

이동 컴퓨팅을 위한 적응성이 강한 멀티캐스트 기법

신승필^o 하 란

홍익대학교 컴퓨터공학과

{spshin^o, rhanha}@cs.hongik.ac.kr

Adaptable Multicast Protocol for Mobile Hosts

Seungpil Shin^o Rhan Ha

Dept. of Computer Engineering, Hongik University

요 약

최근 이동성을 제공하는 시스템이 매우 빠른 속도로 보급되고 있는 추세이며 그 서비스 분야 또한 다양해져 무선 멀티미디어 서비스에 대한 요구가 커지고 있다. 멀티미디어 서비스는 많은 데이터 용량을 요구하며, 같은 정보를 여러 사용자들에게 보내야 하는 특징을 갖는다. 이동하는 사용자에게 이와 같은 특징을 갖는 멀티미디어 서비스를 효율적으로 제공하기 위해서는 이동성을 지원하는 효율적인 멀티캐스팅 기법이 필요하다. Mobile IP 기반의 이동 네트워크 환경에서 멀티캐스팅을 지원하기 위한 연구는 크게 양방향 터널링 방식과 원격 가입 방식으로 연구되어 왔다. 양방향 터널링 방식은 홈 네트워크를 항상 경유함으로써 인해 발생하는 데이터 전송 경로의 비최적화와 데이터 중복 전송의 문제를 가지고 있으며, 원격 가입 방식은 빈번한 멀티캐스트 전송 트리의 재구성으로 인한 오버헤드와 서비스 단절의 문제를 가지고 있다. 따라서 본 논문에서는 이동 호스트의 이동 방향 정보를 이용한 자원 예약 기법을 통해 이동 호스트에게 투명한 이동성을 제공하여 서비스의 단절을 줄이고, 가변적인 서비스 범위를 통하여 멀티캐스트 전송 트리의 재구성으로 인한 오버헤드를 줄이는 방법을 제안한다.

1. 서 론

현재 이동 네트워크 환경에서의 인터넷 사용의 급증과 더불어 다양한 종류의 멀티미디어 서비스가 사용자들에 의해 요구되고 있다. 인터넷을 이용해 영화를 볼 수 있는 VOD 서비스, 인터넷 방송 등이 대표적인 멀티미디어 서비스이다. 이러한 멀티미디어 서비스는 같은 정보를 여러 사람에게 보내야 하는 공통점이 있는데, 현재 인터넷에서 사용되는 일-대-일 전송방식 보다는 일-대-다 또는 다-대-다 전송 방식의 멀티캐스트 기법 [1,2]을 사용하면 네트워크 자원을 효율적으로 이용하면서 데이터를 전송할 수 있다. 이와 같은 멀티캐스트 기법을 이동 네트워크 환경에서 지원하기 위해서는 유동적인 그룹 멤버쉽 뿐만 아니라 유동적인 멤버의 위치변화도 고려해야 한다. 현재의 Mobile IP를 이용하여 이동 네트워크 환경에서 멀티캐스트를 지원하기 위한 접근방법은 크게 두 가지로 구분된다[3]. Mobile IP에서는 이동성 지원을 위해서 이동 호스트가 최초로 주소를 할당 받은 네트워크의 이동 지원 라우터를 HA(Home Agent), 새로 이동한 네트워크의 이동 지원 라우터를 FA(Foreign Agent)라 하며 이들 간의 터널을 설정하는 방안을 제안하고 있다. 즉, HA와 FA 중 어느 것이 그룹의 멤버를 관리하고 그룹으로의 조인 연산을 수행하는가에 따라 HA기반 방식(양방향 터널링)과 FA기반 방식(원격 가입)으로 나뉜다[3].

HA 기반 방식은 HA를 기준으로 멀티캐스트 트리가 구성되며, 메시지가 항상 HA를 경유하므로 메시지 전송 경로가 최적화되지 못하는 단점과 이동 호스트들이 중복된 터널을 통해 데

이터를 전송받게 되는 문제점 있다. FA 기반 방식은 멀티캐스트 데이터가 HA를 경유하지 않고, FA를 통해 이동 호스트에게 직접 전달된다. 이 방식은 FA를 기준으로 항상 최적의 멀티캐스트 전송 트리가 설정되어 네트워크 자원의 이용 효율이 높으나 이동 호스트가 이동할 때마다 멀티캐스트 그룹으로의 가입/탈퇴가 반복되어 처리 비용이 증가한다. 또한, 새로운 전송 트리가 구성되는 동안에 데이터 전송 지연과 데이터 손실 문제가 발생한다.

