

# CR-LDP와 qGSMP를 이용한 MPLS 망의 QoS 지원 (Quality of Service Supporting MPLS Network using CR-LDP and qGSMP Protocols)

김인재\* 이병수\*\*  
(In-Jea kim) (Byung-Soo Lee)

## 요 약

기존의 라우터들로 구성된 인터넷 망에서 트래픽 처리 효율에 한계가 있으며, 이러한 한계를 해결하기 위하여 IP 주소가 아닌 레이블을 기반으로 하는 고속 스위칭 기술인 MPLS 시스템이 구상되었다. 그러나 기존의 ATM 기반의 MPLS 시스템은 QoS (Quality of service) 지원에 어려움이 있다. 본 논문에서는 ATM 스위치 기반의 MPLS 시스템에서 QoS 보장을 위해서 제안된 CR-LDP 프로토콜과 qGSMP 프로토콜을 이용하여 서비스 보장형 네트워크를 구성하는 방법 및 LER 시스템에서 QoS Translation 및 QoS Mapping 기능을 구현하여 implicitly하게 LSP를 설정하는 방법에 대해서 제안하였다.

## ABSTRACT

Internet networks consisting of existing routers show the limits in efficiency of traffic managements. In order to overcome the limits, MPLS System is high speed switching technology and is not based on IP address but based on label was designed. However MPLS system being based on ATM has the difficulties of supporting Qos(Quality of Service).

This paper suggested the way to consist a service-assured-network using CR-LDP protocol which was designed for guaranteeing QoS in MPLS system being based on ATM switch and using qGSMP protocol, and the way to implicitly establish LSP by implementing QoS Translation and QoS Mapping in LER System.

## 1. 서론

기존의 라우터들로 구성된 인터넷망에서 트래픽 처리 효율에 한계가 있으며, 이를 해결하기 위한 방법으로 Ipsilon사의 IP-switching[1], Cisco사의tag-switching[2], Toshiba 사의 CRS[3], IBM 사의 ARIS [4]등이 제안되었으며, IETF(Internet Engineering Task Force)에서는 비 연결형으로 동작하는 인터넷 망에 연결형 메커니즘을 도입하여 인터넷 백본 망의 확장성 및 성능을 향상시킬 수 있는 새로운 포워딩(forwarding) 기술인 MPLS(MultiProtocol Label Switching) 방식을 표준화하고 있다[5].

인터넷 서비스 지원을 위한 MPLS 망에서 다양한 서비스 레벨을 지원하기 위해서 제안된 프로토콜이 CR-LDP(Constraint based Routing-Label Distribution Protocol)와 스위치 제어를 위한 GSMP(Generic Switch Management Protocol) 프로토콜이다.

CR-LDP 프로토콜은 순수 LDP(Label Distribution Protocol) 프로토콜에 트래픽 파라미터 TLV(Type-Length-Value)를 추가하고, 요구되는 트래픽 파라미터와 QoS 파라미터를 이용하여 LSP를 제공한다. GSMP 프로토콜은 CR-LDP 프로토콜과 유사한 특징

\* 정회원 : 가천길대학 전산정보처리과 부교수  
\*\* 정회원 : 순천향대학교 정보기술공학부 교수

논문접수 : 2001. 3. 26.  
심사완료 : 2001. 4. 10.

을 가지고 있다. GSMP 프로토콜은 QoS 파라미터를 가지는 것과 그렇지 않은 것으로 구분할 수 있으며, GSMP2.0 프로토콜 이후에는 트래픽 파라미터를 가지고 스위치를 제어할 수 있다. 본 논문에서 사용되는 GSMP 프로토콜은 GSMP2.0 이후에 COMET Group에서 제안된 방식으로 이를 qGSMP 프로토콜이라 한다.

본 논문에서는 qGSMP 프로토콜과 CR-LDP 프로토콜을 이용하여 QoS 지원 모델에 대해 제안하였다.

