

IPv6망에서의 PIM-SM을 이용한 마이크로 이동성 제공 방안

유연주, 우미애
세종대학교 정보통신공학과
전화 : 02-3408-3198 / 핸드폰 : 017-211-2019

An Efficient Micro Mobility Support Scheme using PIM-SM in IPv6 Network

Yun-Joo You, Miae Woo
Dept. of Information and Communications Eng, Sejong University
E-mail : youyj@cnet.sejong.ac.kr

Abstract

This paper proposes an efficient micro mobility scheme to support user mobility inside an access network which employs IPv6. The proposed scheme, namely SMM(Sparse-mode Multicast for mobility), utilizes a class of multicast protocol, PIM-SM, in the visited access network to reduce signaling to the home agent as well as to the correspondent node and to minimize packet loss during the handoff when mobile user changes its point of attachment frequently. Through the simulation, the performance of the proposed SMM is analyzed and compared with those of Mobile IPv6 and for the case which adopts PIM-DM. The result shows that SMM provides significantly better performance in terms of packet loss that is invariant to transmission rate and packet size.

I. 서론

3GPP와 3GPP2에서는 4세대 이동통신망으로 all-IP 이동망을 고려하고 있으며, 특히 3GPP에서는 IPv6를

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R04-2001-00177)지원으로 수행되었음.

all-IP 이동망에서 사용할 프로토콜로 선정하였다. 그러므로 무선 이동통신 시장의 주도로 차세대 인터넷이 본격적으로 시장에 배치될 것으로 예측된다.

이동통신에서 IP 서비스를 제공하기 위해서는 이동망에서의 효율적인 사용자 이동성 지원 및 서비스 제공은 필수 불가결하다. 이동 시 통신이 원활히 이루어지려면 사용자가 이동한 위치로 패킷을 빠르고 정확하게 전달하여야 한다. 일반적인 IPv6 망에서의 이동성 지원방안으로는 Mobile IPv6[1]를 사용한다. 하지만 Mobile IPv6는 이동 노드(Mobile Node; MN)가 빠르게 움직여서 핸드오프가 발생하는 경우 이동 지역의 임시주소(Care-of Address; CoA)를 홈 에이전트(Home Agent; HA)로 바인딩하는 데에 필요한 시간이 다음 핸드오프가 발생하는 시간보다 길 수 있다는 문제점이 있다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해서 마이크로 이동성 개발이 필요하다.

본 논문에서는 IP 액세스 네트워크에서 마이크로 이동성 제공 방안의 일환으로 멀티캐스트 프로토콜 기술 중 PIM-SM(Protocol Independent Multicast Sparse Mode)방식을 적용한 알고리즘인 SMM(Sparse-mode Multicast for Mobility)을 제안한다. 제안한 알고리즘의 성능을 시뮬레이션을 통하여 분석한다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. II절에서는 Mobile IP와 Mobile IPv6에 대한 소개 및 비교를 한다. 본 논문에서 제안하는 SMM방식을 III절에서 기술

하고, IV절에서 평가한다. 끝으로 V절에서 결론을 맺는다.

II. Mobile IP와 Mobile IPv6

2.1 Mobile IP와 Mobile IPv6의 비교

현재 인터넷의 가장 큰 문제 중의 하나가 바로 주소 고갈문제이다. 따라서 Mobile IP(MIPv4)[2]에서는 주소 부족을 회피하기 위하여 외부 에이전트(Foreign Agent: FA)를 도입하여 일반적으로 임시주소로 FA CoA를 사용한다. 그러므로 MIPv4는 위치관리와 라우팅에 있어 부족한 면이 있다. Mobile IPv6(MIPv6)[1]은 IPv6에 제공되는 기능들을 그대로 이용하면서 이동성을 제공하므로 MIPv4보다 효과적으로 이동성을 지원하며 확장성을 가진다. MIPv4와 MIPv6의 주요한 차이점을 표 1에 정리하였다[1][3][5].

