
댁내 ATM 망 프로토콜 설계: 토폴로지에 따른 비교

전영애*, 황민태*, 장웅*, 김장경*

Design of a Home ATM Network Protocol :
Comparisons based on topologies

Young-ae Jeon*, Min-tae Hwang*, Woong Jang*, and Jang-kyung Kim*

요약

동영상 압축 기술 및 디지털 신호처리 기술의 발전으로 인해 댁내의 가전 기기들이 점차 디지털화 되고 고속의 통신 기능이 탑재되는 정보 가전으로 발전하고 있다. 그러나, 댁내 ATM 망의 규모 및 기능은 아직 표준화 단체에서도 표준화를 진행 중에 있고 확정적인 모델은 정의되지 않았으므로 어느 특정한 모델을 정립하기에는 어려움이 있다.

본 논문에서는 댁내 ATM 망을 설계하기 위하여 적합한 토폴로지 구조를 메쉬형, 트리형, 링형으로 선정하고 각각의 댁내 망 구조 및 기능의 특징과 성능을 비교함으로써 댁내 ATM 망 설계 방안을 제시한다.

Abstract

The advance of the MPEG (Moving Picture Expert Group) and the DSP (Digital Signal Processing) technologies lead the emergence of the information appliances, which are gradually digitalized and embedded the high-speed networking function. However, there are some difficulties in establishing any one specific model, since standardization of the scale and function of home ATM network is being progressed by standardization organizations and no absolute model has been defined.

This paper consider topologies for a home ATM network, such a star-type, tree-type, and mesh-type topology, by comparing the structure, functional characteristics and performance. From this analysis we suggest the design method of the home ATM network.

* 한국전자통신연구원

접수일자 : 1998년 9월 29일

1. 서 론

전화, 전력, 아날로그 텔레비전과 같은 서비스를 제공하기 위해서 통신사업자(케이블, 전기 및 전력 회사)들은 가정 내에 배선을 설치하였고, 이러한 초기의 저속 맥내 망으로부터 가정자동화와 관련된 서비스를 제공하기 위한 맥내 망 구축이 진행되어 왔다. 한편, 기존의 전화 회선을 이용하는 xDSL 기술이나 동축 케이블을 이용하는 HFC (Hybrid Fiber Coax) 기술 등과 같은 액세스 망 기술에 대한 활발한 연구와 더불어 QoS(Quality of Service) 보장을 요구하는 신규 서비스의 수용을 목표로 ATM 기술이 개발되어 기존의 음성 서비스와 함께 다양한 대역폭의 멀티미디어 및 멀티포인트 서비스를 효율적으로 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

이러한 액세스 망 기술의 가입자측 연장으로서 맥내에서 동영상 압축 기술, 디지털 신호처리 기술, 그리고 정보 가전용 운영 체제 기술 등이 발전함에 따라 맥내에서 고화질의 영상, 비디오 화상 회의, 디지털 영화, 맥내 전자제어 시스템 등의 필요성이 대두되고, 이를 위해 가전 기기들의 디지털화로 통신 기능이 탑재됨으로써 통신사업자, 네트워킹 제공자, 시스템 통합자, 가전기기 회사 들간에 상호 협조하에서만 맥내 망 구축이 가능하리라고 본다.

이미 ATM-Forum RBB, DAVIC, IEEE 등의 표준화 단체들은 맥내 망의 표준화에 많은 노력을 기울이고 있지만, 맥내 ATM 망의 규모 및 기능은 아직 표준화 단체에서도 표준화를 진행 중에 있고 확정적인 모델은 정의되지 않았으므로 어느 특정한 모델을 정립하기에는 어려움이 있다. 이러한 국제 표준화 단체의 현황을 볼 때 국내에서도 통신분야의 실정을 고려한 맥내 망(Home Area Network: HAN)을 구축하기 위한 방안을 연구하고 그 결과를 국제 표준화에 반영하는 상향식 표준작업이 필요하다.

따라서, 본 논문의 2장에서는 국내 맥내 망 구축에 필요한 핵심기술을 분석하고 구축방안을 제시하기 위하여 맥내 통신망과 관련된 국제 표준화 기구의 표준화 동향을 살펴보고, 3장에서는 토플로지에 따라 맥내 망을 분류하고 각각의 특성을 알아본다. 4장에서는 맥내 ATM 망의 규모 및 대역 사용량을 대, 중, 소의 세가지로 나누어 설계하기 위하여 적합

한 토플로지 구조를 메쉬형, 트리형, 링형을 선정하고 각각의 토플로지를 갖는 맥내 ATM 망을 설계한다. 이때의 맥내 망 구조 및 기능의 특징과 성능을 비교함으로써 맥내 ATM 망의 구현 시에 고려해야 할 사항을 살펴본다. 마지막으로 5장에서 결론을 다룬다.

2. 표준화 동향

맥내 통신망 관련 표준은 여러 표준화 기구에서 진행되어 왔다. 주요 표준화 기구로는 ATM Forum의 RBB(Residential Broadband) WG(Working Group), DAVIC(Digital Audio Visual Council), IEEE 1394 TA(Trade Association), ADSL Forum, 그리고 VESA (Video Electronics Standards Association) 등을 꼽을 수 있다 [3].

2.1 ATM Forum

ATM Forum의 RBB WG에서는 ATM 서비스를 가입자까지 전달하는 제반 사항과 가입자 맥내에서의 ATM 서비스 전반에 관한 내용을 다루고 있다. 이를 위해 ATM Forum에서는 ATM 코어 망(Core Network), ATM 액세스 망(Access Network), 통신망 종단장치(NT: Network Termination), 그리고 맥내 ATM 망(HAN: Home ATM Network)으로 구성되는 참조 구조 (Reference Architecture)를 규정하고 있다. 또한, RBB WG에서는 참조 모델을 구성하는 기능 구성 요소들 간의 인터페이스도 규정하고 있다. ANI (Access Network Interface)는 ATM 코어 망과 ATM 액세스 망 간의 인터페이스를 말하며, UNI (User Network Interface)는 ATM 액세스 망에서부터 가입자 맥내의 단말까지의 인터페이스를 가리킨다. UNI는 다시 UNIW (ATM 액세스 망과 망 종단 장치 간의 인터페이스, 여기서 w = HFC, FTTC, FTTH, VDSL, ADSL, and others), UNIX (망 종단 장치와 맥내 ATM 망 간의 인터페이스), UNIH (맥내 ATM 망과 사용자 단말(TE: Terminal Equipment)간의 인터페이스), 그리고 TII(Technology Independent Interface)로 구분하여 규정하고 있다. RBB 기본 문서에는 그림 1과 같이

맥내 ATM 망을 기능적으로 세분화하여 제시하고 있다[1][7].

