

차세대 인터넷망에서 이동 호스트들을 위한 멀티캐스트 라우팅 기법

양승제*, 박성한**

한양대학교 공학대학 컴퓨터공학과

전화 : 031-400-4109 / 핸드폰 : 016-718-4864

A Multicast Routing Scheme for Mobile Hosts in Next Generation Internet Networks

Seung-Jei Yang* and Sung-Han Park**

Department of Computer Science & Engineering

HanYang University, Ansan, GyungGi-Do, Korea

Email : {sjyang, shpark}@cse.hanyang.ac.kr

Abstract

In this paper, we propose a multicast routing scheme for an efficient and reliable support of multicast service to mobile hosts in IPv6 based networks. The purpose of this paper is to develop an algorithm to reduce both the number of multicast tree reconstruction and the multicast service disrupt time using the RSVP scheme. The proposed multicast routing scheme is a hybrid method using the advantages of the bi-directional tunneling and the remote subscription proposed by the IETF Mobile IP working group. The proposed scheme satisfies the maximum tolerable transfer delay time and supports the maximum tunneling service. The simulation results show that the proposed scheme has better performance in the number of multicast tree reconstruction and the time of multicast service disrupt than the previous schemes does.

I. 서론

최근 인터넷 사용자의 급속한 성장과 하드웨어 기술의 빠른 진보는 인터넷 사용자의 이동성과 다양한 멀티미디어 서비스를 낳게 하고 있다. 특히 비디오 컨퍼런싱, VOD 서비스와 같은 다양한 멀티캐스트 서비스에 대한 요구는 무선 인터넷 서비스의 성장과 함께 중요한 이슈가 되고 있다. 잘 알려진 이동 멀티캐스트 기법에는 Remote subscription[1], Bi-directional tunneling[1], MoM[2] 그리고 RBMoM[3] 기법들이 있다. IETF 워킹 그룹에서는 이동 멀티캐스트 서비스를

지원하는 두 가지 방법, Remote subscription 기법과 Bi-directional tunneling 기법을 제안하고 있다. 그러나 Remote subscription 기법은 이동 호스트가 핸드오프 할 때마다 멀티캐스트 트리를 재구성해야 하는 문제점이 있고, Bi-directional tunneling 기법은 멀티캐스트 데이터 전달을 위한 라우팅 길이가 길어지는 문제점과 터널 컨버전스 문제가 있다. MoM 기법은 터널 컨버전스 문제를 해결하고 있지만 여전히 라우팅 길이가 길어지는 문제점이 있다. RBMoM 기법은 Remote subscription과 Bi-directional tunneling 기법의 혼합방식으로 터널링 길이를 제한하기 위해 *service range*와 *Multicast Home Agent(MHA)*를 사용한다. 그러나 이 기법은 *service range*를 결정하기 위한 명확한 기준을 갖지 못하고 있고, 이동 호스트가 *service range*를 벗어나 멀티캐스트 그룹에 가입되어 있지 않은 foreign network으로 이동할 때 서비스 끊김 현상이 발생한다.

본 논문에서는 IPv6 기반 망에서 이동 호스트들에게 효율적이고 신뢰성있는 멀티캐스트 서비스를 제공하기 위한 멀티캐스트 라우팅 기법을 제안한다. 본 논문의 목적은 멀티캐스트 트리 재구성 횟수를 줄이고, RSVP 기법을 적용하여 멀티캐스트 서비스 끊김 시간을 줄이는 알고리즘을 개발하는데 있다.

II. 제안하는 멀티캐스트 라우팅 기법

*Service range*는 RBMoM 기법의 성능을 결정하는데 매우 중요한 파라미터이다. 모든 MHA들이 동일한 *service range*를 가지기 때문에, *service range*값이 크면 Bi-directional tunneling 기법처럼 라우팅 길이가

