

Mobile IPv6에서 효율적인 동적 페이징 방식

정희원 조인휘*

An Efficient Dynamic Paging Scheme in Mobile IPv6

Inwhee Joe* *Regular Member*

요약

차세대 무선/이동 네트워크는 IP 기반 구조로 진화하고 있다. 차세대 IP 기반의 네트워크에서 효율적인 이동성 관리는 필수적이다. 최근에 Internet Engineering Task Force(IETF)에서 효율적인 이동성 관리를 위해 Hierarchical Mobile IPv6(HMIPv6)을 제안하였다. HMIPv6는 Mobile Anchor Point(MAP)영역 안에 지역 등록을 통하여 상당히 시그널링을 줄일 수 있고 핸드오프 지연시간도 줄어들면서 MIPv6의 성능향상을 가져왔다. 그러나 단일 MAP에 집중적인 부하가 발생하는 문제점을 가지고 있다. 또한 HMIPv6는 idle 상태에서 이동노드의 불필요한 위치 등록으로 인하여 시그널링 오버헤드가 발생한다. 따라서 이동노드의 이동성 및 트래픽을 고려하여 동적으로 최적의 MAP 영역을 구성하고, IP 페이징 기법을 통하여 불필요한 위치 등록에 따른 시그널링을 줄이기 위한 페이징 기법을 제안한다. 본 논문에서는 평균적인 위치 등록비용과 패킷 전달비용의 수학적 모델을 수립하고 성능을 평가한다. 결론적으로, 기존 기법에 비하여 제안된 기법이 보다 효율적임을 보여주고 있다.

Key Words : DPMIPv6, Paging, Mobile IP, Dynamic MAP Region

ABSTRACT

Next-generation wireless/mobile networks are envisioned to have an IP-based infrastructure. One of the research challenges for next-generation all IP-based networks is the design of intelligent mobility management technologies that have a seamless mobility and minimal signaling overhead. Recently, HMIPv6 was proposed by the IETF for efficient mobility management. HMIPv6 reduces the amount of signaling and improves the performance of MIPv6 in terms of handover latency. However the MAP can be a single point of performance bottleneck when there are a lot of local movements. HMIPv6 can cause signaling overhead due to the unnecessary location update of idle mobile nodes. Therefore, in this paper, we propose the dynamic paging Mobile IPv6 that reduces the signaling cost of the unnecessary location updates using IP paging and organizes dynamically optimal MAP area according to user's mobility and traffic. We show performance results that are obtained from the average total location update cost and packet delivery cost.

I. 서론

무선/이동 네트워크에서 사용자는 다른 사용자와 통신 중에 이동할 수 있다. 이러한 환경에서 이동성 관리는 사용자의 위치관리와 정확한 데이터 전달을

위해서 필요한 기술이다. 음성 통신 위주의 셀룰러 네트워크에서는 효율적인 이동성 관리를 위해 많은 방안이 제안되었다¹⁾.

인터넷상에서 노드는 IP 주소에 의해서 인식되어지고 그 주소를 기반으로 패킷이 전달된다. 따라서

※ 본 연구는 학술진흥재단 젊은과학자연구(D00174) 지원으로 수행되었습니다.

* 한양대학교 정보통신학부 이동네트워크 연구실 (iwjoe@hanyang.ac.kr)

논문번호: KICS2005-07-265, 접수일자: 2005년 7월 1일, 최종논문접수일자: 2006년 6월 5일

노드는 패킷을 받기 위해서 노드의 주소로 인식되어질 수 있도록 위치관리를 해야만 한다. 이것은 노드가 패킷 송수신을 하면서 이동을 하는데 제약 사항이 된다. Mobile IP^[2] 기술은 IETF Mobile IP WG(Working Group)에 의해 3 계층에서 TCP(Transmission Control Protocol)와 같은 상위 계층에 투명한 이동성을 제공하기 위해서 1996년에 표준화가 되었다. 그러나 등록과 페이징 두 가지 기능을 가지는 기존의 셀룰러 망에서의 이동성 관리에 비하여 Mobile IP는 넓은 지역에서 느린 이동성 지원을 위해 설계되었기 때문에, 향후 많은 무선 사용자를 수용하기 위해 작은 셀로 구성될 경우 사용자의 이동에 따른 핸드오버(Handover)가 빈번히 일어날 것이고, 이로 인하여 네트워크의 부하 또한 증가할 것이다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 지역 이동성 방법(Micro-mobility Protocol)^[3,4]과 계층적인 HMIPv6^[5] 프로토콜이 제안되었고 핸드오버시 패킷 손실을 줄이기 위한 FMIPv6^[6]가 제안되었다.

