
광대역 지능 무선 ATM 망에서 위치 탐색을 위한 이동성 구현

정운석* · 박광채*

Implementation of the mobility for Location Searching in Broadband Intelligence Wireless ATM Networks

Woon-Seok Jeong · Kwang-Chae Park

요 약

본 논문은 표준 광대역 시그널링 능력을 확장 적용한 지능 무선 ATM망에서 위치 탐색을 위한 이동성 구현 방법을 제안하고, 수학적 알고리즘을 기반으로 성능을 분석하였다. 현재의 B-ISDN UNI 프로토콜 스택은 단말기 이동성을 지원하지 않는 고정 PTP 또는 PTM 인터페이스를 통한 단일 프로토콜을 사용하기 때문에 무선 ATM 망에서 이동 단말기의 위치를 결정하기 위해 위치탐색 메카니즘이 요구된다.

제안된 방법은 고정망에 기반을 둔 ATM과 B-ISDN 시그널링 통합의 확장으로 지능망 기술을 사용하여 시스템의 성능을 저하시키지 않고, 시그널링 부하를 최소화하여 무선 액세스 부분에 동적인 이동성을 가능하게 하였다.

성능 분석은 수학적 알고리즘에 근거하여 MFC 모델링에 의해 구현되고, 지능 무선 ATM 시스템에서 위치 탐색 서비스의 상대적인 이득들을 측정하기 위해 비교에 의한 시그널링 성능 평가를 수행하여 비용의 효율성을 실현하였다.

얻어진 결과는 무선 ATM 액세스 시스템을 지원하기 위해 현재의 B-ISDN /ATM NNI 시그널링 기준을 변경할 필요 없이 공중 B-ISDN 망 환경에서도 작용할 유연성을 가지며, 미래의 광대역 PCS에서 단말기의 이동성과 다양한 멀티미디어 서비스에 대응하기 위해 쉽게 확장할 수 있다.

ABSTRACT

This paper proposes the method of mobility implementation for location searching in the intelligence wireless ATM networks that expand and apply standard broadband signaling capabilities, and analyze the performance based on the numerical algorithm. The existing B-ISDN UNI protocol stack demands the location search mechanism to determine the location of mobile terminal in the wireless ATM networks because it use single protocol through the fixed PTP interface or PTM interface that don't support terminal mobility.

The proposed method make possible the dynamic mobility at a part of wireless access by minimizing the signaling load without a falling-off in system performance by using the intelligence network technology according to the expansion of ATM and B-ISDN signaling integration based on the fixed networks.

We implemented the performance analysis by MFC modeling based on numerical algorithm, and realized the efficiency of expenses by carrying out the comparative signaling performance evaluation to measure the relative gains of location search service in the intelligence wireless ATM system.

The obtained results have the flexibility to operate in the public B-ISDN network environment without a change of existing B-ISDN/ATM NNI signaling reference to support the wireless ATM access system, and can easily expand to correspond to terminal mobility and various multimedia services in the next broadband PCS.

Keyword

W-ATM, Location Searching, Intelligence Network, VB 5.

*순천청암대학

**조선대학교 전자정보공과대 전자정보통신공학부

I. 서론

새로운 디지털 기술에 바탕을 둔 무선 통신망의 출현은 고정 망에 기반을 둔 ATM(Asynchronous Transfer Mode)과 무선 액세스 시스템들의 통합을 기반으로 하여 이동 단말기에 멀티서비스 특성을 제공하는 것을 가능하게 하고 있다. 따라서 무선 ATM(WATM) 기술은 고정 ATM 망과 완전한 양적 동치가 가능하지 않더라도 이동 단말기 사용자에게 질적으로 유사한 서비스 특성들을 제공하기 위해 접속점이 없는 망 기반으로 무선과 유선 ATM기술을 통합하기 위한 많은 노력이 전개되었다[1-3].

현재의 B-ISDN UNI 프로토콜 스택은 단말기 이동성을 지원하지 않는 고정 PTP (Point-to-Point) 또는 PTM(Point-to-Multipoint) 인터페이스를 통한 단일 프로토콜을 사용한다[4,5]. 따라서 사용자의 이동성 때문에 유선망에 대한 단말기의 AP(Access Point)는 계속적으로 변화하여 이동 단말기의 이동성을 결정하기 위해 위치 탐색 메커니즘의 사용을 필요로 한다.

