ATM-LAN에서의 3계층 가상랜 구성방안

서 주 연[†] · 이 미 정[††] · 채 기 준[†††] · 최 길 영[††††]

요 약

가상랜은 물리적 위치에 관계없이 마치 하나의 LAN에 연결되어 있는 것처럼 통신할 수 있는 구조로 브로드캐스트 도메인을 제한하여 대역폭 낭비를 감소시키고 전체 네트워크의 효율을 증가시킨다. 본 논문에서는 ATM-LAN에서의 3계층 가상랜 구성방안을 제시한다. 첫 번째 방안은 ATM-LAN에서 3계층 멀티캐스트를 지원하는 MARS 구조를 사용하는 것으로 중앙에 가상랜 서버를 두어 여러 LIS에 걸쳐있는 가상랜 정보를 수집, 관리하고 이를 다시 각 LIS의 MARS에게 알려주도록 하는 것이다. 기존의MARS는 하나의 LIS에 속하는 그룹만을 담당하기 때문에 여러 개의 LIS에 걸쳐있는 그룹의 경우 그 멤버 정보를 유지할 수 없으므로 이를 위해 각 LIS를 담당하는 MARS들을 중앙 집중적으로 관리하는 서버를 둔 것이다. 또 다른 방안으로 서로 다른 ELAN간의 유니캐스트 전송을 위해 제안된 MPOA 구조를 이용하는 것이다. 이를 위해 각 MPOA 서버에 가상랜 관리 및 브로드캐스트를 지원하기 위한 서버 기능을 추가하였고 서버들끼리 서로 가상랜 정보를 주고 받는 프로토콜을 제안하였다. 이들 두 가지 방안의 성능 특성을 살펴보기 위해 시뮬레이션을 수행하고 그 결과를 제시하였다.

Design of Layer 3 Virtual LAN in ATM-LAN

Ju-Yeon Seo[†] · Mee-Jeong Lee[††] · Ki-Joon Chae[†††] · Kil-Young Choi[††††]

ABSTRACT

Virtual LAN (VLAN) is an architecture to enable communication between end stations as if they were on the same LAN regardless of their physical locations. VLAN is a limited broadcast domain to reduce the bandwidth waste and to increase the effectiveness of the network utilization. This paper proposes two schemes to configure layer 3 VLAN on ATM-LAN networks. The first scheme uses MARS architecture, which provides IP multicast service over ATM networks. Current MARS can only serve a group in one LIS. The proposed scheme deploys a centralized VLAN server to integrates the distributed VLAN membership information at each MARS. The second scheme is based on MPOA architecture, which is proposed for shortcut unicast data transfer between ELANs. VLAN server is proposed to be deployed in MPOA server to support broadcast to a VLAN. For MPOA based scheme, protocols for distributed VLAN servers to communicate with one another to exchange VLAN information are also proposed. Finally, simulation results are presented to provide performance comparisons of the two proposed schemes.

키워드 : 3계층 가상랜(Layer 3 VLAN), MPOA, MARS, ATM, LAN, 브로드캐스트(Broadcast)

1. 서 론

가상랜이란 물리적으로 분리된 여러 개의 LAN 세그먼트 상에 걸쳐 있는 일련의 종단 스테이션들이 그들의 물리적 위치에 구애받지 않고 마치 하나의 공통 LAN에 속해 있는 것처럼 통신할 수 있는 기술이다. 이는 기존 LAN의 브로드캐스트와 멀티캐스트 트래픽이 전달되는 영역을 제한시켜 대역폭 낭비를 감소시키고 전체 네트워크의 효율을 증가시킨다. 또한 가상 경계를 만들어 원하는 그룹에만 데이터를 전송하게 하여 네트워크 보안을 강화시킨다[1]. 특히, LAN 스위치로부터 시작된 가상랜 개념을 ATM 네트워크와 ATM에 연결된 디바이스가 존재하는 환경에 확장하여 적용한다면, 가상랜의 장점은 그대로 수용하면서, 멀티미디어 데이터 전송이나 실시간 어플리케이션 지원과 같은 기존 LAN이 제공하지 못하는 요구사항을 만족시킬 수 있다[2].

현재 ATM-LAN에서의 가상랜을 정의하는 방법으로는 ATM 포럼에서 제안하여 표준화한 LANE(LAN Emulation)을 확장한 2계층 가상랜이 대부분이다. LANE을 기반으로 하는 2계층 가상랜은 한 ELAN(Emulated LAN)의 범위를 벗어나는 호스트들 간에는 가상랜 멤버가 될 수 없다. 특히 물리적으로 다른 형태의 LAN(예 : 이더넷과 토큰링)에 속하는 호스트간에

※ 본 연구는 한국전자통신연구원 네트워크기술연구소 라우터기술연구부 위탁연구 과제에 의한 것임.
† 준 회 원 : 이화여자대학교 컴퓨터학과
†† 정 회 원 : 이화여자대학교 컴퓨터학과 교수
††† 종신회원 : 이화여자대학교 컴퓨터학과 교수
†††† 정 회 원 : 한국전자통신연구원·교환전송기술연구소
논문접수 : 2001년 1월 19일, 심사완료 : 2001년 3월 29일

는 같은 가상랜의 멤버가 될 수 없다. 그러나 3계층 주소를 기반으로 가상랜을 구현하게 되면 물리적인 위치에 관계없이 서로 다른 ELAN 혹은 다른 형태의 LAN에 있는 호스트들이 같은 가상랜 멤버가 되어 별도의 라우팅 없이 스위칭만으로도 효율적으로 멤버간의 통신이 가능하다[3].

본 논문에서는 ATM 네트워크 상에서의 IP 멀티캐스트와 유니캐스트 전송을 위해 각각 제안된 MARS(Multicast Address Resolution Server)와 MPOA(Multi Protocol Over ATM)를 기반으로 하는 스위치 망에서 3계층 가상랜을 구성하는 방안을 제시하고 시뮬레이션을 통해 두 방안의 성능 특성을 비교하였다. 가상랜을 구현하는 방식에는 크게 가상랜 멤버쉽을 어떻게 정의할 것인가, 가상랜 멤버에 대한 정보를 어떻게 교환할 것인가, 가상랜 구성을 어느 정도 자동화할 것인가, 서로 다른 가상랜 사이에서 어떤 방식으로 데이터를 전송할 것인가로 나눌 수 있다[3]. 본 논문에서 제시한 가상랜 구성 방식의 멤버쉽 정의 방식은 IP 주소를 기반으로 하는 3계층 구성 방식이고, 가상랜 멤버간 정보 교환 방식은 가상랜 ID를 사용한 명시적 통신방식이다. 또한, 가상랜 구성의 자동화 정도는 완전자동 방식으로 초기 가상랜 설정과 그후에 일어나는 모든 변경에 대해서 자동적으로 가상랜을 구성한다. 서로 다른 가상랜간 데이터 전송 방식은 서버에 주소해석 요청을 하면 서버가 응답하는 라우트 서버 방식이다.

