 각 기지국은 자신이 속한 스위치의 번호를 인식하고 있어야 한다. 즉, 핸드오버가 일어나면 기지국은 한번에 동일한 스위치 내의 핸드오버인지 스위치간의 핸드오버인지를 판단하여 경로 재설정을 요구함으로써 스위치에서의 처리시간을 단축시킬 수 있도록 한다. 넷째, 각 스위치는 자신과 인접한 스위치간의 연결정보를 갖고 있어야 한다. 즉, 해당 스위치에서 직접 연결되는 경로를 가진 경우로써 동적으로 변화하는 정보가 아니라 망 설계에 의하여 초기에 설정되는 정보이다.

3.1 경로 연혁정보의 관리

ATM 망에서의 OAM 기능은 성능 감시 셀을 이용한 성능관리 기능과 연속성 시험과 루프 백 시험을 이용한 장애관리 기능으로 크게 구분된다. 여기서 루프 백 시험 기능은 시험의 목적에 따라 인접한 스위치간에 수행하는 세그먼트 단위와 연결의 종단간에 수행되는 기능으로 구분할 수 있다. 이때 종단간의 시험인 경우 중간 노드에서는 시험 셀의 내용을 확인한 후 자신의 주소가 아닌 경우 통과시키는 과정으로 진행되며, 수신측 종단에서는 시험 셀을 발신측으로 되돌려 주는 구조로 시험이 이루어진다[19]. 따라서 중간 노드에서 자신의 주소 정보를 삽입하여 전달하면 해당 연결에 대한 경로 정보를 양쪽 종단에서 얻을 수 있으며, 이 정보를 해당 연결에 대한 연혁정보로 활용하는 것이다. 그리고 루프 백 시험의 구동은 OAM 기능과는 독립적으로 연결이 설정된 후 다음 절차로 연혁정보를 얻기 위한 목적으로만 수행하는 것이다. 따라서 경로 연혁 정보의 관리 및 핸드오버 수행은 해당 단말이 속한 기지국을 제어하는 종단 스위치를 통해 이루어진다.

3.2 핸드오버 수행 단계

그림 1은 핸드오버 수행단계를 설명한 것으로써 종단 스위치가 새로운 기지국으로부터 핸드오버를 위한 경로 재설정 요구를 접수하면 전달 받은 기존 경로정보를 이용하여 자신이 관리하는 경로연혁 정보에서 교차 스위치를 검색한다. 검색결과 교차 스위치가 존재하는 경우에는 직접 해당 스위치로 경로 재설정 요구를 하며, 존재하지 않은 경우에는 교차 스위치 검색 처리 절차를 거치면서 교차 스위치로 경로 재설정 요구를 한다. 여기서 경로 연혁 정보에서 교차 스위치를 발견하지 못한 경우 수행되는 교차 스위치 검색 처리과정은 현재까지 연구되고 있는 최적의 검색방법을 적용할 수 있으나, 제안된 방법을 동시에 적용한 경우는 경로 연혁 정보를 이용하여 교차 스위치를 발견할 수 있는 비율 만큼 처리 시간을 단축할 수 있다는 것이다. 그리고 교차 스위치를 통해 경로 재설정 결과를 접수하면 새로 설정된 경로를 통하여 전송을 재개하기 위하여 기지국으로 전송재개를 통보하고 기존 경로를 회수한 후, 루프 백 시험을 수행하여 종단 스위치의 경로 연혁 정보를 갱신하고 이동 단말로 경로 연혁 정보를 전달하는 과정을 통해 핸드오버 처리가 완료된다.