본 논문에서는 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 제안된 RBMoM[6]에서의 홈 카운트로 정의한 서비스 범위 개념을 보완하여 이동 호스트의 이동 타입에 근거한 가변 서비스 범위와 이동 방향 정보를 이용한 자원 예약 기법[4]에 기반한 효율적인 멀티캐스트 서비스를 제공하기 위한 기법을 제안한다.

이후 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존의 이동 네트워크 환경에서의 멀티캐스트 지원 기법에 대해 살펴본다. 3장에서 제안하는 기법의 동작을 설명하며, 4장에서 제안 기법을 평가하고 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련연구

MoM[5]은 양방향 터널링 방식에 기반을 두어 이동 호스트들의 이동에 따라 발생할 수 있는 중복 터널링 문제를 해결하기 위한 프로토콜이다. MoM은 중복 터널링 문제를 해결하기 위해 DMSP(Designated Multicast Service Provider)를 이용한다. FA는 같은 멀티캐스트 그룹에 가입한 복수의 이동 호스트들에게 서비스를 제공해야 하는 경우에 한 HA만 DMSP로 지정함으로써 복수의 HA들로부터 데이터를 중복하여 수신하지 않도록 제어한다. 이 방식은 DMSP 핸드오프 문제가 발생하는데, FA가 새로운 DMSP를 선택하는 것을 의미한다. 이와 같은 현

※ 본 연구는 한국과학재단 목적기초 연구사업(R04-2002-000-00039)과 정보통신부 ITRC사업 HY-SDR 연구센터의 후원으로 연구되었습니다.

드오프는 새로운 이동 호스트가 네트워크에 들어와서 현재의 DMSP보다 자신의 HA가 기존의 DMSP보다 효과적인 것이 될 수 있을 경우 또는 현재 DMSP의 이동 호스트들이 다른 네트워크로 이동을 했을 경우에 발생하는데, 이와 같은 DMSP 핸드오프가 발생하면 새로운 DMSP를 선택하기 이전에 데이터가 전달되어 전송할 데이터가 손실할 수 있는 문제점이 발생하게 된다.

RBMoM[6]은 홈 카운트로 정의된 MHA(Multicast Home Agent)의 서비스 범위를 사용한다. MHA는 현재 이동 호스트가 위치하고 있는 FA에게 멀티캐스트 데이터그램을 터널링하는 책임을 지고 있는 에이전트로서 HA나 FA가 될 수 있다. 이 기법은 양방향 터널링과 원격 가입 방식의 중간 형태로서 이동 호스트가 서비스 범위를 벗어날 경우에만 트리를 재구성하여 원격 가입 방식보다 트리 재구성 횟수를 줄이게 되고, 양방향 터널링 방식처럼 항상 HA를 거치지 않고 MHA의 서비스 범위 내에서 경로를 선택함으로써 최단에 가까운 경로 설정을 하게 된다. 즉, 서비스 범위라는 개념을 통해 터널링의 제한을 두어 트리 재구성 오버헤드를 줄이고, 최단에 가까운 경로 선택의 장점을 가진다. 그러나 이 프로토콜에서는 MHA가 갖는 서비스 범위의 거리를 모두 일률적으로 같은 크기로 고정하여 정해놓는데, 서비스 범위의 결정을 현재 그룹에 속한 멤버의 수에 기초하여 결정한다. 실제 이동 네트워크 환경에서는 호스트의 이동으로 인해 지속적으로 그룹의 수가 변화를 하기 때문에 초기에 정한 서비스 범위가 최적의 역할을 못하게 되는 경우가 발생하게 된다. 또한 서비스 범위를 벗어나 이동할 때 새로운 MHA를 선택하는 과정에서 서비스 단절이 발생하기도 한다.

