

스펙트럼 부호화된 광 CDMA 시스템에서 수신기 민감도 조절을 통한 다중간섭 잡음 억제

Suppression of multiple access interference noise by receiver sensitivity control in spectrally-coded optical CDMA systems

박철수, 김선종, 김윤종, 이충규*, 김동근**, 박창수
 광주과학기술원 정보통신공학과, *한국 광기술원, **(주)우리로 광통신
 csp@gist.ac.kr

광 CDMA 시스템은 시스템의 유연성 및 비동기적 특성으로 인해 LAN과 같은 응용으로의 연구가 진행되어져 왔다. 이러한 광 CDMA를 구현하기 위해서 스펙트럼 부호화를 이용한 방법이 고안되었다.⁽¹⁾ 스펙트럼 부호화를 사용한 광 CDMA 시스템에서 여러 채널간의 다중간섭 잡음은 시스템의 성능을 제한하는 요소로 작용되어 시스템 성능 향상을 위해서 해결되어야 할 문제이다. 스펙트럼 부호화된 광 CDMA 방식에서 다중간섭 잡음은 spectrum slice된 각 부호의 크기가 균일하지 않을 경우 발생하게 되며 이러한 스펙트럼의 왜곡은 사용된 broadband 광원 및 각 fiber-optic 소자들의 비 이상적 특성에 기인한다. 모든 채널에 대해 orthogonal한 특성을 갖는 광섬유 격자를 사용해 스펙트럼의 왜곡에 의한 다중간섭 잡음을 보상하는 방법이 제안되었으나, 이 방법은 실제 시스템을 구성하는데 있어서 한계가 있으며⁽²⁾, 광대역 소스를 평탄하게 만드는 방법을 사용할 수 있으나 이 방법 또한 광 부호들의 크기를 이상적으로 균일하게 유지하기는 힘들다. 본 논문에서는 수신기의 민감도 조절을 통해 다중간섭 잡음 억제하는 방법을 실험적으로 구현하였으며 이에 따르는 부가적인 파워 penalty를 검증하였다.

그림 1은 수정된 pseudorandom (PN) 부호를⁽³⁾ 사용한 부호기 및 복호기이다. 각 채널의 부호는 EDFA의 ASE와 AWG를 사용해 각 부호 성분을 만들어내고, 만들어진 부호 성분들은 광 결합기를 통해 원하는 채널의 부호조합으로 구성된다. 구성된 부호조합은 그림 1과 같이 광 변조기에 인가되어 데이터 "1" 및 "0"에 대해 각각의 부호 조합을 전송한다. Bipolar capacity 송신기를 구성하기 위하여 기존의

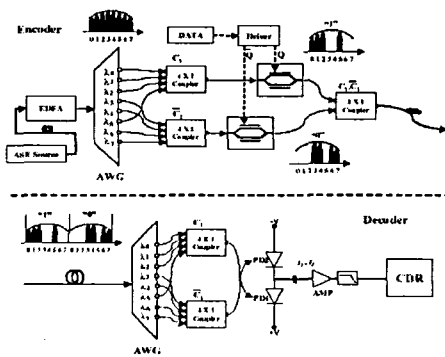


그림 1. Bipolar 광 CDMA 시스템을 위한 부호기 및 복호기.

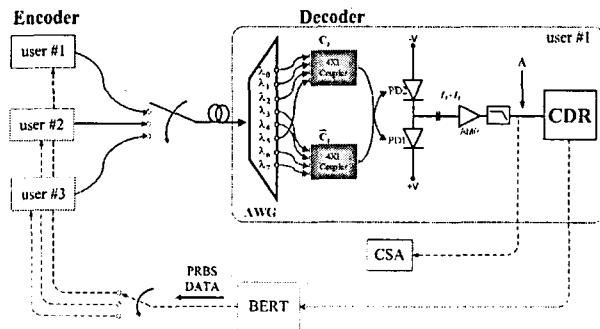


그림 2. 실험 구성도.

unipolar 시스템과⁽⁴⁾ 달리 두 개의 광 변조기 및 180°위상 차이를 갖는 두 개의 출력을 갖는 driver를 사용해 각각 “1”에 대해서 C 및 “0” 신호에 대해 C의 부호를 보내게 된다. 복호기는 부호기와 같은 방식으로 구성되며 그림 1과 같이 각 부호조합은 balanced receiver를 통해 측정된다. 부호화된 스펙트럼은 일반적으로 gaussian 형태로 가정되며, 이러한 부호의 파워 왜곡에 의한 인접 채널에서의 잡음 정도를 측정하기 위해 그림 2와 같이 최대 및 최소의 왜곡을 보이는 채널을 선택하고, 최대 왜곡 채널에서의 스펙트럼 왜곡에 의한 잡음을 무시할 수 있도록 수신단의 민감도를 조절한 후 이때 전체 시스템에서의 파워 penalty를 측정하였다.

