



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년02월20일
(11) 등록번호 10-1115437
(24) 등록일자 2012년02월06일

(51) Int. Cl.
H04L 27/36 (2006.01) H03M 13/11 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-7009400
(22) 출원일자(국제출원일자) 2008년11월17일
심사청구일자 2010년06월25일
(85) 번역문제출일자 2009년05월07일
(65) 공개번호 10-2010-0082305
(43) 공개일자 2010년07월16일
(86) 국제출원번호 PCT/US2008/012845
(87) 국제공개번호 WO 2009/067181
국제공개일자 2009년05월28일
(30) 우선권주장
60/988,644 2007년11월16일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20070118787 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
브로드콤 코포레이션
미합중국, 92617 캘리포니아 어빈, 캘리포니아 애
비뉴 5300
(72) 발명자
해 린
미국 92620 캘리포니아 어빈 손리사 25
콜제 토마스 제이
미국 85048 애리조나 피닉스 에스. 18 플레이스
16037
(74) 대리인
(뒷면에 계속)
특허법인에이아이피

전체 청구항 수 : 총 9 항

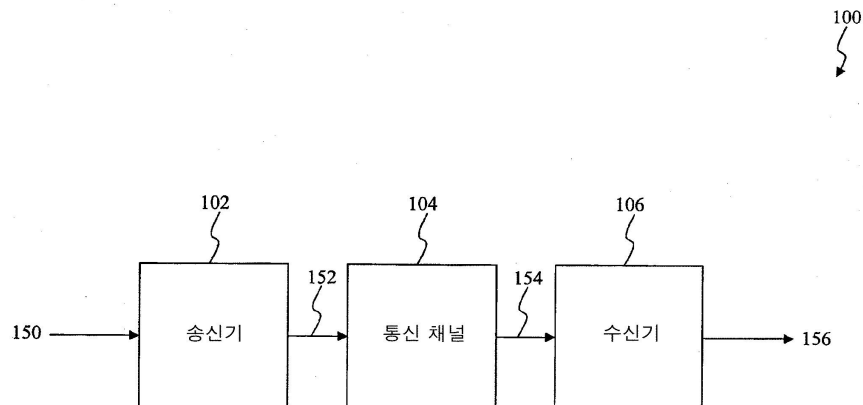
심사관 : 문형섭

(54) 저밀도 패리티 체크 인코딩 고차 변조

(57) 요약

데이터 시퀀스를 직교 진폭 변조(QAM) 컨스텔레이션 심볼들에 매핑하기 위한 방법 및 장치가 개시된다. 그러한 방법 및 장치는 단지 데이터 시퀀스의 일부를 인코딩하고, 데이터 시퀀스의 나머지 부분은 미인코딩된 상태로 남긴다. 데이터 시퀀스의 인코딩된 부분 및 데이터 시퀀스의 나머지 미인코딩된 부분은 그 후 QAM 컨스텔레이션의 변조 심볼들 내로 매핑된다. 데이터 시퀀스의 인코딩된 부분은 QAM 컨스텔레이션의 서브셋을 선택하며, 데이터 시퀀스의 나머지 미인코딩된 부분은 QAM 컨스텔레이션의 서브셋 각각에서 특정 변조 심볼을 결정한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

센 바-중

미국 92606 캘리포니아 어빈 위오밍 22

운게르보예크 고프리드

스위스 씨에이취-8135 랭나우 에이.에이. 아이슈트
라쎬 4

커리만 브루스 제이

미국 92679 캘리포니아 도브 캐년 반스테드 29

특허청구의 범위

청구항 1

데이터 시퀀스(sequence of data)를 변조 심볼들(modulation symbols) 내에 매핑(mapping)하기 위한 방법에 있어서:

- (a) 상기 데이터 시퀀스를 사전인코딩된(pre-encoding) 데이터와 미인코딩된(unencoded) 데이터로 분할하는 단계;
- (b) 제1 인코딩된 데이터 시퀀스를 제공하도록 저밀도 패리티 체크(Low Density Parity Check, LDPC) 코드를 사용하여 상기 사전인코딩된 데이터 시퀀스를 인코딩하는 단계;
- (c) 제2 인코딩된 데이터 시퀀스를 제공하도록 상기 미인코딩된 데이터 시퀀스로부터의 제1 비트 증분(increment)과 상기 제1 인코딩된 데이터 시퀀스로부터의 제2 비트 증분을 결합하는 단계;
- (d) 상기 제2 인코딩된 데이터 시퀀스를 복수의 심볼 라벨들로 분할하는 단계; 및
- (e) 특정 매핑 기법에 따라 상기 복수의 심볼 라벨들로부터의 각각의 심볼 라벨에 대해 직교 진폭 변조(Quadrature Amplitude Modulation, QAM) 컨스텔레이션(constellation)으로부터의 상응하는 변조 심볼을 할당하는 단계를 포함하며,

상기 단계 (b)는, 외부 인코딩된 데이터 시퀀스를 제공하도록 외부 코드를 사용하여 인코딩하는 제2 외부 인코딩 알고리즘에 의해 상기 사전인코딩된 데이터 시퀀스를 인코딩하는 단계; 및

상기 제1 인코딩된 데이터 시퀀스를 제공하도록 상기 LDPC 코드에 의해 상기 외부 인코딩된 데이터 시퀀스를 인코딩하는 단계를 포함하는, 매핑 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 단계 (a)에 앞서,

- (1) 하나 또는 그 이상의 인코딩 알고리즘들을 사용하여 상기 데이터 시퀀스를 인코딩하는 단계를 더 포함하는 매핑 방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서, 단계 (1)은,

외부 코드를 사용하여 인코딩하는 제1 외부 인코딩 알고리즘 및 내부 코드를 사용하여 인코딩하는 제1 내부 인코딩 알고리즘 중의 적어도 하나를 사용하여 상기 데이터 시퀀스를 인코딩하는 단계를 포함하는 매핑 방법.

청구항 4

청구항 2에 있어서, 단계 (1)은,

BCH(Bose-Chaudhuri-Hocquenghem) 코드, DVB-S2 LDPC(Digital Video Broadcasting-Satellite-Second Generation Low Density Parity Check) 코드, 및 리드 솔로몬(Reed Solomon) 코드 중의 적어도 하나를 사용하여 상기 데이터 시퀀스를 인코딩하는 단계를 포함하는 매핑 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서, 단계 (b)는,

상기 제1 인코딩된 데이터 시퀀스를 제공하도록 DVB-S2 LDPC 코드를 사용하여 상기 사전인코딩된 데이터 시퀀스를 인코딩하는 단계를 포함하는 매핑 방법.

청구항 6

삭제

청구항 7

데이터 시퀀스(sequence of data)를 변조 심볼들로 매핑하기 위한 장치에 있어서:

상기 데이터 시퀀스를 사전인코딩된(pre-encoded) 데이터 시퀀스와 미인코딩된(unencoded) 데이터 시퀀스로 분할하도록 구성된 비트 분할기 모듈(bit splitter module);

제1 인코딩된 데이터 시퀀스를 제공하도록 LDPC 코드를 사용하여 상기 사전인코딩된 데이터 시퀀스를 인코딩하도록 구성된 제1 인코딩 모듈;

제2 인코딩된 데이터 시퀀스를 제공하기 위해 상기 미인코딩된 데이터 시퀀스로부터의 제1 비트 증분과 상기 제1 인코딩된 데이터 시퀀스로부터의 제2 비트 증분을 결합하고, 상기 제2 인코딩된 데이터 시퀀스를 복수의 심볼 라벨들로 분할하도록 구성된 비트 결합기 모듈; 및

특정 매핑 기법에 따라 상기 복수의 심볼 라벨들로부터의 각각의 심볼 라벨에 대해 QAM 컨스텔레이션으로부터의 상응하는 모듈 심볼을 할당하도록 구성된 심볼 매핑을 포함하며,

상기 제1 인코딩 모듈은 외부 인코딩된 데이터 시퀀스를 제공하도록 외부 코드를 사용하여 인코딩하는 외부 인코딩 알고리즘에 의해 상기 사전인코딩된 데이터 시퀀스를 인코딩하는 외부 인코딩 모듈; 및

상기 제1 인코딩된 데이터 시퀀스를 제공하도록 상기 LDPC 코드에 의해 상기 외부 인코딩된 데이터 시퀀스를 인코딩하는 내부 인코딩 모듈을 포함하는, 매핑 장치.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

하나 또는 그 이상의 인코딩 알고리즘들을 사용하여 상기 데이터 시퀀스를 인코딩하도록 구성된 제2 인코딩 모듈을 더 포함하는 매핑 장치.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 하나 또는 그 이상의 인코딩 알고리즘들은 외부 코드를 사용하여 인코딩하는 제1 외부 인코딩 알고리즘 및 내부 코드를 사용하여 인코딩하는 제1 내부 인코딩 알고리즘 중의 적어도 하나를 포함하는 매핑 장치.

