

# MPOA 망에서의 차등화 서비스 구조

정희원 강남 회\*, 김영한\*, 박창민\*\*, 이종협\*\*, 이형호\*\*

## Architecture of Differentiated Services over MPOA Networks

Namhi Kang\*, Younghan Kim\*, Changmin Park\*\*, Jonghyup Lee\*\*, Hyeongho Lee\*\*

Regular Members

### 요약

본 논문에서는 MPOA(multi-protocol over ATM) 망에서 인터넷 차등화 서비스를 지원하기 위한 구조를 설계하고 이를 분석하였다. ATM(asynchronous transfer mode) 기반 서비스로는 UBR(unspecified bit rate)을 확장한 방안을 적용하였고 이에 따라 변화되어야 할 MPC(MPOA client)와 MPS(MPOA server)의 전달 및 제어 구조와 신호 제어 절차를 설계하였다. 또한 시뮬레이션을 통해 제안된 구조의 ATM 스위치에서 차등화서비스의 지원 가능성을 고찰하고, 트래픽 특성에 따른 차등적 처리 성능을 검증하였다.

### ABSTRACT

In this paper, we design and analyze the architecture of differentiated services over MPOA networks. We apply the enhanced UBR service as the base ATM service, and design the packet forwarding, control architectures, and the signalling procedures of the MPC and the MPS. We also investigate the property of the proposed architecture for supporting the differentiated services and verify the performance differentiation of the system depending on the characteristics of traffics.

### I. 서론

기존의 IP 기반 인터넷은 모든 패킷을 동일하게 취급하고 지연이나 처리율의 보장이 없는 최선형 서비스만을 제공하고 있다. 이러한 인터넷 환경은 새롭게 등장하는 실시간, 멀티미디어, 그리고 멀티캐스팅 서비스를 지원하기에는 적당하지 않다. 이를 해결하기 위해서는 QoS(quality of service) 보장 방식과 더불어 망의 속도 개선이 요구된다.

인터넷의 QoS 보장을 위한 방안으로는 IETF(internet engineering task force)에서 제안된 차등화 서비스가 구조의 단순성과 실현의 용이성을 바탕으로 실제 적용 가능성이 높아지고 있다<sup>[1]</sup>. 한편 망의 속도 개선을 위해 시작된 ATM과 IP의 연동 방안으로 ATM Forum의 LANE(LAN emulation)은 IETF의 NHRP(next hop resolution protocol)와 통

합하여 MPOA 구조로 완성되어 LAN 환경에서 지속적으로 사용될 것으로 예상되고 있다<sup>[2]</sup>. 그러나 현재의 MPOA는 IP의 최선형 서비스와의 연동만을 제공하고 있으므로 인터넷 차등화 서비스의 활성화와 함께 이를 MPOA에도 수용하기 위한 구조 및 프로토콜 개발이 요구되고 있다. 지금까지는 차등화 서비스를 ATM 서비스에 사상하기 위한 방안 등에 대해 연구가 진행되었을 뿐 MPOA 시스템 상에서의 구현 구조에 대한 연구는 부족한 상태이다. MPOA 망에서 차등화 서비스를 제공하기 위해서는 QoS 직접경로(shortcut) VCC(virtual channel connection)를 설립하고 해당 QoS 데이터의 전달을 위해 MPC 및 MPS의 구조 변화가 요구된다. 또한 UBR 서비스만을 지원하는 현재의 MPOA에서 QoS 직접경로를 설립하기 위한 절차가 추가 정의 되어야 한다.

\* 숭실대학교 정보통신전자공학부,  
논문번호: 00143-0501, 접수일자: 2000년 5월 1일

\*\* 한국전자통신연구원 교환,전송기술연구소 라우터기술연구부

본 논문은 UBR 신호 확장 방안<sup>[3]</sup>을 기초로 MPC와 MPS의 전달 및 제어 구조를 제안하고 이에 따르는 적절한 제어 절차를 설계하였다. 또한 시뮬레이션을 통해 제안된 구조에서의 패킷 전달 구조의 성능을 검증한다.

서론에 이어서 2 장에서는 차등화 서비스의 PHB(per hop behavior)와 ATM 서비스간의 단순 사상의 문제점을 고찰하고 이를 해결하기 위한 UBR 신호 확장 방식에 대해 살펴본다. 이어서 MPOA 망에서 UBR 신호 확장 방식을 적용하여 차등화 서비스를 수용하기 위한 패킷 전달 구조를 3장에서 제안하고, 4장에서는 이에 맞게 추가되어야 할 제어 구조와 절차를 제안한다. 5장에서는 시뮬레이션을 통해 제안된 전달 구조의 차등화 서비스 지원 성능을 검증한다. 마지막으로 6 장에서 결론을 맺는다.

## II. 차등화 서비스를 위한 ATM 서비스

인터넷 사용자들의 다양한 서비스 품질 요구는 기존의 최선형 서비스 이상으로 품질이 개선되고 보장된 서비스를 필요로 하고 있다. 인터넷 차등화 서비스는 이를 위해 IETF에서 표준화하고 있는 방식으로 다양한 서비스의 요구를 각 패킷의 헤더에 표시하고 이를 각 노드에서의 차별화 된 포워딩 방식으로 정의되는 PHB에 따라 처리하여 각 패킷들에 대해 차등화 된 QoS를 제공하고 있다<sup>[1]</sup>. 이들 각 PHB는 트래픽이 지나가는 경로상의 라우터에 구현되고, 홉 단위로 적용된다. 단대단의 QoS보장은 경로를 지나온 트래픽이 각 라우터에서 적용 받은 차별화 된 PHB 처리를 통해 이루어진다. 현재 정의된 PHB로는 DF(default), EF(expedited forwarding)<sup>[4]</sup>, AF(assured forwarding) PHB<sup>[5]</sup>가 있다.

