

PNNI 기반의 계층적 무선 ATM 망에서 적응적 위치 관리 기법

정회원 김도현*, 조유제**

Adaptive Location Management Scheme for PNNI-Based Hierarchical Wireless ATM Networks

Do-hyeon Kim*, You-ze Cho** *Regular Members*

요 약

본 논문에서는 PNNI (Private Network to Network Interface) 기반의 무선 ATM 망에서 이웃(neighborhood)과 이동 단말기의 위치 관계를 고려하여 계층화된 위치 등록기에 의한 적응적 위치 관리 기법을 제시한다. 제안된 위치 추적 과정에서는 단말기의 위치 영역을 홈(home) 이웃과 외부(foreign) 이웃으로 구분하고, 홈 이웃에서는 최하위 레벨의 위치 등록기와 홈 위치 등록기에 단말기의 위치를 등록하고 외부 이웃에서는 각 계층의 위치 등록기에 위치를 등록한다. 착신 단말기, 발신 단말기와 착신측 홈 이웃의 위치 관계를 고려하여 최소한의 비용으로 위치 파악 및 호 설정 과정을 수행한다. 그리고, PNNI 기반의 무선 ATM 망에서 제안된 적응적 위치 관리 기법을 기존 LR(Location Registers) 기법과 위치 관리 비용 측면에서 성능을 비교하여 우수한 성능을 가지는 것을 알 수 있다.

ABSTRACT

This paper proposes the adaptive location management scheme using the location relationship between a mobile terminal and a neighborhood to improve the performance of existing location management schemes for Private Network to Network Interface(PNNI)-based wireless ATM networks. The proposed adaptive location management scheme separately adopts the location management methods of home and foreign neighborhoods in a wireless ATM network based on a PNNI. The proposed adaptive mobile tracking scheme allows for the dynamic adjustment of user-location information based on the movement patterns of a mobile terminal. Also, an effective mobile locating scheme is proposed by using the relationship between the location information of the calling party, the called party, and the home neighborhood. The proposed adaptive location management scheme is compared with an existing LR (Location Registers) scheme in terms of average total location cost. The results show that the location cost of the proposed scheme is superior to that of the existing LR scheme.

1. 서론

무선 ATM(Wireless ATM)은 미래의 무선 멀티미디어 서비스를 종단간 ATM 기술로 제공하기 위한 차세대 통신망 기술이다. 무선 ATM은 기존에 유선 구간에만 적용되던 ATM 기술을 무선 구간까

지 확장하여 비교적 저속의 이동성을 제공하면서 옥내외에서 무선을 통해서 25Mbps급 이상의 멀티미디어 서비스 제공을 목표로 하고 있다. 그리고 무선 ATM은 B-ISDN(Broadband Integrated Services Digital Network)과의 연동뿐만 아니라, 기존의 셀룰러, PCS 및 IMT-2000 등의 다양한 무선 시스템

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

** 경북대학교 전자·전기·컴퓨터공학부 통신망 연구실 (yzcho@ee.knu.ac.kr)

논문번호 00438-1115, 접수일자 2000년 11월 15일

※ 본 연구는 한국과학재단 특정 기초 연구(1999-2-303-004-3)지원으로 수행되었습니다.

과 연동되어 다양한 형태의 멀티미디어 통신 서비스를 제공하여야 한다^{[1][2]}.

무선 ATM 기술은 초기에는 주로 무선 LAN 분야에 응용될 것으로 전망되며, 이와 같은 무선 ATM LAN 구현은 사설 ATM 망에서 교환기 간의 표준 인터페이스로 사용되고 있는 PNNI (Private Network to Network Interface) 기반으로 이루어질 것으로 예상된다^[3]. 따라서, 계층적 구조인 PNNI 기반의 무선 ATM 망에서 단말기의 이동성을 제공하기 위해서는 기존 PNNI의 호환성과 확장성 등을 고려한 위치 관리에 대한 연구가 필요하다.

ATM 포럼에서는 PNNI 기반의 계층적 무선 ATM 망에서 이동 단말기의 위치 관리 기능을 지원하기 위하여 mobile PNNI와 LR(Location Registers) 기법이 제시되었다. Mobile PNNI는 ATM 라우팅 프로토콜인 PNNI를 확장한 방식이고, LR기법은 셀룰라 전화망에서 사용되는 위치 등록기 개념을 계층적인 PNNI 기반의 ATM 망 구조에 적용한 방식이다. Mobile PNNI 기법에서 착발신 단말기가 서로 다른 이웃(neighborhood)에 위치할 경우 호는 먼저 홈 교환기로 전송되어 착신 단말기로 전달되므로 착발신 단말기간의 비효율적인 연결 경로로 인한 망 자원의 낭비가 발생하여 경로 최적화 과정을 수행하게 된다^[4-7]. LR 기법은 PNNI 라우팅 프로토콜에 관련된 정보를 사용하지 않는 대신, 위치 등록기를 사용하여 위치 추적과 위치 파악 과정이 PNNI 기반의 계층화된 ATM 망 위에서 수행된다^{[4][7][9]}. 위치 등록기들은 일종의 데이터베이스로 ATM 망의 PG(Peer Group) 내에 존재하며, 이동 단말기의 위치를 추적하고, 연결 설정 전에 이동 단말기의 위치 문의에 대한 응답한다. LR 기법은 발신 호가 발생하게 되면, 계층적인 일련의 LR의 추적을 통해 상대방 이동 단말기가 접속된 교환국의 위치 정보를 알아낸 다음, 호 설정 과정을 수행하게 된다. LR 기법은 계층적 방식을 이용하여 위치 정보를 한 곳에 집중하지 않고 분산할 수 있는 장점이 있으나, 데이터 베이스 액세스 회수가 증가하고 위치 파악을 위한 시그널링 트래픽이 많고 호 설정 지연이 증가하는 단점이 있다.

