

論文2001-38TC-8-2

IPv6 기반 망에서 이동 호스트들을 위한 효율적인 멀티캐스트 라우팅 기법

(An Efficient Multicast Routing Scheme for Mobile Hosts in IPv6 based Networks)

梁承濟*, 朴成漢*

(Seung Jei Yang and Sung Han Park)

요 약

본 논문에서는 IPv6 기반 망에서 이동 호스트들에게 효율적이고 신뢰성있는 멀티캐스트 서비스를 제공하기 위한 멀티캐스트 라우팅 기법을 제안한다. 본 논문의 목적은 멀티캐스트 트리 재구성 횟수와 멀티캐스트 서비스 끊김 시간을 줄이는 알고리즘을 개발하는데 있다. 제안하는 멀티캐스트 라우팅 기법은 IETF 워킹 그룹에서 제안되어진 Bi-directional tunneling 기법과 Remote subscription 기법의 장점들을 이용한 혼합 방식이다. 제안하는 기법은 최대 허용 전송 지연 시간을 만족하면서 최대 터널링 서비스를 제공한다. 시뮬레이션 결과는 기존 멀티캐스트 라우팅 기법들에 비해 제안하는 기법이 멀티캐스트 트리 재구성 횟수와 멀티캐스트 서비스 끊김 시간 측면에서 보다 우수한 성능을 가짐을 보인다.

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. 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. 서 론

최근 인터넷 사용자의 급속한 성장과 하드웨어 기술의 빠른 진보는 인터넷 사용자의 이동성과 다양한 멀티미디어 서비스를 낳게 하고 있다. 특히 비디오 컨퍼

런싱, VOD 서비스와 같은 다양한 멀티캐스트 서비스에 대한 요구는 무선 인터넷 서비스의 성장과 함께 중요한 이슈가 되고 있다^[1,2]. 잘 알려진 이동 멀티캐스트 기법에는 Remote subscription^[3], Bi-directional tunneling^[3], MoM^[4]과 RBMoM^[5] 기법들이 있다. IETF 워킹 그룹에서는 이동 멀티캐스트 서비스를 지원하는 두 가지 방법으로 Remote subscription 기법과 Bi-directional tunneling 기법을 제안하고 있다. Remote subscription 방법에서 이동 호스트는 새로운 foreign network으로 이동할 때 마다 원하는 멀티캐스트 그룹에 재가입을 한다. 이 기법은 간단하면서 멀티

* 正會員, 漢陽大學校 컴퓨터工學科

(Department. of Computer Science and Engineering, Hanyang University)

接受日字:2001年6月21日, 수정완료일:2001年7月9日

캐스트 데이터가 소스에서 수신자들까지 최단거리로 전달되는 장점이 있다. 그러나 이동 호스트가 핸드오프 할 때 마다 멀티캐스트 트리를 재구성해야 하기 때문에 이동 호스트의 핸드오프 빈도수가 높은 망인 경우에는 멀티캐스트 트리를 자주 재구성해야 하는 문제점이 있다. Bi-directional tunneling 방법에서 이동 호스트들은 home agent(HA)로부터 유니캐스트 Mobile IP 터널링 서비스를 이용하여 모든 멀티캐스트 데이터를 보내고 받는다. Remote subscription 기법과 달리, 멀티캐스트 트리를 재구성 하지 않기 때문에 멀티캐스트 트리 재구성 비용을 줄일 수 있다. 그러나 멀티캐스트 데이터 전달을 위한 라우팅 길이가 최적이지 못하고, 터널 컨버전스 문제를 가지고 있다. MoM 기법에서는 이러한 Bi-directional tunneling 기법의 터널 컨버전스 문제를 해결하고 있다. 이 기법은 공통 foreign agent(FA)에게 반복적인 데이터가 터널화되어지는 것을 막기 위해 Designated Multicast Service Provider (DMSP)를 사용한다. 이 기법은 멀티캐스트 트래픽을 줄이는 장점을 가진다. 그러나 이동 호스트의 핸드오프 빈도수가 증가하게 되면, DMSP의 핸드오프 횟수와 등록과정이 자주 발생하게 된다. 그 외에도 라우팅 길이가 길어지는 문제점을 가진다. RBMoM 기법은 Remote subscription과 Bi-directional tunneling 기법의 혼합방식이다. 이 기법은 터널링 길이를 제한하기 위해 *service range*와 *Multicast Home Agent(MHA)*를 사용하여 터널링으로 인한 비용을 줄인다. 그러나 이 기법은 *service range*를 결정하기 위한 명확한 기준을 갖지 못하고 있다. 이동 호스트의 핸드오프에 따라 MHA는 HA나 FA 중 하나가 될 수 있는데 모든 MHA가 동일한 *service range* 값을 가지고 있기 때문에 만약 *service range*가 큰 값을 가지게 되면 Bi-directional tunneling 기법처럼 라우팅 길이가 길어지고, 만약 *service range*가 작은 값을 가지게 되면 Remote subscription 기법처럼 멀티캐스트 트리 재구성 횟수가 증가하게 된다. 또한 이동 호스트가 *service range*를 벗어나 멀티캐스트 그룹에 가입되어 있지 않은 foreign network으로 이동할 때, 서비스 끊김 현상이 발생한다.