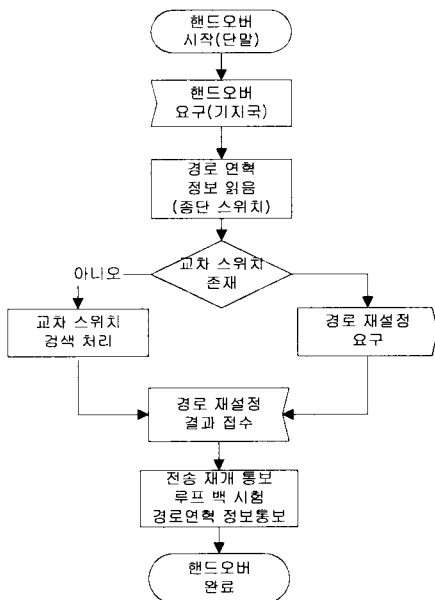


그림 1 핸드오버 수행 단계

3.3 핸드오버 처리

핸드오버를 수행하는 과정에서 경로 확장 및 부분적인 경로 재구성을 담당하는 스위치를 교차 스위치로 정

의하며, 교차 스위치는 핸드오버가 일어나기 전후의 기지국으로 경로가 분기되는 스위치 중에서 기존 경로와 가장 많이 겹치는 스위치에 해당한다. 그림 2에서는 BS1과 BS2간의 핸드오버 시의 Local 스위치1(011.111)와 BS2와 BS3간의 핸드오버 시의 중간 스위치 1(011.11)이 교차 스위치에 해당된다.

3.3.1 BS1에서 BS2로의 핸드오버

그림 2에서 볼 수 있듯이 기지국 BS1의 셀 범위 내의 차량과 Local 스위치 3의 단말이 연결(1) 설정된 상태에서, 기지국 BS1은 (011.0001, 011.111, 011.11, 011.113)의 경로 테이블을 가진다. 이때 차량의 이동으로 인하여 기지국 BS2 영역으로 들어가면 BS2에서는 이동단말로부터 자신이 갖고 있던 경로 정보를 받는다. 이때 BS2는 경로테이블의 첫번째 정보인 기지국 ID를 제외하고 다음 번호가 BS1이 속한 스위치 번호가 된다. 그리고 이때 BS2는 먼저 자신이 속한 스위치인지를 점검한 후 동일한 스위치인 경우에는 바로 경로 재설정을 Local 스위치1으로 요구한다.

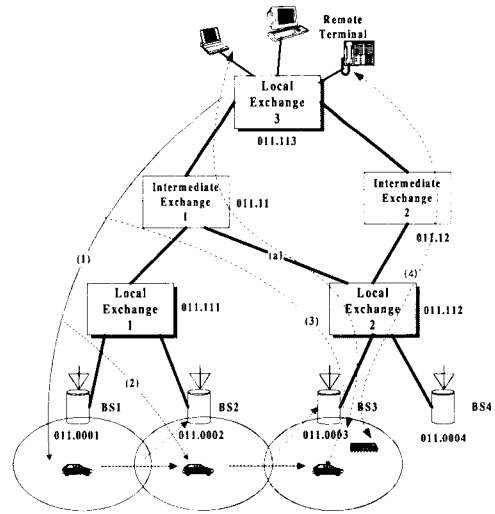


그림 2 핸드오버 처리

3.3.2 BS2에서 BS3로의 핸드오버

두 번째 경우로써 기지국 BS2로부터 기지국 BS3로 핸드오버가 발생되면, 기지국 BS3는 단말로부터 (011.0002, 011.111, 011.11, 011.113)의 경로 정보를 전달 받는다. 이 경우 먼저 기지국 번호를 제외하고 첫번째 스위치 번호가 자신이 속한 스위치 번호인지를 점검하여 다른 경우에는 스위치간의 핸드오버가 발생한 것으로 판단한다. 다음 단계로써 전달 받은 경로 정보의

다음 스위치 번호를 이용하여 BS3가 이미 갖고 있던 경로 연혁 테이블을 검색하여 IE1과 LE3으로 구성되는 경로가 존재하는지를 점검하게 되며, 존재하는 경우에는 첫번째 스위치가 교차 스위치에 해당하므로 IE1으로 경로 재구성을 요구한다. 이 경우는 이미 BS3-IE1-LE3의 경로를 통한 호가 설정되어 있는 경우의 경로 연혁 정보를 활용하는 것이다.

기지국 BS1으로부터 전달 받은 경로 정보에서 첫번째 스위치를 통한 경로정보를 BS3가 갖고 있는 연혁정보에서 찾지 못했을 경우에는, 그 다음 스위치 번호에 해당되는 경로를 통하여 설정된 경로가 있는지를 찾게 되며, 해당 스위치를 통한 경로 재구성을 요구하는 절차는 첫번째 스위치를 통한 경우와 동일한 절차로 이루어진다.