MPOA 망에서 차등화 서비스를 지원하기 위한 방법은 세 가지로 구분된다. 첫 번째 방법은 MPOA 망이 모든 ATM 서비스를 지원할 수 있다는 가정하에 차등화 서비스의 각 PHB 및 PHB 응용 서비스를 ATM 서비스 모델에 사상시키는 방법이다<sup>[6][7][8]</sup>. 이 경우 EF PHB는 적은 손실과 지연, 지터 등을 요구하는 트래픽들의 집합으로 ATM의 CBR(constant bit rate)과 실시간 VBR(variable bit rate) 서비스에 사상된다<sup>[4][7]</sup>. 이에 비해 AF PHB는 트래픽을 4개의 독립적인 클래스로 구성시키도록 정의하고 있으나 이를 통한 정확한 서비스 정의와 클래스간의 관계가 명확히 구분되어 있지 않다<sup>[5]</sup>. 따라서 AF PHB에 정확히 일치하는 기존에 정의된

ATM 서비스는 없으며 제한적으로 VBR3(variable bit rate 3)와 GFR(guaranteed frame rate)등의 ATM 서비스에 근사 시킬 수 있다<sup>[7]</sup>. 그밖에 DF(default) PHB는 기존의 최선형 서비스를 지원하기 위한 것으로 ATM의 UBR 서비스와 사상될 수 있다. 이와 같은 방법은 ATM 서비스가 종단간의 서비스인데 반해 PHB는 각 홉간의 품질만을 규정하는 것으로 완전한 사상이 불가능하다<sup>[6]</sup>.

두 번째 방법은 차등화 서비스의 정의에 맞도록 새로운 ATM 서비스 모델을 정의하는 방법이다. 그러나 ATM 서비스 모델을 새로이 정의하는 것은 기존의 ATM 서비스를 확장하는 방식보다 복잡한 과정을 거쳐야 표준화가 가능하므로 적용하기 어렵다.

세 번째 방법은 현재 ATM Forum TM(traffic management) 그룹에서 제안된 방식으로서 UBR을 확장하여 차등화 서비스를 제공하는 방안이다<sup>[3]</sup>. 기존의 MPOA 망이 UBR만을 지원한다는 것을 고려하면 확장된 UBR을 사용하여 차등화 서비스를 지원하는 방안은 가장 용이하게 적용할 수 있는 방안이다. UBR 확장 방안은 차등화 서비스용 UBR을 새로이 정의하여 사용하는 것으로 차등화 서비스용 연결 설립 메시지 내의 정보요소에 요구하는 차등화 서비스 UBR 연결의 특성을 정의하는 BCS(behavior class selector)를 추가하여 VC(virtual circuit)를 설립하는 방식으로서 BCS 신호 체계에 의해 설립된 VC를 통해 전송되는 셀은 VC 설립 시 설정된 차등화 처리 방침에 따라 전달된다<sup>[7]</sup>.

비교된 세 가지 방식 중 첫 번째로 PHB를 서비스에 사상시키는 방식은 PHB에 의한 서비스가 불명확하고 가변적이므로 정확성이 없으며, 두 번째 방식은 새로운 ATM 서비스의 정의, 표준화가 현실적으로 불가능하므로 적합하지 않은 방식이다. 세 번째의 모든 PHB를 UBR에 사상시키고 PHB에 따라 ATM의 구현 구조를 수정하는 것은 표준과 무관하게 구현상에서 반영할 수 있으므로 현실적인 방법이다. 본 논문에서는 세번째 방안인 UBR 확장 방식을 이용하여 MPOA 망에서 차등화 서비스를 지원하기 위한 전달 구조와 제어 절차를 설계하였다.

## III. 데이터 전달 구조

그림 1은 차등화 서비스를 지원하는 MPOA 망의 구조를 나타낸 것으로 입력 MPC와 MPS에서 수행

되어야 할 기능과 필요 정보를 함께 나타냈다. 그림에 예시된 4개의 분리된 ELAN(emulated LAN)은 동일한 관리를 받는 하나의 차등화 서비스 영역에 포함될 것으로 가정한다. 이때 다른 차등화 서비스 영역과의 통신을 위해서는 TCS(traffic conditioning specification), SLS(service level specification)가 사전에 정의되어야 한다<sup>[19]</sup>.

MPOA 망은 기본 라우팅 경로와 ATM VC를 통한 직접경로를 가지고 있으므로 차등화 서비스를 지원하기 위해서는 두 경로 상의 모든 노드들의 적절한 변화가 요구된다.

### 1. MPC의 전달 구조

망의 입력 MPC는 차등화 서비스를 지원하기 위한 모든 제어 절차를 수행하므로 직접경로 상의 내부 스위치보다 복잡한 일을 수행한다. 그러나 출력 포트에서 수행되는 버퍼 관리나 스케줄링 방식에 따른 플로우 처리는 직접경로 상의 ATM 스위치와 동일한 방식과 구조가 적용될 수 있다. 서비스 품질 보장을 위해 망의 입력 MPC에서는 입력되는 플로우의 분류와 트래픽 조절 및 QoS 지원 정책에 적합한 VCC의 설립에 관한 일 등이 수행되어야 한다.

망의 입력 MPC는 패킷이 도착하면 내부의 캐쉬 정보를 근거로 전달 경로를 선택하게 된다. 직접경로가 설정되기 전에 입력된 패킷은 지역 MPS로 단순 전달되고, 이미 직접경로가 설정되어 있는 패킷은 차등화 서비스를 적용 받기 위해 IP 모듈과 IWF(inter working function) 및 ATM 모듈을 거치게 된다. IP 차등화 서비스 모듈은 차등화 서비스

정의에 근거한 처리를 하고, IWF은 입력되는 IP 패킷을 설정된 가상 연결과 사상시키는 역할을 수행한다. 이후 ATM 모듈에서 셀 단위 처리를 받는다.

### 2. 내부 스위치의 전달 구조

QoS 직접경로가 설립될 때 연결 설정 메시지 내의 BCS 정보 요소는 직접경로 상의 각 내부 스위치가 해당 연결에 대해 취해야 할 PHBA(per hop behavior aggregate)를 설정한다. PHBA는 단일 스위치 내에서 각 연결들에 대해 동일 PHB 클래스 연결로부터 입력되는 셀들의 집합으로서 내부 스위치에 셀이 도착하면 사전에 설정된 해당 연결의 PHBA에 따라 단순한 전달 처리가 수행된다. QoS 직접경로 상의 스위치가 출력포트 단위의 큐잉을 한다고 가정했을 경우 데이터 전달 구조 예를 그림 2에 나타냈다.

