

## 사용자 이동 지역성을 고려한 PMIPv6 기반의 분산형 이동성 제어 기법

공기식\*

### 요약

PMIPv6과 같은 현재의 중앙 집중형 이동성 제어 프로토콜들은 모든 제어 트래픽과 데이터 트래픽을 함께 처리하는 중앙 집중형 이동성 앵커(central mobility anchor)에 전적으로 기반하여 동작한다. 그러나, 이러한 중앙 집중형 이동성 제어 프로토콜들은 코어망으로 트래픽이 집중되는 현상이 발생할 수 있거나, 이러한 중앙 집중형 이동성 앵커의 장애 발생 시 서비스 제공 불능현상 등이 발생할 수 있는 심각한 문제점을 안고 있다. 따라서, 본 논문에서는 이러한 문제점들을 완화시키기 위해, 사용자 이동 지역성을 고려한 PMIPv6 기반의 분산형 이동성 제어 기법을 제안한다. 성능 분석 결과, 제안 기법은 PMIPv6 및 관련된 분산형 이동성 제어 기술인 S-PMIP과 비교해 볼 때, 총 이동성 제어 비용을 대폭 감소시키고 동시에 이러한 문제점들을 상당부분 해소시킬 수 있음을 입증한다.

키워드 : 프락시 이동 IPv6 (PMIPv6), 분산형 이동성 제어, 포인터 포워딩

## A PMIPv6-based Distributed Mobility Control Scheme Considering a User's Movement Locality

Ki-Sik Kong\*

### Abstract

The current centralized mobility control protocols such as proxy mobile IPv6 (PMIPv6) are dependent on a central mobility anchor to process all control/data traffic. However, such centralized mobility control protocols have some drawbacks such as traffic concentration into the core network and serious service degradation in case of the failure of such a centralized mobility anchor, etc. In this paper, therefore, in order to alleviate these drawbacks, we propose a PMIPv6-based distributed mobility control scheme considering a user's movement locality. Performance evaluation results demonstrate that the proposed scheme has apparent potentials to alleviate serious drawbacks of S-PMIP, which is a closely-related distributed mobility control scheme, as well as PMIPv6, while reducing the total mobility control cost.

Keywords : Proxy Mobile IPv6 (PMIPv6), Distributed Mobility Control, Pointer Forwarding

### 1. 서론

※ 교신저자(Corresponding Author) : Ki-Sik Kong  
접수일:2013년 03월 11일, 수정일:2013년 3월 26일  
완료일:2013년 09월 25일

\* 남서울대학교 멀티미디어학과  
Tel: 041-580-2195, Fax: 041-580-2905  
email: [kskong@nsu.ac.kr](mailto:kskong@nsu.ac.kr)

■ 이 논문은 2012년도 남서울대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.

PMIPv6[1]과 같은 현재의 IP 이동성 관리 프로토콜들은 데이터 평면과 제어 평면을 함께 관리하는 중앙 집중형 이동성 앵커 (예: MIPv6에서의 home agent (HA), PMIPv6에서의 local mobility anchor (LMA))에 기반하여 이동성을 관리/제어한다. 따라서, 이러한 프로토콜들은 코어망의 중앙 집중형 이동성 앵커로 데이터 및 제어 트래픽이 과도하게 집중되는 결과를 초래하게 되고, 이는 심각한 네트워크 병목현상 (bottleneck)을 야기시킬 수 있다 [2, 3, 15]. 게다가

가, 중앙 집중형 이동성 앵커가 장애 발생 시, 이러한 방식의 이동성 제어/관리는 시스템 전반적으로 심각한 성능 저하를 초래할 수 있게 된다. 중앙 집중형 이동성 제어/관리 방식의 문제점을 극복하기 위해서, IETF는 최근에 분산형 이동성 관리에 대하여 토의하기 시작하였으며, 이는 크게 “부분 분산형 접근방식(partially distributed approach)” 및 “완전 분산형 접근방식 (fully distributed approach)”으로 구분해서 생각해 볼 수 있다. [3]에서는, 부분 분산형 접근방식의 하나로서, S-PMIP가 제안되었다. S-PMIP에서는 correspondent node (CN)로부터 보내진 패킷이 CN측 mobility anchor gateway (MAG)에 도달하게 되면 mobile node (MN)의 위치를 알아내기 위하여 CN측 MAG는 local mobility anchor (LMA)에게 질의를 보내 MN측 MAG (즉, MN-MAG)의 위치정보를 알아내게 된다. 이렇게 MAG에 MN에 대한 라우팅 정보를 알려줌으로써 제어평면과 데이터평면의 분리가 가능하게 된다.

