

# 무선 ATM을 위한 위치관리 기법

Location Management for Wireless ATM

김용진(Y. J. Kim)	고속통신망연구실 선임연구원
이우용(W. Y. Lee)	고속통신망연구실 선임연구원
김장경(J. K. Kim)	고속통신망연구실 책임연구원, 실장
조유제(Y. Z. Cho)	경북대학교 전자전기공학부 부교수

무선 ATM에서 위치 관리 기법으로는 PNNI 라우팅 프로토콜의 확장과 기존의 셀룰러 전화망의 위치 등록기 개념에 근거한 방식들이 제안되고 있는데, 크게 Mobile PNNI 방식과 Location Register(LR) 방식으로 나누어진다. Mobile PNNI 방식은 기존의 PNNI 라우팅 프로토콜을 기반으로 하여 단말기의 이동성을 제공할 수 있도록 수정 확장한 위치 관리 기법이다. Mobile PNNI 방식에서는 단말기가 이동할 경우에 영역 변수(scope parameter) S에 의해 제한된 범위 내에서 교환국 간에 reachability information이 갱신되며, 이러한 정보를 이용하는 PNNI 라우팅 프로토콜을 기반으로 하여 위치 추적과 호 설정이 동시에 수행된다. LR 방식은 셀룰러 전화망에서 사용되는 위치 등록기 개념을 계층적인 PNNI 기반의 ATM 망 구조에 적용한 것이다. 따라서, LR 방식은 계층화된 구조의 위치 등록기들을 사용한다. LR 방식은 mobile PNNI 방식과는 달리 발신 호가 발생하게 되면, 계층적인 일련의 위치 등록기들의 추적을 통해 상대방 이동 단말기가 접속된 교환국의 위치 정보를 알아낸 다음, 호 설정 과정을 수행하게 된다. 본 연구에서는 먼저 무선 ATM에서의 여러 가지 위치 관리 요구 사항을 살펴보고, 위에서 언급한 두 가지 방식을 대하여 자세히 소개하고, 이들을 비교 분석한다.

## 1. 무선 ATM에서의 위치관리 개요

### 1. 개요

위치 관리란 단말기의 위치 이동에 관계없이 호의 발신뿐만 아니라 착신까지도 가능하도록 하는 것을 목적으로 하며 크게 위치 추적(mobile tracking)과 위치 파악(mobile locating) 과정으로 나눌 수 있다. 위치 추적은 다시 위치 등록(location

registration)과 위치 갱신(location update) 과정으로 구분되는데 위치 등록은 단말기가 새로운 망으로 이동할 때 자신의 존재를 알리기 위해 등록하는 과정을 말한다. 위치 등록을 위해서 이동 단말기는 자신에 대한 식별이나 인증을 위해 영구적으로 부여된 번호를 사용한다. 위치 갱신은 등록된 단말기의 이동에 따라 위치 정보를 새롭게 갱신나가는 과정이다. 그리고, 위치 파악은 호 설정 시에 착신 호를 전달하기 위해 현재 이동 단

<표 1> 위치 관리 요구 사항

요 구 사 항	설 명
User Transparency	사용자가 느낄 수 없는 위치 관리 절차의 수행
Location and User Information Confidentiality	비권한자로부터 위치 및 사용자 정보에 대한 기밀 유지
Cell/network Identification	로밍한 무선 셀이나 위치 구역 혹은 망에 대한 식별 가능
Minimize Signaling Load	위치 관리에 필요한 시그널링 트래픽의 최소화
User Controlled Access	복수 통신망 사업자 환경에서 사용자의 망 선택기능 제공
User Information	접속 영역 변경시마다 사용자에게 통보
Access Restriction	망 접속에 대한 사용자 권한의 제한 기능
Roaming	공중망간, 사설망과 공중망, 사설망 간의 로밍 지원
Easy Interworking	서로 다른 영역 간의 연동 지원
Support of Paging	빈번한 위치 변경시의 위치 갱신에 적합한 페이징 기능
Scalability	다양한 망 규모에서 적용될 수 있는 확장성

말기가 접속된 교환국을 찾아내는 과정을 말한다[1]. 일반적으로 위치 파악 과정은 호 설정 전에 별도로 이루어지거나 호 설정 과정의 일부로서 수행될 수도 있다.

## 2. 위치관리 요구 사항

무선 ATM 망에서는 유선 ATM 망에서와 달리 단말기가 이동성을 가진다. 망이 단말기의 위치에 관계없이 착신 호를 수용하기 위해서는 단말기의 위치 정보를 유지해야 한다. 위치 관리 기능을 축소하지 않으면서도 시그널링 트래픽의 부하에 의해 망 자원을 낭비하지 않고, 망이 확장되더라도 성능을 유지할 수 있도록 수행되어야 한다. <표 1>은 무선 ATM 망에서 위치 관리의 요구 사항을 정리한 것이다.

## II. 무선 ATM의 위치관리 기법

ATM은 연결형 서비스를 제공하므로 기존의 셀룰러 전화망에서 사용하는 IS-41과 GSM MAP

표준은 무선 ATM 망의 위치 관리 알고리즘을 설계하는 자연스러운 출발점이 될 수 있다. 이외에도 ATM 포럼에서 망의 토폴로지, 부하 및 reachability information을 전파하기 위해 제안된 PNNI 라우팅 프로토콜도 무선 ATM을 위한 위치 관리 기법의 출발점이 될 수 있다. 이러한 기존의 관련 연구들을 기반으로 하여 무선 ATM 망에서의 위치 관리 기법은 크게 두 가지 방안이 제안되고 있다.

첫 번째 알고리즘은 기존의 PNNI 라우팅 프로토콜을 기반으로 하여 단말기의 이동성을 제공할 수 있도록 이를 확장한 Mobile PNNI 방식이다. Mobile PNNI방식에서는 단말기가 이동할 경우에 영역 변수(scope parameter) S에 의해 제한된 범위 내에서 교환국 간에 reachability information이 갱신되며, 이러한 정보를 이용하는 PNNI 라우팅 프로토콜에 기반하여 위치 추적과 호 설정이 동시에 수행된다. 그러나, 설정된 경로의 최적화를 위한 추가적인 과정이 필요하다.

두 번째 알고리즘은 셀룰러 전화망에서 사용되는 위치 등록기 개념을 계층적인 PNNI 기반의

ATM 망 구조에 적용한 LR 방식이다. 따라서, LR 방식은 계층화된 구조의 위치 등록기들을 사용한다. LR 방식은 Mobile PNNI 방식과는 달리 발신 호가 발생하게 되면, 계층적인 일련의 위치 등록기들의 추적을 통해 상대편 이동 단말기가 접속된 교환국의 위치 정보를 알아낸 다음, 호 설정 과정을 수행하게 된다.

본 장에서는 ATM 포럼에서 무선 ATM을 위한 위치관리기법으로 논의되고 있는 대표적인 방식인 Mobile PNNI와 LR 방식을 소개하고, 이들 방식들을 비교 분석한다.

## 1. Mobile PNNI 방식

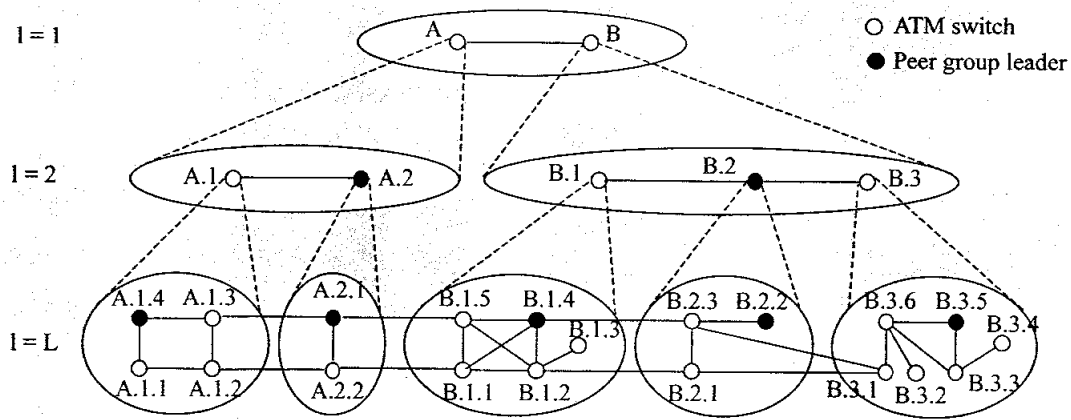
Mobile PNNI 방식을 설명하기 위해 먼저 기반이 되는 PNNI 라우팅 프로토콜을 간략히 설명한다. 그리고 단말기의 이동을 처리하기 위해 PNNI 라우팅 프로토콜이 확장된 부분을 고찰한다. 마지막으로 Mobile PNNI 방식을 위치 추적 과정과 위치 파악 과정으로 나누어 상세히 다루도록 한다.

### 가. PNNI 라우팅 프로토콜

PNNI 라우팅 프로토콜은 사설망에서의 교환기들 간에 경로 설정 및 시그널링 표준을 정의한다. PNNI 라우팅 프로토콜에서는 망 구성 정보를 교환기들 간에 공유함으로써 효율적인 라우팅을 수행하고자 한다. 또한 ATM 포럼 User Network Interface(UNI) 시그널링 표준에 Crankback 등의 기법들을 추가하여 연결을 설정하는 데 사용한다.

