

계층적 MIPv6에서 MAP의 부하분산 구조

* 남홍, ** 홍충선
경희대학교 컴퓨터공학과

*yb@networking.khu.ac.kr, **cshong@khu.ac.kr

Load Decentralizing Architecture of MAP for Hierarchical MIPv6

*Nam Hong, **Choong Seon Hong
Dept. of Computer Engineering, Kyung Hee University

요 약

계층적인 Mobile IPv6 구조에서 실시간 서비스의 확대와 노드의 이동성 증가에 따라 Mobility Anchor Point(MAP)의 부하가 늘어나는 문제가 발생할 수 있다. 본 논문에서는 IETF(Internet Engineering Task Force)의 중요한 마이크로 이동성 프로토콜인 HMIPv6의 기본동작을 설명하고 MAP에서 발생할 수 있는 부하를 하위에 있는 라우터에게 분산시키기 위하여 Passive Approach와 Active Approach 두 가지 방법을 제안하였다. Passive Approach는 MAP가 분산 시점을 결정하여 하위의 라우터에게 부하를 분산해주는 방법이고 Active Approach는 임의의 MAP하위에 있는 라우터가 스스로 분산 시점을 결정하여 MAP로 동작하여 MAP에서 발생할 수 있는 부하를 줄이는 방법이다.

1.서론

IETF (Internet Engineering Task Force) Mobile IP Working Group의 MIPv4 (Mobile IP version 4)와 MIPv6[1]은 IPv6[2] 이동성을 지원하기 위한 주요 프로토콜이다. HMIPv6 (Hierarchical MIPv6) [3]는 MAP(Mobility Anchor Point) 라는 새로운 요소를 도입하여 MAP도메인 내에서 MN (Mobile Node) 가 이동할 때 MAP 에게만 자신의 위치를 등록하도록 하여 핸드오버를 위한 시그널링의 양과 지연을 감소시키고자 하는 프로토콜이다. 이동 단말 기술이 발전함에 따라 무선을 통해 인터넷에 접속하려는 이동노드 수가 늘어나고 동영상, 음성과 같은 대량의 트래픽을 발생하는 멀티미디어 어플리케이션의 사용이 늘어나고 있다. 이는 한정된 대역폭을 가진 네트워크에서나 다수의 이동노드에게 서비스를 제공하는 HA(Home Agent)나 MAP에서의 혼잡과 지연의 원인이 된다. 특히 계층적인 구조의 MIPv6 환경에서는 MAP에서 발생하는 오버헤드가 더욱 증가할 수 있다. MAP는 현재 도메인에 로밍한 모든 이동노드의 등록에 관한 시

그날링 메시지를 처리하여야 하고, 이동노드별로 캐쉬를 유지하여야 한다. 또한 HA (Home Agent) 나 CN (Correspondent Node)가 이동노드에게 보내는 트래픽은 항상 MAP를 통하여 전달되기 때문에 MAP에서 과부하가 발생할 수 있다.[3][4][5]

본 논문에서는 MAP에 과부하가 발생하였을 때 부하를 도메인 내의 하위에 있는 라우터가 MAP로 동작하여 MAP의 부하를 효율적으로 분산하는 두 가지 접근방법인 Passive Approach와 Active Approach를 제안하였다. Passive Approach는 MAP가 분산 시점을 결정하여 하위의 라우터에게 MAP로 동작하게 하여 자기의 부하를 분산시키는 방법이고 Active Approach는 임의의 MAP하위에 있는 라우터가 스스로 분산 시점을 결정하여 MAP로 동작하여 기존의 MAP에서 발생할 수 있는 부하를 줄이는 방법이다.

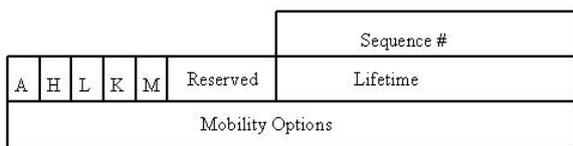
본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 HMIPv6의 기본적인 동작에 대하여 살펴보고 3장에서는 본 논문에서 제안하는 MAP의 부하를 줄이기 위하여 동적으로 도메인 내에 있는 라우터가 MAP로 동작하는 방법인 Passive Approach와 Active Approach에 대하여 설명한다. 4장에서는 결론과 향후의 연구방향으로 본 논문을 마무리한다.