S-PMIP은 PMIPv6 하에서의 데이터 전송 시에 트래픽이 코어망의 LMA로 과도하게 집중되는 문제를 대폭 감소시키는 것은 물론이거니와, 데이터 전송 이전에 최적화된 경로를 획득함으로써 데이터 전송 효율을 높일 수 있다. 하지만, S-PMIP의 경우에도 PMIPv6에서와 마찬가지로 몇몇 주요 문제점들이 여전히 해결되지 않은 채로 남아 있는 상태이다. 즉, *i)* 이동성이 커서 MAG 영역을 빈번하게 변경하는 MN들의 경우에는 MAG 영역 변경 시 마다 MN-MAG는 매번 코어망의 LMA와 proxy binding update (PBU) 메시지 및 proxy binding acknowledgement (PBA) 메시지들을 교환해야 하며, 이러한 특성을 갖는 MN들의 수가 많으면 많을수록 코어망의 LMA로의 트래픽 집중 현상은 더욱 심화될 수 있다. 또한, *ii)* CN과의 통신 중에 MN의 MAG 영역 간의 이동이 빈번하게 발생된다면, 지리적으로 멀리 떨어져 있는 LMA와의 핸드오버 과정 때문에 긴 핸드오버 지연시간 및 많은 패킷 손실을 야기할 수 있는 문제점을 내포하고 있다.

따라서, 이러한 문제점을 완화시키기 위하여, 본 논문에서는 사용자 이동 지역성을 고려하여, 셀룰러/PCS 망에서 처음 제안되었던 개념인 포

인터 포워딩 개념을 S-PMIP에 적용함으로써, PMIPv6 기반의 보다 효율적인 분산형 이동성 제어/관리 기술을 제안하고자 한다.

## 2. 관련 연구

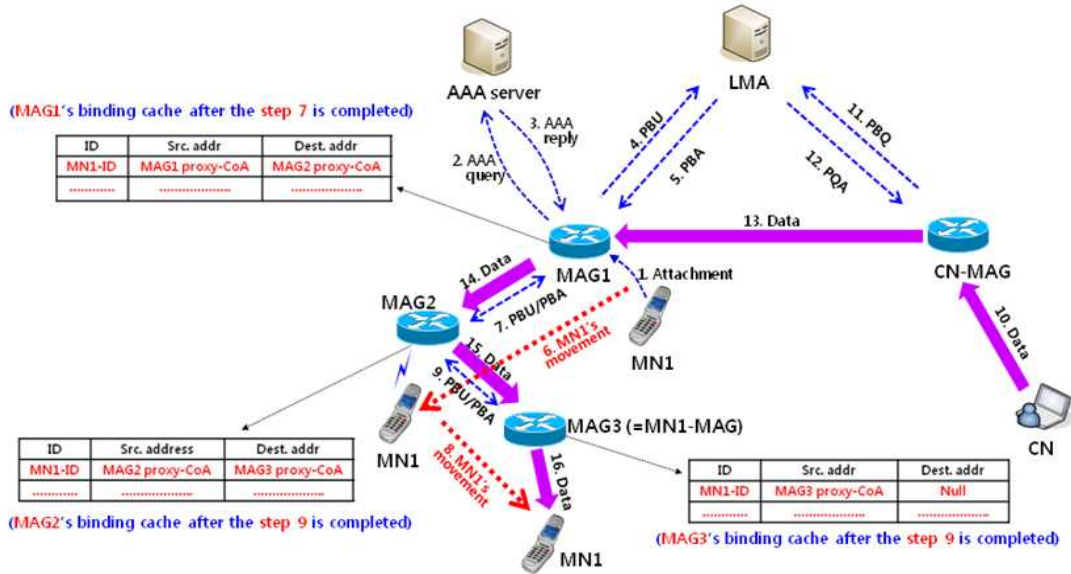
무선 셀룰러/PCS 네트워크에서의 포인터 포워딩[4]을 이용한 다양한 관련 연구들이 제안되었다. [5]에서는 포인터 포워딩 개념을 계층적으로 적용한 위치 관리 기법이 제안되었다. 또한, [6, 7]에서는, 무선 셀룰러/PCS 네트워크에서 효율적인 위치 관리를 위해 포인터 포워딩을 사용하는 하이브리드한 위치 관리 기법들이 제안되었다.

