

Mobile IP에서 XMIPv4 기반 경로 최적화 방안

김성희⁰ 장길웅 한기준
경북대학교 컴퓨터공학과
(seven, jangkw)@netopia.knu.ac.kr, kjhan@bh.knu.ac.kr

A Routing Optimization Scheme based on XMIPv4 in Mobile IP Networks

Sung-Hee Kim⁰ Kil-Woong Jang Ki-Jun Han
Dept. of Computer Engineering, Kyungpook National University

요 약

현재 화상 또는 음성 회의와 같은 네트워크에 기반한 응용들의 증가와 함께 멀티캐스트 서비스의 중요성이 한층 증가되었다. Xcast는 멀티캐스트 서비스를 제공하기 새롭게 제안된 방법이고, XMIPv4는 MIPv4와 MIPv6 환경에서 Xcast를 이용해서 멀티캐스트 서비스를 제공하기 위한 방법이다. 하지만 XMIPv4에서는 MIPv4가 가지는 Triangle Routing 문제를 그대로 가지고 있고 이동 중 심각한 패킷 손실이 발생할 수 있다. 또한 QoS를 제공하기 위해 RSVP와 같은 프로토콜을 함께 사용할 때 확장성이 용이하지 않다. 따라서, 본 논문에서는 MIPv4 환경에서 XMIPv4가 가지는 문제를 해결하기 위한 방법으로 XMIPRO를 제안한다.

1. 서 론

RFC 1112 [4]에 기반한 전통적인 멀티캐스트 방법들은 매우 많은 그룹 멤버를 가진 제한된 수의 멀티캐스트 그룹을 지원하기에는 적합한 반면, Xcast [1]는 멀티캐스트 서비스를 제공하기 위해 새롭게 제안된 방안으로 적은 그룹 멤버를 가진 많은 수의 멀티캐스트 그룹을 지원하기에 적합하다. Xcast를 이용한 멀티캐스트 서비스를 Mobile IP(MIPv4) [3]와 v6 환경에서 지원하기 위해 제안된 방안이 XMIPv4 [2]이다. 하지만, XMIPv4에서는 기존의 MIPv4가 가지는 Triangle Routing 문제를 그대로 가지고 있고, 이동 노드의 이동 중 발생하는 심각한 패킷 손실에 대처하기 위한 방안이 제시되지 않고 있다. 또한, QoS를 제공하기 위해 RSVP와 같은 프로토콜과 같은 프로토콜과 같이 사용할 때 확장성에 있어 문제가 있다.

따라서 본 논문에서는 MIPv4 환경에서 위 문제를 해결하기 위해 XMIPRO(Explicit Multicast over Mobile IP with Routing Optimization)를 제안한다.

2. 관련연구

Xcast에서 송신 노드는 Xcast 패킷을 수신하는 노드들의 주소 리스트를 유지한다. 전송되는 Xcast 패킷은 수신 노드들의 주소 리스트를 가지고 hop-by-hop 기반으로 전송된다. Xcast-capable 라우터는 Xcast 패킷이 전송될 다음 홉을 결정하기 위해 RIP, OSPF, ISIS와 같은 라우팅 프로토콜로부터의 정보를 사용해서 Xcast 패킷이 전송될 다음 홉을 결정한다. 따라서, Xcast는 중간 라우터간 멀티캐스트 그룹에 참가하고 이 정보를 유지, 교환할 필요가 없기 때문에 보다 효율적인 멀티캐스트 서비스를

를 제공할 수 있다.

XMIPv4는 Xcast를 통한 멀티캐스트 서비스를 Mobile IP에서 제공하기 위해 제안된 방안이다. Xcast-capable HA가 Xcast 패킷을 수신하면 자신에 등록된 이동 노드의 바인딩 정보를 살펴본다. 그런 다음, COA를 기반으로 Xcast 패킷을 전달할 다음 홉을 결정한다. 다음 홉에 따라 수신측 주소 리스트가 분할되고 다음 홉 당 하나의 패킷이 생성한 다음, Xcast-in-Xcast encapsulation [5]을 수행해서 전송하게 된다. 하지만, XMIPv4는 MIPv4가 가지는 Triangle Routing 문제와 이동 노드가 다른 도메인으로 이동시 심각한 패킷 손실을 가진다.

