

# 부하분산과 고장허용을 지원하는 이동 멀티캐스트

박성진<sup>0</sup> 이바다 양순성  
텔슨전자(주)

{bange11, seaboss, ssyang}@telson.co.kr

## Load balancing and Fault-tolerance Support in Mobile Multicast

Seong-Jin Park<sup>0</sup> Ba-Da Lee Soon-Sung Yang  
Telson Electronics co., ltd.

### 요 약

이동 컴퓨팅 환경에서 이동호스트에게 멀티캐스팅을 지원하기 위하여 많은 연구들이 진행되어왔다. 그 결과 여러 가지 프로토콜이 제안되었다. 대부분의 프로토콜은 멀티캐스팅을 관리하는 에이전트를 두고 이를 지원하는 방식을 취하고 있다. 그러나, 이러한 방식은 하나의 에이전트에 과부하가 발생 할 수 있으며, 에이전트의 고장이 발생할 경우 멀티캐스팅 자체가 중단되는 문제점이 있다. 본 논문에서는 에이전트의 과부하를 분산시키고, 에이전트의 안정성을 높이는 방법을 제안하고자 한다. 본문에서 제안하는 방식은 다중 에이전트를 통하여 단일 에이전트에 등록되는 이동노드의 수를 줄이고, 다른 에이전트의 이동노드 등록 정보를 주기적으로 저장하여 신뢰성을 높이고자 하였다.

### 1. 서론

최근 이동단말(노트북, PDA, 휴대폰 등)을 이용한 이동 컴퓨팅의 요구가 점점 증가하고 있다. 그 이유는 이동 컴퓨팅 환경은 단말의 이동성을 지원하지 않는 유선 컴퓨팅에 비하여 사용자가 자유롭게 이동하면서 정보를 처리할 수 있는 환경을 제공하기 때문이다. 이러한 장점을 가진 이동 컴퓨팅은 기반시설이 잘 갖춰진 유선망인 인터넷과 결합하는 방향으로 발전하고 있다.

이러한 유무선 통합망에서 몇 가지 문제가 발생한다. 우선적으로 직면하는 문제는 단말의 이동성 문제이다. 이 문제는 인터넷의 기본 프로토콜인 IP(Internet Protocol)가 이동성을 지원하지 않기 때문에 발생하는데 IP 라우팅 기능을 강화하는 이동 IP(Mobile IP)[1,2]로 해결하였다.

그런데, 이동 IP의 경우 유니캐스트(unicast) 패킷은 잘 처리하지만 멀티캐스트(multicast) 패킷은 전달할 수 없는 문제가 발생한다. 이 문제에 대한 다양한 연구가 진행되었으며 그 결과 MoM[3], RBMoM[4], RMX[5] 등의 해결방안이 제시되었다. 그러나, 이동 멀티캐스트(Mobile Multicast)는 여전히 해결 해야 할 문제점이 존재한다. 위의 해결책들은 소스노드(Source Node: 멀티캐스트 패킷을 송신하는 노드)와 이동노드(Mobile Node: 이동하면서 멀티캐스트 패킷을 송신하는 노드) 사이에 멀티캐스트 패

킷을 관리하는 일종의 관리자인 에이전트(Agent)를 두어 이동 멀티캐스트를 지원하는 방식이다.

본 논문에서 제안하는 방법은 위의 방법들[3-5]에 부하분산과 고장허용 기능을 추가하는 것이다. 즉, 에이전트 자체를 어떻게 유지, 관리하여 좀 더 신뢰성(reliability) 있는 이동 멀티캐스트를 지원할 것인가 하는 방안을 제안한다.

논문의 구성을 살펴보면 2장에서는 이동 멀티캐스트 방법들을 상세히 살펴보고, 3장에서는 부하분산과 고장허용을 지원하는 방법에 대하여 구체적으로 설명한다. 마지막 4장에서는 결론 및 추후 연구과제에 대하여 기술한다.

### 2. 관련연구

IETF (Internet Engineering Task Force) 이동 IP [1,2]는 IP에 이동성을 추가한 프로토콜이다. IP 패킷의 송수신은 MN(Mobile Node)가 처음 등록된 HA(Home Agent)와 외부 네트워크로 이동 후 등록된 FA(Foreign Agent)가 중계 역할을 담당한다. 그러나, 이 프로토콜은 유니캐스트 전송 방식이며 멀티캐스트 방식을 지원하지 못하는 문제점이 있다.

