



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년06월27일

(11) 등록번호 10-2413844

(24) 등록일자 2022년06월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04B 10/2507 (2013.01) H04B 10/079 (2013.01)

H04B 10/50 (2013.01) H04B 10/564 (2013.01)

(52) CPC특허분류

H04B 10/2507 (2013.01)

H04B 10/07953 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0012969

(22) 출원일자 2021년01월29일

심사청구일자 2021년01월29일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020040009215 A*

KR1020170086448 A*

KR102082581 B1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

한상국

서울특별시 서초구 서초중앙로24길 33, 105동 301호(서초동, 서초교대이편한세상)

권도훈

서울특별시 서대문구 연세로 50, 제3공학관 232호(신촌동)

(74) 대리인

민영준

전체 청구항 수 : 총 17 항

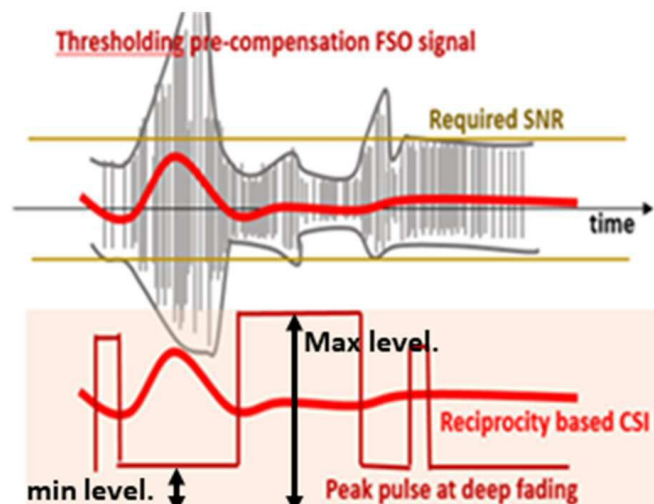
심사관 : 신상길

(54) 발명의 명칭 대기 채널 상태에 따른 선 보상을 수행하는 무선 광송신 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 대기 채널을 통해 무선으로 광을 송수신하는 단말의 광 송신 장치에 있어서, 송신 데이터에 대응하여 광을 변조하여 변조 광 신호를 생성하는 데이터 광 변조부, 기지정된 기간 동안 대기 채널을 통해 전송된 수신 광 신호를 기반으로 대기 채널 상태에 따른 SNR 분포를 확인하고, 요구되는 타겟 SNR을 기준으로 기지정된 방식에 따라 SNR 마진을 설정하여 SNR 분포를 설정된 SNR 마진에 대응하는 크기로 시프트시키며, 이후 대기 채널을 통해 광 수신기로 전송된 수신 광 신호로부터 획득되는 SNR을 시프트된 SNR 분포에서 타겟 SNR과 비교하여 변조 광 신호를 감쇠 또는 증폭하여 선 보상 광 신호를 출력하는 선 보상부 및 선 보상 광 신호를 인가받아 증폭하여 송신 광 신호를 대기 채널로 출력하는 광 증폭기를 포함하여, 광 증폭기의 제한된 평균 파워 내에서 대기 채널 상태에 따라 전송할 송신 광 신호를 선 보상할 수 있는 무선 광송신 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

대표도 - 도6



(52) CPC특허분류

H04B 10/505 (2013.01)

H04B 10/564 (2013.01)

H04B 2210/254 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711102791
과제번호	2019-0-00685-002
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신방송연구개발사업
연구과제명	무선광통신 기반 수직 이동통신 네트워크 기술 개발 (2/5)
기 여 율	1/1
과제수행기관명	연세대학교 산학협력단
연구기간	2020.01.01 ~ 2020.12.31

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

대기 채널을 통해 무선으로 광을 송수신하는 단말의 광 송신 장치에 있어서,

송신 데이터에 대응하여 광을 변조하여 변조 광 신호를 생성하는 데이터 광 변조부;

기지정된 기간 동안 대기 채널을 통해 전송된 수신 광 신호를 기반으로 대기 채널 상태에 따른 SNR 분포를 확인하고, 요구되는 타겟 SNR을 기준으로 기지정된 방식에 따라 SNR 마진을 설정하여 상기 SNR 분포를 설정된 SNR 마진에 대응하는 크기로 시프트시키며, 이후 대기 채널을 통해 광 수신기로 전송된 수신 광 신호로부터 획득되는 SNR을 시프트된 SNR 분포에서 상기 타겟 SNR과 비교하여 상기 변조 광 신호를 감쇠 또는 증폭하여 선 보상 광 신호를 출력하는 선 보상부; 및

상기 선 보상 광 신호를 인가받아 증폭하여 송신 광 신호를 상기 대기 채널로 출력하는 광 증폭기를 포함하고,

상기 선 보상부는

기지정된 기간 동안의 대기 채널 상태에 따른 상기 SNR 분포와 상기 타겟 SNR을 기반으로 상기 SNR 마진을 설정하여 시프트된 SNR 분포를 획득하고, 현재 대기 채널 상태에 따라 수신 광 신호로부터 획득된 SNR이 상기 타겟 SNR 이상인지 여부에 따라 선 보상 신호를 생성하는 선 보상 설정부; 및

상기 변조 광 신호를 인가받고, 상기 선 보상 신호에 응답하여 인가된 상기 변조 광 신호를 감쇠 또는 증폭하여 상기 광 증폭기로 출력하는 광 감쇠기를 포함하며,

상기 선 보상 설정부는

통신 대상이 되는 대상 단말로부터 기지정된 기간 동안 대기 채널을 통해 광 수신기에 수신된 수신 광 신호를 인가받아 분석하여, 상기 SNR 분포를 획득하는 수신 신호 분석부;

상기 SNR 분포를 네거티브 방향으로 시프트되는 SNR 분포에서 상기 타겟 SNR 미만인 SNR 영역을 나타내는 불능 영역을 보상하기 위해 요구되는 파워와 송신 광 신호가 불능 영역에 포함될 확률을 기반으로 상기 SNR 분포를 시프트시킬 크기를 나타내는 상기 SNR 마진을 설정하는 마진 설정부;

상기 대상 단말로부터 수신된 수신 광 신호를 분석하여 현재 대기 채널 상태에 따른 SNR을 획득하는 채널 상태 분석부; 및

상기 SNR 마진에 따라 상기 SNR 분포를 시프트시켜 시프트된 SNR 분포를 획득하고, 시프트된 SNR 분포에서 획득된 SNR이 상기 타겟 SNR 이상이면 상기 광 감쇠기가 상기 변조 광 신호를 감쇠하도록 하는 감쇠 선 보상 신호를 생성하고, 획득된 SNR이 상기 타겟 SNR 미만이면 상기 광 감쇠기가 상기 변조 광 신호를 증폭하도록 하는 증폭 선 보상 신호를 생성하여 출력하는 선 보상 신호 생성부를 포함하는 무선 광 송신 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 마진 설정부는

상기 SNR 마진(SNR_{margin})을 수학식

$$Power_{in} \times 10^{\frac{SNR_{margin}}{10}} \geq Power_{in} \times 10^{\frac{SNR_{margin} + SNR_{target}}{10}} \times P_{outage-shift}$$

(여기서 $Power_{in}$ 은 선 보상되지 않은 변조 광 신호의 평균 파워를 의미하고, SNR_{target} 은 타겟 SNR을 나타내며,

$P_{outage-shift}$ 는
$$P_{outage-shift} = \frac{\int_{-\infty}^{SNR_{margin} + SNR_{target}} D_{CH}(SNR) dSNR}{\int_{-\infty}^{\infty} D_{CH}(SNR) dSNR}$$
 으로 계산되는 시프트된 SNR에 따라 전송되는 송신 광 신호가 불능 영역에 포함될 확률을 나타낸다.)

