

GSMP 인터페이스 기반 OBS 제어

이경만*, 김춘희**, 차영욱*

*안동대학교 컴퓨터공학과

**대구사이버대학교 인터넷학과

OBS Control based on GSMP Interface

KyungMann Lee*, ChoonHee Kim**, YoungWook Cha*

*Dept. of Computer Engineering, Andong National Univ.

**Dept. of Internet, Daegu Cyber Univ.

요약

광 인터넷의 개방형 인터페이스는 광 전달망과 제어 평면의 기술을 독립적으로 진화되게 하며 스위치의 구현을 단순화 시킨다. GSMP 프로토콜 기반의 개방형 인터페이스를 적용한 OBS 제어는 신호 프로토콜 및 GSMP 프로토콜의 실행 오버헤드로 인하여 연결설정의 지연을 증가시키는 단점이 있다. 본 논문에서는 GSMP 인터페이스를 이용하여 OBS 스위치를 제어하는 방안과 연결설정의 지연을 개선시키기 위하여 집중형 연결 서버를 이용한 병렬형 연결설정 메커니즘을 제안한다.

1. 서론

인터넷 응용과 광 전송 기술의 급격한 발전은 네트워크의 변화를 요구하고 있다. 광 인터넷 기술은 광 통신 기술을 바탕으로 인터넷의 트래픽 증가에 효율적으로 대처할 수 있는 기술이다. 광 인터넷에서의 스위칭 기술로는 OCS(Optical Circuit Switching), OPS(Optical Packet Switching) 그리고 OBS(Optical Burst Switching)이 연구되고 있다. 램과 단위의 스위칭을 수행하는 OCS 스위칭 기술은 광 크로스-컨넥트 장비로 상용화되고 있다. 그러나 광 버퍼 및 관련 디바이스 기술의 제약으로 인하여 광 패킷 스위칭 기술은 아직 상용화가 이루어지지 않고 있다. OBS는 버스트 스위칭 메커니즘을 광 인터넷에 적용한 기술이다. OBS 스위칭은 데이터 트래픽의 버스트 단위로 연결을 설정 및 해제한다. OCS에서 호 단위의 연결을 설정 및 해제하는데 따른 채널 사용의 비효율성을 개선시킬 수 있다. 또한 패킷이나 프레임 단위의 스위칭이 아닌 버스트 단위이므로 버퍼링의 요구사항을 최소화하는 스위칭 기술이다[1].

GSMP(General Switch Management Protocol) 프로토콜은 레이블 스위치와 제어기 사이에서 연결, 구성, 장애, 성능관리 및 동기화 기능을 제공하는 개방형 인터페이스이다. 개방형 인터페이스는 전달망과 제어

평면의 분리를 실현함으로, 전송 및 스위치 장비들이 신호 프로토콜로부터 독립적으로 개발할 수 있도록 하며, 스위치의 구현을 단순화시킨다. GSMP 인터페이스는 망에서의 다양한 융통성을 제공하는 반면에 전통적인 스위치-대-스위치(switch-by-switch)에 비하여 연결설정의 지연이 길어지는 단점을 가지고 있다. 본 논문에서는 OBS 스위치의 제어를 위하여 GSMP 기반의 개방형 인터페이스를 적용하는 방안을 제안한다. 또한 GSMP 인터페이스를 도입하는 경우에 발생되는 연결설정의 지연을 개선시키기 위하여 집중형 연결 서버를 이용한 병렬형 연결설정 메커니즘을 제안한다[2].

본 논문의 2장에서는 OBS의 스위칭 기술과 제어 방식 및 GSMP 인터페이스의 연구동향에 대해서 살펴본다. 3장에서는 OBS 제어를 위한 GSMP 인터페이스의 적용방안과 집중형 연결 서버를 이용한 연결설정 메커니즘을 기술한다. 마지막으로 4장에서는 본 논문의 결론 및 향후의 연구 과제에 대하여 기술한다.