본 논문에서는 PNNI 기반의 계층적 무선 ATM 망에서 효과적으로 단말기의 이동성을 보장하기 위해서 이웃과 이동 단말기의 위치 관계를 고려하여 계층화된 위치 등록기에 의한 적응적 위치 관리 기법을 제시한다. 제안된 적응적 위치 관리 기법에서는 PNNI 기반의 무선 ATM 망에서 홈(home) 이웃

과 외부(foreign) 이웃에 대해 서로 다른 적합한 위치 관리 기법을 적용한다. 위치 추적 과정에서 단말기가 홈 이웃에 위치하거나 이동할 경우에는 홈 위치 등록기와 최하위 레벨의 위치 등록기에, 외부 이웃에서는 S 레벨 이하의 각 계층 위치 등록기에 단말기의 위치 정보를 등록한다. 또한, 위치 파악 과정에서 발신 단말기, 착신 단말기 및 착신측 홈 이웃의 상호 위치 관계에 따른 세부적인 위치 파악 및 호 설정 과정을 제시한다. 그리고, 적응적 위치 관리 기법을 지원하는 신호 제어 메시지 흐름과 신호 제어 메시지를 정의한다. 적응적 위치 관리 기법과 LR 기법에 대한 위치 관리 비용 측면에서 성능을 비교 분석하여 적응적 위치 관리 기법이 홈 이웃에서 소요되는 데이터베이스 접속 비용과 시그널링 비용이 감소로 인해 기존의 LR 기법에 비해 적은 위치 관리 비용이 소요됨을 알 수 있다.

본 논문에서는 서론에 이어 2장에서는 PNNI 기반의 ATM 망에 적합한 새로운 계층적 위치 관리 기법을 제시하고 자세히 설명한다. 그리고, 3장에서는 제안된 위치 관리 기법과 LR 기법에 대하여 위치 관리 비용 측면에서 상호 비교 분석한다. 마지막으로 4장에서 결론을 맺는다.

II. 제안된 위치 관리 기법

1. 망 구조

적응적 위치 관리 기법에서는 그림 1과 같이 PNNI 기반의 무선 ATM 망에서 단말기의 위치를 관리하기 위한 위치 등록기의 구성을 제시하고 있다. 여기서는 이웃을 S 레벨 이하의 PG로 정하고 있다. 적응적 위치 관리 기법에서는 단말기의 상대적인 위치 개념을 도입하여 단말기가 자신의 홈 교환기가 소속된 이웃을 홈 이웃이라 하고, 그렇지 않은 영역을 외부 이웃이라 말한다. 이와 같은 홈 이웃과 외부 이웃의 개념은 모든 단말기마다 상대적으로 적용된다. 예를 들어 단말기 A.1.1.2.1의 경우 자신의 홈 교환기 A.1.1.2를 포함하는 PG A.1은 홈 이웃이 해당되는 반면, PG B.1은 외부 이웃이 된다. 그러나 단말기 B.1.1.2.1 입장에서는 PG B.1은 홈 이웃이 되고, PG A.1은 외부 이웃이 된다. 여기서 위치 등록기 A.1.L은 PG A.1 내의 교환기의 영역 안에 있는 모든 이동 단말기를 추적하고 있다.

2. 위치 추적 과정

위치 추적은 이동 단말기가 전원을 켜고 끄거나

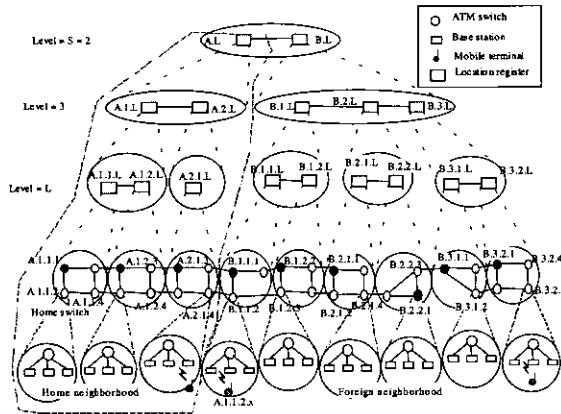
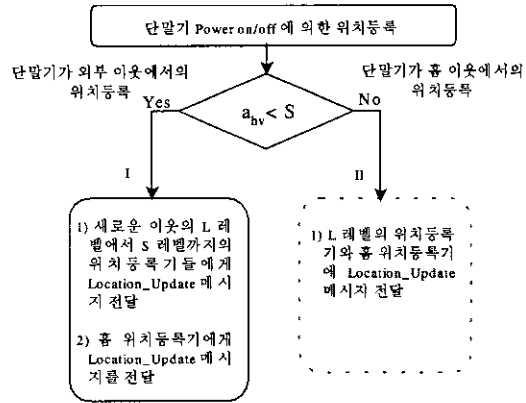


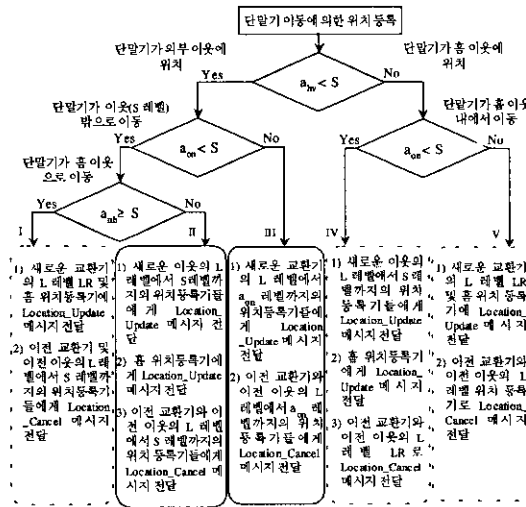
그림 1. 적응적 위치 관리 기법을 위한 위치 등록기 구성

위치를 이동할 때 위치 정보를 망에 전송하여 수정하는 것을 말한다. 기존 LR 기법에서 단말기의 이웃 내에서 이동하는 경우와 이웃 밖으로 이동하는 경우로만 구분하여 위치 추적 과정을 제시하고 있으나, 제안된 적응적 위치 관리 기법에서는 홈 이웃과 외부 이웃의 개념을 이용하여 단말기가 홈 이웃 내 이동, 외부 이웃 내 이동, 홈 이웃에서 외부 이웃으로 이동 및 외부 이웃에서 홈 이웃으로 이동하는 경우로 나누어 위치 추적 과정을 제시하고 있다.