차등화 서비스를 지원하는 스위치의 구조는 그림 2처럼 3부분으로 구분된다. 입력 모듈의 BCS와 PHBA 바인딩 정보는 QoS 직접경로 설립 시 결정된다. QoS 직접경로가 설립된 후 입력되는 셀의 식별값은 출력포트와 출력포트에서 처리되어질 PHBA 특성을 동시에 나타내게 된다. 출력포트는 PHBA별로 큐잉 구조를 갖고 차별화 처리를 하게된다. PHBA별 버퍼 관리 정책과 스케줄링 방식은 스위치 내의 구현 알고리즘과 관리 정책에 의존하게된다.

입력의 포트로 출력되는 셀들이 EF, AF, DF의 모든 PHB들을 포함할 경우 그림 2처럼 차등적 버퍼 관리 방식과 스케줄링 방식이 적용되어 계약한 서비스를 제공하게된다. EF는 CBR과 유사한 처리로 낮은 지연과 손실율을 겪게 되고 AF와 DF PHB는 출력 링크의 대역을 경쟁하게 된다. 이 경우 스케줄링 방식은 MPS의 출력 모듈과 동일하게 처리할 수 있지만 버퍼 관리 방식은 차이가 있다. MPS에서는 AF PHB의 세 가지의 차별화 된 폐기 우선 순위의 적용이 가능하지만 내부 ATM 스위치에서는 ATM 셀의 CLP(cell loss probability)에 사상된 두 가지 구분으로 제한 받는다. 그러나 내부 스위치에서도 트래픽의 특성에 따라 차등화된 CLP 사상을 수행해서 성능을 향상시킬 수 있다.

### 3. MPS의 전달 구조

MPS는 자신의 지역 MPC에게 3 계층 전달 정보를 제공하는 논리적인 요소이다<sup>[2]</sup>. MPOA 망이 차등화 서비스를 지원하는 망으로 발전하기 위해서

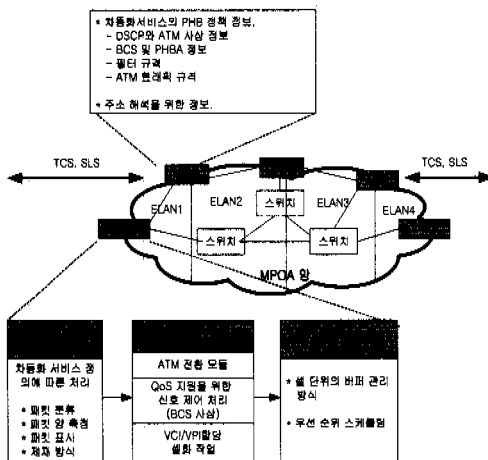


그림 1. DiffServ over MPOA 망 구조

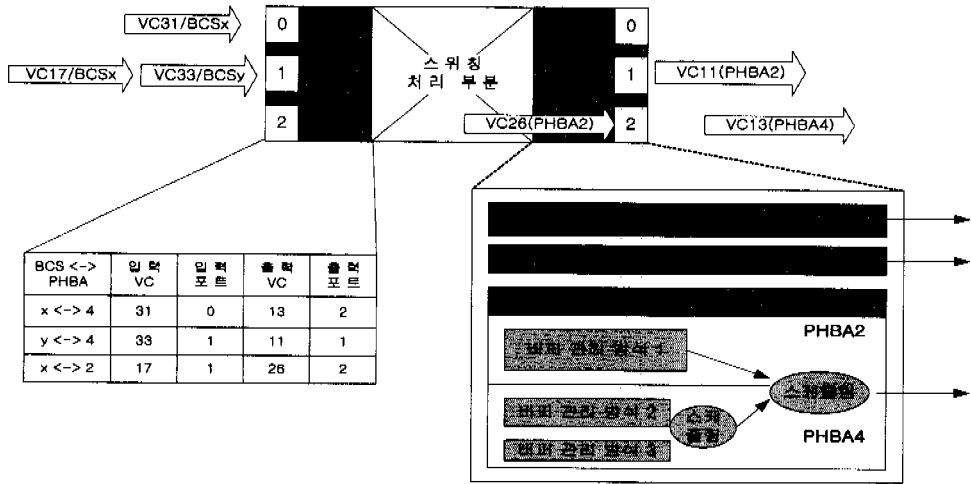


그림 2. MPOA 망 내의 스위치 구조

MPS에도 차등화 서비스를 지원하는 구조가 추가되어야 한다. 또한 기존의 3 계층 전달 정보이외에 QoS 특성 정보를 지역 MPC에게 전송하기 위한 기능이 추가되어야 한다. 그림 3은 차등화 서비스를 지원하는 MPS의 구조를 보이는 것으로 기존 MPS 구조에 차등화 서비스 모듈이 추가된다. 직접경로가 설정되기 전까지 데이터는 기본 경로 상의 MPS의 차등화 서비스 모듈에 의해 차등화 처리가 이루어진다. 입력 MPS는 차등화 서비스 영역의 입력 라우터와 같은 역할을 수행해야하고 내부 MPS는 차등화 서비스 영역의 내부 라우터와 같은 방식으로 패킷의 DSCP(differentiated services code point) 값을 보고 단순한 전달 동작을 수행하면 된다. 그림 3에서 차등화 서비스 모듈은 차등화 서비스 정의<sup>[9]</sup>를 따르게 되고 구조는 그림 4와 같다.

