



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0056086  
(43) 공개일자 2013년05월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04B 7/14 (2006.01) H04L 5/16 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0121833

(22) 출원일자 2011년11월21일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전기주식회사

경기도 수원시 영통구 매영로 150 (매탄동)

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가 1

(72) 발명자

박준섭

경기도 수원시 영통구 영통2동 벽적골8단지아파트  
848-603

고영채

서울특별시 성북구 정릉동 우성아파트 105-807

박성호

서울특별시 송파구 거여동 효성아파트 203-101

(74) 대리인

특허법인씨엔에스

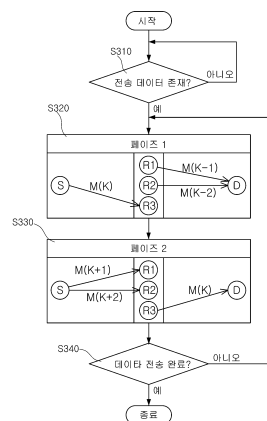
전체 청구항 수 : 총 24 항

(54) 발명의 명칭 간섭 정렬 기법을 이용한 다중 릴레이 전송 장치 및 방법

### (57) 요약

본 발명은, 다중 릴레이 전송 장치 및 방법에 관한 것으로, 본 발명의 일 실시 예에 따른 다중 릴레이 전송 장치는, 단위 프레임의 전송시간에 해당되는 제1 전송 시간에 선행 데이터를 전송하는 제1 페이즈와, 상기 제1 전송 시간에 후속되는 제2 전송 시간에 상기 선행 데이터에 후속되는 후행 데이터를 전송하는 제2 페이즈를 교대로 반복 수행하는 소스 노드; 및 상기 소스 노드로부터의 데이터를 수신하는 복수의 릴레이 노드를 포함하고, 제1 페이즈에서는, 상기 복수의 릴레이 노드중 미리 정해진 하나의 특정 릴레이 노드가 상기 소스 노드로부터의 선행 데이터를 수신하고, 상기 복수의 릴레이 노드중 나머지 릴레이 노드는 상기 선행 데이터에 앞서서 이전 데이터를 목적 노드에 전송하고, 제2 페이즈에서는, 상기 나머지 릴레이 노드가 상기 소스 노드로부터의 후행 데이터를 수신하고, 상기 하나의 특정 릴레이 노드는 선행 데이터를 상기 목적 노드에 전송하는 릴레이 망을 포함할 수 있다.

대표도 - 도3



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

단위 프레임의 전송시간에 해당되는 제1 전송 시간에 선행 데이터를 전송하는 제1 페이지와, 상기 제1 전송 시간에 후속되는 제2 전송 시간에 상기 선행 데이터에 후속되는 후행 데이터를 전송하는 제2 페이지를 교대로 반복 수행하는 소스 노드; 및

상기 소스 노드로부터의 데이터를 수신하는 복수의 릴레이 노드를 포함하고, 제1 페이지에서는, 상기 복수의 릴레이 노드중 미리 정해진 하나의 특정 릴레이 노드가 상기 소스 노드로부터의 선행 데이터를 수신하고, 상기 복수의 릴레이 노드중 나머지 릴레이 노드는 상기 선행 데이터에 앞서는 이전 데이터를 목적 노드에 전송하고, 제2 페이지에서는, 상기 나머지 릴레이 노드가 상기 소스 노드로부터의 후행 데이터를 수신하고, 상기 하나의 특정 릴레이 노드는 선행 데이터를 상기 목적 노드에 전송하는 릴레이 망

를 포함하는 다중 릴레이 전송 장치.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 나머지 릴레이 노드는,

상기 제1 페이지에서, 선행 데이터의 이전 데이터에 미리 설정된 간섭 배제 기법을 적용하여 생성되는 프리코딩된 간섭 신호를 상기 특정 릴레이 노드에 전송하는 다중 릴레이 전송 장치.

### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 특정 릴레이 노드는,

상기 제2 페이지에서, 선행 데이터에 미리 설정된 간섭 배제 기법을 적용하여 생성되는 프리코딩된 간섭 신호를 상기 나머지 릴레이 노드에 전송하는 다중 릴레이 전송 장치.