경로 연혁 정보에서 찾지 못할 경우에는 BS3이 속한 스위치 LE2로 경로 정보를 전달하며, LE2에서는 011.11인 IE1와 연결되었는지를 확인하여 연결된 경우에는 IE1으로 경로 재설정을 요구하고, 연결(a)이 없는 경우에는 경로 정보를 IE2로 전달하여 동일한 절차를 수행하도록 한다. 즉, 연결 (a)가 없는 경우에는 LE3까지 전달되어 LE2로부터 IE2를 거쳐, LE2까지의 새로운 경로(4)가 설정된다. 그러나 이 경우 실제적으로 스위치들로써 구성되는 망 구조가 논리적으로 피라미드 형의 계층적인 형태를 갖는다고 보면 상위계층으로 올라갈수록 교차 스위치를 발견할 확률은 높아진다.

3.4 셀 순서 및 손실 방지

무선 ATM 방식에서는 고속의 멀티미디어 데이터들을 대상으로 하기 때문에 핸드오버로 인한 셀 순서의 혼돈과 유실은 서비스 질에 직접적인 영향을 미치며, 이동 단말 또는 기지국 및 교차 스위치에서 버퍼를 이용하여 이러한 문제점을 해결하고 있다[20,21]. 그리고 버퍼를 이용한 셀 순서 유지와 손실 방지 방식은 관리 절차에 해당하는 프로토콜상의 복잡성과 밀접한 관계를 가지므로, 본 논문에서는 핸드오버를 접수하는 목적지 기지국에서 버퍼를 관리하는 방법을 적용하였으며, 그림 3에서는 상향 링크에서의 세부적인 핸드오버 처리 절차를 나타내며, 그림 4에서는 하향 링크에서의 세부적인 핸드오버 절차를 설명한다. 그리고 그림 3 및 4에서는 그림 2에서 나타난 망 구조에서 BS1에서 BS2로의 핸드오버가 발생하는 경우로써 교차 스위치와 기지국을 제어하는 중단 스위치가 동일한 경우에 해당된다.

3.2.1 상향 링크 경우

그림 3에서와 같이 이동 단말이 인접 기지국으로 접근하면 먼저 핸드오버를 요구하는 HO_JOIN 신호를 기

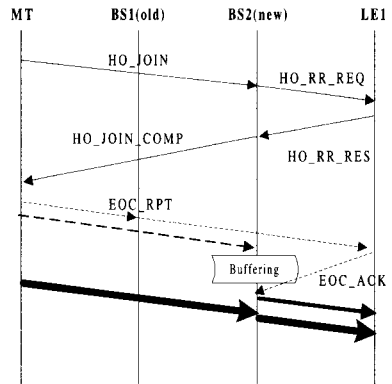


그림 3 상향 링크에 대한 핸드오버 처리 절차

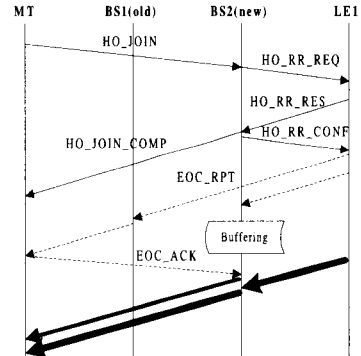


그림 4 하향 링크에 대한 핸드오버 처리 절차

지국 BS2로 전달한다. 이때 기지국 BS2는 중단 스위치 LE1으로 경로 재구성을 위한 HO_JOIN_REQ를 요구하고, 교차 스위치 역할을 수행하는 LE1에서는 신호 정보를 분석하고 호 수락제어를 통하여 자원을 할당하여 새로운 경로를 설정한 후 결과 신호 정보인 HO_JOIN_RES를 BS2로 전달한다. BS2는 경로 재설정 요구에 대한 결과를 접수하면 이동 단말로 교차 스위치의 주소를 실어 HO_JOIN_COMP를 전달함으로써 새로운 경로 구성이 완료된다. 그리고 이동 단말은 기존 기지국과 새로운 기지국으로 교차 스위치의 주소를 실어 셀의 마지막 전송을 알리는 EOC_RPT를 전달한다. EOC(End of Cell)을 받은 기지국 BS1은 교차스위치로 BS1을 통한 마지막 셀임을 알린다. 이때 이동 단말은 이미 기지국 BS2를 통한 경로가 재구성 되었기 때문에 이를 통한 셀 전송이 가능한 상태이다. 따라서 기지국 BS2는 교차 스위치로부터 EOC_ACK를 받기 전까지는 새로운 경로를

통하여 전송되는 셀을 버퍼를 통해 일시적으로 저장한 후 EOC_ACK를 받으면 전송하도록 하여 셀 순서가 유지될 수 있도록 한다.