현재 ATM 상에서 3계층 가상랜을 지원할 수 있는 방안으로는 3Com에서 자체 개발한 FIRE ASIC과 Newbridge의 VIVID 시스템이 있다. 3Com의 FIRE ASIC은 IP 서브넷별로 가상랜을 구성하는 방법으로 IP 서브넷과 가상랜 ID 매핑을 초기에 관리자가 수작업으로 처리하고 그후에 호스트의 이동으로 인해 일어나는 변경은 자동으로 가상랜이 재구성되는 반자동 방식이다[4]. VIVID 시스템의 가상랜 구성 방식도 이와 유사하다. 하지만 3Com은 따로 서버를 두지 않고 가상랜을 구성하는 반면 VIVID는 라우트 서버를 두어 가상랜의 정보를 관리한다[5]. 이 두 방식 모두 가상랜 멤버간 정보 교환 방식은 IP 서브넷으로 가상랜 정보를 알아낼 수 있으므로 특별히 가상랜 ID를 헤더에 추가하지 않는다. 이를 암시적 통신이라고 한다. 본 논문에서 제안한 가상랜 구성 방식은 IP를 기반으로 하지만 IP 서브넷이 아닌 IP 멀티캐스트 그룹 방식을 선택함으로써 서브넷이 일치하지 않더라도 유연성 있게 가상랜을 구성할 수 있다. 또한 IP 주소를 검사하지 않고 가상랜 ID로도 멤버들끼리 통신할 수 있으므로 통신시간을 단축할 수 있다. ATM-LAN에서의 3계층 가상랜 성능 분석에 대한 연구는 발표된 것이 아직까지 거의 없으며 Newbridge사만이 자신들이 제안한 VIVID 시스템 상에서 데이터 전송의 안정성을 실험한 결과를 소개한바 있다[9]. 본 논문에서는 제안하는 두 구조의 성능특성을 파악하기 위해 시뮬레이션을 수행하였다.

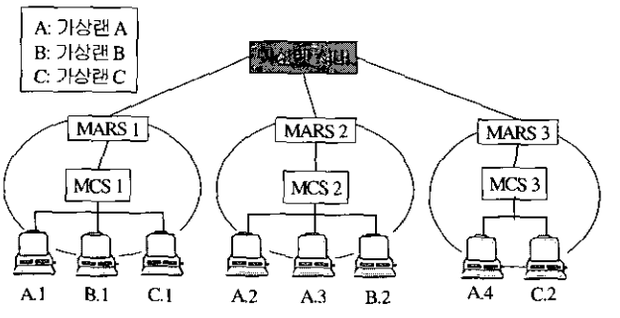
본 논문은 다음과 같은 순서로 구성되어 있다. 먼저 제2장과 제3장에서는 각각 MARS 서버를 이용하여 가상랜을 설정하는 방안과 MPOA/가상랜 서버를 이용하여 가상랜을 설정하는 방안을 제시하였다. 제4장에서는 두 방안의 성능 특성을 비교하기 위한 시뮬레이션에 대하여 살펴보고, 제5장에서는 시뮬레이션 결과를 제시한다. 마지막으로 제6장에서 결론을 맺는다.

2. MARS 서버를 이용한 3계층 가상랜

MARS는 연결형의 ATM망에서 LAN에서와 같이 비연결형 IP 멀티캐스트를 지원하는 서버이다[6]. MARS는 한 LIS (Logical IP Subnet) 내에서의 멀티캐스트 전송 기능을 제공하므로 가상랜을 멀티캐스트 그룹으로 정의하여 가상랜에 대한 브로드캐스트를 멀티캐스트 그룹에 대한 멀티캐스트 전송으로 구현하면 손쉽게 한 LIS 내에서 정의되는 가상랜을 지원할 수 있다. 그러나, 3계층 가상랜은 여러 LIS 상에 가상랜 멤버들이 분산되어 있을 수 있으므로 MARS 구조만으로 3계층 가상랜을 지원할 수 없다. 이에 본 연구에서는 중앙에 가상랜 서버를 두고, 이 가상랜 서버에서 각 MARS가 제공하는 LIS 별 가상랜 멤버 정보를 모아 이를 다시 모든 MARS들에게 알려줌으로써 모든 MARS가 동기화된 가상랜 정보를 갖도록 하는 방안을 제안하였다.

MARS 구조를 활용해 3계층 가상랜을 구현하기 위해, 기존의 MARS가 관리하는 멀티캐스트 그룹 멤버쉽 테이블과 별도로 한 LIS내의 가상랜 멤버에 대한 정보를 저장하기 위한 테이블을 두었으며, 이 테이블을 유지하기 위하여 MARS 엔터티 간에 주고받는 제어 메시지를 정의하였다. 또한 중앙의 가상랜 서버와 MARS간에 주고 받는 제어 메시지를 정의하였으며, 가상랜 관리를 위해 변형되었거나 추가된 MARS 메시지를 표시하기 위해, MARS 메시지의 작동 코드 필드에 표시하는 작동코드를 새로이 정의하였다. 기존 MARS의 엔터티들과 가상랜 서버는 이 작동코드를 보고 적절하게 메시지를 처리할 수 있다.

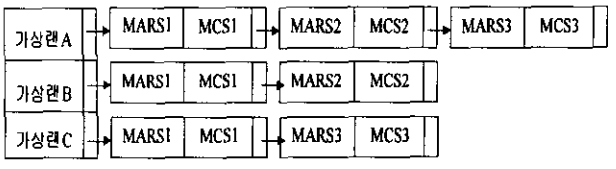
(그림 1)은 세 개의 LIS에 분산되어 있는 가상랜 A의 멤버 A.1, A.2, A.3, A.4와 가상랜 B의 멤버 B.1, B.2, 가상랜 C의 멤버 C.1, C.2를 MARS 서버 및 중앙의 가상랜 서버를 사용하여 관리하는 구조를 보여준다.



(그림 1) MARS 서버를 이용한 3계층 가상랜 구성 예

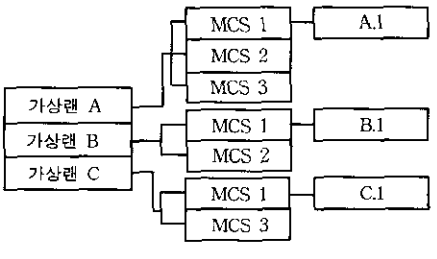
2.1 가상랜 서버, MARS, MCS에서 유지하는 정보

가상랜 서버는 자신에게 등록된 MARS로부터 얻은 정보를 통해 존재하는 모든 가상랜에 대하여 각 가상랜을 담당하는 MARS와 MCS(MARS Client Server) 쌍의 리스트를 유지한다. (그림 2)는 (그림 1)의 가상랜 서버가 유지하는 테이블을 보여준다.



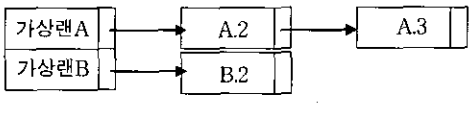
(그림 2) 가상랜 서버 테이블 구조

MARS 테이블은 각 MARS가 유지하는 테이블로서 자신의 LIS내에 존재하는 각 가상랜에 대해 다른 LIS에서 그 가상랜을 관리하는 MCS 주소와 자신의 LIS내에 존재하는 해당 가상랜 멤버의 주소를 유지한다. (그림 3)은 (그림 1)의 MARS 1의 테이블 구조를 보여준다. MARS는 자신에게 속한 가상랜 멤버 중 하나가 가상랜에 브로드캐스트하기 원하면 이 테이블을 이용하여 해당 가상랜에 대한 전송을 담당하는 모든 MCS들을 가상랜 멤버에게 알려준다.



