

---

# 로드 밸런싱을 이용한 CBT 멀티캐스트 라우팅 프로토콜의 혼잡제어기법

여현\* · 소순희\* · 이윤주\*\*

Congestion Control of CBT Multicast Routing Mechanism  
with load balancing methods

Hyun-Yoe\* · Sun-Hwe So\* · Yoon-ju Lee\*\*

## 요 약

본 연구에서는 내부도메인 멀티캐스트 라우팅 프로토콜중의 하나인 CBT(core-based tree)프로토콜에서 발생하기 쉬운 코어라우터로의 트래픽 집중 현상을 해결하기 위해 지정코어라우터에 트래픽 폭주가 발생했을 때 멀티캐스트 그룹 가입자로 하여금 동적으로 코어를 변경할 수 있도록 하는 방안을 제시한다.

## ABSTRACT

In this paper, we propose a new CBT(core-based tree)multicast routing Mechanism by load balancing mechanism. CBT may result in traffice concentration and bottlenecks near the core routers since traffice from all sources nodes the same set of links as approaches the core. So the router have to load packet to new core router for such congestion. Congestion information is given by rtt(round trip time) between designed core router and the other router.

## 키워드

Load balancing, CBT, Multicast routing protocol

## 1. 서 론

인터넷상에서 하나의 어플리케이션 프로세서가 다른 하나 이상의 어플리케이션 프로세서에게 동일한 데이터를 전송하려고 할 때 다수의 수신자에게 각각 여러 번의 데이터를 전송한다면, 동일한 패킷의 중복전송으로 인한 네트워크 대역폭 낭비를 가져 올 것이다.

멀티캐스트 기법은 서비스를 원하는 사용자에게만 브로드캐스트해 줌으로써 네트워크 자원(대역폭)의 낭비를 최소화하고, 멀티캐스트 그룹에 가입한 다수의 멤버들간에 특별한 실시간 공동 작업환경을 제공해 준다. 그러나 멀티캐스트 기법자체의 복잡성과 멀티캐스트 서비스를 활용하기에 적합한 어플리케이션의 부재, 그리고 서비스를 제공하는 제공자 측의 그룹멤버관리

---

\* 순천대학교

\*\* 한국전자통신연구소

의 어려움 때문에 일부만이 멀티캐스트 지원 라우터를 제공하고 있어 서비스를 원하는 end-to-end에 멀티캐스트라우터를 설치해 송신자에서 그룹주소를 가진 라우터까지는 유니캐스트를 사용하고 수신라우터에서는 브로드캐스트를 해주는 터널링기법을 사용해 왔다. 본 연구는 기존의 유니캐스트 라우팅에서 정적 메트릭을 이용한 경로설정기법에서 나타나는 단일지점으로서의 트래픽집중을 분산시키기 위해 사용한 Hybrid-scout방식을 코어 기반 멀티캐스트중의 하나인 CBT 프로토콜에 응용하므로써 코어라우터로 집중되는 트래픽범람을 혼잡하지 않는 다른 코어라우터로 분산시키는 메커니즘을 제안한다. 양 코어라우터간의 트래픽 정보는 주기적인 메시지의 RTT(Round Trip Time)값을 기준으로 어느 일정시간이 초과되면 상대 코어라우터가 범람상태에 놓여 있다고 인식하게 되고 소스에서는 송신 데이터를 다른 코어라우터와 분산 전송한다. 그룹가입자의 정보가 코어상호간에 이루어지고 트래픽집중 현상이 코어분산으로 감소하게 된다. 이러한 방식은 코어라우터에만 적용하므로써 로드나 지연과 같은 동적인 네트워크 상태정보(코어라우터상호간)를 교환하기 위한 라우팅 오버헤드와 프로세싱 오버헤드를 줄일 수 있다.[8]

## II. 본 론

### 1. 멀티캐스트서비스 구성요소

멀티캐스트를 지원하기 위해 필요한 사항들은 다음과 같다.

