

광 버스트 스위칭 네트워크에서의 버스트 어셈블리의 성능 비교 및 분석

준회원 박 동 희*, 정회원 유 명 식*

An Analysis on the Burst Assembly Schemes in the Optical Burst Switched Networks

Dong-Hee Park* Associate Member, Myungsik Yoo* Regular Member

요 약

광 버스트 스위칭 (Optical Burst Switching) 기술은 IP/WDM 네트워크를 효율적으로 지원하기 위한 솔루션으로서 활발한 연구가 수행되고 있다. 광 버스트 스위칭 기술의 특징은 광 도메인 내에서의 투명한 광 데이터의 전송을 위하여 자기 유사성을 가지는 IP 트래픽을 데이터 버스트 단위로 어셈블하고 Offset Time과 Delayed Reservation을 이용한다는 것이다. 특히, IP 트래픽을 데이터 버스트로 어셈블 하는 버스트 어셈블리는 광 버스트 스위칭 네트워크의 성능에 지대한 영향을 준다. 본 논문에서는 세 가지 방식의 버스트 어셈블리에 대한 성능 평가를 수행하고 각 방식이 광 버스트 스위칭 네트워크 성능에 미치는 영향을 비교 분석한다.

Key Words : 광 버스트 스위칭, 버스트 어셈블리, CAT, CBS, AAT, 네트워크 성능평가, 처리율

ABSTRACT

Optical Burst Switching (OBS) technology has drawn much attention as a promising solution for IP/WDM networks. OBS has the features such as the offset time, the delayed reservation and the burst assembly. In particular, the burst assembly, which assembles IP packets into the data bursts, has a great impact on the performance of OBS network. In this paper, we compare the performance of three different burst assembly schemes and investigate their impact on the performance of OBS network.

I. 서 론

인터넷 트래픽의 증가는 기존 네트워크에 비하여 더 많은 자원을 요구하게 되었고 이에 대한 해결책으로 인터넷 기술에 광 전송 기술을 접목시킨 IP

over WDM 네트워크가 제안되었다^[1]. IP over WDM 기술은 인터넷 트래픽을 포함한 다양한 트래픽을 기존의 ATM, SONET/SDH 장비의 처리를 거치지 않고 WDM 장치를 통하여 바로 전송하기 때문에 경제적인 네트워킹 솔루션으로 주목받고 있다. 현재 IP over WDM 네트워크를 위한 스위칭 기

* 숭실대학교 정보통신전자공학부 (daldong@daldong.com, myoo@e.ssu.ac.kr)

논문번호 : 030254-0613, 접수일자 : 2003년 6월 13일

※ 본 연구는 한국과학재단 광 인터넷 연구센터 (OIRC) 프로젝트 지원으로 수행되었음.

솔로서 광 회선 스위칭 (Optical Circuit Switching: OCS), 광 패킷 스위칭 (Optical Packet Switching: OPS), 광 버스트 스위칭 (Optical Burst Switching: OBS) 기술이 연구되고 있다. 특히, 광 버스트 스위칭 기술은 광 회선 스위칭 방식이 가지는 낮은 네트워크 효율성 문제와 광 패킷 스위칭 방식이 가지는 기술 한계성 문제를 보완하는 기술로써 차세대 광 인터넷을 위한 스위칭 기술로써 국내외적으로 많은 연구가 진행되고 있다^[2].

광 버스트 스위치로 구성된 광 버스트 스위칭 네트워크의 구조를 그림 1에 나타내었다.