(그림 1)은 PNNI 표준에 기초한 계층적인

ATM 망을 나타낸다. 최저 계층에서 ATM 교환기들은 물리적인 링크로 연결되며, 여러 개의 교환기들을 하나의 논리적인 집합인 Peer Group (PG)으로 표현한다. 각 PG들은 상위 계층에서 다시 논리적인 PG를 형성한다. 각 PG에서 PGL (Peer Group Leader)이 정해지며 PGL은 상위 계층의 PG에서 자신의 PG를 대표하며 LGN(logical group node)이라 명명된다. 예를 들어, 교환기 A.1.1, A.1.2, A.1.3, A.1.4는 PG A.1을 형성하며, 이 중에서 교환기 A.1.4가 PG A.1의 PGL이 되며, 상위 계층의 PG A에서는 PG A.1을 대표하는 LGN 역할을 하는 것이다. PG 내의 교환기들은 망의 토폴로지, 부하 및 reachability information을 전파하기 위한 PTSP(PNNI topology state packet)를 교환하여 그 PG의 모든 정보를 가진다. PGL은 LGN의 역할로서 자신의 PG 정보를 요약하여 상위 PG 내에 속한 교환기들로 전송한다. 요약된 정보를 받은 각 교환기는 이 정보를 하위 PG 내에 위치한 교환기들로 전송한다. 이러한 PG의 정보 교환이 PNNI 라우팅 프로토콜을 구성하는 요소이다. 교환기가 전파하는 reachability information 내에 영역 제한 변수(scope parameter) S를 사용하여 reachability information을 갱신할 교환기들의 영역을 제한한다. 변수 S는 reachability information이 전파되는 최상위 계층을 나타내며, S에 의해 정의된 영역 내의 교환기들은 이동 단말기들에 대한 정확한 reachability information을 가지게 된다. 따라서 이 영역 내의 교환기들에서 발생한 호는 최단 경로로 설정된다. 그러나 이 영역 밖에서 발생한 호는 홈 교환기로 먼저 전송되고 다시 이동 단말기가 현재 접속된 교환기로 보내어진다.



(그림 1) PNNI 라우팅 프로토콜에 기초한 계층적인 ATM 망 구조

ATM 망에서는 NSAP(network service access point)를 사용하여 단말기의 주소를 지정하는데 이것은 PNNI 라우팅 프로토콜 표준과 같은 계층적인 주소 지정 방식을 지원하며, 주소의 prefix는 단말기가 위치한 PG를 나타낸다.

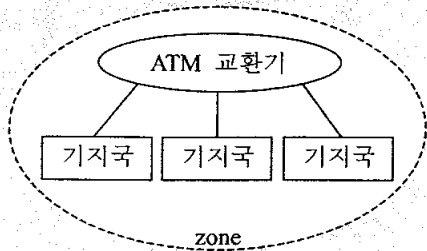
(그림 1)에서 교환기의 주소 지정 방식은 PG의 구조를 반영한다. 즉, 교환기 A.1.4는 계층 2에서 PG A.1에 속하며, 계층 1에서는 PG A에 포함된다. PNNI 라우팅 프로토콜에서 reachability information이 전달되는 순서는 다음과 같다.

- 교환기 A.1.4는 PG A.1의 PGL이다.
- A.1.4는 자신을 통하여 PG A.1 내의 모든 교환기들로 연결이 가능하다는 사실을 PG A 내의 LGN들로 전파한다.
- 이 정보를 받은 LGN A.2는 PTSP를 자신의 모든 하위 계층 교환기들로 전송한다.
- PG A.2 내에 위치한 교환기 A.2.1과 A.2.2는 LGN A.1을 통하여 A.1에 접속된 모든 단말기들로 연결이 가능하다는 정보를 갖게 된다.

이와 유사한 방식으로 교환기 A.2.1과 A.2.2는 LGN B를 통해 주소 prefix B를 가지는 모든 교환기들로 연결이 가능하다는 것을 알게 되는데, 이는 교환기 A.2.1과 A.2.2가 그들의 상위 PG의 정보를 유지하기 때문에 가능한 것이다.

#### 나. 이동성 지원을 위한 PNNI 라우팅 프로토콜의 확장

PNNI 라우팅 프로토콜은 단말기의 이동성을 지원하기 위해 (그림 2)와 같은 구성을 가진다. 이동 단말기들은 기지국에 접속되고, 셀룰러 망에서와 같이 여러 개의 기지국들이 하나의 교환기에 연결된다. 한 교환기 내의 모든 기지국들로 구성되는 영역을 zone이라 한다. 무선 구간에서의 트래픽을 줄이기 위해 단말기가 기지국의 경계를 지날 때는 위치를 갱신하지 않고 zone의 경계를 지날 때만 위치를 갱신한다. 교환기에 호 설정 요구 메시지가 도착하면 교환기는 자신의 모든 기지국들을 호출하여 착신 단말기가 접속



(그림 2) Zone의 구성

된 기지국의 정확한 위치를 파악한다. (그림 1)에서의 ATM 스위치는 (그림 2)와 같이 각각 하나의 zone을 구성한다.

다. Mobile PNNI 방식의 위치 추적

위치 추적 과정에서는 이동 단말기가 전원을 켜고 끄거나 위치를 이동할 때 위치 등록 메시지를 홈 교환기와 이전 교환기로 전송하고 이 위치 등록 메시지를 수신한 교환기들은 단말기가 현재 접속된 교환기를 가리키는 forwarding pointer를 설정한다. Forwarding pointer를 설정하는 것과 동시에 이동 후의 교환기와 이전 교환기는 PNNI 라우팅 프로토콜을 사용하여 단말기의 위치 정보를 갱신한다.

위치갱신을 위해 ancestors-are-siblings 레벨, 영역 제한 변수, 그리고 교환기의 neighborhood라는 세 가지 용어를 정의한다. 교환기 i와 j의 ancestors-are-siblings 레벨  $a_{ij}$ 는 두 교환기 i와 j의 상위 교환기들이 같은 PG에 속하게 되는 계층이다. 영역 제한 변수 S는 reachability information의 전파가 종료되는 점을 지정하는 변수이다. 만일 영역 제한 변수가 S라면, 교환기 i가 전송하는

reachability information은  $a_{ij} < S$  인 어떤 교환기 j에도 전파되지 않는다. 그리고 교환기 i의 neighborhood  $G_i$ 는  $a_{ij} \geq S$  인 모든 교환기 j를 포함한다.

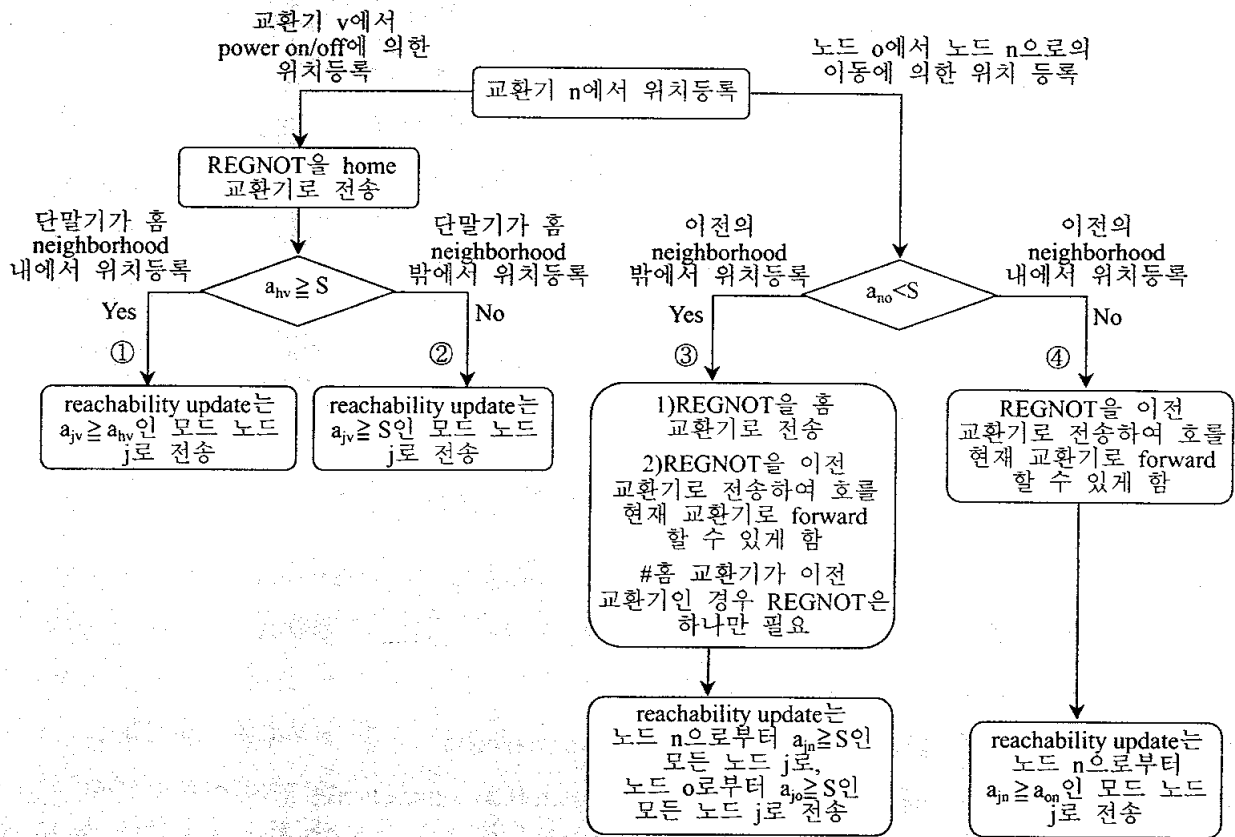
(그림 1)에서의 PNNI 기반의 망을 예로 들면, 두 교환기 A.1.1과 A.2.2의 ancestors-are-siblings 레벨은 2이다. 만일 영역 제한 변수  $S=2$ 라면, 교환기 A.1.1의 neighborhood는 PG A 내의 모든 교환기들을 포함하며, PG B 내의 모든 교환기들은 제외된다.

