



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0024047
(43) 공개일자 2009년03월06일

- | | |
|--|---|
| <p>(51) Int. Cl.
H04L 27/26 (2006.01) H04B 7/26 (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2007-0099954</p> <p>(22) 출원일자 2007년10월04일
심사청구일자 없음</p> <p>(30) 우선권주장
1020070088830 2007년09월03일 대한민국(KR)</p> | <p>(71) 출원인
엘지전자 주식회사
서울특별시 영등포구 여의도동 20번지</p> <p>(72) 발명자
천진영
경기 안양시 동안구 호계1동 LG연구소
임빈철
경기 안양시 동안구 호계1동 LG연구소
(뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인
양문옥</p> |
|--|---|

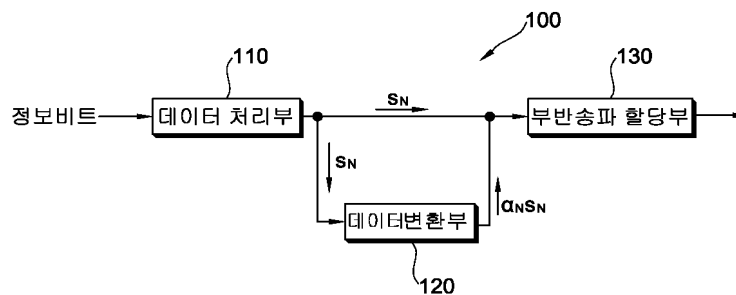
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 반복 코딩을 이용한 데이터 전송 방법

(57) 요약

무선통신 시스템에서의 데이터 전송방법을 제공한다. 상기 방법은 반복 코딩(repetition coding)을 이용하여 전송될 원본 데이터와 동일한 사본 데이터를 생성하는 단계, 상기 사본 데이터의 위상을 변환하는 단계, 및 상기 원본 데이터와 상기 위상 변환된 사본 데이터를 전송하는 단계를 포함한다. 반복 코딩의 결과인 원본 데이터와 사본 데이터를 구분하여, 사본 데이터를 원본 데이터와 다른 크기 또는 위상을 가진 변조 심벌에 맵핑하여 데이터를 전송함으로써 일반적인 반복 코딩의 경우에서와 달리 PAPR을 낮출 수 있다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

고현수

경기 안양시 동안구 호계1동 LG연구소

박성호

경기 안양시 동안구 호계1동 LG연구소

김수남

경기 안양시 동안구 호계1동 LG연구소

특허청구의 범위

청구항 1

무선통신 시스템에서의 데이터 전송방법에 있어서,
반복 코딩(repetition coding)을 이용하여 전송될 원본 데이터와 동일한 사본 데이터를 생성하는 단계;
상기 사본 데이터의 위상을 변환하는 단계; 및
상기 원본 데이터와 상기 위상 변환된 사본 데이터를 전송하는 단계를 포함하는 데이터 전송방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
상기 원본 데이터와 상기 위상 변환된 사본 데이터는 주파수 영역 또는 시간 영역에서 각각 국부적으로 밀집된, 데이터 전송방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
상기 위상 변환된 사본 데이터는 주파수 영역 또는 시간 영역에서 상기 원본 데이터 사이에 분산 배치되는, 데이터 전송방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
상기 사본 데이터의 위상은 유니터리 행렬 C에 의하여 변환되는 것을 포함하되, 상기 유니터리 행렬

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & j & -1 & -j \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & -j & -1 & j \end{bmatrix}$$

인, 데이터 전송방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
상기 사본 데이터의 위상은 CAZAC 시퀀스에 의하여 변환되는 것을 포함하는 데이터 전송방법.

청구항 6

무선통신 시스템에서의 데이터 전송방법에 있어서,
반복 코딩을 이용하여 전송될 원본 데이터와 동일한 사본 데이터를 생성하는 단계;
상기 사본 데이터의 크기 및 위상을 변환하는 단계; 및
상기 원본 데이터와 상기 크기 및 위상이 변환된 사본 데이터를 전송하는 단계를 포함하는 데이터 전송방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,
상기 사본 데이터의 크기 및 위상을 변환한 후 상기 원본 데이터와 상기 사본 데이터를 전송하는데 사용되는 주파수 영역에서 DFT(Discrete Fourier Transform)을 수행하고, 전체 주파수 대역에 걸쳐 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)을 수행하는 단계를 더 포함하는, 데이터 전송방법.

청구항 8

전송될 원본 데이터를 반복 코딩하여 사본 데이터를 생성하는 데이터 처리부;

상기 사본 데이터의 위상을 변환하는 데이터 변환부; 및

상기 원본 데이터와 상기 위상이 변환된 사본 데이터를 부반송파에 할당하는 부반송파 할당부를 포함하는 데이터 전송기.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

<1> 본 발명은 무선 통신에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 반복 코딩을 이용한 데이터 전송 방법에 관한 것이다.

배경기술

<2> 차세대 통신 시스템인 4세대(4G: 4th Generation) 이동 통신 시스템에서는 약 100Mbps의 전송 속도를 가지는 다양한 서비스 품질(Quality of Service; 이하QoS)을 가지는 서비스들을 사용자들에게 제공하기 위한 활발한 연구가 진행되고 있다. 상기 4세대 이동 통신 시스템은 이전 세대의 이동 통신 시스템들과 같이 단순한 무선 통신 서비스에 그치지 않고 유선 통신 네트워크와 무선 통신 네트워크와의 효율적 연동 및 통합 서비스를 목표로 하여 표준화되고 있다.

