



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년11월23일
(11) 등록번호 10-0928391
(24) 등록일자 2009년11월17일

(51) Int. Cl.
H04L 1/18 (2006.01) H04B 7/04 (2006.01)
H04L 27/26 (2006.01) H04L 1/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0034314
(22) 출원일자 2007년04월06일
심사청구일자 2007년04월06일
(65) 공개번호 10-2008-0090889
(43) 공개일자 2008년10월09일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020060074014 A*
KR1020040038327 A
KR1020070034426 A
US20040062221 A1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
인하대학교 산학협력단
인천 남구 용현동 253 인하대학교
(72) 발명자
장경희
서울 양천구 목6동 목동 신시가지아파트 220동 702호
김규현
전북 군산시 문화동 893-36번지
강승원
서울 구로구 운수동 7-5 두암빌라 나동 202호
(74) 대리인
특허법인화우

전체 청구항 수 : 총 38 항

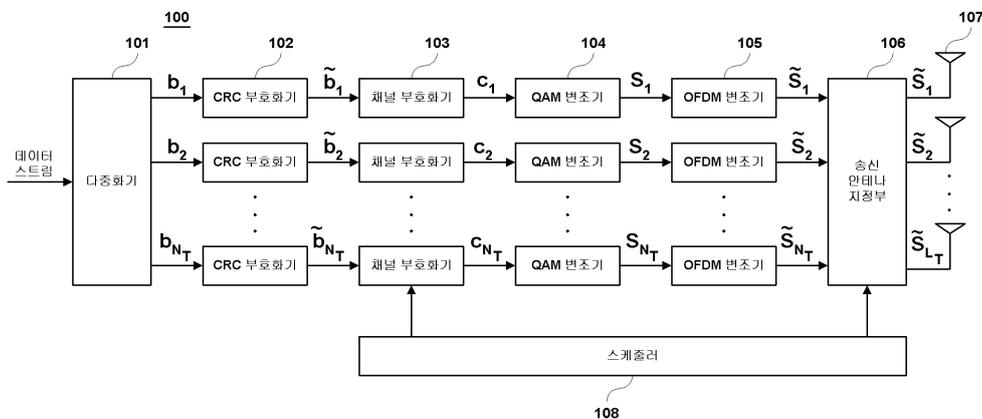
심사관 : 강희곡

(54) 다중 안테나 시스템에서의 안테나 스케줄링에 기반한 데이터 재전송 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 송·수신단 모두에 다수의 안테나를 사용하는 다중 입력 다중 출력 (MIMO: Multiple Input Multiple Output) 방식의 직교 주파수 분할 다중화 시스템(MIMO-OFDM 시스템)에 있어서, 안테나 스케줄링 기반의 HARQ 스위칭 기법을 적용하여 데이터를 재전송하기 위한 방법 및 장치를 제공한다. 본 발명에 따른 다중 입력 다중 출력 통신 시스템에서의 데이터 송수신 장치는, 입력된 패킷을 전송가능한 형태로 변환하는 패킷 변조부, 수신단에서 전송된 피드백 신호로부터 상기 패킷의 재전송 여부 및 상기 패킷의 부호화율을 결정하고 상기 수신단에서 선택된 송신 안테나 목록을 송신 안테나 지정부로 전달하는 스케줄러, 상기 송신 안테나 목록에 따라 패킷을 전송하기 위한 송신 안테나를 지정하는 송신 안테나 지정부를 구비하는 송신단, 및 상기 송신단에서 전송된 상기 패킷으로부터 채널 값을 추정하는 채널 추정기, 상기 추정된 채널 값으로부터 다음 패킷의 전송을 위한 송신 안테나 및 수신 안테나를 선택하는 안테나 선택부, 상기 패킷의 오류 유무를 검출하여 ACK 값을 결정하는 패킷 복조부, 상기 패킷의 ACK 값 및 송신 안테나 목록으로 구성되는 피드백 신호를 상기 송신단으로 전송하는 피드백 전송수단을 구비하는 수신단을 포함한다. 이러한 본 발명은, MIMO-OFDM 시스템에 있어 수신단에서의 패킷의 재전송 요구 시 안테나를 스케줄링하여 채널 이득이 높은 안테나를 통하여 패킷을 재전송함으로써 시스템의 신뢰도를 향상시키고 재전송 횟수를 감소시켜 효과적인 데이터의 전송을 가능하게 하는 효과가 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

공간 다중화 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템에 있어서의 안테나 스케줄링 기반의 데이터 재전송 방법으로서

- (a) 송신단에서, 입력된 패킷을 전송가능한 형태로 변조하여 수신단으로 전송하는 단계;
- (b) 상기 수신단에서, 상기 송신단에서 전송된 상기 패킷으로부터 채널 값을 추정하고, 추정된 채널 값으로부터 다음 패킷의 전송을 위한 송신 안테나 및 수신 안테나를 선택하는 단계;
- (c) 상기 패킷의 오류 유무를 검출하여 패킷의 재전송 여부 및 선택된 송신 안테나 목록으로 구성된 피드백 신호를 상기 송신단으로 전송하는 단계;
- (d) 상기 송신단에서, 상기 피드백 신호에 따라 상기 수신단에서 지정한 송신 안테나를 통하여 기 전송된 패킷을 재전송하거나 다음 패킷을 전송하는 단계;

를 포함하며,

상기 단계 (b)는, 상기 채널 값으로부터 채널 Sum 값 또는 채널 Norm 값을 계산하는 단계; 및

상기 채널 Sum 값 또는 채널 Norm 값이 큰 순서로 소정 개수의 송신 안테나 및 수신 안테나를 선택하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 공간 다중화 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 단계 (a)는, 상기 패킷을 균등 길이를 갖는 복수의 데이터로 다중화 시키는 단계;

상기 데이터에 에러 검출에 사용되는 CRC(Cyclic Redundancy Check) 부호를 추가하는 단계; 및

송수신 과정에서의 에러를 정정하기 위한 채널 부호화 단계;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 공간 다중화 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 방법.

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 채널 Sum 값은 아래의 수식을 이용하여 계산하는 것을 특징으로 하는 공간 다중화 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 방법.

$$CHSum_{T_j} = \sum_{m=1}^{N_R} |H_{mj}|, j = 1, 2, \dots, N_T$$

$$CHSum_{R_i} = \sum_{n=1}^{N_T} |H_{in}|, i = 1, 2, \dots, N_R$$

이때, $CHSum_{T_j}$ 는 j번째 송신 안테나의 채널 Sum 값,

$CHSum_{R_i}$ 는 i 번째 수신 안테나의 채널 Sum 값,

H 는 상기 수신된 패킷으로부터 추정된 채널 값,

N_T 는 송신 안테나의 갯수, N_R 는 수신 안테나의 갯수.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 채널 Norm 값은 아래의 수식을 이용하여 계산하는 것을 특징으로 하는 공간 다중화 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 방법.

$$CHNorm_{T_j} = \sum_{m=1}^{N_R} \| H_{mj} \|^2, j = 1, 2, \dots, N_T$$

$$CHNorm_{R_i} = \sum_{n=1}^{N_T} \| H_{in} \|^2, i = 1, 2, \dots, N_R$$

이때, $CHNorm_{T_j}$ 는 j 번째 송신 안테나의 채널 Norm 값,

$CHNorm_{R_i}$ 는 i 번째 수신 안테나의 채널 Norm 값,

H 는 상기 수신된 패킷으로부터 추정된 채널 값,

N_T 는 송신 안테나의 갯수, N_R 는 수신 안테나의 갯수.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 단계 (c)는, 기 변조된 상기 패킷을 원래 상태로 변환하는 채널 복호화 단계;

상기 패킷이 재전송된 패킷인지 여부를 판단하여 재전송된 패킷인 경우 상기 패킷을 상기 수신단의 버퍼에 저장되어 있는 이전 패킷과 결합하는 단계;

상기 패킷으로부터 CRC 부호를 추출하고, 상기 추출된 CRC 부호로부터 각 송신 안테나에서 전송된 데이터의 오류 유무를 검출하여 오류가 발생한 경우 해당 안테나의 ACK값을 1로 설정하고 오류가 발생하지 않은 경우 상기 ACK 값을 0으로 설정하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 공간 다중화 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 단계 (c)에서 송신단으로 전송되는 상기 패킷의 재전송 여부는 상기 ACK 값에 의해 정하는 것을 특징으로 하는 공간 다이버시티 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 단계 (d)는, 상기 수신단으로부터 수신된 상기 ACK 값이 1인 경우가 하나 이상인 경우에만 상기 패킷을 재전송하는 것을 특징으로 하는 공간 다중화 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄

링 기반 데이터 재전송 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 단계 (d)는, 상기 수신단으로부터 수신된 상기 ACK 값이 모두 1인 경우 재전송할 패킷에 인크리멘털 리던던시 기법을 적용하고, 하나라도 ACK 값이 0인 경우가 존재하는 경우, ACK 값이 0인 안테나에서 전송되는 데이터는 체이스 컴바이닝 기법을 적용하고 ACK 값이 1인 안테나에서 전송되는 데이터는 인크리멘털 리던던시 기법을 적용하여 채널을 부호화하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 공간 다중화 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 방법.

