

80 km × 50 Spans 분산 제어 광전송 링크에서 RDPS가 인위적 분포 패턴에 따른 시스템 성능

이성렬*

*목포해양대학교

System Performance Depending on the Artificial Distributions of RDPS in 80 km × 50 Spans Dispersion Managed Optical Transmission Links

Seong-Real Lee*

*Mokpo National Maritime University

E-mail : reallee@mmu.ac.kr

요 약

그룹 속도 분산과 비선형 효과의 상호 작용에 의해 왜곡되는 WDM 신호의 보상을 위해 전체 전송로 중간에 광 위상 공액기 (optical phase conjugator)가 적용되고 중계 구간의 단일 모드 광섬유 (SMF; single mode fiber) 길이와 RDPS(residual dispersion per span)를 인위적으로 분포하는 80 km × 50 spans의 광전송 링크의 최적 분포 패턴을 도출하였다.

ABSTRACT

The optimal distribution pattern for the compensation for the distorted WDM signals due to the group velocity dispersion (GVD) and the nonlinear Kerr effects is induced in 80 km × 50 spans optical link with an artificial distributions of single mode fiber (SMF) lengths and residual dispersion per span (RDPS).

키워드

Artificial distribution, Dispersion Management, Optical Phase Conjugator, Residual dispersion per span, Net residual dispersion, Group velocity dispersion, Kerr effects

1. 서 론

대용량 정보의 전송과 장거리 전송을 가능하게 하는 분산 제어 (DM; dispersion management)[1]와 광 위상 공액 (optical phase conjugation)[2]이 결합된 기술이 적용된 링크에서 단일 모드 광섬유 (SMF; single mode fiber)의 길이와 각 중계 구간 당 잉여 분산 (RDPS; residual dispersion per span)을 인위적으로 분포시킨 경우 분포 패턴에 따른 수신 성능을 고찰하여 최적의 분포 패턴을 도출한다.

II. 광전송 링크와 시스템의 모델링

그림 1은 본 연구에서 살펴보고자 하는 OPC와 DM이 적용된 광전송 링크와 WDM 전송 시스템

의 구조를 나타낸 것이다. 전송 링크는 전체 전송 거리의 중간에 있는 OPC를 중심으로 전반 구획 (former half section)과 후반 구획 (latter half section) 각각 25개의 중계 구간으로 구성된다. 모든 중계 구간의 손실 계수 α_{SMF} 는 0.2 dB/km, 비선형 계수 γ_{SMF} 는 $1.35 W^{-1}km^{-1}$ (@1,550 nm), 분산 계수 D_{SMF} 는 17 ps/nm/km(@ 1,550 nm)로 동일하게 모델링하였다. DCF의 손실 계수 α_{DCF} 는 0.6 dB/km, 비선형 계수 γ_{DCF} 는 $5.06 W^{-1}km^{-1}$ (@1,550 nm)로 모든 중계 구간에 대해 동일하게 하였고, 분산 계수 D_{DCF} 는 -100 ps/nm/km로 하였다.

각각의 전송 반 구획의 25개의 SMF의 길이 분포는 중계 구간이 증가할수록 50 km부터 110 km까지 점진적 증가 (ascending distribution)와 110 km부터 50 km까지의 점진적 감소 (descending distribution)를 조합한 AA(ascending-

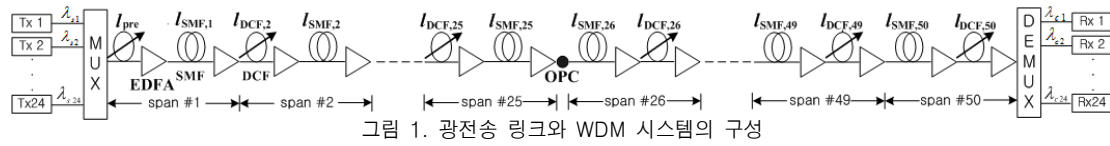


그림 1. 광전송 링크와 WDM 시스템의 구성

ascending), DD(descending-descending), AD(ascending-descending), DA(descending-ascending)의 4가지로 하였다.