이동 노드는 데이터를 송수신하는 활성화 상태나 또는 아무 동작도 하지 않는 비활성화 상태와 무관하게 이동할 때마다 네트워크에 자신의 위치정보를 등록하여야 한다. 이동 노드는 95% 이상^[3] 아무런 작동도 하지 않는 비활성화 상태를 유지하고 있다. 따라서 이동 노드의 전력소비와 불필요한 등록비용을 줄이기 위해 IP 페이징 기술이 제안되었다^[7,8].

HMIPv6는 지역적인 등록과정을 통하여 등록 지연과 시그널링 비용을 향상시켰지만, 이동 노드가 증가할 경우에 단일 MAP에 집중적인 부하가 발생하는 단점을 가지고 있다. 또한, 이동 노드의 비활성화 상태에서도 불필요한 등록 과정을 거치기 때문에 시그널링 낭비를 초래한다. 따라서 본 논문에서는 이동 노드를 활성화와 비활성화 상태로 나누어서 활성화 상태에서는 기존의 HMIPv6와 같은 동작을 하고, 비활성화 상태에서는 이동 노드의 이동성 및 트래픽을 고려하여 최적의 서브넷 수를 정하고 동적인 페이징 영역을 갖는 효율적인 IP 페이징 방식을 제안한다. 기존의 정적인 영역보다는 동적인 설정으로 트래픽을 분산시킬 수 있고 페이징 기능을 확장하여 비활성화 상태에서 시그널링 비용과 이동 노드의 전력소비를 감소하는데 목적을 두었다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 제안하는 DPMIPv6(Dynamic Paging Mobile IPv6) 프로토콜에 대한 개요를 비롯하여 위치 등록 과정과 패킷 전달 과정 등 프로토콜 동작을 기술한다. 3장에서는 HMIPv6, MIPv6, DPMIPv6 프로토콜

의 수학적인 모델을 통한 성능 평가를 수행한다. 마지막으로 4장에서는 결론을 내린다.

II. 동적 페이징 프로토콜(DPMIPv6)

2.1 프로토콜 개요

이 장에서는 본 논문에서 제안한 DPMIPv6 프로토콜에 대한 개요에 대해서 살펴본다. HMIPv6의 라우터 광고메시지를 확장하여 'M' 필드가 설정되어 있으면 M-AR(Access Router)로 동작되고, 그렇지 않으면 일반적인 AR로 동작한다고 가정한다. 따라서 M-AR하에 계층적인 구조로 구성되어지며, HMIPv6의 정적인 MAP 영역이 아닌 'M'의 설정으로 인해 동적인 MAP 영역이 설정된다. 또한, MAP 영역이 페이징 영역이 되는 것이다. 이동 노드가 처음으로 라우터 광고 메시지를 받을 때, 'M' 필드에 의해서 M-AR, AR를 구분할 수 있다.

활성화 상태인 이동 노드는 HMIPv6와 동일한 방법으로 동작한다. 이동 노드가 AR를 이동시마다 등록과정을 거치게 된다. 비활성화 상태인 이동 노드는 새로운 페이징 영역으로 이동할 때만 등록을 하게 된다. 비활성화 이동 노드는 동일한 페이징 영역 내에 이동할 때는 등록과정이 필요 없다.

이동 노드로 보내는 패킷이 있을 때 HA가 패킷을 가로채어 이동 노드가 등록되어진 M-AR로 패킷을 전송한다. M-AR는 등록되어진 이동 노드의 동작 상태를 확인한다. 이동 노드가 활성화 상태이면 현재의 AR에 이동 노드가 있기 때문에 패킷을 전송하게 된다. 비활성화 상태이면 M-AR는 페이징 리스트에 있는 AR 들에 페이징 요청 메시지를 전송한다. 기존의 연구에서는 unicast 기법^[7]으로 페이징 요청 메시지를 보냈다. 하지만 이동 노드의 수가 늘어날 경우에 확장성이 떨어지기 때문에 multicast 방식을 사용하면 좀더 효율적인 방법이 될 수 있다.