본 논문에서는 RBMoM의 이러한 문제점을 해결하기 위하여 멀티캐스트 트리 재구성 횟수와 핸드오프동안 발생하는 멀티캐스트 서비스 끊김 시간을 줄일 수 있는 멀티캐스트 라우팅 기법을 제안한다. 이를 위하여 제안하는 기법에서는 이동 호스트가 서비스 범위를 벗

어나 다른 foreign network으로 핸드오프 하기 전에 미리 인접 foreign network들을 멀티캐스트 그룹에 가입시킨다. 본 논문은 다음과 같이 구성되어진다. 2장에서 제안한 멀티캐스트 라우팅 기법을 설명한다. 3장에서 제안한 기법과 다른 기법들간의 성능 평가 내용을 기술한다. 마지막으로 4장에서 논문에 대한 결론을 맺는다.

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 줄수 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 advance join 기법을 제안한다. 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 advance join 기법을 사용하여 미리 멀티캐스트 그룹에 가입한다. 따라서 이동 호스트의 핸드오프로 인한 멀티캐스트 서비스 끊김 시간이 줄어든다. 다음은 본 논문에서 제안하는 멀티캐스트 라우팅 기법의 의사코드이다.

```

STEP1. Multicast service start.
  Make multicast tree based on multicast source
  Each MHA determine dynamic service range

STEP2. When a mobile host(MH) arrives at a foreign
network.
MH contacts the FA and registers according to
Mobile IP
FA contacts the HA to get the location of MHA
FA contacts and computes the hop distance to
MHA

IF (Distance(MHA,FA) <= dynamic service range)
THEN

  IF (FA = BFA) THEN
    Notify current MHA of FA currently
    serving MH
    MH send Join_multicast_group message to
    neighboring FAs
    Join to multicast tree if neighboring FA is
    not the multicast tree
  ELSE
    Notify current MHA of FA currently
    serving MH
  END IF

ELSE
  Notify new MHA of FA currently serving MH
  Notify HA of the FA and MHA currently
  serving MH
  Notify old MHA to delete all data structures
  about MH

  IF (old MHA has not any MH) THEN
    The old MHA leave the multicast group
  END IF

END IF

```

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. 멀티캐스트 데이터 전송 지연 시간은 소스부터 MHA까지의 멀티캐스트 데이터 전송 지연 시간과 MHA에서 데이터 패킷을 터널링 하기 위한 프로세싱 지연 시간과 MHA에서 FA로 터널링을 통한 멀티캐스트 데이터 전송 지연 시간의 합으로 계산된다. 사용자의 요구사항을 만족 시키기 위해서는 멀티캐스트 트리 설정시 MHA에서 식 (1)을 만족하도록 *dynamic service range* 값을 결정해야 한다.

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

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 MHA에서의 데이터 패킷을 터널링 하기 위한 프로세싱 지연 시간과 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. 본 논문에서는 패킷 길이와 링크간 지연이 일정하다고 가정하여 TD_{TUNNEL} 와 TD_{LINK} 값이 고정값을 갖는다. 따라서 TD_{TUNNEL} 와 TD_{LINK} 값이 일정한 값을 갖기 때문에 소스로부터 MHA까지의 멀티캐스트 데이터 전송 지연 시간에 따라 *dynamic service range*의 크기가 결정된다. 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 나타난다.

