

## 고속통신 환경에서의 멀티미디어 네트워킹

한국외국어대학교 정일영\*

● 목 차 ●	
1. 머릿말	3.3 Multiprotocol over ATM(MPOA) 네트워킹
2. ATM 환경에서의 멀티미디어 네트워킹	3.4 통합된 P-NNI(Integrated Private Network Node Interface)를 이용한 네트워킹
2.1 멀티미디어 트래픽의 종류 및 특성	3.5 NHRP(Next Hop Routing Protocol)을 이용한 네트워킹
2.2 서비스 트래픽 흐름제어	3.6 멀티캐스트 동작
2.3 멀티미디어 서비스의 QoS	4. 맺음말
3. 기존 네트워크 환경과의 연동을 통한 멀티미디어 네트워킹	
3.1 IP over ATM을 이용한 네트워킹	
3.2 LAN Emulation을 이용한 네트워킹	

### 1. 머릿말

최근 정보통신 기술 및 서비스의 발전은 수 년전에 상상하기 힘들 정도로 빠른 속도로 이뤄지고 있으며, 이용자 요구사항도 다양하게 변화하고 있다.

특히, 멀티미디어 환경들이 가정, 사회 및 교육환경 등의 전반적인 분야에서 활용되고 있으며, 이에대한 요구도 날이 갈수록 늘어나고 있다. 이와 더불어 멀티미디어 서비스 환경을 충족시켜줄 수 있는 네트워크도 고속화되어가고 있고, 일부는 활용할 수 있는 단계에 도달한 부분도 적지 않다.

그러나 멀티미디어 서비스 이용자가 요구하는 수준의 품질 및 서비스 기능을 제공하기 위해서는 고속의 네트워크 환경이 갖춰져야 한다. 그 이유로써 첫째는 멀티미디어 서비스에 이용되는 정보가 단순히 정지 화상만 있는 것이 아니라 음성, 각종 텍스트 정보, 화상 및 이미지 정보, 그리고 영상 정보까지 복합되어 제

공 되어야 하고, 이들 정보들이 종합적인 서비스 품질을 보장하여야 이용자는 만족할 수 있게 될 것이다. 따라서, 멀티미디어의 복합 정보를 효과적으로 전달하고 관리할 수 있는 고속 네트워크 환경 구축은 대규모의 투자뿐만 아니라 장기적인 측면의 계획도 있어야 하기 때문에 체계적인 연구가 요구되는 분야이기도 하다.

이러한 중요성에 비추어 본 고에서는 고속 네트워크 기능의 대표적인 ATM환경에서의 멀티미디어 네트워킹과 관련된 사하을 중점 살펴보고자 한다.

특히, 멀티미디어 정보가 다양한 종류의 트래픽 특성을 지니고 있기 때문에 이들 트래픽의 종류, 특성 및 이를 효과적으로 관리하는 메카니즘에 관하여 살펴 보며, 멀티미디어 서비스 트래픽의 QoS 특성 및 관리 방법을 살펴 보았다.

그리고 LAN 및 인터넷 등의 기존의 네트워크 환경과 고속 통신망 환경(ATM 등)과의 연동을 통한 멀티미디어 네트워킹의 방법 및 특징들을 살펴 보고자 한다.

\*통신회원

## 2. ATM 환경에서의 멀티미디어 네트워크

### 2.1 멀티미디어 트래픽의 종류 및 특성

멀티미디어 서비스는 두 개 이상의 서로 다른 특성의 정보들이 복합되어 제공되는 정보 서비스를 말하며, 이들 트래픽이 ATM 환경에서 제공될 때 각각의 가상채널(Virtual Channel)을 통하여 멀티미디어의 각가의 정보들이 전달된다. 따라서 멀티미디어 정보 서비스의 트래픽 특성을 살펴보기 위해서는 각 가상채널에 제공되는 트래픽의 특성을 분석하여 알 수 있게 된다. 지금까지 이에 관한 많은 연구가 있었는데, 멀티미디어 서비스의 트래픽은 실시간 또는 비실시간으로 구분되며, CBR(Continuous Bit Rate), rt-VBR(real time Variable Bit Rate)이 실시간 트래픽에 해당된다. 이들 트래픽들은 트래픽 기술자로서 PCR(Peak Cell Rate) 혹은, PCR 및 SCR(Sustainable Cell Rate) 파라미터를 이용하여 트래픽 특성을 나타낸다. 그리고, 비실시간 서비스 트래픽 종류는 nrt-VBR(non real time Variable Bit Rate), UBR(Unspecified Bit rate), ABR(Available Bit Rate) 등이 있으며, 이들 비실시간 서비스들에 관한 세부 내용을 살펴보면 다음과 같다.

#### 2.1.1 CBR 서비스

CBR 서비스는 연결 시간동안 계속 이용할 수 있는 일정한 양의 대역을 요구하는 연결에 의해 사용된다. 이때, 대역량은 PCR 값에 의해 결정된다. 사용자가 CBR에 대한 자원을 예약하는 기본 협정은 망에 의해 이루어지는데 일단 연결이 설정되면 모든 셀이 적절한 적합성(conformance) 시험을 통과할 때 모든 셀이 협정된 ATM 계층 서비스 품질을 만족한다는 것이다. CBR 서비스에서 소스가 어떤 시점과 어떤 시간 동안 셀을 PCR로 내 보낼 수 있으면 QoS 협정은 유효하다. 음성, 화상, circuit emulation과 같은 CBR 서비스는 엄격하게 제약된 지연 변이를 요구하는 실시간 응용 서비스를 지원하고자 하지만 이러한 서비스에만 국한되어 있지는 않다. CBR 서비스에서 소스는

연결 기간동안 협정된 PCR 이하로 셀을 보내는데 심지어 셀을 내보내지 않는 구간도 있다. 최대 셀 전송 지연(max CTD)에 의해 정의된 값 이하로 지연된 셀은 그 응용 서비스의 특성을 매우 감소시킨다고 생각된다.

#### 2.1.2 실시간 VBR(rt-VBR) 서비스

실시간 VBR 서비스 종류는 엄격하게 제한된 지연과 지연 변이를 요구하는 실시간 응용 서비스를 위한 것으로 음성과 화상 서비스에 적합하다. 실시간 VBR 연결은 PCR(Peak Cell Rate), SCR(Sustainable Cell Rate), MBS(Maximum Burst Size) 파라미터로 특성을 나타내며, 소스는 시간에 따라 변화하는 셀률로 전송하는데 이를 Bursty로 설명할 수 있다. 실시간 VBR 서비스는 실시간 소스들의 통계적 다중화를 이용하여 네트워크 자원의 효율적인 이용을 도모할 수 있다.

