

# CDMA 방식의 PON( Passive Optical Network)에 관한연구

## A Study on CDMA in PON( Passive Optical Network)

김도영, 김성식\*, 김종훈\*\*  
 숭실대학교 정보통신전자공학부  
 dykim@amcs.ssu.ac.kr

### Abstract

This paper theoretically demonstrates that our proposed method improves the Signal-to-Noise Ratio (SNR) of significantly increase the number of acceptable optical signals in FDMA(SCMA) systems. This method reduced Optical Beat Interference(OBI) by using CDMA.

정보화 사회로 접어들면서 급격히 증가하고 있는 인터넷을 비롯한 각종 데이터 서비스와 고품질의 비디오 서비스는 기존의 음성서비스를 능가하여 통신 서비스의 핵심이 될 것이다. PON(Passive Optical Network)은 경제적으로 광대역 서비스를 제공할 수 있는 광 가입자망 중에 하나이다. 하지만 PON을 구성함에 있어서 단점으로 작용하는 요소들이 존재한다. 상향링크에서 고속으로 데이터를 전송할 경우 동기를 맞추기가 힘들고, 사용자들간의 레이저 다이오드의 제조상의 한계로 인하여 중심 주파수가 차이가 나게 되어 사용자간에 간섭을 일으키는 것이다. In-band clipping carrier 와 S-CDMA signal을 이용하거나<sup>(1)</sup>, LSM ( Level-shifted signal multiplication ) 구조를 이용해서 OBI를 줄이는<sup>(2)</sup> 방법들이 소개되고 있다. 이러한 문제점을 해결하고자 본 논문에서는 CDMA 이론을 적용하여 OBI의 영향을 최소화하는 것에 대해 논해 보겠다. 그림1.은 PON 상향링크에서 IMDD-CDMA에 대한 모델링을 나타낸 것이다. 여기서 k번째 채널에 대한E-field를 구해보면

$$E_k = A_k(1 + S_k(t)) \exp\{(\omega_c + \omega_k)t + \Phi_k\} \tag{1}$$

$$\therefore S_R(t) \approx \sum_{k=1}^K \frac{2\eta A_k^2}{K} S_k(t) + \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^K \frac{\eta A_k A_l}{K} \exp\{\Delta \omega_{kl}t + \Phi_{kl}\} \tag{2}$$

식(2)에서 첫 번째 식이 신호를 나타내고, 두 번째 식이 OBI를 나타낸다. Power Control을 가정하면

$$S_R(t) = \sum_{k=1}^K B S_k(t) + \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^K \frac{B}{2} \exp\{\Delta \omega_{kl}t + \Phi_{kl}\} \quad (A_k = A) \tag{3}$$

그림2.를 보면 OBI가 일어나는 위치에 따라서 OBI신호를 구분 지을 수가 있다. CDMA를 적용했을 경우 SNR<sub>0</sub>을 생각해보면 다른 채널 잡음은 직교 코드를 사용하여 무시할 수가 있고 OBI는 각 사용자들의 레이저의 선폭에 영향을 받게된다. 따라서 SNR<sub>0</sub> 역시 레이저의 선폭에 따라서 계산을 할 수가 있다. 계산된 결과를 보게 되면 레이저의 선폭이 가장 작은 경우가 가장 좋은 SNR<sub>0</sub>을 보였다. 선폭이 가장

작은 경우를 바탕으로 시스템의 구현 조건을 요약해 보면 아래와 같다.

- ① 7 차대역 신호 : 25Mbps binary ( T=40ns )
- ② 64 chip direct spreading ( Tc = 625ps )
- ③ LD ( Laser Diode )의 선폭 < 25Mhz/2 = 12.5Mhz

④ IMDD 변조일 때 
$$P_j = \frac{A^2}{4}$$

⑤ SNRo = 24 - 10log M [dB] ( Narrow Linewidth ) ( M : OBI의 수 )

⑥ M=0 일 경우는 shot noise 와 타 채널의 잡음에 의해 SNR 이 결정된다. ( > 24dB )

그림3.은 64개의 OBI에 대한 SNRo를 나타낸 것이다. 시스템 설계 시 OBI에 대한 영향을 고려해야 하는 것을 보여 주고 있다. 그림4.는 선폭이 작을 경우에 SNRo를 계산 한 것이다.

참고논문

1. C.C. Hsiao , B.H.Wang and W.I.Way "Suppression of Optical Beat Interference(OBI) Using Synchronized Code Division Multiple Access (S-CDMA) Technique and In-band Clipping Carrier" Proceedings of the IEEE Lasers and Electro-Optics Society 1997 Annual Meeting ,1997
2. Hiroaki Yamamoto, Susumu Morikura, Kuniaki Utsumi, and Katsuyuki Fujito "Increasing Acceptable Number of Signals in Subcarrier Multiple Access Optical Networks in the Presence of High Optical Beat Interference" JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY. VOL.17. NO9. SEPTEMBER 1999

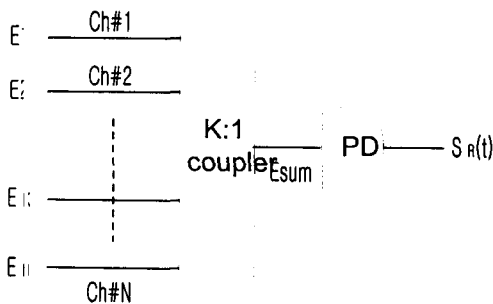


그림1. OBI in Uplink Model

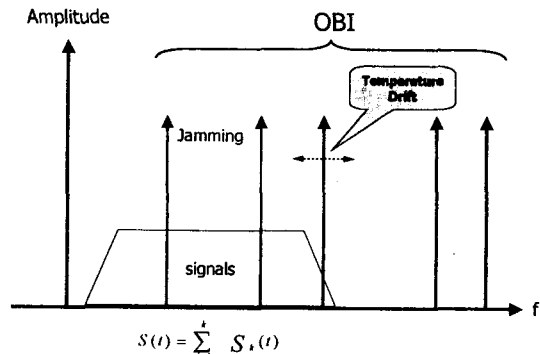


그림2. 신호와 OBI

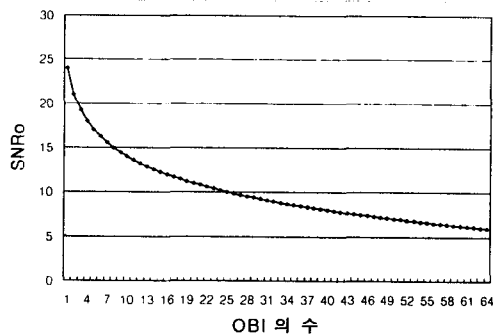
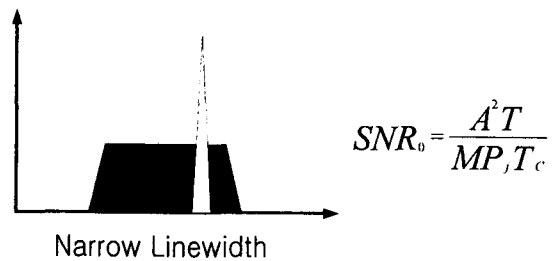


그림3. SNRo vs OBI (Narrow Linewidth)



A: 진폭 T: 주기 Tc: chip 주기 M: OBI의 갯수  
Pj: OBI power Bj: Linewidth

그림4. SNRo (Narrow Linewidth)