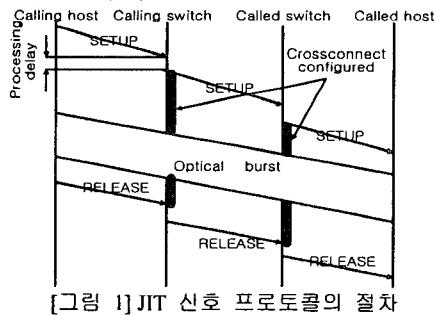
2. OBS와 GSMP의 연구 동향

2.1 OBS 기술

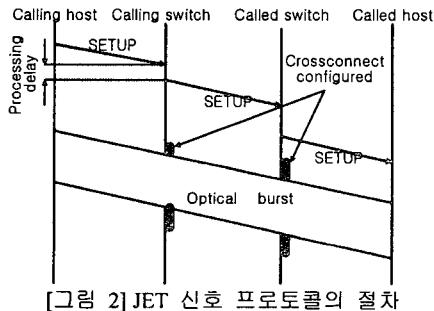
버스트 스위칭의 개념은 1980년대 초반 음성 통신을 위하여 제안 되었다. OBS는 버스트 스위칭 메커니즘을 광 인터넷에 적용한 기술이다. OBS 스위칭은 트래픽을 전달하기 위하여 버스트 단위로 연결을 설정 및 해제한다.

OBS 스위칭은 크게 IBT(In-Band-Terminator), TAG(Tell-And-Go) 그리고 RFD(Reserved-a-Fixed-Duration)의 세 가지 기술로 구분된다. IBT 스위칭 기술에서는 연결설정을 위한 제어 정보를 대역내(in-band)나 대역외(out-of-band)로 먼저 전달한 후, 끝에 IBT가 포함된 데이터 버스트가 전달된다. IBT 스위칭 기술에서 대역폭은 연결설정을 위한 제어 정보를 수신하자마자 할당이 되며, 버스트의 끝에 포함된 IBT가 발견되면 대역폭을 해제한다.

TAG 스위칭 기술에서 근원지 노드는 대역폭을 예약하기 위한 제어 패킷을 송출한 후, 응답 메시지를 기다리지 않고 관련 데이터 버스트를 전달하는 방식이다. TAG에서 대역폭의 할당은 제어패킷을 수신하자마자 바로 수행된다. 대역폭의 해제는 근원지 노드가 해제 패킷을 보내어 수행하거나, 또는 주기적으로 전송하는 재생(refresh)패킷을 송출하지 않음으로 대역폭을 해제할 수 있다. TAG 스위칭 기술에서 사용하는 신호 프로토콜인 JIT(Just-In-Time)의 동작 절차는 그림 1과 같다.



[그림 1] JIT 신호 프로토콜의 절차



[그림 2] JET 신호 프로토콜의 절차

RFD에서는 제어 패킷이 도착한 시점에 대역폭을 할당하지 않으며, offset-time을 이용하여 데이터 버스트가 도착하기 전에 대역폭을 할당하므로 효율적으로 대역폭을 사용할 수 있다. 제어 패킷에 포함되어 있는 데이터 버스트의 길이 정보를 이용하여 대역폭을 해제함으로 해제를 위한 제어 패킷의 처리에 대한 오버헤드가 요구되지 않는다. RFD 스위칭 기술에

서 사용하는 신호 프로토콜인 JET(Just-Enough-Time)[3]의 동작 절차는 그림 2와 같다.

OBS의 제어 스키ーム에 대하여 연구하고 있는 North Carolina 주립대학의 JumpStart 프로젝트에서는 데이터 버스트를 위한 자원의 예약 시점과 해제 시점에 따라 4가지로 구분하고 있다. 스키ム 1과 4는 JIT 및 JET와 동일한 방식이다. 스키ム 2의 자원 예약은 스키ム 1과 같으며, 자원의 해제는 버스트의 끝을 예상하여 자동으로 해제하는 방식이다. 스키ム 3은 SETUP 메시지 도착 후 바로 자원을 예약하지 않고 버스트의 도착 전에 자원을 예약하는 방식이다. JumpStart 프로젝트에서는 버스트의 도착을 예상하는 문제는 단순하지 않으므로 스키ム 1 또는 스키ム 2를 채택하고 있다[4].

2.2 GSMP 인터페이스

GSMP 프로토콜은 스위치와 제어기 사이에서 연결, 구성, 성능, 장애관리 및 동기화 기능을 제공하는 개방형 인터페이스이다. 연결, 구성 및 성능 관리를 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 GSMP 프로토콜의 Adjacency 메시지는 제어기나 스위치 어느 곳에서든 먼저 활성화 될 수 있다[5].

