



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년05월25일
(11) 등록번호 10-2114796
(24) 등록일자 2020년05월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 5/00 (2006.01) H04L 27/26 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H04L 5/0021 (2013.01)
H04L 27/2615 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0021798
(22) 출원일자 2019년02월25일
심사청구일자 2019년02월25일
(30) 우선권주장
1020190002876 2019년01월09일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020070035935 A
WO2006102403 A2
유홍균, 'PAPR과 ICI의 동시 저감을 위한 개선형 CI/OFDM 시스템 설계와 성능 평가', 한국통신학회 논문지 '08-06 Vol.33 No.6

(73) 특허권자
세종대학교 산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
이성주
서울특별시 광진구 뚝섬로35길 32, 308동 1110호
김나래
서울특별시 동작구 동작대로13길 39-3, 201호
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 노상민

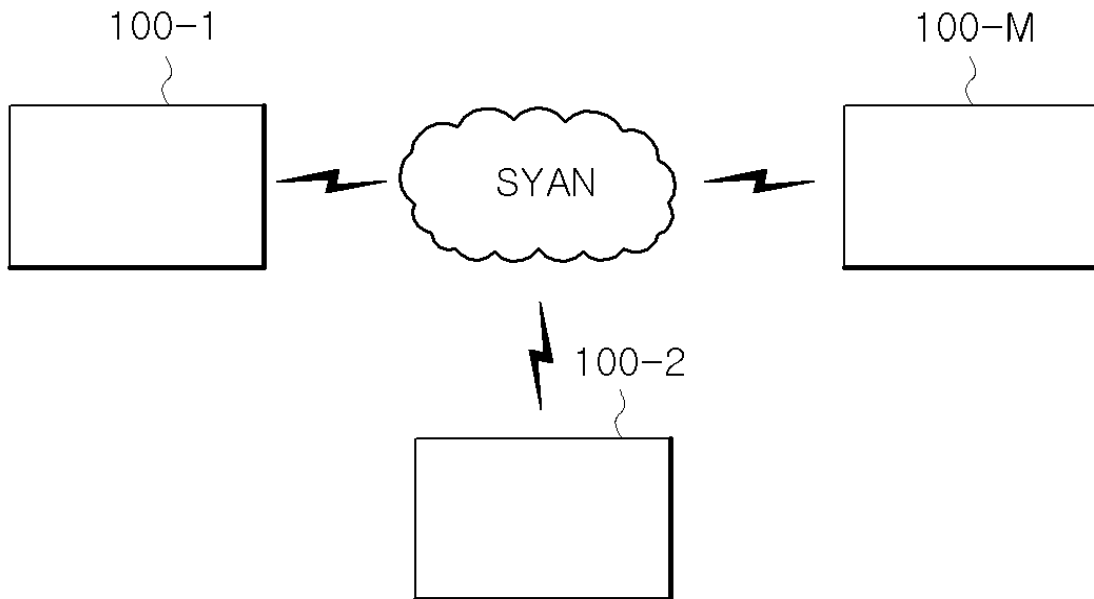
(54) 발명의 명칭 SYAN 기반의 다중 사용자를 고려한 무선 통신 시스템 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 SYAN(Ship and Yard Area Network) 기반의 다중 사용자를 고려한 무선 통신 시스템 및 그 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, SYAN 기반의 다중 사용자를 고려한 무선 통신 방법에 있어서, 상기 SYAN 내 복수의 사용자 단말 각각은 서버로부터 N 비트(N: 부반송파의 수)로 구성된 서로 직교하는 고유의 코드 셋을 할당받

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



는 단계와, 상기 사용자 단말은 송신하고자 하는 데이터를 변조하는 단계와, 변조 데이터에 자신이 할당받은 상기 코드 셋을 곱하여 상기 변조 데이터를 N 비트의 데이터로 확산시키는 단계와, 상기 확산된 N 비트의 데이터를 1 비트의 단위로 구분하고 상기 1 비트 각각마다 서로 상이한 위상 성분을 갖는 N개의 CI 코드 중 하나를 매칭시켜 곱한 다음 모두 합산하는 단계, 및 상기 합산된 데이터를 N개의 부반송파 마다 각각 할당하여 상기 N개의 부반송파를 통하여 동시에 전송하는 단계를 포함한다.

본 발명에 따르면, 전파의 난반사 및 전파 전송 경로의 불확실성이 높은 SYAN 환경에서 다중 사용자를 구분하기 위한 코드 매칭 기술과 주파수 다이버시티를 위한 CI 매칭 기술을 이용한 CI-OFCDM 방식의 무선 통신 기법을 사용하여 무선 통신 성능을 향상시키는 물론, 비트 오류율을 개선할 수 있는 이점을 제공한다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

| | |
|----------|--------------------------|
| 과제고유번호 | 1345276306 |
| 부처명 | 교육부 |
| 연구관리전문기관 | 한국연구재단 |
| 연구사업명 | 개인기초연구(교육부)(R&D) |
| 연구과제명 | SYAN에서의 최적 동작감지기법에 관한 연구 |
| 기여율 | 1/1 |
| 주관기관 | 세종대학교 |
| 연구기간 | 2018.03.01 ~ 2019.02.28 |

명세서

청구범위

청구항 1

SYAN(Ship and Yard Area Network) 기반의 다중 사용자를 고려한 무선 통신 방법에 있어서,

상기 SYAN 내 복수의 사용자 단말 각각은 서버로부터 N 비트(N: 부반송파의 수)로 구성된 서로 직교하는 고유의 코드 셋을 할당받는 단계;

상기 사용자 단말은 송신하고자 하는 데이터를 변조하는 단계;

