

계층적 Mobile IPv6에서의 MAP 부하 분산 기법

Load Balancing Mechanisms for MAP in Hierarchical Mobile IPv6

이선영, 김정호
한밭대학교

Lee Seon-Young, Kim Jung-Ho
Hanbat National Univ.

요약

이동성 지원 네트워크에 대한 요구가 증가함에 따라 IP 기반의 이동성 지원 프로토콜들이 제안되었다. MAP을 이용해 마이크로 이동성을 관리하는 HMIPv6는 MAP이 관리하는 도메인내에서의 단말 이동에 대해 효율적인 이동성 지원을 위한 방안들을 제시하고 있지만, MAP으로 트래픽이 집중되는 문제점을 가지고 있다. 본 논문에서는 계층적 Mobile IPv6에서 MAP에 집중되는 트래픽을 효율적으로 분산하는 기법을 제안한다. 제안 기법에서는 두개 이상의 MAP을 선정하고 Active MAP과 Passive MAP으로 구분한다. 제안 기법은 크게 Active MAP과 Passive MAP간의 상태변경과 특정 MAP에서 트래픽으로 인한 부하가 일어날 경우 부하 분산을 위한 MAP간의 동작을 정의한다.

Abstract

As a demand of mobile network is increasing, mobile support protocols are suggested. Although HMIPv6 managing the micro mobility with MAP suggests a plan for an effectively mobile support, there has a problem of traffic concentrating. This paper propose efficient schemes of distributing the traffic concentrated on hierarchical Mobile IPv6. This proposed schemes, selecting MAP more than two, are divided by selected 'Active' and 'Passive' MAP. The proposed schemes change a state in MAP and define performance to distribute a load in MAP as the load is occurred by traffic.

I. 서론

무선 단말 기술의 발전과 사용자 요구에 따라 IP 기반의 이동성 제공 기술에 대한 논의와 연구가 다양하게 진행되고 있다.

무선 인터넷을 위한 주요 인프라로 사용되고 있는 이동통신망의 경우 하부 기술에 대한 의존성이 높은 2계층에서 이동성을 지원하기 때문에 글로벌 로밍에 어려움이 따른다. 이에 비하여 Mobile IP는 3계층에서 이동성을 제공함으로써 하부 기술에 독립적인 이동성을 제공할 수 있으며 IP 기반의 모든 망에서 글로벌 로밍 지원이 가능하다.[1]

IP 기반의 이동성 제공을 위해 Mobile IPv4가 제안되었으나 IPv4 설계 당시 이동성이나 확장성 등을 고려하지 않고 설계가 되었기 때문에 노드의 이동성을 지원하는 데에는 한계가 있었다.

IPv6 표준 기술의 기반 위에서 이동성을 위한 표준을 부가한 Mobile IPv6는 Mobile IPv4의 삼각 라우팅(Triangle Routing), 인입 트래픽 필터링(Ingress Filtering) 등의 문제를 해결할 수 있으며 128비트 주소 체계에 따른 주소 부족 문제도 해결 할 수 있다.[2]

하지만 Mobile IP가 매크로 이동성 지원을 위해 설계되었기 때문에 빠른 속도로 이동하는 단말에 대하여 실시간 서비스에

서 요구하는 성능을 만족시키기에는 어려움이 따른다.

이에 따라 Mobile IPv6에서 마이크로 이동성 지원을 위해 계층적 Mobile IPv6가 제안되었다. 계층적 Mobile IPv6는 MAP(mobility anchor point)이라는 요소를 두고 이 MAP에서 LCoA(On-link Care-of-Address)와 RCoA(Regional Care-of-Address)의 바인딩을 수행한다. 이와 같은 방법을 이용해 MAP이 관리하는 도메인 내에서 이동하는 노드는 HA(Home Agent) 또는 CN(Correspondent Node)과 위치 갱신에 따른 추가 절차가 불필요하다.[3-4]

하지만 MAP에서 새로운 노드의 등록과 노드의 위치 갱신에 따른 시그널링 트래픽 및 노드를 향한 모든 패킷들이 MAP을 경유해야 하기 때문에 MAP에 트래픽이 집중되는 문제점을 안고 있다.[4-5]

