

□기술해설□

Mbone 구현을 위한 IP 멀티캐스트 라우팅 프로토콜

김 봉 한[†] 이 명 선^{††} 이 재 광^{†††}

◆ 목 차 ◆

1. 서 론	4. 멀티캐스트 라우팅 프로토콜
2. IP 멀티캐스트 라우팅	5. 결 론
3. 멀티캐스트 전송 알고리즘	

1. 서 론

정보통신 기술과 정보매체의 발전으로 전세계적으로 사용하고 있는 인터넷의 사용 영역은 그 범위가 점차 넓어지고 있다. 이러한 다양한 인터넷 서비스 중에서도 데이터(Data), 영상(Video) 그리고 음성(Audio)을 특정 사용자 그룹에게만 전송하는 데이터 전송기술인 멀티캐스트(Multicast)는 기존의 연결-중심의 TCP/IP 프로토콜을 이용하여 단일 호스트(목적지)에 패킷을 전송하는 유니캐스트(unicast)와 UDP를 이용하여, 서버넷에 연결된 전체 호스트에게 데이터그램을 전송하는 브로드캐스트(broadcast)와는 다른 전송기술을 요구하고 있다. 멀티캐스트는 음성 및 영상회의, 중복된 데이터베이스 검색 및 수정, 소프트웨어 수정본의 배포, 음성 및 영상 배포, CSCW(Computer Supported Co-operative Work), 주기적인 정보(주식, 스포츠 경기 기록, 잡지, 신문) 배포, 분산 대화형 모의실험 등 여러 분야에서 사용되는 중요한 통신 매커니즘이다[1].

현재, 국제적인 인터넷 포럼인 IETF(Internet

Engineering Task Force)에서는 RFC(Requests For Comments)에서 멀티캐스트에 대한 다양한 접근이 시도되고 있다. 이러한 접근의 대표적인 것이 MBONE(Multicast Backbone)이다. MBONE은 1992년에 시작되었고, IP 멀티캐스트 테스트 기반의 실험적인 멀티캐스트 가상 네트워크이다. IETF에서는 아날로그 음성정보 및 영상정보를 IETF 회의장소로부터 전세계 각지에 멀티캐스팅하는 "audiocast" 실험이 기반이 되어 MBONE 이라는 반연구적인 IP 멀티캐스트 시험 망을 구축하였고, 국내에서도 몇몇 기관에서 실험적인 MBONE을 구축하여 화상회의용으로 사용하고 있으나 전송속도가 느리고 서비스에 연결하는 과정이 쉽지 않고 비용에 비해 효과가 아직까지는 미비한 실정이다.

따라서, 이러한 요구조건을 만족시키기 위해서는 특정 멀티캐스트 그룹에 원활히 가입하고 탈퇴할 수 있는 연결 키 분배 문제를 해결할 수 있는 프로토콜과 데이터그램의 효율적인 라우팅을 위한 멀티캐스트 라우팅 프로토콜에 대한 연구가 필요하다. 본 고에서는 Chuck Seneria와 Tom Maufer가 쓴 "Introduction to IP Multicast Routing"을 근간으로 데이터그램의 효율적인 경로를 제공할 수 있는 전송 알고리즘과 이러한 알고리즘을

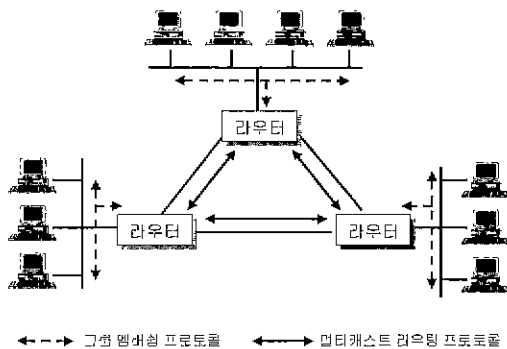
† 준회원 : 한남대학교 컴퓨터공학과 박사과정
 †† 정회원 : 연구개발정보센터 전산망운영실장
 ††† 정회원 : 한남대학교 컴퓨터공학과 교수

이용하여 멀티캐스트 서비스를 구현할 수 있는 멀티캐스트 라우팅 프로토콜 대해서 고찰하고자 한다.

2. IP 멀티캐스트 라우팅

멀티캐스팅은 최선의 노력(best-effort)으로 그룹 구성원들에게 신뢰성을 제공한다. 따라서 멀티캐스트 데이터그램이 그룹의 모든 구성원에게 도착한다는 보장이 없고, 전송과 같은 순서로 도착한다는 보장도 없다. 멀티캐스트 IP 패킷과 유니캐스트 IP 패킷간의 차이점은 IP 헤더의 목적지 주소 필드에 멀티캐스트 D 클래스 그룹 주소(224.0.0.0- 239.255.255.255)를 지정한다는 것이다.

