(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년01월05일
(11) 등록번호 10-1579706
(24) 등록일자 2015년12월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 7/08 (2006.01) *H04B 7/06* (2006.01)
H04L 27/26 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H04B 7/0857 (2013.01)
H04B 7/061 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0039992
(22) 출원일자 2015년03월23일
심사청구일자 2015년03월23일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020130046712 A
KR101476041 B1

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
이성주
서울 광진구 뚝섬로35길 32, 308동 1110호 (자양동, 우성3차아파트)
신범근
서울 마포구 월드컵북로12안길 73, 가동 502호 (성산동, 한맥아이홈)
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 12 항 심사관 : 김상인

(54) 발명의 명칭 **OFDM을 이용한 데이터 수신장치 및 임계치 검출 방법**

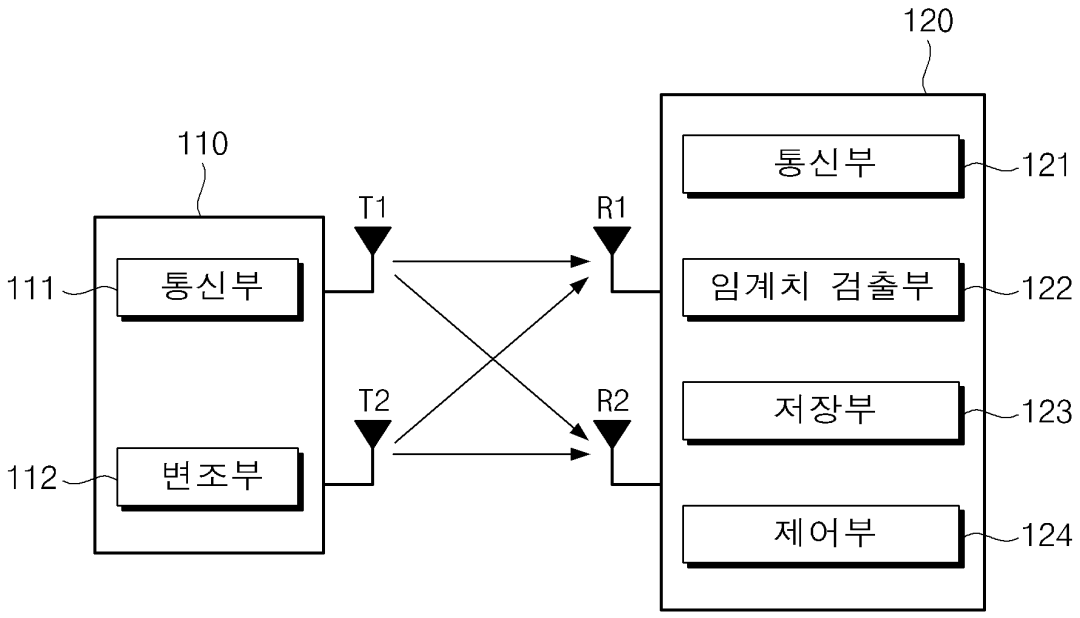
(57) 요 약

본 발명은 OFDM을 이용한 데이터 수신장치 및 임계치 검출 방법에 대한 것이다.

본 발명에 따른 OFDM을 이용한 데이터 수신장치는 복수의 송신 안테나를 포함하는 데이터 송신장치로부터 비대칭 방식과 대칭 방식으로 각각 변조된 파일럿 신호들을 복수의 수신 안테나를 통하여 수신하는 통신부와, 파일럿 신

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도2



호들 각각에 대하여 SNR(Signal-to-Noise Ratio)을 측정하여 비대칭 방식으로 변조된 파일럿 신호들의 PSNR(Peak Signal-to-Noise Ratio)값과, 대칭 방식으로 변조된 파일럿 신호들의 PSNR값을 각각 산출하고, 변조 방식 별로 SNR 대비 PSNR값을 각각 정렬하여 변조 방식 별 동일한 SNR에 해당하는 PSNR값의 차를 산출하여 변조 방식을 구분하기 위한 임계치를 검출하는 임계치 검출부 및 산출된 결과에 따라 SNR 별 변조 방식을 결정하여 저장부에 저장하는 제어부를 포함한다.

본 발명에 따르면, 반송파 별 채널 상태에 따라 대칭(EEP) 또는 비대칭(UEP) 변조 방식 중 결정된 변조 방식으로 변조함으로써 상대적으로 더 큰 영향력을 가진 상위 비트 그룹의 유효 전송율을 극대화 시켜 영상 데이터 전송에 따른 PSNR을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

(52) CPC특허분류
H04B 7/0854 (2013.01)
H04L 27/2647 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1345208112
부처명 교육부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 일반연구자지원사업
연구과제명 SYAN(Ship and Yard Area network)에서의 최적 무선통신기법에 관한 연구(2차년도)
기 여 율 1/2
주관기관 세종대학교 산학협력단
연구기간 2014.11.01 ~ 2015.10.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711014058
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 정보통신산업진흥원
연구사업명 정보통신기술인력양성
연구과제명 에너지-IT 융합 핵심기술연구
기 여 율 1/2
주관기관 국민대학교 산학협력단
연구기간 2009.03.01 ~ 2014.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

복수의 송신 안테나를 포함하는 데이터 송신장치로부터 비대칭 방식과 대칭 방식으로 각각 변조된 파일럿 신호들을 복수의 수신 안테나를 통하여 수신하는 통신부;

상기 파일럿 신호들 각각에 대하여 SNR(Signal-to-Noise Ratio)을 측정하여 상기 비대칭 방식으로 변조된 파일럿 신호들의 PSNR(Peak Signal-to-Noise Ratio)값과, 상기 대칭 방식으로 변조된 파일럿 신호들의 PSNR값을 각각 산출하고, 변조 방식 별로 SNR 대비 PSNR값을 각각 정렬하여 상기 변조 방식 별 동일한 SNR에 해당하는 PSNR값의 차를 산출하여 변조 방식을 구분하기 위한 임계치를 검출하는 임계치 검출부; 및

상기 산출된 결과에 따라 SNR 별 변조 방식을 결정하여 저장부에 저장하는 제어부를 포함하며,

상기 제어부는,

상기 데이터 송신장치로부터 신호가 수신되면, 상기 수신된 신호의 SNR을 측정하고 상기 저장된 SNR 별 변조 방식을 기초로 상기 측정된 SNR에 해당하는 변조 방식을 결정하여, 상기 결정된 변조 방식을 상기 데이터 송신장치로 피드백하는 OFDM을 이용한 데이터 수신장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 송신 안테나와 상기 수신 안테나의 개수는 동일하며,

상기 송신 안테나 각각은, 상기 송신 안테나의 개수에 대응되는 개수의 파일럿 신호를 각각의 상기 수신 안테나로 전송하는 OFDM을 이용한 데이터 수신장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 임계치 검출부는,