This work is supported by university ITRC project of MIC

2. 관련 연구

2.1 HMIPv6

HMIPv6은 로컬 이동성을 지원하기 위한 MIPv6와 IPv6 Neighbor discovery 프로토콜[5]의 확장이다. HMIPv6는 MAP라 부르는 새로운 요소를 도입하여 계층적으로 MN의 이동성을 관리한다. MAP 도메인 내에서 MN이 움직일 때 BU(Binding Update)를 멀리 떨어진 HA와 CN들에게 보내는 것이 아니라 가까운 MAP로 보내게 되어 핸드오버 지연을 줄일 수 있다. 또한 MN은 CN들의 수와 관계없이 한 개의 BU만을 보내면 되기 때문에 핸드오버를 위한 시그널링 트래픽의 양을 감소시킨다. HMIPv6에서는 MAP(Mobility Anchor Point) 라는 새로운 요소를 도입하여 도메인 내에서 HA의 역할을 하기 때문에 이동노드가 도메인 내에서 이동할 때 MAP에 등록을 하여 HA나 CN까지 등록을 할 필요가 없다.



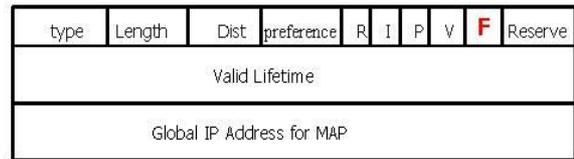
<그림1> Binding Update Message Format

이동 노드가 새로운 MAP에 등록 할 때마다 MAP는 HA(Home Agent)나 CN(Correspondent Node)에게 BU를 보낸다. HMIPv6에서 BU(그림1)에 M Flag라는 새로운 Filed를 도입하였다. 이동 노드가 MAP에 등록할 때 M Flag를 설정하여 이동 노드가 MAP에 등록한다는 것을 표시하여 HA나 CN에 등록하는 BU와 구별한다. 하나의 네트워크에 여러 개의 MAP가 존재할 수 있다. 이런 경우에 하위에 있는 MAP는 상위의 광고 메시지를 전송할 때 자신의 MAP의 Option을 추가하여 하위의 라우터에게 전송한다. HMIPv6에서는 이동 노드가 여러 개의 MAP에서 가장 효율적인 것을 선택할 수 있는 기능을 갖고 있다.

3. 제안사항

본 장에서는 MAP에서 발생할 수 있는 부하를 도메인 내의 라우터에 분산하기 위한 방법에 대하여 설명한다. MAP는 주기적으로 광고 메시지를 전송하고 어떤 이벤트가 발생하였을 때도 광고 메시지를 전송한다고 설정한다. MAP가 하위의 라우터에 MAP의 기능을 할 수 있는 권한을 주기 위하여 광고 메시지에 포함된 MAP Option에 보류된 1bit(그림3) 사용한다. 제안에서 사용하는 bit를 F로 설정하였다.

F: MAP가 하위의 라우터에게 MAP의 부하가 임계수치를 초과하였을 때 MAP로 동작할 것을



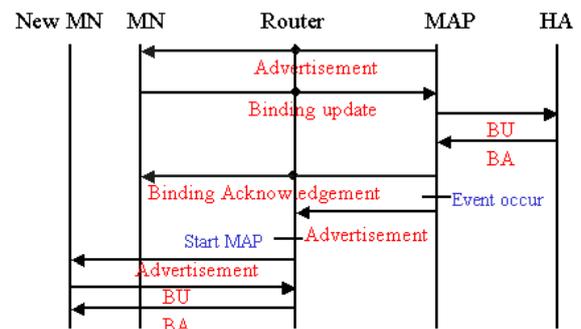
< 그림3 > MAP Option Message Format

요구하거나 부하가 임계수치 아래로 떨어졌을 때 하위의 라우터가 MAP로 동작하지 말 것을 요구한다.<F>bit를 두 가지로 정의하였다.

