

멀티캐스트 송신자의 이동성 지원에 관한 연구

김두찬*, 박성진**

*양산대학 컴퓨터인터넷비즈니스과

**텔슨전자 IMT-2000 센터

e-mail : goree2000@hanmail.net, bangel11@hanmail.net

A Study on Supporting for the Multicast Source Mobility

Doo-Chan Kim*, Seong-Jin Park**

*Dept. of Computer Internet Business, YangSan College

**IMT-2000 Center, Telson Electronics co.

요 약

멀티캐스트를 이동노드가 존재하는 네트워크에서 지원하기 위해서는 네트워크 사이를 이동하는 이동노드의 움직임을 지원할 수 있어야 한다. 멀티캐스트 데이터그램을 송신하는 송신자가 이동하는 경우는 멀티캐스트 트리를 재구성해야 하기 때문에 시간과 비용 즉, 멀티캐스트 트리를 구성하는 시간과 이를 위하여 필요한 부가적인 패킷이 증가하게 된다. 특히, 멀티캐스트 트리를 재구성하는 데 걸리는 시간 동안 멀티캐스트 데이터그램의 전송 지연이 발생하는 문제점이 존재한다. 본 논문에서는 최소한의 비용으로, 멀티캐스트 송신자가 이동할 때 발생하는 전송지연을 방지하는 멀티캐스트 송신자 이동성 지원 기법을 제안하였다.

1. 서론

정보통신 분야의 눈부신 발전은 기존 네트워크들의 연동위에 이동 단말을 이용한 이동 컴퓨팅의 확대를 가져 왔다. 이러한 이동 컴퓨팅 환경은 사용자가 단말을 이용하여 언제 어디서나 자유롭게 이동하면서 정보를 처리할 수 있는 동적인 사용자 환경을 제공한다. 이동 컴퓨팅의 장점인 이동성은 사용자에게는 상당한 편리함을 제공하지만 네트워크 관리자의 입장에서 보면 단말의 움직임을 추가적으로 지원해야 하는 문제점이 있다.

현재의 이동통신망과 인터넷망의 통합의 문제점은 이동노드의 이동성을 고려하지 않고 설계된 기존의 인터넷 프로토콜로 인하여 이동노드가 이동할 경우에 이를 지원하지 못하는 것이다. 이 문제는 IP 라우팅 기능을 강화한 프로토콜인 IETF의 이동 IP[1]로 해결하였다.

멀티캐스트는 인터넷에서 일대다수와 다수대다수 통신을 지원하여 네트워크의 확장성을 제공해 준다. 즉, 중복 발생하는 데이터그램의 수를 최소화하여 네트워크의 성능을 향상시킨다. 그러나, IP 네트워크에

서 이동 호스트에게 멀티캐스트를 지원하기 위해서는 기존의 멀티캐스트 프로토콜을 바로 적용하기 힘든 문제점이 있다. 현재의 멀티캐스트 프로토콜들(DVMRP[9], MOSPF[10], CBT[11])은 고정된 호스트만 지원하고, 동적으로 네트워크를 이동하는 이동노드를 지원하지 못하기 때문이다.

이 문제를 해결하기 위하여, 고정 호스트만 지원하는 기존의 멀티캐스트를 확장하여 이동 호스트의 이동성을 지원하는 기능을 추가하는 연구가 활발히 진행되고 있다[4-8]. 그러나, 지금까지의 연구는 대부분 멀티캐스트 패킷의 수신자가 이동 노드인 경우만을 고려한 것이며, 멀티캐스트 송신자가 이동하는 경우는 거의 고려하지 않고 있는 실정이다. 본 논문에서는 멀티캐스트 송신자가 이동하는 이동 멀티캐스트 환경에서 효율적으로 멀티캐스트 트리를 구성하는 방법에 관하여 기술하고자 한다. 이동노드의 네트워크 간 이동으로 인한 데이터 손실을 최소화 하면서, 네트워크의 부하를 줄이고 가능한 최적 경로에 가까운 경로를 통한 멀티캐스트 데이터그램의 전달을 지원하는 방법을 제안한다.

