

# 광 인터넷의 개방형 인터페이스를 위한 병렬형 연동 모델의 특성

(Characteristics of a Parallel Interworking Model for Open Interface of Optical Internet)

김 춘 희 <sup>\*</sup>   백 현 규 <sup>\*\*</sup>   차 영 욱 <sup>\*\*\*</sup>   최 준 균 <sup>\*\*\*\*</sup>

(ChoonHee Kim) (HyunGyu Baek) (YoungWook Cha) (Junkyun Choi)

**요 약** 광 인터넷에서 광 전달망과 제어평면의 분리를 실현하는 개방형 인터페이스에 대한 연구는 OIF의 ISI, ITU-T ASON의 CCI 그리고 IETF의 광 스위칭을 위한 GSMP 확장 등이 있다. 이러한 개방형 인터페이스 기술들은 망에서의 다양한 융통성을 제공하는 반면에 전통적인 스위치-대-스위치 연결 설정에 비하여 지연이 길다. 본 논문에서는 광 인터넷의 개방형 인터페이스에서 연결 설정 지연을 줄이기 위하여 병렬형 연동 모델을 채택 한다. 병렬형 연동 모델에서는 네트워크 상태에 대한 스위치 제어기의 캐싱 능력을 기반으로 연결 설정을 위한 신호 프로토콜과 GSMP 프로토콜 사이의 연동 절차를 병렬로 수행한다. 시뮬레이션을 통하여 본 논문에서 채택한 병렬형 연동 모델과 기존의 순차형 연동 모델에 대한 연결 설정 지연과 완료율을 비교 분석하였다. 시뮬레이션 결과 두 모델이 완료율 면에서는 거의 일치하며, 연결 설정 지연 면에서는 병렬형 모델이 순차형 모델에 비하여 평균 30% 향상됨을 알 수 있었다.

**키워드** : 광인터넷, 개방형인터페이스, 일반스위치관리프로토콜

**Abstract** Open interfaces in the optical Internet have been progressed by OIF's ISI, ITU-T ASTN's CCI and IETF's GSMP extensions with optical switching. These open interfaces enable the separation between the control plane and the optical transport plane. This separation allows flexibility in the network, but it suffers more setup delay than the traditional switch-by-switch connection setup. We propose the parallel interworking model, which will reduce the connection setup delay in the open interface of optical Internet. Based on the switch controller's caching capability about networks states, the parallel interworking procedures between signaling protocol and GSMP protocol are performed in the switch controller. We simulated and evaluated our proposed parallel interworking model and the existing sequential interworking model in terms of a connection setup delay and a completion ratio. We observed that the completion ratios of the two interworking models were quite close. However the connection setup delay of parallel interworking model is improved by about 30% compared with that of the sequential interworking model.

**Key words** : Opticl Internet, Open interface, GSMP

## 1. 서 론

· 본 연구는 한국과학재단 우수연구센터사업의 연구결과임.

<sup>\*</sup> 비 회 원 : 대구사이버대학교 인터넷학과 교수  
chkim@mail.sgdu.ac.kr

<sup>\*\*</sup> 비 회 원 : (주)가인정보기술 부설 연구소  
bujigi@gainit.co.kr

<sup>\*\*\*</sup> 정 회 원 : 안동대학교 컴퓨터공학과 교수  
ywcha@andong.ac.kr

<sup>\*\*\*\*</sup> 비 회 원 : 한국정보통신대학교 공학부 교수  
jkchoi@icu.ac.kr

논문접수 : 2001년 10월 4일

심사완료 : 2002년 4월 16일

근래에는 새로운 서비스의 창출을 신속하게 하고, 기능들의 유지 보수를 용이하게 하기 위하여 컴포넌트 기반의 장비 개발이 이루어지는 추세이다. 이러한 대표적인 예는 PC의 역사에서 찾아 볼 수 있다. IBM에 의하여 독점되었던 PC 산업은 1979년 및 80년에 IBM이 PC 구조를 개방함으로써, 오늘날 표준화된 다수의 하드웨어 플랫폼 위에 수많은 응용 프로그램들이 개발되어 PC 시장의 황금기를 지속하고 있다. 이러한 개방형 구조를 통신 산업에 도입함으로써 PC 산업과 유사한 기대 효과를 거둘 수 있을 것으로 보고 있다[1].

