

계층적 경로 재설정을 이용한 이동 멀티캐스트

김선집^U, 권순홍, 신용태
송실대학교 컴퓨터학과
ksj@cherry.soongsil.ac.kr

A Mobile Multicast using Hierarchical Route Reconstructions

Sunjib Kim^U, Soonhong Kwon, Yongtae Shin
Dept. of Computing, Soongsil University

요 약

이동 통신 환경은 호스트가 이동하면서 인터넷에 접속할 수 있도록 한다. 멀티캐스트는 분산되어 있는 그룹의 특정 멤버에게 신뢰성 있는 분산 시스템을 제공한다. 호스트에 이동성을 멀티캐스트에 환경 하에 제공하는 것은 새로운 도전이다. 즉 이미 설정된 멀티캐스트 데이터 전달 경로는 호스트의 이동성에 의해 계속해서 다시 설정되어야 하며, 이로 인하여 심각한 오버헤드를 야기 시킨다. 이에 본 논문에서는 이동 호스트의 위치에 따라 멀티캐스트를 선택적으로 경로 설정을 제공할 수 있는, 적은 오버헤드를 가지는 방법을 제시한다. 이는 이동 환경을 겹치지 않는 지역과 인터 도메인, 인트라 도메인으로 분할 하여 제공함으로써 한 지역에서의 이동 호스트의 이동에 의한 멀티캐스트 라우팅 경로 재 설정을 외부지역으로부터 독립시킨다.

1. 소개

인터넷의 사용자가 증가함과 동시에 컴퓨터가 소형화되고 또 노트북과 같은 휴대가 간편한 컴퓨터가 보급됨과 더불어 무선기술의 발전에 의해 무선 인터넷 서비스에 대한 요구가 증가하고 있다. 그러나 현재 인터넷은 사용자 이동성을 지원하지 않는다. 즉 인터넷의 라우팅과 주소 체계가 특별한 이동성을 지원하지 않으면, 계속해서 이동하는 사용자에게 본연의 서비스를 제공하지 못한다. 이에 IETF의 Mobile IP Working Group에 의해 IPv4와 IPv6환경하의 이동성 지원이 연구되고 있다. 이에 반해 특정된 다수에게 데이터를 전송하는 멀티캐스트는 전통적인 전송 방법인 유니캐스트와 브로드캐스트에 반해 네트워크 성능 향상을 가져온다. 멀티캐스트를 사용하는 주 동기는 하나의 송신자와 다수의 수신자 사이의 데이터 전송에 있어 반복적인 행위에 의한 송신자와 링크상의 자원을 보존함에 있다. 이에 현 IPv4에서는 멀티캐스트를 인터넷에서 지원하고자 노력하고 있으며, 차세대 인터넷인 IPv6에서는 그 중요성이 더욱 강조되어 브로드캐스트를 대신할 것으로 본다.

본 논문에서는 비디오 컨퍼런스과 같은 특정 수의 호스트들이 그룹에 가입하며, 그 일부가 이동성을 가지고 있는 상황에서 수신자들이 효율적으로 데이터 전송을 받을 수 있는 방법을 제시한다. 기존의

이동 환경에서 멀티캐스트 전송방법인 홈 에이전트 기반의 멀티캐스트와 외부 에이전트 기반의 멀티캐스트의 문제점을 살펴보고, 제시하는 환경에 알맞은 방법으로 지역적인 또는 국부적인 경로를 재 설정함으로써, 경로 설정의 오버헤드를 최소화하며, 핸드 오프를 최소화 하는 방법을 제시한다.

본 논문의 구성은 2장에서 멀티캐스트 환경에서 이동 노드를 지원하기 위한 관련 분야의 배경 지식에 관하여 간단히 설명하고, 3장에서는 기존에 연구되었던 멀티캐스트를 이동 환경에 적용한 방법들에 대한 장점과 단점을 논하며, 4장에서는 본 논문에서 제안한 방법에 대해 설명하며, 5장에서는 각 방법에 대한 비교 분석을 한다. 마지막으로 6장에서는 본 논문에 대한 결론 및 향후과제를 제시하고자 한다.

2. 연구 배경

이동 IP는 이동 노드들에게 하나의 IP 서브넷으로 부터 다른 IP 서브넷으로 연결된 링크-계층 접속지점을 변화시킨 후 자신의 IP를 변경시키지 않고 다른 노드들과 통신하는 것을 말한다. 이는 이동 노드들에게 홈 주소(Home Address, HA)와 의탁 주소(Care-of Address, COA)를 할당함으로써 가능하다.