(그림 3) MARS 1 테이블 구조

MCS는 자신이 관리하는 가상랜과 그 가상랜과 관련하여 자신이 담당하는 호스트의 리스트를 MCS 테이블에 유지한다. MCS는 MARS가 특정 가상랜을 향한 데이터를 전달하면 이 테이블을 이용하여 자신이 담당하는 호스트 중 해당 가상랜의 멤버들을 파악하고 이들에게 데이터를 전송한다. (그림 4)는 (그림 1)의 MCS2의 테이블 구조를 보여준다.

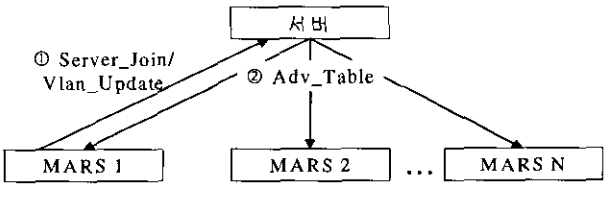


(그림 4) MCS2 테이블 구조

2.2 동작 방식

2.2.1 MARS가 가상랜 서버에 등록 또는 갱신하는 경우

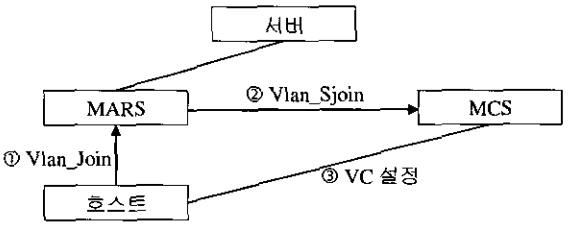
MARS는 가상랜 서버와의 정보교환을 위해 가상랜 서버에 등록해야하고, 등록된 MARS는 자신이 담당하는 가상랜 정보가 변경될 때마다 그 정보를 가상랜 서버에게 알린다. (그림 5)는 MARS 1이 서버에 등록 또는 갱신하는 과정을 보여준 것이다. MARS 1은 가상랜 서버에 등록하거나 변경된 정보를 알리기 위하여 Server_Join 메시지 또는 Vlan_Update 메시지에 자신의 서버 ID, 담당하는 가상랜 주소, 그에 해당하는 MCS 주소를 실어 가상랜 서버에게 보낸다. 이 메시지를 받은 가상랜 서버는 메시지에 표시된 가상랜이 자신의 테이블에 현재 존재하지 않는 새로운 것일 경우에는 가상랜 서버 테이블에 이 새로운 가상랜에 대한 엔트리를 만든다. 그러나 MARS 1이 변경을 요청한 가상랜에 관한 엔트리가 이미 가상랜 서버 테이블에 존재하는 경우에는 가상랜 서버는 해당 가상랜 엔트리에 MARS 1의 ID 및 MCS ID를 추가할 뿐만 아니라 이미 그 가상랜을 담당하고 있는 다른 MARS들의 테이블을 갱신하기 위해 새로 추가된 MCS ID를 Adv_Table에 실어 그 가상랜을 담당하는 모든 MARS들에게 전송한다.



(그림 5) MARS가 가상랜 서버에 등록 또는 갱신하는 경우

2.2.2 호스트가 가상랜에 등록되는 과정

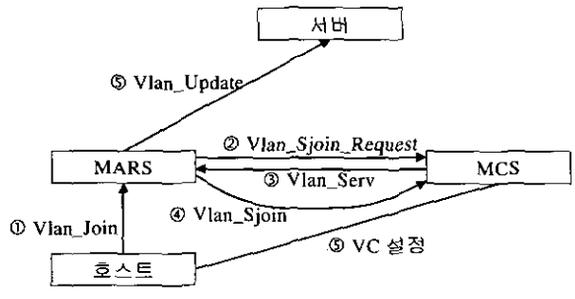
(그림 6)은 호스트가 가입하려는 가상랜이 MARS가 관리하는 LIS 내에 이미 존재하는 경우의 가입과정을 나타낸 것이다. 호스트가 Vlan_Join 메시지를 통하여 MARS에게 자신의 호스트 ID(3계층 주소, ATM 주소)와 가입하고자 하는 가상랜 ID를 알렸을 때, 그 가상랜이 현재 MARS가 담당하고 있는 가상랜 중 하나일 경우 이 메시지를 받은 MARS는 Vlan_Join 메시지를 Vlan_Sjoin 메시지로 바꿔 해당 가상랜을 담당하는 MCS에게 전송한다. 이를 받은 MCS는 자신의 테이블에서 해당 가상랜에 호스트 정보를 추가하고 호스트를 해당 일대다 VC에 추가한다.



(그림 6) MARS가 관리하는 LIS 내에 이미 존재하는 가상랜에 호스트가 가입하는 경우

(그림 7)은 호스트가 가입하려는 가상랜이 MARS가 관리하는 LIS 내에 존재하지 않을 때의 가입과정을 나타낸

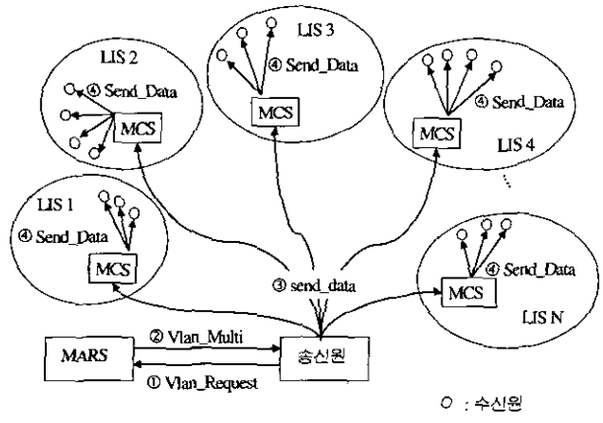
것이다. 호스트가 Vlan_Join 메시지를 통하여 MARS에게 자신의 호스트 ID와 가입하고자 하는 가상랜 ID를 알렸을 때, 그 가상랜이 현재 MARS가 담당하고 있는 가상랜 중 하나가 아니라면 LIS 내에 아직 그 가상랜에 대한 전송을 담당하는 MCS가 없는 경우이므로 MARS는 요청한 호스트에게 적절한 MCS를 결정한다. 그리고 그 MCS에게 Vlan_Sjoin_Request를 보내어 해당 가상랜에 대한 전송을 담당할 것을 요청한다. 이에 대해 MCS는 Vlan_Serv 메시지로 응답한다. MCS로부터 이 응답을 받은 MARS는 호스트로부터 받은 Vlan_Join메시지를 Vlan_Sjoin 메시지로 바꿔 MCS에게 보내고, MCS는 호스트를 해당 가상랜 리스트에 추가한다. 또 MARS는 Vlan_Update 메시지를 통해 가상랜 서버에게 자신이 새로운 가상랜을 담당하기 시작했음을 알린다. 가상랜 서버는 이 정보를 받으면 (1)에서 설명한대로 처리한다.