GSMP로 인터페이스가 되는 제어기와 스위치는 마스터-슬레이브 관계를 형성한다. GSMP 모델에서 하나의 제어기는 여러 개의 스위치들을 제어할 수 있으며 또한 다수의 제어기가 하나의 스위치를 분할 기술을 이용하여 제어할 수도 있다. GSMP 버전 1.1 및 2에서는 ATM 스위치를 위한 제어 기능만이 정의되었으나, 버전 3에서는 프레임릴레이 레이블, MPLS 일반 레이블 및 FEC 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 연관하여 GSMP의 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.

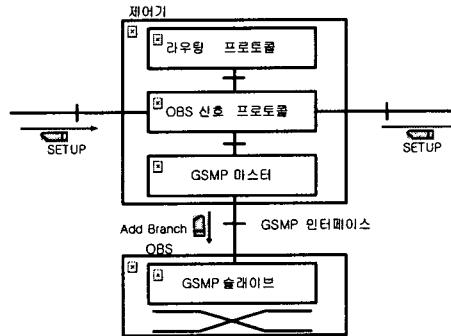
3. GSMP 기반 OBS 제어

GSMP 기반 개방형 인터페이스는 제어 평면과 전달 평면의 기술이 독립적으로 진화되며 스위치의 구현을 단순화시키지만, 전통적인 스위치-대-스위치에 비하여 연결설정의 지연이 길어지는 단점이 있다. 본 장에서는 OBS의 제어를 위하여 GSMP 인터페이스를 적용하는 방안과 연결설정의 지연을 개선시키기 위하여 짐승형 연결 서버를 이용한 병렬형

연결설정 메커니즘을 제안한다.

3.1 OBS 제어를 위한 GSMP 메시지 및 정보요소

OBS 제어를 위한 신호 프로토콜은 JIT 및 JET 등이 있다. GSMP 프로토콜의 마스터 기능은 제어기에 탑재되어 그림 3과 같이 OBS 신호 프로토콜과 연동하게 된다.



[그림 3] OBS와 제어기의 GSMP 인터페이스

이와 같은 모델에서 OBS의 제어를 위한 모든 기능을 제어기에 탑재시킴으로 스위치의 하드웨어 기술은 기존 OXC의 기능을 최대한 활용할 수 있다. OBS 신호 프로토콜에서는 데이터 버스트의 스위칭에 요구되는 자원을 신속히 설정하기 위하여 응답 메시지를 기다리지 않고 자원을 할당한다.

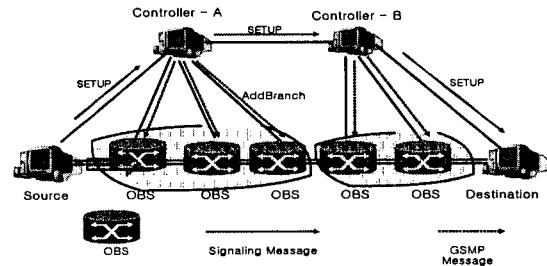
GSMP 인터페이스의 동작 모드는 응답형 모드와 성공시의 비응답형 모드로 구분할 수 있다. 응답형 모드에서 요청 메시지를 전송한 제어기는 스위치로부터 성공이든 실패든 항상 응답을 수신하여야 하는 모드이다. 성공시의 비응답형 모드는 성공한 경우에는 응답이 요구되지 않으며 실패한 경우에만 스위치가 제어기에게 응답을 전달하는 모드이다. 제어기에서 OBS 신호 프로토콜과 연동하는 GSMP의 Add Branch 메시지도 성공시의 비응답형 모드를 사용함으로 신속한 자원의 할당을 수행할 수 있다.

Add Branch 메시지에 포함되는 정보 요소는 OBS의 신호 프로토콜 종류에 관계없이 크게 포트 정보, 레이블 정보, 서비스 모델 식별자 및 트래픽 파라미터 정보이다. 레이블 정보는 기존의 광 크로스-컨넥트에서 사용하는 람다 레이블의 인코딩 방식을 사용하면 된다. 광 버스트 스위칭을 위한 서비스 모델에 대하여는 아직 정의가 되지 않았으므로 추후 정의가 요구된다. OBS의 신호 프로토콜로 JIT를 사용하는 경우에는 자원 이용의 효율을 높이고 버스트의 지속 시간을 스위치에게 통보하기 위하여 Add Branch 메시지에 offset-time과 데이터 버스트의 길이 정보가 부가적으로 요구된다.

