



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0097761
(43) 공개일자 2009년09월16일

(51) Int. Cl.

H04L 1/02 (2006.01) H04B 7/02 (2006.01)

H04L 12/28 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0094077

(22) 출원일자 2008년09월25일

심사청구일자 2008년09월25일

(30) 우선권주장

1020080022504 2008년03월11일 대한민국(KR)

1020080041977 2008년05월06일 대한민국(KR)

(71) 출원인

한국전자통신연구원

대전 유성구 가정동 161번지

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자

서방원

대전시 유성구 신성동 대림두레아파트 101동 807호

이희수

대전시 유성구 노은동 열매마을아파트 907동 1305호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인무한

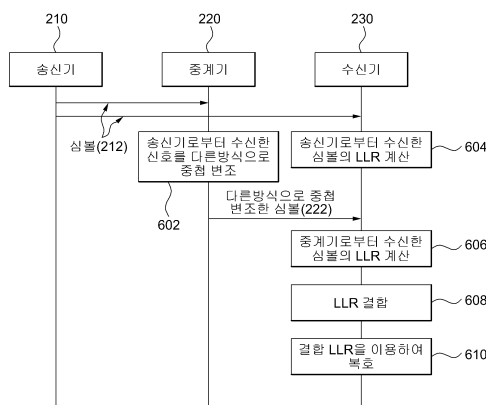
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 릴레이 시스템에서 신호점 재배열 또는 중첩 변조를 기반으로 하는 협력 수신 다이버시티 장치 및 방법

(57) 요약

릴레이 시스템에서 신호점 재배열 또는 중첩 변조를 기반으로 하는 협력 수신 다이버시티 장치 및 방법은 송신기로부터 임의의 중첩 변조된 심볼을 수신하는 단계; 상기 수신한 심볼에 대한 복조 및 복호를 수행하는 단계; 및, 상기 수신한 심볼을 상기 송신기와 다른 중첩 변조를 이용하여 변조한 후 수신기로 중계하는 단계; 및, 중계기와 송신기로부터 임의의 중첩 변조된 심볼을 수신하면 상기 심볼의 로그 가능성률(LLR: Log-Likelihood Ratio)을 계산하는 단계; 및, 중계기로부터 상기 송신기와는 다르게 중첩 변조된 심볼을 수신하면 상기 다르게 중첩 변조된 심볼의 로그 가능성률을 계산하는 단계; 및, 상기 송신기와 상기 중계기를 통해 수신한 심볼들의 각각의 로그 가능성률을 더하여 결합하는 단계를 포함하는 수신기를 포함한다.

대표도 - 도6



(72) 발명자

안재영

대전시 유성구 전민동 엑스포아파트 105동 1203호

강충구

서울시 성북구 안암동1가 삼성래미안아파트 110동 802호

류현석

서울시 성북구 안암동1가 삼성래미안아파트 103동 804호

박선미

서울시 용산구 청파동3가 109-17번지 402호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2006-S-001-03

부처명 IT성장동력기술개발

연구사업명 지식경제부 및 정보통신연구진흥원

연구과제명 4세대 이동통신을 위한 적응무선접속 및 전송 기술개발

주관기관 한국전자통신연구원, 고려대학교 산학협력단

연구기간 2006년 01월 03일 ~ 2010년 12월 31일

특허청구의 범위

청구항 1

송신기로부터 중첩 변조된 심볼을 수신하는 단계;

상기 수신한 심볼을 복조하고 복호하여 메시지 비트를 출력하는 단계; 및

상기 메시지 비트를 상기 송신기에서 사용한 중첩 변조와는 다른 중첩 변조를 이용하여 변조하여 수신기로 중계하는 단계를 포함함을 특징으로 하는 릴레이 시스템의 중계기에서 중첩 변조를 기반으로 하는 협력 수신 다이버시티 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 송신기에서 사용한 중첩 변조와는 다른 중첩 변조는,

상기 송신기에서 각 심볼에 할당된 전력의 비를 각 심볼간에 서로 바꾸어 할당하여 중첩 변조함을 특징으로 하는 릴레이 시스템의 중계기에서 중첩 변조를 기반으로 하는 협력 수신 다이버시티 방법.

청구항 3

송신기로부터 임의의 중첩 변조된 심볼을 수신하면 상기 심볼의 로그 가능성률(LLR: Log-Likelihood Ratio)을 계산하는 단계;

중계기로부터 상기 송신기에서 사용한 중첩 변조와는 다른 중첩 변조로 변조된 심볼을 수신하면 상기 다른 중첩 변조로 변조된 심볼의 로그 가능성률을 계산하는 단계; 및

상기 송신기와 상기 중계기를 통해 수신한 심볼들의 각각의 로그 가능성률을 더하여 결합하는 단계를 포함함을 특징으로 하는 릴레이 시스템의 수신기에서 중첩 변조를 기반으로 하는 협력 수신 다이버시티 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

결합한 로그 가능성률을 이용하여 상기 중계기를 통해 수신한 심볼을 복호하는 단계를 더 포함함을 특징으로 하는 릴레이 시스템의 수신기에서 중첩 변조를 기반으로 하는 협력 수신 다이버시티 방법.

청구항 5

송신기로부터 임의의 신호점 성상도로 맵핑(mapping)된 심볼을 수신하는 단계;

상기 수신한 심볼을 복조하고 복호하여 메시지 비트를 출력하는 단계; 및

상기 메시지 비트를 상기 송신기에서 배치한 신호점 성상도와는 다르게 신호점을 재배치하여 수신기로 중계하는 단계를 포함함을 특징으로 하는 릴레이 시스템의 중계기에서 신호점 재배열을 기반으로 하는 협력 수신 다이버시티 방법.

청구항 6

송신기로부터 임의의 신호점 성상도로 맵핑(mapping)된 심볼을 수신하면 상기 심볼의 로그 가능성률(LLR: Log-Likelihood Ratio)을 계산하는 단계;

중계기로부터 신호점 재배치된 심볼을 수신하면 상기 신호점 재배치된 심볼의 로그 가능성률을 계산하는 단계; 및

상기 송신기와 상기 중계기를 통해 수신한 심볼들의 각각의 로그 가능성률을 더하여 결합하는 단계를 포함함을 특징으로 하는 릴레이 시스템의 수신기에서 신호점 재배열을 기반으로 하는 협력 수신 다이버시티 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

결합한 로그 가능성률을 이용하여 상기 중계기를 통해 수신한 심볼을 복호하는 단계를 더 포함함을 특징으로 하

는 릴레이 시스템의 수신기에서 신호점 재배열을 기반으로 하는 협력 수신 다이버시티 방법.