- 1) 데이터 링크계층의 물리적 멀티캐스트주소 인식
- 2) 해당 세션에 대한 그룹의 가입/탈퇴 기능을 수행하는 그룹관리 메커니즘 : IGMP
- 3) Multicast data를 네트워크 상에서 최적의 경로로 전송해 줄 프로토콜(= Multicast routing protocol)
- 4) 신뢰성 있는 전송 계층
- 5) Multicast application
  - 그룹 멤버 관리, 세션 관리

### 2. 기술적 배경

#### 2.1 멀티캐스트

##### 2.1.1 멀티캐스트 주소와 mapping

class d (224.0.0.0 ~ 239.255.255.255)사용하므로 목적지 주소가 "1110"으로 시작하는 IP 데이터그램은 멀티캐스트 데이터그램이다. 나머지 28비트는 송신할 데이터그램의 멀티캐스트그룹을 구분하는데 쓰인다.

멀티캐스트 MAC 주소는 상위 25비트는 01005E로 하고, 하위 23비트는 멀티캐스트 IP 주소의 하위 23비트로 설정해서 총 48비트로 정합니다. 멀티캐스트 트래픽을 브로드캐스트로 하면 가입이 안된 호스트도 불필요하게 프레임 수신하여 처리하는 동작을 막을 수 있다.

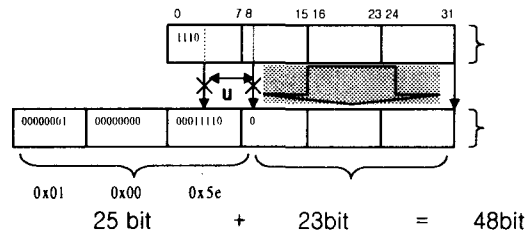


그림 1. 멀티캐스트의 물리적주소

E : 상위5Bit는 이더넷주소로 사용되지 않는다

U : 멀티캐스트그룹주소중 23bit는 이더넷주소로 변환된다.

모든 멀티캐스트의 물리적 주소는 다음과 같다

01:00:5e:00:00:00~01:00:5e:7f:ff:ff

IGMP(Internet Group Management protocol)

특별한 멀티캐스트그룹에 가입하기 위해서 사용자 호스트가 지역라우터에게 참석의사를 보내는 절차를 말하며 구성과 순서는 다음과 같다

가. 메시지

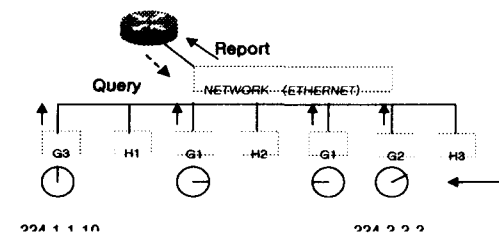


그림 2. IGMP V1Query와 report 메시지

나. 그룹가입

Query-Response process(default: 60 sec주기)

- Query message는 해당그룹에 가입할 호스트가

있는지 물어보는 메시지이다.

- Response message는 Query에 대한 수신자의 응답한다.

다. Report message 충돌 제어

가입의사가 있더라도 곧바로 report 메시지를 보내지 않으며 HOST의 random number generator의 입력정보에 따라 각 호스트는 다른 timer값을 갖고 delay(0~D초)대기한다.

라. Group member list table & delivery

Query에 대한 Report message를 통해 MR로 하여금 그룹 가입자에 대한 Interface table을 유지하게 하고 이 정보를 인접 라우터에게 전송한다. 이 정보는 송신지에서 보낸 패킷이 들어올 때 수신여부를 판단하는 중요한 자료가 된다.