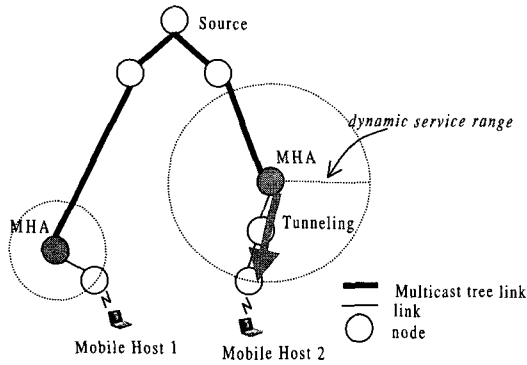


그림 1. 제안된 기법의 dynamic service range
Fig. 1. The dynamic service range of the proposed scheme.

2. Advance join 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.

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

여기서 T_{SD} 와 H_{JOIN} 은 서비스 끊김 시간과 foreign network이 멀티캐스트 그룹에 가입하기 위해 거쳐야 할 홉 카운트이다. 또한 TD_{GROUP} 와 TD_{REG} 는 라우터가 멀티캐스트 그룹에 가입되는 패킷을 처리하는데 걸리는 지연 시간과 MHA에서 핸드오프한 이동 호스트의 위치를 등록하는데 걸리는 지연 시간이다. 서비스 끊김 시간은 망의 크기와 멀티캐스트 멤버의 핸드오프 비율에 따라 길어진다^[6]. 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 advance join 기법을 제안한다. 이동

호스트가 BFA로 핸드오프 한 경우, advance join 기법을 사용하여 인접 FA들이 미리 멀티캐스트 그룹에 가입하도록 한다. 본 논문에서 제안한 advance join 기법에서 사용하는 시그널링 메시지들을 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.

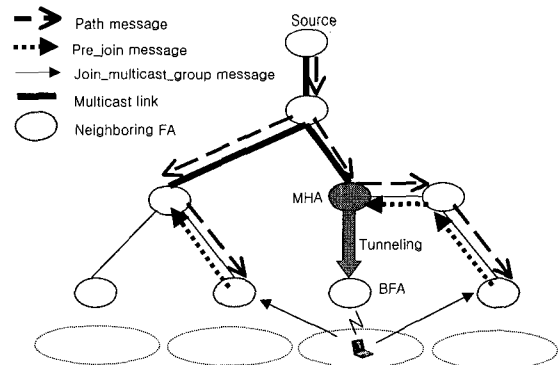


그림 2. 이웃 FA들이 멀티캐스트 그룹에 가입하는 과정
Fig. 2. The operation for joining the neighboring foreign agents to multicast group.

BFA로 핸드오프한 이동 호스트는 인접 FA들에게 Join_multicast_group 메시지를 보내 멀티캐스트 그룹에 가입하라고 요구한다. Join_multicast_group 메시지를 받은 인접 FA들은 소스쪽으로 멀티캐스트 가입 메시지 Pre_join 를 보낸다. 멀티캐스트 소스로부터 Path 메시지를 받게 되면 FA들은 멀티캐스트 그룹에 가입하게 된다. 제안하는 기법은 미리 인접한FA들을 멀티캐스트 그룹에 가입하기 때문에 자원 낭비의 문제점이

발생한다. 본 논문에서는 이러한 자원 낭비의 문제점을 최소화 하기 위해 각각의 MHA에서 최대의 터널링 서비스를 하도록 하여 멀티캐스트 재구성 횟수를 줄임으로써 advance join 기법을 적용하는 횟수를 최소한으로 줄인다.

III. 성능 평가

1. 성능 평가 모델

본 논문에서는 멀티캐스트 이동 호스트들의 핸드오프로 인한 멀티캐스트 트리 재구성 횟수, 평균 서비스 끊김 시간, 멀티캐스트 패킷의 평균 전달 길이 등을 분석해 봄으로써 기존의 멀티캐스트 라우팅 기법들과 제안하는 기법의 성능을 비교 평가 하고자 한다. 성능 평가를 위해 본 논문에서는 네트워크 구조가 25개의 LAN 들로 구성되어 있다고 가정한다. 이 가운데 임의로 노드를 선택하여 초기 멀티캐스트 트리 노드로 설정한다. 또한 초기 멀티캐스트 트리 노드들은 전체 네트워크

고르게 분산되도록 설정한다. 참여하는 멀티캐스트 그룹 멤버 수는 10명에서 100명까지 임의로 선택하고, 초기 멀티캐스트 그룹에 참여하는 이동 호스트들의 HA 들을 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^[7].