3.2.2 하향 링크 경우

그림 4에서와 같이 이동 단말에서 핸드오버를 시작하여 기지국 BS2를 통하여 경로가 재구성되는 절차는 동일하지만 기지국 BS2로부터 경로 재구성에 대한 결과로써 HO_RR_CONF를 받은 후 기존 기지국 BS1과 새로운 기지국 BS2로 마지막 셀 전송을 알리는 EOC_RPT를 전송한다. 이때 기지국 BS1을 통해 EOC_RPT를 받은 이동 단말은 마지막 셀을 받았음을 EOC_ACK를 통해 기지국 BS2로 전달한다. 이때 이미 교차 스위치를 통한 기지국 BS2까지의 경로 재구성되어 있기 때문에 BS2에서는 버퍼를 이용하여 EOC_ACK를 접수할 때까지 일시적으로 저장한다. 그리고 EOC_ACK를 접수하면 먼저 버퍼에 저장된 셀을 이동 단말로 전송하여 셀 순서가 보장될 수 있도록 한다.

4. 실험 및 결과분석

무선 ATM에서의 핸드오버 기능의 목적은 단말의 이동성으로 인한 영향을 최소화하여 셀 손실이 발생하지 않도록 하며, 다양한 트래픽에 대한 서비스 질을 만족시키는데 있다. 이를 위해서는 핸드오버로 인한 새로운 경로 구성이 신속하게 이루어져야 하는 동시에 새롭게 구성된 경로로의 데이터 전송이 중단 없이 이루어지기 위해서는 단말과 기지국 및 교차 스위치간의 제어 절차가 필요하며, 또한 셀 순서를 유지하기 위하여 중간 과정에서의 일시적인 저장이 필요로 구조를 갖는다. 본 장에서는 앞 장에서 제안한 경로 재구성 방법에 대하여 현재까지 제시된 동일한 유형의 경로 재구성 방법과 상대적인 비교를 통하여 기능을 검증한다. 핸드오버 처리의 신속한 처리를 위하여 기지국간의 직접적인 영구가상 경로를 구성하여 처리는 방법[16][17]이나 연결 설정 시 이동 단말이 속한 기지국을 중심으로 가상 연결 트리를 사전에 설정하는 VCT 방법[9]은 경로 재구성에 필요한 시간은 단축할 수 있으나, 구조적인 차이와 비교되는 자원이 다르기 때문에 본 논문에서는 언급하지 않는다.

그리고 비교 범위는 이동단말의 핸드오버 요구로부터 경로가 재구성되어 셀 전송이 이루어지기까지 걸리는 시간을 대상으로 하였으며, 이를 위하여 핸드오버 절차 상의 신호 정보의 전달시간 및 스위치에서의 처리시간은 K. Keeton[18]이 제안한 방법을 적용하였다. 핸드오버 처리를 위한 각 구간에서의 신호정보의 전달과 처리시간에 대한 계산식은 다음과 같다.

$$T_1 = T_{acquire} + \left(\frac{S_{ctrl}}{BW_{wl}}\right) + L_{wl} + PPT_{fixed}$$

$$T_2 = \left(\frac{S_{ctrl}}{BW_{wl}}\right) + L_{wl} + PPT_{fixed}$$

$$T_3 = \left[\left(\frac{S_{ctrl}}{BW_w}\right) + L_w\right]H_{new} + PPT_{fixed}$$

$$T_4 = \left[\left(\frac{S_{ctrl}}{BW_w}\right) + L_w + PPT_{fixed} + PPT_{adm}\right]H_{new} + PPT_{adm}$$