상기 파일럿 신호들 각각의 SNR을 측정하여 MSE(mean square error) 또는 BER(bit error ratio)를 누적 정렬하고 발생빈도수를 카운트한 다음, MSE 또는 BER의 누적값을 해당 인덱스에 대응하는 발생빈도수로 나누어 평균 MSE를 산출하고, 상기 평균 MSE를 이용하여 다음의 식에 의해 상기 비대칭 방식으로 변조된 파일럿 신호들의 PSNR값과, 상기 대칭 방식으로 변조된 파일럿 신호들의 PSNR값을 각각 산출하는 OFDM을 이용한 데이터 수신장치:

$$PSNR = 10 \cdot \log_{10}\left(\frac{MAX_I^2}{MSE}\right) = 20 \cdot \log_{10}\left(\frac{MAX_I}{\sqrt{MSE}}\right)$$

여기서, MAX_I 는 인덱스의 최대값이고, MSE는 해당 인덱스에 대응하는 평균 MSE값이다.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 비대칭 방식으로 변조된 파일럿 신호들의 PSNR값이 상기 대칭 방식으로 변조된 파일럿 신호들의 PSNR값보다 크거나 같으면 비대칭 변조 방식으로 결정하고, 작으면 대칭 변조 방식으로 결정하여 상기 저장부에 저장하는 OFDM을 이용한 데이터 수신장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 통신부는,

피드백 된 변조 방식에 따라 변조된 신호를 상기 데이터 송신 장치로부터 수신하는 OFDM을 이용한 데이터 수신 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 비대칭 방식은, 상위 비트 그룹(MSB)을 저차 변조 방식으로 변조하고 하위 비트 그룹(LSB)을 고차 변조 방식으로 변조하는 방식이며,

상기 대칭 변조 방식은, 상위 비트 그룹(MSB)과 하위 비트 그룹(LSB)에 대하여 동일한 변조 방식으로 변조하는 방식인 OFDM을 이용한 데이터 수신장치.

청구항 7

OFDM을 이용한 데이터 수신장치의 임계치 검출 방법에 있어서,

복수의 송신 안테나를 포함하는 데이터 송신장치로부터 비대칭 방식과 대칭 방식으로 각각 변조된 파일럿 신호들을 복수의 수신 안테나를 통하여 수신하는 단계;

상기 파일럿 신호들 각각에 대하여 SNR(Signal-to-Noise Ratio)을 측정하여 상기 비대칭 방식으로 변조된 파일럿 신호들의 PSNR(Peak Signal-to-Noise Ratio)값과, 상기 대칭 방식으로 변조된 파일럿 신호들의 PSNR값을 각각 산출하고, 변조 방식 별로 SNR 대비 PSNR값을 각각 정렬하여 상기 변조 방식 별 동일한 SNR에 해당하는 PSNR값의 차를 산출하여 변조 방식을 구분하기 위한 임계치를 검출하는 단계;

상기 산출된 결과에 따라 SNR 별 변조 방식을 결정하여 저장하는 단계; 및

상기 데이터 송신장치로부터 신호가 수신되면, 상기 수신된 신호의 SNR을 측정하고 상기 저장된 SNR 별 변조 방식을 기초로 상기 측정된 SNR에 해당하는 변조 방식을 결정하여, 상기 결정된 변조 방식을 상기 데이터 송신장치로 피드백하는 단계를 포함하는 임계치 검출 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 송신 안테나와 상기 수신 안테나의 개수는 동일하며,

상기 송신 안테나 각각은, 상기 송신 안테나의 개수에 대응되는 개수의 파일럿 신호를 각각의 상기 수신 안테나로 전송하는 임계치 검출 방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 임계치를 검출하는 단계는,

상기 파일럿 신호들 각각의 SNR을 측정하여 MSE(mean square error) 또는 BER(bit error ratio)를 누적 정렬하고 발생빈도수를 카운트한 다음, MSE 또는 BER의 누적값을 해당 인덱스에 대응하는 발생빈도수로 나누어 평균 MSE를 산출하고, 상기 평균 MSE를 이용하여 다음의 식에 의해 상기 비대칭 방식으로 변조된 파일럿 신호들의 PSNR값과, 상기 대칭 방식으로 변조된 파일럿 신호들의 PSNR값을 각각 산출하는 임계치 검출 방법:

$$PSNR = 10 \cdot \log_{10}\left(\frac{MAX_I^2}{MSE}\right) = 20 \cdot \log_{10}\left(\frac{MAX_I}{\sqrt{MSE}}\right)$$

여기서, MAX_I 는 인덱스의 최대값이고, MSE는 해당 인덱스에 대응하는 평균 MSE값이다.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 SNR 별 변조 방식을 결정하여 저장하는 단계는,

상기 비대칭 방식으로 변조된 파일럿 신호들의 PSNR값이 상기 대칭 방식으로 변조된 파일럿 신호들의 PSNR값보다 크거나 같으면 비대칭 변조 방식으로 결정하고, 작으면 대칭 변조 방식으로 결정하여 저장하는 임계치 검출 방법.

청구항 11

제7항에 있어서,

피드백된 변조 방식에 따라 변조된 신호를 상기 데이터 송신 장치로부터 수신하는 단계를 더 포함하는 임계치 검출 방법.

청구항 12

제7항에 있어서,

상기 비대칭 방식은 상위 비트 그룹(MSB)을 저차 변조 방식으로 변조하고, 하위 비트 그룹(LSB)을 고차 변조 방식으로 변조하는 방식이며,

상기 대칭 변조 방식은 상위 비트 그룹(MSB)과 하위 비트 그룹(LSB)에 대하여 동일한 변조 방식으로 변조하는 방식인 임계치 검출 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 OFDM을 이용한 데이터 수신장치 및 임계치 검출 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 반송파 별 채널 상태에 따라 변조 방식을 결정하여 전송 효율이 향상되도록 하는 OFDM을 이용한 데이터 수신장치 및 임계치 검출 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 현재의 이동통신 시스템은 음성 위주의 서비스에서 멀티미디어 콘텐츠를 포함한 데이터 통신으로 중심축이 이동함에 따라 고속 데이터 전송이 요구되고 있다.

[0003] 특히 데이터 요구량이 많은 순방향 링크에서의 고속 데이터 전송이 중요성을 더하고 있으며, 이에 다수의 송수신 안테나를 이용하여 데이터 전송률을 획기적으로 높일 수 있는 다중 입력 다중 출력(Multi Input Multi Output, 이하 MIMO) 시스템이 제안되었다.

[0004] MIMO 시스템은 송신기와 수신기에 2개 이상의 안테나를 사용하여 전송 데이터의 속도를 안테나의 수만큼 증가시킬 수 있는 성능을 발휘한다.

[0005] 기존의 MIMO 시스템은 영상 데이터의 전송을 고려하지 않고 각 안테나 별로 동일한 변조 방식을 적용하여 상위 비트(Most Significant Bit, MSB)와 하위 비트(Least Significant Bit, LSB)에게 균등한 오류 환경으로 영상 데이터를 전송하였다.

[0006] 특히, 기존의 MIMO 시스템은 안테나의 개수와 상관없이 안테나에서 전송되는 데이터를 같은 변조 방식을 이용하여 변조한 후 전송하기 때문에, 영상 데이터의 경우, 같은 비트 에러율(Bit Error Rate, BER)을 가지더라도 MSB와 LSB의 중요도가 상이하여 영상의 품질에서 차이가 나게 된다.

