

PNNI 기반의 무선 ATM 망에서 핸드오버를 위한 동적 COS 선택 기법

정희원 김도현*, 전협우**, 이원우***, 조유제**, 박광로****

Dynamic COS Selection Scheme for Supporting Handover in the PNNI-Based Wireless ATM Networks

Do Hyeon Kim*, Hyub Woo Jeon**, Won Woo Lee***, You Ze Cho**,
Kwang Roh Park**** *Regular Members*

요 약

광대역 이동 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 무선 ATM(Wireless Asynchronous Transfer Mode) 기술은 초기에는 주로 PNNI(Private Network to Network Interface) 기반의 무선 LAN 분야에서 응용되리라 전망된다. 이러한 PNNI 기반의 무선 ATM 망에서는 동일한 교환기 내에서의 핸드오버 뿐만 아니라 PG(Peer Group)내의 교환기 간이나 PG간의 핸드오버에 대한 연구가 필요하다. 이에 본 논문에서는 PNNI의 DTL(Designated Transit List) 정보를 이용하여 신속한 핸드오버를 위한 동적 COS(CrossOver Switch) 선택 기법을 제안한다. 제안된 COS 선택 기법에서는 초기 연결 설정 시에 생성되는 DTL 정보를 종단 ATM 교환기와 출력 경계 노드(exit border node)에 저장하여 PG내의 교환기 간이나 PG간의 핸드오버 과정에서 COS 선택 지연 시간을 최소화할 수 있다. 그리고, Intra-switch, Intra-PG 및 Inter-PG 핸드오버에서 제안된 동적 COS 선택 기법이 기존 Toh의 기법에 비하여 PG 크기가 커질수록 지연 시간 감소에 우수한 결과를 보였다.

ABSTRACT

Wireless ATM will be used for broadband mobile multimedia service in the PNNI(Private Network to Network Interface)-based wireless LAN(Local Area Network) environment, before its application to public wireless networks. In this paper, a new COS(CrossOver Switch) selection scheme using DTL(Designated Transit List) information is proposed for a PNNI-based wireless ATM network. In this scheme, end ATM switches and exit border nodes store the DTL information of mobile terminals end-to-end connection in their local tables. When a mobile terminal moves to a new ATM switch during its communication, the stored DTL information will be used for dynamic COS selection purposes. The analysis results show that the proposed scheme can reduce the COS selection delay, compared with Toh's scheme in an Intra-PG(Peer Group) handover or Inter-PG handover.

1. 서 론

무선 ATM은 미래의 무선 멀티미디어 서비스를 종단간 ATM 기술로 제공하기 위한 차세대 통신망

기술이다. 무선 ATM은 기존에 유선 구간에서만 적용되던 ATM 기술을 무선 구간까지 확장하여 비교적 저속의 이동성을 제공하면서 옥내외에서 무선화

* 천안대학교 정보통신학부 (dhkim@infocom.chonan.ac.kr),

** 경북대학교 전자전기공학부 (hwcheon@palgong.kyungpook.ac.kr, yzcho@ee.kyungpook.ac.kr),

*** LG 정보통신 중앙연구소(dglww@lgic.co.kr), ****한국전자통신연구원 무선 ATM팀 (krpark@etri.re.kr)

논문번호: 98314-0724, 접수일자: 1998년 7월 24일

※ 본 연구는 한국과학재단 핵심기초(98-0100-23-04-3) 및 한국전자통신연구원 지원으로 수행되었습니다.

통해 25Mbps급 이상의 멀티미디어 서비스 제공을 목표로 한다^[1].

현재 무선 ATM의 연구와 표준화 작업은 ATM 포럼과 유럽의 ETSI(European Telecommunications Standards Institute) RES(Radio Equipment and Systems) 10을 중심으로 활발히 진행되고 있다. 이 가운데 ATM 포럼의 무선 ATM 워킹 그룹에서는 무선 접속 계층(Radio Access Layer)과 이동 ATM(Mobile ATM)의 두 부분으로 나누어 표준화 작업을 수행하고 있으며, 1998년 말까지 완료할 예정이다.

이동 ATM 부분에 속하는 핸드오버는 단말기가 이동할 경우 새로운 경로를 재설정하는 관점에 따라 경로 재라우팅(path rerouting)과 경로 확장 방식(path extension)으로 나누어 연구되고 있다^{[2][3]}. 경로 재라우팅은 기존 연결상의 하나의 교환기를 COS(CrossOver Switch)로 선택하여 COS에서 새로운 기지국까지의 연결 구간(segment)을 새로이 설정하고, 이전 기지국에서 COS까지의 연결 구간을 해제하는 방식이다. 경로 확장은 기존 연결을 이전 기지국에서 새로운 기지국까지 확장해 나가는 방식이다.

경로 재라우팅 방식은 IS(Interim Standard)-41과 GSM(Global System for Mobile Communication) 기반의 셀룰라 전화망에서는 anchor 교환기를 COS로 선택하는 고정 COS 선택 방식으로부터 발전되었다. 고정 COS 선택 방식은 Acampora^[4]와 Yuan^[5] 등에 의해 새롭게 제시되었으며, 핸드오버 시간이 짧으나 최적 경로를 제공하기 어려운 단점이 있다. 현재 고정 COS 선택 방식의 경로 최적화를 위해 다양한 동적 COS 선택 알고리즘^{[2][6]}이 제안되고 있으나, 핸드오버 시에 COS 선택 과정이 추가됨으로 시그널링 오버헤드가 증가하고 핸드오버 지연 시간이 길어지는 문제점을 갖고 있다.

무선 ATM은 초기에는 주로 LAN 분야에 응용될 것으로 전망되며, 이와 같은 무선 ATM LAN 구현은 사실 ATM 망에서 교환기 간의 표준 인터페이스로 사용되고 있는 PNNI를 기반으로 이루어질 것으로 예상된다^[7]. 따라서, 계층적 구조인 PNNI 기반의 무선 ATM 망에서 이동성을 지원하기 위한 효율적인 핸드오버 기법의 개발이 필요하다. 이러한 PNNI의 계층적 핸드오버 기법은 유형에 따라 교환기 내의 핸드오버(Intra-switch)와 PG(Peer Group) 내에서 핸드오버(Intra-PG), 그리고 PG 간의 핸드오버(Inter-PG)로 구분할 수 있다. 여기서 하나의 PG는 하나의 무선 LAN으로 볼 수 있으며, 이 경우

Intra-PG 핸드오버는 무선 LAN 내에서, Inter-PG 핸드오버는 무선 LAN 간에 발생된다.