<3> 이렇게, 음성 위주의 서비스를 벗어나 영상, 무선 데이터 등의 다양한 정보를 처리하고 전송할 수 있는 고속 대용량 통신 시스템이 요구됨에 따라, 무선 통신 네트워크에 유선 통신 네트워크의 용량(capacity)에 근접하는 대용량 데이터를 전송할 수 있는 기술 개발이 요구되고 있다.

<4> 따라서, 정보 손실의 감소를 최소화하고, 시스템 전송 효율을 높임으로써 시스템 성능을 향상시킬 수 있는 적절한 채널 부호화(channel coding) 방식이 필수적인 요소로 작용하게 되었다. 일반적으로, 이러한 정보의 손실을 감소시키기 위해 채널의 성격에 따라 다양한 채널 코딩(Channel Coding)을 이용하여 시스템의 신뢰도를 높이는 데, 채널 코딩을 위한 방법에는 반복 코딩(repetition coding)이 있다. 반복 코딩은 전송할 원본 데이터를 반복하여 다수의 원본 데이터와 동일한 데이터를 생성한다. 따라서 원본 데이터와 함께 원본 데이터와 동일한 사본 데이터를 생성하여 전송함으로써 전송 오류의 확률을 줄일 수 있다.

<5> 일반적으로 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 시스템은 서브 채널의 스펙트럼은 상호 직교성을 유지하면서 서로 중첩되어 있어 스펙트럼 효율이 좋고, OFDM 변복조가 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)와 고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transform; FFT, 이하 FFT라 함)에 의해 구현되기 때문에 변복조부의 효율적인 디지털 구현이 가능하고, 주파수 선택적 페이딩이나 협대역 간섭에 대한 강하다

<6> 이러한 장점에도 불구하고, OFDM 시스템은 높은 피크 전력 대 평균 전력비(Peak-to-Average Power Ratio ; 이하 PAPR)를 갖는 단점이 있다. OFDM은 많은 반송파들을 이용하여 데이터를 전송하므로 최종 OFDM 신호는 진폭의 크기가 각 반송파의 진폭 크기의 합이 되어 진폭의 변화 폭이 심하며, 각 반송파들의 위상이 일치한다면 매우 큰 값을 가지게 된다. 특히 OFDM 시스템에서 반복 코딩을 이용하는 경우 동일한 데이터가 반복적으로 전송되고, 상향링크의 경우는 자원 할당 영역이 직사각형 형태가 아니기 때문에 PAPR을 낮추기가 더욱 어려워 시스템의 성능 열화를 야기할 수 있다.

<7> 반복 코딩을 이용하여 데이터를 전송하는 경우 PAPR을 낮추는 방법이 요구된다.

발명의 내용

해결하고자하는 과제

<8> 본 발명의 기술적 과제는 반복 코딩에 의해 얻어진 데이터를 나누어 다른 변조 심벌에 맵핑함으로써 PAPR을 낮추는 반복 코딩을 이용한 데이터 전송방법을 제공함에 있다.

과제 해결수단

- <9> 본 발명의 일 양태에 따르면, 무선통신 시스템에서의 데이터 전송방법을 제공한다. 상기 방법은 반복 코딩(repetition coding)을 이용하여 전송될 원본 데이터와 동일한 사본 데이터를 생성하는 단계, 상기 사본 데이터의 위상을 변환하는 단계, 및 상기 원본 데이터와 상기 위상 변환된 사본 데이터를 전송하는 단계를 포함한다.
- <10> 본 발명의 다른 양태에 따르면, 무선통신 시스템에서의 데이터 전송방법을 제공한다. 상기 방법은 반복 코딩을 이용하여 전송될 원본 데이터와 동일한 사본 데이터를 생성하는 단계, 상기 사본 데이터의 크기 및 위상을 변환하는 단계, 및 상기 원본 데이터와 상기 크기 및 위상이 변환된 사본 데이터를 전송하는 단계를 포함한다.
- <11> 본 발명의 또 다른 양태에 따르면, 전송될 원본 데이터를 반복하여 사본 데이터를 생성하는 데이터 처리부, 상기 사본 데이터의 위상을 변환하는 데이터 변환부, 및 상기 원본 데이터와 상기 위상이 변환된 사본 데이터가 실리는 부반송파를 할당하는 부반송파 할당부를 포함하는 데이터 전송기를 제공한다.

