

論文2001-38TC-10-2

# MPOA/MPLS 연동망의 심리스 연결을 위한 에지 라우터 구조

## (Structure of Edge Routers for Seamless Connection in MPOA/MPLS Interworked Networks)

金東虎 \* , 李崇熙 \*\*

(Dong-Ho Kim and Soong-Hee Lee)

### 요 약

고속 인터넷 서비스 제공을 위한 서로 다른 망 기술 간 연동 방안의 마련이 요구되고 있다. 특히 연동 지점 노드에서의 동작구조는 전송효율에 큰 영향을 미칠 수 있다. 본 논문은 MPOA 망과 MPLS 망의 연동 부담을 최소화 하기 위한 심리스 연결 방안과 연동지점에 위치한 에지 라우터의 연동 기능을 제시한다. 두 망은 ATM을 기반으로 하거나 적용 할 수 있으므로 ATM 심리스 연결이 가능한 연동 방안을 제시하고 심리스 연결을 고려하지 않은 연동 방안과 비교한다. 제시된 두 가지 연동 방안들을 컴퓨터 시뮬레이션 하여 전송 지연 결과를 분석하고, MPLS 망의 에지 라우터에 필요한 연동 기능과 동작을 기술한다.

### Abstract

For high-speed Internet services, considerations on interworking methods are required for interworking between networks with different technologies. Interworking and structures in interworking point nodes can affect on transfer efficiency. This paper proposes interworking procedures and functions of the edge routers for overhead reduction in MPOA-MPLS networks. The MPLS networks can be based on ATM technology. Therefore, we consider ATM seamless connections for the interworking and compare the proposed method with that without seamless connection. We perform computer simulations to get both of the transfer delays and throughputs for the comparison., we describe required interworking functions and operations in the edge routers.

### I. 서 론

인터넷의 고속 성장과 함께 VOD(Video On Demand), 인터넷 폰, 화상 원격 회의, 가상현실 등의 인터넷을 통한 멀티미디어 서비스 수요가 증대되고 있다. 이러한 서

비스들을 제공하기 위해 IPOA(IP over ATM)<sup>[1]</sup>, MPOA(Multi-Protocol Over ATM)<sup>[2]</sup>, MPLS (Multi-Protocol Label Switching)<sup>[3]</sup> 등의 새로운 기술들이 등장했지만, 이들이 서로 다른 망에 동시에 적용되어 효율적으로 사용되기 위해서는 상이한 기술이 적용된 망들 사이의 연동에 관한 더 구체적인 연구가 필요하다.

ATM(Asynchronous Transfer Mode) 포럼에 의해 1999년 버전 1.1이 발표된 MPOA는 현재 ATM-LAN 구축 방안의 하나로 고려되고 있으며 서로 다른 ELAN (Emulated LAN)간에 지름길 가상 연결(Shortcut Virtual Connection)을 설정하여 직접 패킷 전송이 가능하므로 전송링크 상의 홉 수를 줄이는 장점이 있다. 그러나 주소 해결과 가상 연결 설정 등에 따른 확장성의

\* 學生會員, 仁濟大學校 廣帶域情報通信學科

(Dept. of Broadband Information &amp; Telecommunication, Inje University)

\*\* 正會員, 仁濟大學校 電子情報通信學部

(School of Electronic Information Communication Inje University)

接受日字:2001年3月6日, 수정완료일:2001年9月10日

어려움때문에 소규모의 캠퍼스 망이나 랜에 주로 적용된다. 이와 달리 현재 IETF(Internet Engineering Task Force)에서 표준화가 진행되고 있는 MPLS는 레이블을 이용하는 단순한 스위칭 구조를 가지며 복잡한 주소해결이 필요 없어서 백본망에 적합한 기술로 여겨지고 있다. 그리고 ATM 기술은 B-ISDN (Broadband-Integrated Service Digital network) 표준화를 위해 제시된 이후 공중망과 사설망의 심리스(seamless) 연결이 가능한 장점이 부각되어 왔고 이를 이용하고자 하는 연구도 있어 왔다<sup>4)</sup>.