2. 성능 평가 결과

시뮬레이션 결과를 그림 3에서 7까지 5개의 그림으로 나타낸다. 이 결과들로부터 본 논문에서 제안한 멀티캐스트 라우팅 기법이 기존에 제안된 기법들보다 멀티캐스트 트리 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. 만약 TD_{S-MHA} 값이 T_{TD} 값보다 같거나 크다면, MHA의 *dynamic service range* 값은 0이 된다. 그림 3과 4는 멀티캐스트 그룹 멤버수가 10과 50일때 이동 호스트들의 핸드오프 빈도수에 따른 멀티캐스트 재구성 횟수를 나타낸 결과이다. Remote Subscription 기법은 이동 호

표 1. 시뮬레이션 파라미터

Table 1. Simulation Parameters.

Parameters	Description	Value
N	Number of LANs	25 (55)
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}	Protocol processing time to tunnel a data packet	7 msec
TD _{REG}	Delay time which moving MH is registered at MHA	3 msec

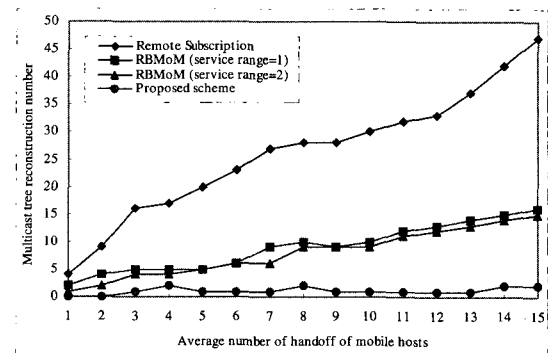


그림 3. 멀티캐스트 트리 재구성 횟수 (멀티캐스트 그룹 멤버 = 10)

Fig. 3. The number of multicast tree reconstruction (multicast group member = 10).

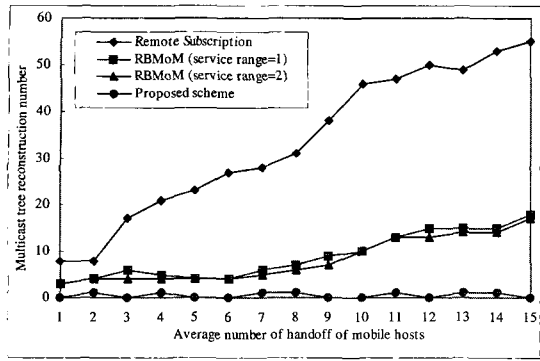


그림 4. 멀티캐스트 트리 재구성 횟수 (멀티캐스트 그룹 멤버 = 50)

Fig. 4. The number of multicast tree reconstruction (multicast group member = 50).

스트들이 핸드오프 할 때 마다 멀티캐스트 트리를 재구성하기 때문에 가장 안 좋은 결과를 보인다. 이동 호스트의 핸드오프 횟수가 증가함에 따라 멀티캐스트 재구성 횟수도 증가하는 것을 알 수 있다. RBMoM 기법은 Remote Subscription 기법에 비해 향상된 결과를 보이지만 각각의 MHA들이 동일한 *service range*를 가지고 있기 때문에 *service range*를 어떻게 결정하느냐에 따라 결과가 달리 나온다. 그림 3과 4에서 RBMoM 기법은 *service range* 값이 1과 2인 경우에 대해서 시뮬레이션 한 결과로 이동 호스트들의 핸드오프 횟수가 증가함에 따라 멀티캐스트 재구성 횟수가 증가한다. Bi-directional tunneling 기법은 멀티캐스트 트리를 재구성하지 않고 터널링 서비스를 해주기 때문에 본 시뮬레이션에서 제외시킨다. 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. 제안한 기법은 멀티캐스트 그룹 사이즈와 이동 호스트의 핸드오프 빈도수에 상관없이 멀티캐스트 트리 재구성 횟수가 안정적인 결과를 보이고 있으므로 동적으로 자주 변하는 망에 적합하다고 볼 수 있다. 이러한 결과로 제안하는 기법이 기존 기법들에 비해 멀티캐스트 트리 재구성 횟수 측면에서 성능이 향상됨을 보인다. 그림 5와 6은 멀티캐스트 그룹 멤버수가 10과 50일 때 평균 서비스 끊김 시간을 나타낸 결과이다. Remote Subscription 기법은 이동 호스트들이 핸드오프 할 때 마다 서비스 끊김 시간이 발생하므로 가장 안 좋은 결과를 보인다. RBMoM 기법 또

