

Micro-mobility를 지원하는 IP 멀티캐스트 핸드오프 기법 연구

변상선, 유혁
고려대학교 컴퓨터학과
{ssbyun^o, hxy}@os.korea.ac.kr

An IP Multicast Handoff Scheme for Micro-mobility

Sangseon Byun^o Hyuck Yoo
Dept. of Computer Science and Engineering, Korea University

요 약

이동 단말의 수요가 급속하게 증가하고 무선 인터넷의 보급이 활발해짐에 따라 IP 멀티캐스트를 사용하는 응용 프로그램의 사용 증가가 예상된다. 이를 위해, 유니캐스트와 마찬가지로 이동 단말을 위한 무선 IP 멀티캐스트를 위한 핸드오프 프로토콜이 제시되어야 하는데, 그러한 프로토콜로 원격가입(Remote Subscription)과 양방향 터널링(Bidirectional Tunneling)이 제시되고 있다. 하지만, 이들 프로토콜은 가입 지연시간 발생과 패킷 데이터 중복수신의 문제점을 각각 안고 있다. 이러한 문제점들은 멀티캐스트 단말의 Micro-mobility 지원에 있어서 장애가 된다. 본 논문에서는 계층 구조를 통해 멀티캐스트 트리의 재구성을 최소화하고 원격가입 지연시간을 최소화함으로써 Micro-mobility를 지원하는 프로토콜을 제시한다.

1. 서 론

무선 네트워크 기술이 급속도로 발전하고 이동 단말의 수요 또한 급증함에 따라, 고정 단말을 위해 제공되고 있는 다양한 서비스를 이동 단말에게도 서비스하기 위한 연구가 활발히 진행되어 왔고, 그 중, IP 멀티캐스트를 지원하기 위한 노력도 이루어져 왔다.

IP 멀티캐스트는 대역폭의 절감과 단 한번의 전송으로 많은 수신자가 동시에 수신할 수 있는 장점이 있다. 따라서, 인터넷 방송이나 원격 회의 같은 많은 대역폭과 실시간성을 요구하는 응용 프로그램에 효과적이다. IP 멀티캐스트는 수신자가 그룹에 가입(join)을 하고, 송신자는 그룹 주소로 송신을 함으로써 이루어지고 수신자는 그룹으로부터 탈퇴(leave)함으로써 수신을 중단할 수 있다. 이러한 가입과 탈퇴를 관리하는 그룹 유지는 IGMP (Internet Group Management Protocol)를 통해 이루어지게 된다[1]. 그리고, 효율적으로 수신자들에게 데이터를 전달하기 위해 송신자와 수신자, 중간에 위치하는 라우터들을 노드로 하는 멀티캐스트 트리를 구성하게 된다. 이 멀티캐스트 트리를 유지함으로써 각각의 수신자에게 데이터가 가급적 짧은 경로를 통해 전달되도록 한다. 이러한 트리 구성은 수신자가 IGMP를 통해 인접 라우터에게 그룹 가입 요청을 하게 되고, 이 가입 메시지가 라우터들을 거쳐서 송신자의 인접라우터에게 까지 전달이 됨으로써 이루어진다. 이러한 트리구성 방법을 리버스 패스 포워딩(Reverse Path Forwarding)이라고 한다[2].

이러한 IP 멀티캐스트를 이동 단말에 적용하기 위해서는 가장 우선적으로 핸드오프를 지원해야 한다. 멀티캐스트 핸드오프를 지원하기 위한 대표적인 프로토콜로 원

격가입(Remote Subscription)과 양방향 터널링(Bidirectional Tunneling)이 있다. 이 두 가지 방법은 데이터 전달 경로의 최적성과 실시간성의 두 가지 성능기준에 있어서 트레이드오프 관계를 갖는다. 그 외에 이 두 가지 방법을 혼합한 형태의 이동성 보장 방법이 제시되고 있다. 하지만, 이러한 혼합 형태의 경우도 양방향 터널링을 사용하기 때문에 그로 인한 문제점들이 그대로 발생하게 된다.

