

Non-Slotted Ring (Fixed Length Packet) 구조를 가지는 WDM 광 네트워크의 성능 분석

정 지 훈, 김 중 훈
숭실대학교 정보통신전자공학부
Tel : 02-813-1458

Performance analysis of a MAC Protocol on WDM Non-Slotted Ring (Fixed Length Packet) Network

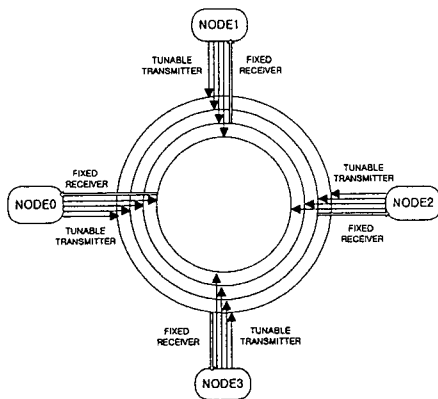
Jeehoon Chung, Chonghoon Kim
School of Information & Telecommunication Engineering Soongsil University
E-mail : divers@divers.ssu.ac.kr

Abstract

Nowadays, the telecommunication service provider has witnessed an unprecedented growth in data traffic and the need for networking. optical fiber can provide some THz of huge bandwidths WDM technology has been an emerging issue for the efficient use of optical links. WDM uses a number of different wavelengths that are assigned to each channel. The minimal number of optical transceivers and receivers should be used in a node to build an economic WDM transmission system without degrading system performance. Hence, the analysis of performance parameters such as throughput and delay is important to guarantee the WDM system performance. In this paper, the performance of a MAC protocol on a slotted WDM system that has a tunable transmitter(Tx.t), a tunable receiver(Rx.t), and a fixed receiver(Rx.f), respectively, on each node, was statistically analyzed. The computer simulation validates the performance analysis.

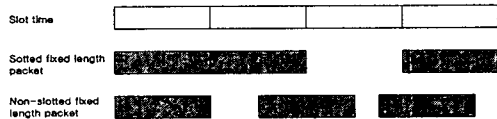
현재 인터넷의 사용자의 급증으로 인하여 통신사업자에게는 새로운 고민이 생겼다. 기존의 통신망이 데이터 처리 용량의 한계점에 다다른 현실에서 좀 더 빠르고 많은 사용자들이 이용할 수 있는 대체 통신망을 찾아 나섰는데 해결책으로 제안된 것은 기존의 동축망을 대체 할 수 있는 것은 광통신 망으로 수 THz 이상의 막대한 대역폭을 제공할 수 있고 광섬유의 대역폭을 보다 효율적으로 활용하기 위해서 각각의 채널을 서로 다른 파장으로 하나의 광섬유에 동시에 전송하는 파장분할 다중화 방식인 WDM(Wavelength Division Multiplexing)이 최근에 활발히 연구되고 있다. WDM 전송 시스템은 광 송수신기의 비용이 고가이므로 경제적인 구축을 위해서는 최소한의 광 송수신기를 사용하여야 하고 성능 파라미터인 전송률(throughput)과 시간 지연의 분석이 중요한 의미를 갖는다. 오늘날 WDM 광 네트워크의 MAC Protocol에 관심이 집중되고 또한 많은 연구가

진행되어 왔다[1]. 본 논문은 기존의 IBM POPMAC Protocol [2]을 Ring 형태의 네트워크 망에서 적용 시 문제점과 IBM이 제한한 방식보다 경제적인 전송을 위하여 최소한의 송수신단으로 구축한 전송 시스템의 Slotted Ring MAC Protocol[1]을 각Node에서 좀 더 자연스러운 송신을 할 수 있는 Non-Slotted (Fixed Length Packet) MAC Protocol을 제안하고 있다. 먼저 Slotted Ring MAC Protocol 과 Non-Slotted (Fixed Length Packet) Protocol 의 차이점 보자면 다음의 그림을 보면 알 수가 있다.



