

호스트 이동성 보장을 위한 멀티캐스트 라우팅 프로토콜

양승제, 박성한

한양대학교 컴퓨터공학과
전화 : 031-400-4109 / 핸드폰 : 017-746-4864

Multicast Routing Protocol for Guaranting Host Mobility

Seung-Jei Yang, Sung-Han Park

Department of Computer Science & Engineering
HanYang University, Ansan, GyungGi-Do, Korea
E-mail : {sjyang, shpark}@cse.hanyang.ac.kr

Abstract

In this paper, we propose a multicast routing protocol for the seamless delivery of multicast data to mobile hosts through the optimal route in IP based mobile networks. The proposed multicast routing protocol is a hybrid method employing the merits of the bi-directional tunneling and the remote subscription by considering the mobility of mobile hosts. The proposed protocol satisfies the bound of end-to-end delay and supports the seamless handoff. The simulation results show that the proposed protocol has better performance in the number of multicast tree reconstruction and tunneling length and packet loss time than the previous protocols.

I. 서론

현재 이동 호스트들을 위한 멀티캐스트 라우팅 프로토콜로 remote subscription[1], bi-directional tunneling[1], MoM[2], RBMoM[3] 프로토콜들이 있다. 그러나 remote subscription 은 이동 호스트가 핸드오프 할 때 마다 멀티캐스트 트리를 재구성해야 하는 문제점이 있고, bi-directional tunneling 은 멀티캐스트 데이터 전달을 위한 라우팅 길이가 길어지는 문제점과 터널 컨버전스 문제가 있다. MoM 은 터널 컨버전스 문

제를 해결하고 있지만 여전히 라우팅 길이가 길어지는 문제점이 있다. RBMoM 은 remote subscription 과 bi-directional tunneling 의 혼합방식으로 터널링 길이를 제한하기 위해 서비스 범위와 Multicast Home Agent(MHA)를 사용한다. 그러나 이 프로토콜은 서비스 범위를 결정하기 위한 명확한 기준을 갖지 못하고 있고, 이동 호스트가 서비스 범위를 벗어나 멀티캐스트 그룹에 가입되어 있지 않은 외부 네트워크(foreign network)으로 이동할 때 서비스 끊김 현상이 발생한다.

본 논문에서는 이동 호스트의 이동성을 고려하여 이동 호스트마다 서비스 범위를 다르게 적용하고 이동 호스트의 핸드오프로 인한 서비스 끊김 시간을 해결하기 위한 끊김 없는 멀티캐스트 핸드오프 기법을 제안한다.

II. 제안하는 멀티캐스트 라우팅 프로토콜

제안하는 프로토콜에서는 이동 호스트의 이동성에 따라 서비스 범위가 결정된다. 이동 호스트의 이동성이 큰 경우에는 핸드오프 빈도수가 높기 때문에 서비스 범위를 크게 하여 트리 재구성에 따른 오버헤드를 줄이고, 이동 호스트의 이동성이 작은 경우에는 핸드오프 빈도수가 작기 때문에 서비스 범위를 작게 하여 터널링 서비스로 인한 오버헤드를 줄인다. 이러한 이동 호스트의 특성을 고려하여 시스템에 트리 재구성 시간을 설정하

여 서비스 범위를 결정하는 기법(Tree Reconstruction Time based Tunneling Service:TRTTS)을 제안한다. 또한 본 논문에서는 멀티캐스트 트리 재구성 시간 동안 발생하는 멀티캐스트 패킷 손실을 줄이고자 끊임 없는 멀티캐스트 핸드오프 기법을 제안한다. 이동 호스트가 서비스 범위를 벗어나 멀티캐스트 그룹에 가입되어 있지 않은 외부 네트워크로 이동 하는 경우 외부 네트워크가 멀티캐스트 그룹에 가입하여 멀티캐스트 데이터를 받을 때까지 기존의 MHA 로부터 계속해서 멀티캐스트 데이터를 받는다.