3. 관련 연구

3.1 CBT(Core based tree)

하나의 그룹 내에 속하는 모든 그룹가입자는 네트워크 상에 이미 지정된 코어 라우터로 수신자 자신의 그룹정보를 보낸다. 그리고 소스측은 수신측으로 데이터를 보내기 전 반드시 이 코어라우터를 거쳐 이미 도착한 그룹 가입자의 정보를 통해 최단 경로를 선택하게 된다. 즉 소스들에 대하여 독단적인 전송 트리를 구성함과 동시에 가입의사가 있는 수신 측에서만 요구 신호를 보낸다는 것이다. 이는 각 그룹이 중심라우터인 core라우터를 사용한다는 점을 제외하고, spanning tree 알고리즘과 비슷하다. CBT는 단독의 라우터나 라우터의 세트로 구성된 코어라우터를 가진다. 코어라우터에 접근하는 수신자는 Join-request와 Join-ack을 기본 신호로 코어와 연결설정이 이루어진다. RPM(Reverse Path Multicasting)과 비교해서 여러 가지 장점이 존재한다. 첫째로 코어라우터에 도착한 패킷들은 목적지 주소에 해당하는 포워딩 인터페이스정보를 통해 각 수신자에게 전달하게 되므로 각 소스와 그룹에 관한 상태정보의 교환이 필요 없게 된다. 즉 네트워크간의 추가되는 메시지 교환이 줄어들게 된다. 둘째로 인터넷상의 모든 라우터에게 주기적인 멀티캐스트 패킷을 보내지 않기 때문에 네트워크대역폭을 절감할 수 있다. 하지만 코어라우터의 병목현상과 트래픽 집중의 위험성을 가지고 있다.

3.2 제안 1

- 코어라우터간 traffic 분산 처리

로드밸런싱은 하나의 서버에 트래픽 집중현상을 해결하는 완충적 역할로 서버에서 예비 서버로 자동으로 트래픽을 분산시키는 용도로 사용된다. CBT에서 각 그룹가입자는 코어라우터를 중심으로 각 망의 DR(Designated Router)로 join신호를 보내고 이를 목록화하여 코어라우터에게 보내게 됨으로 코어 라우터에 그룹가입자의 정보(그룹주소)가 집중되고 이에 따라 주변 망에 트래픽이 발생되는데 이러한 트래픽 집중 발생시 예비 코어 부하를 균형 있게 분배하므로 망의 흐름을 원활하게 가져온다. PIM-SM에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 SPT(source-specific shortest path tree)를 함께 사용해 소스에서 멀티미디어 데이터와 같은 대용량의 패킷이 전달 될 경우 이미 SPT(source-specific shortest path trees)변환이 약속된 수신측 그룹가입자는 소스와 유니캐스트 통신을 하게 된다. 대용량을 판단하는 기준은 시간 당 도착한 패킷의 수로 판단하게 된다. 하지만 이러한 메커니즘은 유니캐스트 방식을 도입하므로 대역폭의 효율성에 문제점이 있다. 그리고 그룹가입자의 가입점 즉 네트워크상의 지역적으로 널리 퍼져 존재하므로 때로는 어느 특정지역으로 집중될 수도 있는데 그러한 경우 발생되는 대역폭 낭비를 해결하지는 못한다.

- 폭주계산과 그룹멤버의 경로변경

코어라우터의 집중현상이 발생하면 수신 측에 폭주 메시지를 전송하여 다른 코어라우터에게도 데이터 전송할 것을 지시하고 일부 그룹가입자는 부하의 평형성을 이루기 다른 코어로부터 데이터를 전송 받게 된다. 이 일부 가입자의 정보는 폭주발생시 바로 다른 코어에게 전송되게 된다.

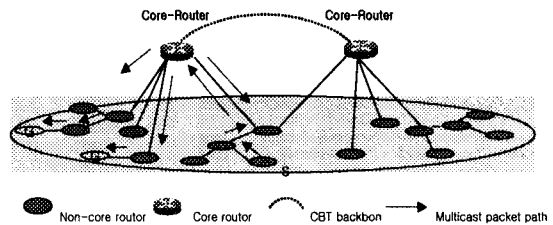


그림 3. 코어라우터간 동적 변환 흐름도

3.2 제안2 가입자 분포에 따른 코어 이동성

그룹 가입자의 지역적 분포가 이동성을 가지게 됨으로써 코어의 위치도 변화를 가져와야 한다. 이러한 변화의 판단은 각 수신 측의 역경로 매트릭정보(Hop)를 가지고 판단하게 된다. 코어는 각 수신 측의 역 hop 정보를 계속 계산하는 알고리즘을 수행하고 특정임계값을 초과하면 다른 코어로 상태정보를 주고받으므로 가장 적절한 코어를 선택하도록 한다.[3]