국내에서도 초고속 국가망과 ISP(Internet Service Provider) 등에서 MPLS의 적용에 대해 검토하고 있다<sup>5)</sup>. 따라서 MPLS 망의 기존 망과의 연동은 중요한 관심사가 되고 있으며, 특히 한국전자통신연구원 등에서 ATM-LAN의 IP 서비스 제공을 위해 고려하고 있는 MPOA 망과의 연동은 두 기술 모두 ATM을 기반으로 하거나 선택할 수 있어서 ATM의 장점인 심리스 연결이 가능하다<sup>6)</sup>. 중간의 심리스 연결은 라우터에서의 처리를 최소화 함으로서 전송 효율을 높일 수 있지만, 이를 위해서는 MPOA와 MPLS의 서로 다른 통신 방식을 해결할 수 있는 방안 제시와 함께 IP 주소 확인과 같은 상위 계층 처리를 최소화 할 수 있는 연구가 필요하다. 따라서 본 논문에서는 MPOA 망과 ATM 기반의 MPLS 망을 ATM 심리스 연결할 수 있는 방안으로서 IP 주소 확인을 최소화 하는 방안을 제시하고 연동을 위해 필요한 사항들을 제시한 후 컴퓨터 시뮬레이션을 수행하여 MPLS 에지 라우터에 필요한 기능들과 구조를 기술하고자 한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서 MPOA 망과 MPLS 망의 연동을 위한 요구 사항과 연동 방안들을 제시하며, 3장에서 심리스 연결을 위해 에지 라우터에 필요한 기능과 구조를 기술하고 4장에서 연동 방안별 성능 분석과 그 결과를 설명한다. 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

## II. 요구사항과 연동 방안

### 1. 망 연동을 위한 요구사항

연동을 위해 필요한 요구사항들을 제시하기 위해 MPOA와 MPLS의 비교를 표 1에 나타내었다.

표 1에서 오버레이 모델의 MPOA는 주소해결이 필요하고 흐름 기반의 경로 설정을 사용한다. 그러나 통합

표 1. MPOA와 MPLS의 비교

Table 1. The comparison of MPOA and MPLS.

	MPOA	VPI/VCI
Model	Overlay Model	5/14
적용범위	LAN, Campus Network	11/35 Internet Backbone
Logical Unit	Emulated LAN (ELAN)	19/26 (LIS)
주소 변환	필요	불필요
경로 설정	Flow-based	Topology-based
표준화 기관	ATM-Forum	IETF
표준화	완료	진행 중

(동등) 모델의 MPLS는 주소해결이 필요 없고 토폴로지 기반의 경로 설정을 사용한다. 이와 같이 두 기술이 적용된 망들을 연동하기 위해서는 서로 다른 경로 설정 방식을 갖는 문제의 해결과 함께 연동지점에서의 주소 변환 문제를 해결해야 한다. 따라서 심리스 연결을 위해 다음과 같은 요구사항들을 제시할 수 있다. 첫째, 서로 다른 방식에 의해 설정되는 경로를 연결할 수 있어야 한다. 둘째, 연동 지점에서의 주소변환에 따른 지연을 해결할 수 있어야 한다. 셋째, 프로토콜의 수정을 최소화하여 쉽게 구현할 수 있어야 한다.

요구사항에 따른 연동 방안을 제시하기 위해 그림 1과 같은 연동 대상 망 구조를 고려하였다.

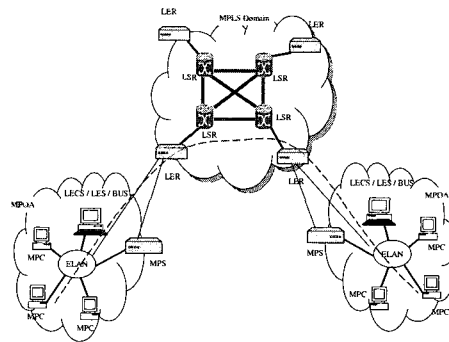


그림 1. 연동 대상 망 구조

Fig. 1. The Network structure for Interworking.

고려된 망 구조에서는 백본의 MPLS 망을 중심으로 서로 다른 에지 라우터에 MPOA 망이 접속되어 있다. 에지 라우터는 MPOA 망의 MPC와 지름길 가상연결을 설정할 수 있도록 MPC의 기능을 가지고, NHRP의 복

적지가 MPOA 망의 외부에 있을 때는 목적지 노드로서 동작하는 기능을 가지며, LER(Label Edge Router)과 LSR(Label Switch Router)의 기능을 동시에 가지고 있어서 레이블 스위칭이 가능하다고 가정한다.