본 논문에서는 PNNI 기반의 무선 ATM 망에서 핸드오버 지연 시간을 최소화하기 위하여 중단 ATM 교환기와 출력 경계 노드(exit border node : BN_{ex})에 저장한 DTL(Designated Transit List) 정보를 이용하는 새로운 동적 COS 선택 기법을 제안한다. 이때 DTL 정보는 PNNI에서 중단간 연결 설정 시에 SETUP 메시지가 거쳐야 할 라우팅 경로를 나타낸다. 본 논문에서는 PNNI의 계층적 구조로 인해 발생할 수 있는 Intra-switch, Intra-PG 및 Inter-PG 핸드오버 등을 모두 지원하는 동적 COS 선택 과정과 시그널링 절차를 제시하고, 동적 COS 선택에 걸리는 지연 시간을 PG의 크기에 따라 분석한다. 제안한 동적 COS 선택 기법은 핸드오버 발생 유형의 대부분을 차지하는 Intra-switch와 Intra-PG 핸드오버 뿐만 아니라 Inter-PG 핸드오버에서 기존의 Toh가 제안한 방식^[6]보다 지연 시간과 망의 처리 비용을 크게 줄일 수 있음을 알 수 있었다.

서론에 이어서 2장에서 기존의 PNNI 기반의 무선 ATM에 대한 관련 연구를 살펴보고, 3장에서는 DTL 정보를 이용한 동적 COS 선택 기법을 제안하며, 구체적인 동작 예와 시그널링 절차를 설명한다. 그리고, 4장에서 핸드오버 지연 시간 측면에서 Toh의 기법과 제안된 기법 간의 성능 분석을 수행하고, 5장에서 결론을 맺는다.

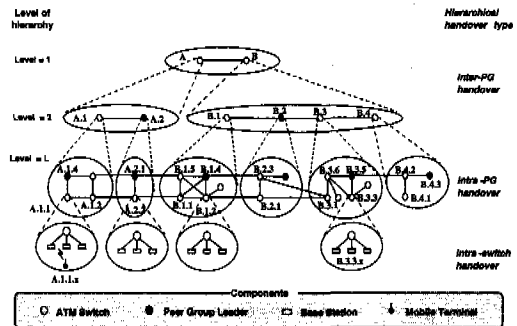


그림 1. PNNI 기반의 계층적 무선 ATM망 구조

II. 관련 연구

1. PNNI 기반의 무선 ATM 망

PNNI는 ATM 포럼에 의해 표준화된 사실 ATM 망의 인터페이스 방식이다^[7]. PNNI에서 무선 ATM

단말기의 이동성을 지원하기 위해서는 기존의 PNNI에 이동성 지원 기능을 가진 ATM 교환기와 이동 단말기(Mobile Terminal : MT)를 유선망에 접속시켜 주는 기지국 등이 추가되어야 한다. 그림 1은 여러 개의 ATM 교환기들이 모여 하나의 PG를 이루고, 다수의 PG들이 다시 모여 상위 레벨에 PG를 구성하는 PNNI의 계층적 무선 ATM 망 구조를 보여주고 있다. 그리고, PNNI의 계층적 구조에서 발생하는 Intra-switch, Intra-PG 및 Inter-PG 핸드오버를 설명하고 있다. 여기서 ATM 교환기들은 동일한 PG에 속한 다른 ATM 교환기들과 망의 자원 상태, 토폴로지 및 도달성 정보(reachability information) 등을 교환하여 연결 설정 시에 이용한다. 이때 각 PG는 이웃한 PG와 경계 노드(border node : BN)를 통해 서로 연결된다.

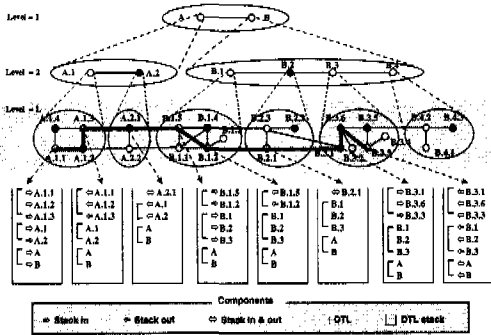


그림 2. PNNI 기반의 ATM 망에서 연결 설정 과정의 예

PNNI 기반의 ATM 망에서는 모든 연결의 설정 요구는 소스 라우팅(source routing) 방식으로 수행된다. 소스 라우팅은 목적지까지의 경로를 소스 노드에서 결정하고 그 경로를 따라 SETUP 메시지를 보내면, 경로상의 모든 노드들이 소스의 라우팅 결정을 그대로 따르는 방식이다. 무선 ATM망에서도 초기 연결 설정과 라우팅은 기존의 유선 PNNI 기반의 ATM망의 방식을 따르며, 단지 서비스 중에 단말기가 이동하여 망과의 접속점이 바뀌게 될 경우 COS와 새로운 접속점 사이에 경로 재설정 필요하다.

그림 2에서는 PNNI기반의 ATM망에서의 연결 설정 과정을 예를 들어 자세히 설명하고 있다. 이 그림에서는 소스 노드 A.1.1과 목적지 노드인 B.3.3 사이에 연결 설정이 수행되는 과정을 나타내고 있다. 먼저, 소스 노드가 목적지로 연결 설정 요구를

받으면 가능한 모든 경로를 구한다. A.1.1부터 B.3.3까지 라우팅 가능한 경로는 [A.1.1, A.1.2, A.2, B], [A.1.1, A.1.2, A.1.3, A.2, B], [A.1.1, A.1.4, A.1.3, A.2, B], [A.1.1, A.1.4, A.1.3, A.1.2, A.2, B] 등이 있다. 소스 노드는 이들 경로 가운데서 PNNI의 각 노드들 간에 교환되는 망 토폴로지 정보를 기반으로 최선의 경로를 선택한다. 따라서, 이 그림에서는 [A.1.1, A.1.2, A.1.3, A.2, B]를 최선의 경로로 선택한다.

소스 노드는 선택된 경로를 따라 SETUP 메시지를 전송하여 목적지까지 연결을 설정한다. 이때 SETUP 메시지 내에는 거쳐야 할 경로를 가리키는 DTL 정보가 실려간다. SETUP 메시지 내의 DTL 정보는 PG 레벨에 따라 계층적으로 나뉘어지고, 각 레벨의 DTL 정보는 LIFO(Last In First Out) 형태로 처리되는 스택 구조로 동작된다. 그림 2의 아래 부분은 소스 노드인 A.1.1에서 B.3.3으로 전송하는 SETUP 메시지의 DTL 정보를 나타내고 있다. 이때 SETUP 메시지가 PG A.1.1에서 A.2, B.1, B.2를 거쳐 목적지 B.3.3에 도착하면, SETUP 메시지의 DTL 정보는 모두 삭제된다.