본 논문의 나머지 부분은 다음과 같이 구성된다.

제 2 절은 이동 멀티캐스트 프로토콜들에 관하여 설명한다. 제 3 절에서는 제안한 멀티캐스트 송신자의 이동성을 지원하는 방안에 대하여 상세히 기술한다. 제 4 절에서는 결론과 추후의 연구방향에 대하여 설명한다.

2. 이동 멀티캐스트 프로토콜

이동 멀티캐스트는 이동하는 노드가 멀티캐스트의 송신자인가 그렇지 않으면 수신자인가에 따라 구분할 수 있다. 수신자가 이동노드인 경우에 대해서는 활발한 연구가 진행되어 왔다. 그러나, 멀티캐스트 송신자가 이동할 수 있는 경우에 관한 연구는 미흡한 실정이다.

멀티캐스트 라우팅은 멀티캐스트 데이터그램의 전달 경로가 여러 개의 멀티캐스트 그룹에서 공유하는 것이 아니면 하나의 멀티캐스트 그룹이 독자적으로 멀티캐스트 전달경로를 유지하는가에 따라서 그룹공유 트리 라우팅과 소스기반 라우팅으로 나눌 수 있다 [13].

그룹공유 트리 라우팅을 사용하는 라우팅으로 CBT[11]가 있다. 이 라우팅 방식의 경우는 멀티캐스트 송신자나 수신자가 이동하더라도 코어 멀티캐스트 라우터를 통하여 멀티캐스트 패킷을 전달하거나 전달받기 때문에 큰 어려움 없이 이동 멀티캐스트의 지원이 가능하다.

소스기반 트리 라우팅 프로토콜로는 DVMRP[9], MOSPF[10] 등이 있으며, 현재 가장 널리 사용되는 프로토콜이다. 그러나, 이 라우팅 프로토콜들은 멀티캐스트 수신자가 이동할 경우 멀티캐스트 트리의 일부가 새로 구성되어야 하며, 멀티캐스트 송신자가 네트워크를 이동한 경우 전체 멀티캐스트 트리를 재구성해야 한다. 멀티캐스트 트리를 재구성할 경우는 멀티캐스트 데이터그램의 전송 지연이 생기며, 네트워크에도 추가적인 트래픽이 발생한다. 또한, 손실된 패킷의 재전송에 의하여 전체적인 네트워크의 성능 저하를 가져온다.

본 논문에서 제안하는 방법은 비공유 트리 기반의 멀티캐스트 라우팅 프로토콜에서 멀티캐스트 송신자가 이동하는 경우, 멀티캐스트 데이터그램의 손실 없이 멀티캐스트 트리의 재구성에 의한 전체 네트워크의 부하를 최소화하는 방안이다.

수신자가 이동 노드인 경우, 이를 지원하기 위하여 다음 기법들이 제안되었다.

● IETF 의 이동 IP

IETF 의 이동 IP 에서는 이동 노드에게 멀티캐스트를 지원하기 위하여 두 가지 방법이 제안된 상태이다 [1]. 첫번째 방법은 포인 에이전트(FA)가 직접 멀티캐스트 트리에 가입하여 이동 호스트에게 멀티캐스트 패킷을 전달하는 방법으로 멀티캐스트 패킷의 전송 경로가 최적화되며, 터널 집중화 현상이 발생하지 않는 장점이 있다. 이 방법을 원격가입(remote subscription)이라 부른다. 그러나, 이 방법은 이동 호스트가 이동할 때 마다 매번 FA 가 멀티캐스트 트리에

