

論文 97-34S-2-2

ATM-based PCN에서의 연결재라우팅을 위한 유선망자원 예약방안 (Dynamic Resource Reservation Scheme for Connection Rerouting on ATM-based PCN)

張景訓*, 沈哉廷*, 金惠鎮*, 姜景薰**

(Kyunghun Jang, Jaejeong Shim, Duckjin Kim, and Kyeonghoon Kang)

요 약

최근 통신망의 분야는 광대역 망과 개인통신서비스라는 두 가지 개념을 통합하는 추세로 재구성되고 있다. 이러한 망구조를 기반으로 앞으로는 다양한 멀티미디어 서비스를 이동통신망에서 제공할 수 있을 것으로 기대된다. 본 논문에서는 이동성으로 인한 대역폭과 같은 자원의 효과적인 대체방안에 대한 연구의 일환으로서 ATM 기반의 PCN에서의 교환기간 고속 핸드오프를 위한 연결재라우팅 방안 및 이와 관련된 유선망 자원의 동적 예약방식을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 연결재라우팅 방안은 교환기간 핸드오프 가능성이 있는 호들에 대해 미리 목적 교환기로의 라우팅 테이블을 등록함으로써 실제 교환기간 핸드오프 시에 라우팅에 소요되는 시간을 단축시킬 수 있다. 그리고 연결재라우팅 방안을 활용하는 동적 예약방식은 교환기간 핸드오프 가능성이 있는 호들에 대한 정보를 토대로 클래스에 따라 유선망자원을 별도로 예약함으로써 각 호의 QoS를 만족시키고 동시에 핸드오프 호의 절단확률을 낮게 유지시킬 수 있다.

Abstract

It is a recent trend that mobile communications and PCS are integrated into the broadband network. Broadband multimedia traffic will be transported over the integrated network. In this paper, we propose a connection re-routing method for fast inter-switch handoffs and a dynamic resource reservation scheme, which is based on the proposed re-routing method, for the ATM-based personal communications network. To reduce the delay for re-routing, the proposed re-routing method is to reserve VPI/VCI for possible inter-switch handoff calls in advance. Our reservation scheme is to statistically reserve the fixed resources for possible inter-switch handoff calls, according to the QoS of the handoff calls. The simulation results show that our proposed scheme satisfies the required QoS of handoff calls and keep the dropping probability of handoff calls lower than other schemes.

I. 서 론

최근 통신망의 분야는 광대역 망과 개인통신서비스

라는 두 가지 개념을 통합하는 추세로 재구성되고 있다. 광대역 망은 패킷 기본 전송, 주문형 대역폭, 멀티미디어 트래픽의 통합에 의해 특성화된다. 모든 통신망 트래픽의 형태는 고정길이의 패킷 포맷으로 광대역망에 의해 전송된다. 그리고 저속 및 고속 연결간의 유일한 차이는 그러한 고정길이의 패킷이 생성되는 율이다. 망자원들은 통계적으로 사용자간에 공유되고 패킷이 실제적으로 생성될 때만이 활성화되어 사용된다. 개인 통신서비스는 tetherless 접속의 개념과 장소간의 연결 지원 뿐만 아니라 사람간 또는 사람과 장소간의 연결을 지원하는 망의 개념을 기초로 하고 있다. 즉, 착신

* 正會員, 高麗大學校 電子工學科 B-ISDN 研究室
(Dept. of Elec. Eng., B-ISDN Lab., Korea Univ.)

** 正會員, 韓國電子通信研究院 交換技術研究團 移動
交換研究室

(Mobile Switching Sec., Switching Technology
Division, ETRI)

接受日字:1996年10月25日, 수정완료일:1997年2月12日

자가 어디에 있을지라도 착신자의 위치를 알아내고 통신을 할 수 있는 망의 능력과 사용자의 이동성에 대해 망의 포트간의 연결을 핸드오프할 수 있는 망의 능력을 의미한다. 또한 개인통신서비스의 주요개념은 사용자의 특정요구에 맞춰 제공할 수 있는 특정 망서비스이다. 미래의 PCS 주요설계목표는 비용절감을 위한 보다 진보된 단일 통신망하부구조에 유무선 통신을 통합하는 것이다. ATM전송 플랫폼은 이러한 통합을 위한 저렴한 효율적인 하부전송방식으로서 간주되고 있으며, 이는 ATM기술이 높은 용량과 빠른 전송속도를 제공할 뿐만 아니라 단일 전송 플랫폼에서 음성, 데이터, 영상, 비디오와 같은 여러 서비스들을 통합할 수 있기 때문이다^[1,2].

마이크로/피코셀 담당구역의 소형화와 다중경로 및 그림자 페이딩 효과와 같은 무선 환경에서의 특성으로 인해 미래의 마이크로 셀룰라 시스템에서의 핸드오프는 현재의 매크로 셀룰라 시스템에 비해 발생비율이 현저히 높아질 것이고 또한 그러한 시스템의 제어를 위한 새로운 기술들이 도입되어야 할 것이다^[3,4].

현재 ATM FORUM에서는 ATM 근간망에서 이동성을 지원하면서 이동가입자에게 보다 높은 품질의 서비스를 제공하고자 ATM을 기반으로 하는 PCN에 대한 연구가 시작되고 있다. 특히 무선 ATM 및 Mobility-enabled ATM과 같은 새로운 망요소에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.^[5]

이러한 망구조를 기반으로 앞으로는 다양한 멀티미디어 서비스를 이동통신망에서 제공할 수 있을 것으로 기대된다. 그러나 이를 위해서는 단말의 이동성으로 인한 대역폭과 같은 자원의 효과적인 대체방안에 대한 연구가 뒷받침되어야 할 것이다.