청구항 10

공간 다이버시티 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템에 있어서의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 방법으로서,

- (a) 송신단에서, 입력된 패킷을 전송가능한 형태로 변조하여 수신단으로 전송하는 단계;
- (b) 상기 수신단에서, 상기 송신단에서 전송된 상기 패킷으로부터 채널 값을 추정하고, 추정된 채널 값으로부터 다음 패킷의 전송을 위한 송신 안테나 및 수신 안테나를 선택하는 단계;
- (c) 상기 패킷의 오류 유무를 검출하여 패킷의 재전송 여부, 선택된 송신 안테나 목록 및 채널 상태값으로 구성된 피드백 신호를 상기 송신단으로 전송하는 단계;
- (d) 상기 송신단에서, 상기 피드백 신호에 따라 상기 수신단에서 지정한 송신 안테나를 통하여 기 전송된 패킷을 재전송하거나 다음 패킷을 전송하는 단계;

를 포함하며,

상기 단계 (b)는, 상기 채널 값으로부터 채널 Sum 값 또는 채널 Norm 값을 계산하는 단계; 및

상기 채널 Sum 값 또는 채널 Norm 값이 큰 순서로 소정 개수의 송신 안테나 및 수신 안테나를 선택하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 공간 다이버시티 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 단계 (a)는, 상기 패킷에 에러 검출에 사용되는 CRC(Cyclic Redundancy Check) 부호를 부가하는 단계; 및 송수신 과정에서의 에러를 정정하기 위한 채널 부호화 단계;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 공간 다이버시티 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 방법.

청구항 12

삭제

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 단계 (c)에서 송신단으로 전송되는 상기 채널 상태값은 상기 송신 안테나의 채널 Sum 값 또는 채널 Norm 값인 것을 특징으로 하는 공간 다이버시티 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 방법.

청구항 14

제10항 또는 제13항에 있어서,

상기 채널 Sum 값은 아래의 수식을 이용하여 계산하는 것을 특징으로 하는 공간 다이버시티 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 방법.

$$CHSum_{T_j} = \sum_{m=1}^{N_R} |H_{mj}|, j = 1, 2, \dots, N_T$$

$$CHSum_{R_i} = \sum_{n=1}^{N_T} |H_{in}|, i = 1, 2, \dots, N_R$$

이때, $CHSum_{T_j}$ 는 j번째 송신 안테나의 채널 Sum 값,

$CHSum_{R_i}$ 는 i번째 수신 안테나의 채널 Sum 값,

H는 상기 수신된 패킷으로부터 추정된 채널 값,

N_T 는 송신 안테나의 갯수, N_R 은 수신 안테나의 갯수.

청구항 15

제10항 또는 제13항에 있어서,

상기 채널 Norm 값은 아래의 수식을 이용하여 계산하는 것을 특징으로 하는 공간 다이버시티 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 방법.

$$CHNorm_{T_j} = \sum_{m=1}^{N_R} \| H_{mj} \|^2, j = 1, 2, \dots, N_T$$

$$CHNorm_{R_i} = \sum_{n=1}^{N_T} \| H_{in} \|^2, i = 1, 2, \dots, N_R$$

이때, $CHNorm_{T_j}$ 는 j번째 송신 안테나의 채널 Norm 값,

$CHNorm_{R_i}$ 는 i번째 수신 안테나의 채널 Norm 값,

H는 상기 수신된 패킷으로부터 추정된 채널 값,

N_T 는 송신 안테나의 갯수, N_R 은 수신 안테나의 갯수.

청구항 16

제13항에 있어서,

상기 단계 (c)는, 기 변조된 상기 패킷을 원래 상태로 변환하는 채널 복호화 단계;

상기 패킷이 재전송된 패킷인지 여부를 판단하여 재전송된 패킷인 경우 상기 패킷을 상기 수신단의 버퍼에 저장되어 있는 이전 패킷과 결합하는 단계;

상기 패킷으로부터 CRC 부호를 추출하고, 상기 추출된 CRC 부호로부터 각 송신 안테나에서 전송된 데이터의 오류 유무를 검출하여 오류가 발생한 경우 해당 안테나의 ACK 값을 1로 설정하고 오류가 발생하지 않은 경우 상기 ACK 값을 0으로 설정하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 공간 다이버시티 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 방법.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 단계 (c)에서 송신단으로 전송되는 상기 패킷의 재전송 여부는 상기 ACK 값에 의해 정하는 것을 특징으로 하는 공간 다이버시티 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 방법.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 단계 (d)는, 상기 수신단으로부터 수신된 상기 ACK 값이 1인 경우가 하나 이상인 경우에만 상기 패킷을 재전송하는 것을 특징으로 하는 공간 다이버시티 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 방법.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 단계 (d)는, 상기 수신단으로부터 수신된 상기 ACK 값이 모두 1인 경우, 상기 수신단으로부터 전송된 상기 송신 안테나의 채널 Sum 값 또는 채널 Norm 값이 큰 순서대로 송신 안테나를 배열하는 단계;

상기 배열된 송신 안테나 중, 상기 채널 Sum 값 또는 채널 Norm 값이 가장 큰 안테나를 선택하는 단계;

재전송 할 상기 패킷에 인크리멘탈 리던던시 기법을 적용하여 채널을 부호화하는 단계;

상기 선택된 안테나를 통하여 상기 패킷을 재전송하는 단계;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 공간 다이버시티 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 방법.

청구항 20

제18항에 있어서,

상기 단계 (d)는, 상기 수신단으로부터 수신된 상기 ACK 값이 모두 1인 경우, 상기 수신단으로부터 전송된 상기 송신 안테나의 채널 Sum 값 또는 채널 Norm 값이 큰 순서대로 송신 안테나를 배열하는 단계;

상기 제 2 판단 결과 하나라도 ACK 값이 지정된 송신 안테나가 존재하는 경우, 상기 수신단으로부터 전송된 상기 송신 안테나의 채널 Sum 값 또는 채널 Norm 값이 큰 순서대로 송신 안테나를 배열하는 단계;

상기 ACK 값이 0인 송신 안테나 중, 상기 채널 Sum 값 또는 채널 Norm 값이 가장 큰 안테나를 선택하는 단계;

재전송 할 상기 패킷에 체이스 컴바이닝 기법을 적용하여 채널을 부호화하는 단계;

상기 선택된 안테나를 통하여 상기 패킷을 재전송하는 단계;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 공간 다이버시티 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 방법.

청구항 21

공간 다중화 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템에 있어서의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 장치로서,

입력된 패킷을 전송가능한 형태로 변환하는 패킷 변조부, 수신단에서 전송된 피드백 신호로부터 상기 패킷의 재전송 여부 및 상기 패킷의 부호화율을 결정하고 상기 수신단으로부터 수신된 송신 안테나 목록을 송신 안테나 지정부로 전달하는 스케줄러, 상기 송신 안테나 목록에 따라 패킷을 전송하기 위한 송신 안테나를 지정하는 송신 안테나 지정부를 구비하는 송신단; 및

상기 송신단에서 전송된 상기 패킷으로부터 채널 값을 추정하는 채널 추정기, 상기 추정된 채널 값으로부터 다음 패킷의 전송을 위한 송신 안테나 및 수신 안테나를 선택하는 안테나 선택부, 상기 패킷의 오류 유무를 검출

하는 패킷 복조부, 상기 패킷의 재전송 여부 및 상기 송신 안테나 목록으로 구성되는 피드백 신호를 상기 송신 단으로 전송하는 피드백 전송수단을 구비하는 수신단;

을 포함하는 것을 특징으로 하는 공간 다중화 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 장치.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 패킷 변조부는, 상기 패킷을 균등 길이를 갖는 복수의 데이터로 다중화 시키는 다중화기;

상기 데이터에 에러 검출에 사용되는 CRC(Cyclic Redundancy Check) 부호를 추가하는 CRC 부호화기; 및

송수신 과정에서의 에러를 정정하기 위한 채널 부호화기; 를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 공간 다중화 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 장치.

청구항 23

제21항에 있어서,

상기 안테나 선택부는, 상기 채널 값으로부터 채널 Sum 값 또는 채널 Norm 값을 계산하는 채널 측정기; 및

상기 채널 Sum 값 또는 채널 Norm 값이 큰 순서로 소정 개수의 송신 안테나 및 수신 안테나를 선택하는 송수신 안테나 선택기;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 공간 다중화 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 장치.

청구항 24

제23항에 있어서,

상기 채널 Sum 값은 아래의 수식을 이용하여 계산하는 것을 특징으로 하는 공간 다중화 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 장치.

$$CHSum_{T_j} = \sum_{m=1}^{N_R} |H_{mj}|, j = 1, 2, \dots, N_T$$

$$CHSum_{R_i} = \sum_{n=1}^{N_T} |H_{in}|, i = 1, 2, \dots, N_R$$

이때, $CHSum_{T_j}$ 는 j번째 송신 안테나의 채널 Sum 값,

$CHSum_{R_i}$ 는 i번째 수신 안테나의 채널 Sum 값,

H는 상기 수신된 패킷으로부터 추정된 채널 값,

N_T 는 송신 안테나의 갯수, N_R 은 수신 안테나의 갯수.