이동 환경에서의 통신을 위해 홈 에이전트는 현재 이동 노드의 위

치에 관한 정보를 소유하고 있으며, 외부 에이전트(Foreign Agent, FA)는 자신에게 접속된 이동노드에게 의탁 주소를 부여하는 역할을 담당하고 있다. 의탁 주소를 부여하여 통신이 가능하며 홈 에이전트에게 이 정보를 알려서 홈 네트워크(Home Network)로 오는 이동노드의 데이터를 외부 네트워크(Foreign Network)로 포워딩 시켜준다[1][2].

다자간 전송을 위한 프로토콜인 멀티캐스트는, class D의 IP 주소를 사용하며, 관련된 프로토콜은 호스트들이 그룹에 가입하기 위한 호스트와 이웃한 멀티캐스트 라우터간의 그룹 가입에 관한 프로토콜, IGMP(Internet Group Management Protocol),와 라우터와 라우터간의 데이터 전송을 위한 라우팅 프로토콜로 나눌 수 있다. 라우팅 프로토콜에는 DVMRP(Distance-Vector Multicast Routing Protocol), MOSPF(Multicast Extensions to Open Shortest Path First), PIM-SM(Protocol Independent Multicast-Sparse Mode), CBT (Core-Based Trees)등이 있다[5].

3. 관련 연구

이동 환경에서 이동 호스트에게 기존의 호스트가 고정된 환경에서의 멀티캐스트 서비스를 제공하기 위해서는 여러 가지 문제에 직면한다. 이동 환경에서 네트워크는 멀티캐스트 그룹의 멤버쉽과 데이터 전달 경로에 대해 다루어야 하며, 또한 이동 노드에 의한 변화되는 경로를 다시 설정해야 하는 부담을 갖는다. 이동 노드가 새로운 네트워크로 이동을 한 후 멀티캐스트 서비스를 제공받지 못하는 이유는 멀티캐스트 라우팅이 이전의 설정된 멀티캐스트 데이터 전달 경로에 의존적이며, 라우터들이 호스트에 대한 이동성을 감지하지 못하기 때문이다. 이에 이동 호스트의 이동에도 불구하고 멀티캐스트 데이터 서비스를 제공하고 자 하는 방안이 제시되고 있다.

3.1 홈 에이전트 기반 라우팅

이동 호스트가 멀티캐스트 데이터를 전송 받기 위한 방법으로 가장 손쉬운 방법은 HA가 멀티캐스트 라우팅을 제어하는 것이다. 즉 IGMP를 수행하며, 멀티캐스트 데이터를 이동 노드가 자신의 홈 네트워크에 있듯 전송하는 방법이다. 데이터의 전송은 FA를 통한 터널링에 의해 이루어진다. 즉 멀티캐스트에서 MH가 데이터를 송신하는 경우에 항상 HA의 도움을 받아야 한다. 그 이유는 FA가 멀티캐스트 트리에 직접 연결되지 않기 때문이다. MH가 이동하는 경우에도 항상 HA가 고정된 망에서 접속되어 있으므로 모든 멀티캐스트와 관련된 기능을 HA가 대행하게 된다. 이 방법의 장점은 기존의 프로토콜에 호환성이 매우 높다는 점이다. 이에 반해 큰 단점으로는 데이터 전달이 최적의 경로를 따를 수 없다는 것과, 이미 그룹에 가입된 각각의 HA로부터 중복되게 하나의 FA에게 유니캐스트를 통한 데이터의 전송으로 인하여 멀티캐스트 본연의 목적을 잃어버리게 된다는 것이다. 또한 HA에서 캡슐화로 인한 부하가 생기게 된다. HA 기반의 라우팅에서는 tunnel convergence 문제가 생긴다는 것이다[3][4].

3.2 외부 에이전트 기반 라우팅

이는 항상 FA를 위주로 멀티캐스트 트리가 설정되는 방법으로서, MH의 이동시 새로운 FA에서 그룹에 가입하고, 이전의 FA로부터

는 그룹에 탈퇴하는 형태를 가지게 된다.

이 방법의 장점은 FA를 기준으로 항상 최적의 멀티캐스트 트리가 설정된다는 점이다. 그러나 MH의 이동이 잦은 경우 그룹에 가입, 탈퇴를 매번 반복하게 되는데 많은 비용이 소비되게 된다[3][4].

