

# CBT와 PIM 멀티캐스트 라우팅 프로토콜 비교에 관한 성능분석

최원혁\*, 이광재\*\*, 김정선\*  
한국 항공대학교 전자공학과\*, 서남대학교 전기전자멀티미디어공학부\*\*

## Performance Analysis comparisons for the CBT and PIM Multicast Protocol

Won-hyuck Choi\*, Kwnag-jae Lee\*\*, Jung-sun Kim\*  
\*Dept. of Avionics, Hankuk Aviation University  
\*School of Electric, Electronic and Multimedia Engineering, Seonam University,

### 요 약

멀티캐스트는 현재 일-대-일 통신서비스로부터 일-대-다 또는 다-대-나 통신서비스에서 신뢰성을 요구하는 새로운 요구가 많아지고 있다. 그리고 최근 대두되고 있는 멀티미디어 응용을 지원하기 위해서는 광대역 네트워크의 링크, 실시간 전송, 보다 효과적인 멀티캐스트 프로토콜이 요구된다. 멀티캐스트 프로토콜 알고리즘에는 DVMRP, MOSPF, CBT, PIM 구조의 멀티캐스팅 프로토콜 있다. 이는 네트워크 패킷의 특성을 송수신의 경로비용으로 라우터 자체의 근거리 알고리즘이 적용되고 있다. 본 연구에서는 멀티캐스트 프로토콜인 CBT와 PIM-DM종단간의 특성을 이용하여 비교 분석하여 이용하여 각 데이터 패킷 전송을 위한 공정하고 실용적인 대역폭 사용하고 대역폭과 데이터처리능력 시뮬레이션 상에서 구현하고 성능을 평가한다.

### 1. 서론

멀티캐스트 프로토콜은 네트워크 사용자들을 특정한 그룹으로 구분하고 다양하면서도 특화된 서비스를 제공할 수 있도록 하는 통신 프로토콜로 개인에서부터 기업, 정부에 이르기까지 인터넷 활용의 주요 관심사로 대두되고 있다. 이에 따라 멀티캐스트 서비스의 개발과 성능 향상을 위한 연구가 활발히 진행되고 있으며 최근 품질개선 및 신뢰성 있는 전송을 위해 여러 가지 프로토콜들이 제안되고 있다. 대표적인 프로토콜은 송신자와 수신자 사이를 최단 경로의 트리로 설정하는 SBT(Source Based Tree)<sup>[1][2]</sup> 방식과, 하나의 네트워크 라우터가 센터가 되고 그룹 멤버간 최단 경로를 설정한 후 센터가 송신자로부터 받은 데이터 패킷을 멤버에게 전송하는 공유 트리(Shared Tree) 방식으로 구분하여 분류할 수 있다. 각각의 송신자마다 트리를 발생하는 SBT 방식의 프로토콜로는 PIM-DM 과, 모든 송신자에 대해 하나의 공유 트리를 형성하는 Shared Tree 방식에서는 CBT(Core Based

Tree)가 활발히 논의되고 있다. 또한 대규모의 멀티캐스트 알고리즘으로는 제한적이고 복잡한 DVMRP (Distance Vector Multicast Routing Protocol) MOSPF(Multicast extension for Open Shortest Path Protocol)<sup>[3]</sup>와 보다 개선된 PIM-DM, CBT로부터 공통된 특성을 갖는 PIM-SM(Sparse Mode)를 정의하고 있다. 이들 중에서 최근 인터넷 통신과 화상회의에서 사용되는 SBT 방식의 프로토콜 방식의 PIM-DM과 Shared Tree 방식의 CBT를 종단간의 방식에서 전송속도를 측정함으로써 멀티캐스트 라우팅의 성능을 분석하였다. 한편 2장에서는 PIM-DM 프로토콜과 CBT 프로토콜에 대해서 설명하였으며 3장에서는 종단간의 멀티캐스트 프로토콜 점대점(end to end) 방식에서 제안하고 4장에서는 3장에서 제안한 방식에 대한 시뮬레이션 결과와 성능을 분석하고 결론을 내린다.

## 2. PIM-DM과 CBT 멀티캐스트 프로토콜

PIM(Protocol Independent Multicast) 프로토콜은 유니캐스트 프로토콜과 유사한 특성이 있지만 유니캐스트 라우팅 매커니즘에 대하여 독립적이라는 의미를 내포하고 있다. 즉 유니캐스트 라우팅 테이블을 산출해 내는 알고리즘이나 프로토콜은 관계하지 않고 단지 결과적으로 생성된 테이블만을 이용한다.