2.1 TRTTS

제안하는 방법은 이동 호스트가 다른 네트워크로 핸드오프 할 경우 이동 호스트의 멀티캐스트 서비스 시간과 트리 재구성 시간을 비교하여 터널링 서비스를 할지 아니면 트리 재구성을 할지 결정한다. 본 논문에서 멀티캐스트 에이전트들은 Tree Reconstruction Time(TRT)이라는 시스템 설정 값과 이동 호스트들은 service time이라는 시스템 변수를 가지도록 한다. TRT는 핸드오프 한 이동 호스트의 멀티캐스트 서비스 시간과 비교하여 트리를 재구성 할지 아니면 터널링 서비스를 계속 할지를 결정해주는 미리 설정된 시스템 값이다. Service time 값은 이동 호스트의 멀티캐스트 서비스 시간을 나타낸다. 이동 호스트가 다른 네트워크로 핸드오프 하여 join 메시지를 외부 에이전트에게 보낼 때 service time 값을 같이 보낸다. 외부 에이전트는 이동 호스트의 service time 값과 TRT 값을 비교하여 이동 호스트의 service time 값이 TRT 값보다 크면 멀티캐스트 트리를 재구성하고, service time 값을 0으로 설정한다. 이동 호스트의 service time 값이 TRT 값보다 작으면 터널링 서비스를 하고, service time 값은 계속 증가 시킨다. 따라서 이동 호스트의 이동 속도에 따라서 터널링 서비스 범위가 결정된다. 제안하는 방법에서는 이동 호스트의 이동 속도에 따른 터널링 서비스 범위를 variable service range(VSR)라 한다. Variable service range는 TRT 값을 만족하는 터널링 홉 수로서 각각의 이동 호스트들의 이동 속도에 따라서 다른 값을 갖는다. 이동 호스트의 variable service range는 아래의 식 (1)과 같다.

$$\sum_{i=1}^{VSR} ST_i + (VSR \times D_{link}) \leq TRT \quad (1)$$

여기서 $\sum_{i=1}^{VSR} ST_i$ 는 트리 재구성 전까지 이동 호스트가 거쳐간 네트워크 노드에서의 총 멀티캐스트 서비스 시간이다. 저속의 이동 호스트인 경우 네트워크에 머무르는 시간이 크기 때문에 variable service range가 작게 되고, 고속의 이동 호스트인 경우 네트워크에 머무르는 시간이 작기 때문에 variable service range가 크게 된다. 이 경우 MHA에서 터널링 길이가 길어지는 것을 막기 위해 종단간 지연 상한 값을 만족하는 최대 터널링 홉 수(Maximum Tunneling Hop Count : MTHC)를 각각의 MHA에서 결정하고 식 (2)와 같다.

$$MTHC = \left\lfloor \frac{T_{\Delta} - (H_S \cdot MHA \times D_{link}) - D_{tunnel}}{D_{link}} \right\rfloor \quad (2)$$

여기서 T_{Δ} 와 H_{S-MHA} 는 종단간 지연 상한 값과 소스에서 MHA까지의 홉 수이다. 또한 D_{link} 와 D_{tunnel} 은 한 링크 사이에서의 패킷 전송 지연 시간과 MHA에서 터널링 서비스에 관련한 지연 시간이다. MHA에서 터널링 서비스를 받는 이동 호스트의 터널링 길이가 MTHC를 넘어 다른 네트워크로 핸드오프 하는 경우 트리 재구성을 통하여 터널링 서비스로 인한 오버헤드를 줄인다. 제안하는 variable service range는 그림 1에 나타낸다.

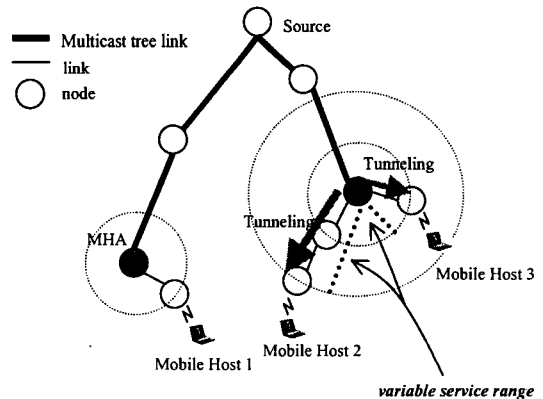


그림 1. 제안하는 variable service range

2.2 끊김 없는 멀티캐스트 핸드오프 기법

이동 호스트가 서비스 범위를 벗어나 멀티캐스트 그룹에 가입되어 있지 않은 외부 네트워크로 이동 하는 경우 외부 네트워크이 멀티캐스트 그룹에 가입하여 멀티캐스트 데이터를 받을 때까지 기존의 MHA 로부터 계속해서 멀티캐스트 데이터를 받도록 하여 멀티캐스트 패킷 손실을 줄인다. 본 논문에서는 끊김 없는 멀티캐스트 핸드오프를 위하여 새로운 시그널링 메시지들을 아래와 정의한다.