변조 데이터에 자신이 할당받은 상기 코드 셋을 곱하여 상기 변조 데이터를 N 비트의 데이터로 확산시키는 단계;

상기 확산된 N 비트의 데이터의 1 비트 각각마다 위상 성분이 서로 상이한 N개의 CI 코드 중 하나를 각각 매칭시켜 곱한 다음 모두 합산하는 단계; 및

상기 합산된 데이터를 N개의 부반송파 마다 각각 할당하여 상기 N개의 부반송파를 통하여 동시에 전송하는 단계를 포함하는 다중 사용자를 고려한 무선 통신 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 서버는,

상기 부반송파의 수에 대응하여 서로 직교하는 최대 N개의 코드 셋을 지원하며,

상기 SYAN 내 $M(M \leq N)$ 개의 사용자 단말에 각각 대응하여 서로 직교하는 M개의 코드 셋 중 하나를 랜덤하게 할당하는 다중 사용자를 고려한 무선 통신 방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 N개의 코드 셋은 왈시 코드(Walsh Code)인 다중 사용자를 고려한 무선 통신 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 사용자 단말은,

BPSK 변조 방식을 사용할 경우, 0 또는 1의 값을 포함한 1 비트의 변조 데이터에 상기 코드 셋을 곱하여, 1 비트의 변조 데이터를 상기 N 비트의 데이터로 확산시키는 다중 사용자를 고려한 무선 통신 방법.

청구항 5

SYAN(Ship and Yard Area Network) 기반의 다중 사용자를 고려한 무선 통신 시스템에 있어서,

상기 SYAN 내 복수의 사용자 단말 각각은,

서버로부터 N 비트(N: 부반송파의 수)로 구성된 서로 직교하는 고유의 코드 셋을 할당받아 저장하는 저장부;

송신하고자 하는 데이터를 변조하는 변조부;

변조 데이터에 자신이 할당받은 상기 코드 셋을 곱하여 상기 변조 데이터를 N 비트의 데이터로 확산시키는 코드 매칭부;

상기 확산된 N 비트의 데이터의 1 비트 각각마다 위상 성분이 서로 상이한 N개의 CI 코드 중 하나를 각각 매칭

시켜 곱한 다음 모두 합산하는 CI 매칭부; 및

상기 합산된 데이터를 N개의 부반송파 마다 각각 할당하여 상기 N개의 부반송파를 통하여 동시에 전송하는 전송 부를 포함하는 무선 통신 시스템.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 서버는,

상기 부반송파의 수에 대응하여 서로 직교하는 최대 N개의 코드 셋을 지원하며,

상기 SYAN 내 $M(M \leq N)$ 개의 사용자 단말에 각각 대응하여 서로 직교하는 M개의 코드 셋 중 하나를 랜덤하게 할당하는 다중 사용자를 고려한 무선 통신 시스템.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 N개의 코드 셋은 왈시 코드(Walsh Code)인 다중 사용자를 고려한 무선 통신 시스템.

청구항 8

청구항 5에 있어서,

상기 사용자 단말은,

BPSK 변조 방식을 사용할 경우, 0 또는 1의 값을 포함한 1 비트의 변조 데이터에 상기 코드 셋을 곱하여, 1 비트의 변조 데이터를 상기 N 비트의 데이터로 확산시키는 다중 사용자를 고려한 무선 통신 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 SYAN 기반의 다중 사용자를 고려한 무선 통신 시스템 및 그 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 다중 디바이스(사용자)가 존재하며 매우 열악한 전파 환경을 가진 SYAN(Ship and Yard Area Network)에서 다중 사용자를 고려한 CI-OFCDM 방식의 무선 통신 기법을 사용하여 통신 성능을 향상시킬 수 있는 다중 사용자를 고려한 무선 통신 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 선박 내부(Ship)와 선박 건조 지역(Yard)에서의 채널 환경은 일반적인 채널 환경과 달리 밀폐 지역이 많고 무수한 강철 구조물들이 존재하고 있어 전파 환경이 매우 열악하다.

[0003] 선박 내부는 복잡한 미로와 같이 얽혀있으며 선박 내 각 공간은 비상 시를 고려하여 차폐가 가능하도록 설계되어 있어 전파의 원활한 침투가 매우 어렵다. 또한 선박 건조 지역에는 선박 건조를 위해 미리 만들어 놓은 수많은 강철 블록들과 블록을 만들기 위한 강철 자재들이 혼재되어 있다. 이들 구조물들은 전파의 난반사 및 전파 전송 경로의 불확실성을 극대화시킬 가능성이 매우 크다.

[0004] 하지만, 현재 상용화되고 있는 무선 통신 규격들은 일반적인 전파 환경에서의 서비스를 고려하여 개발되었기 때문에, SYAN(Ship and Yard Area Network)와 같은 특수하고 열악한 전파 환경을 충분히 고려했다고 보기 어렵다.

[0005] 더욱이, 극심한 신호 감쇄 및 매우 긴 다중경로 지연 시간은 신뢰성 있는 무선 통신 시스템을 구성하는데 있어 커다란 걸림돌이 된다. 특히, 열악한 전파 환경에서 수신 성능을 이끌어내기 위해서는 다양한 다이버시티(diversity)를 활용하여야 하며, 주파수 자원 낭비 없이 성능을 향상시키기 위한 노력도 요구된다.

[0006] 또한, 매우 긴 다중경로 신호 지연은 심볼 간 간섭(inter symbol interference)의 원인이 되기 때문에 전송 속도를 원하는 수준까지 높이지 못하는 결과를 가져올 수 있다.

