

주파수영역에서 인코딩된 광 코드분할다중접속 시스템에서 광원의 파워 왜곡에 의해서 생기는 다중 인접 잡음의 억제

Suppression of Multiple Access Interferences Induced by Source Power Distortion in a Spectrally Encoded Optical CDMA System

박근우, 김선중*, 김태영, 박창수

광주과학기술원 정보통신공학과 (GIST), *광주과학기술원 고등광기술연구소 (APRI)

csp@gist.ac.kr

광 코드분할 다중접속(광 CDMA)의 핵심 기술로서 시스템 성능을 향상시킬 수 있는 효율적인 인코더 구조 설계에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 주파수 영역에서의 대표적인 코딩방법으로 광섬유 브래그 격자(FBG: Fiber Bragg Grating)나 AWG(Arrayed Waveguide Grating)를 이용한 Spectral Amplitude Coding(SAC) 방법⁽¹⁾이 있다. 이론적으로는 넓은 주파수 범위에서 균일한 레벨의 파워를 갖는 incoherent 광원이 이용된다면, 직교코드(OOC: Optical Orthogonal Code)와 balanced photo-detector의 사용으로 다중인접 잡음(MAI: Multiple Access Interferences)을 완전하게 제거할 수 있다⁽¹⁾. 그러나 LED와 같은 실제적인 incoherent 광원의 파워는 파워레벨이 균일하지 않다. 이러한 광원의 파워 왜곡은 여전히 다중인접 잡음을 유발시켜 시스템 성능을 저하시키는 주요 원인으로 작용한다. 이를 해결하기 위한 방법으로 Huang은 다른 주파수 코딩 밴드를 갖는 브래그 격자를 첨가하여 광원의 파워 균일화를 실현하고자 했다⁽²⁾. 그러나 이러한 복잡한 구조의 인코더/디코더는 두 배의 광섬유 격자를 필요로 할뿐만 아니라 시스템 규모가 커지는 문제점을 가지고 있다.

본 논문에서는 위의 문제에 대한 해결책으로 주파수 영역에서 중복코딩을 적용한 Sub-Spectral Coding (SSC) 개념을 제안하였다. AWG와 Mach-Zehnder 필터를 이용하여 주파수 영역에서 두 번의 코딩을 통하여 광원의 파워 왜곡에 의한 다중인접 잡음의 근본적인 제거 가능성을 155.02 Mb/s의 데이터 전송실험을 통하여 실험적으로 증명하였다. 그림1은 제안된 SSC 방법에 대한 시스템 구성을 나타낸다. 그림1의 (b)와 (c)는 각각 MZ-필터를 이용한 첫 번째 인코딩 과정과 AWG를 이용한 두 번째 인코딩 과정을 보여준다. 다중인접 잡음의 제거는 그림1(c)와 같이 AWG의 각 채널이 차지하는 스펙트럼을 잘게 쪼갤 수 있는 MZ-필터의 FSR (Free Spectral Range)⁽³⁾에 의하여 결정되므로, AWG의 FWHM(Full-Width at Half-Maximum)에 비교하여 충분히 좁은 MZ-필터의 FSR(Free Spectral Range) 선택이 요구된다. 그림2는 두 채널 (matched channel and unmatched channel)로 구성된 SSC 방법에 대한 실험 구성도이다. 한 채널의 FWHM이 3.5 nm인 AWG를 이용하여 코드길이 N=7인 maximal-sequence 코드 (직교코드)(C1=0 0 1 0 1 1 1, C2=1 1 1 0 0 1 0)를 구현하였다. 또한 두개의 커플러를 연결하여 5 GHz, 7.5 GHz의 FSR을 갖는 MZ-필터를 구현하여 각 코드에 할당한 후 BER 측정을 통하여 광원의 파워 왜곡에 따른 다중인접 잡음의 시스템 성능에 대한 영향을 확인하였다. 그림3은 matched channel과 unmatched channel을 모두 동작시켰을 때 back-to-back에서 측정된 eye 패턴을 보여준다. -8 dBm의 수신파워에서 9.37의 Q-factor가 측정되었다. 그림4에서 x 축의 수신 파워는 PD 전의 파워를 의미한다. 광원의 파워 왜곡정도는 AWG의 채널 간 최대파워와 최소파워의 차의 비율로

정의했다⁽⁴⁾. 오른쪽 상단의 삽입표는 광원의 파워 왜곡정도를 백분율로 나타낸 것이다. 그림4에서 SSC 방법은 광원의 파워 왜곡의 변화에도 불구하고 BER의 변화가 거의 없음을 확인하였다. 10^{-9} 의 BER을 기준으로 0% (균일한 파워레벨), 30% 그리고 50%의 광원의 파워 왜곡변화에 대하여 최대 0.3 dB 이하의 파워 패널티가 발생하였다. 즉, 제안된 SSC 코딩을 이용하여 광원의 파워 왜곡 변화에 따른 다중인접 잡음의 영향을 거의 완전하게 제거할 수 있음이 증명되었다.