시그널링 프로토콜 구조는 이동성을 지원하기 위해서 지능망(Intelligence Network : IN) 서비스 제어를 이용한다[6]. 지능망 적용은 ITU CS-1(Capability Set-1)을 기반으로 그 내부에 강화된 BCUSM(Basic Call Unrelated State Model) CS-2 확장으로 이동성을 제공하기 위해 이용되었다[7]. 이것은 사용자와 망 사이에 비연결된 호의 서비스 제어 처리, 연결된 호의 강화된 시그널링, 서비스 개별화와 관리를 가능하게 한다.

본 논문은 표준 광대역 시그널링 능력을 확장 적용한 지능 무선 ATM망에서 수학적 알고리즘을 기반으로 위치 탐색에 대한 상대적인 이득들을 측정하여 성능을 분석한다. 또한 멀티미디어 서비스와 다수의 사용자 사이에 원활한 통신을 지원하기 위해 서비스 품질(QoS)을 보장하고, 시그널링 부하를 최소화하여 무선 액세스 부분에 최소의 비용으로 동적인 이동성을 구현하고자 한다.

II. 지능 무선 액세스망

2.1 네트워크 구조

지능 무선 액세스 망 구조는 몇몇 무선 ATM 액세스 시스템들과 연동하여 그림 1과 같이 대규모 CPN 환경 내에 무선 서비스 구역을 제공하고, 각각의 무선 ATM 영역은 AINS(ATM/IN Switch)와 부속된 WAP(Wireless Access Point)으로 구성한다.

AINS는 표준 ATM 스위치를 포함하고, 이동성을 제공하기 위해 요구되는 추가적인 지능망 서비스, 기본적인 호와 베어러 제어, 스위칭과 전송 기능들을 제공하는 핵심 망 요소이다. 또한 무선 액세스 망과 고정 코어 ATM 기반 망 사이에 상호 연동 기능을 제공한다.

ISSP(Intelligent Service Switching point)는 기본적인 ATM 망에서의 이벤트와 AINS에서 수행되는 지능망 서비스 제어 사이의 맵핑을 실행하기 위한 능력을 강화한 ATM 스위치를 적용한다.

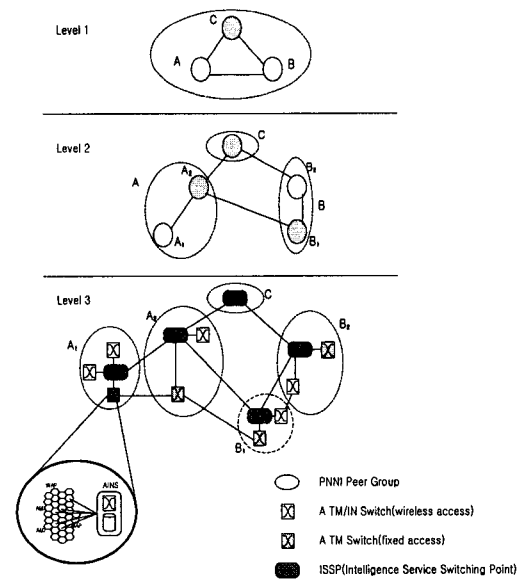


그림 1. 계층적 PNNI의 지능 무선 액세스망 구조
Fig. 1 Intelligence wireless access Network architecture of the PNNI hierarchy.

계층적 PNNI(Private Network to Network Interface)는 라우팅 목적으로 스위치들과 동료 그룹들 사이의 토폴로지 정보를 분산시키기 위한 프로토콜과 PTP 또는 PTM 연결들을 확립하기 위한 프로토콜을 포함한다[8,9]. 이 구조에서 각 도메인의 위치 탐색이 이동성과 사용자 프로파일 데이터를 저장하기 위해 특별히 설계된 데이터베이스를 갖춘 MES(Mobile Enhanced Switch)로 다루어진다.

2.2 프로토콜 스택

프로토콜 스택의 기능적 구조는 응용계층에서 그림 2와 같이 이동성을 지원하기 위해 적용된 지능망 CS-2 기능적 모델링 원리를 기반으로 하였다. 이 모델에서 MCCF(Mobile Call Control Function)와 CCF(Call Control Function)는 AMT와 AINS 사이에 호의 설정, 모니터링, 해제 그리고 호와 관련된 이동성 지원의 핸드오버 기능과 관련이 있다. SSF(Service Switching Function)은 서비스 제어 트리거들의 인식기능과 상관관계를 포함하고, SCF(Service Control Function)와 상호작용하기 위해 CCF의 논리를 확장한다.