여기서 $T_{acquire}$ 는 이동 단말이 새 기지국에 접속하는 걸리는 시간이며, S_{ctrl} 은 제어 신호의 길이를 나타내며, BW_{wl} 와 BW_w 는 무선 및 유선 링크의 전송속도이며, L_{wl} 과 L_w 는 무선 및 유선링크에서의 데이터 링크와 네트워크 계층에서의 처리지연을 나타내며, PPT_{fixed} 와 PPT_{adm} 은 제어신호에 대한 프로토콜 처리시간 및 호 수락제어를 포함한 연결 설정시간을 나타내며, H_{new} 는 교차 스위치와 기지국간의 홉 수를 나타낸다. 그리고 $T_{acquire}$ 는 20ms, S_{ctrl} 은 53바이트, BW_{wl} 와 BW_w 는 각각 20Mbps 및 155Mbps이며, L_{wl} 과 L_w 는 4와 0.5msec, PPT_{fixed} 와 PPT_{adm} 은 각각 3 및 25msec로 설정하였다. 이러한 변수들에 대한 값들은 실제적인 적용을 위해서 보다 정확하게 측정되어야 하며, 본 실험에서는 상대적인 비교치를 분석하기 위하여 K. Keeton[18]이 제안한 변수들을 그대로 적용하였다. T_1 은 HO_JOIN에 대한 처리시간이며, T_2 는 HO_JOIN_COMP이며, T_3 는 HO_RR_REQ이고, T_4 는 HO_RR_RES에 대한 처리시간을 나타낸다. 따라서 이동 단말로부터 핸드오버를 요구 받아 기지국에서 교차 스위치까지 신호 정보가 전달되는데 걸리는 소요시간은 T_3 에 의하여 좌우되며, 이것은 중간 노드에서의 제어신호에 대한 처리 유무에 따라 다르게 나타낸다. 그리고 교차 스위치로부터 기지국까지의 경로 재구성은 다른 방법에서와 동일한 절차를 거친다.

본 실험에서는 T_3 와 T_4 로 구성되는 경로 재구성에 소요되는 시간과 셀 순서 및 유실을 방지하기 위하여 기지국에서 일시적으로 셀을 저장하기 위한 버퍼의 크기에 대하여 분석하였다. 이때 버퍼의 크기는 경로가 재구성된 후 이동 단말이 기존 기지국을 통하여 마지막 셀을 전송하였다는 EOC_ACK를 받을 때까지의 걸리는 시간에 연결의 최대 전송률을 곱한 값으로 얻을 수 있으며, 본 실험에서는 연결의 최대 전송률을 2Mbps로 하였다.

그림 5는 본 논문에서 제안하는 이미 설정된 경로 정보를 참조하여 교차 스위치를 찾는 HBR(History-Based Rerouting) 방법과 기존 경로의 역방향으로 이

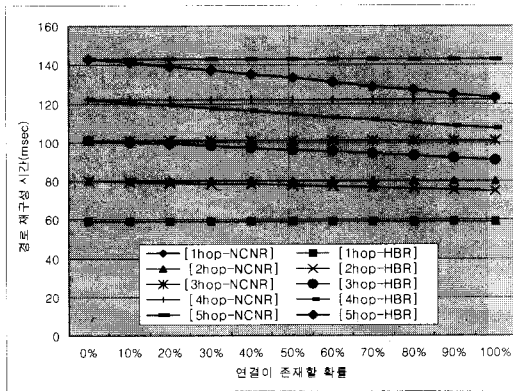


그림 5 경로 재구성 처리 시간

동하면서 교차 스위치를 검색하는 NCNR(Nearest Common Node Rerouting)방법과의 처리시간을 비교한 것이다. 제안된 방법에서의 경로 재설정 시간은 핸드오버가 발생 시 재구성해야 할 경로에 대한 교차 스위치 정보가 존재하는지에 따라 다르게 나타난다. 따라서 위의 결과에서는 존재할 확률에 따라 경로 재구성에 걸리는 시간을 교차 스위치가 위치하는 홉 수에 따라 나타낸 것이다. 결과에서 볼 수 있듯이 존재할 확률이 증가함에 따라 경로 재구성에 필요한 시간이 단축되는 것을 확인할 수 있다.