청구항 8

송신기로부터 임의의 중첩 변조된 심볼을 수신하면 복조하는 복조부;

상기 복조부를 통해 상기 복조한 심볼을 복호하여 메시지 비트로 출력하는 복호부;

상기 메시지 비트를 채널 부호화 하는 부호부; 및

상기 부호화한 메시지 비트를 상기 송신기에서 사용한 중첩 변조와는 다른 중첩 변조를 이용하여 변조하는 변조부를 포함함을 특징으로 하는 협력 수신 다이버시티를 제공하는 릴레이 시스템의 중계기.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 복조부에서 송신기로부터 임의의 신호점 성상도로 맵핑(mapping)된 심볼을 수신하면, 상기 변조부는 상기 송신기에서 배치한 신호점 성상도와는 다르게 신호점을 재배치하여 변조함을 특징으로 하는 협력 수신 다이버시티를 제공하는 릴레이 시스템의 중계기.

청구항 10

제8항에 있어서, 상기 변조부는,

상기 송신기에서 각 심볼에 할당된 전력의 비를 각 심볼간에 서로 바꾸어 할당하여 상기 송신기에서 사용한 중첩 변조와는 다른 중첩 변조로 변조함을 특징으로 하는 릴레이 시스템의 중계기.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

- <1> 본 발명은 릴레이 시스템에서 신호점 재배열 또는 중첩 변조를 기반으로 하는 협력 수신 다이버시티 장치 및 방법에 관한 것으로, 특히, 릴레이 시스템의 중계기에서 송신기로부터 수신하는 심볼을 신호점 재배열하거나 중첩 변조하여 수신기로 송신하여서 협력 수신 다이버시티 기법을 이용하는 수신기에서 수신 신호에 대한 신뢰도를 향상시키는 릴레이 시스템에서 신호점 재배열 또는 중첩 변조를 기반으로 하는 협력 수신 다이버시티 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- <2> 릴레이 시스템은 음성 지역의 통신을 원활히 하고 서비스가 가능한 셀 커버리지를 확장하기 위한 것으로, 중계기와 협력(cooperation)을 통해 송신기와 수신기 간의 통신 성능의 향상을 도모한다.
- <3> 이런 릴레이 시스템에서 협력 수신 다이버시티(cooperative receive diversity) 기법은 송신기가 중계기로 심볼을 전송할 때 수신기가 이 신호를 엿들 수 있으며, 수신기는 이전에 엿들은 신호와 중계기로부터 전송된 신호를 결합하여 다이버시티 이득(diversity gain)을 얻을 수 있다.
- <4> 릴레이 시스템의 수신기에서 수신한 심볼이 얻을 수 있는 다이버시티 이득은 송신기와 수신기, 중계기와 수신기의 채널 상태에 영향을 받는다. 신호점을 이루는 각 비트의 수신 신뢰도는 신호점 사이의 거리에 의해 좌우된다. 하지만 일반적인 릴레이 시스템에서 중계기는 수신 신호의 신호점을 변환하지 않고 그대로 수신기로 출력한다. 때문에 협력 수신 다이버시티 기법을 사용하는 수신기는 송신기와 중계기로부터 동일한 비트 별 오류가 발생하는 신호점으로 매핑된 신호를 수신하고 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <5> 본 발명은 상기와 같은 종래 기술을 개선하기 위해 안출된 것으로서, 릴레이 시스템에서 신호점 재배열 또는 중

첩 변조를 기반으로 하는 협력 수신 다이버시티 장치 및 방법을 제공한다.

<6> 본 발명은 릴레이 시스템의 중계기에서 송신기로부터 수신하는 심볼을 신호점 재배열하여 수신기로 송신하여서 수신기에서 수신하는 심볼에 대한 신뢰도를 향상시키는 릴레이 시스템에서 신호점 재배열을 기반으로 하는 협력 수신 다이버시티 장치 및 방법을 제공한다.

<7> 본 발명은 릴레이 시스템의 중계기에서 송신기로부터 수신하는 심볼을 다른 중첩 변조 방법으로 변조하여 수신기로 송신하여서 수신기에서 수신하는 심볼에 대한 신뢰도를 향상시키는 릴레이 시스템에서 중첩 변조를 기반으로 하는 협력 수신 다이버시티 장치 및 방법을 제공한다.

과제 해결수단

<8> 본 발명의 실시예에 따른, 릴레이 시스템의 중계기에서 중첩 변조를 기반으로 하는 협력 수신 다이버시티 방법은, 송신기로부터 임의의 중첩 변조된 심볼을 수신하는 단계; 상기 수신한 심볼에 대한 복조 및 복호를 수행하는 단계; 및, 상기 수신한 심볼을 상기 송신기와 다른 중첩 변조를 이용하여 변조하여 수신기로 중계하는 단계를 포함한다.

<9> 본 발명의 실시예에 따른 릴레이 시스템의 수신기에서 중첩 변조를 기반으로 하는 협력 수신 다이버시티 방법은, 송신기로부터 임의의 중첩 변조된 심볼을 수신하면 상기 심볼의 로그 가능성률(LLR: Log-Likelihood Ratio)을 계산하는 단계; 중계기로부터 상기 송신기와는 다르게 중첩 변조된 심볼을 수신하면 상기 다르게 중첩 변조된 심볼의 로그 가능성률을 계산하는 단계; 및, 상기 송신기와 상기 중계기를 통해 수신한 심볼들의 각각의 로그 가능성률을 더하여 결합하는 단계를 포함한다.

<10> 본 발명의 실시예에 따른 릴레이 시스템의 중계기에서 신호점 재배열을 기반으로 하는 협력 수신 다이버시티 방법은, 송신기로부터 임의의 신호점 성상도로 맵핑(mapping)된 심볼을 수신하는 단계; 상기 수신한 심볼에 대한 복조 및 복호를 수행하는 단계; 및, 상기 수신한 심볼을 상기 송신기에서 배치한 신호점 성상도와는 다르게 신호점을 재배치하여 수신기로 중계하는 단계를 포함한다.

<11> 본 발명의 실시예에 따른 릴레이 시스템의 수신기에서 신호점 재배열을 기반으로 하는 협력 수신 다이버시티 방법은, 송신기로부터 임의의 신호점 성상도로 맵핑(mapping)된 심볼을 수신하면 상기 심볼의 로그 가능성률(LLR: Log-Likelihood Ratio)을 계산하는 단계; 중계기로부터 신호점 재배치된 심볼을 수신하면 상기 신호점 재배치된 심볼의 로그 가능성률을 계산하는 단계; 및, 상기 송신기와 상기 중계기를 통해 수신한 심볼들의 각각의 로그 가능성률을 더하여 결합하는 단계를 포함한다.

<12> 본 발명의 실시예에 따른 협력 수신 다이버시티를 제공하는 릴레이 시스템의 중계기는, 송신기로부터 임의의 중첩 변조된 심볼을 수신하면 복조하는 복조부; 상기 복조부를 통해 상기 복조한 심볼을 복호하여 메시지 비트로 출력하는 복호부; 상기 메시지 비트를 채널 부호화 하는 부호부; 및, 상기 부호화한 메시지 비트를 상기 송신기와 다른 중첩 변조를 이용하여 변조하는 변조부를 포함한다.