청구항 25

제23항에 있어서,

상기 채널 Norm 값은 아래의 수식을 이용하여 계산하는 것을 특징으로 하는 공간 다중화 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 장치.

$$CHNorm_{T_j} = \sum_{m=1}^{N_R} \| H_{mj} \|^2, j = 1, 2, \dots, N_T$$

$$CHNorm_{R_i} = \sum_{n=1}^{N_T} \| H_{in} \|^2, i = 1, 2, \dots, N_R$$

이때, $CHNorm_{T_j}$ 는 j번째 송신 안테나의 채널 Norm 값,

$CHNorm_{R_i}$ 는 i번째 수신 안테나의 채널 Norm 값,

H는 상기 수신된 패킷으로부터 추정된 채널 값,

N_T 는 송신 안테나의 갯수, N_R 는 수신 안테나의 갯수.

청구항 26

제21항 또는 제23항에 있어서,

상기 패킷 복조부는, 상기 채널 부호화기에서 변환된 패킷을 원래 상태로 변환하는 채널 복호화기;

상기 패킷이 재전송된 패킷인지 여부를 판단하여 재전송된 패킷인 경우 상기 패킷을 상기 수신단의 버퍼에 저장되어 있는 이전 패킷과 결합하는 결합수단;

상기 패킷으로부터 CRC 부호를 추출하고, 상기 추출된 CRC 부호로부터 각 송신 안테나에서 전송된 데이터의 오류 유무를 검출하여 오류가 발생한 경우 해당 안테나의 ACK 값을 1로 설정하고 오류가 발생하지 않은 경우 상기 ACK 값을 0으로 설정하는 CRC 복호화기;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 공간 다중화 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 장치.

청구항 27

제26항에 있어서,

상기 패킷의 재전송 여부는 상기 ACK 값에 의해 정하는 것을 특징으로 하는 공간 다이버시티 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 장치.

청구항 28

제 27항에 있어서,

상기 스케줄러는, 상기 수신단으로부터 수신된 상기 ACK 값이 1인 경우가 하나 이상인 경우에만 상기 패킷의 재전송을 수행하는 것을 특징으로 하는 공간 다중화 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 장치.

청구항 29

제27항에 있어서,

상기 스케줄러는, 상기 수신단으로부터 수신된 상기 ACK 값이 모두 1인 경우 재전송할 패킷에 인크리멘탈 리던던시 기법을 적용하고, 하나라도 ACK 값이 0인 경우가 존재하는 경우 ACK 값이 0인 안테나에서 전송되는 데이터는 체이스 컴바이닝 기법을 적용하고 ACK 값이 1인 안테나에서 전송되는 데이터는 인크리멘탈 리던던시 기법을 적용하는 것을 특징으로 하는 공간 다중화 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 장치.

청구항 30

공간 다이버시티 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템에 있어서의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 장치로서,

입력된 패킷을 전송가능한 형태로 변환하는 패킷 변조부, 수신단에서 전송된 피드백 신호로부터 상기 패킷의 재전송 여부 및 상기 패킷의 부호화율을 결정하고 상기 수신단으로부터 수신된 송신 안테나 목록을 송신 안테나 지정부로 전달하는 스케줄러, 상기 송신 안테나 목록에 따라 패킷을 전송하기 위한 송신 안테나를 지정하는 송신 안테나 지정부를 구비하는 송신단; 및

상기 송신단에서 전송된 상기 패킷으로부터 채널 값을 추정하는 채널 추정기, 상기 추정된 채널 값으로부터 다음 패킷의 전송을 위한 송신 안테나 및 수신 안테나를 선택하는 안테나 선택부, 상기 패킷의 오류 유무를 검출하는 패킷 복조부, 상기 패킷의 재전송 여부, 상기 송신 안테나 목록 및 송신 안테나의 채널 상태값을 포함하는 피드백 신호를 상기 송신단으로 전송하는 피드백 전송수단을 구비하는 수신단;

을 포함하는 것을 특징으로 하는 공간 다이버시티 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 장치.

청구항 31

제30항에 있어서,

상기 패킷 변조부는, 상기 패킷에 에러 검출에 사용되는 CRC(Cyclic Redundancy Check) 부호를 추가하는 CRC 부호화기; 및

송수신 과정에서의 에러를 정정하기 위한 채널 부호화기; 를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 공간 다이버시티 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 장치.

청구항 32

제30항에 있어서,

상기 안테나 선택부는, 상기 채널 값으로부터 채널 Sum 값 또는 채널 Norm 값을 계산하는 채널 측정기; 및

상기 채널 Sum 값 또는 채널 Norm 값이 큰 순서로 소정 개수의 송신 안테나 및 수신 안테나를 선택하는 송수신 안테나 선택기;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 공간 다이버시티 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 장치.

청구항 33

제32항에 있어서,

상기 송신단으로 전송되는 상기 채널 상태값은 상기 송신 안테나의 채널 Sum 값 또는 채널 Norm 값인 것을 특징으로 하는 공간 다이버시티 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 장치.

청구항 34

제32항 또는 제33항에 있어서,

상기 채널 Sum 값은 아래의 수식을 이용하여 계산하는 것을 특징으로 하는 공간 다이버시티 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 장치.

$$CHSum_{T_j} = \sum_{m=1}^{N_R} |H_{mj}|, j = 1, 2, \dots, N_T$$

$$CHSum_{R_i} = \sum_{n=1}^{N_T} |H_{in}|, i = 1, 2, \dots, N_R$$

이때, $CHSum_{T_j}$ 는 j번째 송신 안테나의 채널 Sum 값,

$CHSum_{R_i}$ 는 i 번째 수신 안테나의 채널 Sum 값,

H 는 상기 수신된 패킷으로부터 추정된 채널 값,

N_T 는 송신 안테나의 갯수, N_R 은 수신 안테나의 갯수.

청구항 35

제32항 또는 제33항에 있어서,

상기 채널 Norm 값은 아래의 수식을 이용하여 계산하는 것을 특징으로 하는 공간 다이버시티 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 장치.

$$CHNorm_{T_j} = \sum_{m=1}^{N_R} \| H_{mj} \|^2, j = 1, 2, \dots, N_T$$

$$CHNorm_{R_i} = \sum_{n=1}^{N_T} \| H_{in} \|^2, i = 1, 2, \dots, N_R$$

이때, $CHNorm_{T_j}$ 는 j 번째 송신 안테나의 채널 Norm 값,

$CHNorm_{R_i}$ 는 i 번째 수신 안테나의 채널 Norm 값,

H 는 상기 수신된 패킷으로부터 추정된 채널 값,

N_T 는 송신 안테나의 갯수, N_R 은 수신 안테나의 갯수.

청구항 36

제33항에 있어서,

상기 패킷 복조부는, 상기 채널 부호화기에서 변환된 패킷을 원래 상태로 변환하는 채널 복호화기;

상기 패킷이 재전송된 패킷인지 여부를 판단하여 재전송된 패킷인 경우 상기 패킷을 상기 수신단의 버퍼에 저장되어 있는 이전 패킷과 결합하는 결합수단;

상기 패킷으로부터 CRC 부호를 추출하고, 상기 추출된 CRC 부호로부터 각 송신 안테나에서 전송된 데이터의 오류 유무를 검출하여 오류가 발생한 경우 ACK 값을 1로 설정하고 오류가 발생하지 않은 경우 ACK 값을 0으로 설정하는 CRC 복호화기;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 공간 다이버시티 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 장치.

청구항 37

제36항에 있어서,

상기 송신단으로 전송되는 상기 패킷의 재전송 여부는 상기 ACK 값에 의해 정하는 것을 특징으로 하는 공간 다이버시티 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 장치.

청구항 38

제37항에 있어서,

상기 스케줄러는, 상기 수신단으로부터 수신된 상기 ACK 값이 하나라도 1인 경우, 상기 패킷의 재전송을 수행하는 것을 특징으로 하는 공간 다이버시티 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 장치.

청구항 39

제38항에 있어서,

상기 스케줄러는, 상기 수신단으로부터 수신된 상기 ACK 값이 모두 1인 경우, 상기 수신단으로부터 전송된 상기 송신 안테나의 채널 Sum 값 또는 채널 Norm 값이 큰 순서대로 송신 안테나를 배열하여 그 중 상기 채널 Sum 값 또는 채널 Norm 값이 가장 큰 안테나를 선택하고, 재전송 할 상기 패킷에 인크리멘털 리턴던시 기법을 적용하는 것을 특징으로 하는 공간 다이버시티 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 장치.