기존의 연결재라우팅 방안으로는 동적 재라우팅 방안^[6]이 제안되었는데 이는 교환기간 핸드오프가 발생되었을 때 연결재라우팅을 시도하게 되므로 핸드오프로 인한 지연시간이 상당히 길어지는 단점이 있다. 반면 이를 개선하기 위한 가상연결트리 개념을 이용한 연결재라우팅 방안^[7]은 한 호를 위해 상당한 자원을 예약해 놓아야 하는 단점이 있고 가상연결트리의 담당 영역이 클수록 호설정 지연시간이 길어지게 되는 단점이 있다^[8]. 이러한 방안은 단지 교환기간 핸드오프시의 지연시간 단축만 고려하고 자원문제에 대해서는 고려하고 있지 않다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 PVC(Permanent virtual connection)을 사용하는 핸드

드오프 방안^[8]이 제안되었다. 이 방안은 3장에서 논의되는 고정예약방식과 유사하다. 본 논문에서는 교환기간 핸드오프가 발생하기 이전에 미리 연결재라우팅을 시도함으로써 핸드오프로 인한 지연시간을 최소화하고 핸드오프 호를 위한 별도의 자원을 예약함으로써 핸드오프호의 절단확률을 최소화하여 이러한 단점을 극복하고자 교환기간 고속 핸드오프를 위한 효과적인 연결재라우팅 방안과 이를 토대로 한 유선망 자원의 예약방안을 제안하고 있다. 또한 자원예약측면에서 핸드오프호의 각 요구대역폭을 반영하고자 요구대역폭에 따른 별도의 예약방식을 적용하고 있다. 이러한 기능들은 Mobility-enabled ATM에서의 효율적 이동성 지원을 위해 효과적으로 적용될 수 있을 것이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 근간망에서의 교환기간 고속핸드오프 처리를 위한 연결재라우팅 방안을 제안한다. III장에서는 유선자원, 특히 대역폭, 의 실시간 대체를 위한 대역폭 예약방안으로서 II장에서 제안된 방안을 바탕으로 한 동적 예약방식을 제안한다. IV장에서는 시뮬레이션을 통해 핸드오프호의 절단확률 및 새로운 호의 차단확률을 비교함으로써 유선망에서의 대역폭 예약방식들을 비교 분석한다. 마지막으로 V장에서 결론을 맺는다.

II. 교환기간 고속 핸드오프를 위한 연결재라우팅 방안

본 연구에서 제안하는 교환기간 고속 핸드오프를 위한 재라우팅 방안은 이동 호가 인접 클러스터 근처의 셀에 들어가게 될 때 목적 클러스터내의 교환기로의 재라우팅을 위한 경로설정 및 VPI/VCI를 등록하게 된다.

하나의 클러스터는 셀룰라 기지국들의 집합과 이들 기지국들과 연결되어 고정망 접속을 제공하는 하나의 ATM 교환기로 구성된다. 하나의 클러스터 C는 각 셀 c_i 와 관련된 N개의 셀룰라 기지국들로 구성되어 있다고 할 때 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$C = \{ c_1, c_2, \dots, c_N \}$$

또한, 그 클러스터가 M개의 클러스터와 인접해 있다고 한다. 우리는 D_i 를 인접 클러스터 i의 근처에 있는 셀들의 집합으로 정의한다.

$$D_i = \{ c_j, c_k, c_l, \dots \} \subset C, i=1,2,\dots,M$$

어떠한 D_i 에도 속해 있지 않은 셀들의 집합을 R 이라고 하면 다음과 같다.

$$R = \{ c_j, c_k, c_l, \dots \} \subset C, R \cap D_i = \emptyset \text{ for all } i$$

예를 들어, 그림 1과 같이 20개의 셀들을 갖는 하나의 클러스터를 고려해 보자. 그 클러스터는 4개의 인접 클러스터를 갖는다. 그림 1로부터 다음과 같은 결과를 얻는다.

$$C = \{ c_1, c_2, c_3, \dots, c_{19}, c_{20} \}$$

$$D_1 = \{ c_9, c_{18}, c_{19}, c_{20} \}$$

$$D_2 = \{ c_9, c_{10}, c_{11}, c_{12} \}$$

$$D_3 = \{ c_{12}, c_{13}, c_{14}, c_{15} \}$$

$$D_4 = \{ c_6, c_{15}, c_{16}, c_{17}, c_{18} \}$$

$$R = \{ c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, c_7, c_8 \}$$

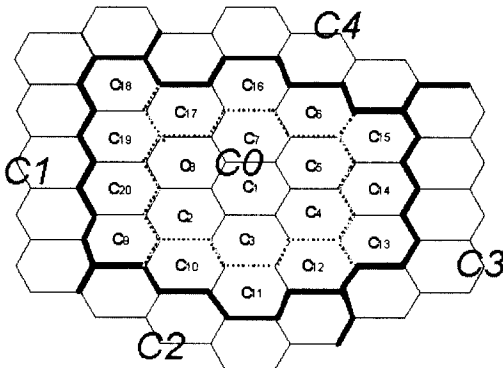


그림 1. 4개의 인접 클러스터들을 갖는 하나의 클러스터의 예 (c_i =cell i , C_i =cluster i)

Fig. 1. An example of a cluster with 4 neighboring clusters.

1. 교환기간 고속 핸드오프를 위한 연결재라우팅 방안

본 연구에서 제안한 핸드오프를 위한 동적 재라우팅 방안은 다음과 같이 요약될 수 있다.

- 1) 이동 호가 호연결 지속기간동안 하나의 클러스터 C 의 지역 R 내에 위치하여 있다면, 클러스터내의 교환기내에서 셀간 이동성을 지원할 수 있다. 물론 관련 교환기는 클러스터간 핸드오프가 일어날 확률이 없으므로, 재라우팅 연결을 위해 VPI/VCI를 설정할 필요가 없다. 지역 R 에서 핸드오프를 위한 최근접 공통노드는 클러스터내의 교환기가 될 것이다.

- 2) 만약 이동 호가 지역 D_i 의 한 셀에 위치하였다면, 그 셀과 관련된 기지국은 후보 클러스터내의 목적 교환기로의 재라우팅 및 VPI/VCI 설정을 위해 시그널링 메시지를 현재 교환기에 보낸다.

- 3) 재라우팅 및 그와 관련된 VPI/VCI를 미리 설정하는 방법에는 두 가지가 있을 수 있다. 그 중 하나는, 발신측과 착신측이 재협상을 하는 것이다. 현재의 ATM 시그널링은 하나의 ATM연결 중간노드에서 재라우팅이 용이하지 않다. 따라서, 이러한 방법보다는 향상된 접근방식으로서, 최근접 공통노드의 개념을 ATM 프로토콜에 포함시키는 것이다. 여기서는 재라우팅 방안에 대한 논의만을 고려하므로, 최근접 공통노드의 선택방법은 논의하지 않기로 한다^[6].