이에 본 논문에서는 MAP에 등록 가능한 노드의 수와 트래픽에 임계치를 두고 Active MAP과 Passive MAP간의 상태 변경 및 동작을 구분지음으로서 MAP에 집중되는 트래픽을 분산시키고 시그널링 비용을 최소화 하기 위한 방안을 제시한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 계층적 Mobile IPv6에서 부하분산을 목적으로 제안된 기존연구에 대해 설명

하고 III장에서는 본논문에서 제안하는 트래픽 집중에 따른 부하 분산 방안 대해 자세히 논한다. IV장에서는 추후 연구 과제에 대한 논의와 함께 결론을 맺는다.

II. 관련연구

MAP 부하를 분산하기 위한 방안들은 다양한 방향으로 연구되고 있다. 이러한 연구에는 시그널링 트래픽을 감소시키기 위해 페이지를 이용한 기법들과 단말의 이동 속도와 호 지속 시간에 대한 정보를 고려한 기법들이 제안되었다. MAP의 부하를 고려하여 MAP이 관리하는 도메인의 크기와 관련하여 MAP이 관리하는 최적의 지역 네트워크의 수를 구하는 방안도 제시된바 있다.[6]

2절에서는 본 논문에서 제안하는 기법의 기반이 되는 이동노드의 밀도와 MAP의 패킷처리비용을 고려한 부하 분산 방안에 대해 알아본다.

1. 계층적 Mobile IPv4에서 HRFA 기법

HRFA(Hierarchical Root Foreign Agent)기법은 이동노드의 밀도를 기반으로 도메인 내 다중 FA에게 효율적으로 부하를 분산하기 위한 방법이다. HRFA 기법에서 HRFA는 최상위 FA에서 발생하는 부하를 분담하는 FA를 지칭하며 지역적 등록의 최상위 FA인 GFA(Gateway Foreign Agent)와 같이 이동노드의 CoA로서 동작한다. HRFA 기법은 HRFA를 선정하는 방법에 따라 Passive/Active 방법으로 분류되며, 새로운 HRFA가 선정되었을 때 새로운 HRFA를 CoA로 사용하게 되는 이동노드의 집합이 무엇인지에 따라 All MNs/New MN방법으로 분류된다.[7-8]

HRFA 선정 기준은 CoA로 서비스 해주고 있는 이동노드수에 대한 임계치를 사용한다. HRFA에서 임계치 이상의 이동노드에 대한 CoA 서비스를 하게되면, 하위 FA에게 HRFA로서 동작할 수 있는 권한을 부여하는 방식을 Passive 방법으로 구분한다. Active 방법은 임의의 FA가 자신을 포함하여 자신의 하위 트리에 들어와 있는 이동노드 수가 정해진 임계치에 도달하면 그 FA가 스스로 HRFA로 동작을 시작하는 방식이다.

새로운 HRFA가 선정되었을 때, 상위 HRFA에 등록되어 있는 이동노드에 대한 CoA 서비스는 해당 HRFA에서 계속 이루어지고 최초 등록을 요구하는 이동노드에 대한 CoA 서비스는 새로운 HRFA에서 처리하는 방식을 New MN으로 구분한다. 이때, 위치 등록을 요구하는 모든 이동노드에 대한 처리를 HRFA에서 처리하는 방식은 All MNs가 되며, 기존에 상위 HRFA로부터 CoA 서비스를 받던 이동노드들은 등록을 새롭게 할 경우 새로운 HRFA CoA로 사용하게 된다.

2. MAP의 패킷처리비용을 고려한 적응적 HMIPv6 기법

MAP의 패킷처리비용을 고려한 적응적 HMIPv6 기법에서는 MAP의 한계 값을 고려하여 한계 값 이하일 경우 이동노드에게 HMIPv6를 제공하고 한계 값 이상일 경우 MIPv6를 이용한 이동성 서비스를 제공 받게된다. 이때, MAP의 한계값은 이동노드의 위치등록비용과 패킷전달비용의 합을 고려하여 MAP이 관리할 수 있는 이동노드의 최적의 개수로 정의된다.