멀티캐스트 그룹(multicast group) 구성원(member)인 각 호스트는 언제든지 멀티캐스트 그룹에 가입(join) 또는 탈퇴(leave)할 수 있다. 또, 물리적인 위치와 그룹 구성원 수에 대한 제한도 없다. 따라서, 호스트는 여러 개의 멀티캐스트 그룹에 속하는 구성원이 될 수 있고, 그룹에 속하지 않아도 그룹 구성원에게 메시지를 전송할 수 있다.



(그림 1) 그룹 멤버십 프로토콜과 멀티캐스트 라우팅 프로토콜

그룹 구성원이 있는지를 파악한다. 호스트가 멀티캐스트 그룹에 가입할 때, 수신하고자 하는 그룹(들)에 대한 그룹 멤버십 프로토콜 메시지를 전송하고, 멀티캐스트 그룹으로 주소 지정된 프레임을 수신하기 위해 자신의 IP 프로세스와 네트워크 카드 인터페이스를 설정한다.

멀티캐스트 라우터는 인터넷워크에서 멀티캐스트 데이터그램을 전송(forwarding)하는 전달 경로(delivery path)를 지정하는 멀티캐스트 라우팅 프로토콜을 실행하게 된다. 멀티캐스트 라우팅 프로토콜과 그룹 멤버십 프로토콜의 관계는 그림 1과 같다.

멀티캐스트 주소는 멀티캐스트 그룹에 속하는 수신자를 지정하게 된다. 그래서, 송신자는 모든 그룹 구성원들에게 전달되도록 멀티캐스트 주소를 패킷의 목적지 IP 주소로 사용한다. IP 멀티캐스트 그룹은 D 클래스 주소를 사용하지만, 224.0.0.1 부터 224.0.0.255 범위에 있는 멀티캐스트 주소는 표 1과 같이 라우팅 프로토콜과 하위-레벨 토폴로지 식별이나 유지관리 프로토콜용으로 예약되어 있다[9].

(표 1) 예약용으로 사용되는 멀티캐스트 주소

주소	사용되는 시스템 이름
224.0.0.1	서브넷에 있는 모든 시스템
224.0.0.2	서브넷에 있는 모든 라우터
224.0.0.4	모든 DVMRP 라우터
224.0.0.5	모든 OSPF 라우터
224.0.0.6	모든 OSPF 지정 라우터
224.0.0.9	모든 RIP2 라우터
224.0.0.11	IETF-1-오디오
224.0.0.12	IETF-1-비디오
224.0.0.13	모든 PIM 라우터
224.0.0.15	모든 CBT 라우터
224.0.0.16	MUSIC-SERVICE
224.0.0.17	AUDIONEWS

라우터는 그룹 멤버십 프로토콜(group membership protocol)을 이용하여 자신이 연결된 서브넷에 그

3. 멀티캐스트 전송 알고리즘

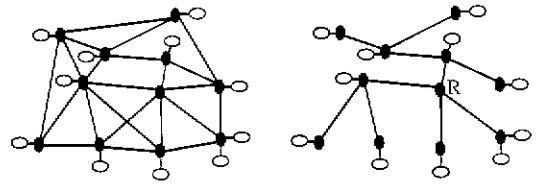
인터넷에서 배달 서비스를 제공하기 위해서는 반드시 멀티캐스트 라우팅 프로토콜이 필요하다. 멀티캐스트 라우팅 프로토콜은 멀티캐스트 배달 트리의 구성과 멀티캐스트 패킷 전송 기능을 수행한다. 이 장에서는 멀티캐스트 라우팅 프로토콜에서 사용되는 여러 가지 알고리즘을 살펴보도록 한다[1, 8, 10].

3.1 플러딩(Flooding)

네트워크 연결에서 모든 라우터에게 멀티캐스트 데이터그램을 배달하는 가장 간단한 기술은 플러딩(flooding) 알고리즘을 구현하는 것이다. 플러딩 절차는 라우터가 멀티캐스트 그룹으로 주소 지정된 패킷을 수신할 때 시작한다. 라우터는 특정 패킷이 처음 것인지 또는 이전에 본 패킷인지를 결정하는 프로토콜 메커니즘을 사용한다. 만약 패킷이 처음 수신한 것이면, 패킷은 도착한 인터페이스를 제외한 모든 인터페이스에 전송함으로써 멀티캐스트 패킷이 네트워크에 연결되어 있는 모든 라우터에게 전달되도록 한다. 그러나 이전에 받은 패킷이면, 라우터는 그것을 간단하게 버리된다. 플러딩 알고리즘은 라우터가 라우팅 테이블을 유지할 필요가 없고, 가장 최근에 수신한 패킷에 대한 정보만 가지고 있으면 되므로 구현하기가 가장 간단하다.

3.2 스패닝 트리(Spanning Tree)

플러딩보다 더 효과적인 해결책으로 스패닝 트리를 구성하는 인터넷 토폴로지의 서브셋을 선택하는 것이다. 스패닝 트리는 인터넷에서 두 개의 라우터를 연결하는 활동 경로를 하나만 두게 하는 트리 구조를 규정한다. 그림 2는 네트워크 연결과 라우터 R이 루트인 스패닝 트리를 나타낸다.