만약 최근접 공통노드가 결정되었다고 하면, 그 스위치는 재라우팅 및 VPI/VCI 설정을 위한 시그널링 메시지를 ATM망을 거쳐 최근접 공통노드로 보낸다. 그러면, 최근접 공통노드는 후보 클러스터내의 목적 교환기로의 재라우팅과 VPI/VCI 설정을 수행하게 된다. 최근접 공통노드는 후보 셀(기지국)을 알지 못하므로 이때 경로는 단지 목적 교환기까지만 설정된다.

- 4) 만약 이동 호가 예상대로 인접 클러스터 내로 이동하였다면, 그 이동 호의 mobile-ID를 식별해 이미 등록된 경로를 따라 자원을 할당한다. 그 이동 호가 그 클러스터의 지역 R 로 들어갈 때까지 기존 연결상의 VPI/VCI를 라우팅 테이블에서 삭제하지는 않지만 기존 연결에 할당된 자원들은 해제된다.
- 5) 이동 사용자가 지역 D 로부터 지역 R 로 이동하여 들어가게 되면, 기존 연결상의 VPI/VCI를 재라우팅 테이블에서 삭제한다.

본 연구에서 제안한 동적 재라우팅방안은 클러스터의 지역 D 에서 미리 클러스터간 핸드오프에 대비하여 재라우팅 및 그와 관련된 VPI/VCI를 설정함으로써 실제 교환기간 핸드오프 시에 소요되는 재라우팅 지연시간을 감소시킬 수 있다.

2. 제안된 교환기간 고속 핸드오프를 위한 시그널링 절차에서는 본 연구에서 제안하고 있는 교환기간 고속 핸드오프 연결재라우팅을 위한 시그널링 절차에 대해 살펴보기로 한다. 시그널링 절차를 위해 필요한 망요소는 다음과 같다.

- MT(Mobile Terminal)
- 현재 기지국(Current BS)
- 목적 기지국(Target BS)
- 현재 클러스터내의 교환기 (Current Switch)
- 후보 인접 클러스터내의 교환기 (Candidate Switch)
- 최근접 공통노드(Nearest Common Node)
- 망관리자 (Network Manager)

교환기는 하나의 클러스터를 담당하고 있고 그에 속한 기지국들과 통신한다. 제한한 동적 재라우팅 방안을 위해 교환기는 자신이 담당하고 있는 기지국들의 토폴로지 정보를 갖고 있어야 한다. 따라서, 기지국 ID(BS_ID)를 보고 현재 이동 호가 지역 R에 있는지 지역 D에 있는지를 판단하게 된다. 또한 교환기는 각 지역 D에 해당하는 후보 인접 클러스터내의 교환기들에 대한 정보를 갖고 있어야 한다. 이동 호가 핸드오프를 요구하기 위해 Handoff_Req 메시지를 보내면 기지국은 MT_ID와 BS_ID 정보를 실어 현재 클러스터내의 교환기에 보내게 된다. 그 교환기는 BS_ID에 의해 이동 호의 위치를 판단하고 만약 이동 호가 지역 D에 있다면 해당 후보 인접클러스터내의 교환기에 관한 정보를 실어 망관리자에게 ReRout_Req 메시지를 보내게 된다.

최근접 공통노드는 클러스터간 핸드오프를 위한 브리저 역할을 하는 노드로서 현재 클러스터내의 교환기와 후보 인접 클러스터내의 교환기간에 가장 근거리의 공통노드를 의미한다. 이 공통노드는 교환기간 핸드오프로 인한 ATM셀들의 손실을 막기 위해 순방향 및 역방향의 셀들을 적절한 시기에 버퍼링함으로써 동기화를 맞추는 기능을 갖추어야 한다. 따라서, 위와 같은 기능들을 갖춘 교환기만이 최근접 공통노드가 될 수 있다.

망관리자는 클러스터간 핸드오프를 위해 현재 클러스터내의 교환기와 후보 인접 클러스터내의 교환기간의 최근접 공통노드를 찾아주는 기능을 담당한다. 이는 AIN(Advanced Intelligent Network)에 의해 제공될 수 있을 것으로 예상된다. 즉, AIN의 망요소인 SCP(Service Control Point) 및 SDP(Service Data Point)와의 상호작용을 통해 망토폴로지 및 연결과 관련된 노드들에 대한 정보를 기록 저장하고, 최근접 공통노드 알고리즘을 통해 해당 최근접 공통노드를 알려

주는 기능을 제공하게 될 것이다.

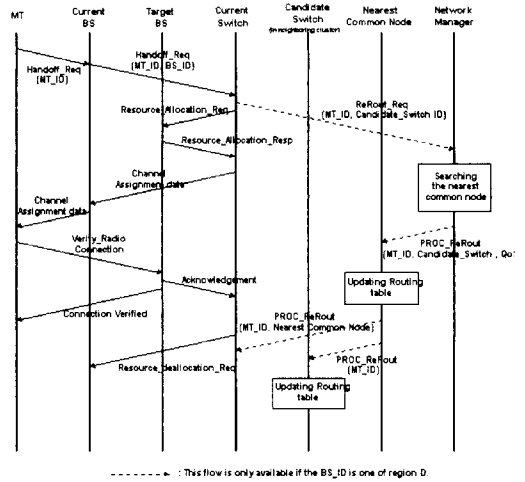


그림 2. 클러스터 내에서의 핸드오프를 위한 시그널링 절차

Fig. 2. Signaling flows for hand-off in one cluster.

그림 2는 클러스터 내에서의 핸드오프를 위한 시그널링 절차를 나타낸 것이다. 이동 호가 핸드오프를 위해 Handoff_Req 메시지를 현재 기지국으로 보내면 그 기지국은 MT_ID와 자신의 기지국 ID인 BS_ID 정보를 실어 현재 클러스터내의 교환기에 패스하게 된다. 이때 그 교환기는 BS_ID를 보고 이동사용자가 어느 지역에 있는지를 식별한다. 만약 이동 호가 지역 D에 있다면 그림 2에서 점선으로 그린 절차와 함께 실선으로 그린 절차도 동시에 수행된다. 이동 호가 지역 R에 있다면 점선으로 그린 절차는 수행되지 않고 단지 실선으로 그린 절차만 수행된다.