2. 기존 PNNI 기반의 무선 ATM 핸드오버 기법

기존에 제안된 PNNI 기반의 무선 ATM 망의 계층적 구조를 이용하는 핸드오버 기법으로는 Toh가 제안한 핸드오버 방식이 가장 대표적이다^{[6][8]}. Toh의 핸드오버는 동적 COS 선택을 통한 경로 재라우팅 방식인데 최적의 COS를 선택하기 위해 각 PG에서 단말기의 연결 정보를 관리한다.

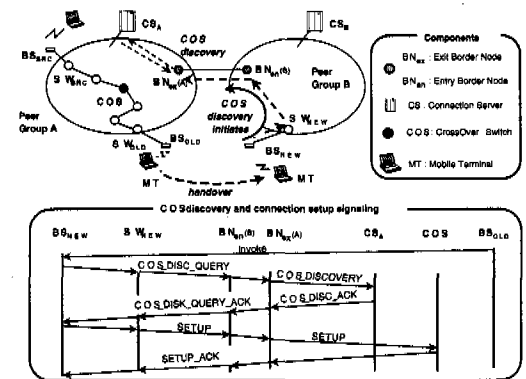


그림 3. Toh의 핸드오버 기법에서 동적 COS선택 및 새로운 연결 구간 설정 과정

Toh가 제시한 COS 선택 방법은 이동 단말기의 기존 연결 정보 관리를 위해 각 PG마다 하나의 연결 서버(Connection Server : CS)를 둔다. PG 내의 모든 활성 연결들의 정보를 연결 서버에서 저장하고 있다가 핸드오버 시에 연결 정보를 제공하여 PG 내에서 최적의 COS를 선택하도록 한다.

그림 3에서는 Toh의 PG 간 동적 COS선택 및 새로운 연결 구간 설정 과정을 설명하고 있다. PG A에 있던 이동 단말기가 PG B로 핸드오버 할 경우, 새로운 기지국(BS_{NEW})은 경로 재설정을 수행할 COS를 검색한다. PG A에 속한 이전 기지국(BS_{OLD})으로부터 핸드오버를 요청하는 Invoke 메시지를 받은 BS_{NEW}는 라우팅 테이블로부터 같은 PG B에 소스 교환기(SW_{SRC})와 이전 교환기(SW_{OLD})가 없음을 확인한다. BS_{NEW}는 COS 선택 메시지를 이전에 단말기가 존재하던 PG A의 출력 경계 노드(BN_{ex}(A))로 전송한다. 이때 COS 선택 메시지를 받은 BN_{ex}(A)는 연결 서버 CS_A로 PG 내에서 이동 단말기의 연결 정보를 문의하고, 이 정보에 의해 최적의 COS를 선택하여 BS_{NEW}로 알린다. BN_{ex}(A)에 의해 COS의 주소가 BS_{NEW}로 전달되면, BN_{ex}(A)는 COS까지의 부분 재라우팅 경로를 설정한다.

Toh의 동적 COS 선택 기법에서는 COS를 선택하기 위하여 PG 내의 연결 서버에서 별도의 연결 정보를 수집하고 저장해야 하는 어려움이 있고, 연결 정보의 사용 횟수에 비해 유지 관리해야 하는 단말기의 기존 연결 정보량이 많으므로 망 자원의 낭비가 초래된다. 특히, 교환기 내의 핸드오버에 비해서 PG내의 교환기간이나 PG간의 핸드오버 시에 단말기 연결 정보를 검색하기 위한 시그널링 절차가 복잡하고, 신호 메시지 전달 지연과 처리 부하로 인한 지연 시간이 길어지는 문제점이 발생한다.

III. DTL 정보를 이용한 동적 COS 선택 기법

논문에서 제안하는 COS 선택 기법은 연결 정보를 별도의 연결 서버에 저장하지 않고, PNNI에서 초기 연결 설정 과정에서 생성하는 SETUP 메시지 내의 DTL 정보를 이용하여 동적으로 COS 선택을 수행할 수 있도록 한다. 특히, 제안된 기법은 Toh 방식의 COS 선택 과정에서 걸리는 긴 처리 시간을 단축하고, 기존 PNNI 표준의 수정을 최소화하는 장점이 있다. 이를 위해 PNNI 기반의 무선 ATM 망에서 PG의 경계 노드와 기지국이 연결된 모든 ATM 교환기들은 이동성을 지원하여야 하며, 그 주

요 기능들은 다음의 두 가지로 요약된다.

- PNNI에서 종단간 연결 설정에 이용되는 SETUP 메시지 내의 DTL 정보를 종단 ATM 교환기에 저장한다. 또한, DTL은 PG 내의 거처가는 노드들에 대해서 상세한 연결 정보를 가지고 있는 반면, PG간에는 축약된 연결 정보만 갖고 있다. 따라서, 만약 여러 개의 PG를 거치면서 연결을 설정할 경우에는 통과하는 PG의 BN_{ex}에 해당 PG 내의 연결 정보를 갖고 있는 DTL 정보를 저장해야 한다. 여기서, BN_{ex}은 PG 내에서 SETUP 메시지를 마지막으로 받아들이는 교환기이고, 입력 경계 노드(entry border node : BN_{en})는 PG 내에서 SETUP 메시지를 처음 받는 교환기로 정의된다.

- 모든 ATM 교환기는 COS로 선택될 수 있기 때문에 이동 단말기의 핸드오버를 지원하기 위한 새로운 연결 구간의 설정과 기존 연결 구간의 해제를 수행할 수 있어야 한다.

제안된 방식은 PNNI의 계층적 ATM 망 구조에서 발생할 수 있는 Intra-switch, Intra-PG 및 Inter-PG 등의 핸드오버를 모두 지원할 수 있다. Intra-switch 핸드오버에서는 이동 단말기의 현재 기지국 BS_{OLD}와 핸드오버 할 기지국 BS_{NEW}가 동일한 교환기 내에 존재한다. 따라서 Intra-switch 핸드오버는 동일한 교환기 내에서 발생하는 핸드오버이기 때문에 기지국에 연결된 교환기가 COS가 되어 간단히 수행되므로, 여기서는 Intra-switch 핸드오버 절차에 대한 자세한 설명은 생략한다.