효 과

- <12> 본 발명은 반복 코딩의 결과인 원본 데이터와 사본 데이터를 구분하여, 사본 데이터를 원본 데이터와 다른 크기 또는 위상을 가진 변조 심벌에 맵핑하여 데이터를 전송함으로써 일반적인 반복 코딩의 경우에서와 달리 PAPR을 낮출 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <13> 이하, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있을 정도로 상세하게 설명하기 위하여, 이 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조로 설명하기로 한다. 그러나 본 실시예가 이하에서 개시되는 실시예에 한정할 것이 아니라 서로 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 도면에서의 요소의 형상등은 보다 명확한 설명을 강조하기 위하여 과장되게 표현된 부분이 있을 수 있으며, 도면상에서 동일 부호로 표시된 요소는 동일 요소를 의미한다.
- <14> 도 1은 무선통신 시스템을 나타낸 블록도이다. 무선통신 시스템은 음성, 패킷 데이터 등과 같은 다양한 통신 서비스를 제공하기 위해 널리 배치된다.
- <15> 도 1을 참조하면, 무선통신 시스템은 단말(10; User Equipment, UE) 및 기지국(20; Base Station, BS)을 포함한다. 단말(10)은 고정되거나 이동성을 가질 수 있으며, MS(Mobile Station), UT(User Terminal), SS(Subscriber Station), 무선기기(wireless device) 등 다른 용어로 불릴 수 있다. 기지국(20)은 일반적으로 단말(10)과 통신하는 고정된 지점(fixed station)을 말하며, 노드-B(Node-B), BTS(Base Transceiver System), 액세스 포인트(Access Point) 등 다른 용어로 불릴 수 있다. 하나의 기지국(20)에는 하나 이상의 셀이 존재할 수 있다.
- <16> 이하에서 하향링크(downlink)는 기지국(20)에서 단말(10)로의 통신을 의미하며, 상향링크(uplink)는 단말(10)에서 기지국(20)으로의 통신을 의미한다. 하향링크에서 전송기는 기지국(20)의 일부분일 수 있고, 데이터 수신장치는 단말(10)의 일부분일 수 있다. 상향링크에서 전송기는 단말(10)의 일부분일 수 있고, 데이터 수신장치는 기지국(20)의 일부분일 수 있다.
- <17> 하향링크와 상향링크 전송을 위한 다중 접속 방식은 서로 다를 수 있다. 예를 들어, 하향링크는 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access)를 사용하고, 상향링크는 SC-FDMA(Single Carrier-Frequency Division Multiple Access)를 사용할 수 있다.
- <18> 무선통신 시스템에 적용되는 다중 접속 기법에는 제한이 없다. CDMA(Code Division Multiple Access), TDMA(Time Division Multiple Access), FDMA(Frequency Division Multiple Access), SC-FDMA(Single-Carrier FDMA), OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 또는 공지된 다른 변조 기술들과 같은 다중 접속 기법들에 기초할 수 있다. 이들 변조 기법들은 통신 시스템의 다중 사용자들로부터 수신된 신호들을 복조하여 통신 시스템의 용량을 증가시킨다. 설명을 명확히 하기 위해, 이하에서는 OFDMA 기반의 무선통신 시스템에 대하여 설명한다.
- <19> OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)은 다수의 직교 부반송파(subcarrier)를 이용한다. OFDM은 IFFT(inverse fast Fourier Transform)과 FFT(fast Fourier Transform) 사이의 직교성 특성을 이용한다. 송신기에서 데이터는 IFFT를 수행하여 전송한다. 데이터 수신장치에서 수신신호에 대해 FFT를 수행하여 원래 데이터를 복원한다. 송신기는 다중 부반송파들을 결합하기 위해 IFFT를 사용하고, 다중 부반송파들을 분리하기 위해

데이터 수신장치는 대응하는 FFT를 사용한다. OFDM에 의하면, 광대역 채널의 주파수 선택적 페이딩(frequency selective fading) 환경에서 데이터 수신장치의 복잡도를 낮추고, 부반송파간의 상이한 채널 특성을 활용하여 주파수 영역에서의 선택적 스케줄링 등을 통해 주파수 효율(spectral efficiency)을 높일 수 있다. OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access)는 OFDM을 기반으로 한 다중 접속 방식이다. OFDMA에 의하면 다중 사용자에게 상이한 부반송파를 할당함으로써 무선자원의 효율성을 높일 수 있다.