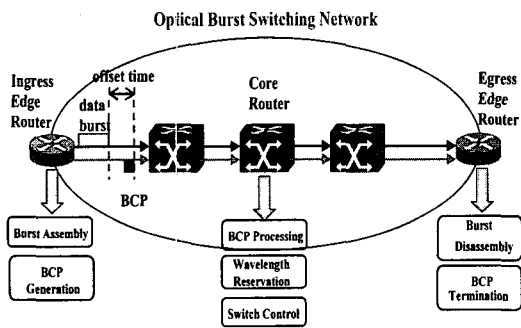


그림 1. OBS 네트워크의 구조 및 기능

IP 네트워크로부터 유입되는 데이터 패킷들은 광 버스트 스위칭 네트워크의 입력 에지 노드에서 임의의 어셈블리 알고리즘에 따라 데이터 버스트로 모아진다. 데이터 버스트가 생성되면 에지 노드는 이와는 별도로 데이터 버스트에 대한 정보를 가지는 제어 패킷 (Eburst Control Packet: BCP)을 생성하여 데이터 버스트의 라우팅과 자원 예약을 위하여 일정 시간 (Offset Time) 전에 목적지 노드로 전송한다. 제어 패킷은 자원을 예약할 때 자신이 도착한 시점부터 자원을 예약하는 것이 아니라 일정 시간 이후 데이터 버스트가 도착하는 시점부터 버스트의 전송이 끝나는 시점까지 만의 자원을 예약함으로써 불필요한 자원의 낭비를 줄이게 된다. 이와 같은 자원 예약 방식을 Delayed Reservation이라 한다. 또한, 제어 패킷과 실제 데이터 버스트 사이의 일정 시간 간격을 Offset Time이라 하는데 이는 데이터 버스트의 저장을 위한 광 버퍼의 필요성을 줄여준다. Offset Time 먼저 전송된 제어 패킷 (BCP)은 데이터 버스트의 목적지 노드까지의 경로 설정을 위하여 각 코어 라우터에서 라우팅 및 자원 예약을 수행하고 목적지 노드에 도착하면 소멸된다. 한편, 데이터 버스트는 제어 패킷이 설정한 경로와

예약된 자원을 이용하여 목적지 노드까지 투명하게 전송된다^[3,4]. 이러한 절차에 의해 동작하는 광 버스트 스위칭 네트워크의 성능을 결정하는 중요한 요소에는 데이터 버스트에 대한 채널 스케줄링과 에지 노드에서의 버스트 어셈블리 과정이 있다.

채널 스케줄링은 같은 시간에 동일한 출력 파장으로 전송 되고자 하는 데이터 버스트들을 효과적으로 처리하여 주어진 자원의 이용률을 극대화 하는 것이 목적이다. 현재 제안된 채널 스케줄링 알고리즘으로는 LAUC (Latest Available Unscheduled Channel)와 LAUC-VF (Latest Available Unscheduled Channel with Void Filling)^[5]가 있다. 그러나 이들 두 방법에서는 버스트를 전송할 빈 채널이 없을 경우 해당 버스트들을 모두 폐기시키는 단점을 가지고 있다. 이러한 단점을 보완하고자 제안된 방법으로써 위와 같은 상황이 발생할 경우 버스트를 모두 버리는 것이 아니라 이미 예약되어 있는 버스트와 중복되는 부분에 대해서만 부분적 폐기를 시키는 방법이 있다^[6]. 이에 더하여 중복되는 부분에 대해서도 무조건 버스트를 폐기 시킬 것이 아니라 그 중복되는 버스트의 크기가 크지 않을 경우에는 FDL을 이용하여 중복되는 버스트 크기만큼의 전송 지연을 발생시킴으로써 채널 스케줄링을 가능하게 하는 방법^[7]도 제안되었다.

버스트 어셈블리는 입력 에지 노드로 유입되는 IP 패킷들이 광 버스트 네트워크로 전송되기 위해 거치는 첫 번째 절차로 그 역할이 매우 중요하다. 이러한 버스트 어셈블리를 위하여 다양한 알고리즘이 제안되었고 그에 대한 성능 평가가 수행되었다. 일반적으로 버스트 어셈블리는 시간 또는 임계값을 기준으로 수행된다. 시간을 기준으로 버스트 어셈블을 수행할 경우^[8] 주기적으로 버스트가 생성되는 반면 그 버스트의 크기들은 가변적이며, 임계값에 의해 버스트를 어셈블 할 경우^[9]에는 버스트가 생성되는 시간 간격이 가변적이 된다. 또는 이 두 가지 경우를 모두 고려한 버스트 어셈블리 알고리즘도 제안되었다^[8]. 나아가 자기 유사성을 가지는 현재의 네트워크 트래픽에 미치는 버스트 어셈블리의 효과에 대한 연구^[10]와 TCP 혼잡제어를 수행하는 네트워크에서 효과적인 버스트 어셈블리를 수행하기 위한 연구^[8] 또한 진행되었다.

본 논문에서는 광 버스트 스위칭 네트워크를 위하여 제안된 다양한 버스트 어셈블리 방식들에 대한 성능 분석을 통하여 이들을 비교하고자 한다. 본 논문과 비슷한 시기에 수행된 [8]에서 본 논문과 유

사한 연구가 수행되었다. 그러나 [8]에서는 TCP 트래픽의 특성을 가지는 네트워크에서 TCP 혼잡제어 알고리즘의 여러 파라미터들의 변화에 따른 버스트 어셈블리 알고리즘의 성능 변화를 관찰한 연구였다면, 본 논문은 다양한 어셈블리 알고리즘의 특성과 각 방식에 따른 광 버스트 스위칭 네트워크의 성능에 대한 영향 분석을 수행하였다는 점에서 차별성이 있다.

