

# PNNI 기반의 무선 ATM 망에서 위치 등록기의 논리적 계층 구조 연구

김도현\*, 박희동\*\*, 조유제\*\*\*

\*천안대학교 정보통신학부, \*\*포항 1 대학 컴퓨터응용과,

\*\*\*경북대학교 전자전기컴퓨터공학부

e-mail : [dhkim@infocom.cheonan.ac.kr](mailto:dhkim@infocom.cheonan.ac.kr)

## A Study on Logical Hierarchy Architecture of Location Registers for PNNI-Based Wireless ATM

Do-Hyeon Kim\*, Hee-Dong Park\*\*, You-Ze Cho\*\*\*

\*Dept. of Information and Communication Engineering, Cheonan University,

\*\*Dept. of Computer Engineering, Pohang College,

\*\*\*School of Electronic and Electrical Engineering, Kyungpook University

### 요 약

ATM 포럼에 제시된 LR 기법에서는 위치 등록기를 각 계층별로 물리적으로 배치하고 있어 다수의 데이터베이스가 필요하고, 데이터베이스 액세스 회수가 증가하며 위치 관리를 위한 신호 트래픽이 많고 호 설정 지연이 증가하는 문제점이 있다. 본 논문에서는 PNNI(Private Network to Network Interface) 기반의 무선 ATM 망에서 기존 LR 기법에서 사용하는 물리적인 계층 구조에서 각 계층마다 위치 등록기를 들므로 인한 문제점을 보완하기 위해 PNNI 계층을 적용하여 논리적 계층에 의한 위치 등록기 구조를 제시한다. 논리적 계층 구조에서는 위치 등록기를 논리적인 그룹으로 묶고, 이 그룹들을 다시 그룹으로 묶어서 위치 등록기의 논리적인 트리 형태로 만들어 상위 레벨의 위치 등록기의 역할을 하위 레벨의 위치 등록기 중 하나가 수행할 수 있도록 한다. 그리고, 위치 관리 비용 측면에서 성능을 비교 평가하여 제안된 논리적 계층 구조가 기존의 물리적 계층 구조에 비해 데이터베이스 수가 줄어들고, 위치 관리 비용을 줄이는 효과를 얻을 수 있다.

### 1. 서론

무선 ATM(Wireless ATM)은 미래의 무선 멀티미디어 서비스를 중단간 ATM 기술로 제공하기 위한 차세대 통신망 기술이다. 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[1][2]. 따라서, 계층적 구조인 PNNI 기반의 무선 ATM 망에서 단말기의 이동성을 제공하기 위해서는 기존 PNNI의 호환성과 확장성 등을 고려한 위

치 관리에 대한 연구가 필요하다. ATM 포럼에서는 PNNI (Private Network to Network Interface) 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, LR 기법은 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 단말기 간의 비효율적인 연결 경로로 인한 망 자원의 낭비가 발생하여 경로 최적화 과정을 수행하게 된다. LR 기법은 셀룰라 전화망에서 사용되는 위치 등록기 개

\* 본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(1999-2-303-004-3)지원에 의해 수행되었음.

념을 계층적인 PNNI 기반의 ATM 망 구조에 적용하고 있다[3-5].

LR 기법은 계층적 방식을 이용하여 위치 정보를 한 곳에 집중시키지 않고 분산하는 장점이 있으나, 고정 단말기와 이동 단말기의 주소 공간을 분리하고 데이터베이스 액세스 회수를 증가시키고 위치 파악을 위한 신호 트래픽이 많은 단점이 있다[5].

