



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0094302
(43) 공개일자 2012년08월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04B 14/08 (2006.01) H04B 13/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0013717

(22) 출원일자 2011년02월16일

심사청구일자 2011년02월16일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)

(72) 발명자

김재명

서울특별시 용산구 이촌로 347, 3동 1001호 (서빙고동, 신동아아파트)

심재준

부산광역시 동구 수정로 42 (수정동)

황재호

인천광역시 남구 인하로164번길 9, 202호 (용현동)

(74) 대리인

특허법인무한

전체 청구항 수 : 총 11 항

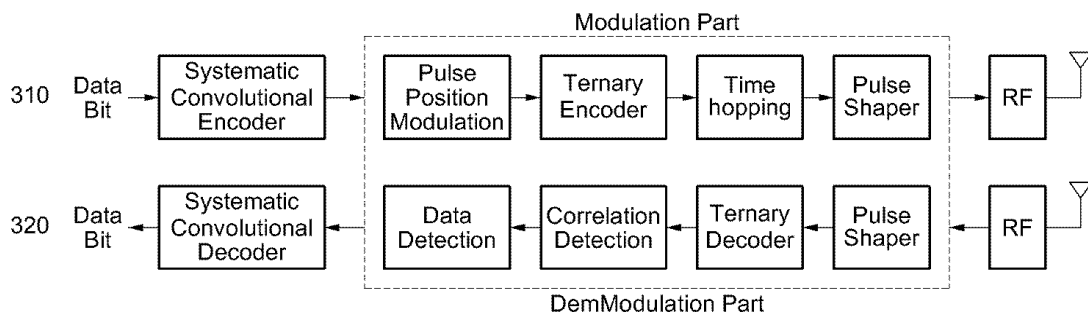
(54) 발명의 명칭 신체 외부 통신에서 MHP 펄스와 터너리 코드를 이용한 인체 통신 네트워크 시스템

(57) 요약

다중 접속 시 발생하는 간섭을 완화하고 전송 효율을 높이기 위해 MHP(Modified Hermite Polynomial)펄스와 터너리 코드를 이용한 신체 외부 고속 및 저속 통신의 다중접속 기법을 개시한다. 인체 근거리 통신 네트워크에서 초광대역 무선통신을 하기 위한 터너리 코드와 MHP 펄스 신호를 생성하고, 상기 생성된 터너리 코드와 MHP 펄스 신호를 각각의 사용자의 선택된 터너리 코드 시퀀스와 MHP 펄스 차수로 송신하는 송신 장치 및 각 시퀀스와 MHP 펄스 차수로 보내진 신호를 수신하고, 상관 검출을 이용하여 신호의 MHP 펄스 차수와 터너리 코드를 파악하는 수신 장치를 포함하고, 상기 수신 장치는 상기 검출된 신호를 이용하여 사용자간의 신호를 검출하는 특징으로 한다.

대표도

300



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	NIPA-2010-C1090-1011-0007
부처명	정보통신연구진흥원
연구사업명	대학 IT연구센터 육성·지원
연구과제명	초광대역(UWB) 무선전송 및 시스템 응용기술
주관기관	인하대학교 산학협력단
연구기간	2003.08.01 ~ 2011.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

터너리 코드 및 펄스 신호를 생성하고, 상기 생성된 터너리 코드를 기선택된 터너리 코드 시퀀스에 기초하여 송신하고, 상기 생성된 펄스 신호를 기선택된 펄스 차수에 기초하여 송신하는 송신 장치; 및

상기 송신된 터너리 코드 및 상기 송신된 펄스 신호를 수신하고, 상관 검출을 이용하여 상기 송신된 터너리 코드 및 상기 송신된 펄스 신호로부터 상기 기선택된 펄스 차수 및 상기 기선택된 터너리 코드 시퀀스를 검출하는 수신 장치

를 포함하고,

상기 수신 장치는 상기 검출된 상기 기선택된 펄스 차수 및 상기 기선택된 터너리 코드 시퀀스를 이용하여 사용자간의 신호를 검출하는 인체 통신 네트워크 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 송신 장치는 고속 동기식, 저속 동기식, 고속 비동기식, 및 저속 비동기식 중에서 적어도 하나의 방식인 것을 특징으로 하는 인체 통신 네트워크 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 송신 장치가 고속 동기식 및 저속 비동기식 중에서 어느 하나인 경우,

상기 송신 장치는 시간 도약 기법, 터너리 코드 기법과 MHP 펄스 기법을 이용하여 시간 도약 구간을 증가시키고, MHP(Modified Hermite Polynomial) 펄스의 연접구간을 감소하여 전송하는 인체 통신 네트워크 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 송신 장치가 저속 동기식 및 고속 비동기식 중에서 어느 하나인 경우,

상기 송신 장치는 상기 시간 도약 구간을 감소시키고, 상기 MHP 펄스 및 상기 터너리 코드의 연접구간을 증가시켜 전송하는 인체 통신 네트워크 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 수신 장치는,

동기식 고속 전송일 경우, MHP 펄스의 직교성을 이용하여 시간도약 구간을 늘이는 인체 통신 네트워크 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 수신 장치는 상관관계 특성을 기초하여 터너리 코드 기술 및 MHP 펄스 기술을 이용하여 자가 신호를 검출하는 인체 통신 네트워크 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 송신 장치는,

상기 터너리 코드 신호를 생성하는 터너리 코드 신호 생성부; 및
상기 기선택된 터너리 코드 시퀀스에 기초하여 송신하는 송신 RF부
를 포함하는 인체 통신 네트워크 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,
상기 수신 장치는,
각각의 다중사용자의 다중 신호로 보내진 신호를 수신하는 수신 RF부;
상기 수신된 신호에서 상관관계를 검출하는 상관 검출부; 및
상기 검출된 상관관계를 이용하여 다중사용자의 신호를 검출하는 검출부
를 포함하는 인체 통신 네트워크 시스템.

청구항 9

제1항에 있어서,
상기 수신 장치는,
상기 터너리 코드 시퀀스 및 MHP 펄스 신호가 포함되어 있는 부분의 파워와 신호가 없고 노이즈만 있는 곳의
신호의 비를 계산하고, 상기 계산된 값을 소프트로 사용하여 상기 수신된 신호 중 에너지의 최대값 및 최소값
의 비율을 산출하는 인체 통신 네트워크 시스템.