3. 가변 서비스 범위 기반 멀티캐스트 기법

제한하는 기법의 목적은 멀티캐스트 그룹 내 이동 호스트들의 서비스 단절을 최소화시켜 지속적인 서비스 제공을 받을 수 있도록 하고, 멀티캐스트 그룹의 재구성 횟수를 줄이기 위한 것이다. 멀티캐스트가 제공하는 서비스 범위를 멀티캐스트 그룹에 속한 이동 호스트가 갖는 이동 속도의 정도에 따라 다양하게 설정하고, 자원 예약 기법을 함께 이용해 이동 호스트가 이동했을 때 데이터 전송을 지속적으로 서비스 받을 수 있도록 한다. 이동 호스트는 다양한 이동성을 갖기 때문에 RBMoM에서와 같이 서비스 범위를 고정하여 사용하는 것은 비효율적이다. 그 이유는 RBMoM이 서비스 범위를 통한 멀티캐스트 트리의 재구성 횟수를 줄이는 효과를 가져왔으나, 지속적으로 변화하는 이동성을 고려하지 않고 초기에 정한 서비스 범위만을 사용하기 때문이다. RBMoM에서는 서비스 범위를 현재 그룹에 속한 이동 호스트들의 수 또는 이동 호스트들의 이동 속도가 같다는 가정 하에 정했기 때문에 실제의 상황을 반영하고 있지 못하고 있다. 이동성이 큰 호스트들이 보다 큰 서비스 범위를 가지면 이동에 따른 트리의 재구성 횟수가 작은 서비스 범위를 가졌을 때보다 줄어드는 효과가 있을 것이고, 반대로 이동성이 작은 호스트들은 작은 서비스 범위를 통해 경로의 길이를 줄이는 효과를 얻을 수 있다. 그래서 본 제안에서는 이동 호스트가 갖는 이동성을 크게 3가지 형태로 분류하여 관리하여, 가변적인 서비스 범위 결정에 사용하게 된다. 이동 호스트들이 갖는 mobility-type은 표 1과 같다.

서비스 범위는 표 1의 mobility 정보를 이용하여 결정을 하고, 다음의 식 (1)을 이용한다. 그리고 식 (1)에서 사용되는 변수의 정의는 표 2와 같다.

$$VR = p \times W_p + mi \times W_i + ma \times W_a \dots\dots\dots (1)$$

Mobility	속도
pico	0-10km(walk)
micro	10-50km(vehicle)
macro	50-200km(vehicle, train)

표 1. Mobility 분류

변수	설명
VR	가변 서비스 범위
p	pico-mobility를 갖고 이동한 호스트 개수
mi	micro-mobility를 갖고 이동한 호스트 개수
ma	macro-mobility를 갖고 이동한 호스트 개수
W _p	p의 가중치
W _i	mi의 가중치
W _a	ma의 가중치

표 2. 변수 정의

식 (1)이 나타내는 의미는 이동하는 호스트가 갖는 각각의 이동 타입에 맞는 가중치를 곱하여 반올림을 하는 것이다. 각각의 mobility에 가중치를 두는 것은 서비스 범위를 결정할 때 각 mobility의 개수가 어떻게 바뀌느냐에 따라 변해야 하는 서비스 범위를 올바르게 반영하기 위해서이다. 예를 들면, 현재의 서비스 범위 안에 각각의 mobility에 따른 이동 호스트의 수가 모두 같거나 비슷하다고 가정한다면, 서비스 범위는 macro-mobility에 맞게끔 결정되어야 할 것이다. 비슷하게 pico-mobility를 갖는 이동 호스트의 수가 micro-, macro-mobility를 갖는 이동 호스트의 수보다 매우 많이 있다고 하면 서비스 범위는 pico-mobility에 맞게끔 결정되어야 micro-, macro-mobility를 갖는 이동 호스트가 현재의 서비스 범위를 벗어나 다른 곳으로 이동을 했을 현재 서비스 범위에 미치는 영향이 적게 된다.

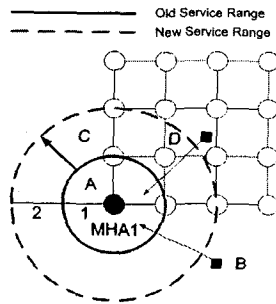


그림 1. 서비스 범위 축소

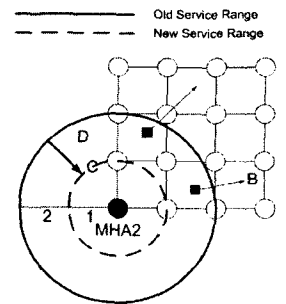


그림 2. 서비스 범위 확대

그림 1과 2는 서비스 범위가 변화하는 경우를 보여주는 예제이다. MHA1과 MHA2는 각각 초기에 서비스 범위 1과 2를 가지고 서비스를 제공해주고 있다. 그림 1에서는 서비스 범위가 작아지는 경우를 보여주고 있다. MHA1은 이동 호스트수가 초기에 A개이고, 나중에 B개의 이동 호스트가 진입하여 총 C(A+B)개의 이동 호스트를 갖게 되어 서비스 범위를 늘리게 된다. 늘린 이후에 D개의 위치 않았던 이동 호스트가 서비스 범위 안에 속할 수 있게 되는데, 이것은 MHA1이 관리하던 호스트가 아니므로 서비스 범위 결정에 고려할 필요가 없다. 즉, 서비스 범위 안에 있던 기존의 이동 호스트와 이동되어 진입된 호스트에 대한 정보만을 MHA1이 관리하게 된다.

