

Mobile IPv4 지역 등록 기법을 기반으로 한 계층적 멀티캐스트*

김정애, 김태수, 이광휘
창원대학교 컴퓨터공학과 통신시스템연구소
e-mail : beury@csl.changwon.ac.kr, khlee@changwon.ac.kr

A Hierarchical Multicast Based on Regional Registration approach with Mobile IPv4

Jeong-Ai Kim, Tae-Soo Kim, Kwang-Hui Lee
Communication Systems Lab, Dept. of Computer Engineering, Changwon Nat'l Univ.

요 약

호스트의 위치를 동적으로 관리해야 하는 이동 통신망 환경에서 멀티캐스트 서비스 지원을 위하여 기존 고정 통신망 환경에서 사용되는 멀티캐스트 프로토콜의 사용은 부적합하다. 이동 호스트의 이동성을 보장하기 위하여 IETF에서는 원격 가입(remote subscription)과 양방향 터널링(bi-directional tunneling)을 제안하였다. 하지만, 이 방법들 또한 경로 비최적화 문제, 멀티캐스트 트리의 빈번한 재구성 등의 문제점을 가지고 있다. 본 논문에서는 Mobile IPv4 지역 등록 기법을 이용함으로써 이동 호스트의 이동 후 등록 절차에서 나타나는 지연을 줄였다. 그리고, 멀티캐스트 트리의 빈번한 재구성을 줄이기 위해서 로컬 네트워크의 GFA(gateway foreign agent)가 실제 트리에 가입한다. 그러므로 로컬 네트워크 내의 움직임은 트리 재구성에 영향을 미치지 않도록 하였다. 또한 이동 호스트는 이전 DFA에게 멀티캐스트 데이터를 포워딩 받을 수도 있고, 현재의 GFA가 직접 멀티캐스트 트리에 가입하여 데이터를 받을 수 있다. 이러한 기법들을 사용하여 경로 비최적화 문제를 해결하고, 트리 재구성 빈도를 줄일 수 있는 방안을 제시하였다.

1. 서론

네트워크 사용자의 다양한 서비스 요구와 네트워크 기술의 발전으로 이동 통신망이라는 새로운 환경이 나타났다. 이동 통신망 환경에서도 사용자들은 멀티캐스트 서비스에 적합한 응용 프로그램인 화상회의, 그룹 메일 전송, 분산 파일 시스템 등을 사용하고자 한다[1].

이동 통신망 환경에서는 이동 호스트의 위치를 동적으로 관리하여야 하고, 이동 호스트가 이동할 때마다 멀티캐스트 트리를 재구성해야 한다. 이런 환경에 고정 통신망 환경에서 사용하는 멀티캐스트 프로토콜을 그대로 사용한다는 것은 부적합하다. 만일 이동 호스트의 수가 많아지고, 이동성이 증가한다면 이는 빈번한 멀티캐스트 트리의 변화를 유발시킨다. 그러므로

트리 구성을 위한 상당한 비용 증가와 함께 불완전한 트리의 구성, 멀티캐스트 데이터의 손실 등과 같은 여러가지 문제점이 대두된다[1].

이동 통신망 환경에서 이동 호스트에게 효율적인 멀티캐스트 서비스를 제공하기 위하여 다양한 연구가 진행되고 있다. 특히 IETF Mobile IP[2]가 이동 호스트의 유니캐스트 라우팅 프로토콜로 표준화 되었기 때문에 Mobile IP를 사용하는 호스트를 위한 멀티캐스팅 방법들이 제시되고 있다[1]. 여기에는 HA(home agent) 기반과 FA(foreign agent)기반의 멀티캐스트 방식이 있다. 하지만, HA기반은 경로 비최적화 문제가 존재한다. 그리고, FA기반은 멀티캐스트 트리의 빈번한 재구성 문제가 있고, FA기반에 사용되는 모든 라우터는 멀티캐스트 라우터야 한다. 따라서 본 논문에서는 멀티캐스트 트리의 재구성 빈도를 줄이기 위하여 로컬 네트

* 본 논문은 정보통신부의 정보통신기초기술연구지원사업(C1-03-1237-00)으로 수행된 결과의 일부임.