#### 2.1.3 Nrt-VBR 서비스

nrt-VBR 서비스 종류는 버스티한 트래픽 특성을 가지고, PCR, SCR, MBS(Maximum Burst Size) 파라미터에 의해 특성을 나타내는 비실시간 응용 서비스를 위한 것이다. 트래픽 협정을 지키며 전송되는 모든 셀에 대해서 이 응용 서비스는 낮은 셀 손실률을 요구한다. 비실시간 VBR 서비스는 멀티미디어 서비스들의 연결들을 통계적으로 다중화할 때, 멀티플렉싱 이득(Multiplexing gain)을 얻을 수 있으며, Bursty 특성에 따라 더 큰 이득을 도모할 수 있게 된다. 특히, nrt-VBR 서비스는 지연 특성에 큰 영향을 받지 않기 때문에 트래픽 관리 및 폭주 제어 기능이 보다 효과적으로 적용될 수 있다.

#### 2.1.4 UBR 서비스

UBR 서비스 종류는 셀 지연 및 지연 변이에 민감하지 않은 비실시간 응용 서비스를 위한 것으로 이러한 응용 서비스의 예로는 파일 전송, 전자 우편(e-mail)과 같은 기존의 컴퓨터 통신 응용 서비스들이다. UBR 서비스는 CLR 또는 CTD에 대한 어떤 수치적인 제약도 없다. 망은 CAC(Call Admission Control)와 UPC

(Usage Parameter Control) 기능에 대해 PCR을 적용할 수도 있고 적용하지 않을 수도 있는데, 망이 UPC에 대해 PCR을 적용하지 않을 경우에 PCR 값은 단지 정보일 뿐이다. PCR에 대한 감시를 하지 않더라도 소스가 그 연결의 경로에서 가장 작은 대역 제한을 알 수 있게 하기 때문에 협정된 PCR 값을 가지는 것은 유용하다. UBR을 위한 폭주 제어는 end-to-end 기반의 상위 계층에서 수행된다. UBR 서비스는 ATM 사용자 셀율(Cell Rate) 정보 구성 요소에서 Best Effort Indicator의 사용에 의해 구분될 수 있다.

**2.1.5 ABR 서비스**

ABR은 연결 설정 후에 일어나는 변화로서 망에 의해 제공되는 제한된 ATM 계층 전달 특성 제공하는 ATM 계층 서비스이다. 흐름 제어 메카니즘은 ATM 계층 전달 특성 변화에 따라 소스의 셀율을 제어하기 위해 피드백 제어 기능이 적용되는 데, 이 피드백 제어를 위한 정보들은 RM 셀이라 불리는 특정 제어 셀을 통해 소스에 전달한다. 피드백 정보에 따라 트래픽을 조절시킨 단말은 낮은 셀 손실률을 가지게 되고, 망에서 정의된 할당 정책에 따라 가용 대역의 적절한 공유(fair share)를 갖는다. ABR 서비스는 주어진 접속에서 지연이나 지연 변이의 제한을 요구하지 않으므로 실시간 응용 서비스는 지원하지 않는다.

**2.2 서비스 트래픽 흐름제어**

**2.2.1 트래픽 흐름제어 종류 및 특성**

ATM망에서 여러 종류의 트래픽 형태를 지닌 멀티미디어 서비스 품질 목표를 만족하기 위해서 멀티미디어 트래픽의 폭주를 관리하고 제어하기 위한 구조를 형성하고, 서비스 종류에 따라 이들 트래픽 제어의 적절한 조합으로 사용할 수도 있어야 한다. 효과적인 트래픽 흐름의 제어하는 다양한 방법들이 연구되어 제시되었는데, 이들 방법들을 종합하여 정리하면 다음의 제어방식으로 나눌 수 있다.

**가. 연결 수락 제어(CAC : Connection Admission Control)**

연결 수락 제어(CAC : Connection Admission Control)는 연결 요구(connection request)를 허락할 것인지 혹은 거부할 것인지를 결정하기 위한 일련의 행위(actions)로써, 연결이 받아들여질 수 있는지의 여부 결정, 사용자 파라미터 제어에 필요한 트래픽 변수, 망 자원의 할당 등을 수행한다.

연결 수락 제어 알고리즘(CAC algorithm)에서는 연결 요구는 서비스의 종류, 트래픽 계약, QoS를 기본으로 하는 전 망을 통해서 접속에 요구되는 망요소에 망자원이 가용할 때만 진행시킨다. 그리고 기존 연결에 대한 QoS는 그대로 유지하여야 한다. 이 때, 트래픽 계약 정보 관련 파라미터들이 요구 되는 데, 이는 크게 4가지가 있으며, 그 종류는 다음과 같다.

- 트래픽 기술자와 관련된 변수 값
- 요구하는 QoS 등급 및 각 QoS에서 요구치와 수락치
- CDVT의 값
- 셀 적합성

**나. UPC(Usage Parameter Control)**

UPC는 ATM 연결의 정당성과 제공된 트래픽에 관하여 망이 단말 접속부에서 트래픽을 감시하고 제어하는 기능이며, 이의 주요 목적은 협상된 파라미터의 위반을 검출하고 적절한 조치를 취함으로써 의도하지 않은 위반 행위뿐 아니라 악의적인 위반으로부터 망 자원을 보호하는 것이다. 이러한 위반 행위는 이미 설정된 다른 연결의 서비스 품질에 영향을 미칠 수 있기 때문에 셀 폐기 혹은 셀 태깅(tagging)을 통하여 제어한다.

UPC의 위치는 그림 1과 같이 첫 번째 링크

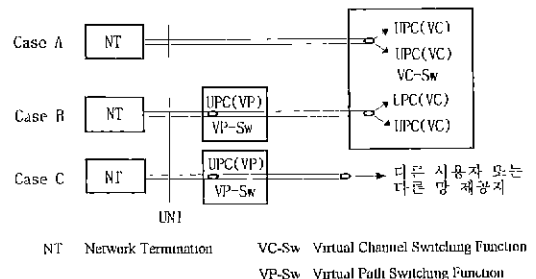


그림 1 UPC 기능의 위치

(link)가 중단되는 지점의 접속점에 있게된다.

다. 셀 우선순위 제어(Cell Loss Priority control)

어떤 서비스 종류에 대해 단말은 CLP(Cell Loss Priority)를 표시한 셀의 트래픽 흐름을 생성한다. 망은 이 표시를 투명성(transparent) 또는 중요성(significant)으로 취급하는데 만약 중요성으로 취급되면 망은 가능한 높은 우선 순위를 가지는 셀의 서비스 품질(QoS : Quality of Service) 목표를 보호하기 위해 낮은 순위의 셀을 선택적으로 폐기한다.

라. 트래픽 셰이핑(Traffic Shaping)

트래픽 셰이핑 메카니즘은 요구된 트래픽의 특성대로 수정하기 위해 사용되는 데, 셀의 적합성 또는 QoS를 만족시키면서 최선의 망 효율을 보장해 주기 위해 가상 연결상에서 셀 흐름의 트래픽 특성을 변경시켜 주는 메카니즘이다. 이때, 트래픽 셰이핑은 가상 연결에서 셀 순서를 보전해야 한다.

트래픽 셰이핑의 예로는 최대 셀율 감소(peak cell rate reduction), 버스트 길이 제한(burst length limiting), 제때에 셀 간격을 적절히 함으로서 CDV 감소(reduction of CDV by suitably spacing cells in time) 및 셀 스케줄링 원칙(cell scheduling policy) 등을 들 수 있다.