1) Forwarding pointer의 설정

(그림 3)은 forwarding pointer의 설정과 reachability information의 갱신 과정을 나타내는 흐름도이다. 여기에서는 forwarding pointer를 설정하는 과정만을 기술한다.

①과 ②는 단말기가 전원을 켜거나 끄는 경우이다. 이 때 이동 후의 교환기는 홈 스위치로만 위치 등록 메시지를 전송한다. 단말기의 홈 neighborhood 밖에 위치하면서 동시에 단말기의 현재 neighborhood 밖에 위치한 발신 단말로부터 발생한 호는 홈 스위치로 전송되며, 이러한 호 설정 요구들은 현재 교환기로 전송되어야 하기 때문에 홈 교환기에서 forwarding pointer를 설정해 주어야 하는 것이다.

③과 ④는 단말기가 이동함에 따라 위치를 등록하는 경우이다. 이 때 이동 후의 교환기는 이전 교환기로 위치 등록 메시지를 전송하여 forwarding pointer를 설정하여야 한다. 단말기가 이동하는 경우 이전 교환기에서도 forwarding pointer가 설정되어야 하는 이유는 다음과 같다. 홈 교환기가 이동 후의 교환기로부터 위치 등록

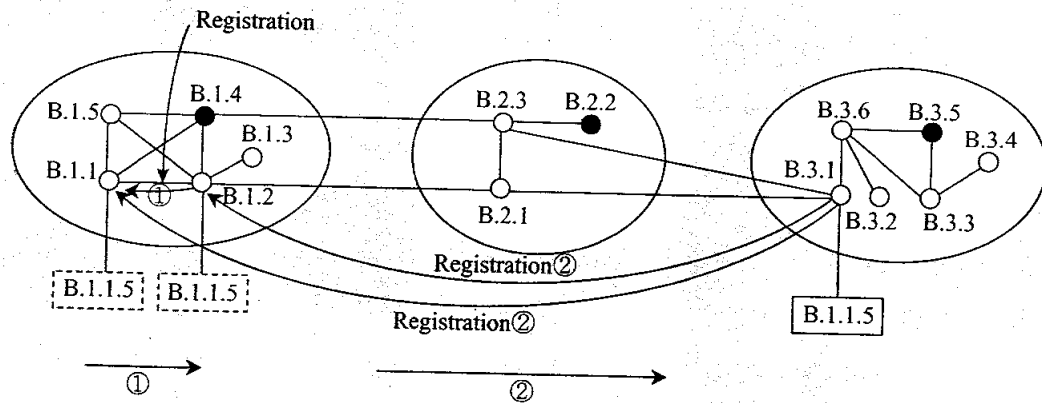


(그림 3) Forwarding pointer의 설정 및 reachability information의 갱신

정보를 수신하여 단말기의 위치를 갱신하기 전에 호 설정 요구를 받게 되면 이 호를 이전 교환기로 전송한다. 또한 이전 교환기가 reachability information을 갱신하기 전에 neighborhood 내에서 발생한 호 설정 요구는 이전 교환기로 전송된다. 이전 교환기는 이러한 호 설정 요구들을 현재 교환기로 전송해주어야 하므로 이전 교환기에서도 forwarding pointer를 설정해야 하는 것이다. 그런데 ③의 경우는 단말기가 이동하면서 neighborhood가 변경되는 경우이다. 이 때 단말기는 홈 교환기로 위치 등록 메시지를 전송하여 홈 교환기의 forwarding pointer를 갱신해 주어야 한다. ④

의 경우는 단말기가 이동하더라도 neighborhood를 변경하지 않는 경우이다. 이 때 홈 교환기의 forwarding pointer는 단말기가 이동한 뒤에도 변경되지 않게 되므로 홈 교환기로 위치 등록 메시지를 전송할 필요가 없다.

(그림 4)에서 이동 단말기 B.1.5가 자신의 홈 교환기인 B.1.1에 접속된 기지국 내에 위치한다고 가정한다.  $S = L$ 이라 하면 이동 단말기의 neighborhood는 레벨 L인 PG 내에 위치한 교환기들 B.1.1, B.1.2, B.1.3, B.1.4를 나타낸다. 단말기가 neighborhood 내에서 이동하는 경우와 neighborhood 밖으로 이동하는 경우로 나누어 살펴 보기



(그림 4) 위치 등록 메시지의 흐름

로 한다. 먼저 단말기가 neighborhood 내에서 이동하는 경우, 즉 단말기 B.1.1.5가 교환기 B.1.2 내의 기지국으로 이동하게 되면 Registration 메시지는 교환기 B.1.2에서 홈 교환기 B.1.1로 전송된다(①의 경우). 단말기가 neighborhood 밖으로 이동할 때, 즉 단말기가 B.1.2에서 B.3.1로 이동하게 되면 교환기 B.3.1은 이동 단말기의 홈 교환기인 B.1.1과 이전 교환기인 B.1.2로 동시에 Registration 메시지를 전송하여 forwarding pointer를 설정한다(②의 경우).

## 2) Reachability information의 갱신

위치 등록 메시지를 받은 교환기들은 단말기의 위치 정보를 갱신한다. reachability information은 (그림 3)의 규칙에 따라 갱신된다. ①은 단말기가 자신의 홈 neighborhood ( $a_w \geq S$ ) 내에서 전원을 켜는 경우이다. 이 때 reachability information은 단지 몇 개의 교환기들에서만 변경된다. ②는 단말기가 neighborhood 밖에서 전원을 켜는 경우이며, 이 때는 새로운 neighborhood 전체가 reachability

information을 갱신한다. 이동 단말기가 전원을 끄는 경우도 ①, ②의 경우와 같다. ④는 단말기가 이동할 때 이동 후의 교환기가 이전 교환기의 neighborhood 내에 위치하는 경우이다. 이 때 reachability information은 단지 이동에 의해 정보가 변경되어야 할 몇몇 교환기들에서만 갱신된다. 반면 ③은 단말기가 이전 neighborhood 밖으로 이동하는 경우이며 이 때는 완전히 새로운 neighborhood에서 reachability information을 갱신하여야 하며 이전 neighborhood에서도 위치 정보를 갱신하여야 한다. 즉 이동 단말기에 대한 reachability information을 최초 상태로 복구시킴으로써 이동 단말기가 홈 neighborhood에 있다는 정보를 가지게 한다. 이와 같은 방식으로, 이동 단말기의 neighborhood 내의 모든 교환기들은 이동 단말기에 대한 정확한 위치 정보를 가지며 neighborhood 밖의 교환기들은 이동 단말기가 홈 교환기에 위치한다는 정보를 가진다. 따라서 착신 단말기의 neighborhood 내에서 발생한 호는 홈 교환기로 전송되지 않고 착신 단말기로 직접 설

정된다. 착신 단말기의 neighborhood 밖에서 발생된 호는 reachability information에 따라 먼저 홈 교환기로 전송되고 홈 교환기는 forwarding pointer가 가리키는 현재 교환기로 호를 전송한다. 망사업자는 영역 제한 변수 S를 작은 값으로 설정하여 큰 neighborhood를 사용할 수도 있다. 이 경우 reachability information의 갱신 회수가 증가하게 되지만 더 많은 호들이 최단 경로로 설정될 수 있다. 반대로 작은 영역의 neighborhood를 사용할 수도 있다.

위치 등록 메시지를 전송하는 방법은 세부적으로 두 가지로 나눌 수 있다. 첫 번째 방식은 각 이동 단말기가 이전 교환기와 홈 교환기의 식별자를 유지하는 것이다. 이 정보는 단말기가 이동 후의 교환기에 등록할 때 사용된다. 즉, 이동 후의 교환기는 이 정보를 사용하여 위치 등록 메시지를 생성하고 이를 홈 교환기와 이전 교환기로 전송한다. 두 번째 방식에서는 위치 등록 메시지와 같은 위치 관리 메시지를 비연결 위주의 방식으로 전송하는 것이다. 이러한 비연결 위주의 전송 방식 중의 하나가 제안된 Connectionless ATM (CL-ATM)이다. 이러한 가정을 하지 않으면 호 설정이 요구될 때마다 위치 등록 메시지를 전송하기 위해 연결이 설정되고 해제되어야 하므로 상당한 처리 오버헤드 및 시그널링 오버헤드가 발생된다[4].