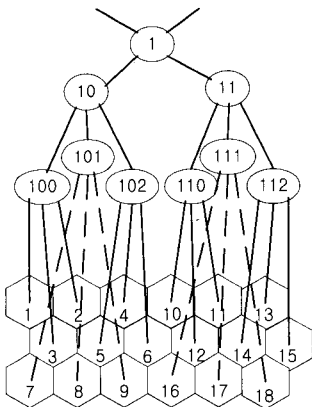


그림 6 스위치 망 구성도

그림 6에서는 제안하는 방법에 대한 실험을 위하여 구성한 망구조를 나타낸 것으로써, 이때 핸드오버의 발생은 셀간에 일어나며 셀을 제어하는 스위치의 소속에 따라 교차 스위치의 위치가 결정된다. 예로써 셀 10번과

13번간의 연결에서 10번에서 4번 셀로 핸드오버가 발생하면 교차 스위치는 1번 스위치가 된다. 그리고 스위치 100은 셀 1,2,3을 제어하며, 스위치 101은 셀 7,8,9를 제어하고, 스위치 102는 셀 4,5,6번을 제어한다.

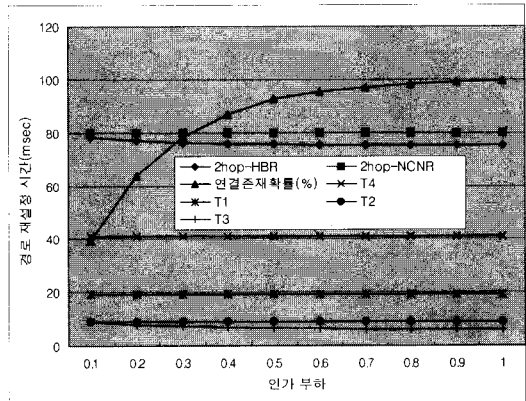


그림 7 부하에 따른 경로 재설정 시간

그림 7은 그림 6의 망 구조에서 제안된 방법과 NCNR 방법에 따른 실험결과를 나타낸 것으로써 인가된 부하의 변화에 따라 경로 재설정 시간의 변화를 나타낸 것이다. 이때 적용한 연결에 대한 핸드오버 발생 비율은 10%로 하였다. 결과에서 볼 수 있듯이 인가된 부하가 증가함에 따라 연결이 존재할 확률이 증가함을 알 수 있으며, 결과적으로 연결 재설정 시간이 점차적으로 감소함을 알 수 있다. 여기서 나타난 경로 재설정 시간은 교차 스위치의 위치가 2 홉인 경우만을 나타낸 것으로, 그림 5에서 나타낸 2 홉의 경우에서 연결이 존재할 확률에 따라 경로 재설정 시간이 단축되는 시간과 거의 일치함을 검증할 수 있다.

그림 7에서 아래 부분은 경로 재설정 시간을 구성하는 시간 요소별로 걸리는 시간을 나타낸 것으로써 교차 스위치까지 전달되는 경로상의 처리 시간인 T3가 변동하며, 나머지 처리시간은 동일하게 유지됨을 알 수 있다. 그리고 경로 재설정 시간의 구성비율에서 가장 큰 비중을 차지하는 T1 및 T4를 단축을 위해서는 기지국에서의 핸드오버에 의한 전송일 경우에는 자원할당의 우선권을 부여하는 스케줄링 방법을 적용하거나 핸드오버 호에 대한 우선 순위를 적용한 호 인가 제어 방법에 대한 연구가 진행되고 있다.

표 1은 핸드오버 절차에서 경로 재구성이 완료된 후 셀 순서 및 유실을 방지하기 위하여 새롭게 구성된 경로로 전환하기까지의 셀을 일시적으로 저장하기 위한

표 1 상향 및 하향링크에 대한 버퍼크기

호수	Down Link		Up Link	
	저장시간 (msec)	버퍼크기 (Kbytes)	저장시간 (msec)	버퍼크기 (Kbytes)
1	33.545135	8.386284	30.026670	7.506668
2	34.047871	8.511968	31.032143	7.758036
3	34.550606	8.637651	32.037613	8.009403
4	35.053341	8.763335	33.043083	8.260771
5	35.556076	8.889019	34.048553	8.512138

상향 및 하향 링크의 버퍼의 크기를 나타낸 것이다. 이때 설정되는 버퍼의 크기는 마지막 셀임을 통보하고 새로운 기지국에서 이것을 인지하기까지의 시간에 좌우된다. 또한 전달되는 신호 정보는 기존의 경로를 통하거나 새롭게 설정된 경로를 통하므로 경로 설정을 위한 처리시간이 필요하지 않고 신속하게 처리될 수 있다. 그리고 상향 및 하향 링크에 대하여 독립적인 버퍼의 구성이 필요하며 경로가 길어짐에 따라, 이에 대한 처리시간이 길어짐과 동시에 셀 저장을 위한 버퍼의 크기도 증가함을 알 수 있다. 본 논문에서는 핸드오버를 수행하는 기지국에 버퍼를 구성한 경우에 해당되며, 처리 절차에 따라 단말 또는 교차 스위치에 버퍼를 구성할 수 있으나, 이 경우 단말 기능의 오버헤드 또는 교차 스위치 기능의 복잡성 등이 충분히 고려되어야 한다.