표 1. Mobile IPv4와 Mobile IPv6의 차이점

Mobile IPv4문제	Mobile IPv6 해결
삼각 라우팅 문제	경로 최적화
FA 구축	이웃 탐색과 주소 자동설정 이용
FA와의 복잡한 등록절차와 라우팅 필요	인그레스 필터링을 실행하여 이동노드는 IP 헤더에 있는 소스주소를 CoA주소를 사용하여 정상적으로 통과
라우터에서 이동노드로 오는 패킷에 정방향 확인만을 제공하여, 블랙홀 상태 존재	이동 발견 메커니즘 사용
패킷은 IP 캡슐화	IPv6 라우팅 헤더 사용 (상황에 따라서 선택)
ICMP 제한으로 인하여 터널 소프트 상태를 다루어야함	IPv6에서는 캡슐화 및 라우팅 헤더를 사용하여 터널 소프트 상태를 사용할 필요가 없음
모든 HA에게 브로드캐스트 사용하여 MN의 홈 링크 상에 있는 HA부터 개별 응답을 반환	동적 홈 에이전트 주소 탐색 메커니즘 사용
모든 제어메시지에 대해 각각의 개별적인 UDP패킷이 필요	IPv6 목적지 옵션 사용

2.2 Mobile IPv6에서의 이동성 관리

MIPv6[1]은 MIPv4와 마찬가지로 기본구성 요소로 HA, 홈 링크, CoA 등이 있다. MN은 자신의 위치와 상관없이 홈 주소를 사용하여 언제나 통신이 가능해야 한다. MN은 라우터 광고(Router advertisement) 메시지를 통해 MN이 접속하고 있는 외부망의 프리픽스

(Prefix) 정보를 알 수 있다. MN이 먼저 라우터 요청(Router Solicitation) 메시지를 보낼 수도 있다[1]. MN은 주소 자동 설정을 이용하여 상태 비 보존형(stateless) CoA를 형성할 수도 있고, 또는 상태 보존형(stateful) 주소를 사용하여 CoA주소를 부가 받을 수 있다. 새로운 주소를 받게 된 MN은 자신의 CoA를 HA에 바인딩하여 자신에게 오는 패킷을 전달받을 수 있도록 하고, 상대 노드(Correspondent Node: CN)로 직접 바인딩을 하여 CN이 MN에게 직접 패킷을 보낼 수도 있다. MN은 HA와 CN에게 바인딩 업데이트를 주기적으로 보내서, 자신의 위치정보를 공유함으로써 이동성을 보장한다. MN은 상위 계층과의 연결을 유지하기 위해서 목적지 옵션을 추가한다. CN과 통신할 때, 상위계층까지 올라가는 패킷을 위해선 홈 주소 옵션을 사용하여 주소를 바꾸는 형식을 쓰고 있다. 그림 1은 Mobile IPv6에서 핸드오프가 발생할 때의 동작 방식을 보여준다.

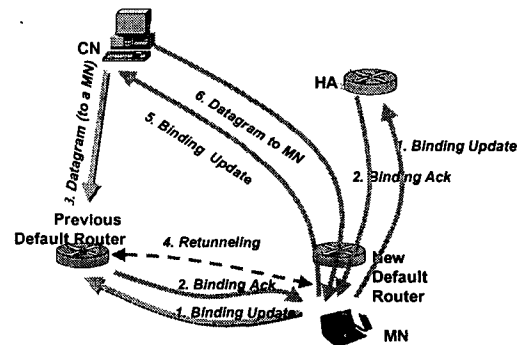


그림 1. Mobile IPv6의 핸드오프 시 등록 절차

MN은 이전의 라우터에 바인딩을 하여 예전의 서브넷으로 오는 패킷을 전달 받을 수 있다. 하지만 빠른 속도로 이동하고 있는 MN의 이동성을 지원하기 위해 새로운 프리픽스와 매핑 시간, HA와의 위치관리, 바인딩 업데이트 메시지 전송에 있어 많은 시간이 소모된다[4].