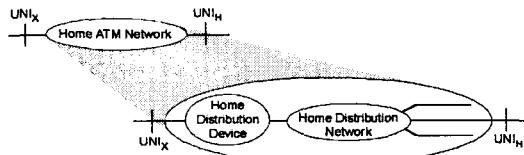


그림 1. 맥내 ATM 망 참조 모델

2.2 DAVIC

DAVIC 표준화 기구에서는 ATM Forum과 유사한 참조 구조를 정의하고 있으나 ATM Forum과는 달리 통신망 종단 장치를 액세스 망의 일부로서 다루고 있으며, 맥내 통신망도 ATM 뿐만 아니라 가능한 모든 기술을 대상으로 하고 있다. DAVIC에서는 그림 2의 SCS(Service Consumer System)라고 일컬어지는 맥내 망의 표준 DAVIC 1.4를 진행중이다. SCS의 주요 구성요소는 UPI(User Premises Interface)를 통하여 트래픽이 유입되고, ATS(Access Termination System)에 연결된다. ATS는 STB(Set Top Box)와 같은 단말장치로 HLN(Home Local Area Network) 게이트웨이의 역할을 수행한다. IWS(Interworking Systems)는 HLN의 UPI와 같은 기능을 수행한다. ETS(End Termination System)는

단말 사용자 장치에 해당된다. 또한 DAVIC은 SCS를 위하여 A1, A1*, A20, 그리고 A20* 인터페이스를 규정하고 있다[2].

2.3 IEEE-1394 TA (Trade Association)

100Mbps에서 1Gbps 스펙트럼에 이르는 디지털 오디오, 비디오 시장에서는 지금까지 개발된 기술 중에서 IEEE 1394 파이어와이어가 가장 효과적인 해결책으로 보고 있다. 현재의 IEEE 1394 표준은 데이지 체인(Daisy Chain)형의 토플로지를 가지며, USB와 마찬가지로 동작 중에도 기기의 추가 및 제거가 용이한 플러그-앤플레이 기능을 제공할 뿐만 아니라 100, 200 그리고 400 Mbps의 대역폭을 다수의 가전 기기들이 공유하여 트래픽을 전달할 수 있게 한다. 이러한 IEEE 1394 관련 기술의 표준화는 현재 150여 개 회사가 참여하고 있는 IEEE 1394 TA에서 활발히 진행 중이다[4].

2.4 ADSL Forum

ADSL-Forum의 경우 ADSL을 액세스 망으로 하여 맥내 망의 표준화를 준비하고 있다. 다른 액세스 망과 달리 ADSL을 액세스 망으로 하는 맥내 망에서는 기존의 전화서비스를 중요시하기 때문에 POTS 분리기(splitter)의 기능에 대한 표준화에 중점을 두고 있다. 다음 그림 3은 ADSL-Forum의 표준

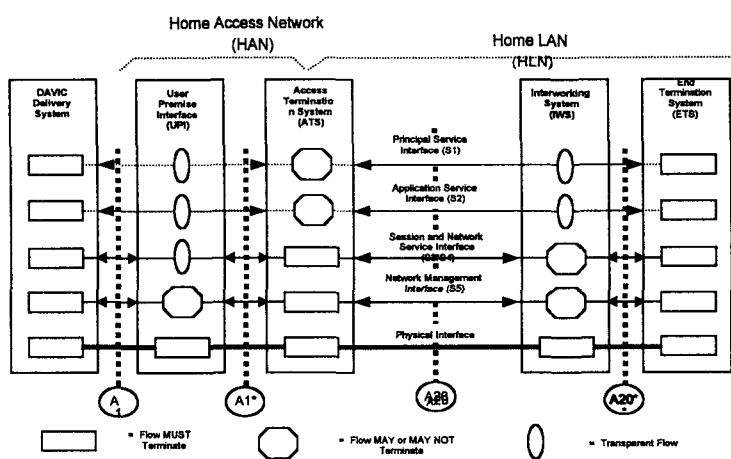


그림 2. DAVIC Home Network Reference Model

화하고 있는 모델이다[9].

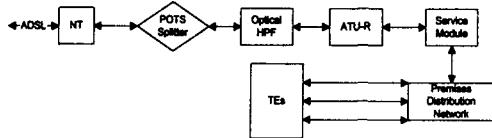
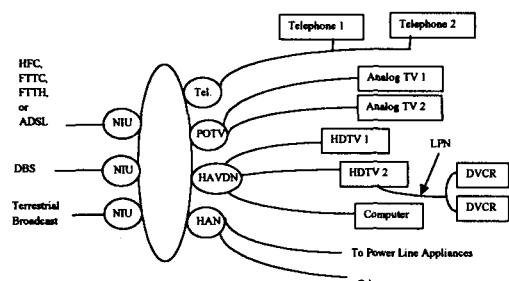


그림 3. ADSL-Forum Customer Premises Reference Model

2.5 VESA (Video Electronics Standards Association)

VOST (VESA Open Set Top) 맥내 망 그룹은 맥내 망 전자기기간에 정보전달을 위한 상호운용, 저속 망 및 고속 망 사이의 상호운용, 아날로그에서 완전한 디지털로의 전이, NIU의 맥내 망 측에서 공통된 인터페이스의 제공, 맥내 망의 여러 전자기기에 대한 디렉토리 서비스 제공 등을 목적으로 하여 융통성 있는 개방된 맥내 망 구조 개발을 진행해 왔다. VOST의 액세스 망으로 HFC, FTTC, FTTH, ADSL, DBS (Direct broadcast satellite), TB (Terrestrial Broadcast) 등을 고려하고 있다. 다음 그림 4는 VESA에서 표준화하고 있는 모델이다[5][6].



NIU: Network Interface Unit, POTV: Plain Old TV, HAVDN: Home Audio/Video Digital Network, HAN: Home Automation Network, HDTV: High Definition TV
그림 4. VESA Home Network Model

3. 맥내 망 분류

맥내 망에서 제안할 수 있는 토플로지는 크게 독립된 매체를 통하여 전송을 수행할 수 있는 점-대-점(point-to-point) 형과 매체의 대역을 망 내 각 장치가 나누어 전송을 수행하는 공유형 토플로지로

분류할 수 있다.

점-대-점형 토플로지는 장치별로 트래픽을 분리할 수 있기 때문에 장치별로 전송속도를 보장할 수 있다. 이러한 특징은 비디오(video) 등의 많은 대역을 요구하는 장치를 위하여 효율적인 성능을 나타낸다. 또한 공유형 토플로지에서 나타나는 장치간의 동작 오류를 예방할 수 있다. 그러나 점-대-점형 토플로지는 상대적으로 선로구성을 고비용이 요구되고, 패킷을 적정한 장치 인터페이스로 전송하기 위하여 스위칭(switching) 기능을 가져야 한다. 대표적인 토플로지로는 성(STAR) 형, 트리(TREE) 형, 메쉬(MESH) 형 등이 있다.