을 만족하도록 설정하는 무선 광 송신 장치.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 선 보상 신호 생성부는

획득된 SNR이 상기 타겟 SNR 이상이면, 상기 선 보상 광 신호가 타겟 SNR에 대응하는 기지정된 세기로 출력되도록 상기 감쇠 선 보상 신호를 생성하는 무선 광 송신 장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 선 보상 신호 생성부는

획득된 SNR이 상기 타겟 SNR 미만이면, 시프트된 SNR 분포에서 획득된 SNR과 타겟 SNR 사이의 차이에 대응하는 세기로 상기 선 보상 광 신호가 출력되도록 상기 증폭 선 보상 신호를 생성하는 무선 광 송신 장치.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 수신 신호 분석부는

상기 대상 단말과의 링크 설정 과정에서 상기 대상 단말로부터 수신된 수신 광 신호 중 상기 대상 단말에서 기지정된 세기로 출력된 파일럿 광 신호를 기반으로 상기 SNR 분포를 획득하는 무선 광 송신 장치.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 광 증폭기는

어븀 첨가 광 증폭기(Erbium Doped Fiber Amplifier)로 구현되는 무선 광 송신 장치.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 데이터 광 변조부는

기지정된 세기의 광을 방출하는 광원; 및

송신 데이터에 응답하여 상기 광원에서 방출된 광을 변조하여, 상기 변조 광 신호를 생성하는 광 변조기를 포함하는 무선 광 송신 장치.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 광 변조기는

마흐젠더 변조기(Mach-Zehnder Modulator: 이하 MZM)로 구현되는 무선 광 송신 장치.

청구항 11

대기 채널을 통해 무선으로 광을 송수신하는 단말의 광 송신 방법에 있어서,

기지정된 기간 동안 대기 채널을 통해 전송된 수신 광 신호를 기반으로 대기 채널 상태에 따른 SNR 분포를 확인하고, 요구되는 타겟 SNR을 기준으로 기지정된 방식에 따라 SNR 마진을 설정하여 상기 SNR 분포를 설정된 SNR 마진에 대응하는 크기로 시프트시키는 단계; 및

대기 채널을 통해 광 수신기로 전송된 수신 광 신호로부터 획득되는 SNR을 시프트된 SNR 분포에서 상기 타겟 SNR과 비교하여 비교 결과에 따라 상기 대기 채널로 감쇠 또는 증폭 선 보상된 송신 광 신호를 출력하는 단계를 포함하되,

상기 시프트시키는 단계는

통신 대상이 되는 대상 단말로부터 기지정된 기간 동안 대기 채널을 통해 광 수신기에 수신된 수신 광 신호를 인가받아 분석하여, 상기 SNR 분포를 획득하는 단계;

상기 SNR 분포를 네거티브 방향으로 시프트되는 SNR 분포에서 상기 타겟 SNR 미만인 SNR 영역을 나타내는 불능 영역을 보상하기 위해 요구되는 파워와 송신 광 신호가 불능 영역에 포함될 확률을 기반으로 상기 SNR 분포를 시프트시킬 크기를 나타내는 상기 SNR 마진을 설정하는 단계; 및

상기 SNR 마진에 따라 상기 SNR 분포를 시프트시켜 시프트된 SNR 분포를 획득하는 단계를 포함하는 무선 광 송신 방법.

청구항 12

삭제

청구항 13

제11항에 있어서, 상기 SNR 마진을 설정하는 단계는

상기 SNR 마진(SNR_{margin})을 수학식

$$Power_{in} \times 10^{\frac{SNR_{margin}}{10}} \geq Power_{in} \times 10^{\frac{SNR_{margin} + SNR_{target}}{10}} \times P_{outage-shift}$$

(여기서 $Power_{in}$ 은 선 보상되지 않은 변조 광 신호의 평균 파워를 의미하고, SNR_{target} 은 타겟 SNR을 나타내며,

$P_{outage-shift}$ 는
$$P_{outage-shift} = \frac{\int_{-\infty}^{SNR_{margin} + SNR_{target}} D_{CH}(SNR) dSNR}{\int_{-\infty}^{\infty} D_{CH}(SNR) dSNR}$$
 으로 계산되는 시프트된 SNR에 따라 전송되는 송신 광 신호가 불능 영역에 포함될 확률을 나타낸다.)

을 만족하도록 설정하는 무선 광 송신 방법.

청구항 14

제11항에 있어서, 상기 SNR 분포를 획득하는 단계는

상기 대상 단말과의 링크 설정 과정에서 상기 대상 단말로부터 수신된 수신 광 신호 중 상기 대상 단말에서 기지정된 세기로 출력된 파일럿 광 신호를 기반으로 상기 SNR 분포를 획득하는 무선 광 송신 방법.

청구항 15

제11항에 있어서, 상기 송신 광 신호를 출력하는 단계는

송신 데이터에 대응하여 광원에서 인가되는 광을 변조하여 생성된 변조 광 신호를 획득하는 단계;

현재 대기 채널 상태에 따라 상기 수신 광 신호로부터 획득된 SNR이 시프트된 SNR 분포에서 상기상기 타겟 SNR 이상인지 여부에 따라 선 보상 신호를 생성하는 단계;

상기 선 보상 신호에 응답하여 상기 변조 광 신호를 감쇠 또는 증폭하여 선 보상 광 신호를 획득하는 단계; 및

상기 선 보상 광 신호를 기지정된 방식으로 증폭하여 상기 송신 광 신호를 획득하는 단계를 포함하는 무선 광 송신 방법.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 선 보상 신호를 생성하는 단계는

시프트된 SNR 분포에서 획득된 SNR이 상기 타겟 SNR 이상이면, 상기 변조 광 신호가 감쇠된 선 보상 광 신호가 획득되도록 감쇠 선 보상 신호를 생성하는 단계; 및

획득된 SNR이 상기 타겟 SNR 미만이면, 상기 변조 광 신호가 증폭된 선 보상 광 신호가 획득되도록 증폭 선 보상 신호를 생성하는 단계를 포함하는 무선 광 송신 방법.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 감쇠 선 보상 신호를 생성하는 단계는

상기 선 보상 광 신호가 타겟 SNR에 대응하는 기지정된 세기로 출력되도록 상기 감쇠 선 보상 신호를 생성하는 무선 광 송신 방법.

청구항 18

제16항에 있어서, 상기 증폭 선 보상 신호를 생성하는 단계는

시프트된 SNR 분포에서 획득된 SNR과 타겟 SNR 사이의 차이에 대응하는 세기로 상기 선 보상 광 신호가 출력되도록 상기 증폭 선 보상 신호를 생성하는 무선 광 송신 방법.

청구항 19

제15항에 있어서, 상기 송신 광 신호를 획득하는 단계는

어둠 첨가 광 증폭기(Erbium Doped Fiber Amplifier)를 이용하여 선 보상 광 신호를 증폭하는 무선 광 송신 방법.

청구항 20

제15항에 있어서, 상기 변조 광 신호를 획득하는 단계는

기지정된 세기의 광을 방출하는 단계; 및

송신 데이터에 응답하여 상기 광원에서 방출된 광을 변조하여, 상기 변조 광 신호를 생성하는 단계를 포함하는 무선 광 송신 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 무선 광송신 장치 및 방법에 관한 것으로, 대기 채널 상태에 따른 선 보상을 수행하는 무선 광송신 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 무선 광통신(Free space optical communication: FSO)은 광섬유로 구성되는 전송로 없이 대기를 매체로 광신호가 전달되므로, 전송속도, 전송 용량의 제한이 없으며, 주파수 사용에 대한 규제를 받지 않는다. 또한 대기 채널을 매체로 데이터가 전달되므로, 유선 광통신에 비해 광섬유 가설에 필요한 비용 및 설치 시간이 획기적으로 절감되어 효과적인 통신망을 구성할 수 있다는 장점이 있다.