III. 마이크로 이동성을 위한 SMM방식

Mobile IPv6이 빠른 이동성을 충분히 지원하지 못하므로, 역세스 망 내의 이동시에 멀티캐스트를 이용하여 마이크로 이동성을 제공하려는 방안들이 제안되고 있다[4][5]. 본 논문에서는 멀티캐스트 프로토콜 방식 중 PIM-SM을 채택한 SMM(Sparse-Mode Multicast for Mobility) 알고리즘을 효율적 이동성 제

공을 위하여 제안한다. 본 논문에서 제안하는 방식은 광역 이동시에는 기본적인 Mobile IPv6방식을 사용하고, 외부 액세스 망 안에서 이동시에는 SMM방식을 이용한다. 그림 2는 게이트웨이, 사이트 라우터, 로컬 라우터의 3단계 계층적인 구조를 갖는 액세스 네트워크의 구성도를 나타내고 있다.

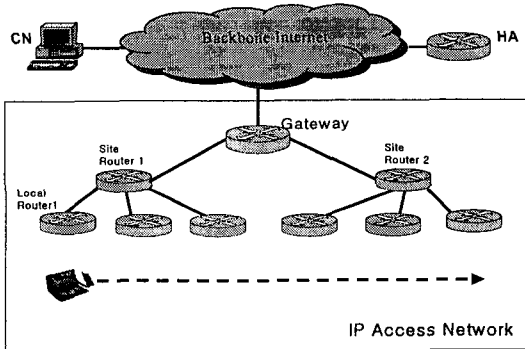


그림 2. 외부망인 IP 액세스 네트워크 구성도

SMM방식에서 이동 노드가 처음 외부 액세스 망으로 이동하였을 때 게이트웨이 주소를 HA와 CN에게 자신의 CoA로 등록하며, 게이트웨이는 멀티캐스트의 RP(랑데뷰 포인트)로 동작한다. 따라서 상대방 노드가 전송하는 패킷은 일단 게이트웨이까지 유니캐스트로 전달되고, 게이트웨이는 이동 노드에게 PIM-SM 방식에 따라 멀티캐스트로 전송한다. 이동 노드는 해당 액세스 망 내에서 이동시에는 홈 에이전트나 상대방 노드에게 바인딩 갱신을 하지 않고, 새로운 서브넷에서 자신이 구성한 멀티캐스트 그룹에 조인하면 된다. 따라서 SMM방식을 사용하면 이동 노드의 위치정보가 최대 게이트웨이까지 전달되므로 Mobile IPv6보다 바인딩 지연시간을 줄일 수 있다.

외부망인 IP 액세스 망에서 사용하는 멀티캐스트 주소는 organization-local scope과 이동 노드의 인터페이스 ID를 이용하여 이동노드가 자동 생성하여 게이트웨이에게 제공한다. 이 점이 멀티캐스트를 마이크로 이동성 지원에 사용하는 다른 논문[4][5]과 차별되는 점으로써, 특별한 멀티캐스트 주소를 서버에서 관리할 필요가 없다. 제안된 SMM방식의 등록 절차를 그림 3에서 나타내었다. SMM등록절차는 우선 이동노드와 로컬라우터(Local Router; L.R)간의 통신으로 무선구간의 동작 상태를 파악한다. SMM을 지원하기 위하여 라우터 광고 메시지에 RP주소를 알릴 수 있는 RP정보 옵션을 추가하여 MN가 RP주소를 알 수 있게 한다. MN은 CoA를 구성한 후 HA와 CN에게 바인딩을 한

다. 라우터 광고 메시지를 받은 MN은 그룹에 조인요청을 한후, 자신이 조인한 멀티캐스트주소와 홈 주소를 RP에게 알리기 위해 주소 정보 옵션(Address Information Option: AIO)을 보낸다. 그리하여, CN으로 오는 패킷은 RP가 전달받아 멀티캐스팅으로 MN에게 전송된다. 게이트웨이는 이동노드의 홈 주소와 멀티캐스트 주소를 매핑하는 표를 관리하여 유니캐스트로 전달되는 패킷을 멀티캐스트로 변환하는 서비스를 제공한다. 이와 같은 프로토콜상의 절차를 정리하면 그림 3과 같다.