- Request_tunneling : 이동 호스트가 서비스 범위를 벗어나 멀티캐스트 그룹에 가입되지 않은 외부 네트워크로 핸드오프 할 때, 기존의 MHA 에게 터널링을 요구하는 메시지.
- Stop_tunneling : 기존 MHA 에게 터널링 서비스를 중지하라고 요구하는 메시지

끊김 없는 멀티캐스트 핸드오프 동안의 메시지 교환 과정을 그림 2에 나타낸다.

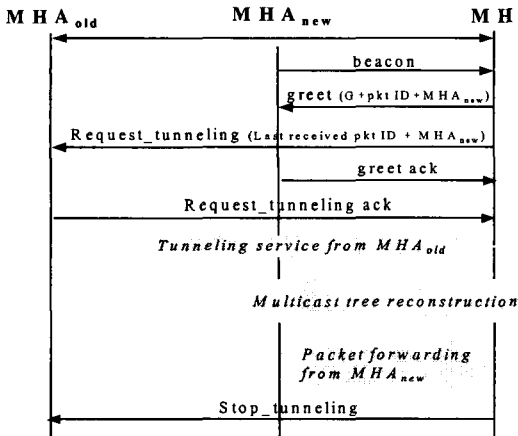


그림 2. 끊김 없는 멀티캐스트 핸드오프 동안의 메시지 교환

이동 호스트가 서비스 범위를 벗어나 멀티캐스트 그룹에 가입되지 않은 외부 네트워크로 핸드오프 하는 경우 기존의 MHA 에게 Request_tunneling 메시지를 보내 기존의 MHA 로부터 터널링 서비스를 받는다. 외부 네트워크이 멀티캐스트 그룹에 가입하여 새로운 MHA 가 되어 멀티캐스트 데이터를 전달하게 되면 Stop_tunneling 메

시지를 기존의 MHA 에게 보내 터널링 서비스를 중지하라고 요구한다. 따라서 새로운 MHA 로부터 멀티캐스트 데이터를 전달 받을 때까지 기존의 MHA 에게서 멀티캐스트 데이터를 받도록 하여 트리 재구성 시에 발생하는 패킷 손실 문제를 해결한다.

III. 성능 평가

3.1 성능 평가 모델

성능 평가를 위해 본 논문에서는 네트워크 구조가 100 개의 LAN 들로 구성되어 있다고 가정한다. 이 중 임의의 노드를 선택하여 멀티캐스트 소스로 설정하고 멀티캐스트 그룹 멤버를 전체 네트워크에 고르게 분산 되도록 한다. 멀티캐스트 그룹 멤버 수를 100 명으로 가정하고, 각각의 이동 호스트들은 시뮬레이션 시간동안 네트워크 노드들 사이를 1/4 확률로 로밍한다. 초기 멀티캐스트 그룹에 참여하는 이동 호스트들의 HA 들을 MHA 로 설정한다. 각각의 이동 호스트들의 총 멀티캐스트 서비스 시간은 3 분으로 한다. 본 시뮬레이션에는 하나의 멀티캐스트 그룹과 하나의 멀티캐스트 소스가 있다고 가정한다. 종단간 지연 상한 값은 77ms 로 설정하고 TRT 값은 1 분에 대하여 시뮬레이션을 한다. 이동 호스트의 핸드오프 횟수는 1 에서 15 까지 구분하여 이동 호스트의 핸드오프 비율에 따라 성능 평가를 한다. 또한 RBMoM 프로토콜의 서비스 범위는 홉 수 2 로 설정한다.

3.2 성능 평가 결과

그림 3 은 이동 호스트의 핸드오프 비율에 따른 터널링 길이이다. Bi-directional tunneling 과 MoM 프로토콜은 홉 에이전트 기반의 터널링 서비스를 제공하기 때문에 터널링 길이가 길어진다. RBMoM 프로토콜은 MHA 와 서비스 범위를 이용하여 터널링 길이를 제한한다. 제안하는 프로토콜 TRITS 는 저속의 이동 호스트인 경우에 서비스 범위를 작게 하여 터널링 길이가 줄어들고, 고속의 이동 호스트인 경우에 MTHC 를 사용하여 터널링 길이를 제한한다.

그림 4 는 이동 호스트의 핸드오프 빈도수에 따른 트리 재구성 횟수이다. Remote subscription 프로토콜은 이동 호스트가 핸드오프 할 때마다 트리를 재구성하기

때문에 가장 안 좋은 결과를 보인다. RBMoM 프로토콜은 서비스 범위에 따라 트리 재구성 횟수가 결정된다. 제안하는 TRTTS 프로토콜은 핸드오프 빈도수가 작은 경우에 멀티캐스트 트리 재구성 횟수가 높아지지만 이동 호스트의 핸드오프 빈도수가 높아지면서 서비스 범위가 커지기 때문에 멀티캐스트 트리 재구성 횟수가 오히려 줄어든다.