그림 2에서는 서비스 범위가 작아지는 경우를 보여주고 있다. MHA2는 초기에 A개의 이동 호스트가 있으며, B개의 호스트가 서비스 범위를 벗어난 후 C(A-B)개의 호스트가 남아있게 된다. 이때 서비스 범위를 줄여야하는 상황이 되면 줄이기 전에 서비스 범위의 감소로 인하여 원치 않게 서비스 범위를 벗어나게 되는 이동 호스트(그림에서 D)가 있는지를 체크한다. 이와 같은 호스트가 있다면(D≠0) 서비스 범위를 줄이지 않고, 없다면(D=0) 줄이게 된다. D가 0인지 아닌지에 대한 판단은 서비스 범위를 줄이고자 했을 때 MHA2의 관리를 벗어나는 FA들의 멤버 리스트를 체크하여 알 수 있다. FA의 멤버 리스트에 하나라도 멤버가 존재하고 있다면 D는 0보다 큰 값을 가지고, 아니면 D는 0이 된다.

이동 호스트가 이동을 할 때 서비스의 지속적인 제공을 위해 자원 예약을 하게 되는데, 이때 이동 호스트는 MRSVP[4]의 active/passive message를 송신자에게 보내 자원 예약할 것을 알린다. Passive message를 보내는 것은 이동 호스트가 자원 예약한 곳으로 이동을 하지 않고, 다른 곳으로 방향을 바꾸어 이동하는 경우에 자원 예약한 경로의 불필요한 자원 낭비를 막기 위한 것이다. 이동 호스트가 실제로 이동을 한 경우에 passive 상태를 active로 바꾸어 실제적인 자원 예약이 이루어지게 된다. 본 제안에서는 이동 호스트가 이동할 때 이동 호스트가 움직이는 방향을 결정하기 위해 GPS(Global Positioning System) 정보를 이용하게 되는데, 이동 호스트는 GPS로부터 자신의 현재 위치, 현재 이동 방향에 대한 정보를 얻을 수 있으므로 이 정보를 현재 자신이 속한 MHA에게 보내서 자신의 현재 상태를 지속적으로 알린다. 이동 호스트는 방향 벡터를 가지고 이동을 하며, MHA로부터 멀어지게 되면 방향 벡터가 커지고, MHA로 가까워지면 방향 벡터가 작아진다고 하자. 이동 방향 벡터에 절대값을 취하면 MHA와 이동 호스트간의 거리가 스칼라 값으로 나오게 되므로, 이동 호스트는 서비스 범위 내에서의 자신의 위치를 알 수 있다. 이동 호스트가 서비스 범위의 가장자리에 있을 경우 바로 근접한 방향의 MHA에게 이동 호스트의 상태 정보를 넘겨주어 서비스 범위의 재설정 또는 자원 예약에 대한 준비를 해놓는다. 정보를 넘겨받은 MHA는 서비스 범위의 재설정을 결정하고, passive reservation을 수행한다. 실제적으로 서비스 범위를 재설정하거나 자원 예약이 이루어지는 시점은 이동 호스트가 현재의 MHA가 갖는 서비스 범위를 벗어날 때이다. 그리고 이때 자신이 속했던 MHA도 필요에 따라 서비스 범위의 재설정을 수행하게 된다.

4. 성능평가

성능 평가는 NS-2[7]를 이용하였으며, 네트워크는 10*10 mesh 네트워크로 구성을 하여 평가하였다. 초기의 서비스 범위는 트리를 처음 구성한 이후에 HA를 MHA로 정하고 MHA 속한 이동 타입에 따른 이동 호스트의 수에 따라 식 (1)을 적용하여 결정한다. 멀티캐스트 패킷의 도착 시간은 지수 분포 $\lambda = (1/rate) * pktsize * 8$ 를 가지고 일정하게 생성되어 전달되며, 데이터 전송 속도는 2.4Mbps, 패킷의 크기는 512KB로 정하여 실험하였다. 멀티캐스트 그룹의 이동 호스트의 개수는 10-50개로 정하였으며 각 호스트의 이동 속도는 0-200Km/h로 다양하게 설정하였다. 그리고 그룹으로의 조인하기 위하여 걸리는 시간은 20msec, 이동 호스트가 MHA까지 등록되기까지 걸리는 시간을 5msec로 가정하였다.