1. Intra-PG 핸드오버

Intra-PG 핸드오버는 이동 단말기가 이전 기지국과 핸드오버 할 새로운 기지국의 ATM 교환기가 동일한 PG 내에 존재하는 교환기 간의 핸드오버를 말한다. 일반적으로 Inter-PG 핸드오버에 비해 발생 빈도가 높은 Intra-PG 핸드오버는 신속성 및 데이터 무결성 보장 외에도 처리 비용이 적게 드는 방향으로 구현되어야 한다. 이와 같은 요구사항에 의해 Intra-PG 핸드오버에서 COS의 선택은 SW_{OLD}가 저장하고 있는 DTL 정보와 각 노드들 간에 공유하는 망 토폴로지 정보를 이용하여 수행된다. Intra-PG 핸드오버를 위해 제안된 연결 재설정 과정은 그림 4와 같다.

그림 4에서 이동 단말기가 SW_{OLD}를 통해서 핸드오버를 요구하면, SW_{OLD}는 HO_REQ_QUERY 메

시지 내에 DTL정보를 신고, 이를 SW_{NEW} 로 전달한다. 그리고, SW_{NEW} 와 SW_{SRC} 가 같은 PG 내에 있을 경우 SW_{NEW} 는 DTL정보와 PG 내의 망 토폴로지 정보를 이용하여 SW_{NEW} 에서 기존 연결 경로상의 교환기를 거쳐 SW_{SRC} 에 연결되는 모든 경로들에 대한 홉 수를 계산한다. 이들 경로 중에서 최소 홉 수를 가지는 경로를 선택하고, 만약 동일한 홉 수를 갖는 경로가 여러 개 존재하면, 기존 연결 경로와 가장 많이 중첩되는 경로를 새로운 연결 경로로 선택한다. 그리고, 기존 연결 경로와 접치는 새로운 연결 경로상의 교환기 중에서 SW_{OLD} 에 가까운 교환기를 COS로 선택하고, SW_{NEW} 에서 COS까지의 새로운 연결 구간을 설정한다. 만약 SW_{NEW} 와 SW_{SRC} 가 서로 다른 PG에 속할 경우 SW_{SRC} 대신에 입력 경계 노드(BN_{ex})에 대하여 동일하게 COS 선택과 새로운 연결 구간 설정 과정을 수행한다. 여기서 HO_REQ_QUERY 메시지 내의 DTL 정보는 기존 연결 정보를 갖고 있으며, $SETUP$ 메시지 내의 DTL정보는 새로운 연결 구간의 연결 정보를 포함하고 있다.

기를 거쳐 입력 경계 노드 B.3.1까지의 경로 ①과 ②의 홉 수를 비교한다. 그 중 최단 홉 수를 가지는 경로 ①을 새로운 연결 경로로 결정하고, 이 경로상에서 이전 교환기 B.3.3에 가까운 교환기 B.3.6을 COS로 선택한다. 그리고, SW_{NEW} 인 B.3.2에서 B.3.6으로 새로운 연결 구간을 설정하고, B.3.6에서 SW_{OLD} 인 B.3.3간의 연결 구간을 해제한다. SW_{NEW} 인 B.3.2는 DTL 정보를 {[B.3.3, B.3.6, B.3.2], [B.1, B.2, B.3], [A, B]}로 수정한다.

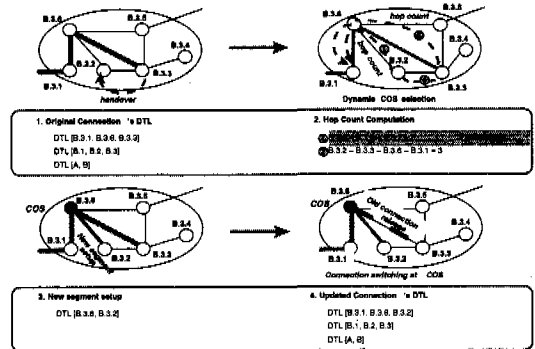


그림 5. Intra-PG 핸드오버에서 동적 COS 선택 과정

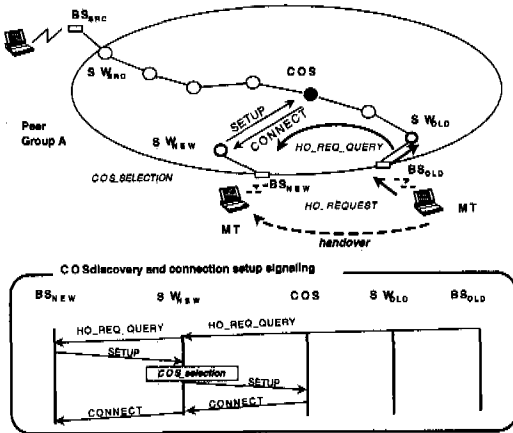


그림 4. Intra-PG 핸드오버에서 동적 COS선택 및 새로운 연결 구간 설정 과정

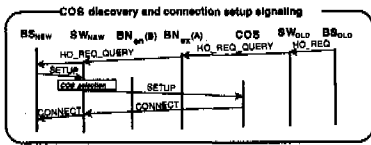
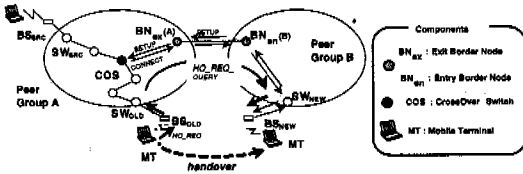
그림 5에서는 제안된 동적 COS 선택 방식을 예를 들어 자세히 설명하고 있다. 이동 단말기가 교환기 B.3.3에서 B.3.2로 핸드오버 할 경우 SW_{OLD} 인 B.3.3은 저장하고 있던 DTL 정보 {[B.3.1, B.3.6, B.3.3], [B.1, B.2, B.3], [A, B]}를 HO_REQ_QUERY 메시지에 실어 SW_{NEW} 인 B.3.2에 전달한다. B.3.2는 DTL 정보와 망 토폴로지 정보를 이용하여 SW_{NEW} 인 B.3.2에서 기존 연결 경로상의 교환