청구항 10

청구항 8에 있어서,

상기 하나 또는 그 이상의 인코딩 알고리즘들은, BCH 코드, DVB-S2 LDPC 코드, 리드 솔로몬(Reed Solomon) 코드 중의 적어도 하나를 포함하는 매핑 장치.

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 통신 시스템에 관한 것이다. 더 상세하게는, 본 발명은 데이터 시퀀스(sequence of data)를 직교진폭변조(Quadrature Amplitude Modulation, QAM) 컨스텔레이션(constellation)에 매핑(mapping)하는 것에 관한 것이다.

배경기술

[0002] QAM은 정현파 반송파 신호의 진폭 및 위상을 변조함으로써 데이터를 전달하는 디지털 변조 기법이다. 컨스텔레이션 다이어그램(constellation diagram)은, 복소(또는 아간드(Argand)) 평면에서 사용된 세트의 이산 변조 값들을 묘사하며, 여기서 x축은 전형적으로 실수부를 나타내고, y축은 허수부를 나타낸다. 컨스텔레이션 다이어그램

램의 점들은 통상 변조 알파벳(modulation alphabet)을 포함하는 변조 심볼들로 불려진다. QAM 기법에서는, 비록 다른 구성들이 가능하기는 하나, 컨스텔레이션 점들이 통상적으로 동일한 수직 및 수평 간격을 갖는 정사각형의 눈금에 정렬된다. QAM 기법에서의 컨스텔레이션 다이어그램 상의 점들의 개수는 통상적으로, 예를 들어, 2, 4, 8 과 같이 2의 멍급수이다. 컨스텔레이션 다이어그램 상의 점들의 가장 일반적인 개수는 16-QAM을 나타내는 16개의 점들, 64-QAM을 나타내는 64개의 점들, 128-QAM을 나타내는 128개의 점들, 및 256-QAM을 나타내는 256개의 점들이다. 예를 들어 1024-QAM과 같은 고차(higher-order) 컨스텔레이션으로 옮김으로써, 더 많은 심볼당 비트(bits per symbol)가 전송될 수 있다. 그러나, 심볼당 주어진 평균 에너지에 대해, 고차 컨스텔레이션에서의 컨스텔레이션 점들은 더 가까워져야만 한다. 이는 변조 심볼들 간의 차이가 잡음 및 기타 손상들(corruptions)에 대해 더 민감해지도록 하며, 따라서 더 높은 에러율(error rate)로 귀결될 수 있다.

[0003] 일반적으로, 수신기에서 심볼 검출의 신뢰성(reliability)은, 에러 교정 코드(error correction code)에 의해 QAM 심볼들의 허용된 시퀀스를 제한함으로써 증가될 수 있다. 이 경우, 인코더는 비트들의 시퀀스에 잉여 비트들(redundancies)을 부가하고, 그 후, QAM 심볼들 내에 매핑된다. 그러면, 수신기는 그 잉여 비트들을 이용하여 전송된 변조 심볼들 시퀀스의 교정 결정을 개선할 수 있다. 다양한 에러 교정 코드들 중에서, 저밀도 패리티 체크(LDPC) 코드들은 주어진 통신 채널의 용량에 매우 가까운 성능을 달성하기에 특히 적합해 질 수 있다. 그러나, 만약 모든 컨스텔레이션 비트들이 인코딩된다면, 고차 QAM에 대해 좋은 결과를 얻기 위해 복잡한 인코더들 및 디코더들을 요구하는 매우 긴 LDPC 코드들이 필요할 수 있다.

[0004] 따라서, 상술한 단점들을 극복하는 LDPC로써 데이터를 고차 QAM 심볼들로 인코딩하기 위한 장치 및/또는 방법이 요구된다. 본 발명의 추가 측면들 및 이점들은 다음의 상세한 설명으로부터 분명해질 것이다.

실시예

[0013] 본 발명은 이제 첨부되는 도면들을 참조하여 설명될 것이다. 도면들에서, 유사 참조 부호들은 일반적으로 동일, 기능적으로 유사, 및/또는 구조적으로 유사한 구성요소들을 나타낸다. 구성요소가 처음으로 나타나는 도면은 참조부호에서 좌측 숫자로 나타내었다.

[0014] 개요

[0015] 본 발명은 단지 데이터 시퀀스의 일부 만을 인코딩하고 데이터 시퀀스의 나머지 부분을 미인코딩(unencoded)으로 남겨둠으로써 QAM 컨스텔레이션 심볼들에 데이터 시퀀스를 매핑하는 것에 관한 것이다. 그런 다음, 데이터 시퀀스의 인코딩된 부분 및 데이터 시퀀스의 나머지 미인코딩된 부분은 QAM 컨스텔레이션의 변조 심볼들 내에 매핑된다. 데이터 시퀀스의 인코딩된 부분은 QAM 컨스텔레이션의 서브세트들(subsets)을 선택하고, 데이터 시퀀스의 나머지 미인코딩된 부분은 QAM 컨스텔레이션의 선택된 서브세트들 내에서 특정 변조 심볼들을 결정한다.

[0016] 다음의 상세한 설명은 본 발명과 일관된 예시적인 실시예들을 나타내기 위해 첨부된 도면들을 참조한다. 상세한 설명에서, "하나의 예시적인 실시예", "예시적인 실시예", "한 예의 예시적인 실시예" 등에 대한 참조들은, 설명되는 예시적인 실시예가 특정 특징, 구조, 또는 특성을 포함할 수 있다는 것을 나타내지만, 모든 예시적인 실시예가 반드시 그러한 특정 특징, 구조, 또는 특성을 포함하는 것은 아니다. 더욱이, 그러한 문구들은 동일한 예시적인 실시예를 반드시 참조하지는 않는다. 나아가, 특정 특징, 구조, 또는 특성이 예시적인 실시예와 관련하여 설명될 때, 명시적으로 설명되든 아니든 간에 다른 예시적인 실시예들과 관련하여 그러한 특징, 구조, 또는 특성의 효과를 나타낸다는 것은 관련 기술 분야에서 숙련된 자들의 인식 범위 내에 있다.

[0017] 여기서 설명되는 예시적인 실시예들은 본 발명의 범위를 한정하려는 목적이 아니라 도해의 목적으로 제공되어진다. 다른 예시적인 실시예들이 가능하고, 본 발명의 사상 및 영역 내에서 예시적인 실시예들에 대한 개조가 가능하다. 그러므로, 상세한 설명은 본 발명의 범위를 한정하려는 의도는 아니다. 오히려, 본 발명의 범위는 단지 다음의 청구범위들 및 그들의 균등범위에 따라 한정된다.

[0018] 예시적인 실시예들에 대한 다음의 상세한 설명은, 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고, 부당한 실험없이, 다른 자들이 관련 기술 분야에서 숙련된 자들의 지식을 적용함으로써, 그러한 예시적인 실시예들과 같은 다양한 어플리케이션들에 대해 쉽게 변경(modify) 및/또는 적응(adapt)할 수 있도록, 본 발명의 일반적인 성질을 매우 충분히 개시할 것이다. 그러므로, 그러한 적응 및 개조는, 여기서 제공되는 지침 및 안내에 기초하여 예시적인 실시예들의 복수의 균등범위들 및 수단 내에 있는 것으로 의도된다. 여기서의 어구 또는 용어는, 본 명세서가

여기서의 지침에 비추어 관련 기술 분야에서 숙련된 자들에 의해 해석될 수 있도록, 제한없이 설명의 목적을 위한 것임이 이해되어야 한다.

[0019] 통신 환경

[0020] 도 1은 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 통신 환경의 블록 다이어그램을 나타낸다. 통신 환경(100)은, 하나 또는 그 이상의 송신기 사용자 장치들로부터 수신되는 데이터의 시퀀스(150)를 통신 채널(104)을 통해 통신 수신기(106)로 전송하기 위한 통신 송신기(102)를 포함한다. 하나 또는 그 이상의 송신기 사용자 장치들은, 개인용 컴퓨터, 데이터 단말 장치, 전화통신 장치(telephony devices), 광대역 매체 플레이어(broadband media players), 개인용 디지털 보조기기(personal digital assistants), 소프트웨어 어플리케이션, 또는 데이터를 송신 또는 수신할 수 있는 기타 장치를 포함할 수 있으나, 이러한 것들로 국한되지는 않는다. 통신 송신기(102)는 데이터 시퀀스(150)에 기초하여 송신 신호(152)를 제공한다.