본 논문에서는 PNNI 기반의 LR 기법에서 각 계층별로 위치 등록기를 두는 물리적 계층 구조의 위치 등록기 수량과 시그널링 트래픽이 증가하는 문제점을 보완하기 위한 위치 등록기의 논리적인 계층 구조를 제안한다. 제안된 구조에서는 PNNI 계층 방식을 이용하여 최하위 레벨에 물리적인 위치 등록기를 두고, 하위 레벨의 위치 등록기를 논리적인 그룹으로 묶어서 상위 레벨의 위치 등록기로 구성하는 논리적인 트리 형태의 계층 구조를 만든다. 논리적 계층 구조는 상위 레벨의 위치 등록기에 소요되는 데이터베이스 접속 비용과 시그널링 비용이 감소로 인해 기존의 물리적 계층 구조에 비해 적은 위치 관리 비용이 소요됨을 알 수 있다.

## 2. 논리적 계층에 의한 위치 등록기 구조

### 2.1 위치 등록기의 논리적 계층 구조

LR 기법의 물리적 계층 구조에서는 최하위 레벨의 위치 등록기는 하나의 등록 영역(registration area) 내 현재 등록된 단말기의 식별자와 서비스 프로파일 정보 같은 호 설정에 필요한 부가적인 정보를 가지고 있다. 상위 레벨의 위치 등록기는 자신의 하위 레벨의 위치 등록기에 등록된 단말기에 대한 정보를 저장하고 있다.

효율적인 위치 관리를 위해서 그림 1에서 보는 바와 같이 계층화된 논리적 그룹으로 구성된 위치 등록기의 논리적 계층 구조를 제안한다. 논리적 계층 구조에서는 각 계층에 배열되어 있는 위치 등록기를 논리 그룹으로 묶고, 그런 논리 그룹들을 다시 그룹으로 묶어 상위의 논리 그룹을 형성한다. 이 과정을 최상위 계층까지 확대하여 하나의 큰 트리 형태의 논리적 계층에 의한 위치 등록기 구조를 만든다.

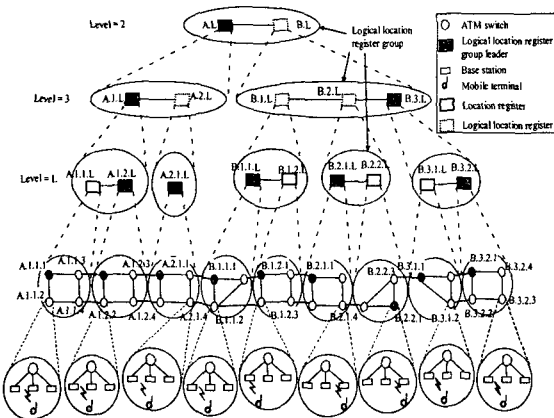


그림 1. 위치 등록기의 논리적 계층 구조

위치 등록기의 논리적 계층 구조에서는 최하위 레벨에 있는 위치 등록기는 최하위 레벨의 PG를 등록 영역으로 가지고 있고, 이들 지역의 단말기들의 위치 정보를 관리한다. 이들 위치 등록기를 묶어서 하나의 위치 등록기 논리 그룹을 형성하고 각 논리 그룹을 구성하는 위치 등록기 중에서 위치 등록기 그룹 리더(location register group leader)가 하나 정해진다. 이 위치 등록기 리더는 현재 레벨의 위치 등록기 논리 그룹을 대표하면서, 바로 위에 위치한 상위 레벨 위치 등록기의 역할을 수행한다. 이러한 과정을 최상위 계층으로 이어감으로써 위치 등록기에 대해 트리 형태의 논리적 계층 구조를 형성할 수 있다. 이때 최하위 레벨에 위치한 위치 등록기는 실질적으로 존재하고, 상위 레벨의 논리 그룹에 속한 위치 등록기는 가상적으로 존재한다.