(그림 2) 스패닝 트리 예

3.3 RPB(Reverse Path Broadcasting)

RPB(Reverse Path Broadcasting)은 발신지가 루트가 되는 트리를 구성하는 기본적인 알고리즘이다. 실제로 RPB 알고리즘은 매우 간단하다. 각(발신지, 그룹)쌍에 대해, 로컬 라우터가 패킷의 발신지로 되돌아오는 가장 짧은 경로라고 생각되는 링크에 패킷이 도착하면, 라우터는 수신 인터페이스를 제외한 모든 인터페이스에 패킷을 전달한다. 그렇지 않으면, 패킷은 폐기된다.

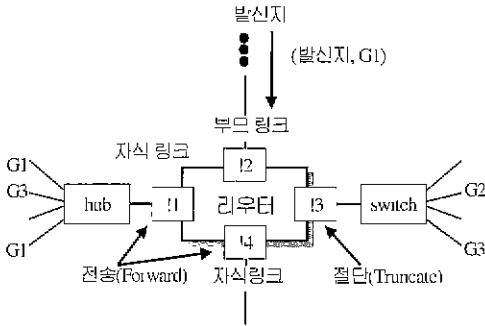
RPB의 장점은 비교적 효율적이고 구현하기가 쉽다는 것이다. 이것은 라우터가 스패닝 트리나 플러딩처럼, 전송 처리를 종료하는 특별한 메커니즘을 요구하지 않는다. 단점은 목적지 그룹에 구성원을 가지고 있지 않는 서브넷에 불필요한 데이터그램을 전송하는 것이다.

3.4 TRPB(Truncated Reverse Path Broadcasting)

TRPB는 RPB의 단점을 극복하기 위해 개발되었다. IGMP의 도움을 받아서, 멀티캐스트 라우터는 각 앞 서브넷의 그룹 멤버십을 결정하고, 현재 목적지 그룹의 구성원이 없으면, 앞 서브넷으로 데이터그램이 전송되지 않게 한다. 스패닝 배달 트리는 앞 서브넷에 그룹 구성원이 없으면 라우터에 의해 절단(truncated) 된다.

그림 3은 TRPB 알고리즘의 동작을 나타내고 있다. TRPB는 RPB의 몇 가지 단점을 해결했지만, 일부 문제점만 해결한 것이다. 이것은 앞 서브넷의 불필요한 트래픽은 없었지만 목적지 트리의 가치를 구축할 때 그룹 멤버십을 고려하지 않

는다.



(그림 3) 절단된 역 경로 브로드캐스트(TRPB)

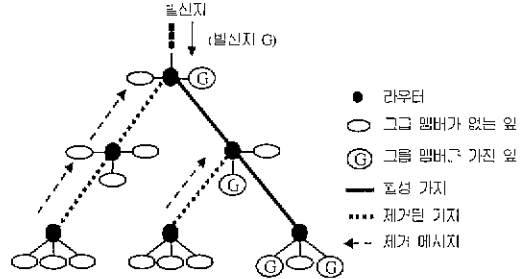
3.5 RPM(Reverse Path Multicasting)

RPM은 RPB와 TRPB를 강화한 것이다. RPM은 단지 그룹 구성원을 가진 서브넷, 그룹 구성원을 가진 서브넷에 대한 최단 경로를 갖는 라우터와 서브넷으로 제한된 범위의 배달 트리를 생성한다. RPM은 발신지를 루트로 하는 스페닝 트리를 만들고 데이터그램을 목적지 그룹의 구성원으로 유도하는 가치를 따라서 전송한다.

그림 4와 같이 멀티캐스트 라우터가 (발신지, 그룹) 쌍에 대한 위해 패킷을 수신할 때 첫 번째 패킷은 네트워크에 연결된 모든 라우터로 TRPB 알고리즘에 따라서 전송된다. TRPB 알고리즘은 각 잎 라우터가 첫 번째 멀티캐스트 패킷을 수신하는 것을 보증한다. 만약 이것의 잎 서브넷에 그룹 구성원이 있다면, 잎 라우터는 IGMP 정보에 기반을 둔 패킷을 전송한다. 만약 잎 라우터에 연결된 서브넷이 그룹 구성원을 가지지 않으면, 잎 라우터는 상부 라우터인 이것의 부모 링크에 prune(제거) 메시지를 전송한다. 제거 메시지를 수신한 상부 라우터는 메모리에 제거 정보를 기록한다.

RPM 알고리즘에 의해 개선되었으나 아직까지 광대역 인터넷 배달 서비스를 개발할 때 몇 가지의 단점이 있다. 첫 번째는 멀티캐스트 패킷이 주

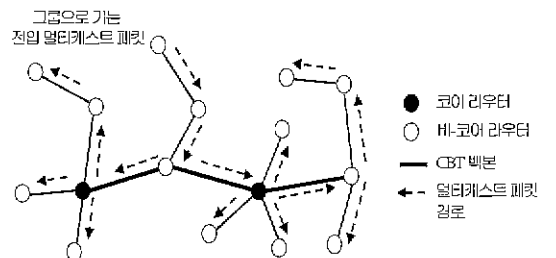
기적으로 인터넷워크의 모든 라우터로 전송되어야 하는 것이다. 두 번째는 각 라우터가 모든 그룹과 각 발신지를 위해 상태 정보를 유지하도록 요구되는 것이다.