[0021] 송신 신호(152)는 통신 채널(104)을 통과하여 수신 신호(154)를 제공한다. 통신 채널(104)은, 마이크로파 무선 링크, 위성 채널, 광섬유 케이블, 하이브리드 광섬유 케이블 시스템, 또는 몇몇 예들을 제공하기 위한 동 케이블(copper cable)을 포함할 수 있으나, 이러한 것들로 국한되지는 않는다. 통신 채널(104)은, 송신 신호(152)가 통신 수신기(106)에 의한 수신 이전에 통과하는 전파 매체를 포함한다. 통신 채널(104)의 전파 매체는 송신 신호(152) 내에 간섭 및/또는 왜곡을 도입할 수 있고, 이는 수신 신호(154)로 하여금 송신 신호(152)와 상당히 달라지도록 한다. 예를 들어, 몇몇 예들을 제공하기 위해, 열 잡음(thermal noise), 버스트 잡음(burst noise), 임펄스 잡음(impulse noise), 간섭(interference), 페이딩(fading)으로 알려진 신호 강도 변동(signal strength variations), 위상 천이 변동(phase shift variations)과 같은 잡음이, 송신 신호(152) 내에서 간섭 및/또는 왜곡을 도입할 수 있으며, 잡음들은 위의 예들로 한정되는 것은 아니다.

[0022] 통신 수신기(106)는, 신호가 통신 채널(104)을 통과할 시 수신 신호(154)를 주시한다. 통신 수신기(106)는 복원된 데이터 시퀀스(156)를 제공하기 위해 인코딩된 데이터 비트들 및 송신 신호(152)의 변조 심볼들의 가능성이 가장 큰(most-likely) 전송 시퀀스를 결정한다. 복원된 데이터 시퀀스(156)는 개인용 컴퓨터, 데이터 단말 장치, 전화통신 장치, 광대역 매체 플레이어, 개인용 디지털 보조기기, 소프트웨어 어플리케이션, 또는 데이터를 송/수신할 수 있는 기타 장치를 포함할 수 있으나, 이러한 것들로 국한되는 것은 아니다.

[0023] 통신 송신기

[0024] 도 2는 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 통신 환경에서 사용되는 통신 송신기의 블록 다이어그램을 나타낸다. 통신 송신기(102)는 통신 인코더(202) 및 심볼 매핑(204), 변조기(206)를 포함한다. 통신 인코더(202)는 데이터 시퀀스(150)에 기초하여 인코딩된 데이터 시퀀스(250)를 제공한다.

[0025] 인코딩된 데이터 시퀀스(250)는 심볼 라벨들로 불리는 N-비트 패턴들로 분할된다. 심볼 매핑(204)은 변조된 데이터 시퀀스(252)를 제공하기 위해 특정 매핑 기법에 따라 2^N -QAM 컨스텔레이션으로부터의 상응하는 변조 심볼을 각 심볼 라벨에 할당한다. 예시적인 실시예에서, 심볼 매핑(204)은 4-비트 심볼 라벨들을 16-QAM 컨스텔레이션으로부터 그들의 상응하는 심볼들 내로 매핑한다. 또 다른 예시적인 실시예에서, 심볼 매핑(204)은 5-비트 심볼 라벨들을 32-QAM 컨스텔레이션으로부터 그들의 상응하는 심볼들 내로 매핑한다. 또 다른 예시적인 실시예에서, 심볼 매핑(204)은 6-비트 심볼 라벨들을 32-QAM 컨스텔레이션으로부터 그들의 상응하는 심볼들 내로 매핑한다. 그러나, 이러한 예들로 한정되는 것은 아니며, 당해 기술 분야에서 숙련된 자들은 인코딩된 데이터의 시퀀스(250)를 상이한 길이의 심볼 라벨들로 분할할 수도 있다.

[0026] 심볼 매핑(204)은 그레이 매핑 기법(Gray mapping scheme)에 따라 심볼 라벨들을 그들의 상응하는 심볼들 내로 매핑할 수 있다. 16-QAM 변조에 대한 그레이 매핑 기법의 예시적인 실시예는 이하에서 보여진다.

[0027]

16-QAM 변조용 그레이 매핑 기법			
A ↔ 0000	B ↔ 0100	C ↔ 1100	D ↔ 1000
E ↔ 0001	F ↔ 0101	G ↔ 1101	H ↔ 1001
I ↔ 0011	J ↔ 0111	K ↔ 1111	L ↔ 1011
M ↔ 0010	N ↔ 0110	O ↔ 1110	P ↔ 1010

- [0028] 위의 표에서 보여지는 바와 같이, 16-QAM 변조용 그레이 코드 매핑 기법은 4-비트 심볼 라벨들 각각을 16-QAM 컨스텔레이션으로부터 그들의 상응하는 심볼들 내로 매핑할 수 있다. 예를 들면, 심볼 라벨 0000은 심볼 매핑(204)에 의해 첫 번째 심볼 A에 매핑될 수 있다. 마찬가지로, 심볼 라벨 0001은 심볼 매핑(204)에 의해 두 번째 심볼 E에 매핑될 수 있다. 이와 유사하게, 심볼 라벨 1010은 심볼 매핑(204)에 의해 16번째 심볼 P에 매핑될 수 있다.
- [0029] 변조기(206)는 송신 신호(152)를 제공하기 위해 변조된 데이터 시퀀스(252)를 갖는 반송파 주파수를 변조한다. 변조기(206)는 변조된 데이터의 시퀀스(252)를 갖는 반송파 주파수를 변조하여, 송신 신호(152)를 거쳐 통신 채널(104)을 통해 변조된 데이터의 시퀀스(252)를 전달한다. 예시적인 실시예에서, 변조기(206)는 선택적일 수 있고, 통신 송신기(102)가 송신 신호(152)로서 변조된 데이터 시퀀스(252)를 직접적으로 전달할 수 있다.
- [0030] 통신 인코더
- [0031] 도 3a는 본 발명의 대표적인 실시예에 따른 통신 송신기에 사용되는 통신 인코더의 블록 다이어그램을 나타낸다. 통신 인코더(202)는 제1 인코딩 모듈(302), 비트 분할기 모듈(bit splitter module)(304), 제2 인코딩 모듈(306), 및 비트 결합기 모듈(308)을 포함한다. 제1 인코딩 모듈(302)은 데이터 시퀀스(150)에 기초하여 인코딩된 데이터 시퀀스(350)를 제공한다. 제1 인코딩 모듈(302)은 하나 또는 그 이상의 인코딩 알고리즘들을 사용하여 데이터 시퀀스(150)를 인코딩하여 인코딩된 데이터 시퀀스(350)를 제공한다. 인코딩된 데이터 시퀀스(350)는 p 비트들의 길이를 포함할 수 있고, 여기서 p는 하나 또는 그 이상의 패리티 비트들을 포함한다.
- [0032] 하나 또는 그 이상의 인코딩 알고리즘들은 하나 또는 그 이상의 패리티 비트들을 제공하기 위한 외부 인코딩 알고리즘(outer encoding algorithm) 및/또는 하나 또는 그 이상의 패리티 비트들을 제공하기 위한 내부 인코딩 알고리즘(inner encoding algorithm)을 포함할 수 있다. 예를 들면, 제1 인코딩 모듈(302)은, 예를 들어 비씨에이취(Bose-Chaudhuri-Hocquenghem, BCH) 코드 또는 잘 알려진 리드 솔로몬(Reed Solomon) 코드와 같은 외부 인코딩 알고리즘, 및/또는 예를 들면 DVB-S2 LDPC(Digital Video Broadcasting-Satellite-Second Generation Low Density Parity Check) 코드와 같은 내부 인코딩 알고리즘을 사용하여 데이터 시퀀스(150)를 인코딩할 수 있다. BCH 코드 및 DVB-S2 LDPC 코드는 디지털 비디오 방송(Digital Video Broadcasting, DVB)에서 더 설명되며, 이는 제2 세대 프레임 구조이며, 방송용 채널 코딩 및 변조 시스템들이며, 인터랙티브 서비스들이며, 뉴스 취재(news gathering) 및 기타 방송 위성 어플리케이션들이며, ESTI 참조번호 ETSI EN 302 307 V1.1.2(2006-06)이며, 이는 그 전체로서 본 명세서에 참조로 포함된다. 그러나, 이러한 예로 한정되는 것은 아니며, 당해 기술 분야에서 숙련된 자들은 본 발명의 사상 및 범위로부터 벗어나지 않고 여기서 제공되는 가르침들에 따라 다른 적절한 외부 인코딩 알고리즘 및/또는 내부 인코딩 알고리즘을 상이하게 구현할 수 있을 것이다. 이와는 달리, 제1 인코딩 모듈(302)은 단지 외부 인코딩 모듈만을 사용하여 데이터 시퀀스(150)를 인코딩할 수 있다. 예시적인 실시예에서, 제1 인코딩 모듈(302)은 선택적이고, 비트 분할기 모듈(304)은 데이터 시퀀스(150)를 직접적으로 수신할 수 있다.
- [0033] 비트 분할기 모듈(304)은 데이터 시퀀스(150) 또는 인코딩된 데이터 시퀀스(350)에 기초하여 미인코딩된 데이터 시퀀스(352) 및 사전인코딩된(pre-encoded) 데이터 시퀀스(354)를 제공한다. 비트 분할기 모듈(304)은 데이터 시퀀스(150) 또는 인코딩된 데이터 시퀀스(350)를 미인코딩된 데이터 시퀀스(352) 및 사전인코딩된 데이터 시퀀스(354)로 파싱(parsing) 또는 분할한다. 미인코딩된 데이터 시퀀스(352)는 m 비트 길이를 포함할 수 있고, 사전인코딩된 데이터 시퀀스(354)는 p-m 비트의 길이를 포함할 수 있다. 바꿔 말하면, 비트 분할기 모듈(304)은, 데이터 시퀀스(150) 또는 인코딩된 데이터 시퀀스(350)를, 미인코딩된 데이터 시퀀스(352)를 나타내는 m 비트의 제1 비트 부분과 사전인코딩된 데이터 시퀀스(354)를 나타내는 p-m 비트의 제2 비트 부분으로 분할한다. 예를 들면, 데이터 시퀀스(150) 또는 인코딩된 데이터 시퀀스(350)는 122,992 비트의 시퀀스를 포함할 수 있다. 이러한 예에서, 미인코딩된 데이터 시퀀스(352)는 64,800 비트의 시퀀스를 포함할 수 있고 정보의 사전인코딩된 블록(350)은 58,192 비트를 포함할 수 있다. 또 다른 예로서, 데이터 시퀀스(150) 또는 인코딩된 데이터 시퀀스(350)는 30,432 비트의 시퀀스를 포함할 수 있다. 이 예에서, 미인코딩된 데이터 시퀀스(352)는 16,200 비트의 시퀀스를 포함할 수 있고, 정보의 사전인코딩된 블록(350)은 14,232 비트의 시퀀스를 포함할 수 있다.
- [0034] 제2 인코딩 모듈(306)은 사전인코딩된 데이터(354)에 기초하여 인코딩된 데이터 시퀀스(356)를 제공한다. 제2