### 2.2 논리적 계층 구조에서의 위치 관리

위치 등록기의 논리적 계층 구조에서는 그림 2에서와 같이 단말기가 등록 영역의 경계를 넘어 이동할 때 위치 등록이 발생한다. 최하위 레벨의 위치 등록기(A.2.1.L)에 단말기의 위치 정보를 등록하고, 공통 상위(least common ancestor) 위치 등록기(A.L)를 발견할 때까지 위치 등록 메시지를 상위 레벨의 위치 등록기에 전달하여 위치 정보를 저장한다. 그리고 공통 상위 위치 등록기에서부터 이전 최하위 레벨의 위치 등록기(A.1.2.L)까지 단말기의 위치 정보를 제거한다. 그러나 상위 위치 등록기가 하위 레벨의 위치 등록기 그룹 리더인 경우 두 위치 등록기는 동일한 위치 등록기이므로 위치 등록 메시지를 전달하지 않는다.

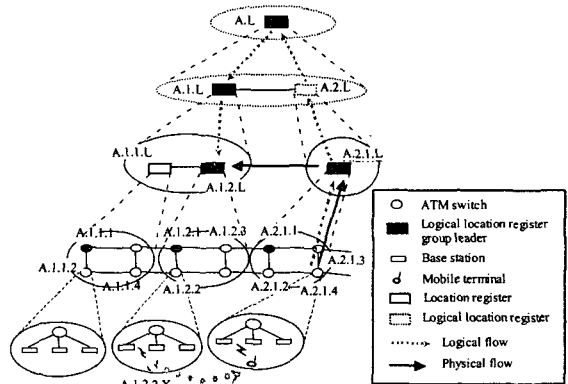


그림 2. 논리적 계층 구조에서의 위치 추적 과정

그림 3에서와 같이 제안된 위치 등록기의 논리적 계층 구조에서는 발신 단말기가 접속한 교환기로 호 요청을 할 경우에 위치 파악 과정이 시작된다. 먼저 최하위 레벨의 위치 등록기(A.1.1.L)에 착신 단말기의 위치 정보를 문의하고, 착신 단말기의 위치 정보를 갖고 있는 공통 상위 위치 등록기(A.L)를 발견할 때까지 위치 문의 메시지를 상위 계층으로 전달하여 단말기

의 위치를 파악한다. 이때 상위 위치 등록기는 착신 단말기의 위치 정보를 갖고 있는 바로 아래 레벨의 위치 등록기에 관한 정보만 갖고 있기 때문에 공통 상위 위치 등록기에서부터 착신측 최하위 레벨의 위치 등록기(A.2.1.L)까지 착신 단말기의 위치 정보를 문의하는 과정이 수행된다. 이 과정에서 상위 레벨과 하위 레벨의 위치 등록기가 동일한 위치 등록기가 될 경우 위치 문의 메시지를 하위 레벨의 위치 등록기에만 전달하면 된다.