본 논문에서는 버스트 어셈블리 알고리즘으로 CAT (Constant Assemble Time)^[8], CBS (Constant Burst Size)^[8] 그리고 응용적인 방법으로써 AAT (Adaptive Assemble Time)^[8]를 적용한 광 버스트 스위칭 네트워크의 성능을 측정하여 각 알고리즘의 특성 및 장단점을 분석하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 버스트 어셈블리의 기본 개념과 논문에서 고려하는 버스트 어셈블리 알고리즘을 소개한다. III장에서는 시뮬레이션 결과를 통하여 각 버스트 어셈블리 알고리즘의 특성을 분석하고 각 알고리즘이 광 버스트 스위칭 네트워크에 미치는 영향을 기술한다. 마지막으로 IV장에서 결론을 맺는다.

II. 버스트 어셈블리

1. 버스트 어셈블리의 정의

광 버스트 스위칭 기술은 에지 노드로 입력되는 IP 패킷을 그 특성에 따라 같은 목적지와 같은 QoS (Quality of Service) 별로 모아서 전송하는 방법이다. 그러므로 광 버스트 스위칭 네트워크에서 데이터 버스트는 일반적으로 같은 목적지를 가지면서 같은 QoS 지원을 요구하는 패킷들의 집합으로 정의된다. 광 버스트 스위칭 네트워크의 에지 노드로 유입되는 IP 패킷들이 어셈블 버퍼에 저장되어 데이터 버스트로 생성되는 과정을 그림 2에 나타내었다. 버스트 어셈블리 방식의 성능 비교를 위하여 본 논문에서는 QoS는 고려하지 않고 같은 목적지 에지 노드에 따른 버스트 어셈블 버퍼만을 고려하여 버스트 어셈블리를 수행하였다.

IP 패킷들을 데이터 버스트로 어셈블하는 과정을 통하여 광 버스트 스위칭 네트워크는 다음과 같은 몇 가지 장점을 가진다.

첫째, 하나의 데이터 버스트로 어셈블된 다수의 IP 패킷들은 하나의 제어 패킷 (Burst Control

Packet: BCP)이 그 트래픽을 관리하기 때문에 제어 정보로 인한 오버헤드 감소와 데이터 버스트 사이의 차별화된 서비스 제공이 용이하다. 예를 들어 같은 목적지를 가지는 다수의 IP 패킷들이 버스트로 어셈블된 결과로 코어 노드에서 라우팅 및 제어정보 처리가 간소화 된다.

둘째, 현재의 인터넷 트래픽과 관련하여 자기 유사성 (Self-similarity)을 가지고 입력되는 IP 패킷들을 광 도메인의 에지 노드에서 데이터 버스트로 어셈블하는 과정에서 원래 입력되는 IP 트래픽의 불규칙 트래픽 패턴을 어느 정도 보정할 수 있는 트래픽 재생성 (Traffic Regeneration)이 가능하다는 것이다. 적용되는 버스트 어셈블리 알고리즘에 따라 그 정도의 차이는 있지만 IP 패킷들을 데이터 버스트로 어셈블하는 과정에서 좁은 범위 (Short-Range) 내에서 자기 유사성을 가지는 트래픽의 불규칙 패턴을 어느 정도 보정할 수 있다는 연구가 진행됨 바 있다^[10].

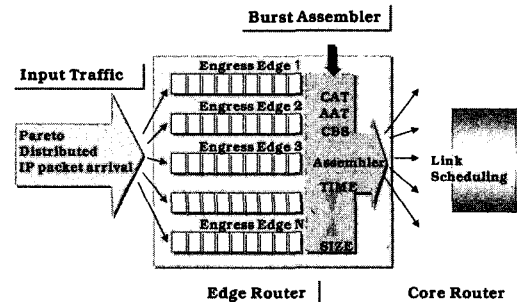


그림 2. 에지 노드의 버스트 어셈블 버퍼의 구조

2. 버스트 어셈블리 알고리즘

본 논문에서는 다음의 세 가지 버스트 어셈블 방식에 따른 성능 평가를 수행하였다.