2. 연동 방안의 제시

심리스 연결이 가능한 연동 방안을 제시하기 위해 중단간의 가상 랜 설정 및 MPS와 LER의 통합 등에 대해서도 검토가 있었지만 사용자의 유동적인 연결 요구를 만족시킬 수 없는 연결구조의 경직성과 하나의 라우터에 과도한 기능이 집중되는 문제점이 있었다. 검토한 결과 가장 목표에 부합된다고 판단된 심리스 연결 방안을 다음에 제시하고 심리스 연결이 가능하지 않은 연동 방안과 비교한다.

2.1 심리스 연결 가능한 연동 방안

그림 2에 심리스 연결 가능한 연동 방안의 절차를 나타내었다. 심리스 연결을 위해 제시된 연동 방안은 IP 주소 확인 과정을 최소화 하고 지름길 가상연결을 LSP(Label Switched Path)와 직접 연결하여 데이터 전송이 가능하게 하는 방안이다. 상세한 절차는 다음과 같다.

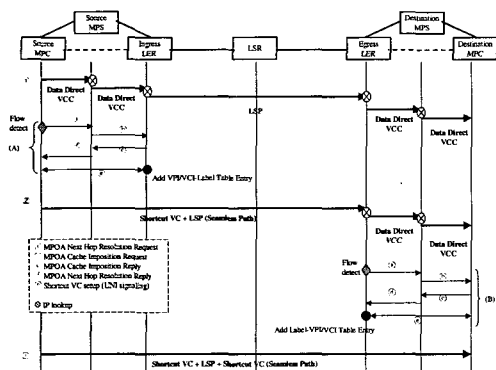


그림 2. 심리스 연결이 가능한 연동 방안  
Fig. 2. An Interworking method with seamless connections

(1) MPOA 망에서 MPC와 MPS, MPS와 LER 간에 데이터 직접 가상 채널 연결(Data Direct VCC)이 설정되고 이를 경유하여 패킷이 전송된다. MPOA 망의 라우터인 MPS는 IP 주소 확인을 하고 진입점(Ingress) 에지 라우터로 패킷을 전송한다. 데이터 직접 가상 채널 연결을 지나 진입점 에지 라우터에 도착한 패킷은 IP 주소를 확인하고 레이블을 할당한다. 그리고 패킷이 도

착하기 전에 설정되어 있는 LSP로 패킷이 전송된다. 각 LSR 들은 레이블 스위칭에 의해 출구점(Egress) 에지 라우터까지 패킷을 전송한다. 출구점 LER에 도착한 패킷은 IP 주소 확인 후 다시 데이터 직접 가상 채널 연결을 설정하고 목적지 MPC까지 패킷을 전송한다.

(2) MPOA 망은 패킷의 흐름을 감지하고 지름길 가상 연결을 설정하기 위해 (A)의 절차에 의한 시그널링 동작을 한다. 이 과정에서 에지 라우터는 NHRP의 목적지 MPC로서 동작하여 지름길 가상연결의 설정이 가능하다. MPOA\_Cache\_Imposition\_Request 메시지의 IP 주소와 ATM setup\_request 메시지의 가상경로식별자/가상채널식별자(VPI/VCI)를 참조하여 LSR이 가지고 있는 레이블 정보 베이스(LIB: Label Information Base)에 기록하고 목적지에 따른 레이블을 할당한다.

(3) 진입점 에지 라우터에서 지름길 가상연결과 LSP의 심리스한 연결이 설정된 후 목적지에서의 MPOA 망에서도 지름길 가상연결이 설정되고, (A)와 동일한 과정으로 (B)의 절차에서도 심리스 연결이 가능한 레이블 정보 베이스가 작성되어 진다. 지름길 가상연결과 LSP의 심리스한 경로를 통해 패킷들은 근원지 MPC로부터 목적지 MPC까지 IP 주소 확인을 하지 않고 전송이 가능하게 된다.

그림 3은 에지 라우터에서 IP 주소에 따른 가상경로 식별자/가상채널식별자와 레이블 값의 LIB 정보를 나타낸 것이다. 이와 같은 연동 방안은 지름길 가상연결이 설정되기 전에는 기존과 같은 지연이 발생하고 라우터의 기능 수정이 불가피하다는 단점이 있지만, 심리스 연결이 가능한 장점을 가진다.

Incoming		Outgoing	
Port	VPI/VCI	Port	Label
1	5/14	6	23
4	11/35	8	32
7	19/26	2	11

그림 3. 심리스 연결을 위한 LIB의 예  
Fig. 3. An Example of LIB for seamless connections.