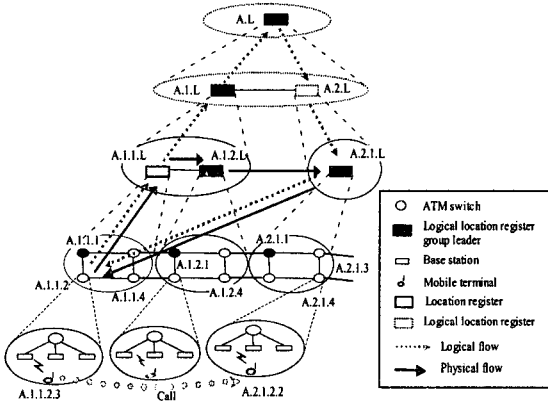


그림 3. 논리적 계층 구조에서의 위치 파악 과정

표 1. 성능 분석을 위한 파라미터 정의

파라미터	설명
L	PNNI 기반의 무선 ATM 망에서 최하위 위치 등록기 그룹이나 PG의 레벨
S	위치 정보를 전달하는 이웃의 범위를 가리키는 위치 등록 영역 제한 변수
R <sub>k</sub>	물리적 계층 구조에서 교환기에서 k 레벨 위치 등록기까지 위치 정보 등록이나 문의 비용
A <sub>k</sub>	논리적 계층 구조에서 교환기에서 k 레벨 위치 등록기까지 위치 정보 등록이나 문의 비용
a <sub>ij</sub>	i와 j의 공통 상위 레벨
c <sub>i</sub>	i 레벨 위치 등록기에 위치 등록 및 문의 비용, c <sub>i</sub> = 0, i > L
U <sub>k</sub>	K 레벨의 노드에게 도달성 정보를 전달하는 비용, a <sub>ij</sub> ≥ K
p <sub>i</sub>	i 레벨의 PG 노드 간의 최단 경로의 평균 거리
m <sub>i</sub>	i 레벨의 모든 PG 노드 간의 경로 중 가장 긴 거리, i = 1, 2, ..., L
D <sub>ij</sub>	i에서 j까지 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)
g	논리적 위치 등록기 그룹에 속한 위치 등록기 수

### 3. 성능분석

#### 3.1 위치 관리 비용 분석

본 장에서는 제안된 위치 등록기의 논리적 계층 구조에 대한 성능 평가를 위하여 기존의 물리적 계층 구조와 제안된 논리적 계층 구조를 위치 관리 비용 측면에서 상호 비교 분석한다. LR 기법에서 사용하는 물리적 계층 구조 및 제안된 논리적 계층 구조의 상대적인 성능 비교를 위해 두 구조뿐만 아니라 IS-41 구조에 대한 위치 관리 비용을 구한다. IS-41 구조는 현재 셀룰라 시스템의 EIA/TIA 표준인 IS-41 기법에서 사용하고 있으며, VLR과 HLR로 이루어진 두 계층으로 이루어져 있다. PNNI 기반의 무선 ATM 망에서 IS-41 구조는 S 레벨의 PG(Peer Group)마다 VLR을 두고, HLR은 전체 통신망에 하나 존재하는 것으로 가정한다. 표 1에서는 성능분석에 사용된 파라미터를 보여주고 있다[5].

표 2. IS-41, 물리적 구조와 논리적 구조에서의 위치 관리 비용

구조	비용	
IS-41 구조	위치 추적	$\bar{M}_{IS} = \sum_{i=S}^L P[a_{on} = i](R_L + 1) + \sum_{i=1}^{S-1} P[a_{on} = i](2R_L + 2r)$
	위치 파악	$\bar{F}_{IS} = \sum_{i=S}^L P[a_{cv} = i](R_L + 1) + \sum_{i=1}^{S-1} P[a_{cv} = i](2R_L + 3r)$
물리적 구조	위치 추적	$\bar{M}_{PHY} = \sum_{i=S}^L P[a_{on} = i](R_{a_{on}} + R_{a_{on}+1} + 1) + \sum_{i=1}^{S-1} P[a_{on} = i] \cdot \left\{ \sum_{j=S}^L P[a_{hn} = j](2R_S + r + 1) + \sum_{j=1}^{S-1} P[a_{hn} = j](2R_S + 2r) \right\}$
	위치 파악	$\bar{F}_{PHY} = \sum_{i=S}^L P[a_{cv} = i](R_{a_{cv}} + R_{a_{cv}+1} + 1) + \sum_{i=1}^{S-1} P[a_{cv} = i] \cdot \left\{ \sum_{j=S}^L P[a_{hv} = j](2R_S + 2r + 1) + \sum_{j=1, j \neq i}^{S-1} P[a_{hv} = j](2R_S + 3r) + P[a_{hv} = i] \cdot \left( \sum_{j=i}^{S-1} P[a_{ch} = j   a_{hv} = a_{cv} = i](2R_S + 3r) + \sum_{j=S}^L P[a_{ch} = j   a_{hv} = a_{cv} = i](2R_S + 2r + 1) \right) \right\}$
논리적 구조	위치 추적	$\bar{M}_{LOG} = \sum_{i=S}^L P[a_{on} = i](A_{a_{on}} + A_{a_{on}+1} + 1) + \sum_{i=1}^{S-1} P[a_{on} = i] \cdot \left\{ \sum_{j=S}^L P[a_{hn} = j](2A_S + r + 1) + \sum_{j=1}^{S-1} P[a_{hn} = j](2A_S + 2r) \right\}$
	위치 파악	$\bar{F}_{LOG} = \sum_{i=S}^L P[a_{cv} = i](A_{a_{cv}} + A_{a_{cv}+1} + 1) + \sum_{i=1}^{S-1} P[a_{cv} = i] \cdot \left\{ \sum_{j=S}^L P[a_{hv} = j](2A_S + 2r + 1) + \sum_{j=1, j \neq i}^{S-1} P[a_{hv} = j](2A_S + 3r) + P[a_{hv} = i] \cdot \left( \sum_{j=i}^{S-1} P[a_{ch} = j   a_{hv} = a_{cv} = i](2A_S + 3r) + \sum_{j=S}^L P[a_{ch} = j   a_{hv} = a_{cv} = i](2A_S + 2r + 1) \right) \right\}$