효과

<13> 상술한 바와 같이, 본 발명의 실시예는 릴레이 시스템의 중계기에서 송신기로부터 수신하는 심볼을 신호점 재배열하거나 중첩 변조하여 수신기로 송신하고, 수신기에서 협력 수신 다이버시티 기법을 사용하여 수신하는 장치 및 방법에 관한 것으로 수신기에서 수신신호의 신뢰도를 향상시키는 효과가 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<14> 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그리고 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

<15> 본 발명의 실시 예는 릴레이 시스템의 중계기에서 송신기로부터 수신하는 심볼을 신호점 재배열하거나 중첩 변조하여 수신기로 송신하여서 수신기에서 수신하는 심볼에 대한 신뢰도를 향상시키는 릴레이 시스템에서 신호점 재배열 또는 중첩 변조를 기반으로 하는 협력 수신 다이버시티 장치 및 방법에 관한 것이다.

<16> 설명에 앞서 이해의 편의를 위해 변조 방식의 예를 16-QAM (Quadrature Amplitude Modulation) 변조를 가정한다. 16-QAM 변조에서 in-phase(I-축)과 quadrature-phase(Q-축)은 서로 독립적이므로 16-QAM 변조는 두 개의 4-PAM (pulse amplitude modulation) 변조로 분리해서 고려할 수 있다.

- <17> 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 신호점 재배열을 기반으로 하는 협력 수신 다이버시티 기법을 사용하는 릴레이 시스템에서 신호점 재배열의 예를 도시한 도면이다.
- <18> 먼저, 신호점 재배열을 기반으로 하는 협력 수신 다이버시티 기법을 사용하는 릴레이 시스템은 송신 노드(S: Source)인 송신기(110), 중계 노드(R: Relay station)인 중계기(120) 및, 목적지 노드(D: Destination)인 수신기(130)를 포함하여 구성한다. 이때 중계기(120)는 셀룰러 시스템에서 사용하는 relay station일 수도 있고, 중계 역할을 수행하는 mobile station(예를 들어 이동 통신 단말기, 휴대 단말기 및, 노트북 등)이 될 수도 있다.
- <19> 송신기(110)는 중계기(120)와 수신기(130)로 상기 도 1에 명시한 4-PAM 신호점 성상도로 표현되는 수신한 심볼(112)을 통해 전송한다. 중계기(120)는 송신기(110)로부터 수신한 심볼의 복조 및 복호를 수행한다. 이후 중계기(120)는 수신한 심볼(112)을 재배치하고 수신기(130)로 재배치한 심볼(122)을 통해 수신한 심볼을 전송한다. 다시 말해 송신기(110)가 전송하는 신호점 배치와 중계기(120)가 전송하는 신호점 배치가 서로 다르다.
- <20> 수신기(130)는 송신기(110)와 중계기(120)로부터 서로 다른 신호점으로 배치된 신호를 수신하여 협력 수신 다이버시티 기법을 이용하여 신호를 복호한다. 신호점 재배열을 기반으로 하는 협력 수신 다이버시티 기법을 사용하는 릴레이 시스템에 대한 상세한 설명은 이후 도 3을 참조하여 후술한다.
- <21> 도 2은 본 발명의 일 실시 예에 따른 중첩 변조를 기반으로 하는 협력 수신 다이버시티 기법을 사용하는 릴레이 시스템에서 중첩 변조의 예를 도시한 도면이다
- <22> 도 2의 설명에 앞서 이해의 편의를 위해 중첩 변조 방식은 BPSK(Binary Phase Shift Keying) 변조된 두 심볼이 중첩 되어 4개의 신호점들 중 하나가 전송되는 경우를 가정한다.
- <23> 먼저, 중첩 변조를 기반으로 하는 협력 수신 다이버시티 기법을 사용하는 릴레이 시스템은 상기 도 1과 같이 송신기(210), 중계기(220) 및, 수신기(230)를 포함하여 구성한다.
- <24> 송신기(210)는 중첩 변조된 심볼을 중계기(220)와 수신기(230)로 전송한다. 이때 송신기(210)가 중첩 변조를 사용하여 중계기(220)와 수신기(230)로 전송한 신호 X_S 는 아래 <수학식 1>과 같다. 이때 송신기(210)가 중첩 변조하는 심볼을 4-PAM 신호점 성상도로 표현하면 심볼(212)과 같다.

수학식 1

- <25>
$$X_S = \sqrt{1-\alpha} s_1 + \sqrt{\alpha} s_2$$
- <26> 여기서 S_1 , S_2 는 서로 다른 심볼을 나타내며 α 는 중첩 변조에서 사용하는 전력 분할 계수를 의미한다.
- <27> 즉, 서로 다른 두 개의 심볼 S_1 , S_2 가 전력 분할 계수에 의해 서로 다른 전력의 비를 갖고 선형 결합되어 송신기로부터 전송된다.
- <28> 그러면, 중계기(220)는 송신기(210)로부터 수신한 심볼의 복조 및 복호를 수행한다. 이후 중계기(220)는 송신기(210)로부터 <수학식 1>과 같이 중첩 변조된 심볼을 아래 <수학식 2>과 같이 재배치한 X_R 을 전송한다. 이때 중계기(210)가 중첩 변조하는 심볼을 4-PAM 신호점 성상도로 표현하면 심볼(222)과 같다.

수학식 2

- <29>
$$X_R = \sqrt{1-\alpha} s_2 + \sqrt{\alpha} s_1$$
- <30> 여기서 S_1 , S_2 는 서로 다른 심볼을 나타내며 α 는 중첩 변조에서 사용하는 전력 분할 계수를 의미한다.
- <31> 상기 <수학식 1>과 <수학식 2>를 비교하여 살펴보면, S_1 , S_2 에 할당된 전력의 비가 바뀌었음을 알 수 있다. 예를 들어, $\alpha=0.1$ 을 가정할 경우, 송신기(210)에서 전송한 심볼은 <수학식 1>에서처럼 S_1 에 할당된 전력의 비가 S_2 보다 크게 되므로 $\sqrt{1-\alpha} s_1$ 의 신호점들 사이의 거리가 $\sqrt{\alpha} s_2$ 신호점들 사이의 거리보다 멀게 된다. 이는 도 2에서 알 수 있듯이 S_1 과 S_2 로 구성된 심볼들의 첫 번째 비트에 대한 검출 신뢰도가 두 번째 비트에 대한 검출 신뢰도보다 높다는 의미이다. 한편, 중계기(220)에서 신호점 재배치를 통해 전송한 심볼은 <수학식 2>에서처럼 S_2 에 할당된 전력의 비가 S_1 에 할당된 전력의 비보다 크게 되어 S_1 과 S_2 로 구성된 심볼들의 두 번째 비트에 대한 검출

신뢰도가 첫 번째 비트에 대한 검출 신뢰도보다 크다는 것을 의미한다.