가입하기 때문에 부하가 많으며, 멀티캐스트 트리의 가입 지연에 의한 패킷의 손실이 발생하는 단점이 있다. 두번째 방법은 이동 IP 의 유니캐스트 전송방식을 그대로 따른 것으로, 이동 호스트가 FN 으로 이동하면 홈 에이전트(HA)와 FA 사이에 터널링을 형성하며 이것을 통하여 이동 호스트는 멀티캐스트 패킷을 전송받는다. 이 방법은 기존의 이동 IP 프로토콜을 수정 없이 이용할 수 있지만, HA 와 FA 사이의 경로가 최적화 되지 못하며 동일한 멀티캐스트 패킷을 수신하는 터널 집중화 문제가 발생하는 단점이 있다. 이 방식을 양방향 터널링(bi-directional tunneling)이라 한다. 위의 방법들은 이동 호스트가 FN 으로 이동한 경우, FA 가 멀티캐스트 트리에 가입하여 멀티캐스트 서비스를 지원할 것인지에 따라서 구분한 것이다.

● Mobile Multicast (MoM)

MoM 은 이동 IP 의 양방향 터널링 방식에서 발생하는 터널 집중화 현상을 해결한 프로토콜이다[5]. 이 프로토콜은 동일한 멀티캐스트 송신자에 대하여 하나의 멀티캐스트 데이터그램 전달자인 DMSF (Designated Multicast Service Provider)를 두어 멀티캐스트 데이터그램의 중복 전달을 방지하였다. 하지만, 전송경로가 최적화 되지 못하는 문제가 여전히 남아있다.

● Range-Based Mobile Multicast(RBMoM)

RBMoM 경우는 MHA(Multicast Home Agent)의 멀티캐스트 지원 범위에 기반한 프로토콜이다[4]. MHA 는 자신이 지원하는 범위 내에서 이동 호스트에게 멀티캐스트 패킷을 전송하지만, 이동 호스트가 MHA 의 가장 먼 지원 범위에서 오랫동안 머무는 경우는 최적화 되지 않은 전송 경로를 장시간 이용하게 된다. 또한, 이동 호스트가 MHA 접점 지역에서 빠르게 이동하는 경우에는 원격가입의 경우 처럼 멀티캐스트 트리의 재구성 비용이 증가하게 된다.

송신자가 이동 노드인 경우는 다음의 방법이 소개되었다.

● George Xylomenos 의 방법

이 프로토콜은 송신자가 FN 으로 이동한 경우 이동 IP 기반으로 하여 멀티캐스트 패킷을 HA 에게 전달하여 멀티캐스팅하는 방법이다[7]. 이 방법은 프로토콜 자체는 간단하지만 이동 IP 에 의한 전송을 이용하기 때문에 FN 과 HN 의 사이가 멀어질수록 전송경로가 비최적화되며, 따라서 추가적인 패킷의 전달로 인하여 네트워크의 트래픽을 증가시킨다. 이를 개선하기 위해서는 전송경로 비최적화에 의하여 추가적으로 전달하는 패킷의 양과 멀티캐스트 트리를 재구성하는데 소요되는 트래픽을 비교하여 전체 네트워크의 부하를 줄이는 시점을 찾아야 한다.

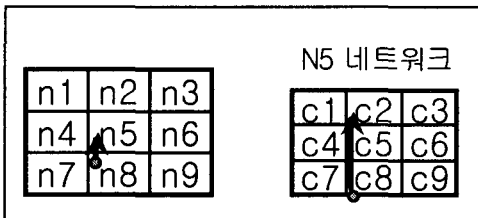
본 논문에서 제안한 방식은 멀티캐스트의 송신자인 이동 호스트가 이동할 가능성이 있는 네트워크에 이동노드가 이동하기 전에 멀티캐스트 트리를 구성하는 것으로 패킷의 분실을 방지하여 끊임없는 통신을 지

원할 수 있다. 멀티캐스트 트리의 구성 시점은 이동 시각 예측 방법[3]을 이용하여 전체 네트워크의 트래픽을 최소화하는 방향으로 설계하였다.