청구항 10

송신 장치에서, 터너리 코드 및 펄스 신호를 생성하고, 상기 생성된 터너리 코드를 기선택된 터너리 코드 시
퀀스에 기초하여 송신하며, 상기 생성된 펄스 신호를 기선택된 펄스 차수에 기초하여 송신하는 단계;
수신 장치에서, 상기 송신된 터너리 코드 및 상기 송신된 펄스 신호를 수신하고, 상관 검출을 이용하여 상기
송신된 터너리 코드 및 상기 송신된 펄스 신호로부터 상기 기선택된 펄스 차수 및 상기 기선택된 터너리 코드
시퀀스를 검출하는 단계
를 포함하고,
상기 수신 장치는 상기 검출된 상기 기선택된 펄스 차수 및 상기 기선택된 터너리 코드 시퀀스를 이용하여 사
용자간의 신호를 검출하는 인체 통신 네트워크 시스템의 동작 방법.

청구항 11

제10항의 방법을 수행하기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터로 판독 가능한 기록 매체.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 다중 접속 시 발생하는 간섭을 완화하고 전송 효율을 높이기 위해 MHP 펄스와 터너리 코드를 이용한
신체 외부 고속 및 저속 통신의 다중접속 기법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 상호 직교성을 가지는 MHP 펄
스와 터너리 코드를 이용하여 다중사용자의 신호를 검출하고, 신체 외부 통신을 위한 MHP 펄스 기법, 터너리
코드 기법 그리고 시간도약 기법을 이용하는 다중 접속 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 U-헬스케어, 유비쿼터스와 같은 IT-BT 융합 기술 분야의 관심이 높아지면서 WBAN (Wireless Body Area
Network) 시스템에 대한 연구가 활발하게 진행 중이다. WBAN은 인체를 기준하여 인체 내부 및 인체로부터 3미
터 이내의 무선 통신을 의미한다. 즉, 인체 내에 이식된 의료장치, 사람이 착용하는 옷이나 인체에 부착된 여
러 디바이스를 상호 연결하는 새로운 유형의 무선통신이다.

- [0003] WBAN은 응용 분야 및 장치의 위치에 따라 분류 할 수 있으며, 응용 분야별로 분류하면 혈압, 혈당을 측정해서 무선 통신하는 옷 등과 같이 입을 수 있는 것과 생체 부착 의료 BAN, 그리고 심전도, 근전도 등의 생체 신호를 측정하여 무선 통신하는 생체 삽입 BAN인 의료 분야와 비디오, 오디오 및 모바일 전송을 위한 비의료 분야로 나눌 수 있다. 장치의 위치에 따라 인체 내부통신과 인체 표면통신, 그리고 인체 외부통신으로 분류 할 수 있다.
- [0004] WBAN은 인체 내외 근거리 통신이므로 저 전력, 고 신뢰성 통신을 요구하는 통신 네트워크이다. 뿐만 아니라 오디오 및 비디오 전송을 위한 인체 외부통신에서는 10Mbps 이상의 전송 속도를 요구한다. 이와 같이 WBAN 시스템은 저 전력뿐만 아니라 1kbps~ 10Mbps까지 유동적인 전송 속도를 요구하므로 이에 적합한 통신 시스템으로 UWB-IR 방식이 대두되고 있다. UWB 시스템은 초광대역으로 PPM(Pulse Position Modulation)방식으로 전송하므로 믹서, RF 오실레이터 그리고 PLL 방식을 필요로 하는 정현파 전송보다 간단하고, 1ns의 펄스 전송으로 저 전력을 소비한다. 그러므로 WBAN 시스템의 요구사항을 충족하기 때문에 학계 및 각국의 연구소에서는 WBAN의 물리계층에 적용시키기 위한 연구가 활발히 진행 중이며 IEEE 802.15.6 TG에서도 PPM방식의 UWB기술을 적용하는 표준화가 거의 막바지로 진행 중 이다.
- [0005] 인체외부 통신의 경우 많은 장치들 간에 통신이 이루어진다. 이에 따른 다른 장치들 간의 간섭문제가 발생하게 되고, 이들 다중 장치들 간의 다중접속방식을 고려해야 한다. IEEE 802.15.4a 에서의 근거리 무선 다중접속 기법으로는 TH-PPM(Time hopping PPM) 기법이 제안되었다. WBAN의 무선통신에서는 매우 짧은 거리(3m) 이내의 통신이므로 다중 장치들 간의 거리가 가까워 간섭문제가 발생하고 오류로 인한 기기들의 오작동 등 간섭문제를 완화하고 장치들 간의 향상된 무선전송이 필요하다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

- [0006] 본 발명의 일실시예에 따른 인체 통신 네트워크 시스템은 터너리 코드 및 펄스 신호를 생성하고, 상기 생성된 터너리 코드를 기선택된 터너리 코드 시퀀스에 기초하여 송신하고, 상기 생성된 펄스 신호를 기선택된 펄스 차수에 기초하여 송신하는 송신 장치, 및 상기 송신된 터너리 코드 및 상기 송신된 펄스 신호를 수신하고, 상관 검출을 이용하여 상기 송신된 터너리 코드 및 상기 송신된 펄스 신호로부터 상기 기선택된 펄스 차수 및 상기 기선택된 터너리 코드 시퀀스를 검출하는 수신 장치를 포함하고, 상기 수신 장치는 상기 검출된 상기 기선택된 펄스 차수 및 상기 기선택된 터너리 코드 시퀀스를 이용하여 사용자간의 신호를 검출할 수 있다.
- [0007] 인체 통신 네트워크 시스템의 동작 방법은 송신 장치에서, 터너리 코드 및 펄스 신호를 생성하고, 상기 생성된 터너리 코드를 기선택된 터너리 코드 시퀀스에 기초하여 송신하며, 상기 생성된 펄스 신호를 기선택된 펄스 차수에 기초하여 송신하는 단계, 수신 장치에서, 상기 송신된 터너리 코드 및 상기 송신된 펄스 신호를 수신하고, 상관 검출을 이용하여 상기 송신된 터너리 코드 및 상기 송신된 펄스 신호로부터 상기 기선택된 펄스 차수 및 상기 기선택된 터너리 코드 시퀀스를 검출하는 단계를 포함하고, 상기 수신 장치는 상기 검출된 상기 기선택된 펄스 차수 및 상기 기선택된 터너리 코드 시퀀스를 이용하여 사용자간의 신호를 검출할 수 있다.