- <32> 그러면, 수신기(230)는 송신기(210)와 중계기(220)로부터 서로 다른 중첩변조를 통해 신호점이 배치된 신호를 수신하여 협력 수신 다이버시티 기법을 이용하여 신호를 복호한다. 이렇게 함으로써 첫 번째 비트와 두 번째 비트에 대한 검출 신뢰도가 평균적으로 동일해 지게 되어 수신기(230)에서 신호를 복호 시 성능을 향상시킬 수 있다. 중첩변조를 기반으로 하는 협력 수신 다이버시티 기법을 사용하는 릴레이 시스템에 대한 상세한 설명은 이후 도 4를 참조하여 후술한다.
- <33> 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 릴레이 시스템에서 신호점 재배열을 기반으로 하는 협력 수신 다이버시티 기법을 제공하는 장치들의 구성을 도시한 도면이다.
- <34> 도 3(a)는 본 발명의 실시 예에 따른 신호점 재배치 기반 협력 수신 다이버시티를 사용하는 릴레이 시스템에서 송신기를 도시한 도면이다.
- <35> 상기 도 3(a)를 참조하면 상기 송신기(110)는 부호부(312)와 변조부(314)를 포함한다. 메시지 비트(message bit)들이 채널 부호부(channel encoder)(312)를 거쳐 채널 부호화되며 채널 부호화 된 비트들이 변조부(314)의 입력으로 들어간다. 채널 부호화된 비트들은 변조부(314)에서 기설정된 변조 방식에서 사용되는 신호점(또는 심볼)으로 맵핑되어 출력된다. 여기서 기설정된 변조 방식에는 BPSK, QPSK, 16-QAM 등의 변조 방식들이 있다.
- <36> 도 3(b)는 본 발명의 실시 예에 따른 신호점 재배치 기반 협력 수신 다이버시티를 사용하는 릴레이 시스템에서 중계기에서 수신장치의 구조를 도시한 도면이다.
- <37> 상기 도 3(b)를 참조하면 상기 중계기(120)의 수신장치는 복조부(322)와 복호부(324)를 포함하여 구성한다. 송신기(110)로부터 전송된 심볼들은 중계기(120)의 수신 안테나를 거쳐 복조부(322)의 입력으로 들어온다. 복조부(322)의 출력 값은 채널 복호부(324)의 입력으로 들어가게 되고 채널 복호부(324)를 거쳐 메시지 비트들이 출력된다.
- <38> 도 3(c)는 본 발명의 실시 예에 따른 신호점 재배치 기반 협력 수신 다이버시티를 사용하는 릴레이 시스템에서 중계기에서 송신장치의 구조를 도시한 도면이다.
- <39> 상기 도 3(c)를 참조하면 상기 중계기(120)의 송신장치는 부호부(326)와 변조부(328)를 포함하여 구성한다. 상기 중계기(120)는 도 3(b)에서 복호한 메시지 비트들을 이용하여 다시 채널 부호화를 수행한다. 채널 부호화의 출력은 변조부(328)의 입력으로 들어가며 이때 중계기(120)에서 사용하는 변조부(328)에는 송신기(110)에서 사용하는 심볼-비트 간의 맵핑 방식과 다른 맵핑 방식을 사용하는 맵퍼를 사용한다. 즉, 송신기(110)와는 다른 신호점으로 신호를 맵핑한다.
- <40> 이와 같이 송신기(110)에서 사용한 맵핑 방식과 중계기(120)에서 사용한 맵핑 방식이 달라져서 수신기(130)에서 심볼 내의 비트들이 평균적으로 오류가 발생할 확률이 줄어들게 된다.
- <41> 도 3(d)는 본 발명의 실시 예에 따른 신호점 재배치 기반 협력 수신 다이버시티를 사용하는 릴레이 시스템에서 수신기의 구조를 도시한 도면이다.
- <42> 상기 도 3(d)를 참조하면 상기 수신기(130)는 지연부(332), 복조부(334), 로그 가능성률 결합부(336) 및, 복호부(338)를 포함한다. 상기 수신기(130)는 두 단계에 걸쳐서 신호를 수신한다. 다시 말해 송신기(110)로부터 전송된 신호와 중계기(120)로부터 전송된 신호를 수신하게 된다. 시간 순서상으로 수신기(130)는 송신기(110)로부터 전송된 신호를 먼저 수신하게 되므로 수신기(130)는 송신기(110)로부터 수신한 심볼의 로그 가능성률(LLR: Log-Likelihood Ratio)을 LLR 결합부(336)를 통해 아래 <수학식 3>과 같이 계산한다. 이때 지연부(332)는 시간적 지연을 표현하기 위해 표시하였다.

수학식 3

$$LLR = \log_2 \left\{ \frac{\sum_{x \in S_k^1} p(y|x)}{\sum_{x \in S_k^0} p(y|x)} \right\}$$

- <43>
- <44> 여기서 x는 전송된 심볼을 y는 수신된 심볼을 나타낸다. S_k^τ 는 k번째 위치의 비트가 $\tau \in \{0,1\}$ 인 심볼 x의 집합을 나타낸다. $p(\cdot)$ 는 확률 밀도 함수(probability density function)을 나타낸다. 즉, $p(y|x)$ 는 likelihood 함수로

서 전송된 x 가 주어졌을 때, y 라는 event가 발생할 확률 밀도를 나타낸다.

