

# M4 Interface를 지원하는 ATM 네트워크 관리 시스템에 관한 연구

이 범<sup>†</sup> · 최 영 수<sup>††</sup> · 정 진 옥<sup>†††</sup>

## 요 약

초고속 통신망 관련 기술로 대표되는 ATM 기술은 인터넷 환경에서 핵심적인 역할을 하고 있다. QoS(Quality of Service) 요구 사항과 다양한 트래픽 특성을 고속으로 지원하는 ATM 네트워크는 많은 VPC(Virtual Path Connection)/VCC(Virtual Channel Connection)들로 구성되어 있다. 개별 연결들에 대한 QoS를 보장하는 것이 중요하며 네트워크 관리자가 VPC/VCC의 QoS에 영향을 미치는 요소를 신속하게 검색하여 적절한 관리를 수행할 필요가 있다. 본 논문에서는 ATM 네트워크 내에서 관리하고자 하는 VPC/VCC들에 대한 관리 정보를 구축하고 ATM 스위치들로부터 관리 정보를 검색하며 ATM 스위치들의 장애 통보를 이용함으로써 ATM 네트워크의 구성, 장애 및 성능 관리를 할 수 있는 방법론을 제시한다. 이를 위해서 ATM-MIB과 SNMP M4 Network Element View MIB으로부터 구성, 장애 및 성능 감시 항목을 추출하고 추출된 항목을 기반으로 ATM 스위치 구성, 장애 및 성능 관리 시스템을 설계하였다.

## A Study on ATM Network Management System Supporting M4 Interface

Beom Lee<sup>†</sup> · Young-Su Choi<sup>††</sup> · Jin-Wook Chung<sup>†††</sup>

ATM technology, which acts as a representative high-speed bandwidth technology, plays an important role in Internet environment. ATM network, supporting QoS(Quality of Service) and various traffic characters in high speed, configures many VPC(Virtual Path Connection)/VCC(Virtual Channel Connection). It is important to guarantee the QoS of each connection and it is necessary for the network manager to search element affecting the QoS of VPC/VCC and to control ATM network correctly. In the paper, the management information of VPC/VCC, that ATM network manager would like to manage in ATM network, is configured and the management information from ATM switches is searched. Using the fault notification for ATM switch, we can manage the configuration, fault and performance of ATM network. Thus, we extracted the configuration, fault and performance monitoring item from the ATM-MIB and SNMP M4 Network Element View MIB. And we designed the ATM network configuration, fault and performance management system based on the extracted item.

### 1. 서 론

현재 초고속 통신망 관련 기술은 눈부시게 발전하고 있으며 인터넷의 비약적인 발전으로 일반 사용자들도

초고속의 데이터 서비스를 원하게 되었고, 실제 인터넷을 통한 다양한 서비스들은 많은 전송 대역폭을 요구하도록 설계되고 있다. 초고속 통신망 관련 기술로 대표되는 ATM은 connection-oriented를 기반으로 한 네트워크로 다양한 트래픽 특성과 QoS 요구 사항을 갖는 트래픽을 전송하는 고속 네트워크이다. 현재 기존의 LAN과 공중 네트워크를 접속하기 위한 다양한

† 준 회원 : 성균관대학교 대학원 전기전자 및 컴퓨터공학부

†† 준 회원 : 성균관대학교 컴퓨터교육과 교수

††† 종신회원 : 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부 교수  
논문접수 : 1999년 10월 15일, 심사완료 : 1999년 11월 12일

기능과 고속의 라우팅 기술을 접목한 통합형 ATM 스위치의 개발이 활발히 진행되고 있다[2, 7]. ATM은 차세대 인터넷 환경에서 핵심적인 역할을 할 것으로 예상된다[4, 6, 7, 8]. ATM 스위치는 고속의 라우팅 기능 외에도 이더넷, 프레임릴레이와 같은 기존 네트워크의 접속을 지원하고 있으며 LANE(LAN Emulation), MPOA (Multi-Protocol over ATM)와 같은 ATM 네트워크 서비스 기술을 구현한 통합형 시스템들이 개발되고 있다[2, 6].

이에 맞춰 ATM은 매우 빠른 속도로 표준화되고 있으며 ATM 네트워크를 관리하기 위한 네트워크 관리 프로토콜로 CMIP(Common Management Information Protocol)과 SNMP(Simple Network Management Protocol) 등이 제시되고 있다[1, 2, 5]. 실제로 ATM 스위치들은 구현이 복잡한 CMIP 프로토콜보다는 현실적으로 실용화하기 쉬운 SNMP 프로토콜 형태로 구현되고 있다[2, 5]. 표준 MIB에서는 단편적인 관리 정보 정의와 그의 접근 방법을 정의할 따름입니다. 현재 SNMP를 이용하여 ATM 네트워크의 관리 방법으로 해당 시스템의 성능, 주변 링크의 상태와 관련된 관리 정보, 즉 ATM 관련 MIB[1, 3]이 정의되고 있지만 이런 MIB으로 ATM 네트워크를 관리할 수 있는 구체적인 방법론이 기술되지 않고 있다[5].

ATM 네트워크는 많은 VPC/VCC로 구성되어 각 VPC/VCC의 QoS, 트래픽 파라미터에 영향을 미치는 요소들을 감시해야 한다. 본 논문에서는 ATM 네트워크의 관리를 위해서 MIB-II, ATM-MIB[3] 및 SNMP M4 Network Element View MIB[10]으로부터 구성, 장애 및 성능 감시 항목을 추출하고 이를 토대로 ATM 네트워크 관리 시스템을 설계하였다. 구성, 장애, 성능 감시 항목을 통해 관리자에게 ATM 네트워크를 효과적으로 관리할 수 있는 방법을 제공한다. 2절에서는 ATM 네트워크 관리 동향을 살펴보고 3절에서는 본 ATM 스위치 관리 시스템으로 ATM 네트워크의 관리를 위한 MIB-II, ATM-MIB, SNMP M4 Network Element View MIB를 분석하여 추출한 관리 항목에 대하여 논의한다. 4절에서는 ATM 네트워크를 효율적으로 관리하기 위한 ATM 관리 시스템을 설계하며 5절에서는 ATM 표준화 동향과 기존 벤더들의 ATM 네트워크 관리 시스템과 본 논문에서 제안한 ATM 네트워크 관리 시스템과의 차별성에 대해 논의한다. 마지막으로 6절에서는 본 논문에 대한 결론과 향후 계획

에 대해 알아본다.