MoM(Mobile Multicast) 프로토콜[3]은 이동 IP를 지원하는 이동 단말에서 멀티캐스트를 지원하기 위하여 HA(Home Agent)와 FA(Foreign Agent)가 이동노드의 멀티캐스트 그룹정보를 추가 관리한다. HA는 멀티캐스트 트리(Multicast Tree)에 등록된다. HA에 전달된 멀티캐스트 패킷은 멀티캐스트 그룹 정보를 참고하여 FA에게 전달된다. FA는 등록된 MN의 정보를 참고하여 해당 MN에게 패킷을 전송하는 방법으로 멀티캐스트를 지원한다.

RBMoM(Range-Based Mobile Multicast)[4]의 경우는 MoM에 FA가 지원하는 범위를 설정하여 이동단말의 움직임을 고려하여 멀티캐스트를 지원하는 방법이다. 이 방법의 장점은 이동노드의 이동에 의한 멀티캐스트 트리의 재설정 횟수를 줄일 수 있다는 것이다. 멀티캐스트를 담당하는 MHA(Multicast Home Agent)를 FA와 분리하여 MHA로 하여금 이동노드의 멀티캐스트를 관리하게 하였다.

RMX(Reliable Multicast proxies)[5]는 이기종 네트워크(Heterogeneous Network) 사이의 신뢰성을 지원하기 위하여 이기종 멀티캐스트 데이터 그룹(Multicast data group) 사이의 멀티캐스트 통신은 TCP 링크로 하며 이는 RMX가 관리한다. RMX는 응용프로그램의 특성에 따라 제어하는 기능도 포함하고 있다.

### 3. 부하분산(Load Balancing) 과 고장허용(Fault-tolerance)을 지원하는 이동 멀티캐스트

#### 3.1. 구조

앞 장에서 살펴본 방법들은 이동노드의 IP 주소를 변경하지 않고 이동노드와 인터넷을 연동하여 멀티캐스트를 지원하는 방법이다. 이 방법들은 전송 방법 자체의 효율성을 보장하는 것이 초점이었다. 그러나, 멀티캐스트 패킷을 관리하는 에이전트(Agent)의 신뢰성에 대한 고려는 하지 않았다. 즉, 하나의 에이전트가 모든 처리를 담당하며, 이런 경우에 에이전트에 과부하가 걸리거나, 시스템 고장(system fault)이 발생하면 서비스를 제공할 수 없는 문제점이 발생한다.

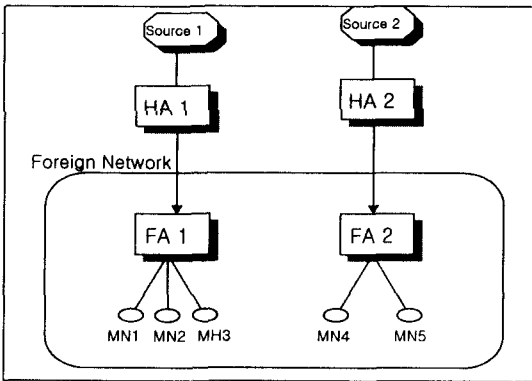


그림 1 전체 구조

본 논문에서는 그림 1)에서 보는 바와 같이 동일한 기능을 수행하는 두 개의 에이전트(FA1, FA2)를 두어 이 문제를 해결하고자 하였다. 이동 IP 관리와 멀티캐스트의 전달은 각 에이전트가 나누어 담당하며, 한 에이전트가 고장이 나면 다른 에이전트는 이를 감지하고 고장난 에이전트의 기능을 함께 수행한다.

HA는 이동 IP와 관련한 정보인 MN의 목록과 MN이 등록된 FA 목록, 그리고 멀티캐스트를 위한 그룹정보에는 그룹 ID와 관련된 멤버 목록, FA 목록이 저장된다. FA에는 외부 네트워크(Foreign Network)에 진입한 MN 목록과 MN의 HA 목록이 저장되며, 멀티캐스트와 관련하여 멀티캐스트 그룹 ID가 저장된다.

그림 1)에서 HA는 MN가 등록된 홈 네트워크(Home Network)의 에이전트이며, MN에게 전달될 패킷을 수신하여 FA(이동 IP와 멀티캐스트를 관리하는 에이전트)에게 전달하는 기능을 수행한다. FA는 MN의 이동 IP 등록을 수행하며, HA로부터 받은 멀티캐스트 패킷을 MN에 전달한다. FA1은 MN1, MN2, MN3에 대한 이동IP와 멀티캐스트의 에이전트이며 이 MN들은 Source1 멀티캐스트 그룹이다. FA2는 MN4, MN5에 대한 이동IP와 멀티캐스트의 에이전트이며 이 MN들은 Source2 멀티캐스트 그룹이다.