- <20> 도 2는 프레임 구조의 일 예를 나타낸다. 프레임은 물리적 사양에 의해 사용되는 고정된 시간 동안의 데이터 시퀀스이다. 이는 OFDMA 프레임일 수 있다.
- <21> 도 2를 참조하면, 프레임은 하향링크 프레임과 상향링크 프레임을 포함한다. 시간 분할 이중(Time Division Duplex)은 상향링크와 하향링크 전송이 동일 주파수를 공유하지만 서로 다른 시간에 일어나는 방식이다. 하향링크 프레임은 상향링크 프레임보다 시간적으로 앞선다. 하향링크 프레임은 프리앰블(preamble), FCH(Frame Control Header), DL(Downlink)-MAP, UL(Uplink)-MAP, 하향링크 버스트(DL burst) 영역을 포함한다. 상향링크 프레임은 상향링크 버스트(UL burst) 영역을 포함한다.
- <22> 상향링크 프레임과 하향링크 프레임을 구분하기 위한 보호시간(guard time)이 프레임의 중간 부분(하향링크 프레임과 상향링크 프레임 사이)과 마지막 부분(상향링크 프레임 다음)에 삽입된다. TTG(transmit/receive transition gap)는 다운링크 버스트와 계속되는(subsequent) 상향링크 버스트 사이의 간격이다. RTG(receive/transmit transition gap)는 상향링크 버스트와 계속되는 하향링크 버스트 사이의 간격이다.
- <23> 프리앰블은 기지국과 이동국 간의 초기 동기, 셀 탐색, 주파수 오프셋 및 채널 추정에 사용된다. FCH는 DL-MAP 메시지의 길이와 DL-MAP 메시지에 사용되는 반복 코딩(repetition coding)정보를 포함한다. DL-MAP은 DL-MAP 메시지가 전송되는 영역이다. DL-MAP 메시지는 하향링크 채널의 접속을 정의한다. DL-MAP 메시지는 DCD(Downlink Channel Descriptor)의 구성 변화 카운트 및 기지국 ID(identifier)를 포함한다.
- <24> DCD는 현재 맵에 적용되는 하향링크 버스트 프로파일(downlink burst profile)을 기술한다. 하향링크 버스트 프로파일은 하향링크 물리 채널의 특성을 말하며, DCD는 DCD 메시지를 통해 주기적으로 기지국에 의해 전송된다. UL-MAP은 UL-MAP 메시지가 전송되는 영역이다. UL-MAP 메시지는 상향링크 채널의 접속을 정의한다. UL-MAP 메시지는 UCD(Uplink Channel Descriptor)의 구성 변화 카운트, UL-MAP에 의해 정의되는 상향링크 할당의 유효 시작 시각을 포함한다.
- <25> UCD는 상향링크 버스트 프로파일(uplink burst profile)을 기술한다. 상향링크 버스트 프로파일은 상향링크 물리 채널의 특성을 말하며, UCD는 UCD 메시지를 통해 주기적으로 기지국에 의해 전송된다.
- <26> 상향링크 프레임의 일부에는 패스트 피드백 영역(fast feedback region)이 포함된다. 패스트 피드백 영역은 일반적인 상향링크 데이터에 비해 보다 신속한 상향링크 전송을 위해 할당되는 영역으로, CQI나 ACK/NACK 신호 등이 실릴 수 있다. 패스트 피드백 영역은 링크 프레임 어디에도 위치할 수 있으며, 반드시 도시된 위치나 크기에 한정되지 않는다.
- <27> 이하에서, 슬롯(slot)은 최소한의 가능한 데이터 할당 유닛으로, 시간과 부반송파(subchannel)로 정의된다. 상향링크에서 부반송파는 다수의 타일(tile)로 구성될 수 있다(construct). 부반송파는 6 타일로 구성되고, 상향링크에서 하나의 버스트는 3 OFDM 심벌과 1 부반송파로 구성될 수 있다.
- <28> PUSC(Partial Usage of Subchannels) 순열(permutation)에 있어서, 각 타일은 3 OFDM 심벌 상에서 4 인접하는 부반송파를 포함할 수 있다. 선택적인(optional) PUSC 순열에 있어서, 각 타일은 3 OFDM 심벌 상에서 3 인접하는 부반송파를 포함할 수 있다. 부반송파에 포함되는 타일은 전 대역에 분산되어 배치된다.
- <29> 빈(bin)은 OFDM 심벌 상에서 9 인접하는(contiguous) 부반송파를 포함한다. 밴드(band)는 빈의 4 행(row)의 그룹을 말하고, AMC(Adaptive modulation and Coding) 부반송파는 동일한 밴드에서 6 인접하는 빈들로 구성된다.
- <30> 반복 코딩에 관한 정보를 포함하는 상기 FCH는 본 발명이 도 2에서의 프레임 구조를 가진 시스템에 적용되는 경우의 일 예일 뿐, 이외에도 다른 프레임 구조에서의 다른 채널에 포함될 수 있으며, 반드시 도 2의 프레임 구조에 한정되지 않는다. 이하에서는 본 발명에 따른 반복 코딩을 이용하여 데이터를 전송하는 장치 및 방법에 관하여 기술한다.
- <31> 도 3은 본 발명의 일 예에 따른 전송기의 블록도이다.
- <32> 도 3을 참조하면, 전송기(100)는 데이터 처리부(110), 데이터 변환부(120) 및 부반송파 할당부(130)를

포함한다. 전송기(100)는 기지국(base station; BS)의 일부일 수 있다. 기지국은 일반적으로 단말과 통신하는 고정된 지점(fixed station)을 말하며, 노드-B(node-B), BTS(base transceiver system), 액세스 포인트(access point) 등 다른 용어로 불릴 수 있다.