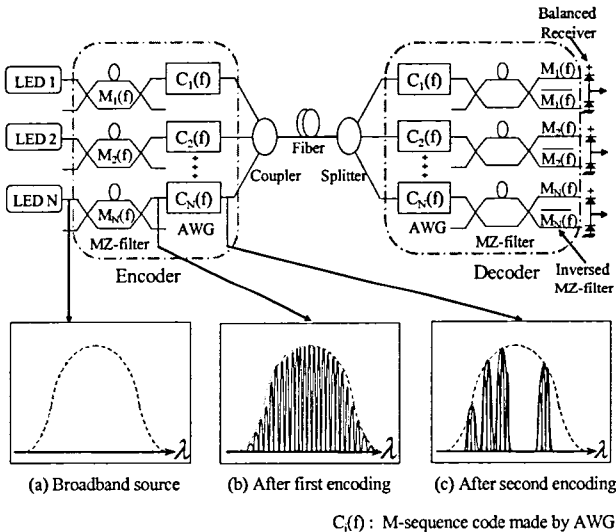


그림1. Sub-Spectral Coding system

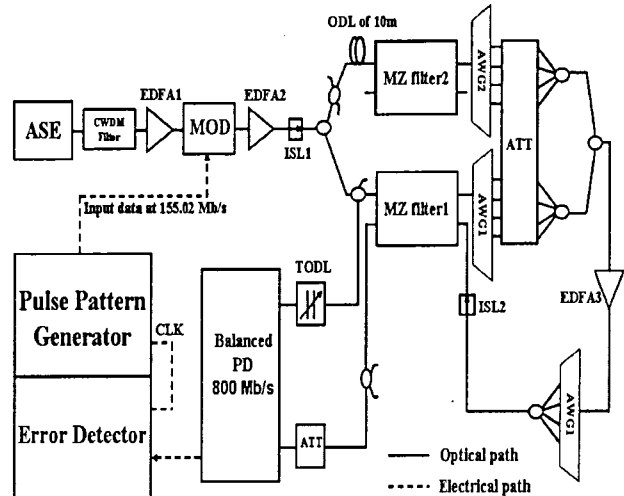


그림2. Experimental setup

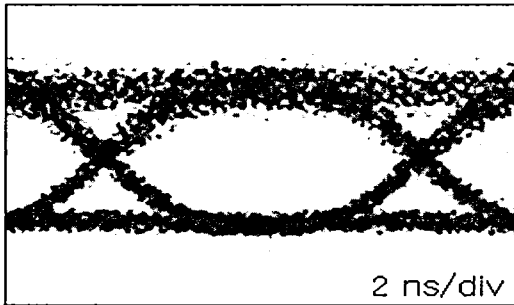


그림3. 155 Mb/s eye diagram at back-to-back

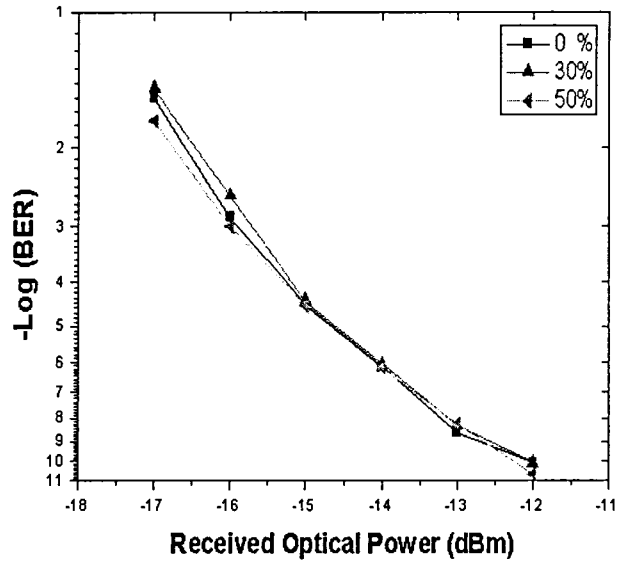


그림4. BER versus Received power

참고문헌

[1] Jen-Fa, Huang, Dar-Zu Hsu, Photon. Technol. Lett. vol 12, no. 9, pp. 1252-1254, (2000)
 [2] Jen-Fa Huang, Chen-Mu Tsai, and Yu-Lung Lo, J. Lightwave Technol., vol 22, no. 3, (2004)
 [3] G.J. Pendock, M.J.L Cahill, and D.D. Sampson, Electron. Lett., vol 31, no. 10, (1995)
 [4] Sangjo Park, Bong Kyu Kim, Chang-Soo Park, Optics. Commun., vol 230, no. 4-6, (2003)

T
F