[0007] 데이터 전송 과정에서는 MSB와 LSB에 해당하는 비트의 오류가 발생할 가능성이 비슷하더라도 MSB에 해당하는 비트에 오류가 발생하는 경우, 영상 품질에 대한 성능인 피크 신호 대 잡음비(Peak Signal-to-Noise Ratio, 이하 'PSNR')가 크게 악화되는 문제점이 있다. 또한, 다중 안테나 각각이 갖게 되는 채널 특성으로 인해 각 안테나가 송신하는 비트의 오류가 서로 상이하여 전송 효율이 낮은 문제점이 있다.

[0008] 즉, 송신한 신호의 신호 대 잡음비(Signal-to-Noise Ratio, 이하 'SNR') 별로 PSNR을 측정하거나 다중 입력신호의 SNR 평균을 계산하고, 많은 반복을 통해 통계적 수치를 얻는 방법을 사용하고 있어 송신된 신호의 SNR을 통해서만 측정하면 데이터 스트림 별 특성이 반영되지 않고 평균적인 성능이 나오기 때문에, 데이터 스트림 별

자세한 채널 정보를 얻을 수 없는 문제점이 있다.

[0009] 이러한 MIMO 시스템을 이용한 직교주파수분할(Orthogonal Frequency Division Multiplex, 이하 'OFDM'이라 함) 시스템은 고속의 송신 신호를 다수의 직교(Orthogonal)하는 협대역 반송파로 다중화시키는 변조 방식을 말한다. 자세히는 고속의 전송률을 갖는 데이터열을 낮은 전송률을 갖는 많은 수의 데이터열로 나누고, 이들을 다수의 부반송파를 사용하여 동시에 전송하는 것이다. 즉, 직교주파수분할은 데이터열을 여러 개의 부채널(Sub-channel)로 동시에 나란히 전송하는 다중 반송파 전송방식의 특별한 형태로 본다. 따라서 직교주파수분할 기법은, 1개 채널의 고속의 원천 데이터열을 다중의 채널로 동시에 전송한다는 측면에서는 다중화 기술이며, 다중의 반송파에 분할하여 실어 전송한다는 측면에서는 일종의 변조 기술이다. 각 부반송파의 파형은 시간축상으로는 직교(Orthogonal)하나, 주파수축상에서는 겹치게(Overlap)된다. 이러한 직교주파수분할 시스템의 활용 분야로는 무선 LAN 분야(802.11a, 802.11g, 802.16 등), 디지털방송 분야(유럽식(DVB), 미국식(ATSC), 일본식 모두 OFDM 채용), 이동전화 분야(Beyond IMT-2000 (4G))등이 있고, HDSL, ADSL, 무선 ATM 같은 방식에 적용하기 위한 연구 또한 활발하게 이루어지고 있다.

[0010] 본 발명의 배경이 되는 기술은 대한민국 등록특허공보 제10-1236109호(2013.02.15)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 개선하기 위해 창출된 것으로, 본 발명의 목적은 반송파 별 채널 상태에 따라 변조 방식을 결정하여 전송 효율이 향상되도록 하는 OFDM을 이용한 데이터 수신장치 및 임계치 검출 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 실시예에 따른 OFDM을 이용한 데이터 수신장치는, 복수의 송신 안테나를 포함하는 데이터 송신장치로부터 비대칭 방식과 대칭 방식으로 각각 변조된 파일럿 신호들을 복수의 수신 안테나를 통하여 수신하는 통신부; 상기 파일럿 신호들 각각에 대하여 SNR(Signal-to-Noise Ratio)을 측정하여 상기 비대칭 방식으로 변조된 파일럿 신호들의 PSNR(Peak Signal-to-Noise Ratio)값과, 상기 대칭 방식으로 변조된 파일럿 신호들의 PSNR값을 각각 산출하고, 변조 방식 별로 SNR 대비 PSNR값을 각각 정렬하여 상기 변조 방식 별 동일한 SNR에 해당하는 PSNR값의 차를 산출하여 변조 방식을 구분하기 위한 임계치를 검출하는 임계치 검출부; 및 상기 산출된 결과에 따라 SNR 별 변조 방식을 결정하여 저장부에 저장하는 제어부를 포함하며, 상기 제어부는, 상기 데이터 송신장치로부터 신호가 수신되면, 상기 수신된 신호의 SNR을 측정하고 상기 저장된 SNR 별 변조 방식을 기초로 상기 측정된 SNR에 해당하는 변조 방식을 결정하여, 상기 결정된 변조 방식을 상기 데이터 송신장치로 피드백할 수 있다.

[0013] 또한, 상기 송신 안테나와 상기 수신 안테나의 개수는 동일하며, 상기 송신 안테나 각각은, 상기 송신 안테나의 개수에 대응되는 개수의 파일럿 신호를 각각의 상기 수신 안테나로 전송할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 임계치 검출부는, 상기 파일럿 신호들 각각의 SNR을 측정하여 MSE(mean square error) 또는 BER(bit error ratio)를 누적 정렬하고 발생빈도수를 카운트한 다음, MSE 또는 BER의 누적값을 해당 인덱스에 대응하는 발생빈도수로 나누어 평균 MSE를 산출하고, 상기 평균 MSE를 이용하여 다음의 식에 의해 상기 비대칭 방식으로 변조된 파일럿 신호들의 PSNR값과, 상기 대칭 방식으로 변조된 파일럿 신호들의 PSNR값을 각각 산출할 수 있다.

[0015] $$PSNR = 10 \cdot \log_{10}\left(\frac{MAX_I^2}{MSE}\right) = 20 \cdot \log_{10}\left(\frac{MAX_I}{\sqrt{MSE}}\right)$$

[0016] 여기서, MAX_I 는 인덱스의 최대값이고, MSE는 해당 인덱스에 대응하는 평균 MSE값이다.

[0017] 또한, 상기 제어부는, 상기 비대칭 방식으로 변조된 파일럿 신호들의 PSNR값이 상기 대칭 방식으로 변조된 파일럿 신호들의 PSNR값보다 크거나 같으면 비대칭 변조 방식으로 결정하고, 작으면 대칭 변조 방식으로 결정하여 상기 저장부에 저장할 수 있다.

[0018] 또한, 상기 통신부는, 피드백 된 변조 방식에 따라 변조된 신호를 상기 데이터 송신 장치로부터 수신할 수

있다.

[0019] 또한, 상기 비대칭 변조 방식은, 상위 비트 그룹(MSB)을 저차 변조 방식으로 변조하고 하위 비트 그룹(LSB)을 고차 변조 방식으로 변조하는 방식이며, 상기 대칭 변조 방식은, 상위 비트 그룹(MSB)과 하위 비트 그룹(LSB)에 대하여 동일한 변조 방식으로 변조하는 방식일 수 있다.