최근에는 셀룰러/PCS 네트워크 뿐만 아니라, Mobile IP 기반 네트워크에서도, 효율적인 위치 관리/제어를 위해 포인터 포워딩을 적용하는 방식이 제안되어졌다. [4]에서의 방식과 유사하게, [8]에서는 MN이 상대적으로 멀리 떨어져 있는 홈 네트워크에 위치 등록을 하는 대신에, 직전에 서비스 받았던 foreign agent (FA)에 자신의 새로운 care-of-address (CoA)를 등록함으로써 위치 갱신 트래픽을 지역화시킬 수 있는 위치 관리/제어 기법이 제안되었다. [9]에서는 계층적 MIPv6 (HMIPv6) 네트워크상에서 MN의 이동 패턴에 따라 포인터 포워딩을 이용하여 바인딩 갱신을 할지 말지를 결정할 수 있는 기법이 제안되었다. [10]에서는, HMIPv6 네트워크상에서 포인터 포워딩 개념을 적용한 지연된 위치 갱신 기법이 제안되었다.

## 3. 사용자 이동 지역성을 고려한 PMIPv6 기반의 분산형 이동성 제어 기법

본 논문에서 제안하는 근간이 되는 아이디어는 “대부분의 MN들의 이동성은 지역성(locality)을 보이며 주로 발생하는 경향이 있다”라는 사실 및 관찰에 착안한다 [11, 12, 13]. 따라서, S-PMIP을 기반으로, 이러한 MN들의 이동 지역성(movement locality) 경향을 함께 고려함으로써, S-PMIP의 문제점(즉, 이동성이 잦은 MN들

(그림 1) FS-PMIP의 동작 방식



(Figure 1) The operation of FS-PMIP

의 경우 MAG 영역 변경 시 마다 MN-MAG가 매번 코어망의 LMA와 PBU/PBA 메시지를 교환해야 하는 점과, 이러한 MN들의 수가 급증함에 따라 발생될 수 있는 LMA로의 트래픽 집중 현상 등을 개선시키는 포인터 포워딩 기반의 S-PMIP (pointer Forwarding-based S-PMIP: FS-PMIP)을 제안한다.

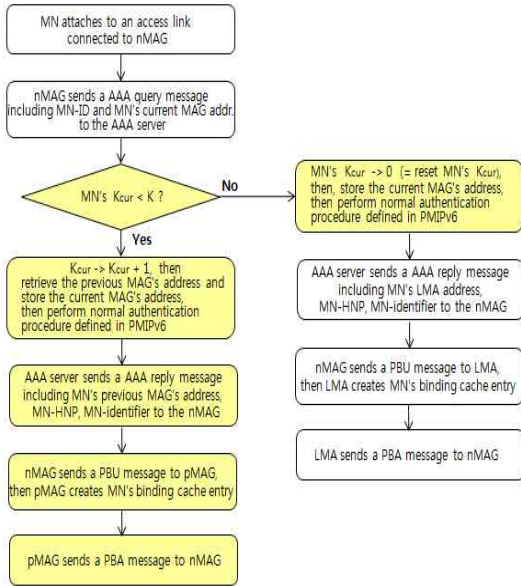
FS-PMIP에서는 PMIPv6 및 S-PMIP과 달리, MN이 MAG영역을 변경시 마다 매번 코어망의 LMA로 위치 등록 절차를 수행하는 것이 아니라, 이동 전후의 인접 MAG들 간에 포워딩 포인터만을 연결(= 이동 전후의 MAG들 간의 PBU/PBA 메시지 교환을 통해 양방향 터널 생성)해 줌으로써 위치 등록을 마친다. 하지만, MN이 MAG 영역을  $K$  번째 변경하게 될 경우에는 LMA로의 위치 등록을 수행한다. (이러한 이동 횟수  $K_{cur}$ 는 MN이 MAG 영역에 접속 후 AAA 서버에 AAA query가 보내질 때마다 그 값이 1씩 증가하게 되고,  $K_{cur}$  값이 시스템 상에서 미리 설정된  $K$ 에 도달하게 되면 이동 횟수  $K_{cur}$ 는 0으로 초기화되게 된다.)