이동 노드가 페이징 요청 메시지를 받을 때, 이동 노드는 HA, CN에 등록 메시지를 보낸다. 이동 노드는 HA로부터 등록 응답 메시지를 받으면 기존의 등록되어진 M-AR로 다시 메시지를 보내고 기존의 M-AR의 버퍼되어진 패킷이 이동 노드에 전송된다. 현재의 AR가 M-AR가 되면서 이동 노드의 이동성 및 트래픽을 고려하여 전체 시그널링 비용을 최소화하는 최적의 AR 수를 결정해서 새로운 페이징 영역이 된다. 패킷 송수신이 끝나고 일정한 시간이 지나면 이동 노드는 비활성화 상태로 전이된다.

2.2 프로토콜 동작

2.2.1 페이징 영역 구성

본 논문에서는 중복 영역 방식으로 페이징 영역을 설정한다. 중복 영역 방식은 페이징 영역이 구성되면 페이징 에이전트가 페이징 리스트를 구성하여 이동 노드에만 전송하면 되기 때문에 많은 부하가 발생되지는 않는다. 중복 영역 방식의 최대 장점은 페이징 영역 중심에 페이징 에이전트를 위치시킬 수 있다는 것이다. 이 같은 방식을 사용함으로써 페이징 경계를 가로지를 때 발생하는 시그널링을 줄일 수 있고, 또한 여러 페이징 에이전트로 인해 등록 트래픽을 분산시킬 수 있다는 것이 큰 장점이다.

2.2.2 위치 등록 과정

본 논문에서 제안하는 위치 등록 과정은 이동 노드의 idle, active 상태에 따라 달라진다. 이동 노드가 활성화 상태에서는 기존의 HMIPv6와 같은 동작을 한다. 그러나 활성화 timer가 만기되는 동안 이동 노드가 아무런 통신이 없을 경우에 비활성화 상태로 전이된다. 이때 비활성화 노드가 최근에 등록한 AR의 'M'가 세트되어 M-AR이 되며, 이동 노드의 이동성 및 트래픽을 고려하여 후보 AR에 대한 페이징 리스트를 설정하게 된다. M-AR는 페이징 리스트에 있는 AR의 주소들을 이동 노드에 전송하고 HA와 상대노드에 등록을 하게 된다.

위치 등록 알고리즘은 아래 그림 1과 같다.

```

Kopt : 최적의 서브넷 수
IF (MH enter a new subnet)
  compare the address of the new AR to the address in cache
  IF (a new subnet)
    New AR register with HA as M-AR
    set M field at registered AR
    compute Kopt
    set new paging list
  ELSE
    no register
  END IF
END IF
    
```

그림 1. 위치 등록 알고리즘

2.2.3 데이터 패킷 전달 과정

상대 노드(CN)로부터 비활성화 상태에 있는 이동 노드에 패킷을 전달 할 때 그림 2와 같은 동작 절차에 따라 수행된다.

- (1) 상대 노드로부터 이동 노드를 목적지로 하는 데이터 패킷이 존재할 때 Mobile IPv6 의 동작 절차에 의하여 먼저 HA에 전달된다.
- (2) HA는 그 데이터 패킷을 가로채 이동 노드의 바인딩 정보를 확인하고 터널링을 통하여 이동

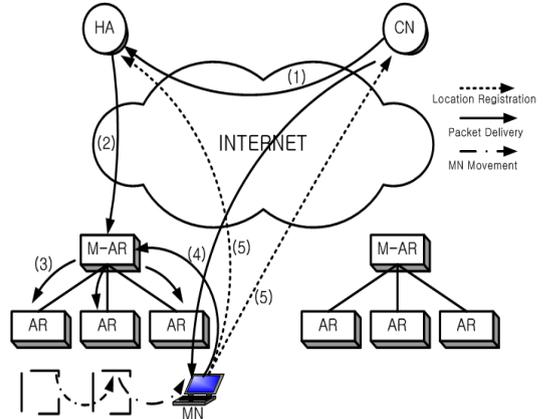


그림 2. DPMIPv6의 데이터 패킷 전달 과정

노드의 M-AR로 전달한다.

