

GMR 기반 모바일 멀티캐스트 프로토콜

최정민¹⁾ 이승원 정기동
부산대학교 전자계산학과
choijm, bluecity @melon.cs.pusan.ac.kr, kdchung@hyowon.pusan.ac.kr

Mobile Multicast Protocol based on GMR

Jung-Min Choi¹⁾ Seung-Won Lee Ki-Dong Chung
Dept. of Computer Science, Busan University

요 약

최근 호스트의 이동성을 IP 네트워크상에서 지원하는 연구가 이루어지고 있으며, 현재 Mobile IP가 이러한 연구의 기본으로 사용되고 있다. 그러나 mobile IP는 유니캐스트에 대한 지원을 기본으로 하기 때문에, 본 논문에서는 Mobile IP에 멀티캐스트까지 지원하는 프로토콜을 제시하고자 한다. 여기서 모든 전송은 GMR(group management router)를 통해 이루어지며, GMR은 모바일 호스트가 위치하는 멀티캐스트 트리상의 라우터들 중에서 각 멀티캐스트 그룹의 세션을 관리하기 위해 선택된다. GMR을 통한 멀티캐스트 전송은 triangle 문제를 해결하고 가장 최적의 경로로 전송이 이루어진다. 다른 모바일 멀티캐스트 프로토콜인 Bi-directional Tunneling과 MoM보다 네트워크상에 적은 수의 메시지가 전송되기 때문에 더 나은 성능을 가짐을 보여준다.

1. 서 론

IP 네트워크상에서 모바일 호스트를 위한 멀티캐스트 지원은 여러 측면에서 문제점을 가진다. IETF Mobile IP[1,2] 프로토콜은 유니캐스트 전송에 기본을 두고 있기 때문에 멀티캐스트의 효율적인 전송에는 적합하지 않다.

DVMRP, MOSPF, CBT 등의 유선상의 라우팅 프로토콜 [3,4,5]은 고정적인 호스트만을 고려했기 때문에 잦은 join/leave를 하는 모바일 호스트를 지원하기에는 문제가 있다. 그 외에도 tree 상에서 shortest path 알고리즘을 제공하지 못한다는 문제점 등이 존재한다. 이런 여러 문제를 해결하려는 방법들이 제시되어 왔으나, 아직까지는 미흡한 면을 많이 가지고 있다.

본 논문에서는 Mobile IP에서 제공하는 기능에 기반하면서 보다 효율적인 멀티캐스트 지원 프로토콜인 GMR 기반 모바일 멀티캐스트 프로토콜을 제안하고자 한다. 이 프로토콜은 멀티캐스트 트리상에서 GMR을 통한 shortest path로 멀티캐스트 전송을 지원함으로써 이전에 있었던 triangle 문제를 해결한다.

2장에서 관련 연구의 문제점에 대해 알아보고, 특히 triangle 문제에 대해 3장에서 설명한 후, 이를 해결하기 위한 멀티캐스트 프로토콜을 4장에서 제시한다. 5장에서

다른 기법들과의 성능비교를 통해 제안하는 방법의 우수성을 설명하며, 6장에서는 결론과 앞으로의 향후 방향에 대해 제시할 것이다.

2. 관련 연구

무선상에서 멀티캐스트를 지원하는 방법은 크게 network Layer 해결책과 transport layer 해결책으로 나누어 볼 수 있다. network layer 해결책으로는 Mobile IP[1]에서의 bi-direction tunneling과 remote subscription, MoM(Mobile multicast) [7,8,9]이 있다. MoM 프로토콜은 tunnel convergence 문제를 해결하고, 이동성이 있는 dynamic한 멀티캐스트 그룹의 지원을 mobile IP와 IP multicast의 최소한의 수정으로 가능하다. 또한, transport layer 해결책은 현재까지 M_CAST protocol과 HVMP(Host View Membership Protocol), RelM(Reliable Multicast for Mobile Networks)[6]이 제안되었다. 이러한 방법들은 송신자 중심의 신뢰적인 멀티캐스트를 지원하고 오직 한번의 전송을 하고 있다.