심리스 연결을 고려하지 않는 경우의 연동 방안을 다음과 같이 제시하여 심리스 연결이 가능한 방안과 비교할 수 있도록 한다.

2.2 심리스 연결을 고려하지 않는 연동 방안

심리스 연결을 고려하지 않는 연동 방안의 동작과 절차는 그림 4와 같다. 이 연동 방안에서 LER은 MPOA 망과의 지름길 가상연결 설정을 위해 MPC로 동작하지만, 심리스 연결을 위한 LIB를 구성하지는 않는다. 각 단계별의 자세한 동작은 다음과 같다.

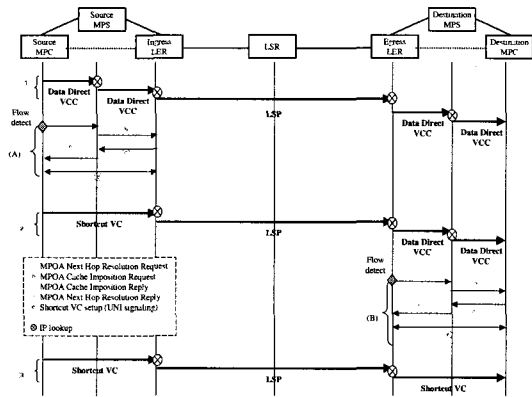


그림 4. 심리스 연결을 하지 않는 연동 방안  
Fig. 4. An Interworking method without seamless connection.

(1) MPOA 망에서 MPC와 MPS, MPS와 LER 간에 데이터 직접 가상 채널 연결이 설정되고 이를 경유하여 패킷이 전송된다. MPOA 망의 라우터인 MPS는 IP 주소 확인을 하고 진입점 에지 라우터로 패킷을 전송한다. 데이터 직접 가상 채널 연결을 지나 진입점 에지 라우터에 도착한 패킷은 IP 주소를 확인하고 레이블을 할당한다. 그리고 패킷이 도착하기 전에 설정되어 있는 LSP로 패킷이 전송된다. 각 LSR 들은 레이블을 참조하여 패킷을 스위칭하여 출구점(Egress) 에지 라우터까지 전송한다. 출구점 에지 라우터에 도착한 패킷은 다시 데이터 직접 가상 채널 연결을 설정하고 목적지 MPC까지 패킷을 전송한다.

(2) MPOA 망은 흐름을 감지하고 지름길 가상 연결을 설정하기 위해 (A)의 절차에 의한 시스널링을 한다. 그러나 가상연결과 LSP를 이어주는 LIB를 생성하지 않으므로 에지 노드에 도착한 패킷들은 IP 주소 확인 후 적절한 LSP를 선택하여 전송되어진다.

(3) 목적지에서의 MPOA 망에서도 (B)와 같이 흐름을 감지하고 지름길 가상 연결을 설정하지만 패킷들은 에지 노드에서 IP 주소를 확인하고 적절한 가상연결식별자/가상채널식별자에 따라 가상 연결을 선택하여 전

송되어 진다.

(4) 중단간에 연결이 모두 설정된 후에도 에지 라우터를 지나는 패킷들은 IP 주소 확인 과정이 지속적으로 필요하다.

2.3 심리스 연결을 위해 필요한 기능들

지금까지 심리스 연결이 가능한 연동 방안과 심리스 연결을 고려하지 않는 연동 방안의 절차를 기술하였다. 이들 망에서 필요한 기능은 다음과 같다.

첫째, MPOA 망의 MPC와 지름길 설정을 위해 에지 라우터는 MPC 기능을 가져야 한다.

둘째, 목적지가 MPOA 망의 외부에 있을 때, 에지 라우터는 NHRP의 목적지로 동작할 수 있어야 한다. 이를 위해서 에지 라우터는 가상 목적지로서 MPOA\_Cache\_Imposition\_Request 메시지에 대해 MPOA\_Cache\_Imposition\_Reply를 전송하는 기능을 가져야 한다.

셋째, 심리스 연동 가능한 LIB의 작성을 위해 에지 라우터는 LSR의 기능을 가져야 하며 VPI/VCI를 LIB에 기록할 수 있도록 기능의 수정 및 추가가 필요하다.