실험에서의 평가 요소는 호스트의 이동에 따른 멀티캐스트 트리의 재구성 횟수와 서비스 단절 시간으로 RBMoM과 비교를 하였다. 트리의 재구성 횟수는 멀티캐스트 그룹으로의 조인 및 탈퇴 연산 정도에 따라 비교를 하였으며, 서비스 단절 시간은 서비스 범위를 벗어나 다른 네트워크로 이동했을 때 조인하기까지의 시간을 측정하여 비교하였다.

그림 3은 제안하는 기법의 트리의 재구성 횟수를 원격 가입

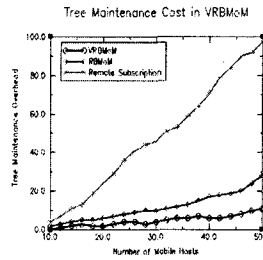


그림 3. 트리 재구성 횟수

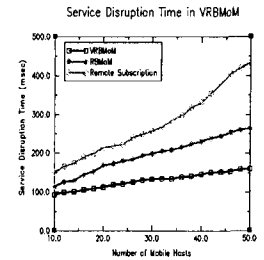


그림 4. 서비스 단절 시간(msec)

방식, RBMoM과 같이 비교를 하였다. 그림에서 보듯이 제안하는 기법의 오버헤드가 다른 두 방식보다 낮은 것을 볼 수 있다. 원격 가입 방식은 이동 호스트가 이동할 때마다 트리를 다시 구성함으로써 트리의 구성의 횟수가 매우 높게 나타났으며, RBMoM은 트리 재구성 횟수가 비교적 적게 나왔으나, 이동 호스트의 이동성을 고려하지 않고 서비스 범위를 고정되어 있기 때문에 이동성을 고려한 제안 기법이 보다 적은 트리 재구성 횟수를 보인다. 그리고 그림 4는 제안 기법의 서비스 단절 시간을 RBMoM과 비교한 것이다. 그림에서 보면 제안 기법과 원격 가입 방식, RBMoM 모두 서비스 단절이 있으나 제안 기법은 자원 예약을 사용하고 있기 때문에 서비스 단절 시간이 원격 가입과 RBMoM보다 짧은 것을 볼 수 있다. 원격 가입 방식이 가장 긴 서비스 단절 시간을 보이는데, 이동 호스트가 새로운 FA에 등록하는 횟수가 많으므로 그만큼 서비스 단절 시간이 길어진다.

5. 결론

본 논문에서는 이동 네트워크에서 효율적으로 멀티캐스팅을 제공하기 위해 서비스 범위의 설정을 그룹에 속하는 이동 호스트들의 이동성에 따른 mobility-type를 통해 가변적으로 설정하고 이와 함께 자원 예약 기법을 사용하는 기법을 제안하였다. 그리고 실험을 통해 기존 연구의 고정된 서비스 범위를 사용했을 때보다 트리의 재구성 횟수를 줄이는 효과와 자원 예약 기법을 함께 사용하여 호스트의 이동으로 인해 발생하는 서비스 단절 시간이 줄어드는 효과가 있음을 비교 확인하였다.

참고문헌

- [1] D. Waitzman, C. Partridge and S. Deering, Distance vector multicast routing protocol, RFC 1075, BBN STC and Stanford University, November 1988
- [2] A. Ballardie, P. Francis and J. Crowcroft, "Core Based Trees: An architecture for scalable inter-domain multicast routing", in Proceedings of ACM SIGCOMM '93, August 1993
- [3] C. Perkins, IP mobility support, RFC2002, IBM (October 1996).
- [4] A. Talukdar, B. Badrinath, and A. Acrarya, "MRSVP: A resource reservation protocol for an integrated services network with mobile hosts," The Journal of Wireless Networks, vol. 7, no. 1, 2001.
- [5] T. G. Harrison, C. L. Williamson "Mobile Multicast (MoM) Protocol: Multicast Support For Mobile Hosts", ACM MOBICOM '97, pp. 151-160, 1997
- [6] C. R. Lin., K.-M. Wang, "Mobile Multicast Support in IP Network", INFOCOM 2000. Vol3, pp. 1664-1672, 2000
- [7] <http://www.isi.edu/nam/ns>