#### 라. Mobile PNNI 방식의 위치파악/연결설정

Mobile PNNI 방식에서는 위치 파악 과정이 호 설정 과정과 통합된다. 따라서 모든 교환기들은 자신의 reachability information이 올바르다고 판단

하여 호 설정을 수행한다.

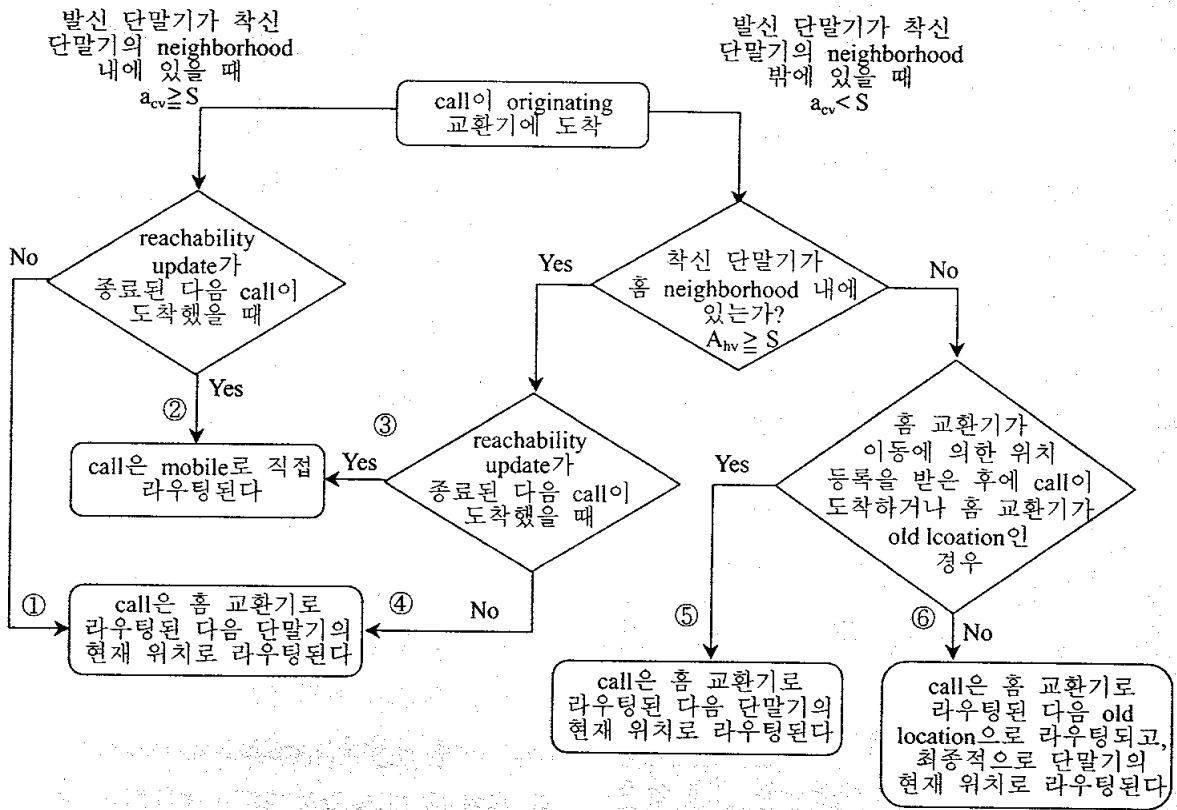
(그림 5)는 Mobile PNNI 방식에서 호가 이동 단말기로 경로가 설정되는 방법을 나타낸다. 경로의 설정은 발신 단말기, 홈 교환기, 착신 단말기의 위치에 의해 정해진다. 발신 단말기가 착신 단말기의 neighborhood 내에 위치하든지 착신 단말기가 자신의 홈 neighborhood 내에 위치하는 경우 호는 착신 단말기로 직접 경로가 설정된다. 그렇지 않다면 호는 먼저 홈 교환기로 전송된다. 단말기가 이동한 직후에 reachability information이 갱신되고 forwarding pointer가 설정된 후에 호가 도착하는지, 아니면 그 전에 호가 도착하는지에 따라 경로 설정은 달라진다.

②는 발신 단말기가 착신 단말기의 neighborhood 내에 위치하고, reachability information이 갱신된 후에 호가 도착한 경우이며, ③은 발신 단말기가 착신 단말기의 neighborhood 밖에 위치하지만 착신 단말기가 자신의 홈 neighborhood 내에 위치하고, reachability information이 갱신된 후에 호가 도착한 경우이다. 두 경우 모두 호는 최단 경로로 설정된다.

①은 발신 단말기가 착신 단말기의 neighborhood 내에 위치하지만, reachability information이 갱신되기 전에 호가 도착한 경우이며, ④는 발신 단말기는 착신 단말기의 neighborhood 밖에 위치하고 착신 단말기는 자신의 홈 neighborhood 내에 위치하지만, reachability information이 갱신되기 전에 호가 도착한 경우이다. 두 경우 모두 호는 이전 교환기로 전송된 다음 착신 단말기의 현재 교환기로 전송된다.

⑤는 발신 단말기가 착신 단말기의 neighbor-





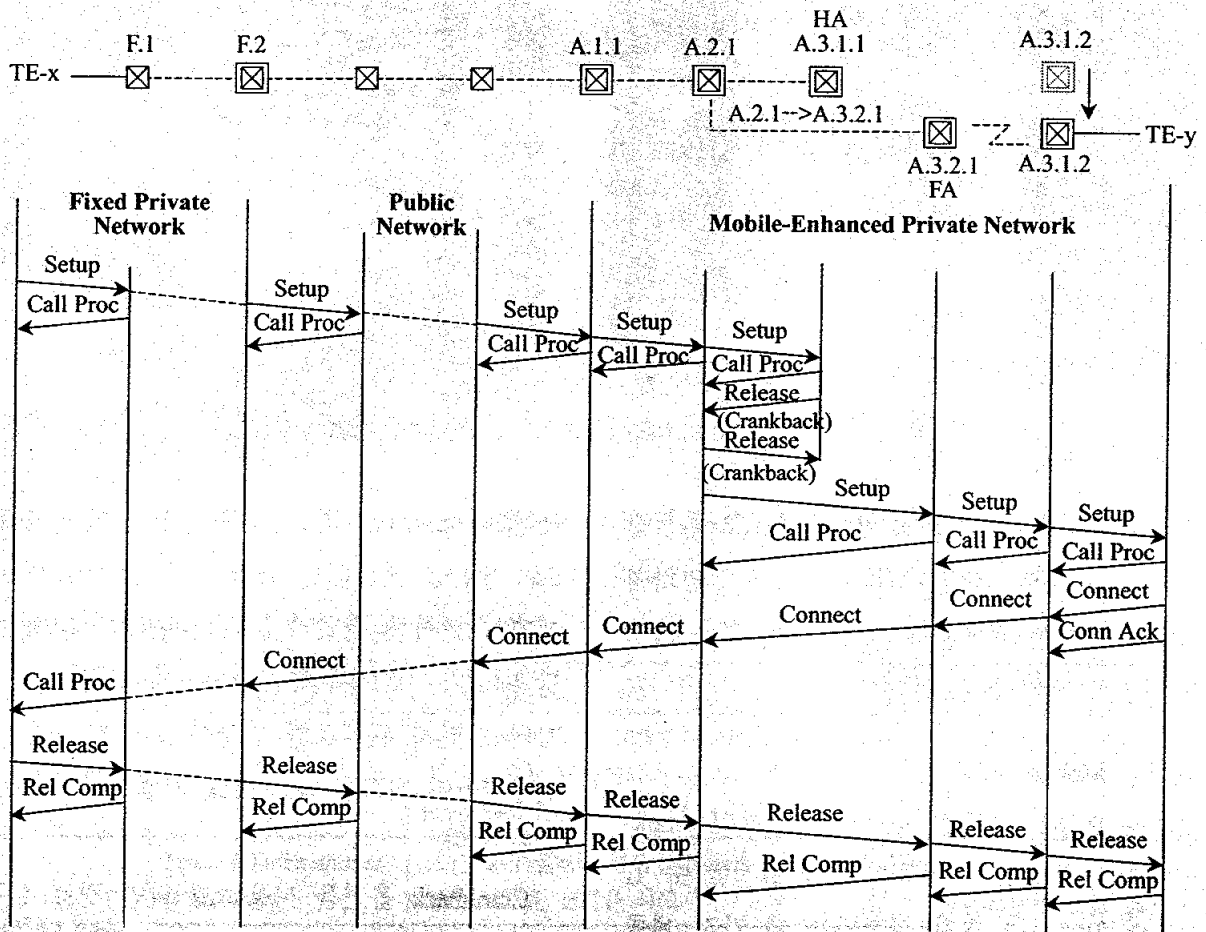
(그림 5) 호의 경로 설정

hood 밖에 위치하고 착신 단말기는 자신의 neighborhood 밖에 위치하며, 홈 교환기가 위치 갱신 메시지를 받은 후에 호가 도착하거나 홈 교환기가 이전 교환기인 경우이다. 이 때 호는 홈 교환기로 전송되고 다시 착신 단말기의 현재 교환기로 전송된다. ⑥은 발신 단말기가 착신 단말기의 neighborhood 밖에 위치하고 착신 단말기는 자신의 neighborhood 밖에 위치하며, 홈 교환기가 위치 갱신 메시지를 받기 전에 호가 도착하는 경우이다. 이 때 호는 홈 교환기로 전송된 다음 이전 교환기로 전송되고, 다시 착신 단말기의 현재 교환기로 전송된다. Forwarding pointer를 사용하는

대신 다음과 같은 기법을 활용할 수도 있다.