[0007] 현재의 무선 통신 시스템들은 대부분 직교 주파수 분할 방식(OFDM; Orthogonal Frequency Division Multiplexing)을 기반으로 한다. OFDM에서는 전파의 다중경로 지연만큼의 가드 인터벌(guard interval)을 적용

하여 심볼 간 간섭을 회피하고 있다.

- [0008] 그러나, 난반사가 많거나 음영 지역과 같이 신호가 매우 열악한 환경에서는 원하는 성능을 이끌어 내는 것에 한계가 있다. 또한, OFDM 신호는 각 부반송파에 의해 직교성을 유지하면서 송신되며, 각각의 부반송파들이 시간영역에서 불안정한 포락선을 나타내는데, 이것이 동위상으로 더해질 경우 첨두값이 크게 나타나게 되어 높은 PAPR(Peak to Average Power Raid)이 발생하게 된다.
- [0009] 위와 같은 문제를 극복하기 위하여, OFDM 기반의 다양한 통신 방법이 제안되어왔다. 그 중에서 OFDM과 DSSS(Direct Sequence Spread Spectrum) 방식을 혼합한 OFCDM(Orthogonal Frequency Code Division Multiplexing) 방식은 다중 경로 신호를 간섭 신호가 아닌 수신 신호로 만드는 직접 코드 주파수 확산 방식의 장점을 활용하여 특수한 환경에 적합하도록 고안된 방식이다. 그러나 이와 같은 방식은 처리율(throughput)의 한계를 가지며, 다중 디바이스(다중 사용자)가 존재할 경우 throughput 한계가 극심해지는 단점이 있다.
- [0010] 따라서, SYAN과 같은 열악한 전파 환경에서 다중 디바이스가 존재할 경우 PAPR을 감소시킬 수 있고 무선 통신 성능을 향상시킬 수 있는 새로운 통신 기법이 요구된다.
- [0011] 본 발명의 배경이 되는 기술은 한국공개특허 제2006-0022674호(2006.03.10 공개)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 본 발명은, SYAN(Ship and Yard Area Network) 환경에서 다중 사용자를 고려한 CI-OFCDM 방식의 무선 통신 기법을 사용하여 통신 성능을 향상시킬 수 있는 SYAN 기반의 다중 사용자를 고려한 무선 통신 시스템 및 그 방법을 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0013] 본 발명은, SYAN(Ship and Yard Area Network) 기반의 다중 사용자를 고려한 무선 통신 방법에 있어서, 상기 SYAN 내 복수의 사용자 단말 각각은 서버로부터 N 비트(N: 부반송파의 수)로 구성된 서로 직교하는 고유의 코드셋을 할당받는 단계와, 상기 사용자 단말은 송신하고자 하는 데이터를 변조하는 단계와, 변조 데이터에 자신이 할당받은 상기 코드셋을 곱하여 상기 변조 데이터를 N 비트의 데이터로 확산시키는 단계와, 상기 확산된 N 비트의 데이터의 1 비트 각각마다 위상 성분이 서로 상이한 N개의 CI 코드 중 하나를 각각 매칭시켜 곱한 다음 모두 합산하는 단계, 및 상기 합산된 데이터를 N개의 부반송파 마다 각각 할당하여 상기 N개의 부반송파를 통하여 동시에 전송하는 단계를 포함하는 다중 사용자를 고려한 무선 통신 방법을 제공한다.
- [0014] 또한, 상기 서버는, 상기 부반송파의 수에 대응하여 서로 직교하는 최대 N개의 코드셋을 지원하며, 상기 SYAN 내 M(M≤N)개의 사용자 단말에 각각 대응하여 서로 직교하는 M개의 코드셋 중 하나를 랜덤하게 할당할 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 N개의 코드셋은 왈시 코드(Walsh Code)일 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 사용자 단말은, BPSK 변조 방식을 사용할 경우, 0 또는 1의 값을 포함한 1 비트의 변조 데이터에 상기 코드셋을 곱하여, 1 비트의 변조 데이터를 상기 N 비트의 데이터로 확산시킬 수 있다.
- [0017] 그리고, 본 발명은, SYAN(Ship and Yard Area Network) 기반의 다중 사용자를 고려한 무선 통신 시스템에 있어서, 상기 SYAN 내 복수의 사용자 단말 각각은, 서버로부터 N 비트(N: 부반송파의 수)로 구성된 서로 직교하는 고유의 코드셋을 할당받아 저장하는 저장부와, 송신하고자 하는 데이터를 변조하는 변조부와, 변조 데이터에 자신이 할당받은 상기 코드셋을 곱하여 상기 변조 데이터를 N 비트의 데이터로 확산시키는 코드 매칭부와, 상기 확산된 N 비트의 데이터의 1 비트 각각마다 위상 성분이 서로 상이한 N개의 CI 코드 중 하나를 각각 매칭시켜 곱한 다음 모두 합산하는 CI 매칭부, 및 상기 합산된 데이터를 N개의 부반송파 마다 각각 할당하여 상기 N개의 부반송파를 통하여 동시에 전송하는 전송부를 포함하는 무선 통신 시스템을 제공한다.