III. 심리스 연결 가능한 에지 라우터 구조

ATM 스위칭 기술에 기반을 둔 라우터의 구조는 스위칭부, 라인 인터페이스부, 라우팅부로 나누어 생각할 수 있다. 우선 라인 인터페이스부는 STM(Synchronous Transfer Mode), 프레임 릴레이(Frame Relay), 이더넷(Ethernet) 등 외부망과의 접속을 지원한다. 스위칭 부는 레이어 2의 ATM 스위칭 등을 제공하며, 라우팅 부는 레이어 3의 라우팅 프로토콜 등을 처리한다.

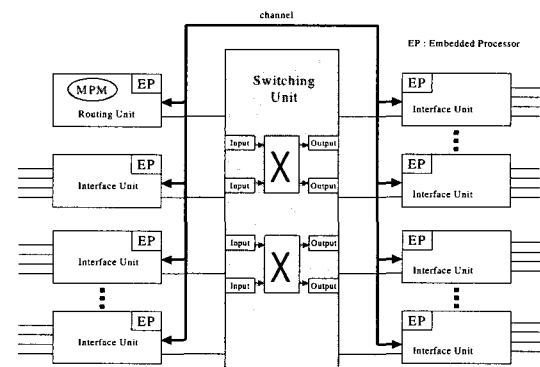


그림 5. 연동 기능을 가지는 MPLS 에지 라우터 구성  
Fig. 5. The block diagram of an edge router structure with the interworking function.

MPLS 망의 연동을 위한 에지 라우터는 LDP 메시지와 LIB 등의 기능을 관리하기 위한 프로세스가 추가로 필요하다. 그림 5는 라우팅 부에 MPLS 소프트웨어인 MPM(MPLS Processing Module)을 추가한 구성을 나타내고 있다.

MPLS 심리스 연동을 위해서 MPM에는 다음과 같은 기능을 포함해야 한다. 우선 LDP 메시지를 이웃한 라우터와 주고받아 LIB를 생성하고 이를 관리할 수 있어야 하며 스위칭 부와 가상 연결 정보를 교환할 수 있어야 한다. 또한 NHRP를 포함하는 MPC의 기능도 MPM의 일부로 추가되어야 한다.

그림 6은 MPLS 연동 기능을 가지는 에지 라우터의 소프트웨어 구조를 나타낸 것이다. 라우팅부는 라우팅 프로토콜인 OSPF(Open Shortest Path First), RIP(Routing Information Protocol) 등의 프로토콜을 내장하고 라우팅 정보를 각 인터페이스부로 분배하며 ARP(Address Resolution Protocol), MPC, NHRP 등의 기능을 함께 제공한다. MPLS 연동을 위한 LDP는 라우팅 프로토콜과 정보를 교환한다.

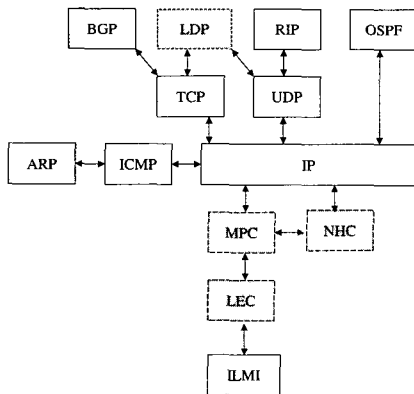


그림 6. MPLS 연동 기능을 가지는 에지 라우터의 소프트웨어 구조

Fig. 6. The software structure of edge router with MPLS interworking function.

지금까지 심리스 연결을 위한 연동에 요구되는 MPLS 에지 라우터의 기능과 구조를 제시하였다. 심리스 연결을 위해서는 LDP에 의한 LIB의 구성이 가능해야 하며 NHRP 프로토콜과 MPC의 기능을 라우팅 부에 함께 내장하여 심리스 연결 정보를 생성 및 관리 가능해야 한다. 생성된 심리스 연결 정보는 스위칭 부에 제공되어 ATM의 가상 연결 정보와 LSP 정보를 바탕으

로 심리스 연결을 가능하게 한다.

이러한 에지 라우터의 기능을 이용한 연동 방안별 성능 분석을 다음 장에서 기술한다.

#### IV. 연동 방안별 성능 분석

지금까지 제시한 연동 방안들의 연동 성능을 분석하기 위해 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션 도구는 NS 시뮬레이터를 적용하였으며 MPLS 노드 기능을 위해 MNS를 일부 수정하여 사용하였다<sup>[7,8]</sup>. 또한 LDP 메시지와 MPOA 시그널링을 수정 및 추가하여 다음과 같은 환경을 설정하였다. 그림 7은 시뮬레이션에 적용된 망 구성을 나타낸 것이다.