PIM 프로토콜은 지역적으로 밀집된 지역에서의 멀티캐스트 서비스를 광대역으로 확장하기 위하여 개발되었다. PIM 프로토콜은 원칙적으로 공유트리 기반이며 같은 형식의 제어메시지를 사용하지만 그룹멤버의 지역적 밀집도에 따라 PIM-DM(PIM-Dense Mode) 프로토콜과 PIM-SM(PIM-Sparse Mode) 프로토콜로 구분하고 있다. CBT(Core Based Tree) 프로토콜은 비교적 최근에 제안된 멀티캐스트 라우팅 방식으로 그룹의 모든 멤버가 하나의 트리를 공유하며, 그룹별로 각각의 트리를 구성하는 특성을 제외하면 Spanning Tree 방식과 알고리즘은 유사한 점이 많다. CBT 라우팅 트리는 공유트리의 중심부에 코어 라우터(Core Router)를 두어 프로토콜을 처리한다. PIM-SM 프로토콜의 랑테부 포인트 RP와 유사하지만 PIM-SM 프로토콜이 단방향 트리로 운영되어 최적의 라우팅 경로를 선택하는데 제약이 있는 반면, CBT 트리는 양방향 트리로 운영되며 기존의 소스기반 멀티캐스트 라우팅 방식보다 네트워크의 확장성이 뛰어나다.

### 2.1 PIM-DM

PIM-DM 프로토콜은 LAN과 같이 좁은 지역에서 충분한 대역폭을 확보하여 멀티캐스트 서비스를 지원하기 위한 프로토콜로 Scalable Sparse Mode의 트리를 제공하기 위해 제안되었으며 RPF를 사용하는 측면에서 DVMRP 프로토콜과 유사성이 있다. 그러나 DVMRP가 유니캐스트 라우팅 정보를 확보하기 위하여 RIP 기반의 프로토콜을 요구하고 각각의 멀티캐스트 그룹에 대하여 Child Interface 정보를 유지하는 반면, PIM-DM 프로토콜은 네트워크 토폴로지 변화를 반영할 때 유니캐스트 라우팅 프로토콜과는 독립적인 상태에서 라우팅 테이블 만을 활용하고 명확한 절단(Prune)메시지가 수신되어 불필요한 트리가 제거될 때까지 모든 Down-stream Interface에 대하여 멀티캐스트 패킷전송을 계속한다. PIM-DM 프로토콜은 공유트리임에도 이후 기술되는 공유트리의 센터 역할 수행하는 랑테부 포인트 RP(Rendezvous Point)가 요

구되지 않는 특성이 있다.

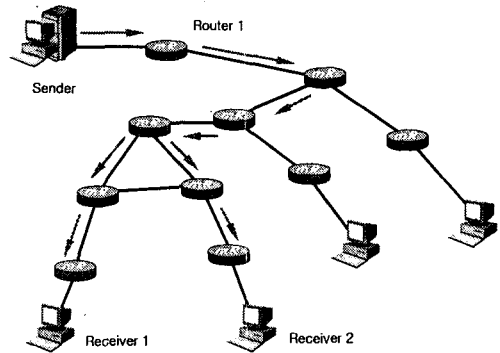


그림 1 PIM-DM 멀티캐스트 프로토콜 모델

### 2.2 CBT(Core Based Tree) 프로토콜

CBT(Core Based Tree) 프로토콜은 비교적 최근에 제안된 멀티캐스트 라우팅 방식으로 그룹의 모든 멤버가 하나의 트리를 공유하며, 그룹별로 각각의 트리를 구성하는 특성을 제외하면 Spanning Tree 방식의 알고리즘과 유사한 점이 많다.

CBT 라우팅 트리는 공유트리의 중심부에 코어 라우터(Core Router)를 두어 프로토콜을 처리한다. PIM-SM 프로토콜의 랑테부 포인트 RP와 유사하지만 PIM-SM 프로토콜이 단방향 트리로 운영되어 최적의 라우팅 경로를 선택하는데 제약이 있는 반면, CBT 트리는 양방향 트리로 운영되며 기존의 소스기반 멀티캐스트 라우팅 방식보다 네트워크의 확장성이 뛰어나다.