## 2. ATM 네트워크 관리 동향

ATM 선두 주자인 ATM 포럼은 지금까지 물리 계층, ATM 계층, ATM 적용 계층과 하위 계층부터 표준화 검토를 추진하여 그 결과 신호방식, 트래픽 관리 등의 기본적인 기술 규격을 완성하였다. 동시에, ATM의 각종 서비스 확대를 목적으로 스위치간 신호방식, 프레임 릴레이, 음성/전화 서비스(VTOA: Voice and Telephony Over ATM), PNNI(Private Network-Network Interface), MPOA(Multi-Protocol over ATM)과 같은 컴퓨터 네트워킹에 관련된 기술의 표준화도 추진하고 있다. 이와같은 ATM 기본 기술 및 서비스의 표준화에 부가하여 현재는 보안 관련 기술 및 고위의 서비스 기술이 보다 중요히 검토되고 있다. 또한 제각각의 응용과 서비스가 필요한 QoS를 실현할 수 있도록, 적절한 AAL(ATM adaptation Layer)과 통신 미들웨어를 표준화하였다.

또한 ATM 네트워크를 관리하기 위해 표준화를 하고 있다. 처음에는 ATM 포럼에서 ATM 네트워크를 관리하기 위한 프로토콜로 CMIP을 채택하였다. 거의 모든 업체들이 네트워크 장비들을 관리하기 위해서 SNMP를 사용하며 ATM 포럼에도 SNMP를 지원하기로 결정하여 1998년 6월에 SNMP M4 Network Element View MIB[10]을 정의하여 발표하였다. SNMP M4 Network Element View MIB은 ATM 포럼에서 ATM-MIB (RFC 1695)에 추가적으로 확장한 것으로 공중 ATM 스위치들을 관리[9, 10]하기 위해 정의되었다. 현재 ATM-MIB(RFC 1695)는 RFC 2515 문서로 변경되어 드래프트 상태로 되어 있다. ATM-MIB으로 ATM 네트워크를 관리하는 것은 약간 부족했지만 SNMP M4 Network Element View MIB으로 ATM 네트워크를 관리하는데 충분할 것으로 사료된다.

3COM, Nortel network(구 BAY), CISCO등과 같은 네트워크 벤더들이 ATM 포럼의 많은 표준을 지원하면서 ATM 스위치를 만들고 있으며 자사의 ATM 스위치들로 구성된 ATM 네트워크를 관리하기 위한 툴도 제공하고 있다. CMIP으로 ATM 네트워크를 관리하는 툴도 있습니다. 하지만 고속의 성능을 내는 ATM switch에 CMIP 에이전트를 올려 동작하는데 많은 오버헤드가 들기 때문에 많은 네트워크 벤더들이 SNMP로

ATM 네트워크를 관리할 수 있는 방법을 모색하고 있다. 이에 따라 많은 ATM 스위치들은 SNMP를 지원하고 있고 이에 따라 SNMP을 이용하여 ATM 네트워크를 관리하는 네트워크 관리 시스템(NMS : Network Management System)들이 나타나고 있다. Nortel network(optivity), 3COM(transcend), CISCO등의 벤더들의 ATM 네트워크 관리 시스템도 ATM 네트워크를 관리하는데 SNMP를 지원하고 있다.

### 3. ATM 스위치 구성, 장애 및 성능 감시 항목

본 논문에서는 ATM을 기반으로 한 인터넷을 관리하기 위하여 ATM 구성, 장애 및 성능 감시 항목을

이용하여 네트워크를 분석한다. 이들 ATM 구성 및 성능 감시 항목은 MIB-II에 정의되어 있는 system 그룹, interface 그룹, ATM-MIB 및 SNMP M4 Network Element View MIB 중에서 구성, 장애 및 성능에 관련된 변수들을 추출하고, 추출된 MIB 변수를 주기적으로 누적하고 가공하여 네트워크 관리자가 ATM 네트워크를 효율적으로 관리할 수 있도록 하는 구성, 장애 및 성능 감시를 위한 항목을 정의하였다.

#### 3.1 ATM 스위치 구성 관리 항목

##### 3.1.1 ATM 스위치 장비 현황

ATM switch 장비 현황은 관리하고자 하는 ATM 스위치의 이름(sysName), ATM 스위치의 위치(sys-

〈표 1〉 ATM 구성 관리 항목

관리분야	항 목	MIB 객 체
ATM 스위치 장비 현황	ATM 스위치의 기본 정보	sysName, sysLocation, sysContact, sysService, atmM4EquipOperStatus, atmM4EquipAdminStatus, atmM4EquipVersion, atmM4EquipVendor, atmM4EquipUserLabel, atmM4EquipHolderType
ATM 스위치 인터페이스 현황	인터페이스 관리 상태	ifAdminStatus
	인터페이스 현재 상태	ifOperStatus
	인터페이스 정보	ifDescr
	인터페이스 형태	ifType
	인터페이스 번호	ifNumber
ATM 스위치 VPL/VCL/ Cross-connect 현황	인터페이스 이름	ifName
	ATM 인터페이스 인덱스	ifIndex
	ATM VCL에 할당된VPL/VCI	atmVclVpi, atmVclVci
	VPL/VCL의 연결 정보	atmVclVci, atmVclVpi, atmVplVpi, atmVplAdminStatus, atmVclAdminStatus, atmVplOperStatus, atmVclOperStatus, atmVccAalType
	Cross-connect 내의 VPL/VCL의 연결 정보	atmVcCrossConnectLowVpi, atmVcCrossConnectHighVpi, atmVpCrossConnectLowVpi, atmVpCrossConnectHighVpi, atmVcCrossConnectAdminStatus, atmVpCrossConnectAdminStatus, atmVcCrossConnectL2HOperStatus, atmVcCrossConnectH2LOperStatus, atmVpCrossConnectL2HOperStatus, atmVpCrossConnectH2LOperStatus
트래픽 파라미터 및 QoS를 나타내는 정보	atmTrafficDescrType, atmTrafficDescrParam1, atmTrafficDescrParam2, atmTrafficDescrParam3, atmTrafficDescrParam4, atmTrafficDescrParam5, atmTrafficQoSClass	
VPL/VCL TP	세그먼트 종단점(segment end-point)	atmM4VplSegEndPt, atmM4VclSegEndPt
ATM VC 추적	인터페이스 인덱스	ifIndex
	ATM VCL에 할당된VPL/VCI	atmVclVpi, atmVclVci
	ATM인터페이스 이웃 IP주소	atmInterfaceMyNeighborIpAddress
	ATM인터페이스 이웃 인터페이스 이름	atmInterfaceMyNeighborIfName