[0003] 이러한 무선 광통신은 주로 지상에 위치한 게이트웨이와 상공의 무인 항공기(Unmanned aerial vehicle: 이하 UAV) 사이 또는 UAV 사이의 통신을 위해 주로 이용되며, 광 특성 상 RF 통신 방식에 비해 고대역, 강한 신호 파워 등을 장점으로 초고속 장거리 전송이 가능하여 차세대 통신망 기술로 각광을 받는다.

[0004] 이와 같은 무선 광통신은 일반적으로 레이저를 이용하여 광 신호를 전송하는 방식으로써 주로 실외에서 이용되며 수 km의 장거리에서 용이하게 통신을 수행할 수 있다. 다만 장거리 무선 광 통신의 경우에는 대기 채널을 통과하는 동안 난기류(turbulence) 등에 의해 광 감쇠가 발생하므로, 광원의 출력 파워만으로는 안정적인 신호 전송이 어렵다. 이에 수신기에서 대기 채널에 대한 채널 정보를 추출하여 보상하는 기법이 적용되고 있으나, 수시로 변화하는 난기류 등으로 인해 대기 채널을 통해 전송되는 광 신호의 파워 감쇠가 크게 발생하는 경우,

수신 장치에서 요구되는 수신 파워 및 SNR을 만족시키지 못하며 보상이 불가능하다는 한계가 있다.

[0005] 이와 같은 한계를 극복하기 위해, 송신기는 변조된 광을 증폭하여 출력하는 어둡 첨가 광 증폭기(Erbium Doped Fiber Amplifier: 이하 EDFA)와 같은 광 증폭기를 사용한다. 그러나 EDFA와 같은 광 증폭기는 평균 파워(Average Power)가 제한(limited)되는 특성을 갖는다. 따라서 송신기가 평균 파워 제한 특성을 갖는 EDFA를 사용하는 경우, 파워가 제한되어 광을 원하는 수준을 증폭시킬 수 없게 되는 경우가 빈번하게 발생하며, 이로 인해 안정적인 신호 전송이 여전히 어렵다는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국 공개 특허 제10-2020-0071447호 (2020.06.19 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은 대기 채널 상태에 대응하여 광 신호를 선 보상하여 전송할 수 있는 무선 광송신 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

[0008] 본 발명의 다른 목적은 광 증폭기의 제한된 평균 파워 내에서 선 보상을 수행하여 대기 채널의 상태 변화에도 안정적으로 광 신호를 전송할 수 있는 무선 광송신 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 광송신 장치는 대기 채널을 통해 무선으로 광을 송수신하는 단말의 광 송신 장치에 있어서, 송신 데이터에 대응하여 광을 변조하여 변조 광 신호를 생성하는 데이터 광 변조부; 기지정된 기간 동안 대기 채널을 통해 전송된 수신 광 신호를 기반으로 대기 채널 상태에 따른 SNR 분포를 확인하고, 요구되는 타겟 SNR을 기준으로 기지정된 방식에 따라 SNR 마진을 설정하여 상기 SNR 분포를 설정된 SNR 마진에 대응하는 크기로 시프트시키며, 이후 대기 채널을 통해 광 수신기로 전송된 수신 광 신호로부터 획득되는 SNR을 시프트된 SNR 분포에서 상기 타겟 SNR과 비교하여 상기 변조 광 신호를 감쇠 또는 증폭하여 선 보상 광 신호를 출력하는 선 보상부; 및 상기 선 보상 광 신호를 인가받아 증폭하여 송신 광 신호를 상기 대기 채널로 출력하는 광 증폭기를 포함한다.

[0010] 상기 선 보상부는 기지정된 기간 동안의 대기 채널 상태에 따른 상기 SNR 분포와 상기 타겟 SNR을 기반으로 상기 SNR 마진을 설정하여 시프트된 SNR 분포를 획득하고, 현재 대기 채널 상태에 따라 수신 광 신호로부터 획득된 SNR이 상기 타겟 SNR 이상인지 여부에 따라 선 보상 신호를 생성하는 선 보상 설정부; 및 상기 변조 광 신호를 인가받고, 상기 선 보상 신호에 응답하여 인가된 상기 변조 광 신호를 감쇠 또는 증폭하여 상기 광 증폭기로 출력하는 광 감쇠기를 포함할 수 있다.

[0011] 상기 선 보상 설정부는 통신 대상이 되는 대상 단말로부터 기지정된 기간 동안 대기 채널을 통해 광 수신기에 수신된 수신 광 신호를 인가받아 분석하여, 상기 SNR 분포를 획득하는 수신 신호 분석부; 상기 SNR 분포를 네거티브 방향으로 시프트되는 SNR 분포에서 상기 타겟 SNR 미만인 SNR 영역을 나타내는 불능 영역을 보상하기 위해 요구되는 파워와 송신 광 신호가 불능 영역에 포함될 확률을 기반으로 상기 SNR 분포를 시프트시킬 크기를 나타내는 상기 SNR 마진을 설정하는 마진 설정부; 상기 대상 단말로부터 수신된 수신 광 신호를 분석하여 현재 대기 채널 상태에 따른 SNR을 획득하는 채널 상태 분석부; 및 상기 SNR 마진에 따라 상기 SNR 분포를 시프트시켜 시프트된 SNR 분포를 획득하고, 시프트된 SNR 분포에서 획득된 SNR이 상기 타겟 SNR 이상이면 상기 광 감쇠기가 상기 변조 광 신호를 감쇠하도록 하는 감쇠 선 보상 신호를 생성하고, 획득된 SNR이 상기 타겟 SNR 미만이면 상기 광 감쇠기가 상기 변조 광 신호를 증폭하도록 하는 증폭 선 보상 신호를 생성하여 출력하는 선 보상 신호 생성부를 포함할 수 있다.

[0012] 상기 선 보상 신호 생성부는 획득된 SNR이 상기 타겟 SNR 이상이면, 상기 선 보상 광 신호가 타겟 SNR에 대응하는 기지정된 세기로 출력되도록 상기 감쇠 선 보상 신호를 생성할 수 있다.

[0013] 상기 선 보상 신호 생성부는 획득된 SNR이 상기 타겟 SNR 미만이면, 시프트된 SNR 분포에서 획득된 SNR과 타겟

SNR 사이의 차이에 대응하는 세기로 상기 선 보상 광 신호가 출력되도록 상기 증폭 선 보상 신호를 생성할 수 있다.

[0014] 상기 수신 신호 분석부는 상기 대상 단말과의 링크 설정 과정에서 상기 대상 단말로부터 수신된 수신 광 신호 중 상기 대상 단말에서 기지정된 세기로 출력된 파일럿 광 신호를 기반으로 상기 SNR 분포를 획득할 수 있다.

[0015] 상기 광 증폭기는 어둡 첨가 광 증폭기(Erbium Doped Fiber Amplifier)로 구현될 수 있다.

[0016] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따른 무선 광송신 방법은 대기 채널을 통해 무선으로 광을 송수신하는 단말의 광 송신 방법에 있어서, 기지정된 기간 동안 대기 채널을 통해 전송된 수신 광 신호를 기반으로 대기 채널 상태에 따른 SNR 분포를 확인하고, 요구되는 타겟 SNR을 기준으로 기지정된 방식에 따라 SNR 마진을 설정하여 상기 SNR 분포를 설정된 SNR 마진에 대응하는 크기로 시프트시키는 단계; 및 대기 채널을 통해 광 수신기로 전송된 수신 광 신호로부터 획득되는 SNR을 시프트된 SNR 분포에서 상기 타겟 SNR과 비교하여 비교 결과에 따라 상기 대기 채널로 감쇠 또는 증폭 선 보상된 송신 광 신호를 출력하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0017] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 무선 광송신 장치 및 방법은 광 증폭기의 제한된 평균 파워 내에서 대기 채널 상태에 따라 전송할 송신 광 신호를 선 보상하여, 전송 오류가 발생할 확률을 크게 저감시켜 안정적으로 수행될 수 있도록 한다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 광통신 단말의 개략적 구성을 나타낸다.