그러나 두 가지 관점에서 제시한 방법들은 triangle 문제와 제어 메시지의 overhead등의 문제를 가지고 있다. 이에 대해 triangle 문제를 해결하고자 route Optimization이 제시되었지만, 이 또한 각 FA가 MN으로 tunneling 할 때 필요한 정보를 cache 해야 하고,

정보통신부에서 지원하는 대학기초연구지원사업으로 수행

cache에 정보가 없을 때는 triangle 문제가 해결되지 못하므로, 근본적인 triangle 문제를 해결하지 못한다.

3. Triangle problem

Mobile IP에서는 CN(Correspondent Node)의 패킷이 모바일 노드(MN)로 이동할 때 항상 Home Agent를 거쳐야 하기 때문에 optimal path보다 더 긴 패스를 따라서 이동한다. 그렇기 때문에 멀티캐스트 패킷의 전송시 불필요한 지연이 발생하는데, 이러한 것을 "triangle problem"라 한다.

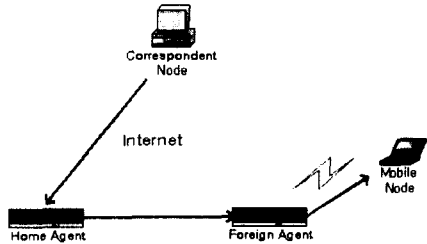


그림 1. Triangle 문제

4. GMR 기반 모바일 멀티캐스트 프로토콜

4.1 멀티캐스트 트리 구성

본 논문에서 고려하는 네트워크는 멀티캐스트 트리로서, 몇 가지 경우를 가정한다. 멀티캐스트 트리상에는 여러 멀티캐스트 그룹이 존재하며, 각 그룹을 G_i 로 표기한다. 또한 하나의 라우터에는 여러 멀티캐스트 그룹이 존재한다. 한 라우터에 위치하는 한 멀티캐스트 그룹(G_i)의 모바일 호스트들을 하나의 세션(Si)으로 분류하며, 트리상에서 상위로 올라가면서 해당 세션을 최초로 관리하는 라우터를 GMR(Group Management Router)로 지정한다. 특정 그룹의 모바일 호스트가 다른 멤버들에게 데이터를 전송할 때는 항상 지정된 GMR을 통해 전송한다.

따라서 GMR이 각 세션과 그룹내의 전송에 필요한 정보를 관리하며, 각 모바일 호스트 및 에이전트(HA 또는 FA)는 Mobile IP에서 제공하는 기본적인 기능만을 담당한다.

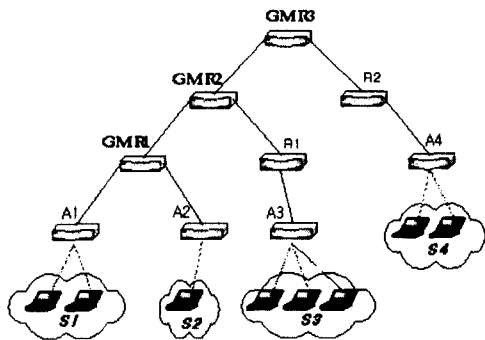


그림 2. 멀티캐스트 트리 구성의 예

그림 2에서 한 멀티캐스트 그룹이 존재하는 멀티캐스트 트리의 예를 보여주고 있다. 트리상에서 GMR1은 세션1, 세션2의 정보를 관리하고, GMR2는 세션1, 세션2, 세션3을, GMR3은 모든 세션(세션1, 세션2, 세션3, 세션4)을 관리한다. 그러나 하위 라우터가 자신이 관리하는 세션을 포함하는 경우에는 간략한 정보만을 관리한다. 즉 GMR3의 경우 세션 4에 대한 정보와 GMR2에 대한 간략한 정보만으로 그 위의 세션과의 통신을 관리한다. 이 때, S1에 위치하는 모바일 호스트가 송신자인 경우, S2로의 전송은 GMR1을 통해, S3은 GMR2를, S4는 GMR3을 통해서 전송된다.