한편, CN으로부터 MN을 향한 데이터 전송이 시작되게 되면 CN측 MAG (즉, CN-MAG)는 PBQ(proxy binding query)/PBA(proxy binding

acknowledgement) 메시지들의 교환을 통하여 LMA로의 MN에 대한 위치정보 질의과정을 통하여 획득된 MAG의 proxy-CoA로 데이터 패킷을 전송하게 되고, 만일 이 MAG에 MN의 바인딩 정보(=포워딩 정보)가 존재하면 이 정보에 따라 해당 MAG로 데이터 패킷을 포워딩해 주고, 그후 포워딩된 MAG에서도 MN에 대한 바인딩 정보가 존재한다면 마찬가지로 계속해서 인접 MAG로 데이터 패킷을 포워딩해 주게 된다.

(그림 1)의 단계 1~5는 MN1이 도메인 내에서 MAG영역을  $K$ 번 변경 후(이 경우  $K_{cur}=0$ 으로 리셋됨), MAG1에 접속하여 LMA로 위치 등록하는 경우를 나타낸다. 여기서, AAA query 후에 방금 접속한 MAG1의 proxy-CoA는 AAA 서버에 저장된다. 이후 CN과의 통신과정 없이, MN1이 MAG1 영역에서 MAG2 영역으로 이동하게 되면(단계 6), MAG2는 AAA 서버와의 AAA query/reply ((그림 1)상에는 이 과정을 편의상 생략해 놓았음)를 통해서 AAA 서버에 저장되어 있던 이동 직전의 MAG 주소(즉, MAG1의 Proxy-CoA)를 받아오고, 자신의 새로운 proxy-CoA를 AAA 서버에 저장시킨다. 그런 다음, 이 정보를 이용하여 MAG2에서 MAG1으로

(그림 2) FS-PMIP의 위치 등록 절차



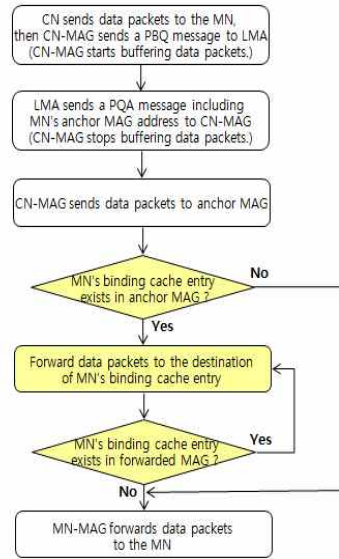
(Figure 2) Binding update of FS-PMIP

PBU를 보내고, MAG1은 이에 대한 응답으로서 MAG2에게 PBA를 보내줌으로써(단계 7), MAG1에는 MN1에 대한 바인딩 정보가 생성(즉, 포워딩 포인트 연결)되게 된다. 이후 다시 MN1이 MAG2 영역에서 MAG3 영역으로 이동하게 되면(단계 8), MAG3는 AAA서버와의 AAA query/reply ((그림 1)상에는 이 과정을 편의상 생략해 놓았음)를 통해서 MAG2의 proxy-CoA를 받아오게 되고, 자신의 새로운 proxy-CoA를 AAA 서버에 저장시킨다. 그런 다음, 이 정보를 이용하여 MAG3에서 MAG2로 PBU를 보내고, MAG2는 이에 대한 응답으로서 MAG3에게 PBA를 보내줌으로써(단계 9), MAG2에는 MN1에 대한 바인딩 정보가 생성(즉, 포워딩 포인트 연결)되게 된다. 한편, 이후 CN에서 데이터 패킷을 전송하기 시작하면 앞에서 기술한 바와 같이 단계 10~16의 과정을 거쳐서 데이터 패킷이 MN에게 전송되게 된다.

(그림 2)와 (그림 3)은 FS-PMIP에서의 전반적인 위치 등록 절차 및 패킷 전송 절차를 각각 나타낸다.