발명의 효과

- [0008] 본 발명의 일실시예에 따르면, 정현파 전송보다 간단하고, 간섭이 없으며 저 전력을 소비하는 초광대역 시스템을 제공할 수 있다.
- [0009] 본 발명의 일실시예에 따르면, 넓은 주파수 대역을 사용하는 UWB 기술과 인체 내외 근거리 통신 네트워크에서의 다중접속 시스템을 제공할 수 있다.
- [0010] 본 발명의 일실시예에 따르면, 인체 내외 근거리 통신 시스템에서 다중접속 시 발생하는 다중사용자 간섭문제를 해결하기 위해 각각의 직교성을 가지는 터너리 코드, MHP 펄스 기술을 제공할 수 있다.
- [0011] 본 발명의 일실시예에 따르면, 터너리 코드, MHP 펄스, 시간도약 기술을 적용하여 다중 접속시 신호 정보의 정밀도를 높이며 향상된 자가 신호 검출 기법을 제공할 수 있다.
- [0012] 본 발명의 일실시예에 따르면, 신체 외부 통신에서의 MHP 펄스와 터너리 코드를 이용한 다중접속 방식을 제안할 수 있다.
- [0013] 본 발명의 일실시예에 따르면, 비동기식 고속 전송일 경우 전송하려는 펄스의 개수가 적어 터너리 코드 시퀀

스를 추가하고 시간도약 구간을 줄임으로써 채널 환경에 강하고 다중접속 간섭을 줄일 수 있다.

[0014] 본 발명의 일실시예에 따르면, 동기식 고속 전송일 경우 전송하려는 펄스의 개수가 적어도 MHP 펄스의 직교성을 이용하여 시간도약 구간을 늘여서 채널 환경에 강하고 다중접속 간섭을 줄일 수 있다.

[0015] 본 발명의 일실시예에 따르면, MHP 펄스를 사용한 다중 접속 방식이 가우시안 펄스를 사용한 방식보다 정확한 통신을 제공할 수 있고, 비동기식의 경우 하나의 정보를 보내기 위한 MHP 펄스, 터너리 코드와 시간도약 구간을 이용하여 통신함으로써 향상된 성능을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 인체 표면에서 외부까지 통신에서의 다중 접속 사용자의 네트워크를 설명하는 도면이다.

도 2는 고속 및 저속 전송을 위한 인체통신의 물리층 프레임 구조를 설명하는 도면이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 인체 통신 네트워크 시스템의 송신 장치와 수신 장치를 나타내는 도면이다.

도 4는 비동기식 고속전송에서의 다중접속 기법의 성능을 나타내는 도면이다.

도 5는 동기식 고속전송에서의 다중접속 성능을 나타내는 그래프이다.

도 6은 동기식 고속전송에서의 다중접속 사용자가 증가함에 따른 성능을 나타내는 그래프이다.

도 7은 동기식 저속전송에서의 다중접속 성능을 나타내는 그래프이다.

도 8은 비동기식 저속전송에서의 다중접속 성능을 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0018] 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고, 본 명세서에서 사용되는 용어(terminology)들은 본 발명의 바람직한 실시예를 적절히 표현하기 위해 사용된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 본 발명이 속하는 분야의 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 본 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0019] 도 1은 인체 표면에서 외부까지 통신에서의 다중 접속 사용자의 네트워크를 설명하는 도면이다.

[0020] 도 1을 참조하면, H는 각각의 네트워크의 허브로서 다중 노드의 신호를 수신 및 송신한다. 그리고 N은 각각의 노드로서 인체 표면에서 각각의 신호를 송수신하게 된다.

[0021] 이와 같이 인체 외부통신에서는 비디오, 오디오, 데이터 전송 서비스 등 다양한 분야에 사용되며, 3m 이내에서 전송 가능한 커버리지를 요구한다. 주파수 대역은 ISM, UWB, MICS 등 다양하다.

[0022] 또한 인체 통신 네트워크 시스템은 인체 내부 또는 인체의 근접한 거리에서 작동하므로 방사 전력에 엄격한 제한이 요구된다. 동영상 전송을 위한 10Mbps 이상의 통신 전송률과 저전력을 동시에 만족해야 하며, 다중 접속 사용자가 10명까지 만족해야 한다.

[0023] 도 2는 고속 및 저속 전송을 위한 인체통신의 물리층 프레임 구조를 설명하는 도면이다.

[0024] 도 2를 참조하면, 저속 전송의 경우에 변조 방식은 펄스의 위치를 실어 보내는 PPM 방식을 사용한다. 1 비트를 전송하는 신호의 주기를 나타내는 T_{sym} 은 약 1026ns이며 데이터 전송량 0.85Mbps를 지원한다. 한 심볼은 2PPM을 사용하며 T_{ppm} 은 512.8ns로 2구간으로 나뉘어 1 비트를 전송하게 된다.

[0025] 또한 10Mbps이상의 고속 전송을 위하여 프레임 심볼구간을 줄여 심볼구간(T_{sym})은 약 64ns이며 데이터 전송률은 약 13Mbps가 된다. 저속 UWB의 심볼과 같이 이진 PPM 변조방식을 사용하며, T_{ppm} 은 32ns으로 2 구간으로 나뉘어 1비트 전송하게 된다. 심볼 구간이 줄어들어 T_{burst} 구간에는 1개의 칩으로 이루어지며 다중 접속을 위

한 시간 도약 구간은 16개로 구성된다.

[0026] PPM기반 UWB시스템의 송신신호는 수학식 1과 같다.

[0027] [수학식 1]

$$S(t) = \sum_{j=-\infty}^{\infty} \sqrt{\frac{E_b}{N_s}} p(t - g_j T_{PPM} - jT_f - hT_{burst})$$

[0028]

[0029] E_b 는 비트에너지, $p(t)$ 는 전송되는 가우시안 펄스를 각각 나타낸다. 심벌의 비트 정보는 $q_j \in \{0,1\}$ 이며 펄스가 위치하는 T_{ppm} 구간의 위치에 따라 0 또는 1을 나타낸다. T_f 는 하나의 프레임 구간을 나타내며 $h \in \{0,1,..., N_{hop} - 1\}$ 은 다중 접속을 위한 시간 도약 구간을 지정한다. T_{burst} 는 연접 펄스 구간이며 고속전송을 위한 WBAN 심벌 구조에서는 T_{burst} 구간에 하나의 펄스가 전송된다.

[0030] 이와 같이, 본 발명에 따른 다중 접속 기법으로 시간도약 구간 기법과 터너리 코드기법을 사용한다. 수학식 2 는 다중접속 기법을 이용한 k^{th} 사용자 신호를 나타낸다. E_b 는 비트 에너지, 단일시간도약 코드 C^k 의 길이 N_s 와 각 코드의 시간도약 T_c 로 구성되며 $0 < C_j^k < N_h$ 이다. 주어진 코드길이 N_s 와 각각의 시간도약 T_c 는 $N_s T_c < T_f$ 와 같이 구성된다.

