

지역적 위치 관리를 통한 신뢰적인 이동 멀티캐스트 지원방안

피영수*, 김기영, 윤미연, 박진홍, 신용태

승실대학교 컴퓨터학부

{coolps, ganet89, myyoon, elzk, shin}@cherry.ssu.ac.kr

Reliable Mobile Multicasting with Fewer Control Signaling through Regional Location Management

Youngsoo PI*, Kiyoung Kim, Miyoun Yoon, Jinhong Park, Yongtae Shin
Department of Computing, Soongsil University

요약

본 논문에서는 IP 네트워크 환경에서 이동 사용자에게 멀티캐스트 전송을 보다 효율적으로 지원하기 위해 새로운 프로토콜 EMP(Enhanced Multicast Protocol)를 제안한다. 제안한 EMP는 이동 사용자의 이동성을 지역적으로 관리[5]함으로써 원격가입 방식에서 발생하는 빈번한 멀티캐스트 트리 갱신의 비용을 줄이고 가입/탈퇴로 인해 발생하는 시그널링 지연과 패킷 손실을 완화하였다. 또한 EMP는 양방향 방식에서 발생하는 비효율적인 삼각라우팅(Triangle routing)과 터널링 집중(Tunneling convergence) 현상[4]이 발생하지 않는다. 만약 패킷 손실이 발생하면 RFA(Root of FA)를 통해 회복하므로 회복 절차에 대한 오버헤드가 감소되었다. 따라서 제안된 EMP는 좁은 지역 보다는 넓은 지역에서 효율성이 높기 때문에 광범위한 지역에서 사용될 수 있다.

1. 연구배경

최근 인터넷에서 인터넷 TV, 화상회의 등과 같은 응용 서비스들을 효율적으로 전송하기 위해 멀티캐스트 전송 방식[1]을 선호한다. 이와 더불어 이동통신에서도 다양한 종류의 멀티캐스트 서비스가 사용자들에 의해 요구되고 있다. 그러나 IP 네트워크에서 이동 사용자에게 멀티캐스트를 지원하기 위해서 현재의 멀티캐스트 전송 프로토콜을 그대로 적용하기에는 많은 문제가 있다[2]. IP 네트워크에서 사용하는 멀티캐스트 프로토콜은 트리를 구성할 때 호스트의 정적인 특성과 멤버들의 분포 상태(Dense&Sparse)를 고려하여 설계되었기 때문에 호스트의 이동성을 지원하지 못하며 이동 호스트는 동적으로 변하기 때문에 이동통신에서의 분포 상태는 무의미하다. 따라서 동적인 그룹 멤버쉽과 멤버의 위치 변화를 고려한 멀티캐스트 전송 기법에 대한 연구가 대두되었다.

Mobile IP에서 멀티캐스트를 지원하기 위해 양방향(Bi-directional Tunneling)방식과 원격가입(Remote-Subscription)방식을 제안하였다[3]. 송신자와 수신자의 이동성을 지원하는 양방향 방식은 최초 멀티캐스트에 가입한 HA를 통해 그룹에 가입하고 FA와 터널링을 통해 데이터그램을 전송하는 방식이다. 이는 MH가 다른 네트워크로 이동하더라도 멀티캐스트 트리를 재구성할 필요가 없고, 핸드오프(Handoff)로 인한 패킷 손실이 발생하지 않는 반면, 삼각 라우팅(triangle routing)의 발생으로 시스템 자원의 낭비와 확장에 제한을 갖는다. 또한, 다수의

HA는 공통의 FA를 통해 데이터그램을 전송하므로 터널링 집중 문제[4]가 발생한다. 반면에, 원격가입 방식은 MH가 FA를 통해 멀티캐스트 그룹에 가입하는 방식으로 MH의 위치가 변할 때마다 트리가 재구성되므로 항상 최적의 경로를 제공한다. 그러나 멀티캐스트 트리의 재구성으로 인해 비용부담이 증가하고, MH의 핸드오프시 빈번한 가입/탈퇴로 시그널링 지연(signaling delay)의 증가와 패킷 손실이 발생한다[4].

따라서 본 논문에서는 이동 사용자에게 멀티캐스트를 효율적으로 지원하기 위해 FA기반의 프로토콜인 EMP(Enhanced Multicast Protocol)를 제안한다. 제안한 EMP는 MH의 이동성을 지역적으로 관리[5]함으로써 빈번한 멀티캐스트 트리의 재구성에 소요되는 비용을 줄이고, 가입/탈퇴로 인해 발생하는 시그널링의 지연과 패킷 손실을 해결하였다.