워크를 계층적으로 구성하고, 경로 비최적화를 없애기 위하여 FA기반의 멀티캐스트 방식을 사용하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 Mobile IPv4에서의 멀티캐스트 지원 방법들의 문제점을 보완하고자 지금까지 제안되어온 관련 연구들을 소개한다. 3장에서는 본 논문에서 제안하고자 하는 시스템의 구성과 동작 방식을 설명한다. 마지막으로 4장에 결론 및 향후 연구를 언급한다.

2. 관련 연구

이동 통신망 환경에서 이동 호스트에게 멀티캐스트 서비스를 제공하기 위하여 Mobile IPv4[2]는 두 가지 방법을 제안하였다. 첫째는 FA기반의 멀티캐스트를 지원하는 원격 가입(remote subscription)이다. 이 방법에서는 이동 호스트가 이동한 네트워크의 FA를 통해 멀티캐스트 트리에 재가입한다. 이는 이동 호스트가 어떤 곳으로 이동하더라도 이동 호스트의 위치에 맞게 멀티캐스트 경로를 최적화 할 수 있는 장점이 있다. 하지만, 이동 호스트가 움직일 때마다 멀티캐스트 트리를 재구성 해야 하는 문제점을 가진다. 둘째는 HA기반의 멀티캐스트를 지원하는 양방향 터널링(bidirectional tunneling) 방법이다. 이동 호스트가 어떤 곳으로 이동하더라도 HA로부터 터널링을 통해 멀티캐스트 서비스를 받는다. 이 방법은 이동 호스트의 움직임에 대한 투명성을 보장할 수는 있으나, 멀티캐스트 서비스경로가 비최적화 된다. 또한 이동 호스트당 터널을 가져야 하기 때문에 터널에 대한 비용이 증가된다.

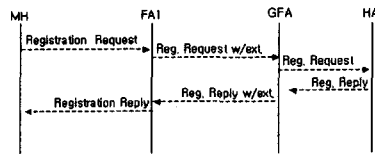
MoM(mobile multicast)[3]은 IETF에서 제안한 HA기반의 멀티캐스트에서 이동 호스트당 터널을 가진다는 문제점을 보완하고자 제안된 프로토콜이다. 방문 네트워크에 있는 이동 호스트들의 HA가 동일할 경우 하나의 터널만을 사용하여 데이터를 전송하고 FA가 각 호스트 수만큼 복사하여 전송한다. 또한 하나의 방문 네트워크에 같은 서비스를 지원하는 서로 다른 HA를 가지는 이동 호스트가 여러 개 있을 수 있다. 이때 HA당 터널을 만들면 FA는 터널 집중화 문제가 발생한다. 이를 해결하기 위해 DMSP(designated multicast service provider)를 두었다. 하지만, MoM은 여전히 경로의 비최적화 문제와 데이터의 중복, DMSP의 핸드오프 시의 문제점들은 그대로 가지고 있다.

MA(multicast agent)[4]는 멀티캐스트 트리의 빈번한 재구성을 줄이기 위하여 제안되었다. 여러 개의 네트워크를 관할하는 하나의 MA를 두어, 이 MA가 멀티캐스트 트리에 직접 가입을 한다. 각 FA는 하나의 MA로부터만 서비스를 받을 수 있다. 그리고 MA의 서비스 영역은 중첩되지 않는다. 그렇기 때문에 MoM의 터널 집중화를 피할 수 있다. 하지만, MA간 핸드오프시 MA가 멀티캐스트 트리에 가입하기까지 이동 호스트는 서비스를 받지 못하는 문제점이 있다.