공유형 토플로지는 선로구성을 경제적으로 구성할 수 있고, 장비 당 단지 단일 연결만을 지원한다. 반면 노드들이 망 내의 대역을 공유하여 통신을 수행하므로 대역 중재가 요구된다. 점-대-점형에 비하여 장비별로 대역 사용량을 보장할 수 없다. 더욱이 버스 구조는 장치간에 제어신호로 인한 작동 오류가 유발될 수 있다. 대표적인 형태로는 버스(BUS) 형, 링(RING) 형, IEEE-1394 프로토콜의 물리적 토플로지로 이용되는 데이지 체인(DAISY-CHAIN) 형 등이 있다.

맥내에 다수의 독립된 가전 기기들이 상호간에 통신이 가능하도록 하기 위해서는 기존 LAN과는 다르게 망 내에 다양한 트래픽 특성을 갖는 장비들이 동시에 존재하므로 이에 맞추어 맥내 망은 다양한 토플로지를 지원할 필요성이 있다. 광대역을 요구하는 장비들의 연결은 독립된 매체를 통하여 전송을 수행할 수 있는 점-대-점(point-to-point)을 갖는 성형과 메쉬형 토플로지의 구성이 필요하다. 그러나 저속의 장치들의 연결에 점-대-점 토플로지를 지원하는 경우 매체사용의 비효율성을 가져올 수 있다. 그러므로 이러한 저속의 단말을 위해서는 매체의 대역을 각 장치가 나누어 다중접속 할 수 있는 공유형을 갖는 데이지체인(daisy-chain)형, 버스형, 링형 등의 토플로지의 지원이 요구된다.

하지만 공유형 토플로지를 지원하기 위해서는 매체접근제어(media access control) 방법이 요구되는데, 맥내 망에서 모든 토플로지의 매체접근제어 방법을 제공하기 위하여는 맥내 망 내부의 기능의 복잡도가 가중된다. 그러므로 기존의 매체접근제어 방

법을 단순화한 새로운 공유형 배선방법과 매체접근 제어 방법을 통하여 다양한 토플로지를 제공하여야 한다.

맥내 망의 규모를 생각할 때 대규모의 맥내 망을 위하여는 트리형이나 메쉬형의 점-대-점형 토플로지를 갖는 것이 유리하며, 소규모의 맥내 망을 위하여는 버스형, 데이지체인형의 공유형 토플로지를 갖는 것이 유리하다. 맥내 망 내에 존재하는 장비들의 수와 필요로 하는 대역을 제공하기 위하여 점-대-점형의 토플로지가 공유형에 비하여 유리하고, 또한 점-대-점형은 각 장비들이 필요로 하는 대역을 보장할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 점-대-점형은 토플로지 내의 노드/링크상에 고장이나 병목현상이 발생할 경우 우회경로를 이용하여 전송을 계속 수행할 수 있으며 대부분의 경우 고장에 의한 문제를 국한된 범위로 줄일 수 있다. 그러나 점-대-점형은 공유형에 비하여 배선비용 등의 설치비용이 고가이고 스위칭 기능을 맥내 망이 가져야 한다는 단점이 발생한다. 다음 표 1은 점-대-점형과 공유형 토플로지가 가지는 특성을 비교하여 요약한 것이다.

표 1. 토플로지의 특성 비교

토플로지 특성	점-대-점형			공유형		
	성형	메쉬형	트리형	버스형	링형	데이지체인
망 규모	소규모	대규모	대규모	소규모	대규모	소규모
설치비용	고가	고가	저가	저가	저가	저가
신뢰성	높음	높음	낮음	낮음	낮음	낮음
대역사용	높음	높음	높음	낮음	중간	낮음
대역보장	높음	높음	중간	낮음	낮음	낮음
제어복잡도	단순	복잡	중간	단순	복잡	단순
병목현상	높음	낮음	높음	낮음	낮음	낮음
스위칭기능	필요	필요	필요	불필요	불필요	불필요
대역증개	불필요	불필요	불필요	필요	필요	필요
링크구성	점-대-점/ 방송	점-대-점	점-대-점	방송	점-대-점/ 방송	점-대-점

4. ATM을 기반으로 하는 맥내 망의 설계

맥내 ATM 망의 규모 및 기능은 아직 표준화 단계에서도 표준화를 진행 중에 있고 확정적인 모델

은 정의되지 않았으므로 어느 특정한 모델을 정립하기에는 어려움이 있다. 그러므로 본 논문에서는 맥내 ATM 망의 규모 및 대역 사용량을 대, 중, 소의 세가지로 나누어 설계하기 위하여 적합한 토플로지 구조를 메쉬형, 트리형, 링형을 선정하고 각각의 토플로지를 갖는 맥내 ATM 망을 설계한다. 이 때의 맥내 망 구조 및 기능의 특징과 성능을 비교함으로써 맥내 ATM 망의 구현 시에 고려해야 할 사항을 살펴본다.

4.1 맥내 ATM 망에 적합한 토플로지

ATM 프로토콜은 기본적으로 점-대-점 통신용 프로토콜이다. 그러므로 맥내 ATM 망을 구성하기에 적합한 토플로지는 점-대-점 통신을 지원할 수 있는 토플로지를 가져야 한다. 3장에서 살펴본 토플로지에서 점-대-점형 토플로지로는 성형, 트리형, 메쉬형 토플로지가 있다. 이중에서 트리형은 성형의 확장된 형태이므로 여기서는 트리 및 메쉬 토플로지만을 고려 대상으로 한다. 또한 공유형 토플로지 중에서 링형은 점-대-점형으로 전용될 수 있다. 일반적인 링형 토플로지는 토큰(token)에 의한 대역공유를 통하여 운용되나 각 노드들이 스위칭 기능을 갖는 루프형태의 점-대-점형으로도 전용될 수 있으므로 고려 대상으로 한다. 고려대상 토플로지 중 메쉬형은 고성능이며 대규모의 망 설계를 위한 토플로지로 고려되며, 트리형은 중 규모, 그리고 단순한 맥내 망을 위하여는 링형 토플로지를 고려한다.

4.2 맥내 ATM 망의 기본 구조 및 기능

위에서 선택된 메쉬형, 트리형, 그리고 링형 토플로지를 갖는 모든 맥내 ATM 망이 가져야 하는 기본적인 구조와 망의 운용을 위하여 제공되어야 하는 기능들은 다음의 네 가지로 정의 할 수 있다 [1][7][8].