이러한 문제점들은 무선 멀티캐스트 환경에 Micro-mobility를 보장하는데 장애가 된다. 본 논문에서는 계층 구조를 사용하여 트리 재구성의 오버헤드를 줄이고, 원격가입으로 인해 발생하는 통신 재개 지연의 원인을 분석 및 이를 최소화함으로써, 같은 도메인 내에서(intra-domain)도 원격 가입을 통해 핸드오프를 행하는 프로토콜을 제시한다.

본 논문은 다음과 같이 구성이 된다.

2장은 기존 IP 멀티캐스트 핸드오프 프로토콜을 소개하고 각 프로토콜의 문제점을 서술한다. 3장에서는 원격 가입 프로토콜의 통신 재개 지연의 원인을 분석 및 이를 해결하는 방법을 제시한다. 끝으로 4장에서는 결론을 맺음으로 본 논문을 마친다.

2. IP 멀티캐스트 핸드오프 기법

2.1 원격 가입과 양방향 터널링

단말이 새로운 FA(Foreign Agent) 영역으로 이동했을 때, 그 영역에 존재하는 기존 단말이 자신이 받고자 하는 멀티캐스트 데이터를 이미 수신중이라면, Mobile IP에서의 핸드오프 등록 절차만 거친 후 곧바로 데이터를

수신할 수 있다. 하지만, FA 영역에서 해당 멀티캐스트 데이터를 받는 노드가 존재하지 않는다면, 새로이 FA에게 그룹 가입을 요청 또는, 기존 FA 또는 HA로부터 전달을 받아야만 계속해서 해당 멀티캐스트 데이터를 수신할 수 있다. 전자의 방법이 원격가입이고 후자의 방법이 양방향 터널링이다[3][4].

원격가입을 사용하는 경우, 가입과 탈퇴 동작 외에 핸드오프로 인해서도 멀티캐스트 트리가 변하게 된다. 만약, 단말의 이동성이 빈번하게 되면 트리 재구성으로 인해 네트워크 연결이 자주 끊기게 되어 문제가 될 수 있다. 양방향 터널링은 트리의 재구성은 막을 수 있으나, 같은 네트워크 영역 내에 둘 이상의 단말이 터널링을 받을 경우 패킷의 중복수신이 발생하며, 많은 노드가 해당 FA 영역에서 터널링을 수신할 경우 터널이 해당 FA에게 집중되는 터널 집중 현상(Tunnel Convergence)이 발생하게 된다. 또한, 그룹 유지를 위한 IGMP 메시지가 터널을 통해서 전달되어야 하기 때문에 같은 클럭을 사용하여 질의와 응답을 할 수가 없다. 그리고 터널을 통해 데이터를 전달하므로 데이터 전달 경로가 길어지는 오버헤드가 있다[5].

2.2 원격 가입과 양방향 터널링의 혼합

2장 1절에서 서술한 원격가입과 양방향 터널링을 혼합하는 기법으로 아래와 같은 기법들이 제시되었다. 첫 번째로 다음과 같은 기법이 있다. 새로운 FA에게 등록이 완료가 되면 양방향 터널링을 통해 데이터를 전달받음과 동시에, 원격 가입을 수행한다. 원격 가입이 완료되어 새로운 FA로부터 데이터가 전달이 되면 터널링을 종료하게 된다[4]. 두 번째 기법으로, 일정 도메인을 유지, 도메인 내에서는 양방향 터널링을, 도메인을 벗어나게 되면 원격가입을 수행하는 것이다(RBMoM : Range-based Mobile Multicast)[6].

첫 번째 기법의 경우, 양방향 터널링이 수행되는 동안에 패킷 중복 수신과 터널 집중 현상이 그대로 발생하게 되며, 두 번째 기법에서는 양방향 터널링으로 인해 발생하는 문제점들이 같은 도메인 내에서 역시 발생하게 된다.

3. Micro-mobility를 보장하는 멀티캐스트 핸드오프 기법

2장에서 서술한 기존의 멀티캐스트 핸드오프 프로토콜이 갖는 문제점을 해결하여 Micro-mobility를 보장하기 위해 다음의 두 가지 기법을 제시한다.