- <33> 데이터 처리부(110)는 입력되는 정보비트를 반복 코딩하여 정보비트와 동일한 사본 정보비트를 생성하고, 상기 정보비트와 상기 사본 정보비트를 신호 constellation상의 위치를 표현하는 데이터 심벌로 맵핑한다. 이하에서 정보비트가 맵핑되어 생성되는 심벌 차원의 데이터를 원본 데이터라 하고, 상기 사본 정보비트가 맵핑되어 생성되는 심벌 차원의 데이터를 사본 데이터라 한다.
- <34> 사본데이터의 개수는 시스템에서 정해진 반복 횟수에 따라 다르다. 반복 코딩 횟수에 관한 정보는 도 2의 프레임 구조를 가진 시스템에서는 전송기가 FCH를 통해서 수신기로 시그널링해주는 것으로서, 반복(repetition)의 횟수에는 제한이 없으며, 시스템에 따라 반복은 2, 4 또는 6회로 설정될 수 있다. 반복 횟수가 2회일 경우 원본 데이터와 동일한 사본 데이터가 1개 생성된다.
- <35> 데이터 처리부(110)는 원본 데이터와 사본 데이터를 구분하여, 원본 데이터를 부반송파 할당부(130)로 보내고, 사본 데이터를 데이터 변환부(120)로 보낸다.
- <36> 데이터 변환부(120)는 사본 데이터의 위상, 크기 또는 위상 및 크기를 변환시켜 부반송파 할당부(130)로 보낸다. 이하에서 원본 데이터를 S_N 이라 한다. 데이터 변환부(120)에 의해 위상이 θ 만큼 변환되고 크기가 k 배인 사본 데이터는 $ke^{j\theta} S_N$ 이다. θ 는 동일한 정보비트에 대한 원본 데이터와 사본 데이터의 위상차이고, k 는 원본 데이터에 대한 사본 데이터의 크기의 비(Ratio)이다. 편의상 $e^{j\theta}$ 를 a 라 하면, 데이터 변환부(120)를 통과한 사본 데이터는 $ka S_N$ 이 된다. 여기서 k 가 1이면 사본 데이터는 원본 데이터의 위상만이 변환된 것이고, a 가 1이면 사본 데이터는 원본 데이터의 크기만이 변환된 것이다. 또한 k 와 a 는 변수이므로 이 두개의 변수가 각각 독립적으로 변화할 경우 사본 데이터는 원본 데이터의 위상과 크기가 모두 변환된 것일 수도 있다.
- <37> 데이터 변환부(120)는 원본 데이터의 크기만을 변환하여 사본 데이터를 생성할 수도 있고, 원본 데이터의 위상만을 변환하여 사본 데이터를 생성할 수도 있으며, 원본 데이터의 크기 및 위상을 모두 변환하여 사본 데이터를 생성할 수도 있다. 이렇게 원본 데이터와 사본 데이터간에 위상 또는 크기를 달리하여 데이터를 전송할 경우 PAPR을 낮출 수 있다.
- <38> 부반송파 할당부(130)는 입력되는 원본 데이터와 사본 데이터를 적절한 부반송파에 할당하고, 사용자에게 따라 다중화한다. 부반송파 할당부(130)는 SC-FDMA 뿐만 아니라 OFDM등 다양한 다중화 기법을 이용할 수 있다.
- <39> 반복 코딩을 사용하는 경우 일반적으로 동일한 데이터 신호를 반복하게 되므로 PAPR 이 높아지게 된다. 그러나 원본 데이터와 사본 데이터의 크기 또는 위상을 달리하여 반복 코딩을 하고, 원본 데이터와 사본 데이터에 대해 DFT(Discrete Fourier Transform)(또는 IDFT(Inverse Discrete Fourier Transform)) 및 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)를 수행하여 (SC FDMA의 형태) 전송하게 되면 PAPR(Peak-to-Average Power Ratio) 면에서 이득을 얻을 수 있다.
- <40> SC-FDMA 방식에 있어서, 부반송파 할당부(130)는 원본 데이터 또는 사본 데이터를 전송하는데 사용되는 주파수 대역인, 인접한 부반송파에 대해 DFT를 수행할 수 있다. 하나의 OFDM 심벌상에서 상기 인접한 부반송파에 대해 DFT 과정을 거친 데이터는 주파수 영역의 신호로 변환된다. 부반송파 할당부(130)는 DFT과정을 거친 신호에 대해 전체 주파수 대역에 걸쳐 IFFT 를 수행하여 시간 영역의 신호로 변환한다.
- <41> OFDMA 방식을 사용할 경우, 전송기는 상기 SC-FDMA 방식에서와 달리 DFT 과정없이 부반송파를 바로 IFFT하여 시간 영역의 신호로 변환할 수 있다. 이러한 방식으로 OFDM 심벌마다 DFT 확산을 한 후에 IFFT를 수행하게 되면 낮은 PAPR특성을 유지할 수 있다.
- <42> 크기 또는 위상을 달리하는 간단한 방법의 일 예로서 원본 데이터에 유니터리 행렬(unitary matrix)을 적용하는 경우를 들 수 있다. 즉, 원본 데이터에 N 차원 유니터리 행렬을 곱하면 1개의 원본 데이터와 $N-1$ 개의 사본 데이터를 구할 수 있다.
- <43> 수학식 1은 유니터리 행렬을 이용하여 사본 데이터를 생성하는 방법의 일 예이다. 행렬 C 는 4×4 인 유니터리 행렬이다.

수학식 1

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & j & -1 & -j \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & -j & -1 & j \end{bmatrix}$$

<44>

<45> 예를 들어, 행렬 C가 적용되는 4개의 원본 데이터를 S_0, S_1, S_2, S_3 이라 하면, C의 첫번째 열인 1,1,1,1에 의해 원본 데이터와 동일한 1개의 사본 데이터 S_0, S_1, S_2, S_3 가 생성되고, 나머지 3개의 사본 데이터는 각각 $S_0, jS_1, -S_2, -jS_3$ 와 $S_0, -S_1, S_2, -S_3$ 그리고 $S_0, -jS_1, -S_2, jS_3$ 가 된다.

<46> 크기 또는 위상을 달리하는 간단한 방법의 다른 예로서 Zadoff-Chu(ZC) CAZAC(Constant Amplitude Zero Auto-Correlation) 시퀀스를 적용할 수 있다. CAZAC 시퀀스 중 하나인 ZC CAZAC 시퀀스는 N을 양의 정수인 CAZAC 시퀀스의 길이, 인덱스 M을 N에 비교하여(relatedly) 소수(prime)(M은 N 이하의 자연수이고 N과 서로 소수이다)라 할 때, M번째 CAZAC 시퀀스의 k번째 요소(element)는 다음 수학식 2과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 2

$$c(k; N, M) = \exp \left\{ -\frac{j\pi M k(k+1)}{N} \right\} \quad N \text{이 홀수(odd)일 때}$$

<47>

$$c(k; N, M) = \exp \left\{ -\frac{j\pi M k^2}{N} \right\} \quad L \text{이 짝수(even)일 때}$$

<48>

<49> 이는 예시에 불과하고 상관 특성이 우수한 기타 다른 시퀀스를 적용할 수 있다. 서로 다른 단말끼리는 서로 다른 순환 쉬프트(circular shift) 값을 갖는 ZC CAZAC 시퀀스를 적용하여 채널 구분을 할 수 있다.

<50> 상술한 원본 데이터의 크기 또는 위상을 변환하여 사본 데이터를 생성하는데 사용되는 유니터리 행렬 C나 CAZAC 시퀀스는 예시에 불과하다. 즉, 사본 데이터를 생성하는데 사용되는 유니터리 행렬은 4×4 이외에도 3×3 , 5×5 등이 될 수도 있고, 크기 k도 1이 아닌 2 또는 3등이 될 수도 있으며, 사본 데이터간에 직교성을 유지시킬 수 있는 어떠한 행렬이 사용될 수 있음은 물론이다.