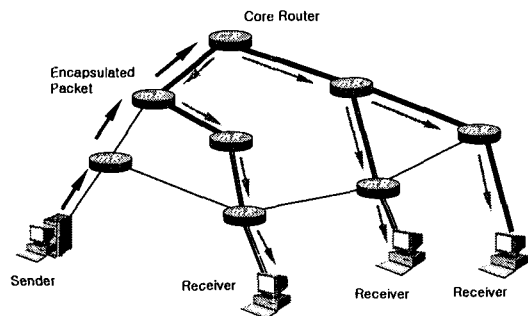


그림 2 CBT 프로토콜 모델

### 3장 end-to-end 방식에서의 멀티캐스트

네트워크의 패킷처리, 이동시간 정확하게 측정하기 위해서는 종단간 측정이 중요하다. 네트워크의 패킷의 송수신은 계층 시스템의 상위의 기능을 사용함으로써 패킷 송수신처리를 끝내고 이것을 이론적 해석을 제공한다. 네트워크에서는 하위계층 부분에 분류된 시스템, 최후 시스템들에서 패킷의 송수신 측정 방법에 더 나은 기능들을 제공을 하고 있다.

종단간의 측정에서 네트워크 상위부분의 측정에서는 몇몇의 응용된 기능 중에서 네트워크의 성능을 저하시키는 것도 있다. 예로 응용된 기능중 신뢰성 있는 전송이다. 네트워크는 거대한 길이라고 할 수 있는데 네트워크에서 소실된 패킷을 회복시키지만 또 다른 응용된 프로그램이 존재하고, 여러 응용된 프로그램이 서로 충돌한다면 다른 소스에서 에러에 의해 네트워크 성능을 저하시킨다. 그래서 네트워크의 상,하위 부분의 기능적인 배치를 제공하는데 다음의 원칙은 종단간의 논리에서 핵심이 된다.

- 몇몇의 서비스는 종단간의 상주 시스템의 응용에 도움을 실행하고 네트워크 안에서의 완전한 도구가 아닐 수 있다.
- 모든 응용 프로그램 서비스를 만들어서 사용하지 않을 지라도 수단으로서 오로지 이러한 응용 프로그램들을 사용하여 네트워크 안에서 사용한다.

위 내용처럼 상위레벨에 존재하는 응용 프로그램을 적절한 수준에서 사용된다. 그래서 본 논문에서는 종단간의 상위레벨의 기능을 제공하지 않고 하위레벨 부분의 종단간의 패킷을 멀티캐스트 프로토콜인 PIM-DM과 CBT를 측정 속도를 비교 분석한다.

### 4장 시뮬레이션 및 결과

#### 4.1 시뮬레이션

제3장에서 제안한 종단간의 멀티캐스트 프로토콜 CBT와 PIM-DM 측정에서는 CBT 라우팅 방식에서의 트래픽 흐름과 코어 링크에서의 Bottleneck 주고 시뮬레이션을 실시하였다.

이를 위하여 먼저 멀티캐스트 시뮬레이션 모델을 설정하였으며, CBT와 PIM-DM 라우팅의 성능을 비교하기 위하여, 멀티캐스트 그룹 멤버 수와 대역폭, 패킷의 지연시간, 그리고 응용 프로그램의 특성에 따른 데이터 패킷의 크기를 파라미터로 설정하였다. 본 제안 논문의 토폴로지는 그림3사용하였다.

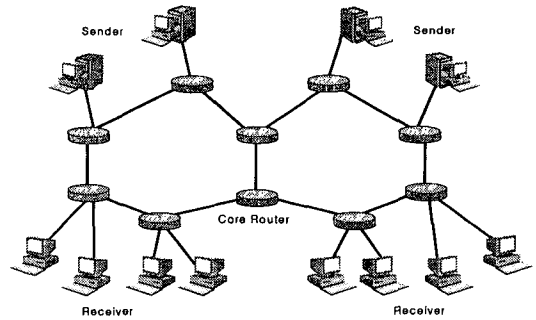
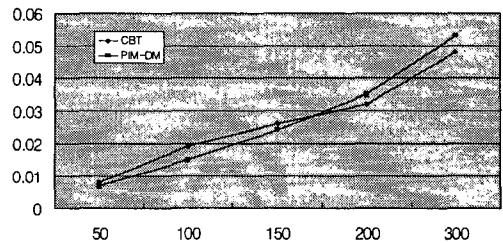


그림 3 시뮬레이션 토폴로지

시뮬레이션의 외부 환경은, 메모리 512MByte 용량과, 시스템 클럭 1.50GHz의 Intel Pentoum 4 CPU를 사용하는 PC를 플랫폼으로 하고, 운영체제는 Linux Redhat 6.0을 채택하였으며, 시뮬레이션 도구로는 PC 기반 환경에서 시뮬레이터로 널리 사용되는 Network Simulator - ns v2(Version 2)를 이용하였다. 시뮬레이션모델을 이용하여 송신자로부터 멀티캐스트 그룹 멤버에 이르는 패킷을 생성, 전송하고 각각의 라우팅 방식에 대하여 멀티캐스트 트리에서의 종단간 지연을 측정하였다.