길어지고, *service range* 값이 작으면 Remote subscription 기법처럼 멀티캐스트 트리 재구성 횟수가 증가한다. RBMoM 기법에서는 *service range*를 이동 호스트의 핸드오프 비율과 멀티캐스트 그룹 멤버수에 따라 결정한다. 그러나 실제 망에서 이동 호스트의 핸드오프 비율과 멀티캐스트 그룹 멤버 수는 동적으로 자주 변하기 때문에 최적의 *service range*를 결정하는 기준이 될 수 없다. 본 논문에서는 위에서 기술한 RBMoM 기법의 문제점을 보완하고자 *dynamic service range*라는 시스템 변수를 사용한다. *Dynamic service range*는 멀티캐스트 서비스의 최대 허용 전송 지연 시간을 만족하면서 최대 터널링 서비스를 해 줄 수 있는 터널링 길이이다. 본 논문에서 각각의 MHA들은 자신들의 *dynamic service range*를 가지게 되고, 최대 허용 전송 지연 시간내에서 QoS 요구사항을 만족하도록 결정된다. 따라서 각각의 MHA들은 자신들에게 맞는 최대 터널링 길이를 가지게 됨에 따라 멀티캐스트 트리 재구성 횟수는 상당히 줄어든다.

RBMoM 기법의 또 다른 문제점은 이동 호스트가 서비스 범위를 벗어나 또 다른 foreign network으로 핸드오프 할 경우 서비스 끊김 현상이 발생한다. 이러한 경우에 만약 foreign network이 현재 멀티캐스트 그룹에 속해 있지 않다면, 멀티캐스트 그룹에 가입하는데 걸리는 시간만큼 서비스 끊김 현상이 발생한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 RSVP 기법[4]을 사용한다. 본 논문에서는 boundary foreign agent(BFA)라는 새로운 용어를 정의한다. BFA는 MHA로부터 *dynamic service range*만큼 떨어져 있는 FA이다. 만약 이동 호스트가 BFA로 핸드오프하면, 이웃 FA들은 RSVP 기법을 사용하여 미리 멀티캐스트 그룹에 가입한다. 따라서 이동 호스트의 핸드오프로 인한 멀티캐스트 서비스 끊김 시간이 줄어든다.

2.1. Dynamic service range

본 논문에서 제안하는 멀티캐스트 라우팅 기법은 *dynamic service range*에 따라 터널링 길이가 결정된다. 따라서 제안하는 기법에서 *dynamic service range* 값을 결정하는 방법은 상당히 중요한 의미를 지닌다. 멀티캐스트 트리 설정시, 각각의 MHA는 *dynamic service range* 값을 결정한다. *Dynamic service range* 값을 결정하는데 중요한 요소는 최대 허용 전송 지연 시간이다. 요구되는 전송 지연 시간을 보장하기 위해 MHA에서 *dynamic service range* 값 설정시 터널링 서비스로 인한 전송 지연의 합을 포함한 총 멀티캐스트 데이터 전송 지연이 최대 허용 전송 지연 시간을 넘지 않도록 설정한다. 사용자의 요구사항을 만족시키기 위해서는 멀티캐스트 트리 설정시 MHA에서 식(1)을 만족하도록 *dynamic service range* 값을 결정해야

한다.

$$\text{dynamic service range} \leq \frac{T_{TD} - TD_{S-MHA} - TD_{TUNNEL}}{TD_{LINK}} \quad (1)$$

여기서 T_{TD} 와 TD_{S-MHA} 는 최대 허용 전송 지연 시간과 소스에서 MHA까지의 멀티캐스트 데이터 전송 지연 시간이다. 또한 TD_{TUNNEL} 와 TD_{LINK} 는 MHA에서 터널링 서비스에 관련한 지연시간과 한 링크 사이에서의 패킷 전송 지연 시간이다. 각각의 MHA는 식 (1)에 따라 *dynamic service range* 값을 계산한다. 각각의 MHA는 *dynamic service range* 값을 가지고 터널링 서비스를 해준다. 멀티캐스트 소스에 가까이 있는 MHA의 *dynamic service range* 값은 멀티캐스트 소스로부터 멀리 떨어져 있는 MHA의 *dynamic service range* 값보다 크고, 더 큰 터널링 서비스 범위를 갖는다. 결과적으로 제안하는 기법에서는 *dynamic service range*라는 서비스 범위에 대한 정확한 기준을 제시하고 있고, 멀티캐스트 서비스의 최대 허용 전송 지연 시간과 최대 터널링 서비스 범위를 만족시키면서 이동 호스트들의 핸드오프로 인한 멀티캐스트 트리 재구성 횟수를 줄이고 있다. 제안하는 멀티캐스트 라우팅 기법의 *dynamic service range*는 그림 1에 나타낸다.