발명의 효과

- [0018] 본 발명에 따르면, 전파의 난반사 및 전파 전송 경로의 불확실성이 높은 SYAN(Ship and Yard Area Network) 환경에서 다중 사용자를 구분하기 위한 코드 매칭 기술과 주파수 다이버시티를 위한 CI 매칭 기술을 이용한 CI-OFCDM 방식의 무선 통신 기법을 사용하여 무선 통신 성능을 향상시키는 것은 물론, 비트 오류율을 개선할 수 있는 이

점을 제공한다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 SYAN 기반의 다중 사용자를 고려한 무선 통신 시스템을 도시한 도면이다.
- 도 2는 도 1의 무선 통신 시스템을 위한 송신단과 수신단 간의 신호 처리 구성을 나타낸 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따라 SYAN 환경에서 동작하는 사용자 단말의 구성을 나타낸 도면이다.
- 도 4는 도 3의 사용자 단말을 이용한 무선 통신 방법을 설명하는 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 실시예에서 사용자 별 할당된 코드 셋을 예시한 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 실시예에서 코드 매칭을 통한 코드 확산 원리를 설명하는 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 실시예에서 CI 매칭을 통한 주파수 확산 원리를 설명하는 도면이다.
- 도 8은 본 발명의 실시예에 따라 수신단에서의 신호 처리 과정을 나타낸 도면이다.
- 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 무선 통신 시스템과 기존 시스템 간의 성능 비교 결과를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.
- [0021] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 SYAN 기반의 무선 통신 시스템을 도시한 도면이다.
- [0022] 도 1에 도시된 SYAN(Ship and Yard Area Network)은 선박 내부(Ship) 또는 선박 건조 지역(Yard)에 적용되는 네트워크로서, 일반적으로 난반사가 심하고 전송 경로의 불확실성이 높은 열악한 전파 환경의 특성을 가진다.
- [0023] SYAN 내에서 통신하는 복수의 사용자 단말(100)은 M개의 다중 사용자에게 해당한다. 각각의 사용자 단말(100)은 송/수신단을 모두 포함하여, 데이터의 송/수신이 가능한 구조를 가진다. 따라서, 사용자 단말(100)은 데이터를 전송하는 송신 단말 입장일 경우 송신단의 역할을 수행하고, 데이터를 수신하는 수신 단말 입장일 경우 수신단의 역할을 수행하도록 한다.
- [0024] 도 2는 도 1의 무선 통신 시스템을 위한 송신단과 수신단 간의 신호 처리 구성을 나타낸 도면이다.
- [0025] 송신단은 변조 블록, 코드 매칭 블록, CI(Carrier Interferometry) 매칭 블록, IFFT(Inverse FFT) 블록 및 GI(Guard Interval) 삽입 블록을 포함한다. 이러한 송신단에서 코드 매칭 블록 및 CI 매칭 블록을 제외한 나머지 블록들은 기존의 일반적인 OFDM 시스템의 송신단 구조와 동일하다.
- [0026] 도 2에서 코드 매칭 블록은 M개의 다중 사용자를 구분하는 역할을 하며, CI 매칭 블록은 주파수를 확산시켜 주파수 다이버시티 효과를 얻음으로써 무선 통신 성능을 향상시키는 역할을 한다. 이처럼 본 실시예는 다중 사용자 및 열악한 전파 환경을 고려하여 코드 매칭과 CI 매칭을 포함하여 총 2회의 매칭을 수행한다.
- [0027] 송신단에서는 송신하고자 하는 비트 스트림을 변조(Modulation)하고 변조한 데이터에 사용자별 고유한 코드셋을 곱하는 코드 매칭(Code Matching)을 수행하여 데이터를 확산시킨다. 그리고, 코드 매칭을 통해 확산된 데이터의 각 비트마다 서로 다른 위상의 CI 코드를 곱하여 CI 매칭(CI Matching)한 후 IFFT 처리를 통해 시간 도메인의 신호로 변환한 다음 GI를 삽입하여 무선 채널을 통해 송신한다.
- [0028] 수신단 역시 CI 상관 블록, 코드 상관 블록을 제외한 나머지 블록은 일반적인 OFDM 시스템의 수신단 구조와 동일하다. 수신단에서는 송신단과는 역으로 GI 제거 블록, FFT 블록, CI 상관 블록, 코드 상관 블록, 복조 블록을 포함한다. 수신단은 송신단으로부터 수신한 데이터로부터 GI를 제거하고 FFT 처리하여 주파수 도메인의 신호로 변환한 다음, CI 상관(CI Correlation), 코드 상관(CI Correlation)을 진행 후 복조(신호 검출) 과정을 통해 송신 비트 스트림을 검출한다.
- [0029] 이하에서는 SYAN 네트워크에서 무선 통신하는 사용자 단말의 구성을 더욱 상세히 설명한다. 또한, 설명의 편의를 위하여 사용자 단말에 내장된 송수신단 중 송신단을 위주로 설명한다.
- [0030] 도 3은 본 발명의 실시예에 따라 SYAN 환경에서 동작하는 사용자 단말의 구성을 나타낸 도면이고, 도 4는 도 3의 사용자 단말을 이용한 무선 통신 방법을 설명하는 도면이다. 도 3에 나타낸 것과 같이, SYAN 네트워크 내 사

용자 단말(100) 각각은 저장부(110), 변조부(120), 코드 매칭부(130), CI 매칭부(140), 전송부(150)를 포함한다.