[0020] 본 발명의 실시예에 따른 OFDM을 이용한 데이터 수신장치의 임계치 검출 방법은, 복수의 송신 안테나를 포함하는 데이터 송신장치로부터 비대칭 방식과 대칭 방식으로 각각 변조된 파일럿 신호들을 복수의 수신 안테나를 통하여 수신하는 단계; 상기 파일럿 신호들 각각에 대하여 SNR(Signal-to-Noise Ratio)을 측정하여 상기 비대칭 방식으로 변조된 파일럿 신호들의 PSNR(Peak Signal-to-Noise Ratio)값과, 상기 대칭 방식으로 변조된 파일럿 신호들의 PSNR값을 각각 산출하고, 변조 방식 별로 SNR 대비 PSNR값을 각각 정렬하여 상기 변조 방식 별 동일한 SNR에 해당하는 PSNR값의 차를 산출하여 변조 방식을 구분하기 위한 임계치를 검출하는 단계; 상기 산출된 결과에 따라 SNR 별 변조 방식을 결정하여 저장하는 단계; 및 상기 데이터 송신장치로부터 신호가 수신되면, 상기 수신된 신호의 SNR을 측정하고 상기 저장된 SNR 별 변조 방식을 기초로 상기 측정된 SNR에 해당하는 변조 방식을 결정하여, 상기 결정된 변조 방식을 상기 데이터 송신장치로 피드백하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0021] 본 발명에 따른 OFDM을 이용한 데이터 수신장치 및 임계치 검출 방법은 반송파 별 채널 상태에 따라 대칭(EEP) 또는 비대칭(UEP) 변조 방식 중 결정된 변조 방식으로 변조함으로써 상대적으로 더 큰 영향력을 가진 상위 비트 그룹의 유효 전송율을 극대화 시켜 영상 데이터 전송에 따른 PSNR을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

[0022] 또한, 본 발명은 송신 전력이 좋은 안테나를 선별하여 큰 계조(gradation)를 가지고 있는 상위 비트 그룹을 전송할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 다중 안테나를 이용한 직교주파수분할 시스템을 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 OFDM을 이용한 데이터 송수신장치를 나타낸 블록구성도이다.

도 3은 비대칭 변조 방식을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 대칭 변조 방식을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 OFDM을 이용한 데이터 수신장치의 임계치 검출 방법의 동작 흐름을 도시한 순서도이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 OFDM을 이용한 데이터 수신장치의 임계치 검출 방법에서 평균MSE를 산출하는 과정을 도시한 도면이다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 OFDM을 이용한 데이터 수신장치의 임계치 검출 방법에서 산출되는 PSNR값의 예시표이다.

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 OFDM을 이용한 데이터 수신장치의 임계치 검출 방법에서 PSNR값의 임계값을 나타낸 그래프이다.

도 9는 본 발명의 실시예에 따른 채널상태에 따른 전송 성능을 신호 변조 방식 별로 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 OFDM을 이용한 데이터 수신장치 및 임계치 검출 방법을 설명한다. 이 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다.

[0025] 또한 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 이러한 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0026] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 다중 안테나를 이용한 직교주파수분할 시스템을 도시한 도면이다.

[0027] 다중안테나(Multi Input Multi Output, MIMO)를 이용한 직교주파수분할(Orthogonal Frequency Division Multiplex, 이하 'OFDM'이라 함) 시스템은 데이터 송신장치(110) 및 데이터 수신장치(120)를 포함한다. 데이터 송신장치(110)와 데이터 수신장치(120)는 복수개의 송신안테나(T1, T2)와 수신안테나(R1, R2)를 이용하여 서로 다른 데이터를 동시에 송수신한다.

[0028] 도 1을 참조하면, 설명의 편의를 위해 데이터 송신장치(110)와 데이터 수신장치(120)는 각각 2개의 안테나를 구비한다. 각각의 송신안테나(T1, T2)와 수신안테나(R1, R2) 간에는 각각 고유의 전송 채널 특성이 존재하며, 송신되는 신호는 이러한 채널 특성에 의해 변화되고, 채널상의 잡음 성분이 부가되어 수신안테나(R1, R2)에 수신된다.

[0029] 이와 같이 송신된 신호들은 각 수신안테나들에 의해 혼합되어 수신하게 되는데, 예를 들어 송신안테나(T1)의 신호 A, B는 각각의 수신안테나(R1, R2)로 송신되고, 송신안테나(T2)의 신호 C, D는 각각의 수신안테나 수신안테나(R1, R2)로 송신되면, 수신안테나(R1)은 신호 A, C를 혼합 수신하고, 나머지 수신안테나(R2)는 신호 B, D를 혼합 수신하게 된다. 이때, 수신장치(120)에서 채널 추정을 통해 혼합된 신호들로부터 송신된 신호들을 분리해 낸다.

[0030] 이러한 OFDM을 이용한 데이터 송수신장치의 자세한 설명은 다음과 같다.

[0031] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 OFDM을 이용한 데이터 송수신장치를 나타낸 블록구성도이다.

[0032] 도 2에서와 같이 본 발명의 실시예에 따른 OFDM을 이용한 데이터 송수신장치에서 데이터 송신장치(110)는 통신부(111) 및 변조부(112)를 포함하고, 데이터 수신장치(120)는 통신부(121), 임계치 검출부(122), 저장부(123) 및 제어부(124)를 포함한다.

[0033] 먼저, 데이터 송신장치(110)의 통신부(111)는 복수의 수신안테나(R1, R2)로 송신하기 위한 복수의 파일럿 신호(pilot signal) 및 영상 신호를 포함하는 신호를 데이터 수신장치(120)에 전송한다.

[0034] 이때, 송신 안테나(T1, T2)와 수신 안테나(R1, R2)의 개수는 동일하며, 송신 안테나(T1, T2) 각각은, 송신 안테나(T1, T2)의 개수에 대응되는 개수의 파일럿 신호를 각각의 수신 안테나(R1, R2)로 전송하는데, 여기서, 파일럿 신호란 데이터 전송 분야에서 데이터 변복조 방식의 수신측에서 복조용 기준 반송파(carrier wave)나 타이밍을 얻기 위하여 송신측에 보내지는 신호를 의미한다.

[0035] 또한, 반송파는 데이터 신호를 변조하기 위해 사용되는 기준 파형으로서, 데이터 신호보다 훨씬 높은 주파수를 사용하는 것이 보통이다.

[0036] 그리고, 데이터 송신장치(110)의 변조부(112)는 파일럿 신호와 영상 신호를 포함하는 신호의 상위 비트 그룹(MSB, Most Significant Bit) 및 하위 비트 그룹(LSB, Least Significant Bit)을 각각 비대칭(UEP, Unequal Error Protection)과 대칭(EEP, Equal Error Protection) 방식으로 변조한다.

[0037] 또한, 변조부(112)는 데이터 수신장치(120)로부터 피드백 된 변조 방식에 따라 신호를 변조한다.

[0038] 즉, 변조된 신호는 통신부(111)를 통해 데이터 수신장치(120)에 전송한다.

[0039] 이때, 비대칭 변조 및 대칭 변조 방식은 다음의 도 3 및 도 4를 참고하여 설명하기로 한다.

[0040] 도 3은 비대칭 변조 방식을 설명하기 위한 도면이고, 도 4는 대칭 변조 방식을 설명하기 위한 도면이다.