(그림 4) 역 경로 멀티캐스팅(RPM)

3.6 CBT(Core-Based Tree)

각(발신지, 그룹)쌍에 대해, 발신지를 루트로 하는 최단 경로 트리를 만드는 기존 알고리즘과는 다르게, CBT는 그룹의 모든 구성원에 의해 공유되는 단일 배달 트리를 구성한다. CBT 알고리즘은 각 그룹에 대해 다른 CBT를 허가하는 것을 제외하고는 스페닝 트리 알고리즘과 아주 비슷하다. 각 그룹을 위한 멀티캐스트 트래픽은 발신지를 고려하지 않고 같은 배달 트리를 통해 보내고 수신된다[4]. 그림 5는 멀티캐스트 트래픽이 어떻게 그룹의 모든 구성원에게 CBT 백본을 통해 전송되는지를 보여준다. CBT 백본은 코어(core)와 비 코어(non-core) 라우터를 포함한다.



(그림 5) 다중-코어 CBT 멀티캐스트 전달 트리

4. 멀티캐스트 라우팅 프로토콜

본 장에서는 현재 사용되고 있는 멀티캐스트 라우팅 프로토콜인 DVMRP(Distance Vector Multicast Routing Protocol), MOSPF(Multicast OSPF), PIM-DM (Protocol-Independent Multicast Dense Mode)과 차세대 멀티캐스트 라우팅 프로토콜인 PIM-SM (Protocol-Independent Multicast Sparse Mode)에 대하여 살펴본다.

4.1 거리 벡터 멀티캐스트 라우팅 프로토콜 (DVMRP)

거리 벡터 멀티캐스트 라우팅 프로토콜은 상호 연결된 네트워크를 통해 멀티캐스트 데이터그램의 전송을 지원하도록 설계된 거리-벡터 라우팅 프로토콜이다. DVMRP는 역 경로 브로드캐스팅 (RPB) 알고리즘의 변형을 이용하여 발신지를 루트로 하는 멀티캐스트 배달 트리를 구성한다. DVMRP는 대부분의 MBONE 라우터에서 현재 개발되고 있는 중이다[2]. DVMRP는 RFC-1075에서 처음으로 정의됐다.

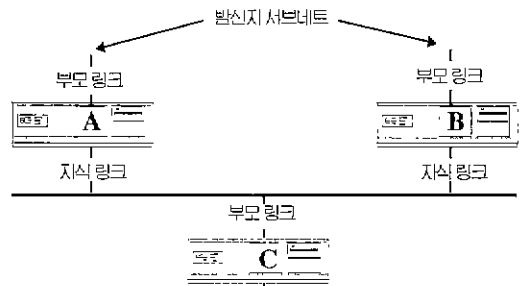
1) 기본 동작

DVMRP은 역 경로 멀티캐스팅(RPM) 알고리즘을 수행한다. RPM에 따라서, (발신지, 그룹)쌍에 대한 첫 번째 데이터그램은 패킷의 TTL과 라우터 인터페이스 임계치를 허가하도록 제공하는 네트워크를 통해 전송된다. 초기의 데이터그램은 모든 앞 라우터에 배달된다. 만약 그들에게 직접 연결된 앞 서브 네트워크에 그룹 구성원이 없다면 이것은 제거 메시지를 발신지 쪽으로 전송한다. 제거 메시지는 그룹 구성원을 유도하지 않는 트리로부터 가지를 제거한다. 이때에 그룹 구성원을 가지는 모든 앞들을 이용해 발신지-특정 최단 경로 트리를 생성한다.

2) DVMRP 라우터 기능

서브네트워크에 하나 이상의 DVMRP 라우터가 있을 때, 우성(Dominant) 라우터는 IGMP 호스트 멤버쉽 질의 메시지의 주기적인 전송을 수행한다. 초기 과정에서, DVMRP 라우터는 낮은 IP 주소를 가진 이웃 라우터로부터 호스트 멤버쉽 질의 메시지를 수신할 때까지 서브네트워크에 대해서 우성(Dominant) 라우터가 된다.