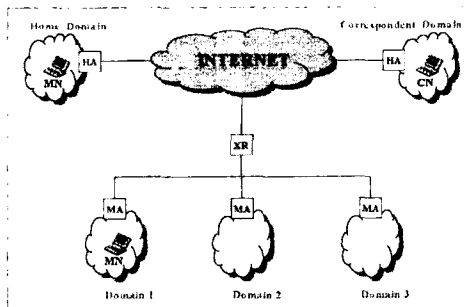
3. XMIPRO

XMIPRO(Explicit Multicast with Routing Potimization)는 MIPv4 환경에서 Triangle routing 문제와 이동에 따른 패킷의 손실을 최소화하고, RSVP와 같은 프로토콜을 사용하여 QoS 제어를 위한 확장성을 갖도록 디자인 되었다.

3.1 XMIPRO 네트워크 모델

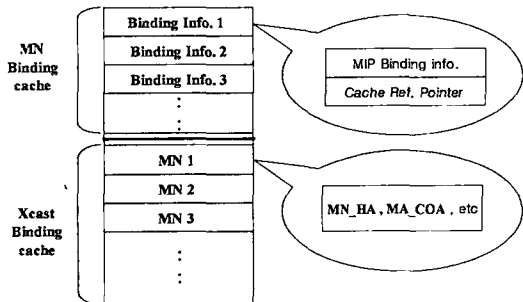
XMIPRO에서는 (그림 1)에서 보는 것과 같이 2계층의 계층적 네트워크 모델을 가진다. 그림에서 상위의 XR은 Xcast-capable 라우터이다. XR은 이동 노드가 Xcast Redirection 메시지를 통해 전송한 이동 노드의 HA와 새로운 COA를 일시 저장한다. 이후, XR이 Xcast 패킷을 수신하면 이동 노드의 임시적인 바인딩 정보를 바탕으로

Xcast 패킷을 이동 노드의 새로운 FA로 전송한다. 하위의 각 MA(Mobility Agent)는 한 도메인을 관리하는 Xcast-capable root router가 된다. 한 도메인 내에서 이동 노드가 이동했을 때, 이동 노드는 홈 도메인으로의 등록없이 HAWAII [6], Cellular IP [7] 또는 TeleMIP [8]와 같은 마이크로 이동성을 지원하는 프로토콜을 통해 그 도메인 내에서 관리된다. 모든 Xcast 패킷은 그 도메인을 관리하는 Xcast-capable MA를 통해 도메인 외부로 전송된다.



(그림 1) XMIPRO 네트워크 모델

XMIPRO에서 Triangle Routing 문제를 해결하고 이동 노드로 최적화된 경로를 통해 Xcast 패킷을 전송하기 위해, (그림 2)에서와 같이 MA의 바인딩 캐시에 이동 노드의 홈 주소와 COA의 바인딩 정보를 저장하는 Xcast 바인딩 캐시가 추가되었다. Xcast 바인딩 캐시에 들어가는 정보는 이동 노드의 홈 주소와 이동한 도메인에서의 COA 등이다. CACHE Ref. Pointer는 이동에 따른 패킷 손실을 최소화하기 위해 수신한 Xcast 패킷을 저장하는 캐시를 가리키는 포인터이다.

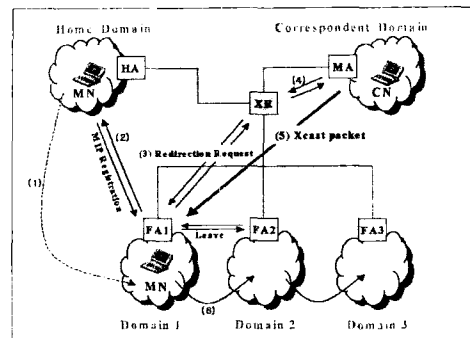


(그림 2) XMIPRO에서 MA의 라우팅 테이블

3.2 XMIPRO 동작 절차와 Seamless Handoff 제공 방안

(그림 3)에서처럼 이동 노드가 Xcast 패킷을 수신 중에 도메인1에서 도메인 2로 이동하게 되면, 일반적인 MIP 등록 절차를 수행하고, Xcast Redirection 메시지를 FA2를 통해 XR로 전송한다. XR은 이동 노드에 대한 임시적인 바인딩 캐시 정보를 생성하고 CN의 MA로