## 2 MPLS네트워크

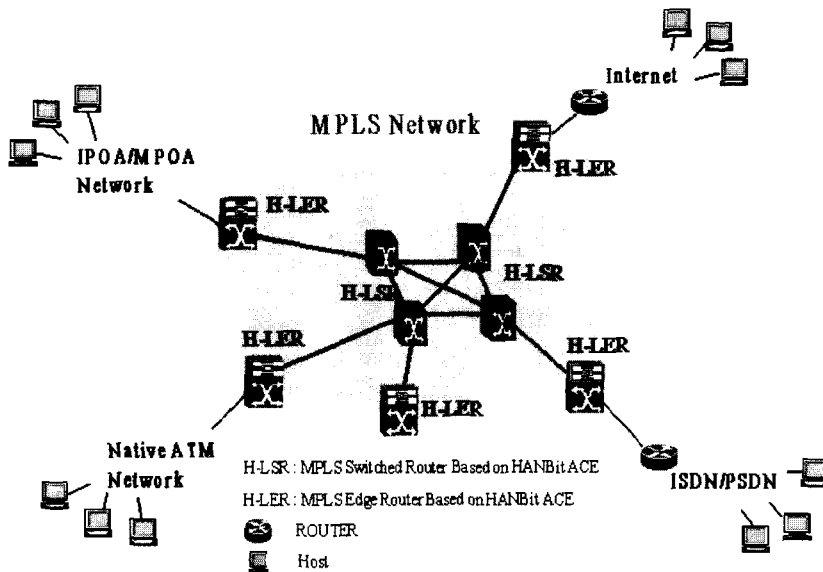
### 2.1 MPLS 네트워크의 구성

MPLS(Multi-Protocol Label Switching) 네트워크의 구성은 Core 네트워크를 구성하는 LSR(Label Switched Router) 시스템과 Non-MPLS 네트워크의 가입자를 수용하기 위한 LER(Label Edge Router) 시스템으로 구성된다.

LER 시스템은 다시 LSP의 방향성을 고려하여 Ingress LER 시스템과 Egress LER 시스템으로 구성할

수 있다. Ingress LER 시스템은 입력되는 IP 패킷을 제어하기 위해서 L3 룩업 테이블을 가지고 있으며, LSR 시스템의 경우, L2에 의한 스위칭을 한다.

Ingress LER 시스템은 입력되는 패킷에 MPLS 네트워크에서 할당한 레이블을 ATM 셀의 전단에 할당하여 인접 LSR을 통하여 스위칭 할 수 있도록 한다. 또한 Egress LER 시스템의 경우에는 MPLS네트워크를 통하여 전달되어온 IP 패킷의 목적지 주소를 이용하여 Non-MPLS네트워크를 통하여 전달하는 기능을 한다. Ingress LER에서 레이블을 할당하고, Core 네트워크에서는 입력되는 레이블을 출력 레이블로 변환하는 L2 기능을 이용하여 전달하고, Egress LER에서 다시 한번 L3 룩업을 이용하여 MPLS 패킷을 전달하기 때문에 기존 ATM 스위치의 고속 스위칭 기능과 MPLS 시그널링 프로토콜을 이용하여 고속의 스위칭이 가능하고, 기존 IP네트워크에서 제공하지 못하였던 QoS를 ATM 계층의 QoS 메카니즘을 이용하여 향상된 QoS를 지원할 수 있다.



[그림 1] ATM 스위치 기반 MPLS 망 구성도  
[Fig. 1] MPLS network based on ATM switch

### 2.2 LDP Protocol

LDP(Label Distribution Protocol) 프로토콜은 MPLS 네트워크에서는 상위 LSR로부터 수신한 각 FEC(Forwarding Equivalence Class)에 대해서 레이블을 할당하는 기능을 한다. [5][6][7].

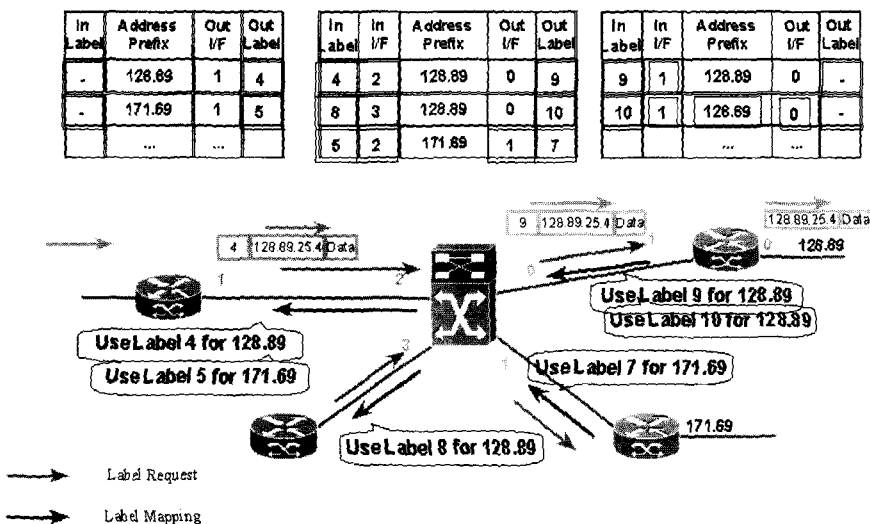
[그림 2]는 라우팅 블록과 레이블 할당 블록에 의해서 DOD(Downstream On Demand)방식에 의한 레이블 할당 절차를 나타낸 것이다. RIP(Routing Information Protocol), OSPF(Open-Shortest Path First)와 같은 라우팅 프로토콜에 의해서 RIB(Routing Information Base)를 구성되면 LDP 블록에서는 새로운 FEC가 추가될 때, Ingress LER에 있는 LDP 블록에서는 FEC에 대해 하나의 레이블 할당을 요구하게 된다.