[0041] 먼저, 신호를 변조하기 위한 방식으로는 2QAM(BPSK: Binary Phase Shift Keying), 4QAM(QPSK : Quadrature Phase Shift Keying), 16QAM(QAM : Quadrature Amplitude Modulation), 64QAM 등의 변조 방식이 이용될 수 있다. 여기서, 각 심볼을 구성하는 비트수는 2QAM인 경우 1비트, 4QAM인 경우 2비트, 16QAM인 경우 4비트, 64QAM인 경우 6비트로 구성되며, 저차 변조 방식일수록 오류율이 감소되는 반면 전송속도가 느려지고, 고차 변조 방식일수록 오류율이 증가되는 반면 전송속도가 빨라지는 특성이 있다.

[0042] 비대칭 변조 방식은 도 3에서와 같이, 8비트를 예로 들었을 때 상위 비트 그룹(MSB)에 저차 변조 방식인 4QAM(2비트)를, 하위 비트 그룹(LSB)에 고차 변조 방식인 64QAM(6비트) 변조 방식을 이용하여 변조하는 방식이다.

[0043] 또한, 대칭 변조 방식은 도 4에서와 같이, 8비트를 예로 들었을 때 상위 비트 그룹(MSB)과 하위 비트 그룹(LSB) 모두 16QAM(4비트) 변조 방식을 이용하여 균등한 비율로 변조하는 방식이다.

[0044] 데이터 수신장치(120)의 통신부(121)는 복수의 송신 안테나(T1, T2)를 포함하는 데이터 송신장치(110)로부터 비

대칭 방식과 대칭 방식으로 각각 변조된 파일럿 신호들을 복수의 수신 안테나(R1, R2)를 통하여 수신한다.

[0045] 그리고, 데이터 수신장치(120)의 임계치 검출부(122)는 파일럿 신호들 각각에 대하여 SNR(Signal-to-Noise Ratio)을 측정하여 비대칭 방식으로 변조된 파일럿 신호들의 PSNR(Peak Signal-to-Noise Ratio)값과, 대칭 방식으로 변조된 파일럿 신호들의 PSNR값을 각각 산출하고, 변조 방식 별로 SNR 대비 PSNR값을 각각 정렬하여 변조 방식 별 동일한 SNR에 해당하는 PSNR값의 차를 산출하여 대칭 변조 방식과 비대칭 변조 방식을 구분하기 위한 임계치를 검출한다.

[0046] 이를 자세히 설명하면, 파일럿 신호들 각각의 SNR을 측정하여 MSE(mean square error) 또는 BER(bit error ratio)를 누적 정렬하고 발생빈도수를 카운트하여, MSE 또는 BER의 누적값을 해당 인덱스에 대응하는 발생빈도수로 나누어 평균 MSE를 산출하고, 산출된 평균 MSE를 이용하여 다음의 식에 의해 비대칭 방식으로 변조된 파일럿 신호들의 PSNR값과, 대칭 방식으로 변조된 파일럿 신호들의 PSNR값을 각각 산출한다.

[0047] 그리고, 데이터 수신장치(120)의 제어부(124)는 임계치 검출부(122)에서 산출된 결과에 따라 검출된 임계치를 기준으로 SNR 별 변조 방식을 결정하여 저장부(123)에 저장하는데, 자세히는 비대칭 방식으로 변조된 파일럿 신호들의 PSNR값이 대칭 방식으로 변조된 파일럿 신호들의 PSNR값보다 크거나 같으면 비대칭 변조 방식으로 결정하고, 작으면 대칭 변조 방식으로 결정하여 저장부(123)에 저장한다.

[0048] 또한, 제어부(124)는 데이터 송신장치(110)로부터 신호가 수신되면, 수신된 신호의 SNR을 측정하고 저장부(123)에 저장된 SNR 별 변조 방식을 기초로 측정된 SNR에 해당하는 변조 방식을 결정하여, 결정된 변조 방식을 데이터 송신장치(110)로 피드백한다.

[0049] 따라서, 데이터 수신장치(120)의 통신부(121)는 제어부(124)를 통해 데이터 송신장치(110)로 피드백 된 변조 방식에 따라 변조된 신호를 데이터 송신 장치(110)로부터 수신한다.

[0050] 이때, 데이터 수신장치(120)는 송신안테나(T1, T2)로부터 실시간으로 수신하는 신호로부터 산출되는 PSNR값에 따라 임계치를 조절하고 이에 따라 변조 방식을 조절하여 저장부(123)를 업데이트할 수도 있다.

[0051] 이하에서는 도 5 내지 도 8을 통해 OFDM을 이용한 데이터 수신장치의 임계치 검출 방법에 대해 구체적으로 살펴본다.

[0052] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 OFDM을 이용한 데이터 수신장치의 임계치 검출 방법의 동작 흐름을 도시한 순서도이고, 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 OFDM을 이용한 데이터 수신장치의 임계치 검출 방법에서 평균MSE를 산출하는 과정을 도시한 도면이며, 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 OFDM을 이용한 데이터 수신장치의 임계치 검출 방법에서 산출되는 PSNR값의 예시표이고, 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 OFDM을 이용한 데이터 수신장치의 임계치 검출 방법에서 PSNR값의 임계값을 나타낸 그래프이다. 이를 참조하여 본 발명의 구체적인 동작을 설명한다.

[0053] 먼저, 데이터 수신장치(120)는 복수의 송신 안테나(T1, T2)를 포함하는 데이터 송신장치(110)로부터 비대칭 방식과 대칭 방식으로 각각 변조된 파일럿 신호들을 복수의 수신 안테나(R1, R2)를 통하여 수신한다(S510).

[0054] 이때, 송신 안테나(T1, T2)와 수신 안테나(R1, R2)의 개수는 동일하며, 송신 안테나(T1, T2) 각각은, 송신 안테나(T1, T2)의 개수에 대응되는 개수의 파일럿 신호를 각각의 수신 안테나(R1, R2)로 전송한다.

[0055] 그리고 데이터 수신장치(120)는, 수신한 파일럿 신호들 각각에 대하여 SNR(Signal-to-Noise Ratio)을 측정하여(S520) 비대칭 방식으로 변조된 파일럿 신호들의 PSNR(Peak Signal-to-Noise Ratio)값과, 대칭 방식으로 변조된 파일럿 신호들의 PSNR값을 각각 산출하고(S530), 변조 방식 별로 SNR 대비 PSNR값을 각각 정렬하고(S540) 변조 방식 별 동일한 SNR에 해당하는 PSNR값의 차를 산출하여 대칭 변조 방식과 비대칭 변조 방식을 구분하기 위한 임계치를 검출한다(S550).

[0056] 이때, 데이터 수신장치(120)는 비대칭 방식으로 변조된 파일럿 신호들의 PSNR값이 대칭 방식으로 변조된 파일럿 신호들의 PSNR값보다 크거나 같으면 비대칭 변조 방식으로 결정하고, 작으면 대칭 변조 방식으로 결정하여 저장부(123)에 저장한다.