그림 3은 실험에 사용된 스펙트럼이다. 그림 3에서와 같이 1550nm에서 1563nm 영역을 AWG를 사용하여 부호를 만들고, 만들어진 부호들은 전체 부호화된 영역의 중앙에서 최대 파워 그리고 가장자리에서 최소의 파워를 나타낸다. 이러한 부호를 사용한 matched 채널의 경우 그림 4(a)와 같이 622.08 Mb/s 데이터에 대해 예러 없는 전송상태를 보이고 파워 왜곡이 작은 unmatched 채널에 대해서는 그림 4(b)와 같이 완벽히 제거되어 수신기에서는 수신되지 않는다. 하지만 그림 4(c)와 같이 파워 왜곡이 큰 채널에 대해서는 인접 채널의 신호가 수신되어 잡음으로 작용한다. 이러한 왜곡에 의한 잡음들은 다중 간섭 잡음의 요소로 작용되므로 최대 파워 왜곡에 대한 잡음을 수신단에서 인식하지 못하도록 수신기의 민감도를 조절하면 파워 왜곡에 대한 잡음을 줄일 수 있다. 하지만 수신기의 민감도를 줄이는 방법은 결과적으로 전송에서의 파워 penalty를 갖게 된다. 측정결과 최대 파워 왜곡을 갖는 채널의 eye가 그림 4(d)와 같은 잡음 신호의 level로 조절될 경우 파워 왜곡에 대한 전송 penalty는 그림 5와 같이 1.7 dB로 대략 7 km의 손실을 갖게 되지만 파워 왜곡에 의한 다중간섭 잡음의 제거로 보상될 수 있다.

*본 연구는 지역특화 기술개발사업 (온도무의존형 64채널 DWDM AWG 기술개발)의 지원으로 수행되었음.

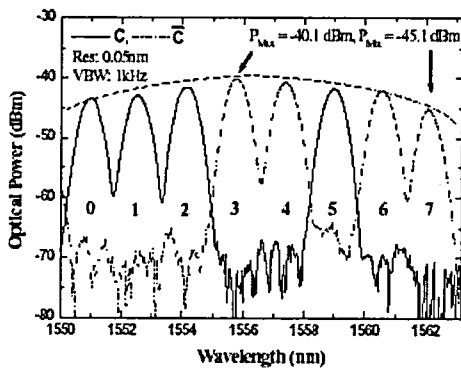


그림 3. 부호화된 스펙트럼.

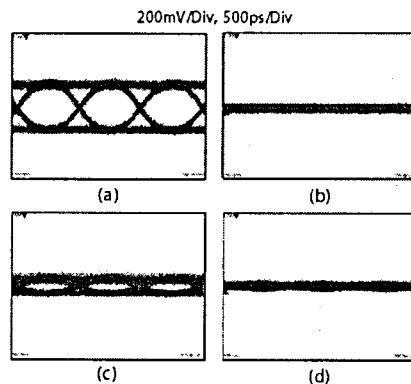


그림 4. 측정된 Eye diagram.

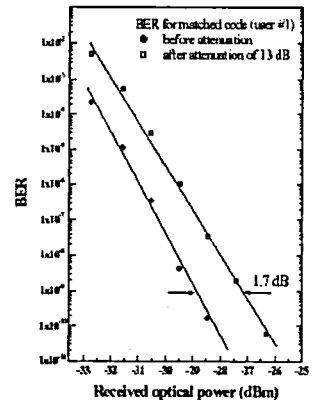


그림 5. BER 측정 결과.

1. D.Zaccarin and M. Kavehrad, "An optical CDMA system based on spectral encoding of LED", IEEE Photon. Technol. Lett., vol. 4, pp.479-482, Apr. 1993
2. J. Huang and C. Yang, "Reductions of multiple-access interference in fiber-grating based optical CDMA network", IEEE Tran. Commun. vol. 50, pp.1680-1686, 2002
3. S Park, B. K. Kim, and C.-S. Park, "Performance enhancement using the bipolar capacity of bipolar coded fiber gratings and balanced detection in the spectral encoded code-division-multiple-access systems", Opt. Comm. vol. 230, pp.319-324, 2004
4. J. Huang and D. Hsu, "Fiber-grating-based optical CDMA spectral coding with nearly orthogonal M-sequence codes", IEEE Photon. Technol. Lett., vol. 12, pp.1252-1254, 2000