- (3)-1 데이터 패킷을 수신한 M-AR는 해당하는 이동 노드의 상태를 확인하여 활성화 상태이면 현재의 액세스 라우터 영역에 이동 노드가 존재하므로 아무런 절차 없이 패킷을 전달한다.
- (3)-2 비활성화 상태이면 수신한 데이터 패킷을 버퍼링하고 페이징 리스트에 있는 액세스 라우터들에 페이징 요청 메시지를 멀티캐스트 한다.
- (3)-3 페이징 영역에 속하는 액세스 라우터들은 페이징 요청 메시지를 수신한 후에 무선 링크를 통하여 페이징 요청 메시지를 방송한다.
- (4)-1 페이징 요청 메시지를 수신한 이동 노드는 M-AR에게 페이징 요청 메시지에 대한 응답으로 페이징 요청 응답 메시지를 전송한다.
- (4)-2 또한, 현재의 이동 노드가 속해 있는 액세스 라우터는 패킷의 손실을 줄이기 위해 이전의 M-AR에게 포워딩 요청 메시지를 전송하게 된다.
- (4)-3 포워딩 요청 메시지를 수신한 M-AR는 버퍼링된 데이터 패킷을 이동 노드에게 전달한다.
- (5) 이동 노드의 상태를 활성화 상태로 전환하기 위해서 HA, CN에게 현재의 액세스 라우터를 등록하도록 등록 요청 메시지를 전달한다.

III. 성능 평가

본장에서는 앞에서 제시한 DPMIPv6 프로토콜의 성능 평가를 위해 수학적 모델 제시한다. 전체 시그널링 비용(CTOT)은 위치 등록비용(CLU)과 패킷 전달비용(CPD)으로 다음과 같이 구성된다.

$$C_{TOT}(T_c, \lambda_w, k) = C_{LU} + C_{PD} \quad (1)$$

DPMIPv6의 전체 시그널링 비용은 α 활성화 상태 확률과 비활성화 상태 확률 $(1-\alpha)$ 로 나누어서 다음과 같이 나타낸다.

$$C(T_c, \lambda_w, k) = \alpha \cdot C_{TOT} + (1-\alpha) \cdot C'_{TOT} \quad (2)$$

3.1 위치 등록비용

위치 등록비용은 다음과 같은 매개변수를 사용해서 비용 모델을 정의한다^[9].

표 1. 위치 등록비용의 매개변수

매개 변수	의 미
V_h	HA에서 등록 갱신 처리비용
V_m	M-AR에서 등록 갱신 처리비용
V_a	AR에서 등록 처리비용
C_{hm}	HA와 M-AR의 전송비용
C_{an}	AR와 이동노드의 전송비용
C_{ha}	AR와 HA의 전송비용
λ_a	평균 세션 비율
k	페이지징 영역 내의 서브넷 수
N	전체 서브넷 수
T_c	하나의 서브넷에서 평균적인 거주 시간

3.1.1 MIPv6의 위치 등록비용

MIPv6에서 위치 등록 과정에 사용되는 시그널링 비용은 다음과 같이 정의된다.

$$C_{LU} = 2V_a + V_h + 2C_{ha} + 2C_{an} \quad (3)$$

V_h, V_a 는 각각의 에이전트에서 등록 시그널링을 처리하기 위한 비용이고, l_{ha} 는 HA와 AR간의 홉 수이고, l_{an} 는 AR와 이동 노드간 홉 수이다. 그리고 전송비용은 비례상수 δ_U 에 비례한다고 가정한다.

$$C_{ha} = l_{ha}\delta_U \quad (4)$$

$$C_{an} = l_{an}\delta_U \quad (5)$$

본 논문에서는 각각의 이동 노드가 N 개의 서브넷을 무작위로(random) 이동한다고 가정한다. 이동 노드가 이동률을 나타내기 위해서 이동 노드가 평균적으로 하나의 AR에 머무르고 있는 시간을 T_c 로 나타낸다. 따라서 단위 시간당 위치 등록비용은 다음과 같다.