인코딩 모듈(306)은 하나 또는 그 이상의 인코딩 알고리즘들을 사용하여 사전인코딩 데이터 시퀀스(354)를 인코딩하여 인코딩된 데이터 시퀀스(356)를 제공한다. 인코딩된 데이터 시퀀스(356)는 $p-m+r$ 비트의 길이를 포함할 수 있고, 여기서 r 은 제2 인코딩 모듈(306)에 의해 생성된 하나 또는 그 이상의 패리티 비트들을 나타낸다. 제2 인코딩 모듈(306)은 체계적인(systematic) 인코더, 및/또는 비체계적인(non-systematic) 인코더를 나타낼 수 있다. 예를 들면, 제2 인코딩 모듈(306)은, 체계적인 인코더로 구현될 경우, 사전인코딩된 데이터 시퀀스(354) 및 r 개의 부가 패리티 비트들을 포함하여 인코딩된 데이터 시퀀스(356)를 제공한다. 이와는 달리, 제2 인코딩 모듈(306)은 비체계적인 인코더로 구현될 경우, 사전인코딩된 데이터 시퀀스(354) 중의 $p-m$ 비트들을 포함하지 않는 인코딩된 데이터 시퀀스(356)를 제공한다. 오히려, 비체계적인 인코더는 사전인코딩된 데이터 시퀀스(354)가 내부에 포함되지 않는 비트들의 세트를 제공한다. 체계적인 인코더 또는 비체계적인 인코더로 구현될 경우, 제2 인코딩 모듈(306)은 인코딩된 데이터 시퀀스(356)를 나타내는 $p-m+r$ 비트를 제공하기 위해 사전인코딩된 데이터 시퀀스(354)의 $p-m$ 비트를 인코딩한다. 예를 들면, 제2 인코딩 모듈(306)은 인코딩된 데이터 시퀀스(356)를 나타내는 64,800 비트의 시퀀스를 제공하기 위해 사전인코딩된 데이터의 시퀀스(354)를 나타내는 58,192 비트의 시퀀스를 인코딩할 수 있다. 또 다른 예로서, 제2 인코딩 모듈(306)은 인코딩된 데이터 시퀀스(356)를 나타내는 16,200 비트의 시퀀스를 제공하기 위해 사전인코딩된 데이터 시퀀스(354)를 나타내는 14,232 비트의 시퀀스를 인코딩할 수 있다. 제2 인코딩 모듈(306)은 이하에서 더 상세히 설명된다.

[0035] 비트 결합기 모듈(308)은 미인코딩된 데이터 시퀀스(352) 및 인코딩된 데이터 시퀀스(356)에 기초하여 인코딩된 데이터 시퀀스(250)를 제공한다. 비트 결합기 모듈(308)은 인코딩된 데이터 시퀀스(250)를 제공하기 위해 미인코딩된 데이터 시퀀스(352) 및 인코딩된 데이터 시퀀스(356)를 결합한다. 더 상세하게는, 비트 결합기 모듈(308)은 미인코딩된 데이터 시퀀스(352)의 제1 비트 부분 및 인코딩된 데이터 시퀀스(356)의 제2 비트 부분을 결합하여 인코딩된 데이터 시퀀스(250)를 제공한다.

[0036] 예시적인 실시예에서, m 개의 미인코딩된 비트들은 비트 결합기 모듈(308)에 대해 M_{msb} 비트 증분(increment)에서 통과된다. 마찬가지로, $p-m+r$ 개의 인코딩된 비트들은 비트 결합기 모듈(308)에 대해 M_{lsb} 비트 증분에서 통과된다. 예를 들어, 비트 결합기 모듈(308)은 미인코딩된 데이터 시퀀스(352)로부터의 4 비트 증분의 시퀀스 및 인코딩된 데이터 시퀀스(356)로부터의 4 비트 증분의 시퀀스를 수신함에 의해 심볼당 8 비트의 레이트로 인코딩된 데이터 시퀀스(250)를 제공할 수 있다. 이러한 예에서, 비트 결합기 모듈(308)은, 인코딩된 데이터 시퀀스(250)가 256-QAM 컨스텔레이션의 변조 심볼들에 상응하도록 미인코딩된 데이터 시퀀스(352)의 4 비트 증분과 인코딩된 데이터 시퀀스(356)의 4 비트 증분을 결합한다. 이와는 달리, 비트 결합기 모듈(308)은 미인코딩된 데이터 시퀀스(352)로부터의 2 비트 증분의 시퀀스 및 인코딩된 데이터 시퀀스(356)로부터의 6 비트 증분의 시퀀스를 수신함에 의해 심볼당 8 비트의 레이트로 인코딩된 데이터 시퀀스(250)를 제공할 수 있다. 이러한 예에서, 비트 결합기 모듈(308)은 인코딩된 데이터 시퀀스(250)가 256-QAM 컨스텔레이션의 변조 심볼들에 상응하도록 미인코딩된 데이터 시퀀스(352)의 2 비트 증분과 인코딩된 데이터 시퀀스(356)의 6 비트 증분을 결합한다.

[0037] 또 다른 예로서, 비트 결합기 모듈(308)은 미인코딩된 데이터 시퀀스(352)로부터의 4 비트 증분의 시퀀스 및 인코딩된 데이터 시퀀스(356)로부터의 6 비트 증분의 시퀀스를 수신함에 의해 심볼당 10 비트의 레이트로 인코딩된 데이터 시퀀스(250)를 제공할 수 있다. 이 예에서, 비트 결합기 모듈(308)은 인코딩된 데이터 시퀀스(250)가 1024-QAM 컨스텔레이션의 변조 심볼들에 상응하도록 미인코딩된 데이터 시퀀스(352)의 4 비트 증분과 인코딩된 데이터 시퀀스(356)의 6 비트 증분을 결합한다.

[0038] 또 다른 예로서, 비트 결합기 모듈(308)은 미인코딩된 데이터 시퀀스(352)로부터 6 비트 증분의 시퀀스 및 인코딩된 데이터 시퀀스(356)로부터의 6 비트 증분의 시퀀스를 수신함에 의해 심볼당 12 비트의 레이트로 인코딩된 데이터 시퀀스(250)를 제공할 수 있다. 이러한 예에서, 비트 결합기 모듈(308)은 인코딩된 데이터 시퀀스(250)가 4096-QAM 컨스텔레이션의 변조 심볼들에 상응하도록 미인코딩된 데이터 시퀀스(352)의 6 비트 증분과 인코딩된 데이터 시퀀스(250)의 6 비트 증분을 결합한다.

[0039] 인코딩 모듈

[0040] 도 3b는 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 통신 인코더에서 사용된 인코딩 모듈의 블록 다이어그램을 나타낸다. 위에서 논의된 바와 같이, 제2 인코딩 모듈(306)은 하나 또는 그 이상의 인코딩 알고리즘들을 사용하여 인코딩된 데이터 시퀀스(356)를 제공하기 위해 사전인코딩된 데이터 시퀀스(354)를 인코딩한다. 제2 인코딩 모듈(306)은 외부 인코딩 모듈(310), 내부 인코딩 모듈(312), 인터리브 모듈(interleave module)(314)를 포함

한다. 인코딩된 데이터 시퀀스(356)는 $p-m+r$ 비트 길이를 포함할 수 있으며, 여기서 r 은 하나 또는 그 이상의 패리티 비트들 r_o 를 포함하고(이는 외부 인코딩 알고리즘에 의해 제공되며), 및/또는 하나 또는 그 이상의 패리티 비트들 r_i 를 포함한다(이는 내부 인코딩 알고리즘에 의해 제공된다).