1996년 콜롬비아 대학에서 개방형 네트워크에서의 제어 이슈들에 관한 연구를 활성화하기 위하여 개최된 OpenSig 워크샵을 시작으로 통신 분야에서의 개방형 인터페이스에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. IETF에서는 개방형 인터페이스를 위하여 많은 프로토콜을 정의하고 있는데, 대표적인 것으로는 MEGACO(Media Gateway Control)[2], COPS(Common Open Policy Service)[3], GSMP(General Switch Management Protocol)[4] 프로토콜 등이 있다.

IP 트래픽의 전달을 위하여 광 전송을 직접적으로 사용하거나 또는 광 전송과 포토닉 경로 제어를 위해 IP 제어 프로토콜들을 사용하는 광 인터넷에 개방형 인터페이스를 도입하기 위한 연구로는 OIF(Optical Internet-working Forum)의 ISI(Internal Signaling Interface)[5], ITU-T ASON(Automatic Switched Optical Network)의 CCI(Connection Control Interface)[6] 그리고 IETF의 광 스위칭을 위한 GSMP 확장[7] 등이 있다. 클라이언트-서버 모델에 해당하는 ASON은 계층 3 과 계층 1의 장비 소유권이 서로 다른 오늘날의 네트워크 현실에서 잘 인식될 수 있다. ASON 규격에서는 CCI 인터페이스를 위하여 GSMP를 광 네트워크에 확장하여 사용하는 것을 고려하고 있다. OIF의 ISI에 의한 개방형 인터페이스 방식은 광 네트워크의 전송 및 스위치 장비들이 신호 프로토콜로부터 독립적으로 진화할 수 있게 한다.

광 전달망과 제어평면의 분리를 실현하는 이러한 개방형 인터페이스 기술들은 망에서의 다양한 융통성을 제공하는 반면 개방형 인터페이스가 적용되지 않은 전통적인 스위치-대-스위치(switch-by-switch) 연결 설정에 비하여 지연이 길다. 병렬화의 개념을 ATM 망에 도입한 [8][9]에서는 연결제어 서버가 스위치들의 자원에 대한 모든 상태를 알고 있다는 가정 하에서 연결제어 서버가 ATM 스위치들에게 병렬로 연결 설정을 수행한다. 본 논문에서는 광 인터넷의 개방형 인터페이스에서 연결 설정 지연을 줄이기 위하여 연결 설정 단계에서 프로토콜의 연동 절차를 병렬화시키는 방안을 채택한다. 본 논문에서 채택한 병렬화 방안에서는 네트워크 상태에 대한 스위치 제어기의 캐칭 능력을 기반으로 연결 설정을 위한 신호 프로토콜과 GSMP 프로토콜 사이의 연동 절차를 병렬로 수행한다.

본 논문의 2장에서는 신호 프로토콜과 광 인터넷의 개방형 인터페이스로 적용될 GSMP 프로토콜의 순차형 연동 모델을 기술한다. 3장에서는 네트워크 상태에 대한 스위치 제어기의 캐칭 능력을 기반으로 하는 GSMP 프로토콜과 신호 프로토콜의 병렬형 연동 모델에 대하여

기술한다. 4장에서는 기존의 순차형 연동 모델과 본 논문에서 채택한 병렬형 연동 모델의 연결 설정 지연 및 완료율을 비교하기 위하여 수행한 시뮬레이션 결과를 기술한다. 마지막으로 5장에서는 본 논문의 결론 및 향후의 연구 과제에 대하여 기술한다.

## 2. GSMP와 신호 프로토콜의 순차형 연동

### 2.1 GSMP 프로토콜

GSMP는 그림 1과 같이 레이블 스위치와 스위치 제어기 사이에서 연결, 구성, 장애, 성능관리 및 동기화 기능을 제공하는 개방형 인터페이스로서 IETF에서 표준화가 진행 중이다. 연결, 구성 및 성능관리를 위한 요구 메시지들은 제어기에 의해 생성되며, 스위치는 제어기가 보낸 메시지에 대한 응답을 수행한다. 장애 관리를 위한 이벤트 메시지들은 스위치에 의해 생성되며, 제어기는 장애 메시지에 대하여 응답 메시지를 보내지 않는다. 프로토콜 버전의 합의, 상태 동기화 등의 정보를 교환하는 GSMP의 Adjacency 프로토콜은 제어기나 스위치 어느 곳에서든 먼저 활성화 될 수 있다[4].