#### 4. 성능 분석 모델링

(그림 3) FS-PMIP의 패킷 전송 절차



(Figure 3) Packet delivery of FS-PMIP

본 장에서는 제안 기법인 FS-PMIP과 PMIPv6, 그리고 S-PMIP간의 총 이동성 제어 비용들을 수학적 분석 모델링에 입각하여 각각 유도해 낸다. 성능 분석을 위해서, 본 논문에서는 MN의 통신 세션 중에 발생하는 위치 등록 비용 및 패킷 전송 비용을 유도해 낸다. <표 1>은 성능 분석 모델을 위해 사용된 파라미터들을 보여준다. 일반적으로, 이동성 관리/제어 기법들의 총 이동성 제어 비용은 위치 등록 비용과 패킷 전송 비용의 합으로 구성된다고 생각해 볼 수 있다. 따라서, PMIPv6에서의 위치 등록 및 패킷 전송 절차에 입각하여, PMIPv6에서의 위치 등록 (binding update: BU) 비용 및 패킷 전송 (packet delivery: PD) 비용은 각각 다음과 같이 계산된다.

$$C_{BU}^{PMIP} = 2E(N_c)d_{lm} \tag{1}$$

$$C_{PD}^{PMIP} = 2E(L_s)(d_{lm} + \delta) \tag{2}$$

유사한 방식으로 S-PMIP에서의 위치 등록 비용 및 패킷 전송 비용은 각각 다음과 같이 계산된다.

$$C_{BU}^{SPMIP} = 2E(N_c)d_{lm} \tag{3}$$

<표 1> 비용 분석을 위한 파라미터들

파라미터	설명
$E(L_s)$	평균 세션 길이
$E(N_c)$	하나의 통신 세션 중에 MN이 MAG 영역 간을 이동한 평균 횟수
$d_{lm}$	LMA와 MAG간의 단일 패킷 전송 비용
$d_{cm}$	CN-MAG와 앵커 MAG간의 단일 패킷 전송 비용
$d_{mm}$	이동 직전 MAG (oMAG)와 이동 직후 MAG (nMAG)간의 단일 패킷 전송 비용
$\delta$	MAG와 MN간의 무선 구간에서의 단일 패킷 전송 비용
$K$	시스템상에서 설정된 포인터 포워딩 임계값
$C_{BU}^X$	X 기법의 BU 비용 ( $X \in \{PMIP, SPMIP, FSPMIP\}$ )
$C_{PD}^X$	X 기법의 PD 비용 ( $X \in \{PMIP, SPMIP, FSPMIP\}$ )

<Table 1> Parameters for cost analysis

$$C_{PD}^{SPMIP} = (2d_{lm} + E(L_s)\delta) + (E(L_s) - 1)(d_{cm} + \delta) \quad (4)$$

한편, 식(1)-식(4)가 유도된 것과 유사한 방식으로, FS-PMIP에서의 위치 등록 비용 및 패킷 전송 비용은 각각 다음과 같이 계산된다.

$$C_{BU}^{FSPMIP} = 2 \lfloor \frac{E(N_c)}{K} \rfloor d_{lm} + 2(E(N_c) - \lfloor \frac{E(N_c)}{K} \rfloor) d_{mm} \quad (5)$$

$$C_{PD}^{FSPMIP} = (2d_{lm} + E(L_s)\delta) + (E(L_s) - 1)(d_{cm} + \delta + \frac{K}{2}d_{mm}) \quad (6)$$

여기서,  $\lfloor \frac{E(N_c)}{K} \rfloor$ 는 하나의 통신 세션 중에 발생하는 포인터를 리셋 (즉,  $K_{cur} \rightarrow 0$ )하는 총 횟수를 의미하며,  $(E(N_c) - \lfloor \frac{E(N_c)}{K} \rfloor)$ 는 하나의 통신 세션 중에 발생하는 포인터를 갱신 (즉,  $K_{cur} \rightarrow K_{cur+1}$ )하는 총 횟수를 각각 의미한다. 또한, 포인터 체인은 MN이 K개의 MAG 영역을 지날 때마다 포인터가 리셋되기 때문에, 식(4)에서 평균적인 포인터 체인 길이는  $\frac{K}{2}$ 로 간주될 수 있다. 한편, <표 1>에서, PMIP는 PMIPv6,

SPMIP는 S-PMIP, 그리고 FSPMIP는 FS-PMIP를 각각 의미한다.