4.2.1 이원화 기능 구조

일반 통신망에서의 구성요소들은 독자적인 기능을 수행할 수 있도록 제어기능과 스위칭 기능을 구성요소 각각이 포함한다. 그러나 맥내 ATM 망은 소 규모이며 저렴한 가격으로 망을 구축하여야 하

므로 스위칭을 수행하는 단순한 기능만을 가진 스위칭 요소와 복잡한 제어 기능을 가진 제어요소로 이루어진 이원화 구조를 가져야 한다. 특히, 맥내 ATM 망에서 복잡한 제어기능을 갖는 제어요소는 망 내에 유일하고, 망 규모의 확장과 장치의 연결을 위하여 스위칭 요소가 증가하는 구조를 갖는다. 망이 확장할 경우, 맥내 ATM의 설치비용은 제어요소의 가격에 비하여 스위칭 요소의 가격에 많은 영향을 받는다. 그러므로 스위칭 요소의 기능 단순화로 가격을 낮추는 설계방안이 필수적이다. 이러한 이유로 스위칭 요소의 기능에는 스위칭을 위한 최소한의 기능과 제어요소에 대한 기본적인 응답 기능만을 포함하는 스위칭 요소의 설계 방안이 전체적인 맥내 ATM 망의 가격을 감소시키는 관건이다.

4.2.2 플러그-앤플레이(Plug and Play) 기능

맥내 ATM 망은 비전문적인 사용자에 의하여 망 구성요소 들의 추가 및 삭제가 이루어지므로 망 자체에서 자동으로 망 구성에 대한 정보를 파악하여야 한다. 일반적인 맥내 통신망의 경우 플러그-앤플레이 기능을 제공하여 사용자가 스위치나 디바이스의 전원을 켜면 자동적으로 통신망을 사용하기 위한 준비 기능을 수행해야 한다. 이 기능에 의하여 망 내 장치들의 초기 관리정보가 생성되어 망에 대한 제어를 수행할 수 있다. 플러그-앤플레이 기능은 망 내 장비와 제어요소 사이의 미리 정의된 비콘(beacon) 시그널링을 사용한 등록절차에 의하여 수행된다. 또한 맥내 ATM 망의 운용 중 장치의 추가 및 삭제로 인한 구성의 변화에도 적응할 수 있는 기능이 필요하다.

플러그-앤플레이 기능의 복잡도는 맥내 ATM 망이 갖는 토폴로지의 복잡도에 좌우된다. 예를 들어, 메쉬형 토폴로지를 갖는 맥내 ATM 망의 플러그-앤플레이 기능은 우회경로를 검출하기 위한 추가기능으로 인하여 다른 토폴로지에 비하여 복잡성을 갖는다.

4.2.3 구성요소가 갖는 관리정보

위에서 설명한 맥내 ATM 망의 이원화 구조에서 제어요소와 스위칭 요소의 원활한 기능 수행을 위하여 갖추어야 할 관리정보가 있을 것이다. 제어 요

소가 갖는 기본적인 관리정보는 망의 전체적인 구성을 인식할 수 있는 토폴로지 구성 정보 및 현재 망 내의 모든 상황을 포함하는 관리정보를 포함해야 한다. 스위칭 요소에는 자신의 포트에 연결된 장치들을 나타내는 정보 및 연결설정에 관한 정보 등을 포함할 수 있다.

제어 요소는 복잡한 기능을 수행하기 위하여 대부분 일반적인 지능형 장치로 구현될 것이므로 많은 관리 정보를 포함하여도 문제가 없으나, 스위칭 요소는 저가격으로 구현되어야 하므로 프로세서와 메모리를 포함하지 않고 간단한 하드웨어 논리회로에 의해 구현되어야 한다. 그러므로 스위칭 요소가 많은 관리정보를 갖는 것은 전체 망의 가격을 높이는 결과를 가져온다.

4.2.4 셀 스위칭 기능

일반적인 일원화 구조를 갖는 망에서는 각 구성요소 자체적으로 셀 스위칭을 위한 기능과 관리정보를 가진다. 하지만 맥내 ATM 망은 이원화 구조를 가지므로 스위칭 요소 자체적으로 스위칭을 수행할 수 있는 구조와 제어요소와의 연계에 의한 구조의 두 가지 방법으로 설계할 수 있다.

맥내 ATM 망에서 스위칭 요소가 자체적으로 스위칭을 수행하기 위해서는 플러그-앤플레이 단계에서 스위칭 요소가 비콘(beacon) 셀을 분석할 수 있는 기능을 적재하여 스위칭을 위한 정보를 추론하여 저장하여야 한다. 그러나 이러한 기능을 수행하기 위해서는 스위칭 요소의 기능 복잡도를 피할 수 없고, 스위칭 요소에서 관리정보를 저장하기 위한 부가적인 기억장소가 필요하다는 단점을 갖는다. 또한 제어요소와 스위칭 요소의 연계에 의한 스위칭 기능을 수행하는 방안에서는 모든 관리정보를 제어요소만이 가지고 연결요구가 접수 되었을 때 스위칭 요소로 연결정보를 전송하는 방법을 갖는다. 그러나 이 방법은 제어요소의 기능 복잡성을 발생시키며, 소스라우팅 방법을 이용해야 한다는 단점과 스위칭 요소 자체적인 제어는 있을 수 없다는 단점을 갖는다.

맥내 ATM 망에서 스위칭 기능의 효율성은 스위칭 요소의 자체적인 스위칭 능력의 보유여부와 스위칭 요소 내에 스위칭을 위한 관리정보의 양에 의

하여 결정될 수 있다. 그러므로, 맥내 ATM 망에서 가장 최적의 스위칭 기능은 스위칭 요소 자체적으로 스위칭 기능을 수행할 수 있으며 스위칭 요소에 스위칭을 위하여 최소의 관리정보를 갖는 방법이라고 할 수 있다.

4.3 토플로지에 따른 맥내 ATM 망의 구조 및 기능 복잡도

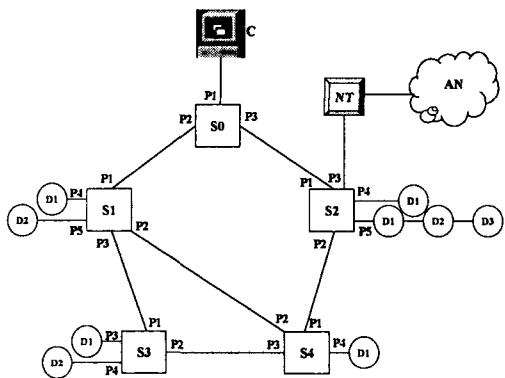
맥내 ATM 망의 구조 및 기능의 복잡도는 토플로지에 의하여 지배를 받는다. 맥내 ATM 망이 특정 토플로지를 갖을 때 제어요소의 기능과 스위칭 요소의 구조 및 기능에 부가 기능이 필요하게 되고, 부가 기능으로 초래되는 복잡도를 살펴본다. 고려할 토플로지는 메쉬형, 트리형, 링형을 대상으로 하고, 각 토플로지가 갖는 복잡성을 줄일 수 있는 방안을 생각해 본다.