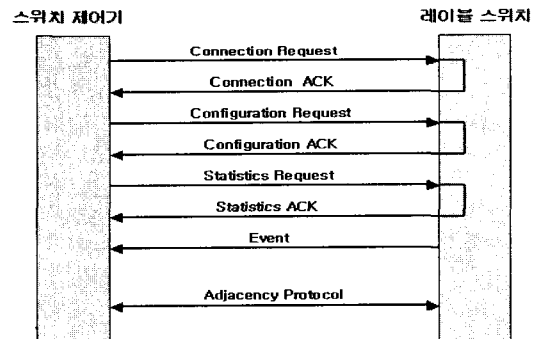


그림 1 GSMP 기능

GSMP 버전 1.1 및 2에서는 ATM 스위치를 위한 제어 기능만이 정의되었으나, 버전 3에서는 FR(Frame Relay) 레이블, MPLS(MultiProtocol Label Switching) 일반 레이블 및 FEC(Forwarding Equivalent Class) 레이블이 지원되도록 확장되었다. 최근에는 GSMP를 광 인터넷에 도입하기 위하여 광 레이블 유형 및 범위, 광 채널을 위한 서비스 모델과 GSMP 능력 집합에 대한 매핑 기능의 추가가 고려되고 있다. 또한 OXC(Optical Cross Connect) 복구 능력과 관련하여 GSMP Add Branch 메시지에 백업 링크의 정보요소 추가, 광 인터넷을 위한 포트 및 스위치 구성 그리고 광 네트워크의 성능 및 통계 정보를 수집하는 기능도 함께 고려되고 있다[7].

### 2.2 순차형 연동

광 인터넷에서 종단간 연결 제어를 수행하기 위해서는 레이블 설정 및 분배 기능을 수행하는 신호 프로토콜과 GSMP 프로토콜 사이의 연동 기능이 필요하다. 연동과 관련된 신호 프로토콜은 LDP(Label Distribution Protocol)[10] 또는 RSVP(Resource ReSerVation Protocol)[11]이며, 연동 기능은 스위치 제어기에서 수행된다. 연동의 결과 제어기는 연결의 설정 및 해제와 관련된 메시지를 레이블 스위치에게 전달하게 된다. 그림 2는 MPLS[12]에서 LDP 신호 프로토콜과 GSMP 프로토콜 사이의 연동 절차를 나타낸다. LDP는 LER(Label Edge Router) 및 LSR(Label Switching Router)의 CE(Control Element) 사이에 동작하는 프로토콜이며, GSMP는 CE와 FE(Forwarding Element) 사이에서 동작하는 프로토콜이다. 그림 2에서 보는 바와 같이 출구측 LER-CE와 LSR-CE에서는 LDP 프로토콜과 GSMP 프로토콜의 연동 과정이 순차적으로 이루어지고 있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 연동 방식을 사용하는 모델을 순차형 연동 모델로 부르기로 한다.

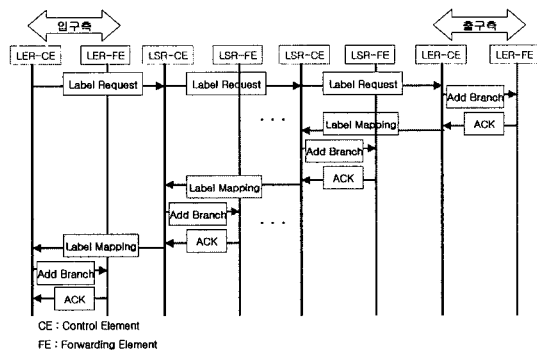


그림 2 GSMP와 신호 프로토콜의 순차형 연동 절차

이와 같은 순차형 연동 절차에서 Label Request 메시지를 수신한 출구(egress) LER의 CE는 레이블을 할당 후, FE로 Add Branch 메시지를 보내어 확인 응답 메시지(ACK)를 수신한 후에 LSR의 CE로 Label Mapping 메시지를 보내게 된다. LSR의 CE 또한 Label Mapping 메시지를 수신하면 FE로 Add Branch 메시지를 보내어 ACK 메시지를 수신한 후에, 상위의 LSR 또는 입구(ingress) LER로 Label Mapping 메시지를 전송하게 된다. 제어평면과 전달평면의 분리를 실현하는 GSMP 기반의 개방형 인터페이스 기술은 다양한 융통성을 제공하는 반면에 개방형 인터페이스가 적용되지 않은 전통적인 스위치-대-스위치 연결 설정에

비하여 GSMP 프로토콜의 수행에 따른 더 많은 연결 설정 지연을 요구하게 된다.