청구항 40

제38항에 있어서,

상기 스케줄러는, 상기 수신단으로부터 수신된 상기 ACK 값이 모두 1인 경우 상기 수신단으로부터 전송된 상기 송신 안테나의 채널 Sum 값 또는 채널 Norm 값이 큰 순서대로 송신 안테나를 배열하여 상기 ACK 값이 0인 송신 안테나 중, 상기 채널 Sum 값 또는 채널 Norm 값이 가장 큰 안테나를 선택하고, 재전송 할 상기 패킷에 체이스 컴바이닝 기법을 적용하는 것을 특징으로 하는 공간 다이버시티 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <28> 본 발명은 송·수신단 모두에 다수의 안테나를 사용하는 다중 입력 다중 출력(MIMO: Multiple Input Multiple Output) 방식의 직교 주파수 분할 다중화 시스템(MIMO-OFDM 시스템)에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 MIMO-OFDM 시스템에 안테나 스케줄링 기반의 HARQ 스위칭 기법을 적용하여 안테나 스케줄링에 기반하여 데이터를 재전송함으로써 시스템의 신뢰도를 향상시키기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.
- <29> 최근 무선이동통신 기술이 급격히 발전하면서, 보다 향상된 품질의 서비스를 제공하기 위해 데이터의 전송 속도를 획기적으로 증가시키는 기술이 더욱 중요해지고 있다. 제3 세대 무선통신인 IMT-2000 서비스의 경우 전송 속도는 정지 시 10Mbps 이상, 이동 시는 384Kbps 이상이 요구되며, 4세대 이후의 무선통신의 경우는 정지 시 전송 속도가 155Mbps, 이동 시는 2Mbps 이상의 성능이 요구된다.
- <30> 이런 요구에 효과적으로 대응하기 위하여 송·수신단 모두에 다수의 안테나를 사용하는 다중 입력 다중 출력(MIMO: Multiple Input Multiple Output) 시스템이 제안되었다. MIMO 기술은 송신기와 수신기에 다수의 안테나를 이용하여 서로 다른 데이터를 동시에 전송함으로써 시스템의 대역폭을 증가시키지 않고 보다 고속의 데이터를 전송할 수 있는 공간 다중화 기법(Spatial Multiplexing)과, 다중의 송신 안테나에서 같은 데이터를 전송하여 송신 다이버시티 이득을 얻고자 하는 공간 다이버시티 기법(Spatial Diversity)으로 구분된다.
- <31> 이러한 MIMO 시스템은 추가적인 주파수 할당이나 전력의 증가 없이도 통신 용량 및 송수신 성능을 획기적으로 향상시키고 높은 전송률을 제공할 수 있는 기술로서 현재 연구가 활발히 진행 중이며, 차세대 이동통신의 핵심 기술로 자리를 잡아가고 있다. 하지만 MIMO 시스템은 신호의 고속 전송 시 발생하는 심볼간 간섭(ISI: InterSymbol Interference), 다중 경로에 의한 주파수의 선택적 페이딩(Frequency Selective Fading)에 약하다는 단점이 있다. 따라서 이러한 단점을 극복하기 위해 최근에는 MIMO 시스템에 직교 주파수 분할 다중화(OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방식을 함께 사용한다.
- <32> OFDM 방식은 제 4 세대 무선 통신 시스템에 요구되고 있는 고속, 고품질, 및 대용량 통신을 충족시킬 수 있는 한 방법으로서 주목 받고 있다. OFDM 신호는 주파수 영역에서 다수의 서브 캐리어를 가지며 데이터는 병렬로 전송되므로 전체 전송 속도는 그대로 유지하면서 서브 캐리어 당 전송 속도를 감소시킬 수 있다. 또한 고속의 데이터 스트림을 저속의 병렬 반송파를 사용하여 전송하게 되면 심볼 구간이 증가하게 되므로 심볼간 간섭(ISI)이 줄어들게 되며, 특히 보호 구간(GI: Guard Interval)의 사용으로 거의 완벽하게 심볼간 간섭을 제거할 수 있다. 또한 OFDM은 다수의 반송파를 이용함으로써 주파수 선택적 페이딩에 강한 장점이 있다. 이러한 두 시스템을 결합함으로써 MIMO 시스템의 장점은 그대로 이용하고 단점은 OFDM 시스템에 의해 상쇄시킬 수

있는 시스템이 바로 MIMO-OFDM 시스템이다.

- <33> 한편, MIMO 시스템을 이용한 데이터의 송·수신에 있어 열악한 무선채널에서 빈번하게 일어나는 패킷 전송 오류를 극복하기 위한 오류 제어 수단으로서 ARQ(Automatic Repeat reQuest) 프로토콜이 제안되었으며, 최근에는 그 효율성을 극대화하기 위한 방안으로서 Hybrid ARQ(HARQ) 프로토콜이 표준 규격에서 채택되고 있다. HARQ 프로토콜은 오류정정부호화(Forward Error Correction:FEC)와 ARQ방식을 결합한 것으로, 수신단에서 FEC를 통해 오류 정정을 시도하고, 만일 오류 정정에 실패하면 재전송을 시도하는 것이다.
- <34> HARQ 프로토콜은 크게 두 가지 방식으로 나눌 수 있다. 첫번째는 체이스 컴바이닝(Chase Combining) 방식이라고 부르는 것으로, 수신된 패킷에 에러가 있는 경우 송신단에 상기 패킷의 재전송을 요구하고, 재전송된 패킷과 에러가 있는 패킷을 병합하여 다시 패킷의 에러 여부를 판별하는 것이다. 두번째는 인크리멘털 리던던시(IR: Incremental Redundancy) 방식으로서, 에러가 발생한 패킷을 재전송하는 것이 아닌 추가적인 패리티 비트(Redundancy Bits)만을 재전송하여 에러가 발생한 패킷과 결합하는 방식이다. 이때 재전송되는 패리티 비트는 매 전송시마다 다른 것으로 한다.
- <35> 이러한 HARQ 기법을 MIMO-OFDM 시스템에 적용함으로써 기존 MIMO-OFDM 시스템에 비해 패킷의 오류를 효과적으로 정정하여 시스템의 신뢰도를 향상시킬 수 있다. 그러나, 기존의 MIMO-OFDM 시스템에서의 HARQ 기법은 오류가 발생한 패킷이 동일한 안테나를 통하여 재전송되므로, 특정 안테나를 통해 전송된 패킷에 오류가 발생하였을 때 동일한 안테나로 재전송된 패킷이 또다시 오류를 겪게 되어 전체 시스템의 수율을 떨어뜨릴 수 있을 뿐만 아니라, 열악한 일부 통신 링크로 인하여 지속적인 재전송을 요구할 시에는 경우에 따라 전체 시스템을 마비시킬 수도 있는 문제점이 존재한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <36> 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명의 목적은 MIMO-OFDM 시스템의 채널 상태에 따라 양호한 통신 링크를 적응적으로 선택하는 송수신 안테나 선택 기법을 기반으로 패킷의 재전송 요구 시 안테나를 스케줄링하여 채널 이득이 높은 안테나를 통하여 패킷을 재전송함으로써 시스템의 신뢰도를 향상시키는 MIMO-OFDM 시스템에서의 안테나 스케줄링 기반의 HARQ 스위칭 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

- <37> 상술한 바와 같은 본 발명의 목적을 달성하기 위한 공간 다중화 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템에 있어서의 데이터 송수신 방법은, 송신단에서, 입력된 패킷을 전송가능한 형태로 변조하여 수신단으로 전송하는 단계, 상기 수신단에서, 상기 송신단에서 전송된 상기 패킷으로부터 채널 값을 추정하고, 추정된 채널 값으로부터 다음 패킷의 전송을 위한 송신 안테나 및 수신 안테나를 선택하는 단계, 상기 패킷의 오류 유무를 검출하여 패킷의 재전송 여부 및 선택된 송신 안테나 목록으로 구성된 피드백 신호를 상기 송신단으로 전송하는 단계, 상기 송신단에서, 상기 피드백 신호에 따라 상기 수신단에서 지정한 송신 안테나를 통하여 기 전송된 패킷을 재전송하거나 다음 패킷을 전송하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <38> 또한, 본 발명의 목적을 달성하기 위한 공간 다중화 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템에 있어서의 데이터 송수신 장치는, 입력된 패킷을 전송가능한 형태로 변환하는 패킷 변조부, 수신단에서 전송된 피드백 신호로부터 상기 패킷의 재전송 여부 및 상기 패킷의 부호화율을 결정하고 상기 수신단으로부터 수신된 송신 안테나 목록을 송신 안테나 지정부로 전달하는 스케줄러, 상기 송신 안테나 목록에 따라 패킷을 전송하기 위한 송신 안테나를 지정하는 송신 안테나 지정부를 구비하는 송신단 및 상기 송신단에서 전송된 상기 패킷으로부터 채널 값을 추정하는 채널 추정기, 상기 추정된 채널 값으로부터 다음 패킷의 전송을 위한 송신 안테나 및 수신 안테나를 선택하는 안테나 선택부, 상기 패킷의 오류 유무를 검출하는 패킷 복조부, 상기 패킷의 재전송 여부 및 상기 송신 안테나 목록으로 구성되는 피드백 신호를 상기 송신단으로 전송하는 피드백 전송수단을 구비하는 수신단을 포함하여 구성되는 것을 그 특징으로 한다.
- <39> 한편, 본 발명의 다른 목적을 달성하기 위한 공간 다이버시티 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템에 있어서의 데이터 송수신 방법은, 송신단에서, 입력된 패킷을 전송가능한 형태로 변조하여 수신단으로 전송하는 단계, 상기 수신단에서, 상기 송신단에서 전송된 상기 패킷으로부터 채널 값을 추정하고, 추정된 채널 값으로부터 다음 패킷의 전송을 위한 송신 안테나 및 수신 안테나를 선택하는 단계, 상기 패킷의 오류 유무를 검출하여 패킷의 재전송 여부, 선택된 송신 안테나 목록 및 채널 상태값으로 구성된 피드백 신호를 상기 송신단으로 전송하는 단계, 상기 송신단에서, 상기 피드백 신호에 따라 상기 수신단에서 지정한 송신 안테나를 통하