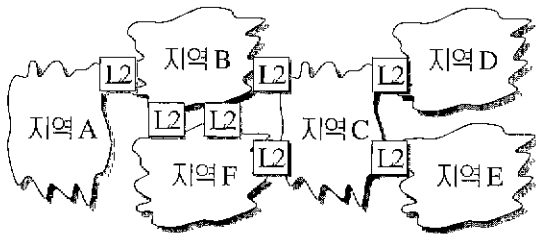
서브네트워크에 하나 이상의 DVMRP 라우터가 있을 때, 복제된 멀티캐스트 데이터그램을 피하기 위하여, 하나의 라우터는 특별한 발신지 서브네트워크에 대해 우성 라우터로 선택된다. 그림 6에서, 라우터 C는 하부 라우터이고 라우터 A 또는 라우터의 발신지 서브네트워크로부터 데이터그램을 수신한다. 만약 발신지 서브네트워크로의 라우터 A의 메트릭(주어진 인터페이스 또는 터널을 사용하는 비용)이 라우터 B의 메트릭(metric)보다 작다면, 라우터 A는 이 발신지에 대해서 라우터 B보다 우세하다. 이것은 라우터 A가 발신지 서브네트워크로부터 트래픽을 전송하고 라우터 B는 발신지 서브네트워크로부터의 트래픽을 포기한다는 것을 의미한다. 그런데, 라우터 A의 메트릭이 라우터 B의 메트릭과 같다면, 이것의 하부 인터페이스(자식 링크)상의 가장 낮은 IP 주소를 가진 라우터는 우성 라우터가 된다.



(그림 6) DVMRP 우성 라우터

3) 계층적 DVMRP

현재 DVMRP의 버전은 MBONE에 있는 서브네트워크의 라우팅 정보를 유지하는 라우팅 영역을 하나만 있는 것처럼 MBONE을 다룬다. 그러나 서브네트워크의 수는 계속 증가할 것이고 라우팅 테이블과 주기적인 업데이트 메시지의 크기 또한 계속 증가할 것이다. 만약 이러한 쟁점에 대해 아무런 행동을 취하지 않으면, MBONE 라우터의 처리능력과 메모리 용량은 고갈될 것이며, MBONE 라우팅은 실패하게 될 것이다.



(그림 7) 계층적 DVMRP

이러한 잠재적인 위협을 극복하기 위해, DVMRP의 계층적 버전이 개발되었다. 계층적 라우팅에서, MBONE은 다수의 개별적인 라우팅 영역으로 분할된다. 각 라우팅 영역은 자신의 멀티캐스트 라우팅 프로토콜을 수행하고 다른 프로토콜은 각각의 영역사이의 라우팅에 대해 사용된다. 계층적 라우팅은 자기 영역내의 목적지에 관한 라우팅 패킷에 대해 세부사항만 알면 되기 때문에 라우터 자원에 대한 요구사항을 감소시킨다. 각 라우터는 또한 다른 영역의 자세한 망 형태 구조에 대해서도 알 필요가 없다. 개별적인 영역사이에서 수행하는 프로토콜은 영역의 상호연결에 관한 정보를 유지한다. 그러나 각 영역의 내부 망 형태에 관한 정보는 유지하지 않는다. 그림 7은 계층적 DVMRP를 나타내고 있다.

4.2 OSPF의 멀티캐스트 확장(MOSPF)

MOSPF는 IP 멀티캐스트 확장에 관한 것으로 이 IP 멀티캐스트 패킷의 출발지/목적지 라우팅에 근거한다. 패킷은 라우팅 될 때 각각의 멀티캐스트 목적지의 가장 가까운 경로로 라우팅 된다. 또한 패킷이 전달될 때 공통된 경로를 사용하게 된다. 이는 여러 호스트가 하나의 멀티캐스트 그룹에 속해있을 때, 분리되어 있는 호스트들로 갈라지는 경로에서만 패킷의 복제가 이루어짐을 뜻한다[3].

멀티캐스트 데이터그램은 최단경로 트리를 통해 전달되기 때문에 지정된 멀티캐스트 그룹의 구성원들에게 전달된다. MOSPF에서는 멀티캐스트 데이터그램의 전달에는 다음과 같은 특성을 갖는다.

- ① 데이터그램의 전달 경로는 데이터그램의 시작점과 목적지에 의해 결정된다.
- ② 데이터그램의 시작점과 목적지는 그룹의 특정한 구성원간의 경로는 가장 비용이 적게 드는 경로를 택한다. 이때 비용은 OSPF의 연결 상태 매트릭으로 결정된다.
- ③ MOSPF는 공유된 목적 그룹으로 향한 최소 경비 경로를 활용한다. 따라서, 데이터그램의 복제가 이루어지는 것을 최소화한다.
- ④ 주어진 멀티캐스트 데이터그램에 대해 모든 라우터는 동일한 최단 경로 트리를 계산해내야 한다. 하나의 그룹 구성원과 발신지 사이에는 하나의 최단경로만이 존재한다.

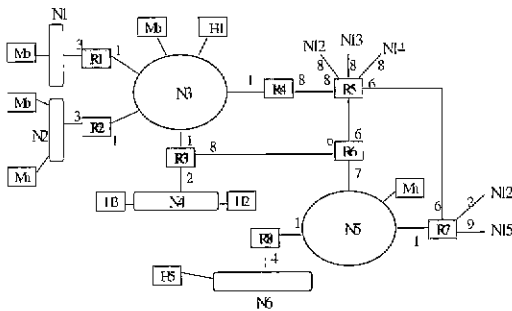
MOSPF를 이용한 라우팅은 3가지 영역으로 구분된다.