### 청구항 4

제3항에 있어서, 상기 소스 노드는,

상기 제2 페이지에서, 선행 데이터의 후속 데이터에 미리 설정된 간섭 배제 기법을 적용하여 생성되는 프리코딩된 간섭 신호를 상기 나머지 릴레이 노드에 전송하는 다중 릴레이 전송 장치.

### 청구항 5

제4항에 있어서, 상기 특정 릴레이 노드는,

상기 제1 페이지에서, 상기 나머지 릴레이 노드로부터 프리코딩된 간섭 신호를 수신하여, 미리 설정된 간섭 배제 기법을 이용하여 상기 수신받은 프리코딩된 간섭신호를 제거하는 다중 릴레이 전송 장치.

### 청구항 6

제5항에 있어서, 상기 나머지 릴레이 노드는,

상기 제2 페이지에서, 상기 특정 릴레이 노드로부터 프리코딩된 간섭 신호를 수신하여, 미리 설정된 간섭 배제 기법을 이용하여 상기 수신받은 프리코딩된 간섭신호를 제거하는 다중 릴레이 전송 장치.

### 청구항 7

제4항에 있어서, 상기 릴레이 망이 제1, 제2 및 제3 릴레이 노드를 포함하고,

상기 프리코딩된 간섭 신호는, 제1 페이지에서, 간섭 정렬 기법에 따르는 프리코딩 매트릭스  $VD_1, VD_2$ 를 이용해서 구해지고,

상기  $VD_1$  및  $VD_2$ 는 하기 수식1 및 2

[수학식1]

$$\text{span}(H31*VD1) = \text{span}(H32*VD2)$$

[수학식2]

$$VD1 = (H31)^{-1}H32*VD2,$$

$$VD2 = (H32)^{-1}H31*VD1$$

여기서, H31은 제1 릴레이 노드에서 제3 릴레이 노드로의 채널이고, VD2는 제2 릴레이 노드에서 목적 노드로의 프리코딩 행렬이고, H32는 제2 릴레이 노드에서 제3 릴레이 노드로의 채널이고, VD2는 제2 릴레이 노드에서 목적 노드로의 프리코딩 행렬임

에 의해 구해지는 다중 릴레이 전송 장치.

#### 청구항 8

제7항에 있어서, 상기 프리코딩된 간섭 신호는

제2 페이즈에서, 간섭 정렬 기법에 따르는 프리코딩 매트릭스 V2S, V1S, VD3를 이용하여 구해지고,

상기 V2S, V1S, VD3는 하기 수학식3,4

[수학식3]

$$\text{span}(H1S*V2S) = \text{span}(H13*VD3),$$

$$\text{span}(H2S*V1S) = \text{span}(H23*VD3),$$

[수학식4]

$$V2S = (H1S)^{-1}H13*VD3,$$

$$V1S = (H2S)^{-1}H23*VD3$$

$$VD3 = (H13)^{-1}H13*V2S$$

$$VD3 = (H23)^{-1}H2S*V1S$$

여기서, H1S는 소스 노드에서 제1 릴레이 노드로의 채널이고, V2S는 소스 노드에서 제2 릴레이 노드로의 프리코딩 행렬이고, H2S는 소스 노드에서 제2 릴레이 노드로의 채널이고, V1S는 소스 노드에서 제1 릴레이 노드의 프리코딩 행렬이고,

H13은 제3 릴레이 노드에서 제1 릴레이 노드로의 채널이고, VD3은 제3 릴레이 노드에서 목적 노드로의 프리코딩 행렬이고, H23은 제3 릴레이 노드에서 제2 릴레이 노드로의 채널이고, VD3은 제3 릴레이 노드에서 목적 노드의 프리코딩 행렬임

에 의해 구해지는 다중 릴레이 전송 장치.