3.1 멀티캐스트 Micro-mobility 계층 구조

Micro-mobility를 보장하는 Mobile IP에서 사용하는 계층구조(HMIP : Hierarchical Mobile IP, HAWAII)[7][8]와 유사하게 단말의 이동을 전달하는 지정 라우터(Designated Router)를 운용, 핸드오프 프로토콜로 원격 가입을 사용하고, 그로 발생하는 트리의 재구성을 도메인 내로 국한시키는 방법을 제안한다.

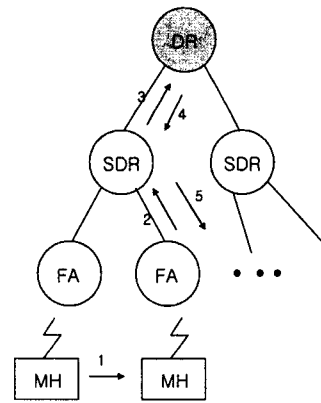


그림 1. 계층구조를 통한 원격가입

<그림 1>은 계층구조를 사용하여 원격 가입을 하는 방법을 기술하고 있다.

1. 새로운 FA 영역으로 MH가 이동
2. 원격가입 메시지 서버 도메인 라우터(SDR)에게 전달
3. 서버 도메인 라우터는 지정 라우터(DR)에게 원격가입 메시지를 전달함으로써 현재의 MH의 위치를 알린다.
- 4.5. 멀티캐스트 데이터 전달

만약 해당 서버 도메인 라우터가 멀티캐스트 트리에서 prune되지 않았다면, 3과정과 4과정을 거치지 않고 바로 서버 도메인 라우터로부터 멀티캐스트 데이터를 전달 받을 수 있다.

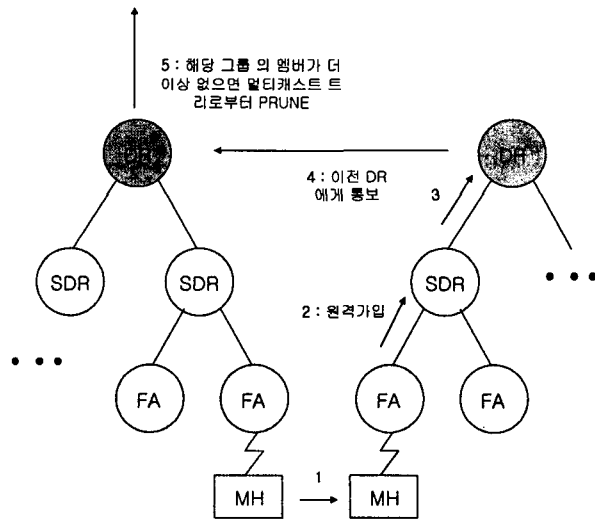


그림 2. MH의 Inter-domain 핸드오프

여기서 중요한 것은 지정 라우터는 멀티캐스트 그룹별

로 모든 멤버를 테이블로 유지하고, 모든 멤버가 그룹에서 자신의 도메인을 벗어난 것이 확인이 된 후에 멀티캐스트 트리에서 prune 동작을 수행해야 한다는 것이다. 이 사항을 반드시 지켜야만 멀티캐스트 트리 재구성을 해당 도메인 내에서만 이루어지도록 보장할 수 있다. 이를 보장하기 위해 <그림 2>와 같이 다음의 절차를 거친다.

2. 3. MH가 새로운 도메인에 등록을 하였을 경우,
4. 새로운 도메인의 지정 라우터는 이전 지정 라우터에게 해당 MH의 주소를 통보하고,
5. 이를 전달받은 이전 도메인의 지정 라우터는 자신이 유지하고 있는 멤버 테이블에서 해당 MH를 삭제한다.