### 3. GSMP와 신호 프로토콜의 병렬형 연동

개방형 인터페이스의 연결 설정 지연을 개선시킬 수 있는 기술에는 통합 액세스 요청, 네트워크 상태의 캐싱 및 병렬성 등이 있다[8][13]. 본 장에서는 광 인터넷의 개방형 인터페이스에서 네트워크 상태의 캐싱을 기반으로 한 LDP 프로토콜과 GSMP의 연결 설정 단계를 병렬화시키는 모델을 채택한다.

#### 3.1 병렬형 연동 모델

GSMP 프로토콜에서 연결의 설정 및 해제는 스위치 제어기의 연결수락제어 기능에 의하여 결정이 되며, 레이블 스위치는 제어기의 명령에 대하여 단순히 응답을 수행하게 된다. 즉, GSMP 프로토콜에서 제어기는 스위치의 모든 자원 상태를 알고 있다는 전제 하에서 동작한다[4]. 이를 제어기의 캐싱 능력이라고 한다. 스위치의 연결 상태에 대한 제어기의 캐싱 능력에 근거하여 본 논문에서는 종단간 연결 설정 지연을 줄이기 위하여 신호 프로토콜과 GSMP 프로토콜 사이의 연동 절차를 병렬화하는 모델을 채택한다. 제어기는 스위치의 연결 설정 상태를 알고 있으므로 연결 설정이 되어 있지 않은 레이블을 할당하여 스위치로 연결 설정을 요구하게 된다. 그림 3은 MPLS에서 LER 및 LSR의 CE 사이에 동작하는 LDP 프로토콜과 CE와 FE 사이에 동작하는 GSMP 프로토콜의 병렬형 연동 절차를 나타낸다.

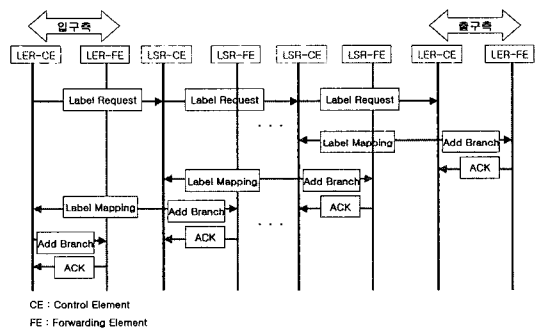


그림 3 GSMP와 신호 프로토콜의 병렬형 연동 절차

Label Request 메시지를 수신한 출구 LER의 CE는 레이블을 할당한 후, FE로 Add Branch 메시지를 보냄과 동시에 LSR의 CE로 Label Mapping 메시지를 보내게 된다. LSR의 CE 또한 Label Mapping 메시지를 수신하면 FE로 Add Branch 메시지를 보냄과 동시에 상

위의 LSR 또는 입구 LER로 Label Mapping 메시지를 전송하게 된다. 그림 2와 같은 기존의 순차형 연동 절차에서는 LSR 및 출구 LER에서 연결 설정을 위하여 FE로부터 ACK 응답이 온 다음에 신호 프로토콜을 진행시켰다. 이에 반하여 본 논문에서 채택한 병렬형 연동 절차는 스위치의 연결 상태에 대한 제어기의 캐싱 능력을 기반으로 LSR 및 출구 LER에서 신호 프로토콜과 GSMP 프로토콜을 동시에 진행시킴으로써 연결 설정 지연을 줄일 수 있다. 이러한 프로토콜의 병렬형 연동은 광 인터넷을 위하여 확장된 LDP 및 GSMP 프로토콜을 사용하는 경우에도 동일하게 적용할 수 있다.