위치 관리 비용은 교환기 및 위치 등록기의 데이터 베이스 접근에 의한 비용과 서로 간의 시그널링 메시지를 전달하기 위한 비용으로 이루어진다. 표 2에서는 PNNI 기반의 무선 ATM 망에서 VLR과 HLR로 이루어진 IS-41 구조에 IS-41 기법, 기존 물리적 구조와 제안된 논리적 구조에 LR 기법을 적용할 경우 소요되는 위치 관리 비용을 보여주고 있다.

따라서 식 (1)과 같이 두 계층 구조에서의 위치 관리 비용을 IS-41 구조의 위치 관리 비용 ( $\bar{M}_{IS}, \bar{F}_{IS}$ )에 대해 정규화한다. 여기서  $\rho$  는 이동에 대한 호 도착률을 나타내는 CMR 이고,  $\lambda_c / \lambda_m$  으로 구할 수 있다. 여기서  $\bar{M}$  은 각 구조에서 이동 단말기의 위치 추적 비용이고,  $\bar{F}$  는 위치 파악 비용을 나타내고 있다

$$T = \frac{\lambda_m \bar{M} + \lambda_c \bar{F}}{\lambda_m \bar{M}_{IS} + \lambda_c \bar{F}_{IS}} = \frac{\bar{M} + \rho \bar{F}}{\bar{M}_{IS} + \rho \bar{F}_{IS}} \quad (1)$$

### 3.2 결과 분석

본 절에서는 PNNI 기반의 LR 기법에 대해 기존 물리적 계층 구조와 제안된 논리적 계층 구조에 대하여 CMR 에 따른 평균 위치 관리 비용을 비교한다. 여기서 두 계층 구조를 동일한 환경에서 비교하기 위해 이웃의 범위를 S 레벨로 하고, 수학적 분석을 위해 표 3 과 같이 입력 파라미터를 가정한다. 표 2 에서 IS-41 구조, 물리적 계층 구조 및 논리적 계층 구조에 대한 위치 관리 비용을 계산하여 구할 수 있다[5].

표 3. 입력 파라미터

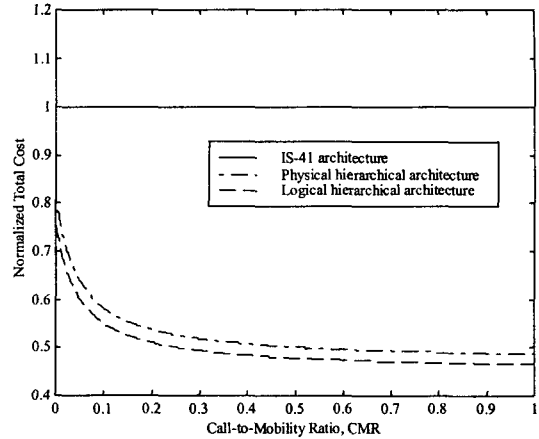
파라미터	값
$c_i, 1 \leq i \leq L$	1
$m_i, 1 \leq i \leq L$	4
$p_i, 1 \leq i \leq L$	2
$N_b$	37
$L$	10
$g$	3
$r$	5