그림 2의 (a)와 같이 단말기의 전원을 켜거나 끄는 경우 접속한 교환기에서는 단말기의 위치 정보를 위치 등록기로 전송한다. 단말기가 전원을 켜올 때, 기지국과 교환기는 단말기로부터 위치 등록 메시지를 받는다. 이 교환기는 Location_Update 메시지를 자신의 최하위 레벨(L) 위치 등록기에게 보내고, 이 위치 등록기가 홈 이웃 내에 존재할 경우 홈 위치 등록기에게 Location_Update 메시지를 보낸다. 외부 이웃일 경우에는 S 레벨 위치 등록기까지의 상위 위치 등록기에게 이 메시지를 전달하고, S 레벨 위치 등록기는 단말기의 홈 위치 등록기에게 Location_Update 메시지를 보내어 단말기가 현재 자신의 영역에 있음을 알린다. 여기서, Location_Update 메시지는 단말기의 ATM NSAP(Network Service Access Point) 주소를 사용하는 비연결형 패킷을 사용하여 원하는 목적지로 보내진다. 이동 단말기가 홈 이웃에 위치할 경우 홈 위치 등록기는 단말기의 최하위 레벨의 위치 등록기에 대한 정보를 갖고 있고, 단말기가 홈 이웃 아닌 다른 외부 이웃에 있을 경우 홈 위치 등록기는 단말기의 S 레벨의 위치 등록기를 추적할 수 있는 정보를 저장한다. 그림 2 (a)에서 I 과정은 외부 이웃에서 이루어지며,



(a) 단말기의 전원을 켜거나 끄는 경우



(b) 단말기가 이동하는 경우

그림 2. 적응적 위치 추적 흐름도

홈 이웃에서는 II 과정을 수행한다. 단말기의 전원을 끄는 경우도 켜는 것과 비슷한 과정이 수행된다.

그림 2(b)에서는 단말기가 홈 이웃과 외부 이웃에서 이동하는 경우를 고려하여 위치 추적 과정을 제시하고 있다. 그림 2(b)에서 II와 III은 이동 단말기가 외부 이웃에 있을 경우의 위치 추적 과정이고, I, IV 및 V에서는 홈 이웃에 있거나 외부에서 홈으로 이동하는 경우이다.

단말기가 이동할 때의 등록 과정은 단말기가 한 교환기에 연결된 기지국에서 다른 교환기에 연결된 기지국으로 이동했을 때 발생한다. 위치 등록 메시지를 받는 즉시 새로운 교환기는 최하위 레벨 위치 등록기에게 Location_Update 메시지를 보낸다. 그림 2(b)에서 IV와 V 과정은 홈 이웃 내에 이동 단말

기가 존재할 경우이며 새로운 위치 등록기는 이전 교환기와 홈 위치 등록기에 위치 등록 메시지 Location_Update를 전달하고, 이전 교환기는 단말기의 위치 정보를 제거하기 위해 최하위 레벨 위치 등록기에 위치 제거 메시지 Location_Cancel을 보낸다. IV 과정처럼 홈 이웃에서 외부 이웃으로 이동할 경우 추가적으로 새로운 외부 이웃의 최하위 레벨 위치 등록기에서 S 레벨 위치 등록기까지 위치 등록 메시지를 전달한다.

그림 2(b)에서 I, II 및 III 과정은 이동 단말기가 외부 이웃에 위치할 경우 이전 교환기와 새로운 교환기의 S 레벨이나 그 보다 낮은 레벨(번호가 더 큰 수)까지 Location_Update 메시지를 보낸다. 이전 교환기는 Location_Cancel 메시지를 S 레벨이나 상위 레벨의 위치 등록기에게 이 메시지를 보낸다. III 과정처럼 외부 이웃 내에서 단말기가 이동할 경우에는 이전 교환기와 새로운 교환기의 공통 상위 레벨 위치 등록기까지 Location_Update와 Location_Cancel 메시지를 전달한다. I과 II 과정처럼 이웃 간에 이동할 경우에는 이전 이웃의 S 레벨까지 Location_Cancel 메시지를 보내고, 새로운 이웃이 홈인 경우 (I)에는 최하위 레벨 위치 등록기와 홈 위치 등록기에 Location_Update 메시지를 전달하지만, 외부 이웃인 경우(II)에는 홈 위치 등록기와 새로운 이웃의 S 레벨 위치 등록기까지 이 메시지를 보낸다.

3. 위치 파악 과정

위치 파악은 호 설정 시에 착신 호를 전달하기 위해 이동 단말기의 위치를 알아내는 과정을 말한다. LR 기법에서는 착신 단말기와 발신 단말기의 위치 관계를 고려하여 두 가지 위치 파악 과정을 제시하고 있으나 제안된 위치 관리 기법에서는 착신측 홈 이웃과의 관계를 추가적으로 고려하여 다섯 가지 위치 파악 과정을 제시하고 있다.

그림 3에서는 발신 단말기, 착신 단말기 및 착신측 홈 이웃의 위치를 고려한 다섯 가지의 경우를 보여주고 있다. 첫번째는 착발신 단말기가 착신측 홈 이웃 내에 존재하는 경우이다. 두번째는 착발신 단말기가 착신측 홈 이웃이 아닌 다른 영역에서 같은 이웃 내에 있는 경우이며, 셋번째는 발신 단말기가 착신측 홈 이웃 내에 있으면서 착신 단말기는 외부 이웃에 존재하는 경우이다. 그리고, 네번째는 착신측 홈 이웃에 착신 단말기만 존재하고 발신 단말기는 외부 이웃에 있으며, 다섯번째는 착발신 단말기가 홈 이웃 내에 존재하지 않으면서 서로 다른

이웃에 존재하는 경우이다.