- <45> 이후 수신기(130)는 중계기(120)로부터 수신한 심볼의 LLR 값을 LLR결합부(336)를 통해 상기 <수학식 3>을 이용하여 계산한다. LLR결합부(336)는 각각의 계산된 LLR 값들을 더하여 결합하고 결합된 LLR 값을 복호부(338)로 제공한다. 복호부(338)는 결합된 LLR 값을 이용하여 메시지 비트들을 출력한다.
- <46> 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 릴레이 시스템에서 중첩 변조를 기반으로 하는 협력 수신 다이버시티 기법을 제공하는 장치들의 구성을 도시한 도면이다.
- <47> 도 4(a)는 본 발명의 실시 예에 따른 중첩 변조 기반 협력 수신 다이버시티를 사용하는 릴레이 시스템에서 송신기를 도시한 도면이다.
- <48> 상기 도 4(a)를 참조하면 상기 송신기(210)는 부호부(412)와 중첩 변조부(414)를 포함한다. 메시지 비트들은 채널 부호부(412)를 거쳐 채널 부호화 된다. 중첩 변조부(414)에서 어떤 변조 방식들을 중첩 하느냐에 따라 여러 방식으로 나눌 수 있다. 예를 들어 BPSK와 BPSK를 중첩하는 경우, BPSK와 QPSK를 중첩하는 경우, QPSK와 QPSK를 중첩하는 경우, QPSK와 16-QAM을 중첩하는 경우, 16-QAM과 16-QAM을 중첩하는 경우 등이 존재한다. 상기 도 2의 도면은 BPSK와 BPSK를 중첩하는 경우이다. 중첩 변조부(414)는 채널 부호부(412)의 출력 값들을 2 비트씩 끊어서 각 신호점들에 맵핑한다.
- <49> 도 4(b)는 본 발명의 실시 예에 따른 중첩 변조 기반 협력 수신 다이버시티를 사용하는 릴레이 시스템에서 중계기에서 수신장치의 구조를 도시한 도면이다.
- <50> 상기 도 4(b)를 참조하면 상기 중계기(220)의 수신장치는 중첩 복조부(422)와 복호부(424)를 포함하여 구성한다. 송신기(210)로부터 전송된 심볼들은 중계기(220)의 수신 안테나를 거쳐 중첩 복조부(422)의 입력으로 들어온다. 중첩 복조부(422)에서 복조한 출력 값은 채널 복호부(424)의 입력으로 들어가게 되고 채널 복호부(424)를 거쳐 메시지 비트들이 출력된다.
- <51> 도 4(c)는 본 발명의 실시 예에 따른 중첩 변조 기반 협력 수신 다이버시티를 사용하는 릴레이 시스템에서 중계기에서 송신장치의 구조를 도시한 도면이다.
- <52> 상기 도 4(c)를 참조하면 상기 중계기(220)의 송신장치는 부호부(426)와 중첩 변조부(428)를 포함하여 구성한다. 중계기(220)의 송신장치는 도 4(b)에서 복조한 메시지 비트들을 이용하여 다시 채널 부호화를 수행한다. 채널 부호화의 출력은 중첩 변조부(428)의 입력으로 들어간다. 이때 중계기(220)에서 사용하는 중첩 변조부(428)는 송신부(210)와는 다른 중첩 변조 방식으로 중첩 변조한다. 예를 들어 상기 <수학식 1>과 <수학식 2>에 서처럼 심볼들을 교환하여 중첩 변조한다.
- <53> 도 4(d)는 본 발명의 실시 예에 따른 중첩 변조 기반 협력 수신 다이버시티를 사용하는 릴레이 시스템에서 수신기의 구조를 도시한 도면이다.
- <54> 상기 도 4(d)를 참조하면 상기 수신기(230)는 지연부(432), 중첩 복조부(434), 로그 가능성을 결합부(436) 및, 복호부(438)를 포함한다. 상기 수신기(230)는 송신기(210)와 중계기(220)로부터 신호를 수신한다. 그러면, LLR 결합부(436)는 송신기(210)와 중계기(220)로부터 수신한 심볼의 LLR 값을 상기 <수학식 3>을 이용하여 계산하고 각각의 계산된 LLR 값들을 더하여 결합한다. 이후 LLR 결합부(436)는 결합된 LLR 값을 복호부(338)로 제공한다. 복호부(338)는 결합된 LLR 값을 이용하여 메시지 비트들을 출력한다.
- <55> 이하, 상기와 같이 구성된 본 발명에 따른 방법을 아래에서 도면을 참조하여 설명한다.
- <56> 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 릴레이 시스템에서 신호점 재배열을 기반으로 하는 협력 수신 다이버시티 방법을 제공하는 과정을 도시한 흐름도이다.
- <57> 상기 도 5를 참조하면, 본 발명의 릴레이 시스템에서 송신기(110)는 중계기(120)와 수신기(130)로 임의의 신호점 성상도로 맵핑(mapping)한 심볼(112)을 송신한다.
- <58> 그러면, 중계기(120)는 502단계로 진행하여 수신한 심볼(112)에 대한 복조 및 복호를 수행하고, 송신기(110)와는 다른 신호점 성상도로 신호점 재배치한다. 그리고, 신호점 재배치한 심볼(122)을 수신기(130)로 송신한다.
- <59> 수신기(130)는 송신기(110)로부터 심볼(112)을 수신하면 504단계로 진행하여 수신한 심볼(112)의 LLR 값을 계산하여 저장한다. 이후 중계기(120)로부터 신호점 재배치된 심볼(122)을 수신하면 506단계로 진행하여 신호점 재배치된 심볼(122)의 LLR 값을 계산한다.