Location), ATM 스위치의 관리자(sysContact)와 같은 관리자가 필요로 하는 ATM 스위치 장비의 구성에 관련된 항목이다. 관리하고자 하는 네트워크가 ATM 네트워크라면 시스템 데이터 링크 프로토콜(sysService) 값은 2일 것이다. 즉 이 값으로 해당 시스템이 데이터 링크 프로토콜로 ATM을 사용하는지 알 수 있다. 또한, ATM 스위치 장비의 동작 상태(atmfM4EquipOperStatus), 관리 설정 상태(atmfM4EquipAdminStatus), 장비 제조 업체(atmfM4EquipVendor), 장비의 컴포넌트 버전(atmfM4EquipVersion), 일반적으로 사용자들이 부르는 장비 이름(atmfM4EquipUserLabel), 장비의 종류(atmfM4EquipHolderType) 등의 상세한 구성 정보도 알 수 있다. 관리자는 ATM 스위치 장비 현황 항목을 통해서 관리하고자 하는 ATM 네트워크 내의 ATM 스위치의 기본적인 구성 정보와 상세 구성 정보를 파악할 수 있다.

### 3.1.2 ATM 스위치 인터페이스 현황

ATM 스위치 인터페이스 현황은 ATM 스위치의 인터페이스가 몇 개인지 그리고, 각 인터페이스의 현재 상태(ifOperStatus), 관리 상태(ifAdminStatus), 인터페이스 종류(ifType), 인터페이스 이름(ifName) 등의 인터페이스에 관련된 구성 정보를 파악할 수 있는 항목이다.

### 3.1.3 ATM 스위치 VCL/VPL/Cross-connect 현황

ATM 스위치들 사이의 VCL/VPL/Cross-connect의 현재 상태, 관리 상태, 트래픽 파라미터, QoS 및 AAL 타입 등의 연결 구성에 관련된 정보를 관리자에게 알려주는 항목이다. 관리자는 ATM 스위치 VCL/VPL/Cross-connect 현황을 통해서 해당 ATM 스위치에 현재 설정되어 있는 Virtual Channel Link, Virtual Path Link, Cross-connect의 관리 상태(ex : atmVpladminStatus), 현재 상태(ex : atmVclOperStatus), 설정된 VPI(ex : atmVplVpi), 설정된 VCI(ex : atmVclVci)와 같은 기본 연결 정보를 알 수 있다. 또한 관리자는 설정된 Virtual Channel Link, Virtual Path Link, Cross-connect의 트래픽 파라미터(atmTrafficDescrParam1~atmTrafficDescrParam5)와 트래픽 QoS(atmTrafficQoSClass)를 통해서 현재 설정된 연결의 특성 정보를 알 수 있다.

### 3.1.4 VPL/VCL TP

ATM 스위치들 사이의 VPL/VCL TP(termination Point)가 세그먼트 종단점(segment end-point)인지 나타내는 관리 항목이다. 관리자는 이 항목을 통해서 관리하고자 하는 ATM 스위치의 VPL이나 VCL TP가 세그먼트의 종단점인지 아닌지를 알 수 있다.

### 3.1.5 ATM VC 추적

ATM VC가 ATM 스위치들 사이에 어떻게 상호연결되었는지를 나타내는 네트워크 구성에 관련된 항목이다. ATM-MIB의 ATM Interface Configuration Parameter 그룹의 atmInterfaceMyNeighborIpAddress와 atmInterfaceMyNeighborIfName과 같은 MIB 객체를 통해서 virtual channel 연결을 추적할 수 있다. 따라서, 관리자는 ATM Virtual Channel 추적 항목을 이용하여 현재 연결되어 있는 virtual channel이 어떻게 연결되어 있는지 알 수 있다. 이 항목은 ATM 네트워크에서 VPC/VCC를 관리하기 위해서 가장 먼저 수행될 부분이다. ATM 네트워크는 여러 VPC/VCC로 구성되어 있다. 이 항목은 여러 ATM 스위치들 사이에 설정된 VPC/VCC의 연결을 추적하여 VPC/VCC 내의 ATM 스위치들을 알 수 있는 정보를 관리자에게 제공하며 추적한 ATM 스위치를 관리하면 각각의 VPC/VCC를 관리할 수 있는 정보로 활용할 수 있다.

## 3.2 ATM 스위치 장애 항목

### 3.2.1 ATM 인터페이스 알람

ATM 인터페이스 알람 항목은 ATM 스위치의 인터페이스에 이상이 생길 때를 알려주는 항목으로 물리적인 문제를 통보하는 항목이며 다음은 ATM 인터페이스의 세부 알람 항목이다.

- AIS alarm

특정 ATM physical path TP(Termination Point)에서 연결 상태가 유효하지 않다고 downstream에게 알려주기 위해서 사용되는 AIS(Alarm Indication Signal)이 발생했음을 알려준다.

- RDI alarm

특정 ATM physical path TP(Termination Point)에서 여러 개의 AIS를 받은 후에 특정 VPL/PC TP에서 VPL/VPC의 실패를 upstream에게 알리기 위해서 사용되는 RDI(Remote Defect Indication)이 발생

했음을 알려준다.

- LCD alarm  
특정 ATM TP Adapter에서 LCD(Loss of Cell Delineation)가 발생했음을 알려준다.
- LOF alarm  
특정 ATM physical path TP(Termination Point)에서 LOF(Loss of Frame), 즉 전송할 프레임을 잃어버렸음을 알려준다.
- LOP alarm  
특정 ATM physical path TP(Termination Point)에서 LOP(Loss of Pointer), 즉 연결할 포인터를 잃어버렸음을 알려준다.
- LOS alarm  
특정 ATM physical path TP(Termination Point)에서 LOS(Loss of Signal), 즉 물리적인 전기적 신호가 없음을 알려준다.
- Path trace mismatch alarm  
특정 ATM physical path TP(Termination Point)에서 전송 경로를 모르는 상태(path trace mismatch)가 되었음을 알려준다.
- Transmission error alarm  
특정 ATM 물리적인 path TP(Termination Point)에서 전송 에러가 발생했음을 알려준다.

### 3.2.2 ATM VPL/VPC TP 알람

ATM VPL/VPC TP 알람 항목은 VPL/VPC가 이상이 생겨 자신의 downstream과 upstream에게 특정 VPL/VPC가 문제가 발생하여 관리자에게 알려줘야 하는 상황이 발생할 때를 알려주는 항목이다. 다음은 VPL/VPC TP 알람의 세부 항목이다.