1) MOSPF를 이용한 내부 영역 라우팅

그림 8은 내부영역에서의 라우팅을 보여주고 있다. 여기서 모든 라우터는 MOSPF를 사용한다. Ma라고 적힌 호스트는 IGMP를 통해 특정한 멀티캐스트 그룹에 가입된 호스트들이다. 이 호스트들은 네트워크 N2와 N6, N11에 걸쳐 있다. 이와

비슷하게 IGMP를 사용하여 Mb라고 쓰여진 호스트들은 그룹 B에 가입되어있다. 이 호스트들은 네트워크 N1, N2, N3에 걸쳐 있다. 호스트들은 여러 멀티캐스트 그룹에 가입할 수 있다.

멀티캐스트 데이터그램이 전송되는 것을 보이기 위해 H2가(네트워크 N4에 있는) 멀티캐스트 데이터그램을 그룹 B에 보냈다고 가정한다. 이 데이터그램은 네트워크 N4에서 데이터-링크 층의 멀티캐스트를 시작한다. 라우터 R3은 데이터-링크 멀티캐스트 필터를 열어서 멀티캐스트 데이터그램을 받아들인다. 다음 멀티캐스트 그룹 B의 구성원(네트워크 N1, N2에 위치한)에 전송을 시도한다. 이는 네트워크 N3에 데이터그램의 복사본을 보냄으로써 이뤄진다. R3으로부터 멀티캐스트 데이터그램을 받은 R1과 R2는 그 데이터그램을 N1과 N2에 전달한다. 네트워크 N3에 보내진 데이터그램은 R4에도 전달된다. 그러나 R4는 데이터그램의 출발지와 멀티캐스트 구성원사이에 위치하지 않기 때문에 이를 전달하지 않는다.

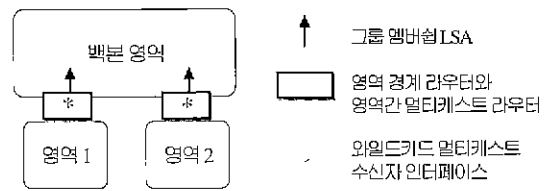


(그림 8) OSPF 설정의 예

2) OSPF를 이용한 영역간 라우팅

영역간 라우팅은 데이터그램의 발신지와 이것의 목적지 그룹 구성원이 다른 OSPF 지역에 존재하는 경우에 사용된다. 영역간 라우팅의 경우, 기본적인 규약 메커니즘은 영역내의 경우와 동일하다. 멀티캐스트의 전송은 여전히 전송 캐시의

내용에 의해 정의된다. 전송 캐시는 로컬 그룹 데이터베이스와 데이터그램 최단거리로 만들어진다. 그리고 데이터그램 최단거리 트리의 계산이 영역간 라우팅의 경우와 다른 반면에, 로컬 그룹 데이터베이스는 영역내 라우팅의 경우와 동일한 방법으로 만들어진다. 그림 9는 영역간 라우팅 구조를 보여주고 있다.

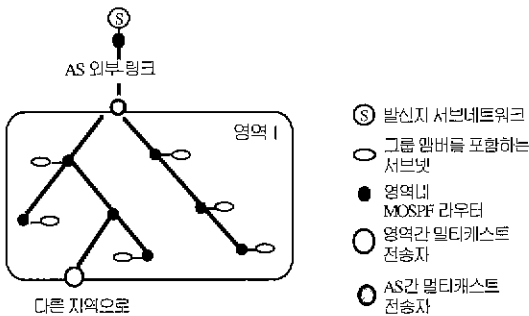


(그림 9) 영역 간 라우팅 구조

3) OSPF를 이용한 자치 시스템간 멀티캐스팅

자치 시스템(AS: Autonomous System)간 멀티캐스팅은 데이터그램의 발신지와는 다른 자치 시스템에 목적지 그룹 구성원이 존재할 때 사용된다. AS간 최단-경로 배달 트리의 구성을 설명할 때, 3가지 경우가 고려된다. 첫 번째는 발신지 서브네트워크가 같은 영역에 위치할 경우, 두 번째는, 발신지 서브네트워크가 다른 영역에 존재할 경우, 마지막 경우는 발신지 서브네트워크가 다른 AS(또는 동일 AS내의 또 다른 라우팅 영역)에 위치할 때 발생한다.

첫 번째와 두 번째 경우는 이전 섹션에서 설명된 영역간 경우와 비슷하다. 단지 강화된 점은 AS간 멀티캐스트 전송자가 제거된 최단 경로 배달 트리에 포함되도록 하는 것이다. 만약 그룹 구성원이 다른 자치 시스템에 존재한다면 로컬 라우터가 알지 못하므로, AS간 멀티캐스트 전송자를 포함하는 가지는 계속 유지되어야 한다. 그림 10은 다른 AS 발신지에서의 AS간 데이터그램 최단 경로 트리를 보여주고 있다.