OBS 신호 프로토콜에서 할당된 자원의 해제는 RELEASE 메시지를 사용하거나 또는 버스트의 지속 시간을 예상하여 예상된 시간이 경과된 후에 자동으로 해제되게 할 수 있다. JIT 프로토콜과 같이 RELEASE 메시지를 사용하는 경우에는 제어기에서

GSMP의 Delete Tree 메시지와 연동되어 OBS 스위치에 할당되었던 자원을 해제할 수 있다.

3.2 GSMP 인터페이스의 연결 설정 메커니즘



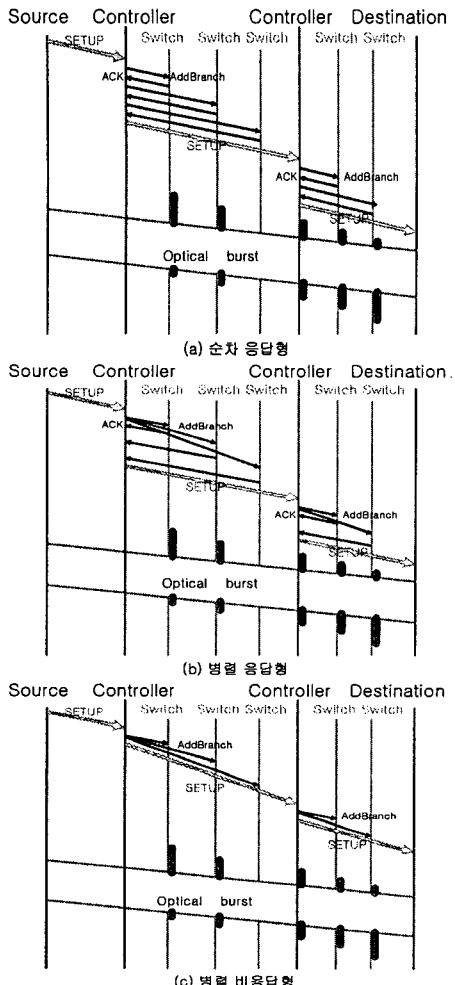
[그림 4] 제어 메커니즘

GSMP 인터페이스에서 하나의 제어기는 하나의 스위치만을 제어하거나 여러 개의 스위치들을 제어할 수 있다. OBS 스위칭 기술에서의 핵심적인 기술 중 하나는 근원지 노드에서 버스트를 위한 연결설정 요구를 발생시킨 후, 목적지 노드까지 가능한 빨리 연결설정을 완료하는 것이다.

하나의 제어기가 하나의 스위치를 제어하는 모델에서는 OBS 신호 프로토콜 이외에 GSMP 프로토콜의 오버헤드가 부가적으로 수행되어야 하므로 전체적인 연결설정 지연을 증가시키게 된다. GSMP 인터페이스 기반의 OBS 제어에서 신속한 연결설정을 달성하기 위하여서는 그림 4와 같이 하나의 제어기가 여러 개의 스위치를 제어하는 중앙 집중형 연결제어 서버 모델이 요구된다. 근원지 노드는 A 지역을 담당하는 제어기-A에게 버스트 설정을 위한 SETUP 메시지를 전송한다. SETUP 메시지를 수신한 제어기-A는 자신이 관리하는 OBS 스위치들에게 버스트를 위한 람다 연결의 설정을 명령하기 위하여 GSMP의 Add Branch 메시지를 전송하게 된다.

하나의 스위치가 여러 개의 스위치를 제어하는 중앙 집중형 연결 서버의 경우에 연결설정을 요구하기 위한 방안은 그림 5와 같이 순차 응답형, 병렬 응답형 그리고 병렬 비응답형으로 구분할 수 있다.

순차 응답형 모드에서는 제어기가 스위치에게 Add Branch를 전송하고 응답을 받은 후에 다음 스위치에 연결설정 요구를 위한 Add Branch 메시지를 전송하는 방식이다. 병렬 응답형 모드에서는 제어기가 자신이 관리하는 모든 스위치들에게 동시에 Add Branch 메시지를 전송한 후 해당 스위치들로부터 모두 응답을 수신하여야 다음 제어기로 SETUP 메시지를 전달하는 방식이다. 순차 및 병렬 응답형 모드는 모두 스위치로부터 응답 메시지를 수신하여야 다음 제어기로 SETUP을 전달할 수 있으므로 OBS 스위치가 요구하는 신속한 연결설정을 이를 수가 없다.