Redirection 메시지를 전송한다. 따라서, XR은 자신의 라우팅 테이블 정보와 이동 노드에 대한 임시적인 바인딩 정보를 바탕으로 CN의 MA 내 Xcast 바인딩 캐시가 변경되지 않았다 하더라도 이동 노드로의 Xcast 패킷을 FA2로 바로 전송할 수 있다. XR 내 이동 노드에 대한 임시적인 바인딩 정보는 CN의 MA로부터 Redirection Reply 메시지를 수신하면 삭제한다. 이동 노드가 도메인 2에서 FA2를 통해 첫번째 Xcast 패킷을 수신하게 되면, 도메인 1에서 마지막으로 수신한 패킷의 순서 번호와 도메인 2에서 처음 수신한 패킷의 순서 번호를 비교하고, FA2로 수신하지 못한 패킷의 순서 번호 블록(예를 들어, [6-10]과 같은 순서 블록), FA1의 주소, 자신의 HA, 새로운 COA 그리고 멀티캐스트 그룹 주소 리스트를 포함한 Leave 메시지를 FA2로 전송한다. FA2는 Leave 메시지 내 전송될 주소 리스트 중 어떤 것이 자신의 MA 바인딩 캐시에 있는지 살펴본다. 만약 있다면, Xcast 패킷을 일시 저장하고 있는 캐시를 보고 이동 노드가 요청한 패킷을 자신이 제공할 수 있는지 살펴본다. FA2가 제공할 수 있으면 이동 노드로 요청된 패킷을 제공하고, 제공할 수 없다면, 이전 FA로 Leave 메시지를 전송한다. Leave 메시지를 수신한 이동 노드의 이전 FA는 캐시에서 요청된 패킷을 FA2로 유니캐스트 전송한 후 자신의 MN 바인딩 캐시에서 이동 노드에 대한 정보를 삭제한다.



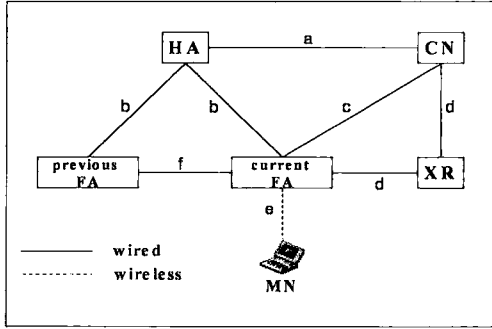
(그림 3) MXIPRO 동작 절차

4. 비용 분석 (Cost Analysis)

본 논문에서 비용 분석과 분석 모델은 [9,10]을 기반으로 유도 하였다. (그림 4)는 분석 모델에서 시스템 구조를 나타낸다. CN은 패킷을 λ 마다 하나씩 생성하고, MN은 μ 로 한 도메인에서 다른 도메인으로 이동한다고 가정한다. PMR(Packet to Mobility Ratio)은 MN이 한 도메인에서 다른 도메인으로 이동했을 때, 평균적으로 수신한 멀티캐스트 패킷의 수를 나타낸다. MN의 이동과 CN의 패킷 생성은 상호 독립적으로 발생한다고 가정한다. 따라서, $PMR p = \lambda / \mu$ 이다. μ 값이 작으면, PMR은 커지게 된다. 아래는 본 논문의 비용 분석에 사용하는 파라미터이다.

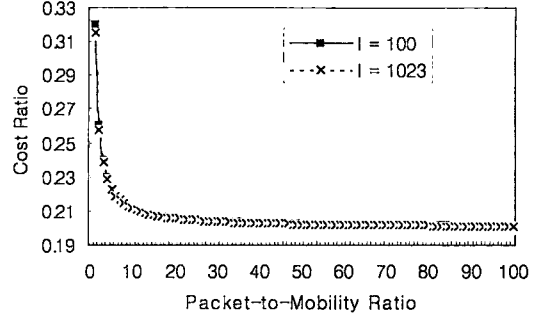
a,b,c,d,e,f : 두 노드 사이의 거리, 홉수

r : 각 노드에서 패킷을 처리하는 비용
 n : 두 인접한 도메인 사이 패킷의 평균 오프셋(n=2)
 l : 컨트롤 패킷의 길이대 데이터 패킷의 길이 비