- AIS alarm  
특정 ATM VPL/VPC TP(Termination Point)에서 VPL/VPC의 실패를 downstream에게 알려주기 위해서 사용되는 AIS(Alarm Indication Signal)이 발생했음을 알려준다.
- RDI alarm  
여러 개의 AIS를 받은 후에 특정 VPL/PC TP에서 VPL/VPC의 실패를 upstream에게 알려주기 위해서 사용되는 RDI(Remote Defect Indication)이 발생했음을 알려준다.

### 3.2.3 ATM VCL/VCC TP 알람

ATM VCL/VCC TP 알람 항목은 VCL/VCC가 이상이 생겨 자신의 downstream과 upstream에게 특정 VCL/VCC가 문제가 발생하여 관리자에게 알려줘야 하는 상황이 발생할 때를 알려주는 항목이다. 다음은 VCL/VCC TP 알람의 세부 항목이다.

- AIS alarm  
특정 ATM VCL/VCC TP(Termination Point)에서 VCL/VCC의 실패를 downstream에게 알려주기 위해서 사용되는 AIS(Alarm Indication Signal)이 발생했음을 알려준다.
- RDI alarm  
여러 개의 AIS를 받은 후에 특정 VCL/VCC TP에서 VCL/VCC의 실패를 upstream에게 알려주기 위해서 사용되는 RDI(Remote Defect Indication)이 발생했음을 알려준다.

### 3.2.4 ATM 스위치 내의 하드웨어 알람

ATM 스위치 내의 하드웨어 알람 항목은 ATM 스위치 내의 하드웨어 문제를 알려주는 항목이다. 다음은 ATM 스위치 내의 하드웨어 알람 세부 항목이다.

- Congestion alarm  
ATM 스위치 내의 하드웨어 유닛에 혼잡이 발생했음을 알려준다.
- Multiplexer alarm  
ATM 스위치 내의 multiplexer에 문제가 발생했음을 알려준다.
- Power alarm  
ATM 스위치의 전원에 문제가 발생했음을 알려준다.
- Processor alarm  
ATM 스위치 내의 processor에 문제가 발생했음을 알려준다.
- Receiver fail alarm  
ATM 스위치 내의 receiver의 실패가 발생했음을 알려준다.
- Timing alarm  
ATM 스위치에서 timing 문제가 발생했음을 알려준다.
- Transmitter fail alarm  
ATM 스위치 내의 transmitter의 실패가 발생했음을 알려준다.

- Storage capacity alarm  
ATM 스위치 내의 storage capacity에 문제가 발생했음을 알려준다.
- Memory mismatch alarm  
ATM 스위치에서 memory mismatch가 발생했음을 알려준다.
- Corrupt data alarm  
ATM 스위치에서 처리하는 데이터가 붕괴되는 상황이 발생했음을 알려준다.
- Fan fail alarm  
ATM 스위치 내의 쿨링팬(cooling fan)이 동작하지 않고 있음을 알려준다.
- Door open alarm  
ATM 스위치의 케이스가 열려져 있음을 알려준다.
- High temperature alarm  
ATM 스위치의 하드웨어의 온도가 높게 올라갔음을 알려준다.

### 3.3 ATM 스위치 성능 항목

#### 3.3.1 ATM 인터페이스 셀 송수신율

ATM 인터페이스 셀 송수신율은 단위 시간당 ATM 인터페이스에 송수신되는 셀을 나타내주는 항목이다. ATM에서는 기존의 네트워크와는 달리 송신 Virtual Connection과 수신 Virtual Connection이 다르고 이에 대해 할당되는 속도도 다를 수 있다. 관리자는 ATM 인터페이스 셀 송수신율 항목을 통해서 한 ATM 인터페이스에 송수신되는 셀의 비율을 알 수 있어 장기적으로 볼 때 ATM 인터페이스 셀 송수신율 항목을 통하여 송수신에 할당되는 대역폭을 조정할 수 있는 기준을 제공한다.

#### 3.3.2 ATM 인터페이스 가동률

단위 시간당 ATM 인터페이스가 동작하는 비율을 나타내는 항목이다. 관리자는 ATM 인터페이스 가동률 항목을 통해서 ATM 인터페이스가 얼마나 정상적으로 잘 동작하는지를 알 수 있으며 결과적으로 사용자가 ATM 네트워크를 통해 얼마나 서비스 받을 수 있는지에 대한 지표로서 활용된다.

#### 3.3.3 ATM VPL/VCL 가동률

단위 시간당 ATM 인터페이스 내의 VPL/VCL이 동작하는 비율을 나타내는 항목이다. ATM 인터페이스

가동률 보다는 구체적인 VPL/VCL별로 구체적인 정보를 관리자에게 제공한다. 관리자는 ATM VPL/VCL 가동률 항목을 통해서 Virtual Path Link나 Virtual Channel Link가 얼마나 정상적으로 잘 동작하는지를 알 수 있으며 이는 결과적으로 사용자가 연결된 VPL/VCL를 통해 얼마나 서비스 받을 수 있는지에 대한 관리 정보로 활용된다.

#### 3.3.4 ATM Cross-connect VPL/VCL 가동률

단위 시간당 ATM Cross-connect 인터페이스 내의 VPL/VCL이 동작하는 비율을 나타내는 항목이다. 관리자는 ATM Cross-connect VPL/VCL 가동률 항목을 통해서 cross-connect된 Virtual Path나 Virtual Channel이 얼마나 정상적으로 잘 동작하는지를 알 수 있으며 이 ATM cross-connect 스위치를 거쳐 사용자가 얼마나 서비스 받을 수 있는지에 대한 기준으로 사용된다.

#### 3.3.5 ATM 인터페이스 셀 손실률

ATM 인터페이스 셀 손실률은 단위 시간당 인터페이스에서 잡음으로 인한 HEC 에러, cell header validation 에러 등으로 인해 손실되는 셀의 비율을 나타내는 항목이다. 관리자는 ATM 인터페이스 셀 손실률을 통해서 ATM 스위치에서 손실되는 셀의 비율을 알 수 있어 ATM 인터페이스의 송수신 품질 상태를 가늠할 수 있다.