- <60> 이후, 수신기(130)는 508단계로 진행하여 504단계와 506단계에서 각각 계산한 LLR 값을 더하여 결합하고, 510단계로 진행하여 수신한 심볼을 복조하고 결합된 LLR 값을 이용하여 수신한 심볼을 복호한다.
- <61> 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 릴레이 시스템에서 중첩 변조를 기반으로 하는 협력 수신 다이버시티 방법을 제공하는 과정을 도시한 흐름도이다.
- <62> 상기 도 6을 참조하면, 본 발명의 릴레이 시스템에서 송신기(210)는 중계기(220)와 수신기(230)로 임의의 중첩 변조된 심볼(212)을 송신한다.
- <63> 그러면, 중계기(220)는 602단계로 진행하여 수신한 심볼(212)에 대한 복조 및 복호를 수행하고, 송신기(210)와는 다른 중첩 변조 방법으로 변조한다. 그리고, 다른 방식으로 중첩 변조한 심볼(222)을 수신기(230)로 송신한다.
- <64> 수신기(230)는 송신기(210)로부터 심볼(212)을 수신하면 604단계로 진행하여 수신한 심볼(212)의 LLR 값을 계산하여 저장한다. 이후 중계기(220)로부터 다른 방식으로 중첩 변조된 심볼(222)을 수신하면 606단계로 진행하여 신호점 재배치된 심볼(222)의 LLR 값을 계산한다.
- <65> 이후, 수신기(230)는 608단계로 진행하여 604단계와 606단계에서 각각 계산한 LLR 값을 더하여 결합하고, 610단계로 진행하여 수신한 심볼을 복조하고 결합된 LLR 값을 이용하여 수신한 심볼을 복호한다.
- <66> 그러면 종래기술 대비 본 발명의 성능을 아래에서 도면을 참조하여 비교하고자 한다.
- <67> 도 7은 본 발명의 비교 대상이 되는 신호점 재배치를 사용하지 않는 협력 수신 다이버시티 기법과 신호점 재배치 기반 협력 수신 다이버시티 기법, 중첩 변조 기반 협력 수신 다이버시티 기법과의 블록 에러율을 대칭 채널에서 비교한 도면이다. 여기서 대칭 채널은 송신기와 수신기, 중계기와 수신기 사이의 채널에 대한 평균 SNR (Signal-to-Noise Ratio)이 동일함을 의미한다. 각 심볼당 4-bit 전송이 이루어진다. 즉, 신호점 재배치를 사용하지 않는 협력 수신 다이버시티 기법과 신호점 재배치 기반 협력 수신 다이버시티 기법은 16-QAM 변조를 사용하며, 중첩 변조 기반 협력 수신 다이버시티 기법은 QPSK와 QPSK가 중첩되었음을 의미한다. 송신기와 중계기 사이의 채널은 이상적이라고 가정한다. 다시 말해 송신기가 중계기로 전송한 모든 심볼은 에러 없이 중계기에서 검출된다고 가정한다. 이때 블록의 크기는 1,024 비트이며, 블록 레일리 페이딩(block Rayleigh fading)을 가정한다. 또한 채널 부호화는 터보 부호(turbo coding)를 사용하며, 터보 부호화에서 복호 시 반복 횟수(iteration number)는 4번으로 제한한다. 부호화율(coding rate)은 1/3을 적용한다. 중첩 변조 기반 협력 수신 다이버시티에서 전력 분할 계수 $\alpha=0.2$ 를 사용하였다.
- <68> $\alpha=0.2$ 를 사용한 중첩 변조 기반 협력 수신 다이버시티 기법은 신호점 재배열 기반 협력 수신 다이버시티와 동일한 성능을 보임을 알 수 있으며, 신호점 재배열이 없는 협력 수신 다이버시티에 비해 전체적인 SNR (Signal-to-Noise Ratio) 범위에서 약 2dB의 성능 향상이 있음을 알 수 있다.
- <69> 도 8은 본 발명의 비교 대상이 되는 신호점 재배치를 사용하지 않는 협력 수신 다이버시티 기법과 신호점 재배치 기반 협력 수신 다이버시티 기법, 중첩 변조 기반 협력 수신 다이버시티 기법과의 블록 에러율을 비대칭 채널에서 비교한 도면이다. 여기서 비대칭 채널은 송신기와 수신기, 중계기와 수신기 사이의 채널에 대한 평균 SNR (Signal-to-Noise Ratio)이 다를 것을 의미한다. 각 심볼당 4-bit 전송이 이루어진다. 즉, 신호점 재배치를 사용하지 않는 협력 수신 다이버시티 기법과 신호점 재배치 기반 협력 수신 다이버시티 기법은 16-QAM 변조를 사용하며, 중첩 변조 기반 협력 수신 다이버시티 기법은 QPSK와 QPSK가 중첩되었음을 의미한다. 송신기와 중계기 사이의 채널은 이상적이라고 가정한다. 중계기와 수신기 사이 채널의 평균 SNR을 0 dB, 10 dB, 20 dB로 각각 고정 시킨 상태에서 송신기와 수신기 사이 채널의 평균 SNR에 따른 블록 에러율의 성능을 비교한 것이다. 다시 말해 송신기가 중계기로 전송한 모든 심볼은 에러 없이 중계기에서 검출된다고 가정한다. 이때 블록의 크기는 1,024 비트이며, 블록 레일리 페이딩(block Rayleigh fading)을 가정한다. 또한 채널 부호화는 터보 부호(turbo coding)를 사용하며, 터보 부호화에서 복호 시 반복 횟수(iteration number)는 4번으로 제한한다. 부호화율(coding rate)은 1/3을 적용한다. 중첩 변조 기반 협력 수신 다이버시티에서 전력 분할 계수 $\alpha=0.2$ 를 사용하였다.
- <70> 신호점 재배열 기반 협력 수신 다이버시티 기법과 중첩 변조 기반 협력 수신 다이버시티 기법은 동일한 성능을 보임을 알 수 있으며, 신호점 재배열을 사용하지 않는 협력 수신 다이버시티 기법에 비해 송신기-R 링크의 평균 SNR이 0dB에서, 10dB, 20dB로 증가할 때 더 많은 성능 향상을 보임을 알 수 있다. 목표 BLER을 10^{-2} 로 잡을 경우 송신기에서 중계기 링크의 평균 SNR이 20dB를 보장한다면 신호점 재배열 기반 및 중첩 변조 기반 협력 수신

다이버시티 기법은 신호점 재배열이 없는 협력 수신 다이버시티 기법에 비해 대략 3dB 정도의 SNR 이득이 있음을 알 수 있다.

<71> 지금까지 본 발명에 따른 구체적인 실시예에 관하여 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서는 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허 청구의 범위뿐 아니라 이 특허 청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

<72> 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 이는 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명 사상은 아래에 기재된 특허청구범위에 의해서만 파악되어야 하고, 이의 균등 또는 등가적 변형 모두는 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다

도면의 간단한 설명

<73> 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 신호점 재배열을 기반으로 하는 협력 수신 다이버시티 기법을 사용하는 릴레이 시스템에서 신호점 재배열의 예를 도시한 도면,

<74> 도 2은 본 발명의 일 실시 예에 따른 중첩 변조를 기반으로 하는 협력 수신 다이버시티 기법을 사용하는 릴레이 시스템에서 중첩 변조의 예를 도시한 도면이다

<75> 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 릴레이 시스템에서 신호점 재배열을 기반으로 하는 협력 수신 다이버시티 기법을 제공하는 장치들의 구성을 도시한 도면,

<76> 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 릴레이 시스템에서 중첩 변조를 기반으로 하는 협력 수신 다이버시티 기법을 제공하는 장치들의 구성을 도시한 도면,

<77> 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 릴레이 시스템에서 신호점 재배열을 기반으로 하는 협력 수신 다이버시티 방법을 제공하는 과정을 도시한 흐름도,

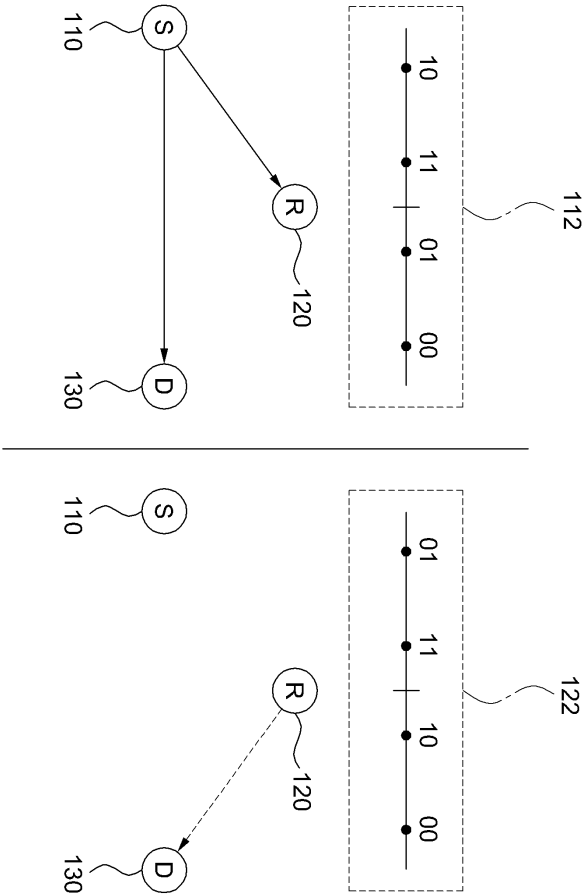
<78> 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 릴레이 시스템에서 중첩 변조를 기반으로 하는 협력 수신 다이버시티 방법을 제공하는 과정을 도시한 흐름도,