[0057] S520단계 내지 S550단계를 자세히 설명하면 다음과 같다.

[0058] 먼저, 도 6의 (a)는 초기화된 상태를 나타낸 것으로, 수신안테나(R1, R2) 별 SNR은 수신안테나(R1)로부터 합성된 신호(A, C)가 행 축이 되고, 다른 수신안테나(R2)로부터 합성된 신호(B, D)가 열 축이 되도록 하여 도 6의 (a)와 같은 표를 생성하는데, 최종적으로 PSNR을 구하기 위한 것이므로 비대칭 및 대칭 변조에 대한 각각의 표

를 생성한다. 또한, 도 6의 (b)는 MSE 누적을 나타낸 것으로, PSNR을 구하기 위해 MSE(mean square error) 또는 BER(bit error ratio)과 발생빈도수를 체크할 수 있도록 도 6의 (b)와 같은 각각의 표를 생성한다. 즉, 도 6의 (a)에서와 같이 MSE 또는 BER 표는 모든 값이 0으로 초기화 되어 있고, 시뮬레이션 할 때마다 해당 행과 열을 찾아가 도 6의 (b)와 같이 SNR 값을 누적시킨다. 그리고, 도 6의 (c)는 빈도 수 카운터를 나타낸 것이고, 도 6의 (d)는 평균 MSE를 나타낸 것으로, 도 6의 (c)와 같이 수신된 신호의 빈도 수를 카운트하여 MSE 또는 BER의 누적값을 해당 인덱스에 대응하는 발생빈도수로 나누어 도 6의 (d)와 같이 평균 MSE를 산출하면 해당 반송파의 정보를 얻을 수 있다.

[0059] 여기서, MSE는 두 개의 같은 양의 데이터에 대해 동일한 위치에 대해 분산을 계산하는 것이고, BER은 비트오류율을 계산하는 것으로, SNR과 MSE 또는 BER은 반비례관계이다.

[0060] 따라서, SNR이 클수록 채널상황이 좋고 에러율이 낮은 것으로 해석한다.

[0061] 또한, 평균 MSE를 이용하여 수학식 1에 의해 PSNR을 산출한다.

수학식 1

[0062]
$$PSNR = 10 \cdot \log_{10}\left(\frac{MAX_I^2}{MSE}\right) = 20 \cdot \log_{10}\left(\frac{MAX_I}{\sqrt{MSE}}\right)$$

[0063] 여기서, MAXI 는 인덱스의 최대값이고, MSE는 해당 인덱스에 대응하는 평균 MSE값이다. 이때, MAX_I는 해당 인덱스의 최대 값이며 8비트 픽셀에서의 최고값은 255이다.

[0064] 즉, PSNR은 SNR을 변형해서 영상처리나 음성처리에서 사용하는 것으로, 두 영상이나 음성의 차이를 숫자로 표현하는 것이므로 보통은 그대로 표현하기 보다는 log를 씌워서 dB 단위로 표현한다.

[0065] 수학식 1에 의해, 도 7의 표(평균 PSNR)와 같이 수신안테나(R1, R2) 별 PSNR이 산출되면 비대칭 변조와 대칭 변조에 대한 PSNR의 차이값을 통해 도 8에서와 같이 대칭 변조 방식과 비대칭 변조 방식을 구분하기 위한 임계치(C)를 설정한다.

[0066] 이때, 수신안테나(R1, R2)로부터 수신한 신호를 합성하지 않고 각각의 신호에 대한 비대칭 및 대칭 변조 각각의 SNR을 연산하고, SNR을 참고하여 각각의 PSNR을 연산하고 그 차이값을 통해 임계치를 설정함으로써, 임계치가 더 정밀하게 검출되도록 할 수도 있다. 즉, 합성된 신호 A, C와 합성된 신호 B, D를 신호 A, B, C, D 각각 분리하여 4차원의 표를 그린다면 최적의 임계치가 더욱 정밀하게 검출된다.

[0067] 도 8을 참고하면, 임계치(도 8의 C 영역)를 기준으로 비대칭 변조 방식은 A 영역이되고, 대칭 변조 방식은 B영역이 된다.

[0068] 즉, SNR이 임계치보다 작으면 에러율이 높으므로 상위 비트 그룹(MSB)의 에러율을 최대한 낮추기 위해 상위 비트 그룹(MSB)에 저차 변조 방식인 4QAM(2비트)를, 하위 비트 그룹(LSB)에 고차 변조 방식인 64QAM(6비트) 변조 방식을 이용하는 비대칭 변조 방식으로 결정한다.

[0069] 그리고 데이터 수신장치(120)는 S550단계에서 산출된 결과에 따라 SNR 별 변조 방식을 결정하여 저장부(123)에 저장한다(S560).

[0070] 그리고 데이터 수신장치(120)는 데이터 송신장치(110)로부터 신호가 수신되면(S570), 수신된 신호의 SNR을 측정하고 저장된 SNR 별 변조 방식을 기초로 측정된 SNR에 해당하는 변조 방식을 결정하여(S580), 결정된 변조 방식을 데이터 송신장치(110)로 피드백 한다(S590).

[0071] 그리고 데이터 수신장치(120)는 데이터 송신장치(110)에 피드백한 변조 방식에 따라 변조된 신호를 데이터 송신장치(110)로부터 수신한다(S600).

[0072] 이때, 데이터 수신장치(120)는 송신안테나(T1, T2)로부터 실시간으로 수신하는 신호로부터 산출되는 PSNR값에 따라 임계치를 조절하고 이에 따라 변조 방식을 조절하여 저장부(123)를 업데이트할 수도 있다.

[0073] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 채널상태에 따른 전송 성능을 신호 변조 방식 별로 나타낸 그래프이다.

[0074] 도 9에서 X축은 SNR이며 SNR이 클수록 신호량이 많고 노이즈가 적은 좋은 채널이며, Y축은 영상품질에 대한 성

능을 나타내는 PSNR로써 마찬가지로 클수록 성능이 좋은 것을 나타낸다.

[0075] 그리고, A그래프는 안테나를 선택하여 비대칭 변조 방식으로 신호를 전송한 결과를 나타낸 것이고, B그래프는 안테나를 선택하여 대칭 변조 방식으로 신호를 전송한 결과를 나타낸 것이며, C그래프는 일반 통식 방식으로 신호를 전송한 결과를 나태낸 것이고, D그래프는 본 발명의 반송파 별 적응적 변조를 이용하여 신호를 전송한 결과를 나타낸 것이다.

[0076] 도 9를 참고하면 알 수 있듯이, A그래프는 PSNR의 성능이 유지되다가 B그래프와의 교차점 이후로 B그래프에 비해 PSNR 성능이 저하되는 것을 확인 할 수 있고, B그래프는 A그래프에 비해 PSNR 성능이 떨어지다가 A그래프와의 교차점 이후로 A그래프에 비해 PSNR 성능이 상승되는 것을 확인할 수 있다. 이러한 결과를 반영하여 본 발명의 실시예에 따른 다중 안테나를 이용한 직교주파수분할 시스템의 신호 송수신 방법은 A그래프와 B그래프의 교차점을 찾아 상황에 맞는 변조를 함으로써, D그래프와 같이 SNR 대비 PSNR의 성능이 일정하게 유지되도록 하는 것이다.