2. Inter-PG 핸드오버

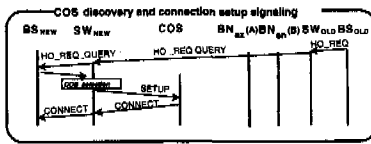
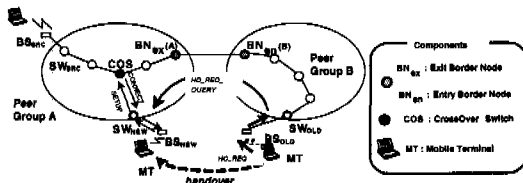
Inter-PG 핸드오버는 이동 단말기의 BS_{OLD} 와 BS_{NEW} 가 서로 다른 PG에 속하는 교환기 간의 핸드오버를 의미한다. Inter-PG 핸드오버는 Intra-switch와 Intra-PG에 비해 빈번하게 발생하지 않으나, PG간의 신호 메시지 전달로 인하여 긴 핸드오버 지연 시간이 발생하므로 빠른 핸드오버가 요구된다. 이를 위해 PNNI에서 종단간 연결 설정 과정에서 SW_{OLD} 뿐만 아니라 BN_{ex} 에 DTL 정보를 저장하여 Inter-PG 핸드오버의 동적 COS 선택 과정에 이용한다.

Inter-PG 핸드오버에서는 이동 단말기가 새로운 PG로 이동하는 경우와 이전 PG로 이동하는 경우로 나누어 연결 재설정 과정을 살펴본다. 새로운 PG로 이동하는 Inter-PG 핸드오버에서는 Intra-PG 핸드오버와 동일한 방법으로 SW_{OLD} 에서 전송하는 DTL 정보를 이용하여 COS 선택 과정을 수행한다. 그러나, 이동 단말기가 기존 연결 경로상에 위치한 이전 PG로 이동하는 Inter-PG 핸드오버에서는 SW_{OLD} 에서 보내오는 DTL 정보에는 이전 PG에서의 연결 정보를 갖고 있지 않아 최적의 COS를 선택하기가 어렵다. 따라서 이전 PG내의 기존 연결 정보를 제

공하기 위해 각 PG의 BN_{ex}에서도 DTL 정보를 저장하고, 핸드오버 시에 이 DTL 정보를 SW_{OLD}에서 전송하는 DTL 정보와 함께 SW_{NEW}로 전달한다. SW_{NEW}는 이들 DTL 정보와 망 토폴로지 정보를 이용하여 최적의 COS를 선택하고 새로운 연결 구간을 설정한다.



(a) 새로운 PG로 이동하는 경우



(b) 이전 PG로 이동하는 경우

그림 6. Inter-PG 핸드오버에서 동적 COS선택 및 새로운 연결 구간 설정 과정

그림 6에서는 Inter-PG 핸드오버에서 제안된 동적 COS 선택 과정을 설명하고 있다. 그림 6(a)처럼 새로운 PG B로 이동하는 경우 SW_{OLD}는 HO_REQ_QUERY 메시지에 DTL 정보를 실어 BN_{ex}(A)를 거쳐 SW_{NEW}로 전송하고, SW_{NEW}에서는 DTL 정보와 망 토폴로지 정보를 이용하여 PG A의 BN_{ex}(A)에서 기존 연결 경로상의 교환기를 거쳐 SW_{SRC}에 연결되는 모든 경로들에 대한 홉 수를 계산한다. 이들 경로 중에서 최소 홉 수를 가지는 경로를 선택하고, 만약 동일한 홉 수를 갖는 경로가 여러 개 존재하면, 기존 연결 경로와 가장 많이 중첩되는 경로를 새로운 연결 경로로 선택한다. 그리고, 기존 연결

경로와 겹치는 새로운 연결 경로상의 교환기 중에서 SW_{OLD}에 가까운 교환기를 COS로 선택하고, SETUP 메시지를 SW_{NEW}에서 BN_{en}(B)와 BN_{ex}(A)를 거쳐 COS로 전송하여 새로운 연결 구간을 설정한다. COS에서는 CONNECT 메시지를 BN_{ex}(A)에게 전달하고, BN_{ex}(A)는 HO_REQ_QUERY 메시지에서 얻은 기존 DTL 정보와 SETUP 메시지로부터 받은 새로운 DTL 정보를 이용하여 PG A내의 SW_{SRC}에서 BN_{ex}(A)까지의 연결을 나타내는 DTL 정보를 생성하고 저장한다. CONNECT 메시지가 BN_{en}(B)를 거쳐 SW_{NEW}에 도착하면, SW_{NEW}에서도 PG B내의 BN_{en}(B)에서 SW_{NEW}까지의 연결 정보인 DTL 정보를 저장한다.

그림 6(b)와 같이 이전 PG A로 이동할 경우에는 SW_{OLD}와 BN_{ex}(A)에 저장된 DTL 정보를 HO_REQ_QUERY 메시지에 실어 SW_{NEW}에 전달하고, SW_{NEW}에서는 DTL 정보와 망 토폴로지 정보를 이용하여 PG A의 기존 연결상에 있는 교환기 중 하나를 COS로 선택한다. 그리고, SETUP 메시지와 CONNECT 메시지를 이용하여 그림 6(a)에서와 같이 새로운 연결 구간 설정과 새로운 DTL 정보를 SW_{NEW}에 저장하는 과정을 수행한다.

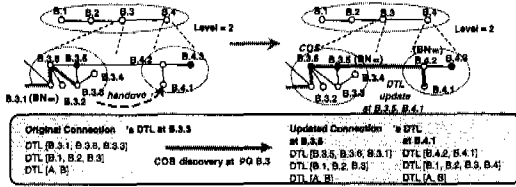
그림 7에서는 Inter-PG 핸드오버에서 제안된 동적 COS 선택 과정을 예를 들어 자세히 설명하고 있다. 그림 7(a)에서는 이동 단말기가 교환기 B.3.3에서 새로운 PG B.4의 교환기 B.4.1로 핸드오버하는 경우를 보여주고 있다. 이때 B.4.1에서는 B.3.3에서 전달된 DTL 정보와 망 토폴로지 정보를 토대로 PG B.3의 BN_{ex}인 B.3.5에서 기존 연결 경로상의 교환기를 거쳐 BN_{en}인 B.3.1까지의 여러 경로들의 홉 수를 비교한다. 이들 중 최단 홉 수를 가지는 경로 [B.3.5, B.3.6, B.3.1]를 선정하고, SW_{OLD}에 가까운 B.3.6을 COS로 선택한다. 그리고, B.4.1에서 B.3.6로 새로운 연결 구간을 설정하고, B.3.5에서 B.3.3의 경로를 해제한다. SW_{NEW}인 B.4.1과 BN_{ex}인 B.3.5의 DTL 정보를 수정한다.