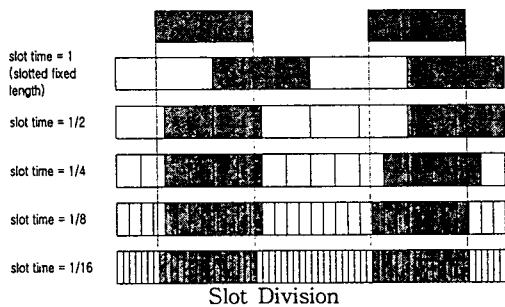
Ring Network 구조

Slotted 방식과 Non-Slotted Mac Protocol의 네트워크 구조는 같다. WDM을 사용한 네트워크 구조는 각 노드의 채널의 송수신기 종류와 패킷의 송수신 구조를 나타내고 있다. 각 노드에는 각각 1개씩의 파장가변 송신기(Tx,t), 파장가변 수신기(Rx,t), 파장고정 수신기(Rx,f)가 장착되어 구성된다. Tx,t는 송신하는 패킷을 수신노드의 파장으로 변경하여 전송하기 위한 광 송신기이다. 이 때 수신노드 채널을 감시하여 empty slot을 검출하는 작업은 파장가변수신기 Rx,t가 수행된다. 그리고 자신의 노드로 전송된 패킷은 Rx,f 로 검출하게 된다. 링 주위를 연속적으로 순환하는 고정된 길이의 slot들의 수는 constant 하고, Ring을 순환하는 slot들은 synchronous 하게 순환된다.



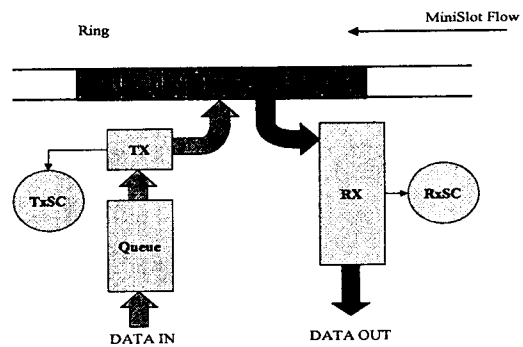
Slot Time 에서의 데이터

색이 칠해진 부분은 각 Slot Time 에서 데이터가 있는 것을 나타낸다.

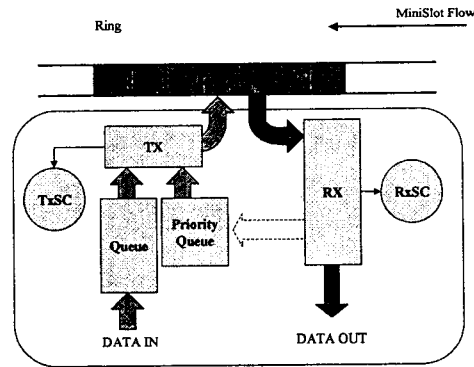


1 Packet은 1 Time Slot을 이용하여 데이터를 전송한다. 1 Time Slot을 M개의 Mini Slots으로 나누게 되면 1개의 데이터를 전송하는데 M개의 Mini Slots만 있으면 전송이 가능하면서 위의 그림을 보면 Slotted 방식보다 전송 할 수 있는 시간이 더 자유롭게 된다. M이 커지게 되면 Non-Slotted 방식의 MAC Protocol은 Asynchronous 한 전송이 가능하게 되고 Node의 구조를 보면 아래와 같다

Node Structure (Normal)



Node Structure (Priority Queue)