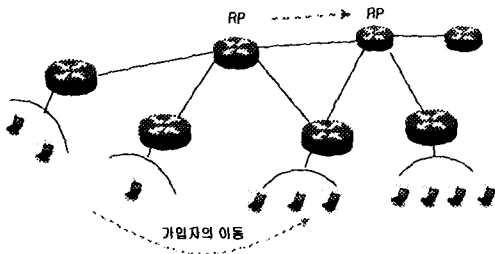


그림4. 가입자 분포에 따른 코어라우터 동적 변환

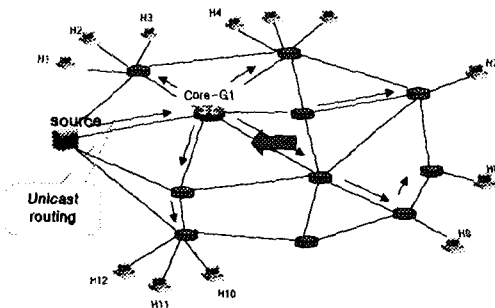


그림 5 가입자 분포에 따른 코어 이동성 1

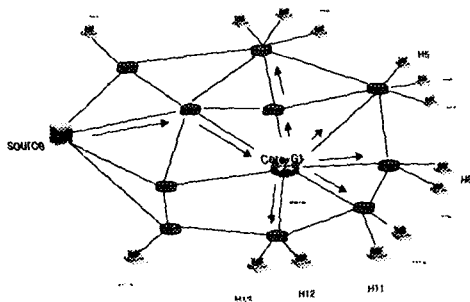


그림 6 가입자 분포에 따른 코어 이동성 2

각 서브넷의 그룹가입은 항상 유동성이 있으므로

코어라우터의 트래픽도 변화한다.

제 1단계 - 가입자 밀도에 따른 코어 트래픽 균형

3.3 시뮬레이션

• 시뮬레이션 모델

NS2 Simulator을 이용하여 구현하며 코어라우터집중현상을 위해 가입자수를 점차적으로 증가시키며 코어는 2개를 사용해 트래픽 집중현상이 발생하면 코어를 변경하여 접속하는 방식을 구현한다. 송신측은 CBR를 사용하며, 전송프로토콜은 UDP, 그리고 수신은 NULL로 받도록 설정한다. 회선의 대역폭은 중심부분은 2Mbps로 잡고 leaf부분은 1Mbps로 설정한다. 하나의 코어에 트래픽이 폭주했을 때 송신측은 다른 코어에게도 데이터를 보냄으로써 수신측으로 보낼 데이터의 지연을 감소시킨다. 그룹가입자의 분포도를 임의로 조정해 코어라우터의 적절한 위치를 선정하는 메커니즘도 구현해 본다.

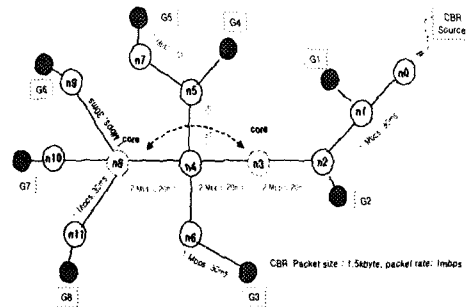


그림6. 시뮬레이션 토폴로지

```

$ ns multicast
set ns [new Simulator - multicast on]
set mproto ctrmcst

ST set ST AP_($group) $ node 3 ---$ node4
$ ns mrtproto ST
    
```

그림7. command core in ns2

그림 7은 ns2에서 시뮬레이션을 구현하기 위한 멀티캐스트에 기본적으로 적용되는 otcl스크립터다.

### 3.5 시뮬레이션 결과 분석

#### 3.5.1 측정값

코어라우터에 접속되는 그룹가입자를 증가 시켜 혼잡이 발생될 때 수신 측에서 받는 패킷의 전송률과 수신 측에서 2개의 코어로 분산 전송했을 때 수신 측의 패킷 전송률을 측정했다. 그룹가입자의 망내 분포도를 변화시켜 그에 따른 코어의 이동성을 부여했을 때 대역폭 유용성을 비교했다.