0:부하가 임계 수치를 초과하지 않았을 때

1:부하가 임계 수치를 초과하였을 때

MAP에 발생하는 부하를 하위에 있는 라우터에게 분산시키기 위하여 Passive Approach 와 Active Approach 두 가지를 제안하였다.



< 그림4 > 제안된 메시지 흐름

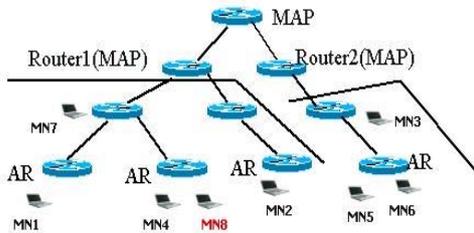
< 그림4 >은 제안된 방법의 메시지 흐름을 보여 준다.

3.1 Passive Approach

Passive Approach는 MAP가 하위에 있는 라우터에게 MAP로 동작할 수 있는 권한을 주는 것을 말한다. 다시 말하면 MAP로부터 권한을 얻은 라우터만 MAP의 기능을 가지고 MAP로 동작할 수 있다. 이 방법에서는 MAP의 권한 설정을 위해 MAP와 MAP 도메인 내의 라우터는 관리하는 호스트의 High-Threshold, Low-Threshold, MAP-OK 라는 변수를 유지하도록 한다. MAP 도메인 내에 관리하고 있는 이동노드 수가 High-Threshold에 도달하면 MAP의 부하가 크다는 것을 나타내며 MAP Option에 새로 정의한 <F>bit를 1로 설정하여 하위에 있는 라우터에게 광고 메시지를 보낸다. <F>bit가 1로 설정된 광고 메시지를 받은 하위 라우터는 MAP-OK 변수를 1로 설정하고 MAP로 동작한다. 반대로 High-Threshold 에

도달한 MAP가 서비스 해주던 이동노드가 다른 데로 이동하여 Low-Threshold이하로 떨어지면 <F>bit를 0으로 설정하여 하위의 라우터에게 광고 메시지를 전달한다. 이 메시지는 MAP가 관리하던 이동노드 수가 적어져 더 많은 이동노드를 관리할 수 있음을 나타낸다. 하위에 있는 라우터는 이 광고 메시지를 받은 후에 MAP-OK 변수를 0으로 설정하고 MAP의 기능을 수행하지 않는다.

<F>bit를 1로 설정한 광고 메시지를 받고 MAP의 기능을 가지고 있는 라우터가 서비스를 제공하는 이동노드가 도메인에 새로 들어 온 이동노드인가, 아니면 기존에 있었던 이동노드인가에 따라 Passive New MN 방법과 Passive MN 방법으로 나눈다. 예를 들어 그림 5에서 MAP의 High-threshold를 7로 가정한다. MAP가 관리하는 이동노드가 7을 초과하면 MAP는 <F>bit를 1로 설정한 광고 메시지를 하위 라우터에 보내 Router1과 Router2가 MAP의 기능을 가지고 MAP로 동작하게 한다. 이때 MN8이 들어오면 Passive New MN 방법의 경우는 Router1이 MN8의 MAP가 되어 관리하고 이미 도메인에 들어와 있던 MN1부터 MN7까지는 여전히 기존의 MAP가 관리한다. 그러나 Passive MN 방법은 새로 선정된 Router1이 MAP로 동작하여 MN1, MN2, MN4, MN7,



< 그림5 > Passive Approach

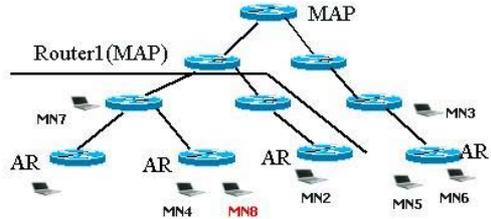
MN8을 관리하고 Router2가 MN3, MN5, MN6의 MAP로 동작하여 MN3, MN5, MN6을 관리한다