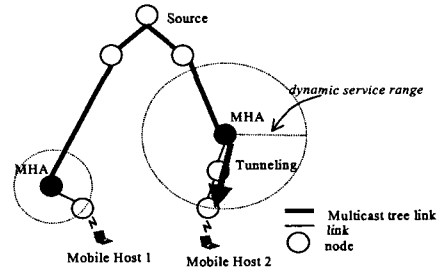


그림 1. 제안된 기법의 dynamic service range

2.2. RSVP 기법

이동 호스트가 서비스 범위를 벗어나 멀티캐스트 그룹에 가입되지 않은 foreign network으로 핸드오프 할 때 서비스 끊김 시간이 발생한다. 서비스 끊김 시간은 멀티캐스트 트리가 재구성되어 foreign network이 멀티캐스트 그룹에 가입하는 시간만큼 발생한다. 서비스 끊김 시간은 식 (2)처럼 계산된다.

$$T_{SD} = H_{JOIN} \times (2 \times TD_{LINK} + TD_{GROUP}) + TD_{GROUP} \quad (2)$$

여기서 T_{SD} 와 H_{JOIN} 은 서비스 끊김 시간과 foreign network이 멀티캐스트 그룹에 가입하기 위해 거쳐야 할 홉 수이다. 또한 TD_{GROUP} 은 라우터가 멀티캐스트

그룹에 가입되는 패킷을 처리하는데 걸리는 지연 시간이다. 서비스 끊김 시간은 망의 크기와 멀티캐스트 멤버의 핸드오프 비율에 따라 길어진다[4]. 만약 망의 크기가 크고 이동 호스트들의 핸드오프 횟수가 증가하게 되면, 서비스 끊김 시간이 길어지게 되어 멀티캐스트 패킷 손실이 커질 수 있다. 따라서 서비스 끊김 현상은 이동 호스트들에게 치명적인 문제가 된다. 본 논문에서는 서비스 끊김 시간을 줄이고자 RSVP기법을 적용한다. 이동 호스트가 BFA로 핸드오프 한 경우, RSVP기법을 사용하여 인접 FA들이 미리 멀티캐스트 그룹에 가입하도록 한다. 본 논문에서는 RSVP기법에서 정의한 시그널링 메시지를 사용하고 새로운 메시지들은 아래에 정의한다.

- **Join_multicast_group** : 이동 호스트가 서비스 범위를 벗어나 이웃 foreign network으로 핸드오프 할 때, 이웃 FA들에게 멀티캐스트 그룹에 가입하라고 요구하는 메시지. 가입하게 될 멀티캐스트 그룹의 주소를 포함한다.
- **Pre_join** : Join_multicast_group 메시지를 받은 FA들이 멀티캐스트 그룹에 미리 가입하기 위해 보내는 멀티캐스트 가입 메시지.
- **Release_join** : Pre_join 메시지를 통해 선점된 멀티캐스트 링크를 해제하는 메시지

본 논문에서는 BFA에 있는 이동 호스트는 이웃하는 FA들에게 Join_multicast_group 메시지를 보낼 수 있도록 가정한다. 이웃하는 FA들이 멀티캐스트 그룹에 가입하는 과정을 그림 2에 나타낸다.

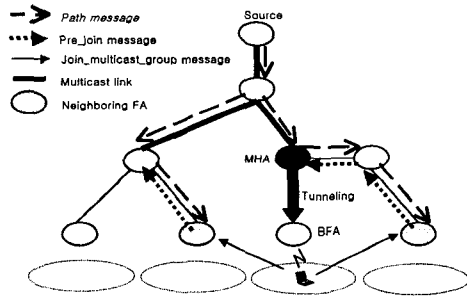


그림 2. 이웃 FA들이 멀티캐스트 그룹에 가입하는 과정

BFA로 핸드오프한 이동 호스트는 인접 FA들에게 Join_multicast_group 메시지를 보내 멀티캐스트 그룹에 가입하라고 요구한다. Join_multicast_group 메시지를 받은 인접 FA들은 소스측으로 멀티캐스트 가입 메시지 Pre_join를 보낸다. 멀티캐스트 소스로부터 Path 메시지를 받게 되면 FA들은 멀티캐스트 그룹에 가입

하게 된다.