1) CAT (Constant Assemble Time)

CAT 알고리즘에 따라 버스트를 어셈블하게 되면 목적지별로 버퍼에 모아진 데이터 패킷들을 주기적으로 데이터 버스트로 생성하여 전송한다. CAT 알고리즘에서는 적절한 어셈블 시간을 결정하는 것이 중요하다^[8].

표 1. CAT 알고리즘

<p>이벤트 : 어셈블 버퍼로 새로운 IP 패킷 도착</p> <pre> if (어셈블 타이머 만료) then 데이터 버스트 생성 else then 어셈블 버퍼에 IP 패킷 버퍼링 </pre>

2) CBS (Constant Burst Size)

CBS 알고리즘에서는 CAT와는 달리 데이터 버스트를 어셈블하는 기준이 시간이 아니라 데이터 버스트의 크기가 된다. 예지 노드에서 어셈블 하기를 지연 시간에 상관없이 버퍼에 패킷들이 임계 데이터 버스트 크기를 초과하면 곧바로 데이터 버스트로 어셈블 된다. 그러므로 CBS 알고리즘을 사용하는 광 버스트 스위칭 네트워크에서는 적절한 임계 버스트 크기를 정하는 것이 중요하다^[8].

표 2. CBS 알고리즘

<p>이벤트 : 어셈블 버퍼로 새로운 IP 패킷 도착</p> <pre> if (어셈블 버퍼에 대기중인 IP 패킷들의 크기의 합 > 임계 버스트 크기) then 데이터 버스트 생성 else then 어셈블 버퍼에 IP 패킷 버퍼링 </pre>
--

3) AAT (Adaptive Assemble Time)

표 3. AAT 알고리즘

<p>이벤트 : 어셈블 버퍼로 새로운 IP 패킷 도착</p> <pre> if (어셈블 타이머 만료) then 데이터 버스트 생성 else if (어셈블 버퍼에 대기중인 IP 패킷들의 크기의 합 > 임계 버스트 크기) then 데이터 버스트 생성 else then 어셈블 버퍼에 IP 패킷 버퍼링 </pre>

상기 두 가지 방법은 시간과 버스트의 크기 중 한 가지 기준만 적용한 알고리즘들이었다. 그러나 AAT 알고리즘의 경우에는 버스트를 생성하는 방식에 있어서 두 가지 기준을 모두 포함하고 있는 방식이라 할 수 있다. 즉, 일정한 시간 후에 데이터

패킷들을 데이터 버스트로 어셈블하여 전송하는 방법이라는 점에서는 CAT 알고리즘과 유사하나 어셈블 시간이 종료되기 전에 정해놓은 임계 버스트 크기를 초과할 경우 곧바로 어셈블 되어 버스트가 생성되고 전송된다는 점에서 CBS 알고리즘의 성질을 가진다고 할 수 있다^[8]. 따라서 AAT 알고리즘을 적용할 경우 불규칙한 트래픽 패턴에 대하여 좀더 유연하게 대처할 수 있게 된다. 그러므로 AAT 알고리즘에서는 적절한 어셈블 시간과 임계 버스트 크기를 결정하는 것이 알고리즘 성능을 결정하는 중요한 요소가 된다.

III. 성능평가

1. 시뮬레이션 환경

다양한 버스트 어셈블 알고리즘들을 적용한 광 버스트 스위칭 네트워크의 성능을 평가하기 위한 시뮬레이션에 대한 고려사항들은 다음과 같다.

그림 3은 시뮬레이션을 위하여 구성한 네트워크 토폴로지이다.

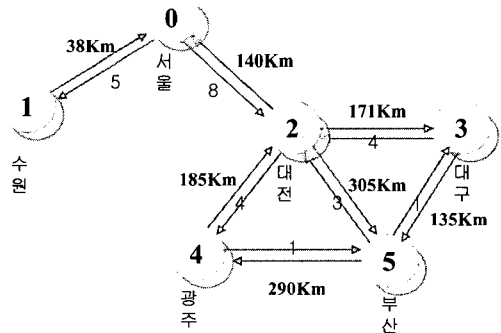


그림 3. 광 버스트 스위칭 네트워크 구조

그림 3의 네트워크는 그림에 나타나 있듯 우리나라의 주요 6대 도시를 연결하는 KOREN 토폴로지이다. 여섯 개의 노드와 그 노드들을 연결하는 양방향 링크로 구성되어있다. 링크의 길이는 노드사이의 직선거리로 정하였고 각각의 링크에는 링크를 통과하는 트래픽의 양에 비례하여 과장을 할당하였으며 링크 당 과장수와 링크의 길이는 그림 3에 나타내었다. 그리고 네트워크를 통과하는 트래픽의 부하는 입력 예지 노드에서 자신을 제외한 출력 예지 노드까지 동일하게 0.8로 가정하였다. 또한 입력 예지 노드로 유입되는 IP 패킷의 도착률은 Pareto 분포를

따른다. 마지막으로 노드 사이의 경로 설정은 최단 경로 라우팅 (Shortest Path Routing)을 가정하였으며 모든 링크의 데이터 전송 속도는 10Gbps로 설정하였다.