#### 청구항 9

소스 노드에서 하나의 전송할 데이터가 존재하는지를 판단하는 판단 단계;

상기 소스 노드에서 전송할 데이터가 존재하면, 단위 프레임의 전송시간에 해당되는 제1 전송 시간에 선행 데이터를 전송하는 제1 페이즈를 수행하고, 제1 페이즈에서는, 상기 복수의 릴레이 노드중 미리 정해진 하나의 특정 릴레이 노드가 상기 소스 노드로부터의 선행 데이터를 수신하고, 상기 복수의 릴레이 노드중 나머지 릴레이 노드는 상기 선행 데이터에 앞서는 이전 데이터를 목적 노드에 전송하는 제1 페이즈 수행 단계; 및

상기 제1 전송 시간에 후속되는 제2 전송 시간에 상기 선행 데이터에 후속되는 후행 데이터를 전송하는 제2 페이즈를 수행하고, 제2 페이즈에서는, 상기 나머지 릴레이 노드가 상기 소스 노드로부터의 후행 데이터를 수신하고, 상기 하나의 특정 릴레이 노드는 선행 데이터를 상기 목적 노드에 전송하는 제2 페이즈 수행 단계

를 포함하는 다중 릴레이 전송 방법.

#### 청구항 10

제9항에 있어서, 상기 제1 페이즈 수행 단계는,

상기 나머지 릴레이 노드가, 상기 제1 페이즈에서, 선행 데이터의 이전 데이터에 미리 설정된 간섭 배제 기법에 의한 프리코딩된 간섭 신호를 상기 특정 릴레이 노드에 전송하는 다중 릴레이 전송 방법.

#### 청구항 11

제10항에 있어서, 상기 제2 페이즈 수행 단계는,

상기 특정 릴레이 노드가, 상기 제2 페이즈에서, 선행 데이터에 미리 설정된 간섭 배제 기법에 의한 프리코딩된 간섭 신호를 상기 나머지 릴레이 노드에 전송하는 다중 릴레이 전송 방법.

#### 청구항 12

제11항에 있어서, 상기 제2 페이즈 수행 단계는,

상기 소스 노드가, 상기 제2 페이즈에서, 선행 데이터의 후속 데이터에 미리 설정된 간섭 배제 기법을 적용하여 생성되는 프리코딩된 간섭 신호를 상기 나머지 릴레이 노드에 전송하는 다중 릴레이 전송 방법.

#### 청구항 13

제12항에 있어서, 상기 제1 페이즈 수행 단계는,

상기 릴레이 망의 특정 릴레이 노드가, 상기 제1 페이즈에서, 상기 나머지 릴레이 노드로부터 프리코딩된 간섭 신호를 수신하여, 미리 설정된 간섭 배제 기법을 이용하여 상기 수신받은 프리코딩된 간섭신호를 제거하는 다중 릴레이 전송 방법.

#### 청구항 14

제13항에 있어서, 상기 제2 페이즈 수행 단계는,

상기 릴레이 망의 나머지 릴레이 노드가, 상기 제2 페이즈에서, 상기 특정 릴레이 노드로부터 프리코딩된 간섭 신호를 수신하여, 미리 설정된 간섭 배제 기법을 이용하여 상기 수신받은 프리코딩된 간섭신호를 제거하는 다중 릴레이 전송 방법.

#### 청구항 15

제12항에 있어서, 상기 릴레이 망이 제1, 제2 및 제3 릴레이 노드를 포함하고,

상기 프리코딩된 간섭 신호는,

제1 페이즈에서, 간섭 정렬 기법에 따르는 프리코딩 매트릭스  $VD_1, VD_2$ 를 이용해서 구해지고,

상기  $VD_1$  및  $VD_2$ 는 하기 수학식1 및 2

[수학식1]

$$\text{span}(H_{31} * VD_1) = \text{span}(H_{32} * VD_2)$$

[수학식2]

$$VD_1 = (H_{31})^{-1} H_{32} * VD_2,$$

$$VD_2 = (H_{32})^{-1} H_{31} * VD_1$$

여기서,  $H_{31}$ 은 제1 릴레이 노드에서 제3 릴레이 노드로의 채널이고,  $VD_2$ 는 제2 릴레이 노드에서 목적 노드로의 프리코딩 행렬이고,  $H_{32}$ 는 제2 릴레이 노드에서 제3 릴레이 노드로의 채널이고,  $VD_2$ 는 제2 릴레이 노드에서 목적 노드로의 프리코딩 행렬임

에 의해 구해지는 다중 릴레이 전송 방법.