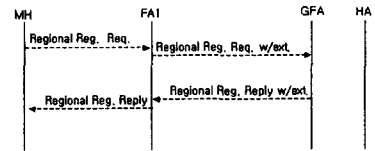
MMA(multicast by multicast agent)[1]는 MoM의 문제점을 보완하기 위하여 IETF에서 제안한 두 가지 방법을 모두 사용한다. 이 시스템은 이동 호스트에게 멀티캐스트 데이터를 전송하는 책임을 가지는 MA, 멀티캐

스트 데이터를 포워딩 해주는 MA를 나타내는 MF(multicast forwarder)라는 새로운 개념을 도입하였다. 로컬 네트워크가 직접 멀티캐스트 트리에 포함되어 멀티캐스트 라우터로부터 직접 데이터를 전송 받는 경우에 MA는 자신의 ID를 MF값으로 가지게 된다. 그리고, 로컬 네트워크가 멀티캐스트 트리에 포함되어 있지 않고 다른 네트워크로부터 데이터를 받을 경우에는 다른 네트워크의 MA_ID를 MF값으로 가진다. 로컬 네트워크가 다른 MA를 통해서 멀티캐스트 데이터를 포워딩 받는 동안 join-option을 이용하여 멀티캐스트 트리에 직접 가입한다. 방문 네트워크의 MA는 멀티캐스트 트리가 재구성되고 나면 트리로부터 직접 서비스를 받을 수 있다. 이러한 방법을 사용하여 경로 비최적화 문제를 없앨 수 있도록 제안하였다. 하지만, MMA는 이동 에이전트와 이동 호스트의 기능 확장과 부가적인 제어 메시지를 필요로 하는 오버헤드를 가진다.

이동 통신망 환경에서 핸드오프시의 등록 절차에서 나타나는 지연을 줄이는 방법 또한 중요한 분야이다. 이 중에 한 가지가 지역 등록(regional registration)[5] 기법이다. Mobile IPv4에서는 이동 호스트가 다른 네트워크로 이동한 경우 자신의 위치를 HA에게 알려야 한다. 이는 이동 호스트가 HA를 통해 자신의 위치로 서비스를 받기 위한 것이다. Mobile IPv4를 사용할 때, 홈 네트워크와 방문 네트워크의 거리가 먼 경우, 등록을 위해 긴 지연이 발생한다. 이러한 지연으로 인하여 실시간 서비스를 제공하는데 어려움이 있다. E. Gustafsson 등은 이러한 문제점을 해결하기 위하여 GFA(gateway foreign agent)와 지역 등록 메시지를 도입하였다. 이들은 빈번한 홈 등록(home registration)으로 인하여 발생하는 홈 네트워크에서의 시그널링 오버헤드를 효과적으로 줄였다. 그리고 방문 도메인 내에서 핸드오프를 빠르게 수행하여 시그널링 지연을 줄이는 기법을 제안하였다[5]. (그림 1)은 홈 등록 절차와 지역 등록 절차를 보여준다.



(a) home registration



(b) regional registration

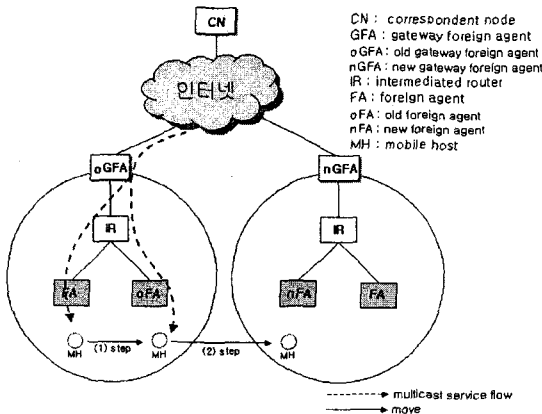
(그림 1) home registration과 regional registration

3. 계층적 구조를 이용한 멀티캐스트 기법

이동 통신망 환경에서 끊임 없이 멀티캐스트 서비스를 지원하기 위하여 크게 두 가지 방향으로 연구가

진행중이다. 이동 호스트의 핸드오프시 홈 에이전트에 등록하는 절차에서 생기는 지연을 줄이는 방향과 멀티캐스트 트리의 재구성 빈도를 줄이는 방향이다.