- [0031] 먼저, 저장부(110)는 네트워크의 서버(미도시)로부터 N 비트로 구성된 서로 직교하는 고유의 코드 셋(Code Set)을 할당받아 저장한다(S410).
- [0032] 여기서, N은 OFDM에서 부반송파의 수에 해당한다. 이러한 N은 한 심볼의 길이와도 같다. 만일, N=64인 경우 코드 셋 하나는 64 비트로 구성된다.
- [0033] 서버(미도시)는 부반송파 수(N)에 대응하여, 최대 N개의 코드 셋을 지원한다. 물론, 코드 셋 하나당 N 비트로 구성되며 N개의 코드 셋은 서로 직교한다. 예를 들어, 부반송파의 수 N=64인 경우, 최대 64개의 코드 셋을 지원하며, 코드셋 하나당 64 비트의 길이를 가진다. 64개의 코드 셋 각각은 모두 직교하는 특성을 가진다.
- [0034] 이때, 서로 직교하는 N개의 코드 셋은 CDMA 통신에서 사용되는 직교 코드인 왈시 코드(Walsh Code)에 해당할 수 있다. 왈시 코드의 종류는 다양하므로 공지된 것 중에서 선택적으로 사용될 수 있다.
- [0035] 또한, 네트워크 내에 N개(이때, $M \leq N$)의 사용자 단말이 존재할 경우, 서버(미도시)는 다중 사용자인 M개의 사용자 단말에 각각 대응하여 서로 직교하는 M개의 코드 셋 중 하나를 랜덤하게 할당하도록 한다.
- [0036] 예를 들어, 부반송파수 N=64일 때, 사용자 수 M=10이면 지원되는 64개의 코드 셋 중 일부인 10개의 코드 셋을 선택하여 10개의 사용자 단말에 일대일 대응시키고, 사용자 수 M=64이면 지원되는 64개의 코드 셋을 64개 사용자 단말에게 일대일 대응시켜 할당하면 된다.
- [0037] 이에 따라, 네트워크 내 각 사용자당 고유한 하나의 코드 셋이 할당될 수 있다. 이러한 코드 셋은 열악한 전파 환경에서 다중 사용자를 구분하는 역할을 한다.
- [0038] 물론, 본 실시예에서 서버는 사용자 별 할당된 코드셋 정보를 기록한 코드셋 테이블을 네트워크 내 모든 사용자에게 공유함으로써, 추후 네트워크 내 소정 사용자가 외부로부터 신호를 수신하여 검출 시, 수신된 신호가 어떠한 사용자로부터 송출된 신호인지를 알 수 있다.
- [0039] 도 5는 본 발명의 실시예에서 사용자 별 할당된 코드 셋을 예시한 도면이다. 도 5의 (a)는 설명의 편의상 부반송파의 수가 4(N=4)이고 네트워크 내 4명의 사용자가 존재하는 상황을 가정하여 설명한다.
- [0040] 이러한 경우, 서버는 서로 직교하는 4개의 코드 셋(왈시 코드=4)를 지원하며, 각각의 코드 셋은 4 비트의 길이로 구성된다. 4명의 사용자 각각에게 4개의 코드 중 하나가 할당되어 1:1 매칭된다. 즉, 4개의 코드를 4명의 사용자가 나누어 사용하는 것을 알 수 있다.
- [0041] 도 5의 (b)는 부반송파 수가 64이고 네트워크 내 64명의 사용자가 존재하는 상황을 가정한 것이다. 이 경우 최대 64개의 코드 셋(왈시 코드=64)을 지원하며, 코드셋 각각이 64 비트로 구성된다. N=64인 경우 코드 셋의 모든 정보를 도면에서 표현하기 어려워 내용을 축소 도시하였다. 이러한 방식으로 사용자 각각마다 고유의 코드 셋이 부여된다.
- [0042] 변조부(120)는 송신하고자 하는 데이터를 변조한다(S420). 이때, 변조 방식은 BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM 중 선택적으로 사용될 수 있다. 물론 변조 방식은 통신 환경에 따라 변경될 수도 있다.
- [0043] 코드 매칭부(130)는 변조 데이터에 자신이 할당받은 코드 셋을 곱하여 변조 데이터를 N 비트(N: 부반송파의 수)의 데이터로 확산시킨다(S430).
- [0044] 도 6은 본 발명의 실시예에서 코드 매칭을 통한 코드 확산 과정을 설명하는 도면이다.
- [0045] 도 6의 (a)는 BPSK 방식을 통한 1 비트의 변조 데이터에 대해 64 비트의 코드 셋을 곱하여 1비트의 변조 데이터를 64 비트로 늘린 모습을 나타낸다. 물론, 도 6의 (b)는 추후 수신단에서 반대로 사용자별 코드 셋을 이용한 코드 상관을 통해 64 비트의 신호를 해당 사용자의 1 비트의 데이터로 검출한 것을 나타낸다.
- [0046] 이와 같이, BPSK 변조 방식을 사용할 경우, 코드 매칭부(130)는 '0' 또는 '1'의 값을 포함한 1 비트의 변조 데이터에 대해 N 비트의 코드 셋을 곱하여, 1 비트 길이의 변조 데이터를 N 비트 길이의 데이터로 확산한다. 즉, 1 bit를 N bits(OFDM 한 심볼 길이)만큼 확장시킨다.
- [0047] 물론, BPSK의 경우 사용 비트수는 1이고, QPSK의 경우 사용 비트 수가 2이며, 16-QAM의 경우 사용 비트수는 4이고, 64-QAM의 경우 사용 비트수는 6이므로, 변조 방식에 따라 1 비트의 변조 신호를 N 비트로 늘릴 수도 있고

2, 4 또는 6 비트의 변조 신호를 N 비트 길이로 늘릴 수 있다.