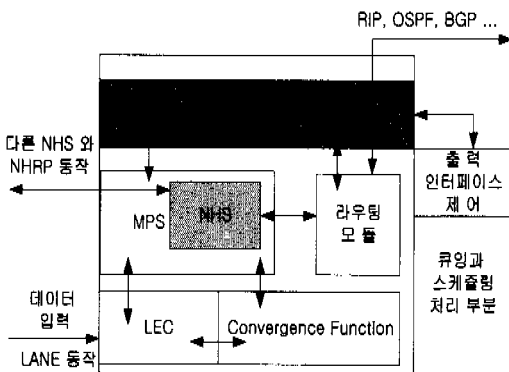


그림 3. 차등화 서비스를 지원하는 MPS의 구조

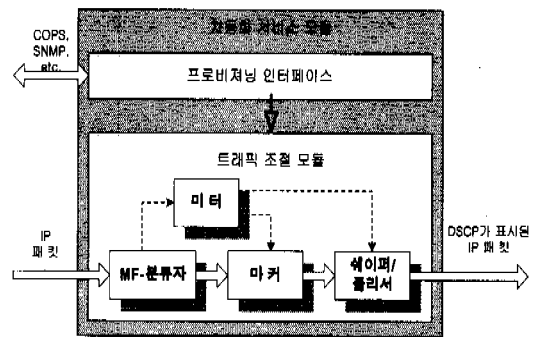


그림 4. MPS내의 차등화 서비스 모듈 구조

망의 입력 MPS의 LEC(LANE client) 인터페이스에 셀이 입력되면 MF(multi field) 분류자에 의해 패킷이 분류되고 적절한 DSCP 값이 마킹된다. 마커는 미터가 계약 여부를 측정할 정보를 근거로 마킹 동작을 수행한다. 계약을 어긴 트래픽은 셰이퍼/폴리서에서 셰이핑 및 폐기 처리를 받는다. 셀이 차등화 서비스 모듈을 거치고 나면 망 내에서 어떤 서비스 처리를 받아야 하는지 결정된다. 이후 내부 MPS들은 마킹된 DSCP를 보고 각 패킷을 처리하게 된다. 차등화 서비스의 패킷 처리는 적절한 버퍼 관리 정책과 스케줄링 방식의 조합으로 수행된다. 특히 AF PHB를 위한 버퍼 관리 정책은 3가지 차별화 된 폐기 우선 순위에 따라 동작할 수 있는 RIO(random early detection in/out) 알고리즘<sup>[10]</sup>과 같은 능동적인 관리 방식이 요구되고 같은 클래스에 속한 패킷들의 전달 순서를 보장하기 위해 하나

의 버퍼에 저장되어야 한다<sup>5)</sup>. 각 PHB 간과 클래스 간의 차등화된 자원 할당은 스케줄링 방식에 따라 결정할 수 있다. EF PHB는 다른 PHB보다 높은 우선 순위로 서비스되어야 하므로 엄격한 우선 순위 스케줄링을 사용할 수 있고<sup>4)</sup>, AF PHB 그룹의 클래스 간에는 각 클래스의 독립적인 특성과 망 관리 정책에 따라 가중치를 적용할 수 있는 WFQ(weight fair queueing), WRR(weight round robin) 등의 스케줄링 방식이 적용될 수 있다<sup>5)</sup>.

#### IV. 신호 제어 절차

MPOA 망에서 차등화 서비스를 적용하기 위해서는 망의 입력 노드에서 QoS 지원 정책에 적합한 VCC의 설립과 설립된 가상 연결과의 사상을 위한 입력 플로우의 분류 및 트래픽 조절이 수행되어야 한다. 현재의 MPOA는 단순히 목적지의 IP 주소만으로 플로우를 구분해서 ATM 망을 통과하는 직접 경로를 설립한다. QoS 지원을 위해서는 입력 인터페이스 3 계층 프로토콜 정보, 송/수신 노드의 IP 주소와 포트 번호, IP 헤더의 DSCP 값 등의 추가적인 분류 정보가 필요하다. 차등화 서비스 지원 MPOA는 이 정보를 바탕으로 분류된 플로우나 플

로우들의 집합에게 QoS가 제공되는 직접경로를 제공하게 된다<sup>11)</sup>.

##### 1. QoS 직접경로 설립을 위한 정보 요소

MPOA망이 차등화 서비스를 지원하기 위해 입력 MPC와 MPS는 차등화 서비스 지원 망의 입력 라우터 역할을 분배해서 수행하게 된다. MPS는 QoS 직접경로 개설을 위한 정보를 관리해야 하고, MPC는 이 정보를 근거로 트래픽을 분류하고 조절해서 QoS 직접경로를 설립하게된다. 이를 위해 플로우 구별의 추가 정보와 PHB 정책 정보가 새롭게 정의되어야한다. 이중 PHB 정책 정보는 트래픽 조절과 QoS 직접경로 설립에 필요한 정보이고 BCS 정보와 PHBA 정보 그리고 BCS와 PHBA 바인딩 정보 등이 포함된다<sup>21)</sup>.

계약에 근거한 트래픽 분류와 처리 정보는 필터 스펙의 형태로 망의 초기화 과정에서 MPS로부터 MPC로 전달된다. 또한 VCC 설정 신호 프로토콜 메시지 내에 정보 요소로 BCS 값이 정의되며 바인딩 될 PHBA 값은 직접경로 개설 과정에서 구성된다. BCS 값은 PHB 클래스 별로 정의된다. ATM의 기본 UBR 서비스는 특별히 규정된 규약이 없으므로 QoS 직접경로 설립 시는 BCS 정보를 통해 경로상의 스위치에 차등화 서비스에 적절한 행동 양