표 4. 광 버스트 스위칭 네트워크 시뮬레이션 파라미터

파라미터	값
트래픽 부하	0.8
IP 패킷 도착률 분포	Pareto 분포
Hurst 파라미터 H	0.8
IP 패킷 크기 분포	Exponential 분포 (평균 10000 bit or 1250byte)
평균 흡수	1.7 흡
총 채널수	52
채널 용량	10 Gbps

2. 성능 평가 파라미터

본 논문에서는 광 버스트 스위칭 네트워크에서 어셈블 방식에 따른 성능의 차이를 비교하기 위하여 다음의 세 가지 파라미터를 고려하였다.

첫 번째 파라미터는 평균 버스트 크기이다. 이것은 입력 에지 노드에서 생성된 데이터 버스트의 평균 크기로써 어셈블 시간이나 임계 버스트 크기에 영향을 받는다.

두 번째 파라미터는 평균 에지 지연 시간이다. 에지 노드에서의 지연은 입력 에지노드로 유입되는 IP 데이터 패킷들이 버스트로 생성되기 전에 평균적으로 어셈블 버퍼에 대기하는 시간을 말한다. 그러므로 이 파라미터 또한 에지 노드에서의 어셈블 시간 또는 임계 버스트 크기에 따라 그 값이 달라진다. 다시 말하자면 먼저 언급한 평균 버스트 크기와 평균 에지 지연 시간은 밀접한 관계가 있다고 할 수 있다. 이 두 파라미터 사이의 관계에 대해서는 다음의 성능 평가 결과에서 언급하도록 하겠다.

세 번째 파라미터는 노드 당 버스트 처리율 (Throughput)이다. 이것은 하나의 입력 에지 노드로부터 자신을 제외한 나머지 노드들 중 하나의 출력 에지 노드로 보내진 데이터 버스트들 중 성공적으로 출력 에지 노드에 도착한 데이터 버스트의 비율을 말한다.

3. 결과 및 분석

CAT, CBS, AAT의 세 가지 어셈블 유형에 따른 광 버스트 스위칭 네트워크의 성능평가를 앞서 기

술한 세 가지 파라미터를 기준으로 수행하였다.

그림 4는 CAT, CBS, AAT 알고리즘을 적용하여 데이터 버스트를 생성하였을 경우에 코어 노드로 유입되는 데이터 버스트 트래픽의 분포이다.

가로축과 세로축은 각각 버스트의 생성 시간과 버스트의 크기를 나타낸다. CAT의 경우 어셈블 시간을 120μsec로, CBS의 경우 임계 버스트 크기를 1Mbit로, AAT에서는 120μsec의 어셈블 시간과 1.0Mbit, 1.8Mbit의 두 가지 임계 버스트 크기를 사용하였다.