- [0048] 만일, 만일 $N=64$ 이고, BPSK 변조를 사용하는 경우 '0' 또는 '1'의 값을 포함한 1 비트의 변조 신호를 64 비트로 늘릴 수 있으며, QPSK 변조를 사용하는 경우 '00', '01', '10' 또는 '11'의 값을 포함한 2 비트의 변조 신호를 64 비트로 늘릴 수 있다.
- [0049] 이처럼, $N=64$ 인 경우 이로 인해 최대 64명의 다중 사용자에게 각각의 코드 셋이 부여됨으로써, 같은 대역으로 각 디바이스(사용자 단말)의 전파 수신에 혼재되더라도 다중 사용자의 신호를 최소한의 손실로 송수신할 수 있다.
- [0050] 이후, CI 매칭부(140)는 확산된 N 비트의 데이터를 1 비트의 단위로 구분하고 1 비트 각각마다 위상 성분이 서로 상이한 N개의 CI(Carrier Interferometry) 코드 중 하나를 각각 매칭하여 곱한 다음 모두 합산한다(S440).
- [0051] 여기서, CI 코드는 확산된 데이터의 총 비트 수에 대응하여 N개가 사용되며 서로 다른 위상 성분의 N개의 CI 코드는 서로 직교성을 가진다.
- [0052] 그리고, 전송부(150)는 합산된 데이터를 N개의 부반송파 마다 각각 할당하여 N개의 부반송파를 통하여 동시에 전송한다(S450).
- [0053] 도 7은 본 발명의 실시예에서 CI 매칭을 통한 주파수 확산 원리를 설명하는 도면이다. 도 7은 확장된 데이터에 모든 부반송파와 서로 직교하는 CI 위상 코드를 곱해주는 CI 매칭 과정을 나타낸다.
- [0054] 설명의 편의상 64명을 4명으로 줄여 $N=4$ 인 것을 가정하여 설명한다. 이 경우, 확산된 데이터는 4 비트이며, CI 매칭부(140)는 4 비트의 데이터를 입력받고 1 비트당 서로 다른 CI 코드를 매칭하여 곱한 다음 모두 합산한다. 합산된 결과는 N개의 각 부반송파 마다 할당되어 진다.
- [0055] 즉, 4 비트의 데이터 중 첫번째 비트(Bit 1)에는 CI_1 이 곱해지고, 두번째 비트(Bit 2)에는 CI_2 가 곱해지고, 세번째 비트(Bit 3)에는 CI_3 이 곱해지고, 네 번째 비트(Bit 4)에는 CI_4 가 곱해지며(⊗ 블록 참조), 곱해진 결과들이 모두 합산(⊕ 블록 참조)된 후 N개의 부반송파 마다 실리게 된다.
- [0056] 간단한 예시로, 부반송파의 수는 4($N=4$)이고, 4명의 유저가 존재하며, 각 유저는 신호 전송 시 BPSK 변조 방식을 사용할 경우를 가정한다.
- [0057] 이때, 첫번째 유저(유저 1)에 할당된 코드 셋은 '1100'이고, 유저 1이 BPSK 방식으로 변조한 데이터가 '1'이라면, 도 6의 원리를 적용하여 데이터 '1'에 코드셋 '1100'을 곱하여, '1100'이라는 4 비트의 데이터로 확장시킨다.
- [0058] 이후, 도 7의 원리에 따라, '1100'을 1 비트씩 구분하여, Bit 1에는 '1', Bit 2에는 '1', Bit 3에는 '0', bit 4에는 '0'을 각각 넣은 다음, 직교하는 CI 코드를 각각 곱한 후(⊗ 블록 참조), 각각의 부반송파에서 이 신호의 합이 부반송파의 입력으로 들어간다(⊕ 블록 참조).
- [0059] 그러면, IFFT의 입력에 해당하는 4개의 부반송파에는 4개의 부반송파와 직교성이 있는 서로 다른 CI 위상 성분이 합쳐 전송되며, 하나의 부반송파에 일정한 위상 오프셋을 갖는 모든 데이터가 포함되어 상호 간의 전력을 상쇄시켜 첨두값을 제거함으로써 PAPR을 감소시키는 효과를 얻을 수 있다.
- [0060] 이와 같이, 본 발명의 실시예는 다중 사용자를 구분하기 위한 코드 매칭과 주파수 다이버시티를 위한 CI 매칭을 사용한 CI-OFCDM 방식의 무선 통신 기법을 제안하며 이를 통해 무선 통신 성능을 높이고 비트 오류율(BER)을 개선한다.
- [0061] 특히, 도 7에서와 같이, 코드 셋을 통하여 1차적으로 확산된 데이터에 직교 CI 확산 코드를 2차적으로 적용하여 N개의 부반송파로 나누어 주파수 확산하는 구조를 가짐에 따라 주파수 다이버시티 효과를 얻게 되므로, 채널 환경의 변화에 따른 BER 성능 손실을 줄일 수 있고, 주파수 선택적 페이딩 채널에 대해서 매우 좋은 성능을 보인다.
- [0062] 또한, 제안한 CI-OFCDM 방식은 하나의 데이터를 모든 부반송파와 직교성이 있는 서로 다른 CI 위상 성분을 합쳐 전송하게 되므로, 하나의 부반송파에 일정한 위상 오프셋을 갖는 모든 데이터가 포함되어 상호 간의 전력을 상쇄시켜 첨두값을 제거함으로써, PAPR(Peak to Average Power Raid)를 감소시키는 효과를 얻을 수 있다.