$$C_{LU} = \frac{C_h}{\frac{1}{N-1} \cdot T_c} \quad (6)$$

3.1.2 HMIPv6의 위치 등록비용

HMIPv6에서 이동 노드는 두 가지 형태의 등록 과정을 거친다. 기존의 MIPv6와 같이 HA에 전체적인 등록과 MAP에게 지역적인 등록을 한다. MAP영역 안에서는 MAP에 새로운 LCoA를 등록하고 새로운 MAP영역으로 이동하면 HA에 등록을 한다. 따라서 새로운 MAP 영역으로 이동시 위치 비용은 다음과 같다.

$$C_{LH} = 2V_m + 2V_a + V_h + 2C_{hm} + 2C_{ma} + 2C_{an} \quad (7)$$

l_{hm} 는 HA와 M-AR간의 홉 수이고, l_{ma} 는 M-AR와 AR간의 홉 수이고, l_{an} 는 AR와 이동 노드간의 홉 수이다. 따라서 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$C_{hm} = l_{hm}\delta_U \quad (8)$$

$$C_{ma} = l_{ma}\delta_U \quad (9)$$

$$C_{an} = l_{an}\delta_U \quad (10)$$

MAP영역 안에서 이동 노드가 AR들로 이동할 때에는 다음과 같은 위치 비용으로 나타낼 수 있다.

$$L_{LM} = 2V_m + 2V_a + 2C_{ma} + 2C_{an} \quad (11)$$

MAP 영역 내에 k 의 AR 라우터가 존재한다고 가정하여 m 번 이동시 이동 노드가 HA에 등록을 할 확률은 다음과 같다.

$$P_h^m = \frac{N-k}{N-1} \cdot \left(\frac{k-1}{N-1}\right)^{m-2}, \text{ where } 2 \leq m < \infty \quad (12)$$

위의 식으로부터 M에 대한 기댓값은 다음과 같다.

$$E[M] = \sum_{m=2}^{\infty} m P_h^m = 1 + \frac{N-1}{N-k} \quad (13)$$

(7)~(13)으로부터 단위 시간당 HMIPv6의 위치 등록비용은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$C_{LU} = \frac{E[M]C_{LM} + C_{LH}}{E[M]T_c} \quad (14)$$

3.1.3 DPMIPv6의 위치 등록비용

DPMIPv6에서 이동 노드는 활성화 상태의 위치 등록비용(C_{LU})과 비활성화 상태의 위치 등록비용(C_{LU}')으로 나눌 수 있다. 활성화 상태의 위치 등록비용은 데이터를 전송중이거나 전송 예정인 상태이기 때문에 HA가 어느 AR에 현재 이동 노드가 속해 있는지 알아야 하므로 이동 노드가 AR를 이동할 때마다 등록 과정을 수행해야 한다. HA에 등록비용은 식(7)과 같고 지역등록 과정은 필요 없다. 따라서 활성화 상태의 위치 등록비용은 식(6)과 같이 나타낼 수 있다.

비활성화 상태에서는 k 값이 정적인 것이 아니라 이동 노드의 이동성 및 트래픽을 고려하여 3.3절에서 언어진 동적인 값을 사용한다. 페이징 영역을 벗어나서 HA에 등록할 확률은 (12),(13)을 따른다. HMIPv6와 달리 이동 노드는 페이징 리스트에 있는 AR들로 이동할 경우에 등록과정을 수행하지 않기 때문에 다음과 같은 식을 얻을 수 있다.

$$C_{LU}' = \frac{C_{LH}}{E[M]T_c} \quad (15)$$

3.2 패킷 전달비용

DPMIPv6에서는 추가적으로 각 에이전트의 처리비용과 전송비용을 갖는다. 데이터 패킷 전달비용의 성능 평가를 위한 매개변수는 다음과 같다.