[0041] 외부 인코딩 모듈(310)은 제1 인코딩 알고리즘을 사용하여 외부 인코딩된 데이터 시퀀스(358)를 제공하기 위해 사전인코딩된 데이터 시퀀스(354)를 인코딩한다. 외부 인코딩된 데이터 시퀀스(358)는 $p-m+r_o$ 비트 길이를 포함할 수 있고, 여기서 r_o 는 외부 인코딩 모듈(310)에 의해 제공되는 하나 또는 그 이상의 패리티 비트들을 나타낸다. 예시적인 실시예에서, 외부 인코딩 모듈(310)은 BCH 코드에 따라 사전인코딩된 데이터 시퀀스(354)를 인코딩한다. 그러나, 이러한 예로 국한되는 것은 아니며, 당해 기술 분야에서 숙련된 자들은 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 아니하고 여기에서의 가르침들에 따라 어떠한 다른 적절한 인코딩 알고리즘을 상이하게 구현할 수 있을 것이다.

[0042] 예를 들면, 외부 인코딩 모듈(310)은 BCH 코드를 사용하여 58,320 비트의 시퀀스를 포함하는 외부 인코딩된 데이터 시퀀스(358)를 제공하기 위해 사전 인코딩된 데이터 시퀀스(354)를 나타내는 58,192 비트의 시퀀스를 인코딩할 수 있다. 이러한 예에서, 외부 인코딩 모듈(310)은 외부 인코딩된 데이터 시퀀스(358)를 위해 128개의 패리티 비트의 시퀀스를 생성한다. 또 다른 예로서, 외부 인코딩 모듈(310)은 BCH 코드를 사용하여 14,400 비트의 시퀀스를 포함하는 외부 인코딩된 데이터 시퀀스(358)를 제공하기 위해 사전인코딩된 데이터 시퀀스(354)를 나타내는 14,232 비트의 시퀀스를 인코딩할 수 있다. 이러한 예에서, 외부 인코딩 모듈(310)은 외부 인코딩된 데이터 시퀀스(358)에 대해 168 개의 패리티 비트를 생성한다.

[0043] 내부 인코딩 모듈(312)은 제2 인코딩 알고리즘을 사용하여 내부 인코딩된 데이터 시퀀스(360)를 제공하기 위해 외부 인코딩된 데이터 시퀀스(358)를 인코딩한다. 내부 인코딩된 데이터 시퀀스(360)는 $p-m+r_o+r_i$ 비트 길이를 포함할 수 있으며, 여기서 r_i 는 내부 인코딩 모듈(312)에 의해 제공되는 하나 또는 그 이상의 패리티 비트를 나타낸다. 예시적인 실시예에서, 내부 인코딩 모듈(312)은 DVB-S2 LDPC 코드에 따른 외부 인코딩된 데이터 시퀀스(358)를 인코딩한다. 그러나, 이러한 예로 국한되는 것은 아니며, 당해 기술 분야에서 숙련된 자들은 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 없이 여기에서의 가르침들에 따라 어떠한 다른 적절한 인코딩 알고리즘을 상이하게 구현할 수 있을 것이다.

[0044] 예를 들면, 내부 인코딩 모듈(312)은 DVB-S2 LDPC 코드를 사용하여 64,800 비트의 시퀀스를 포함하는 내부 인코딩된 데이터 시퀀스(360)를 제공하기 위해 외부 인코딩된 데이터 시퀀스(358)를 나타내는 58,320 비트의 시퀀스를 인코딩할 수 있다. 이러한 예에서, 내부 인코딩 모듈(312)은 내부 인코딩된 데이터 시퀀스(360)용으로 6,480 패리티 비트의 시퀀스를 생성할 수 있다. 또 다른 예로서, 내부 인코딩 모듈(312)은 DVB-S2 LDPC 코드를 사용하여 16,200 비트의 시퀀스를 포함하는 내부 인코딩된 데이터 시퀀스(360)를 제공하기 위해 외부 인코딩된 데이터 시퀀스(358)를 나타내는 14,400 비트의 시퀀스를 인코딩할 수 있다. 이러한 예에서, 내부 인코딩 모듈(312)은 내부 인코딩된 데이터 시퀀스(360)용으로 1800 패리티 비트를 생성한다.

[0045] 인터리브 모듈(314)은 인코딩된 데이터 시퀀스(356)를 제공하기 위해 내부 인코딩된 데이터 시퀀스(360)를 인터리빙한다. $p-m+r$ 개의 인코딩된 비트들은, 비트 결합기 모듈(308)에 대해 인코딩된 데이터 시퀀스(356)를 통해 인터리브 모듈(314)에 의해 M_{isb} 비트 증분에서 통과된다. 256-QAM, 1024-QAM 및 4096-QAM 용 인터리브 모듈(314)의 구성이 이하에서 보여진다.

[0046]

	컬럼	로우
256-QAM 심볼당 4 개의 미인코딩된 비트 심볼당 4 개의 인코딩된 비트	4	$\frac{(p-m+r_o+r_i)}{4}$
256-QAM 심볼당 2 개의 미인코딩된 비트 심볼당 6 개의 인코딩된 비트	6	$\frac{(p-m+r_o+r_i)}{6}$
1024-QAM 심볼당 6 개의 미인코딩된 비트 심볼당 4 개의 인코딩된 비트	4	$\frac{(p-m+r_o+r_i)}{4}$

1024-QAM 심볼당 4 개의 미인코딩된 비트 심볼당 6 개의 인코딩된 비트	6	$\frac{(p - m + r_o + r_i)}{6}$
4096-QAM 심볼당 8 개의 미인코딩된 비트 심볼당 4 개의 인코딩된 비트	4	$\frac{(p - m + r_o + r_i)}{4}$
4096-QAM 심볼당 6 개의 미인코딩된 비트 심볼당 6 개의 인코딩된 비트	6	$\frac{(p - m + r_o + r_i)}{6}$
4096-QAM 심볼당 4 개의 미인코딩된 비트 심볼당 8 개의 인코딩된 비트	8	$\frac{(p - m + r_o + r_i)}{8}$

[0047] 상기 표에서 보여지는 바와 같이, 인터리브 모듈(314)은 내부 인코딩된 데이터 시퀀스(360)를 컬럼 방향(column-wise)으로 쓸 수 있고 내부 인코딩된 데이터 시퀀스(360)를 로우 방향(row-wise)으로 읽을 수 있어, 인

코딩된 데이터 시퀀스(356)를 제공할 수 있다. 예를 들어, 인터리브 모듈(314)은 총
$$\frac{(p - m + r_o + r_i)}{4}$$
의 컬럼 당 비트를 포함하는 네 개의 컬럼들 내에 내부 인코딩된 데이터 시퀀스(360)를 쓸 수 있다. 이러한 예에서, 인터리브 모듈(314)은 256-QAM 컨스텔레이션을 나타내는 인코딩된 데이터 시퀀스(356)를 제공하기 위해 로우 당

$$\frac{(p - m + r_o + r_i)}{4}$$
 4 비트를 포함하는 로우들로부터 내부 인코딩된 데이터 시퀀스(360)를 읽는다.

[0048] 당해 기술분야에서 숙련된 자들은 본 발명의 사상 및 범위로부터 벗어남이 없이 제2 인코딩 모듈(306)이 외부 인코딩 모듈(310), 내부 인코딩 모듈(312), 및/또는 인터리브 모듈(314)을 결정할 필요가 없다는 것을 알 수 있을 것이다. 예를 들면, 제2 인코딩 모듈(306)은 단지 내부 인코딩 모듈(312)을 포함할 수 있다. 이러한 예에서, 내부 인코딩 모듈(312)은 인코딩된 데이터 시퀀스(356)를 제공하기 위해 사전인코딩된 데이터 시퀀스(354)를 직접적으로 인코딩한다.

[0049] DVB-S2 LDPC 코드는 직교 위상 편이 변조방식(QPSK), 8-위상 편이 변조방식(8-PSK), 16 비대칭 위상 편이 변조방식(16 APSK) 및/또는 32 APSK 컨스텔레이션들과 같은 저 밀도 컨스텔레이션들을 인코딩하기 위해 주로 사용될 수 있으나, 이러한 예로 한정되는 것은 아니다. 그러나, 미인코딩된 데이터 시퀀스(352)와 인코딩된 데이터 시퀀스(356)를 결합하는 것에 선행하여, 인코딩된 데이터 시퀀스(350)를 미인코딩된 데이터 시퀀스(352) 및 사전 인코딩된 데이터 시퀀스(354)로 분할하는 것은, 256-QAM, 1024-QAM, 및/또는 4096-QAM과 같은 고밀도 컨스텔레이션들용으로 DVB-S2 LDPC 코드의 사용을 허용하나, 이러한 예로 국한되는 것은 아니다. 바꿔 말하면, 제2 인코딩 모듈(306)은 고밀도 컨스텔레이션들을 제공함에 있어서 저밀도 컨스텔레이션들을 제공하기 위해 설계되는 하나 또는 그 이상의 알고리즘들을 재사용할 수 있다.