한 이동 호스트들이 *service range*를 벗어날 때 서비스 끊김 시간이 발생하므로 이동 호스트의 핸드오프 빈도가 증가함에 따라 평균 서비스 끊김 시간이 증가한다. 제안된 기법의 결과에서 멀티캐스트 그룹 멤버수가 10일 경우가 멀티캐스트 그룹 멤버수가 50일 경우보다 기존 기법들에 비해 더욱 향상된 결과를 보인다. 본 시뮬레이션에서는 멀티캐스트 그룹 멤버들을 전체 네트워크에 고르게 분산되도록 설정하고 있다. 따라서 멀티캐스트 그룹 멤버수가 증가할수록 전체 네트워크 노드들이 멀티캐스트 트리의 노드에 가입하게 될 확률이 높기 때문에 멀티캐스트 그룹 멤버수가 작은 경우가 멀티캐스트 그룹 멤버수가 큰 경우보다 평균 서비스 끊김 시간 측면에서 기존 기법들에 비해 향상된 결과를 보인다. 이러한 결과로 본 논문에서 제안하는 기법은 멀티캐스트 그룹 멤버수가 적고 그룹 멤버들이 네트워크 전체에 고르게 분산된 멀티캐스트 망에 적합한 기법임을 알 수 있다. 그림 7은 이동 호스트들의 평균 핸드오프 횟수가 5일 때 멀티캐스트 패킷의 평균 전달 패스 길이를 나타낸 결과이다. Remote Subscription 기법은 항상 최단 거리로 패킷이 전달되기 때문에 가장 좋은 성능을 가진다. Bi-directional tunneling 기법은 터널링 길이에 대한 제한이 없기 때문에 가장 안 좋은 성능을 보인다. RBMoM 기법은 *service range*를 홉 수 1과 2로 설정하고 시뮬레이션 한 결과로서 Bi-directional tunneling 기법보다 향상된 결과를 보인다. 본 논문에서 제안한 기법은 RBMoM 기법과 거의 비슷한 결과를 보인다. 제안하고 있는 기법은 최대 허용 전송 지연 시간을 만족하는 범위에서 최대 터널링 서비스를 해주기 때문에 망의 크기가 큰 경우에 패킷의 평균 전달 패스

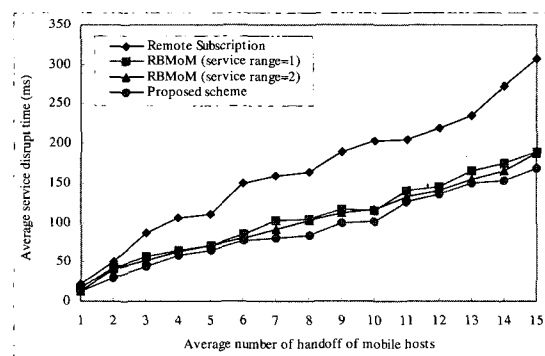


그림 5. 평균 서비스 끊김 시간 (멀티캐스트 그룹 멤버 = 10)

Fig. 5. The average service disrupt time (multicast group member = 10).