#### 3.3.6 ATM 인터페이스 이용률

ATM 인터페이스 이용률은 대역폭을 기준으로 인터페이스의 이용량을 백분율로 나타내는 항목이다. 관리자는 ATM 인터페이스 이용률을 통해서 해당 ATM 인터페이스가 어느 정도 이용되고 있는지를 알 수 있다. ATM 인터페이스 이용률과 ATM 인터페이스 셀 송수신 손실률 항목을 서로 같이 비교해보면 해당 ATM 인터페이스가 얼마나 사용되고 있고 얼마나 과부하가 걸리는지도 알 수 있다. 이용률 경향을 알게 되면 대역폭을 효과적으로 조정할 수 있다. 예를 들어, 월요일에는 outgoing의 이용률이 높고 토요일에는 incoming의 이용률이 높다고 한다면 월요일에는 outgoing의 대역폭을 높게 조정하고 incoming의 대역폭을 낮게 조정하면 대역폭을 효율적으로 사용할 수 있다. 또한 네트워크 증설을 할 경우 선로의 대역폭을 결정할 때에 판단 자료로도 활용할 수 있다.

### 3.3.7 ATM 링크 에러율

ATM 링크 에러율은 해당 ATM 인터페이스로부터 유입되는 셀의 에러에 의해서 상위 계층 프로토콜로 전송되지 못하는 수신 셀의 수를 비율로 나타내는 항목이다. 관리자는 해당 ATM 인터페이스로 유입되는 셀 중에서 얼마나 많은 셀이 상위 계층 프로토콜로 전송되지 못하는지 알 수 있고 이 항목으로 ATM 링크의 품질 정도를 판단할 수 있다.

### 3.3.8 ATM 인터페이스 셀 에러 레포트

ATM 셀 에러 레포트는 에러가 발생한 ATM 셀에 대해 에러 종류, 에러의 원인, 에러가 발생한 시간, 에러가 발생한 셀의 VPI/VCI값을 나타내는 항목이다. 관리자는 특히 ATM 링크 에러율이 높으면 관리하고자 하는 ATM 스위치를 거쳐 지나가는 셀들에 에러가 발생했을 때 어떠한 에러로 셀이 버려지며 에러가 발생한 셀의 시간을 보고 ATM 스위치에서 ATM 계층이 어떠한 이유로 잘못 수행되는지 알 수 있다.

### 3.3.9 ATM 인터페이스 OAM 셀 수신율

ATM OAM 수신율은 ATM 스위치 사이에서 성능, 장애, 구성등과 같은 관리 정보가 얼마나 교환되고 있는지를 나타내는 항목이다. 관리자는 이 항목을 통해서 관리하고자 하는 ATM 스위치들이 잘 동작하기 위해서 얼마나 관리 정보를 교환하는지를 알 수 있다.

### 3.3.10 UPC/NPC Disagreement 패스율

UPC/NPC Disagreement 패스율은 UPC/NPC가 감시하는 트래픽 특성치를 초과하고도 잘 전송된 셀의 비율이다. 이 항목은 관리자에게 기존의 다른 연결들의 QoS에 영향을 줄 수 있는 잘못된 동작으로부터 막기 위해 ATM 네트워크 자원을 관리하는 UPC/NPC의 트래픽 특성치를 초과하고도 잘 전송된 셀의 비율을 알려 준다.

### 3.3.11 UPC/NPC 기능 동작률

UPC/NPC 기능 동작률은 UPC/NPC가 감시하는 트래픽 특성치를 초과하여 버려진 셀의 비율이다. 이 항목은 관리자가 UPC/NPC의 기능이 얼마나 잘 동작하고 있는지 알아볼 수 있는 지표로 사용된다.

### 3.3.12 ATM TC Adapter 프로토콜의 HEC violation율

ATM TC Adapter 프로토콜에서의 HEC violation율은 ATM 물리계층에서 HEC로 셀을 동기화하는데 얼

마나 많은 셀들이 HEC violation으로 동기를 잃어버려 버려진 셀의 비율이다. 이 항목은 ATM 물리 계층의 서브 계층인 TC Adapter 프로토콜의 기능이 잘 수행되는지를 나타낸다.

## 3.4 ATM 네트워크 관리 항목

ATM 네트워크 관리 항목은 관리하고자 하는 ATM 스위치들의 전체 네트워크의 관리 항목으로 ATM 네트워크 링크 에러율, ATM 네트워크 이용률로 구성된다. ATM 네트워크 관리 항목을 통해서 관리자는 자신이 관리하고자 하는 ATM 네트워크 전체에 대해서 얼마나 에러없이 잘 사용되고 있는지 알 수 있다. 3.1절에서 3.4절에서 추출한 관리 항목은 스위치 개별에 대한 것이지만 3.5절에서 추출한 관리 항목은 관리하고자 하는 ATM 네트워크에 대한 관리 항목이다. ATM 네트워크 관리 항목을 이용하면 관리자가 개별 ATM 스위치에 대한 관리 항목의 분석 결과를 종합적으로 분석하여 정리할 필요없이 전체적인 네트워크 상황을 알 수 있다. ATM 네트워크 링크 에러율과 ATM 네트워크 이용율으로 전체적인 네트워크 상황을 파악하는데는 부족하지 않을 것이다. 만약 전체적인 네트워크 상황이 좋지 않다면 각 ATM 스위치 관리 항목을 통해서 구체적인 원인을 파악할 수 있어 적절한 조치를 취할 수 있다.

### 3.4.1 ATM 네트워크 링크 에러율

ATM 네트워크 링크 에러율은 관리하고자 하는 ATM 네트워크의 모든 인터페이스로부터 유입되는 셀의 에러에 의해서 상위 계층 프로토콜로 전송되지 못하는 수신 셀의 수를 비율로 나타내는 항목이다. 관리자는 해당 ATM 인터페이스로 유입되는 셀 중에서 얼마나 많은 셀이 에러로 인해서 상위 계층 프로토콜로 전송되지 못하는지 알 수 있고 이 항목으로 ATM 네트워크 전체 링크의 품질 정도를 판단할 수 있다. 다음은 ATM 네트워크 링크 에러율을 구하는 수식이다.

$$\sum_k \frac{\epsilon_k}{\beta_k} \times \frac{\alpha_k}{\sum_i \alpha_i}$$

$\alpha_i$ : ATM 인터페이스 속도  
 $\beta_i$ : ATM 인터페이스 전체 수신 옥텟량  
 $\epsilon_i$ : ATM 인터페이스 수신 에러 옥텟량

이 항목은 ATM 네트워크의 전체적인 로드 및 전송 상태가 어떤지 판단할 수 있는 근거로 활용될 수 있는데 좀 더 정확히 알아보기 위해서는 ATM 네트워크





리자 메일 주소로 보고한다.