<79> 도 7은 본 발명의 비교 대상이 되는 신호점 재배치를 사용하지 않는 협력 수신 다이버시티 기법과 신호점 재배치 기반 협력 수신 다이버시티 기법, 중첩 변조 기반 협력 수신 다이버시티 기법과의 블록 에러율을 대칭 채널에서 비교한 도면 및,

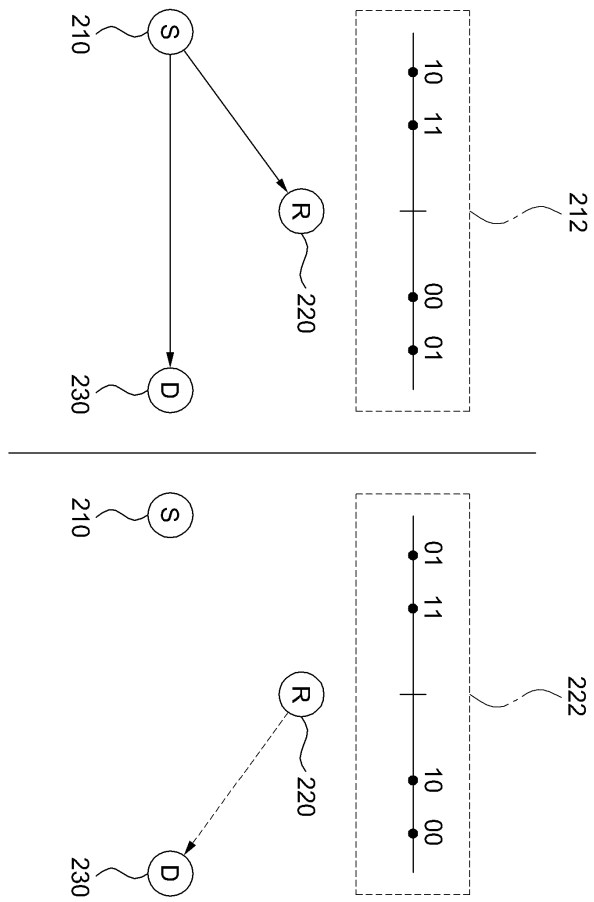
<80> 도 8은 본 발명의 비교 대상이 되는 신호점 재배치를 사용하지 않는 협력 수신 다이버시티 기법과 신호점 재배치 기반 협력 수신 다이버시티 기법, 중첩 변조 기반 협력 수신 다이버시티 기법과의 블록 에러율을 비대칭 채널에서 비교한 도면이다.