이동 호가 지역 D에 있는 경우를 살펴보면, 교환기는 지역 D에 해당하는 후보 인접 클러스터내의 교환기와 MT_ID 정보를 실어 ReRout_Req 메시지를 망관리자에게 보낸다. 망관리자는 현재 클러스터내의 교환기와 후보 인접 클러스터내의 교환기간의 최근접 공통노드를 찾아 MT_ID와 후보 인접클러스터내의 교환기와 QoS정보를 포함하는 PROC_ReRout 메시지를 최근접 공통노드에 보낸다. 그 공통노드는 핸드오프를 요구한 호의 QoS를 만족시킬 수 있도록 후보 인접 클러스터 내의 교환기와의 경로를 설정하고 라우팅 테이블에 VPI/VCI를 등록한다. 후보 인접클러스터내의 교환기는 MT_ID와 그에 해당하는 VPI/VCI를 라우팅 테이블에 등록하게 된다. 최근접 공통노드는 MT_ID와

자신의 노드정보를 실어 PROC_ReRoute 메시지를 현재 클러스터내의 교환기에 보낸다.

그림 3은 클러스터간의 핸드오프를 위한 시그널링 절차를 나타낸 것이다. 지역 D에 있는 이동호에 의해 요구된 Handoff_Req는 기지국을 통해 현재 클러스터내의 교환기로 보내지게 된다. 이때, 그 교환기는 그 MT_ID에 해당하는 최근접 공통노드로 그 메시지를 패스한다. 최근접 공통노드는 이전에 설정된 경로를 통해 후보 인접 클러스터내의 교환기간의 유선망자원을 할당하게 된다. 나머지 절차는 클러스터내의 핸드오프 절차와 유사하다.

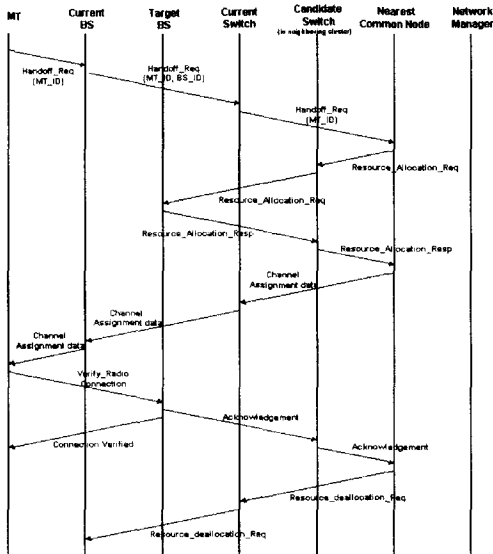


그림 3. 클러스터간 핸드오프를 위한 시그널링 절차
Fig. 3. Signaling flows for hand-off between clusters.

III. 연결재라우팅을 위한 유선자원예약 방안

이동 사용자와 고정 사용자간에 광대역 접속을 제공하기 위해 이동 및 광대역망 기술의 통합이 예상되고 있다. 그러한 망은 기존의 음성과 데이터는 물론 앞으로의 멀티미디어 트래픽을 지원할 것이다. QoS 제공은 멀티미디어 트래픽을 지원하는데 중요한 역할을 한다. 광대역 유선망과 무선망의 통합과 함께 두 가지의 QoS 측면을 혼합한 QoS에 대한 고려가 있어야 한다.

멀티미디어 세션(session)을 지원하기 위해서 QoS는 세션 시간동안 보장되어야 한다. 또한 중단간 연결의 유선 및 무선 부분에 자원이 할당된다. 만약 각 무

선 사용자가 유선 사용자와 동일하게 다뤄진다면, 셀간의 핸드오프는 빈번한 연결 및 관련 자원의 설정과 해제를 유발시킨다. 그러므로 이동 사용자는 그와 관련된 연결 관리 오버헤드를 가질 것이다. 사용자가 셀간을 이동할 때, 유선망에서의 연결 경로는 사용자의 새로운 위치를 반영하도록 수정되어야 한다. 이동사용자는 ATM 망에 시간변이 환경을 요구하므로 기존 ATM 망에서의 자원할당 알고리즘은 이동 사용자의 자원할당에 직접 사용될 수 없다. 유선망을 통한 경로의 변화는 링크상의 새로운 자원 할당 및 기존 자원 해제를 유발한다. 그러므로 핸드오프로 인한 ATM망의 자원 관리는 PCS 망이 널리 보급되면 중요한 오버헤드가 될 것이다. 본 논문에서는 무선망에서의 사용자 이동성으로 인해 유발되는 유선망 내에서의 자원할당 문제를 언급하고자 한다.

비용에 있어 주요한 두 가지 요소는 다음과 같다.

- 1) 할당되어진 자원 및 사용되고 있는 실제 자원
- 2) 연결 설정 및 수정 비용

할당 및 사용된 자원의 비용은 대역폭과 연결 집합과 관련된 QoS를 근거로 한다. 이러한 비용은 실제적으로 이동성에 영향받지 않는다. 그러나 핸드오프는 새로운 연결 설정 및 기존 연결 설정에서의 변경을 필요로 할 것이다. 마이크로 셀룰라 환경에서는, 단일 연결 설정 동안 많은 핸드오프가 일어날 것이다. 그러므로 기존 연결에서의 변화 비용은 중요하다^[9].

본 논문에서 제안하고 있는 교환기간 고속 핸드오프를 위한 연결재라우팅 방안은 하나의 교환기가 담당하고 있는 영역의 경계지역에 있는 이동사용자를 위해 후보 목적 교환기로의 경로를 미리 재설정하고 있다. 그러나 경로상의 실제 자원할당은 교환기간 핸드오프가 발생했을 때 수행된다. 따라서 그에 따른 유선망자원에 대한 논의가 필요하다. 먼저 간단히 고려해 볼 수 있는 방안들로는 다음의 두 가지가 가능할 것이다.