**3.2 병렬형 연동 모델에 대한 고찰**

병렬형 연동 모델은 FE로부터 ACK가 올 것을 전제로 채택된 모델로 다음 세 가지가 고려되어야 한다. 첫째 CE의 Add Branch 메시지에 대하여 FE가 NAK (Negative Acknowledgement)로 응답함으로써 CE와 FE 사이의 연결 설정이 실패하는 경우이다. 이는 프로토콜 오류나 전송상의 오류로 인하여 연결 설정이 실패하는 경우로 발생할 확률이 매우 낮으며, 낮은 발생 확률에도 불구하고 이러한 경우가 발생하면 입구측의 LER-CE로 Label Withdraw 메시지를 보내어 연결을 해제한다.

둘째 Add Branch 메시지를 보낸 후 일정한 시간이 경과하여도 FE로부터 응답이 없는 경우로서 CE가 FE로 보낸 Add Branch 메시지가 손실되거나 또는 FE가 CE로 보낸 확인 응답(ACK) 메시지가 손실된 경우이다. 이와 같은 두 가지의 손실 경우에 있어서 CE는 GSMP 프로토콜의 타이머 기능을 이용하여 FE로 Add Branch 메시지를 재전송 하여 연결 설정을 재 시도하게 된다.

셋째는 CE와 FE 사이에 연결 설정이 완료되기 전에 상위의 노드로부터 수신된 데이터가 손실되는 경우이다. 이 경우 FE는 그림 4와 같이 할당되지 않은 연결로 데이터를 수신하면 GSMP의 Invalid Label 이벤트 메시지를 이용하여 CE에게 통보하며 또한 수신한 데이터를 무시하게 된다. 계층 2의 스위칭과 계층 3의 라우팅을 통합하는 멀티라이어 스위칭에서 레이블 바인딩을 수행하는 방법에 따라서 데이터-구동(data-driven) 모델과 제어-구동(control-driven) 모델로 구분된다[12]. MPLS에서 채택하고 있는 제어-구동 모델에서는 사용자의 데이터 트래픽이 도착하기 전에 레이블의 할당 및 분배가 완료되므로 중간 노드들에서의 연결 설정이 완료되기 전에 데이터 트래픽이 도착할 확률은 매우 적다. 적은 손실 확률에도 불구하고 데이터의 손실이 발생하게 되면 TCP나 응용 계층에서의 에러제어 메커니즘에 의하

여 손실된 데이터의 재전송이 이루어진다.

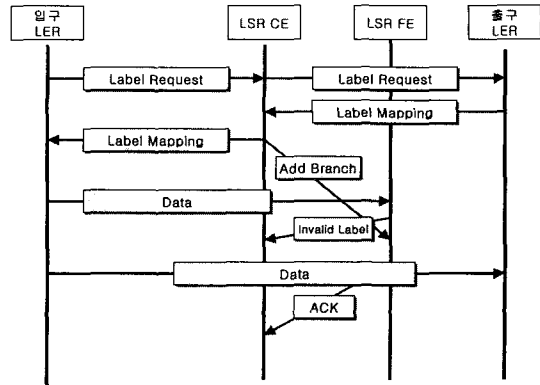


그림 4 연결 설정이 완료되기 전에 수신한 데이터의 처리 절차

따라서 본 논문에서 채택한 프로토콜의 병렬형 연동 절차가 CE와 FE 사이의 연결 설정이 실패하는 경우, 메시지가 손실되는 경우 그리고 FE에 연결 설정이 완료되기 전에 상위 노드로부터 데이터를 수신하는 상황에서도 위에 기술한 바와 같이 잘 대처할 수 있음을 알 수 있다.

**4. 시뮬레이션 및 분석**

본 장에서는 광 인터넷을 위한 개방형 인터페이스의 프로토콜 연동에 있어서 병렬형 모델과 순차형 모델에 대하여 연결 설정 지연 및 완료율 측면에서 비교한 시뮬레이션 결과를 기술한다. 시뮬레이션의 논리적 모델은 그림 5와 같다. 순차형 및 병렬형 연동 모델에서 LER-CE와 FE 사이의 GSMP 동작 방식과 LSR-CE와 FE 사이의 GSMP 동작 방식이 동일하게 이루어지고 있다. 따라서 시뮬레이션의 단순화를 위하여 입구 및 출구 LER들은 FE와 CE가 분리되지 않는 것으로 가정하며