도 2는 도 1의 수신 신호 분석부의 상세 구성의 일 예를 나타낸다.

도 3은 대기 채널의 SNR 분포 특성의 일 예를 나타낸다.

도 4는 도 1의 마진 설정부가 설정하는 SNR 마진의 개념을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 도 1의 무선 광송신 장치의 선 보상 동작 개념을 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 SNR 마진과 채널 상태에 따른 광 증폭기 입력 신호의 변화를 나타낸다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 광송신 방법을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시예에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 첨부 도면 및 첨부 도면에 기재된 내용을 참조하여야만 한다.

[0020] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다. 그러나, 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 설명하는 실시예에 한정되는 것이 아니다. 그리고, 본 발명을 명확하게 설명하기 위하여 설명과 관계없는 부분은 생략되며, 도면의 동일한 참조부호는 동일한 부재임을 나타낸다.

[0021] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라, 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...기", "모듈", "블록" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 광통신 장치의 개략적 구성을 나타내고, 도 2는 도 1의 수신 신호 분석부의 상세 구성의 일 예를 나타내며, 도 3은 대기 채널의 SNR 분포 특성의 일 예를 나타낸다. 그리고 도 4는 도 1의 마진 설정부가 설정하는 SNR 마진의 개념을 설명하기 위한 도면이고, 도 5는 도 1의 무선 광송신 장치의 선 보상 동작 개념을 설명하기 위한 도면이며, 도 6은 SNR 마진과 채널 상태에 따른 광 증폭기 입력 신호의 변화를 나타낸다.

[0023] 도 1에서는 본 실시예에 따른 무선 광통신(Free space optical communication: 이하 FSO) 시스템에 이용되는 다수의 FSO 단말 중 하나의 구성을 일 예로 도시하였으며, 여기서 FSO 단말은 상기한 바와 같이, FSO 통신 시스

템의 게이트웨이 또는 UAV 등으로 구현되거나 다른 종류의 단말로 구현될 수 있다.

- [0024] 도 1을 참조하면, 각 FSO 단말은 광 신호를 수신하는 광 수신기(100)와 광 신호를 송신하는 광 송신기(200)를 포함할 수 있다. 즉 FSO 단말은 무선 광 송신 및 무선 광 수신을 동시에 수행할 수 있는 송수신 장치로 구현되어, 광 송신과 광 수신을 동시에 수행할 수 있도록 구성된다. 이때 각각의 FSO 단말은 통신 대상이 되는 FSO 단말 방향을 지향하여 광 신호를 송신 및 수신해야 하므로, FSO 단말은 기본적으로 1 대 1 광 통신을 수행한다. 따라서 송신과 수신 시에 동일한 대기 채널을 이용하게 된다.
- [0025] 이에 본 실시예에 따른 FSO 단말 각각은 통신 대상 FSO 단말로부터 이전 수신된 광 신호를 기반으로 대기 상태를 확인하고, 확인된 대기 상태에 따라 선 보상을 수행하여 광 신호를 송신할 수 있도록 구성된다. 이에, 각 FSO 단말은 통신 대상 FSO 단말이 대기 채널의 상태를 감지할 수 있도록 기지정된 방식으로 파일럿 광 신호를 전송할 수 있다. 여기서 파일럿 광 신호는 미리 지정된 패턴과 세기를 갖는 광 신호로서 전송하고자 하는 데이터에 따른 광 신호와 구분되어 전송될 수 있다. 파일럿 광 신호는 일 예로 기지정된 주기로 전송될 수 있으나 이에 한정되지 않는다.
- [0026] 광 수신기(100)는 다른 FSO 단말의 광 송신기(200)에서 대기 채널을 통해 전송된 광 신호를 수신한다.
- [0027] 광 송신기(200)는 본 실시예에 따른 무선 광 송신 장치로서, 광 수신기(100)가 수신한 수신 광 신호를 기반으로 대기 채널의 상태를 확인하고 확인된 대기 상태에 따라 송신 광 신호의 광 세기를 미리 보상하여 전송한다.
- [0028] 광 송신기(200)는 광원(210), 데이터 변환부(220), 광 변조기(230), 선 보상 설정부(240), 광 감쇠기(250) 및 광 증폭기(260)를 포함할 수 있다.
- [0029] 광원(210)은 미리 지정된 파장과 파형의 광을 생성하여 방출한다. 일 예로 광원은 연속파(continuous wave) 모드의 광을 생성하여 방출할 수 있으며, 레이저 다이오드(laser diode) 등으로 구현될 수 있다. 데이터 변환부(220)는 송신하고자 하는 송신 데이터를 인가받아 기지정된 방식에 따라 심볼로 변환하고, 변환된 심볼을 광 변조기(230)로 출력한다. 데이터 변환부(220)는 알려진 다양한 방식에 따라 송신 데이터를 심볼로 변환할 수 있으며, 여기서는 일 예로 OOK(On/Off Keying) 또는 PAM(Pulse Amplitude Modulation) 방식에 따라 심볼로 변환하는 것으로 가정하여 설명한다.
- [0030] 광 변조기(230)는 광원(210)로부터 광을 인가받고, 데이터 변환부(220)에서 인가되는 심볼에 응답하여, 광원(210)에서 인가된 광을 기지정된 방식으로 변조하여 변조 광 신호를 출력한다. 여기서 광 변조기(230)는 일 예로 마흐젠더 변조기(Mach-Zehnder Modulator: 이하 MZM)로 구현될 수 있다. MZM은 광원(210)에서 방출된 광을 외부에서 변조하기 위한 외부 광 변조기의 하나로 소광비가 높고, 주파수 처핑 현상이 거의 없으며 고속 변조가 가능하며, 고속 장거리 광 통신 시스템에 적합하다는 장점이 있다. 그러나 본 실시예에서 광 변조기(230)는 MZM 이외에 다른 종류의 광 변조기로 구현될 수도 있다. 또한 경우에 따라서 광 송신기(200)는 데이터 변환부(220)에서 획득된 심볼에 따라 광원(210)을 직접 제어하여 광 세기를 조절하는 직접 변조 방식을 적용할 수도 있다. 만일 광 송신기가 직접 변조 방식을 이용하는 경우, 광 변조기(230)는 생략될 수도 있다.
- [0031] 그리고 광원(210), 데이터 변환부(220) 및 광 변조기(230)는 데이터 광 변조부로 통합될 수 있다.
- [0032] 한편 선 보상 설정부(240)는 통신 대상 FSO 단말로부터 대기 채널을 통해 광 수신기(100)로 전송된 수신 광 신호를 분석하여 대기 채널 상태를 확인하고, 확인된 대기 상태에 따라 송신 광 신호의 세기를 미리 조절하기 위한 선 보상 신호를 생성한다. 본 실시예에서 선 보상 설정부(240)는 이전 기지정된 기간 동안 대기 채널을 통해 수신된 수신 광 신호를 분석하여, SNR 분포를 확인하고, 확인된 SNR 분포에 따라 선 보상을 수행하기 위한 SNR 마진을 설정한다. 그리고 이후 전송하고자 하는 데이터에 따른 광 신호를 전송할 때, 다시 수신 광 신호로부터 현재 대기 채널의 상태를 확인하고, 확인된 대기 채널의 상태에 따라 광 증폭기(260)에서 출력되는 송신 광 신호의 세기가 조절되도록 선 보상 신호를 생성한다.
- [0033] 광 감쇠기(250)는 선 보상 설정부(240)에서 생성된 선 보상 신호에 응답하여 광 변조기(230)에서 인가되는 변조 광 신호의 세기를 조절하여, 선 보상 광 신호를 광 증폭기(260)로 출력한다. 여기서 광 감쇠기(250)는 가변 광 감쇠기(variable optical attenuator: VOA)로 구현될 수 있으며, 전송하고자 하는 데이터와 무관하게 선 보상 설정부(240)에서 생성된 선 보상 신호에 따라 출력되는 광 신호의 세기를 조절하여 출력한다.
- [0034] 광 증폭기(260)는 광 감쇠기(250)에서 인가되는 선 보상 광 신호를 증폭하여 대기 채널을 통해 통신 대상 FSO 단말로 출력한다. 광 증폭기(260)는 광 신호가 대기 채널을 통과하는 동안, 난기류 등에 의해 발생하는 감쇠에도 안정적으로 전송되도록 인가된 선 보상 광 신호를 증폭하여 송신 광 신호를 출력한다. 광 증폭기는 상기한

바와 같이 EDFA 등으로 구현될 수 있다. 다만 EDFA와 같은 광 증폭기는 상기한 바와 같이, 평균 파워가 제한되는 특성을 갖는다. 따라서 광 증폭기(260)가 인가되는 광 신호를 단순 증폭하여 송신 광 신호를 출력하게 되는 경우, 파워 제한으로 인해 요구되는 수준으로 파워를 증폭시키지 못하게 될 수 있다.