여 기 전송된 패킷을 재전송하거나 다음 패킷을 전송하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<40> 또한, 본 발명의 다른 목적을 달성하기 위한 공간 다이버시티 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템에 있어서의 데이터 송수신 장치는, 입력된 패킷을 전송가능한 형태로 변환하는 패킷 변조부, 수신단에서 전송된 피드백 신호로부터 상기 패킷의 재전송 여부 및 상기 패킷의 부호화율을 결정하고 상기 수신단으로부터 수신된 송신 안테나 목록을 송신 안테나 지정부로 전달하는 스케줄러, 상기 송신 안테나 목록에 따라 패킷을 전송하기 위한 송신 안테나를 지정하는 송신 안테나 지정부를 구비하는 송신단 및 상기 송신단에서 전송된 상기 패킷으로부터 채널 값을 추정하는 채널 추정기, 상기 추정된 채널 값으로부터 다음 패킷의 전송을 위한 송신 안테나 및 수신 안테나를 선택하는 안테나 선택부, 상기 패킷의 오류 유무를 검출하는 패킷 복조부, 상기 패킷의 재전송 여부, 상기 송신 안테나 목록 및 송신 안테나의 채널 상태값을 포함하는 피드백 신호를 상기 송신단으로 전송하는 피드백 전송수단을 구비하는 수신단을 포함하는 것을 특징으로 한다.

<41> 상술한 본 발명의 목적, 특징 및 장점은 첨부된 도면과 관련된 다음의 상세한 설명을 통하여 보다 분명해 질 것이며, 그에 따라 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다.

<42> 또한, 본 발명을 설명함에 있어 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.

<43> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시형태에 대해 상세히 설명한다.

<44> 도 1은 본 발명의 일 실시형태에 따른 공간 다중화 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 송신단 구조를 나타낸다.

<45> 도 1에서 도시한 바와 같이, 상기 송신단(100)은, 하나의 입력 데이터 시퀀스를 균등 길이를 갖는 복수의 데이터로 다중화 시키기 위한 다중화기(101), 상기 데이터에 에러 검출을 위한 CRC(Cyclic Redundancy Check) 부호를 추가하는 CRC 부호화기(102), 채널 페이딩에 의한 에러 정정을 위한 채널 부호화기(103), QAM 변조기(104), OFDM 변조기(105), 양호한 통신 링크를 갖는 송신 안테나를 선택하기 위한 송신 안테나 지정부(106), 복수 개의 송신 안테나(107), 및 피드백 신호를 이용하여 채널 부호화율을 조절하고 패킷이 전송될 안테나를 스케줄링하기 위한 스케줄러(108)를 포함한다.

<46> 도 1에서 b_j 는 정보 비트 열, \tilde{b}_j 는 CRC 부호화된 정보 비트 열, c_j 는 채널 부호화된 비트 열, s_j 는 QAM 변조된 심볼, \tilde{s}_j 는 OFDM 심볼을 나타낸다($j=1, 2, \dots, N_T$).

<47> 먼저, 송신단(100)으로 입력된 패킷은 다중화기(101)를 거쳐 균등 길이를 갖는 복수 개의 데이터로 다중화된 뒤 CRC 부호화기(102)에서 에러 검출을 위한 CRC 부호를 추가하게 된다. CRC 코드의 생성 다항식은 다음의 수학식 1 과 같이 주어진다.

수학식 1

$$G_{CRC_{24}}(D) = D^{24} + D^{23} + D^6 + D^5 + D + 1$$

<48> 수식 (1)

<49> CRC 생성 다항식은 시스템의 MAC(Medium Access Control) 계층에 의하여 결정되며, 필요에 따라 송수신단간에 다른 형태의 다항식을 정의하여 사용할 수도 있다.

<50> 채널 부호화기(103)는 스케줄러(108)로부터 받은 ACK(Acknowledgement) 값을 이용하여 CRC 부호가 추가된 데이터를 부호화한다. 이 때, ACK 값이 0인 데이터는 체이스 컴바이닝(Chase Combining) 기법을 적용하고, ACK 값이 1인 데이터는 인크리멘털 리더던시(IR) 기법을 적용하여 부호화를 수행한다.

<51> 스케줄러(108)는 수신단으로부터 피드백 받은 ACK 값을 이용하여 패킷의 재전송 여부를 결정하고 채널 부호화율과 재전송 안테나(107)를 스케줄링 하며, 수신단으로부터 피드백 받은 ACK 값에 따라 체이스 컴바이닝 기법 또는 인크리멘털 리더던시 기법을 선택하여 부호화 된 데이터를 선택된 송신 안테나(107)로 재전송한다.

<52> 도 2는 본 발명의 일 실시형태에 따른 공간 다중화 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 수신단 구조를 나타낸다.

<53> 도 2에 도시한 바와 같이, 상기 수신단(100)은, 복수 개의 수신 안테나(201), 상기 송신단에서 전송된 패킷으로부터 채널 값을 추정하는 채널 추정기(202), 상기 채널 값으로부터 채널 Sum 값 또는 채널 Norm 값을 계산하는 채널 측정기(203), 상기 채널 Sum 값 또는 채널 Norm 값을 이용하여 안테나를 선택하는 송수신 안테나 선택기(204), MIMO 검출기(205), OFDM 복조기(206), QAM 복조기(207), 채널 복호화기(208), 수신된 패킷의 에러 여부를 검사하기 위한 CRC 부호화기(209), 및 상기 패킷의 송신 안테나 별 ACK 값 및 송신 안테나 목록으로 구성된 피드백 신호를 상기 송신단으로 전송하는 피드백 전송수단(미도시)를 포함한다.

<54> 채널 측정기(203)는 채널 추정기(202)에서 추정된 채널 값을 이용하여 채널 Sum 값 또는 채널 Norm 값을 계산한다. 아래의 수학적 식 2, 3은 각각 송신 안테나 및 수신 안테나의 안테나별 채널 Sum 값을 계산하는 식이며, 수학적 식 4, 5는 각각 송신 안테나 및 수신 안테나의 안테나별의 채널 Norm 값을 계산하는 식이다.

수학적 식 2

$$CHSum_{T_j} = \sum_{m=1}^{N_R} |H_{mj}|, j = 1, 2, \dots, N_T$$

<55>

수학적 식 3

$$CHSum_{R_i} = \sum_{n=1}^{N_T} |H_{in}|, i = 1, 2, \dots, N_R$$

<56>

수학적 식 4

$$CHNorm_{T_j} = \sum_{m=1}^{N_R} \| H_{mj} \|^2, j = 1, 2, \dots, N_T$$

<57>

수학적 식 5

$$CHNorm_{R_i} = \sum_{n=1}^{N_T} \| H_{in} \|^2, i = 1, 2, \dots, N_R$$

<58>

<59> 여기서, $CHSum_{T_j}$ 는 j번째 송신 안테나의 채널 Sum 값, $CHSum_{R_i}$ 는 i번째 수신 안테나의 채널 Sum 값, $CHNorm_{T_j}$ 는 j번째 송신 안테나의 채널 Norm 값, $CHNorm_{R_i}$ 는 i번째 수신 안테나의 채널 Norm 값이며, H는 상기 수신된 패킷으로부터 추정된 채널 값, N_T 는 송신 안테나의 갯수, N_R 은 수신 안테나의 갯수를 나타낸다.

<60> 상기의 수학적 식 2 내지 5에서 계산된 채널 Sum 값 또는 채널 Norm 값을 이용하여, 송수신 안테나 선택기(204)는 다음의 수학적 식 6과 같이 채널 Sum 또는 채널 Norm 값이 큰 $L_T \times L_R$ 개의 송수신 안테나를 선택하게 된다.

수학적 식 6

$$\arg \max_{i,j} \{CHSum_{T_j}, CHSum_{R_i}\}, i = 1, 2, \dots, N_R, j = 1, 2, \dots, N_T$$

$$\arg \max_{i,j} \{CHNorm_{T_j}, CHNorm_{R_i}\}, i = 1, 2, \dots, N_R, j = 1, 2, \dots, N_T$$

<61>

<62> CRC 부호화기(209)는 CRC 생성다항식을 이용하여 수신된 패킷에 에러가 발생하였는지 여부를 확인하여 패킷의 ACK 값을 결정하게 된다. CRC 계산식은 다음의 수학적 식 7과 같다.

수학식 7

$$P(x) = Q(x) \times G(x) + R(x)$$

<63>

<64> 여기에서, P(x)는 정보다항식, G(x)는 CRC 생성 다항식, Q(x)는 몫, R(x)는 나머지를 나타내며, R(x)가 0이면 수신된 패킷은 에러가 발생하지 않았음을 나타낸다.

<65> 상기 ACK 값은 다음의 수학식 8에 의하여 정해진다.