#### 4.1 Client Web Interface

Client Web Interface 모듈은 네트워크 관리자로부터 관리하고자 하는 피관리 ATM 스위치의 구성, 장애 및 성능 관리를 위해서 본 논문 3절에서 추출한 관리 항목을 선택하고 이에 해당하는 관리 정보를 입력 받는 역할을 수행하고 수집된 관리 정보를 바탕으로 분석된 ATM 네트워크 관리 분석 결과를 검색하는 역할을 수행한다.

#### 4.2 User Request Controller

User Request Controller 모듈은 Client Web Interface 모듈로부터 사용자의 요구를 입력 받으면 동작한다. User Request Controller 모듈의 역할은 클라이언트 웹 가시화 인터페이스로부터 들어온 사용자 요구 메시지를 분석하고 수집 요구와 분석 요구를 구분하여 사용자 수집 요구이면 ATM Collection Request Handler 모듈을 호출하고 분석 요구이면 ATM Analyzer 모듈 중의 ATM PA(Performance Analyzer) 모듈, ATM CA(Configuration Analyzer) 모듈 또는 ATM FA(Fault Analyzer)를 호출하는 것이다. 간단히 말해서 User Request Controller 모듈은 사용자 메시지를 구분하여 수집 요구와 분석 요구를 구분하여 해당 모듈로 분기시키는 기능을 수행한다.

#### 4.3 ATM Collection Request Handler

ATM Collection Request Handler는 ATM 네트워크를 관리하는데 필요한 정보를 분석하기 위해서 일정 기간 동안 관리 정보를 수집하는데 필요한 정보를 Environment DB에 기록하고 Scheduler를 호출하는 모듈이다. 이 모듈에서는 자료를 수집하는 기간, 분석하고자 하는 피관리 ATM 시스템, 수집하고자 하는 MIB-II, ATM-MIB 및 SNMP M4 Network Element View MIB 객체들을 정의하고 있다. 수집 요구가 들어오면 ATM Collection Request Handler 모듈은 이전의 수집 요구와 중복되었는지 확인한다. 만약 중복되지 않았으면 Polling MIB List Generator 모듈이 관리를 위해서 폴링해야 할 MIB-II, ATM-MIB와 SNMP M4 Network Element View MIB 객체 리스트를 생성하고 Environment DB에 기록한다. 또한 주기적 관리 정보를 수집하기 위해 Scheduler에 등록한다.

#### 4.4 Polling MIB List Generator

Polling MIB List Generator 모듈은 사용자로부터 입력 받은 정보를 이용하여 폴링해야 할 MIB 객체들의 리스트를 생성한다. 각 수집 요구마다 폴링해야 할 MIB 객체들이 달라지기 때문에 각 수집 요구에 따라 폴링해야 할 MIB 객체들의 리스트를 수집 요구별로 관리해야 한다. 또한 생성된 Polling MIB List는 수집이 끝나고 분석요구를 할 때 ATM Mgmt Raw DB를 검색할 때 키 값으로도 사용된다. 이는 ATM mgmt raw DB의 효율을 높여주는데 이는 중복된 기본 정보 즉, Polling MIB List를 키 값으로 사용하기 때문이다.

#### 4.5 Scheduler

Scheduler 모듈은 어떤 기능을 주기적으로 수행하는 모듈이다. Scheduler 모듈은 수집 요구 기간 동안에 주기적으로 수집하고자 하는 MIB-II, ATM-MIB 및 SNMP M4 Network Element View MIB 객체들 즉, Polling MIB List Generator 모듈이 생성한 리스트를 참조하여 MIB-II, ATM-MIB, SNMP M4 Network Element View MIB을 수집한다. 즉 수집 시에 SNMP을 이용하여 피관리 ATM 시스템으로부터 관련된 MIB-II, ATM-MIB 및 SNMP M4 Network Element View MIB 객체들을 주기적으로 폴링하여 ATM mgmt (management) raw DB에 기록한다.

#### 4.6 ATM Analyzer Interface Controller

ATM Analyzer Interface Controller은 ATM Analyzer 모듈을 총괄적으로 관리하고 제어하는 모듈이다. 이렇게 2개의 모듈로 구분하는 것은 차후의 확장을 쉽게 하기 위해서이다. ATM Analyzer Interface Controller은 ATM Analyzer 모듈의 각 컴포넌트의 공통적인 부분(예를 들면, 클라이언트 웹 가시화 인터페이스와의 통신)을 처리하고 제어한다.

#### 4.7 ATM Analyzer 모듈

ATM Analyzer 모듈은 CA(Configuration Analyzer), FA(Fault Analyzer), PA(Performance Analyzer), IA(Integrated Analyzer) 컴포넌트와 View Generator 컴포넌트로 구성된다. CA 컴포넌트는 구성 관리 분석 기능을 제공하며 FA 컴포넌트는 장애 관리 분석 기능을 제공하고 PA 컴포넌트는 성능 관리 분석 기능을 제공하며 IA 컴포넌트는 ATM 네트워크 전체에 대한

관리 분석 기능을 제공한다. View Generator 컴포넌트는 CA 컴포넌트, FA 컴포넌트, PA 컴포넌트와 IA 컴포넌트에서 분석된 결과를 표, 그래프와 같은 형태로 생성하는 기능을 제공한다. 간단히 말해서 ATM Analyzer 모듈은 이전에 수집 요구를 했던 요구, 즉 수집 요구 모듈이 수집한 데이터를 분석해 주는 모듈이다. 이런 구조는 차후에 확정을 할 경우에 새로운 분석 컴포넌트만 추가하면 되기 때문에 확장성이 높다. ATM Analyzer 모듈은 관리자가 관리하고자 하는 ATM 네트워크 수집 요구를 분석할 수 있도록 수집된 관리 정보를 분석하는 역할이다.