1) Crankback 기법

Mobile PNNI 방식에서, 발신 단말기가 착신 단말기의 neighborhood 밖에 위치하고 동시에 착신 단말기가 자신의 홈 neighborhood 밖에 위치하는 경우, 그리고 reachability information이 갱신되기 전에 호가 도착된 경우는 forwarding pointer를 사용하여 이러한 호 설정 요구들을 처리하였다. Forwarding pointer를 사용하는 대신, 호가 설정되어 온 경로를 되돌아가서 호 설정을 다시 시도할 수도 있는데 이를 crankback 기법이라 한다.(그림 6)은 연결 설정 시에 crankback 기법을 적용하는



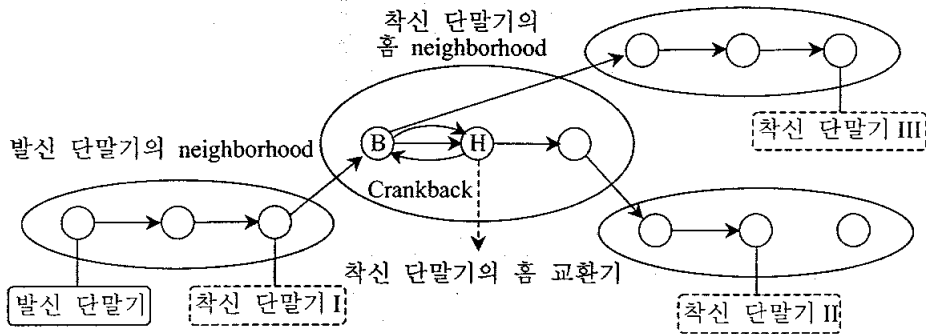
(그림 6) Crankback 기법을 사용한 연결의 설정 및 해제

방법을 나타낸다.

고정 교환기 F.1에 연결된 단말기 TE-x에서 이동 교환기 A.3.1.2에 연결된 TE-y로 연결이 초기화되고 해제되었을 때 무선 PNNI를 통한 메시지 흐름을 나타낸다. 무선 PNNI 망 구성은 기존의 PNNI 기능을 가진 일반적인 교환기들과 무선 PNNI 기능을 가진 이동성 지원이 가능한 교환기들이 있다. 교환기 F.1은 일반적인 교환기이며, F.2, A.1.1, A.2.1, A.3.1.1, A.3.2.1, A.3.1.2는 이동성 지원이 가능한 교환기들이다. 이동성 지원이 가

능한 교환기들은 무선 접속 계층 프로토콜과 mobile PNNI 라우팅 프로토콜을 지원할 수 있다. (그림 6)의 연결 설정 메시지 순서를 보면, 교환기 A.3.1.1은 SETUP 메시지를 수신하고 이동 단말기 A.3.1.2가 A.3.2.1로 이동하였다고 판단을 하고, 이동 후의 교환기의 주소인 A.3.2.1을 RELEASE 메시지에 실어 이전 교환기인 A.2.1로 전송한다. 교환기 A.2.1에서부터 호 설정이 계속 된다.

목적지까지의 경로 설정이 최적화되려면



(그림 7) Crankback 기법과 forwarding 기법

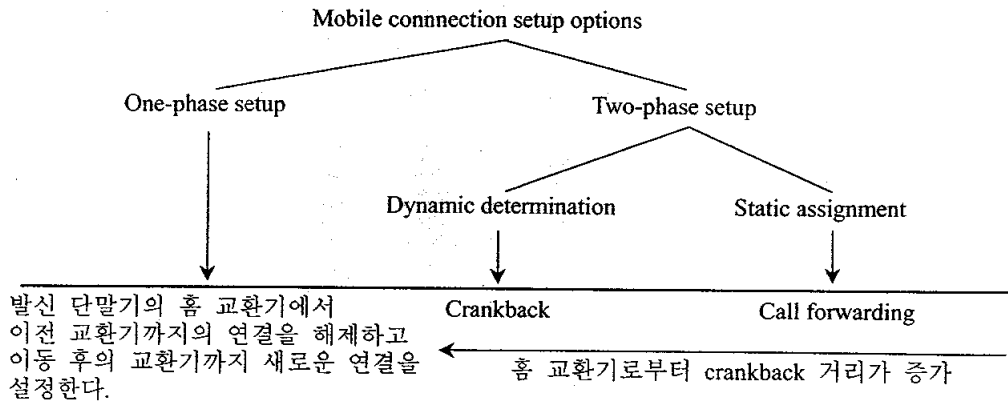
crankback 거리가 최대가 되어야 한다. 그러나 망의 구성 형태와 단말기의 이동으로 인하여 crankback 거리는 제한될 수 있으며 이 경우 최적화된 경로를 설정할 수 없다.

2) 확장된 Mobile PNNI 방식

Mobile PNNI 방식에서는 앞에서 보인 crankback과 같은 옵션을 사용하여 호를 설정할 수 있다. (그림 7)에서는 호가 설정되는 세 가지 예를 보인다. 첫 번째 예에서는, 발신 단말기가 착신 단말기와 같은 neighborhood 내에 위치할 때, 즉 (그림 7)에서 착신 단말기 I에 위치할 때 호 설정이 요구된 경우이다. Reachability information의 전송이 완료되었다고 가정했을 때 연결은 최단 경로로 설정된다. 두 번째 예에서는, 착신 단말기가 착신 단말기 II에 위치한 경우이다. 이 때 호는 착신 단말기의 홈 교환기로 전송되고 이는 다시 crankback되거나 forwarding된다. Crankback이 수행될 경우 착신 단말기 II 위치의 이동 단말기로 연결을 설정하기 위해서는 이동 단말기의 홈 교환기인 H를 거쳐 연결 설정이 이루어져야 하므로 "ping-pong" 효과가 일어난다. 즉, 홈 교환기인 H

는 호를 crankback하고, 교환기 B는 착신 단말기 II로 연결을 시도하는 과정이 반복된다. 세 번째 예에서는 착신 단말기가 착신 단말기 III에 위치할 때이다. 이 경우에는 이동 단말기의 홈 교환기에서 현재 위치로의 연결이 교환기 B를 거쳐 설정되어야 하므로 crankback 기법이 더 좋은 옵션이 된다.

Crankback 옵션을 사용하게 되면 경로 설정이 부분적으로 최적화되지만 종단간 경로가 최적화되는 것은 아니다. 따라서 crankback 옵션을 사용하든 call forwarding을 사용하든 간에 경로 설정 최적화 과정이 필요하게 된다. 발신 단말기로부터 착신 단말기의 홈 교환기까지의 연결을 즉시 해제한 다음 발신 단말기 교환기로부터 이동 단말기의 현재 위치까지 새로운 연결을 설정하는 기법도 사용이 가능하다[7]. 이 경우에는 연결 설정이 이루어지기 전까지는 데이터 교환이 시작되지 않으므로 호 설정은 한 단계(one-phase)로 처리된다. 이는 (그림 8)에서 예시되어 있다. Crankback이나 forwarding 기법은 모두 경로 설정 최적화 과정이 필요하므로 이 두 가지 기법들을



(그림 8) Mobile PNNI 방식에서의 호 설정 옵션

<표 2> Mobile PNNI 방식을 사용한 호 설정 옵션

구 분		방 식	특 정
One Phase Setup		발신 단말기와 홈 교환기 사이의 연결을 즉시 해제하고 착신 단말기와의 새로운 연결을 설정 (cranking back 거리 = ∞인 경우)	<ul style="list-style-type: none"> <li>호 설정 지연이 크다.</li> <li>망 자원 낭비가 최소</li> </ul>
Two Phase Setup	Dynamic Determination (Crankback)	호 설정이 실패한 경우 cranking back 거리만큼 되돌아가서 새로운 연결을 시도	라우트 최적화 과정이 필요
	Static Assignment (Call forwarding)	cranking back 거리 = 0 인 경우	

two-phase 호 설정 기법으로 분류한다. 데이터 교환은 연결 설정 이후에 가능하다. 이 두 가지 기법들의 차이점은, cranking back 기법은 cranking back 거리가 동적으로 결정되는 반면, call forwarding 기법은 cranking back 거리가 0으로 고정된다는 것이다.

