

멀티캐스트기반 호스트 이동성 지원 방안의 성능평가

한정준^o 우미애

세종대학교

{ hanji@cnet.sejong.ac.kr^o, mawoo@sejong.ac.kr }

Tradeoffs Using a Multicast-Based Scheme for Host Mobility Support

Jung-Jun Han^o, Miae Woo

Dept. of Information and Communication Eng. Sejong University

요 약

차세대 무선네트워크에서의 인터넷 데이터 서비스는 중요한 위치를 차지할 것이다. 그러한 이동 인터넷 서비스를 하기 위해서는 호스트의 이동성 지원이 이루어져야만 한다. Mobile IP와 Mobile IPv6는 이러한 문제를 해결할 수 있는 기본적인 방안인데, 보다 효율적인 이동성 지원을 위하여 멀티캐스트 기반 방안들이 제안되어 왔다. 본 논문에서는 멀티캐스트에 기반한 방안들의 성능을 데이터 전달과 대역폭 사용 효율성을 통하여 장단점을 분석해 본다.

1. 서 론

차세대 무선네트워크에서의 인터넷 데이터 서비스는 오늘날의 삶에 인터넷이 필수 불가결하듯이 아주 중요한 서비스로 인식되고 있다. 현재의 유선 인터넷 환경에서 가능한 것과 비슷한 수준의 서비스를 이동 인터넷에서 제공하려면 IP 주소를 장치에 부여하는 것과 효율적인 이동성 지원이 이루어져야 한다. 이러한 배경에 따라 3GPP에서 all-IP 무선 네트워크 프로토콜에 IPv6가 선정되었다[1].

인터넷에서 이동성을 지원하기 위해서는 큰 문제점이 있는데, TCP/IP 프로토콜의 Layer 개념에 위배된다는 것과 주소들이 지역에 의존적이라는 것이다. 이러한 문제의 해결책으로 IETF Mobile IP Working Group에서는 두계층의 주소(routing에 직접적인 것, end-point에 확인하는 것)를 사용하는 Mobile IP[2]와 Mobile IPv6[3]가 제안되었다.

인터넷에서 호스트 이동성 지원에 관한 문제들은 지역에 독립적인 주소할당, 주소변경, 패킷전달, 멀티캐스트에서의 호스트들의 지역관리[4]등의 이슈와 관계가 있다. IP 멀티캐스트는 지역에 독립적인 주소할당과 그룹 멤버에서 패킷을 전달하는 방안을 제공하는데, 이것은 IP 이동성의 방안으로 사용될 수 있다.

본 논문에서는 IP 이동성을 위한 멀티캐스트를 사용하여 데이터 전송의 효율성과 이동 노드가 이동하는 동안 낭비대역폭의 고려된 사실들을 시뮬레이션을 통하여 분석한다. 이러한 사실들은 Mobile IPv6와 비교 분석된다.

본 논문은 다음과 같이 구성 되어 있다. 2절에서는 MIPv6와 멀티캐스트 기반의 호스트 이동성 지원 방안에 대한 간단한 소개를 한다. 3절에서는 본 논문에서 제안하는 멀티캐스트 기반과 MIPv6의 네트워크 설계 및 시나리오를 기술한다. 4절에서는 실험결과를 제시하며, 5절에서는 결론을 맺는다.

2. 관련연구

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R04-2001-000-00177-0) 지원으로 수행되었음.

2.1 Mobile IPv6

Mobile IPv6(MIPv6)는 이동노드(MN)가 한 링크에서 다른 링크로 움직일 때 주소 변경 없이 가능한 네트워크 계층의 관리 방안이다. 기본적으로 MN은 움직이는 지역에 상관없이 항상 홈주소를 식별자로 사용한다. MN이 외부 네트워크에 있는 동안에 외부 링크의 서브넷 Prefix를 이용하여 IP주소를 구성할 수 있다. 그 주소는 Care-of Address (CoA)라 불린다. MN이 한 서브넷에서 다른 서브넷으로 옮길 때마다, 새로운 CoA를 생성하고 홈 에이전트(HA)로 Binding을 한다. HA는 Binding Cache에 이 Binding을 등록하고, MN의 binding entry가 종료될 때까지 Proxy처럼 서비스를 한다. MN과 통신하는 모든 노드들을 CN이라 한다. MN은 Binding을 통해서 MN의 현재 지역의 정보를 CN에게 보낼 수 있다. 이 과정에 한 부분이 Return Routability 과정이며 인증의 절차에 따라 진행된다. 이 방법에 따라 CN은 MN에게 직접 안전하게 패킷을 전달할 수 있게 된다.