[0031] [수학식 2]

$$S^k(t) = \sqrt{\frac{E_b}{N_s}} \sum_{j=0}^{N_s-1} p(t - g_j^{(k)} T_{PPM} - jT_f - c_j^k T_c)$$

[0032]

[0033] 또한, 비동기 시스템의 인체 통신 네트워크 시스템에서 서로 다른 노드와 허브간에 동기를 맞추기 위해 터너리 코드를 사용한다. 수학식 3은 주기적인 자기상관함수를 만족하며 N_1 은 터너리 시퀀스의 non-zero 요소의 개수이며 모든 구성요소는 시간반복의 상호보안적인 세트로 구성된다. 상호 보안적인 터너리 쌍으로 구성된 $\{C_1, C_2\}$ 으로 매트릭스 $\Delta^{(0)}$ 을 이룬다.

[0034] [수학식 3]

$$R_{c,c}(l) = \begin{cases} N_1 & \text{if } (l \bmod N) \equiv 0 \\ 0 & \text{if } (l \bmod N) \neq 0 \end{cases}$$

[0035]

[0036] 수학식 4는 매트릭스 $\Delta^{(0)}$ 을 구성을 나타낸다. $\bar{C}_2$ 는 시퀀스 C_2 의 역을 나타내며 $-\bar{C}_1$ 는 시퀀스 $\bar{C}_1$ 에서 음의 i 번째 요소를 나타낸다. 매트릭스 $\Delta^{(0)}$ 는 상호 직교의 특성을 가진 세트 $\{C_1, C_2\}$ 와 $\{\bar{C}_2, -\bar{C}_1\}$ 으로 구성된다.

[0037] [수학식 4]

$$\Delta^{(0)} = \begin{bmatrix} C_1 & \bar{C}_2 \\ C_2 & -\bar{C}_1 \end{bmatrix}$$

[0038]

[0039] 수학식 5는 상호보안적인 소단위 터너리 코드로 구성된다. '+' 는 1을 나타내며 '-' 는 -1을 나타낸다.

$\Delta^{(0)}$ 는 상호 직교성을 가지는 시퀀스 세트 $\begin{pmatrix} ++ \\ +- \end{pmatrix}$ 과 $\begin{pmatrix} -+ \\ -- \end{pmatrix}$ 으로 구성된다. 각각의 사용자는 서로 다른 상호 직교의 터너리 코드 세트를 사용하여 신호를 구분하게 된다.

[수학식 5]

$$\Delta^{(0)} = \begin{bmatrix} ++ & -+ \\ +- & -- \end{bmatrix}$$

이와 같이, 상호 직교성을 가지는 코드를 이용하여 확장하면 수학식 6과 같다.

[수학식 6]

$$\Delta^{(p+1)} = \begin{bmatrix} \Delta^{(p)} \otimes \Delta^{(p)} & -\Delta^{(p)} \otimes \Delta^{(p)} \\ -\Delta^{(p)} \otimes \Delta^{(p)} & \Delta^{(p)} \otimes \Delta^{(p)} \end{bmatrix}$$

여기서 $-\Delta^{(p)}$ 는 매트릭스 $\Delta^{(p)}$ 의 i, j 항목의 역을 나타내며, ' $\otimes$ '는 인터리빙(interleaving)을 나타낸다.

두 개의 시퀀스 $a = \{a_1, a_2, a_3, \dots\}$ 와 $b = \{b_1, b_2, b_3, \dots\}$ 가 $a \otimes b$ 이면 $a \otimes b = \{a_1, b_1, a_2, b_2, \dots\}$ 이다.

이와 같이, 본 발명에서 각각의 코드는 우수한 자기상관의 특성과 상호상관의 특성을 가진다. WBAN시스템은 매우 많은 다중 경로 지연과 다중 사용자 간섭이 심하므로 터너리 시퀀스를 사용함으로써 다중 경로 지연과 다중 사용자 간섭을 완화시킬 수 있다.

또한, 본 발명에서는 직교성을 가지는 MHP 펄스를 사용하여 보다 더 효율적인 사용자간의 신호구분이 가능하다. 수학식 7은 MHP 펄스의 수식을 나타낸다. n 은 펄스의 차수로서 $n=0, 1, 2, \dots$ 이며 $-\infty < t < \infty$ 이다. 각 차수의 펄스는 동일한 1ns의 구간을 가지며 같은 주파수 대역폭을 가진다. 또한 서로간의 직교성을 가지고 DC성분이 없는 펄스로 구성된다.

[수학식 7]

$$H_n(t) = (-\tau)^n \exp(t^2 / 4\tau^2) \tau^2 \frac{d^n}{dt^n} [\exp(-t^2 / 2\tau^2)]$$

수학식 8은 상관함수 특성을 나타낸다.

[수학식 8]

$$R(m, n) = \int_{-T_f}^{T_f} h_m(t) h_n(t) dt = \begin{cases} 1, & m = n \\ 0, & m \neq n \end{cases}$$

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 인체 통신 네트워크 시스템(300)의 송신 장치(310)와 수신 장치(320)를 나타내는 도면이다.

송신 장치(310)는 터너리 코드 및 펄스 신호를 생성하고, 상기 생성된 터너리 코드를 기선택된 터너리 코드 시퀀스에 기초하여 송신하고, 상기 생성된 펄스 신호를 기선택된 펄스 차수에 기초하여 송신할 수 있다.

송신 장치(310)는 고속 동기식, 저속 동기식, 고속 비동기식, 및 저속 비동기식 중에서 적어도 하나의 방식이다.