[0035] 이에 본 실시예에서는 대기 채널의 상태가 양호한 경우에는 광 증폭기(260)가 변조 광 신호를 직접 인가받아 증폭하여 송신 광 신호를 출력하는 경우에 비해 더 낮은 세기의 송신 광 신호를 출력하고, 대기 채널의 상태가 불안정한 경우에는 더 높은 세기의 송신 광 신호를 출력할 수 있도록 선 보상 설정부(240)와 광 감쇠기(250)를 더 포함한다. 여기서 선 보상 설정부(240)와 광 감쇠기(250)는 선 보상부로 통합될 수 있다.

[0036] 구체적으로 도 1에 도시된 바와 같이, 선 보상 설정부(240)는 수신 신호 분석부(241), 마진 설정부(242), 채널 상태 분석부(243) 및 선 보상 신호 생성부(244)를 포함할 수 있다.

[0037] 우선 수신 신호 분석부(241)는 기지정된 기간 동안 대기 채널을 통해 광 수신기(100)로 전송된 수신 광 신호를 분석하여 SNR 분포를 확인하고, 확인된 SNR 분포에 따라 안정적으로 광 통신이 수행될 수 있는 타겟 SNR을 판별한다.

[0038] 본 실시예의 FSO 단말은 일 예로 통신 대상 FSO 단말과의 링크를 구성할 때, 파일럿 광 신호를 상호 송수신 할 수 있다. 여기서 파일럿 광 신호는 광 감쇠기(250)에 의해 세기 조절되지 않은 기지정된 파일럿 신호를 광 증폭기(260)가 증폭하여 전송한 광 신호로서, 파일럿 광 신호를 수신한 FSO 단말은 기지정된 기간 동안 수신된 파일럿 광 신호를 기반으로 SNR 분포를 확인할 수 있다.

[0039] 도 2를 참조하면 수신 신호 분석부(241)는 수신 세기 분석부(310), SNR 분포 분석부(320) 및 타겟 SNR 설정부(330)를 포함할 수 있다.

[0040] 우선 수신 세기 분석부(310)는 광 수신기(100)에 수신된 파일럿 신호를 인가받고, 인가된 파일럿 신호의 세기를 측정한다. 이때 수신 세기 분석부(310)는 파일럿 광 신호에 포함된 노이즈를 함께 측정할 수 있다. 여기서 노이즈는 파일럿 광 신호가 전송되는 과정에서 대기 채널에서 유입된 노이즈 뿐만아니라 광 수신기(100)가 광 신호를 수신 처리하는 과정에서 발생한 노이즈를 포함할 수 있다.

[0041] SNR 분포 분석부(320)는 수신 세기 분석부(310)에서 측정된 파일럿 광 신호의 세기와 노이즈를 기반으로 도 3과 같이 대기 채널에 대한 SNR 분포를 분석한다.

[0042] 그리고 타겟 SNR 설정부(330)는 SNR 분포 분석부(320)에서 분석된 SNR 분포와 FSO 통신 시스템에서 요구되는 비트 오류율(Bit Error Rate: 이하 BER)을 기반으로 타겟 SNR을 설정한다. 여기서 광 수신기(100)가 SNR의 저하로 인해 전송된 수신 광 신호를 정상적으로 검출할 수 없게 되는 불능 영역(Outage Region)을 구분하기 위한 SNR이다. 즉 수신 광 신호가 타겟 SNR 이상의 SNR로 수신되면, 광 수신기(100)는 정상적으로 수신 광 신호를 검출할 수 있음을 의미한다.

[0043] 여기서 불능 영역(outage)은 수학식 1에 따라 계산될 수 있다.

수학식 1

$$\frac{\int_{-\infty}^{\text{target}} D_{\text{CH}} \text{dsnr}}{\int_0^{\infty} D_{\text{CH}} \text{dsnr}(=\text{tot received power})} = \text{outage}$$

[0045] 이때 불능 영역을 보상하기 위해 요구되는 광 신호의 추가적인 세기는 수학식 2에 따라 계산될 수 있다.

수학식 2

$$\text{outage}(\%) \times \text{transmitted average power} = \text{required power @ outage}$$

[0047] 즉 요구되는 추가적인 광 신호 세기는 불능 영역의 비율과 전송된 광 신호의 평균 세기의 곱으로 계산될 수 있다. 따라서 광 송신기(200)가 송신 광 신호를 전송할 때, 확인된 대기 채널의 SNR 분포에 따라 불능 영역의 송신 광 신호의 SNR을 수학식 2에 따라 사전에 선 보상하여 전송하게 되면, 오류 없이 안정적인 통신을 수행할 수

있게 된다.

[0048] 다만 수학적식 2에 따라 불능 영역의 SNR을 선 보상하기 위해서는 광 증폭기(260)가 송신 광 신호를 보상 가능한 수준의 요구되는 세기로 전송할 수 있어야 한다. 다만, 광 증폭기(260)의 평균 파워가 제한되어 있으므로, 불능 영역에서 송신 광 신호의 세기를 강화하여 전송하고자 하는 경우, 사전에 미리 불능 영역이 아닌 구간에서 송신 광 신호의 세기를 사전에 저하시켜 보상 능력치를 누적해두고, 이후 불능 영역에서는 누적된 보상 능력치를 이용하여 보상해야만 한다. 즉 광 증폭기(260)가 출력하는 송신 광 신호의 세기를 용이하게 변화시킬 수 있는 다이내믹 레인지(dynamic range)가 요구되며, 광 증폭기(260)의 다이내믹 레인지는 광 증폭기(260)에 인가되는 선 보상 광 신호의 평균 세기에 기반하여 결정될 수 있다.

[0049] 이에 광 증폭기(260)에 기본적으로 입력되는 선 보상 광 신호의 평균 세기는 허용 가능한 수준에서 미리 최소화되어야 한다. 즉 광 증폭기(260)에 기본적으로 인가되는 선 보상 광 신호의 평균 세기를 기존보다 낮춤으로써, 난기류 등으로 인해 대기 채널의 상태가 불안정하여 송신 광 신호가 불능 영역에 도달할 것으로 추정될 때, 확장된 다이내믹 레인지로 기존보다 더 강한 세기의 송신 광 신호가 출력될 수 있도록 해야 한다.

[0050] 이를 위해 마진 설정부(242)는 타겟 SNR을 기준으로 SNR 마진을 설정한다.

[0051] 여기서 SNR 마진(margin)은 도 4의 (a)에 도시된 바와 같이, 송신 광 신호의 다이내믹 레인지를 확장시키기 위해 미리 선 보상 광 신호의 평균 세기를 낮추는 SNR의 크기이다. 여기서 SNR 마진은 타겟 SNR을 기준으로 지정된 크기의 SNR로 설정될 수 있다.