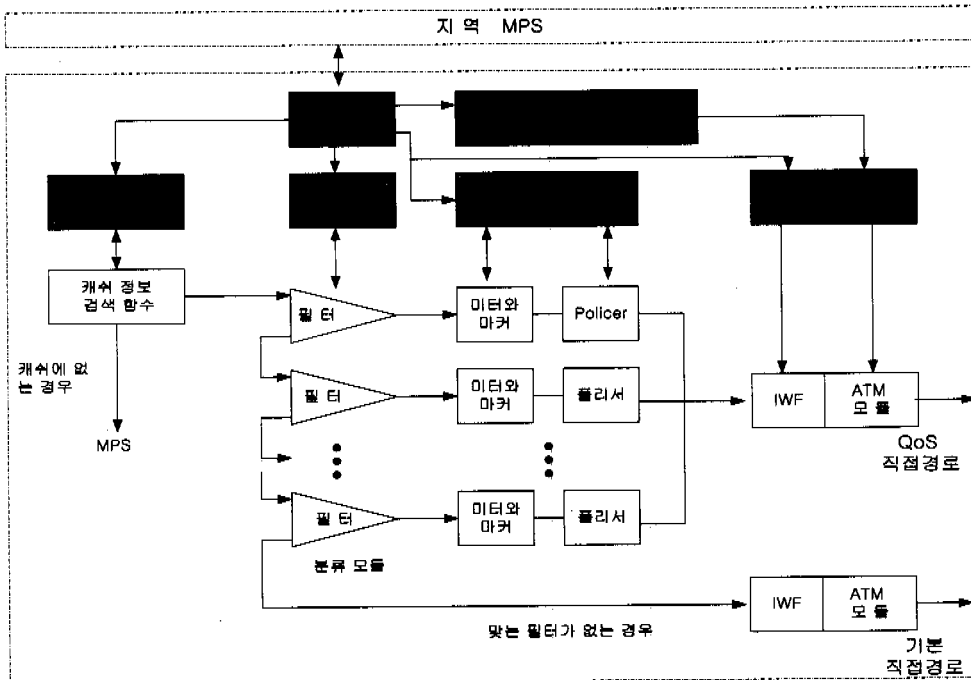


그림 5. QoS 직접경로 개설을 위한 MPC 구조

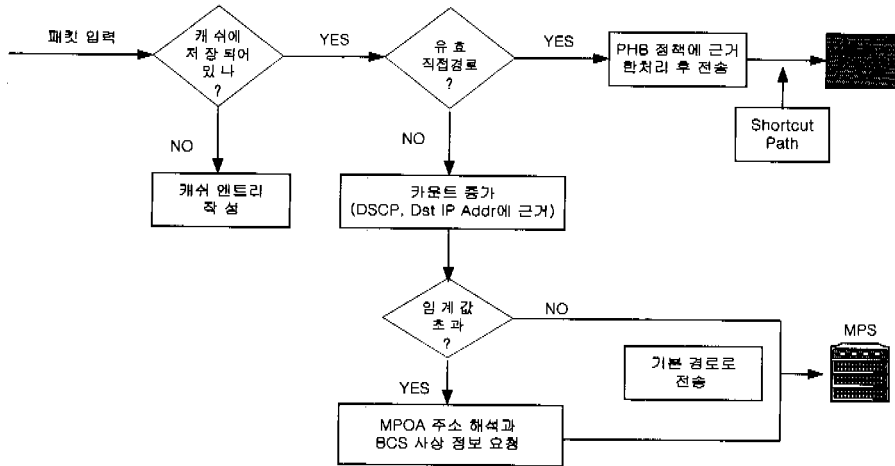


그림 6. MPC의 QoS 직접경로 설립을 위한 플로우 발견 과정.

적인 PHBA를 지시하게된다<sup>[3]</sup>.

MPS는 해당 MPC에 정책적 정보를 분배하여야 한다. 이를 위해 요청/응답/트리거(trigger)의 새로운 절차 및 제어 프레임이 정의되어야 하며, 해당 정보를 전송하는데 필요한 새로운 정보 요소들도 함께 정의되어야 한다. 필터 스펙의 분배 방식은 전달할 플로우에 대한 정보만 필요하므로 MPC의 요청에 의해 MPS가 응답하는 유동적인 방식을 사용하는 것이 효율적이다.

## 2. QoS 직접경로 설립 절차

지역 MPS로부터 정보를 받은 MPC는 그림 5처럼 필요한 모듈을 구성한다. 각 정보 테이블의 초기 값은 계약에 근거해서 작성되고, 이후 추가되거나 삭제될 수 있다. 미터, 마커, 폴리스서 등의 트래픽 조절 모듈은 필터와 연관 돼서 구성되고 필터 구성은 필터 스펙을 통해, 구성 파라미터는 PHB 정책 테이블을 통해서 얻는다.

입력 MPC의 각 모듈이 구성된 후 MPC는 QoS 직접경로를 설립할 플로우를 조사한다. MPC는 MPS로 임계값을 초과하여 계속 전송되는 플로우를 발견하면 shortcut을 개설하기 위해 MPOA 주소 해석 메시지를 지역 MPS에게 전송한다. QoS shortcut의 개설을 위한 임계값은 DSCP와 목적 IP 주소를 근거로 측정된다.

이상의 QoS 직접경로 설립을 위한 MPC의 플로우 발견 과정을 그림 6에 나타냈다.

입력 MPC의 MPOA 주소 해석 요청 메시지를 받은 MPS는 출력 MPC의 ATM 주소와 계약에 근

거한 BCS 사상 정보를 응답한다. 이 정보를 이용해서 입력 MPC는 출력 MPC에게 QoS 직접경로 설립 메시지를 전송하게 된다. 내부 스위치는 설립 메시지 내의 BCS값과 사상되는 PHBA에 따라 출력 포트의 버퍼 관리나 스케줄링 방식을 설정하게된다. QoS 직접경로 설립 과정 이후 shortcut의 식별값을 할당받은 셀들은 가상 연결의 경로에 설정된 버퍼 관리와 스케줄링 처리를 받는 것으로 계약한 서비스가 보장된다.

## V. 데이터 전달 구조 분석

### 1. 시뮬레이션 모델

그림 7은 MPOA망에서 차등화 서비스를 지원하기 위해 설정된 QoS 직접경로 상의 입력 MPC와 내부 스위치의 한 출력포트 내에서의 큐잉 구조를 모델화 한 것이다. 시뮬레이션은 NSv2(network simulator ver2)<sup>[12]</sup>를 이용하였고 차등화 서비스 모듈을 추가하였다.

망의 입력 MPC에서 IP 패킷은 차등화 서비스 모듈을 통해 적절한 PHB로 마킹 된 후 망 내의 스위치로 전달된다. 내부 스위치의 출력 처리 방식은 QoS 직접경로 설립 과정에서 PHBA에 따라 적절하게 설정되어있다고 가정했다. 트래픽은 차등화 서비스의 특성을 시험할 수 있도록 계약된 트래픽 보다 많은 양의 패킷을 발생 시켜서 각 트래픽 모듈이 적절한 마킹 동작과 폐기 처리 등의 트래픽 조절이 수행되도록 하였다.