3. 멀티캐스트 소스의 이동성 지원

3.1 이동 노드의 이동 방향 예측

이동노드가 존재하는 이동통신망은 이동노드의 이동성을 지원해야 하는 단점이 있지만 이동노드의 지리적 위치를 알 수 있는 장점이 있다. 이러한 특성을 이용하여 이동노드가 앞으로 이동할 위치를 미리 예측할 수 있다. TA(Tracking Agent)는 이동노드의 위치 추적을 담당한다[2].



[그림 1] 이동노드의 이동 방향

[그림 1]은 n8 네트워크에 존재하는 이동노드가 n5 네트워크로 이동하는 장면이다. n5 네트워크는 하나의 FA가 관리하는 영역을 지리적으로 9개의 작은 셀로 나뉘어 관리된다고 가정하자. 이동노드가 n5 네트워크에 진입하면 먼저 c8 셀에 들어가게 된다. 이 때부터 TA는 이동노드의 이동을 추적한다. 이동노드가 c8에서 c5를 통하여 c2로 이동한다면 다음으로 이동할 네트워크는 n2 네트워크가 된다. 이 경우에 TA는 n2의 멀티캐스트 라우터에게 임시 멀티캐스트 트리를 생성하라는 메시지를 송신한다. n2에 존재하는 멀티캐스트 라우터는 이동노드의 이동전에 임시 멀티캐스트 트리를 생성하고 실시 트리 해제용 타이머를 설정한다. 이 타이머는 실제 이동노드가 예측 네트워크로 이동하면 설정이 해제되며, 그렇지 않고 타이머가 종료되면 임시 멀티캐스트 트리를 삭제하는 역할을 담당한다.

이 방법은 이동노드의 방향만을 고려한 것으로 이동노드의 이동 시간이 오래 걸린다면 임시 멀티캐스트 트리의 유지비용이 높아진다는 단점이 있다. 이동노드의 이동 시각 예측 알고리즘[3]을 이용한다면 이동노드의 이동시각을 예측하여 멀티캐스트 유지 비용을 최소화 할 수 있다.

3.2 이동 노드의 이동 시각 예측

이동노드가 다른 네트워크로 이동하는 시각을 예측하기 위해서는 먼저, HA가 이동 호스트의 과거에 이동한 이동 시간 정보를 저장하고 있어야 한다. HA는 이동 호스트가 새로운 FA로 이동하여 등록을 할 때마다 시간 정보를 저장한다. 이 데이터베이스를 바탕으로 이동 노드의 시각을 예측한다. 최소한의 저장정보를 설정하는 방법이 요구되며, 이것은 이동시각을

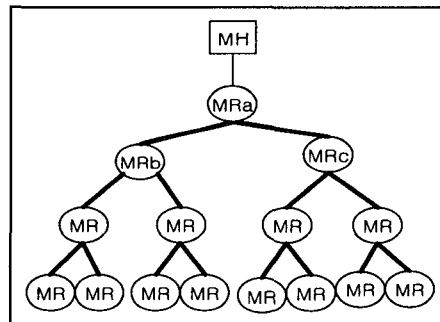
추출하는 알고리즘에 의존적이다[3].

HA는 저장한 이동 호스트의 이동 시간 정보를 이용하여 이동시각을 선택하는데, 여기에는 여러 가지 알고리즘이 있다. 첫째, 최대와 최소 시간 정보를 데이터베이스에 저장하며, 최대와 최소 시간 사이의 무작위 값을 선택하는 방법이다. 둘째, 최대 시간이나 최소 시간 정보를 바탕으로 최대 또는 최소 시간을 선택하는 방법이 있으며, 셋째, 최근 이동 시간만을 바탕으로 이동 시각을 선택하는 방법, 넷째, 평균 이동 시간과 이동 횟수 정보를 이용하여 이동 시각을 선택하는 방법이 있다.