본 논문의 구성은, 2장에서 이동 사용자에게 멀티캐스트를 지원하기 위한 기존 연구에 대해 살펴보고, 3장에서는 본 논문에서 제안하는 프로토콜 대해 설명하고, 마지막 4장에서는 결론 및 향후 연구방향에 대해 언급하도록 한다.

2. 관련 연구

Mobile IP에서 이동 멀티캐스트를 보다 효율적으로 지원하기 위해 많은 연구들이 진행되었다[4, 6, 7]. 양방향 기반의 MoM은 터널링 집중 문제를 해결하기 위해 제안되었다[6]. 이 기법은 FA가 다수의

HA중에서 하나의 HA를 DMSP(Designated Multicast Service Provider)로 선택하고, 오직 선택된 DMSP로부터 멀티캐스트 데이터를 전송하도록 제한하여 터널링 집중 문제를 해결하였다. 그러나 이 기법은 DMSP의 핸드오프시 패킷 손실이 발생된다. 즉, 새로운 DMSP가 선택되기 전에 이전 네트워크에서 어느 누구도 MH에게 서비스를 제공하지 않기 때문에 이 기간동안 패킷 손실이 발생하며 경로의 비최적화 문제와 데이터 중복 문제도 여전히 존재한다.

MHA(Multicast Home Agent)와 서비스 범위의 개념을 사용하는 RBMoM은 MoM을 확장한 것으로 빈번히 갱신되는 멀티캐스트 트리의 관리와 최적의 경로를 제공한다[7]. 만약 MH가 같은 MHA의 서비스 범위내에서 이동하는 경우 MHA의 핸드오프는 발생하지 않고, MH가 MHA1의 서비스 범위내로 이동할 경우에만 핸드오프와 트리 갱신이 발생된다. 결과적으로 RBMoM은 동적인 그룹 멤버쉽과 이동 호스트의 이동성을 지원하며 멀티캐스트 트리의 재구성에 소요되는 비용 부담을 최소화하였다. 그러나 서비스 범위는 네트워크 종류에 따라 유동적으로 변하므로 고정된 서비스 범위를 설정하기가 어렵고, 서비스 범위 값을 사용하기 위한 부가적인 제어 메시지가 필요하다.

RMMP[4]는 네트워크의 비동기 문제로 발생하는 패킷 손실을 인접한 서브넷간의 터널링을 통해 회복하여 신뢰성 있는 멀티캐스트 전송 기법을 제안하였다. RMMP은 세 개의 구성요소로 이루어지는데 이는 MH의 이동에 따른 네트워크의 비동기화 문제로 발생하는 패킷 손실을 회복하기 위해 사용된다. 만약 MH가 서브넷1에서 서브넷2로 이동했을때, 패킷 손실이 발생하면, 이전의 FA는 손실된 패킷을 캡슐화(encapsulation)하여 서브넷2의 FA에게 터널링하여 손실된 패킷을 회복한다. 따라서 제안된 RMMP는 최적의 경로를 제공하고 비동기로 인해 발생하는 패킷 손실을 해결하였으나, 빈번한 가입/탈퇴로 인한 패킷 손실을 효율적으로 해결하지 못하고 멀티캐스트 트리의 재구성시 많은 양의 시그널링과 오버헤드를 초래한다.

따라서, 본 논문에서는 원격가입 방식에서 발생하는 패킷 손실과 빈번한 멀티캐스트 재구성의 오버헤드를 최소한으로 줄이기 위해서 지역적으로 MH의 이동을 관리하고 손실된 패킷은 RFA를 통해 회복하는 프로토콜 EMP(Enhanced Multicast Protocol)를 제안한다.

3. 제안하는 멀티캐스트 프로토콜 : EMP

3.1 개요

EMP는 이동 사용자에게 멀티캐스트를 효율적으로 지원하기 위해서 설계되었다. EMP는 FA기반의 원격가입 방식을 사용하기 때문에 최적의 경로를 제공하여 멀티캐스트 데이터그램의 전송 효율이 높고 터널링 집중 문제가 발생하지 않으므로 경로별 중복된 패킷이 존재하지 않는다. 또한 MH의 이동성을 지역

적으로 관리하여 트리의 갱신에 소요되는 비용과 가입/탈퇴로 인해 발생하는 시그널링 지연과 패킷 손실을 효율적으로 해결한다.