[0077] 상술한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 OFDM을 이용한 데이터 수신장치 및 임계치 검출 방법은 반송파 별 채널 상태에 따라 대칭(EEP) 또는 비대칭(UEP) 변조 방식 중 결정된 변조 방식으로 변조함으로써 상대적으로 더 큰 영향력을 가진 상위 비트 그룹의 유효 전송율을 극대화 시켜 영상 데이터 전송에 따른 PSNR을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

[0078] 또한, 송신 전력이 좋은 안테나를 선별하여 큰 계조(gradation)를 가지고 있는 상위 비트 그룹을 전송할 수 있다.

[0079] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 하여 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 아래의 특허청구범위에 의해서 정하여져야 할 것이다.

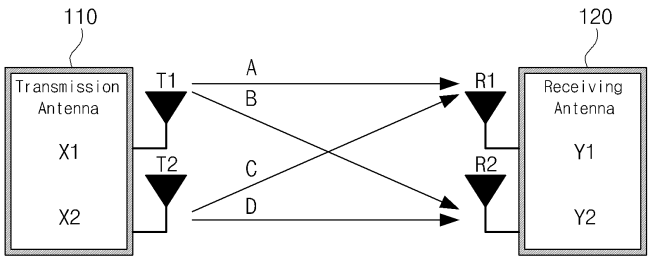
부호의 설명

[0080]

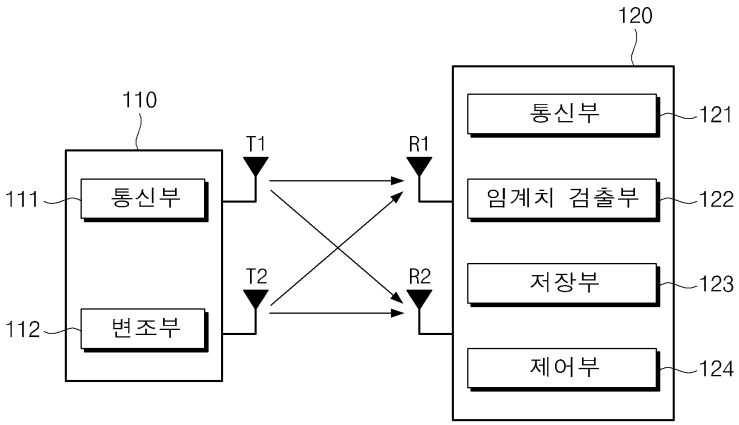
110 : 데이터 송신장치	111 : 통신부
112 : 변조부	120 : 데이터 수신장치
121 : 통신부	122 : 임계치 검출부
123 : 저장부	124 : 제어부