#### 4.8 장애 정보 처리 모듈

장애 정보 처리 모듈은 Trap Daemon, Trap Analyzer와 Trap Reporter 컴포넌트로 구성된다. 이 모듈은 관리하고자 하는 ATM 스위치에 장애가 발생하여 ATM 스위치 관리 시스템에게 알리는 알람을 받아 장애 정보를 분석하고 나중에 자세히 장애를 분석할 수 있도록 ATM Mgmt Raw DB에 기록하고 응급 조치가 필요한 장애이면 장애 분석 레포트를 생성하여 관리자에게 메일 보내 주는 모듈이다. Trap Daemon 컴포넌트는 피관리 ATM 스위치의 장애 알람을 감시하는 기능을 수행한다. Trap Analyzer 컴포넌트는 Trap Daemon로부터 받은 장애 정보를 분류하여 Environment DB에 기록하는 기능을 수행한다. Trap Reporter 컴포넌트는 긴급한 장애 정보를 관리자에게 메일 형태의 장애 레포트를 생성하여 관리자에게 메일을 보내는 기능을 수행한다.

#### 4.9 Environment DB

Environment DB는 ATM 스위치 관리 시스템의 동작에 필요한 제어 정보와 ATM 스위치를 관리하는데 필요한 기본 정보를 담고 있는 DB이다. ATM 스위치 관리 시스템의 동작에 필요한 제어 정보는 ATM 스위치 관리 시스템의 아이디, ATM 스위치 관리 시스템의 시스템 정보, ATM 스위치 관리 시스템의 location 정보, 관리자 아이디, 관리자 패스워드 및 관리자 메일 주소 등이다. ATM 스위치를 관리하는데 필요한 기본 정보는 피관리 ATM 스위치의 IP 주소, 인터페이스 인덱스, community, interval, 수집 기간 및 Polling MIB List Generator가 생성한 Polling MIB List, 즉 관리 대상 정보 등이다. ATM 스위치를 관리하는데

필요한 기본 정보는 나중에 ATM Analyzer 모듈이 분석 기능을 수행하기 위해 ATM Management Raw DB를 검색할 때 키 값으로 사용된다. 이는 ATM Management raw DB의 효율을 높여주는데 이는 공통된 기본 정보 즉, Polling MIB List를 키 값으로 사용하기 때문이다.

#### 4.10 ATM Management Raw DB

ATM Management Raw DB는 관리하고자 하는 ATM 스위치의 관리 정보와 기본적인 인덱스를 담고 있는 DB이다. ATM Analyzer 모듈은 분석 기능을 수행할 때 필요한 피관리 ATM 스위치의 관리 정보를 검색하기 위해서 Environment DB의 Polling MIB List를 얻어 이를 키 값으로 ATM Management Raw DB를 검색한다. ATM Management Raw DB는 storage space의 효율을 높이기 위해 오직 ATM 스위치 관리 정보만을 가지고 있기 때문에 Environment DB에서 키 값을 얻어야만 분석하는데 필요한 관리 정보를 검색할 수 있는 구조를 가지고 있다. ATM 스위치를 관리하는데 많은 정보가 필요하기 때문에 저장 공간을 효율적으로 사용할 수 있도록 구성하는 것은 중요한 요소이다.

### 5. 표준화 동향과 기존 벤더의 NMS와의 차별성

과거에 ATM 포럼에서는 ATM 네트워크를 관리하기 위한 프로토콜로 CMIP만을 채택하였다. 고속의 성능을 내는 ATM 스위치에 CMIP을 올리는 것은 많은 오버헤드를 가져오게 되었고 기존의 네트워크 관리 시스템과의 호환이 잘 이루어지지 않아 기존의 네트워크 관리 시스템과 ATM 네트워크 관리 시스템이 따로 존재해야 했다. 이런 불합리한 점들 때문에 ATM 포럼에도 SNMP를 지원하기 위해 1998년 6월에 SNMP M4 Network Element View MIB을 정의하여 발표하였다. ATM 포럼에서는 ATM 네트워크를 관리할 수 있는 2가지 표준(SNMP, CMIP)을 내놓은 것으로 이는 ATM 네트워크를 관리하는데 CMIP을 이용할 수도 있고 SNMP를 이용할 수 있도록 지원하는 것을 의미한다. SNMP M4 Network Element View MIB은 ATM 포럼에서 ATM-MIB(RFC 1695)에 추가적으로 확장한 것으로 공중 ATM 스위치들을 관리하기 위한 관리 정보를 정의하고 그의 접근 방법등을 기술한 것이다.

ATM 스위치들을 ATM-MIB으로 ATM 네트워크를 관리하는 것은 약간 부족했지만 SNMP M4 Network Element View MIB으로 ATM 네트워크를 관리하는데 충분하게 되었다.

하지만 SNMP M4 Network Element View MIB 표준이 발표된 기간이 오래되지 않아서 현재 SNMP M4 Network Element View MIB을 지원하는 ATM 스위치가 거의 없다. 앞으로 많은 벤더들이 SNMP M4 Network Element View MIB을 지원할 것이다. 또한 기존 벤더의 ATM 네트워크 관리 시스템은 ATM-MIB과 벤더 MIB으로 ATM 네트워크를 관리하는데 장비 제조업체가 나름대로 정의한 Vendor MIB을 이용하여 ATM-MIB의 부족한 부분을 보완하였다. 기존의 SNMP를 이용한 ATM 네트워크 관리 시스템은 이때문에 장비 제조업체의 ATM 스위치만을 지원하게 되어 범용성이 많이 떨어진다.

본 논문에서 제안한 ATM 스위치 관리 시스템은 ATM 포럼에서 표준화한 SNMP M4 Network Element View MIB을 이용하기 때문에 어느 ATM 스위치 제품이든지 지원할 수 있다. 또한 본 논문에서 제안한 ATM 스위치 관리 시스템의 모델의 ATM Analyzer 부분은 Object-Oriented 방식으로 구성하여 차후에 새로운 분석 모듈을 추가하여 쉽게 확장할 수 있는 확장성을 지니고 있다. 가장 기본적인 분석 모듈로 구성, 장애 및 성능 분석 모듈이 있는데 이 위에 통합 분석 모듈(IA : Integrated Analyzer)이 쉽게 추가되었다. 이런 높은 확장성이 기존의 NMS보다도 좋은 장점일 것이다. 또한 본 논문에서 추출한 관리 항목은 MIB-II, ATM-MIB 및 SNMP M4 Network Element View MIB의 변수를 단편적으로 추출한 것이 아니라 좀 더 종합적이며 효율적으로 관리할 수 있도록 ATM 인터페이스 가동률, ATM 인터페이스 셀 손실률, ATM 링크 에러율, ATM 네트워크 링크 에러율, ATM 네트워크 이용률과 같이 여러 관리 정보들(MIBs)를 종합적으로 조합하여 추출한 항목이다. 이런 종합적인 관리 항목을 통해서 관리자는 ATM 네트워크에 생긴 문제들에 대해서 적절히 조치를 취함으로써 보다 안정적이고 효율적으로 ATM 네트워크를 관리할 수 있다. 따라서 본 논문에서 제안한 ATM 네트워크 관리 방법론은 ATM 스위치 제품에 독립적으로 ATM 네트워크를 관리하는 방법이라 할 수 있다.