### 청구항 16

제15항에 있어서, 상기 프리코딩된 간섭 신호는

제2 페이지에서, 간섭 정렬 기법에 따르는 프리코딩 매트릭스  $V2S, V1S, VD3$ 를 이용하여 구해지고,

상기  $V2S, V1S, VD3$ 는 하기 수학식3,4

[수학식3]

$$\text{span}(H1S*V2S) = \text{span}(H13*VD3),$$

$$\text{span}(H2S*V1S) = \text{span}(H23*VD3),$$

[수학식4]

$$V2S = (H1S)^{-1}H13*VD3,$$

$$V1S = (H2S)^{-1}H23*VD3$$

$$VD3 = (H13)^{-1}H13*V2S$$

$$VD3 = (H23)^{-1}H2S*V1S$$

여기서,  $H1S$ 는 소스 노드에서 제1 릴레이 노드로의 채널이고,  $V2S$ 는 소스 노드에서 제2 릴레이 노드로의 프리코딩 행렬이고,  $H2S$ 는 소스 노드에서 제2 릴레이 노드로의 채널이고,  $V1S$ 는 소스 노드에서 제1 릴레이 노드의 프리코딩 행렬이고,

$H13$ 은 제3 릴레이 노드에서 제1 릴레이 노드로의 채널이고,  $VD3$ 은 제3 릴레이 노드에서 목적 노드로의 프리코딩 행렬이고,  $H23$ 은 제3 릴레이 노드에서 제2 릴레이 노드로의 채널이고,  $VD3$ 은 제3 릴레이 노드에서 목적 노드의 프리코딩 행렬임

에 의해 구해지는 다중 릴레이 전송 방법.

### 청구항 17

소스 노드에서 하나의 전송할 데이터가 존재하는지를 판단하는 판단 단계;

상기 소스 노드에서 전송할 데이터가 존재하면, 단위 프레임의 전송시간에 해당되는 제1 전송 시간에 선행 데이터를 전송하는 제2 페이지를 수행하고, 제2 페이지에서는, 상기 복수의 릴레이 노드중 미리 설정된 특정 릴레이를 제외한 나머지 릴레이 노드가 상기 소스 노드로부터의 선행 데이터를 수신하고, 상기 복수의 릴레이 노드중 하나의 특정 릴레이 노드는 상기 선행 데이터에 앞서는 이전 데이터를 목적 노드에 전송하는 제2 페이지 수행 단계; 및

상기 제1 전송 시간에 후속되는 제2 전송 시간에 상기 선행 데이터에 후속되는 후행 데이터를 전송하는 제1 페이지를 수행하고, 제1 페이지에서는, 상기 특정 릴레이 노드가 상기 소스 노드로부터의 상기 후행 데이터를 수신하고, 상기 나머지 릴레이 노드는 선행 데이터를 상기 목적 노드에 전송하는 제1 페이지 수행 단계

를 포함하는 다중 릴레이 전송 방법.

### 청구항 18

제17항에 있어서, 상기 제2 페이지 수행 단계는,

상기 특정 릴레이 노드가, 상기 제2 페이지에서, 상기 선행 데이터의 이전 데이터에 미리 설정된 간섭 배제 기법에 의한 프리코딩된 간섭 신호를 상기 나머지 릴레이 노드에 전송하는 다중 릴레이 전송 방법.

### 청구항 19

제18항에 있어서, 상기 제1 페이지 수행 단계는,

상기 나머지 릴레이 노드가, 상기 제1 페이지에서, 상기 선행 데이터에 미리 설정된 간섭 배제 기법에 의한 프

리코딩된 간섭 신호를 상기 특정 릴레이 노드에 전송하는 다중 릴레이 전송 방법.

#### 청구항 20

제19항에 있어서, 상기 제1 페이즈 수행 단계는,

상기 소스 노드가, 상기 제1 페이즈에서, 선행 데이터의 후속 데이터에 미리 설정된 간섭 배제 기법을 적용하여 생성되는 프리코딩된 간섭 신호를 상기 나머지 릴레이 노드에 전송하는 다중 릴레이 전송 방법.

#### 청구항 21

제20항에 있어서, 상기 제2 페이즈 수행 단계는,

상기 릴레이 망의 나머지 릴레이 노드가, 상기 제2 페이즈에서, 상기 특정 릴레이 노드로부터 프리코딩된 간섭 신호를 수신하여, 미리 설정된 간섭 배제 기법을 이용하여 상기 수신받은 프리코딩된 간섭신호를 제거하는 다중 릴레이 전송 방법.