4.3.1 메쉬형 토플로지를 갖는 맥내 ATM 망

메쉬 토플로지를 갖는 맥내 ATM 망은 여러 다른 노드와 직접적인 링크를 갖을 수 있다. 이로 인하여 어느 특정 노드의 고장시에 우회 경로를 경유하여 데이터가 전달 될 수 있으므로 높은 신뢰성을 가진다. 또한 망 내에서 폭주 발생시에도 우회 경로를 이용하여 병목현상을 회피할 수 있다. 메쉬형 토플로지를 가질 경우 다른 토플로지보다 우회경로를 위한 링크 및 포트 연결비용이 상대적으로 많이 소요되지만, 폭주 시에 발생하는 병목현상과 채널/노드 고장시에 상대적으로 고 신뢰성을 가지며 망 내 대역사용량을 최대로 사용할 수 있다. 맥내 ATM 망이 메쉬형 토플로지를 가짐으로 인해 링크 고장에 대비하거나 트래픽 분산의 기능을 유동적으로 수행할 수 있다는 것이 최대의 장점이다.

반면에, 메쉬형 토플로지를 갖는 맥내 ATM 망은 기능의 복잡도를 가진다. 메쉬형 토플로지는 가장 복잡한 네트워크 구성을 갖는 형태이다. 메쉬 토플로지를 갖는 맥내 ATM 망의 물리적 토플로지는 메쉬형이며 논리적 토플로지는 트리형이다. 즉, 망 구성 자동인식 단계에서 물리적으로 메쉬형인 토플로지를 제어요소를 루트노드로 하고 목적지까지 유일한 경로를 갖는 트리 형태로 변환하는 과정이 필요

하다. 또한 망구성자동인식단계에서 유일한 경로 이외에 우회경로를 검출해야 하는 부가기능 및 복잡성을 갖는다. 망구성자동인식단계 및 우회경로 검출 기능 등의 부가 기능으로 인하여 제어요소의 기능이 복잡성을 가지게 된다.



C: Controller S: Switch D: Device P: Port

그림 5. 메쉬형 맥내 ATM 망의 예

메쉬 토플로지를 갖는 맥내 ATM 망에서 스위칭 요소는 데이터 셀에 비하여 산발적이고 소량만이 발생되는 제어 셀의 스위칭을 위하여 제어 요소에 의한 소스라우팅에 의한 스위칭을 수행하여야 한다. 왜냐하면 스위칭 요소는 전체 맥내 ATM 망의 구성에 관한 정보를 가질 수 없고, 이 정보는 제어요소만이 알고 있기 때문이다. 만약 자체적인 스위칭을 위하여 스위칭 요소에 망의 구성정보를 가진다면 각 스위칭 요소에 대량의 기억 용량을 가져야 하고, 망 구성이 변화 할 때마다 모든 스위칭 요소가 관리하는 정보가 수정되어야 한다는 문제점이 있기 때문에 자체적 스위칭은 효율적인 방법이 아니다. 제어 셀의 소스라우팅을 위하여 스위칭 요소는 추가 기능을 가져야 하고, 제어 셀의 발생은 제어요소로 한정된다.

제어셀과 달리 데이터 셀은 대량의 발생분포를 가지므로 소스라우팅과 같은 제어요소 의존적 방법으로는 스위칭을 수행할 수 없다. 스위칭 요소에는 망 구성 상태에 대한 관리정보가 없기 때문에, 데이터셀의 스위칭을 위하여 제어요소로부터 연결설정 정보를 수

신하여 스위칭을 수행하여야 한다. 데이터 교환용 셀의 스위칭은 다음과 같은 세 단계로 구성된다.

- 연결설정(Connection Setup) 단계
- 데이터 셀 전송(Data Cell Transfer) 단계
- 연결해제(Connection Release) 단계

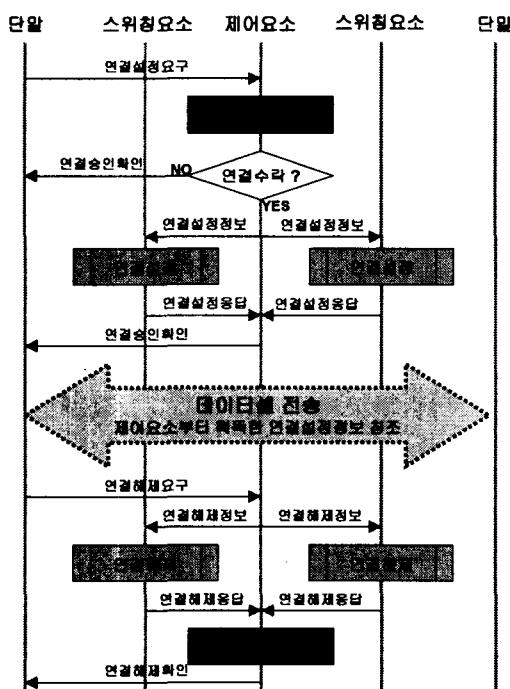


그림 6. 메쉬 토플로지를 갖는 맥내 ATM 망에서의 데이터 셀 스위칭 시나리오

그림 6의 메쉬 토플로지를 갖는 맥내 ATM 망에서의 데이터 셀 스위칭 시나리오를 살펴보면, 통신을 원하는 맥내장비가 연결설정 요구 제어셀을 제어요소에게 전송한다. 연결설정 요구 제어셀을 수신한 제어요소는 망구성 관리정보를 검색하여 경로를 결정하고, 경로상에 존재하는 스위칭 요소들에게 연결설정 정보를 담은 제어셀을 전송하여 자신을 경유하여 전송되는 연결설정을 지시한다. 이 과정에서 스위칭 요소는 해당 연결에 대한 스위칭 정보를 획득하게 된다. 획득된 스위칭 정보를 이용하여 데이터 셀의 자치적 스위칭이 이루어지며 데이터 셀 전송 단계에서는 제어요소의 제어는 이루어지지 않는다.

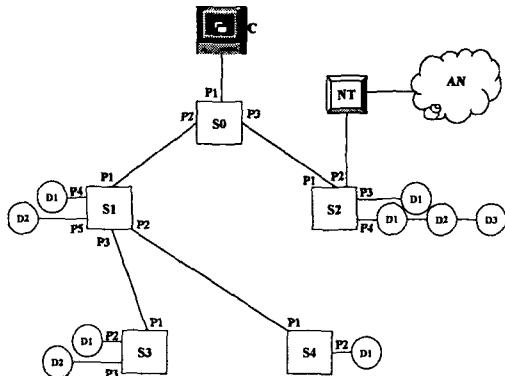
다음으로 데이터 셀 전송이 완료되면 설정된 연결을 해제하고, 이때 스위칭 요소안의 연결설정 정보도 삭제된다.