III. 성능 평가

3.1. 성능 평가 모델

본 논문에서는 멀티캐스트 이동 호스트들의 핸드오프로 인한 멀티캐스트 트리 재구성 횟수, 평균 서비스 끊김 시간 등을 분석해 봄으로써 기존의 멀티캐스트 라우팅 기법들과 제안하는 기법의 성능을 비교 평가하고자 한다. 성능 평가를 위해 본 논문에서는 네트워크 구조가 25개의 LAN들로 구성되어 있다고 가정한다. 이 가운데 임의로 노드를 선택하여 초기 멀티캐스트 트리 노드로 설정한다. 또한 초기 멀티캐스트 트리 노드들은 전체 네트워크에 고르게 분산되도록 설정한다. 참여하는 멀티캐스트 그룹 멤버 수는 10명에서 100명까지 임의로 선택하고, 초기 멀티캐스트 그룹에 참여하는 이동 호스트들의 HA들을 MHA로 설정한다. 각각의 이동 호스트들은 시뮬레이션 시간동안 네트워크 노드들 사이를 1/4 확률로 로밍한다. 이동 호스트들의 핸드오프 횟수는 1에서 15까지 구분하여 이동 호스트의 이동률에 따른 성능을 평가한다. 본 시뮬레이션에는 하나의 멀티캐스트 그룹과 하나의 멀티캐스트 소스가 있다고 가정한다. 본 시뮬레이션에서 최대 허용 전송 지연 시간은 지연 홉 카운트로 설정하고 홉 수를 8로 설정한다. 테이블 1은 제안한 시뮬레이션 모델에서 사용한 파라미터들이다. TD_{LINK}, TD_{GROUP}, TD_{TUNNEL} 과 TD_{REG}은 앞선 연구에서 제시한 파라미터들을 참조한다[5].

표 1. 시뮬레이션 파라미터

Parameters	Description	Value
N	Number of LANs	25 (5×5)
M	Number of multicast group	1
g	Number of multicast members	10...100
s	Sources per multicast group	1
h	Average number of handoff of multicast group member	1...15
D	Delay path length (delay hop count)	8
μ	Average service time	3 min
d	Direction probability	1/4
TD _{LINK}	Packet delivery time (packet propagation delay plus routing delay between one hop)	3.5 msec
TD _{GROUP}	Delay time which the router joins multicast group	10 msec
TD _{TUNNEL}	Tunneling delay	7 msec
TD _{REG}	Delay time which moving MH is registered at MHA	3 msec

3.2. 성능 평가 결과

시뮬레이션 결과는 본 논문에서 제안한 멀티캐스트 라우팅 기법이 기존에 제안된 기법들보다 멀티캐스트 재구성 횟수와 서비스 끊김 시간에 대해 향상된 결과를 보인다. 지연 호 카운트는 최대 허용 전송 지연 시간, 식 (1)의 T_{TD} 값을 의미한다. MHA의 *dynamic service range* 값은 식 (1)에서 구해진다. 그림 3은 멀티캐스트 그룹 멤버수가 10일 때 이동 호스트들의 핸드오프 빈도수에 따른 멀티캐스트 재구성 횟수를 나타낸 결과이다.