#### 청구항 22

제21항에 있어서, 상기 제1 페이즈 수행 단계는,

상기 릴레이 망의 특정 릴레이 노드가, 상기 제1 페이즈에서, 상기 나머지 릴레이 노드로부터 프리코딩된 간섭 신호를 수신하여, 미리 설정된 간섭 배제 기법을 이용하여 상기 수신받은 프리코딩된 간섭신호를 제거하는 다중 릴레이 전송 방법.

#### 청구항 23

제20항에 있어서, 상기 릴레이 망이 제1, 제2 및 제3 릴레이 노드를 포함하고,

상기 프리코딩된 간섭 신호는,

제1 페이즈에서, 간섭 정렬 기법에 따르는 프리코딩 매트릭스  $VD_1, VD_2$ 를 이용해서 구해지고,

상기  $VD_1$  및  $VD_2$ 는 하기 수학식1 및 2

[수학식1]

$$\text{span}(H_{31} * VD_1) = \text{span}(H_{32} * VD_2)$$

[수학식2]

$$VD_1 = (H_{31})^{-1} H_{32} * VD_2,$$

$$VD_2 = (H_{32})^{-1} H_{31} * VD_1$$

여기서,  $H_{31}$ 은 제1 릴레이 노드에서 제3 릴레이 노드로의 채널이고,  $VD_2$ 는 제2 릴레이 노드에서 목적 노드로의 프리코딩 행렬이고,  $H_{32}$ 는 제2 릴레이 노드에서 제3 릴레이 노드로의 채널이고,  $VD_1$ 는 제2 릴레이 노드에서 목적 노드로의 프리코딩 행렬임

에 의해 구해지는 다중 릴레이 전송 방법.

#### 청구항 24

제23항에 있어서, 상기 프리코딩된 간섭 신호는

제2 페이즈에서, 간섭 정렬 기법에 따르는 프리코딩 매트릭스  $V_{2S}, V_{1S}, VD_3$ 를 이용하여 구해지고,

상기  $V_{2S}, V_{1S}, VD_3$ 는 하기 수학식3,4

[수학식3]

$$\text{span}(H_{1S} * V_{2S}) = \text{span}(H_{13} * VD_3),$$

$$\text{span}(H_{2S} * V_{1S}) = \text{span}(H_{23} * VD_3),$$

[수학식4]

$$V2S = (H1S)^{-1}H13*VD3,$$

$$V1S = (H2S)^{-1}H23*VD3$$

$$VD3 = (H13)^{-1}H13*V2S$$

$$VD3 = (H23)^{-1}H2S*V1S$$

여기서, H1S는 소스 노드에서 제1 릴레이 노드로의 채널이고, V2S는 소스 노드에서 제2 릴레이 노드로의 프로코딩 행렬이고, H2S는 소스 노드에서 제2 릴레이 노드로의 채널이고, V1S는 소스 노드에서 제1 릴레이 노드의 프리코딩 행렬이고,

H13은 제3 릴레이 노드에서 제1 릴레이 노드로의 채널이고, VD3은 제3 릴레이 노드에서 목적 노드로의 프로코딩 행렬이고, H23은 제3 릴레이 노드에서 제2 릴레이 노드로의 채널이고, VD3은 제3 릴레이 노드에서 목적 노드의 프리코딩 행렬임

에 의해 구해지는 다중 릴레이 전송 방법.

## 명세서

### 기술분야

- [0001] 본 발명은, 간섭 정렬 기법(Interference Alignment)을 이용하여 간섭 제거시 발생하는 자유도 감소를 최소화하여 기존의 릴레이 전송 방법에 비해 높은 전송율을 얻을 수 있는 다중 릴레이 전송 장치 및 방법에 관한 것이다.