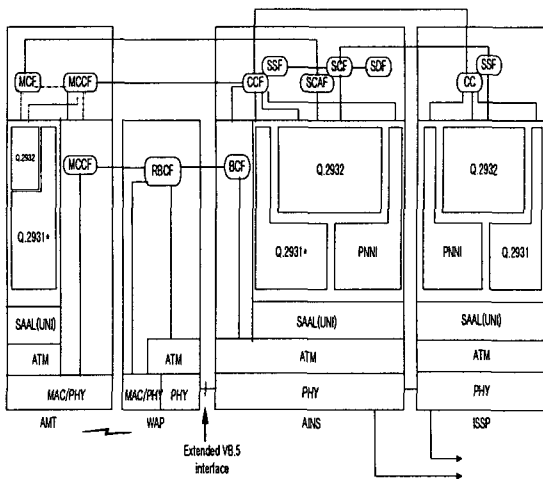


그림 2. 기능적 구조와 프로토콜 스택
Fig. 2. Functional architecture and protocol stacks.

SCF는 SDF(Service Data Function)에 의해서 지원되고, 지능망 서비스와 이동성 데이터를 저

장하기 위해 데이터베이스를 구성한다. 또한 제어평면 프로토콜 스택이 관계하는 한 각 AMT(ATM Mobile Terminal)에 대하여 모든 시그널링과 제어 메시지가 UNI에서 동일한 시그널링 연결을 통해서 운반한다.

III. 수학적 결과 및 성능분석

분석 수행 비교를 위해 두개의 다른 정책을 고려하였다. 첫 번째 MPNNI(GSM) 정책은 등록과 위치 갱신 절차가 사용자 프로파일 전송을 수반하는 GSM이나 IS-41과 동일한 방법으로 수행한다는 점을 고려하였다. 이것은 현재의 위치와 대응하는 사용자 프로파일을 검색하기 위하여 착신 AMT의 홈 영역을 조회할 필요가 없기 때문에 동일한 지역에 부속된 두 개의 AMT 사이의 호 설정 동안 위치 조회 단계가 지역적으로 해결된다는 의미가 있다. 만일 그렇지 않다면, 다른 영역에 부속된 두 개의 AMT 사이의 호를 위해서 호 설정 요청은 착신 AMT의 홈 MES로 라우팅 되어야 한다. 두 번째 MPNNI+는 홈 위치 등록기만이 갱신되고, 사용자의 프로파일을 가진 위치 등록기를 포함하거나 방문하는 것을 갱신하지 않고, AMT가 위치 영역을 변경할 때마다, AMT의 현재의 위치에 대한 정보를 계속해서 받는다는 사실을 고려하였다. 이런 경우에 어떤 호 설정 요청이라도 현재의 위치를 검색하고, 사용자의 프로파일을 점검하기 위해서 홈 MES로 라우팅 되어야 한다.

3.1 수학적 결과

위치 탐색 비용의 계산을 위해 q 를 호가 ANIS에 부속된 단말기에 의해 시작되는 확률로, p 를 망에서 총 노드 수에 대한 AINS의 프랙션으로 정의한다. 앞에서 언급한 바와 같이 IN/WATM 시스템의 위치 탐색 비용은 착신 AMT의 홈 스위치에 문의하는 비용과 처음으로 ISSP에 연결을 확립하는 비용에 근거하여 계산한다. 또한 발신 단말기와 착신 AMT의 홈 스위치의 상대 거리에 좌우되는 세 가지 경우로 구

별한다. 만일 발신 AMT가 발신 단말기의 홈 스위치에 부속한다면 탐색 비용은 0이다.

발신 AMT가 착신 단말기의 홈 스위치와 동일한 동료 그룹 내에 위치하는 AINS에 부속한다면 비용은 μ 이다. 마지막으로 발신 AMT가 홈 스위치의 그룹과 다른 동료 그룹에 위치한다면 호는 νD_{ch} 이다. 발신 AMT와 착신 AMT가 동일한 스위치에 부속한다면 비용은 다시 0이다.

발신 단말기가 고정 단말기인 경우 대응하는 비용은 발신 단말기가 착신 AMT의 홈 스위치와 동일한 동료 그룹에 부속되는냐의 여부에 따라 $\mu + \beta$ 나 $\nu D_{ch} + \beta$ 이다.