제어셀과 데이터셀의 스위칭을 위하여 스위칭 요소가 가져야 할 정보는 자신의 포트에 직접 연결된 장치의 주소를 관리하는 정보와 제어 요소로부터 획득된 연결설정 정보가 포함된다.

메쉬 토플로지를 갖는 스위칭 요소는 비교적 단순한 기능 만으로 스위칭을 수행할 수 있다. 반면에 제어요소의 기능의 복잡도가 매우 높아진다. 일반적으로 맥내 통신망은 프로토콜이 간단하면서도 경제적으로 구성할 수 있는 면이 우선적으로 고려되어야 하므로 메쉬 토플로지는 맥내 ATM 망의 관점에서 적절하지 않다. 아래 표 2는 메쉬형 토플로지를 갖는 맥내 ATM 망의 특성을 보인다.

표 2. 메쉬형 토플로지를 갖는 맥내 ATM 망의 특성

비교 항목	HAN/MT (e.g. ATM Warren)
물리/논리 토플로지	메쉬형/트리형
연결비용	우회루트를 위한 포트 및 링크의 낭비
컨트롤러 기능	복잡성을 가짐
망구성자동 인식기능	우회경로 검출을 위한 추가적인 기능 필요
대역사용 능력	폭주 시 우회루트 사용 능력을 제공
연결 신뢰성	고장 시 우회루트 사용 능력으로 높은 신뢰성을 제공
스위치 포트 결정	폭주시나 고장시 포트의 동적 결정 능력을 제공
스위칭	제어 셀 : 소스라우팅, 데이터 셀:연결 설정 스위칭
스위치 기능	비교적 단순함
스위치 관리정보	PLUT(Port Lookup Table), CLUT (Connection Lookup Table)
직접 디바이스 간 제어	제어요소에 의한 제어만 제공
물리적	25 Mbps/port, RJ-45 Connector, Twisted-Pair Cable



C: Controller S: Switch D: Device P: Port

그림 7. 트리형 맥내 ATM 망의 예

4.3.2 트리형 토플로지를 갖는 맥내 ATM 망

맥내 ATM 망이 메쉬 토플로지를 가짐으로 인해 링크 고장에 대비하거나 트래픽 분산의 기능을 수행할 수 있는 장점에 비해 제어요소의 기능이 복잡해지고 우회경로를 위한 잉여 링크를 가짐으로 인해 고가의 스위치 포트를 낭비하게 된다. 또한 제어 셀의 스위칭을 위한 소스라우팅은 스위칭 요소의 기능을 복잡하게 한다. 이러한 문제점은 맥내 ATM 망의 토플로지로 트리형을 가짐으로써 해결할 수 있다.

그러나, 트리 토플로지는 우회경로의 부재로 인하여 링크 고장에 대비하거나 트래픽 분산의 기능을 유동적으로 수행할 수는 없지만, 망구성자동인식 단계의 단순화와 스위칭 요소에 자치적인 스위칭 기능과 관리정보를 가질 수 있다는 것이 최대의 장점이다. 트리 토플로지는 물리적인 연결구조와 망구성자동인식단계에서 생성되는 논리적 연결구조가 같기 때문에 망구성자동인식단계의 기능을 단순화된다. 또한 이 망구성자동인식단계에서 각 스위칭 요소들은 자신의 하위에 존재하는 장치들에 대한 관리정보를 저장함으로써 메쉬형 토플로지와 다르게 제어 셀 및 데이터 셀의 자치적으로 스위칭할 수 있다. 또한 메쉬 토플로지를 갖는 맥내 ATM 망에서 제어 셀의 전송은 제어요소에서만 전송이 가

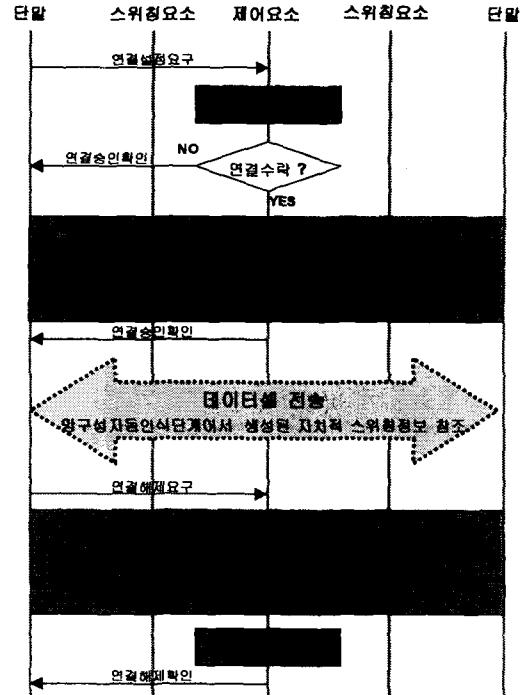


그림 8. 트리형 토플로지를 갖는 맥내 ATM 망에서의 데이터 셀 스위칭 시나리오

능하였으나 트리형 토플로지에서는 자치적인 스위칭 기능으로 인하여 장치간에도 제어를 독립적으로 수행할 수 있다.

트리형 토플로지를 갖는 맥내 ATM 망은 메쉬형에서 단점인 제어요소의 기능을 단순화 할 수 있고, 스위칭 요소가 자치적 스위칭 기능을 가지므로 제어셀을 위한 소스라우팅을 없앨 수 있다. 그러나, 자치적 스위칭을 위한 관리정보는 망 규모가 커질 수록 증가하고 스위칭 요소에 많은 양의 메모리를 요구하고, 각 장비간에는 유일한 경로만을 가짐으로 인해 고장 시 신뢰성을 보장할 수 없고 상위의 스위칭 요소에서 병목현상이 발생할 수 있다는 문제점을 가지고 있다. 아래 표 3은 트리형 토플로지를 갖는 맥내 ATM 망의 특성을 보인다.

표 3. 트리형 토플로지를 갖는 맥내 ATM 망의 특성

비교 항목	HAN/TT
물리/논리적 토플로지	TREE/TREE
연결비용	우회경로를 위한 포트 및 링크의 낭비가 없음
콘트롤러 기능	비교적 단순함
망구성자동 인식기능	우회경로 검출 단계 없음
대역사용 능력	폭주시 단일경로로 인한 병목현상 발생
연결 신뢰성	고장시 단일경로로 인한 신뢰성 문제 발생
스위치 포트 결정	고정적 결정
스위칭	제어셀 및 데이터셀의 자치적 스위칭 기능 제공
스위치 기능	복잡함
스위치 관리 정보	DLT(Device Lookup Table), SLT(Switch Lookup Table)
디바이스간 제어	직접제어 가능
물리적 특성	25 Mbps/port, RJ-45 Connector, Twisted-Pair Cable

4.3.3 링형 토플로지를 갖는 맥내 ATM 망

맥내 ATM 망이 메쉬 토플로지를 가짐으로 인해 링크 고장에 대비하거나 트래픽 분산의 기능을 수행할 수 있는 장점에 비해 제어요소의 기능이 복잡해지고 우회경로를 위한 부가적인 링크로 인하여 고가의 스위치 포트를 낭비하게 된다. 또한 제어 셀의 스위칭을 위한 소스라우팅은 스위칭 요소의 기능을 복잡하게 한다. 이러한 문제점은 맥내 ATM 망의 토플로지로 트리형을 가짐으로써 해결할 수 있었다. 그러나 트리형 토플로지를 갖는 맥내 ATM 망은 스위칭 요소에 스위칭을 위한 관리정보를 가져야 하고, 신뢰성 및 상위 스위칭 요소에 병목현상이 발생할 수 있다는 문제점을 가지고 있다.