(그림 4) 비용 분석을 위한 시스템 구조

C_{reg} : MN이 HA에 등록하는 비용,
 $C_{reg} = 2(a + d) + 5r$
 C_{xmip_data} : 새로운 FA를 통해 하나의 패킷이 MN으로 전송되는 비용, $C_{xmip_data} = p * C_{xmip_dt}$
 C_{xmip_dt} : 한 패킷이 CN에서 MN으로 터널링을 통해 전송되는 비용, $C_{xmip_dt} = l * (a + b + e) + 2r$
 C_{XMIP_loss} : XMIP에서 MN가 이전 FA에서 새로운 FA로 이동했을 때 발생하는 패킷 손실 비용,
 $C_{XMIP_loss} = \lambda * t_b * t_e * 3tr$ 이다.
 C_{red_reg} : XMIPRO에서 MN이 XR을 통해 CN의 MA로 Redirection 메시지 전송하는 비용,
 $C_{red_reg} = e + 4d + 5r$
 C_{leave} : XMIPRO에서 MN이 새로운 FA를 통해 이전 FA로 이동 중 수신하지 못한 패킷 전송을 요청하는 leave 메시지 전송 비용, $C_{leave} = e + f + 2r$
 C_{req_data} : XMIPRO에서 이전 FA가 새로운 FA로 MN이 요청한 패킷을 전송하는 비용,
 $C_{req_data} = l * (2 * (e + f))$
 C_{XMIPRO_data} : XMIPRO에서 새로운 FA를 통해 하나의 패킷이 전송되는 비용,
 $C_{XMIPRO_data} = p * C_{XMIPRO_dt}$
 C_{XMIPRO_dt} : XMIPRO에서 한 패킷이 CN에서 MN으로 전송되는 비용, $C_{XMIPRO_dt} = l * (c + d)$
 C_{oldFA} : XMIPRO에서 MN의 이동으로 인해 이전 FA로 패킷이 전송됨으로써 해서 발생하는 비용,
 $C_{oldFA} = \lambda * (t_b * t_e * 3tr) * (l * c)$
 각 프로토콜의 비용은 아래와 같이 계산된다.
 $C_{xmip} = C_{reg} + C_{loss} + C_{data}$
 $C_{xmipro} = C_{reg} + C_{red_reg} + C_{leave} + C_{req_data} + C_{oldFA} + C_{XMIPRO_data}$
 (그림 5)는 XMIP대 XMROP의 비용률($C = C_{xmipro} / C_{xmip}$)을 보여준다. 비용 분석에서 자체의 오류로 인한 비용 즉, 패킷 재전송으로 인한 비용은 PMR에 영향을 미치지 않는다고 가정한다. ■로 나타난 선은 $l=100$ 일 때 비용률이고, ▲은 $l=1024$ 일 경우의 비용률을 나타낸다.



(그림 5) XMIP대 XMROP의 비용률

PMR은 MN이 한 도메인에서 다른 도메인으로 얼마나 자주 이동하는가를 반영하는 값이다. PMR 값이 크면 한 도메인에 머무는 시간이 길기 때문에, 위 그림에서처럼 곡선이 평평한 모양을 나타내고 비용률이 낮을수록 더 나은 성능을 가진다. XMIPRO는 XMIP가 가지는 Trangle Routing 문제를 해결했고, 이동에 따른 패킷 손실을 최소화 했기 때문에 더 나은 성능을 갖는다는 것을 비용 분석 결과를 통해 알 수 있다.

[참고 문헌]

- [1] R. Bovie, et al, "Explicit Multicast Basic Specification", draft-ooms-xcast-basic-spec-02.txt, March 2001
- [2] J. Lee, M. Shin, "Explicit Multicast over Mobile IP", draft-lee-xcast-mobileip-00.txt, November 2001
- [3] C. Perkins, "IP Mobility Support for IPv4", revised, draft-ietf-mobileip-rfc2002-bis-06.txt, Jun 2001
- [4] S. Deering, "Host Extensions for IP Multicasting", RFC 1112, August 1989
- [5] j. Lee, "Xcast Encapsulation", draft-lee-xcastencap-00.txt, (to be leased)
- [6] Ramjee R., et al, "IP-based access network infrastructure for generation wireless data networks", IEEE Personal Communications, Aug. 2000
- [7] Campbell A.T., et al, "Design, implementation, and evaluation of cellular IP", IEEE Personal Communications, 2000
- [8] Das S. et al, "TeleMIP:telecommunications enhanced mobile IP architecture for fast intradomain mobility", IEEE Personal Communications, Aug. 2000
- [9] Jiunn-Ru Lai, et al, "Mobile multicast with routing optimization for recipient mobility", IEEE International Conference, 2001
- [10] R. Jain, et al, "Mobile Internet Access and QoS Guarantees Using Mobile IP and RSVP with Location Registers", IEEE INFOCOM, 1998