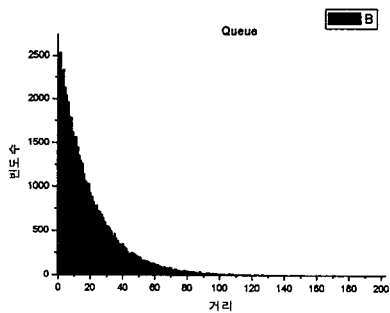
Node 에서는 Queue에 전송 할 데이터가 있으면 먼저 노드에서 Mini Slot의 상태를 확인하여 full 인 경우는 다음 Mini Slot이 empty 을 때 까지 기다린 다음 전송을 시작한다. 전송 중 목적지가 송신 중인 노드가 아닌 Mini slot이 오면 Collision을 피하기 위하여 일단 Queue의 Priority 영역에 저장을 한 다음 M개의 Mini Slots을 전송을 다 한후 다음 전송 시 Queue의 Priority 영역에 저장된 데이터를 우선적으로

로 전송하게 된다. Non-Slotted (Fixed Length Packet)의 경우에 대해 balanced traffic 하에서 arrival packet rate와 service packet rate의 관계를 분석하여 empty slot 발생률과 empty slot 소멸률이 같다는 가정을 적용한 balanced equation을 사용하였다. 접근방식을 Markov chain 방식을 사용하여 노드에서의 balanced equation은 아래와 같이 나타낼 수가 있다.

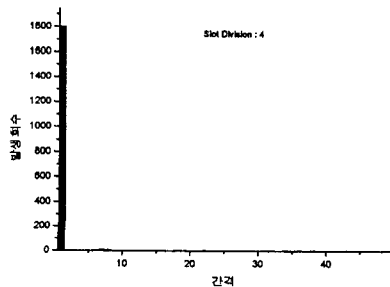
Packet Generation Rate = Packet Annihilation Rate

$$P[TxSC \neq 0] = P[RxSC \neq 0]$$

$$\frac{P_T}{1 + (M-1) P_T} = \frac{P_R}{1 + (M-1) P_R}$$

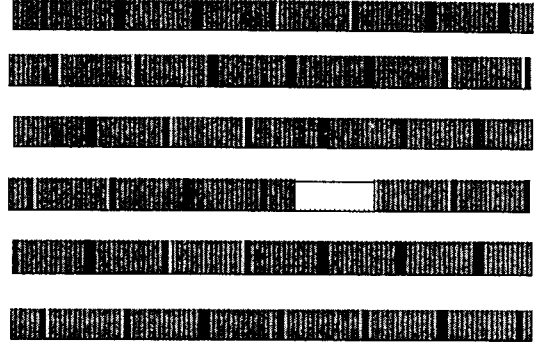


위의 그림은 Normal Queue에서의 Histogram을 나타낸다. 이것은 Node에서 Poisson 분포로 데이터가 발생 함을 나타내고 같은 알고리즘을 Priority Queue에 적용해 보면 아래와 같은 Histogram을 볼 수가 있다.



이 Histogram을 통하여 Priority Queue가 Delta Distribution을 가짐을 알았다.

Network 상에서의 Minislots을 Snap Shot을 해보았는데 아래 그림을 보면



1 Packet을 이루는 16개의 Minislots들이 Slotted 형태를 띄는 것을 알 수가 있다. Priority Queue를 채택하여 Packet Collision을 피하고 또한 그러한 구조를 가지는 노드에서 Non-Slotted 방식으로 데이터를 송수신하게되면 Steady State 상태가 되면 Slotted Ring 형태를 띄는 것을 알 수가 있다. 위의 결과로 인하여 Non-Slotted Ring Model을 Minislot을 사용하여 구현 하였을 때 Slotted Ring Protocol 이론(1)을 적용 가능하다는 것을 알수가 있었다.

[참고문헌]

- [1] 박강수, 정수환, 김종훈, 신종덕
WDM Slotted Ring네트워크의 MAC프로토콜 분석
한국통신 학회 추계 학술대회 1998
- [2] S. Li, M. S. Chen, and F. Tong, "PO PSMAC: A Medium Access Protocol for Packet-Switched Passive Optical Networks using WDMA," *J. Lightwave Technol.*, vol. 11, pp. 1066-1077, 1993.