#### 3.2. 부하분산의 지원

FA1과 FA2가 MN들에 대한 멀티캐스트 관리를 나누어 수행함으로써 부하분산을 지원한다. MN을 관리하는 기준은 MN가 어떠한 멀티캐스트 그룹에 소속되어 있는가로 구분한다. 즉, 같은 그룹에 소속된 MN들은 동일한 FA가 관리한다.

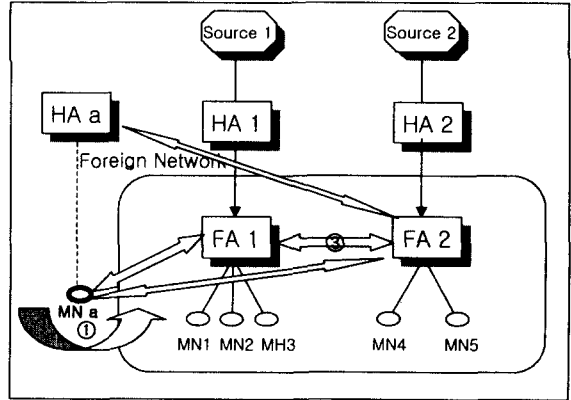


그림 2 부하분산 지원과정

부하분산을 처리하는 과정은 그림2)에서 보는 바와 같다. FA 1과 FA 2는 외부 네트워크의 에이전트이며, FA 1은 이동 IP를 처리하는 에이전트(이동 IP를 처리하는 에이전트는 FA들 사이의 협상에 의하여 결정된다.)이며, MN a의 HA는 HA a이며 멀티캐스트 그룹 Source2에 소속되어 있다고 가정한다.

처리순서는 다음과 같다.

- ① MN가 외부 네트워크에 진입한다.
- ② 이동 IP처리를 담당하는 FA 1이 MN a의 멀티캐스트 그룹을 확인한다.
- ③ FA 1은 Source 2그룹에 MN a가 소속되어 있으므로 FA 2에게 MN a의 이동 IP 등록을 요청한다. 이 과정은 MN\_Registration\_Req 메시지로 수행되며 이 메시지의 포함내용은 MN IP, MN의 HA 정보이다.
- ④ FA 2는 FA 1으로부터 받은 MN 정보를 바탕으로 MN a의 이동 IP 등록을 수행한다. 먼저 MN a에게 등록을 확인한다.

㉔ MN a의 등록 정보를 HA a에 전달한다.

위의 과정이 모두 성공적으로 끝나면 MN a는 FA 2에 등록된 MN이 되어 MN4, MN5와 함께 Source 2 멀티캐스트 패킷을 전달 받는다. 이 방법은 하나의 FA가 처리하는 멀티캐스트 패킷을 소스에 따라 두 개의 FA가 처리하도록 분리하여 FA가 처리하는 일의 부하를 줄일 수 있다.

3.3. 고장허용의 지원

FA는 이동 IP와 멀티캐스트를 지원하기 위하여 MN 목록과 MN이 소속된 멀티캐스트 그룹 정보를 갖고 있다. 이러한 정보를 실시간으로 백업 받아 둔다면 FA가 고장 나더라도 백업 정보를 이용하여 다른 FA가 계속해서 작업을 수행할 수 있을 것이다.

이를 위하여 MN 관련 정보를 전달하는 과정과 상대방 FA의 상태 검사, 그리고 멀티캐스트를 수행하기 전에 이동 IP와 멀티캐스트 등록이 필요하다.

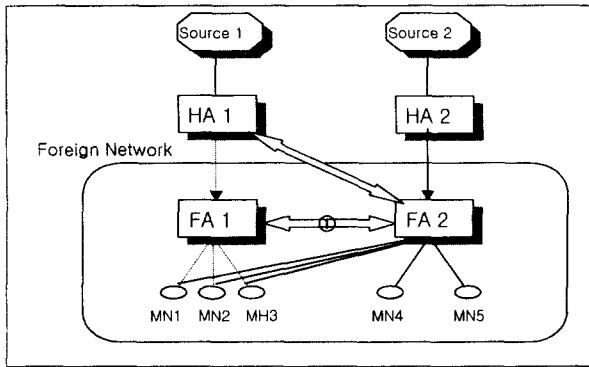


그림 3 고장허용의 지원과정

고장허용을 지원하는 모형은 그림 3)에 나타내었으며 아래에 상세히 설명한다. Source1 멀티캐스트 그룹에 대한 에이전트인 FA1이 고장을 일으킨다고 가정한다.