## 6. 결 론

본 논문에서는 ATM을 기반으로 한 인터넷을 관리하기 위해 ATM 구성, 장애 및 성능 감시 항목을 정의하였으며 ATM 네트워크에 대한 항목 또한 정의하였다. 이를 위해 ATM 네트워크를 관리하기 위한 관리 시스템의 모델을 설정하였다. 이를 위해 ATM 스위치에서의 성능 감시 항목을 설정하여 이를 분석하기 위한 ATM 인터페이스 셀 송수신률, ATM 링크 에러율을 정의 하였고 ATM 스위치의 구성 관리를 위하여 ATM 스위치 장비 현황 및 ATM VC 추적과 같은 분석 항목을 설정하였으며 ATM 스위치의 장애 관리를 위하여 ATM 인터페이스 알람, ATM VPL/VPC TP 알람, ATM 스위치 내의 하드웨어 알람과 같은 분석 항목을 설정하였다. 또한 ATM 네트워크 관리 항목을 위하여 ATM 네트워크 링크 에러율과 ATM 네트워크 이용률과 같은 분석 항목 설정하였다.

본 논문에서 제안한 관리 항목은 ATM 네트워크를 효율적으로 관리할 수 있도록 MIB-II, ATM-MIB, SNMP M4 Network Element View MIB을 분석하여 추출해낸 것으로 ATM을 관리할 수 있는 방법론의 근간이 된다. ATM 네트워크 관리 시스템은 ATM 네트워크에서의 QoS, 트래픽 파라미터에 영향을 미치는 요소들을 감시하고 ATM 네트워크에서의 장애를 감시한다. 또한 ATM 스위치의 장애 알람 항목으로 능동적으로 ATM 스위치의 장애도 관리할 수 있는 방법론을 제시하였다. 초기의 ATM 네트워크 관리 시스템이 표준 MIB으로 ATM 네트워크를 관리하는데 부족했기 때문에 Vendor MIB을 사용하여 관리해 장비 제조업체에 종속적이었다. 하지만 본 논문에서 제안한 ATM 네트워크 관리 시스템은 ATM 네트워크를 관리하기 위한 관리 정보를 기술한 표준 MIB에서 추출하여 사용하기 때문에 관리하고자 하는 ATM 장비에 ATM 네트워크 관리를 위한 표준 ATM-MIB과 SNMP M4 Network Element View MIB만 구현되어 있다면 어떤 ATM 장비라도 관리할 수 있다.

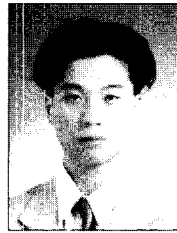
본 논문은 이와 같은 분석 항목을 기반으로 ATM 스위치에서의 구성, 장애 및 성능 관리를 수행하는 시스템 모델을 설계하였다. 이 시스템은 웹 기반의 클라이언트-서버 모델로서 Client Web Interface, Polling MIB List Generator, ATM Analyzer 모듈 등과 같은 세부 모

들로 이루어진다. 특히, ATM Analyzer 세부 모듈은 Object-Oriented 개념을 적용하여 차후에 새로운 분석 모듈의 쉽게 추가할 수 있도록 하였다.

향후 ATM 네트워크 관리 영역의 확장을 위해 보안, 계정 및 서비스 레벨의 관리에 대한 연구가 수행되어야 할 것이다. 이를 기반으로 한 ATM 보안, 계정 및 서비스 레벨의 관리 모듈에 대한 설계, 구현이 추가로 요구되며 실제 ATM Network에 대한 적용 또한 필요한 연구과제이다.

### 참 고 문 헌

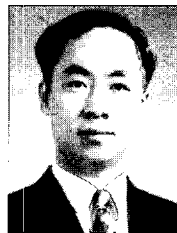
- [1] ATM : YEAR THREE Tutorial 2 The ATM Forum Seminar on the New High-level services, 1995.
- [2] David. McDysan, Darren. Spohn, ATM Theory and Application, McGraw-Hill, 1998.
- [3] RFC 1695, Definition fo Managed Objects for ATM Management Version 8.0 using SMIV2, August 1994.
- [4] Paul Patrick White, ATM Switching and IP Routing Integration : The Next Stage in Internet Evolution, IEEE Communications Magazine, April 1998.
- [5] Heng Pan, SNMP-Based ATM Network Management, Artech House,1998.
- [6] James Martin, Asynchronous Transfer Mode, 1997.
- [7] Thomas M. Chen, Stephen S. Liu, ATM Switching Systems, Artech House, 1995.
- [8] Balaji Kumar, Broadband Communications, McGraw Hill, 1995.
- [9] M4 Interface Requirements and Logical MIB : ATM Network View Version 2(AF-NM-0058.001), 1999.
- [10] SNMP M4 Network Element View MIB(AF-NM-0095.001), 1998.



### 이 범

e-mail : blee@songgang.skku.ac.kr  
 1998년 성균관대학교 정보공학과 졸업 (학사)  
 1998년~현재 성균관대학교 전기 전자 및 컴퓨터공학부 대학원 석사과정

관심분야 : 네트워크 관리, 네트워크 보안



### 최 영 수

e-mail : yschoi@songgang.skku.ac.kr  
 1988년 성균관대학교 정보공학과 졸업(학사)  
 1991년~1993년 삼성SDS 정보통신추진실근무  
 1997년 성균관대학교 대학원 정보공학과 졸업 (석사)

1999년 성균관대학교 대학원 정보공학과 박사과정  
 1999년~현재 성균관대학교 컴퓨터교육과 전임강사  
 관심분야 : 네트워크 관리, 인터넷 응용 서비스, 초고속 통신망



### 정 진 욱

e-mail : jwchung@songgang.skku.ac.kr  
 1974년 성균관대학교 전기공학과 학사  
 1979년 성균관대학교 대학원 전자공학과 석사  
 1991년 서울대학교 대학원 계산통계학과 박사

1982년~1985년 한국과학기술 연구소 실장  
 1981년~1982년 Racal Milgo Co. 객원연구원  
 1985년~현재 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부 교수  
 관심분야 : 컴퓨터 네트워크, 네트워크 관리, 네트워크 보안