표 2. 패킷 전달비용의 매개변수

매개 변수	의 미
δ_D	패킷 전달에 대한 비례상수
δ_h	HA에서 패킷처리에 대한 비례상수
δ_m	M-AR에서 패킷처리에 대한 비례상수
ω	하나의 서브넷에 평균적인 이동노드수

패킷 전달 비용은 이동 노드의 활성화 상태와 비활성화 상태로 나누어서 고려해야 된다. 활성화 상태에서는 이동 노드가 최근에 등록한 AR에 위치하기 때문에 MIPv6와 같은 비용을 갖는다.

$$C_{PD} = (l_{ha} + l_{an})\delta_D + \lambda_a(\delta_h + \omega \cdot \delta_m) \quad (16)$$

패킷 전달의 전송비용은 위치 비용과 마찬가지로

흡의 수와 비례상수 δ_D 에 비례한다고 가정하여 식 (8)~(10)로부터 위와 같이 나타낼 수 있다. HMIPv6에서는 HA에서는 이동 노드의 CoA를 유지하듯이 MAP는 RCoA와 LCoA사이에 매핑 테이블을 유지한다. 이동 노드로 향하는 모든 패킷은 MAP에 의해서 받게 될 것이고 매핑 테이블을 이용하여 이동 노드의 LCoA로 터널링 될 것이다. 따라서 매핑 테이블에 요구되는 검색 시간을 고려해야만 한다. 그러나 본 논문에서 제안하는 DPMIPv6는 페이징 기능을 사용하여 이동 노드의 정확한 위치를 찾는 것이 가능하고 추가적인 검색 시간은 필요 없다. 활성화 상태에서는 이동 노드로 향하는 패킷의 검색 시간과 라우팅 시간을 δ_h, δ_m 에 비례한다고 가정한다. 비활성화 상태에서의 패킷 전달비용은 다음과 같다.

$$C'_{PD} = \lambda_a(w \cdot k_{opt} + \beta \log(k_{opt}))\delta_m + \lambda_a \cdot \delta_h + \beta \cdot \Sigma G(i) \quad (17)$$

비활성화 상태에서는 이동 노드를 찾기 위한 검색 시간과 라우팅이 아닌 페이징 요청 메시지를 보내는 비용이 필요하다. 위의 식의 첫 번째는 M-AR가 페이징 리스트에 있는 AR들에게 페이징 요청 메시지를 보내는 것이고 AR에 속하는 평균적인 이동 노드수를 정하여 세션율에 비례한다고 정의하였다. β 는 multicast 페이징 요청 메시지를 보낼 경우에 중간 노드에서 패킷 처리 비용 함수이다. i 는 중간노드 수이다. 기존의 IP multicast에서 그룹 메시지 관리가 필요 없는 비용 모델을 제시한다.

3.3 최적의 서브넷(Subnet) 수

M-AR내의 최적 AR 수, 즉 k_{opt} 는 전체 시그널링 비용이 최소화되는 관점에서 정의된다. [9]과 유사한 방법으로 전체 시그널링 비용이 최소화 될 때까지 반복하여 최적 값을 얻는다. 이를 위한 수식은 다음과 같다.

$$k_{opt}(\lambda_a, T_c) = \begin{cases} 1, & \text{if } \Delta(2, \lambda_a, T_c) > 0 \\ \max(k : \Delta(k, \lambda_a, T_c) \leq 0) \end{cases} \quad (18)$$

페이징 영역내의 모든 사용자의 세션율 λ_a 와, 평균적으로 서브넷에 머무는 시간 T_c 를 기반으로 새로운 페이징 영역으로 이동시 M-AR이 계산한다. 식 (18)에서 전체 시그널링 비용을 최소화하기 위한 Δ 함수는 다음과 같이 정의된다.

$$\Delta(k, \lambda_a, T_c) = C_{TOT}(k, \lambda_a, T_c) - C_{TOT}(k-1, \lambda_a, T_c) \quad (19)$$

3.4 성능 평가 결과

이절에서는 앞에서 제시한 비용모델에 대한 실험 결과 값을 나타낸다. 표 3은 [9]와 같이 성능 분석을 위한 매개변수 값들이다. 최적의 값을 얻어내기 위해서 거주시간과 세션율의 변화에 따라서 전체 시그널링이 최소화 되는 값을 이끌어 낸다.

