

광 펄스 형태에 따른 광 패킷 교환 노드의 오율 분석

Packet Error Analysis of an Optical Packet Switching Node Depending on the Optical Pulse Shapes

오정배*, 신종덕, 김부균
 숭실대학교 정보통신전자공학부
 oh1102@sunbee.soongsil.ac.kr

Abstract

In this paper, packet error rates of an all-optical packet switching node, which uses a fiber-optic delay-line matched filter as the optical packet header processor, has been calculated for the various optical pulse shapes.

여러 종류의 광대역, 고속 서비스 속성들을 수용할 수 있는 망의 형태는 광 패킷 교환망으로서, 패킷의 포맷은 사용자 정보인 페이로드와, 각각의 페이로드를 통신망의 원하는 목적지 노드로 전송할 수 있도록 제어 정보가 담긴 헤더로 구성된다. 통신망의 성능을 보다 향상시키기 위하여 광학적인 방법에 의한 헤더 검출 방법으로는 TOAD(Terahertz Optical Asymmetric Demultiplexer)⁽¹⁾, PITD(Pulse-Interval Time-Division), 광섬유 탭 지연선로 등이 연구되어 왔다.

본 논문에서는 광섬유 지연선로 정합여파기를 이용한 광헤더 검출기의 입력 펄스 형태에 따른 교환 노드의 오율을 전산 모의 실험을 통하여 측정, 비교하였다.

N개의 노드로 구성된 슬러티드 광 링 통신망에서 각 노드가 통신망의 다른 모든 노드들에 패킷을 전송할 확률이 같다고 가정하면, 광섬유 지연선로 정합여파기를 광헤더 검출기로 사용한 교환 노드에서 패킷 오율은 다음과 같이 구할 수 있다.⁽²⁾

$$P_e = \frac{1}{N} \left\{ \int_{-\infty}^{I_u} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_p^2}} e^{-\frac{(I-I_p)^2}{2\sigma_p^2}} dI + \int_{I_u}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_1^2}} e^{-\frac{(I-I_1)^2}{2\sigma_1^2}} dI + \int_{I_u}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_2^2}} e^{-\frac{(I-I_2)^2}{2\sigma_2^2}} dI \right. \\ \left. + \dots + \int_{I_u}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{N-1}^2}} e^{-\frac{(I-I_{N-1})^2}{2\sigma_{N-1}^2}} dI \right\}$$

이 식에서 중앙 상관 펄스 레벨이 I_p 인 신호의 총 잡음 전력, σ_p^2 ,은 열잡음, σ_T^2 ,과 레벨 I_p 인 신호의 산탄 잡음, σ_{sp}^2 ,의 합으로서 표현된다.

전산 모의 실험에서는 어드레스 필드의 길이는 8비트이고, "1"의 비트 수가 4이며, 최상위 비트와 최하위 비트가 1로 고정된 어드레스 코드 세트를 사용하였고, 노드의 어드레스는 (11100001)이다.

표1은 Gaussian펄스의 간격이 좁아짐에 따라($\sigma=0.424t_{FWHM}$) 펄스간의 간섭이 증가하여 문턱값이 증가하게 되고 입력 파워 또한 증가함을 보여준다. 표2는 입력 광 펄스 형태에 따른 교환노드의 패킷 오율을 나타내고 있다. 구형과 RZ인 경우 $\Delta f=B$ (전송속도), NRZ인 경우 $\Delta f=B/2$, 그리고 Gaussian인 경우에는 펄스 간격이 4σ 이며, $\Delta f=\sqrt{\frac{2}{\pi}}B$ 를 사용하였다.