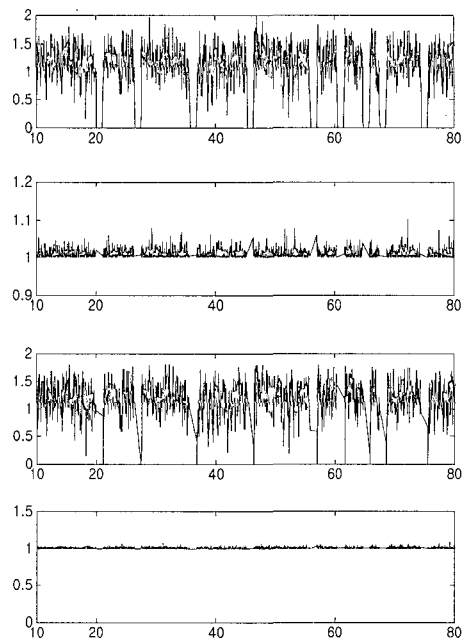


그림 4. 세 가지 어셈블 유형의 트래픽 패턴

CAT를 적용한 경우 주기적으로 데이터 버스트가 생성되지만 그 생성된 데이터 버스트의 크기가 매우 다양하고 불규칙함을 알 수 있다. 또한 CBS를 적용한 경우 시간에 관계없이 임계 버스트 크기를 초과하게 되면 데이터 버스트가 생성되므로 코어 망으로 유입되는 데이터 버스트들의 크기가 모두 임계 버스트 크기를 상회하는 것을 볼 수 있다. 마지막으로 AAT 알고리즘을 적용한 경우에 대한 데이터 버스트 패턴을 살펴보면 같은 120μsec의 어셈블 시간에 대하여 임계 버스트 크기가 다르면 코어 망으로 유입되는 데이터 버스트의 패턴이 달라짐을 볼 수 있다. 즉, AAT 알고리즘의 경우 임계 버스트 크기가 작으면 어셈블 시간이 채 되기 전에 데

이더 버스트로 어셈블 될 확률이 높기 때문에 CBS 성질과 유사하게 된다. 반대로 임계 버스트 크기가 커지면 생성된 데이터 버스트의 패턴이 CAT의 패턴과 유사하게 된다.

1) 평균 버스트 크기 (Mean Burst Size)

그림 5는 세 가지 어셈블 유형에 따른 평균 버스트 크기의 변화를 나타낸다. CBS 성능과 CAT (또는 AAT) 성능을 비교하기 위해서는 CAT (또는 AAT)의 어셈블 시간 동안 모아지는 평균 버스트 크기를 CBS의 임계 버스트 크기와 비교하면 된다. 예로 CAT (또는 AAT)의 1000μsec는 CBS의 8Mbit에 해당된다.

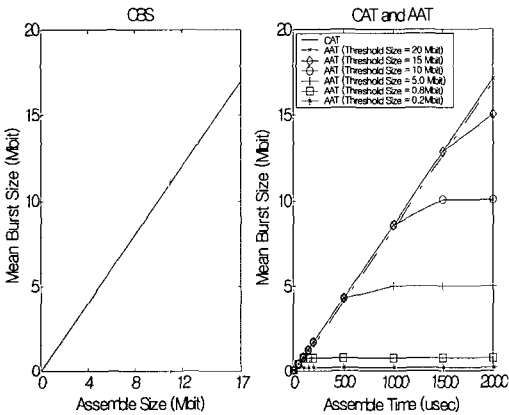


그림 5. 어셈블 유형에 따른 평균 버스트 크기

일반적으로 세 가지 어셈블 유형 모두 어셈블 시간과 평균 버스트 크기가 서로 비례함을 볼 수 있다. 즉, IP 패킷을 모으는 시간이 증가 할수록 모아진 데이터 버스트의 크기도 증가하게 된다. 특히, AAT 알고리즘의 경우 임계 버스트 크기에 따라 평균 버스트 크기가 영향을 받는다. 즉, 어셈블 시간에 비해 임계 버스트 크기가 작을 경우 (예: 2000 μsec 어셈블 시간에서 임계 버스트 크기가 5Mbit인 경우) 생성되는 데이터 버스트 분포는 어셈블 시간의 종료보다 임계 버스트 크기에 의해 영향을 받는다. 이때 데이터 버스트의 길이의 분포는 CBS 알고리즘과 유사하여 그림 4 세 번째 그림과 같은 분포를 갖는다.

한편, 어셈블 시간에 비해 임계 버스트 크기가 클 경우 (예: 500μsec 어셈블 시간에서 임계 버스트 크기가 20Mbit인 경우) 생성되는 데이터 버스트 분포는 임계 버스트 크기 보다는 어셈블 시간에 의해 영향을 받는다. 이때의 데이터 버스트 길이의 분포

는 CAT 알고리즘과 유사하여 그림 4 네 번째 그림과 같은 분포를 갖는다.

2) 평균 에지 지연 시간 (Average Edge Delay)

입력 에지 노드로 유입되는 IP 패킷들이 데이터 버스트로 모여져 코어 노드로 전송되기까지 어셈블 버퍼에서 대기하는 시간이 에지 지연 시간이다. 그림 6과 같이 에지 지연 시간은 평균 버스트 크기와 비례 관계에 있다. 즉, 어셈블 시간 또는 임계 버스트 크기가 증가할수록 그에 다른 평균 에지 지연 시간도 증가함을 볼 수 있다. CAT와 CBS 알고리즘의 평균 에지 지연 시간은 어셈블 시간과 임계 버스트 크기와 정비례 관계를 가진다. 한편, AAT 알고리즘의 평균 에지 지연 시간은 어셈블 시간과 정비례 관계를 가지나 임계 버스트 크기에 의하여 평균 에지 지연 시간을 제어할 수 있다.