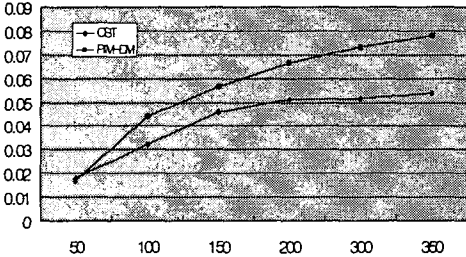


그래프1 210 Byte 일 때 종단간 평균 지연 시간

측정 결과의 지연 시간은 그룹 멤버의 Hop 라우터에 연결된 전체를 대상으로 하여 그룹 수의 증가에 따른 총 발생 트래픽에 대한 종단간의 지연의 평균 시간이 다.

그래프1과 그래프2는 그림3 토폴로지에서 패킷크기가 210 Byte 일 때 와 512 Byte 일 때의 종단간 평균 지연 시간의 측정 결과이다. 그룹 수가 작을 때는 CBT라우팅이 PIM-DM보다 지연특성이 라우팅과 비교하여 다소 우수함을 알 수 있다. PIM-DM 라우

팅에 대하여 CBT 라우팅의 지연특성은 각각 14.4%, 12% 개선으로 나타났다.



그래프2 512 Byte 일 때 종단간 평균 지연 시간

#### 4.2 결론

멀티캐스트 프로토콜의 패킷처리의 지연시간을 종단간의 하위레벨 부분으로 측정하여 멀티캐스트 프로토콜인 CBT(Core Based Tree)와 PIM-DM 평균지연시간을 측정하여 CBT가 본 시뮬레이션 모델과 토폴로지에서는 PIM-DM보다 평균 지연시간이 낮음을 알 수 있었다. 그리고 송신자의 그룹수가 증가할 때 패킷의 크기다 210byte보다 큰 512byte가 송신될 때 평균 지연시간이 그룹수가 증가될 때 비슷한 CBT와 PIM-DM의 지연시간이 점점 낮아짐을 나타내고 있다.

앞으로 종단간에서 평균지연시간 뿐만 아니라 상위 레벨에서의 신뢰성 부분과 종단간의 네트워크 전송시간측정이 필요하고 좀더 효과적인 CBT의 Core부분의 지연을 측정하고 비교분석하기 위하여 같은 공유 트리 부분인 PIM-SM 멀티캐스트를 이용하여 CBT의 Core부분과 PIM-SM의 램데뷰 포인터 부분의 지연시간을 측정하여 보다 정확한 CBT, PIM-DM PIM-SM 부분의 종단간의 측정에 관한 연구가 필요하다. 더불어 CBT, PIM-DM만 아니라 다른 멀티캐스트 프로토콜을 종단간의 처리에서 비교분석 해야할 것이다.

#### 참고문헌

- [1] D. Estrin, D. Farinacci, A. Helmy, D. Thaler, S. Deering, M. Handley, V. Jacobson, C. Liu, P. Sharma, L. Wei, "Protocol Independent Multicast- Sparse Mode (PIM-SM): Protocol Specification," RFC2117, June 1997.
- [2] A. Ballardie, "Core Based Trees (CBT) Multicast Routing Architecture," RFC2201, September 1997.
- [3] A. Ballardie, "Core Based Trees (CBT version 2) Multicast Routing - Protocol Specification," RFC2189, September 1997.
- [4] H. Saltzer, d.p reed, and D. Clark, "End-to-end arguments in system design," ACM Transaction- on computing systems, vol. 2, no. 4, 1984.
- [5] UCB/LBNL/VINT, "Network Simulation -ns(v2), <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>, 2000
- [6] Internet Software Consortium <http://www.isc.org/ds/>
- [7] Hobbes Internet Timeline <http://www.zakon.org/robert/internet/timeline/>
- [8] R. Braudes, S. Zabele, "Requirements for Multicast Protocols," RFC1458, 1993.