MAP 도메인 내의 이동노드 개수에 따라 적응적으로 HMIPv6를 수행함으로써 MIPv6의 문제점인 이동노드의 잦은 위치등록과 HMIPv6의 문제점인 MAP의 패킷처리비용을 줄일 수 있다.

3. HMIPv6에서 MAP 구조를 개선한 부하분산기법

MAP 구조를 개선한 부하분산기법은 IPv6 확장옵션을 이용하여 보조 MAP 주소를 미리 알려주어 상위 MAP에서 관리토록 한 후, 과부하가 발생하였을 때, 보조 MAP 주소로 리다이렉트 터널링 기법을 이용하여 적절하게 부하를 분산시킴으로써 효과적인 통신을 제공하기 위한 방안이다.

이동노드의 CoA를 서비스하던 MAP1에서 부하가 발생할 경우 상위 MAP에 이를 알리고, 상위 MAP에서 MAP1에 대한 보조 MAP2에게 재경로 설정 과정을 유도함으로써 MAP2를 이용해 원래대로 이동노드까지 터널링을 통해 패킷을 전송하게 된다.

III. 제안하는 MAP 부하 분산 기법

본 절에서는 제안하고자 하는 이동노드의 밀도와 트래픽을 기반으로 한 MAP 부하 분산 기법에 대해 설명한다.

이동노드의 밀도가 높아 질수록 MAP의 부하 정도는 커지게 되고, 이동노드의 밀도를 줄이기 위해 MAP이 관리하는 도메인을 작게 설정하게 되면 오히려 위치등록을 위한 오버헤드가 증가할 수 있다.[6][9-10]

본 논문에서 제안하는 기법은 위치등록을 위한 오버헤드를 감소시키고 이동노드의 밀도를 줄이기 위한 방안을 제시한다. 임의의 도메인 영역을 묶어 관리함으로써 전체적인 망 성능을 향상시키고 MAP의 부하를 분산하는데 연구 목적이 있다.

1. Active MAP과 Passive MAP의 상태 결정

먼저 제안된 기법을 위한 요소들을 정의한다. 제안 기법에서 MAP은 Active와 Passive 상태를 가진다. 이때, 상태 변경을 위해 이동노드수에 대한 임계치와 MAP의 트래픽에 대한 임계치를 사용한다.

이동노드수에 대한 임계치는 MAP의 바인딩 테이블에 유지

하고 있는 이동 노드 수에 대한 임계치로서 MNs-threshold, 트래픽에 대한 임계치는 추가적인 오버헤드를 최소화 할 수 있는 평가 지표를 선택하여 traffic_threshold로 표현하기로 한다.

MAP의 상태 결정은 MNs-threshold 또는 traffic-threshold 값을 고려하여 다음과 같이 결정한다.

```

if (위치 등록 이동노드 수 < MNs-threshold)
then Active MAP으로 동작
else Passive MAP으로 동작
    
```

```

if (MAP 부하 정도 < traffic-threshold)
then Active MAP으로 동작
else Passive MAP으로 동작
    
```

MNs-threshold 값의 결정은 기존 연구 방안들중에서 선택적으로 적용한다. MNs-threshold 결정 알고리즘에 따라 traffic-threshold 값에 의한 Active/Passive 상태 변경 과정은 생략가능하다.

2. Active MAP과 Passive MAP의 동작

다음으로 MAP의 상태 변경에 따른 동작 방식의 차이를 설명한다.

동일 레벨의 MAP간에는 일정한 순서 테이블이 존재하며, MAP은 이 순서 테이블에 대한 전체 데이터를 유지하지않고 Active MAP으로서의 동작을 위임할 다음 MAP의 정보만 유지한다. 순서 테이블에 포함된 MAP들은 동일한 관리 도메인 영역을 갖는다.

Active MAP의 기본 동작은 기존의 계층적 Mobile IPv6에서 MAP의 동작을 그대로 포함한다. 따라서, 해당 레벨에서 관리하는 MAP 도메인 영역에 새로운 이동노드가 진입했을 경우 이에 대한 위치등록 서비스를 제공한다.