2.2 멀티캐스트 기반 호스트 이동성 지원 방안

호스트 이동성 지원을 위한 멀티캐스트 방안은 멀티캐스트가 적용되는 지역의 범위에 따라 두 가지 분류로 볼 수 있다. 첫 번째는 글로벌 지역을 담당할 수 있는 방안[5],[6]인데, CN이 MN을 멀티캐스트의 한 그룹으로 보며, CN으로 부터 MN으로 보내어지는 모든 패킷들을 멀티캐스트 패킷으로 취급한다. 첫 번째 방안에서 각각의 MN은 유일한 멀티캐스트 주소를 부여받는다. 두 번째 방안은 제한된 지역에서의 멀티캐스트 운영방안[7],[8]이다. 방문한 지역의 게이트웨이가 백본망으로 연결 되어 있는 경우 RP (Rendezvous Point) 혹은 코어로 사용된다. 이 방법에서는 CN은 Mobile IPv6의 방식으로 동작하며 게이트웨이까지 유니캐스트로 데이터를 전달하고, 게이트웨이가 Mobile IP와 멀티캐스트 간의 변환작업을 하게 된다. 멀티캐스트 기반 호스트 이동성 지원 방안들은 모두 Handoff 시 패킷 손실을 줄이는 것을 목적으로 한다.

3. 설계 및 시나리오

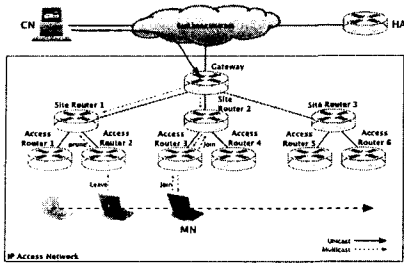


그림 1. 네트워크 구성도

본 논문의 시뮬레이션 환경은 그림 1과 같이 네트워크를 구성하였다. 분석을 하면, 외부 도메인은 논리적인 트리 구조를 가진 3 레벨의 계층적 구조와, 멀티캐스트가 가능한 라우터인 액세스 라우터, 사이트 라우터, 게이트웨이로 구성되어 있다. 액세스 라우터가 무선인터페이스를 제공하는 것으로 가정하였다.

시나리오는 다음과 같다. 멀티캐스트는 외부 도메인에서만 동작하며, 멀티캐스트 기본 개념은 PIM-SM(Protocol Independent Multicast - Sparse Mode)방식을 사용한다. 또한 게이트웨이는 RP로 동작하며, Mobile IPv6와 멀티캐스트간의 변환작업을 수행한다. 멀티캐스트 주소는 organization-local scope [9]와 IPv6의 MN의 인터페이스 식별자를 사용할 수 있는 형태로 구성되어 있다. 그 결과에 따라, MN은 도메인 안에서 같은주소를 유지할 수 있다. MN이 다른 서브넷으로 이동할 때의 Handoff 시간은 이전 서브넷에서 같은 멀티캐스트 그룹에 연결된 시간이다.

PIM-SM에서 이전 액세스 라우터를 떠나는 과정을 위해, 본 논문에서는 Soft Handoff(SH)와 Hard Handoff(HH) 두 가지 방안을 제시한다. 액세스 네트워크에서 Soft Handoff를 지원한다면, MN은 이전 서브넷의 연결설정을 유지하는 동안 새로운 액세스 라우터에게 Join 메시지를 보낸다. 새로운 서브넷에서 Join의 과정이 모두 끝났을 때, 이전 서브넷의 액세스 라우터에게 Leave 메시지를 보낸다. 그러나 Soft Handoff를 지원하지 않는다면, MN은 새로운 서브넷과 이전 서브넷의 두개의 연결을 유지할 수 없다. 그렇기 때문에 이전 서브넷의 액세스 라우터에 Leave 메시지를 보낼 수 없다. 그 결과 이전 서브넷의 액세스 라우터는 외부 멀티캐스트 그룹에 대한 멤버십 리포트를 받지 못하면, 멀티캐스트 트리를 제거한다.

4. 시뮬레이션 결과

본 논문에서는 멀티캐스트에 기반한 방안들의 성능을 분석하기 위하여 제안한 IP액세스 네트워크에서 Handoff 시 패킷손실과 대역폭 낭비량을 시뮬레이션을 통하여 측정하였다.

CN은 MN에게 일정한 비율로 패킷을 전달하도록 설정하였고, 일반적인 사용자의 이동성처럼 실험하기 위해 MN의 머무르는 시간을 Uniform distribution $U[5, 10]$ (분)을 이용하여 랜덤하게 생성하였다. 표 1은 액세스 네트워크와 인터넷 백본망의 파라미터 수치를 보여주고 있다.