[0050] QAM 컨스텔레이션들

[0051] 도 4는 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 256-QAM 컨스텔레이션을 나타낸다. 상기 논의로부터, 미인코딩된 데이터 시퀀스(352)는 4 비트 증분의 시퀀스를 포함할 수 있고, 인코딩된 데이터 시퀀스(356)는 4 비트 증분의 시퀀스를 포함할 수 있다. 통신 인코더(202)는 미인코딩된 데이터 시퀀스(352)로부터의 4 비트 증분의 시퀀스 및 인코딩된 데이터 시퀀스(356)로부터의 4 비트 증분의 시퀀스를 수신함에 의해 256-QAM 컨스텔레이션의 256 변조 심볼들 중의 하나 또는 그 이상을 나타내는 인코딩된 데이터 시퀀스(250)를 제공할 수 있다.

[0052] 도 4에 보여지는 바와 같이, 미인코딩된 데이터 시퀀스(352)로부터의 4 비트 증분의 시퀀스는 256-QAM 컨스텔레이션의 컨스텔레이션 점들(이는 "A" 내지 "P"로 표기됨)의 16개 서브세트들 중의 상응하는 어느 하나를 나타내며, 한편 인코딩된 데이터 시퀀스(356)로부터의 4 비트 증분의 시퀀스는 컨스텔레이션 점들의 16개 서브세트들 중의 상응하는 하나 내에서, 16개의 변조 심볼들(이는 "a" 내지 "p"로 표기됨) 중의 상응하는 하나를 나타낸다. 예를 들어, 심볼 매핑(204)는 그레이 매핑 기법에 따라 16-QAM 변조 심볼들 내에 4 비트 심볼 라벨들을 매핑할

때, 컨스텔레이션 점 "Ad"는 심볼 라벨 (0000, 1000)을 나타낸다. 마찬가지로, 컨스텔레이션 점 "Mm"은 심볼 라벨 (0010, 0010)을 나타낸다. 이와는 달리, 인코딩된 데이터 시퀀스(356)로부터의 4 비트 증분의 시퀀스는 256-QAM 컨스텔레이션의 컨스텔레이션 점들(이는 "a" 내지 "p"로 표기됨)의 16개 서브세트들 중의 상응하는 하나를 나타내며, 한편 미인코딩된 데이터 시퀀스(352)로부터의 4 비트 증분의 시퀀스는 컨스텔레이션 점들의 16개 서브세트들 중의 상응하는 하나 내에서 16 개의 변조 심볼들(이는 "A" 내지 "P"로 표기됨) 중의 상응하는 하나를 나타낸다.

[0053] 비록 컨스텔레이션 점들의 16개 서브세트들이 코딩에 의해 보호되지 않지만, 세트 분할에 기인하여, 컨스텔레이션 점들의 16개 서브세트들 각각 내에서 16 개 변조 심볼들에 비교할 경우, 이러한 컨스텔레이션 점들의 16개 서브세트들은 더 큰 최소 기하 이격 거리(minimum Euclidean distance of separation)를 갖는다. 예를 들면, 컨스텔레이션 점 "Am" 및 컨스텔레이션 점 "Bm"은, 컨스텔레이션 점 "Am" 및 컨스텔레이션 점 "An"에 비교될 때 더 큰 최소 기하 이격 거리를 갖는다. 그러나, 적어도 컨스텔레이션 점 "Am"의 최하위 비트(least significant bits), 즉 "m" 및 컨스텔레이션 점 "An"의 최하위 비트, 즉 "n"은 코딩에 의해 보호된다.

[0054] 도 5는 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 256-QAM 컨스텔레이션, 1024-QAM 컨스텔레이션, 및 4096-QAM 컨스텔레이션을 나타낸다. 상기 논의로부터, 비트 결합기 모듈(308)은, 인코딩된 데이터 시퀀스(250)가 256-QAM 컨스텔레이션의 256 변조 심볼들 중의 하나 또는 그 이상, 1024-QAM 컨스텔레이션의 1024 변조 심볼들 중의 하나 또는 그 이상, 또는 4096-QAM 컨스텔레이션의 4096 변조 심볼들 중의 하나 또는 그 이상 각각을 나타내도록, 심볼당 8, 10, 12 비트의 레이트로 인코딩된 데이터 시퀀스(250)를 제공할 수 있다. 미인코딩된 데이터 시퀀스(352)는 2, 4, 또는 6 비트의 증분의 레이트로 제공될 수 있고, 인코딩된 데이터 시퀀스(356)는 4 비트 증분의 레이트로 제공될 수 있다.

[0055] 도 5에 보여지는 바와 같이, 미인코딩된 데이터 시퀀스(352)로부터의 2 비트 증분의 시퀀스는 256-QAM 컨스텔레이션의 컨스텔레이션 점들의 4개 서브세트들 중의 상응하는 하나를 나타낼 수 있고, 한편 인코딩된 데이터 시퀀스(356)로부터의 6 비트 증분의 시퀀스는 컨스텔레이션 점들의 4개 서브세트들 중의 상응하는 하나 내에서 64개의 변조 심볼들(이는 b_0 내지 b_{63} 으로 표기됨) 중의 상응하는 하나를 나타낸다. 마찬가지로, 미인코딩된 데이터 시퀀스(352)로부터의 4 비트 증분의 시퀀스는 1024-QAM 컨스텔레이션의 컨스텔레이션 점들의 16개 서브세트들 중의 상응하는 하나를 나타내고, 한편 인코딩된 데이터 시퀀스(356)로부터의 6 개 비트 증분의 시퀀스는 컨스텔레이션 점들의 16개 서브세트들 중의 상응하는 하나 내에서, 64 개 변조 심볼들(이는 b_0 내지 b_{63} 으로 표기됨) 중의 상응하는 하나를 나타낸다. 이와 유사하게, 미인코딩된 데이터 시퀀스(352)로부터의 6 비트 증분의 시퀀스는 4096-QAM 컨스텔레이션의 컨스텔레이션 점들의 64개 서브세트들 중의 상응하는 하나를 나타내고, 한편, 인코딩된 데이터 시퀀스(356)로부터의 6 비트 증분의 시퀀스는, 컨스텔레이션 점들의 64개 서브세트들 중의 상응하는 하나 내에서 64 개 변조 심볼들(이는 b_0 내지 b_{63} 으로 표기됨) 중의 상응하는 하나를 나타낸다.

[0056] 통신 송신기의 동작 제어 흐름

[0057] 도 6은 본 발명의 일 측면에 따른 통신 환경에서 사용되는 통신 송신기의 예시적인 동작 단계들의 흐름도(600)이다. 여기서의 지침들로부터 그러한 다른 동작 제어 플로우들이 본 발명의 범위 및 사상 내에 있다는 것은 관련 기술 분야에서 숙련된 자들에게는 분명할 것이다. 다음의 논의는 도 6에서의 단계들을 설명한다.

[0058] 단계 602에서, 동작 제어 흐름이 시작된다. 동작 흐름 제어는 단계 604로 진행된다.

[0059] 단계 604에서, 동작 제어 흐름은, 예를 들어 인코딩된 데이터 시퀀스(350)와 같은 인코딩된 데이터 시퀀스를 제공하기 위해 하나 또는 그 이상의 제1 인코딩 알고리즘들을 사용하여, 데이터의 시퀀스(150)와 같은 데이터 시퀀스를 인코딩한다. 인코딩 데이터 시퀀스는 p 비트 길이를 포함할 수 있고, 여기서 p는 하나 또는 그 이상의 패리티 비트들을 포함한다. 하나 또는 그 이상의 제1 인코딩 알고리즘들은 하나 또는 그 이상의 패리티 비트들을 제공하기 위해 외부 인코딩 알고리즘을 포함할 수 있고, 하나 또는 그 이상의 패리티 비트들을 제공하기 위해 내부 인코딩 알고리즘을 포함할 수 있다.

[0060] 예를 들어, 동작적 제어 흐름은 Bose-BCH 코드 또는 잘 알려진 리드 솔로몬(Reed Solomon) 코드와 같은 외부 인코딩 알고리즘, 및/또는 DVB-S2 LDPC 코드와 같은 내부 인코딩 알고리즘을 사용하여 그 전체에서의 데이터 시퀀스를 인코딩할 수 있으나, 이러한 예들로 국한되는 것은 아니다. 이와는 달리, 동작적 제어 흐름은 단지 외부 인코딩 알고리즘만을 사용하여 그 전체에서 데이터 시퀀스를 인코딩할 수 있다. 하나의 예시적인 실시예에서,

단계 604는 선택적이고, 단계 606이 데이터 시퀀스를 직접 수신할 수 있다.