본 논문은 등록 절차에서 생기는 지연을 줄이기 위하여 Mobile IPv4 지역 등록 기법을 기반으로 하였고, 트리의 재구성 빈도를 줄이기 위하여 계층적 구조를 사용하였다. (그림 2)는 위의 두 가지 사항을 고려한 전체 구조도이다.



(그림 2) 전체 구조도

3.1 시스템 구성

본 논문에서 도메인의 개념은 하나의 자치시스템 (autonomous system)을 지칭한다. 이러한 도메인은 하나의 GFA, 여러 개의 IR(intermediated router)과 FA들로 구성된다. IR은 중간 계층의 라우터이며 여기에는 이동 호스트가 직접 연결되지 않는다. 그리고, 본 논문에서는 GFA와 FA는 기존의 기능에 다음과 같은 기능들을 추가하였다. GFA는 Mobile IPv4를 지원하고, 멀티캐스트를 지원하는 라우터이다. 이 GFA는 자신의 하위에 있는 FA들을 대신하여 실제 멀티캐스트 트리에 가입을 하게 된다. 그러므로 GFA는 멀티캐스트 서비스를 받고자 하는 FA들의 리스트(FA-list)를 관리한다. 이는 GFA내에서 이동 호스트가 이동하는 것은 트리에 영향을 미치지 않게 하기 위한 것이다. FA는 이동 호스트와 직접적으로 연결되는 라우터로서 Mobile IPv4를 지원하고, 멀티캐스트를 지원하는 라우터이다. 이동 호스트가 멀티캐스트 서비스를 받고자 요청할 경우, FA는 서비스를 받고 있는 호스트가 자신의 영역 안에 있는지 확인한다. 만일 서비스 받고 있는 호스트가 없는 경우, FA는 이동 호스트를 대신하여 GFA에게 역 터널링(reverse tunneling)을 통해 멀티캐스트 join 메시지를 전송하게 된다. 그러므로 FA는 자신의 하위에 있는 호스트들의 리스트를 관리한다. GFA를 통해 FA에게 멀티캐스트 데이터가 전송되면 FA는 로컬 멀티캐스트를 이용하여 호스트들에게 서비스한다. 그리고, 본 논문에서는 만일 FA가 멀티캐스트 라우터가 아닐 경우를 대비하여 멀티캐스트 서비스를 지원할 수 있도록 다음과 같은 몇 가지 기능을 추가하였다. 멀티캐

스트 멤버십을 관리하는 기능, GFA에게 터널링을 통한 멀티캐스트 join 메시지 전달 기능, 로컬 멀티캐스트를 할 수 기능들이다.

3.2 데이터 전달

이동 호스트의 약 70%가 지역내에서 이동한다는 통계[6]가 발표되었다. 그러므로 본 논문에서는 광역 이동성(global mobility)과 지역 이동성(local mobility)을 분리하여 계층적 구조를 제안한다. 멀티캐스트 트리의 직접 연결은 GFA가 담당하고, 도메인내에서는 GFA가 터널을 통하여 FA에게 멀티캐스트 데이터를 전송하게 된다. 도메인내 FA간의 이동은 실제 멀티캐스트 트리에는 영향을 미치지 않기 때문에 트리 재구성 빈도를 줄일 수 있게 된다. 이동 호스트가 도메인간 이동을 할 경우 이동한 도메인에서 같은 그룹에 속한 멤버가 있는지를 확인한다. 만일 멤버가 없을 경우, 이동 호스트는 이전의 GFA에게서 멀티캐스트 서비스를 계속적으로 받게 되고, 현재 GFA는 멀티캐스트 트리에 가입하기 위한 시도를 한다. 실제 멀티캐스트 트리에서 데이터가 전송되기 시작하면 이동 호스트는 이전 GFA가 전송하는 데이터를 멈추게 한다. 이는 멀티캐스트 트리의 경로를 최적화 할 수 있게 한다.