<51> 이하에서 반복 코딩의 방법에 대해 자세히 기술한다. 설명의 명확성을 기하기 위해 반복이 2인 경우 및 크기 $k=1$ 인 것을 예로 들어 설명한다.

<52> 도 4는 본 발명의 다른 예에 따른 반복 코딩의 방법을 나타낸다.

<53> 도 4를 참조하면, 반복 코딩 방법은 정보비트를 소 데이터 단위로 반복하는 것을 포함한다. 즉, 상기 방법에 의하면 반복 코딩의 결과는 무선자원영역(시간영역 또는 주파수 영역)에서 볼 때 원본 데이터 사이에 사본 데이터가 분산 배치된 형태이다. 따라서 $S_0, a_0S_0, S_1, a_1S_1, S_2, a_2S_2, \dots, S_N, a_NS_N$ 과 같이 원본 데이터 하나당 사본 데이터 하나가 부가된다. 여기서 원본 데이터와 사본 데이터간의 위상차 θ 는 π 이외에 $0, \pi/2, \pi/4, \pi/6$ 등 다양하게 설정할 수 있다.

<54> 도 5는 본 발명의 일 예에 따른 반복 코딩의 방법을 나타낸다.

<55> 도 5를 참조하면, 반복 코딩 방법은 정보비트를 버스트(burst) 단위로 반복하는 것을 포함한다. 즉, 상기 방법에 의하면 반복 코딩의 결과는 무선자원영역(시간영역 또는 주파수 영역)에서 볼 때 원본 데이터와 사본 데이터가 각각 국부적으로 밀집된 형태이다. 따라서 $S_0, S_1, S_2, \dots, S_N, a_0S_0, a_1S_1, a_2S_2, \dots, a_NS_N$ 과 같이 원본 데이터 집합의 말미에 사본 데이터 집합이 부가된 형태이다. 여기서 원본 데이터와 사본 데이터간의 위상차 θ 는 π 이외에 $\pi/2, \pi/4, \pi/6$ 등 다양하게 설정할 수 있다.

- <56> 반복 코딩의 방법은 상기 도 4 및 도 5 이외에도 다양하게 이루어질 수 있음은 물론이다.
- <57> 이하에서 원본 데이터와 사본 데이터를 각각 부반송파에 할당하는 방법에 관하여 기술한다. 도 4 또는 도 5와 같은 방법으로 생성된 원본 데이터와 사본 데이터에는 시간축 또는 주파수축 중 어느 하나를 우선 기준으로 하여 무선자원이 할당될 수 있다. 여기서 사본 데이터의 크기 $k=1$ 이라고 가정한다.
- <58> 표 1은 도 4의 경우와 같이 반복 코딩된 경우로서, $\alpha_0 = \alpha_1 = \dots = \alpha_N = -1$ 일 때(즉, 위상차 θ 가 π 일 때) 원본 데이터와 사본 데이터가 물리적인 무선자원 영역(시간영역 또는 주파수 영역)에서 분산 배치되어 부반송파가 할당되는 경우의 예이다. 즉, 반복 코딩의 결과는 $S_0, -S_0, S_1, -S_1, S_2, -S_2, \dots, S_N, -S_N$ 이다.

표 1

OFDM심별 인덱스 / 부반송파 인덱스	#1	#2	...
#1	S_0	S_1	...
#2	$-S_0$	$-S_1$...
#3	S_{10}	S_{11}	...
#4	$-S_{10}$	$-S_{11}$...
#5	S_{20}	S_{21}	...
#6	$-S_{20}$	$-S_{21}$...
#7	S_{30}	S_{31}	...
#8	$-S_{30}$	$-S_{31}$...
...

- <59>
- <60> 표 1을 참조하면, OFDM 심별 #1 상에서 부반송파 #1 과 #2로 각각 $S_0, -S_0$ 이 할당된다. OFDM 심별 #2 상에서 부반송파 #1과 #2로 각각 $S_1, -S_1$ 이 할당된다. 동일한 방법으로 OFDM 심별 #9 상에서 부반송파 #1과 #2로 각각 $S_9, -S_9$ 가 할당된다. 동일한 방법으로, OFDM 심별 #1 상에서 부반송파 #3 과 #4로 각각 $S_{10}, -S_{10}$ 이 할당된다. 나머지 OFDM 심별 상에서도 원본 데이터와 사본 데이터가 각 부반송파에 동일한 방식으로 할당된다.
- <61> 표 2는 도 5의 경우와 같이 반복 코딩된 경우로서, $\alpha_0 = \alpha_1 = \dots = \alpha_N = -1$ 일 때(즉, 위상차 θ 가 π 일 때) 원본 데이터와 사본 데이터가 물리적인 무선자원 영역(시간영역 또는 주파수 영역)에서 각각 국부적으로 밀집되어 부반송파가 할당되는 경우의 예이다. 즉, 반복 코딩의 결과는 $S_0, S_1, S_2, \dots, S_N, -S_0, -S_1, -S_2, \dots, -S_N$ 이다.

표 2

OFDM심별 인덱스 / 부반송파 인덱스	#1	#2	...
#1	S_0	S_1	...
#2	S_{10}	S_{11}	...
#3	S_{20}	S_{21}	...
...
#k	$-S_0$	$-S_1$...
#k+ 1	$-S_{10}$	$-S_{11}$...
#k+ 2	$-S_{20}$	$-S_{21}$...
...