표 1. 네트워크 링크의 패러미터 수치

	백본링크	외부도메인의 유선링크	외부도메인의 무선링크
대역폭	2 Mbps	10Mbps	1Mbps
전파지연	50 msec	5msec	0.001 msec
패킷 에러율	0	0	10^{-5}

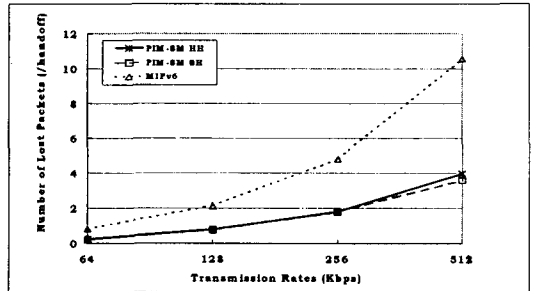


그림 2. 전송률 변경에 따른 패킷 손실량

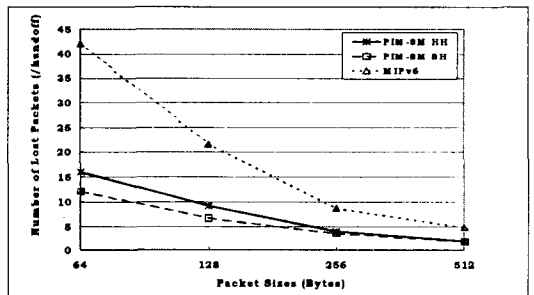


그림 3. 패킷 크기 변경에 따른 패킷 손실량

먼저 전송률 변화에 따른 handoff 시 패킷 손실 양을 MIPv6와 PIM-SM의 HH와 SH 방식을 사용한 이동성 제공방안 3가지 경우에 대하여 각각 측정하였다. 이때 CN이 전송하는 패킷의 크기는 512byte로 고정하였다. 그림 2의 결과와 같이 전송률이 높아질수록 패킷 손실량이 큰 폭으로 증가하는 것을 보이며, 전송률의 차이가 성능에 큰 영향을 미침을 나타낸다. 평균적으로 MIPv6보다 PIM-SM의 손실 패킷수가 약 66% 적은 패킷 손실율을 확인하였다. 그런데 전송률이 64Kbps에서 256Kbps까지는 HH와 SH의 변화가 없었으나 256Kbps에서 부터는 약 4%의 차이를 보이며 빠른 전송시에 SH의 성능이 우수함을 알 수 있다. 이러한 패킷 손실 수는 액세스네트워크에서 전송률에 따라 변함을 알 수 있다.

그림 3은 전송률을 256Kbps로 고정시킨 후 패킷 크기를 변화시킨 경우에 대한 handoff의 패킷 손실량을 보이고 있다. 실험결과 MIPv6보다 PIM-SM의 HH는 약 59%, SH는 약 65%의 적은 패킷손실율을 보였다. 또한 패킷 크기의 변화에 따라 HH와 SH간의 64Byte와 256Byte 까지 약 9%의 차이를 보였으나, 512Byte로 가면서 그 변화가 줄어들었다. 이결과, 적은 패킷의 크기에서는 SH가 우수함을 알 수 있었다. 따라서 이와 같은 측정 결과치들을 통해서 액세스 네트워크에서 빠른 handoff가 발생할 경우 전송률과 패킷 크기의 제한 요인에 따라 성능이 저하되는 현상이 보임을

알 수 있었다.

다음은 멀티캐스트 방안의 도입으로 MN이 다른 서브넷으로 이동 후에 MN으로의 데이터가 이전 서브넷의 무선구간으로 전달되는 양을 측정함으로써 handoff 시 발생하는 대역폭낭비를 측정 분석하였다. 대역폭 낭비는 그룹의 Leave Latency와 밀접한 관련이 있다. Leave Latency를 계산하기 위해서는 ICMPv6 Multicast Listener Discovery[10]를 사용하였다. Hard Handoff의 Leave Latency는 아래와 같이 구할 수 있다.

$$\text{Leave Latency HH} = \text{Robustness Variable} \times \text{Query Interval} + \text{one Query Response Interval}$$

Soft Handoff의 Leave Latency는 아래와 같다.

$$\text{Leave Latency SH} = \text{Last Listener Query interval} \times \text{Last Listener Query Count}$$

표 2는 위 식을 계산하기 위한 기본 수치이다. 이 시뮬레이션에서는 Query Interval과 Last Listener Query interval 값을 변화시켜 그 영향을 알아 보았다.