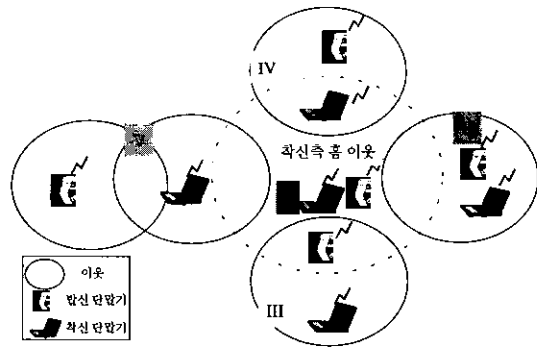


그림 3. 착발신 단말기와 착신측 홈 이웃의 위치 따른 관계도

그림 4에서는 그림 3의 관계도를 기반으로 착신 단말기와 발신 단말기, 발신 교환기와 착신측 홈 이웃, 착신 단말기와 착신측 홈 이웃의 위치 관계를 바탕으로 다섯 가지 위치 파악 과정을 제시하고 있다. 여기서 기본적으로 발신 단말기가 최하위 레벨 위치 등록기에게 착신 단말기의 위치 정보를 문의하고, 착신측 홈 이웃 내에 위치할 경우에는 착신측 홈 위치 등록기에게, 그렇지 않은 경우에는 최하위 레벨에서 S 레벨까지의 위치 등록기에게 문의한다. 그리고, 호 설정을 위해서 발신 교환기는 착신측 최하위 레벨 위치 등록기로부터 착신 단말기의 임시 주소를 얻는다

착신측 최하위 레벨 위치 등록기는 착신 단말기의 교환기 ID를 사용하는 TLDN(Temporary Local Directory Number)을 저장한다. 이것은 착신 단말기가 어느 교환기에 있다는 것을 가리키는 단말기에 대한 임시 주소가 된다. 발신측 교환기는 이 TLDN을 사용하여 호 설정을 수행하는데 착신 단말기의 ID가 SETUP 메시지에 포함되어 있다. 호 설정은 PNNI 시그널링을 이용하여 처리되며, SETUP 메시지가 착신측 교환기에 도착했을 때 이 메시지는 착신 단말기의 ID를 사용하여 페이징 과정을 통해 단말기가 위치한 정확한 기지국을 찾아내어 호 설정을 완료한다.

그림 4에서는 다섯 가지 경우의 위치 파악 과정과 호 설정 과정에 대해 자세히 설명하고 있다. II와 III은 착신 단말기와 발신 단말기의 위치 관계를 고려한 기존의 LR 기법의 위치 파악 과정이지만, I, IV 및 V에서는 착신 단말기나 발신 단말기가 착신측 홈 이웃에서 위치하는 경우에 대해 새로운 위치 파악 과정을 제시하고 있다. I 과정은 착발신 단말

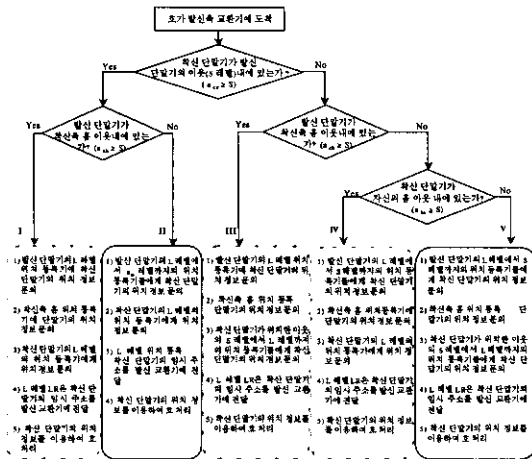


그림 4. 착발신 단말기와 홈 이웃의 위치 관계를 고려한 위치 파악 흐름도

기가 착신측 홈 이웃 내에 존재하는 경우이며, 착신 단말기의 위치 파악은 발신 교환기에서 최하위 레벨 위치 등록기에게 착신 단말기의 위치 정보를 문의하고, 없을 경우 홈 위치 등록기와 착신측 최하위 레벨 위치 등록기에게 문의한다. II 과정은 착발신 단말기가 착신측 홈 이웃 밖에 동일한 이웃 내에 위치하는 경우이며, 착발신 단말기의 위치 정보를 갖고 있는 공동 상위 위치 등록기까지 문의한다. III 과정은 착발신 단말기가 서로 다른 이웃에 속해 있고 발신 단말기가 착신 홈 이웃 내에 위치하는 경우이며, 발신측 최하위 레벨 위치 등록기에게 문의하여 착신 단말기의 위치 정보를 얻지 못할 경우 상위 위치 등록기 대신에 착신측 홈 위치 등록기에게 문의하여 착신측 S 레벨의 위치 등록기 정보를 얻는다. 그리고, 착신측 S 레벨에서 최하위 레벨까지의 위치 등록기에게 착신 단말기의 위치 정보를 문의한다. IV 과정은 착신 단말기가 자신의 홈 이웃 내에 위치하면서 발신 단말기와 다른 이웃에 있는 경우이며, 이때 발신측 교환기는 최하위 레벨에서 S 레벨까지의 위치 등록기에게 문의한 후 착신측 홈 위치 등록기와 최하위 레벨 위치 등록기에 착신 단말기의 위치 정보를 문의한다. V 과정은 착발신 단말기가 서로 다른 이웃에 있으면서 착신측 홈 이웃 밖에 위치한 경우이며, 발신 교환기는 최하위 레벨에서 S 레벨까지의 위치 등록기와 착신측 홈 위치 등록기에게 문의하여 착신측 S레벨 위치 등록기 정보를 얻는다. 그리고, 착신측 S 레벨에서 최하위 레벨까지의 위치 등록기에게 착신 단말기의 위치 정보를 문의한다.