트래픽 셰이핑을 구현하느냐 아니하느냐의 여부 결정은 각 통신망의 독자적인 특성에 의해서 정해 지며, 트래픽 셰이핑이 이루어지는 위치는 망 규격으로 주어지게 된다. 한 예로, 망은 적절한 UPC/NPC 기능과 혹은 가상 송신원/수신원과 관련해서 트래픽 셰이핑이 이루어 지도록 할 수 있다.

마. 망 자원 관리(NRM : Network Resource Management)

멀티미디어 서비스는 트래픽 특성에 따라 망에서 가상연결(Virtual Connection)을 제공하며, 연결이 이룩된 가상연결의 자원은 셀 스케줄링과 자원 할당이 구현 방법과 망에 따라 망 자원의 적절한 분배와 접속을 제공한다. 망 자

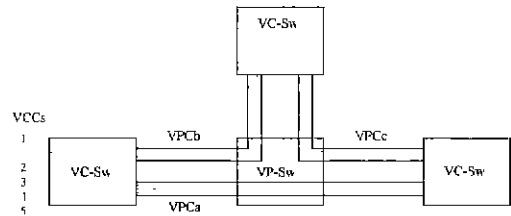


그림 2 VPC 및 VCC에서 셀 손실 매핑

원 관리 방법 중 VPC 망 자원 할당 방식은 사전에 VCC들의 용량을 예약함으로써 개개의 VCC를 설정하는데 요구되는 프로세싱 파워가 줄어든다. 개개의 VCC는 VPC가 중단되는 노드에서 간단한 CAC에 의해 설정될 수 있다. VPC상에서의 대역예약 방법은 용량증가에 따른 문제와 제어의 복잡성 감소 사이의 선택이 필요하다.

그림 2는 VCC의 망성능이 VCC를 지원하는 VPC의 망성능과 어떤 관계가 있는가를 설명하고 있다. VCC 1과 2는 VPC b와 c의 망성능과 VC-Sw내의 VP 중단 점에서 VCC들이 어떻게 처리되어 지느냐에 따라 달라지는 사실을 알게 된다. 이는 적어도 VPC에 의해 제공되는 상이한 망성능에 의해 VCC 3, 4, 및 5가 경험하는 망성능과는 다르다. 그러나 VCC 3, 4, 및 5가 VC-Sw내에서 VPC 중단점으로 처리되면, CTD 및 CDV 향으로 동일한 망성능을 갖게 된다.

바. 프레임 폐기(Frame Discard)

망은 폭주가 일어나 셀을 폐기 하여야만 할 때 셀 레벨이 아니라 프레임 레벨에서 폐기할 수도 있다. 이때, 프레임은 AAL(ATM Adaptation Layer)의 데이터 유니트를 가리킨다. 여기서 프레임(frame)이란 용어는 AAL 프로토콜 데이터 유니트(AAL protocol data unit)를 의미한다. 망은 ATM 셀 헤더의 payload 필드에서 SDU-타입을 검사함으로써 프레임 경계를 식별하게 된다. 프레임 폐기는 ATM 셀 헤더의 payload 필드에 있는 SDU-타입을 검사함으로써 프레임 경계를 식별할 때 이용된다.

프레임 폐기는 폭주 충동을 피하는데 도움이 된다. 만약에 망에 의해 프레임 폐기가 요구되

면, 사용자의 신호방식을 통하여 프레임 패기가 취해지기도 하며, 가입시에 패기 조치를 요구할 때에 필요시 사용자 데이터를 패기 프레임 취급할 수 있다.

사. ABR 흐름 제어(ABR Flow Control)

ABR 흐름 제어 프로토콜은 연결되어 있는 사용자들이 가용한 대역을 적응적으로 공유하기 위해 사용된다(자세한 내용은 2.1.2 나. ABR 트래픽 흐름제어 참조).

2.2.2 ABR 트래픽 흐름제어

멀티미디어 통신 서비스중에서 사용되는 빈도수로 볼 때, ABR 트래픽이 결코 작은 부분을 차지하지 않을 것이다. 그 예로써, 기존의 데이터 정보, 이미지 정보, 각종 그래픽 정보 및 양방향성 축적된 정보들이 아직까지는 주종을 이루고 있기 때문이다. 이렇듯 ABR 트래픽의 관리는 실시간 CBR 및 VBR 서비스와 다른 관리 방식을 채택하고 있고 본 고에서 이를 살펴 보고자 한다.

ABR 서비스는 망의 대역이 가용(available)할때 이용하지 않는 망의 대역을 PCR까지 사용할 수 있도록 하는 것으로 TCP 및 LANE에서 유입되는 정보들의 특성에 해당된다. 이들 트래픽은 CLR에 민감한 특성을 지니고 있기 때문에 RM(Resource Management) 셀을 이용하여 트래픽 흐름 제어를 하게 된다.

이러한 ABR 트래픽의 흐름 제어는 송신원(소스)과 수신원(착신지) 사이에서 수행되며, 송신원과 수신원은 양방향 연결인데, 양방향 ABR 연결을 위한 각 연결 끝점은 소스와 착신지이다. 간단하게 하기 위해 소스에서 착신지까지의 정보 흐름에 RM 셀 흐름을 포함시킨다. 순방향은 소스에서 착신측 방향이고 역방향은 착신지에서 소스측 방향을 의미한다. 그림 3에서 보듯이 순방향 정보를 위해 순방향과 역방향 두가지의 RM 셀 흐름으로 구성된 제어 루프가 있다.

송신원은 수신원에서 송신원 쪽으로 되돌려 보내지는 역방향 RM 셀을 보낼수 있도록 순방향 RM 셀을 만든다. 이 역방향 RM 셀은 망 요소와 수신원을 통해 송신원으로 되돌아 오면

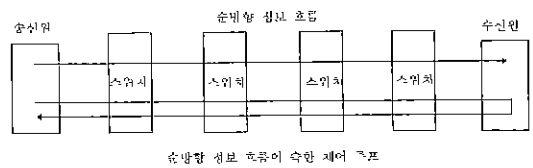


그림 3 송신원에서 수신원까지의 ABR 제어 루프의 예

서 제공되는 피드백 정보를 가진다. 망 구성 요소는 다음과 같은 기능을 수행한다.

- RM 셀이 역방향 또는 순방향으로 통과할 때 피드백 제어 정보를 직접 RM 셀에 삽입한다.
- 순방향 데이터 셀 헤더의 EFCI 비트를 설정하여 폭주상태를 송신원에 알린다. 이 경우 수신원은 폭주 정보를 기반으로 역방향 RM 셀을 갱신한다.
- 역방향 RM 셀은 만든다.

8	7	6	5	4	3	2	1
DIR	BN	CI	NI	RA	Res	Res	Res

DIR = 0 for forward RM cells      DIR = 1 for backward RM cells  
 BN = 1 for Non-Source Generated (NSG) RM cells, BN=0 for Source Generated RM cells  
 CI = 1 to indicate congestion      CI=0 otherwise  
 NI = 1 to indicate no additive increase allowed, NI=0 otherwise  
 RA- Not used for ABR. See description below

그림 4 메시지 타입 필드 (Octet 7)

점 대 다중점 연결에서의 ABR 서비스는 기능적으로 ABR 정보원/가상 정보원, 수신지/가상 수신지, 스위치, 그리고 branch 지점(branch points)을 위한 기능으로 나누어진다. 기능적인 정의에 따라, 정보원과 수신지는 점 대 다중점 에서 트리형태에서 루트(root)와 리프(leaves)에 위치하며, 그 위치 설정의 기본 원칙은 다음과 같다.