경로 설정 최적화 과정까지의 시간이 짧기는 하지만 call forwarding 방식이 망 자원의 상당 부분을 사용한다. 반면 one-phase 기법은 호 설정 지연 시간을 증가시킨다. Cranking back의 경우는 이 두 극단적인 경우의 중간쯤 된다. <표 2>에 Mobile PNNI 방식을 사용한 호 설정 방법들을 정

리하였다.

마. 라우트 최적화

Reachability information이 정확하지 않으면 호의 경로가 비효율적으로 설정될 수 있다. 따라서 경로 설정의 최적화 과정이 필요하게 된다. Mobile IP 망에서도 이와 비슷한 경로 설정의 최적화 과정이 필요하다. 그러나 ATM망은 Mobile IP 망과는 달리 연결 위주의 망이므로 셀 순서를 보장하여야 한다는 차이점을 가진다.

<표 3> Setup 메시지 내의 IEs

Information element	Reference	Contents
Caller's homeaddr	IE가 0이면 발신측은 홈에 위치함. SETUP 메시지에서 caller 번호와 subaddress IE들은 발신측의 home 주소를 나타냄.	0 : caller at home
Callee's homeaddr	IE가 0이면 발신측은 수신측의 홈으로 연결을 설정하고 있음. SETUP 메시지에서 callee 번호와 subaddress IE들의 내용은 수신측의 홈 주소를 나타냄.	0 : call callee's home
Connection type	중단 포인트가 이동 단말기인지 아닌지를 구별함.	0 : static endpoints 1 : mobile endpoint(s)
Mobility capable connection flag	이동성 지원이 가능한 첫 entity에 의해 1로 set	0 : not capable 1 : capable

바. 위치 관리를 위한 시그널링 확장

여기에서는 무선 ATM 망에서 단말기의 위치 관리를 위한 기본적인 메시지들을 살펴보고, Mobile PNNI 방식 중에서 One phase setup의 경우 시그널링 선택스를 확장하여 위치 관리 기능이 ATM 연결 설정 기능과 쉽게 통합되도록 한 예를 보였다.

- 이동 단말기로의 주소 할당
  - 단말기는 6 바이트의 ESI를 망 사업자로부터 할당받아 단말기 내에 저장한다.
  - 위치 등록 과정에서 단말기가 6 바이트의 ESI를 교환기로 전송하면 교환기는 13 바이트의 임시 주소를 단말기에 할당한다.

1) 기본 동작

이동 단말기의 위치 파악 과정은 다음과 같이 연결 설정 과정과 통합된다. 발신측은 수신측이 이동 단말기인지 아닌지, 연결 설정 경로 내에 이동성을 지원하는 스위치가 어느 것인지에 대한 사전 지식 없이 수신측의 홈 주소를 SETUP 메시지 내에 포함하여 전송한다. 따라서 SETUP

메시지에는 스위치들에게 이동성을 지원할 수 있는 스위치가 존재하는지를 알리는 플래그(flag)가 필요하다. 만일 발신측이나 수신측이 이동 단말기이면 연결 설정 경로상에 이동성을 지원하는 스위치가 적어도 하나는 존재하게 되며 플래그는 세팅된다.

SETUP 메시지가 수신측에 도착하게 되면 수신측 스위치는 CONNECT 메시지나 RELEASE 메시지로 응답한다. 단말기가 고정 단말기이거나 이동 단말기가 현재 홈 스위치에 위치할 경우에는 CONNECT 메시지로 응답하며, 단말기가 홈이 아닌 다른 스위치에 위치할 경우에는 이동 단말기의 현재 주소를 실어서 RELEASE 메시지로 응답한다. RELEASE 메시지를 받은 발신측 단말기는 이동 단말의 현재 위치로 새로운 연결 설정을 시도해야 한다. 즉, 수신측 홈 주소 대신에 현재 주소를 사용하여 다시 SETUP 메시지를 전송한다.

2) 시그널링 메시지

위치 관리를 위해 추가되는 메시지는 없다. 그러나 SETUP, RELEASE, CONNECT 메시지에

추가적인 IE(information element)들을 도입할 필요가 있다.<표 3><표 4>와 <표 5>에 이들 메시지에 추가된 IE들을 보였다.

<표 4> Release 메시지 내의 IEs

Information element	Reference	Contents
Callee's foreign address	RELEASE메시지 내에서, 수신측의 home address 필드는 수신측의 홈 주소로 세팅되고 callee 번호와 subaddress 필드는 수신측의 현재 주소로 세팅됨.	exists only when cause == MOBILE_AWAY

<표 5> Connect 메시지 내의 IEs

Information element	Reference	Contents
Connection type	수신측 단말기가 홈에 있으면 수신측의 홈 스위치가 1로 세팅. 이것은 연결 설정 경로상의 스위치들에게 수신측 단말의 이동성 여부를 구분할 수 있도록 함	0: static endpoints 1: mobile endpoint(s)

## 2. LR 방식

LR(Location Registers) 방식은 PNNI 라우팅 프로토콜에서 사용되는 reachability information을 전파하지 않는다. 그 대신 위치 등록기를 사용하여 명확한 위치 추적(tracking)과 위치 파악(locating) 과정을 PNNI 기반의 ATM 망 위에 올리게 된다. 위치 등록기들은 일종의 데이터베이스인데 이들은 ATM 망의 PG 내에 존재한다. 이 방식에서 LR들은 이동 단말기의 위치를 추적하고, 연결 설정 전에 이동 단말기의 위치에 대한 문의에 응답한다. 따라서 LR 방식은 Mobile PNNI 방식과는

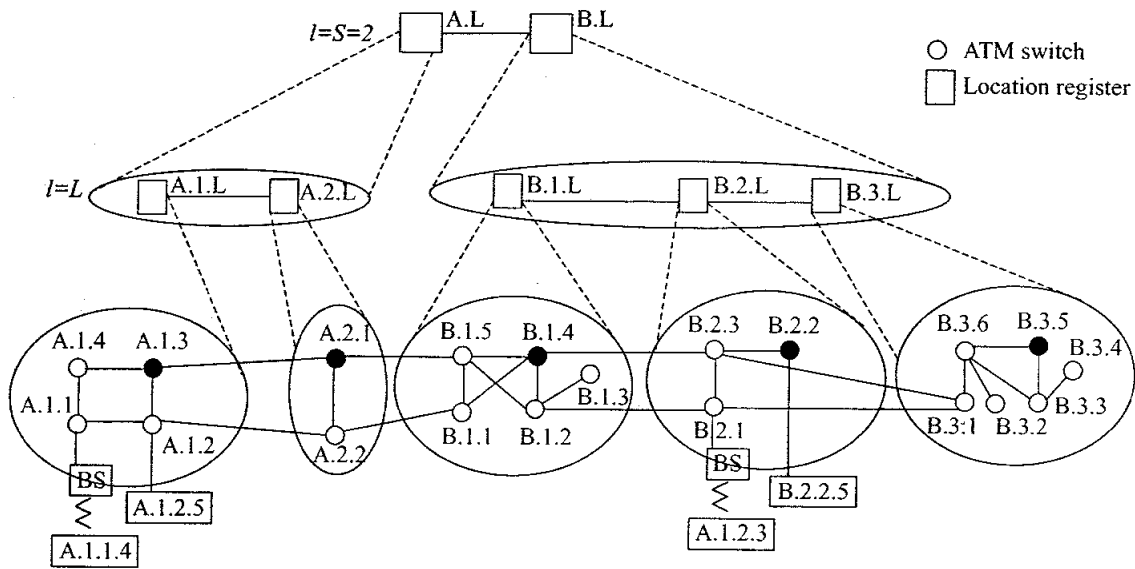
달리 연결 설정 전에 명확한 이동 단말기 위치 파악 과정을 가진다.

(그림 9)는 계층적으로 구성된 LR들을 보여주고 있다. LR들은 레벨 L에서 레벨 S까지만 존재한다. 여기에서는 편의상 각 PG가 하나의 LR을 가진다고 가정하지만 여러 개의 LR들을 가질 수도 있다. LR A.1.L은 PG A.1 내의 교환기들에 접속된 모든 이동 단말기들을 추적한다고 가정한다.

위치 등록기를 계층적으로 구성함으로써 이동 단말기의 추적과 위치 파악을 지역화할 수 있다. 그러나 계층적 방식처럼 계층이 최고 레벨(L=1)까지이면 각 LR에서 REGNOT(registration notification)이나 LOCREQ(location request) 메시지의 처리량이 많아지게 된다. 만약 데이터베이스 액세스 비용이 메시지 전송 비용보다 많으면 이들 요구를 홈으로 보내는 것보다 등록기에서 처리하는 비용이 더 많이 든다. 또한 단일층 방식처럼 홈 LR이 현재 이동 단말기를 추적 중인 레벨(L=L)의 LR을 추적하게 된다면 홈 LR을 갱신하고 문의하는데 따르는 장거리 시그널링 비용이 많게 된다. 따라서 단일층 방식과 계층적 방식을 절충하여 계층을 레벨 S로 제한하고, 홈 LR은 각 이동 단말기에 대한 S번째 레벨 LR만을 추적하게 한다. 이동 단말기의 위치 파악 요구를 받은 교환기가 속한 S번째 레벨까지의 LR들 중에 단말기의 위치 정보를 가진 등록기가 없다면 단말기의 홈 LR로 위치 파악 메시지를 전송한다.