도면

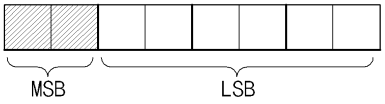
도면1



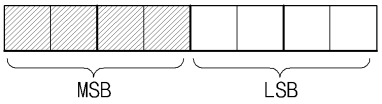
도면2


120
110
T1
R1
통신부
121
111
통신부
임계치 검출부
122
T2
R2
저장부
123
112
변조부
제어부
124

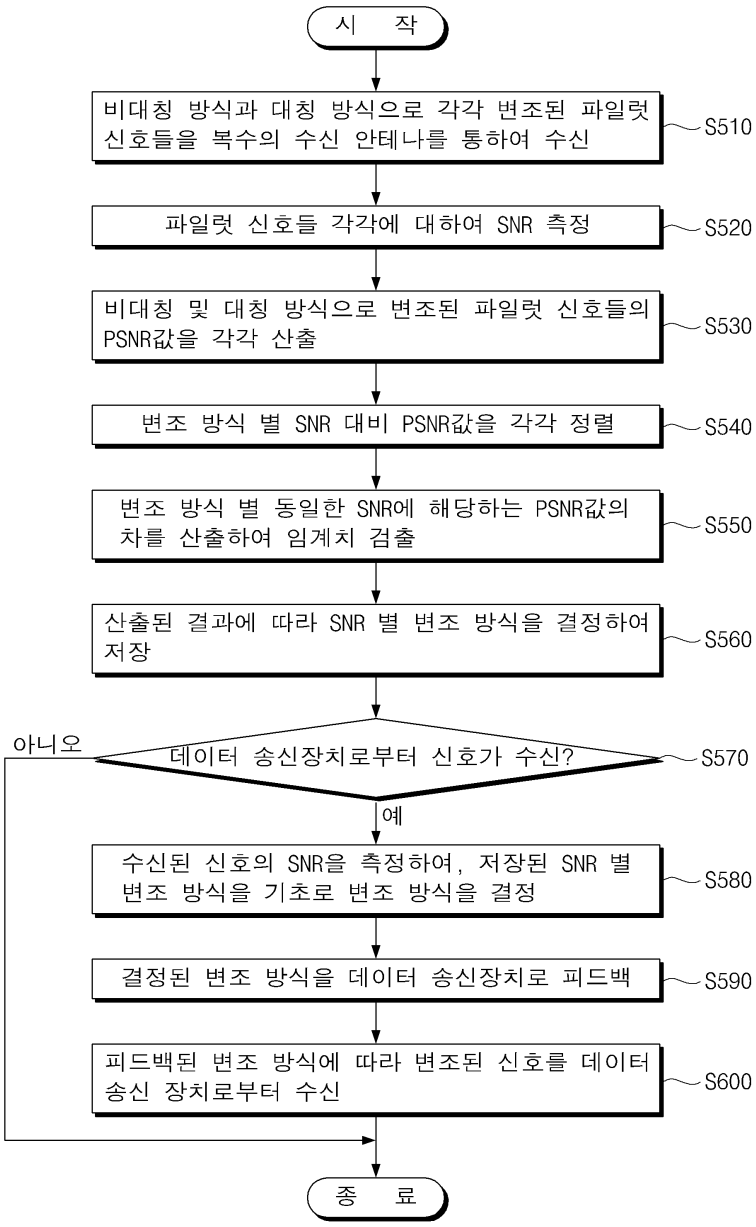
도면3


MSB
LSB

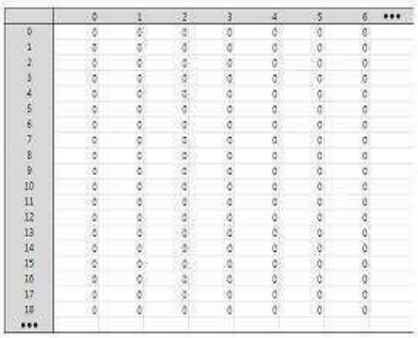
도면4


MSB
LSB

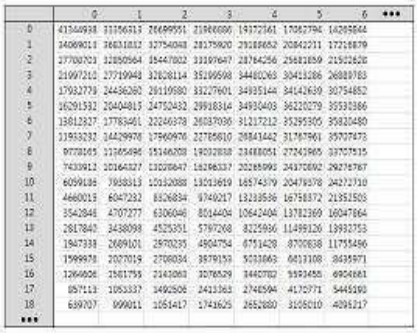
도면5


시 작
비대칭 방식과 대칭 방식으로 각각 변조된 파일럿 신호들을 복수의 수신 안테나를 통하여 수신
S510
파일럿 신호들 각각에 대하여 SNR 측정
S520
비대칭 및 대칭 방식으로 변조된 파일럿 신호들의 PSNR값을 각각 산출
S530
변조 방식 별 SNR 대비 PSNR값을 각각 정렬
S540
변조 방식 별 동일한 SNR에 해당하는 PSNR값의 차를 산출하여 임계치 검출
S550
산출된 결과에 따라 SNR 별 변조 방식을 결정하여 저장
S560
데이터 송신장치로부터 신호가 수신?
S570
아니오
예
수신된 신호의 SNR을 측정하여, 저장된 SNR 별 변조 방식을 기초로 변조 방식을 결정
S580
결정된 변조 방식을 데이터 송신장치로 피드백
S590
피드백된 변조 방식에 따라 변조된 신호를 데이터 송신 장치로부터 수신
S600
종 료

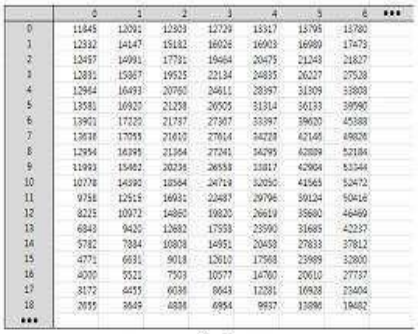
도면6



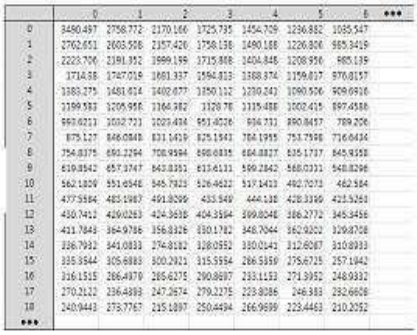
(a)



(b)



(c)



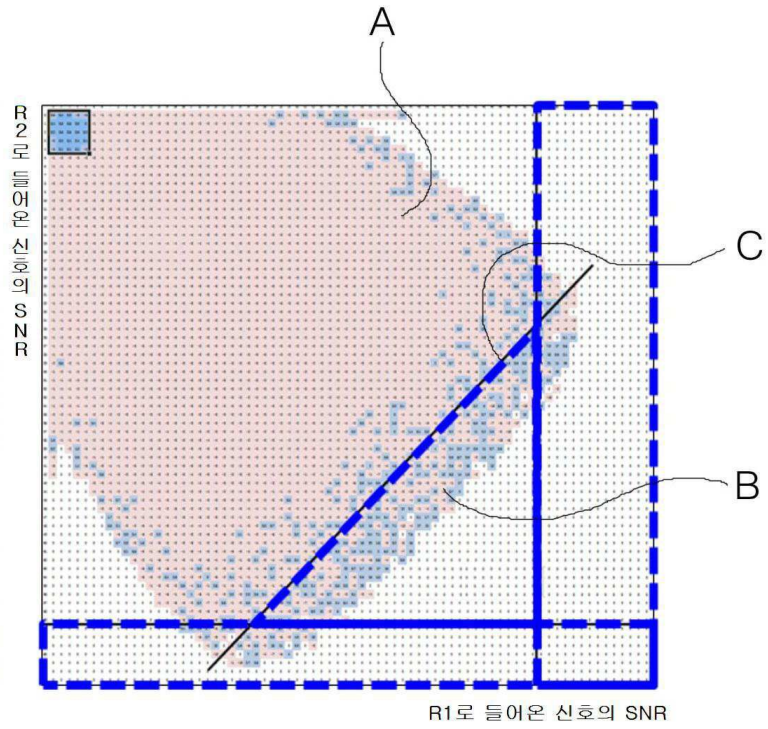
(d)

도면7

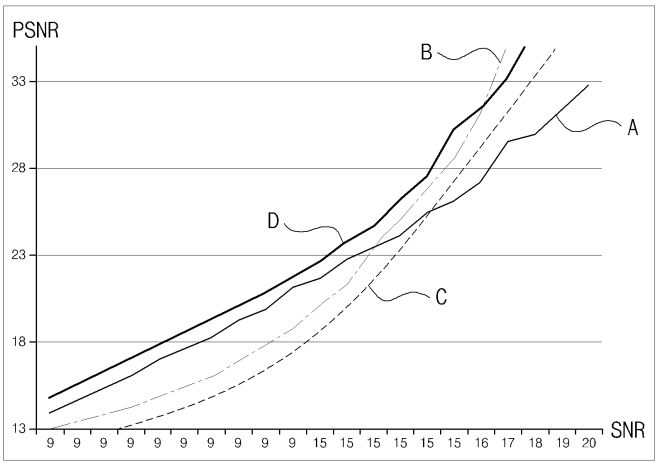
	0	1	2	3	4	5	6	•••
0	13.91351	13.58668	14.20452	14.83011	15.4608	16.18584	16.94199	
1	13.51009	12.70193	13.72365	14.76587	15.76106	16.50304	17.25752	
2	14.2166	13.71754	13.97521	14.79144	15.68027	16.39839	17.24304	
3	14.80875	14.66003	14.72368	15.12224	15.78597	16.65451	17.3067	
4	15.57096	15.78973	15.70783	15.87425	16.10371	16.70574	17.48766	
5	16.23022	16.72172	16.42345	16.66123	16.82711	17.2309	17.75452	
6	16.79148	17.3405	17.31748	17.46985	17.60471	17.65615	18.12093	
7	17.51345	18.1588	17.99097	18.08021	18.14716	18.42394	18.83278	
8	18.28354	18.71009	18.85666	18.93405	18.96545	19.18656	19.35847	
9	19.01235	19.35227	19.72203	19.82459	19.688	19.77464	20.10188	
10	19.82491	20.20791	19.98267	20.04306	20.25186	20.15448	20.58707	
11	20.3726	20.63204	20.71413	20.76053	20.81713	20.98471	21.20491	
12	21.01161	21.34054	21.28955	21.21283	21.76042	21.85562	21.81292	
13	21.66515	21.78864	21.80596	21.85342	22.06313	22.11232	22.26181	
14	22.00935	21.98411	22.50813	22.60616	22.94332	22.70623	22.53269	
15	22.70199	22.85717	22.8022	23.74035	22.97133	22.94548	23.18079	
16	22.91937	22.87576	23.27802	23.35536	23.14005	23.35601	23.72687	
17	23.231	23.13185	23.55658	23.5728	23.49382	24.4551	25.79478	
18	23.23887	23.81375	24.19061	24.19914	24.67122	24.83209	24.2147	
•••								

평균 PSNR

도면8



도면9



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 12

【변경전】

상기 비대칭 변조 방식

【변경후】

상기 비대칭 방식

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 6

【변경전】

상기 비대칭 변조 방식

【변경후】

상기 비대칭 방식