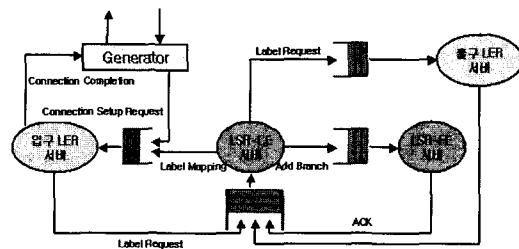


그림 5 병렬형 기반 GSMP 시뮬레이션의 논리적 모델

LSR은 FE와 CE가 분리되어 GSMP로 인터페이스 된다고 가정하였다. 그리고 입구와 출구의 LER 사이에 LSR-CE와 LSR-FE가 각각 하나씩 존재하며, 입구 및 출구 LER, LSR-CE, LSR-FE는 한 개의 서버와 한 개의 유한 큐를 가지는 것으로 가정하였다.

연결 설정 요구의 도착은 포아송 분포이며, 각 서버 및 큐는 독립적으로 수행된다. 각 서버의 처리 용량은 같으며, 시뮬레이션의 수행은 연결 설정 요구에 관련된 메시지만 존재하는 것으로 가정한다. 각 메시지 처리 시간은 [14]에 근거한 메시지 평균 처리 시간에 대한 지수 분포로 적용하였다. 입구 및 출구 LER과 LSR-FE를 위한 큐의 크기는 64이며, LSR-CE는 입구 및 출구 LER과 LSR-FE로부터 메시지가 도착되므로 큐의 크기를 256으로 적용하였다.

호 생성기로부터 연결 설정 요구 메시지가 입구 LER의 큐에 도착하면 입구 LER 서버는 Label Request 메시지를 생성하여 LSR-CE 서버로 전달한다. LSR-CE 서버는 수신한 Label Request 메시지를 처리한 후 출구 LER 서버로 Label Request 메시지를 전달하면 출구 LER 서버는 Label Mapping 메시지를 생성하여 LSR-CE 서버에게 전달한다. 순차형 연동 절차에서 Label Mapping 메시지를 수신한 LSR-CE 서버는 LSR-FE 서버에게 연결 설정을 요구하기 위하여 Add Branch 메시지를 전달한다. LSR-FE 서버로부터 ACK를 수신한 LSR-CE 서버는 입구 LER 서버에게 Label Mapping 메시지를 전달하게 된다. 병렬형 연동 절차에서 Label Mapping 메시지를 수신한 LSR-CE 서버는 LSR-FE 서버에게 Add Branch 메시지를 입구 LER 서버에게는 Label Mapping 메시지를 동시에 전달한다. Label Mapping 메시지를 수신한 입구 LER 서버는 연결 설정이 완료되었음을 호 생성기에게 통보함으로써 연결 설정 절차를 종료하게 된다.

연결 설정 지연은 입구 LER에 연결 설정 요구가 도착한 시간으로부터 입구 LER이 LSR-CE로부터 Label Mapping 메시지를 받을 때까지의 시간으로 정의한다. 그리고 연결 설정 완료율은 시뮬레이션 시간동안 호 생성기로부터 발생된 호의 수에 대하여 생성기에게 연결 설정의 완료가 통보된 연결의 수의 비율로 정의한다. 그림 6은 병렬형 및 순차형 연동 모델의 GSMP 연결 설정 지연에 대한 시뮬레이션 결과를 나타낸 것이다.

시뮬레이션의 결과 병렬형의 연결 설정 지연이 순차형에 비하여 평균 30% 정도 향상되었으며, 도착율이 증가함에 따라 향상의 폭이 증가함을 알 수 있다. 순차형 연동 절차의 경우는 출구 LER로부터 Label Mapping

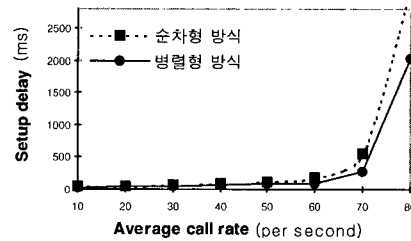


그림 6 연결 설정 지연

메시지를 수신하면 LSR의 FE에게 Add Branch 메시지를 보내어 ACK를 받은 후에 입구 LER로 Label Mapping 메시지를 보낸다. 반면에 병렬형 연동 절차에서는 출구 LER로부터 Label Mapping 메시지를 받으면 LSR의 FE에게 Add Branch 메시지를 보내고, 동시에 입구 LER로 Label Mapping 메시지를 보낸다. 그러므로 병렬형의 연결 설정 지연이 순차형보다 적은 결과가 나온 것으로 분석된다. 또 도착율이 증가할수록 병렬형 방식과 순차형 방식간에 지연의 차가 점점 커지고 있는 현상은 순차형 방식은 LSR-FE 큐의 지연이 연결 설정 요구의 수가 많아질수록 길어져서 이 지연이 연결 설정을 순차형으로 진행하는 각 연결의 전체 지연에 영향을 미치는 것으로 해석된다.