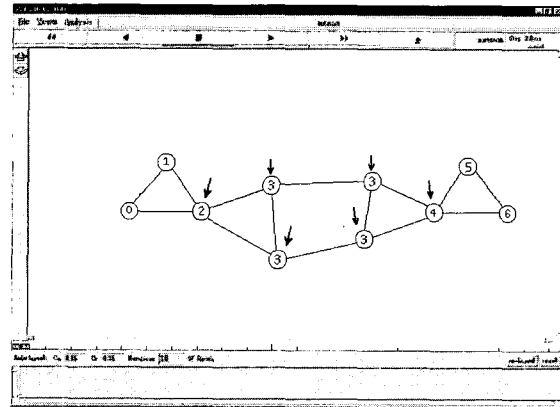


그림 7. 시뮬레이션에 적용된 망 구성 화면

Fig. 7. A screen of applied network structure for simulation.

시뮬레이션에 적용된 망 구성에서 각 노드의 기능은 다음과 같으며 그림 7의 화살표로 표시된 부분이 MPLS 노드로 동작하고 외부 트래픽의 발생 지점이 된다.

- node 0 : MPOA에서의 MPC 기능(근원지)
- node 1 : MPOA에서의 MPS 기능(근원지)
- node 2 : MPLS에서의 진입점 에지 라우터 기능
- node 3 : MPLS에서의 LSR 기능
- node 4 : MPLS에서의 출구점 에지 라우터 기능
- node 5 : MPOA에서의 MPS 기능(목적지)
- node 6 : MPOA에서의 MPC 기능(목적지)

시뮬레이션에 적용된 파라미터는 표 2와 같다. 각 링크의 대역폭은 ATM 망의 155Mbps를 고려하였고, 외부 트래픽과 근원지 트래픽을 각각 100~300kbyte와 200~

300kbyte의 범위를 가지는 지수적 분포로 고려하였다. 또한 IP 주소 확인에 고려한 지연은 기존의 연구 결과를 참조하여 일반 라우터에서 많이 사용하는 IP 주소 확인 방식인 패트리샤 트리(Patricia trie)를 고려하였으며, 100ns의 IP 주소 확인 지연과 5만개의 테이블 엔트리를 고려하였다<sup>[9]</sup>. 노드간의 전송지연은 백본과 같은 거대망의 경우로 고려하여 10ms로 가정하였다.

표 2. 시뮬레이션 파라미터  
Table 2. The simulation parameter.

파라미터	입력 값
링크 대역폭	155Mbps
외부 트래픽	Exponential 100~300kbyte (Burst 0.5, Idle 0.5)
근원지 발생 트래픽	Exponential 200~300kbyte (Burst 0.5, Idle 0.5)
IP 주소 확인 지연	5ms
노드간 전송 지연	10ms

시뮬레이션 결과는 다음과 같다. 그림 8과 9는 인터넷에서 발생하는 외부 트래픽의 영향을 고려하여 외부 트래픽 노드의 수를 증가함에 따른 전송 지연을 측정할 것이다. 심리스 연결이 가능한 연동 방안과 심리스 하지 않는 연동 방안의 전송 지연이 가상 연결 설정 전에는 동일하다가 가상 연결 설정 후에는 10ms의 차이를 나타내고 있음을 알 수 있다.

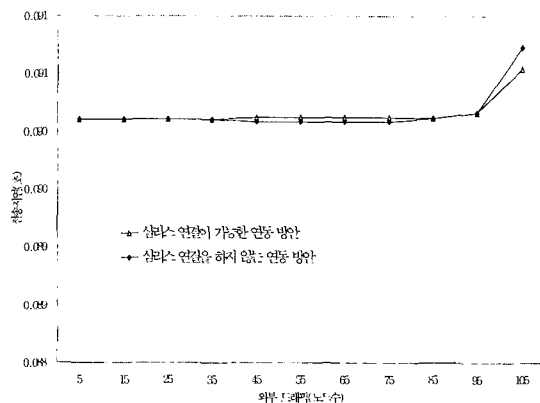


그림 8. 외부 트래픽 증가에 따른 지름길 가상 연결 설정전의 전송 지연 추이  
Fig. 8. The transfer delay transition before shortcut VC setup about increase of background traffic.