그림 5는 이동 호스트가 서비스 범위를 벗어나 멀티캐스트 트리를 재구성 하는 동안 발생하는 패킷 손실 시간의 합이다. Remote subscription 과 RBMoM 프로토콜은 이동 호스트들이 서비스 범위를 벗어날 때마다 패킷 손실이 발생한다. 제안하는 프로토콜은 끊임 없는 멀티캐스트 핸드오프 기법을 적용하여 이동 호스트가 서비스 범위를 벗어나 멀티캐스트 그룹에 가입되지 않은 외부 네트워크로 이동하는 경우에 발생하는 패킷 손실을 줄여 가장 좋은 결과를 보인다.

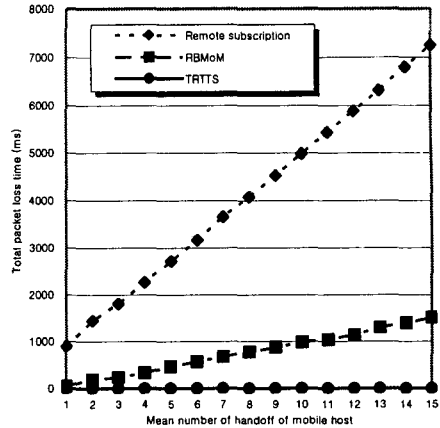


그림 5. 총 패킷 손실 시간

IV. 결론

본 논문에서는 이동 호스트의 이동성을 고려하여 서비스 범위를 다르게 적용하는 기법과 끊임 없는 멀티캐스트 핸드오프 기법을 제안한다. 이를 위하여 네트워크에 머무르는 시간과 트리 재구성 시간에 따라 이동 호스트의 이동성을 결정한다. 이동 호스트의 이동성이 큰 경우에는 서비스 범위를 크게 하여 트리 재구성에 따른 오버헤드를 줄이고, 이동성이 작은 경우에는 서비스 범위를 작게 하여 터널링 서비스로 인한 오버헤드를 줄인다. 또한 이동 호스트가 멀티캐스트 그룹에 가입되어 있지 않은 외부 네트워크로 핸드오프 하는 경우 외부 네트워크이 멀티캐스트 그룹에 가입하여 멀티캐스트 데이터 수신할 때까지 기존의 터널링 서비스로 멀티캐스트 데이터를 받게 한다. 시뮬레이션 결과는 제안하고 있는 프로토콜이 기존의 제안된 프로토콜들에 비해 이동 호스트들에게 효율적으로 멀티캐스트 서비스를 제공할 수 있음을 보인다.

References

- [1] C. Perkins, "IP Mobility Support," *RFC2002*, 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," *Proc. ACM/IEEE MOBICOM'97*, pp.151-160, Sept. 1997
- [3] R. Lin and K. M. Wang, "Mobile Multicast Support in IP Networks," *INFOCOM2000*, pp. 1664-1672, Mar. 2000.

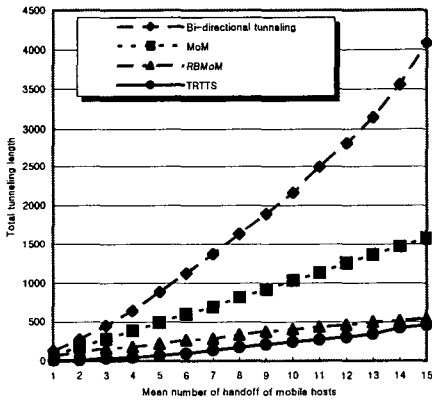


그림 3. 총 터널링 길이

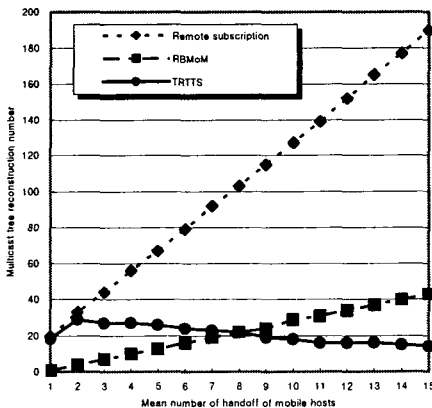


그림 4. 트리 재구성 횟수