- 하나 혹은 그 이상의 가상 정보원/ 가상 수신지는 트리에서 각 브랜치(branch)에 위치될 수 있고,
- 하나 혹은 그 이상의 스위치는 트리의 각 브랜치(branch)에 위치될 수 있으며,
- 브랜치(branch)는 두 개 혹은 그 이상의 가지들이 교차한 곳에 위치된다.

점대 다중연결에서 셀의 multipoint 전송을 위하여 가지점 (branch point)은 루트에서 앞으로 이동하는 셀을 복제(replicate)하고, 앞에

서 루트로 이동하는 피드백을 결합(consolidate)한다. 브랜치(branch)는 점대다중점 트리에서의 어떠한 점대점 세그먼트로도 정의된다. 브랜치가 단일 RM셀을 특정시간내(시간의 길이는 네트워크 규격) 루트 쪽으로 전송하지 않으면, 무반응 상태(non-responding state)에 있는 것으로 분류될 수 있다. 그렇지 않은 경우는 가지가 반응 상태(responding state)에 있는 것이다. 가지가 무반응 상태에 있는 것으로 분류하는 것은 선택사항(optional)이다(역자주: 루트에서 순방향으로 보내는 RM셀의 정보는 셀룰에 큰 문제가 없으나 역방향인 경우 multipoint의 수에 따라 셀룰이 커질 수 있으므로 각 브랜치에서 적당히 필터링이 필요하다).

어떤 응용 서비스들은 셀이 어떤 leaf에 성공적으로 도착하지 못할 때마다 모든 leaf에 셀을 재전송할 필요가 있다. 이러한 응용 서비스들을 위해 각 인터페이스에서 개개의 leaf에 적용되는 CLR 파라미터는 하나 이상의 leaf에 각 셀이 도착하지 못할 확률을 제어하기 위해 선택되도록 권고된다. 예로 N개의 각각 다른 leaf에 주어진 셀이 성공적으로 전달되지 못할 사건이 서로 독립적이라고 가정하면 root에 의해 전달된 셀들이 적어도 한leaf에서 성공적으로 수신되지 못할 비율인 CLR<sub>total</sub>과 각 개 leaf의 CLR 관계는 다음과 같다.

$$CLR_{total} = 1 - (1 - CLR)^N$$

### 2.3 멀티미디어 서비스의 QoS

멀티미디어 서비스의 효율적인 제공을 위해서는 서비스 종단 시스템(end-system), 통신 시스템 및 네트워크의 종합적인 Quality of Service(QoS)의 보장이 있어야 한다. 이 중에서 고속통신망 환경에서 멀티미디어 정보의 처리를 담당하는 종단 시스템에서의 QoS의 관리 는 중요한 사항이다. 멀티미디어 정보가 음성, 이미지, 비디오, 텍스트의 다양한 형태를 지니고 있으며, 이들의 각 정보들이 실시간을 요구하는 특성 혹은 비실시간성을 요구하는 특성을 요구하고 있기 때문에 이용자가 요구하는 서비스 QoS를 완벽하게 보장하는 것은 매우 힘들

다. Desk-top형 멀티미디어 서비스의 경우는 대부분이 단일 이용자가 멀티미디어 정보를 위하여 여러개의 VC를 설정하여 통신을 하게 되며, 이 때 각 VC별로 전달되는 정보들의 QoS는 ATM 네트워크 및 단말 장치에서 독립적으로 제어될 수 있다.

멀티미디어 서비스의 개별 가상 채널(Virtual Channel)에서는 망에서 제공하는 성능목표에 따라 하나 또는 여러 개의 서비스 등급 파라미터가 각각의 접속(connection)에 따라 주어진다. 각 접속별로 라우팅을 달리 하거나 망 구성 요소를 다르게 구현하여 서로 다른 성능 목표치를 만족시킬 수도 있다. 이 때 사용되는 단말(end-system)과 망 사이에서 협상할 수 있는 파라미터는 다음과 같다.

- 최대 셀 지연 변이(Peak-to-Peak Cell Delay Variation, Peak-to-Peak CDV)
  - 최대 셀 전달 지연(Maximum Cell Transfer Delay, Max CTD)
  - 셀 손실율(Cell Los Ratio, CLR)
- 그리고, 단말(end-system)과 망 사이에서 협상할 수 없는 파라미터는 다음과 같다.
- 셀 오류율(Cell Error Ratio, CER)
  - 매우 손상된 셀 블럭율(Severely Errored Cell Block Ratio, SECBR)
  - 셀 오삽입율(Cell Misinsertion Ratio, CMR)

그리고 위의 파라미터들이 ATM 망에 끼치는 주요 영향 및 이로인한 네트워크의 장애 사항을 정리하면 다음 표 1과 같다.

협상 가능한 QoS 파라미터중 최대 셀 지연 변이와 최대 셀 전달 지연과의 관계를 살펴 보면 그림 5와 같다. 하나의 접속에서 규정된 최대 셀 전달 지연(maxCTD)은 셀 전달 지연(CTD)의 1-a quantile이다. 접속 요구 시의 CLR이 a의 상한 값이 된다. 교환기에서 maxCTD와 CDV가 더해질 경우에는 더 작은 a 값을 취할 수도 있는 데, 이것은 누적 maxCTD와 CDV의 값이 더 크게 나타나는 결과가 된다. CLR과 a의 관계는 추후 연구 대상이다

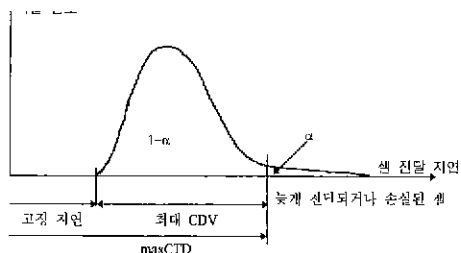
그러나, 단일 이용자가 여러개의 VC를 이용하는 멀티미디어 정보를 교환하게 됨에따라 이

표 1 QoS 파라미터들에 의한 네트워크의 영향

네트워크 특성	QoS 변수					
	CER	SECBR	CLR	CMR	CTD	CDV
전송 지연					×	
매체 에러 특성	×	×	×	×		
스위치 구조			×		×	×
버퍼량		×	×		×	×
협소지역의 노드 수	×	×	×	×	×	×
트래픽 부하			×	×	×	×
실체	×	×	×			
자원 할당		×		×	×	

CER = Cell Error Ratio	SECBR = Severely Errored Cell Block Ratio
CLR = Cell Loss Ratio	CMR = Cell Transfer Delay
CDV = Cell Delay Variation	



[그림 5] 셀 전달 지연 확률 밀도 모델(실시간 서비스에 대하여)

그림 5 셀 전달 지연 확률 밀도 모델 (실시간 서비스에 대하여)

들 정보 채널을 그룹으로 묶은 그룹 QoS 관리 (GQM : Group QoS Management)를 위한 도입이 요구되고 있다. 고품질을 제공할 수 있는 고속 통신망에서는 복수개의 서로 다른 클래스의 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있어야 한다. 이들 멀티미디어 서비스의 복수 QoS 클래스는 정보의 교환이 이루어 지는 동안에 절대적으로 제공되어야 하는 절대성(Absolute and intolerant)의 QoS와 적응성(Adaptive and tolerant) QoS가 있을 수 있다. 적응성의 QoS를 요구하는 멀티미디어 응용 서비스는 네트워크 혹은 양 단말간에 허용하는 범위 내에서 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있다. 멀티미디어 응용 서비스에 제공되는 품질은 상호협상(Negotiation) 및 재협상(Re-negotiation)을 통하여 정해지며, 네트워크 및 기타 환경의 변화에 따라 제공되는 서비스 품질이 적응하게 된다.