이러한 비용 테이블은 표 1에 의해 요약되어 있으며 MPNNI+와 MPNNI(GSM) 메커니즘에서 위치 탐색 비용을 설명하고 있다. 이 비용은 AMT가 홈 스위치에 부속한다면 0이거나, 다른 곳에 위치한다면 $2A_{ch}$ 이다. 실제 비용은 착신 AMT의 현재 위치를 찾기 전에, SETUP과 RELEASE 신호가 횡단하는 노드의 수를 근거로 하여 계산하였다.

표 1. 위치 탐색 비용
Table 1. Location searching costs.

Relative location	Cost(AMT to AMT call)	Cost(FT to AMT call)
<i>IN/WATM</i>		
$a_{ch}=L+1$	0	0
$a_{ch}=L$	μ	$\mu + \beta$
$(a_{ch}<L) \text{ and } (a_{cm}=L+1)$	0	0
$(a_{ch}<L) \text{ and } (a_{cm}<L+1)$	νD_{ch}	$(\nu D_{ch}) + \beta$
<i>MPNNI</i>	<i>Cost MPNNI +</i>	<i>Cost MPNNI(GSM)</i>
$a_m = L + 1$	0	0
$a_m < L + 1$	$A_{ch}(SETUP) + A_{ch}(RELEASE)$	$0(a_m = L + 1)$ $A_{ch}(SETUP) + A_{ch}(RELEASE)(a_m < L + 1)$

간단히 표현하면 어떤 대응 동작을 위한 비용을 $A_{ch}(SETUP) + A_{ch}(RELEASE)$ 대신에 $2A_{ch}$ 라고 하고, 확률, $P(a_{ch})$, $P(a_{cm})$, $P(a_{hm})$ 을 알고 있다고 가정한다면, 평균 탐색 비용은 다음 계산식과 같이 한정하여 구한다.

• IN/WATM

$$C_{search} = P(a_{ch}=L)(q\mu + (1-q)(\mu + \beta)) + \sum_{i=1}^{L-1} \sum_{j=1}^i (P(a_{ch}=\beta)P(a_{cm}=j)(\nu D_{ch} + (1-q)\beta)) \dots \quad (1)$$

• MPNNI+

$$C_{search} = \sum_{i=1}^L P(a_{hm} = i) 2A_{ch}(1 - P(a_{hm} = L + 1)) \dots \quad (2)$$

• MPNNI(GSM)

$$C_{search} = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^i P(a_{hm} = i) P(a_{cm} = j) \times 2A_{ch}(1 - P(a_{hm} = L + 1)) \dots \quad (3)$$

확률 분포 $P(a_{hm})$ 는 다음 계산식에 의해 구하여 진다.

$P(a_{hm} = L+1)$ = 착신 AMT가 AINS 홈 영역에서 발견될 확률 $\approx \alpha$

$$P(a_{hm} = i) = (1 - \alpha)b^{L-i+1} \dots \quad (4)$$

b 는 $\sum_i P(a_{hm} = i) \approx 1$ 을 만족하기 위해 적절히 선택하고, 확률 $P(a_{cm})$ 과 $P(a_{ch})$ 은 다음 계산식에 의해 구하여 진다.

$$P(a_{cm} = i) = P(a_{ch} = i) = n_i \frac{\prod_{m=i+1}^L n_m}{\prod_{m=1}^L n_m} \dots \quad (5)$$

n_i 는 레벨 i 의 PNNI 그룹에서 스위칭 노드의 수이다.

3.2 성능 분석

본 연구는 IN/WATM 시그널링 구조의 지능 무선 액세스 망에서 사용자 단말기의 위치 추적과 호 설정의 일치를 고려하여 효율적인 비용 실현의 위치 탐색을 위한 이동성 구현 방법을 양적으로 연구하였다.

그림 2에서는 파라미터 세트($L=3, M=5, p=0.5, q \in [0.1, 1]$), $\beta=0.5$)를 적용하여 시그널링 링크 부하와 비교하여 착신 AMT가 다른 값 q 의 확

를로 홈 영역 $P(a_{hm})$ 에서 발견될 확률적(즉, 호가 AMT에 의해 착수될 확률)인 면에서 평균 탐색 비용 차이를 알아보았다.