그림 4 에서는 이웃의 범위를 증가시키면서 CMR 에 따른 평균 위치 관리 비용을 보여 주고 있다. 이 결과에서 제안된 논리적 계층 구조가 기존의 IS-41 구조와 물리적 계층 구조에 비해 비용이 줄어들었으며, 이웃의 범위가 커질수록 물리적 계층 구조에 비해 논리적 계층 구조의 위치 관리 비용의 격차가 커지는 것을 볼 수 있다. 이것은 상위 레벨의 위치 등록기가 증가할수록 제안된 논리적 계층 구조는 상위와 하위 위치 등록기가 동일할 확률이 증가하게 됨으로 상대적으로 물리적 계층 구조에 비해 적은 위치 관리 비용이 소요되기 때문이다.

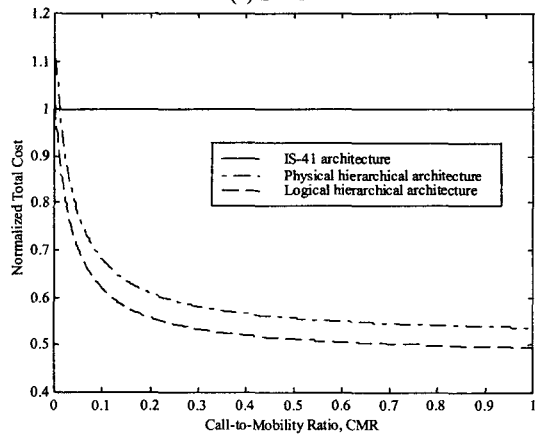
### 4. 결론

본 논문에서는 기존의 LR 기법에서 사용하는 위치 등록기의 물리적 계층 구조의 문제점을 보완하기 위한 논리적 계층 구조를 제안하였다. 제안된 논리적 계층 구조에서는 PNNI 계층 방식을 적용하여 최하위 레벨에 물리적인 위치 등록기를 두고, 하위 레벨의 위치 등록기를 논리적인 그룹으로 묶어서 상위 레벨의 위치 등록기를 만드는 논리적인 트리 형태의 계층 구조이다. 제안된 논리적 계층 구조에서는 물리적 계층

구조로 이루어진 위치 등록기 배치를 논리적으로 분산할 수 있어 물리적 계층 구조에 비해 위치 관리 비용 측면에서 우수한 성능을 가지는 것을 알 수 있었다.



(a) S = L-1



(b) S = L-2

그림 4. CMR 에 따른 평균 위치 관리 비용의 비교

### 참고문헌

- [1] ATM Forum Technical Committee, *Draft Wireless ATM Requirements Specification*, ATM Forum RTD-WATM-01.01, Aug. 1997.
- [2] ATM Forum Technical Committee, *Private Network-Network Specification Interface v1.0 (PNNI 1.0)*, af-pnni-0055.000, Mar. 1996.
- [3] F. Akyildiz, J. Mcnair, J. Ho, H. Uzunalioglu, and W. Wang, "Mobility Management for Next Generation Wireless Systems," *IEEE Proc. J.*, vol. 87, no. 8, pp. 1347-1384. Aug. 1999.
- [4] M. Veeraraghavan, M.Karol, and K.Eng, "Mobility and Connection Management in a Wireless ATM LAN," *IEEE J. Select. Areas Comm.*, vol.15, no. 1, pp.50-68, Jan. 1997.
- [5] M. Veeraraghavan and G. Dommety, "Mobile Location Management in ATM Networks," *IEEE J. Select. Areas Comm.*, vol. 15, no. 8, pp. 1437-1454, Oct. 1997.