QoS 파라미터는 어떤 형태로 주어지느냐에 따라 보통 다음의 3가지로 구분한다.

- 최소의 품질을 보장하는 파라미터 값 (Compulsary QoS) : C-QoS
- 요구되는 품질을 만족 시킬 수 있는 QoS 파라미터 값(Threshold QoS) : T-QoS
- 최상의 품질을 보장하는 QoS 파라미터 값 (Maximal QoS) : M-QoS

그리고 VC 접속 과정에서 원하는 QoS를 만족 시키기 위한 QoS 제공 클래스를 4가지로 구분할 수 있다.

- T-QoS 파라미터 무표시 Best Effort QoS 클래스
- T-QoS 파라미터 표기 Best Effort QoS 클래스
- T-QoS 파라미터 위반 무표시 Guaranteed QoS 클래스
- T-QoS 파라미터 위반 표기 Guaranteed QoS 클래스

위의 4가지 QoS 제공 클래스는 이용자에 의해서 선택될 수 있는 사항이므로 이용자에 의해서 QoS 파라미터 값들이 달라지게 되며, 이때 적용되는 파라미터 값뿐만 아니라 low layer에 요구하는 파라미터 값 및 종류도 달라지게 된다. 역으로, 네트워크 및 low layer에서 입력되는 QoS 파라미터 및 관리 정보들이 제한되어 있는 경우에도 위의 4가지 중 하나를 선택하여 멀티미디어 응용 서비스의 관리에 이용된다.

ATM 환경에서 멀티미디어 서비스를 제공할 경우에 CBR(Continuous Bit Rate), VBR(Variable Bit Rate), ABR(Availabale Bit Rate) 트래픽중 어떤 트래픽 타입을 사용하느냐, 그리고 네트워크 혹은 통신 시스템에서의 자원(채널, 대역폭 등)이 어떻게 제공되느냐에 따라 QoS 파라미터 제공 클래스가 다르게 된다. 따라서, 이러한 문제는 응용 서비스와 네트워크/통신시스템간의 정보 교환을 원활히 할 수 있는 그룹 QoS에 관련된 구조의 설정이 필요하게 된다. 그룹 QoS 모델을 다음 그림 6과 같이 나타낼 수 있다.

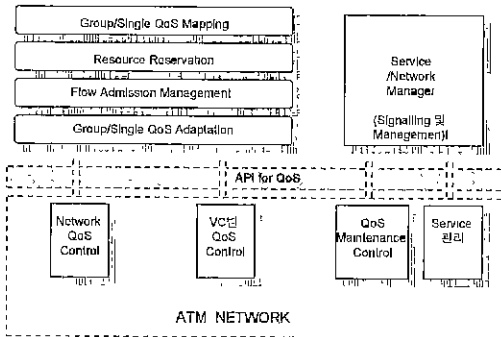


그림 6 ATM 환경에서의 QoS Model과 멀티미디어 서비스 API

### 3. 기존 네트워크 환경과의 연동을 통한 멀티미디어 네트워킹

최근 정보통신 기술의 발전은 수년전에 상상하기 힘들 정도로 빠른 속도로 이뤄지고 있으며, 이용자 요구사항을 충족시켜주는 서비스도 다양하게 변화하고 있다. ATM 셀 네트워킹(Cell Networking) 기술이 제안된 이후부터 이더넷(Ethernet), 토큰 링(Token Ring) 및 FDDI 등을 이용하는 기존의 LAN에서 지금까지 겪었던 고속의 멀티미디어 서비스 제공 문제들이 해결될 수 있는 실마리를 찾게 되었고, 이로 인해 ATM을 LAN환경에서 이용하기 위한 연구 개발이 활발히 진행되어 왔다. 고속의 ATM 셀 네트워킹 방식은 이들 서비스를 효과적으로 수용할 수 있을 뿐만 아니라 다양한 기능 추가에서도 상당한 유리한 장점을 지니고 있다는 점 때문에 현재 상당한 각광을 받고 있

다.

본 장에서는 기존의 네트워크가 가지고 있는 문제 사항들을 ATM을 중심으로 풀어가는 방법들을 간략히 소개하고자 한다. 첫째로, IP over ATM 방법과 LAN 에뮬레이션 대해 살펴보고, IP 프로토콜뿐만 아니라 다른 프로토콜의 수용을 위한 Multiprotocol over ATM에서의 분산 라우터들 간의 연동, 그리고 IPNNI(Integrated Private Network Node Interface), NHRP(Next Hop Routing Protocol) 및 multicast 동작에 대해서도 살펴 보고자 한다.

#### 3.1 IP over ATM 을 이용한 네트워킹

IP over ATM 방법은 IETF에 의해 고전적 모델이 표준화된 이래 거의 모든 ATM 어댑터 카드 및 스위치 등 ATM 장비에 탑재되고 있다. 이때, IP 주소를 ATM 주소로 변환하는 과정이 필요한 때, 가장 손쉬운 방법은 IP-ATM-ARP 서버라 불리는 하나의 서버를 운영하는 방법이다.

한 호스트에서 다른 IP 호스트로 패킷을 전송하기 위해서는 주소캐쉬로부터 ATM 주소를 알아낸 뒤 연결관리 기능을 수행하는 개체에 IP 패킷과 ATM 주소를 보내게 된다. 주소캐쉬가 수신 IP 호스트에 대한 정보를 가지고 있지 않은 경우 주소 사상을 위한 메시지를 이용해서 ARP 질의가 송신된다.