(그림 7) MARS가 관리하는 LIS 내에 현재 존재하지 않는 가상랜에 호스트가 가입하는 경우

2.2.4 호스트가 가상랜 멤버에게 브로드캐스트 할 경우

호스트가 자신의 가상랜 멤버에게 브로드캐스트하는 과정은 (그림 8)과 같다. 우선, 송신원 호스트가 MARS에게 Vlan_Request 메시지를 통하여 브로드캐스트 하고자 하는 가상랜 ID를 보내면 이를 받은 MARS는 Vlan_Multi 메시지를 통하여 해당 가상랜을 관리하는 MCS들의 MCS ID 리스트를 송신원 호스트에게 보낸다. 이 리스트를 받은 호스트는

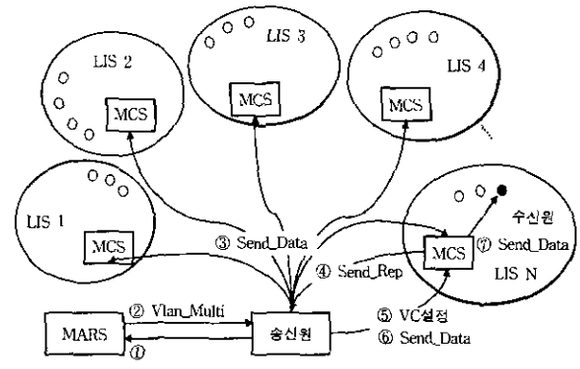


(그림 8) MARS 기반 모델에서의 브로드캐스트 과정

이들 MCS에게 브로드캐스트 프레임을 보내고 각 MCS들은 자신이 속한 LIS의 호스트 중 그 가상랜에 속하는 호스트들에게 이를 전송함으로써 해당 가상랜에 대한 브로드캐스트가 이루어진다.

2.2.5 호스트가 유니캐스트 할 경우

MARS 기반 모델에서의 유니캐스트 과정은 (그림 9)와 같다. 송신원은 Vlan_Request 메시지에 가상랜 ID를 실어 MARS에게 보낸다. MARS는 요청을 보낸 송신원에게 Vlan_Multi 메시지를 통해 해당 가상랜을 담당하는 MCS ID 리스트를 보내준다. MCS ID 리스트를 받은 송신원은 MCS들에게 데이터를 전송한다. 이 데이터를 받은 MCS들 중 수신원을 관리하는 MCS가 자신과 통신할 것을 알리는 메시지를 송신원에게 전송한다. 이 메시지를 받은 호스트는 해당 MCS와 VC를 설정하여 데이터를 전송함으로써 유니캐스트가 이루어진다.



(그림 9) MARS 기반 모델에서의 유니캐스트 과정

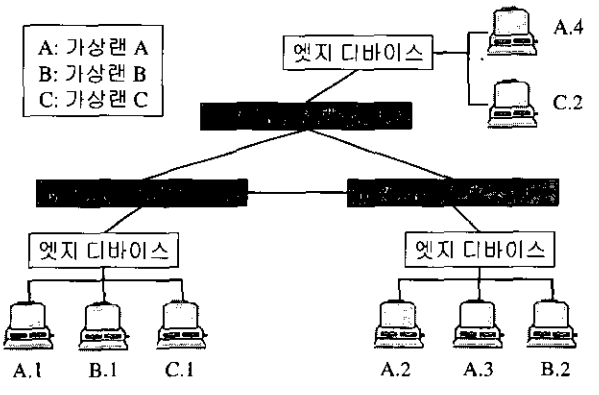
3. MPOA/가상랜 서버 기반의 3계층 가상랜 구성

MPOA는 ATM 망상에서 3계층 유니캐스트의 지름길 전송을 위해 ATM 포럼에서 제안한 방안이다. LANE에서는 서브넷 간의 데이터 전송을 위해 라우터를 거쳐야하지만 MPOA에서는 서브넷 간 지름길을 설정해주는 NHRP(Next Hop Routing Protocol)를 사용함으로써 라우터를 거치지 않고 효율적으로 서브넷 간에 데이터를 전송할 수 있다[7]. 현재의 MPOA 서버는 3계층 주소 해석을 통한 유니캐스트 전송만이 가능하기 때문에 멤버들간의 효율적인 브로드캐스트 전송을 필요로 하는 가상랜의 특징을 충족시키지 못한다. 이에 본 연구에서는 3계층에서의 유니캐스트 전송 뿐 아니라 가상랜 멤버들에 대한 효율적인 브로드캐스트 전송을 지원하기 위해 MPOA 서버를 가상랜 관리 서버의 역할까지 담당하도록 확장하고 MPOA 서버들을 VC 메쉬로 연결하여 서로 가상랜 정보를 교환하도록 함으로써 가상랜을 구성하는 방안을 제안하였다.

MPOA 서버를 이용하여 가상랜을 구성하기 위해서는 기

존의 MPOA 서버가 가상랜을 관리하기 위한 테이블을 유지하고 가상랜 관리를 위한 제어 메시지를 처리할 수 있도록 그 기능을 확장해야 한다. 이를 위해 기존의 MPOA 메시지와 NHRP 제어 메시지를 변형하여 사용하였다. 서버간에는 가상랜 테이블 정보를 유지하기 위해 서로 정보를 교환해야 하는데 이를 위해 NHRP 제어 메시지를 변형한 NHRP_Update_Request와 NHRP_Update_Reply를 정의하였다. 서버와 엣지 디바이스는 가상랜 가입과 주소해석을 위해 역시 기존의 MPOA 메시지를 변형한 Vlan_Join과 Vlan_ Request 메시지를 교환한다.

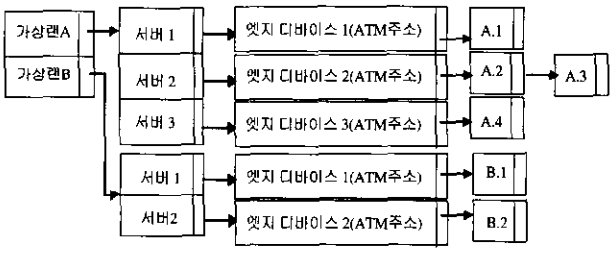
(그림 10)은 세 개의 LIS에 분산되어 있는 가상랜 A의 멤버 A.1, A.2, A.3, A.4와 가상랜 B의 멤버 B.1, B.2, 가상랜 C의 멤버 C.1, C.2를 메쉬로 연결된 MPOA/가상랜 서버를 이용하여 3계층 가상랜을 구성한 예를 보여준다.