평균 탐색 비용 차이는 다음으로 정의한다.

$$C_{search_signaling_link_load} = C_{search_signaling_link_load_IN/WATM} - C_{search_signaling_link_load_MPNNI+}$$

MPNNI(GSM)과 MPNNI+ 시스템간의 성능 차이는 무시하고, 비교에 의해서 두 개 중 단지 한 개의 시스템만을 고려한 이유라는 점을 언급한다. 홈 스위치 μ 를 포함하는 동료 그룹 안에서 호 설정 동안 현재의 위치를 해결하기 위해 착신 AMT의 홈 스위치에 문의하는 비용은 0으로 하였다. 홈 스위치 ν 를 포함하는 동료 그룹 밖에서 호 설정 동안 현재의 위치를 해결하기 위해 착신 AMT의 홈 스위치에 문의하는 비용은 1이고, δ 와 같다(즉, $\nu = \delta = 1$)고 고려하였다.

이것은 두 개의 시스템을 위한 위치 탐색의 관련 메시지(즉, IN/WATM 시스템을 위한 지능 망 기반 위치 요청과 MPNNI+ 시스템을 위한 호/연결 요청)는 동일한 길이를 가진다.

그림 2에서 IN/WATM 시스템이 $P(a_{hm})$ 의 큰 값에 대해서 시그널링 링크 부하가 증가한다는 결과를 얻었다. 이것은 호 설정이 사전에 위치 탐색 없이 AMT 홈 영역으로 직접 라우팅 되기 때문에 높은 확률을 가진 착신 AMT를 추적하므로 당연하다.

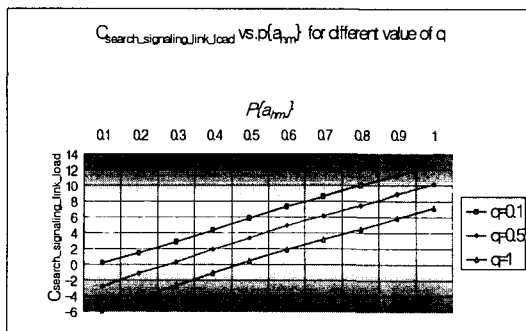


그림 2. 서로 다른 q 에서 $C_{search_signaling_link_load}$ 에 대한 $P(a_{hm})$
Fig. 2 $C_{search_signaling_link_load}$ vs. $P(a_{hm})$ for different values of q

IN/WATM 시스템의 성능은 q 의 큰 값에서 (즉, 호가 AMT에 의해 시작될 확률이 높을 때) 향상되었다. 이것은 q 가 높을 때 고정 단말기로 착수되는 호를 위한 전체적인 비용에다 플러스 되는 추가 비용이 없어진다는 사실에서 비롯되었다.

그림 3에서 각각 파라미터 세트($M=5, p=0.5, q=0.5, \beta=0.5$)와 ($L=3, p=0.5, q=0.5, \beta=0.5$)를 적용하였다. 그 결과 가장 낮은 계층 레벨, $L+1$ 에서 노드의 수(M)가 증가하는 경우 시그널링 링크 부하도 증가한다는 것을 알았다. 이것은 그림 2와 같이 (L)계층이 증가하는 경우와 유사하게 나타났다.

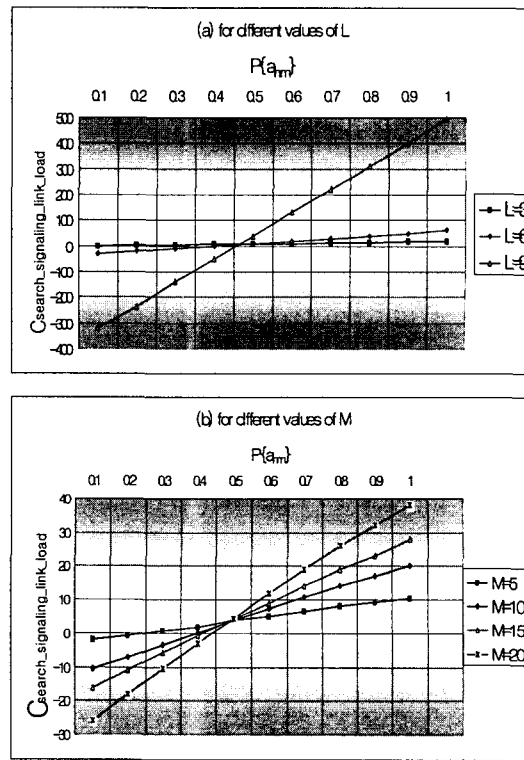


그림 3. $C_{search_signaling_link_load}$ 에 대한 $P(a_{hm})$
(a) 서로 다른 L 에서
(b) 서로 다른 M 에서
Fig. 3 $C_{search_signaling_link_load}$ vs. $P(a_{hm})$;
(a) for different values of L ;
(b) for of different values of M .