3.2 원격가입 지연시간 최소화

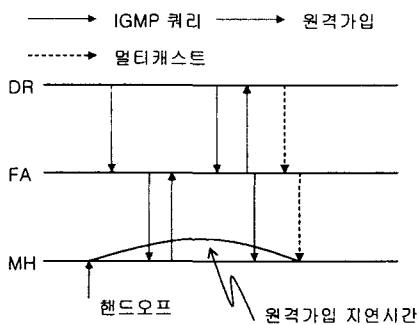


그림 3. IGMP 쿼리와 원격가입 동작과정

<그림 3>은 IGMP 쿼리를 통한 원격가입의 동작과정을 기술하고 있다. 그림에서 보듯이, 핸드오프가 시작된 후 멀티캐스트 데이터를 받기까지가 원격가입 지연시간이 된다. 핸드오프 개시 이후, FA로부터 IGMP 쿼리를 수신할 때까지 유희시간이 발생하며, 이러한 유희시간은 DR과 FA 사이에서도 동일하게 발생하고 있다. MH의 그룹 가입은 이미 이전 FA 영역에서 이루어졌기 때문에 원격가입을 위한 IGMP 그룹유지 응답은 IGMP의 쿼리가 있을 후에 이루어지기 때문이다.

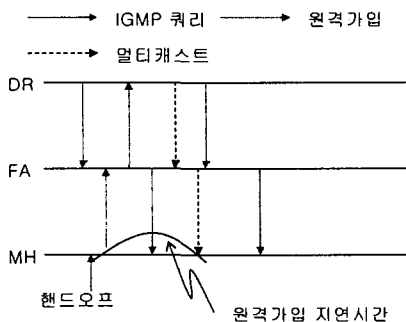


그림 4. 원격가입 지연시간 최소화

<그림 4>는 IGMP 그룹 유지 응답을 FA와 DR의 쿼리를 기다리지 않고 바로 전송함으로써 원격가입 지연시간을 앞당기는 과정을 보이고 있다.

4. 결론

본 논문을 통해, 이동 단말의 멀티캐스트 Micro-mobility 핸드오프를 지원하기 위해, 계층구조와 원격가입 지연시간을 최소화하는 기법을 제시하였다. 계층구조를 사용하여 원격가입으로 인한 멀티캐스트 트리 재구성 영역을 최소화하였고, 쿼리를 기다리지 않고 바로 그룹유지 응답을 함으로써, 원격가입의 지연시간을 최소화하였다. 또한, 핸드오프 시점을 PCS(Parametric Cell Switching)을 통해 최적화 함으로써, 더욱더 빠른 핸드오프를 수행할 수 있다[9]. 차후, 본 프로토콜을 시뮬레이션을 통해 성능을 측정하고, 라우터간의 IGMP 쿼리 타이밍 최적화를 통해 원격가입 시간을 더욱더 줄이는 연구를 할 계획이다.

참고문헌

- [1] W. Fenner, "Internet Group Management Protocol," Version 2, RFC 2236, 1997.
- [2] C. Diot, W. Dabbous, and J. Crowcraft, "Multipoint Communications: A Survey of Protocols, functions and mechanisms." IEEE JSAC, vol. 15, no. 3, pp. 277-290, 1997.
- [3] G. Xylomenos, and G. Polyzos, "IP Multicast for Mobile Hosts," IEEE Communication Magazine, vol. 35, no. 1, pp. 54-58, 1997.
- [4] C. Bettstetter, A. Riedl, and G. GeBler, "Interoperation of Mobile IPv6 and Protocol Independent Multicast Dense Mode," Proc. Wksp, WL Net. Mob. Comp., 2000.
- [5] H. Gossai, C. M. Cordeiro and D. P. Agrawal, "Multicast: Wired to Wireless," IEEE Communication Magazine, 2002.
- [6] C. Lin, and K. Wang, "Mobile Multicast Support in IP Networks," Proc. Infocom 2000, vol. 3, pp. 1664-72, 2000.
- [7] C. Perkins, "Mobile IP: Design Principle and Practice," Reading, MA: Addison-Wesley Longman, 1998.
- [8] R. Ramjee, T. La Porta, and L. Li, "HAWAII: A Domain-Based Approach for Supporting Mobility in Wide-Area Wireless Networks," Proc. Seventh Annual International Conference on Network Protocols, pp.283, 1999.
- [9] T. W. Andersen, A. Lildballe and B. Nielsen, "Handoff Initiation in Mobile IPv6," Reading, MA: Artech House, 2002.