(그림 10) MPOA/가상랜 서버를 이용한 3계층 가상랜 구성 예

3.1 MPOA/가상랜 서버 및 엣지 디바이스에서 유지하는 정보

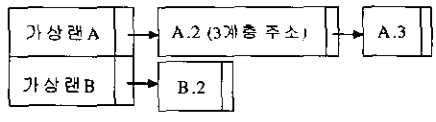
MPOA/가상랜 서버는 자신이 속한 LIS에 존재하는 모든 가상랜 정보를 유지하면서 호스트의 가상랜 가입과 데이터 전송을 위한 주소 해석을 한다. 이를 위해 MPOA/가상랜 서버 테이블은 담당 가상랜에 대하여 각 가상랜을 관리하는 서버들과 각 가상랜에 관련된 엣지 디바이스 및 멤버에 관한 정보를 유지한다. MPOA/가상랜 서버는 자신에게 속한 가상랜 멤버가 가상랜에 브로드캐스트하기 원하면 이 테이블을 이용하여 해당 가상랜의 멤버를 가지고 있는 다른 MPOA/가상랜 서버들을 파악하고 이들에게 데이터를 전달한다. (그림 11)은 (그림 10)에서의 MPOA/가상랜 서버



(그림 11) MPOA/가상랜 서버 2의 테이블 구조

2가 유지하는 MPOA/가상랜 서버 테이블이다. MPOA/가상랜 서버는 가상랜 멤버 유지를 위해 다른 LIS의 MPOA/가상랜 서버들과 서로 테이블 정보를 교환한다.

MPOA의 엣지 디바이스는 자신이 접속되어 있는 LAN에 존재하는 모든 가상랜에 대해 각 가상랜의 멤버 리스트를 유지하여 MPOA/가상랜 서버가 가상랜으로의 데이터를 전달하면 자신이 담당하는 호스트 중 해당 가상랜에 속한 호스트에게 이를 다시 전달한다. 즉, 목적지까지의 데이터 전송을 담당한다. (그림 12)는 (그림 10)의 엣지 디바이스 1이 유지하는 테이블 구조를 보여준다.

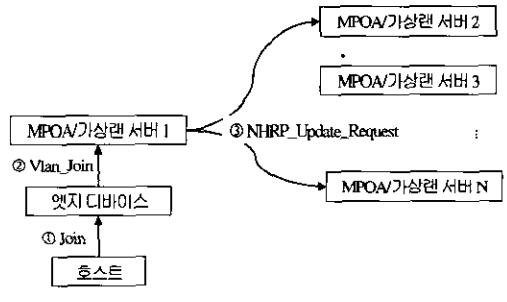


(그림 12) 엣지 디바이스의 테이블 구조

3.2 동작 방식

3.2.1 호스트가 가상랜에 등록되는 과정

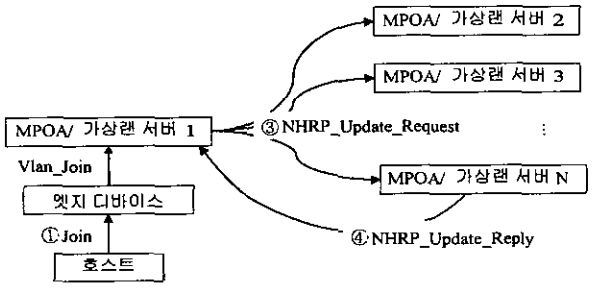
호스트가 가상랜에 등록되는 동작 과정은 (그림 13)과 같이 나타낼 수 있다. 호스트는 가상랜에 등록하기 위해 802.1q 프레임에 가입하고자 하는 가상랜 ID를 실은 Join 메시지를 엣지 디바이스에게 보낸다. 엣지 디바이스는 해당 가상랜이 자신의 테이블에 존재하지만 등록이 안된 호스트이거나 해당 가상랜을 현재 알지 못하는 경우 호스트의 IP 주소, 가상랜 ID, 엣지 디바이스의 ATM 주소를 Vlan_Join 메시지에 실어 서버에게 전송한다. 서버는 자신의 테이블에 해당 가상랜이 존재할 경우에는 호스트 정보를 등록하고 해당 가상랜을 담당하는 다른 서버들에게 NHRP_Update_Request 메시지를 보내어 가상랜에 새로운 멤버가 추가되었음을 알린다. 이 메시지를 받은 서버들은 자신의 테이블에 새로 등록된 호스트 정보를 추가한다.



(그림 13) MPOA/가상랜 서버가 관리하는 서브넷 내에 이미 존재하는 가상랜에 호스트가 가입하는 경우

(그림 14)는 서버가 Vlan_Join 메시지를 받았을 때 자신의 테이블에 해당 가상랜이 존재하지 않을 경우에 호스트가 가상랜에 가입하는 과정을 나타낸 것이다. 서버는 자신의 테이블에 호스트가 요청한 새로운 가상랜 ID와 자신의

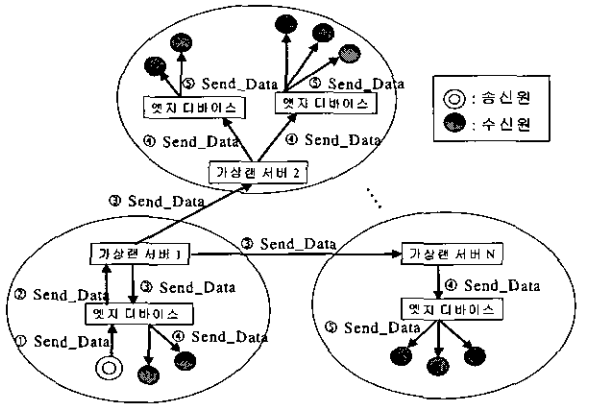
서버 ID, 엣지 디바이스 정보, 호스트 정보를 추가하고 모든 서버에게 NHRP_Update_Request 메시지를 전송한다. 이 메시지를 받은 서버들은 자신의 테이블에 해당 가상랜과 관련된 엔트리가 있으면 새로 가입한 호스트에 대한 정보를 삽입하고, NHRP_Update_Request를 보낸 서버에게 자신이 관리하고 있는 LIS에서 해당 가상랜에 가입된 엣지 디바이스와 호스트 ID를 알려준다.



(그림 14) MPOA/가상랜 서버가 관리하는 서브넷 내에 현재 존재하지 않는 가상랜에 호스트가 가입하는 경우

3.2.2 브로드캐스트

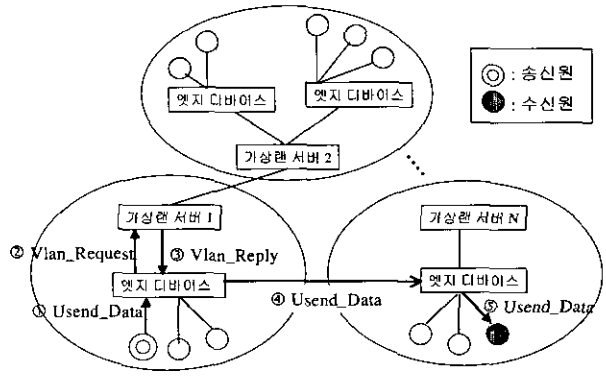
(그림 15)는 MPOA를 이용한 3계층 가상랜에서의 브로드캐스트 과정을 도식화한 것이다. 호스트는 802.1q 프레임에 브로드캐스트 트래픽임을 나타내는 첫 번째 비트를 1로 표시하고 데이터를 전송하고자 하는 가상랜 ID를 실은 Send_Data 메시지를 엣지 디바이스에게 보낸다. 엣지 디바이스는 첫 번째 비트를 체크한 뒤 브로드캐스트라면 이를 가상랜 서버에게 그대로 보낸다. 서버는 자신이 속한 LIS 내에 있는 해당 가상랜 멤버들에게 이 브로드캐스트 데이터를 보내기 위해 해당 엣지 디바이스로 이를 전송하고 다른 LIS에 속해있는 해당 가상랜 멤버들에게도 이 브로드캐스트 데이터를 전달하기 위해 해당 가상랜을 관리하는 이웃 서버들에게도 이를 보낸다. 브로드캐스트 데이터를 받은 각 서버는 이를 다시 자기가 담당하고 있는 가상랜 멤버에게 전송한다.