전반 전송 구획에서는 첫 번째 중계 구간을 제외하고, 후반 전송 구획에서는 마지막 중계 구간을 제외한 평균 RDPS는 200 ps/nm로 하였다. 각 전송 반 구획에서의 실제 RDPS 분포는 0 ps/nm부터 400 ps/nm까지 점진적으로 증가되거나 감소되도록 구성하였다. 즉 SMF 길이 분포와 마찬가지로 RDPS 분포 패턴의 종류도 4가지이다. 결과적으로 고려해야 할 SMF 길이의 인위적 분포와 RDPS의 인위적 분포 패턴의 수는 AA-AA(ascending distribution of SMF lengths in former half section, ascending distribution of SMF lengths in latter half section, ascending distribution of RDPS in former half section, and ascending distribution of RDPS in latter half section), AA-DD, AA-AD, AA-DA, DD-AA, DD-DD, DD-AD, DD-DA, AD-AA, AD-DD, AD-AD, AD-DA, DA-AA, DA-DD, DA-AD, DA-DA의 16가지이다.

전반 구획의 첫 번째 DCF 길이 I_{pre} 와 후반 구획의 마지막 DCF 길이 I_{posi} 는 각각 전체 잉여 분산 (NRD; net residual dispersion)을 결정하는데 사용되는 precompensation, 두 번째 전송 구획 (OPC 다음부터 수신기 앞 단까지)의 NRD를 0 ps/nm로 만드는데 이용되도록 하였다. 앞선 연구 결과에 따라 I_{pre} 에 의한 NRD는 10 ps/nm가 되도록 설정하였다[3].

III. 시뮬레이션 결과 및 검토

그림 2는 SMF 길이와 RDPS 분포가 앞서 언급한 16개의 인위적 분포로 구성되고 각 경우 모두 precompensation에 의해서는 NRD가 10 ps/nm로 설정된 광전송 링크를 통해 40 Gbps × 24 채널 WDM 신호를 입사시킨 경우 24개 채널 중 최악 채널의 눈 열림 페널티 (EOP; eye opening penalty)를 입사 전력에 따라 나타낸 것이다.

고려한 모든 입사 전력에 대해 보상 효과가 가장 우수한 분포 패턴은 'DA-DA' 분포, 즉 전반 전송 구획에서의 SMF 길이와 RDPS는 중계 구간이 증가할수록 점진적으로 동시에 감소하는 반면 후반 전송 구획에서의 SMF 길이와 RDPS는 중계 구간이 증가할수록 점진적으로 동시에 증가하는 분포 패턴인 것을 알 수 있다. 또한 이 패턴은 특정한 입사 전력에 대해서는 SMF와 RDPS가 균일

하게 분포된 경우 (그림 2에서 'uni')보다 우수한 보상 특성을 만드는 것을 확인할 수 있다.

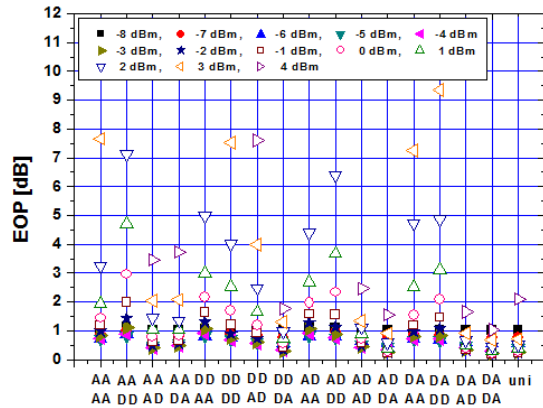


그림 2. SMF 길이와 RDPS의 인위적 분포 패턴과 입사 전력에 따른 최악 채널의 눈 열림 페널티

참고문헌

- [1] X. Xiao, S. Gao, Y. Tian, and C. Yang, "Analytical optimization of the net residual dispersion in SPM-limited dispersion-managed systems," *J. Lightwave Technol.*, Vol. 24, No. 5, pp. 2038~2044, 2006.
- [2] S. Watanabe and M. Shirasaki, "Exact compensation for both chromatic dispersion and Kerr effect in a transmission fiber using optical phase conjugation", *J. Lightwave Technol.*, Vol. 14, No. 3, pp 243 ~248, 1996.
- [3] S. R. Lee, "Dispersion Management and Optical Phase Conjugation in Optical Transmission Links with a Randomly Distributed Single-Mode Fiber Length," *J. of Inform. and Comm. Converg. Eng.*, Vol. 11, No. 1, pp. 1~6, 2013.