제안된 EMP는 MH의 이동을 지역적으로 관리하기 위해 FA를 확장한 RFA(Root of FA)를 정의한다. RFA는 지역을 관리하는 에이전트이며, MH가 새로운 네트워크로 이동했을 경우 최초로 방문하는 FA가 RFA의 역할을 수행하고 MH는 RFA를 통해 멀티캐스트 그룹에 가입한다. 만약 RFA가 이미 멀티캐스트 그룹에 가입된 경우 MH는 FA를 통해 단순히 RFA에 바인딩 정보를 등록하여 그룹에 참여한다. 만약 MH가 RFA 지역내에서 FA간 이동이 발생할 경우, 지역적 등록을 수행하여 트리 갱신에 소요되는 비용을 줄인다.

원격가입 방식은 가입/탈퇴 정책을 사용하기 때문에 MH의 핸드오프 발생시 시그널링 지연으로 인해 패킷 손실이 발생한다. 이를 극복하기 위해서 EMP는 RFA가 유지하는 서빙 테이블(serving table)의 캐쉬(Cache) 블록에 임시로 저장된 데이터그램을 통해 보다 효율적으로 회복한다.

3.2 MH의 지역적 관리

MH가 HN(Home Network)에서 다른 네트워크로 이동했을 경우, MH는 HA에 그룹 탈퇴 메시지를 전송한다. 다른 네트워크로 이동한 MH는 그룹 가입 메시지를 FA에 전송하고 동시에 등록절차를 수행하여 CoA(Care-of-Address)를 획득한다. 이때 MH가 최초로 등록한 FA는 RFA가 된다. RFA는 수신한 가입 메시지를 통해 즉시 멀티캐스트 그룹(ex. G)에 가입한다.

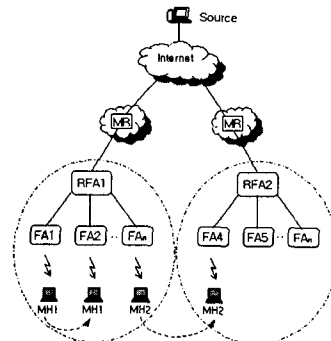


그림 1 MH의 지역적 관리

이때 그룹 G에 가입되는 주소는 RFA의 CoA이다. 이 주소는 MH가 동일한 RFA에서 FA를 변경하더라도 변경되지 않는다. 만약 MH가 이동했을때 이동한 네트워크의 RFA가 이미 그룹 G에 가입이 되어 있다면, MH는 FA에서 CoA를 획득하여 RFA에게 자신의 바인딩 정보를 등록하여 그룹 G에 참여한다. 그림 1은 통신하던 MH가 동일한 RFA1 지역내에서 이동했을 경우와 다른 지역의 FA2로 이동했을 경우 등록이 수행되는 과정을 도식화한 것이다. 만약 MH1이 FA1에서 FA2로 이동하는 경우, 동일한 RFA1내에서 이동하기 때문에 MH1는 지역적 등록이 수행되어 RFA1는 MH1의 새로운

바인딩 정보만을 갱신하고 멀티캐스트 트리 갱신은 수행되지 않는다. 트리의 갱신은 MH2처럼 새로운 지역 RFA2로 이동했을 경우에만 발생하므로 기존 방식보다는 트리 재구성의 오버헤드(overhead)가 줄어든다. 결과적으로 RFA는 MH의 이동을 지역적으로 관리하므로써 빈번한 멀티캐스트 트리의 갱신과 가입/탈퇴로 인한 시그널링 지연이 줄어든다.

3.3 EMP 데이터 구조와 손실 회복

새로운 네트워크로 이동한 MH의 RFA가 그룹 G에 가입이 완료되면 RFA와 FA는 각각 서빙 테이블과 방문자 테이블을 생성한다. 그림 2는 EMP를 구현하기 위해 필요한 데이터 구조를 도식화한 것이다.