(그림 15) MPOA를 이용한 3계층 가상랜에서의 브로드캐스트

3.2.3 유니캐스트

MPOA를 이용한 3계층 가상랜에서의 유니캐스트 과정은 (그림 16)과 같다. 우선, 호스트는 802.1q 프레임에 가상랜 ID와 목적지 주소를 실은 Usend_Data 메시지를 엣지 디바이스에게 보낸다. 이때 가상랜 ID의 첫 번째 비트를 0으로 표시하여 브로드캐스트 프레임과 구별한다. 이를 받은 엣지 디바이스는 가상랜 ID의 첫 번째 비트를 체크하여 유니캐스트 프레임이라면 Vlan_Request 메시지를 통해 가상랜 ID, 3계층 목적지 주소, 엣지 디바이스의 ATM 주소를 서버에게 보낸다. 서버는 자신의 테이블을 참고하여 목적지 호스트가 연결된 엣지 디바이스의 ATM 주소를 알아내고 이를 Vlan_Reply 메시지에 실어 보낸다. 주소 요청했던 엣지 디바이스는 목적지 엣지 디바이스와 VC를 맺어 유니캐스트 데이터를 전송한다.



(그림 16) MPOA를 이용한 3계층 가상랜에서의 유니캐스트

4. 시뮬레이션 모델 및 구현

앞에서 제시한 두 가지 구성 방안의 성능 특성을 비교하기 위해 3계층 가상랜 상에서의 가상랜 가입 및 유니캐스트/브로드캐스트 데이터 전송을 시뮬레이션했다. 시뮬레이션 결과 값은 가상랜 가입시 발생하는 제어 메시지의 총량과 데이터 전송시 발생되는 데이터 총량 및 데이터 전달에 소요되는 시간이다.

시뮬레이션은 SDL(Specification and Description Language) 언어를 사용하여 구현하였다. SDL은 시스템을 명세화하고 기술하는 표준화된 언어로서 통신 분야에서 여러 동시 작업과 상호 동작이 중요시되는 사건 중심의 실시간 시스템을 기술하는데 적합하다. SDL은 시스템의 계층 구조를 그래픽으로 표현하기 때문에 이해가 쉽고, 구현된 시스템에 대한 단계적인 분석 및 시뮬레이션을 통한 검증이 용이하다[8].

4.1 시뮬레이션 네트워크 모델

MARS 서버를 이용한 3계층 가상랜은 MARS를 관리하는 서버와 각 LIS의 가상랜 멤버를 관리하는 MARS, MCS 그리고 호스트로 구성된다. 본 시뮬레이션을 위한 네트워크 모델은 세 구역의 LIS로 이루어지며 각 LIS마다 하나의 MARS와 MCS 그리고 20개의 호스트를 두었다. 모든 MARS는 가상랜 서버와 VC로 연결되어 있고 각각의 LIS에서 MCS와 VC를

맺고 있으며 호스트는 MCS와 VC를 맺고 있다.

시뮬레이션에서 입력 파라미터로 사용한 것은 제어 메시지, 데이터 패킷 사이즈, 데이터 전송 요청간의 시간 간격 등이다. 제어 메시지의 크기는 MARS 권고안에서 제시한 형식을 근거로 정하였는데, 구체적으로 각 메시지의 크기는 <표 1>과 같다.

〈표 1〉 메시지 크기

Vlan_Serv	Vlan_Join	Vlan_Sjoin	Vlan_Request	Vlan_Multi	데이터 패킷
56 Bytes			80 Bytes	60 Bytes	60 byte

일정한 시간 간격마다 데이터 전송 요구를 발생시키고 데이터 전송 요구에 대해 유니캐스트/브로드캐스트 전송 여부 및 근원지 호스트를 무작위로 선택한다. 만약 유니캐스트 전송이 선택되었다면 목적지 호스트를 랜덤하게 선택하고 브로드캐스트 전송이면 가상랜 ID를 랜덤하게 선택한다. 데이터 전송 요구를 받는 근원지 호스트는 목적지 주소나 가상랜 ID가 근원지가 가입하지 않은 가상랜에 속한다면 자동적으로 먼저 가상랜에 가입하는 절차를 거친 후 데이터를 전송한다.

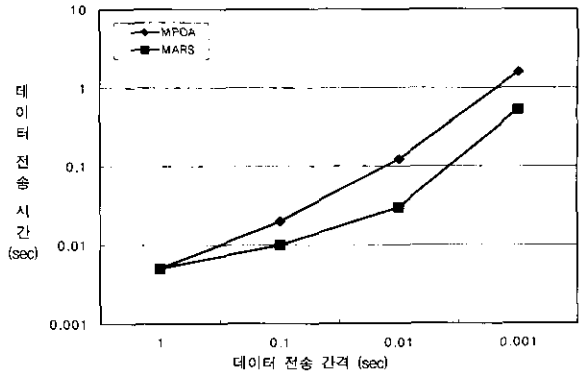
MPOA를 이용한 3계층 가상랜은 분산된 MPOA/가상랜 서버들과 엣지 디바이스, 호스트들로 구성되며 MPOA/가상랜 서버들은 VC 메쉬로 연결된다. 네트워크는 MARS 서버의 경우와 마찬가지로 세 개의 LIS로 구성되며 각 LIS에는 20개의 호스트가 있다고 가정하였다.

MPOA 모델의 시뮬레이션 파라미터 값은 MARS 모델과 마찬가지로 제어 메시지와 데이터 패킷 사이즈, 데이터 전송시간이다. MPOA 모델의 제어 메시지 형식과 사이즈는 MPOA 권고안에 따라서 제어 메시지 Vlan_Join, Vlan_Request, NHRP_Update_Request, NHRP_Update_Reply 모두 68 bytes로 가정하였다. 데이터 패킷 한 개의 크기는 MARS와 마찬가지로 60 bytes라 가정하였으며 데이터 전송 요구는 MARS 서버의 경우와 마찬가지로 발생시켰다.