4. PIM-SM 기반 계층적 외부에이전트 라우팅

본 논문에서는 특정 소수의 인원이 그룹에 가입되어 참여하는 비디오 컨퍼런스의 환경 하에서, 이동성을 가지는 그룹 가입자에게도 지속적인 서비스를 제공하기 위한 새로운 방안을 제시한다. 이 스킴은 부분적인 멀티캐스트 트리를 재구성함에 있어 지역, 인터, 인트라도메인으로 나뉜 트리로 재구성함으로써, 전체 트리 구성에 있어 비용을 최소화 하고자 한다.

4.1 이동 송신자

그룹에 데이터를 전송하고자 하는 멀티캐스트 송신자가 이동성을 가진 경우, 그룹의 RP의 정보를 가지고 이동을 한다. 따라서 그룹에 데이터를 전송하기 위해서는 목적지 주소를 RP로 하여 전송한다.

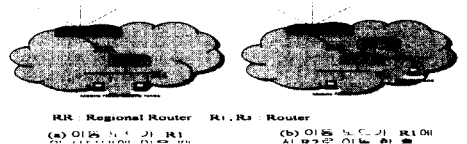
4.2 이동 수신자

기존의 연구에서의 비효율적인 라우팅과 지연 등의 문제를 제거하기 위한 효율적인 그룹 통신을 위해 본 논문에서는 이동 호스트의 위치에 따라 다이나믹한 라우팅 멀티캐스트 전송을 위한 선택적 멀티캐스트 경로 설정을 제시한다.

▼ 인트라 영역 이동

이동 노드가 인트라 영역에서의 이동을 할 경우는, 이에 대한 정보는 다른 영역으로부터 독립적으로 관리된다. [그림 1]에서 보는 것과 같이 이동 노드의 환경은 계층적인 영역으로 구성되며, 이러한 영역은 여러개의 서브넷과 라우터로 구성된다. 즉 하나의 영역은 하나의 서브 네트워크로 간주된다.

영역에서 각 라우터는 그들의 그룹을 관리하고 주기적인 라우팅 정보를 자신의 이웃과 교환하며, 이러한 정보는 영역안에서 영역담당 라우터에 의해 이루어진다. 또한 이러한 영역 라우터는 자신의 영역에서는 라우팅 정보에 대해 초기화하는 지역적인 라우터의 역할을 한다. 따라서 다른 영역의 영역 라우터들 간의 통신은 영역 라우터에 관한 정보만을 교환한다. 이동 노드가 한 영역에서 이동할 경우 영역 라우터에 관련된 그룹에 관한 멤버쉽은 변화치 않으며, 그 영역으로의 멀티캐스트 트리는 변화치 않는다. 다만 영역 내에서의 전달 경로만 변경됨으로서, 이동 노드의 영역 내에서의 이동에 의한 멀티캐스트 트리의 전체적 재구성을 방지한다.



[그림 1] 영역내의 라우팅

▼ 인트라 도메인 이동

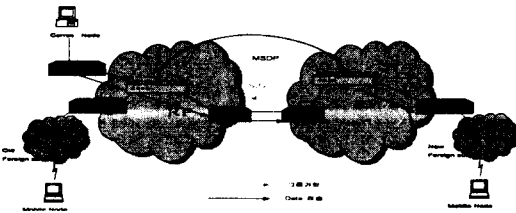
이동 노드가 인트라 도메인 상에서 이동을 할 경우에는, 이에 대한 정보는 다른 도메인으로부터 독립적으로 관리된다. [그림 2]에서 보는 것과 같이 이동 노드의 환경은 RP를 중심으로 멀티캐스트 그룹 트리가 구성되므로 부분적인 RP중심의 트리의 재구성에 의한 전체적인 트리의 재구성으로부터 생기는 오버헤드를 감소시킨다. 예로서 그림에서 이동 노드가 영역 a에서 영역 b로 이동시 영역 라우터 RRa에서 RRb간의 정보 교환에 의한 라우팅이 이루어지면 RP를 중심으로 하는 도메인에서 부분적인 라우팅 정보만이 변화하므로 핸드오프에 지연을 최소화 할 수 있다.



[그림 2] 단일 도메인상의 라우팅

▼ 인터 도메인 이동

이동 노드가 하나의 도메인에서 다른 도메인으로 이동하는 또 다른 문제를 야기한다. 지금 까지 이용된 멀티캐스트 프로토콜로서는 이를 지원할 수 없다. 그러나, PIM-SM을 인터 도메인상에 적용하기 위한 방안으로서 본 논문에서는 MSDP(Multicast Source Discovery Protocol)를 적용한다[6]. [그림 3]에서는 MSDP를 이용한 이동 환경 하에서의 멀티캐스트 서비스를 제공하기 위한 방법을 보여준다. 그러나 그룹에 가입하고자 하는 이동 노드가 그 그룹에 대한 서비스를 제공하지 않고 있는 도메인에 위치하게 되면, 그 그룹에 관한 도메인에서의 RP의 선출 및 새로운 멀티 캐스트 트리의 구성의 오버헤드를 가지게 되는 단점이 있다. 이에 반해 서로 다른 도메인에서 서비스를 지속적으로 받을 수 있는 장점을 가진다.