Active MAP은 등록된 이동노드의 수 또는 MAP에서의 트래픽이 임계치를 넘어설 경우 해당 MAP이 가지고 있는 순서 정보 상의 다음 MAP에게 active-token 메시지를 보낸다. 이때, active-token 메시지에는 송신 MAP의 MAP 식별 번호를 추가한다.

active-token 메시지를 받은 수신 MAP은 MNs-threshold, traffic-threshold 값을 고려하여 Active MAP으로서 동작할 것인지를 결정하고 Active MAP으로서의 동작이 불가능할 경우 자신의 MAP 식별번호가 아닌 수신한 active-token 메시지의 MAP 식별번호를 추가한 후 다음 순서의 MAP에게 active-token 메시지를 전송한다.

만약, MAP이 수신한 active-token 메시지에 자신의 MAP

식별 번호가 포함되어 있다면, 자신의 상태를 Passive MAP 상태로 전환한 후, 주기적인 active-token 메시지를 전송한다. 따라서, 해당 레벨의 MAP 동작은 Active 상태로 전환할 수 있는 MAP이 있을 때까지 잠정적인 유휴 상태가 된다. 이러한 동작은 각 레벨별로 개별적으로 이루어진다.

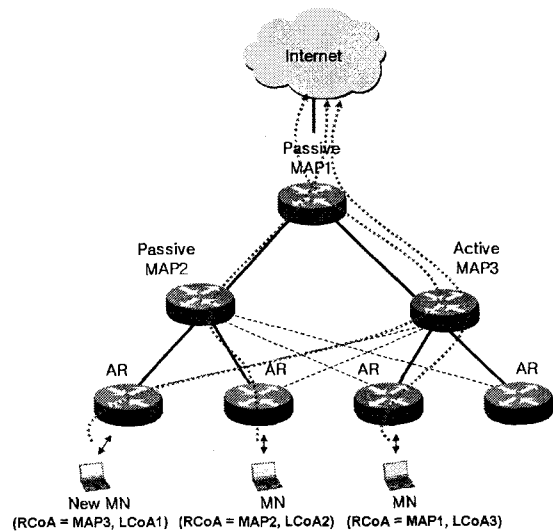
Passive MAP 상태에서의 동작은 해당 MAP에 등록되어 있는 이동 노드에 대해서는 관리 도메인을 벗어 날 때까지 MAP으로서의 동작을 계속한다. Passive MAP 동작 중 active-token 메시지를 받게 되면 MAP의 상황을 고려해 Active MAP으로서의 동작 유무를 결정짓는다.

Passive MAP에서 Active MAP으로의 상태 변경시 Active MAP은 active-advertisement 메시지를 같은 레벨의 Passive MAP에게 전달하게 되고 Passive MAP에서는 자신에 대한 Advertisement 메시지 대신 Active MAP에 대한 Advertisement 메시지를 전송해 새로운 이동 노드들의 MAP 선택을 유도하게 된다.

3. 개선한 MAP 구조의 HMIPv6 구성도

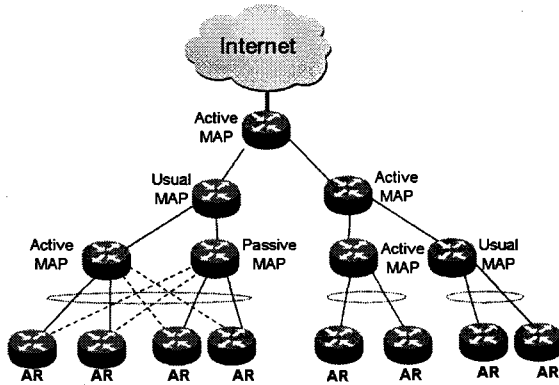
다음으로 개선한 MAP 구조의 HMIPv6 구성도를 살펴보면서 기존 MAP 동작과의 차이점을 살펴본다.