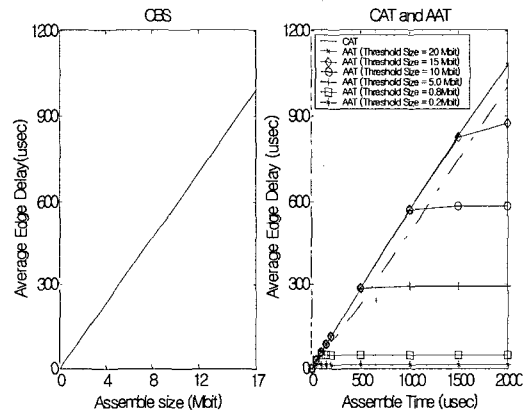


그림 6. 어셈블 유형에 따른 평균 에지 지연 시간

3) 버스트 처리율 (Throughput)

단대단 입력된 트래픽의 양과 목적지에 도착한 트래픽의 양의 비를 처리율 (Throughput)이라 정의한다. 따라서 입력 에지 라우터와 코어 라우터를 통과하여 목적지 출력 에지 라우터까지 전송된 트래픽의 양이 입력된 트래픽의 양과 같으면 처리율은 그 네트워크에 입력된 트래픽 부하 값과 같게 된다. 그러므로 본 논문의 네트워크에서는 출력 에지 노드당 입력 트래픽의 부하를 0.8로 가정하였으므로 처리율의 최대값은 0.8이 된다.

그림 7은 세 가지 어셈블 유형에 대해 어셈블 시간 또는 임계 버스트 크기에 따른 처리율의 변화를 보여준다. 광 버스트 스위칭 네트워크의 처리율은 유입되는 데이터 버스트의 평균 길이에 따라 증가

함을 볼 수 있다.

세 가지 방식의 처리율을 비교하면 CBS 알고리즘은 CAT 알고리즘보다 약간 높은 처리율을 보이는 반면 AAT 알고리즘은 임계 버스트 크기에 따라 가변의 처리율을 보인다. 즉 임계 버스트 크기가 작을 경우는 CAT 알고리즘보다 낮은 처리율을 보이나 임계 버스트 크기가 증가함에 따라 CAT 알고리즘을 능가하여 CBS 알고리즘의 처리율과 비슷하게 된다.

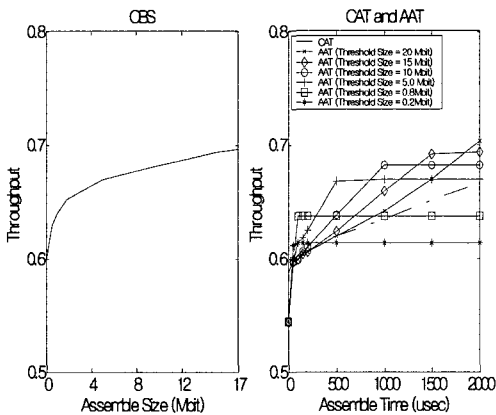


그림 7. 어셈블 유형에 따른 처리율 (Throughput)

4) 성능 분석

우선, 버스트 어셈블리 알고리즘의 구현 복잡도 면에서는 CAT와 CBS가 AAT 알고리즘 보다 단순한 장점이 있다.

성능 측면에서는 앞서 살펴본 평균 에지 지연 시간과 처리율을 동시에 고려하여야 한다. CAT 알고리즘은 다른 두 알고리즘에 비해 처리율이나 평균 에지 지연 시간 측면에서 가장 낮은 성능을 보인다. CBS 알고리즘은 처리율 측면에서는 우수하나 평균 에지 지연 시간 측면에서 임계 버스트 크기에 비례하는 특징이 있어 높은 처리율을 얻기 위해서는 높은 에지 지연 시간을 감수해야만 한다.

AAT 알고리즘은 평균 에지 지연 시간을 임계 버스트 크기에 의하여 제어할 수 있다. 또한 적절한 임계 버스트 크기를 설정한 경우 CBS 알고리즘에 근접한 처리율을 가진다.

따라서 AAT 알고리즘은 입력 트래픽의 특성에 따라 적절히 큰 어셈블 시간을 결정하고 트래픽의 버스트 정도 (Burstiness)에 따라 임계 버스트 크기를 결정하면 낮은 에지 지연 시간과 높은 처리율을 보장한다.