수학식 8

$$ACK_j = \begin{cases} 0, & R(x) = 0 \\ 1, & R(x) \neq 0 \end{cases}, j = 1, 2, \dots, L_T$$

<66>

<67> CRC 복호화가 끝난 뒤, 수신단(200)은 송신단(100)으로 상기 ACK 값과 패킷을 전송하게 될 송신 안테나 인덱스를 피드백한다.

<68> 도 3은 본 발명의 일 실시형태에 따른 공간 다중화 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 수신단에서의 동작 흐름도이다.

<69> 먼저, 송신단으로부터 데이터가 수신되면(S101), 수신된 데이터에 대하여 채널 값을 추정하고(S102), 추정된 채널 값을 이용하여 채널 Sum 또는 채널 Norm 값을 계산하며(S103), 상기에서 구한 채널 Sum 값 또는 채널 Norm 값을 이용하여 높은 채널 이득을 갖는 $L_T \times L_R$ 개의 안테나를 선택하게 된다(S104).

<70> 다음으로, 수신된 패킷이 새로운 패킷인지 여부를 확인하여(S105), 만일 재전송된 패킷이면 상기 패킷을 버퍼에 저장되어 있는 이전 패킷과 결합하는 단계(S106)를 더 거치게 되며, 새로운 패킷인 경우 상기 S106 단계를 거치지 않고 바로 후술할 S107 단계를 수행한다.

<71> S107 단계는 CRC 복호화 과정으로서 수신된 패킷으로부터 CRC 부호를 추출하게 된다. 다음으로 상기 CRC 부호를 이용하여 수신된 데이터의 오류 유무를 검출하여(S108) 오류가 있는 경우 ACK 값을 1로 할당하고(S109a), 오류가 없는 경우 ACK 값을 0으로 할당한다(S109b).

<72> 마지막으로, 상기 S109단계에서 결정된 ACK 값 및 S104단계에서 결정된 송신 안테나 목록을 상기 송신단으로 피드백한다.(S110).

<73> 도 4는 본 발명의 일 실시형태에 따른 공간 다중화 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 송신단에서의 동작 흐름도이다.

<74> 먼저, 수신단으로부터 피드백 신호가 수신되면(S201), 피드백 받은 상기 ACK 값을 확인하여 패킷 재전송 여부를 확인한다(S202). 이때 ACK가 1인 값이 하나라도 있는 경우라면 재전송이 필요하다고 판단하고 후술한 S203 단계로 진행하며, 모두 0인 경우 상기 피드백 신호에 따라 수신단에서 지정한 송신 안테나를 통하여 새로운 데이터를 수신단으로 전송한다(S208).

<75> 상기 S202 단계에서 재전송이 필요하다고 판단되는 경우에는, 다음으로 모든 송신 안테나의 ACK 값이 1인지 여부를 확인한다(S203). 만일, 모든 송신 안테나의 ACK가 1이라면 이는 모든 송신 안테나에서 전송된 신호에 에러가 발생하였다는 의미이므로, 재전송 할 패킷에 채널 부호화기의 부호화율을 증가시킨 인크리멘털 리턴던시 기법을 적용하고(S204) 수신단에서 지정한 송신 안테나를 통하여 새로운 데이터를 수신단으로 전송하게 된다(S208).

<76> 한편 상기 S203 단계에서 모든 송신 안테나의 ACK 값이 1이 아닌 경우, 즉 일부 ACK 값만 1이고 나머지는 0인 경우에는 각각의 송신 데이터 별 ACK 값을 판별하여(S206), ACK값이 1인 안테나에서 전송되는 데이터는 인크리멘털 리턴던시 기법을 적용하고(S207a), ACK값이 0인 송신 안테나에서 전송되는 데이터는 체이스 컴파닝 기법을 적용한 뒤(S207b) 수신단에서 지정한 송신 안테나를 통하여 새로운 데이터를 수신단으로 전송하게 된다(S208).

<77> 도 5는 본 발명의 다른 실시형태에 따른 공간 다이버시티 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의

송신단 구조를 나타낸다.

- <78> 도 5에서 도시한 바와 같이, 상기 송신단(300)은, 데이터에 에러 검출을 위한 CRC(Cyclic Redundancy Check) 부호를 부가하는 CRC 부호화기(301), 채널 페이딩에 의한 에러 정정을 위한 채널 부호화기(302), QAM 변조기(303), OFDM 변조기(304), OFDM 변조된 신호를 다수의 송신 안테나를 통해 전송하기 위한 OFDM 안테나 지정부(305), 송신 안테나 지정부(306), 복수 개의 송신 안테나(307), 및 피드백 신호를 이용하여 채널 부호화율을 조절하고 패킷이 전송될 안테나를 스케줄링하기 위한 스케줄러(308)를 포함한다.
- <79> 도 5에서 b 는 CRC 부호화된 정보 비트 열, c 는 채널 부호화된 비트 열, s 는 QAM 변조된 심볼, \tilde{s} 는 OFDM 심볼, \tilde{s}_j 는 OFDM 안테나 지정부(305)를 통하여 각 송신 안테나에 지정된 OFDM 심볼을 나타낸다($j=1, 2, \dots, N_T$).
- <80> 먼저, 본원의 도 5에 도시된 바와 같이, 송신단(300)으로 입력된 패킷은 CRC 부호화기(301)에서 에러 검출을 위한 CRC 부호를 부가하게 된다. CRC 코드의 생성 다항식은 상기 수학식 1 과 같다.
- <81> 채널 부호화기(302)는 스케줄러(308)로부터 받은 ACK(Acknowledgement) 값을 이용하여 CRC 부호가 부가된 데이터를 부호화한다. 이 때, ACK 값이 0인 데이터는 체이스 컴바이닝 기법을 적용하고, ACK 값이 1인 데이터는 인크리멘탈 리턴던시 기법을 적용하여 부호화를 수행한다.
- <82> 스케줄러(308)는 수신단으로부터 안테나 별 ACK 값, 채널 Norm 값 또는 채널 Sum 값을 피드백 받게 되면, 송신 안테나를 채널 Norm 값 또는 채널 Sum 값이 큰 안테나 순서대로 배열한 뒤, 가장 큰 채널 Norm 값 또는 채널 Sum 값을 갖는 송신 안테나 중 ACK 값이 0인 안테나를 통하여 재전송을 수행한다. 만일, ACK 값이 0인 안테나가 존재하지 않게 되면, 채널 부호화율을 강화시켜(인크리멘탈 리턴던시 기법을 사용) 패킷을 재전송한다.
- <83> 도 6은 본 발명의 다른 실시형태에 따른 공간 다이버시티 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 수신단 구조를 나타낸다.
- <84> 상기 수신단(400)은, 복수 개의 수신 안테나(401), 상기 송신단에서 전송된 패킷으로부터 채널 값을 추정하는 채널 추정기(402), 상기 채널 값으로부터 채널 Sum 값 또는 채널 Norm 값을 계산하는 채널 측정기(403), 상기 채널 Sum 값 또는 채널 Norm 값을 이용하여 안테나를 선택하는 송수신 안테나 선택기(404), MIMO 검출기(405), 다수의 안테나로부터 수신된 신호를 결합하기 위한 데이터 결합부(406), OFDM 복조기(407), QAM 복조기(408), 채널 복호화기(409), 수신된 패킷의 에러 여부를 검사하기 위한 CRC 부호화기(410), 및 상기 패킷의 ACK 값, 송신 안테나 목록 및 송신 안테나의 채널 Sum 값 또는 채널 Norm 값으로 구성되는 피드백 신호를 상기 송신단으로 전송하는 피드백 전송수단(미도시)를 포함한다.
- <85> 채널 측정기(403)는 채널 추정기(402)에서 추정된 채널 값을 이용하여 채널 Sum 값 또는 채널 Norm 값을 계산한다. 상기 채널 Sum 값 또는 채널 Norm 값을 계산하는 식은 상기 수학식 2 내지 5와 같다.
- <86> 상기의 수학식 2 내지 5에서 계산된 채널 값을 이용하여, 송수신 안테나 선택기(404)는 상기 수학식 6과 같이 채널 Sum 또는 채널 Norm 값이 큰 $L_T \times L_R$ 개의 송수신 안테나를 선택하게 된다.
- <87> CRC 복호화기(410)는 CRC 생성다항식을 이용하여 수신된 패킷에 에러가 발생하였는지 여부를 확인하여 패킷의 ACK 값을 결정하게 된다. CRC 계산식은 상기 수학식 7과 같다.
- <88> 또한, 상기 ACK 값은 상술한 수학식 8에 의하여 정해진다.
- <89> CRC 복호화가 끝난 뒤, 수신단(400)은 송신단(300)으로 상기 ACK 값과 패킷을 전송하게 될 송신 안테나 인덱스를 피드백한다.
- <90> 도 7은 본 발명의 다른 실시형태에 따른 공간 다이버시티 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 수신단에서의 동작 흐름도이다.
- <91> 먼저, 송신단으로부터 데이터가 수신되면(S301), 수신된 데이터에 대하여 채널 값을 추정하고(S302), 추정된 채널 값을 이용하여 채널 Sum 또는 채널 Norm 값을 계산하며(S303), 상기에서 구한 채널 Sum 값 또는 채널 Norm 값을 이용하여 높은 채널 이득을 갖는 $L_T \times L_R$ 개의 안테나를 선택하게 된다(S304).
- <92> 다음으로, 다수의 안테나로부터 수신된 신호를 결합하고(S305), 수신된 패킷이 새로운 패킷인지 여부를 확인한

다(S306), 이때, 만일 재전송 된 패킷이면 상기 패킷을 버퍼에 저장되어 있는 이전 패킷과 결합하는 단계(S307)를 더 거치게 되며, 새로운 패킷인 경우 상기 S307 단계를 거치지 않고 바로 후술할 S308 단계를 수행한다.