### 배경기술

- [0002] 일반적으로, 릴레이(relay)는 무선 통신 시스템에서 기지국과 단말 사이의 통신 불화를 해결하기 위해 사용될 수 있다. 이러한 릴레이를 이용하면, 통신의 신뢰성과 주파수 효율성을 높이고, 기지국의 커버리지를 확장시킬 수 있으며, 이에 따라 고속의 데이터 전송을 가능하게 한다.
- [0003] 이러한 장점 때문에 현재 릴레이 기술은 IEEE 802.16j, 802.16m, mm-wave기반 WPAN, IEEE802.11VHT 무선랜, 3GPP LTE-Advanced와 같은 4세대 통신 표준에서 핵심 기술로 고려되고 있다.
- [0004] 한편, 실제 릴레이 환경은 시스템 구현과 복잡도의 문제 등으로 인하여 양방향 통신(full-duplex relaying)보다는 단방향 통신(half-duplex relaying) 방식이 고려되고 있다. 하지만, 이러한 단방향 통신은 주파수 효율성이 반으로 줄어드는 문제를 내포하고 있고, 이는 총 전송율의 자유도(pre-log factor, degrees of freedom)가 감소되는 문제점이 있다.
- [0005] 이때, 자유도가 감소하는 문제를 해소하기 위해서, 다중 릴레이를 사용할 수 있는 방안을 고려할 수 있는데, 이 경우 다중의 릴레이 간의 신호가 서로 간섭신호로 작용할 수 있으므로, 이러한 간섭 신호를 효과적으로 제어하는 기술이 요구되고 있다.
- [0006] 기존의 단방향 통신은 반이중 릴레이(half-duplex relay)를 사용하여 소스 노드로부터 목적 노드로의 신호를 전송하는 방식으로, 이러한 반이중 릴레이를 사용함에 따라 주파수 효율성이 절반으로 감소하는 문제를 가진다.
- [0007] 즉, 소스 노드가 목적 노드로 신호를 직접 전달하는 방식과는 달리, 반이중 릴레이 방식은 신호가 릴레이를 거처가기 때문에 주파수 효율성이 떨어진다.
- [0008] 일례로, 하나의 소스 노드, 복수개의 릴레이, 하나의 목적 노드를 포함하는 다중 릴레이 시스템에서, 선택적 반

이중 릴레이 방식(opportunistic relaying)이 적용되는 경우, 이것은 소스 노드와 릴레이, 릴레이와 목적 노드 사이에서, 복수개의 릴레이 노드중에서 가장 좋은 채널 환경을 가지는 릴레이를 선택하는 방식이다.

[0009] 그러나, 이러한 기존의 다중 릴레이 시스템에서는, 선택적 릴레이 방식도 근본적인 총 전송율의 자유도가 저하되는 문제를 여전히 해결하지 못하는 문제점이 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0010] 본 발명의 과제는 상기한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로써, 하나의 소스 노드, 목적 노드 및 복수개의 반이중 방식 릴레이 노드를 포함하는 다중 릴레이 시스템에서, 다중 릴레이 노드를 경유하여 기지국(소스 노드)에서 단말(목적 노드)로 데이터를 전송할 때, 간섭 정렬 기법(Interference Alignment)을 이용하여 전송율의 자유도 감소를 최소화하고, 기지국에서 다수의 릴레이를 통해 페이즈1 및 페이즈2의 2단계로 나누어 서로 교대로 데이터를 연속적으로 전송할 수 있는 다중 릴레이 전송 장치 및 방법을 제공한다.