표 1. 성능 분석을 위한 파라미터 정의

파라미터	설명
L	PNNI 기반의 무선 ATM망에서 최하위 위치 등록기 그룹이나 PG의 레벨
S	위치 정보를 전달하는 이웃의 범위를 가리키는 위치 등록 영역 제한 변수
R_k	계층적 무선 ATM 망에서 교환기에서 k 레벨 위치 등록기까지 위치 정보 등록이나 문의 비용
a_{ij}	i 와 j 의 공동 상위 레벨
c_i	i 레벨 위치 등록기에 위치 등록 및 문의의 비용, $c_i = 0, i > L$
U_k	K 레벨의 노드에게 도달성 정보를 전달하는 비용, $a_{ij} \geq K$
p_i	i 레벨의 PG 노드 간의 최단 경로의 평균 거리
m_i	i 레벨의 모든 PG 노드 간의 경로 중 가장 긴 거리, $i = 1, 2, \dots, L$
D_{ij}	i 에서 j 까지 거리 (경로 상의 교환기의 홉 수)
h, v, o, n, c	홈(home), 착신측(visiting), 단말기의 이전과 새로운 위치(old and new locations of a mobile), 발신측(calling party)을 표시
r	원거리 메시지 전달 비용
ρ	단말기의 이동 속도에 대한 도착하는 호 수 (CMR : Call-to-Mobility Ratio)

III. 성능 분석

본 장에서는 위치 추적 및 위치 파악 비용에 대해 기존의 LR 기법과 제안된 적응적 위치 관리 기법을 정량적으로 비교 분석한다. 셀룰라 시스템의 표준인 IS-41 기법에 대한 LR 기법 및 적응적 위치 관리 기법의 상대적인 성능 비교를 위해 두 기법뿐만 아니라 IS-41 기법 대한 위치 관리 비용을 구한다. 그림 1과 같이 PNNI 기반 무선 ATM 망의 위치 등록기의 구성에서 LR 기법과 적응적 위치 관리 기법에 대한 소요 비용을 분석한다. 성능 분석을 위한 파라미터는 표 1에 정의되어 있다^[4].

1. 위치 관리 비용 분석

위치 관리 비용은 교환기 및 위치 등록기의 데이터베이스 접근에 의한 비용과 서로 간의 시그널링 메시지를 전달하기 위한 비용으로 이루어진다. 성능 분석은 계층적 위치 등록기 구조에 대해 소요되는 위치 추적 비용과 위치 파악 비용으로 나누어 수행한다.

위치 추적 비용은 이동 단말기의 전원이 켜지거

나 꺼지는 경우와 움직일 경우 발생한다. 아래 식에서는 PNNI 기반의 무선 ATM 망에서 VLR과 HLR로 이루어진 IS-41 구조에 IS-41 기법을 적용할 경우 소요되는 위치 추적 비용을 보여주고 있다.

$$M_{IS} = \sum_{i=S}^L P[a_{on}=i](R_L+1) + \sum_{i=1}^{S-1} P[a_{on}=i](2R_L+2r) \quad (1)$$

$$R_k = \sum_{i=k}^L C_i \quad (2)$$

여기서 o 는 이전 위치를 나타내고 n 은 새로운 위치를 보여주며, 식 (2)는 홈 교환기나 위치 등록기에 위치 정보를 갱신하는 데 소모되는 비용을 나타낸다.

$$\begin{aligned} M_{LR} = & \sum_{i=S}^L P[a_{on}=i](R_{aon}+R_{aon+1}+1) \\ & + \sum_{i=1}^{S-1} P[a_{on}=i] \{ \sum_{j=S}^L P[a_{hn}=j](2R_S+r+1) \\ & + \sum_{j=1}^{S-1} P[a_{hn}=j](2R_S+2r) \} \end{aligned} \quad (3)$$

식 3에서는 계층적 무선 ATM 망에서 LR 기법을 적용할 경우 소요되는 위치 추적 비용을 보여주고 있다^[4].

LR 기법에서는 이동 단말기가 이웃내의 교환기 사이에 이동할 경우에는 위치 등록기에서만 위치 갱신이 발생하고, 이웃 사이에 이동할 경우에는 상위 위치 등록기와 이전 위치 등록기, 그리고 새로운 위치 등록기에서 위치 갱신이 일어난다.

위치 등록기의 배열이 기존의 LR 기법에서 사용하고 있는 계층적 무선 ATM 망에서 적응적 위치 관리 기법의 평균 위치 추적 비용은 이동 단말기의 상대적인 위치에 대한 비용을 토대로 아래의 식과 같이 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} M_{PROP} = & \sum_{i=S}^L P[a_{bv}=i] \{ P[a_{on}=L](R_L+1) \\ & + \sum_{j=S}^L P[a_{on}=j](3R_L+1) \\ & + \sum_{j=1}^{S-1} P[a_{on}=j](R_S+R_L+r) \} \\ & + \sum_{i=1}^{S-1} P[a_{hv}=i] \{ \sum_{j=S}^L P[a_{on}=j](R_{aon}+R_{aon+1}+1) \\ & + \sum_{j=1}^{S-1} P[a_{on}=j] (\sum_{k=S}^L P[a_{nh}=k](R_S+2R_L+r) \\ & + \sum_{k=1}^{S-1} P[a_{nh}=k](2R_S+2r)) \} \end{aligned} \quad (4)$$

호 설정을 위해 착신 단말기의 위치 정보를 찾아내는 데 소요되는 위치 파악 비용을 IS-41 기법, LR 기법 및 적응적 위치 관리 기법에 대해 구하여 성능을 비교한다. 위치 파악 비용은 호 설정 시에 착신 호를 전달하기 위해 착신 단말기의 위치 정보를 찾아내는 비용으로 구할 수 있다. 아래 식은 VLR과 HLR로 이루어진 IS-41 구조에 IS-41 기법을 적용할 경우 발생하는 위치 파악 비용이다.

$$F_{IS} = \sum_{i=S}^L P[a_{cv}=i](R_L+1) + \sum_{i=1}^{S-1} P[a_{cv}=i](2R_L+3r) \quad (5)$$