이러한 과정을 이용하여 LSP를 설정하게 되면 Ingress LSR 시스템에서는 Non-MPLS 망으로부터 수신한 데이터 패킷을 IP 계층에서 Lookup을 하여 레이블을 찾아 ATM 셀 헤더에 붙여서 전달하고, 중계 LSR에서는 ATM 셀의 레이블 값을 이용하여 L2 스위칭에 의해서 데이터를 전달하게 된다.

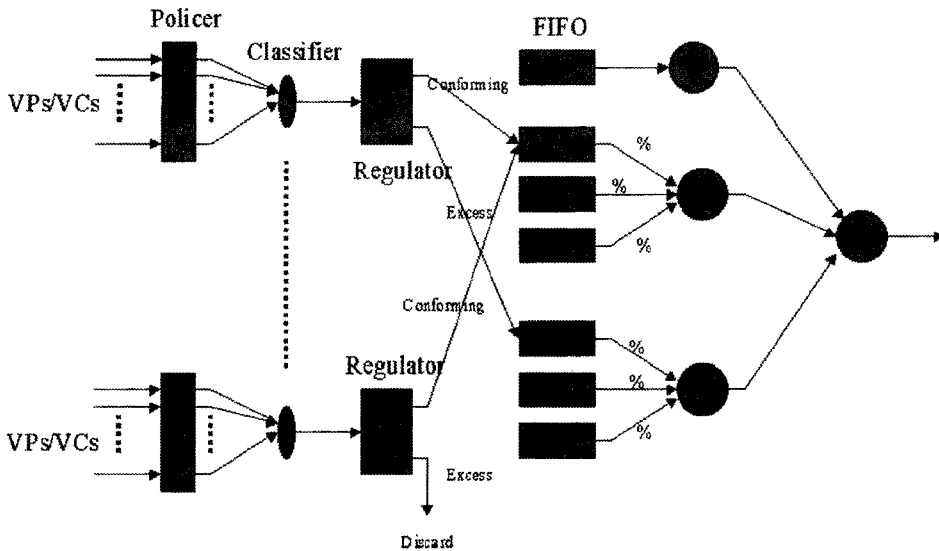
### 2.3 qGSMP Protocol

qGSMP 프로토콜의 목적은 QoS를 지원하는 ATM 스위치를 원격으로 제어하고, 관리할 수 있도록 하는 기능을 제공한다. qGSMP 프로토콜은 동기 관리 기능을 이용하여 상태를 관리하고, 스위치의 구성 정보를 알기 위해서 제어기는 전체 구성 정보 요구 메시지를 전달하고, 스위치의 응답 메시지에 의해서 스위치 구성 정보를 알 수 있다. 또한 QoS를 지원하는 포트에 대한 QoS Capability정보를 전달받기 위해서 QoS Configuration 메시지를 이용할 수 있다. QoS Capability에는 스케줄링 방법, 패킷 폐기 방법, 지원할 수 있는 트래픽 종류를 나타낸다.

[그림 3]은 ATM스위치 모델을 나타낸 것으로 입력 포트와 출력 포트로 구성되고, 각 입/출력 포트는 Policer, Classifier, Regulator 및 스케줄러로 모델링 될 수 있다. 이러한 Element에 대한 파라미터를 설정하여 각 VC에 대해서 QoS 스케줄링을 수행할 수 있다.