(그림 10) 다른 AS 발신지에서의 AS간 데이터그램 최단 경로 트리

4.3 PIM(Protocol-Independent Multicast)

프로토콜-독립 멀티캐스트(PIM) 라우팅 프로토콜은 현재 IETF의 영역 내 멀티캐스트 라우팅 (IDMR) 워킹 그룹에 의해 개발되고 있다. PIM은 밀집 환경과 산재 환경을 위해 설계되어진 멀티캐스트 라우팅 프로토콜이다. 밀집-모드는 그룹 구성원이 상대적으로 밀집되어 있고 폭 넓은 대역폭을 가진 환경에서 동작하도록 설계된 프로토콜이고, 산재-모드는 그룹 구성원이 넓게 분포되어 있으며 대역폭이 반드시 넓지 않은 환경을 위한 프로토콜이다.

1) PIM 밀집-모드(PIM-DM)

PIM-DM은 그룹 구성원이 상대적으로 밀집적이고 대역폭을 넓게 쓸 수 있는 캠퍼스 LAN 같은 자원이 풍부한 환경에서 개발되었다. PIM 밀집-모드(PIM-DM)는 역 경로 멀티캐스팅(RPM) 알고리즘을 채택한 DVMRP와 비슷하다. 그러나, PIM-DM과 DVMRP 사이에는 몇 가지 다른 점이 있다[5].

- ① PIM-DM은 망 토폴로지 변경에 적용하는 기존의 유니캐스트 라우팅 프로토콜에 의존한다. 그러나 특정 유니캐스트 라우팅 프로토콜의 메커니즘에 대해서는 독립적이다. DVMRP은 요구된 유니캐스트 라우팅 프로토콜을 계산하기 위해 자신의 라우팅 정보

프로토콜과 같은 통합된 라우팅 프로토콜을 포함한다. MOSPF는 OSPF 링크-상태 데이터베이스에 포함되는 정보를 사용한다.

- ② DVMRP와 다르게, PIM-DM은 각(발신지, 그룹)쌍에 대한 자식 인터페이스의 집합을 계산한다. PIM-DM은 확실한 제거 메시지가 수신될 때까지, 모든 하부 인터페이스에서 멀티캐스트 트래픽을 전송한다. PIM-DM은 패킷 사본을 받아들이고 라우팅 프로토콜에 의존하는 것을 제거하고 구축된 부모/자식 데이터베이스에 연관된 오버헤드를 취소한다.

그룹 구성원 분배 트리의 제거된 가지에서 갑자기 나타나는 경우에 대해서, DVMRP 같은 PIM-DM은 배달 트리로 이전에 제거된 가지를 추가하기 위해서 이식(graft) 메시지를 사용한다. 마지막으로, PIM-DM 제어 메시지 처리와 데이터 패킷 전송은 PIM-산재 모드 동작을 이용해 통합된다. 그래서 단일 라우터는 다른 그룹에 대해 다른 모드를 수행할 수 있다.

2) PIM 산재 모드(PIM-SM)

PIM 산재 모드(PIM-SM)는 서로 떨어져 분포된 그룹 영역 인터넷워크의 구성원들 사이에서 효과적인 통신을 제공하는 멀티캐스트 라우팅 프로토콜을 제공하도록 개발된다. 만약 수 천개의 작은 회의가 진행되고, 광대역 인터넷에 많은 양의 트래픽이 발생한다면, 기존의 멀티캐스트 라우팅 프로토콜은 확장성 문제점이 발생한다. 이러한 확장성 쟁점을 제거하기 위해서, PIM-SM은 멀티캐스트 트래픽을 제한하도록 설계되었다[6].

PIM-SM은 2가지 방법에서 기존의 밀집 모드 멀티캐스트 알고리즘과는 구별된다.

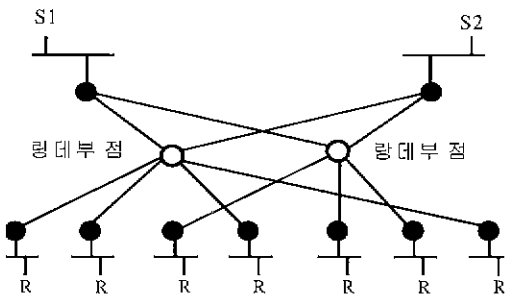
- ① 직접 연결되거나 하부에 구성원을 가진 라우터들은 확실한 가입 메시지를 전송하여 산재 모드 분배 트리를 연결하기 위해 요구

된다. 만약 라우터가 미리 정의된 분배 트리의 한 부분이 되지 않는다면, 이것은 그룹으로 주소 지정되는 멀티캐스트 트래픽을 수신하지 않을 것이다. 대조적으로, 밀집 모드 멀티캐스트 라우팅 프로토콜은 하부 그룹 멤버십을 가정하고 확실한 제거 메시지가 수신될 때까지 하부 링크상의 멀티캐스트 트래픽을 전송하도록 진행된다.