이동노드가 등록된 FA는 예측 시간에 이동 예측 네트워크의 멀티캐스트 라우터에 임시 트리 생성 메시지를 송신한다. 이렇게 임시 트리의 생성 시각을 이동 시각에 근접하게 함으로써 트리의 유지비용을 최소로 할 수 있으며, 멀티캐스트 데이터그램의 손실을 줄이는 방법이다.

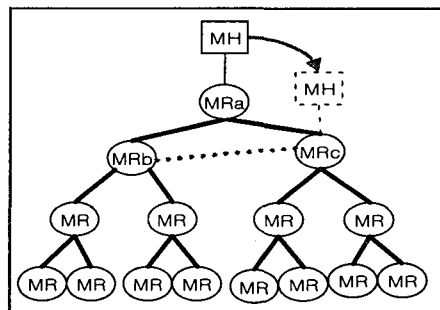
3.3 멀티캐스트 소스의 이동성 지원 방법

본 절에서는 이동노드의 방향과 시각을 예측하는 방법을 이용하여 효과적으로 멀티캐스트 소스의 이동을 지원하는 방법을 [그림 2]의 멀티캐스트 트리 구성을 이용하여 기술한다.



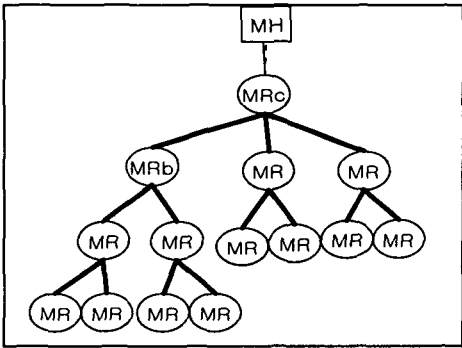
[그림 2] 멀티캐스트 트리

멀티캐스트 송신자인 MH가 멀티캐스트 라우터(MRa) 네트워크에 존재하고 있는 상황이다. MRa의 하위 라우터는 MRb와 MRc인 멀티캐스트 트리를 구성하고 있다.



[그림 3] 이동 예측에 의한 임시 멀티캐스트 트리

MH의 이동 방향을 추적한 결과 다음으로 이동할 네트워크는 MRc가 존재하는 네트워크임을 알 수 있다. MRa는 이동노드의 이동시각 예측정보 즉, MH가 얼마 후에 MRc로 이동하는지를 MRc에게 알려준다. MRc에서는 [그림 3]처럼 임시 멀티캐스트 트리를 예측한 이동시각에 맞추어 생성하게 된다. [그림 3]에서는 MRb와 MRc 사이의 연결이 임시 멀티캐스트 트리를 구성한 경우이다. 또한 임시 멀티캐스트 트리 해제용 타이머를 기동한다.



[그림 4] 재구성된 멀티캐스트 트리

NH가 예측시각에 MRc 네트워크로 이동하는 경우는 임시 멀티캐스트 트리가 이전의 멀티캐스트 트리를 대체하게 된다. 이 때, 송신자 네트워크가 MRa에서 MRc로 바뀌었으므로, (MRa, MH)로는 멀티캐스트 그룹을 인식하지 못한다. 각 MR에서는 기존의 (MRa, MH)와 (MRc, MH) 매핑 테이블을 관리하고, 이를 바탕으로 멀티캐스트 데이터그램을 전달함으로써, 중단 단말에서는 추가적인 프로토콜의 수정없이 멀티캐스트를 지원할 수 있다. 또한, 임시 멀티캐스트 트리 해제용 타이머는 중지한다. MH가 예측시각에 다른 네트워크로 이동하지 않는다면 해제용 타이머의 종료에 의하여 임시 멀티캐스트 트리용으로 설정된 MRb와 MRc 사이의 연결을 해제한다. 멀티캐스트 송신자가 MRc 네트워크로 이동한 이후 임시 멀티캐스트 트리를 실제 멀티캐스트 트리으로 변경하여 구성한 것이 [그림 4]이다.