IV. 결론

차세대 광 인터넷을 위한 스위칭 솔루션으로써 광 버스트 스위칭 기술이 제안되었고 많은 대학 및 기관에서 활발한 연구가 이루어지고 있다. 본 논문에서는 이러한 광 버스트 스위칭으로 구성된 광 버스트 스위칭 네트워크의 핵심 기술 중에 하나인 버스트 어셈블 알고리즘에 대하여 살펴보았다. IP 패킷의 데이터 버스트로의 어셈블을 통한 트래픽 재생성의 효과와 대표적인 어셈블 알고리즘의 성능 평가를 통하여 그 성능을 비교 분석 하였다.

광 버스트 스위칭 네트워크를 구성하고, 세 가지 CAT (Constant Assemble Time), CBS (Constant Burst Size), AAT (Adaptive Assemble Time) 알고리즘을 적용하여 그 성능을 비교 분석해 본 결과 AAT 알고리즘은 CBS와 CAT 알고리즘에 비해 적절한 어셈블 시간과 임계 버스트 크기를 설정하여 높은 처리율과 에지 지연 시간의 제어가 가능하였다.

향후 연구 과제로 AAT 알고리즘의 성능 최적화를 위한 어셈블 시간과 임계 버스트 크기 값의 최적화 과정에 대한 연구가 필요하다.

참고 문헌

- [1] A. Durreesi, R. Jain, N. chandhok, R. Jagannathan, S. Seetharaman, K. Vinodkrishnan, "IP over WDM Networks", Proceedings of IEEE GLOBECOM '01, vol. 4, pp. 2144-2149, 2001
- [2] C. Qiao, M. Yoo, "Optical burst switching (OBS) a new paradigm for an optical Internet", Journal of high speed network, vol. 8, no. 1, pp. 69-84, 1999
- [3] M. Yoo, C. Qiao, "A Novel Switching Paradigm for Buffer-less WDM Networks", OFC, paper ThM6, pp. 177-179, Feb. 1999
- [4] M. Yoo, C. Qiao, S. Dixit, "QoS performance of optical burst switching in IP-over-WDM networks", IEEE journal on selected areas in communications, vol. 18, no. 10, pp. 2062-2071, Oct. 2000
- [5] Y. Xiong, M. Vandenhoute, H. C. Cankaya,

“Control architecture in optical burst-switched WDM networks”, IEEE journal on selected areas in communications, vol. 18, no. 10, pp. 1838-1851, Oct. 2000

- [6] V. M. Vokkarane, J. P. Jue, S. Sitaraman, “Burst Segmentation: an Approach for Reducing Packet Loss in Optical Burst Switched Networks”, Proceedings of ICC '02, vol.5, pp. 2673-2677, 2002
- [7] V. M. Vokkarane, G. Thodime, V. Challagulla, J. P. Jue, “Channel Scheduling Algorithms using Burst Segmentation and FDLs for Optical Burst-Switched Networks”, Proceedings of IEEE ICC '03, vol. 2, pp. 1443-1447, 2003
- [8] X. Cao, J. Li, Y. Chen, C. Qiao, “Assembling TCP/IP Packets in Optical Burst Switched Networks”, Proceedings of IEEE GLOBECOM '02, vol. 3, pp. 2808-2812, 2002
- [9] V. M. Vokkarane, K. Haridoss, J. P. Jue, “Threshold-Based Burst Assembly Policies for QoS Support in Optical Burst-Switched Networks”, Proceedings of SPIE Opticomm '02, vol 4874, pp. 125-136, 2002
- [10] X. Yu, Y. Chen, C. Qiao, “Performance Evaluation of Optical Burst Switching with Assembled Burst Traffic Input”, Proceedings of IEEE GLOBECOM '02, vol. 3, pp. 2318-2322, 2002

유 명 식(Myungsik Yoo)

정회원



1989. 2 : 고려대학교 전자전산공학과(학사)

1991. 2 : 고려대학교 전자공학과(석사)

2000. 6 : SUNY at Buffalo, Electronic Eng.(박사)

2000. 1 - 2000. 8 : Nokia Research

Center/Bosoton, Senior Research Engineer

2000. 9 - 현재 : 숭실대학교 정보통신전자공학부 조교수

<주관심분야> 광 네트워크, Optical Burst Switching, 네트워크 QoS, 네트워크 성능 분석

박 동 희(Dong-Hee Park)

준회원



2000. 2 : 숭실대학교 정보통신전자공학과(학사)

2003. 2 : 숭실대학교 정보통신전자공학과(석사)

<주관심분야> 광 버스트 스위칭, 광 네트워크, GMPLS