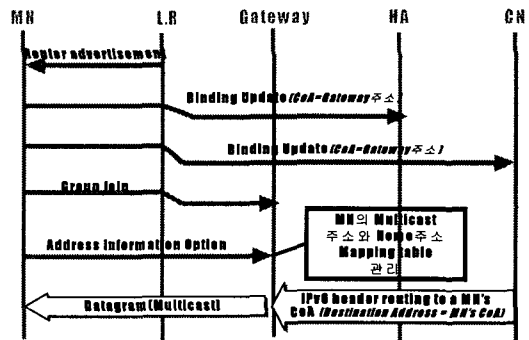


그림 3. 제안된 SMM방식의 등록 절차

IV. 시뮬레이션을 통한 성능 분석

본 논문에서 제안한 SMM 방식의 성능을 분석하기 위하여 외부 액세스 망에서 핸드오프 시 패킷손실을 시뮬레이션을 통하여 측정하였다. 본 논문에서는 마이크로 이동성을 위하여 액세스 네트워크 각각의 라우터들을 PIM-SM, PIM-DM(Dense-Mode), 그리고 MIPv6모드로 설정하고 각각의 방식에 대한 성능을 측정하였다. 표 2는 그림 2의 각 링크의 대역폭과 지연시간을 나타낸다.

표 2. 네트워크의 각 링크별 설정값

설정값	무선구간	액세스망의 유선구간	인터넷 백본구간
대역폭	1Mbps	10Mbps	2Mbps
전파지연시간	0.001msec	5msec	50msec

먼저 전송율(transmission rate)의 변경에 따른 패킷손실 데이터량을 MIPv6와 SMM, PIM-DM방식의 3가지 경우에 대하여 핸드오버 거리(Handover distance; h.d) 별로 각각 측정하였다. 이때 CN이 전송하는 패킷

의 크기는 128바이트로 고정하였다. 그림 4는 패킷 손실률의 측정 결과 값을 보여준다. 그림 4에서 알 수 있듯이 전송율이 높아질수록 패킷 손실 확률이 큰 폭으로 증가하는 것을 보이며, 전송율의 차이가 성능에 큰 영향을 미침을 나타낸다. 핸드오버 거리가 1인 경우 SMM방식이 MIPv6보다 63%, PIM-DM보다 37% 적음을 보였으며, 핸드오프 거리가 2인 경우 MIPv6보다 65%, PIM-DM보다 45% 적은 손실률을 보였다. 평균적으로 SMM방식이 MIPv6 보다 손실 패킷 수가 약 64% 적고, PIM-DM보다 약 42% 적은 패킷손실률을 확인하였다. 이러한 손실 패킷 수는 액세스 망에서 핸드오프 거리벡터와 전송율에 따라 변함을 볼 수 있으나, 제안된 SMM 방식이 지속적으로 패킷 손실을 적게 함을 확인할 수 있다.