계층적 무선 ATM 망에서 LR 기법의 위치 파악 과정을 수행하는 데 소요되는 비용을 구할 수 있다. LR 기법에서 발신 단말기로부터 호가 발생할 때 동일한 이웃 내에 착신 단말기가 있을 경우에는 이웃내의 위치 등록기에 위치 정보를 문의하는 비용만 소요되지만, 다른 이웃에 착신 단말기가 존재할 경우에는 발신측뿐만 아니라 착신측 이웃 내 위치 등록기에 위치 정보를 문의하는 비용이 요구된다. LR 기법을 사용한 계층적 무선 ATM 망에서 발생하는 평균 위치 파악 비용은 아래 식과 같이 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} F_{LR} = & \sum_{i=S}^L P[a_{cv}=i](R_{acv}+R_{acv+1}+1) \\ & + \sum_{i=1}^{S-1} P[a_{cv}=i] \{ \sum_{j=S}^L P[a_{hv}=j](2R_S+2r+1) \\ & + \sum_{j=1, j \neq i}^{S-1} P[a_{hv}=j](2R_S+3r) \\ & + P[a_{hv}=i] (\sum_{j=i}^{S-1} P[a_{ch}=j|a_{hv}=a_{cv}=i](2R_S+3r) \\ & + \sum_{j=S}^L P[a_{ch}=j|a_{hv}=a_{cv}=i](2R_S+2r+1)) \} \end{aligned} \quad (6)$$

제안된 적응적 위치 관리 기법의 평균 위치 파악 비용은 착신 단말기, 발신 단말기와 착신측 이웃의 위치 관계를 고려하여 위치 등록기의 배열을 기존의 LR 기법에서 사용하고 있는 동일한 구조 하에서 아래와 같이 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} F_{PROP} = & P[a_{cv}=L](R_L+1) \\ & + \sum_{i=S}^L P[a_{cv}=i] \{ \sum_{j=S}^L P[a_{ch}=j](3R_L+1) \\ & + \sum_{j=1}^{S-1} P[a_{ch}=j](R_{acv}+R_{acv+1}+1) \} \\ & + \sum_{i=1}^{S-1} P[a_{cv}=i] \{ \sum_{j=S}^L P[a_{ch}=j](R_S+R_L+2r+1) \} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &+ \sum_{j=1}^L P[a_{ch}=j] \left(\sum_{k=S}^L P[a_{bv}=k](R_S+R_L+2r) \right. \\
 &\left. + \sum_{k=1}^{S-1} P[a_{bv}=k](2R_S+3r) \right) \} \quad (7)
 \end{aligned}$$

위치 관리에 소요되는 총 비용은 이동 단말기의 호 도착률(λ_c)과 등록 영역 간의 이동률(λ_m)을 고려하여 위치 추적 및 위치 파악 비용의 합으로 구할 수 있다. 위치 관리 비용 측면에서 기존의 기법과 제안된 기법이 IS-41 기법에 비해 성능이 얼마나 개선되었는지를 확인하기 위해 IS-41 기법을 기준으로 정하고 상호 비교한다. 따라서 식 (8)과 같이 PNNI 계층 구조에서의 위치 관리 총 비용을 IS-41 기법의 위치 관리 비용(M_{IS}, F_{IS})에 대해 정규화한다. 여기서 ρ 는 이동에 대한 호 도착률을 나타내는 CMR(Call-to-Mobility Ratio)이고, λ_c, λ_m 으로 구할 수 있다. T 는 IS-41 위치 관리 비용에 의해 정규화된 위치 관리 총 비용이며, M 은 이동 단말기의 위치를 추적하는 데 소요되는 비용을 의미하고, F 는 착신 단말기의 위치를 파악하는 비용을 나타내고 있다^[4].

$$T = \frac{\lambda_m M + \lambda_c F}{\lambda_m M_{IS} + \lambda_c F_{IS}} = \frac{M + \rho F}{M_{IS} + \rho F_{IS}} \quad (8)$$

2. 결과 분석

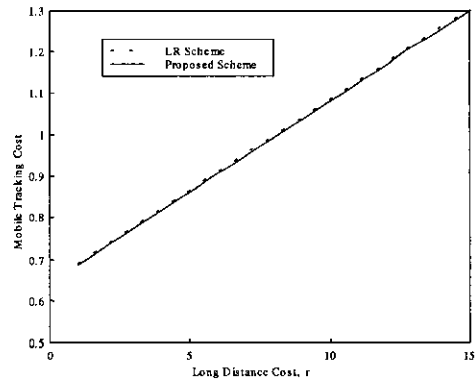
본 절에서는 PNNI 기반의 무선 ATM 망에서 LR 기법과 적응적 위치 관리 기법에 대한 평균 위치 관리 비용을 중심으로 정량적인 비교 분석한 결과를 보여 준다. 수학적인 성능 분석을 위해 표 2에서 정한 입력 파라미터와 값을 사용한다^[4].

표 2. 입력 파라미터

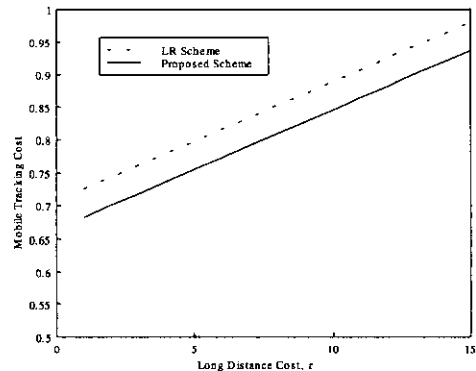
파라미터	값
$c_i = 0, 1 \leq i \leq L$	1
$m_i = 0, 1 \leq i \leq L$	4
$p_i = 0, 1 \leq i \leq L$	2
L	10
r	5

위치 추적 비용은 망으로부터 단말기가 전원을 켜거나 이동할 경우 위치 정보를 망에 등록하는 데 소요되는 비용이며, 식 (1), (3), (4)에서 위치 추적 비용을 구할 수 있다. 그림 5에서 보는 바와 같이