첫 번째로는, 간단한 방법으로 유선망자원에 대한 자원예약 알고리즘이 없이 교환기간 핸드오프 발생 시에 자원의 유무를 살펴서 자원이 없을 경우 블럭되는 것이다. 본 논문에서는 이를 비예약 방식이라고 부른다.

두 번째로는, 미리 그 지역의 사용자 패턴 및 통계자료를 통해 교환기간 핸드오프 후에 필요한 유선망자원을 미리 고정적으로 예약해 놓는 것이다. 본 논문에서는 이를 고정 예약방식이라고 한다.

그러나, 이러한 방법들은 핸드오프를 요구한 호들에 대한 QoS 요구사항을 반영하지 못한다. 또한 고정적으로 유선망자원을 예약해 놓는 방안은 시간대 별로 변화하는 이동사용자 수요에 대한 능동적인 대처가 어렵다.

본 논문에서는 한정된 유선망 자원을 효율적으로 사용하고 핸드오프 호의 블럭율을 최소화하기 위한 방안으로 II장에서 제안한 동적 재라우팅 방안을 활용하는 동적 예약방식을 제안한다. 본 논문에서 제안하고자 하는 동적 예약방식은 교환기간 핸드오프를 요구하는 모든 호들의 QoS 요구사항을 최대한 충족시키기 위해 각 호를 그 성격에 따라 실시간 서비스처럼 지연에 민감한 서비스인 클래스 I과 상대적으로 지연에 덜 민감한 클래스 II로 구분한다. 본 논문에서 제안하는 동적 예약방식은 다음과 같다.

<동적 예약 방식>

하나의 최근접 공통노드는 그와 연결된 교환기들이 담당하는 각 클러스터내의 지역 D에 위치한 각 호들의 요구대역폭을 고려해 최근접 공통노드로부터 해당 목적 교환기로의 유선망자원을 예약한다. 핸드오프 확률을 0.8로 가정하고^[12] 핸드오프가 발생되었을 때 지역 D에서 다른 클러스터로 이동할 확률을 0.5로 가정하면 (지역 D에 위치한 호가 자신이 속한 클러스터의 지역 R 또는 인접 클러스터의 지역 D로 들어가게 되는 확률이 동일하므로) 지역 D에서 핸드오프 발생시 교환기간 핸드오프가 될 확률은 0.4 (=0.8×0.5)가 되므로, 제안한 동적예약방식에서는 지역 D에 위치한 호들의 요구대역폭을 모두 합해 이의 40%에 해당하는 유선망자원을 핸드오프호를 위해 예약한다. 이렇게 예약된 유선망자원은 실제 교환기간 핸드오프가 발생된 이동호들에게 할당된다. 이 방안에서는 예약시에 호의 클래스에 따라 예약자원을 별도로 관리하고 있다. 즉, 최근접 공통노드는 지역 D에 위치한 지연에 민감한 클래스 I의 호를 위해서 해당 목적 교환기로 클래스 I 호의 요구대역폭의 40%를 클래스 I 전용의 예약자원으로 관리하고, 지역 D에 위치한 지연에 둔감한 클래스 II의 호를 위해서는 클래스 II 호의 최소 요구대역폭의 40%를 클래스 II 전용의 예약자원으로 별도 관리한다. 실제 교환기간 핸드오프가 발생된 호들에 유선망자원을 할당할 때는 다음과 같은 알고리즘을 따른다.

- 1) 클래스 I의 호에 예약 유선망자원을 할당시킬 때,

클래스 I 전용의 예약자원이 가용하면 요구대역폭을 할당시킨다. 만약에 가용대역폭이 없으면 블럭된다.

- 2) 클래스 II의 호에 예약 유선망자원을 할당시킬 때, 그 호에 할당시킬 자원이 클래스 II 호를 위한 전체 예약자원의 X%를 초과하지 않으면 그 호에 요구대역폭을 다 할당시킨다.
- 3) 클래스 II의 호에 예약 유선망자원을 할당시킬 때, 그 호에 할당시킬 자원이 클래스 II 호를 위한 예약자원의 X%를 초과하면 그 호를 위한 최소 대역폭만 할당시킨다. 만약 최소대역폭을 위한 가용대역폭이 존재하지 않으면 블럭된다.

여기서 X%는 최근접 공통노드가 되는 시스템이 클래스 I, II 호의 핸드오프 절단확률 및 새로운 호의 차단확률 등을 만족시킬 수 있는 수준에서 정의할 수 있다.

그림 4는 비예약방식, 고정예약방식 그리고 동적예약방식의 자원예약방식을 비교 도식화한 것이다.

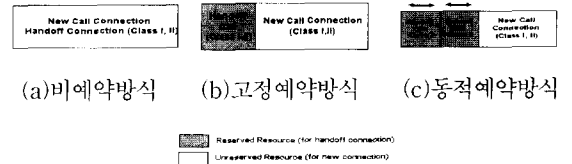


그림 4. 비예약방식 및 예약방식의 도식
Fig. 4. Diagram of non-reservation and reservation schemes.

IV. 시뮬레이션에 의한 비교분석

교환기간 핸드오프를 위한 유선망자원의 비예약방식 및 고정예약방식과 본 논문에서 제안한 연결재라우팅 방안을 활용하는 동적예약방식의 비교분석을 위해 4개의 무선접속교환기를 갖는 Mobility-enabled ATM 교환기를 그림 5와 같이 가정한다. 하나의 무선접속교환기는 하나의 클러스터를 담당한다고 가정한다. 또한 4개의 무선접속교환기간의 핸드오프를 위한 최근접 공통노드는 그림 5의 Mobility-enabled ATM이 되고 각 무선접속교환기간의 트렁크 용량은 5 Mbps씩 할당되어있다고 가정한다. 또한 각 무선접속교환기가 담당하는 영역의 이동가입자들의 수는 동일한 분포를 갖는다고 가정하고 가입자들의 호설정 요구 및 핸드오프 요구는 포이송 분포로 발생된다고 가정한다. 클래스 I

과 클래스 II 호의 생성비율은 6:4로 가정하고 각 클래스 당 요구대역폭은 표 1과 같이 가정한다. 또한 클래스 II의 최소요구대역폭은 64Kbps로 가정한다.