4.2 GMR(그룹 관리 라우터)

기존의 멀티캐스트 라우터는 멀티캐스트 그룹에 대한 정보를 저장, 관리한다. 본 논문에서는 기존 라우터에 멀티캐스트 그룹 당 존재하는 세션에 대한 정보를 추가 관리하도록 수정한다.

Group management Table

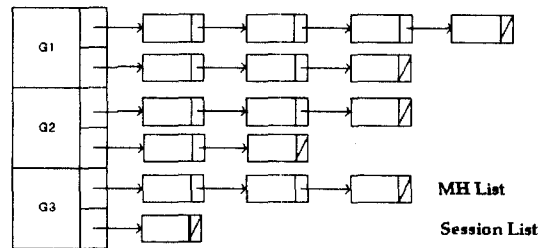


그림 3. GMR에서 관리하는 멀티캐스트 그룹 정보

그림 3을 보면, 각 멀티캐스트 그룹은 그룹 별로 관리되며, 각 그룹은 모바일 호스트의 정보와 세션 정보로 나뉘어 관리된다. 모바일 호스트 리스트는 해당 멀티캐스트 그룹에 참가하고 있는 호스트의 정보를 가지고, 세션 리스트에서는 각 호스트가 위치하는 세션의 정보를 가진다. 즉 세션 리스트에 포함되는 정보는 세션에 해당하는 에이전트의 IP등이다.

멀티캐스트 라우터에서 관리하는 이러한 정보를 참조하여 최적의 경로를 통해 모바일 호스트간의 정보 교류가 이루어진다.

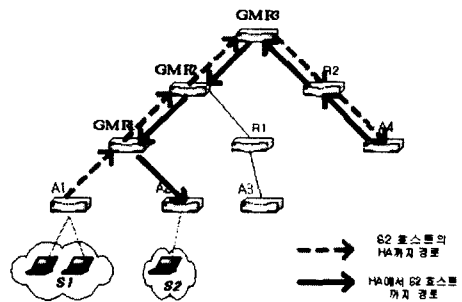


그림 4. Triangle routing의 예 (S1→S2)

그림 2에서 S2에 위치하는 모바일 호스트의 HA가 A4인 경우, S1과 S2의 전송을 예로 들어 bi-directional tunneling과 비교해 보자.

Bi-directional tunneling은 그림 4의 경로로 S1에서 S2의 모바일 호스트로 전송된다. 이에 반해 본 논문에서 제시하는 GMR 기반 모바일 멀티캐스트 프로토콜은 GMR1을 통한 최적의 경로로 전송된다. 그림 5에서 보듯이, GMR을 사용하는 방법을 사용하면, GMR1 한 라우터만을 통해 전송이 이루어지므로, triangle 문제 해결과, 더불어 최적의 경로를 통한 전송을 지원한다.

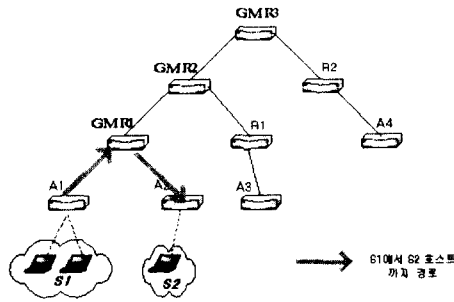


그림 5. GMR 통한 전송(S1->S2)

5. 성능 비교

본 논문에서 제안하는 GMR 기반 모바일 멀티캐스트 프로토콜의 성능을 bi-directional tunneling과 MoM라는 두 가지 기법과 비교하여 보여준다. 여기서 성능 측정을 위해서 네트워크와 멀티캐스트 그룹의 크기에 따른 message 수를 비교한다. 표 1은 message 수를 구하는 식에서 사용되는 매개변수를 나타낸다.