[그림 5] 집중형 서버에서의 연결설정 메커니즘

병렬 비응답형 모드에서는 제어기가 SETUP을 수신하면 각 스위치들로 Add Branch 메시지를 전송하여 병렬로 연결설정을 요구하면서 동시에 바로 다음 제어기에 SETUP 메시지를 전송하는 방식이다. 이 방식은 OBS 신호 프로토콜에서 연결설정 요청에 대하여 응답을 기다리지 않고 바로 자원을 할당하는 동작 모드와 동일하게 GSMP 인터페이스가 성공시의 비응답형 모드로 동작하게 된다. 이러한 병렬 비응답형 연결설정 모드는 전체적인 연결설정 지연이 근원지에서 목적지 사이에 있는 OBS의 개수가 아닌 제어기의 개수에 비례하게 된다. 하나의 제어기가 관리하는 OBS의 수가 많을수록 데이터 버스트의 근원지에서 목적지까지 신호 프로토콜의 수행을 위한 흔

(hop) 수가 감소하여 전체적인 연결설정을 감소시킨다. 그러나 하나의 제어기가 많은 수의 OBS를 제어한다면 제어기의 구현이 복잡하여지므로 망의 크기와 확장성을 고려한 적절한 개수의 스위치 수를 결정하여야 한다.

4. 결론

광 인터넷의 개방형 인터페이스는 광 전달망과 제어 평면을 분리하여 독립적으로 발전될 수 있게 하며, 계층 3과 계층 1의 장비 소유권이 서로 다른 오늘날의 네트워킹 현실에 잘 적용될 수 있다. 본 논문에서는 GSMP 프로토콜 기반의 개방형 인터페이스를 적용하여 OBS 스위치를 제어하는 방안을 제안하였다. GSMP 인터페이스 기반의 OBS 제어에서는 모든 제어 기능을 제어기에 탑재시킴으로 스위치의 하드웨어 기술은 기존 OXC의 기능을 최대한 활용할 수 있다.

GSMP 인터페이스를 적용한 OBS 제어는 전통적인 스위치-대-스위치 방식보다 연결설정의 지연을 증가시키는 단점이 있다. OBS 스위칭의 핵심적인 기술 중 하나는 연결설정 지연을 최소화시키는 것이다. 본 논문에서는 연결설정의 지연을 개선시키기 위하여 집중형 연결 서버를 이용하여 다수의 스위치에게 병렬 비응답형 모드로 연결을 설정하는 메커니즘을 제안하였다. 이러한 병렬 비응답형 연결설정 모드는 버스트 스위칭을 위한 전체 연결설정의 지연이 망 내에 있는 OBS의 개수가 아닌 제어기의 개수에 비례하게 한다.

향후 과제로는 하나의 제어기가 관리하는 스위치 개수에 따른 병렬 비응답형 방식의 성능 분석과 중간 노드의 연결설정 실패 시에 따른 대처 방안을 연구하는 것이다.

본 연구는 한국과학재단 우수연구센터사업의 연구결과임.

[참고문헌]

- [1] C. Qiao, "Labeled Optical Burst Switching for IP over WDM Integration," IEEE Comm. Mag., Sept. 2000.
- [2] 김준희, 백현규, 차영숙, 최준균, "광 인터넷의 개방형 인터페이스를 위한 병렬형 연동 모델의 특징," 정보과학회 논문지, 2002년 8월.
- [3] M. Yoo, C. Qiao, "Just-Enough-Time(JET): A High Speed Protocol for Bursty Traffic in Optical Networks," IEEE/LEOS Tech., Global Info. Infra., Aug. 1997.
- [4] Ilia Baldine, George N. Rouskas, Harry G. Perros, Dan Stevenson, "JumpStart: A Just-in-time Signaling Architecture for WDM Burst-Switching Networks," IEEE Comm. Mag., Feb, 2002.
- [5] Avri Doria, et al. "General Switch Management Protocol V3," IETF RFC 3292, Jun, 2002.