HMIPv6 망 또는 기존 연구 방안들을 살펴보면 그림 1에서 MAP2와 MAP3은 다른 도메인 영역을 갖게 된다. 따라서 MAP1의 부하를 분산시키기 위한 목적 또는 이동노드의 특성을 고려한 MAP 선택 알고리즘에 의해 이동 노드가 MAP2나 MAP3을 MAP으로 선택하게 되면 다음과 같은 문제점이 발생한다. 해당 MAP으로 트래픽이 집중되거나 잦은 MAP 변경으로 위치등록을 위한 오버헤드가 커지게 된다.



▶▶ 그림 1. 개선한 MAP 구조의 HMIPv6 구성도

본 논문의 제안 방안에서는 논리적으로 MAP2와 MAP3이 동일한 도메인 영역을 가짐으로서 앞서 제시한 문제점들을 보완할 수 있다.



▶▶ 그림 2. Active MAP과 Passive MAP의 도메인

Active MAP과 Passive MAP의 동작을 이용해 관리 도메인 영역을 묶는 방법 이외에 그림2에서와 같이 개별적인 MAP 동작에도 제안한 방안을 이용하여 부하 정도에 따라 MAP으로의 동작을 결정지을 수 있다.

이런 동작 방식은 이동노드의 특성에 기반을 둔 MAP 선택 알고리즘 및 MAP 도메인의 크기를 고려한 부하 분산 방안들을 효율적으로 지원 하면서, 부하 분산을 위한 MAP간의 동작을 최소화 할 수 있다.

IV. 결론

본 논문에서는 이동노드의 밀도와 트래픽의 임계치에 기반한 계층적 Mobile IPv6에서의 MAP 부하 분산 방안을 제안하였다. 제안 방안은 적절한 크기의 도메인 영역을 묶어서 관리함으로써 HMIPv6망의 성능을 향상 시키고 MAP의 부하를 분산시키기 위해 Active MAP과 Passive MAP 요소를 추가하였다.

MAP간의 동작을 최소화 하면서, 기존의 시그널링 트래픽을 줄이기 위한 방안들과 MAP 부하 분산을 위한 알고리즘을 효율적으로 지원할 수 있으나, 동적으로 MAP 도메인 영역을 관리 할 수 있는 방안에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

■ 참고 문헌 ■

- [1] Jaehong Park, "Mobile IP Application Technology", Telecommunications Review 제14권 5호, pp.767-768, 2004.
- [2] 한국전산원 "A Study on a Network Deployment for Mobile IPv4/IPv6", pp.10-12, 2004.

- [3] D. Johnson, C. Perkins, J. Arkko, "Mobility support in IPv6", IETF RFC 3775, 2004.
- [4] Hesham Soliman, Claude Catelluccia, Karim M. Malki, Ludovic Bellier, "Hierarchical Mobile IPv6 mobility management" IETF Internet draft, <draft-ietf-mipshop-hmipv6-02.txt>, 2004.
- [5] M. Bandai and I. Sasase, "A Load Balancing Mobility Management for Multilevel Hierarchical Mobile IPv6 Networks", in Proc. IEEE PIMRC, 2003.
- [6] J. Xie and I. F. Akyildiz, "An Optimal Location Management Scheme for Minimizing Signaling Cost in Mobile IP", Communications. ICC 2002, IEEE International Conference on, Vol.5, pp.3313-3317, 2002.
- [7] 변해선, 이미정 "Load Balancing Mechanisms for Foreign Agents in Hierarchical Mobile IPv4 Networks", 정보과학회논문지, 정보통신, 제32권 2호, pp.167-179, 2005.
- [8] Eva Gustafsson, Annika Jonsson, Charles E. Perkins "Mobile IPv4 Regional Registration" IETF Internet draft, draft-ietf-mobileip-reg-tunnel-05.txt, 2002.
- [9] 김영현, 문영성 "Adaptive Selection of MIPv6 and Hierarchical MIPv6 for Minimizing Signaling Cost", 전자공학회 논문지 제 43권 TC편 제 1호, pp.103-110, 2006
- [10] 장성식 외 "HMIPv6에서 핸드오버 지연 및 패킷 손실 감소를 위한 2차 MAP 이용 기법", 전자공학회논문지 제42권 TC 제2호, pp.39-48, 2005.