- ② PIM-SM은 수신자가 발신지를 만나는 지점에서 그림 11과 같은 랑데부 점(Rendezvous Point)의 개념을 사용한다는 점에서는 CBT와 비슷하다. 각 멀티캐스트 그룹의 초기 발신지는 주 RP와 RP 목록으로 알려진 대체 RP의 정렬된 집합을 선택한다. 각 멀티캐스트 그룹에 대해서는 단지 단일 활성 RP가 있다. 각 수신자는 이것의 직접 연결된 라우터에 멀티캐스트 그룹을 연결하기를 원한다. 그래서 확실한 가입 메시지를 그룹의 주 RP에 전송하여 멀티캐스트 분배 트리에 차례로 가입한다. 발신지는 이것의 현 상황을 알리고 그룹에 가입되는 구성원에 대한 경로를 발견하기 위해 RP를 사용한다.

전송기술인 멀티캐스트는 음성 및 영상회의, 중복된 데이터베이스의 검색 및 수정, 소프트웨어 수정본의 배포, 음성 및 영상의 배포, 주기적인 정보(주식, 스포츠 경기 기록, 잡지, 신문) 배포, 분산 대화형 모의실험 등 여러 분야에서 사용되는 중요한 통신 메커니즘이다. 이러한 멀티캐스트를 이용한 어플리케이션인 MBONE에서는 사용자의 가입과 탈퇴가 원활히 이루어져야 한다. 이러한 MBONE 구현을 위해 현재 여러 가지 알고리즘이 개발되었고 개발 중에 있다.

따라서 본 고에서는 특정 사용자 그룹에게 원활하게 데이터그램을 전달하기 위한 그룹 멤버십 프로토콜과 멀티캐스트 라우팅 프로토콜의 관계를 살펴보고, 다양한 멀티캐스트 전송 알고리즘과 라우팅 프로토콜을 분석·정리하였다. 본 고에서 제시한 멀티캐스트 라우팅 기술을 이용하여 차세대의 다양한 멀티캐스트 서비스를 구현할 수 있을 것이다. 차후 필요한 연구 방향으로는 멀티캐스트 통신을 침해하는 공격자로부터 안전하게 사용자 정보를 보호할 수 있는 정보보호 기술에 대한 연구가 필요하다.



(그림 11) 랑데부 점

5. 결 론

데이터(Data), 영상(Video) 그리고 음성(Audio)을 어느 특정 사용자 그룹에게만 전송하는 데이터

참고문헌

- [1] C. Semeria T. Maufer, "Introduction to IP Multicast Routing," <draft-ietf-mbone-intro-multicast-00.txt>, January 1997
- [2] D. Waitzman, C. Partridge, and S. Deering, "Distance Vector Multicast Routing Protocol," RFC 1075, November 1988.
- [3] John Moy, "Multicast Extensions to OSPF," RFC 1584, March 1994.
- [4] A. J. Ballardie, "Core Based Trees (CBT) Multicast: Architectural Overview," <draft-ietf-idmr-cbt-arch-02.txt>, June 20, 1995.

- [5] D. Estrin, D. Farinacci, V. Jacobson, C. Liu, L. Wei, P. Sharma, and A. Helmy, "Multicast (PIM), Dense-Mode Protocol Specification," <draft-ietf-idmr-PIM-DM-spec-01.ps>, January 17, 1996.
- [6] S. Deering, D. Estrin, D. Farinacci, V. Jacobson, C. Liu, L. Wei, P. Sharma, and A. Helmy, "Protocol-Independent Multicast-Sparse Mode (PIM-SM): Protocol Specification," <draft-ietf-idmr-PIM-SM-spec-02.ps>, September 7, 1995.
- [7] S. Deering, "Host Extension for IP Multicasting," RFC 1112, November 1989.
- [8] C. Huitema, "Routing in the Internet," Prentice Hall, 1995
- [9] Wright, Gary, and W. Richard Stevens, "TCP/IP Illustrated: Volume 2-The Implementation. Reading," Addison Wesley, 1995
- [10] T.A. Maufer, "Deploying IP Multicast in the Enterprise," Prentice Hall, 1997.



김 봉 한

1994년 칭주대학교 전자계산학과 (공학사)
 1996년 한남대학교 컴퓨터공학과 (공학석사)
 현재 한남대학교 컴퓨터공학과 박사과정

관심분야 : 컴퓨터네트워크, 정보통신 정보보호



이 명 선

1982년 아주대학교 전자공학과 (공학사)
 1996년 한남대학교 컴퓨터공학과 (공학석사)
 1983년-1997년 시스템공학연구소
 1997년-현재 연구개발정보센터 전 산망운영실장

관심분야 : 컴퓨터네트워크, 정보통신 정보보호



이 재 광

1984년 광운대학교 전자계산학과 (이학사)
 1986년 광운대학교 전자계산학과 (이학박사)
 1993년 광운대학교 전자계산학과 (이학박사)

1986년-1993년 군산전문대학 전자계산학과 부교수
 1997년-1998년 University of Alabama 객원교수
 1993-현재 한남대학교 컴퓨터공학과 부교수
 관심분야 : 컴퓨터 네트워크, 정보통신 정보보호