### 가. LR 방식의 위치 추적

이동 단말기가 전원을 켰을 때, 기지국에 연결



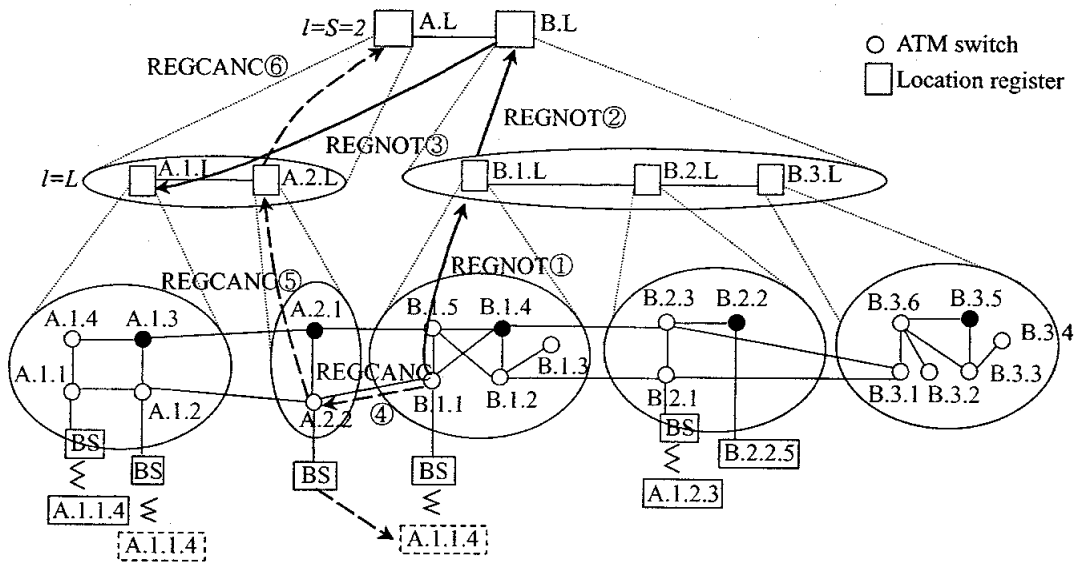
(그림 9) 계층적으로 배열된 위치 등록기

된 교환기가 등록 메시지를 받으며 이 교환기는 REGNOT(registration notification)를 자신의 L번째 레벨 LR에게 보낸다. 그러면 이 LR은 REGNOTs를 생성하여 S번째 레벨 LR까지 조상 LR들에게 보낸다. 홈 교환기가 아닌 교환기에서 접속된 경우, S번째 레벨 LR은 이동 단말기의 홈 LR에게 REGNOT를 보내어 이동 단말기가 현재 자신의 영역에 있음을 알린다. 이로써 홈이 아닌 다른 교환기에 접속해 있는 이동 단말기들의 홈 LR은 이동 단말기의 S번째 레벨 LR을 추적한다. 이동 단말기가 전원을 끄는 경우에도 전원을 켜는 경우와 유사한 과정이 수행된다. 즉 S번째 레벨까지 존재하는 LR들에게 이동 단말기의 전원이 꺼졌음을 알린다. 그리고 만약 이동 단말기가 홈이 아닌 지역에 있다면 단말기의 홈 LR에게도 이 사실이 알려진다.

단말기가 등록 지역을 변경하였을 경우, 새로

운 교환기는 등록 메시지를 받는 즉시 L번째 레벨 LR에게 REGNOT 메시지를 보낸다. 메시지를 수신한 LR은 이전 교환기와 관련된 LR과 새로운 교환기와 관련된 LR의 공통되는 조상 LR이나 S번째 레벨 LR 중에서, 더 낮은 계층까지 REGNOT 메시지를 보낸다. 새로운 교환기는 이 메시지를 이전 교환기로 보냄으로써 단말기의 위치 변경을 알리며 이전 교환기는 L번째 레벨 LR에게 REGCANC(registration cancellation) 메시지를 전송하여 LR들에게서 이 단말기와 관련된 정보들을 삭제하며 REGCANC 메시지는 위쪽으로 전파된다. 만일 단말기를 추적하던 S번째 레벨의 LR이 바뀌게 되면 이동 단말기의 홈 LR은 바뀌어진 S번째 레벨의 LR을 추적하게 된다. (그림 10)은 이동 단말기의 위치 등록 과정을 나타내고 있다.

예를 들어, (그림 10)의 단말기 A.1.1.4가 교환



(그림 10) 이동 단말기의 위치 등록 과정

기 A.1.2에 연결된 기지국으로 이동했다면 LR A.1.L만이 갱신되면 된다. 반면에 교환기 A.1.1에서 교환기 A.2.2로 이동했다면 교환기 A.2.2에서 LR A.2.L로, LR A.2.L에서 LR A.L로 REGNOT 메시지가 전송된다. 이는 LR A.L이 이전 교환기에 관련된 LR과 새로운 교환기에 관련된 LR들의 공통 조상 LR이기 때문이다. S번째 레벨 LR인 A.L이 바뀌지 않았으므로 이동 단말기의 홈 LR로 REGNOT 메시지가 전송되지 않는다. 그러나 A.2.2에서 A.1.1로 위치 정보 삭제 요구 메시지가 전송되고, A.1.1은 A.1.L로 REGCANC를 전송한다. 단말기가 교환기 A.2.2에서 B.1.1로 이동한 경우, REGNOT 메시지가 교환기 B.1.1에서 LR B.1.L로 전송되고 이는 다시 LR B.L로 전파된다. 이 경우에는 이동 단말기를 추적하는 S번째 레벨 LR이 바뀌게 되므로 LR B.L은 홈 LR A.1.L로 REGNOT 메시지를 전송한다. 또한 B.1.1에서 A.2.2로

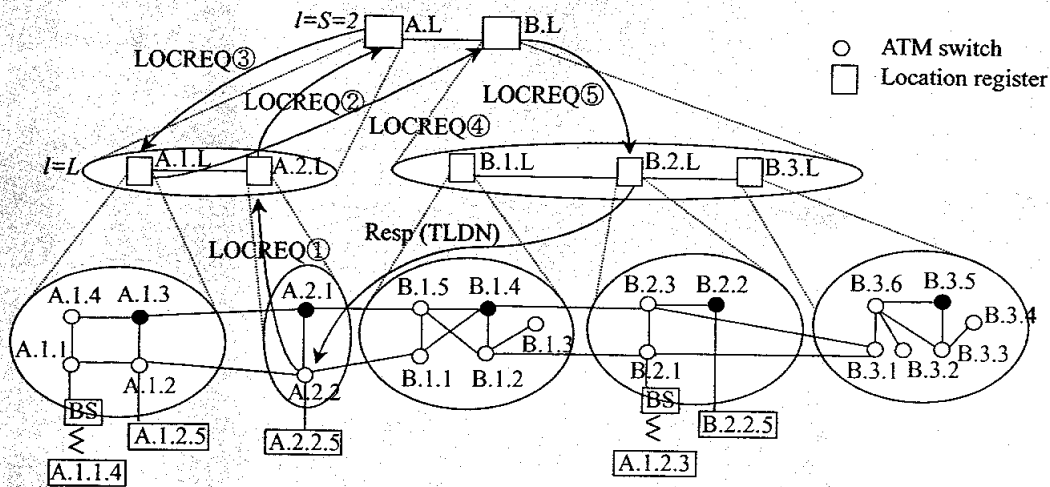
REGCANC 메시지가 전송되고, 이는 다시 LR A.2.L을 거쳐 LR A.L로 전송된다.

#### 나. LR 방식의 위치 파악

호 설정을 위해 LR들의 체인을 따라 이동 단말기의 위치를 추적하며 이 체인의 길이는 발신측의 위치와 이동 단말기의 현재 위치에 의해 결정된다. 송신측의 교환기는 수신측 이동 단말기가 자기 영역 내의 기지국에 있는지를 확인하여 영역 내에 있으면 LOCREQ 메시지를 생성하지 않고 호 설정을 완료한다.

(그림 11)은 이동 단말기의 위치 파악 과정을 나타내고 있다. 만일 수신측 이동 단말기가 자신의 영역 내에 없으면 LR에게 LOCREQ 메시지를 전송하며 이는 LR의 상위 계층으로 전파된다. 어떤 레벨의 LR이 단말기의 위치 정보를 가지고





(그림 11) 이동 단말기의 위치파악 과정 (A.2.2.5가 A.1.2.3으로 호 설정하는 경우)

있으면 이 LR은 수신측 단말기의 현재 위치로 LOCREQ 메시지를 전송한다. 그러면 수신측 이동 단말기가 있는 교환기의 L번째 레벨 LR이 위치 정보를 송신측 교환기로 바로 보낸다.