원거리 메시지 전달 비용 r 에 대한 적응적 위치 관리 기법과 LR 기법의 위치 추적 비용을 나타내고 있다. 두 기법에서 원거리 메시지 전달 비용이 증가함에 따라 위치 추적 비용이 증가하는 것을 볼 수 있다. 적응적 위치 관리 기법이 LR 기법에 비해 원거리 메시지 전달 비용에 대한 위치 추적 비용이 상대적으로 적게 나타나고 있다. 그 이유는 위치 추적 과정에서 적응적 위치 관리 기법은 LR 기법에 비해 홈 이웃 내에서와 홈 이웃으로 이동할 경우 최하위 레벨에서 S 레벨까지 등록하는 비용이 생략되고 단지 최하위 레벨 위치 등록기와 홈 위치 등록기에 위치를 등록함으로써 위치 등록 비용을 줄일 수 있었기 때문이다. 그림 5 (a)와 (b)를 비교할 때 낮은 원거리 메시지 전달 비용에서는 이웃의 범위가 적을수록 적은 비용이 소요되는 반면 높은 원거리 메시지 전달 비용에서는 이웃이 커질수록 비용이 줄어드는 것을 볼 수 있다. 그리고 이웃의 범위가 커질수록 LR 기법에 비해 적응적 위치 관리



(a) $S = L-1$



(b) $S = L-2$

그림 5. LR 기법과 적응적 위치 관리 기법에 대한 위치 추적 비용 비교

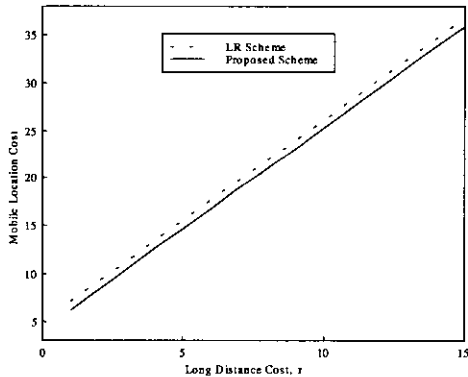
기법이 상대적으로 적은 비용이 소요되는 것을 알 수 있다. 이것은 이웃의 범위가 증가함에 따라 LR 기법 보다 적응적 위치 관리 기법이 홈 이웃 내에서의 상대적인 위치 갱신이나 등록 비용이 감소하기 때문이다.

위치 파악 비용은 망으로부터 착신 단말기의 위치 정보를 얻기 위해 교환기와 위치 등록기에서 위치 정보를 문의하는 데 소요되는 비용이며, 식 (5), (6), (7)에서 위치 파악 비용을 구할 수 있다. 그림 6에서는 원거리 메시지 전달 비용에 대한 적응적 위치 관리 기법과 LR 기법의 위치 파악 비용을 나타내고 있다. 원거리 메시지 전달 비용이 증가함에 따라 두 기법 모두 위치 파악 비용이 증가하고 있으나, 적응적 위치 관리 기법이 LR 기법에 비해 상대적으로 적은 위치 파악 비용이 소요되는 것을 볼 수 있다. 그 이유는 위치 파악 과정에서 적응적 위치 관리 기법은 LR 기법에 비해 착신 단말기나 발신 단말기가 홈 이웃 내에 존재할 경우 최하위 레

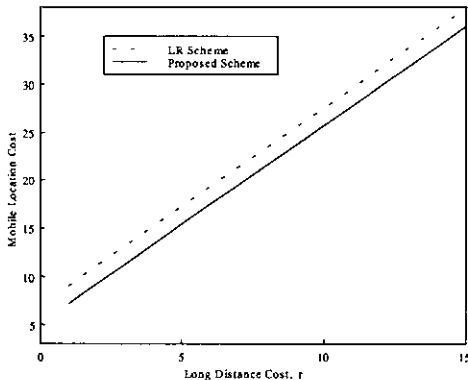
벨에서 S 레벨까지 착신 단말기의 위치를 문의하지 않고 착신 단말기의 홈 위치 등록기와 착신 위치 등록기에 위치를 문의하기 때문이다.

그림 6 (a)와 (b)를 비교할 때 이웃의 범위가 커질수록 LR 기법에 비해 적응적 위치 관리 기법이 상대적으로 적은 위치 파악 비용이 소요되는 것을 알 수 있다. 이웃의 범위가 커질수록 적응적 위치 관리 기법이 홈 이웃 내에서 LR 기법에 비해 소요되는 위치 파악 비용이 더 줄어들기 때문이다.

평균 총 비용은 식 (8)에서 위치 추적 비용과 위치 파악 비용의 합으로 구할 수 있다. 그림 7은 IS-41 기법, LR 기법과 제안된 적응적 위치 관리 기법에 대해 CMR에 따른 정규화된 평균 총 비용을 나타내고 있다. 적응적 위치 관리 기법이 기존의 IS-41기법과 LR 기법에 비해 상대적으로 낮은 관리 비용이 소요되고 있음을 알 수 있다. 이 결과에서 보는 바와 같이 두 계층 구조에서 적응적 위치 관리 기법은 단말기가 홈 이웃 내에 이동할 경우 홈