- [0061] 단계 606에서, 동작적 제어 흐름은 사전인코딩 데이터 시퀀스(354)와 같은 데이터의 제1 부분 및 미인코딩된 데이터 시퀀스(352)와 같은 제2 부분 내로 단계 604로부터의 데이터 시퀀스 또는 단계 604로부터의 인코딩된 데이터 시퀀스를 파싱 또는 분할하나, 이러한 예로 한정되는 것은 아니다. 데이터의 제1 부분은 $p-m$ 비트의 길이를 포함할 수 있고, 데이터의 제2 부분은 p 비트의 길이를 포함할 수 있다.
- [0062] 단계 608에서, 동작적 제어 흐름은, 하나 또는 그 이상의 제2 인코딩 알고리즘들을 사용하여 $p-m+r_o+r_i$ 비트 길이의, 인코딩된 데이터 시퀀스(356)와 같은 인코딩된 데이터의 제1 부분을 제공하기 위해 단계 606으로부터의 데이터의 제1 부분의 $p-m$ 비트를 인코딩한다. 하나또는 그 이상의 제2 인코딩 알고리즘들은 r_o 패리티 비트를 제공하기 위한 외부 인코딩 알고리즘 및/또는 r_i 패리티 비트를 제공하기 위한 내부 인코딩 알고리즘을 포함할 수 있다.
- [0063] 예를 들어, 동작적 제어 흐름은 DVB-S2 LDPC 코드와 같은 내부 인코딩 알고리즘을 사용하여 그 전체에서 단계 606으로부터의 데이터의 제1 부분을 인코딩할 수 있으나, 이러한 예로 한정되는 것은 아니다. 이와는 달리, 동작적 제어 흐름은 Bose-BCH 코드 또는 잘 알려진 리드 솔로몬(Reed Solomon) 코드와 같은 외부 인코딩 알고리즘, 및/또는 DVB-S2 LDPC 코드와 같은 내부 인코딩 알고리즘을 사용하여 그의 전체에서 단계 606으로부터의 데이터의 제1 부분을 인코딩할 수 있으나, 이러한 예로 한정되는 것은 아니다.
- [0064] 동작적 제어 흐름은 내부 인코딩 알고리즘 및/또는 외부 인코딩 알고리즘에 의한 인코딩 이후에 단계 606으로부터의 데이터의 제1 부분을 추가적으로 인터리빙할 수 있다.
- [0065] 단계 610에서, 동작적 제어 흐름은 단계 608로부터의 인코딩된 데이터의 제1 부분의 파트와 단계 606으로부터의 데이터의 제2 부분의 파트를 결합하여, 인코딩된 데이터 시퀀스(250)와 같은 인코딩된 데이터 시퀀스를 제공하나, 이러한 예로 국한되는 것은 아니다.
- [0066] 동작적 제어 흐름은, 단계 608로부터의 데이터의 인코딩된 제1 부분의 $p-m+r$ 인코딩된 비트의 M_{lsb} 비트 증분과 단계 606으로부터의 데이터의 제2 부분의 m 개의 미인코딩된 비트의 M_{msb} 비트 증분을 결합하여 인코딩된 데이터 시퀀스를 제공할 수 있다. 예를 들어, 동작적 제어 흐름은 단계 606으로부터의 데이터의 제1 부분으로부터의 4 비트 증분의 시퀀스 및 단계 608로부터의 인코딩된 데이터의 제1 부분으로부터의 4 비트 증분의 시퀀스를 수신함에 의해 심볼당 8 비트의 레이트로 인코딩된 데이터의 시퀀스를 제공할 수 있다. 이러한 예에서, 동작적 제어 흐름은, 인코딩된 데이터 시퀀스가 256-QAM 컨스텔레이션의 변조 심볼들에 상응하도록, 단계 606으로부터의 제2 부분의 4 비트 증분 및 단계 608로부터의 인코딩된 데이터의 제1 부분의 4 비트 증분을 결합한다. 이와는 달리, 동작적 제어 흐름은, 단계 606으로부터의 데이터의 제2 부분으로부터의 2 비트 증분의 시퀀스 및 단계 608로부터의 인코딩된 데이터의 제1 부분으로부터의 6 비트 증분의 시퀀스를 수신함에 의해 심볼당 8 비트의 레이트로 인코딩된 데이터의 시퀀스를 제공할 수 있다. 이러한 예에서, 인코딩된 데이터 시퀀스가 256-QAM 컨스텔레이션의 변조 심볼들에 상응하도록, 단계 606으로부터의 데이터의 제2 부분의 2 비트 증분 및 단계 608로부터의 인코딩된 데이터의 제1 부분의 6 비트 증분을 결합한다.
- [0067] 또 다른 예로서, 동작적 제어 흐름은 단계 606으로부터의 데이터의 제2 부분으로부터의 4 비트 증분의 시퀀스 및 단계 608로부터의 인코딩된 데이터의 제1 부분으로부터의 6 비트 증분의 시퀀스를 수신함에 의해 심볼당 10 비트의 레이트로 인코딩된 데이터 시퀀스를 제공할 수 있다. 이러한 예에서는, 동작적 제어 흐름은, 인코딩된 데이터 시퀀스가 1024-QAM 컨스텔레이션의 변조 심볼들에 상응하도록, 단계 606으로부터의 데이터의 제1 부분의 4 비트 증분과 단계 608로부터의 인코딩된 데이터의 제1 부분의 6 비트 증분들을 결합한다.
- [0068] 또 다른 예로서, 동작적 제어 흐름은 단계 606으로부터의 데이터의 제2 부분으로부터의 6 비트 증분의 시퀀스 및 단계 608로부터의 인코딩된 데이터의 제1 부분으로부터의 6 비트 증분의 시퀀스를 수신함에 의해 심볼당 12 비트의 레이트로 인코딩된 데이터 시퀀스를 제공할 수 있다. 이러한 예에서, 동작적 제어 흐름은, 인코딩된 데이터 시퀀스가 4096-QAM 컨스텔레이션의 변조 심볼들에 상응하도록, 단계 606으로부터의 데이터의 제2 부분의 6 비트 증분과 단계 608로부터의 데이터의 인코딩된 제1 부분의 6 비트 증분을 결합한다.
- [0069] 단계 612에서, 동작적 제어 흐름은 심볼 라벨들로서 언급되는 N 비트 패턴들로 단계 610으로부터의 인코딩된 데이터 시퀀스를 분할한다. 예를 들면, 동작적 제어 흐름은 단계 610으로부터의 인코딩된 데이터 시퀀스를 4 비트, 5 비트, 및/또는 6 비트 패턴들로 분할할 수 있다.

[0070] 단계 614에서, 동작적 제어 흐름은, 예를 들어, 변조된 데이터 시퀀스(252)와 같은 변조된 데이터 시퀀스를 제공하기 위해 특정 매핑 기법에 따라 2^N -QAM 컨스텔레이션으로부터 상응하는 변조 심볼을, 단계 612로부터의 각 심볼 라벨에 대해 할당한다. 예시적인 실시예에서, 심볼 매핑(204)는 4 비트 심볼 라벨들을 16-QAM 컨스텔레이션으로부터의 그들의 상응하는 심볼들 내로 매핑한다. 또 다른 예시적인 실시예에서, 동작적 제어 흐름은 단계 612로부터의 5 비트 심볼 라벨들을 32-QAM 컨스텔레이션으로부터의 그들의 상응하는 심볼들 내로 매핑한다. 또 다른 예시적인 실시예에서, 동작적 제어 흐름은 단계 612로부터의 6 비트 심볼 라벨들을 64-QAM 컨스텔레이션으로부터의 그들의 상응하는 심볼들 내로 매핑한다. 또 다른 예시적인 실시예에서, 동작적 제어 흐름은 단계 612로부터의 심볼 라벨들을 그레이 매핑 기법에 따른 그들의 상응하는 심볼들 내로 매핑할 수도 있다.

[0071] 단계 616에서 동작적 제어 흐름은 중단된다.

[0072] 결론

[0073] 요약 부분이 아니라 상세한 설명 부분이 청구범위들을 해석하기 위해 사용되어지도록 의도된다는 것이 이해되어야 한다. 초록 부분은 본 발명의 모든 예시적인 실시예들이 아니라 하나 또는 그 이상의 실시예들을 제시할 수 있고, 따라서 어떤 식으로든 본 발명 및 첨부된 청구항들을 제한하도록 의도되어서는 아니된다.

[0074] 본 발명은 명시적인 기능들 및 그들간의 관계들의 구현을 도해하는 기능적 빌딩 블록들의 도움으로 위에서 설명되어졌다. 이러한 기능적 빌딩 블록들의 바운더리들은 설명의 편의를 위해서 여기서는 임의로 정의되어졌다. 명시적인 기능들 및 그들 간의 관계가 적절하게 수행되는 한 다른 바운더리들이 정의될 수 있다.