맥내 ATM 망의 토플로지로써 고려할 수 있는 토플로지는 링형이다. 링형 토플로지는 데이터 흐름의 순환적인 형상을 갖는다. 링 토플로지에서 각 스위칭 요소는 그 전후에 존재하는 스위칭 요소와 연결되어 있다. 그 결과, 링 토플로지는 신호가 단 방향으로 연속해서 송신되는 폐회로와 같은 것이다. 링

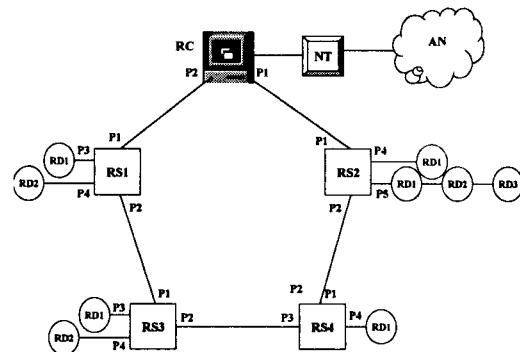


그림 9. 링형 맥내 ATM 망의 예

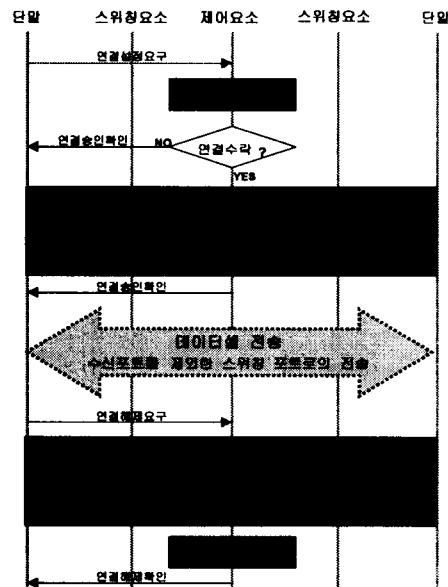


그림 10. 링형 토플로지를 갖는 맥내 ATM 망에서의 데이터 셀 교환 시나리오

형 토플로지는 폐루프(closed-loop)에 점-대-점 링크에 의해 연결된 스위칭 요소들로 구성된다. 링형 토플로지의 구조는 단 방향으로 된 이웃한 두개의 스위칭 요소사이에 점-대-점 링크를 형성한다.

맥내 ATM 망이 링(Ring)형 토플로지를 가짐으로써 경제적으로 맥내 통신망을 구성할 수 있을 뿐만 아니라 메쉬 토플로지가 갖는 소스 라우팅으로 인한 구조의 복잡성과 중간 스위치에서 모든 제어 셀의 정보

필드를 분석해야 한다는 문제점을 해결할 수 있다. 또한 트리 토플로지가 갖는 스위칭을 위한 관리정보를 포함하지 않고도 스위칭을 수행할 수 있으며, 병목현상과 신뢰성을 어느 정도 극복할 수 있다.

표 4. 링형 토플로지를 갖는 맥내 ATM 망의 특성

비교 항목	HAN/RT
물리/논리적 토플로지	RING/Bidirectional RING
연결비용	RS당 2개의 RS연결 존재
컨트롤러 기능	매우 단순함
망구성자동 인식기능	매우 단순하며 LOOP 검출 필요
대역사용 능력	폭주 시 역경로 존재
연결 신뢰성	고장 시 역경로 존재
스위치 포트 결정	양방향 고정적 결정
스위칭	제어 셀, 데이터 셀: 수신포트 제외 전송
스위치 기능	매우 단순함
스위치 관리 정보	PLUT(Port Lookup Table)
디바이스간 제어	직접제어 가능
물리적 특성	25 Mbps/port, RJ-45 Connector, Twisted-Pair Cable

4.4 맥내 ATM 망의 토플로지 비교

맥내 ATM 망이 메쉬 토플로지를 가짐으로 인해 링크 고장에 대비하거나 트래픽 분산의 기능을 수행할 수 있는 장점에 비해 제어요소의 기능이 복잡해지고 우회경로를 위한 부가적인 링크로 인하여 고가의 스위치 포트를 낭비하게 된다. 또한 제어 셀의 스위칭을 위한 소스라우팅은 스위칭 요소의 기능을 복잡하게 한다. 이러한 문제점은 맥내 ATM 망의 토플로지로 트리형을 가짐으로써 해결할 수 있었다. 그러나 트리형 토플로지를 갖는 맥내 ATM 망은 스위칭 요소에 스위칭을 위한 관리정보를 가져야 하고, 신뢰성 및 상위 스위칭 요소에 병목현상이 발생할 수 있다는 문제점을 가지고 있다. 링형 토플로지는 스위칭 기능은 매우 단순해 질 수 있으

나, 망의 규모를 확장 할 경우 트래픽 전송능력의 저하를 가져온다.

맥내 ATM 망의 세가지 토플로지를 비교해 보면 다음과 같은 특성을 가짐을 알 수 있다.

- 규모는 링형, 트리형, 메쉬형의 순서로 커진다.
- 연결비용은 링형, 트리형, 메쉬형의 순서로 커진다.
- 대역사용 능력은 링형, 트리형, 메쉬형의 순서로 증가한다.
- 신뢰성은 트리형, 링형, 메쉬형 순서로 증가한다.
- 망구성자동인식기능의 복잡도는 트리형, 링형, 메쉬형 순서로 증가한다.
- 제어요소의 기능 복잡도는 링형, 트리형, 메쉬형 순서로 증가한다.
- 스위칭 요소의 복잡도는 링형, 메쉬형, 트리형 순서로 증가한다.
- 스위치에 필요한 메모리의 양은 링형, 메쉬형, 트리형 순서로 증가한다.