5. 시뮬레이션 결과 및 분석

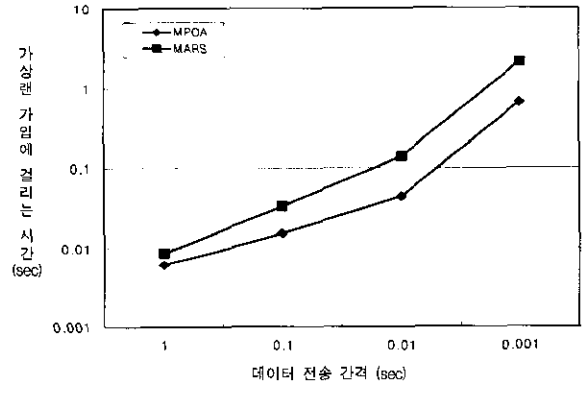
앞에서 제안한 두 가지 3계층 가상랜 모델의 성능을 평가하기 위해 시뮬레이션 결과로써 측정되는 값은 데이터 전송 시간 및 제어 메시지와 데이터 메시지 양이다.

(그림 17)은 MARS를 이용한 모델과 MPOA를 이용한 모델의 평균 데이터 전송 시간을 보여주는 그래프이다. 두 모델 중 MPOA를 이용한 모델이 데이터를 전송하는데 시간이 오래 걸린다. MPOA를 이용한 모델은 브로드캐스트시 서버와 엣지 디바이스를 모두 거쳐야 되므로 MCS만 거치는 MARS를 이용한 모델보다 전송 시간이 느리다. 즉, (그림 8)과 (그림 9)에서 볼 수 있듯이 MARS는 유니캐스트나 브로드캐스트 모두 송신원이 수신원을 담당하는 MCS에게



(그림 17) 데이터 전송시간

데이터를 직접 전송한다. 반면 MPOA 기반 모델은 브로드캐스트일 경우 (그림 15)와 같이 송신원의 데이터 프레임이 해당 가상랜을 담당하는 모든 서버에게 전송되고 이를 받은 서버는 해당 멤버가 속해 있는 엣지 디바이스에게 데이터를 전송한다. 즉, 최종 수신원에게 데이터를 전송하는데 거치는 과정이 MARS 보다 복잡하다.

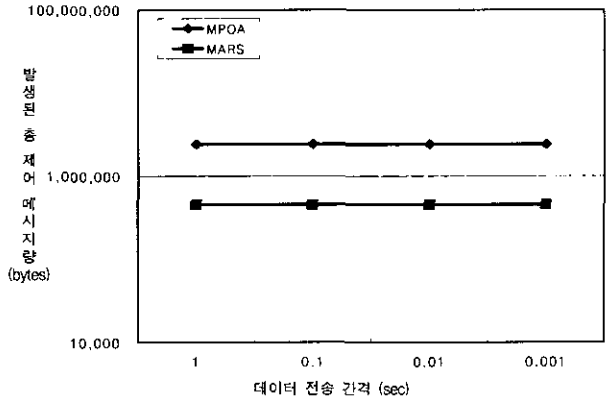


(그림 18) 가상랜 가입시 걸리는 시간

(그림 18)은 가상랜 가입하는데 소요되는 시간을 비교하는 그래프이다. 가상랜 가입하는데 걸리는 평균 시간은 MARS 기반 모델이 MPOA 기반 모델보다 더 오래 걸린다. MARS 기반 모델은 (그림 6)에서 알 수 있듯이 MARS가 관리하는 LIS내에 이미 존재하는 가상랜에 가입하는 과정은 비교적 간단하다. 그러나 (그림 7)과 같이 LIS 내에 현재 존재하지 않는 가상랜에 가입하려고 하는 경우에는 새로운 가상랜을 담당할 MCS를 선택하는 과정과 서버에게 새로운 가상랜이 등록되었음을 알리는 과정이 더 일어난다. 반면에 MPOA 기반 모델은 (그림 13)과 (그림 14)에서 보듯이 LIS 내에 현재 존재하는 가상랜에 가입하는지의 여부에 따라 크게 달라지는 점이 없고, 특히 LIS 내에 현재 존재하지 않는 가상랜에 가입하려고하는 경우의 처리 절차가 MARS 경우에 비해 훨씬 간단하다. 따라서 평균 가입시간은 MARS 기반 모델이 MPOA 기반 모델 보다 더 걸린다.

(그림 19)는 두 모델에서 호스트가 가상랜에 가입할 때

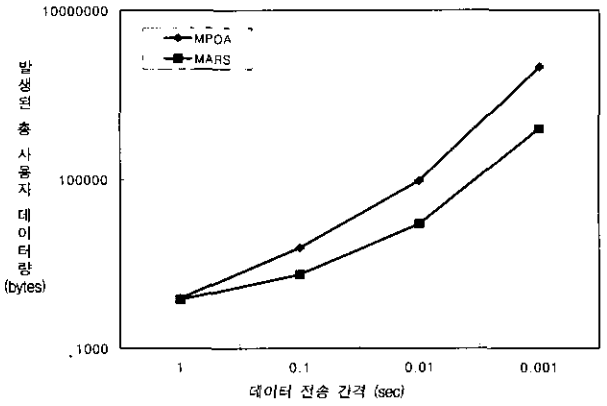
발생하는 제어 메시지 양을 비교한 것이다. 두 모델에서 모두 가상랜 가입을 위한 제어메시지는 새로운 호스트가 가상랜을 가입할 때만 발생하므로 데이터 발생양의 변화에는 거의 영향을 받지 않는다. (그림 6)과 (그림 13)에서 알 수 있듯이 이미 LIS내에 존재하는 가상랜에 가입하기 위해 MARS 기반 모델에서는 MARS와 MCS간에 메시지가 전송될 뿐이지만 MPOA 기반 모델에서는 관련 가상랜을 담당하는 다른 LIS의 서버들에게 업데이트 메시지를 전송해야한다. 뿐만 아니라 (그림 7)과 (그림 14)에서 알 수 있듯이 현재 LIS에 존재하지 않는 가상랜에 가입할 경우 MARS 기반 모델에서는 MARS가 서버에게 Vlan_Update메시지를 전송하고 서버는 이를 해당 가상랜과 관련된 다른 LIS를 관리하는 MARS에게만 전송하는 반면에 MPOA 기반 모델에서는 모든 서버에게 NHRP_Update_Request를 전송한다. 따라서 호스트가 가상랜에 가입하는데 발생하는 메시지의 양은 MARS 기반 모델보다 MPOA 기반 모델이 더 많다.



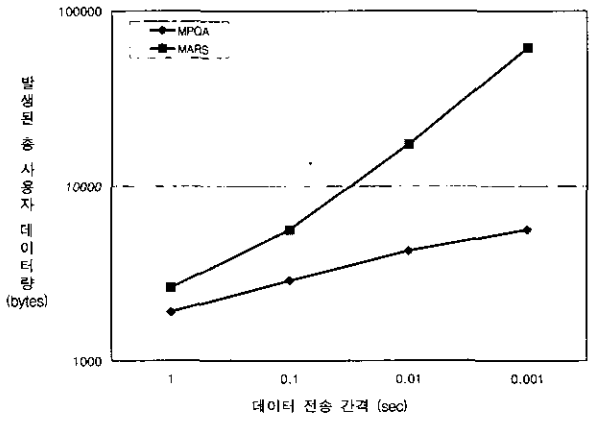
(그림 19) 가상랜 가입시 발생하는 제어 메시지양

(그림 20)과 (그림 21)은 사용자 데이터 양을 브로드캐스트와 유니캐스트 데이터로 구분하여 비교한 것이다. (그림 20)은 브로드캐스트 전송의 경우로 MPOA 기반 모델에서 발생되는 데이터량이 MARS 기반 모델보다 많다. 그 이유는 (그림 8)과 (그림 15)에서 보듯이 MPOA 기반 모델의 경우 데이터를 브로드캐스트 하기 위해 거치는 경로가 더 많기 때문에 MARS 기반 모델보다 하나의 브로드캐스트 데이터 전송을 위해 네트워크에 발생되는 사용자 데이터 양이 많아지기 때문이다.