표 1. 전송 속도와 펄스 간격에 따른 패킷 오율 10^{-12} 에서의 평균파워(dBm)

전송속도 펄스 사이의 간격	10Gbps		40Gbps		100Gbps	
	threshold	평균파워(dBm)	threshold	평균파워(dBm)	threshold	평균파워(dBm)
2σ	4.722	-15.56	4.714	-10.95	4.709	-7.50
4σ	3.482	-15.64	3.475	-11.29	3.472	-8.05
8σ	3.480	-15.64	3.473	-11.30	3.468	-8.05

표 2. 펄스 형태와 전송 속도에 따른 패킷 오율 10^{-12} 에서의 평균파워(dBm)

전송속도	Pulse 형태					
	Rectangular				Gaussian	
	NRZ		RZ		threshold	평균파워(dBm)
threshold	평균파워(dBm)	threshold	평균파워(dBm)	threshold	평균파워(dBm)	
10Gbps	3.504	-16.88	3.493	-14.87	3.482	-15.64
40Gbps	3.496	-12.73	3.488	-10.40	3.475	-11.29
100Gbps	3.492	-9.61	3.487	-7.06	3.472	-8.05

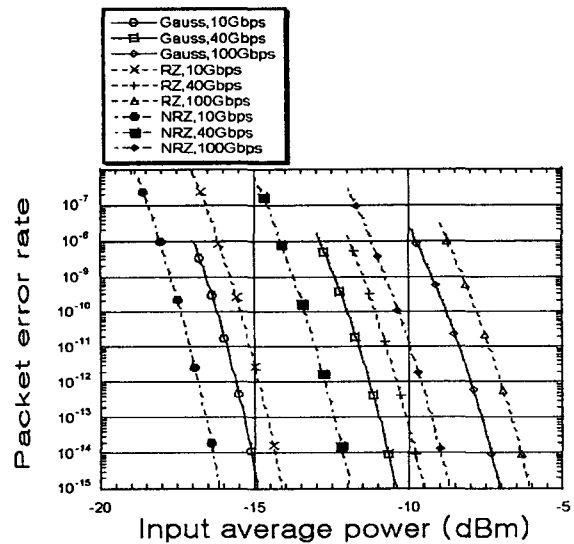
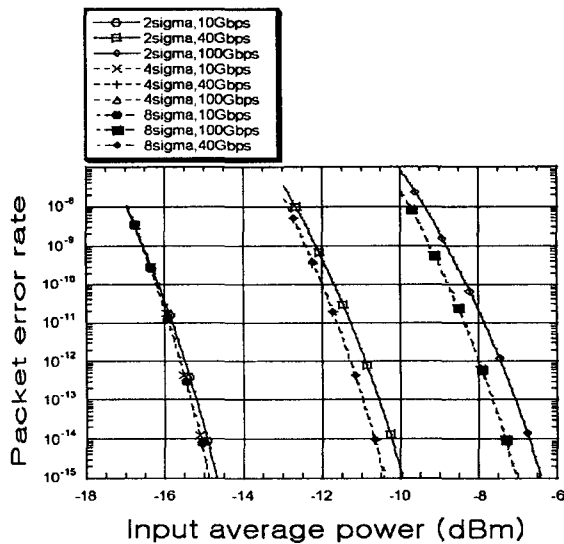


그림 1 전송 속도와 펄스 간격에 따른 패킷 오율 그림 2 펄스 형태와 전송 속도에 따른 패킷 오율

본 연구는 광주과학기술원 초고속광네트워크연구센터를 통한 한국과학재단 우수연구센터 지원금에 의한 것입니다.

참고논문

[1] J. P. Sokoloff, I. Gleck, and M. Kane, "A Terahertz Optical Asymmetric Demodulator(TOAD)," *IEEE Photon Technol. Lett.*, vol. 5, no. 7, pp.787-790(1993).
 [2] J.-D. Shin, S.-H. Paek, H.-Y. Kim, K.-J. Kim, and C.-S. Kang, "Packet Error Analysis of an All-Optical Packet Switching Node Using a Fiber-Optic Delay Line Matched Filter as an Optical Packet Address Processor", *IEEE Photon Technol. Lett.*, vol. 9, no. 12, pp. 1637-1639(1997)