[0052] 선 보상 신호 생성부(244)는 마진 설정부(242)에 의해 SNR 마진이 설정되면, 기존의 대기 채널의 SNR 분포를 설정된 SNR 마진만큼 차감, 즉 도 4의 (b)에 도시된 바와 같이, SNR 마진만큼 네거티브 방향으로 시프트된 SNR 분포를 기반으로 타겟 SNR과 불능 영역을 판별한다. 여기서 시프트된 SNR 분포를 기반으로 확인된 불능 영역이 이후 선 보상을 수행하여 송신 광 신호를 전송해야 할 SNR 영역이다. 비록 SNR 분포가 SNR 마진만큼 시프트됨에 따라 불능 영역이 증가되지만, 도 4의 (a)와 (b)에 나타난 바와 같이, 설정된 SNR 마진에 따라 가우시안 분포 형상을 따르는 SNR 분포에서 시프트로 인해 증가되는 불능 영역은 추가로 획득되는 보상 능력치에 의해 보상될 수 있다.

[0053] 이에 마진 설정부(242)는 SNR 마진을 아래의 방식에 따라 설정할 수 있다.

[0054] 우선 시프트된 SNR 분포로부터 획득되는 평균 파워는 수학적식 3에 따라 계산될 수 있다.

수학적식 3

$$\text{Power}_{\text{in}} \times 10^{\frac{\text{SNR}_{\text{margin}}}{10}}$$

[0056] 여기서 Power_{in} 은 선 보상되지 않은 광 증폭기(260)에 입력되는 변조 광 신호의 평균 파워를 의미하고, $\text{SNR}_{\text{margin}}$ 은 SNR 마진을 나타낸다.

[0057] 그리고 시프트된 SNR의 불능 영역을 보상하기 위해 요구되는 파워는 수학적식 4로 계산된다.

수학적식 4

$$\text{Power}_{\text{in}} \times 10^{\frac{\text{SNR}_{\text{margin}} + \text{SNR}_{\text{target}}}{10}}$$

[0059] 여기서 $\text{SNR}_{\text{target}}$ 은 타겟 SNR을 나타낸다.

[0060] 한편, 시프트된 SNR에 따라 전송되는 송신 광 신호가 불능 영역에 포함될 확률($P_{\text{outage-shift}}$)은 수학적식 5로 계산될 수 있다.

수학식 5

$$P_{\text{outage-shift}} = \frac{\int_{-\infty}^{\text{SNR}_{\text{margin}} + \text{SNR}_{\text{target}}} D_{\text{CH}}(\text{SNR}) d\text{SNR}}{\int_{-\infty}^{\infty} D_{\text{CH}}(\text{SNR}) d\text{SNR}}$$

[0061]

[0062] 수학식 3 내지 수학식 5를 참조하면, 시프트된 SNR의 불능 영역에 제공 가능한 최대 파워는 수학식 6으로 계산될 수 있다.

수학식 6

$$\text{Power}_{\text{in}} \times 10^{\frac{\text{SNR}_{\text{margin}}}{10}} \geq \text{Power}_{\text{in}} \times 10^{\frac{\text{SNR}_{\text{margin}} + \text{SNR}_{\text{target}}}{10}} \times P_{\text{outage-shift}}$$

[0063]

[0064] 따라서 마진 설정부(242)는 항상 타겟 SNR 이상이 되도록 송신 광 신호가 전송될 수 있도록 하기 위해, 수학식 6을 만족할 수 있는 SNR 마진을 설정할 수 있다.

[0065]

채널 상태 분석부(243)는 FSO 단말이 통신 대상 FSO 단말과 통신을 수행하는 동안, 기지정된 방식으로 광 수신기(100)에 전송된 수신 광 신호를 분석하여 현재 대기 채널 상태에 따른 SNR을 확인하여, 선 보상 신호 생성부(244)로 전달한다. FSO 단말과 통신 대상 FSO 단말은 기지정된 주기 또는 데이터 전송 시 미리 지정된 프레임에 대기 채널 상태를 확인하기 위한 파일럿 광 신호를 전송할 수 있으며, 상호 전송된 파일럿 광 신호를 기반으로 대기 채널의 현재 상태에 따른 SNR을 확인할 수 있다. 이때 파일럿 광 신호는 광 감쇠기(250)에 의해 세기 조절되지 않은 기지정된 파일럿 신호를 광 증폭기(260)가 증폭하여 전송한 광 신호이다.

[0066]

상기한 바와 같이, 수신 신호 분석부(241)는 링크를 구성할 때 수신되는 다수의 파일럿 광 신호를 기반으로 대기 채널에 대한 SNR 분포를 분석하는데 반해, 채널 상태 분석부(243)는 현재 대기 채널 상태에 따른 SNR을 측정한다.

[0067]

여기서는 설명의 편의를 위하여 수신 신호 분석부(241)와 채널 상태 분석부(243)를 구분하여 도시하였으나, 채널 상태 분석부(243)는 수신 신호 분석부(241)에 통합될 수 있다.

[0068]

선 보상 신호 생성부(244)는 채널 상태 분석부(243)로부터 현재 대기 채널 상태에 따른 SNR이 확인되어 전송되면, 시프트된 SNR 분포의 불능 영역에 해당하는지 판별한다. 즉 확인된 SNR인 타겟 SNR 미만인지 판별한다.

[0069]

만일 확인된 SNR이 타겟 SNR 이상이면, 현재 대기 채널 상태가 양호하므로, 송신 광 신호의 세기를 타겟 SNR에 대응하는 세기로 약하게 하여도 정상적으로 전송될 수 있음을 의미한다. 이에 선 보상 신호 생성부(244)는 확인된 SNR이 타겟 SNR 이상이면, 광 증폭기(260)에서 세기가 감쇠된 조절된 송신 광 신호가 출력될 수 있도록 광 감쇠기(250)로 감쇠 선 보상 신호를 인가한다.

[0070]

그러나 확인된 SNR이 타겟 SNR 이상이면, 현재 대기 채널 상태가 양호하지 않으므로, 송신 광 신호의 세기를 미리 선 보상하여 증가시켜야 한다. 이에 선 보상 신호 생성부(244)는 확인된 SNR이 타겟 SNR 미만이면, 광 증폭기(260)에서 세기가 크게 증폭된 송신 광 신호가 출력될 수 있도록 광 감쇠기(250)로 증폭 선 보상 신호를 인가한다. 이때, 선 보상 신호 생성부(244)는 균일한 레벨의 증폭 선 보상 신호를 생성할 수도 있으나, 확인된 SNR과 타겟 SNR 사이의 차이에 따라 서로 상이한 레벨을 갖는 증폭 선 보상 신호를 생성할 수도 있다.

[0071]

그리고 광 감쇠기(250)는 감쇠 선 보상 신호 또는 증폭 선 보상 신호에 응답하여 광 변조기(230)에서 인가되는 변조 광 신호의 세기를 감쇠하거나 증폭하여, 선 보상 광 신호를 광 증폭기(260)로 전달하고, 광 증폭기(260)는 선 보상 광 신호를 인가받아 증폭하여 출력한다. 여기서 광 감쇠기(250)는 증폭 선 보상 신호의 레벨에 따라 서로 다른 레벨로 변조 광 신호의 세기를 증폭하여 출력할 수도 있다.

[0072]

도 5에 도시된 바와 같이 광 감쇠기(250)는 확인된 SNR이 타겟 SNR 미만인 경우, 변조 광 신호의 세기를 설정된 SNR 마진에 대응하는 크기로 기존보다 감쇠하여 선 보상 광 신호를 출력하는 반면, 확인된 SNR이 타겟 SNR 이상인 경우에는 변조 광 신호의 세기를 선 보상 신호에 대응하는 크기로 증폭하여 선 보상 광 신호를 광 증폭기(260)로 출력한다.