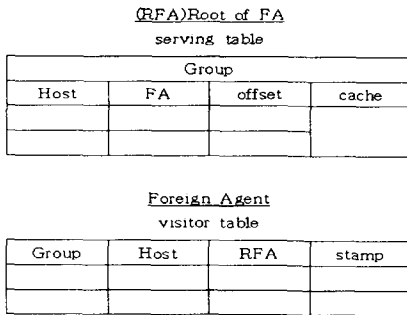


그림 2 EMP의 데이터 구조

RFA로부터 관리되는 서빙 테이블은 그룹 G에서 전송되는 데이터그램을 임시로 저장하기 위한 캐쉬 블록과 MH의 바인딩 정보를 등록하기 위한 Host와 FA 블록, 그리고 MH로부터 전송되는 손실된 데이터그램의 순서번호(sequence number)를 저장하기 위한 오프셋(offset) 블록으로 구성되고, FA의 방문자 테이블은 현재 그룹에 참여하고 있는 MH와 MH에 대한 RFA, 그리고 그룹정보와 MH가 언제 임기가 만료되는지를 알기 위한 스탬프(stamp)블록으로 구성된다. MH의 이동시 발생하는 패킷 손실은 RFA를 통해서 회복한다. 그림 1에서, 만약 FA2로 이동한 MH1이 수신한 패킷의 순서번호(SEQ=3)가 이전 FA1에서 수신한 패킷의 순서번호(SEQ=4)보다 작다면 MH1은 이를 무시하고 데이터그램을 계속 수신한다. 그러나 MH1이 이전에 수신한 패킷(SEQ=5)보다 순서번호가 높은 패킷(SEQ=8)을 수신하는 경우는 패킷손실(SEQ=6, 7)이 발생한다. 이때 MH1은 오프셋 블록[6, 7]을 RFA1에 등록하고 RFA1은 서빙 테이블을 참조하여 현재의 MH1에게 손실된 패킷부터 전송한다.

만약 MH2가 RFA1에서 새로운 네트워크 RFA2로 이동할때, MH2는 탈퇴메시지를 FA2를 통해 RFA1에 전송하여 MH2에 대한 정보를 삭제하고, 만약 MH2가 수신한 패킷이 이전에 수신한 패킷보다 순서번호가 낮은 패킷을 수신하면 이를 무시하고 계속 데이터그램을 수신한다. 그러나 이전의 패킷(SEQ=4)보다 높은 패킷(SEQ=7)을 수신하면 MH2는 오프셋 블록[5, 6]을 FA4를 통해 RFA2에 전송한다. 만약 RFA2가 캐쉬로부터 손실된 패킷을 회복할수 있으면 MH2에게 손실된 패킷부터 전송하여 회복한다. 그렇지 않으면, RFA2

는 그룹 G에 재전송 요청을 하여 손실된 데이터그램을 회복한다. 따라서 MH의 이동으로 발생하는 패킷 손실의 회복을 RFA를 통해 수행되므로 손실 회복 시간은 기존의 방식보다 훨씬 감소되고 회복절차에 대한 오버헤드가 줄어들어 이동성이 많은 이동 사용자에게 적용할 수 있다.

4. 결론 및 향후 연구계획

본 논문에서는 IP 네트워크상에서 이동 사용자에게 멀티캐스트 서비스를 보다 효율적으로 지원하기 위해 새로운 프로토콜을 제안하였다. 제안한 EMP는 원격가입 방식에서 발생하는 빈번한 멀티캐스트 갱신의 오버헤드를 줄이기 위해 지역적으로 MH의 이동을 관리하여 가입/탈퇴로 인한 시그널링 지연과 패킷 손실을 완화시켰다. 또한 MH의 이동으로 발생하는 패킷 손실은 이동 사용자가 위치해 있는 지역내의 RFA를 통해 회복을 수행하므로 기존의 방식보다 회복절차에 대한 오버헤드가 감소되어 이동 사용자에게 보다 효율적으로 멀티캐스트를 지원 할 수 있다. 그리고 제안한 프로토콜은 양방향 방식에서 발생하는 터널링 집중문제나 비효율적인 삼각라우팅이 발생하지 않는다. 그러나 제안한 EMP는 RFA가 고장이나 오류가 발생하면 그 지역내에 있는 모든 이동 사용자에게 서비스를 지원하지 못하는 문제가 발생한다. 따라서 향후 연구과제로서는 RFA를 효율적인 분산 및 관리에 관한 연구가 요구된다.

5. 참고문헌

- [1] E. Deering, "Multicast routing in a Datagram internetwork", PhD thesis, Stanford University, Dec. 1991.
- [2] H. Gossain, "multicasting in a wireless environment," *IEEE Communication Magazine*, Jun 2002.
- [3] C. Perkins, "IP Mobility Supports," RFC 2002, IBM, Oct. 1996.
- [4] W.Liao, C.A.Ke and J.R.Lai, "Reliable Multicast with Host Mobility," *Globecom'00*, pp.1692-1696, Nov. 2000.
- [5] E. Gustafsson, A. Jonsson, C. Perkins, "Mobile IPv4 Regional Registration," *Internet Draft* Oct. 2002.
- [6] 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*, pp.151-160, Sept. 1997.
- [7] R.Lin and K.M.Wang, "Mobile Multicast Support in IP Networks," *INFOCOM2000*, pp.1664-1672, Mar. 2000.