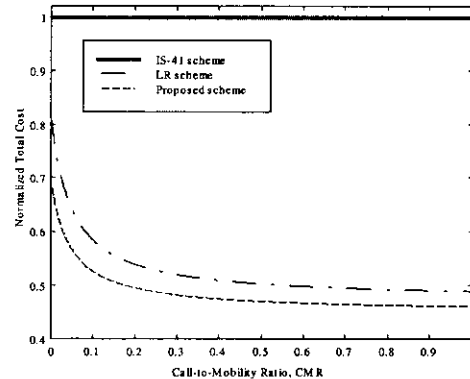


(a) $S = L-1$

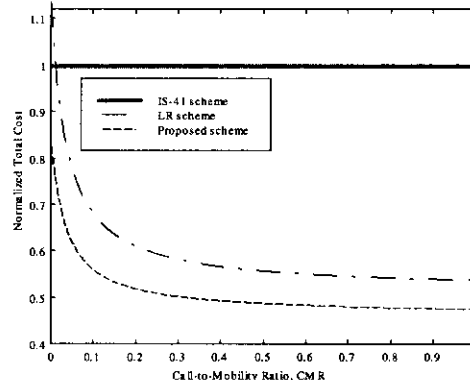


(b) $S = L-2$

그림 6. LR 기법과 적응적 위치 관리 기법에 대한 위치 파악 비용의 비교



(a) $S = L-1$



(b) $S = L-2$

그림 7. LR 기법과 적응적 위치 관리 기법에 대한 평균 총 비용의 비교

위치 등록기에서만 위치 정보를 갱신하고, 착신 단말기나 발신 단말기가 착신측 홈 이웃에 있을 경우 S 레벨 위치 등록기까지 문의하지 않고 홈 위치 등록기로부터 위치 정보를 얻을 수 있으므로 평균 총 위치 관리 비용을 감소시킬 수 있었다.

그림 7에서 낮은 CMR에서는 두 기법의 총 위치 관리 비용이 비슷하게 소요되고, CMR이 증가할수록 적응적 위치 관리 기법이 기존 LR 기법에 비해 적은 비용이 소요됨을 볼 수 있다. 그리고, 그림 7 (a)와 (b)를 비교할 경우 이웃의 범위가 커질수록 기존 LR 기법과 적응적 위치 관리 기법의 소요 비용 간격이 커지는 것을 볼 수 있다. 이것은 홈 이웃 내에서 상대적으로 적응적 위치 관리 기법이 LR 기법에 비해 위치 등록기에 위치 갱신이나 문의하는 빈도가 적은 것에 기인한다.

IV. 결론

무선 ATM은 초기 단계에서는 주로 LAN 환경에서 응용되리라 예상되기 때문에, 현재 ATM 포럼을 중심으로 논의되고 있는 대부분 위치 관리 기법들은 이동성이 제한된 마이크로 셀 환경과 PNNI 기반의 무선 ATM 망을 대상으로 하고 있다. 본 논문에서는 PNNI 기반의 계층적 무선 ATM 망에서 효율적으로 이동성을 지원하기 위해 홈 이웃과 외부 이웃에 대해 서로 다른 위치 관리 기법을 적용한 적응적 위치 관리 기법을 제시하였다. 홈 이웃에서는 홈 위치 등록기와 최하위 레벨의 위치 등록기를 이용하여 이동 단말기의 위치를 관리하고, 외부 이웃에서는 S 레벨 이하의 각 계층의 위치 등록기에서 위치를 관리하도록 하였다. 이 기법에서는 착발신 단말기와 착신측 홈 이웃과의 상호 위치 관계를 이동 단말기의 위치 파악 시 고려함으로써 데이터 베이스 접속 비용과 시그널링 비용이 감소하는 효과를 얻었다. 그리고, 적응적 위치 관리 기법의 신호 제어 메시지 흐름과 메시지를 정의하였고, CMR에 대한 위치 관리 비용 측면에서 기존의 LR 기법에 비교하여 홈 이웃에서 우수한 성능을 가지는 것을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

[1] ATM Forum Technical Committee, "Draft Wireless ATM Requirements Specification," *ATM Forum RTD-WATM-01.01*, Aug. 1997.

[2] F. Akyildiz, J. McNair, J. Ho, H. Uzunalioglu, and W. Wang, "Mobility Management for Next Generation Wireless Systems," *IEEE Proc. J.*, 87(8), pp. 1347-1384, Aug. 1999.

[3] ATM Forum Technical Committee, "Private Network-Network Specification Interface v1.0 (PNNI 1.0)," *af-pnni-0055.000*, Mar. 1996.

[4] M. Veeraraghavan and G. Dommety, "Mobile Location Management in ATM Networks," *IEEE J. Select. Areas Comm.*, 15(8), pp. 1437-1454, Oct. 1997.

[5] M. Veeraraghavan, M.Karol, and K.Eng, "Mobility and Connection Management in a Wireless ATM LAN," *IEEE J. Select. Areas Comm.*, 15(1), pp.50-68, Jan. 1997.

[6] M. Veeraraghavan and G. Dommety, "Location Management in Wireless ATM Networks," *ATM Forum Contribution, ATM Forum/96-1500*, Oct. 1996.

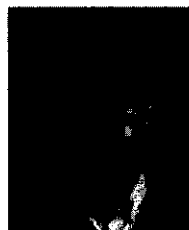
[7] M. Veeraraghavan and G. Dommety, "Location Management Update, ATM Forum Contribution," *ATM Forum/96-1701*, Dec. 1996.

[8] B. Akyol and D. Cox, "Handling mobility in a wireless ATM network," in *Proc. of IEEE INFOCOM '96*, 3(8), pp. 1405-1413, Mar. 1996.

[9] M. Veeraraghavan and G. Dommety, "Location Management in Wireless ATM Networks," in *Proc. of IEEE ICC '97*, pp.1532-1538, May 1997.

김도현(Do-hyeon Kim)

정희원



1988년 2월 : 경북대학교

전자공학과 졸업

1990년 2월 : 경북대학교

전자공학과 석사

2000년 8월 : 경북대학교

전자공학과 박사

1990년 3월~1995년 3월 : 국방과학연구소 연구원
1999년 3월~현재 : 천안대학교 정보통신학부 조교수
<주관심 분야> 무선 ATM, 차세대 이동 통신망

조 유 제(You-Ze Cho)

정회원



1982년 2월 : 서울대학교
전자공학과 졸업(공학사)

1983년 2월 : 한국과학기술원
전기 및 전자 공학과
졸업(공학석사)

1988년 3월 : 한국과학기술원
전기 및 전자 공학과
졸업 공학박사

1989년 3월~현재 : 경북대학교 공과대학 전자 전기공
학부 교수

1992년 8월~1994년 : 1월 Univ. of Toronto, 객원교수
<주관심 분야> ATM 트래픽 제어, 차세대 이동통신
망, 광 인터넷, 차세대 인터넷 프로토콜