- ① FA1과 FA2는 T1시간마다 자신의 정보를 상대방에게 전달한다. MN\_Information 메시지를 통하여 MN 목록과 MN에 관련된 멀티캐스트 그룹 정보를 전달한다.
- ② T2시간이 지나도 상대방으로부터 MN\_Information 메시지가 수신되지 않으면 고장허용 처리과정에 들어간다. 이 경우는 FA2가 FA1의 고장을 T2 타이머의 동작으로 감지하게 된다. FA2는 이전에 수신한 MN\_Information 메시지 정보를 바탕으로 FA1이 관리하는 MN들에 대한 처리를 한다. 처리과정은 먼저 HA에 MN의 FA를 FA2로 바꿀 것을 요청한다. FA2는 이후에 전달되는 Source1 멀티캐스트 패킷을 HA1으로부터 전달 받아서 Source1 멀티캐스트 그룹에 소속된 멤버 MN인 MN1, MN2, MN3에게 전달한다.

이 때 사용되는 요소는 다음과 같다.

- MN Information 메시지  
FA가 관리하는 MN에 대한 방문자 테이블 정보(MN와 HA의 쌍)와 멀티캐스트 그룹 정보를 포함하여 상대방

FA에게 전달하기 위한 메시지. T1 시간마다 전달된다.

- T1 타이머  
MN\_Information 메시지를 전달하는 시간을 알리는 타이머. FA는 이 타이머가 종료할 때 마다 MN\_Information 메시지를 상대방 FA에게 전달한다.
- T2 타이머  
상대방 FA의 고장을 인지하기 위한 타이머. FA는 이 타이머가 종료하면 고장허용 처리 과정을 수행한다. T2 시간은 MN\_Information 메시지의 전송 시간 때문에 T1 보다 크다.

4. 결 론

본 논문에서는 부하분산과 고장허용을 지원하는 이동 멀티캐스트 방법을 에이전트 관리 측면에서 고찰하였다. 단일 에이전트 대신 이중 에이전트로 멀티캐스트 관리를 수행하여, 단일 에이전트가 처리하는 일을 분산시켰으며, 주기적으로 저장한 상대방 에이전트 MN들의 정보는 에이전트 고장이 발생하면 그 에이전트를 대신하여 멀티캐스트를 수행하는 정보가 된다. 이 방법은 추가적인 메시지와 처리과정이 기존의 프로토콜에 추가되어 멀티캐스트의 신뢰성을 증가시킬 수 있다.

차후의 연구 과제는 제안한 방법을 시뮬레이션으로 부하분산과 고장허용의 효율성을 검증하는 것이다. 또한, 본 논문에서는 이중 에이전트를 두었지만 MN의 개수와 멀티캐스트의 소스 개수에 따라 가장 효율적인 에이전트 수를 찾는 연구가 수행되어야 할 것이다.

5. 참고 문헌

- [1] C.Perkins, editor, "IP Mobility Support", RFC 2002, October, 1996
- [2] E.Perkins, "Mobile IP - Design Principles and Practices", Addison-Wesley, 1998
- [3] T.G. Harrison, C.L. Williamson, W.L. Mackrell, and R.B. Bunt, " Mobile Multicast(MoM) Protocol: Multicast support for Mobile Hosts ", Proceedings of ACM/IEEE MOBICOM '97, September 1997
- [4] Chunhung Richard Lin, Kai -Min Wang, " Mobile Multicast Support in IP Networks ", The Conference on Computer Communications, IEEE infocom 2000
- [5] Yatin Chawathe, Steven McCanne, Eric A. Brewer, " RMX: Reliable Multicast for Heterogeneous Networks", The Conference on Computer Communications, IEEE infocom 2000
- [6] Tomasz Imielinski, Henry F. Korth, "Mobile Computing", Kluwer Academic Publishers, 1996
- [7] G. Xylomenos, G.C. Plozozos, " IP Multicast for Mobile Hosts ", IEEE Communications Magazine, pp. 54-58, January 1997.