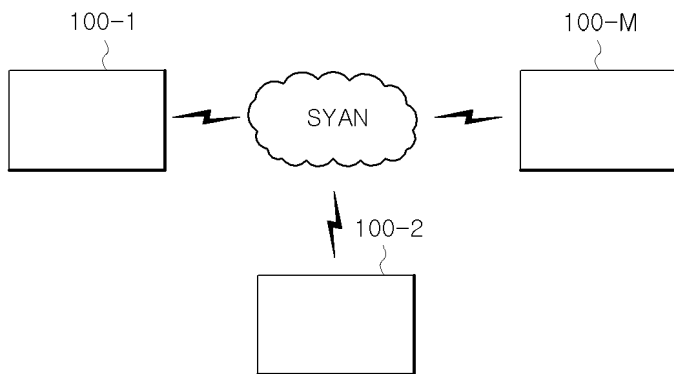
- [0063] 더욱이, 보통 OFCDM 방식을 사용할 경우 매우 긴 다중경로 신호 지연을 극복하기 위해 주파수 확산 과정에서 전송 속도가 매우 낮아지는 단점을 갖는다. 이 경우, 다중 사용자가 존재할 경우 전송 속도 문제를 극복하지 못하며 성능 또한 떨어지게 된다.
- [0064] 하지만, 본 실시예의 경우 1명의 사용자만 존재할 때는 일반 OFCDM 방식과 같이 전송 속도가 떨어지지만, 64명의 다중 사용자가 존재할 경우에는 각각의 독립된 사용자(64명)의 코드 셋을 통하여 기존 OFCDM 방식보다 64배의 전송률(throughput)을 얻을 수 있다.
- [0065] 이와 같이 본 발명은 다중 디바이스(다중 사용자)가 존재하는 매우 열악한 전파 환경에 적합한 CI-OFCDM 방식의 무선 통신 기법을 사용하여 SYAN 환경에서 무선 통신 성능 및 전송률을 향상시킬 수 있다. 물론, 본 발명은 SYAN 네트워크 이외에도 난반사가 심하거나 전송 경로의 불확실성이 높은 매우 열악한 전파 환경을 가지는 네트워크에 대하여 동일한 원리로 적용될 수 있다.
- [0066] 송신단에서 전송된 신호에 대한 수신단에서의 처리는 송신단의 처리 방식과 대응되어 역으로 구성하면 된다.
- [0067] 도 8은 본 발명의 실시예에 따라 수신단에서의 신호 처리 과정을 나타낸 도면이다. 도 8에 나타난 것과 같이, 수신기의 신호 처리 순서는 송신기와 역순이며, 순차적으로 들어온 신호를 병렬로 만들어 Bit 1, Bit 2, ..., Bit N 자리에 넣어주게 된다. 이 신호는 FFT를 거쳐 다음 블록도 과정을 거쳐 복조가 이뤄진다.
- [0068] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 무선 통신 시스템과 기존 시스템 간의 성능 비교 결과를 나타낸 도면이다. 도 9는 기존의 OFDM 방식, CI-OFDM 방식, 그리고 제안한 CI-OFCDM 방식을 포함한 3가지 방식을 AWGN 환경에서 비교한 것이며, 사용자가 한명인 경우와 2명인 경우로 나누어 성능을 검증하였다.
- [0069] 검증 결과, 기존 OFDM보다 CI-OFDM과 CI-OFCDM의 성능이 크게 향상된 것을 볼 수 있다. 하지만, 사용자가 1명인 경우와 2명인 경우를 비교하면, 기존의 CI-OFDM의 경우 사용자가 증가함에 따라 성능이 크게 떨어지는 것을 볼 수 있다. 이와 달리, 제안한 CI-OFCDM 방식의 경우 사용자가 증가하여도 사용자가 1명일 때와 비교하여 성능이 동일한 것을 확인할 수 있다.
- [0070] 일반적으로 선박의 환경에서는 여러 작업자들의 존재함에 따라 LTE, Wi-Fi, 내부 통신 시스템 등 여러 통신 시스템이 혼재되어 존재하게 된다. 제안하는 CI-OFCDM 방식은 이러한 열악한 전파 환경에서 좋은 대안이 될 수 있을 것으로 기대된다.
- [0071] 이상과 같은 본 발명에 따르면, 전파의 난반사 및 전파 전송 경로의 불확실성이 높은 SYAN 환경에서 다중 사용자를 구분하기 위한 코드 매칭 기술과 주파수 다이버시티를 위한 CI 매칭 기술을 이용한 CI-OFCDM 방식의 무선 통신 기법을 사용하여 무선 통신 성능을 향상시킬 수 있는 물론, 비트 오류율을 개선할 수 있는 이점을 제공한다.
- [0072] 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

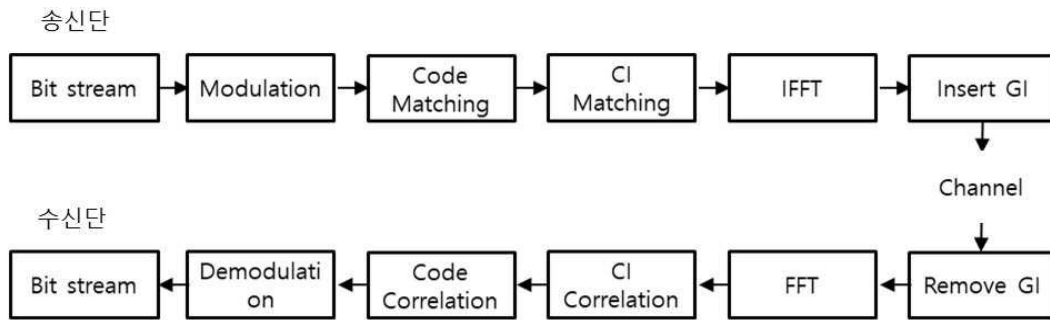
- [0073] 100: 사용자 단말 110: 저장부
- 120: 변조부 130: 코드 매칭부
- 140: CI 매칭부 150: 전송부