그림 7(b)에서는 이동 단말기가 SW_{OLD}인 B.3.3에서 이전 PG B.2의 SW_{NEW}인 B.2.2로 핸드오버하는 경우이다. 이때 B.2.2에서는 BN_{ex}인 B.2.5에서 제공된 DTL 정보를 이용하여 B.2.2와 BN_{en}인 B.2.1 간에 최단 홉 수를 가지는 경로 [B.2.2, B.2.3, B.2.1]과 [B.2.2, B.2.4, B.2.1]상에서 기존 경로와 가장 많이 중첩된 [B.2.2, B.2.4, B.2.1]을 새로운 경로로 선정한다. 그리고, SW_{OLD}에 가까운 B.2.4를 COS로 선택하고, SW_{NEW}인 B.2.2에서

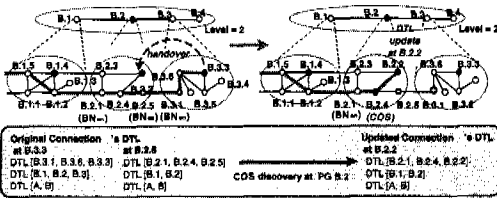
B.2.4로 새로운 연결 구간을 설정하고, B.2.4에서 B.3.3의 기존 경로를 해제한다. SW_{NEW}인 B.2.2의 DTL 정보를 저장하고, SW_{OLD}인 B.3.3과 BN_{ex}인 B.2.5의 DTL 정보를 삭제한다.

과 같이 표현된다. 여기서 L은 PG의 크기를 의미하는데, 각 ATM 교환기의 서비스 영역의 층(layer)이다.

$$N_S = 1 + 3L(L-1) \tag{1}$$



(a) 새로운 PG로 이동하는 경우



(b) 이전 PG로 이동하는 경우

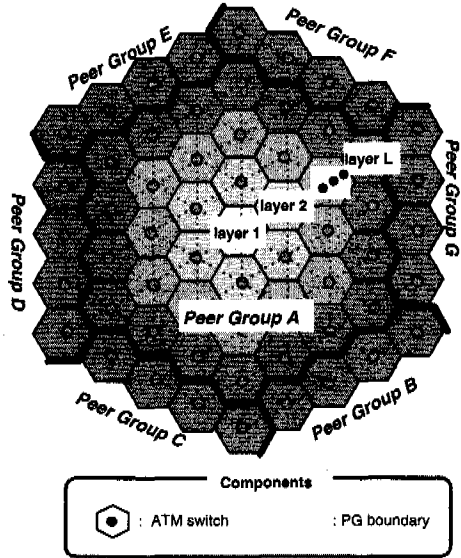


그림 7. Inter-PG 핸드오버에서 동적 COS 선택 과정

그림 8. 무선 ATM 망의 PG 구조

IV. 성능 분석

1. 시그널링 지연 시간 분석

PNNI 기반의 무선 ATM 망에서는 여러 개의 ATM 교환기가 하나의 PG를 구성하고, 하나의 ATM 교환기에 다수의 기지국이 연결되는 형태이다. 그림 8에서는 PNNI 기반의 무선 ATM 망의 PG 구조를 나타내고 있다. 여기서 하나의 ATM 교환기는 정육각형 모양의 서비스 영역을 가지고, 각 ATM 교환기내에는 여러 개의 셀로 구성된다고 가정한다. 이때 PG내의 ATM 교환기 수(N)는 식 (1)

아래에서는 그림 8과 같은 PNNI 기반의 무선 ATM 망에서 제안된 동적 COS 선택 기법과 Toh의 기법에 대해 PG의 크기에 따른 COS 선택과 새로운 연결 구간 설정에 소요되는 시그널링 지연 시간을 분석한다.

표 1에서는 Intra-PG와 Inter-PG 핸드오버에서 Toh의 기법과 제안된 기법의 COS 선택 및 새로운 연결 구간 설정 시간을 비교하고 있다^[9]. Toh와 제안된 기법의 지연 시간을 계산하기 위해 다음과 같은 몇 가지의 가정을 둔다. 먼저, 망 구성 요소별로

표 1. Toh의 기법과 제안된 기법에 대한 동적 COS 선택 및 연결 설정 지연 시간 비교

		Toh의 기법	제안된 동적 COS 선택 기법
Intra-PG 핸드오버		$4T_{BS-SW} + 2T_{SW-CS} + 2T_{SW-COS+}$ $S_{COS} + S_{CS} + 2S_{BS} + 4S_{SW(new)}$	$2T_{BS-SW} + 2T_{SW-COS+}$ $S_{COS} + S_{BS} + 2S_{SW(new)}$
Inter-PG 핸드오버	이전 PG로 이동	$4T_{BS-SW} + 2T_{SW-CS} + 2T_{SW-COS+}$ $S_{COS} + S_{CS} + 2S_{BS} + 4S_{SW(new)}$	$2T_{BS-SW} + 2T_{SW-COS+}$ $S_{COS} + S_{BS} + 2S_{SW(new)}$
	새로운 PG로 이동	$4T_{BS-SW} + 4T_{SW-BN} + 4T_{BN-BN} + 2T_{BN-CS}$ $+ 2T_{COS-BN} + S_{CS} + S_{COS} + 4S_{BN} + 2S_{BS} + 4S_{SW(new)}$	$2T_{BS-SW} + 2T_{SW-BN} + 2T_{BN-BN} + 2T_{COS-BN} +$ $S_{COS} + 2S_{BN} + S_{BS} + 2S_{SW(new)}$

신호 메시지를 내부적으로 처리하는 시간을 S_{MT} , S_{BS} , $S_{SW(NEW)}$, S_{COS} , S_{CS} , S_{BN} 등으로 정의한다. 그리고, 두 기법에서 신호 메시지 전송에 걸리는 시간을 B_S 와 교환기 간에는 T_{BS-SW} , 새로운 교환기와 COS 간에는 T_{SW-COS} 로 정의하고, Toh 방식에서는 부가적으로 새로운 교환기(SW)와 연결 서버(CS) 간의 신호 메시지 전송 시간을 T_{SW-CS} 로 정의한다. 그림 8에서 CS가 PG 내의 중심에 위치할 경우에 SW와 CS 사이의 홉 수는 0에서 (L-1) 사이의 값이 될 수 있고, SW와 BN, SW와 COS, BN과 COS 사이의 홉 수는 0에서 2(L-1) 사이의 값을 가질 수 있다.