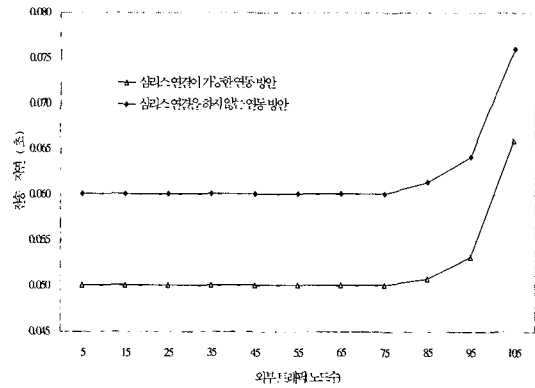


그림 9. 외부 트래픽 증가에 따른 지름길 가상 연결 설정 후의 전송 지연 추이  
Fig. 9. The transfer delay transition after shortcut VC setup about increase background traffic.

근원지 트래픽량의 증가에 따른 연동 방안들의 전송 지연을 그림 10과 11에 나타내었다. 지름길 가상 연결 설정 전에는 유사한 지연을 나타내다가 지름길 가상 연결 설정 후에 10ms의 차이를 나타낸다. 이와 같은 결과를 통해 심리스 가능한 연동 방안은 10ms 정도의 전송 지연을 줄일 수 있는 것을 알 수 있으며 이것은 에지 라우터에서의 IP 주소 확인 대신 LIB를 이용하여 심리스 연결하므로써 가능해진 것이다.

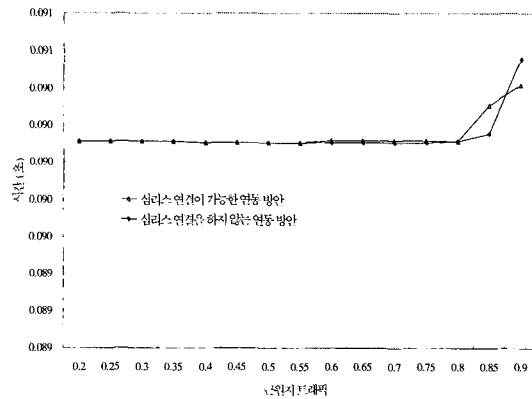


그림 10. 근원지 트래픽 증가에 따른 지름길 가상 연결 설정 전의 전송 지연 추이  
Fig. 10. The transfer delay transition before shortcut VC setup about increase of source traffic.

연동 방안들을 처리량(Throughput)에 대한 결과로 나타낸 것이 그림 12와 13이다. 외부 트래픽의 증가에 따

른 처리량을 나타내는 그림 12의 결과는 심리스 연결이 가능한 연동 방안이 심리스 연결을 하지 않는 연동 방안 보다 10~30패킷 정도 처리량이 높았으며, 근원지 트래픽의 증가에 따른 처리량을 나타내는 그림 13의 결과에서는 심리스 연결이 가능한 연동방안들이 그렇지 않은 연동 방안과 비교할 때 40 패킷 이상 처리량이 더 높았다.

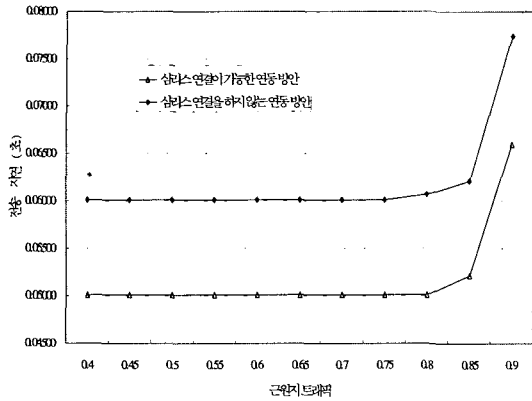


그림 11. 근원지 트래픽 증가에 따른 지름길 가상 연결 설정 후의 전송 지연 추이  
Fig. 11. The transfer delay transition after shortcut VC setup about increase source traffic.

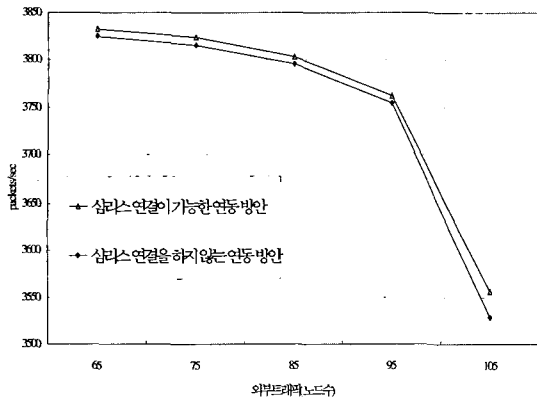


그림 12. 외부 트래픽 증가에 따른 처리량 변화  
Fig. 12. The throughput transition about increase of background traffic.