- <62>
- <63> 정보비트를 버스트 데이터 단위로 반복 코딩한 경우 무선자원의 할당은, 원본 데이터의 할당이 끝나는 위치에서 사본 데이터의 할당이 시작되는 형태이다.
- <64> 표 2를 참조하면, 원본 데이터에 대해 부반송파 #1 에서 OFDM 심별 #1 내지 #9까지 먼저 할당되고, 부반송파 #2 에서 OFDM 심별 #1 내지 #9까지 할당되는 방식으로 자원이 할당된다. 원본 데이터에 대한 자원할당이 끝나는 위치부터 사본 데이터에 대한 자원할당이 시작된다. 사본 데이터에 대해 부반송파 #k에서 OFDM 심별 #1 내지 #9까지 먼저 할당되고, 부반송파 #k+1에서 OFDM 심별 #1 내지 #9까지 할당되는 방식이다.
- <65> 표 3은 도 4의 경우와 같이 반복 코딩된 경우로서, $\alpha_0 = \alpha_1 = \dots = \alpha_N = 1$ 일 때(즉, 위상차 θ 가 0일 때) 원본 데이

터와 사본 데이터가 물리적인 무선자원 영역(시간영역 또는 주파수 영역)에서 분산 배치되어 부반송파가 할당되는 경우의 예이다. 즉, 즉, 반복 코딩의 결과는 $S_0, S_0, S_1, S_1, S_2, S_2, \dots, S_N, S_N$ 이다.

표 3

OFDM심벌 인덱스 부반송파 인덱스	#1	#2	...
#1	S_0	S_1	...
#2	S_0	S_1	...
#3	S_{10}	S_{11}	...
#4	S_{10}	S_{11}	...
#5	S_{20}	S_{21}	...
#6	S_{20}	S_{21}	...
#7	S_{30}	S_{31}	...
#8	S_{30}	S_{31}	...
...

<66>

<67> 표 3을 참조하면, 표 1의 경우와 달리 위상차 θ 가 0인 경우로서 원본 데이터와 사본 데이터가 동일한 위상을 가진 신호이다. 다만, 자원이 할당되는 순서는 표 1과 동일하다.

<68> 표 4는 도 5의 경우와 같이 반복 코딩된 경우로서, $\alpha_0 = \alpha_1 = \dots = \alpha_N = 1$ 일 때(즉, 위상차 θ 가 0일 때) 원본 데이터와 사본 데이터가 물리적인 무선자원 영역(시간영역 또는 주파수 영역)에서 각각 국부적으로 밀집되어 부반송파가 할당되는 경우의 예이다. 즉, 반복 코딩의 결과는 $S_0, S_1, S_2, \dots, S_N, S_0, S_1, S_2, \dots, S_N$ 이다.

표 4

OFDM심벌 인덱스 부반송파 인덱스	#1	#2	...
#1	S_0	S_1	...
#2	S_{10}	S_{11}	...
#3	S_{20}	S_{21}	...
...
#k	S_0	S_1	...
#k+ 1	S_{10}	S_{11}	...
#k+ 2	S_{20}	S_{21}	...
...

<69>

<70> 표 4를 참조하면, 표 2의 경우와 달리 위상차 θ 가 0인 경우로서 원본 데이터와 사본 데이터가 동일한 위상을 가진 신호이다. 다만, 자원이 할당되는 순서는 표 2와 동일하다.

<71> 도 6은 표 1 내지 4에 따른 반복 코딩을 이용한 경우의 PAPR을 비교한 그래프이다. 가로축은 24 DFT(Discrete Fourier Transform)를 적용한 SC-FDMA(Single Carrier-FDMA)에서의 PAPR의 크기를 데시벨 단위로 나타낸 것이고, 세로축은 PAPR을 누적 분포 함수(Cumulative Distribution Function; CDF) 용량으로 나타낸 것이다. 비교를 위해 일반적인 경우의 OFDMA에서의 PAPR도 나타내었다.

<72> 도 6을 참조하면, (1)은 표 1의 그래프이고, (2)는 표 2의 그래프이며, (3)은 표 3의 그래프이고, (4)은 표 4의 그래프이다. (5)는 OFDMA에서의 종래의 반복 코딩 기술을 사용한 경우의 그래프이다.

<73> 이 그래프에서 보면, (1)의 경우가 다른 경우보다 PAPR이 월등히 낮고, (1) 내지 (4)는 (5)의 경우보다 PAPR이 낮은 것을 알 수 있다. 즉, 반복 코딩의 결과인 원본 데이터와 사본 데이터를 구분하여, 사본 데이터를 원본 데이터와 다른 위상을 가진 변조 심벌에 맵핑하여 데이터를 전송함으로써 일반적인 반복 코딩의 경우에서와 달리 PAPR을 낮출 수 있음을 알 수 있다.

<74> 본 발명은 하드웨어, 소프트웨어 또는 이들의 조합으로 구현될 수 있다. 하드웨어 구현에 있어, 상술한 기능을 수행하기 위해 디자인된 ASIC(application specific integrated circuit), DSP(digital signal processing), PLD(programmable logic device), FPGA(field programmable gate array), 프로세서, 제어기, 마이크로 프로세서, 다른 전자 유닛 또는 이들의 조합으로 구현될 수 있다. 소프트웨어 구현에 있어, 상술한 기능을 수행하는

모듈로 구현될 수 있다. 소프트웨어는 메모리 유닛에 저장될 수 있고, 프로세서에 의해 실행된다. 메모리 유닛이나 프로세서는 당업자에게 잘 알려진 다양한 수단을 채용할 수 있다.