가. 코어라우터에 버무는 패킷평균 지연시간

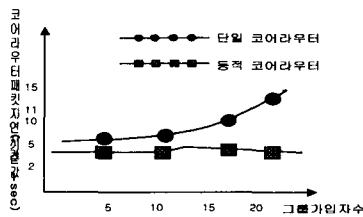


그림 9. 코어라우터 패킷 지연 시간 (기준값 1)

나. 각 수신자의 수신 대역폭

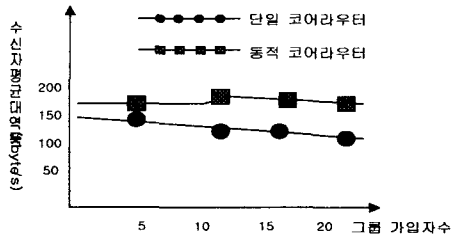


그림 10. 그룹 가입 수 증가에 따른 수신 전송률

### III. 결 론

프로토콜의 개발에 앞서서 토폴로지의 구성은 망의 트래픽 상태에 많은 변화를 가져온다. 코어를 선정하여 코어들간의 로드를 분배하는 구성에 있어서 토폴로지의 형태가 중요한 변화를 가져오므로 동적인 트래픽 분산 구현과 동시에 CBT 망구조에 적합한 망구조 연구가 병행되어야 한다. 그리고 코어라우터는 그 수의 확보가 어려우므로 적은 코어라우터를 가지고 트래픽을 제어하는 쪽으로 구성해야 한다. 본 실험결과를 통해 코어기반의 멀티캐스트 자체는 많은 장점을 보유하고 있지만 코어집중현상이라는 문제점을 지니고 있었다. 본 연구의 결과에 의거 코어라우터의 동적경로변환을 통해 근접망의 트래픽을 분산시킬 수 있었다. 향

후 보다 대규모 망에서의 시뮬레이션과 실제 네트워크 환경에 적용해야 심도 있는 연구를 진행할 계획이다.

### 참고문헌

- [1] Sun jung, sae-rin kim "multipath routing with dynamic load balancing" dept of computer science & engineering, ewha womans university.
- [2] D. Waitzman, C. Partridge, and S. Deering. "Distance Vector Multicast Routing Protocol," RFC-1075, 1988.
- [3] A. Ballardie, "Core Based trees (CBT version 2) Multicast Routing-Protocol Specification", RFC-2189, September 1997.
- [4] A. Ballard, core based trees multicast routing (CBT version 3), work in process. august 1998
- [5] C. Villamizar, OSPF optimized multipath (ospf-omp), internet-draft, Draft-ietf-ospf-omp 02.txt, feb. 1999
- [6] J. Chen, p. Druschel, D. Subramanian, "A new approach to routing with dynamic metrics", proc. INFOCOM'99, 661-670, 1999
- [7] J.J Garcia-luna-aceves, s. vutukury, "a practical approach to minimizing delays in internet routing", proc. IEEE ICC, pp479-478. 1999
- [8] Deering, "Host Extensions for IP Multicasting", RFC-1112, August 1989.

여현 (Hyun Yoe)

1984년 : 항공대학교 전자공학과 (공학사)

1987년 : 송실대학교 전자공학과 (공학석사)

1992년 : 송실대학교 전자공학과 (공학박사)

1987.2~1993.2: 한국통신 통신망 연구소

1993년 3월~현재: 순천대학교 정보통신공학과 교수

1997년 8월~1998년 8월: 미국 조지아 공과대학 (Georgia Tech) 방문연구원

※ 주관심분야: LAN, Wireless Network, Wireless ATM, Internet routing, xDSL Network

소순회(Sun-Hwe So)

1997년 순천대학교 물리학과(이학사)

1999년~현재 순천대학교 정보통신학과 석사과정

이윤주(Yoon-ju Lee)

1974년 2월 : 숭실대학교 전자공학과(공학사)

1989년 2월 : 숭실대학교 전자공학과(공학석사)

1998년 2월 : 숭실대학교 전자공학과(공학박사)

1975년 5월 : 민성전자(주) 입사

1997년 10월: 대한통신(주) 입사

1979년 1월~현재: 한국전자통신연구원 책임연구원

\*IMT-2000 개발 본부 핵심망 기술연구부장

1991년1월~1992년1월 : 미국 Virginia Polytechnic Institute 방문연구원

※주관심분야: Digital Switching, PCS, Wireless ATM, IMT-2000 네트워크,