[0075] 본 발명의 사상 및 범위를 벗어남이 없이 형태 또는 상세 부분의 다양한 변경들이 이뤄질 수 있음은 관련 기술 분야에서 숙련된 자들에게는 분명할 것이다. 따라서, 본 발명은 상기 예시적인 실시예들 중의 어떤 것에 의해 제한되어서는 아니되며, 단지 다음의 청구범위들 및 그들의 균등범위들에 따라 정의되어야 한다.

도면의 간단한 설명

[0005] 다음의 도면들은 본 발명을 설명하고, 상세한 설명과 함께, 발명의 원리들을 설명하고, 관련 기술 분야에서 숙련된 자에게 본 발명을 만들고 이용하는 것을 가능하게 하도록 제공된다.

[0006] 도 1은 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 통신 환경의 블록 다이어그램을 나타낸다.

[0007] 도 2는 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 통신 환경에 사용되는 통신 송신기의 블록 다이어그램을 나타낸다.

[0008] 도 3a는 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 통신 송신기에 사용되는 통신 인코더의 블록 다이어그램을 나타낸다.

[0009] 도 3b는 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 통신 인코더에 사용되는 인코딩 모듈의 블록 다이어그램을 나타낸다.

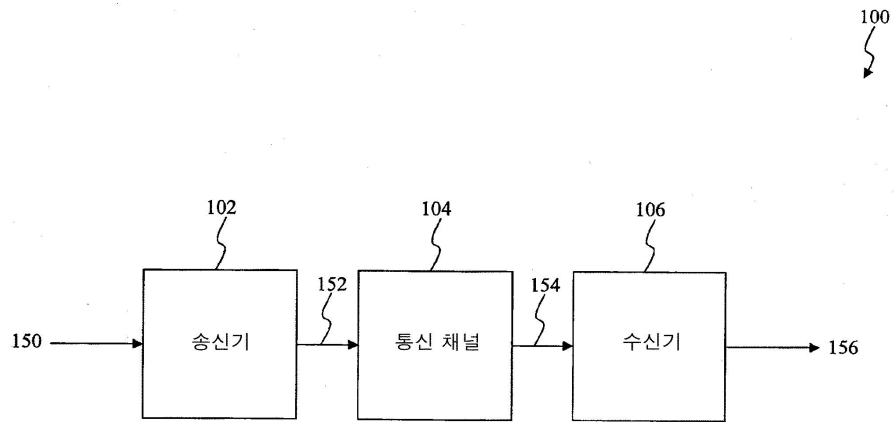
[0010] 도 4는 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 256-QAM 컨스텔레이션을 나타낸다.

[0011] 도 5는 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 256-QAM 컨스텔레이션, 1024-QAM 컨스텔레이션, 및 4096-QAM 컨스텔레이션을 나타낸다.

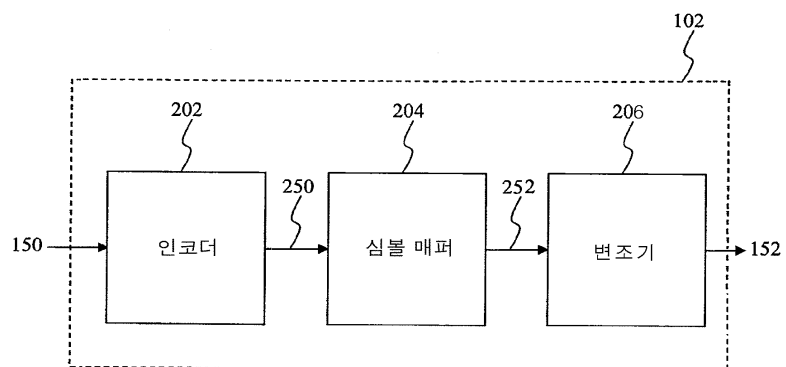
[0012] 도 6은 본 발명의 일 측면에 따른 통신 환경에 사용되는 통신 송신기의 예시적인 동작 단계들의 흐름도이다.

도면

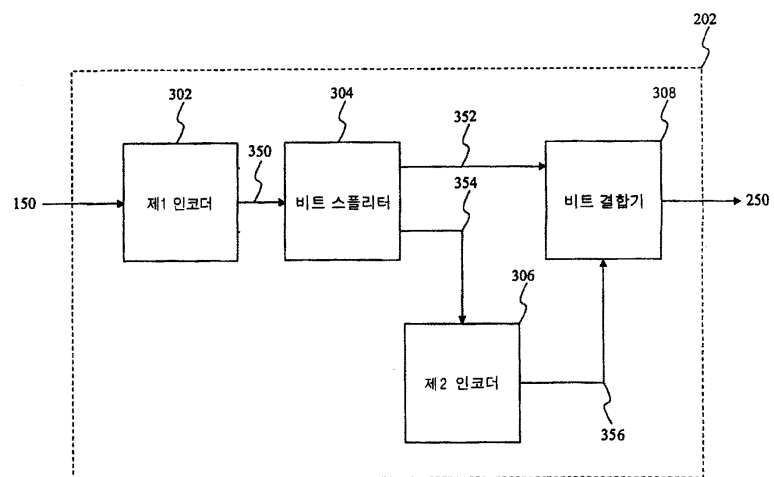
도면1



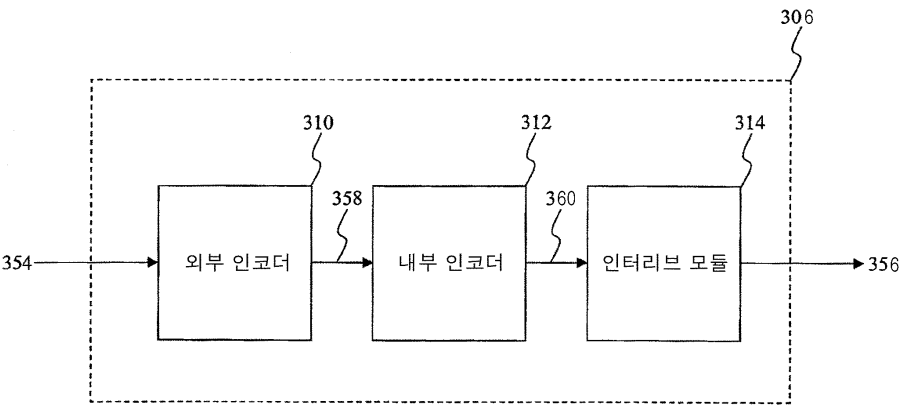
도면2



도면3a



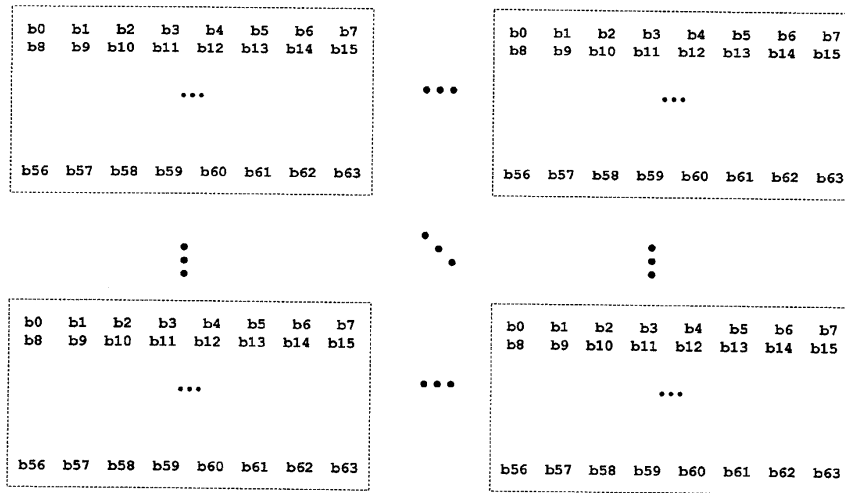
도면3b



도면4

a b c d e f g h i j A _k l m n o p	a b c d e f g h i j B _k l m n o p	a b c d e f g h i j C _k l m n o p	a b c d e f g h i j D _k l m n o p
a b c d e f g h i j E _k l m n o p	a b c d e f g h i j F _k l m n o p	a b c d e f g h i j G _k l m n o p	a b c d e f g h i j H _k l m n o p
a b c d e f g h i j I _k l m n o p	a b c d e f g h i j J _k l m n o p	a b c d e f g h i j K _k l m n o p	a b c d e f g h i j L _k l m n o p
a b c d e f g h i j M _k l m n o p	a b c d e f g h i j N _k l m n o p	a b c d e f g h i j O _k l m n o p	a b c d e f g h i j P _k l m n o p

도면5



예 :

256-QAM: 6 코딩된 LSBs, 2 미코딩된 MSBs, 2x2 세트

1024-QAM: 6 코딩된 LSBs, 4 미코딩된 MSBs, 4x4 세트

4096-QAM: 6 코딩된 LSBs, 6 미코딩된 MSBs, 8x8 세트

도면6