도면

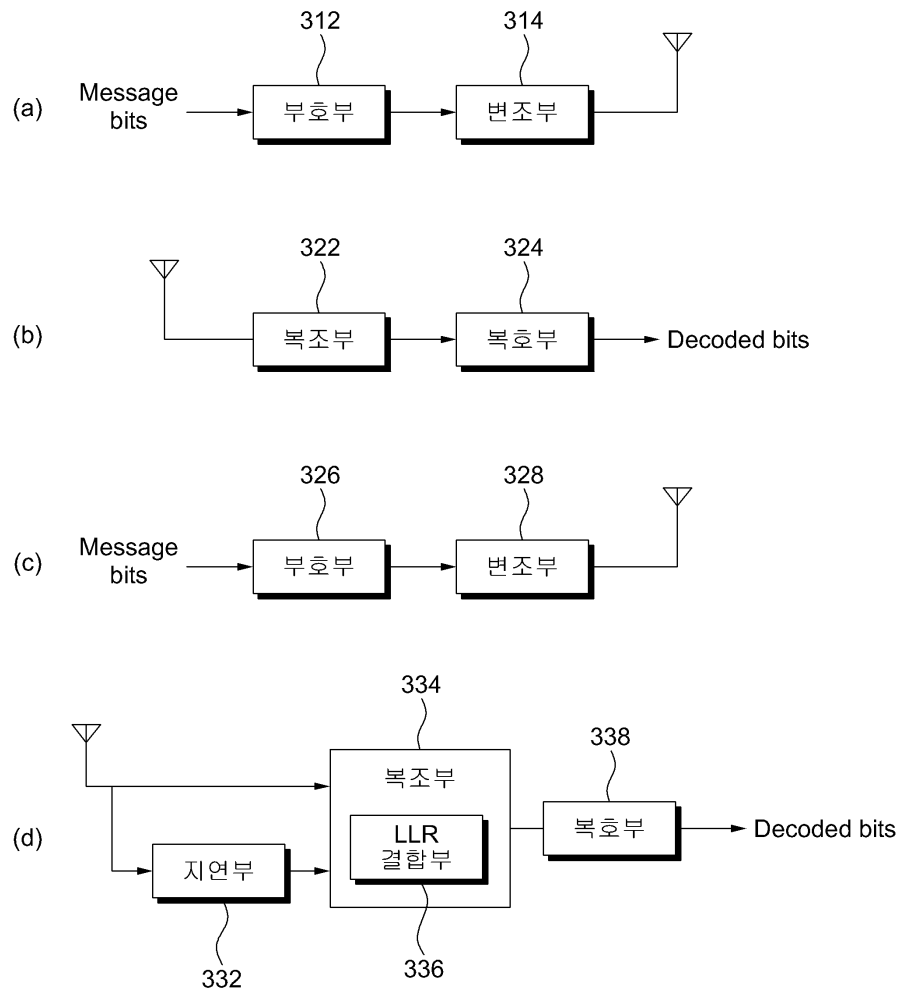
도면1



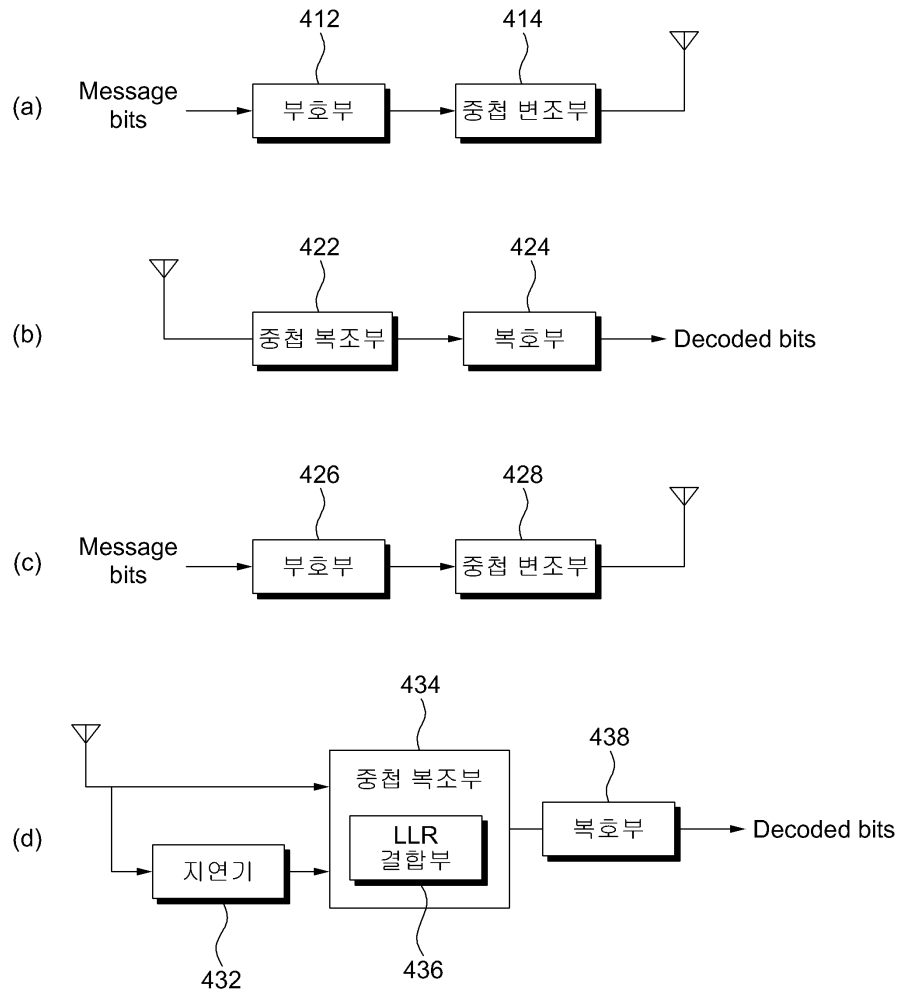
도면2



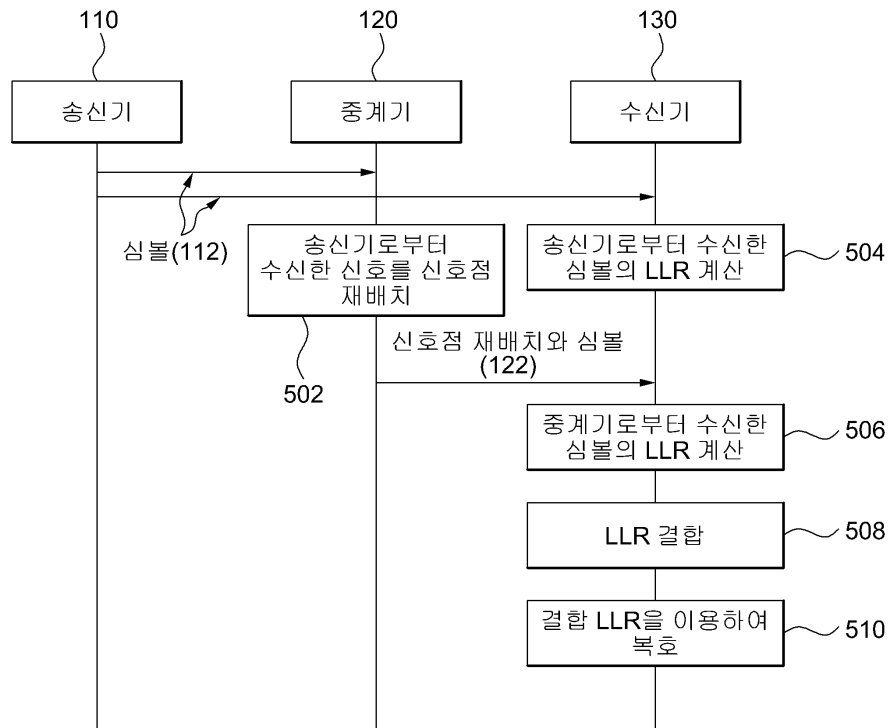
도면3



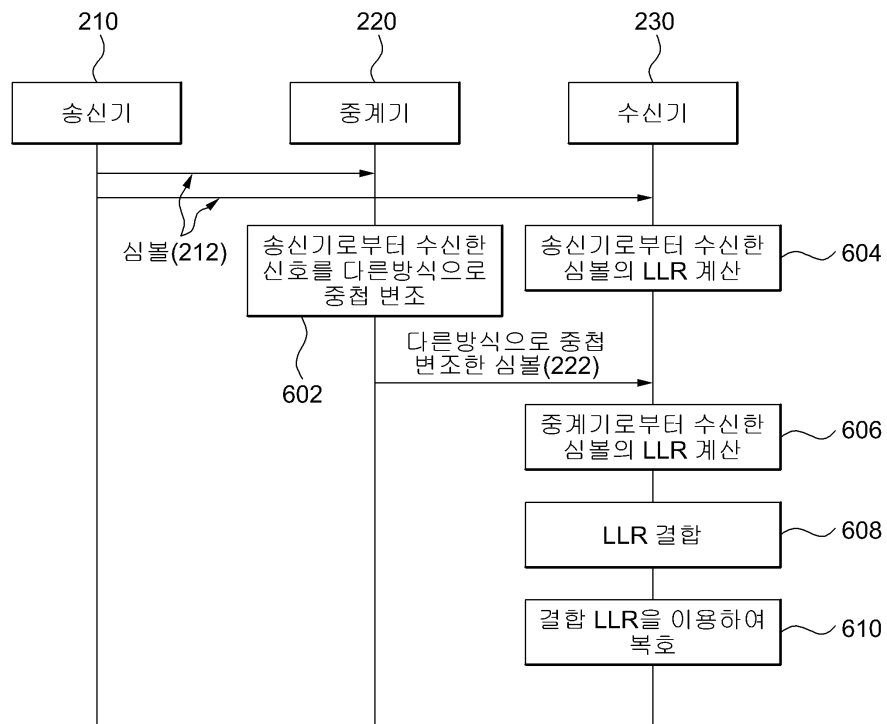
도면4



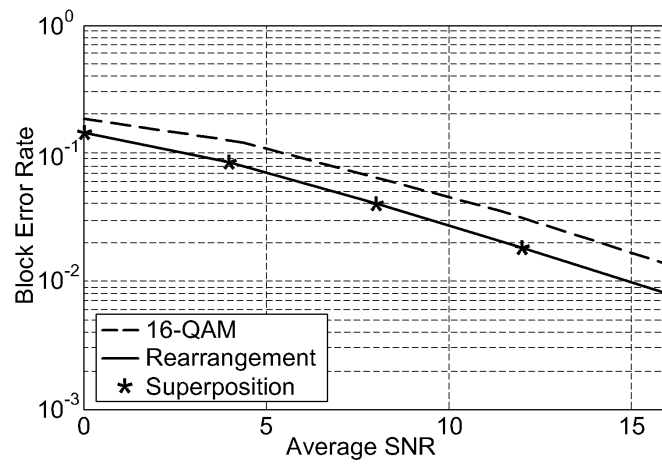
도면5



도면6



도면7



도면8