그림 7에 예시된 DFM(default PHB marker)은

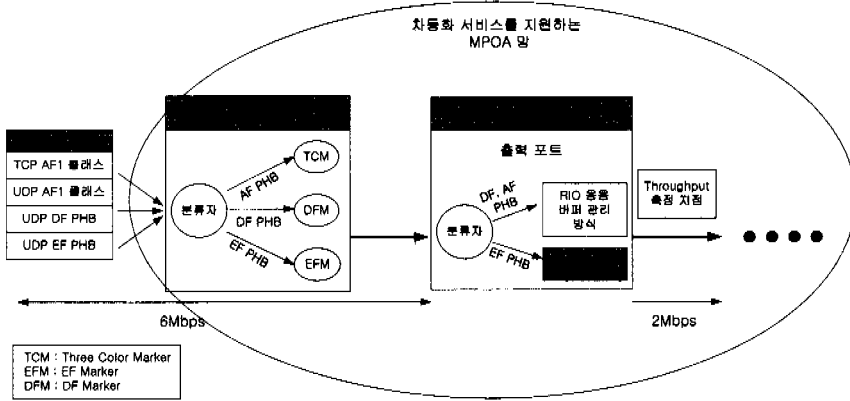


그림 7. 시뮬레이션 모델

단순히 IP 헤더의 DSCP를 0으로 채워 DF PHB를 표시해준다. 이후 DF PHB는 다른 PHB가 사용하고 남은 출력 링크의 여유 분을 차지하게 되지만 최소한의 대역폭은 할당된다. EFM(EF PHB marker)은 EF PHB로 분류된 트래픽을 위한 것으로 엄격한 속도 제한 모듈로 동작한다. EFM은 계약한 속도로 입력되는 패킷만 마킹한 후 망 내부로 입력시키고, 계약을 준수하지 않은 패킷은 폐기시킨다. 망 내로 입력되는 EF PHB 셀들은 가장 높은 우선 순위를 가지고 서비스되므로 CBR 가상 연결처럼 처리된다. AF PHB의 미터링과 마킹을 위해서는 trTCM 방식<sup>[13]</sup>을 사용했다. 또한 AF PHB의 3가지 차별화 된 폐기 우선 순위를 ATM 스위치에서 가능한 두 가지 차별에 적용하기 위해 그림 8과 같은 RIO 방식을 적용했다<sup>[10]</sup>. 이 경우 입력 MPC에서 3가지의 폐기 우선 순위는 셀 헤더의 CLP 비트에 IN, OUT의 2가지로 사상되는데 입력 트래픽 특성

에 따라 차등적 사상 처리로 TCP의 성능을 향상시킬 수 있다. IN과 OUT으로 사상되어진 셀들은 그림 8에서 처럼 다른 폐기 영역 내에서 확률적으로 폐기된다.

이러한 시뮬레이션은 패킷 전달과정 상의 스케줄러와 버퍼관리자의 구현방안 중 대표적으로 제안된 한 가지 구조에 대한 것으로 각 PHB들에 대한 스케줄러와 버퍼관리 방식이 바뀌면 동일한 구조 하에서도 다른 성능이 나타날 수 있다.

2. 결과 분석

본 시뮬레이션에서는 DF, AF, EF PHB가 같은 출력포트에서 출력 링크의 대역을 경쟁할 경우의 처리율(throughput)을 측정했고, 특히 AF PHB의 경우 같은 클래스를 TCP와 UDP가 공유했을 경우 발생할 수 있는 공평성의 문제와 이를 극복할 수 있는 방식을 시험했다. 시뮬레이션에서 사용한 파라미터와 트래픽 특성은 다음 표 1과 같다.

표 1. 시뮬레이션의 파라미터 값

패킷 발생 속도	DF UDP: 1.5Mbps	AF UDP: 1.28Mbps
	EF UDP: 792Kbps	AF TCP: TCP Reno
TCM 파라미터	CIR : 500Kbps	CBS, PBS: 5120 bytes
	PIR : 700Kbps	
EFM 파라미터	최대 속도 : 500Kbps, 토큰 저장용량 : 5120 bytes	
RIO응용 버퍼 관리 파라미터	In_최소값 : 40 cells	Out_최소값 : 15 cells
	In_최대값 : 70 cells	Out_최대값 : 30 cells
	Maxp : 1/10	Maxp : 1/30

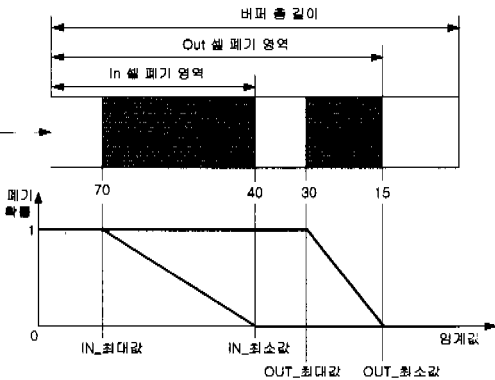


그림 8. AF PHB를 위한 버퍼 관리 방식

그림 9는 AF PHB를 위한 버퍼 관리 방식을 적용하지 않았을 경우의 실험 결과이다. EF PHB는 shortcut의 입력 MPC에서 분류되고 최대 속도인 500kbps가 PCR에 사상된 CBR 가상 연결에 입력되므로 원하는 처리율을 얻을 수 있다.

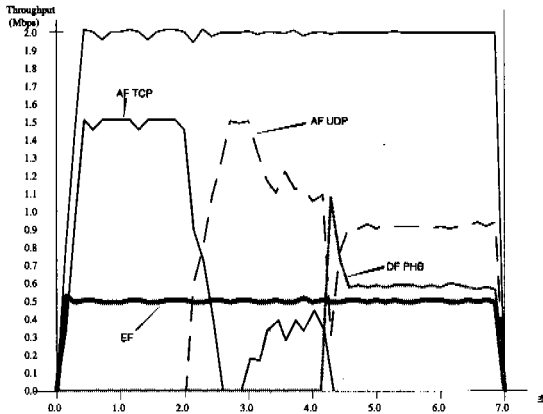


그림 9. 버퍼 관리 정책을 사용하지 않은 경우

AF PHB로 계약한 트래픽은 TCP와 UDP 트래픽이 혼합되어 입력된다. 0초에서 2초까지 AF의 TCP 트래픽은 계약한 양보다 많은 처리율을 얻지만 트래픽의 손실에 영향을 받지 않는 UDP와 경쟁을 하게되면 계약한 처리율을 보장받지 못한다. 4초 이후 계약하지 않은 DF PHB의 UDP 트래픽이 입력되면 AF TCP의 처리율은 '0'으로 떨어진다. 결과에서 알 수 있듯이 AF PHB를 위한 버퍼 관리 방식과 TCP와 UDP의 공평성 처리가 요구된다.