이러한 환경하에서 Toh의 기법과 제안된 기법에 대해 PG 크기에 따른 COS 선택과 새로운 연결 구간 설정에 걸리는 최대 지연 시간을 얻기 위하여 SW와 CS, SW와 BN, SW와 COS, 그리고 BN과 COS 사이의 홉 수를 최대값으로 가정한다. 식 (2), (3)은 Intra-PG 핸드오버에서 Toh 방식과 제안된 방식의 최대 지연 시간 $T_{Toh(intra)}$ 와 $T_{Proposed(intra)}$ 을 나타낸 것이다. 여기서 두 교환기 간에 신호 메시지를 전송하는데 걸리는 시간을 T_{sw} 라 하고, 신호 메시지가 거쳐가는 교환기의 처리 지연 시간을 S_{sw} 라 한다. L이 1인 경우는 동일한 ATM 교환기 내에서 발생하는 Intra-switch 핸드오버이며, 이 경우 COS 선택 과정은 없고 새로운 연결 설정만 나타나므로 식 (2), (3)에서 T_{sw} , S_{cos} , S_{cs} , S_{sw} 등이 포함되지 않는다.

$$T_{Toh(intra)} = 4T_{BS-SW} + 6(L-1) T_{sw} + S_{cos} + S_{cs} + 2S_{BS} + 4S_{SW(new)} + 2(3L-5)S_{sw} \quad (2)$$

$$T_{Proposed(intra)} = 2T_{BS-SW} + 4(L-1)T_{sw} + S_{cos} + S_{BS} + 2S_{SW(new)} + 2(2L-3)S_{sw} \quad (3)$$

식 (4)-(7)은 Inter-PG 핸드오버에서 동적 COS 선택과 연결 구간 설정에 소요되는 최대 지연 시간과 망의 크기와의 관계를 Toh의 기법과 제안된 기법에 대하여 나타낸 것이다. 여기에서 식 (4), (5)는 이전 PG로 이동 단말기가 이동하는 경우이고, 식 (6), (7)은 새로운 PG로 이동하는 경우의 최대 지연 시간을 나타내고 있다.

$$T_{Toh(old_inter)} = 4T_{BS-SW} + 6(L-1)T_{sw} + S_{cos} + S_{cs} + 2S_{BS} + 4S_{SW(NEW)} + 2(3L-5)S_{sw} \quad (4)$$

$$T_{Proposed(old_inter)} = 2T_{BS-SW} + 4(L-1) T_{sw} + S_{cos} + S_{BS} + 2S_{SW(NEW)} + 2(2L-3)S_{sw} \quad (5)$$

$$T_{Toh(new_inter)} = 4T_{BS-SW} + 14(L-1)T_{sw} + 4T_{BN-BN} + S_{cs} + S_{cos} + 4S_{BN} + 2S_{BS} + 4S_{SW(NEW)} + 2(7L-11)S_{sw} \quad (6)$$

$$T_{Proposed(new_inter)} = 2T_{BS-SW} + 8(L-1)T_{sw} + 2T_{BN-BN} + S_{cos} + S_{BS} + 2S_{BN} + 2S_{SW(NEW)} + 4(2L-3)S_{sw} \quad (7)$$

2. 분석 결과

이 절에서는 Toh 기법과 제안된 기법의 시그널링 지연 시간 분석을 토대로 Intra-PG와 Inter-PG 핸드오버에서 COS 선택과 새로운 연결 구간 설정에 소요되는 지연 시간을 산출함으로써 두 기법에 대해 신속성 측면에서 정량적인 성능을 비교한다.

동적 COS 선택 및 연결 설정 지연 시간은 ATM 교환기, 기지국 및 이동 단말기간에는 큐잉 지연 (queuing delay), 전송 지연(transmission delay) 및 전파 지연(propagation delay)으로 발생하고, 각 망 요소에서는 신호 메시지 처리 시간(signaling message processing time)이 발생한다. 여기서는 성능 분석을 위하여 ATM 교환기간의 거리는 10km로 하고, 기지국과 ATM 교환기간은 최대 5km로 가정하며, 큐잉 지연은 무시한다. 또한, 두 ATM 교환기 간의 신호의 전파 속도는 2×10^8 m/sec, 신호 메시지 크기는 한 셀(53bytes)이라고 가정한다. 지연 시간을 분석하기 위한 파라미터를 요약하면 표 2와 같다.

표 2. 성능 분석을 위해 고려된 파라미터 값

Items	Values
Signaling message transmission time at a switch	2.73 μ sec
Signaling message processing time at a switch	100 μ sec
The link speed between two switches	155 Mbps
The number of layers(L)	1-10

그림 9에서는 Intra-PG 핸드오버에서 동적 COS 선택 및 새로운 연결 구간 설정시 소요되는 최대 지연 시간에 대하여 Toh의 기법과 제안된 기법을 비교하고 있다. 여기서 L이 1 인 경우에는 ATM 교환기 내의 Intra-switch 핸드오버이므로 새로운 연결 설정에 걸리는 시간만 나타난다. 그리고, PG의 크기가 커질수록 최대 동적 COS 선택 및 새로운 연결 구간 설정 지연 시간이 증가함을 알 수 있으며, 제안된 기법이 기존 Toh의 방식에 비해 최대 3msec 정도 감소함을 알 수 있다.

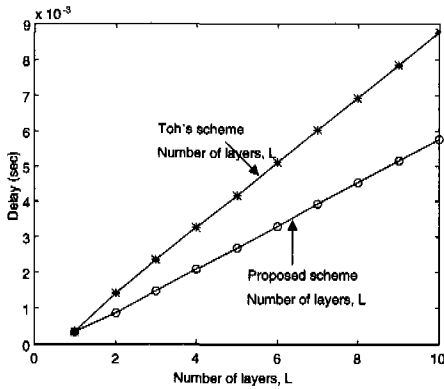
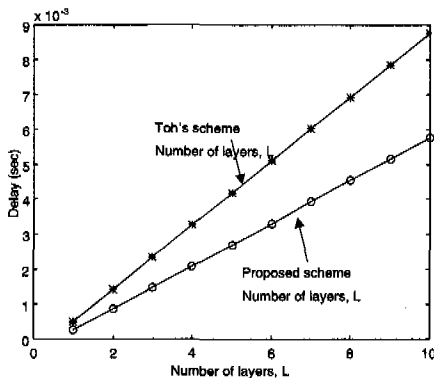
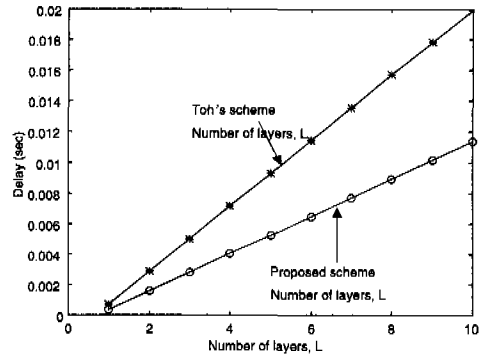


그림 9. Intra-PG 핸드오버에서 COS 선택 및 연결 설정 최대 지연 시간

그림 10은 Inter-PG 핸드오버에서 Toh의 기법과 제안된 기법을 비교하고 있다. 그림 10(a)는 이전 PG로 이동하는 Inter-PG 핸드오버의 동적 COS 선택 및 새로운 연결 구간 설정에 걸리는 최대 지연 시간을 나타내고 있다.