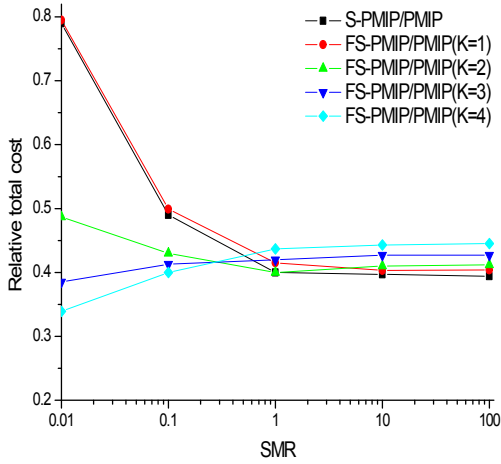
## 5. 성능 평가

본 장에서는 4장에서 유도된 각 스킴들의 비용함수들에 입각하여 성능평가를 수행한다. 이를 위해서,  $d_{lm} = 30$ ,  $d_{cm} = 20$ ,  $d_{mm} = 2$ ,  $\delta = 3$  으로 각각 설정된다. 이러한 값들은 이동성 에이전트 (즉, LMA와 MAG)간의 홉(hop) 거리를 고려하며, [1]에서 사용된 값들에 기반하여 할당되었다.

(그림 4)와 (그림 5)는 평균 세션 길이인  $E(L_s)$ 의 값이 100과 500일 경우의, PMIPv6, S-PMIP 및 FS-PMIP의 총 비용에 대한 SMR(Session-to-Mobility Ratio)의 영향을 보여주고 있다. 이를 위해서, PMIPv6의 총 비용이 1로 정규화 되었을 경우의 S-PMIP와 FS-PMIP의 상대적인 총 비용을 고려하고자 한다. (그림 4)와 (그림 5)에서, SMR이 작은 경우,  $K=2, 3, 4$ 인 경우의 FS-PMIP의 비용은 PMIPv6 및 S-PMIP에 비해서 가장 좋은 성능을 보이고 있음을 알 수 있다. 그러나, SMR이 큰 경우에는, S-PMIP의 비용은 FS-PMIP의 비용보다 약간 적거나 거의 같게 된다. 이는 SMR이 작은 경우에는 위치 등록 비용이 총 이동성 관리비용의 대부분을 차지하기 때문이고, SMR이 큰 경우에는 패킷 전송 비용이 대부분을 차지하기 때문에 K가 커짐에 따라, S-PMIP에 비해 보다 긴 라우팅 경로를 사용하게 되기 때문이다. (그림 4)와 (그림 5)에서 보여지는 바와 같이, SMR의 값과 관계없이 전반적으로 볼 때,  $K=2$ 인 경우의 FS-PMIP가 가장 좋은 성능 (즉, 총 비용이 가장 적게 발생)을 보이고 있음을 알 수 있다.

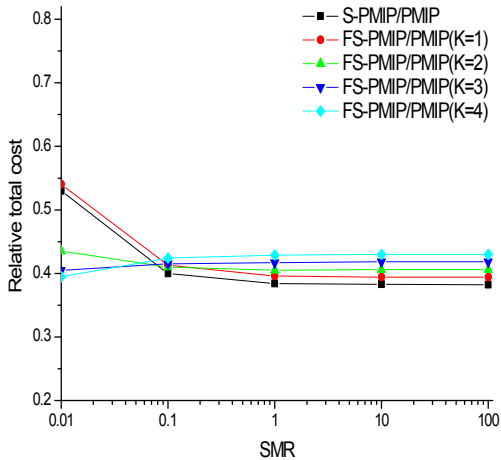
(그림 6)과 (그림 7)에서는 PMIPv6, S-PMIP, FS-PMIP의 총 비용에 대한 세션 길이  $E(L_s)$ 의 영향을 보여주고 있다. (그림 6)은 MN의 이동성이 상대적으로 큰 경우(즉, 세션 도착율 : 이동률 = 1 : 5인 경우)의 상대적인 총 비용을 나타낸다. (그림 6)에서 보여지는 바와 같이,  $K=1$ 인 경우를 제외하면, FS-PMIP가 전반적으로 S-PMIP에 비해 성능이 우수함을 알 수 있고, 이러한 경향은 세션 길이가 짧아짐에 따라 더욱