표 3. 성능 분석 매개변수

매개변수	값	매개변수	값
V_h	30	V_m	20
V_a	10	N	100
λ_a	0.1~10	δ_U	15
δ_D	0.2	δ_h	1
δ_m	0.5	ω	15

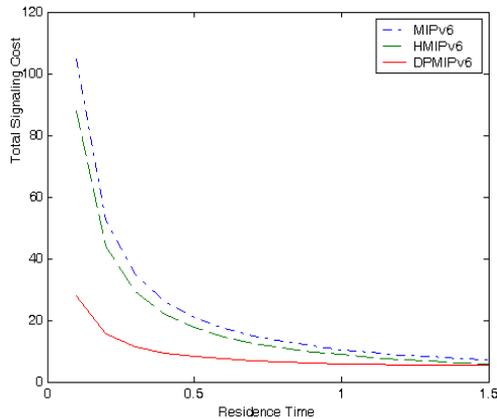


그림 3. T_c 변화에 따른 전체 시그널링 비용 비교

3.4.1 평균 거주시간에 대한 전체 시그널링 비용

위의 실험 결과를 통하여 최적의 페이징 크기 k 를 설정하여 세션율을 고정된 상태에서 이동 노드의 평균 거주시간 T_c 의 변화에 따른 DPMIPv6, HMIPv6, MIPv6의 전체 시그널링 비용을 비교한다.

그림 3은 최적의 k 비용 모델을 통하여 최적의 페이징 크기를 얻어서 세션율 $\lambda_a=1$ 로 고정된 상태에서 T_c 을 0~1.5까지 변화 시키면서 전체 시그널링 비용을 비교한 것이다. 평균 거주시간이 클 때는 전체 시그널링 비용이 비슷하지만 이동 노드의 평균 거주시간이 적으면 그만큼 이동률이 증가하기 때문에 등록비용이 커진다. 본 논문에서 제시한 DPMIPv6

의 프로토콜은 페이징 영역 안에 AR들로 이동하였을 경우에는 등록갱신에 대한 비용이 필요 없기 때문에 기존의 프로토콜보다 T_c 값이 적을 때 더 좋은 성능을 보인다는 것을 알 수 있다. 따라서 이동 노드의 평균 거주시간이 적을 때 위치 등록비용을 줄이기 위한 페이징 기능이 필요하다.

3.4.2 세션율에 대한 전체 시그널링 비용

위의 실험 결과를 통하여 최적의 페이징 크기 k 를 설정하여 평균 거주시간을 고정된 상태에서 이동 노드의 평균 거주시간 λ_a 의 변화에 따른 DPMIPv6, HMIPv6, MIPv6의 전체 시그널링 비용을 비교한다.

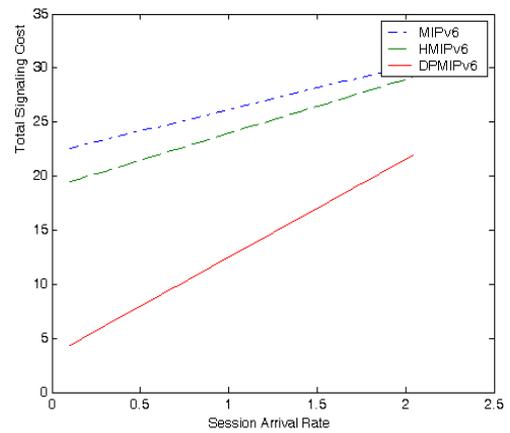


그림 4. λ_a 변화에 따른 전체 시그널링 비용 비교

그림 4는 페이징의 최적 크기 k 를 10으로 설정하여 $T_c=1$ 로 고정된 상태에서 세션율을 0~2.5까지 변화를 시키면서 세 개의 프로토콜의 전체 시그널링 비용을 보여준다. 세션율이 좀 더 커진다면 본 논문에서 제시한 프로토콜에 페이징 비용의 증가로 패킷전달 비용이 증가하여 더 많은 비용이 들겠지만 적당한 세션율에서는 전반적으로 기존 프로토콜보다 더 나은 성능을 보이고 있다. 특히, 세션율이 적을 때 패킷 전달 비용이 적고 페이징 영역 내에서 위치 등록비용이 필요 없기 때문에 전체 시그널링 비용이 기존 프로토콜보다 더욱 많은 차이 나는 것을 볼 수 있다. 따라서 위치 등록비용과 패킷 전달비용의 균형을 맞추는 것이 필요하다.