(a) 이전 PG로 이동하는 경우



(b) 새로운 PG로 이동하는 경우

그림 10. Inter-PG 핸드오버에서 COS 선택 및 연결 설정 최대 지연 시간

PG의 크기가 증가할수록 제안한 기법이 Toh의 기법에 비해 최대 지연 시간이 0.1msec에서 3msec 까지 감소함을 알 수 있다. 새로운 PG로 이동하는 Inter-PG 핸드오버의 결과를 나타낸 그림 10(b)에서도 그림 10(a)와 비슷한 특성을 나타내지만, PG의 크기가 커질수록 최대 지연 시간이 더 증가하고 있다. 여기서도 제안된 기법이 Toh의 기법에 비해 최대 지연 시간이 0.4msec에서 8.2msec까지 감소함을 알 수 있다. 따라서, PNNI 기반의 Intra-PG 핸드오버와 Inter-PG 핸드오버에서 제안된 기법이 기존 Toh의 기법보다 더 짧은 동적 COS 선택 및 새로운 연결 구간 설정 시간이 소요됨을 알 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 PNNI 기반의 무선 ATM 망에서 이동 단말기의 핸드오버 기능을 지원하기 위해 DTL 정보를 이용하는 동적 COS 선택 기법을 제안 하였다. 제안된 기법에서는 초기 연결 설정 시에 PNNI의 SETUP 메시지를 소스 노드에서 목적지가 지 라우팅 시키기 위한 DTL 정보를 종단 ATM 교환기와 출력 경계 노드에 저장하고, 이 DTL 정보와 망 토폴로지 정보를 이용하여 최적의 COS를 선택한다. 그 결과 제안된 기법에서는 COS 선택과 새로운 연결 구간 설정 과정을 함께 수행할 수 있어 동적 COS 선택 과정에서 발생하는 시그널링 오버헤드를 최소화하는 효과를 얻을 수 있었다. 그리고 PNNI의 계층적 구조로 인해 발생하는

Intra-switch, Intra-PG 및 Inter-PG 핸드오버를 모두 지원할 수 있으며, 기존 Toh의 기법에 비해 PG 크기가 커질수록 성능의 우수함을 보였다.

참고 문헌

[1] K. Rauhala, "Baseline text for wireless ATM specifications," ATM Forum BTD-WATM-01.04, Sep. 1997.

[2] B. A. Akyol, D. C. Cox, "Rerouting for Handover in a Wireless ATM Network," *IEEE Personal Communications*, pp.26-33, Oct. 1996.

[3] M. Veeraraghavan, M. J. Karol and K. Y. Eng, "Mobility and Connection Management in a Wireless ATM LAN," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, Vol.15, No.1, pp.50-68, Jan. 1997.

[4] A. S. Acampora, M. Naghshineh, "An Architecture and Methodology for Mobile-Executed Handover in Cellular ATM Networks," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, Vol.12, pp.1365-1375, Oct. 1994.

[5] R. Yuan, S. K. Biswas and D. Raychaudhuri, "A Signaling and Control Architecture for Mobility Support in Wireless ATM Networks," *Proc. of IEEE ICC '96*, Dallas, Texas, pp.478-484, Jun. 1996.

[6] C. K. Toh, S. K. Dao, "Handovers for mobile hosts Migrating across WATM LANs," *ATM Forum/97-0666*, Jul. 1997.

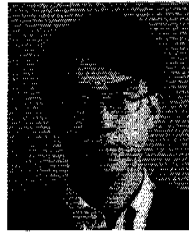
[7] Private Network-Network Interface Specification Version 1.0 (PNNI 1.0), ATM Forum af-pnni-0055.000, Mar. 1996.

[8] C. K. Toh, "The design & implementation of a hybrid handover protocol for multi-media wireless LANs," *Proceeding of MOBICOM'95*, pp. 49-61, Nov. 1995.

[9] C.K. Toh, "Performance Evaluation of Crossover Switch Discovery Algorithm for Wireless ATM LANs," *Proc. of IEEE INFOCOM '96*, San Francisco, California, pp.1380-1387, 1996.

김도현(Do Hyeon Kim)

정회원



1988년 2월 : 경북대학교 전자공학과 졸업 (학사)
 1990년 2월 : 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업 (석사)
 1999년 3월~현재 : 천안대학교 정보통신학부 전임강사

<주관심 분야> 무선 ATM, ATM, 이동통신

전협우(Hyub Woo Jeon)

정회원

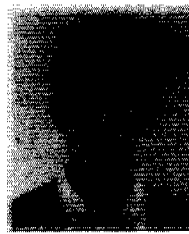


1997년 2월 : 경북대학교 전자공학과 졸업 (학사)
 1999년 2월 : 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업 (석사)
 1999년 3월~현재 : 경북대학교 대학원 전자공학과 박사과정

<주관심 분야> 이동통신, ATM, 무선 ATM

이원우(Won Woo Lee)

정회원



1996년 2월 : 경북대학교 전자공학과 졸업 (학사)
 1998년 2월 : 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업 (석사)
 1998년 3월~현재 : LG 정보통신 연구원

<주관심 분야> 이동통신, ATM, 무선 ATM

조유제(You Ze Cho)

정회원

한국통신학회논문지 제23권 제5권 참조

박광로(Kwang Roh Park)

정회원

1982년 2월 : 경북대학교 전자공학과 졸업 (학사)
 1985년 2월 : 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업 (석사)
 1984년~현재 : 한국전자통신연구원 선임연구원 교환전송기술연구소 무선ATM팀

<주관심 분야> ATM 트래픽 분석, 무선 ATM, Mobile IP