- <93> S308 단계는 CRC 복호화 과정으로서 수신된 패킷으로부터 CRC 부호를 추출하게 된다. 다음으로 상기 CRC 부호를 이용하여 수신된 데이터의 오류 유무를 검출하여(S309) 오류가 있는 경우 ACK 값을 1로 할당하고(S310a), 오류가 없는 경우 ACK 값을 0으로 할당한다(S310b).
- <94> 마지막으로, 상기 S310단계에서 결정된 ACK 값, S304단계에서 결정된 송신 안테나 목록 및 상기 S303단계에서 계산된 송신 안테나의 채널 Sum 값 또는 채널 Norm 값을 상기 송신단으로 피드백하게 된다(S311).
- <95> 도 8은 본 발명의 다른 실시형태에 따른 공간 다이버시티 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 송신단에서의 동작 흐름도이다.
- <96> 먼저, 수신단으로부터 피드백 신호가 수신되면(S401), 피드백 받은 상기 ACK 값을 확인하여 패킷 재전송 여부를 확인한다(S402). 이때 ACK가 1인 값이 하나라도 있는 경우라면 재전송이 필요하다고 판단하고 후술한 S403 단계로 진행하며, 모두 0인 경우 상기 피드백 신호에 따라 수신단에서 지정한 송신 안테나를 통하여 새로운 데이터를 수신단으로 전송한다(S410).
- <97> 상기 S402 단계에서 재전송이 필요하다고 판단되는 경우, 다음으로 모든 송신 안테나의 ACK 값이 1인지 여부를 확인한다(S403). 만일 모든 송신 안테나의 ACK가 1인 경우, 먼저 피드백 받은 채널 Norm 값 또는 Sum 값을 이용하여 송신 안테나를 배열하고(S404), 이 중 채널 Norm 값 또는 Sum 값이 가장 큰 송신 안테나를 선택한다(S405). 그리고 재전송 할 패킷에 채널 부호화기의 부호화율을 증가시킨 인크리멘털 리던던시 기법을 적용하여(S404) 상기 S405 과정에서 선택된 송신 안테나를 통하여 새로운 데이터를 수신단으로 전송하게 된다(S410).
- <98> 한편 상기 S403 단계에서 모든 송신 안테나의 ACK 값이 1이 아닌 경우, 즉 일부 ACK 값만 1이고 나머지는 0인 경우에는, 먼저 피드백 받은 채널 Norm 값 또는 Sum 값을 이용하여 송신 안테나를 배열하고(S407), ACK 값이 0인 안테나 중 채널 Norm 값 또는 Sum 값이 가장 큰 송신 안테나를 선택한다(S408). 그리고 재전송 할 패킷에 체이스 컴바이닝 기법을 적용하여(S409) 상기 S408 과정에서 선택된 송신 안테나를 통하여 새로운 데이터를 수신단으로 전송하게 된다(S410).
- <99> 이와 같이 개시된 본 발명에 대한 상세한 설명은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구나 충분히 이해하고 실시할 수 있도록 기술된 것이다. 상기 실시형태들의 여러 변형은 당업자에게 명확히 이해될 것이며, 여기서 정의된 일반적 원리는 본 발명의 사상 또는 범위를 벗어나지 않는 범위 내에서 다른 실시형태들에 적용될 수 있는 사항이다. 따라서, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 아니하는 범위 내에서 그와 균등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

발명의 효과

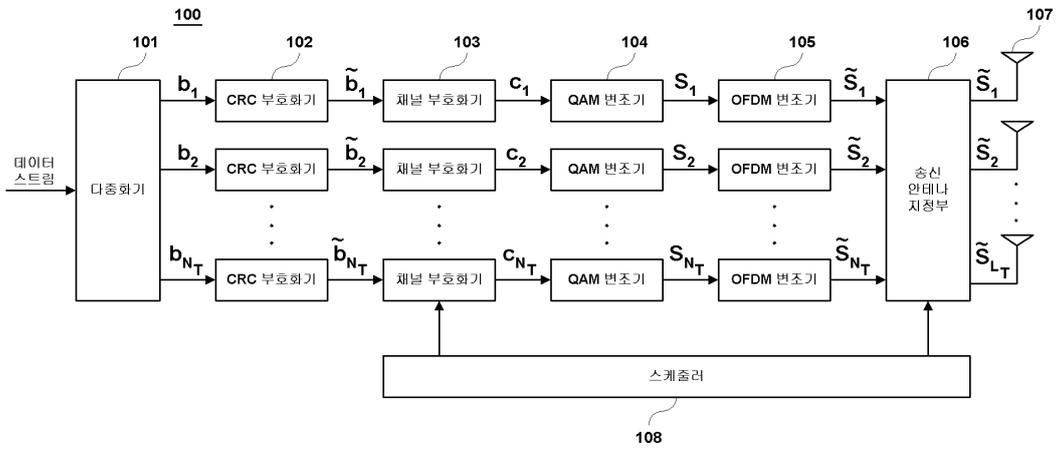
- <100> 상술한 바와 같이, 본 발명에 의한 다중 입출력 통신 시스템에서의 안테나 스케줄링 기반 데이터 재전송 방법 및 장치는, 안테나 선택 기법을 이용하여 양호한 통신 링크를 갖는 안테나를 선택하고, 재전송 요구시 통신 링크에 적응적으로 안테나를 스케줄링하여 패킷을 재전송함으로써 종래의 시스템에 비하여 더욱 높은 재전송 확률을 제공할 뿐 아니라 시스템의 신뢰도를 향상시키고 기존의 방법에 비하여 재전송 횟수를 감소시키는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

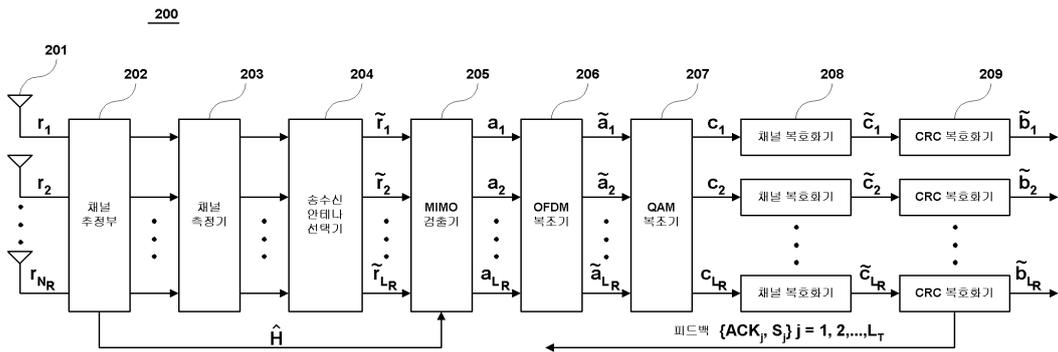
- <1> 도 1은 본 발명의 일 실시형태에 따른 공간 다중화 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 송신단 구조도.
- <2> 도 2는 본 발명의 일 실시형태에 따른 공간 다중화 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 수신단 구조도.
- <3> 도 3은 본 발명의 일 실시형태에 따른 공간 다중화 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 수신단에서의 동작 흐름도.
- <4> 도 4는 본 발명의 일 실시형태에 따른 공간 다중화 기술을 적용한 다중 입력 다중 출력 통신 시스템의 송신단에