Classical IP over ATM에서는 IP over ATM과 같이 오버레이 방식으로 임의의 망 프로토콜을 ATM으로 전송하기 위해서는 패킷 캡슐화와 주소사상의 과정을 필요로 한다. IETF에서는 ATM(AAL5) 연결을 통하여 다양한 망 혹은 링크계층 패킷을 전송하고 동일한 연결에 상이한 여러 패킷들을 다중화하기 위한 방법을 정의하고 있다. LAN 에뮬레이션과 마찬가지로 여기서도 임의의 두 노드간에 데이터 전송을 위해 동일한 연결을 재사용하는 방법을 정의하고 있는데 UBR 혹은 ABR 트래픽에 대해 초기 연결수립 후 재연결에 따른 지연을 없앨 수 있으며 연결자원을 유지할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 연결 재사용을 위해서는 ATM 연결을 통하여 패킷을 수신하는 노



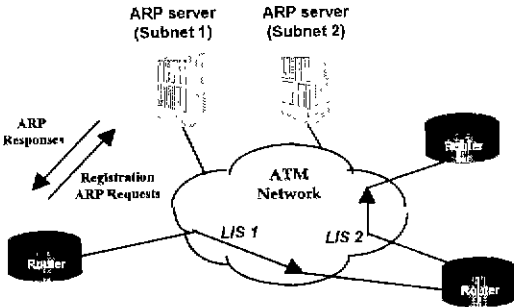


그림 7 고전적 모델에서 LIS들간의 라우팅 방법

드가 어떠한 종류의 패킷을 수신했는지와 이 패킷을 어떠한 상위 개체에 전달해야 하는지를 알 수 있어야 한다. 이를 위하여 LLC/SNAP 캡슐화 혹은 VC 다중화 방법을 사용한다.

RFC 1577에서 Classical IP over ATM 프로토콜과 함께 논리적 IP 종속망(LIS : Logical IP Subnet)이라는 개념을 정의한 바 있다. 보통의 IP 종속망처럼 LIS도 동일한 IP 종속망에 속하며 하나의 ATM 망을 통하여 연결되는 IP 노드들의 집합으로 구성된다. 임의의 LIS 내에 존재하는 노드의 주소사상을 위해서 해당 LIS는 하나의 ATMARP 서버를 필요로 한다. 이때 새로운 노드가 기존의 LIS에 추가되는 경우 해당 노드는 우선 ATMARP 서버에 연결하며, 이를 감지한 ATMARP 서버가 Inverse ARP 패킷을 LIS 내의 다른 클라이언트에게 보내는 동시에 추가된 노드에게는 IP 주소 및 대응하는 ATM 주소를 요청하여 이를 ATMARP 표에 저장하게 된다. 최근에는 Inverse ARP 패킷을 삭제하고 클라이언트 메시지를 해석하여 서버가 정보를 얻도록 하는 방법이 논의되고 있다. 예를 들어 IP가 아닌 다른 망계층 프로토콜을 지원하는 노드의 경우에도 불필요하게 계속적으로 폴링을 시도하기 때문이다.

### 3.2. LAN Emulation을 이용한 네트워킹

LAN 에뮬레이션 서비스는 마치 기존의 LAN에서 동작하는 것처럼 기존 응용 소프트웨어들이 APPN, NetBIOS, IPX 등의 프로토콜 스택을 통해서 ATM망을 접근(access)할 수 있도록 하는데 있다. 그리고 LAN 에뮬레이션은 ATM 망에서 에뮬레이션된 LAN을 구성

하기 위하여 필요한 것인데, 에뮬레이션된 LAN은 기존 LAN과 유사하게 모든 사용자들간에 발생하는 사용자 데이터 프레임 교환을 지원한다. 에뮬레이션된 LAN들은 동일한 ATM 망에서 존재 할 수 있는데, 이때 각각의 에뮬레이션된 LAN은 다른것과 독립적이며 사용자들은 에뮬레이션된 경계에서 직접 통신할 수 없다. 에뮬레이션된 LAN간의 통신은 라우터나 브리지를 통해서만 가능하다.

LE(LAN Emulation) 클라이언트들간 또는 LE 클라이언트와 LE 서비스간의 통신은 ATM 가상 연결(VCC : Virtual Channel Connection)을 통해서 수행되는데, LE 클라이언트는 제어 및 데이터 VCC를 통하여 LE 서비스와 통신해야 한다. 에뮬레이션된 LAN은 SV(Switched Virtual Circuit), PVC(Permanent Virtual Circuit), 또는 SVC와 PVC의 혼합 형태인 어떤 환경에서도 동작이 가능하도록 구성된다.

LAN 에뮬레이션 서비스가 ATM 망위에서 지원된다면, 워크스테이션, 서버, 브리지 등과 같은 종단 시스템에서 동작하는 기존의 응용 소프트웨어가 마치 기존 LAN에 연결된 것처럼 ATM 망위에서도 문제없이 동작할 수 있다. 또한 이러한 서비스는 기존의 브리징 기법을 이용하여 기존 LAN과 ATM 망을 상호 연결, ATM의 종단시스템과 LAN 종단시스템간의 응용 소프트웨어가 상호 동작할 수 있도록 지원한다. ATM 망에서 LAN 에뮬레이션 기능을 제공하기 위한 프로토콜 계층 구조는 그림 8과 같다.

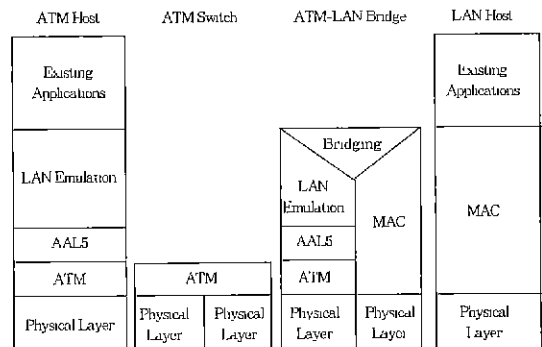


그림 8 LAN 에뮬레이션을 위한 프로토콜 스택

ATM Forum은 다중 QoS 지원 문제와 FDDI 추가에 대한 요구를 반영하는 사항, LEC의 망관리를 위한 LEC MIB규격의 작성, 그리고 ATM WAN 환경에서 여러 벤더들의 상호운용성을 보장하기 위해서 LNNI (LAN Emulation Network Node Interface)규격을 개발하고 있다. 나아가, 이를 통한 거리에 영향을 받지않는 가상 LAN (Virtual LAN: VLAN)으로 점차 발전되어 가고 있다.

### 3.3 Multiprotocol over ATM(MPOA)

#### 네트워킹

LANE을 이용한 VLAN구성은 VLAN간 연결을 위한 라우터의 병목현상과 ATM 망의 QoS 특성을 직접 이용할 수 없다는 단점이 있다. 이 문제를 해결하기 위하여 분산 라우터 개념이 도입되었으며, 현재 기존 네트워크와의 연동에서 빅카드로 등장한 Multiprotocol over ATM 이 다음과 같은 사항들을 해결될 수 있게 되었다.

- 이 VLAN은 서로 다른 VLAN에 속하는 두 노드간 통신을 위해 요구되는 ATM 라우터를 통한 복수 홉의 필요성을 최소화 할 수 있다.
- Broadcast storm과 같은 링크 계층 문제를 줄일 수 있으며 확장 가능하고 망의 오류진단을 용이하게 한다. 특별히 제3계층 기반 시스템은 직접 모든 패킷을 라우팅함으로써 확장성에 제약이 되는 제2계층의 방송 메카니즘이 필요없게 된다.
- 제3계층 스위치는 고유 모드 프로토콜을 사용함으로써 ATM의 QoS 보장 특성을 이용할 수 있다. 더우기 제3계층 스위치는 제3계층 패킷 헤더를 해석하여 처리할 수 있는 능력을 가지므로 RSVP와 같은 자원예약 프로토콜의 제어 메시지를 받아 적절한 QoS를 갖는 ATM 연결을 수립하는데 이용할 수 있다.