표 2. Leave Latency 계산을 위한 기본 값

Parameters	Values
Robustness Variable	2 ea
Query Interval	125 sec
Query Response Interval	10 sec
Last Listener Query Interval	2 sec
Last Listener Query Count	Robustness variable

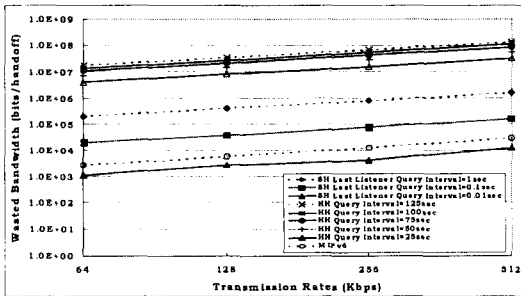


그림 4. 전송율 변경에 따른 대역폭 낭비량

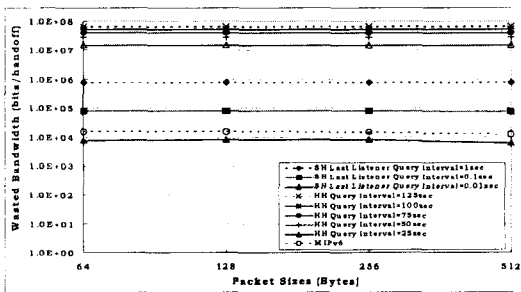


그림 5. 패킷크기 변경에 따른 대역폭 낭비량

그림 4는 패킷 크기를 512Byte로 고정 시켰을 때, 그림 5는 전송율을 256Kbps로 고정시켰을 때 낭비대역폭을 나타내고 있다. 그 결과 전송율이 동일하다면 패킷크기에 관계없이 낭비대역폭은

일정하다는 것을 알 수 있다. 또한 PIM-SM의 hard Handoff는 그 값을 조절하더라도 다른 방안에 비해 상당히 낭비대역폭이 심하다는 것을 알 수 있다. 기본 Query Interval값 125msec를 사용하였을 때, PIM-SM Hard Handoff는 MIPv6의 평균치보다 보다 무려 5500배나 낭비대역폭이 크다는 것을 알 수 있다. 그 반면, PIM-SM Soft Handoff는 Last Listener Interval이 기본값 일 때는 MIPv6보다 42배가 더 낭비대역폭이 많았지만, Last Listener Interval 값을 0.01초로 조절한 결과 MIPv6보다 낭비 대역폭이 더 작다는 것을 알 수 있었다.

6. 결론

본 논문에서는 호스트 이동성 지원을 위한 멀티캐스트 기반의 제공 방안을 평가 하였다. 시뮬레이션 결과에 따라 멀티캐스트 기반의 방안은 유저가 이동할 때, 패킷 손실을 줄이는 데는 좋은 선택이었음을 확인할 수 있었다. 그러나 그룹을 관리하는 조절 기능을 기본 수치를 사용 한다면 MIPv6보다 낭비대역폭이 더 크다는 것을 알 수 있었다. 따라서 멀티캐스트 기반의 이동성 방안을 사용한다면, 외부 도메인에 있을 때 그룹 관리를 위한 적절한 수치를 사용한 Soft Handoff방안이 가장 좋다는 것을 알 수 있었다.

참고문헌

- [1] G. Patel and S. Dennett, "The 3GPP and 3GPP2 Movements Toward an All-IP Mobile Network," IEEE Personal Communications, pp. 62-64, Aug. 2000.
- [2] C. Perkins, Ed., "IP Mobility Support for IPv4," RFC 3344, Aug. 2002.
- [3] D. B. Johnson and C. Perkins, "Mobility Support in IPv6," Internet draft (work in progress), draft-ietf-mobileip-ipv6-20.txt, Jan. 2003.
- [4] J.P. Mysore and V. Bharghavan, "Performance of Transport Protocols over a Multicasting-based Architecture for Internet Host Mobility," Proceedings of ICC 1998, Vol. 3, pp. 1817-1823, 1998.
- [5] J.P. Mysore and V. Bharghavan, "A New Multicasting-based Architecture for Internet Host Mobility," Proceedings of ACM Mobicom, 1997.
- [6] C. Castelluccia, "A Hierarchical Mobility Management Scheme for IPv6," Proceedings of ISCC '98, pp. 305-309, 1998.
- [7] A. Mihailovic, M. Shabeer and A.H. Aghvami, "Multicast For Mobility Protocol(MMP) For Emerging Internet Networks," Proceedings of PIMRC 2000, Vol. 1, pp. 327-333, 2000.
- [8] A. Stephane, A. Mihailovic, and A. H. Aghvami, "Mechanisms and Hierarchical Topology for Fast Handover in Wireless IP Networks," IEEE Communication magazine, Vol. 38, No. 11, pp. 112-115, Nov. 2000.
- [9] R. Hinden and S. Deering, "IP Version 6 Addressing Architecture," Internet draft (work in progress), draft-ietf-ipngwg-addr-arch-v3-11.txt, Oct. 2002.
- [10] S. Deering, W. Fenner, and H. Haberman, "Multicast Listener Discovery (MLD) for IPv6," RFC 2710, Oct. 1999.