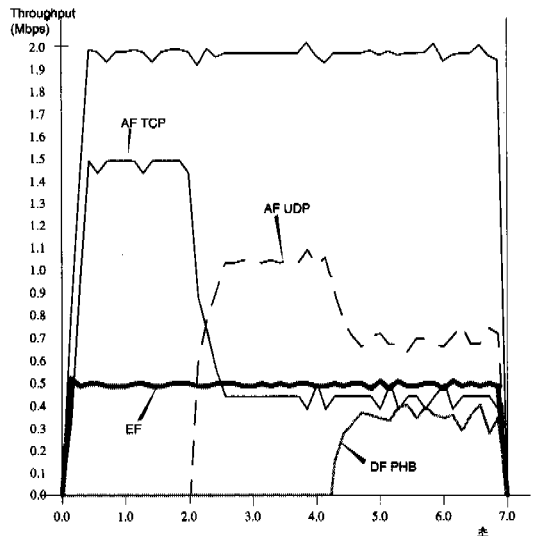
AF PHB의 하나의 클래스에 TCP, UDP 중 한 종류의 트래픽 만을 사용할 경우 AF의 3개의 폐기 우선 순위는 2개에 비해 처리율이나 공평성에 적은 영향을 주게된다<sup>[14][15]</sup>. 하지만 단일 클래스에 TCP 트래픽과 UDP 트래픽이 동시에 적용될 경우 3개의 폐기 우선 순위를 적절히 사용함으로써 TCP 트래픽의 처리율 보장과 공평성 보장을 개선시킬 수 있다. TCP와 UDP 간의 공평성 문제는 미터링, 마킹 방식에서도 발생할 수 있고, TCP 자체의 혼잡 제어 조절 방식으로 인해 UDP 트래픽에게 잉여 자원을 빼앗기는 문제 등에서도 발생할 수 있다. 즉, 망의 내부에서 하나의 PHB에 집합되어진 트래픽이 공유 버퍼에서 구별되지 않고 처리되는 방식은 자원 공유의 불공평성을 초래하게된다. 이를 시험하기 위해 표 2와 같이 TCP와 UDP를 ATM 셀의 CLP에 동일하게 사상하거나 차등적 사상을 수행했다. 그림

10은 그림 9와 같은 조건에서 표 2와 같은 사상 처리 후 그림 8과 같은 버퍼 관리 정책을 적용한 결과이다.

그림 10의 결과에 나타냈듯이 동일한 AF 클래스에 TCP와 UDP가 경쟁할 경우 차등적 사상을 통해 UDP의 특성을 최소화하고 TCP 트래픽의 성능 향상을 얻을 수 있었다. 2초에서 4초 사이가 한 클래스에 TCP와 UDP가 경쟁할 경우를 나타낸다. 이 경우 그림 10 (b) 결과의 TCP의 처리율 성능이 그림 10 (a)의 결과 보다 향상됨을 볼 수 있다. 그러나 결과적으로 TCP와 UDP간에 완전한 공평성이 제공되지는 못함을 알 수 있다. 이것은 TCP의 혼잡 제어 알고리즘 때문에 생기는 문제로서 버퍼 관리 정책의 임계값과 폐기 확률의 변화로 조금 더 나은 성능 향상을 기대할 수 있지만 망의 입력 노드에서 TCP와 UDP의 특성에 맞는 적절한 트래픽 조절 기능이 선행되어야한다.

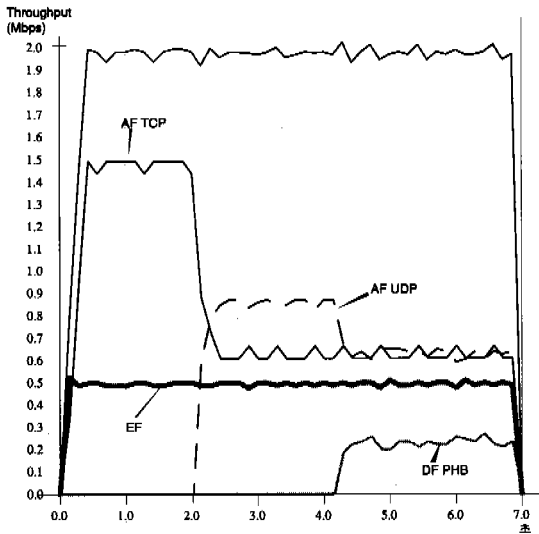
표 2. CLP 사상 방식

CLP	그림 10 (a) (결과 1)	그림 10 (b) (결과 2)
IN	TCP green UDP green	TCP green, yellow UDP green
OUT	TCP yellow, red UDP yellow, red	TCP red UDP yellow, red



(a) 결과 1





(b) 결과 2

그림 10. CLP 사상 방식을 사용한 경우

### V. 결론

본 논문에서는 ATM 기반 서비스에 차등화 서비스를 수용하는 방식 중 ATMF의 UBR 확장 방식을 적용해서 ATM 기반의 MPOA 망에 차등화 서비스를 수용하기 위해 변화되어야 할 망 구성 요소들의 구조와 제어 신호 절차를 제안하였다. 제안된 구조를 갖는 MPOA 망의 입력 MPC는 QoS 직접경로 개설 요구 시 해당 차등화 서비스 요구 정보가 추가된 UBR 서비스 요청 메시지의 정보요소를 망 내의 각 스위치에 전달하여 차등화 처리를 준비할 수 있도록 하였다. 이를 위해 내부 스위치에는 해당 차등화 서비스를 처리할 수 있는 버퍼 관리 방식과 스케줄링 방식이 구성되어야 한다.

본 논문은 또한 제안된 구조와 내부 스위치의 차등적 처리를 시뮬레이션을 통해 검증했다. 시뮬레이션 결과 제안된 전달 구조에서 차등화 서비스의 계약된 처리율을 보장할 수 있음을 보였고, 차등적인 마킹 방식을 적용한 결과 TCP와 UDP 트래픽 간의 공평성 문제를 최소화할 수 있음을 보였다. 본 논문을 통해 얻어진 결과는 망 구성 요소의 개발과 망 설계에 적용될 수 있을 것이다.

### 참고 문헌

[1] D. Black, S. Blake, M. Carlson, E. Davies,

"An Architecture for Differentiated Services," Internet Draft, May. 1998.