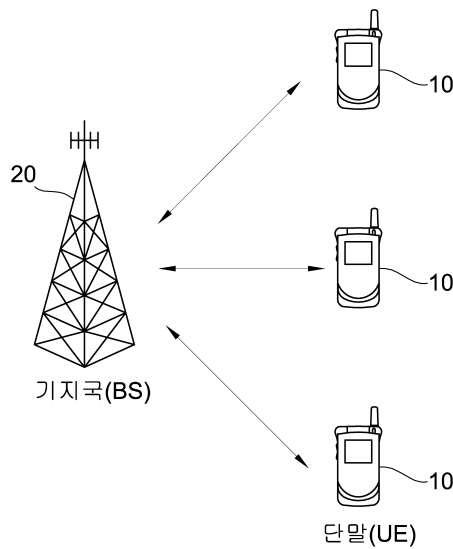
<75> 이상 본 발명에 대하여 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시켜 실시할 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 따라서 상술한 실시예에 한정되지 않고, 본 발명은 이하의 특허청구범위의 범위 내의 모든 실시예들을 포함한다고 할 것이다.

도면의 간단한 설명

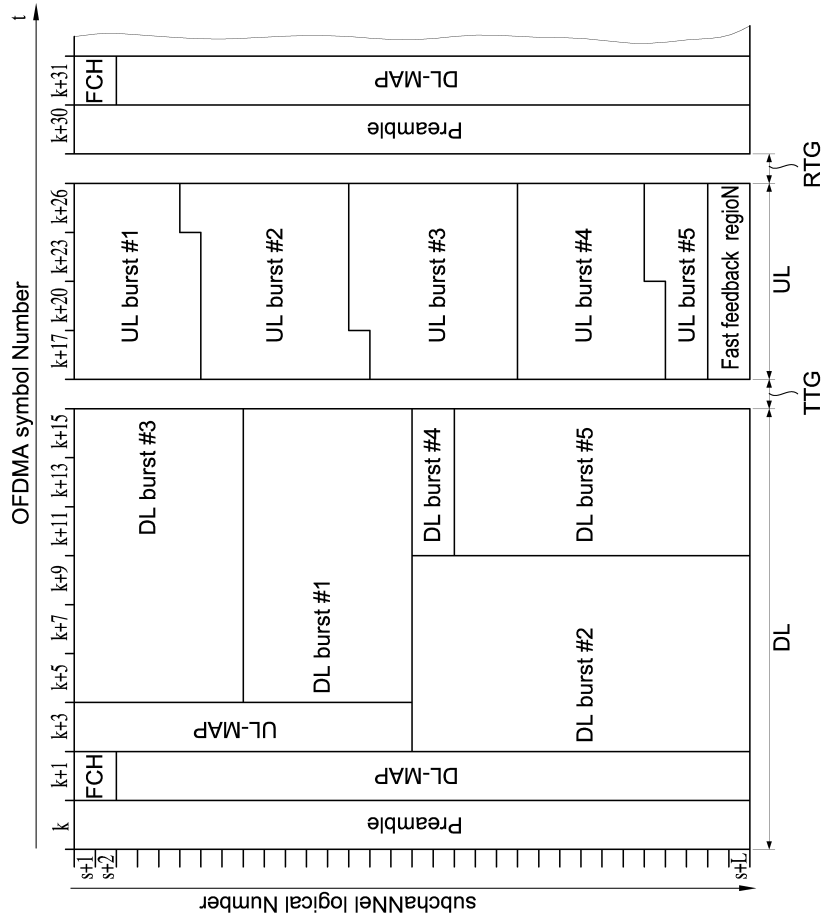
- <76> 도 1은 무선통신 시스템을 나타낸 블록도이다.
- <77> 도 2는 프레임 구조의 일 예를 나타낸다.
- <78> 도 3은 본 발명의 일 예에 따른 전송기의 블록도이다.
- <79> 도 4는 본 발명의 다른 예에 따른 반복 코딩의 방법을 나타낸다.
- <80> 도 5는 본 발명의 일 예에 따른 반복 코딩의 방법을 나타낸다.
- <81> 도 6은 표 1 내지 4에 따른 반복 코딩을 이용한 경우의 PAPR을 비교한 그래프이다.

도면

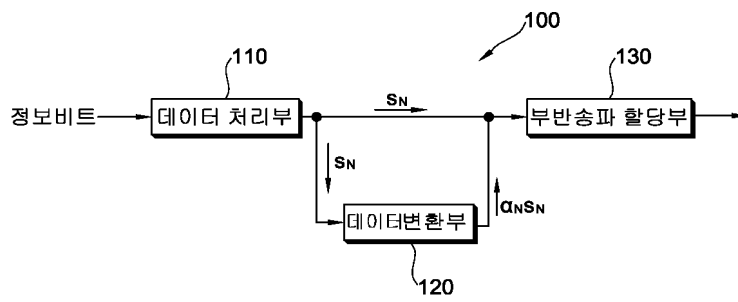
도면1



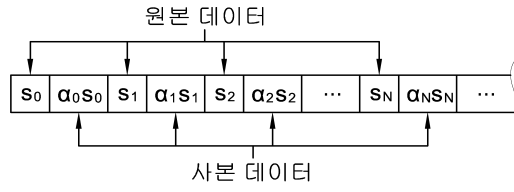
도면2



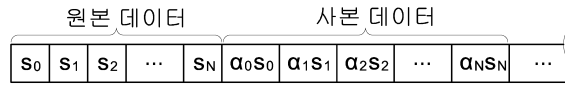
도면3



도면4



도면5



도면6