IV. 결론

본 논문에서는 기존의 HMIPv6 프로토콜에 페이

징 기능을 확장하였으며, 이동 노드의 이동성 및 트래픽을 고려하여 최적의 페이징 영역을 구하여 동적인 MAP을 구성하고 트래픽을 분산하는데 목적을 두었다. 또한, 불필요한 등록과정을 줄임으로써 이동 네트워크에서 전반적인 시그널링을 줄이고 이동 노드의 전력 소비를 줄일 수 있도록 했다. 성능 분석을 하기 위해서 비활성화 상태와 활성화 상태로 나누어서 위치 등록비용과 패킷 전달 비용으로 구성되는 전체 시그널링 비용 모델을 세웠다. 이러한 모델을 이용하여 이동 노드의 평균 거주시간과 세션율을 변화 시키면서 전체 시그널링을 최소화 하는 최적의 페이징 영역의 크기를 이끌어 냈다. 최적의 크기로 구성된 페이징 영역을 가진 DPMIPv6와 기존의 프로토콜 HMIPv6, MIPv6를 평균 거주시간과 세션율을 변화 시키면서 전체 시그널링 비용을 분석하였다. 평균 거주시간이 감소하면서 이동 노드의 이동률이 증가할 때 페이징 영역 내의 위치 비용이 필요 없는 DPMIPv6 프로토콜이 더욱 좋은 성능을 보였다. 또한 세션율이 적을 때 불필요한 등록비용을 줄여서 전체적인 시그널링 비용을 줄일 수 있었다.

참 고 문 헌

[1] I.F. Akyildiz et al., "Mobility Management in Next-Generation Wireless Systems," in Proc. IEEE, pp. 1347-1384, Aug. 1999.

[2] C. Perkins, "IP Mobility Support for IPv4," IETF RFC 3220, Aug. 2002.

[3] A.T. Campbell et al., "Design, Implementation, and Evaluation of Cellular IP," IEEE Pers. Commun., pp. 42-49, Aug. 2000.

[4] R. Ramjee et al., "HAWAII: A Domain-Based Approach for Supporting Mobility in Wide-Area Wireless Network," IEEE/ACM Trans. Net., pp. 396-410, June 2002.

[5] H. Soliman et al., "Hierarchical Mobile IPv6 Mobility Management," IETF RFC 4140, Aug. 2005.

[6] R. Koodli, "Fast Handovers for Mobile IPv6," IETF RFC 4068, July 2005.

[7] X. Zhang, J. Castellanos, and A. Campbell, "P-MIP: Paging Extension for Mobile IP," ACM Mobile Networks and Applications, Vol. 7, No. 2, pp. 127-141, Apr. 2002.

[8] R. Ramjee, L. Li, T. La Porta, and S. Kasera, "IP Paging Service for Mobile Hosts," ACM/Baltzer Wireless Networks, Vol. 8, No. 5, pp. 427-441, Sep. 2002.

[9] J. Xie and I.F. Akyildiz, "A Distributed Dynamic Regional Location Management Scheme for Mobile IP," IEEE Transactions on Mobile Computing, Vol. 1, No. 3, July 2002.

조 인 휘 (Inwhee Joe)

정회원



1983년 2월 한양대학교 전자공학과 졸업

1994년 12월 미국 University of Arizona, Electrical and Computer Engineering, M.S.

1998년 9월 미국 Georgia Tech, Electrical and Computer Engineering, Ph.D.

1992년 12월 (주) 데이콤 종합연구소 선임연구원

2000년 6월 미국 Oak Ridge 국립연구소 연구원

2002년 8월 미국 Bellcore Lab (Telcordia) 연구원

2002년 9월~현재 한양대학교 정보통신학부 조교수

<관심분야> Mobile Internet, Cellular System and PCS, Sensor Networks, Mobility Management