Proxy Mobile IPv6에서 Correspondent를 이용한 Route Optimization 기법

최영현*, 임헌정*, 정태명**
*성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과
**성균관대학교 정보통신공학부
e-mail:{yhchoi, hjlim99, tmchung}@imtl.skku.ac.kr

Route Optimization Using Correspondent on Proxy Mobile IPv6

Young-Hyun Choi*, Hun-Jung Lim*, Tai-Myoung Chung**
*Dept. of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University
**School of Information and Communication Engineering, Sungkyunkwan University

요 약

Proxy Mobile IPv6에서는 같은 Local Mobility Anchor 내의 다른 Mobile Access Gateway에 있는 Mobile Node 들의 패킷 전송에 있어서 발생하는 삼각 라우팅 문제는 여전히 존재한다. 이 문제점을 해결하기 위해 인터넷 드래프트 Liebsch와 Dutta에서 제안된 두 가지 Route Optimization 기법의 동작 과정을 알아보고, 상호 데이터 전송 상황에서 더 나은 성능을 제공하는 Correspondent Route Optimization 기법을 제안한다. 제안한 Route Optimization 기법은 Correspondent Flag를 추가하여 Mobile Access Gateway 간 Corresponding Binding을 완료하여, Route Optimization을 설정한다. 제안한 Correspondent Route Optimization 기법은 기존의 기법보다 상호 데이터 전송 상황에서 Route Optimization에 필요한 메시지 수가 적기 때문에 시그널링 비용이 감소하였다.

1. 서론

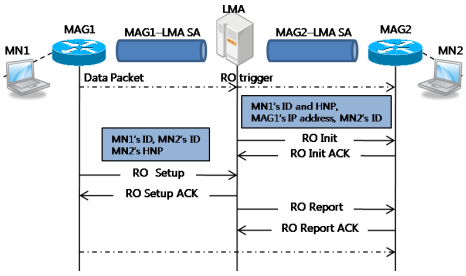
PMIPv6는 네트워크 베이스 모델이라고도 불리며, 네트워크 엔터티들에 의해 Mobile Node (MN)의 이동성이 보장 된다. 새롭게 소개된 네트워크 엔터티 Local Mobility Anchor (LMA)는 MIPv6에서의 HA와 같은 기능을 수행하며, Mobile Access Gateway (MAG)는 MN의 이동을 탐지하고 Proxy Binding Update (PBU) 메시지를 LMA에게 전송하여 MN의 위치 정보를 갱신한다. 하지만, MN으로 오고가는 모든 패킷이 LMA를 지나게 되는 PMIPv6의 구조적 특징으로 인해 삼각 라우팅 문제가 발생한다. 이러한 문제점 해결을 위해 최적화된 경로를 설정하여 패킷 전송 시 발생할 수 있는 지연과 혼잡을 줄이는 Route Optimization (RO) 기법이 연구 되고 있다 [1],[2].

본 논문에서는 PMIPv6에서의 RO 기법인 Liebsch[1]와 Dutta[2] 기법의 동작과정을 살펴보고, 상호 데이터 전송에서 효율적 성능을 제공하는 새로운 Route Optimization 기법을 제안한다. 이후 2장에서는 Liebsch와 Dutta의 RO 기법에 대해 살펴본다. 3장에서는 상호 데이터 전송 상황에서 나은 성능을 제공하는 새로운 RO 기법을 제안한다. 4장에서는 성능평가 수식을 도출하고 결과에 대한 분석을 한다. 마지막으로 5장에서는 본 논문의 결론을 맺는다.

2. 관련 연구 및 문제 제기

2.1 Liebsch의 RO 기법

(그림 1)은 Liebsch가 제안한 Proxy mode에서의 LMA와 MAG들의 메시지 교환을 통해 RO 경로를 설정하고 갱신하는 기법을 보여주고 있다[1].