이와 같은 결과를 통해 심리스 연결이 가능한 연동 방안은 전송 지연을 줄이고 또한 처리량에서도 심리스 연결을 하지 않는 연동 방안에 비해 더 효율적임을 알 수 있었다.

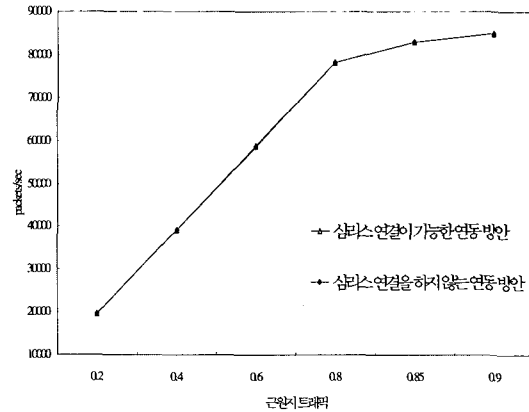


그림 13. 근원지 트래픽 증가에 따른 처리량 변화  
Fig. 13. The throughput transition about increase of source traffic.

V. 결 론

본 논문에서는 MPOA 망과 ATM 기반의 MPLS 망을 연동하기 위해 IP 주소 확인이 없는 심리스 연결 방안을 제시하고 성능 분석하였으며, 에지 라우터에서 구현하기 위한 기능들을 기술하였다. 심리스 연결을 위한 에지 라우터는 심리스 연결 정보 제공 및 관리, NHRP에 대한 가상 목적지 노드로의 동작, MPC 기능에 의한 지름길 가상연결 설정이라는 세가지 추가 기능이 필요하다. 이러한 기능을 가지기 위해 에지 라우터는 라우팅 부에 MPM을 추가하고 기존 소프트웨어를 수정하는 것도 필요하다.

제시된 기능 추가에 의해 에지 라우터가 구현된다면 시뮬레이션 결과에서 보듯이 전송 지연을 줄이고 처리량을 높일 수 있을 것이다. 심리스 연결이 가능한 연동 구조는 추가적 기능에 대한 소프트웨어의 수정을 필요로 하며 이에 대한 구체적인 방법을 향후 더 연구해야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] IETE RFC 2225 "Classical IP and ARP over", April 1998.  
[2] ATM Forum, "Multi-Protocol Over ATM Version 1.1", af-mpoa-0114.000, May 1999.  
[3] IETF Multi-Protocol Label Switching Working Group Charter, <http://www.ietf.org/html.charters/>

- mpls-charter.html
- [4] 엄태원, 최준규, "IPOA/LANE 네트워크 연동을 위한 ATM 기반 MPLS 시스템의 기능과 구조에 관한 연구", JCCI2000 논문집, pp.305-308, 2000. 5
  - [5] 정병락, "초고속정보통신망 핵심기술 개발 추진 현황" 정보와 통신, 통권 497호, 2000. 6
  - [6] Kyou Ho Lee, Hun Kang, Hyeong Ho Lee, "An Architectural System Model for the MPOA-based Switched Router", Proceedings of the 1999 International Technical Conference on Circuits, pp.820~823, June 1999.
  - [7] NS(Network Simulator), <http://www-mash.cs.berkeley.edu/ns/>
  - [8] MNS(MPLS Network Simulator), <http://www.raonet.com>
  - [9] George Varghese, "Building Fast Router : From ATM to Best Matching Prefix", Hot Interconnects, July 22, 1998.

저 자 소 개



金東虎(學生會員)  
 2000년 : 인제대학교 정보통신공학과 학사. 2000년~현재 : 인제대학교 광대역정보통신학과 석사과정



李崇熙(正會員)  
 1987년 : 경북대학교 전자공학과 학사. 1990년 : 경북대학교 대학원 전자공학과 석사. 1995년 : 경북대학교 대학원 전자공학과 박사. 1987년~1996년 : 한국전자통신연구원 선임연구원. 1997년~현재 : 인제대학교 전자정보통신공학부 교수