하나의 MPOA 시스템은 기존의 LAN/WAN 망을 지원하는 Edge Devices라 불리는 제3계층 스위치, MPOA 호스트라 불리는 MPOA 프로토콜이 구현된 ATM 접속 종단 시스템, 그리고 경로(Route) 서버가 모두 ATM

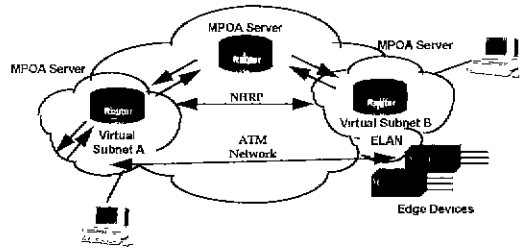


그림 9 MPOA 이용 구성예

망으로 연결된다. Edge Devices는 제3계층 패킷송달 기능을 가지나 라우팅 프로토콜을 지원하지는 않는다. 모든 MPOA 가능 장치 (MPOA 호스트, Edge Devices, 라우터)는 하나의 MPOA 클라이언트를 지원하는데 이는 다시 하나 이상의 제3계층 주소와 하나의 ATM 주소를 지원한다. MPOA 프로토콜을 이용한 구성 예는 그림 9와 같다.

### 3.4 통합된 P-NNI(Integrated Private Network Node Interface)를 이용한 네트워킹

앞에서 언급한 새로운 동배간 모델에서는 ATM 망 외부에서도 기존의 라우팅 프로토콜을 사용하는 것을 가정하고 있다. 그러나 통합된 P-NNI(I-PNNI) 모델에서는 ATM 스위치와 패킷 라우터에 P-NNI 프로토콜을 사용하는 방식이 ATM Forum에 의해 도입되고 있다. P-NNI가 강력한 기능과 확장가능한 구조를 가지고 있다는 전제 아래 라우터를 통한 ATM 연결의 경로배정을 못하게 하는 등의 수정을 통해 셀 기반 망뿐만 아니라 패킷망에서도 잘 동작함을 보이고자 하는 것이 이 방법의 주된 목적이라 할 수 있다. I-PNNI는 QoS 라우팅을 지원하며 ATM 백본과 잘 통합됨으로써 통합서비스 인터넷의 라우팅 프로토콜로 채택될 가능성이 크다.

### 3.5 NHRP(Next Hop Routing Protocol)을 이용한 네트워킹

NHRP는 고전적인 IP 모델에 기반을 두고 있다는 점에서는 위와 같으나 논리적 IP 종속 망(LIS)의 개념 대신 논리적인 비방송형 복수 접근(NBMA: Non-Broadcast Multiple Ac-

cess) 망의 개념을 정의하여 사용하고 있다.

NHRP에서는 ARP 서버 대신 NHRP 서버 (NHS)를 사용한다. 각각의 NHS는 관련된 모든 노드의 IP 주소 및 대응하는 ATM 주소로 구성되는 next-hop resolution 캐쉬포나 NHS에 연결된 다른 노드(예를 들면 라우터 등)를 통해 접근할 수 있도록 하기 위한 IP Prefix들을 유지한다. NHS는 두 가지 방법으로 사용될 수 있는데 서버 모드에서는 망 내의 다른 NHS에 의해 제공되는 목적지의 IP 주소들로 미리 구성된다. 이 방법은 기존의 RFC 1577에 따라 동작하는 망에 대해 NHRP를 적용하는 것과 같은 소규모 NBMA 망에서 사용하기 적합하나 NHS 간의 구성이 필요한 제약사항을 가지고 있다.

또다른 방법으로 NHS에서는 조직(fabric) 모드를 정의하고 있는데 도메인내 혹은 도메인 간 라우팅 프로토콜을 이용함으로써 다른 NHS에 의해 제공되는 목적지 정보를 수집할 수 있도록 하고 있다. 더우기 특정한 목적지 정보를 제공하는 NHS는 그 목적지에 이르는 경로 상에 존재하는 것으로 가정한다. 이 말은 NBMA 망의 모든 진출(egress) 라우터들은 NBMA 망 외부에 존재하는 모든 목적지에 대해 연결할 수 있도록 하는 NHS로 동작하는 동시에 해당 NBMA 망에 접속되어 있는 호스트들에 대해서도 NHS로 동작해야 함을 의미한다. 이 방법의 가장 큰 장점은 중단 시스템에 대한 투명성이다. 즉, 한 노드가 NBMA 망을 가로질러 패킷을 보내기 위해 특정 ATM 주소를 찾아야 할 필요가 있는 경우, NHRP Request 패킷을 만들어 그 노드의 NHS에게 전송하기만 하면 된다. 이러한 과정은 그림 10에 나타나 있다.

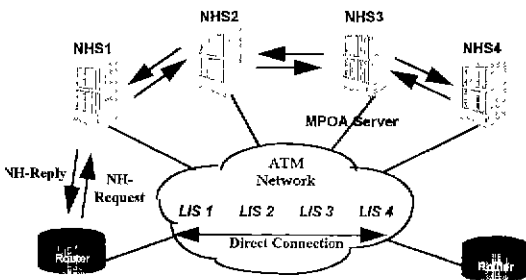


그림 10 NHRP의 동작방법

한편, NHRP에 의해 수립된 직접적인 라우터간 연결은 지속적인 라우팅 루프를 만들 수 있다는 문제점 때문에 이를 해결하기 위한 방법으로 NARP(NBMA Address Resolution Protocol)가 도입되었다. NARP는 NHRP의 기능 중에서 NBMA망에 직접 연결되는 노드의 IP 주소만을 전달함으로써 라우터간 연결을 배제하는 방법을 사용하고 있다. NARP가 루프 문제를 해결했음에도 불구하고 현재 NHRP의 강력한 기능과 적용성을 고려할 때 NARP가 그리 널리 쓰여질 것으로 예상하고 있다. NHRP는 프레임 릴레이나 X.25 망에 사용되는 라우터뿐만 아니라 ATM 망 내의 라우터간 통신을 위해 널리 사용될 것으로 전망되고 있으나 이와 함께 몇가지 단점도 지적되고 있다. 대표적인 것으로 NHRP가 ATM 표준화의 주요 요소가 되어 왔던 자동구성(autoconfiguration) 기능을 가지고 있지 않다는 점과 멀티캐스트/방송 기능을 지원하지 않는다는 것이다. 또한 현재 NHRP는 매우 IP 의존적이어서 모든 NHRP 메시지가 IP 패킷 내에 실어 보내진다.