[0073] 즉 기존에는 균일한 세기의 변조 광 신호를 그대로 광 증폭기(260)로 인가함에 따라 광 증폭기(260)는 변조 광 신호를 단순 증폭하여 출력하였으나, 본 실시예에 따른 광 송신기(200)는 광 수신기(100)에 수신된 수신 광 신호로부터 대기 채널 상태에 따른 SNR을 확인하고, 확인된 SNR에 따라 변조 광 신호를 감쇠 또는 증폭하여 선 보상 광 신호를 획득하고, 획득된 선 보상 광 신호를 증폭하여 송신 광 신호를 출력함으로써, 대기 채널 상태 변화에도 통신 대상 FSO 단말이 안정적으로 송신 광 신호를 수신할 수 있도록 한다.

[0074] 도 6에서는 FSO 통신 시스템에 요구되는 SNR은 노란색 선으로 표시되어 있으며, 수신 광 신호의 SNR은 붉은색 선으로 표시되었다. 그리고 수신 광 신호의 SNR이 시간 축과 교차하는 위치는 수신 광 신호의 SNR의 타겟 SNR에 따른 문턱값을 나타낸다. 도 6에 도시된 바와 같이, 본 실시예에 따른 광 송신기(200)는 수신 광 신호의 SNR이 문턱값(타겟 SNR) 이상이면, 기지정된 최소 세기가 되도록 감쇠된 송신 광 신호를 출력하는 반면, 수신 광 신호의 SNR이 문턱값 미만이면, 증폭된 송신 광 신호를 출력할 수 있다.

[0075] 특히 수신 광 신호의 SNR이 문턱값 미만인 경우에는 확인된 SNR과 타겟 SNR 사이의 차이에 대응하여 서로 다른 레벨로 송신 광 신호의 세기를 증폭하여 출력할 수도 있다.

[0076] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 광송신 방법을 나타낸다.

[0077] 도 1 내지 도 6을 참조하여, 도 7의 무선 광송신 방법을 설명하면, 본 실시예에 따른 무선 광송신 방법은 SNR 분포에 따른 선 보상 레벨 결정 단계(S10) 및 선 보상 송신 단계(S20)를 포함할 수 있다. 여기서 선 보상 레벨 결정 단계(S10)는 일 예로 통신 대상 FSO 단말과의 링크 설정 과정에 수행될 수 있으며, 선 보상 송신 단계(S20)는 FSO 단말로의 데이터 전송 시에 수행될 수 있다.

[0078] 선 보상 레벨 결정 단계(S10)에서는 우선 통신 대상 FSO 단말로부터 기지정된 기간 동안 대기 채널을 통해 전송된 수신 광 신호를 기반으로 SNR 분포를 분석한다(S11). 여기서 수신 광 신호는 통신 대상 FSO 단말에서 기지정된 세기로 전송된 파일럿 광 신호일 수 있다. 그리고 분석된 SNR 분포를 기반으로 시스템에서 요구되는 타겟 SNR을 판별하고, 타겟 SNR을 기준으로 SNR 마진을 수학적식 6에 따라 설정한다(S12). SNR 마진이 설정되면, 설정된 SNR 마진만큼 SNR 분포를 시프트시켜 시프트된 SNR 분포를 획득한다(S13). 여기서 SNR 마진에 따라 시프트된 SNR 분포와 타겟 SNR은 이후, 선 보상 송신 단계(S20)에서 송신 광 신호를 선 보상하기 위한 기준으로 이용된다.

[0079] 선 보상 송신 단계(S20)에서는 우선 통신 대상 FSO 단말로부터 최근 전송된 수신 광 신호를 기반으로 현재 대기 채널 상태에 따른 SNR을 획득한다(S21). 그리고 획득된 SNR이 타겟 SNR 이상인지 판별한다(S22). 만일 획득된 SNR이 타겟 SNR 이상이면, 감쇠 선 보상 신호를 생성한다(S23). 그리고 생성된 감쇠 선 보상 신호에 따라 전송하고자 하는 데이터를 기반으로 광원(210)에서 방출된 광을 변조한 변조 광 신호가 타겟 SNR에 대응하여 기지정된 최소 세기가 되도록 감쇠시켜 선 보상 광 신호를 획득한다(S24).

[0080] 그러나 획득된 SNR이 타겟 SNR 미만이면, 증폭 선 보상 신호를 생성한다(S25). 이때 증폭 선 보상 신호는 타겟 SNR과 획득된 SNR 사이의 차이에 대응하여 서로 다른 레벨로 생성될 수 있다. 그리고 생성된 증폭 선 보상 신호에 따라 변조 광 신호를 증폭시켜, 선 보상 광 신호를 획득한다(S26).

[0081] 선 보상 신호가 획득되면, 광 증폭기를 이용하여 획득된 SNR에 따라 감쇠 또는 증폭된 선 보상 광 신호를 증폭하여 대기 채널을 통해 대상 FSO 단말로 전송한다(S27).

[0082] 본 발명에 따른 방법은 컴퓨터에서 실행시키기 위한 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로 구현될 수 있다. 여기서 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스 될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 또한 컴퓨터 저장 매체를 모두 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함하며, ROM(판독 전용 메모리), RAM(랜덤 액세스 메모리), CD(컴팩트 디스크)-ROM, DVD(디지털 비디오 디스크)-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광데이터 저장장치 등을 포함할 수 있다.

[0083] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다.

[0084] 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0085] 100: 광 수신기 200: 광 송신기