### 과제의 해결 수단

- [0011] 본 발명의 제1 기술적인 측면은,
- [0012] 단위 프레임의 전송시간에 해당되는 제1 전송 시간에 선행 데이터를 전송하는 제1 페이즈와, 상기 제1 전송 시간에 후속되는 제2 전송 시간에 상기 선행 데이터에 후속되는 후행 데이터를 전송하는 제2 페이즈를 교대로 반복 수행하는 소스 노드; 및
- [0013] 상기 소스 노드로부터의 데이터를 수신하는 복수의 릴레이 노드를 포함하고, 제1 페이즈에서는, 상기 복수의 릴레이 노드중 미리 정해진 하나의 특정 릴레이 노드가 상기 소스 노드로부터의 선행 데이터를 수신하고, 상기 복수의 릴레이 노드중 나머지 릴레이 노드는 상기 선행 데이터에 앞서서 이전 데이터를 목적 노드에 전송하고, 제2 페이즈에서는, 상기 나머지 릴레이 노드가 상기 소스 노드로부터의 후행 데이터를 수신하고, 상기 하나의 특정 릴레이 노드는 선행 데이터를 상기 목적 노드에 전송하는 릴레이 망
- [0014] 을 포함하는 다중 릴레이 전송 장치를 제안한다.
- [0015] 본 발명의 제1 기술적인 측면에서, 상기 나머지 릴레이 노드는, 상기 제1 페이즈에서, 선행 데이터의 이전 데이터에 미리 설정된 간섭 배제 기법을 적용하여 생성되는 프리코딩된 간섭 신호를 상기 특정 릴레이 노드에 전송하도록 이루어질 수 있다.
- [0016] 상기 특정 릴레이 노드는, 상기 제2 페이즈에서, 선행 데이터에 미리 설정된 간섭 배제 기법을 적용하여 생성되는 프리코딩된 간섭 신호를 상기 나머지 릴레이 노드에 전송하도록 이루어질 수 있다.
- [0017] 상기 소스 노드는, 상기 제2 페이즈에서, 선행 데이터의 후속 데이터에 미리 설정된 간섭 배제 기법을 적용하여 생성되는 프리코딩된 간섭 신호를 상기 나머지 릴레이 노드에 전송하도록 이루어질 수 있다.
- [0018] 상기 특정 릴레이 노드는, 상기 제1 페이즈에서, 상기 나머지 릴레이 노드로부터 프리코딩된 간섭 신호를 수신하여, 미리 설정된 간섭 배제 기법을 이용하여 상기 수신받은 프리코딩된 간섭신호를 제거하도록 이루어질 수 있다.
- [0019] 상기 나머지 릴레이 노드는, 상기 제2 페이즈에서, 상기 특정 릴레이 노드로부터 프리코딩된 간섭 신호를 수신하여, 미리 설정된 간섭 배제 기법을 이용하여 상기 수신받은 프리코딩된 간섭신호를 제거하도록 이루어질 수 있다.
- [0020] 상기 릴레이 망이 제1, 제2 및 제3 릴레이 노드를 포함하고, 상기 프리코딩된 간섭 신호는, 제1 페이즈에서, 간섭 정렬 기법에 따르는 프리코딩 매트릭스  $VD_1, VD_2$ 를 이용해서 구해지고,
- [0021] 상기  $VD_1$  및  $VD_2$ 는 하기 수학식1 및 2

- [0022] [수학식1]
- [0023]  $\text{span}(H31*VD1) = \text{span}(H32*VD2)$
- [0024] [수학식2]
- [0025]  $VD1 = (H31)^{-1}H32*VD2,$
- [0026]  $VD2 = (H32)^{-1}H31*VD1$
- [0027] 여기서, H31은 제1 릴레이 노드에서 제3 릴레이 노드로의 채널이고, VD2는 제2 릴레이 노드에서 목적 노드로의 프리코딩 행렬이고, H32는 제2 릴레이 노드에서 제3 릴레이 노드로의 채널이고, VD2는 제2 릴레이 노드에서 목적 노드로의 프리코딩 행렬임
- [0028] 에 의해 구해지도록 이루어질 수 있다.
- [0029] 상기 프리코딩된 간접 신호는, 제2 페이즈에서, 간접 정렬 기법에 따르는 프리코딩 매트릭스 V2S,V1S,VD3를 이용하여 구해지고,
- [0030] 상기 V2S,V1S,VD3는 하기 수학식3,4
- [0031] [수학식3]
- [0032]  $\text{span}(H1S*V2S) = \text{span}(H13*VD3),$
- [0033]  $\text{span}(H2S*V1S) = \text{span}(H23*VD3),$
- [0034] [수학식4]
- [0035]  $V2S = (H1S)^{-1}H13*VD3,$
- [0036]  $V1S = (H2S)^{-1}H23*VD3$
- [0037]  $VD3 = (H13)^{-1}H1S*V2S$
- [0038]  $VD3 = (H23)^{-1}H2S*V1S$
- [0039] 여기서, H1S는 소스 노드에서 제1 릴레이 노드로의 채널이고, V2S는 소스 노드에서 제2 릴레이 노드로의 프리코딩 행렬이고, H2S는 소스 노드에서 제2 릴레이 노드로의 채널이고, V1S는 소스 노드에서 제1 릴레이 노드의 프리코딩 행렬이고,
- [0040] H13은 제3 릴레이 노드에서 제1 릴레이 노드로의 채널이고, VD3은 제3 릴레이 노드에서 목적 노드로의 프리코딩 행렬이고, H23은 제3 릴레이 노드에서 제2 릴레이 노드로의 채널이고, VD3은 제3 릴레이 노드에서 목적 노드의 프리코딩 행렬임
- [0041] 에 의해 구해지도록 이루어질 수 있다.
- [0042] 또한, 본 발명의 제2 기술적인 측면은,
- [0043] 소스 노드에서 하나의 전송할 데이터가 존재하는지를 판단하는 판단 단계;
- [0044] 상기 소스 노드에서 전송할 데이터가 존재하면, 단위 프레임의 전송시간에 해당되는 제1 전송 시간에 선행 데이터를 전송하는 제1 페이즈를 수행하고, 제1 페이즈에서는, 상기 복수의 릴레이 노드중 미리 정해진 하나의 특정 릴레이 노드가 상기 소스 노드로부터의 선행 데이터를 수신하고, 상기 복수의 릴레이 노드중 나머지 릴레이 노드는 상기 선행 데이터에 앞서는 이전 데이터를 목적 노드에 전송하는 제1 페이즈 수행 단계; 및
- [0045] 상기 제1 전송 시간에 후속되는 제2 전송 시간에 상기 선행 데이터에 후속되는 후행 데이터를 전송하는 제2 페이즈를 수행하고, 제2 페이즈에서는, 상기 나머지 릴레이 노드가 상기 소스 노드로부터의 후행 데이터를 수신하고, 상기 하나의 특정 릴레이 노드는 선행 데이터를 상기 목적 노드에 전송하는 제2 페이즈 수행 단계