(그림 21)은 유니캐스트의 경우로 두 모델의 특성이 잘 나타난다. (그림 9)에서처럼 MARS 기반 모델은 유니캐스트 전송을 위해 모든 MCS들에게 유니캐스트 트래픽을 전송하고 그 중 응답이 오는 MCS에게 데이터를 전송하기 때문에 관련 없는 MCS에게까지 데이터를 전송한다. MPOA 기반 모델은 (그림 16)에서 알 수 있듯이 서버에서 목적지 주소를 해석하는데 시간이 걸리지만 일단 주소해석이 끝나면 호스트와 엣지 디바이스가 일대일 VC로 연결되어 데이터를 전송하므로 불필요한 데이터 발생을 줄일 수 있다. (그림 21)처럼 데이터 전송 간격을 짧게 할수록, 즉 부하가 커질수록, MARS 기반 모델과 MPOA 기반 모델의 유니캐스트 데이터 발생 양의 차이가 더 커진다.



(그림 20) 브로드캐스트시 데이터량



(그림 21) 유니캐스트시 데이터량

6. 결 론

본 논문에서는 MPOA 혹은 MARS를 이용한 ATM-LAN에서 서로 다른 ELAN에 분포하는 호스트들을 한 가상랜의 멤버로 묶을 수 있는 3계층 가상랜을 구성하는 방안을 제시하였다. 그리고 SDT를 사용한 시뮬레이션을 통하여 그 성능을 비교 분석하였다. MARS 기반 모델의 경우 MARS를 관리하는 새로운 중앙 서버를 두고 MPOA 기반 모델의 경우 기존의 MPOA 서버에 가상랜 관리를 위한 서버 기능을 추가하여 서로 다른 ELAN의 호스트들이 같은 가상랜의 멤버가 될 수 있도록 하였다. 이 두 모델을 시뮬레이션 한 결과 각기 장단점이 있어 어느 한 모델이 효율적이라고 할 수 없으나 같은 가상랜 멤버에게 데이터를 브로드캐스트하는 측면에서 MARS 기반 모델이 MPOA 기반 모델보다 더 효율적이었고, 유니캐스트 전송 측면에서는 MPOA 기반 모델이 효율적임을 볼 수 있었다. 그리고 데이터 전송 측면에서 보면 MARS 기반 모델

이 MPOA 기반 모델보다 가상랜 가입시간은 오래 걸리지만 일단 가입된 상태에서는 전송시간은 MPOA 기반 모델보다 더 빠르다. 가상랜에 가입하는데 발생하는 제어 메시지량은 MARS 기반 모델 보다 MPOA 기반 모델에서 더 많다.

제안하는 방안은 원래 MARS와 MPOA 서버가 처리하는 메시지들을 변형하여 사용하고 MARS와 MPOA 서버 원래의 기능을 최대한 활용하였으므로 MARS와 MPOA 서버에 대해 기능적인 면에서 크게 새로운 역할을 요구하지는 않는다. 그러나 MARS와 MPOA 서버에 대해 본연의 역할 이외에 가상랜 데이터 전송을 담당하도록 하기 때문에 MARS와 MPOA 서버의 부담이 커지게 된다. 따라서 제안하는 가상랜 지원 방안 도입의 가능성을 파악하기 위해서는 MARS와 MPOA 서버의 트래픽부하에 대한 확장성 정도에 관하여 향후연구가 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] Draft Standard P802.1Q/D11 IEEE Standards for Local and Metropolitan Area Networks : "Virtual Bridged Area Networks".

[2] 김희정, 서주연, 채기준, 이미정, 강훈, 최길영, 김성혜, "SDL을 이용한 ATM-LAN 스위치 망에서의 정책 기반 가상랜 구현", 한국정보과학회 가을 학술 발표논문집 Vol.26, No.2, 1999.

[3] Marina Smith, "Virtual LANs : A Guide to Constructions, Operation and Utilization," McGraw-Hill, 1997.

[4] 3Com, "3ComTranscendVLANs," http : //www.3com.com/technology/tech_net/white_papers/537VLAN.html.

[5] "VIVID Route Server Release 1.1," http : //www.newbridge.com/techinfo/Descriptions/RDs/InterNetwork/index.html.

[6] G. Armitage, "Support for Multicast over UNI 3.0/3.1 based ATM networks," RFC 2022, Nov. 1996.

[7] The ATM Forum, "Multiprotocol Over ATM Version 1.0 (Letter Ballot)," May 1997.

[8] Rolv Braek, "SDL Basic," Computer Networks and ISDN System, 1996.

[9] "Newbridge VIVID Layer3 Ethernet-to-ATM Custom Test," http : //www.zdnet.com/zdtag/snci/reports/Newbridge/newb.htm.

서 주 연

e-mail : jywinter@hanmail.net

1998년 이화여자대학교 컴퓨터학과 졸업(학사)

2001년 이화여자대학교 과학기술대학원 컴퓨터학과(공학석사)

관심분야 : 고속 통신 프로토콜 설계 및 성능 분석, ATM 연동 프로토콜

이 미 정

e-mail : lmj@ewha.ac.kr

1987년 이화여자대학교 전자계산학과 졸업(학사)

1989년 University of North Carolina at Chapel Hill 컴퓨터학과(석사)

1994년 North Carolina State University 컴퓨터공학과(공학박사)

1994년~현재 이화여자대학교 컴퓨터학과 부교수

관심분야 : 고속 통신 프로토콜 설계 및 성능 분석, 비디오 전송을 위한 트래픽 제어, 인터넷에서의 QoS 지원, Ad-hoc 네트워크

채 기 준

e-mail : kjchae@ewha.ac.kr

1982년 연세대학교 수학과 졸업(학사)

1984년 미국 Syracuse University 컴퓨터과학과(석사)

1990년 미국 North Carolina State University 컴퓨터공학과(공학박사)

1990년~1992년 미국 해군사관학교 컴퓨터과학과 조교수

1992년~현재 이화여자대학교 컴퓨터학과 교수

관심분야 : 네트워크 보안, 액티브 네트워크 보안 및 관리, 인터넷/무선통신망/고속통신망 프로토콜 및 성능분석

최 길 영

e-mail : kychoi@etri.re.kr

1985년 경북대학교 전자공학과 졸업(학사)

1987년 경북대학교 전자공학과(공학석사)

1987년~현재 한국전자통신연구원 네트워크기술연구소 라우터기술연구부 통합LAN팀 선임연구원

관심분야 : 고속통신망, VoIP, B-ISDN