- 210: 광원

220: 데이터 변환부
- 230: 광 변조기

240: 선 보상 설정부
- 241: 수신 신호 분석부

242: 마진 설정부
- 243: 채널 상태 분석부

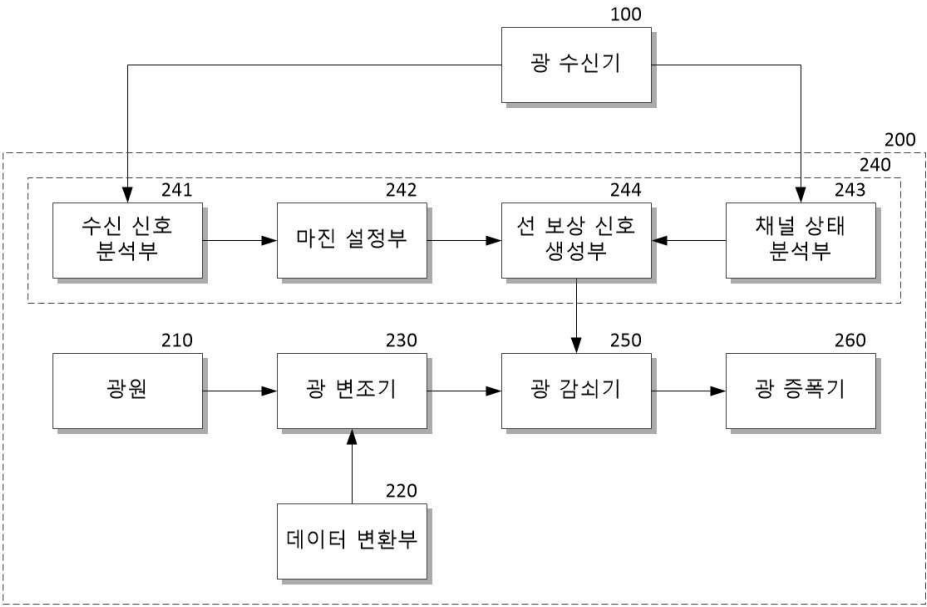
244: 선 보상 신호 생성부
- 250: 광 감쇠기

260: 광 증폭기
- 310: 수신 세기 분석부

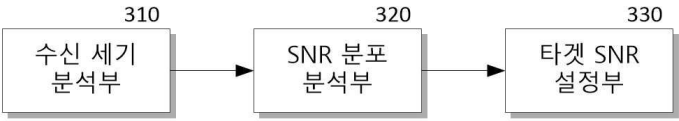
320: SNR 분포 분석부
- 330: 타겟 SNR 설정부

도면

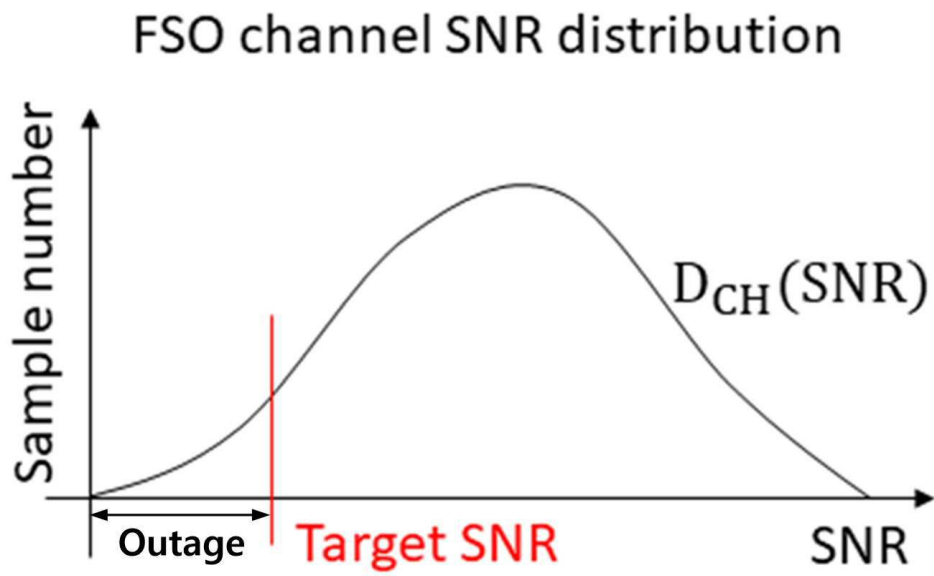
도면1



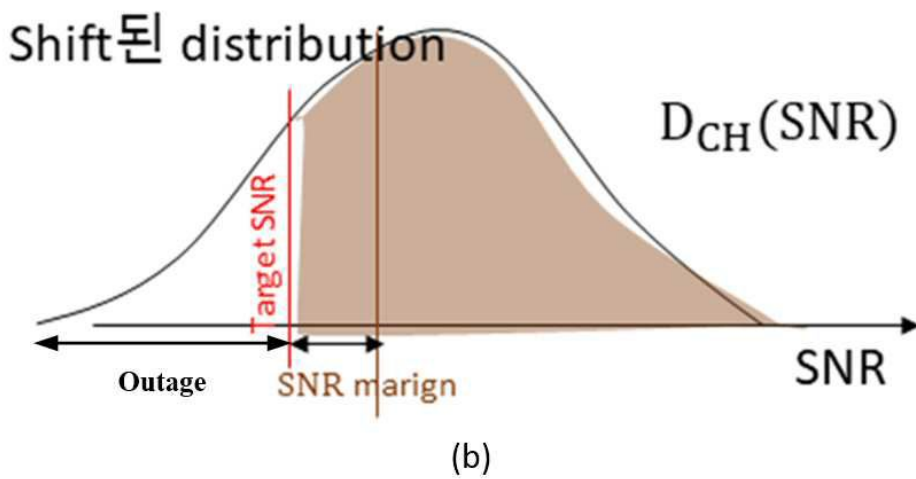
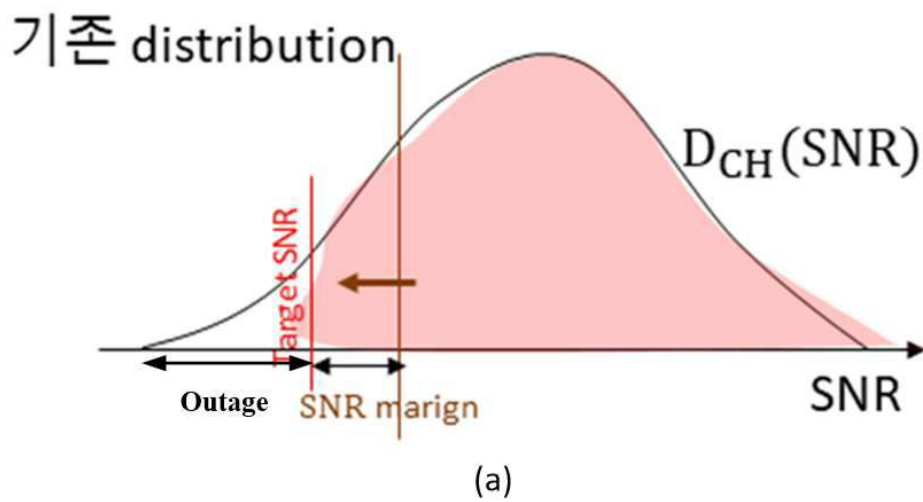
도면2



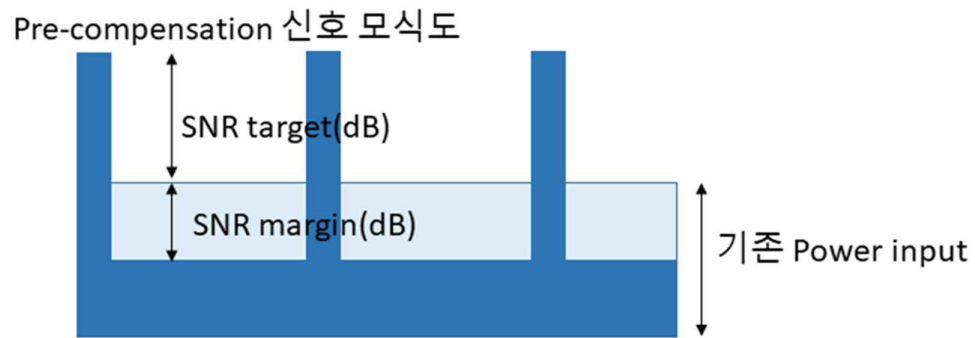
도면3



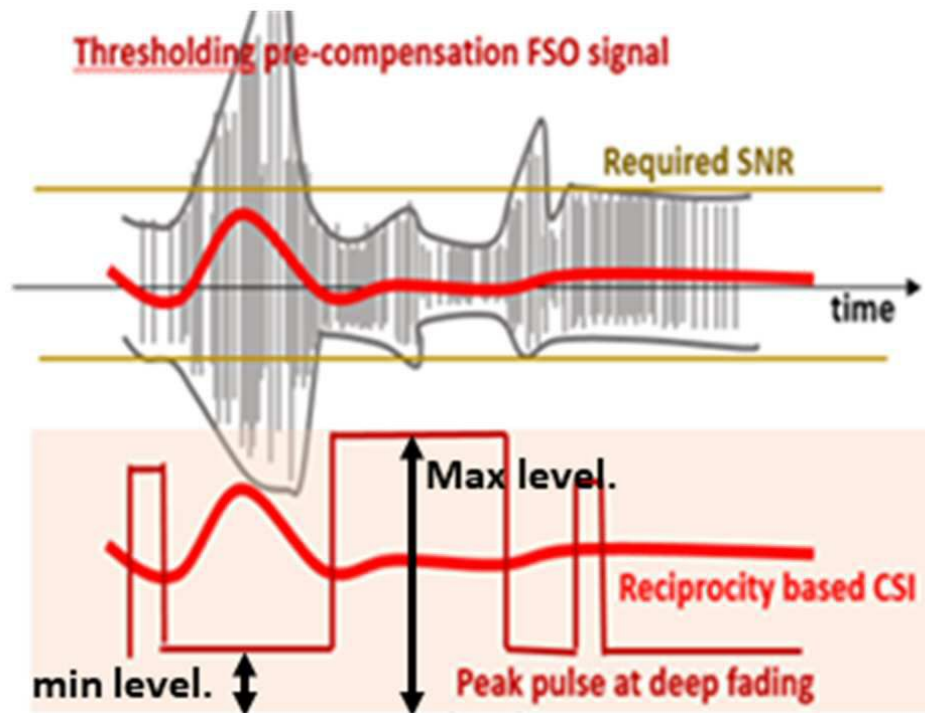
도면4



도면5



도면6



도면7