이 기법을 기존의 멀티캐스트 라우팅에 적용한다면 멀티캐스트 송신자가 이동하더라도 임시 멀티캐스트 트리를 이용하여 데이터의 손실없이 멀티캐스트 데이터그램의 전송을 지원할 수 있다.

4. 결론 및 추후연구계획

이동노드의 이동성을 지원하는 멀티캐스트 프로토콜의 성능은 멀티캐스트 구성과 유지 비용을 어떻게 최소화으로 유지하는가에 달려있다. 특히, 멀티캐스트 수신자가 이동하는 경우는 수신자의 이동에 비하여 전체 멀티캐스트 트리를 재구성해야만 하는 문제가 있다. 이동 IP를 이용하여 이 문제를 해결할 수 있지만 이동노드가 홈 네트워크(HN)에서 멀리 떨어져

있다면 비최적화 경로를 통하여 멀티캐스트 데이터그램이 전달되므로 네트워크의 부하를 증가시켜서 전체적인 성능의 저하를 가져온다.

본 논문에서는 이동노드의 이동방향과 이동시각을 예측하여 이동 멀티캐스트 프로토콜을 구현하는 방안에 대하여 제안하였다. 이 방법은 멀티캐스트 송신자가 이동할 네트워크를 미리 예측하여 해당 네트워크의 멀티캐스트 라우터에게 임시 멀티캐스트 트리를 생성할 것을 지시한다. 이때, 송신자의 이동예측시각 정보를 함께 전달하여 임시 멀티캐스트 트리의 유지시간을 최소화하는 방법을 제공하였다.

앞으로 본 논문에서 제안한 멀티캐스트 송신자의 이동을 지원하는 기법을 시뮬레이션하여 효율성을 검증할 계획이다. 시뮬레이션 결과를 바탕으로 임시 멀티캐스트 트리를 구성하는 효과적인 방법을 연구할 것이다.

참고문헌

- [1] C.Perkins, editor, "IP Mobility Support", RFC 2002, October, 1996
- [2] 박성진, 김선영, "이동 노드의 이동 방향성을 고려한 효율적 Mobile IP 지원 설계", 정보과학회 추계 학술대회, 99'
- [3] 박성진, 양순성, 홍충선, "이동성 예측을 이용한 효율적 이동 멀티캐스트에 관한 연구", 통신학회 하계 학술대회, 2001
- [4] Chunhung Richard LIN, Kai-Min WANG, "Mobile Multicast Support in IP Networks", IEICE Transactions on Communications, Feb. 2001
- [5] Tim G. Harrison, Garey L. Williamson, Wayne L. Mackrell, Richard B.Bunt, "Mobile Multicast(MoM) Protocol: Multicast Support for Mobile Hosts", ACM/IEEE MOBICOM 97'
- [6] Chunhung Richard, Chang-Jai Chung, "A Mobile Multicast Protocol with Error Control for IP Networks", GLOBECOM 2000
- [7] George Xylomenos, George C. Polyzos, "IP Multicast for Mobile Hosts", IEEE communications magazine, Jan. 97'
- [8] C.Kuang-Hwei, T.Shien-Chao, and H.Ting-Lu, "A Framework for Mobile Multicast Using Dynamic Route Reconstructions", The Computer Journal, 99'
- [9] D. Waitzman, C. Partridge, and S. Deering, "Distance Vector Multicast Routing Protocol", RFC 1075
- [10] J. Moy, "Multicast Routing Extensions for OSPF", Communications of the ACM, Vol.37, August 94'
- [11] A. Ballardie, P. Francis and J. Crowcroft, "Core based trees(CBT):an architecture for scalable inter-domain multicast routing", ACM SIGCOMM 93'
- [12] Tomasz Imielinski, Henry F. Korth, "Mobile Computing", Kluwer Academic Publishers, 1996
- [13] James F.Kurose, Keith W.Rose, "Computer Networking", Addison Wesley Longman, Inc. 2001'