송신 장치(310)가 고속 동기식 및 저속 비동기식 중에서 어느 하나인 경우,

- [0057] 송신 장치(310)는 시간 도약 기법, 터너리 코드 기법과 MHP 펄스 기법을 이용하여 시간 도약 구간을 증가시키고, MHP(Modified Hermite Polynomial) 펄스의 연접구간을 감소하여 전송할 수 있다.
- [0058] 송신 장치(310)가 저속 동기식 및 고속 비동기식 중에서 어느 하나인 경우, 상기 시간 도약 구간을 감소시키고, 상기 MHP 펄스 및 상기 터너리 코드의 연접구간을 증가시켜 전송할 수 있다.
- [0059] 일례로, 송신 장치(310)는 상기 터너리 코드 신호를 생성하는 터너리 코드 신호 생성부, 및 상기 기선택된 터너리 코드 시퀀스에 기초하여 송신하는 송신 RF부를 포함할 수 있다.
- [0060] 수신 장치(320)는 상기 송신된 터너리 코드 및 상기 송신된 펄스 신호를 수신하고, 상관 검출을 이용하여 상기 송신된 터너리 코드 및 상기 송신된 펄스 신호로부터 상기 기선택된 펄스 차수 및 상기 기선택된 터너리 코드 시퀀스를 검출할 수 있다. 이때, 수신 장치(320)는 상기 검출된 상기 기선택된 펄스 차수 및 상기 기선택된 터너리 코드 시퀀스를 이용하여 사용자간의 신호를 검출할 수 있다.
- [0061] 수신 장치(320)는 동기식 고속 전송일 경우, MHP 펄스의 직교성을 이용하여 시간도약 구간을 늘일 수 있고, 상관관계 특성을 기초하여 터너리 코드 기술 및 MHP 펄스 기술을 이용하여 자가 신호를 검출할 수 있다.
- [0062] 일례로, 수신 장치(320)는 각각의 다중사용자의 다중 신호로 보내진 신호를 수신하는 수신 RF부, 상기 수신된 신호에서 상관관계를 검출하는 상관 검출부, 및 상기 검출된 상관관계를 이용하여 다중사용자의 신호를 검출하는 검출부를 포함할 수 있다.
- [0063] 또한, 수신 장치(320)는 상기 터너리 코드 시퀀스 및 MHP 펄스 신호가 포함되어 있는 부분의 파워와 신호가 없고 노이즈만 있는 곳의 신호의 비를 계산하고, 상기 계산된 값을 소프트웨어로 사용하여 상기 수신된 신호 중 에너지의 최대값 및 최소값의 비율을 산출할 수 있다.
- [0064] 도 3를 참조하면, 송신 장치(310) 각각의 사용자에게 따른 차수의 펄스를 할당하여 터너리 코드 시퀀스로 PPM 변조하여 송신하게 된다. 그리고 각각의 사용자에게 시간도약구간과 MHP펄스를 할당하여 송신한다. 고속 전송과 저속전송의 경우 모두 변조 방식은 펄스의 모양과 위치에 따라 비트 정보를 전송하는 펄스 형태 이진 PPM 방식인 PS-BPPM을 사용한다.
- [0065] k번째 사용자의 송신 장치(310) 신호는 수학적 식 9와 같다. E_b 는 비트 에너지, N 는 심볼 시퀀스 길이, M 은 보내는 심볼정보의 인덱스, $H(t)$ 는 전송되는 MHP 펄스를 각각 나타낸다. 심볼 정보는 $q_j \in \{0,1\}$ 이며 펄스가 위치하는 T_{ppm} 구간의 위치에 따라 0 또는 1을 나타낸다. T_f 는 하나의 프레임 구간을 나타내며 $h_{i,j}^{(k)} \in \{0,1,...,N_{hop}-1\}$ 은 다중 접속을 위한 시간 도약구간을 지정한다. $c_{i,j}^{(k)}$ 는 다중 사용자간의 터너리 코드로써 사용자간의 신호 구분을 한다. T_{burst} 는 연접 펄스 구간이며 고속 전송을 위한 WBAN 심볼 구조에서는 T_{burst} 구간에 하나의 펄스가 전송된다.

[0066] [수학적 식 9]

$$s^k(t) = \sum_{i=0}^M \sum_{j=0}^{N-1} \sqrt{\frac{E_b}{N_s}} C_{i,j}^{(k)} H_{i,j}^{(k)} (t - g_j T_{PPM} - iT_f - h_{i,j}^{(k)} T_{burst})$$

[0067]

[0068] [표 1]

Item	High data rate			Low data rate		
	T_{burst}	N_{ser}	N_{hop}	T_{burst}	N_{ser}	N_{hop}
Mode 1	2 ns	1	16	32.05ns	0	16
Mode 2	8.013ns	4	4	32.05ns	16	16
Mode 3	16.03ns	8	2	128.2ns	64	4
Mode 4	32.05ns	16	1	256.4ns	128	2

[0069]

[0070] 본 발명에서는 표 1과 같이 고속전송과 저속전송에서의 각 모드별로 시간도약구간과 터너리 코드 길이를 나타냈으며, 고속 전송의 경우 Mode 1은 터너리 코드 길이가 1으로써 터너리 코드 없이 1개의 펄스로 구성되며 시간도약 구간은 16구간으로 구성된다. Mode 2는 터너리 코드 길이가 4로써 4개의 펄스로 구성되며 시간도약 구간은 4구간으로 다중 접속한다. Mode 3은 터너리 코드 길이가 8로써 8개의 펄스로 구성되며 시간도약 구간은 2구간이다. Mode 4는 터너리 코드 길이가 16으로써 16개의 펄스로 구성되며 시간도약 구간은 없다.

[0071] 저속 전송의 경우는 터너리 코드를 사용하지 않고 MHP와 IR을 사용하고 펄스의 개수는 16개으로써 시간도약구간 역시 16구간으로 Mode 1을 나타낸다. Mode 2는 펄스의 개수와 시간도약구간은 Mode 1과 동일하며 터너리 코드를 사용하여 전송하였다. Mode 3은 펄스의 개수를 늘려 64개로 전송하고 시간도약구간은 줄여 4구간으로 터너리 코드를 사용하여 전송한다. Mode 4는 펄스의 개수는 128개이며 시간도약구간은 2구간으로 터너리 코드를 사용하여 전송한다. 즉, 터너리 코드 길이를 늘임으로써 시간도약 구간을 줄여 코드의 특성을 검증하고 반대로 코드 길이를 줄임으로써 시간도약구간을 늘여 시간도약기법의 특성을 검증한다. 그리고 각각의 모드에서 최적의 성능을 찾아 WBAN시스템에 최적화를 하여 검증한다.

[0072] 수신 장치(320)에서 수신한 신호는 수학식 10과 같다. 여기서 a_m 는 WBAN 채널에 의한 경로손실이며, τ_m 는 k 번째 사용자의 전파 지연시간이다. 그리고 평균이 0이고, 분산이 $N_0/2$ 인 AWGN이다. $i(t)_{MU}$ 는 다중사용자의 간섭을 나타낸다. 수신 장치(320)에서는 수신된 신호를 각각의 차수에 맞게 MHP펄스에 의한 correlator를 통해 신호 검출을 수행하게 된다. 직교성을 가지는 MHP펄스와 터너리 코드를 이용하여 검출한 신호는 수신기에 의해 디지털 신호로 변환된다.