3.2 Active Approach

Active Approach는 MAP의 하위에 있는 라우터에 등록 되어 있는 이동노드 수가 High-Threshold에 도달하면 라우터가 스스로 MAP로 동작하는 방법이다. 하위의 라우터가 스스로 MAP로 동작하므로 MAP의 부하를 줄일 수 있다. 라우터가 자신이 관리하는 이동노드 수가 High-Threshold에 도달하면 스스로 MAP-OK라는 변수를 1로 설정하고 MAP로 동작하고 하위에 있는 라우터에게 <F>를 1로 설정한 광고

메시지를 전송한다. 일정한 시간이 지난 후에 라우터가 관리하던 이동노드가 다른 곳으로 이동하여 LOW-Threshold의 수치에 도달하면 MAP-OK라는 변수를 0으로 설정하고 MAP로 동작하지 않는다.

Active Approach에서도 MAP의 도메인에 새로 들어온 MN에게 서비스를 제공하느냐, 아니면 기존



< 그림6 > Active Approach

에 존재하던 MN에게 서비스를 제공하느냐에 따라 Active New MN Approach와 Active MN Approach로 나눈다. 예를 들어 그림6에서 라우터의 High-Threshold가 5라고 가정한다. MAP가 MN1부터 MN7까지 관리한다. MN8이 MAP의 도메인에 들어오면 Router1의 High-Threshold가 5에 도달하므로 스스로 MAP로 동작한다. 이때 Active New MN Approach는 Router1이 새로 MAP의 도메인에 들어온 MN8에 대해서만 MAP로 동작하고 MN1부터 MN7까지는 기존의 MAP가 서비스를 제공한다. Active MN Approach는 Router1이 기존에 관리하던 MN1, MN2, MN4, MN7과 새롭게 들어 온 MN8에 대하여 MAP로 동작하고 MN3, MN5, MN6은 기존의 MAP가 관리한다.

4. 성능평가

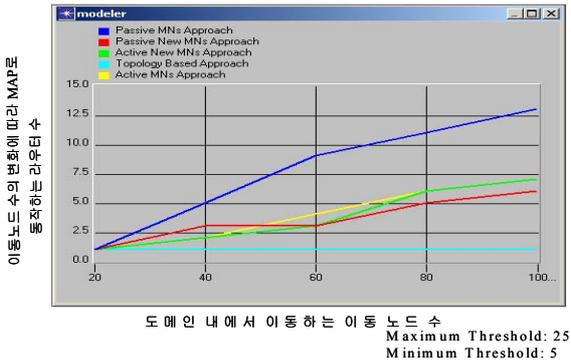
MAP의 동작으로 부하 분산정도의 성능을 평가하기 위하여 OPNET를 사용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 이동노드 수를 변화시키면서 MAP의 부하 분산정도, 노드의 이동시의 CoA의 변경회수, 그리고 Passive Approach에서 발생하는 추가적인 시그널링을 측정한다.

4.1 시뮬레이션 환경

도메인 내에서 이동노드 수를 20개에서 100개로 변화시키고 HA와 MAP, Router와 Router, Ruter와 MN사이의 딜레이를 10ms, 1ms, 2.5us로 가정하고 시뮬레이션 시간동안 이동노드는 도메인 내에서 임의로 이동하도록 한다.

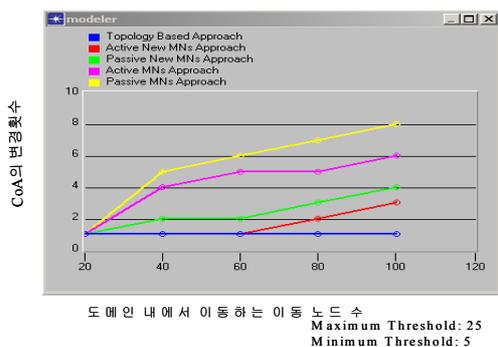
4.2 시뮬레이션 결과

MAP의 부하는 네트워크에서 로밍 하는 이동노드가 많을수록 증가한다. HMIP 네트워크에서 동적으로 MAP를 설정함으로써 MAP의 부하를 줄일 수 있다. 그림 7은 도메인 내에서 이동노드 수를 늘이면서 MAP의 부하 분산정도를 나타낸 결과이다. 그림 8은 이동노드의 변화에 따른 MAP의 변경횟수이다. High-Threshold와 Low-Threshold는 각각 25와 5로 가정하였다.