[그림 2] LDP 프로토콜  
[Fig. 2] LDP protocol

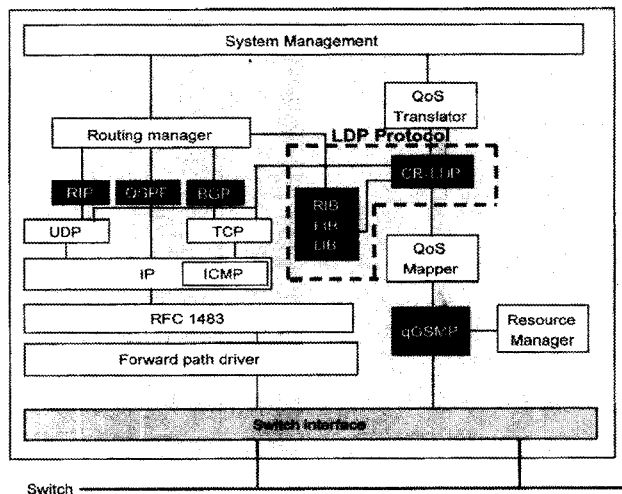


[그림 3] QoS 지원 ATM 스위치 모델  
 [Fig. 3] QoS supporting ATM switch model

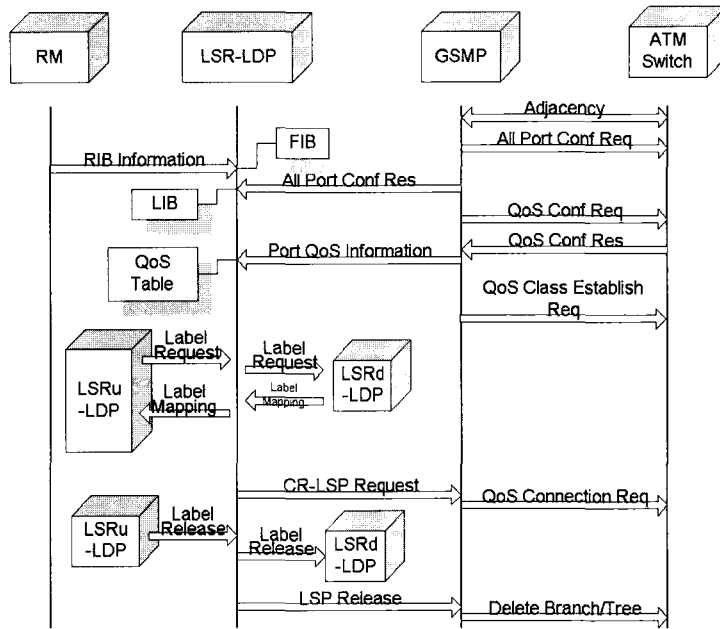
### 3. QoS 지원 MPLS 구조

[그림 4]는 QoS 지원을 위한 LSR 시스템의 네트워크 구조를 나타낸 것으로, 스위치 인터페이스 부분, IP 패킷 처리 부분과 MPLS 호 처리 부분으로

구성할 수 있다. MPLS호 처리 부분은 트래픽 파라미터를 이용한 LSP를 설정하는 기능을 하는 CR-LDP 부분과 CR-LDP의 요구에 따라서 ATM 스위치 인터페이스를 통하여 ATM 스위치를 제어하는 qGSMP 프로토콜로 구성된다.



[그림 4] MPLS LSR 시스템의 QoS 지원 제어기 구성  
 [Fig. 4] QoS supporting controller in MPLS LSR system



[그림 5] CR-LSP 설정 절차  
 [Fig. 5] CR-LSP establish procedures

LSP 동작 절차는 LER 시스템의 System Management 부에서 SLA (Service Level Agreements)를 통하여 각 서비스에 대한 트래픽 파라미터를 협정하게 되고, CR-LDP 프로토콜은 System Management 부에서 협정된 파라미터를 수신하고, 이 값을 이용하여 peer LDP 사이에서 레이블 협정이 이루어진다. LDP 프로토콜 과정에 의해서 레이블 협상이 이루어지면 이후에 CR-LDP는 qGSMP 프로토콜을 이용하여 차별화 된 서비스 레벨을 갖는 LSP를 설정하게 된다.

[그림 5]는 CR-LDP 와 qGSMP 프로토콜을 이용하여 CR-LDP를 설정하는 절차에 대해서 나타낸 것이다. CR-LDP 프로토콜은 FEC를 기반으로 QoS 기반 LSP를 설정하는 기능을 하고, CR-LDP에 의해서 협정된 트래픽 파라미터 정보를 이용하여 스위치에 연결을 설정하고, 해제하는 기능을 위해서 qGSMP 프로토콜을 이용한다.