[0073] [수학식 10]

$$R(t) = \sum_{m=1}^{L-1} \alpha_m S^{(k)}(t - \tau_m) + n(t) + i(t)_{MU}$$

[0074]

[0075] 도 4은 비동기식 고속전송에서의 다중접속 기법의 성능을 나타내는 도면이다.

[0076] 도 4을 참조하면, 크게는 가우시안 펄스를 이용한 방식과 MHP 펄스를 이용한 방식으로 나눌 수 있다. 또한 터너리 코드 길이에 따른 각각의 성능을 나타내었다. 고속 전송에는 한 심볼 길이가 작으므로 서로 간에 간섭이 심하고 채널에 영향도 많이 받는다.

[0077] 이와 같이, Mode 1의 경우 한 burst당 chip수(Ncpb)가 하나이므로 즉 하나의 펄스를 이용하여 정보를 전송하다 보니 채널의 영향을 많이 받고 다중 사용자간의 간섭도 심하여 신호구분을 하기 힘들다. 그러므로 MHP와 IR의 경우 모두 에러 플로우가 발생하는 것을 알 수 있다. 그러나 MHP 펄스와 IR의 경우에 터너리 코드로 보낼 경우 코드의 길이에 따라 다르지만 다중지연 환경인 WBAN환경에서 코드의 특성으로 펄스의 충돌과 간섭을 줄일 수 있었다. 그리고MHP 펄스와 터너리 코드 시퀀스를 이용하여 신호를 전송 하였을 경우가 IR과 터너리 코드 시퀀스를 이용하여 전송 한 경우 보다 BER이 10^{-3} 에서 4dB정도 성능이 우수한 것을 도 4을 통해 알 수

있다. MHP 펄스의 상호 직교성이 우수하여 IR보다 성능이 좋은 것을 확인 할 수 있으며 터너리 코드길이 보다는 MHP 펄스의 상호 직교성이 우수한 것을 MHP그룹 군과 IR그룹 군을 통해 알 수 있다.

[0078] 또한, 터너리 코드길이 간에 특징을 살펴보면 MHP 집단군과 IR 집단군에서 시간도약구간을 설정하지 않고 펄스의 개수가 16(mode 4)이 Eb/N0가 18, 21에서 각각 가장 우수한 성능을 나타내었다.

[0079] 도 5는 동기식 고속전송에서의 다중접속 성능을 나타내는 그래프이다.

[0080] 도 5를 참조하면, 동기식 고속 전송의 경우 동일 시간에 신호를 전송하여 시간도약구간으로 충분히 다중 사용자간의 신호 충돌을 회피할 수 있어, 단일 펄스를 사용하더라도 수신단에서는 다중 사용자에서 신호 검출이 가능하다. 터너리 코드를 사용하는 경우보다 시간 도약 구간을 많이 줌으로써 사용자간의 신호를 구별 및 간섭을 회피 할 수 있다.

[0081] 도 6은 동기식 고속전송에서의 다중접속 사용자가 증가함에 따른 성능을 나타내는 그래프이다.

[0082] 도 6을 참조하면 MHP를 사용하고 시간도약 구간을 많이 사용한 MHP Mode 1의 성능이 동영상 및 음성 전송의 target BER 10^{-5} 을 12dB에서 만족하는 것을 알 수 있다.

[0083] 도 7은 동기식 저속전송에서의 다중접속 성능을 나타내는 그래프이다.

[0084] 도 7을 참조하면, 동기식 저속 전송의 경우는 한 심볼 길이가 고속 전송보다 길어 다중 지연 간섭이 적고, Ncpb가 16개로써 다중사용자간의 신호검출이 용이하다. 그러므로 에러 플로우가 발생 하지 않고 각각에 따라 성능이 그림 4-9 와 같이 나오는 것을 알 수 있다. 고속전송의 경우와 같이 MHP를 이용하여 전송한 경우가 IR를 이용하여 전송한 경우보다 2~3dB정도 성능이 우수한 것을 알 수 있다. 동기식의 경우 보다 2~3dB정도 성능이 우수한 것을 알 수 있다. 동기식의 경우, MHP 펄스와 터너리 코드를 이용하여 펄스개수가 128개, 시간도약구간이 2구간인 HMPs Mode 4가 가장 우수한 성능을 보였다. 시간 도약구간을 줄이고 펄스개수를 늘여 신호를 전송하여 신호간섭과 다중채널간의 간섭을 줄일 수 있기 때문이다.

[0085] 도 8은 동기식 저속전송에서의 다중접속 성능을 나타내는 그래프이다.

[0086] 도 8을 참조하면, 비동기식의 경우 각각의 펄스의 Mode 1의 경우 에러플로우가 발생했다. 펄스의 특성이 신호의 충돌과 간섭에 에러플로우가 발생했기 때문이다. 그 외 각각의 펄스에 터너리 코드를 사용하여 전송함에 있어 MHP 그룹이 IR 그룹보다 2~3dB 향상됨을 알 수 있다. MHP 펄스와 터너리 코드를 사용하고 시간 도약구간을 4구간으로 나누어 신호를 분산시킬 수 있는 MHP Mode 3의 경우가 가장 우수한 성능을 확인하였다.

[0087] 이와 같이, 신체 내외 통신은 저 전력 고 신뢰성을 요구하기 때문에 이에 적합한 UWB-IR이 제안되었고 다중접속 방식을 하기 위하여 상호 직교성이 우수한 MHP 펄스와 터너리 코드를 이용하였다. 이와 같이 MHP 펄스를 사용한 다중접속 방식이 가우시안 IR를 사용한 다중접속 방식보다 저 전력 고 신뢰성을 요구하는 신체외부 통신환경에서 우수한 것을 알 수 있다.

[0088] 본 발명의 일실시예에 따른 인체 통신 네트워크 시스템의 동작 방법은 송신 장치를 통해, 터너리 코드 및 펄스 신호를 생성하고, 상기 생성된 터너리 코드를 기선택된 터너리 코드 시퀀스에 기초하여 송신하며, 상기 생성된 펄스 신호를 기선택된 펄스 차수에 기초하여 송신하는 단계를 포함할 수 있다.

[0089] 또한, 수신 장치를 통해 상기 송신된 터너리 코드 및 상기 송신된 펄스 신호를 수신하고, 상관 검출을 이용하여 상기 송신된 터너리 코드 및 상기 송신된 펄스 신호로부터 상기 기선택된 펄스 차수 및 상기 기선택된 터너리 코드 시퀀스를 검출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0090] 이때, 상기 수신 장치는 상기 검출된 상기 기선택된 펄스 차수 및 상기 기선택된 터너리 코드 시퀀스를 이용하여 사용자간의 신호를 검출할 수 있다.