표 1. 클래스 I, II의 요구대역폭
Table 1. Required bandwidth of class I, II.

클래스 I		클래스 II	
요구대역폭	누적확률분포	요구대역폭	누적확률분포
64Kbps	0.5	64Kbps	0.3
80Kbps	0.7	100Kbps	0.6
90Kbps	0.85	150Kbps	0.75
100Kbps	0.95	200Kbps	0.9
120Kbps	1	250Kbps	1

일반 음성호의 통화시간을 평균 100sec의 지수분포로 가정하고 있고^[12] 또한 매크로 셀룰라 시스템에서의 한 호의 셀간 핸드오프 횟수를 0~1회 정도로 보고 있다^[11]. 따라서 마이크로 셀룰라 시스템에서는 이보다는 셀간 핸드오프의 횟수가 늘어날 것으로 보고 1~2회 정도로 가정하였다. 또한 앞으로 예상되는 멀티미디어 서비스 호에 대한 통화시간은 아직 정확히 예측하기 어려우므로 논문^[9]의 표를 근거로 음성호를 포함하는 클래스 I의 통화연결시간보다 비디오 데이터 전송과 같은 클래스 II의 통화연결시간을 약 2배정도 클 것으로 가정하였다. 따라서 클래스 I의 한 셀 내에서의 통화시간은 평균 50sec의 지수분포를 갖고 클래스 II는 평균 100sec의 지수분포를 갖는다고 가정하였다.

이동호의 셀간 핸드오프율은 0.8로 가정하고 이동호의 지역 R내에서의 핸드오프율, 지역 R과 지역 D간의 핸드오프율, 인접 클러스터간의 핸드오프율은 그림 6과 같다. 그림 6에서 n은 각 이동호의 셀간 핸드오프 횟수를 나타낸다. 한 호의 핸드오프 횟수는 1~2회 정도로 가정하고 있으므로 셀간 핸드오프가 한 번 발생할 때마다 다음 핸드오프 발생 확률은 급격히 감소하게 될 것이다. 그러므로 하나의 이동호의 핸드오프 확률이 셀간 핸드오프가 한 번 일어날 때마다 핸드오프 확률을 급격히 감소시키기 위해서 본 논문에서는 지수함수를 사용하였다.

따라서 평균 셀간 핸드오프 횟수는 다음과 같은 식으로부터 얻을 수 있다.

$$E[N_{Handoff}] = \sum_{n=1}^{\infty} n p_{ho} e^{-n}$$

여기서 p_{ho} 는 셀간 핸드오프가 발생할 확률로 0.8이다.

평균 셀간 핸드오프 횟수는 위 식으로부터 1.8정도가 된다. 이는 본 논문에서 가정한 것과 일치한다.

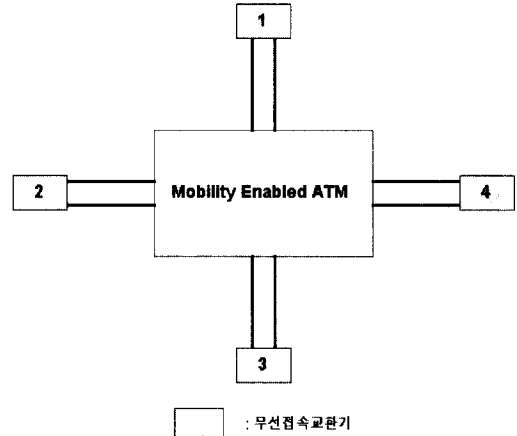


그림 5. 시물레이션 모델
Fig. 5. Simulation model.

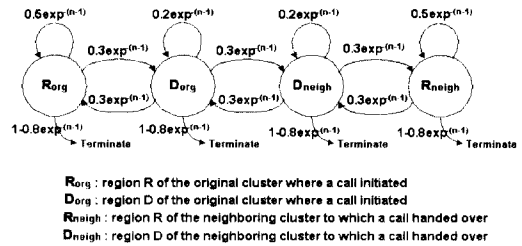


그림 6. 이동호의 핸드오프 확률 (n은 셀간 핸드오프 횟수)
Fig. 6. Hand-off prob. of a mobile call (n: the number of hand-offs).

본 논문에서는 예약방식들간의 비교분석을 위해 시물레이션 언어인 SLAM II^[13]를 이용하였으며, 시물레이션을 단순화시키기 위해 Mobile에서 고정망으로의 호만을 고려하였다.

비예약방식의 시물레이션에서는 별도의 예약자원을 두지 않으므로 핸드오프 호와 새로운 호를 구분하지 않는다. 비예약방식과 고정예약방식에서는 클래스를 구분하지 않는 점은 같지만 자원의 예약 유무에 차이가 있다. 동적예약방식에서는 클래스에 따른 별도의 예약자원을 교환기간 핸드오프가 일어날 가능성이 있는 호들의 전체 대역폭에 따라 동적으로 관리한다.

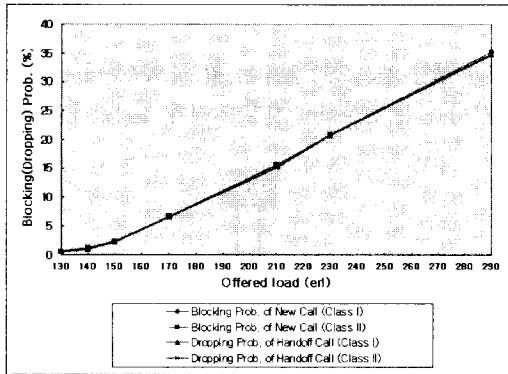


그림 7. 비예약방식에서의 호 차단확률 및 절단확률
Fig. 7. Blocking & dropping probabilities with non-reservation scheme(Offered load vs. Prob. of blocking).