그림 7은 병렬형 및 순차형 연동 모델의 연결 설정 완료율에 대한 결과를 나타낸다. 그림 7에 의하면 병렬형 연동 모델과 순차형 연동 모델의 완료율이 거의 일치한 것으로 나타났으며, 연결 설정 요구가 60 이후부터 두 연동 모델의 완료율이 감소하기 시작하였다.

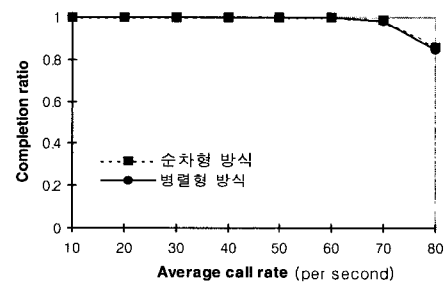


그림 7 연결 설정 완료율

연결 설정 요구를 하는 호의 수가 많아질수록 각 큐에는 메시지들이 많아지게 되어 메시지의 손실 확률이 커지게 된다. 이에 따라 연결 설정을 진행하는 과정에서 생성되는 메시지들은 각 큐를 지나면서 손실될 수 있다. 각 서버에 연결된 큐에서 메시지가 손실되면 그 연결의

설정은 완료되지 못한다. 연결 설정 과정에서 입구 및 출구 LER과 LSR에서의 큐의 손실에 대한 조건은 순차형 및 병렬형 연동 모델에 대하여 같이 적용되었으며 그림 7에서 보는 바와 같이 두 연동 모델의 연결 설정 완료율은 거의 일치하는 것으로 나타난다.

그림 6과 그림 7에서 보는 바와 같이 병렬형 연동 모델은 순차형 연동 모델과 완료율 면에서 거의 일치하며, 연결 설정 지연 면에서 순차형 연동 모델의 지연보다 30% 향상됨을 알 수 있었다.

## 5. 결론

광 인터넷의 개방형 인터페이스는 광 전달망과 제어 평면이 독립적으로 진화될 수 있게 하며, 계층 3과 계층 1의 장비 소유권이 서로 다른 오늘날의 네트워킹 현실에 잘 적용될 수 있다. 현재 OIF의 ISI, ITU-T ASON의 CCI 그리고 IETF의 광 스위칭을 위한 GSMP 확장 등이 광 인터넷을 위한 개방형 인터페이스로 연구되고 있다. IETF의 광 스위칭을 위한 GSMP 확장은 ISI 및 CCI의 구체적인 실현에 적용될 수 있다.

본 논문에서는 광 인터넷의 연결 설정 지연을 줄이기 위하여 네트워크 상태에 대한 스위치 제어기의 캐칭 능력에 기반을 둔 병렬형 연동 모델을 채택하였다. 병렬형 연동 모델에서는 연결 설정 단계에서 신호 프로토콜과 GSMP 프로토콜 사이의 연동 절차를 병렬로 진행한다. GSMP와 신호 프로토콜의 병렬형 연동 모델을 기존의 순차형 연동 모델과 연결 설정 지연 및 완료율 측면에서 비교하기 위하여 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션 결과 본 논문에서 채택한 병렬형 연동 모델이 순차형 연동 모델과 동일한 수준의 연결 설정 완료율을 유지하면서 연결 설정의 요구가 증가할수록 연결 설정 지연이 개선됨을 알 수 있었다.

추후 연구 과제로는 신호 프로토콜과 GSMP 프로토콜의 병렬형 연동 모델에 대한 프로토콜 검증 및 큐잉 모델에 의한 성능 분석을 수행하여 본 논문에서 수행한 시뮬레이션 결과와 비교하고자 한다.