(그림 4)  $E(L_s) = 100$  (패킷의 수)



(Figure 4)  $E(L_s) = 100$  (packets)

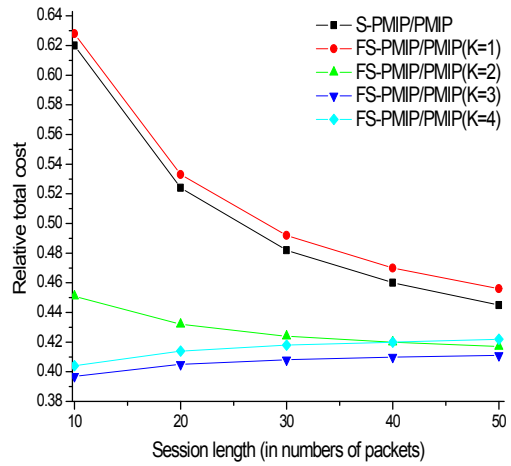
(그림 5)  $E(L_s) = 500$  (패킷의 수)



(Figure 5)  $E(L_s) = 500$  (packets)

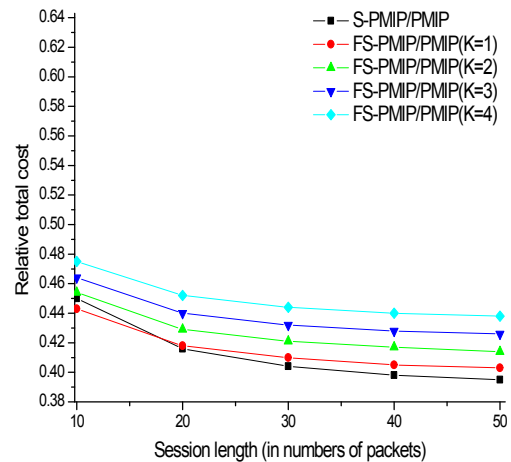
커짐을 알 수 있다. (그림 7)은 MN의 세션 도착율이 상대적으로 큰 경우 (즉, 세션 도착율 : 이동률 = 5 : 1인 경우)의 상대적인 총 비용을 보여주고 있다. (그림 7)에서 보여지는 바와 같이, FS-PMIP의 성능이 S-PMIP에 비해 전반적으로 안 좋아지게 됨을 알 수 있다. 이는 세션 도착율이 이동률에 비해 상대적으로 큰 경우, 총 비용은 상대적으로 패킷 전송 비용에 따라 많은 영향을 미치게 되고, FS-PMIP의 라우팅 경로가

(그림 6)  $SMR=0.2$  인 경우



(Figure 6) in case of  $SMR=0.2$

(그림 7)  $SMR=5$  인 경우



(Figure 7) in case of  $SMR=5$

S-PMIP의 라우팅 경로에 비해 길기 때문이다. 그러나, (그림 7)에서 보여지는 바와 같이, 세션 길이가 작은 경우,  $K=1, 2$ 인 경우의 FS-PMIP은 S-PMIP보다 다소 성능이 좋거나 거의 같음을 알 수 있다. 이는 SMR이 크더라도, 세션 길이가 작으면, FS-PMIP의 상대적으로 긴 라우팅 경로로 인한 부작용이 완화될 수 있기 때문이다.

## 6. 결론

본 논문에서는 보다 향상된 PMIPv6 기반의 분산형 이동성 관리를 위해 포인터 포워딩의 개념을 S-PMIP에 적용하였다. 본 논문에서 제안된 FS-PMIP은 MAG들에 라우팅 기능 뿐만 아니라 바인딩 기능까지 효과적으로 분산시킴으로써, 총 이동성 관리 비용을 효과적으로 감소시키면서 PMIPv6보다 우수한 성능을 보여줄 수 있음을 입증하였다. 또한, FS-PMIP에서 SMR에 따른 적절한  $K$  값만 설정된다면 S-PMIP의 문제점도 상당 부분 완화시킬 수 있는 효과적인 대안이 될 수 있음을 또한 입증하였다.