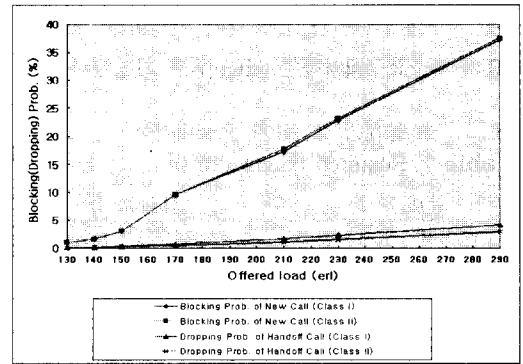
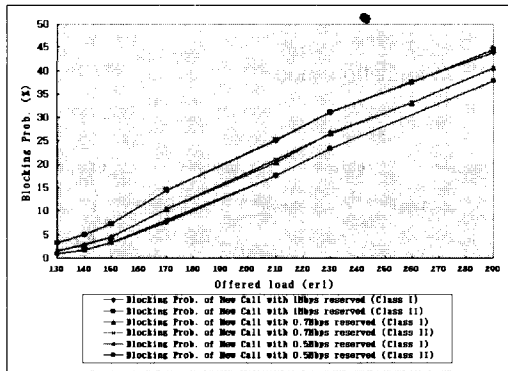
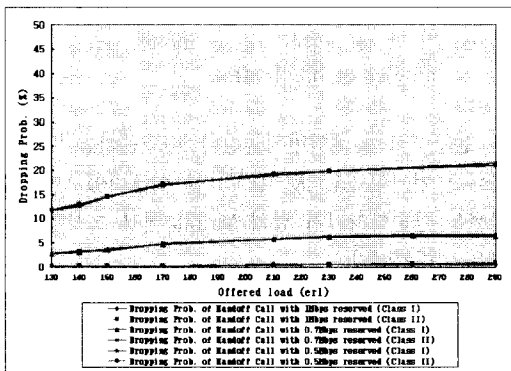


그림 9. 동적예약방식에서의 호 차단확률 및 절단확률
Fig. 9. Blocking & dropping probabilities with dynamic reservation scheme(Offered load vs. Prob. of blocking).



(a)



(b)

그림 8. 고정예약방식에서의 호 차단확률 및 절단확률
Fig. 8. Blocking & dropping probabilities with fixed reservation scheme(Offered load vs. Prob. of blocking).

각 방식에 따른 결과의 비교분석을 위해 Mobility-enabled ATM switch에 Offered load를 증가시켜가면서 각 클래스에 따른 핸드오프 호의 절단확률, 새로운 호의 차단확률을 시뮬레이션을 통해 구해보았다.

그림 7~9는 비예약방식, 고정예약방식, 및 동적예약 방식에 따른 각 클래스의 핸드오프 호 절단확률과 새로운 호 차단확률을 그래프로 나타낸 것이다. 그림 7은 비예약 방식에서의 핸드오프 호의 절단확률과 새로운 호의 차단확률이 Offered load가 증가됨에 따라 선형적으로 급격히 증가됨을 보여주고 있다. 그림 8의 고정예약방식의 경우, 새로운 호의 차단확률은 선형적으로 급격히 증가되지만 핸드오프 호의 절단확률은 서서히 증가되고 있다. 그림 8-(a)는 새로운 호의 차단확률이 고정예약자원의 양이 증가됨에 따라 증가되고 있음을 보여주고 있다. 그러나 그림 8-(b)에서 보듯이 핸드오프 호의 절단확률은 고정예약자원의 양이 증가됨에 따라 감소되고 있다. 고정 예약방식은 호의 클래스를 고려하지 않으므로 요구대역폭을 모두 할당시킴으로써 부하가 적은 부분에서는 절단확률이 차단확률보다 큰 반면 부하가 큰 부분에서는 절단확률이 차단확률보다 작게 된다. 즉 고정예약방식은 부하가 큰 부분에서 효과적임을 알 수 있다. 그림 9의 동적예약방식에서는 부하가 큰 부분은 물론 적은 부분에서도 절단확률이 차단확률보다 낮게 유지함을 보여 준다. 고정예약방식에서는 고정예약자원의 양이 많아지면 절단확률은 낮게 유지시킬 수 있지만 차단확률이 부하가 큰 부분에서 크게 증가되는 반면 고정예약자원의 양이 적어지면 차

단확률은 비교적 줄어들지만 절단확률이 상당히 증가된다. 따라서 동적예약방식은 고정예약방식에 비해 offered load에 동적으로 적응함으로써 차단확률에 미치는 영향을 최소화 하고 있다.

또한 클래스 II인 핸드오프 호의 절단확률이 클래스 I에 비해 더 낮게 나타남을 그림을 통해 알 수 있다. 이는 핸드오프 호의 클래스 특성에 따라 효과적으로 자원을 할당해 준 결과로 볼 수 있다.

그림 10은 각 예약방식에 따른 핸드오프 호의 절단확률을 비교한 것이다. 각 방식에서의 새로운 호의 차단확률을 같게 유지시키기 위해 고정예약방식에서의 고정예약자원량을 0.5Mbps로 정한 그래프를 채택하였다. 그림에서 나타난 바와 같이 제안한 동적예약방식은 기존방식에서 가지는 새로운 호에 대한 차단확률을 비슷한 수준으로 유지하면서도 핸드오프 호의 차단을 혁신적으로 개선함을 알 수 있다.

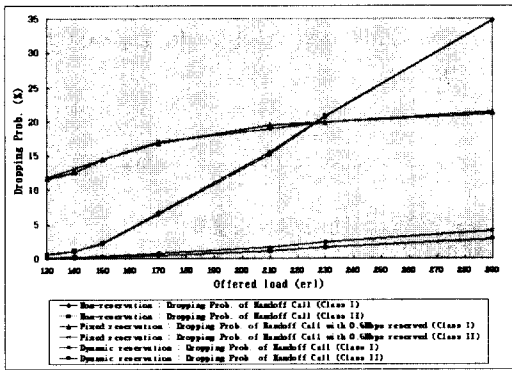


그림 10. 각 예약방식에 따른 핸드오프 호의 차단확률 비교

Fig. 10. The comparison of blocking prob. of hand-off calls, according to each scheme (Offered load vs. Prob. of blocking).