[그림 3] 도메인간의 라우팅

5. 비교 분석

우리는 멀티캐스트 데이터를 이동 수신자들에게 전송하기 위한 방법들에 대해 기존의 존재하는 메카니즘과의 상호 작용성과 얼마만큼 그 효율성을 가지는지에 대하여 비교하고자 한다. [표 1]은 이에 따른 기존의 방식과 본 논문에서 제시한 방법의 효율성을 비교 설명한 것이다. Modification은 제안 방식을 위해 기존의 방식의 변경 여부를 설명하며, ME는 기능 변경이 필요한 요소, Protocol Overhead 와 Delivery Overhead는 기존 표준 멀티캐스트와 비교하여 얼마만큼의 프로토콜과 데이터 전송에서의 오버헤드가 소요되는지의 여부를 보여 준다. Multicast Routing과 Local Operation은 제안한 방법에 대한 이동 호스트에게 멀티캐스트 데이터 전송을 위한 효율성을 보여준다. Security Support는 이동 호스트에게 멀티캐스트 데이터 전송에 있

어 보안에 관련된 사항을 보여준다.

	Home Agent Routing	Foreign Agent Routing	RP-based Routing
Modification			--
Modified Entities	HA, FA	FA	FA
Protocol Overhead	+	--	--
Delivery Overhead			* --
Multicast Routing	Suboptimal	Optimal	* Optimal
Local Operation	Suboptimized	Optimized	* Optimized
Local Model	Home Network	Foreign Network	Foreign Network
Security Support	Yes	No	No

* : Very + : Major -- : Minor

[표 1] 멀티캐스트 서비스를 이동 호스트에게 제공하기 위한 방법의 비교

[표 1]에서 보는 것과 같이 외부 에이전트 기반의 라우팅보다는 본 논문에서 제시하는 계층적인 구조를 가지며 부분적인 라우팅 경로를 재 설정하는 RP 기반의 라우팅이 더 효율적임을 알 수 있다. 반면 어플리케이션과 안정성 문제에 있어서는 홈 에이전트 기반이 더 견고함을 알 수 있다. 그러나 전체적인 네트워크 성능 면에 있어서는 제한한 방법이 더 효율적임을 알 수 있다.

6. 결론

본 논문에서는 기존의 인터넷에서 멀티캐스트와 이동성을 상호 작용할 수 있게 하는 방법과 계층적인 제안방법을 비교 설명하였다. 비록 홈 에이전트 기반의 라우팅이 어플리케이션과 보안에 있어 안정성을 가지지만 전체적인 네트워크의 효율성 면에 있어서는 외부 에이전트 기반의 라우팅이, 이 보다는 본 논문에서 제시한 방법이 더욱 효율적임을 알 수 있었다. 그러나, 계속해서 이동하고자 하는 그룹 가입자인 이동 호스트에게 지속적인 멀티캐스트 데이터 전송을 위해서는 네트워크의 효율성과 더불어 보안 문제도 해결되어야 한다. 이에 이동 호스트에게 멀티캐스트 데이터 전송을 위한 신뢰성 있는 보안문제가 연구되어야 한다.

7. Reference

- [1] Charles Perkins, "IPv4 Mobility Support," RFC 2002, October 1996.
- [2] Charles Perkins and David B. Jonson, "Mobility Support in IPv6," *In Proceedings of MOBICOM*, November 1996.
- [3] Kuang-Hwei Chi., ed. "A Framework for Mobile Multicast Using Dynamic Route Reconstructions." *The Computer Journal*, Volume 42, Number 6, 1999.
- [4] George Xylomenos and George C. Polyzos, "IP Multicast for Mobile Hosts," *IEEE Communications Magazine*, Volume 35, Number 1, pp. 54-58, 1997.
- [5] Deborah Estrin and al. "Protocol Independent Multicast-Sparse Mode(PIM-SM)," RFC 2362. June, 1998.
- [6] Farinacci D. et al., "Multicast Source Discovery Protocol(MSDP), draft-ietf-msdp-spec-03.txt, January 2000.