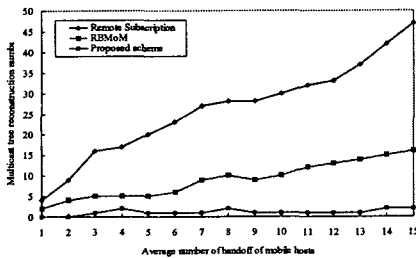


그림 3. 멀티캐스트 트리 재구성 횟수

Remote subscription 기법은 이동 호스트들이 핸드오프 할 때마다 멀티캐스트 트리를 재구성하기 때문에 가장 안 좋은 결과를 보인다. RBMoM 기법은 Remote subscription 기법에 비해 향상된 결과를 보이지만 각각의 MHA들이 동일한 *service range*를 가지기 때문에 *service range*를 어떻게 결정하느냐에 따라 결과가 달리 나온다. 본 논문에서 제안하고 있는 기법은 기존 기법들에 비해 멀티캐스트 재구성 횟수를 상당히 줄이고 있다. 이러한 결과는 각각의 MHA들이 최대 허용 전송 지연 시간을 만족하면서 최대 터널링 서비스를 해주기 때문이다. 또한 제안하고 있는 기법은 이동 호스트의 핸드오프 빈도수에 상관없이 멀티캐스트 재구성 횟수가 안정적인 결과를 보이고 있으므로 동적으로 자주 변하는 망에 적합하다고 볼 수 있다. 그림 4는 멀티캐스트 그룹 멤버수가 10일 때 평균 서비스 끊김 시간을 나타낸 결과이다.

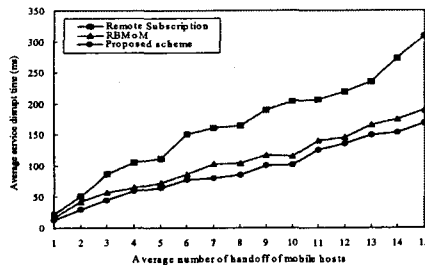


그림 4. 평균 서비스 끊김 시간

Remote subscription 기법과 RBMoM 기법은 이동 호스트들이 *service range*를 벗어날 때 서비스 끊김 시간이 발생하므로 이동 호스트의 핸드오프 빈도수가 증가함에 따라 평균 서비스 끊김 시간이 증가한다. 본 논문에서 제안하는 기법은 이동 호스트가 *service range*를 벗어나 다른 foreign network으로 핸드오프하는 경우 RSVP 기법을 사용하여 이웃 foreign network들을 멀티캐스트 그룹에 미리 가입시켜 평균 서비스 끊김 시간을 줄인다.

IV. 결론

본 논문에서는 IPv6 기반 망에서 멀티캐스트 트리 재구성 횟수와 서비스 끊김 시간을 줄일 수 있는 효율적인 멀티캐스트 라우팅 기법을 제안한다. 이러한 목적을 위하여 본 논문에서는 *dynamic service range*라는 시스템 변수를 정의하고 RSVP 기법을 사용한다. 제안하는 기법은 멀티캐스트 서비스의 최대 허용 전송 지연 시간을 만족하면서 각각의 MHA로부터 최대 터널링 서비스를 해줄 수 있다. 따라서 제안하는 기법은 기존 기법들에 비해 멀티캐스트 재구성 횟수를 상당히 줄인다. 본 논문에서는 이동 호스트가 MHA의 *dynamic service range*를 벗어나 다른 foreign network으로 핸드오프 하게 되는 경우 RSVP 기법을 사용하여 이웃 foreign network들을 멀티캐스트 그룹에 미리 가입시킨다. 결과적으로 이동 호스트의 핸드오프로 인한 서비스 끊김 시간을 줄인다. 본 시뮬레이션 결과는 제안하는 기법이 기존 기법들에 비해 성능이 향상됨을 보인다.

향후 이동 호스트의 이동성을 예측하여 이동성이 가장 높은 foreign network만을 미리 멀티캐스트 그룹에 가입시키는 추가적인 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] C. Perkins, "IP Mobility Support," *RFC 2002*, IBM, Oct. 1996.
- [2] G.Harrison, C.L.Williamson, W.L.Mackrell and R.B.Bunt, "Mobile Multicast (MoM) Protocol: Multicast Support for Mobile Hosts," *MOBICOM97*, Sept. 1997.
- [3] R.Lin and K.M.Wang, "Mobile Multicast Support in IP Networks," *INFOCOM2000*, pp.1664-1672, Mar. 2000.
- [4] G.Chiruvolu, A. Agrawal and M. Vandenhoute, "Mobility and QoS support for IPv6-based Real-time Wireless Internet Traffic," *ICC99*, pp. 334-338, June 1999.
- [5] G.Cho and L.F.Marshall, "An Efficient Location and Routing Scheme for Mobile Computing Environments," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, Vol. 13, No. 5, pp. 868-879, June 1995.