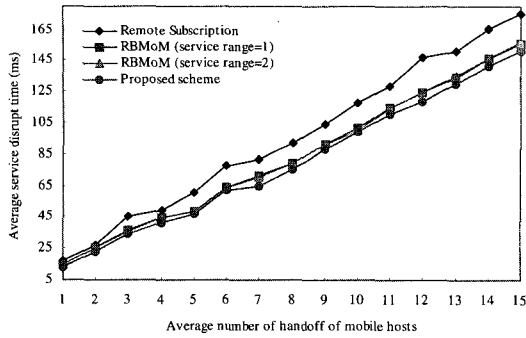


그림 6. 평균 서비스 끊김 시간 (멀티캐스트 그룹 멤버 = 50)

Fig. 6. The average service disrupt time (multicast group member = 50)

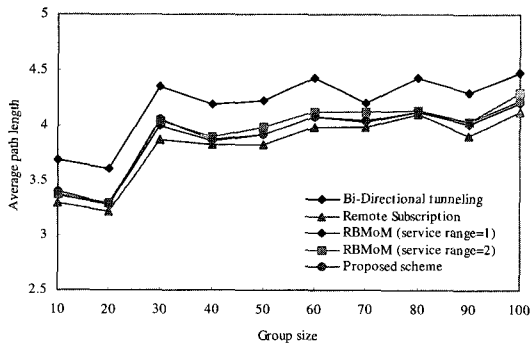


그림 7. 평균 전달 패스 길이(평균 핸드오프 횟수 = 5)
Fig. 7. The average delivery path length (The average number of handoff = 5).

길이가 길어질 수 있지만 터널링 길이에 제한이 없는 Bi-directional tunneling 기법보다 더 향상된 결과를 갖는다. 망의 크기가 작은 경우에는 Remote Subscription 기법의 service range 값을 작은 값으로 설정한 경우와 유사한 성능을 보인다. 따라서 본 논문에서 제안하고 있는 기법은 망의 크기가 작은 경우에 보다 더 좋은 결과를 가진다.

IV. 결 론

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 range라는 시스템 변수를 정의하고 advance join 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 멀티캐스트 서비스의 최대 허용

전송 지연 시간을 만족하면서 각각의 MHA로부터 최대 터널링 서비스를 해 줄 수 있다. 따라서 제안하는 기법은 기존 기법들에 비해 멀티캐스트 재구성 횟수를 상당히 줄인다. 본 논문에서는 이동 호스트가 MHA의 dynamic service range를 벗어나 다른 foreign network으로 핸드오프 하게 되는 경우 advance join 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.

참 고 문 헌

- [1] C.R.Lin and C.J.Chung, "Mobile Reliable Multicast Support in IP Networks," *Globecom'00*, pp.1421-1425, Nov. 2000.
- [2] W.Liao, C.A.Ke and J.R.Lai, "Reliable Multicast with Host Mobility," *Globecom'00*, pp.1692-1696, Nov. 2000.
- [3] C. Perkins, "IP Mobility Support," *RFC 2002*, IBM, Oct. 1996.
- [4] 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*, Sept. 1997.
- [5] R.Lin and K.M.Wang, "Mobile Multicast Support in IP Networks," *INFOCOM2000*, pp.1664-1672, Mar. 2000.
- [6] A. Giovanardi, G.Mazzini and M.Rossi, "An Agent-based Approach for Multicast Applications in Mobile Wireless Networks," *Globecom'00*, pp. 1682-1686, Nov. 2000.
- [7] 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.

저 자 소 개



梁承濟(正會員)

1997. 2. 한양대학교 전자계산학과 졸업(공학사). 1999. 2. 한양대학교 대학원 전자계산학과 졸업(공학석사). 1999. 3.~현재 한양대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사과정 재학중.

※ 주관심분야 : 이동 멀티캐스팅 기법, 인터넷 트래픽 QoS, 무선 인터넷 기술



朴成漢(正會員)

1970. 2. 한양대학교 전자공학과 졸업(B.S.) 1973. 8. 서울대학교 대학원 전자공학과 졸업(M.S.). 1984. 5. 텍사스 주립대학 전기 및 컴퓨터공학과 졸업(Ph. D.). 1984. 5~1984. 8. 미국 텍사스 주립대학 Instructor.

1984. 8~1986. 2. 금성사 중앙 연구소 수석 연구원. 1989. 8~1990. 7. 미국 텍사스 주립대학 Visiting Researcher. 1995. 3~1997. 2. 한양대학교 공학대학 학장. 1986. 3~현재. 한양대학교 전자컴퓨터공학부 교수.
※ 주관심 분야 : IMT-2000, 멀티캐스트 기술, 무선 멀티미디어 네트워크, 컴퓨터 비전.