지금부터 이동 호스트가 멀티캐스트 서비스를 받기 위한 시그널링 절차를 이동 범위에 따라 알아보도록 하겠다.

(1) 멀티캐스트 서비스를 받고자 하는 호스트가 처음 생성되었을 때

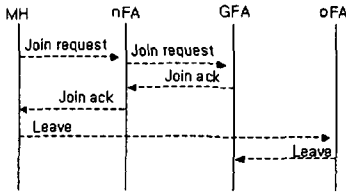
멀티캐스트 서비스를 원하는 이동 호스트가 생긴다면, 고정 네트워크에서 멀티캐스트 서비스를 받기 위하여 수행되는 일과 동일하게 수행된다. 즉, 이동 호스트는 멀티캐스트 트리에 가입하기 위해서 join 메시지를 전송하게 되고, 이를 받은 FA는 멤버 관리를 한다. 그리고 FA는 GFA에게 다시 join 메시지를 전송한다. GFA는 도메인을 대표하여 실제 멀티캐스트 트리에 가입하여 데이터를 받게 된다.

(2) 같은 도메인내 다른 에이전트로 핸드오프 시

본 논문에서는 같은 도메인내 FA간의 핸드오프가 가장 많이 발생할 것으로 가정한다. 그러므로 트리 재구성 발생 빈도가 증가할 것이다. 이 발생 빈도를 줄이기 위하여 계층적 구조를 제안한다.

(그림 2)의 (1)step과 같이 이동 호스트가 nFA로 핸드오프시 이동 호스트는 멀티캐스트 join 메시지를 전송하게 된다. Join 메시지를 받은 nFA는 같은 그룹의 멤버가 있는지 확인하고, 없다면 GFA에게로 join 메시지를 전송한다. 이동 호스트가 oFA에서 nFA로 이동하기 전에, 멀티캐스트 서비스를 받고 있었기 때문에 GFA로부터 바로 멀티캐스트 데이터를 nFA로 터널링해서 전송하게 된다. 만일 nFA에 같은 그룹의 서비스를 받는 멤버가 존재한다면 이동 호스트는 바로 멀티캐스트 데이터를 받을 수 있다. 데이터를 받기 시작한

이동 호스트는 oFA에 leave 메시지를 보내 자신이 그곳에 존재하지 않는다는 사실을 알려준다. (그림 3)은 위의 메시지 절차를 보여주는 그림이다.

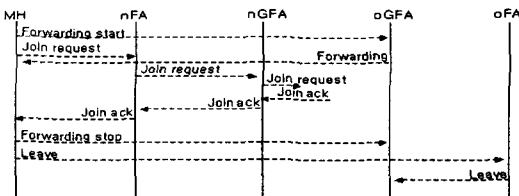


(그림 3) 도메인내의 핸드오프시 메시지 처리

(3) 다른 도메인으로 핸드오프시

서로 다른 도메인으로 이동할 경우에는 몇 가지 고려할 사항이 있다. 도메인이 서로 다르다면 각각의 도메인이 같은 시스템을 사용하기 보다는 서로 다른 시스템을 사용할 가능성이 커진다. 이런 점을 고려하여 본 논문에서는 이동 호스트가 서로 다른 도메인으로 이동할 경우, 이동한 도메인내의 GFA가 멀티캐스트 트리에 가입하기 전까지는 이전의 GFA로부터 멀티캐스트 데이터를 포워딩 받는다. 이는 경로 최적화를 위하여 이동한 도메인내의 GFA가 멀티캐스트 트리에 가입하는 동안 이동 호스트에게 계속적으로 멀티캐스트 서비스를 제공하기 위한 것이다.