## 참고 문헌

- [1] Nils Bjorkman, *et al.*, "The Movement from Monoliths to Component-Based Network Elements," IEEE Communications Magazine, January 2001.
- [2] Greene, N., *et al.*, "Media Gateway control protocol architecture and requirements," RFC 2805, April 2000.
- [3] J. Boyle, "The COPS (Common Open Policy

Service) Protocol," RFC 2748, January 2000.

- [4] A.Doria, *et al.*, "General Switch Management Protocol," Internet draft, <draft-ietf-gsmp-09.txt>, May 2001.
- [5] OIF, "User Network Interface (UNI) 1.0 Signaling Specification," OIF Contribution, OIF2000.125.4, April 2001.
- [6] O. Aboul-Magd, *et al.*, "Automatic Switched Optical Network(ASON) Architecture and Its Related Protocols," Internet draft, <draft-ietf-ipo-ason-00.txt> July 2001.
- [7] Avri Doria *et al.*, "Requirements for adding Optical Switch Support to GSMP," Internet draft, <draft-doria-gsmp-reqs-00.txt>, July 2001.
- [8] Mun Chhon Chan, Aurel A. Lazar, "Designing a CORBA-based high Performance Open Programmable Signaling System For ATM Switching Platforms," IEEE Journal of Selected Areas in Communications Vol. 17, No.9, September 1999.
- [9] Malathi Veeraraghavan *et al.*, "Parallel Connection Control(PCC) Algorithms for ATM Networks," Proc. of ICC '96, 1996.
- [10] Peter Ashwood-Smith, *et al.*, "Generalized MPLS Signaling: CR-LDP Extensions," Internet draft, <draft-ietf-mpls-generalized-cr-ldp-04.txt> July 2001.
- [11] Peter Ashwood-Smith, *et al.*, "Generalized MPLS Signaling: RSVP-TE Extensions," Internet draft, <draft-ietf-mpls-generalized-rsvp-te-04.txt> July 2001.
- [12] Jeremy Lawrence, "Designing Multiprotocol Label Switching Networks," IEEE Communications Magazine, July 2001.
- [13] 차영욱, "Toward Open Architecture in the Optical Internet," 제3회 광 인터넷 워크샵, 2001년 6월.
- [14] Arvind Kaushal, *et al.*, "Performance Benchmarking of ATM Signaling Software," Proc. Of ICC97, 1997.



김 춘 회

1988년 전남대학교 전산통계학과 졸업(학사). 1992년 충남대학교 대학원 전자계산학과 졸업(석사). 2000년 9월 경북대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(박사). 1988년 ~ 1995년 한국전자통신연구원 연구원. 2000년 ~ 2001년 안동대학교 시간강사. 2002년 ~ 현재 대구사이버대학교 인터넷학과 조교수. 관심분야는 네트워크 프로토콜, 광대역 액세스망, 트래픽 제어



백 현 규

2000년 안동대학교 정보통신공학과 졸업(학사). 2002년 안동대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(석사). 2002년 ~ 현재 (주)가인정보기술 부설 연구소 근무 중. 관심분야는 개방형 인터페이스, 광 인터넷, 차세대 네트워크



차 영 옥

1987년 경북대학교 전자공학과 졸업(학사). 1992년 충남대학교 계산통계학과 졸업(석사). 1998년 경북대학교 컴퓨터공학과 졸업(박사). 1987년 ~ 1999년 한국전자통신연구원 선임연구원. 1999년 ~ 현재 안동대학교 컴퓨터공학과 조교수. 관심분야는 개방형 인터페이스, 광 인터넷, 망 관리



최 준 균

1982년 서울대학교 공과대학(학사). 1985년 한국과학기술원(석사). 1988년 한국과학기술원(박사). 1986년 ~ 1997년 한국전자통신연구원, 실장 및 책임연구원. 1990년 ~ 1991년 캐나다 토론토 대학교, 교환연구원. 1993년 ~ 1996년 ITU-T SG13, Associate Rapporteur (AAL) 및 국내 대표. 1997년 ~ 현재 ITU-T SG13, Rapporteur(Q2: B-ISDN Network Capability). 1997년 ~ 현재 한국통신기술협회(TTA), 통신망구조연구반 의장. 1998년 ~ 현재 한국정보통신대학원대학교, 부교수. 관심분야는 B-ISDN 망능력, 구조, 및 성능분석(ATM 기술 포함), 네트워크 프로토콜(LAN/MAN/WAN, Public/Private), 네트워크 접속/연동 기술