도면

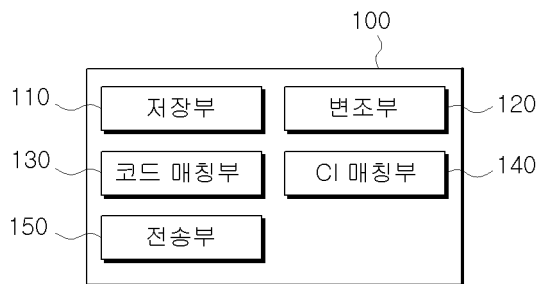
도면1



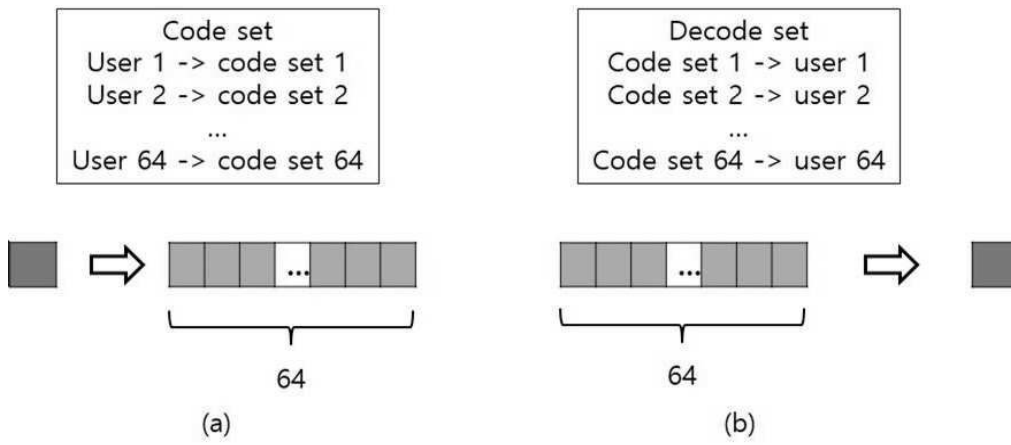
도면2



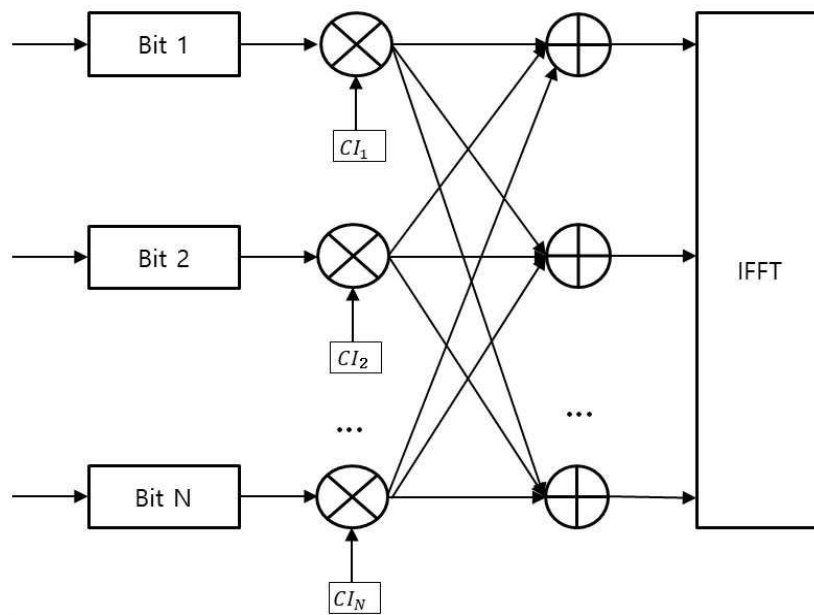
도면3



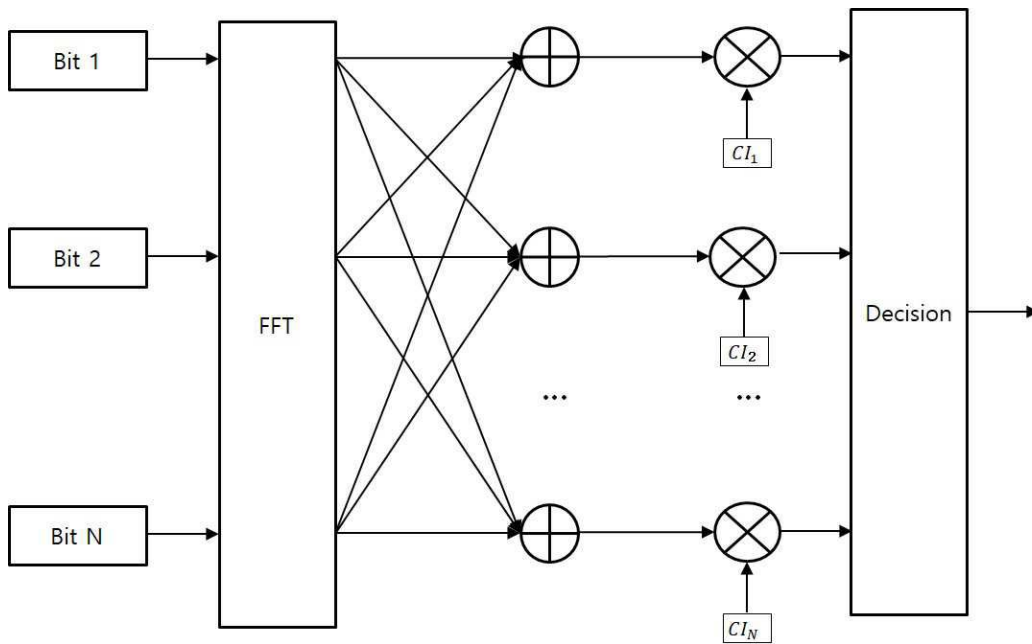
도면6



도면7



도면8



도면9