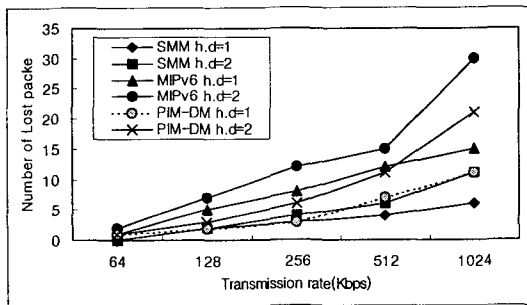


그림 6 전송율의 변경에 따른 프로토콜별 패킷 손실 데이터 량

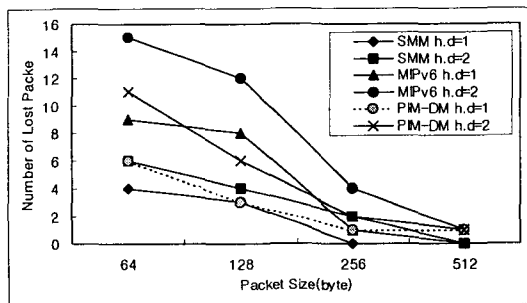


그림 7 패킷크기의 변경에 따른 프로토콜별 패킷 손실 데이터 량

그림 5는 전송율을 256Kbps로 고정하고 패킷 크기를 변화시킨 경우에 대한 패킷 손실률을 보이고 있다. 이 실험 결과에서도 SMM방식이 MIPv6 보다 62%, PIM-DM 보다 39% 적은 패킷손실률을 보였다. 측정 결과치들은 액세스 망에서 빠른 핸드오프가 발생될 경

우 전송율과 패킷 크기의 제한 요인과 함께 거리벡터에 따라 성능이 저하되는 현상을 보였다. 따라서 본 논문에서 제안한 SMM방식이 패킷 전송율이나 패킷크기와 무관하게 MIPv6나 PIM-DM을 사용하는 방식보다 적은 패킷 손실율을 제공함을 알 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 빠른 이동성이 고려된 액세스 환경에서 마이크로 이동성을 위한 제공방안으로 멀티캐스트 방식 중 PIM-SM방식을 사용하는 이동성 알고리즘 SMM을 제안하고, 시뮬레이션을 통하여 SMM, MIPv6, PIM-DM의 성능을 비교 실험하였다. 본 실험의 성능 파라메타로는 평균 패킷전송의 패킷크기와 전송률을 사용하였다. 액세스 환경에서 빠른 이동성을 보이는 이동노드의 위치변화에 따른 패킷손실률을 측정할 결과 제안된 알고리즘이 핸드오프 시 패킷손실률이 가장 적게 나타남을 알 수 있었다. 이는 MIPv6의 바인딩 지연시간과 PIM-DM의 네트워크 부하로 인하여 패킷손실이 SMM방식보다 많음을 확인한 것이다. 특히 핸드오프 거리벡터가 멀어질수록 손실률이 증가하는 것을 확인하였다. 이러한 마이크로 이동성에 관한 연구는 앞으로 멀티미디어 서비스 및 중단 없는 정보 통신 서비스 제공을 위하여 매우 중요한 과제이다. 본 논문의 결과는 핸드오프 시 멀티캐스트 방식을 사용했을 때 패킷손실에 문제를 다루었지만 대역폭 낭비 역시 문제시 될 수 있다. 따라서 패킷 손실 대 대역폭 낭비에 관한 비교 검토가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] D. Johnson and C. Perkins, "Mobility Support in IPv6", Internet draft (work in progress), <draft-ietf-mobileip-ipv6-15.txt>, July 2001.
- [2] C. Perkins, Ed. "IP Mobility Support for IPv4", RFC 3220, January 2002.
- [3] 김용진, 박정수, 신명기, 이승윤, "차세대 인터넷 프로토콜 IPv6", 다성출판사, pp. 299-301, 2001. 3
- [4] A. Mihailovic, M. Shabeer and A.H. Aghvami, "Multicast For Mobility Protocol(MMP) For Emerging Internet Networks," Proc. in PIMRC 2000, Vol. 1, pp. 327-333, 2000.
- [5] C. Castelluccia, "A Hierarchical Mobility Management Scheme for IPv6," Proc. in ISCC '98, pp. 305-309, 1998.