표 1. message 수를 구하는 수식에 사용되는 매개변수

매개변수	설명
N	LAN의 수
G	Forward되는 multicast group의 수
c	각 foreign network에서의 평균 MH의 수
k	중복되는 DMSP의 forwarding packet 수

Bi-directional Tunneling는 항상 HA를 거쳐서 각 멀티캐스트 그룹의 모든 호스트가 위치하고 있는 foreign network로 패킷을 포워딩하기 때문에, 한 그룹에 대해 CN->HA(N)와 HA->FA(N) 두 가지 경우에 대해 같은 message의 전송이 발생한다. 즉, (N*N)개의 message 전송이 발생한다. MoM 기법은 한 그룹에 대해 일정한 k개의 DMSP를 통해 각 네트워크로 포워딩되기 때문에, (k*N)만큼의 message가 생성된다.

이에 비해 본 논문에서 제안한 GMR 기반 모바일 멀티캐스트 프로토콜은 항상 최적의 경로로 다른 네트워크에 존재하는 모바일 호스트로 패킷이 전송되므로, 한 그룹에

대해 중복되는 패킷은 존재하지 않는다. 따라서 한 그룹에 대해 네트워크의 수인 (N)개 message가 네트워크 상에 발생하게 된다.

표 2는 각 기법의 전체 네트워크상에서 발생하는 message 수를 나타내는 식을 보여준다. 표를 통해 GMR 기반의 라우팅 프로토콜이 다른 기법들보다 적은 message가 존재하며, 결과적으로 다른 기법에 비해 좋은 성능을 가짐을 알 수 있다.

표 2. 전체 네트워크상에 존재하는 message 수

기법	전체 message 수
Bi-directional	$O(c*N^2*G)$
MoM	$O(k*N*G)$
GMR-based protocol	$O(N*G)$

6. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 GMR 기반 모바일 멀티캐스트 프로토콜을 제시했다. 이 기법은 현재 모바일 멀티캐스트를 지원함에 있어서 발생하는 문제를 해결했으며, 보다 최적의 경로로 그룹 멤버간 전송을 지원한다.

향후 네트워크상에서 GMR을 선택함에 있어 link-state, 즉, cost까지 고려한 알고리즘을 제안할 예정이며, simulation tool를 사용한 실험을 통해 보다 실질적인 성능 측정을 통해 프로토콜의 성능 향상을 증명해 보일 것이다.

7. 참고 문헌

- [1] C. Perkins, "IP Mobility Support," Internet RFC 2002.
- [2] S. Deering, "Host Extensions for IP Multicasting" Internet RFC 1112.
- [3] D. Waizman, C. Partridge, and S. Deering, editors. "Distance Vector Multicast Routing Protocol," RFC 1075, 1988.
- [4] J. Moy, "Multicast routing extensions for OSPF," Communications of the ACM, 1994.
- [5] A. Ballardie, J. Crowcroft, and P. Francis, "Core based trees(CBT) - An architecture for scalable inter-domain multicast routing," Computer Communications Review, 1994.
- [6] K. Brown and S. Singh, "RelM: reliable multicast for mobile networks," Computer Communications, 1998.
- [7] T. Harrison, C. Williamson, W. Mackrell and R. Bunt, "Mobile Multicast(MoM) protocol: multicast support for mobile hosts," Mobile Computing and Networking(Mobicom' 97), 1997
- [8] C. Williamson, T. Harrison, W. Mackrell and R. Bunt, "Performance evaluation of the MoM mobile multicast protocol," Mobile networks and Applications 3(2), 1998.
- [9] V. Chikarmane, C. Williamson, R. Bunt and W. Mackrell, "Multicast Support for mobile hosts using Mobile IP: Design issues and proposed architecture," Mobile Networks and Applications 3, 1998