V. 결론

앞으로의 통신망 진화방향은 고정 ATM과 차세대 개인이동통신망(PCN)의 통합이 될 것으로 예상되고 있다. 이러한 추세에 발맞춰 본 논문에서는 ATM 기반의 PCN에서의 교환기간 고속 핸드오프를 위한 연결 재라우팅 방안 및 이와 관련된 시그널링 절차를 제안하였다. 본 논문에서 제안한 연결재라우팅 방안은 교환기간 핸드오프시에 재라우팅을 수행하는 기존의 동적 연결재라우팅방안^[6]에 비해 교환기간 핸드오프 가능

성이 있는 호들에 대해 미리 목적 교환기로의 라우팅 테이블을 등록함으로써 실제 교환기간 핸드오프 시에 라우팅에 소요되는 시간을 단축시킬 수 있다. 또한 호 설정시에 가상연결트리 지역내의 모든 이동가능한 노드까지 라우팅을 미리 설정하는 연결재라우팅 방안^[7]에 비해 호설정 지연시간을 단축시킬 수 있다. 본 논문에서 제안한 연결재라우팅 방안을 이용하여 핸드오프 호의 차단확률을 최소화하면서 요구되는 QoS를 보장하기 위한 유선망자원의 동적예약방식을 추가로 제안하였다. 자원예약방식을 통해 핸드오프 호의 절단율을 최소화하고자 하는 것에 관심을 두기때문에 QoS를 요구대역폭으로 한정하였다. 본 논문에서는 호의 트래픽을 클래스 I, II로 분류하고 교환기간 핸드오프가 가능한 호의 클래스에 따라 유선망 자원을 별도의 방식으로 예약하였다. 교환기간 핸드오프를 위해 IS-41의 핸드오프를 위한 별도의 전용선을 두는 방식과 GSM의 일반회선을 사용하는 방식을 본 논문에서는 각각 고정예약방식, 비예약방식으로 분류하였고 이를 동적예약방식과 시뮬레이션을 통해 비교하였다.

본 논문에서 제안한 동적예약방식은 새로운 호의 차단확률을 다른 방식들과 유사하게 유지하면서도 부하가 큰 지역에서는 교환기간 핸드오프호의 절단확률을 차단확률의 $2\sim3 \times 10^{-1}$ 배 이하로 감소시키고 있다. 또한 클래스 II 핸드오프 호의 절단확률을 클래스 I 핸드오프호보다 낮게 유지시킬 수 있었다. 따라서, 제안한 동적예약방식은 고정예약방식에 비해 시간에 변화하는 이동환경에 적절히 대처할 수 있을 것으로 기대된다.

※ 본 논문은 96년도 한국전자통신연구소 수탁과제 결과의 일부임

참 고 문 헌

[1] Oliver T. W. Yu and Victor C. M. Leung, "Extending B-ISDN to Support User Terminal Mobility over an ATM-based Personal Communications Network", *IEEE GLOBECOM*, pp2289-2293, 1995.
 [2] L. Van Hauwermeiren, et all., "Requirements for Mobility Support in ATM", *IEEE GLOBECOM*, pp1691-1695, 1994.
 [3] Bora A. Akyol and Donald C. Cox,

- "Handling Mobility in a Wireless ATM Network", *IEEE INFOCOM*, pp1405-1413, 1996.
- [4] Tsong-Ho Wu and Li Fung Chang, "Architecture for PCS Mobility Management on ATM Transport Networks", *IEEE ICUPC*, pp763-768, 1995.
- [5] Anthony S. Acampola and Mahmoud Naghshineh, "An Architecture and Methodology for Mobile-Executed Handoff in Cellular ATM Networks", *IEEE Journal on Selected Area in Comm. Mag.*, pp1365-1375, 1994.
- [6] Hauwermelren, L. V., Vercauteren, L. Saidi, A., and Van Landegem, T., "Requirements for Mobility Support in ATM," *IEEE GLOBECOM*, 1994.
- [7] Anthony S. Acampola and Mahmoud Naghshineh, "Control and Quality of Service Provisioning in High-Speed Microcellular Networks", *IEEE Personal Comm. Mag.*, pp36-43, 1994.
- [8] Seung Joon Lee, and Dan Keun Sung, "A New Fast Handoff Management Scheme in ATM-based Wireless Mobile Networks," *IEEE GLOBECOM*, pp1136-1140, 1996.
- [9] Carlos Oliveira, Jaime Bae Kim and Tatsuya Suda, "Quality-of-Service Guarantee in High-Speed Multimedia Wireless Networks", *IEEE ICC*, pp728-734, 1996.
- [10] B. V. Patel and Mischa Schwartz, "Impact of Mobility on Resource Allocation in ATM Networks", *IEEE PIMRC*, pp763-767, 1995.
- [11] *ISDN 무선접속기술 개발*, 한국전자통신연구소, 1995년 12월
- [12] *TDX-10 성능평가*, TDX-10 총서 제 11권, 한국전자통신연구소, 1993년 12월
- [13] A. Alan B. Pritsker, *Introduction to Simulation and SLAM II*, Halsted Press, 1986.

저 자 소 개



張景訓(正會員)

1970년 2월 28일생. 1993년 2월 고려대학교 전자공학과 졸업 (공학사). 1995년 2월 고려대학교 대학원 전자공학과 졸업 (공학석사). 1997년 2월 고려대학교 대학원 전자공학과 박사과정 수료. 1997년 3월~현재 고려대학교 부설 정보·통신기술공동연구소 연구원. 주관심 분야는 개인이동통신망, FPLMTS, AIN, B-ISDN/ATM

金 惠 鎮(正會員) 第 30卷 A編 第 12號 參照
현재 고려대학교 전자공학과 교수



沈哉廷(正會員)

1971년 9월 22일생. 1995년 2월 고려대학교 전자공학과 졸업 (공학사). 1995년 9월~현재 고려대학교 대학원 전자공학과 석사과정. 주관심 분야는 개인이동통신망, FPLMTS, B-ISDN/ATM



姜景薰(正會員)

1984년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업 (공학사). 1986년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업 (공학석사). 1992년 3월 ~ 경북대학교 대학원 전자공학과 박사과정. 1986년~현재 한국전자통신연구원 선임 연구원. 주관심 분야는 차세대 개인통신 교환기술, FPLMTS/WATM 망구조 및 프로토콜