그러나 송신측 교환기의 L번째 레벨 LR에서부터 S번째 레벨 LR까지 수신측 이동 단말기의 위치 정보를 가진 LR이 없다면 S번째 레벨 LR은 수신측 이동 단말기의 홈 LR로 LOCREQ 메시지를 전송한다. 홈 LR은 자신에게 속한 이동 단말기의 S번째 레벨 LR을 추적하고, 이 S번째 레벨 LR은 이동 단말기의 위치를 추적하므로 홈 LR은 S번째 레벨 LR에게 LOCREQ 메시지를 전송한다. 이 LR은 하위 계층으로 LOCREQ 메시지를 전송한다. LOCREQ 메시지는 수신측 이동 단말기가 접속된 교환기의 L번째 레벨 LR에 도착하게 되고 여기에 대한 응답이 송신측 교환기로 전송된다.

수신측 이동 단말기가 위치한 교환기의 L번째

레벨 LR은 그 교환기의 PG ID를 사용하는 TLDN을 사용하여 응답한다. 이 TLDN은 이동 단말기가 위치한 교환기를 가리키는 이동 단말기에 대한 임시 주소이다. 송신측 교환기는 TLDN을 사용하여 호 설정을 시도하며 이동 단말기의 ID는 연결 설정 메시지 내에 포함되어 있다. 호 설정은 PNNI 시그널링을 이용하여 진행되며 이 시그널링은 TLDN을 기초로 하여 연결을 설정한다. 연결 설정 메시지가 수신측 이동 단말기의 교환기에 도착했을 때 이 메시지는 이동 단말기의 ID를 사용하여 페이징하여 일정 시간 내에 이동 단말기가 위치한 정확한 기지국을 찾아내면 호 설정은 완료된다.

예를 들어, (그림 11)에서 두 단말기 B.2.2.5와 A.2.2.5가 이동 단말기 A.1.2.3으로 호를 설정하는 경우를 생각해 보자. 교환기 B.2.2가 자신의 LR B.2.L로 이동 단말기 A.1.2.3에 대한 LOCREQ 메시지를 생성했을 때 LR B.2.L은 수신측 이동 단

<표 6> Mobile PNNI 방식과 LR 방식의 위치추적/연결설정 과정 비교

구 분	위치 추적		위치 파악	호 설정
	위치 등록	위치 갱신		
Mobile PNNI 방식	홈 교환기로 위치 등록 메시지를 전송하여 forwarding pointer를 설정한다. 단, 단말기가 이동하는 경우에는 이전 교환기로도 위치 등록 메시지를 전송	PNNI 라우팅 프로토콜을 사용	고정 단말기와 이동 단말기를 구분 하지 않고 현재의 위치 정보를 사용 하여 호 설정을 시도	
LR방식	Peer group 내의 위치 레지스터로 위치 등록 메시지를 전송	단일층 방식과 계층적 방식을 절충시킨 방식을 사용	이동단말기인 경우 LOCREQ 메시지를 사용하여 착신단말기의 위치를 파악	위치 파악 과정에서 얻어진 위치정보를 사용하여 호 설정을 시도
			고정 단말기인 경우 위치 파악 과정을 거치지 않고 호 설정을 시도	

말기 A.1.2.3이 자신의 영역 내에 있으므로 즉시 응답할 수 있다. 반면, 단말기 A.2.2.5가 이동 단말기 A.1.2.3으로 호 설정을 시작하면 교환기 A.2.2가 LOCREQ 메시지를 생성하고 이 메시지는 LR들의 체인 즉, A.2.L과 AL을 지나게 된다. 이들 LR 중에는 수신측 이동 단말기에 관한 정보를 가진 LR이 없기 때문에 AL은 수신측 이동 단말기의 홈 LR인 A.1.L로 LOCREQ 메시지를 전송하고 이 LR은 이동 단말기가 위치한 레벨 L LR인 B.L로 LOCREQ 메시지를 전송한다. 그러면 B.L은 LOCREQ 메시지를 LR B.2.L로 전송하고 LRB.2.L은 이동 단말기에 대한 TLDN으로 응답한다.

### III. 두 위치관리 방식의 비교

앞에서 기술한 두 가지 위치 관리 방식을 위치 추적, 위치 파악, 그리고 호 설정 과정으로 나누어 비교한 결과가 <표 6>에 나타나 있다.

Mobile PNNI 방식은 위치 추적 과정을 두 단계로 나누어 수행한다. 먼저 홈 교환기와 이전

교환기로 위치 등록 메시지를 전송하여 forwarding pointer를 설정하고, PNNI 라우팅 프로토콜을 사용하여 등록된 위치 정보를 갱신한다. LR 방식에서는 단말기가 교환기로 위치 등록 메시지를 전송하면 그 교환기는 자신의 PG 내에 위치한 위치 레지스터로 단말기의 위치 정보를 갱신한다. 나머지 위치 레지스터들은 단일층 방식과 계층적 방식을 절충시킨 형태로 위치 정보를 갱신한다. 그리고 Mobile PNNI 방식은 위치 파악 과정과 호 설정 과정이 통합되어 수행되는 반면 LR방식은 명확히 분리된다. 따라서 Mobile PNNI 방식에서는 고정 단말기와 이동 단말기를 구분하지 않고 호를 설정하지만, LR 방식에서는 이동 단말기의 경우에만 위치 파악 과정을 수행하므로 망 주소 공간을 고정 단말기와 이동 단말기로 분리하여야 한다는 단점이 있다.

Mobile PNNI 방식은 착신 단말기가 홈 교환기에 위치하지 않은 경우 홈 교환기까지의 연결을 유지하여야 하므로 망 자원을 낭비하게 되며, 경로 설정이 최적화되지 않을 수 있으므로 경로 설정 최적화 과정을 필요로 한다. 반면 LR 방식은

<표 7> Mobile PNNI 방식과 LR 방식 비교

비교 기준	Mobile PNNI 방식	LR 방식
주소 영역 분할	요구되지 않음(+)	요구됨(-)
호 설정시 자원 낭비	경우에 따라서 최적 경로가 아닐 수 있음: 이차적인 경로 최적화 과정이 필요함(-)	자원 낭비가 없음: 연결 경로가 최적화(+)
동일 알고리즘의 공중망과 사설망에 동시 적용성	불가능(-)	가능(+)
기존 시그널링 및 라우팅 프로토콜의 수정	필요(-)	불필요(+)
CMR(Call to Mobility Ratio)	낮을 때, 즉 고속 이동 단말기의 경우 성능이 우수	높을 때, 즉 저속 이동 단말기의 경우 성능이 우수

호 설정 경로가 최적화되므로 망 자원의 낭비가 없으며 경로 설정 최적화 과정이 필요하지 않다.

두 가지 위치 관리 방식을 다양한 CMR(Call to Mobility Ratio)에 따라 성능을 비교한 결과 낮은 CMR, 즉 호의 착신률에 비해 단말기가 이동하는 속도가 빠른 경우에는 LR 방식이 Mobile PNNI 방식보다 우수한 성능을 나타내며, 높은 CMR에서는 그 반대이다. 이는 Mobile PNNI 방식에서 단말기의 이동하는 빈도가 증가하게 되면 호 설정 가능 정보의 갱신으로 인한 PNNI 라우팅 프로토콜 오버헤드가 증가되기 때문이다. 또한, 두 가지 방식이 최소의 비용을 얻기 위해 사용하는 변수 S의 관점에서 서로 대비된다. 단말기가 고속으로 이동하는 경우에 PNNI 방식에서는 위치 정보를 갱신하는 오버헤드를 줄이기 위해 PNNI 계층을 낮추어야 한다. 즉, 변수 S의 값이 커야 한다. 같은 경우, LR 방식에서는 PNNI 계층을 높여야 성능이 좋아진다. 즉 변수 S의 값이 작아야 한다. 단말기가 저속으로 이동하는 경우는 그 반대이다.

두 가지 위치 관리 방식을 여러 가지 기준에 따라 장단점을 비교한 결과가 <표 7>에 나타나 있다.

### 참고 문헌

- [1] Lind, "Location Management Requirements," ATM Forum/96-1704, Dec. 1996.
- [2] M. Veeraraghavan, G. Dommety, "Location Management in Wireless ATM Networks," ATM Forum/96-1500, Oct. 1996.
- [3] *Private Network-Network Specification Interface 1.0*, ATM Forum/af-pnni-0055.000, Mar. 1996.
- [4] R. Jain, "Reducing Traffic Impacts of PCS Using Hierarchical User Location Databases," *Proc. of ICC'96*, Dallas Texas, Jun. 1996, pp. 1153~1157.
- [5] Ayyagari, J. Harrang, and S. Ray, "Call Establishment/Termination in Wireless PNNI-Revision 1," ATM Forum/96-1670, Dec. 1996.
- [6] M. Veeraraghavan and G. Dommety, "Location Management Update," ATM Forum/96-1701, Dec. 1996.
- [7] Acharya, J. Li, and D. Raychaudhuri, "Signaling Syntax Extensions for Location Management in Mobile ATM," ATM Forum/96-1624, Dec. 1996.
- [8] Acharya, J. Li, and D. Raychaudhuri, "Primitives for Location Management and Handoff in Mobile ATM Networks," ATM Forum/96-1121, Aug. 1996.
- [9] Acharya, P. Sheih, "Comparison of Location Management Schemes for Mobile ATM," ATM Forum/97-0161, Feb. 1997.