(그림 2)의 (2)step과 같이 서로 다른 도메인간 핸드오프시 이동 호스트는 이전에 데이터를 받고 있던 oGFA에게 계속해서 데이터를 포워딩 시켜줄 것을 요청한다. oGFA로부터 데이터를 받는 동안 nGFA는 멀티캐스트 트리에 가입을 요청한다. 트리에 가입을 한 nGFA로부터 멀티캐스트 데이터가 전송되기 시작하면, 기존의 포워딩을 멈추도록 하는 메시지를 이동 호스트가 oGFA로 보낸다. 그리고 이동 호스트는 oFA에게 자신이 그곳에서 이동한 사실을 알리고, 멀티캐스트 멤버를 관리하도록 한다. 이때 oFA의 마지막 멤버이면 oGFA에게도 멤버를 삭제할 것을 요청한다. oGFA는 oFA에 대한 정보를 삭제하고, oFA가 마지막 멤버이면 멀티캐스트 트리에서 삭제된다. (그림 4)는 서로 다른 도메인으로 핸드오프할 경우의 메시지 처리 과정을 보여준다.



(그림 4) 도메인간의 핸드오프시 메시지 처리

만일 이동해 간 도메인 안에 같은 그룹의 멤버가 존재할 경우에 nFA는 멤버 관리를 하고, 이동 호스트에게 바로 멀티캐스트 데이터를 전송해준다. 데이터를 전송 받기 시작하면 이동 호스트는 oFA에게 leave 메

시지를 전송하여 자신이 떠나는 정보를 알려준다. Leave 메시지를 받고 난 다음 처리 과정은 (그림 6)과 동일하다.

4. 결론 및 향후 연구

지금까지 이동 통신망 환경에서 멀티캐스트 서비스를 받기 위한 연구들의 장단점들과 제안 시스템의 특징에 대해 알아 보았다.

이동 통신망 환경에서 효율적인 멀티캐스트 서비스를 위하여 두 가지 방향으로 연구가 진행되고 있다. 첫번째는 이동 호스트의 핸드오프시 빠른 핸드오프 절차를 수행하는 것이다. 둘째는 멀티캐스트 트리의 재구성 빈도를 줄이고 조인 횟수를 줄이는 것이다.

본 논문에서는 이 두 가지 사항을 적절히 결합하였다. 등록 절차에서 발생하는 지연은 Mobile IPv4 지역 등록 기법을 사용하여 줄였다. 그리고, 멀티캐스트 트리의 재구성 빈도를 줄이기 위하여 로컬 네트워크를 관리하는 게이트웨이가 실제 멀티캐스트 트리에 가입하는 방법을 사용하였다. 이동한 네트워크의 GFA가 실제 멀티캐스트 트리에 가입함으로써 경로를 최적화할 수 있다. 하지만, 본 논문에서는 FA당 터널을 만드므로 IR에는 터널 집중화 문제가 발생하게 될 가능성이 있다.

현재, 본 논문에서 제안한 기법을 검증하기 위하여 시뮬레이션을 수행하고 있으며, 그 결과를 기존의 연구들과 비교 분석 중이다. 그리고, 향후에는 터널 집중화 문제를 해결하기 위한 방법이 고려될 필요가 있다.

참고문헌

- [1] 신회숙, 서영주, 안성욱, "이동네트워크 환경에서의 멀티캐스트 라우팅 프로토콜", 정보과학회논문지, Vol.27, No.4, pp. 418-428, December 2000.
- [2] Perkins, "IP mobility support", RFC3344, August 2002.
- [3] T. G. Harrison and C. L. Williamson, "Mobile Multicast (MoM) Protocol: Multicast Support for Mobile Hosts", ACM MOBICOM 97, pp.151-160, 1997.
- [4] Yu Wang, Weidong Chen, "Supporting IP Multicast for Mobile Hosts", Mobile Networks and Applications, Vol. 6, pp. 56-66, 2001.
- [5] E. Gustafsson, A. Jonsson, C. Perkins, "Mobile IPv4 Regional Registration", IETF Internet-Draft, draft-ietf-mobileip-reg-tunnel-07.txt, October 2002.
- [6] G. Kirby, "Locating the User", In Communication International, 1995.