제어기는 스위치에 의해서 지원되는 QoS Capability를 알기 위해서 QoS Configuration 메시지를 전달하고, 스위치의 응답에 의해서 QoS Capability 정보를 가지고, CR-LDP가 QoS LSP 설정 요구를 지원할 수 있도록 한다.

본 논문에서는 CR-LDP 파라미터를 qGSMP Constraint 파라미터로 변환하여 LSP를 설정하고, 이후에 QoS Violation이 발생하는 경우 LDP 메시지에 의해서 QoS Negotiation 절차를 수행하게 된다.

#### 4. Quality of Service Mechanism

MPLS 시스템에서 QoS translation 과정은 LER 시스템에서 이루어지고, QoS translation 과정에 의해서 Network QoS 파라미터로 변환된 파라미터를 이용하여 CR-LDP 간에 LSP를 설정하고, 그 LSP에 대한 QoS 제어 및 QoS Management 과정은 qGSMF 프로토콜에 의해서 수행된다. LER 시스템에서 QoS Translation 과정에 대해서 설명하면, Application은 각 서비스에 대한 서비스 요구 사항을 LER에 요구하게 된다.

다음은 각 Destination IP에 대한 서비스 요구 사항을 나타낸 것으로 서비스 요구 사항은 각 Destination IP에 대해서 요구되고, 현재 Application에서 사용하는 Application 형태를 나타내는 Service Type과 Application 입장에서 처리되는 데이터 단위, 전송 속도 및 End-to-End Delay 값을 파라미터로 사용되고, 각 서비스가 guarantee 서비스인지 그렇지 않은지를 알리는 파라미터가 사용된다.

```

QoSReqdest_ip = { Destination IP, /* Destination IP Address */
    Service Type, /* Service Type processed by App. */
    Data Unit Size, /* Size of data units processed
                    by the App. */
    Data Unit Rate, /* Rate of data units processed
                    by the App.*/
    End-to-End Delay , /* Time between Source and Dest. */
    Error Ratio, /* Acceptable Error Ratio */
    Guarantee /* Levels of Service Guarantee */
}
    
```

QoS translator에서는 QoS 요구 사항서를 통하여 수신된 Data Unit과 Data Rate 값을 이용하여 bytes/sec 단위의 PDR 값과 CDR 값으로 변환하고, PBS 값과 CBS 값은 Source에 의해서 explicitly 하게 설정되거나, implicitly하게 네트워크에 의해서 결정될 수 있다. Explicit하게 설정하는 방법으로 QoSReq<sub>dest\_ip</sub>를 이용하여 설정하거나, implicitly하게 Data Unit Rate를 이용하여 10ms 동안에 전송되는 Traffic의 양을 추정하여 결정할 수 있다. 다음은 CR-LDP에서 사용되는 파라미터 값을 나타낸 것이다.

```

CR-LDPdest_ip = { PDR, /* Peak Date Rate */
    PBS, /* Peak Burst Size */
    CDR, /* Committed Data Rate */
    CBS, /* Committed Burst Size */
    EBS /* Excess Burst Size */
}
    
```

위와 같은 변환 과정을 통하여 결정된 파라미터를 이용하여 CR-LDP는 QoS 협정 과정을 수행하게 된다. LER에 위치한 CR-LDP는 트래픽 파라미터 TLV를 이용하여 레이블 요구 과정을 거치고, Egress LER에서는 이에 대한 레이블 Mapping 절차를 수행하게 된다. 이때 LER에서 요구된 트래픽 파라미터 값을 지원할 수 없는 경우에 레이블 Mapping 메시지에 지원할 수 있는 트래픽 파라미터를 설정하여 Ingress LSR 측으로 전송하게 되고, Ingress LSR에서는 이 값으로 LSP를 설정 요구하게 된다.

위의 과정에 의해서 CR-LDP간의 LSP 설정이 이루어지면 CR-LDP와 qGSMF 간의 접속 설정 요구가 이루어지게 된다. 이때 CR-LDP 파라미터와 qGSMF 파라미터 사이의 Mapping 기능을 수행하기 위해서 QoS Mapper가 요구된다.

QoS Mapper에서는 상위 CR-LDP 프로토콜에 의해서 협정된 트래픽 파라미터를 qGSMF 프로토콜에서 사용되는 트래픽 파라미터로 변환하는 기능을 한다.