[0091] 본 발명의 일실시예에 따른 인체 통신 네트워크 시스템의 동작 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로

그럼 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0092] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

[0093] 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

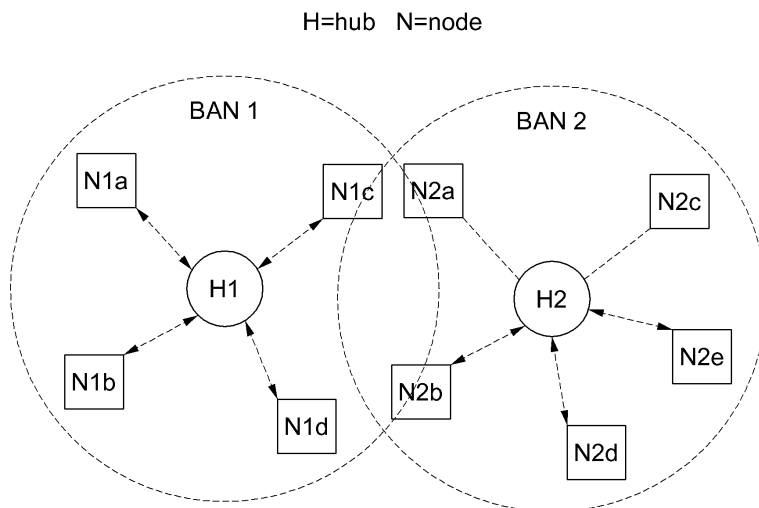
[0094] 300: 인체 통신 네트워크 시스템