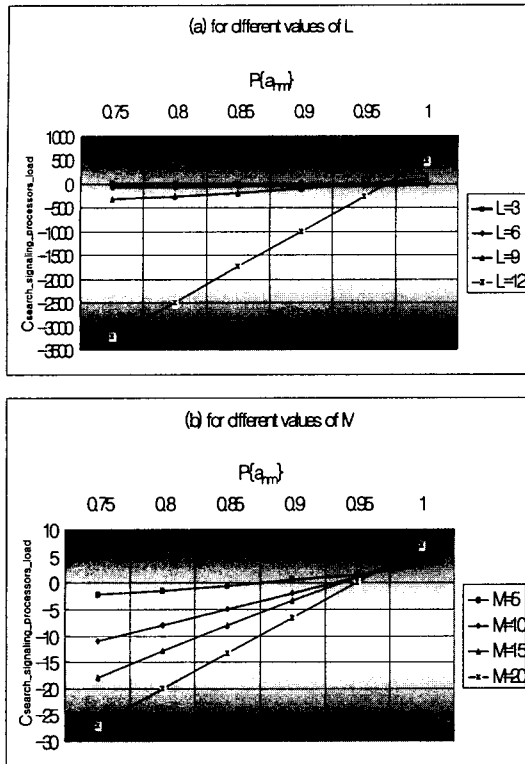


그림 4. $C_{search_signaling_link_load}$ 에 대한 $P\{a_m\}$
 (a) 서로 다른 L 에서
 (b) 서로 다른 M 에서

Fig. 4 $C_{search_signaling_link_load}$ vs. $P\{a_m\}$;
 (a) for different values of L ;
 (b) for of different values of M .

위치 탐색 동작에 기인하는 별도의 시그널링 링크 부하 연구의 범위를 넘어서 위치 탐색을 수행하기 위해, 시그널링 처리 부하 면에서 비용 실행을 조사하는 것은 더욱 중요하다. 이것은 계산 비용과 비교하여 사설망 환경에서 통신비용이 덜 중요하다는 사실에서 자극을 받았다.

그림 4에서 각각 파라미터 세트($M=5, q=0.5, p=0.5, \nu=0.1, \beta=0.5$)와 ($L=3, q=0.5, p=0.5, \nu=0.1, \beta=0.5$)를 적용하였다. 그 결과 그림 3(a)의 (L)층의 수가 증가할 때 시그널링 링크 부하가 향상된 것과 마찬가지로 가장 낮은 계층 레벨 $L+1$ 에서 노드의 수(M)가 증가할 때 시그널링 처리 부하가 향상되었다.

IN/WATM과 MPNNI 시스템의 성능 차이는

(L)과 (M)의 더 큰 값의 결합(즉, 더 복잡한 망 구성)을 위한 IN/WATM에 비교할 때, 훨씬 높다는 것을 유념해야 한다. 이전 그림에서 나타난 결과로 높은 이동성 환경에서 위치 탐색이 관계되는 한 IN/WATM 시스템은 더 성능이 좋다는 결과를 얻을 수 있었고, 이러한 이동성 환경에서 사용자 비율이 더 높을 때 홈 영역보다는 다른 영역에 등록하므로 MPNNI+ 방법에서 잘못된 루트로 보내진 호의 수(즉, 홈 영역을 향한 호의 증가 필요성과 AMT의 현재 도메인을 향해 재확립의 호)가 증가되었다. 따라서 이것은 호 설정과 위치 탐색 통합에서 생기는 장애가 되는 동작을 다루기 위한 망 프로세서에서 더 높은 시그널링 부하를 보여준다.

IV. 결 론

대규모 CPN 환경의 무선 액세스망에서 ATM 망이 제공하는 광대역 멀티 서비스를 수용하고, 위치 탐색을 위한 이동성을 구현 방법에 대하여 연구하였다. 이것은 고정 망에 기반을 둔 ATM과 B-ISDN 시그널링을 통합·확장하여 지능망 기술을 사용하였다.