도면

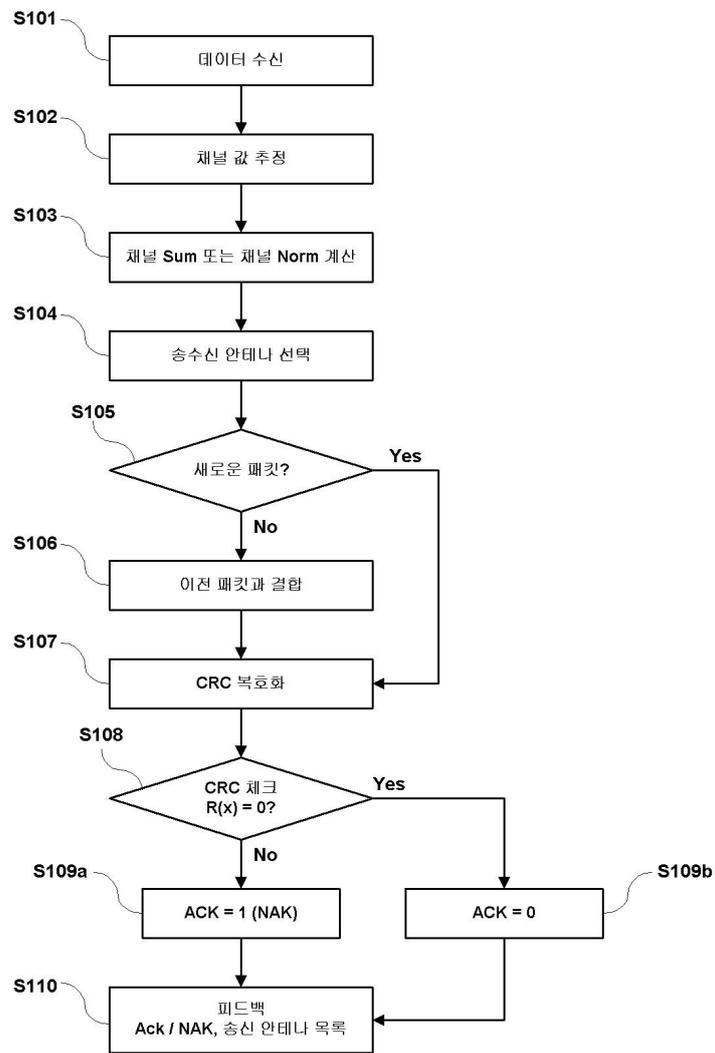
도면1



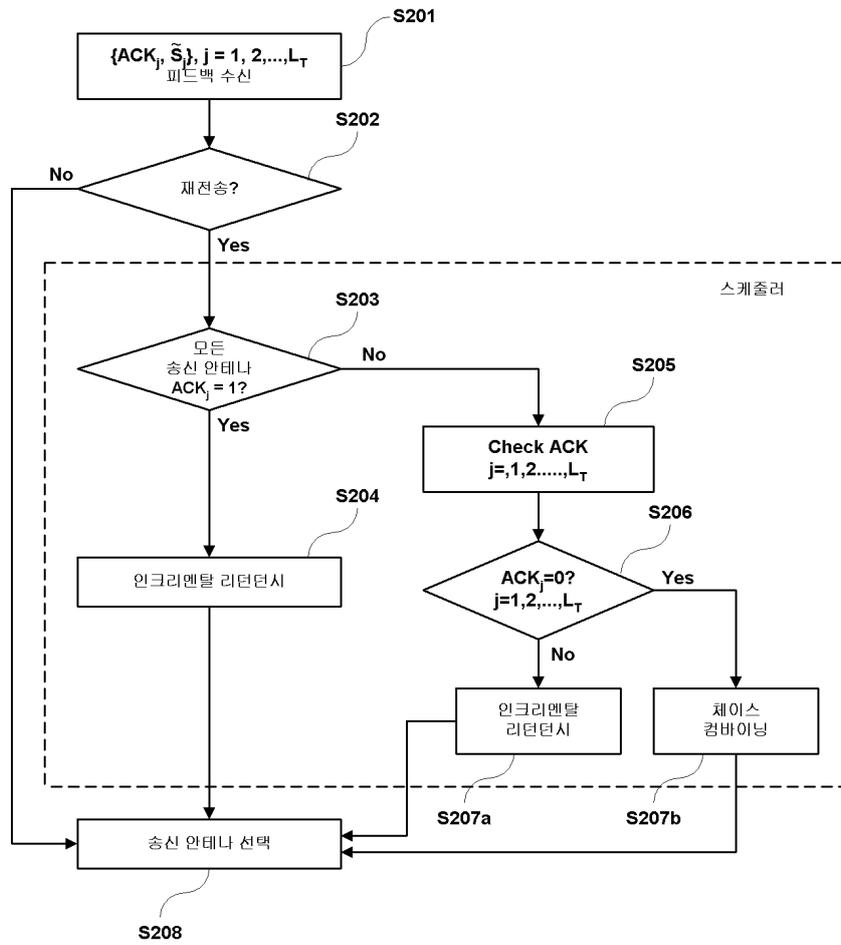
도면2



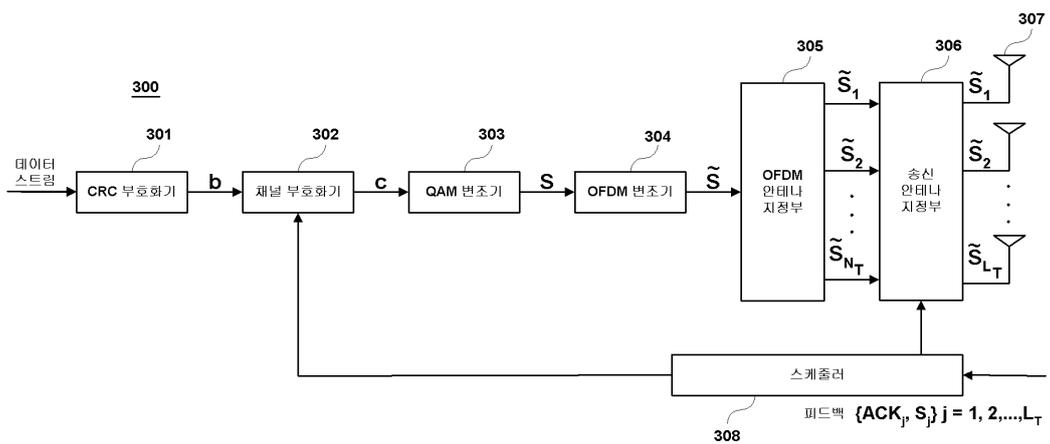
도면3



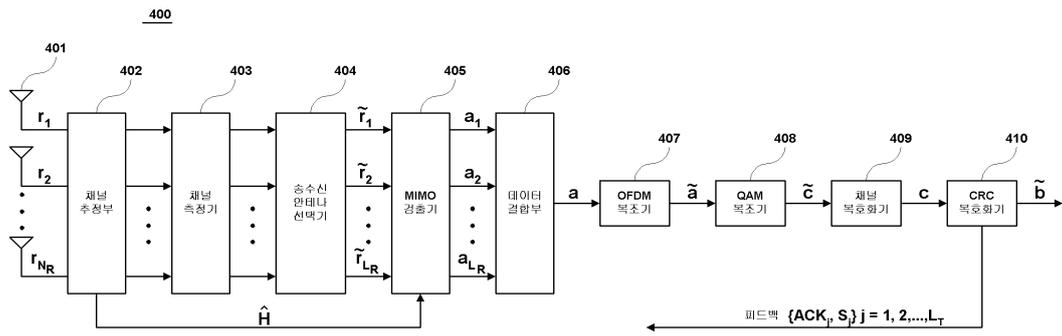
도면4



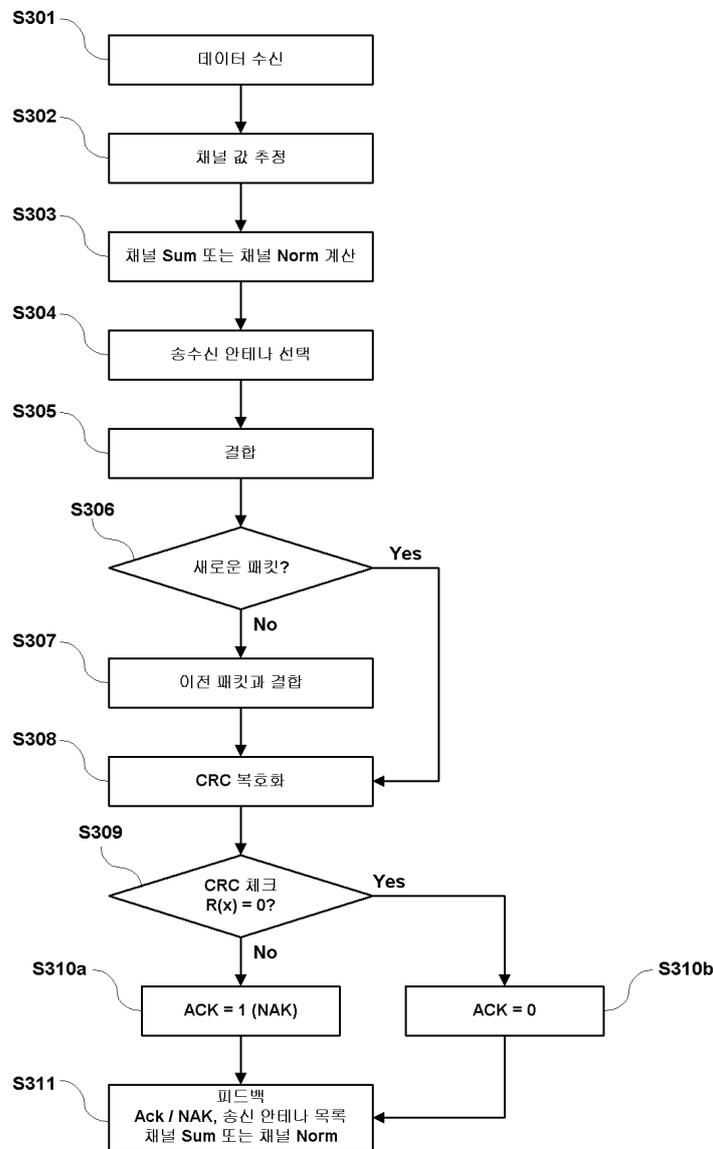
도면5



도면6



도면7



도면8