<그림 7>이동노드 수 변화에 따라 설정된 MAP의 수

기존의 HMIP는 MAP가 이동노드의 수의 변화에 따라 변화 하지 않기 때문에 MAP의 수는 일정하다. Passive Approach와 Active Approach를 보면 Passive MNs가 Active MNs보다 부하 분산이 더 좋다. 그림 8에서보면 Active New MN이 Passive New MN보다 변경 횟수가 적다.



<그림 8>이동 노드에 따른 CoA의 변경 횟수

5. 결론

본 논문은 기존에 있는 HMIPv6[2]를 이용하여 MAP의 부하가 늘어났을 때 동적으로 하위에 있는 Router에게 부하를 분산시키는 Passive Approach와 Active Approach를 두 가지 방법을 제시하였다. Passive Approach는 MAP의 부하가 임계수치를 넘어서면 하위에 있는 라우터에게 MAP의 권한을 부여하는 방법이고 Active Approach는 MAP하위에 있는 라우터가

관리하는 이동 노드 수가 일정한 임계수치를 초과하면 스스로 MAP로 동작하여 MAP의 부하를 줄이는 방법이다. Passive Approach를 기존에 있는 이동 노드를 관리하느냐 도메인 내에 새로 들어 온 이동 노드를 관리하느냐에 따라 Passive New MN Approach와 Passive MN Approach로 나눈다. Active Approach도 기존에 있는 이동 노드를 관리하느냐 도메인 내에 새로 들어 온 이동 노드를 관리하느냐에 따라 Active New MN Approach와 Active MN Approach로 나눈다.

기존에 있는 HMIPv6에서 사용하고 있는 광고 메시지의 MAP Option에서 보류한 1bit를 사용함으로써 다른 메시지를 증가하지 않고도 MAP의 부하가 일정한 임계수치를 초과하였을 때 하위의 라우터에 부하를 분산시킬 수 있다.

시뮬레이션 결과, 분산정도의 측면에서 보면 Passive Approach를 적용하였을 때 Active Approach의 경우보다 더 좋게 분산된다. CoA의 변경회수 측면으로 보면 New MN 방법이 MN Approach보다 변경회수가 적다. 두 측면을 종합하여 볼 때 Active New MN Approach가 부하를 분산하기 위한 가장 적합한 방법이다.

참고문헌

- [1] D. Johnson et al., "Mobility Support in IPv6" draft-ietf-mobileip-ipv6-23.txt, May 2003.
- [2] Deering, S. and R. Hinden, "Internet Protocol , Version 6(IPv6) Specification", RFC 2460 , December 1998.
- [3] H. Soliman and K. EI-Malki, "Hierarchical Mobile Ipv6 mobility Management (HMIPv6)" draft-ietf-mobileip-hmipv6-08.txt, June 2003.
- [4] Eva Gustafsson, Annika Jonsson, Charles E. Perkins "Mobile IPv4 Regional Registration" IETF Internet draft, 2002.
- [5] T. Narten, E. Nordmark and W. Simpson "Neighbour Discovery for IP version 6 ". RFC 2461.
- [6] Claude Castelluccia, Ludovic Bellier "A Hierarchical Mobility Management Framework for the Internet" IEEE MoMUC, pp.149-154, 1999.
- [7] S. Thomson and T. Narten "IPv6 Stateless Address Autoconfiguration". RFC 2462.
- [8] J. Manner et al., "Mobility Related Terminology." IETFdraft,draft-manner-seamoby-terms-01.txt, Mar.2001