성능 분석은 수학적 알고리즘에 근거하여 MFC 모델링에 의해 구현되고, 지능 무선 ATM 시스템에서 위치 탐색 서비스의 상대적인 이득들을 측정하기 위해 비교에 의한 시그널링 성능 평가를 수행하여 최소의 비용으로 이동성이 구현할 수 있음을 증명하였다. 수학적 알고리즘은 위치 탐색을 지원하기 위해 호 설정, 해제, 발생 혹은 핸드오버 요청을 고려하여 이산 확률분포인 포아송(Poisson) 확률 분포를 이론적 배경으로 사용하였다.

분석 결과, 위치 탐색의 평균 비용은 IN/WATM 시스템에서 호가 AMT에 의해 착수될 확률이 큰 값에서 시그널링 링크 부하가 증가되었다. 이것은 호 설정이 사전 위치 탐색 없이 AMT 홈 영역으로 직접 라우팅 되기 때문에, 호가 AMT에 의해 착수될 확률이 큰 값에 대해서 높게 나타난다. 따라서 제안된 방법이 서비스 품

질(QoS)을 보장하고 시그널링 부하를 최소화하여 시스템의 성능을 저하시키지 않고 최소의 비용으로 서비스를 제공할 수 있다는 것을 알았다.

향후 연구 계획은 무선 액세스망을 기반으로 한 광대역 시그널링 시스템에서 VC의 트래픽 클래스에 따른 호의 분산이나 연결 처리를 위한 버퍼링 지연 성능에 대하여 연구하고, 다른 로밍 시나리오를 위해 AMT 당 다양한 도착 비율을 시뮬레이션을 통해 양적으로 분석하고자 한다.

참고문헌

- [1] 정운석, 김 훈, 박광채, "Self-Load Balancing 메카니즘을 기반으로 한 ATM 스위칭 시스템 성능분석," *한국통신학회*, 210-213, 2001년 11월.
- [2] 정운석, 김 훈, 박광채, "80Gb/s ATM스위칭 MCM의 성능분석," *대한전자공학회*, 2001년 6월.
- [3] 정운석, 박광채, "Performance Analysis of IN-based Location Management in WATM," *ICOCM'02*, pp. 160-164, November 2002.
- [4] ATM Forum, "UNI Specification Version 4.0," July 1996.
- [5] R. Jain and Y.B. Lin, "An auxiliary user location strategy employing forwarding pointers to reduce network impacts of PCS," *ACM WINET 1 (2)*, pp. 197-210, 1995.
- [6] F.-C. Cheng and J.M. Holtzman, "Wireless intelligent ATM network and protocol design for future personal communication systems," *IEEE JSAC 15 (7)*, pp. 1289-1307, 1997.
- [7] Interface Recommendations for Intelligent Network CS-2, ITU-T Rec, Q.1221-Q.1229, 1997.
- [8] ATM Forum, Private Network-Network Interface Specification, PNNI 1.0, March 1996.
- [9] M. Veeraraghavan and G. Dommety, "Mobile location management in ATM networks," *IEEE JSAC 15 (8)*, pp. 1437-1454, 1997.

저자소개



정운석(Woon-Seog Jeong)

1984년 2월 조선대학교 전자공학과 졸업(공학사)

1999년 2월 조선대학교 대학원 전자공학과(공학석사)

2003년 2월 조선대학교 대학원 전

자정보통신공학과(공학박사)

1987~1996 LG-한국알프스(선임연구원)

1996~현재 순천청암고등학교 교사

순천청암대학교 강사

※관심분야: 데이터 통신 및 프로토콜, B-ISDN 이동통신, ATM Networks.



박광채(Kwang-Chae Park)

1975년 2월 조선대학교 전자공학과 졸업(공학사)

1980년 2월 조선대학교 대학원 전자공학과(공학석사)

1994년 8월 광운대학교 대학원 전자통신공학과(공학박사)

1980~현재 조선대학교 전자정보공과대학 전자정보통신공학부 교수

1996~1997 대한전자공학회 광주전남지부 지부장

1996~1998 대한전자공학회 논문지 편집위원회 편집위원

1997~2002 대한전자공학회 이사

2000~2002 조선대학교 교수협의회 제14,15대 의장

2001~현재 한국해양정보통신학회 이사

2002~2003 전국사립대학 교수협의회 연합회 공동 회장

2003~현재 전국사립대학 교수협의회 연합회 사무 총장

※관심분야: 데이터 통신 및 프로토콜, B-ISDN 디지털 교환기, ATM Networks,