[2] The ATM Forum, "Multi-Protocol Over ATM Version 1.1," AF-MPOA-0114.000, May. 1999.

[3] The ATM Forum Technical Committee TMWG, "Addendum to TM 4.1: Enhancements to support IP Differentiated service and IEEE 802.1D over ATM," BTM-TM-DIFF-01.02, Dec. 1999.

[4] V. Jacobson, K. Nichols, K. Poduri, "An Expedited Forwarding PHB," Internet RFC 2598, Jun. 1999.

[5] J. Heinanen, F. Baker, W. weiss, J. Wroclawski, "Assured Forwarding PHB Group," Internet RFC 2597, Jun. 1999.

[6] The ATM Forum Technical Committee TMWG, "Mapping of Diffserv to ATM service Categories," 99-0093, Feb. 1999.

[7] Rudiger Geib, "Differential Services for the Internet and ATM," Internet2 Draft; <http://www.internet2.edu/qos/qbone/qsg/i2qos-geib-dif-s-atm-02.html>.

[8] The ATM Forum Technical Committee TMWG, "Traffic Management Specification Version 4.1," BTM-TM-02.02, Dec. 1998.

[9] Y. Bernet, A. Smith, S. Blake, "A Conceptual Model for Diffserv Routers," Internet Draft, Oct. 1999.

[10] D. D. Clark, W. Fang, "Explicit Allocation of Best Effort Packet Delivery Service," IEEE/ACM Transactions on Networking, vol. 6, pp. 362-373, Aug. 1998.

[11] The ATM Forum Technical Committee LANE-MPOA, "MPOA v1.1 Addendum for Quality of Service," BTM-MPOA-QoS-01.00, Oct. 1999.

[12] UCB, LBNL, VINT Network Simulator, <http://www-mash.cs.berkeley.edu/ns/ns.html>

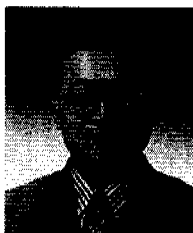
[13] J. Heinanen, R. Guerin, "A Two Rate Three Color Marker," Internet Draft, Mar. 1999.

[14] N. Seddigh, B. Nandy, P. Piedad, "Study of TCP and UDP Interaction for the AF PHB," Internet Draft, Jun. 1999.

[15] Mukul Goyal, Raj Jain, "Effect of Number of Drop Precedences in Assured Forwarding," Internet Draft, Jun. 1999.

**강 남 회(Namhi Kang)**

정회원

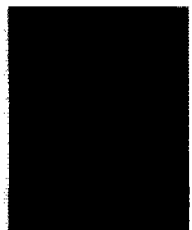


1999년 2월 : 숭실대학교  
정보통신공학과 졸업  
2001년 2월 : 숭실대학교  
정보통신공학과 석사  
2001년 3월~현재 : Siegen  
Univ.(German)  
Department of  
Electrical Engineering  
and Computer Science  
박사과정

<주관심 분야> 컴퓨터 네트워크, 인터넷 네트워크,  
인터넷 QoS, 인터넷 보안

**김 영 한(Younghan Kim)**

정회원



1984년 2월 : 서울대학교  
전자공학과 졸업  
1986년 2월 : 한국대학교  
전기 및 전자공학과 석사  
1990년 8월 : 한국대학교  
전기 및 전자공학과 박사

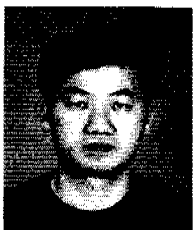
1987년 1월~1994년 8월 : 디지콤정보통신연구소  
데이터통신연구부장

1994년 9월~현재 : 숭실대학교 보통신전자공학부  
조교수

<주관심 분야> 컴퓨터네트워크, 인터넷 네트워크,  
ATM, 이동 데이터 통신망 등

**박 창 민(Gil-dong Kim)**

정회원



1986년 2월 : 부산대학교  
계산통계학과 졸업  
1990년 2월 : 부산대학교  
전자계산학과 석사  
2001년 2월 : 충남대학교  
컴퓨터 박사과정 수료

1990년~현재 : 한국전자통신연구원 라우터기술 연구  
부, 선임연구원

<주관심 분야> All IP Network, Quality of Service,  
Routing Technology, Converged Network  
System, ATM Signaling

**이 종 협(Jonghyup Lee)**

정회원



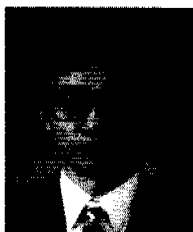
1984년 2월 : 고려대학교  
산업공학과 졸업  
1986년 2월 : 한국과학기술원  
(KAIST) 산업공학과  
석사  
1996년 2월 : 한국과학기술원  
(KAIST) 산업공학과  
박사과정 졸업

1986년~현재 : 한국전자통신연구원 책임연구원, 라  
우터제어팀장

<주관심 분야> High-speed Network Design and  
Routing, Router Technology, Converged  
Network System, Network Protocols

**이 형 호(Hyeongho Lee)**

정회원



1977년 2월 : 서울대학교 공업  
교육과 전자전공 졸업  
1979년 2월 : 한국과학기술원  
전기 및 전자공학과 석사  
1983년 8월 : 한국과학기술원  
전기 및 전자공학과 박사

1984년 12월~1986년 11월 : 미국 AT&T Bell  
연구소 방문 연구원

1996년 9월~1998년 8월 : 충남대학교 공과대학  
전자공학과 겸임교수

1991년 1월~1998년 12월 : 대한전자공학회 회지편  
집위원장

1991년 1월~1998년 12월 : 대한전자공학회 전자교  
환연구회 전문위원장

1996년 1월~1999년 12월 : IEEE ComSoc APB  
MDC의장

1998년 1월~현재 : 대한전자공학회 이사

1998년 5월~현재 : 통신위원회 전문위원

1999년 1월~현재 : 한국통신학회 교환연구회위원장

1983년 8월~현재 : ETRI 교환전송기술연구소  
라우터기술연구부장, 책임연구원

<주관심 분야> BISDN망, ATM교환, 고속LAN 및  
라우터 기술, 인터넷, 신호처리, 패킷통신,  
무선ATM, IMT2000, 지능망