5. 결론

무선 ATM 방식에 있어 핸드오버 처리는 서비스 트래픽 특성을 고려할 때 셀 순서의 보장과 유실을 방지하면서 신속하게 수행하는 것이 가장 이상적이다. 현재까지 무선 ATM 방식에서 제시되고 있는 핸드오버 방법은 이러한 기본적인 목적을 만족시키기 위하여 여러 가지 방법이 연구되고 있다. 본 논문에서는 무선 ATM 서비스가 현재의 계층적인 통신망에 수용되면서 서비스가 확장된다고 보았을 때, 부분적인 경로 재구성 방법에 의한 핸드오버 처리가 가장 효율적인 방법이 되며, 이때 경로 재구성에 필요한 시간을 최소화하기 위하여 경로 연혁정보를 활용하는 방법을 제안하였다. 실험결과에서 볼 수 있듯이 핸드오버 시점에서 경로연혁 정보가 존재할 확률이 높을수록 경로 재구성 시간이 단축됨을 알 수 있으며, 존재할 확률이 트래픽 부하에 어느 정도 비례하는 특징을 고려했을 때 부하가 증가함에 따라 보다 효율적인 방법이 될 수 있다. 또한 본 방법은 현재 적용되고 프로토콜의 변경을 최소화할 수 있으며, 경로가 존

재할 확률이 낮은 경우의 처리시간의 향상을 위해서는 다른 처리방법과 혼합된 형태로 사용할 수 있다. 그리고 핸드오버 과정에서의 셀 순서 유지와 유실을 방지하기 위하여 핸드오버를 수행하는 기지국에서 관리하는 버퍼 사용방법을 사용하였다.

앞으로의 연구과제로써는 본 논문에서 제안하는 방법의 적용과 동시에 보다 효율적인 경로 재구성 방법을 적용하기 위해서는 기본적으로 연결설정 단계에서 해당 연결에 대한 경로 정보를 얻을 수 있어야 하고, 중간 스위치들간의 상호 인접한 연결 정보를 필요로 하기 때문에 현재의 호 설정 프로토콜에 정보요소를 확장하거나 시스템 성능에 영향을 미치지 않는 범위 내에서 연결단위 또는 망에 대한 OAM 기능을 수행하는 프로토콜을 충분히 이용하는 방법에 대하여 보다 깊게 연구되어야 할 것이다. 또한 무선 ATM 방식에서의 매체 접근 방법과 단말과 기지국간의 데이터 전송과 관련된 셀 스케줄링 방법에도 핸드오버 호의 서비스 중단 비율을 최소화하고 QoS를 향상시킬 수 있는 기술 요소들이 반영되어야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] D. Raychaudhuri, Newman D. Wilson, ATM-Based Transport Architecture for Multiservices Wireless Personal Communication Networks, IEEE Journal on Selected Areas in Comm., Vol.12, No.8, pp. 1401-1414, Oct. 1994.
- [2] ATM Forum, ATM Forum LTD-WATM-01.03, Wireless ATM Working Group, July 1997.
- [3] Bora A. Akyol, Donald C. Cox, Signaling Alternatives in Wireless ATM Network, IEEE Journal on Selected Areas in Comm., Vol.15, No.1, pp. 35-49, Jan. 1997.
- [4] Ian F. Akyildiz, Janise McNair, et al., Mobility Management in Current and Future Communications Networks, IEEE Network, pp. 39-49, July/August 1998.
- [5] Upkar Varshney, Connection Routing Schemes for Wireless ATM., HICSS-32, 32nd Annual Hawaii International Conference on Systems Sciences., pp. 1-10, Jan. 1999.
- [6] R. Yuan, S. K. Biasas, D. Raychaudhuri, A signaling and control architecture for mobility support in wireless ATM networks, ICC96, pp.478-484, 1996.
- [7] K. Y. Eng, M. J. Karol, et al., BAHAMA: A Broadband Ad-Hoc Wireless ATM Local-Area Network, ICC95, pp.1216-1223, 1995.
- [8] Malathi Veeraraghavan, Mark J. Karol, et al.,