향후 연구로는 *i)* 보다 효율적인 PMIPv6 기반의 분산형 이동성 관리를 위해 MN의 이동성 및 트래픽 특성을 함께 고려하는 보다 심도깊은 연구[14]를 진행할 예정이며, 또한 *ii)* MN의 이동성 및 트래픽 패턴에 따라  $K$  값을 적응적으로 변경시킬 수 있는 향상된 버전의 FS-PMIP을 설계하는 것을 목표로 한다.

## References

- [1] K. -S. Kong, Y. Han, M. Shin, H. Yoo, and W. Lee, "Mobility Management for All-IP Mobile Networks: Mobile IPv6 vs. Proxy Mobile IPv6," IEEE Wireless Communications, Vol.15, No.2, pp.36-45, April 2008.
- [2] H. Yokota, KDDI Lab, P. Seite., "Use Case Scenarios for Distributed Mobility Management," IETF Internet-Draft, draft-yokota-dmm-scenario-00.txt, 2010.
- [3] H.Jung et al. "Distributed Mobility Control in Proxy Mobile IPv6 Networks," IEICE Trans. on Commun., F94-B, pp.2216-2224, 2011.
- [4] R. Jain and Y. -B. Lin, "An Auxiliary User Location Strategy Employing Forwarding Pointers to Reduce Network Impacts of PCS," Wireless Networks, Vol. 1, pp.197-210, 1995.
- [5] W. Ma and Y. Fang, "Two-level Pointer Forwarding Strategy for Location Management in PCS Networks," IEEE Trans. MobilCom., Vol.1 pp.32-45, 2002.
- [6] I. Chen and B. Gu, "Quantitative Analysis of a Hybrid Replication with Forwarding Strategy for Efficient and Uniform Location Management in Mobile Wireless Networks," IEEE Trans. MobilCom., Vol.2, pp.3-15, 2003.
- [7] W. Ma and Y. Fang, "A Pointer Forwarding based Local Anchoring (POFLA) Scheme for Wireless Networks," IEEE Trans. Veh. Technol., Vol.54, pp.1135-1146, 2005.
- [8] W. Ma and Y. Fang, "Dynamic Hierarchical Mobility Management Strategy for Mobile IP Networks," IEEE J. Sel. Areas Commun., Vol.22, pp.664-676, 2004.
- [9] S. Pack, B. Lee, T. Kwon, and Y. Choi, "A Pointer Forwarding Scheme with Mobility-aware Binding Update in Mobile IPv6 Networks," Computer Commun., Vol.31, pp.873-884, 2008.
- [10] M. Yi, U. Song, and C. Hwang, "A Lazy Update Strategy for Minimizing Signaling Cost Using the Forwarding Pointer in Mobile IP," J. Info. Sci. and Eng., Vol.21, pp.259-286, 2005.
- [11] K. Yang et al., "Movement locality-based location tracking strategy reducing location management cost in PCNs," Proc. of VTC '99, pp.1638-1642, 1999.
- [12] Z. Mao, "An intra-LA location update strategy for reducing paging cost," IEEE Communications Letters, Vol.6, No.8, pp.334-336, Aug. 2002.
- [13] J.Xie and I.F.Akyildiz, "A novel distributed dynamic location management scheme for minimizing signaling costs in Mobile ip," IEEE Transactions on Mobile Computing, Vol.1, No.3, pp.163-174, July-Sept. 2002.
- [14] K. -S. Kong, "Exploiting Mobility/Traffic Characteristics for PMIPv6-Based Distributed Mobility Management," Proc. ICITCS, pp.743-748, 2012.
- [15] K. -S. Kong, "A Research Trend Analysis of PMIPv6-based Distributed Mobility Management Technology for Traffic Offload," Journal of Digital Contents Society, Vol.13, No.3, pp.469-476, Sept. 2012.

### 공 기 식



1999년 : 고려대학교 컴퓨터학과  
(이학사)

2001년 : 고려대학교 컴퓨터학과  
(이학석사)

2005년 : 고려대학교 컴퓨터학과  
(이학박사)

2009년~현재 : 남서울대학교 멀티미디어학과  
조교수

관심분야 : IPv6 이동성 관리, 광대역통합망,  
미래인터넷, 멀티미디어통신