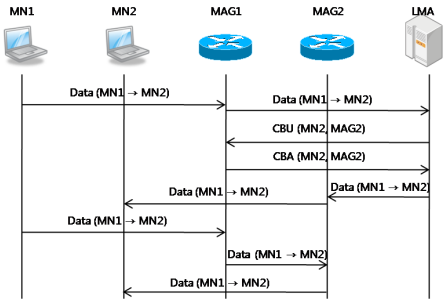


(그림 1) Proxy mode에서의 RO 설정 과정

2.2 Light Weight RO 기법

Dutta의 기법에서는 Liebsch RO 방법에 비해 시그널링 코스트를 줄이기 위한 방법으로 LMA에서 해당 MAG에게 Correspondent Binding Update (CBU)을 적용하여 RO에 필요한 메시지의 수를 감소시켰다.

(그림 2)은 A.Dutta의 드래프트에서 제안한 방법으로 RO 경로 설정 하는 것을 보여주고 있다[2].



(그림 2) Dutta의 RO 설정 과정

2.3 문제 제기

Dutta가 제안한 LWRO 기법에서는 단방향이기 때문에 데이터 전송을 받는 측에서 상대측에 데이터를 전송하고자 하면 새로운 RO 과정을 거쳐야 한다.

3. 향상된 RO 기법

본 논문에서는 2.3 절에서 살펴본 기존 RO 기법의 문제점을 해결하기 위해 RO 기법을 제안한다.

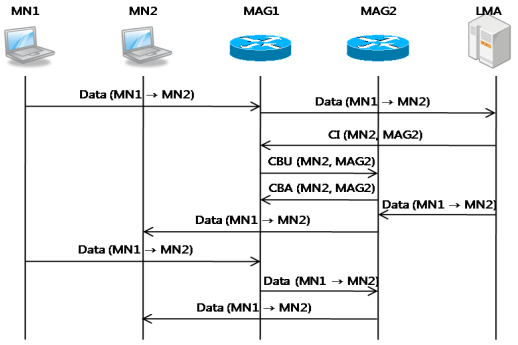
시그널링 비용을 줄이기 위한 방법으로 CB를 이용하여 MAG 간 Binding을 설정하고, RO 설정을 한 번의 CB 과정으로 상호간 연결하여 RO에 필요한 메시지의 수를 감소시켰다. (그림 3)의 시퀀스 다이어그램에서는 PMIPv6 도메인 내에 있는 MN1에서 MN2로 데이터를 전송 하는 상황을 나타내고 있다.

Correspondent는 본 논문에서 제안하는 RO 기법에서 사용하는 새로운 메시지로 2bits의 Reserved 되어있는 공간을 사용하여 Dutta의 Correspondent에 1bit의 추가 공간을 할당하여 LMA에서 MAG에게 CB를 맺기 위한 정보(Correspondent Information) 제공을 위해 추가되었으며, 향후 행동을 추가하여 LMA에서의 정보 테이블 관리나 효율성 증대를 이끌어낼 수 있는 확장성을 추가하였다.

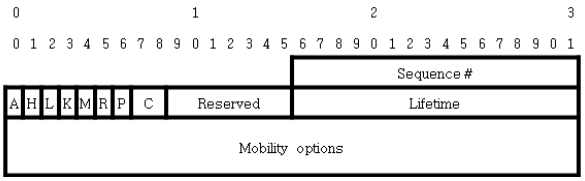
MN1이 PMIPv6 도메인 내의 MN2에게 데이터를 전송하고, MAG1이 LMA에게 데이터를 전송하게 된다. 이 때, LMA는 MN1과 MN2의 HNP를 보고 RO 설정이 가능하다는 것을 탐지하게 된다. LMA는 MN1의 address, MN2의 address, 그리고 MAG2의 address 정보를 CI 메시지를 통해 전송하고, “C” 플래그에 추가된 1bit를 이용 enable 값을 포함시켜 전송한다. 이 CI 메시지를 받은 MAG1은 MN1의 address, MN2의 address, 그리고 MAG2의 address 정보를 CBU 메시지를 통해 MAG2에 전송하고, 이 CBU 메시지를 받은 MAG2는 CBA를 MAG1 측에 보내어 CB를 완료하고, 이후 MN1에서 MN2로 보내는 데이터들은 MN1에서 MAG1로 이동 후 LMA를 거치지 않고, MAG2로 보낸 후 MN2에 도달한다.