- Mobility and Connection Management in a Wireless ATM LAN, IEEE Jour. On Selected Areas in Comm., Vol.15, No.1, pp.50-67, Jan. 1997.
- [9] A. S. Acampora, An Architecture and Methodology for Mobile-Executed Handoff in Cellular ATM Networks, IEEE Journal on Selected Areas in Comm., Vol.12, No.8, pp.1365-1375, 1994.
 - [10] Oliver T. W. Yu, Victor C. M. Leung, B-ISDN Architecture and Protocols To Support Wireless Personal Communications Interworking, PIMRC95, pp.768-772, 1995.
 - [11] C-K Toh, Wireless ATM and Ad-Hoc Networks: Protocols and Architectures, pp.77-82, Kluwer Academic Publishers, 1997.
 - [12] C-K Toh, Performance Evaluation of Crossover Switch Discovery Algorithms for Wireless ATM, IEEE INFOCOM96, Vol.3, pp.1380-1387, 1996.
 - [13] Bora A. Akyol, Donald C. Cox, Rerouting for Handoff in a Wireless ATM Network, ICUPC96, pp.374-379, 1996.
 - [14] Uyless Black., Mobile and Wireless Networks, Prentice Hall Series, 1996.
 - [15] ATM Forum Technical Committee, Private Network-Network Interface Specification Version 1.0, af-pnni-0055.000, March 1996.
 - [16] Seung Joon Lee, Dan Keun Sung, A New Fast Handoff Management Scheme in ATM-based Wireless Mobile Networks, GLOBECOM96, pp.1136-1140, 1996.
 - [17] Duk Kyung Kim, Dan Keun Sung, Handoff/Resource Managements Based on PVCs and SVCs in Broadband Personal Communication Networks, GLOBECOM96, pp.1131-1135, 1996.
 - [18] K. Keeton, Bruce A. Mah, et al., Providing Connection-Oriented Network Services to Mobile Hosts, USENIX Symposium on Mobile and Location-Independent Computing, August 1993.
 - [19] ITU-T Rec. I.610, B-ISDN Operation and Maintenance Principles and Functions, Nov. 1995.
 - [20] Hui-Tang Lin, Herman D. Hughes, A handoff scheme for wireless ATM networks, ICUPC96, pp.397-401, 1996
 - [21] Arup Acharya, Jun Li, et al., Mobility management in wireless ATM networks, IEEE Communications Magazine, pp.100-109, Nov. 1997.



예 병 호

1982년 경북대학교 전자공학과 공학사.
1984년 경북대학교 전자공학과 공학 석사.
1984년 ~ 현재 한국전자통신연구원 ATM운용보전팀 책임연구원. 1996년 ~ 현재 한국항공대학교 통신정보공학과 박사과정. 관심분야는 ATM 트래픽관리,

광대역 무선통신, 교환시스템



김 해 속

1980년 고려대학교 수학과 이학사. 1990년 고려대학교 전산공학과 공학 석사. 1979년 ~ 현재 한국전자통신연구원 ATM운용보전팀 책임연구원. 관심분야는 ATM 교환시스템, 소프트웨어 공학



김 우 영

1977년 한양대학교 전자공학과 공학사. 1980년 ~ 1985년 대우자 기술연구소. 1985년 ~ 1998년 한국전자통신연구소 선임연구원. 1999년 ~ 현재 한국전자통신엔지니어링 부장. 1997년 ~ 현재 광주대학교 대학원 전기전자정보공학과 재

학중. 주관심분야는 광교환 및 통신망 분야, 신호처리기술



이 성 창

1983년 경북대학교 전자공학과 졸업. 1985년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 석사. 1991년 Texas A&M University, Dept. EE 박사. 1985년 ~ 1987년 한국과학기술원 시스템공학센터. 1992년 ~ 1993년 한국전자통신연구원

선임연구원. 1993년 ~ 현재 한국항공대학교 통신정보공학과 부교수. 관심분야는 광대역 통신시스템, 트래픽 관리, 고속 인터넷