표 5. 맥내 ATM 망 토플로지의 특성 비교

비교 항목	메쉬형	트리형	링형
물리/논리적 토플로지	메쉬 / 트리 구조	트리/트리 구조	양방향 링 구조
망 규모	대규모	중규모	소규모
연결비용	고가	중저가	저가
컨트롤러 기능	매우 복잡함	비교적 단순함	매우 단순함
망구성자동 인식기능	매우 복잡함	매우 단순함	비교적 단순함
대역사용 능력	매우 좋음	비교적	망규모에 따라 다름
연결 신뢰성	매우 좋음	좋지 않음	비교적 좋음
스위치 포트 결정	동적으로 결정	고정적	양방향 동적
디바이스	소스 라우팅 방법	Switch ID 및 Device ID 값을 이용	Switch ID 및 Device ID 값을 이용
스위치 기능	비교적 단순함	다소 복잡함	매우 단순함
스위치 관리정보	비교적 적음	다소 많음	매우 적음
디바이스간 제어	제공 않음	직접 제어 가능	직접 제어 가능
물리적 특성	25 Mbps/port, RJ-45 Connector, Twisted-Pair Cable		

5. 결 론

정보 가전 기술의 발달로 인해 댁내에서도 다양한 기기들간의 고속 통신망 기술의 필요성이 점차 증가하고 있다. 최근 DAVIC, ADSL Forum, VESA, IEEE1394 TA 등과 같은 표준화 기구에서 댁내 통신망 기술의 표준화 작업을 진행하고 있으나, 향후 ATM 기반의 초고속 정보통신망이 구축되는 경우 복잡한 변환 기능을 가져야 하는 단점이 있다. 따라서 ATM Forum에서는 순수 ATM 기반의 댁내 통신망 표준화에 역점을 두고 있다. 따라서 본 논문에서는 댁내 ATM망 설계 방안으로 프로토콜이 간단하면서도 경제적으로 구성할 수 있는 면이 우선적으로 고려되어야 한다고 보고 다음과 같은 기본 설계 방안을 제시한다.

- (1) HAN의 규모가 확장할 경우 스위칭 요소의 기능 단순화로 가격을 낮추는 설계방안이 필요하다. 이러한 이유로 스위칭 요소의 기능에는 스위칭을 위한 최소한의 기능과 제어요소에 대한 기본적인 응답 기능 만을 포함하는 스위칭 요소의 설계 방안이 전체적인 HAN의 가격을 감소시키는 관건이다
- (2) 플러그-앤플레이 기능의 복잡도는 HAN이 갖는 토폴로지의 복잡도에 좌우된다. 예를 들어, 메쉬형 토폴로지를 갖는 HAN의 플러그-앤플레이 기능은 우회경로를 검출하기 위한 추가기능으로 인하여 다른 토폴로지에 비하여 복잡성을 갖는다.
- (3) 스위칭 요소의 관리정보를 감소시키는 설계 방안이 필요하다. 제어 요소는 복잡한 기능을 수행하기 위하여 대부분 일반적인 지능형 장치로 구현될 것이므로 많은 관리 정보를 포함하여도 문제가 없으나, 스위칭 요소는 저가격으로 구현되어야 하므로 프로세서와 메모리를 포함하지 않고 간단한 하드웨어 논리회로

에 의해 구현되어야 한다. 그러므로 스위칭 요소가 많은 관리정보를 갖는 것은 전체 망의 가격을 높이는 결과를 가져온다.

- (4) 결론적으로, HAN에서 스위칭 기능의 효율성은 스위칭 요소의 자체적인 스위칭 능력의 보유여부와 스위칭 요소 내에 스위칭을 위한 관리정보의 양에 의하여 결정될 수 있다. 그러므로, HAN에서 가장 최적의 스위칭 기능은 스위칭 요소 자체적으로 스위칭 기능을 수행할 수 있으며 스위칭 요소에 스위칭을 위하여 최소의 관리정보를 갖는 방법이라고 할 수 있다.

참고문헌

- [1] Alan Quayle and Steve Hughes, "The Nature of Home ATM Network," ATM Forum/97-0163, Feb. 1997.
- [2] Chas Peterson, Ajith Nair, Bob Bissell, "Home Network Architecture," DAVIC 1.4 Specification, Revision 4.0, March 1998.
- [3] George Abe, "Residential Broadband," Cisco Press, 1997.
- [4] Internet Document, <http://firewire.org>, 1998.
- [5] Internet Document, http://www.vesa.org/dload/committees/homenet_docs.html, 1998.
- [6] Joel DiDirolamo and Richard Humpleman, "VOST Home Network Call for Proposals," ATM-Forum/95-0977, December 1995.
- [7] The ATM Forum, "Residential Broadband Architecture Framework," STR-RBB-001.00, Straw Ballot, April 1998.
- [8] The ATM Forum, "RBB Requirements Document Draft," RTD-RBB-001.00, December 1996.
- [9] Internet Document, <http://www.adsl.com>, 1998



전 영 애(Young-Ae Jeon)
1991년 2월 : 연세대학교 전자
공학과 졸업(학사)
1998년 3월~현재 : 충남대학교
대학원 정보통신공학
석사과정

1991년 1월~현재 : 한국전자통신연구원 연구원
*관심분야 : 맥내 통신망 프로토콜 및 서비스,
Interworking over ATM, Native ATM
Connectionless Service, 통신망 프로토
콜 상호운용성 시험



김 장 경(Jang-Kyung Kim)
1980년 연세대학교 전자공학과(학사)
1989년 Iowa State Univ. Computer
Engineering (M.S.)
1992년 Iowa State Univ. Computer
Engineering (Ph.D.)

1980년~1986년 국방과학연구소 연구원
1994년~1995년 미국 Univ. of Maryland 파견 국제
공동연구 수행
1992년~현재 한국전자통신연구원 표준시험연구팀
팀장/책임연구원
관심분야: 고속통신망 프로토콜 표준, 맥내 통신망
프로토콜, 고성능 시스템 구조, 컴퓨터
통신 프로토콜 상호운용성 시험



황 민 태(Min-Tae Hwang)
1990년 부산대학교 전자계산기
공학과(학사)
1992년 부산대학교 컴퓨터공학과
(공학석사)
1996년 부산대학교 컴퓨터공학과
(공학박사)

1996년~현재 한국전자통신연구원 표준시험연구팀
책임연구원
*관심분야: 고속통신망 프로토콜 표준 및 상호운용성 시
험, 맥내 통신망 프로토콜, ATM 프로토콜



장 웅(Woong Jang)
1986년 2월 : 충남대학교 전자
공학과 졸업(학사)
1990년 9월 : 충남대학교 전자
공학과 대학원 졸업(석사)
1998년 3월~현재 : 충남대학교
전자공학과 박사과정

1994년 6월~1995년 5월: 미국 NIST 객원 연구원
1990년 7월~현재: 한국전자통신연구원 표준시험
연구팀 근무
*관심 분야 : B-ISDN 신호 프로토콜, 적합성 시험,
상호운용성 시험, 통신망 라우팅 프
로토콜, MPLS