4. 성능 평가

본 논문에서는 Liebsch와 Dutta의 기법과 본 논문에서 제안한 “C“를 이용한 RO 기법의 성능을 위치 정보를 갱신할 때 발생하는 시그널링 비용을 평가하였다. PMIPv6에서 발생하는 시그널링 비용(Signaling Cost)은 PBU와 RO 설정을 위한 메시지로 나누어진다. 본 논문에서는 이동성 프로토콜에 대한 성능 평가에



(그림 3) 제안하는 기법의 시퀀스 다이어그램



(그림 4) 메시지 포맷 확장 “C” Flag

널리 쓰이는 Fluid-flow 모델을 사용하였다[3][4].

PMIPv6의 시그널링 비용 SC_{PMIPv6}는 (식 1)과 같다.

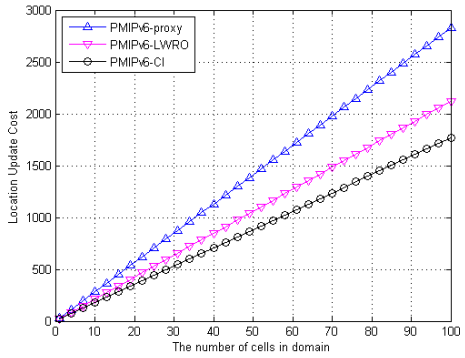
$$SC_{PMIPv6} = 2\tau D_{MAG,LMA} r_c \quad \text{(식 1)}$$

RO 설정 과정은 기본적으로 PBU와 PBA 과정이 수행 된 후에 일어나기 때문에 (식 1)의 값을 포함된다. 다음은 이에 따른 쌍방 통신을 위한 BU 메시지 교환에 필요한 시그널링 비용이다. (식 2)은 Liebsch의 Proxy mode, (식 3)는 Dutta의 LWRO, (식 4)는 본 논문에서 제안한 C를 이용한 RO 기법의 시그널링 비용을 나타내고 있다.

$$SC_{PROXY} = 2\tau D_{MAG,LMA} r_c + 6\tau D_{MAG,LMA} r_c \quad \text{(식 2)}$$

$$SC_{LWRO} = 2\tau D_{MAG,LMA} r_c + (2\tau D_{MAG,LMA} r_c)*2 \quad \text{(식 3)}$$

$$SC_{CIRO} = 2\tau D_{MAG,LMA} r_c + 3\tau D_{MAG,LMA} r_c \quad \text{(식 4)}$$



(그림 5) Signaling Cost

5. 결론

본 논문에서는 PMIPv6에서의 최적경로 설정을 위해 Dutta와 Liebsch가 제안한 RO 기법들의 동작과정을 살펴보고 성능을 분석하였다. 성능 분석 결과, Dutta의 기법은 Liebsch의 기법에 비해 LWRO 시그널링 비용은 25%, C 기법은 LWRO 기법에 비해 20%, Liebsch의 기법에 비해 45% 이상 감소됨을 보였다.

향후 Correspondent 메시지 행동을 추가하여 LMA에서의 정보 테이블 관리나 효율성 증대를 이끌어낼 수 있는 이동성이 적은 MN나 네트워크 혼잡 발생 시 QoS 관리를 하는 연구를 추가적으로 진행할 예정이다.

참 고 문 헌

[1] M. Liebsch et al., "Route Optimization for PMIPv6", Internet draft, November. 2007.

[2] A. Dutta et al,. "PMIP Extension for Inter-MAG Route Optimization", Internet draft, July. 2008.

[3] S. Pack et al., "A study on performance of Hierarchical Mobile IPv6 in IP-based cellular networks", IEICT Trans. Commun., vol.E87-B, no.3, March. 2004.

[4] S. Park et al., "Localized PMIPv6 with Route Optimization in IP based Networks", IEICT Trans. Commun., vol.E90-B, no.12, December. 2007.