## 5. 결론

현재 우리는 ATM 스위치 기반의 인터넷 서비스 시스템 구현을 위해서 MPLS에 대한 연구 및 개발이 추진되고 있다. 그러나, 현재 ATM 스위치를 기반으로 하는 MPLS 망에서는 각 접속에 대해서 같은 서비스 레벨을 갖는 균일화 된 서비스를 지원할 수 있다.

본 논문에서는 ATM 스위치 기반의 MPLS 시스템에서 QoS 보장을 위해서 제안된 CR-LDP 프로토콜과 qGSMP 프로토콜을 이용하여 서비스 보장형 네트워크를 구성하는 방법 및 LER 시스템에서 QoS Translation 및 QoS Mapping 기능을 구현하여 implicitly하게 LSP를 설정하는 방법에 대해서 제안하였다. LER 시스템에서 서비스 요구 사항을 받아 QoS Translation 과정을 거치고, CR-LDP의 프로토콜을 이용하여 각 LSP에 대한 트래픽 파라미터를 협정한 후 qGSMP 프로토콜을 수행하여 각 LSP에 차별화된 서비스를 지원할 수 있는 접속을 수행할 수 있도록 하였다.

향후 과제로는 트래픽 파라미터를 이용하여 LSP를 설정한 이후에 QoS Violation이 발생하는 경우, 다시 LSP에 대한 서비스 레벨을 결정하는 QoS Re-negotiation 과정에 대한 연구가 있어야 할 것이며, Feedback 방법을 이용하여 가변 대역폭을 설정할 수 있는 방법에 대해서 연구가 진행되어야 할 것이다.

## ※ 참고문헌

- [1] P. Newman, T. Lyon, and G. Minshall, "Flow labeled: Connectionless ATM under IP", in Proc., INFOCOM'96, San Francisco, CA, pp. 1251 -1266.
- [2] Y. Rekhter, B. Davie, E. Rosen and G. Swallow, "Cisco system" tag switching architecture overview," RFC2105, Feb., 1997.
- [3] Y. Katsub, K. Nagami and H. Esaki, "Toshiba's router architecture extensions for ATM : Overview," RFC 2098, Feb., 1997.
- [4] A. Viswanathan, N. Feldman, R. Boivie and R. Woundy, "ARIS: Aggregate router-based IP switching," Internet Draft draft-viswanathan-aris-overview-00.txt, Mar., 1997.
- [5] Loa Andersson, Paul Doolan, Nancy Feldman, Andre Fredette, Bob Thomas, "LDP Specification," RFC 3036 Jan., 2001.
- [6] Loa Anderson, Bilel Jamoussi, Muckai K Girish and Tom Worster, "MPLS Capability Set," Internet Draft draft-loa-mpls-cap-set-00.txt, IETF, August 1999.
- [7] Bilel Jamoussi, "Constraint-Based LSP Setup using LDP," Internet Draft draft-ietf-mpls-cr-ldp-02.txt, IETF, August 1999.
- [8] P.Newman, W.L.Edwards, R.Hinden, E.Hoffman, F.Ching Liaw, T.Lyon, G.Minshall, "Ipsilon's General Switch Management Protocol Specification Version 2.0," RFC 2297, IETF, March 1998.
- [9] C. Adam, A. Lazar and M. Nandikesan, "The qGSMP Protocol" Internet Draft draft-adam-qgsmp-00.txt .
- [10] E. Rosen, A. Viswanathan, and R. Callon, "Multiprotocol Label Switching Architecture", RFC3031, IETF, January 2001.
- [11] R. Callon, P. Doolan, A. Fredette, G. Swallow, A. Viswanathan, " A Framework for Multiprotocol Label Switching", Internet Draft draft-ietf-mpls-framework-05.txt, September 1999

김인재



1974.2. 광운대학교  
응용전자공학과  
1982.2. 광운대학교 대학원  
전자통신공학과(석사)  
1998.3. 순천향대학교 대학원  
정보통신전공 박사과정  
1992.2.~현재 가천길대학  
전산정보처리과 부교수

이병수



1975.2. 한양대학교 전자공학과  
1982.2. 건국대학교 대학원  
전자공학과(석사)  
1985.2. 건국대학교 대학원  
신호처리전공 (박사)  
1998.3.~현재 순천향대학교  
정보기술공학부 교수