310: 송신 장치

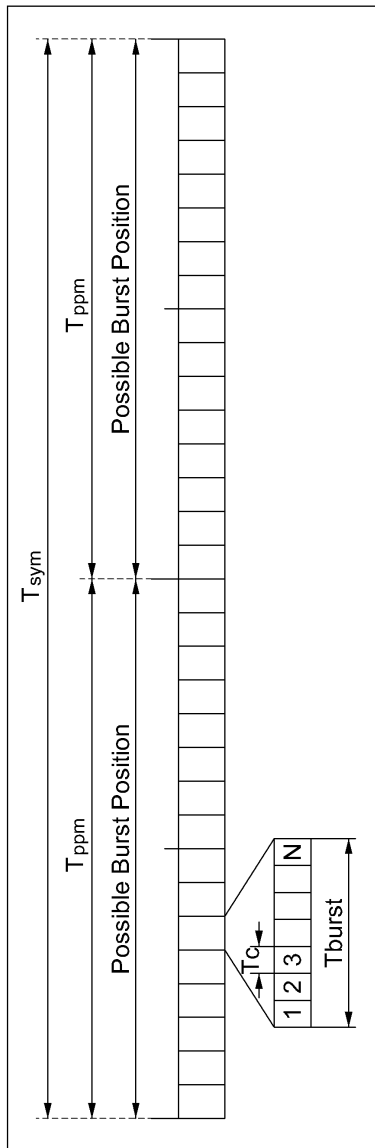
320: 수신 장치

도면

도면1

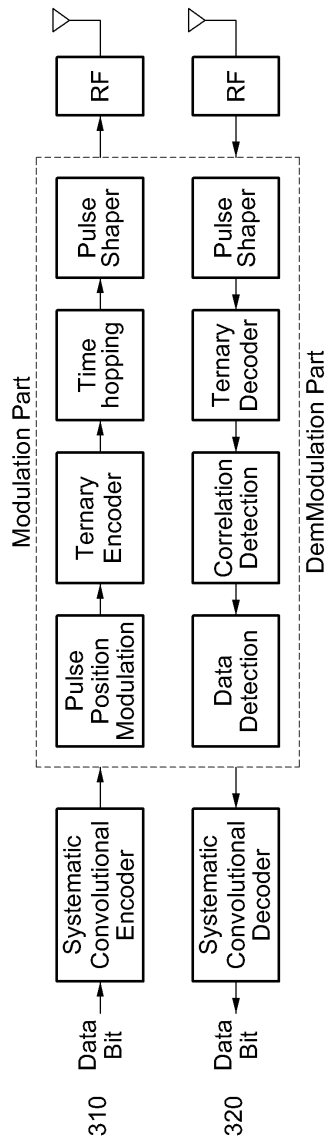


도면2

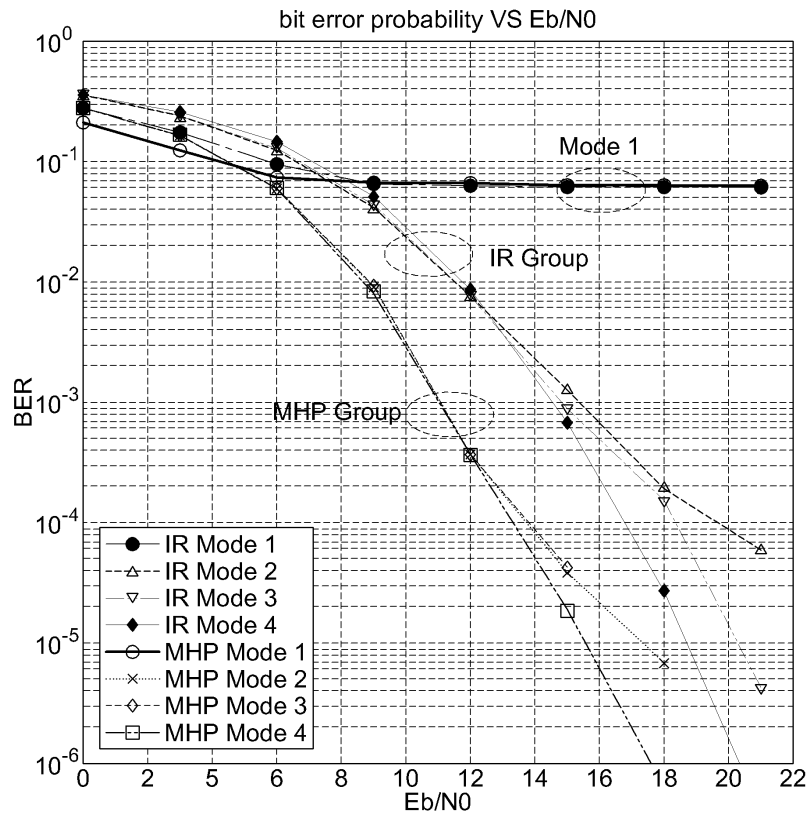


도면3

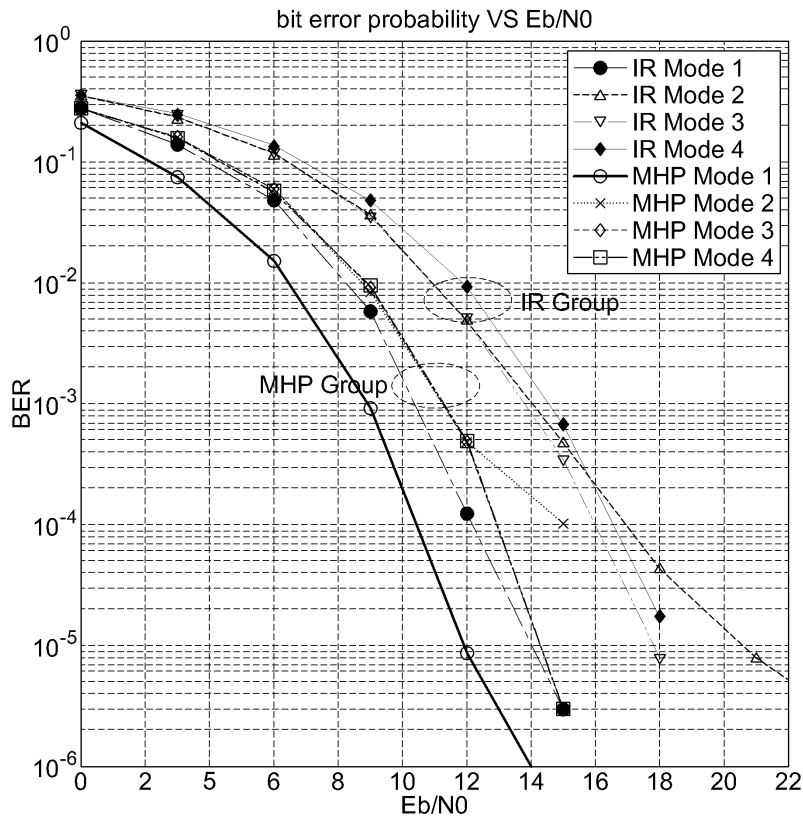
300



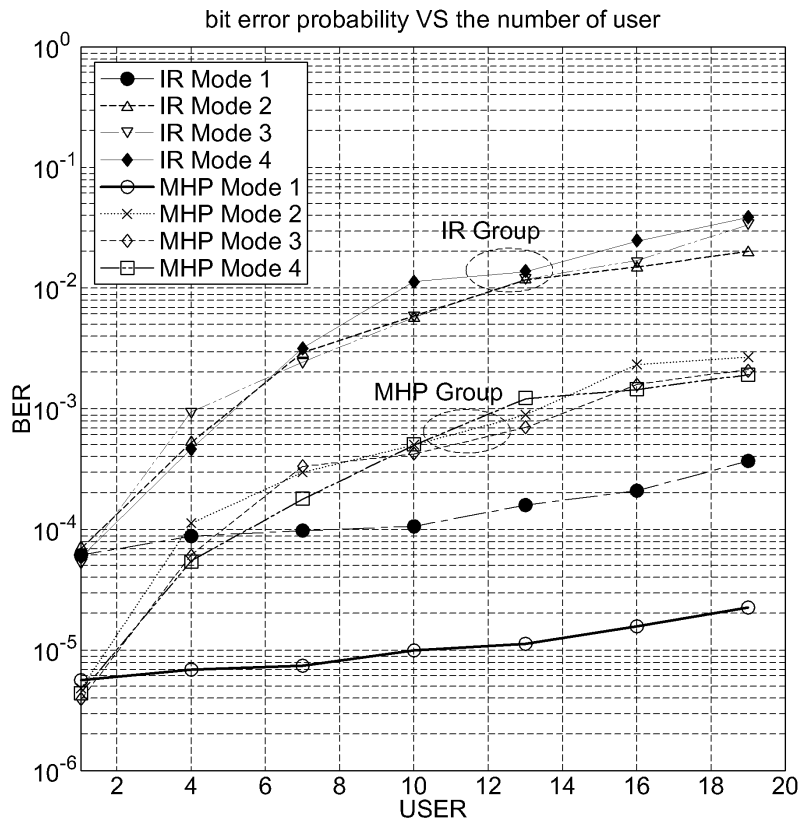
도면4



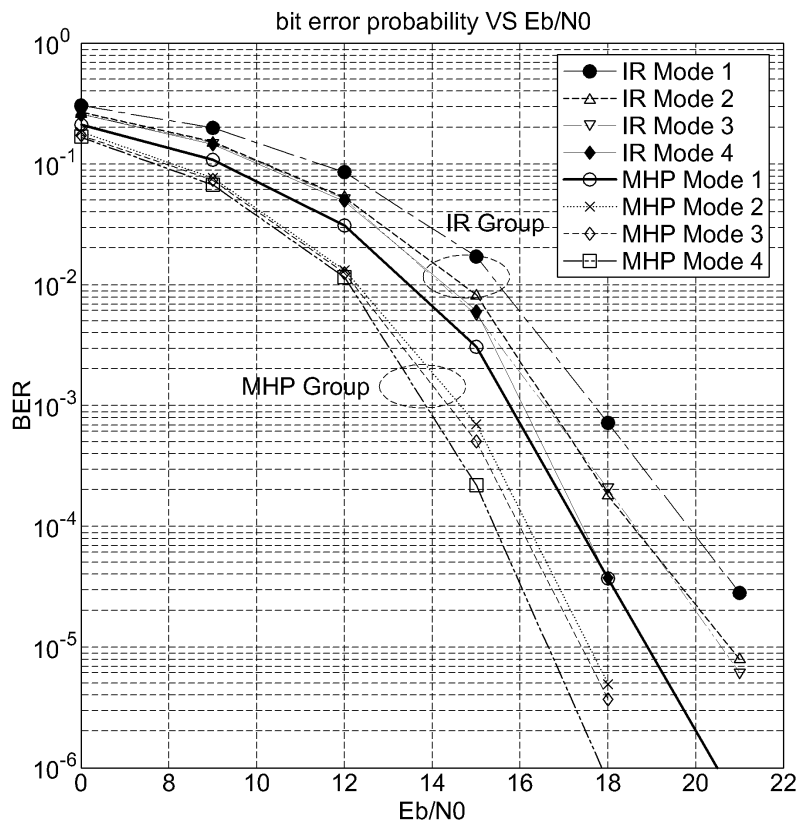
도면5



도면6



도면7



도면8