### 3.6 멀티캐스트 동작

고전적인 IP over ATM 방식에 있어서 멀티캐스트 동작을 위한 지원이 되지 않음에 따라 LAN 에뮬레이션과 비교할 때 RFC 1577 프로토콜의 주요 취약점으로 인식되어 왔다. RFC 1577은 멀티캐스트 IP 주소를 ATM 주소로 사상하는 데에 사용될 수는 있으나 어떻게 하나의 LIS 내에 속해 있는 노드들이 IP 멀티캐스트 그룹에 속할 수 있는가 하는 문제나 어떻게 하나의 IP 멀티캐스트 그룹이 ATM 멀티캐스트의 형태로 사상될 수 있는가 하는 문제를 해결하지 못하고 있다.

이를 해결하기 위한 노력의 일환으로 RFC 1112에 기술되어 있는 IP 멀티캐스트 행위를 RFC 1577에서 지원하는 방법이 제안되었다. 이 방법에서는 MARS(Multicast Address Resolution Server)라는 멀티캐스트 서버와 오버레이된 점대 다점 연결을 이용하고 있다. MARS는 클러스터라고 불리는 노드들의 집합을 대상으로 하는데 클러스터 내의 모든 중

단 시스템들은 MARS의 ATM 주소를 갖도록 설정되며, MARS는 멀티캐스트 서버들을 통하여 오버레이된 점대 다점 연결의 멀티캐스트 메쉬를 이용하여 멀티캐스트를 지원한다.

#### 4. 맺음말

멀티미디어 서비스의 효과적인 제공을 위한 네트워크 기술은 현재의 전화망의 모뎀을 이용한 환경에서 부터 시작하여 협대역 ISDN (Narrowband Integrated Services Digital Network)의 64 Kbit/s 채널을 이용한 멀티미디어, 나아가 B-ISDN으로 진입하기 위한 준비 단계로써 T1 및 T3를 이용한 멀티미디어 교육환경의 구축 등이 있게 될 것이다. 이와 더불어 ATM LAN 등을 이용한 사설망 및 가입자망에서는 T1, 25Mbit/s를 비롯한 155.2 Mbit/s 채널을 이용한 멀티미디어 서비스가 PC 및 워크스테이션, 그리고 특수 목적의 멀티미디어 서비스 환경이 구축되어 제공될 것이다. 그리고 인터넷을 이용한 멀티미디어 네트워킹에서는 점차 고속화 및 다기능화되어 ATM 등의 고속 통신망 환경과의 연동을 통한 멀티미디어 네트워킹이 이루어 질 것이다. 더 나아가서, B-ISDN 환경이 공중망 차원에서 서비스되기 시작하면 공중망을 중심으로 확장 및 통합되는 형태를 가지게 될 것이다.

위와 같은 멀티미디어 서비스 네트워킹 전개 시나리오 가정에서 볼 때 어떤 아키텍처를 구성하여야 효율성을 제고할 수 있으며, 멀티미디어 서비스 기능을 극대화할 수 있을 것인가가 분명하게 떠오르지 않는다. 앞으로의 네트워크는 더욱더 복잡하게 다양화 될 것이라는 가정 속에서 볼 때 이에 대한 예견은 더더욱 힘들 것이다.

끝으로 한가지 주장하고자 하는 사항은 본문에서 언급된 바와 같이 서비스 트래픽뿐만 아니라 요구되는 서비스 기능에서도 복잡화 되는 멀티미디어 서비스의 QoS 및 네트워킹에 관한 종합적인 아키텍처 및 전개 방향등에 관한 구체적인 체계적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

#### 참고문헌

- [1] ATM Forum Traffic Management Subworking Group, Draft of TM Specification 4.0, April 1996.
- [2] ATM Forum Multiprotocol Over ATM Subworking Group, Multiprotocol Over ATM, Contributions, April 1996.
- [3] ATM Forum LAN Emulation Contributions Subworking Group, ATM LAN Emulation Contributions, April 1996.
- [4] 전영애, 정일영, ATM 환경에서의 LAN 수용 구조. 전자공학회 하계학술대회, 1995. 6.
- [5] 정일영, ATM Forum의 최근 표준화 동향, 전자공학회지, 1995. 4.
- [6] 정일영, ATM LAN 상에서의 IP 수용. 대한전자공학회 텔레콤지, 1996. 6.
- [7] IETF, IP over ATM: Framework Document, Internet Draft. 1996.
- [8] Canserver, D., NHRP protocol Applicability Statement, Internet Draft, 1995.
- [9] Heinanen, J., Multiprotocol Encapsulation over ATM Adaptation Layer 5, Internet RFC 1483, Jul., 1993.
- [10] Laubach, M., Classical IP and ARP over ATM, Internet RFC 1577, Jan. 1994.
- [11] Newman, P., ATM Local Area Networks, IEEE Communications Magazine, Mar. 1994, pp 86-98.
- [12] Jonathan Chao, H., Ghosal, D., Saha, D., and Tripathi, S., IP on ATM Local Area Networks, IEEE Communications Magazine, Aug. 1994, pp 52-59.
- [13] Heinanen, J., NBMA Address Resolution Protocol (NARP), Internet RFC 1735, Dec. 1994.
- [14] Katz, D. and Piscitello, D., NBMA Next Hop Resolution Protocol (NHRP). Internet Draft, May 1995.

정 일 영



1980 경북대학교 전자공학과 학사  
 1980.8~96.2 한국전자통신연구소 실장(고속통신망연구실, 책임연구원)  
 1986~87 미국 매사추세츠 주립대학 방문연구원  
 1990 미국 매사추세츠 주립대학 전산학 석사  
 1993 미국 매사추세츠 주립대학 전산학 박사

1996.3~현재 한국외국어대학교 정보통신공학과 조교수  
 관심분야: 고속통신망 프로토콜 분석, ATM LAN/WAN 프로토콜, ATM Traffic Control Algorithm 및 성능분석, ATM LAN 응용프로토콜, 멀티미디어 네트워킹

● Call for Papers ●

- 행사명 : High Performance Computing ASIA '97
- 행사일자 : 1997년 4월 21일~25일
- 대회장소 : Hotel Lotte World
- 논문마감 : 1996년 11월 15일
- 주 최 : 한국정보과학회 · 시스템공학연구소
- FOR FURTHER INFORMATION, PLEASE CONTACT :

HEADQUARTERS :

Mr. Joong Kwon Kim  
 Supercomputer Center  
 Systems Engineering Research Institute  
 P.O. Box 1, Yoosung-gu, Taejon 305-600, Korea  
 Phone : +82-42-869-1997 Fax : +82-42-869-1399  
 E-mail : hpc97@seri.re.kr  
 WWW : <http://www.seri.re.kr/HPC97.html>  
 FTP : [ftp.seri.re.kr\(cd/pub/hpc97\)](ftp.seri.re.kr(cd/pub/hpc97))

SECRETARIAT :

INTERCOM Convention Services, Inc.  
 4Fl. Jisung Bldg., #645-20 Yoksam 1-dong  
 Kangnam-gu Seoul 135-081, Korea  
 Phone : +82-2-501-7065 / 566-6339  
 Fax : +82-2-565-2434 / 3452-7292  
 E-mail : [intercom@soback.kornet.nm.kr](mailto:intercom@soback.kornet.nm.kr)  
[intercom@seri.re.kr](mailto:intercom@seri.re.kr)