- [0046] 를 포함하는 다중 릴레이 전송 방법을 제안한다.
- [0047] 본 발명의 제2 기술적인 측면에서, 상기 제1 페이즈 수행 단계는, 상기 나머지 릴레이 노드가, 상기 제1 페이즈에서, 선행 데이터의 이전 데이터에 미리 설정된 간섭 배제 기법에 의한 프리코딩된 간섭 신호를 상기 특정 릴레이 노드에 전송하도록 이루어질 수 있다.
- [0048] 상기 제2 페이즈 수행 단계는, 상기 특정 릴레이 노드가, 상기 제2 페이즈에서, 선행 데이터에 미리 설정된 간섭 배제 기법에 의한 프리코딩된 간섭 신호를 상기 나머지 릴레이 노드에 전송하도록 이루어질 수 있다.
- [0049] 상기 제2 페이즈 수행 단계는, 상기 소스 노드가, 상기 제2 페이즈에서, 선행 데이터의 후속 데이터에 미리 설정된 간섭 배제 기법을 적용하여 생성되는 프리코딩된 간섭 신호를 상기 나머지 릴레이 노드에 전송하도록 이루어질 수 있다.
- [0050] 상기 제1 페이즈 수행 단계는, 상기 릴레이 망의 특정 릴레이 노드가, 상기 제1 페이즈에서, 상기 나머지 릴레이 노드로부터 프리코딩된 간섭 신호를 수신하여, 미리 설정된 간섭 배제 기법을 이용하여 상기 수신받은 프리코딩된 간섭신호를 제거하도록 이루어질 수 있다.
- [0051] 상기 제2 페이즈 수행 단계는, 상기 릴레이 망의 나머지 릴레이 노드가, 상기 제2 페이즈에서, 상기 특정 릴레이 노드로부터 프리코딩된 간섭 신호를 수신하여, 미리 설정된 간섭 배제 기법을 이용하여 상기 수신받은 프리코딩된 간섭신호를 제거하도록 이루어질 수 있다.
- [0052] 게다가, 본 발명의 제3 기술적인 측면은,
- [0053] 소스 노드에서 하나의 전송할 데이터가 존재하는지를 판단하는 판단 단계;
- [0054] 상기 소스 노드에서 전송할 데이터가 존재하면, 단위 프레임의 전송시간에 해당되는 제1 전송 시간에 선행 데이터를 전송하는 제2 페이즈를 수행하고, 제2 페이즈에서는, 상기 복수의 릴레이 노드중 미리 설정된 특정 릴레이를 제외한 나머지 릴레이 노드가 상기 소스 노드로부터의 선행 데이터를 수신하고, 상기 복수의 릴레이 노드중 하나의 특정 릴레이 노드는 상기 선행 데이터에 앞서는 이전 데이터를 목적 노드에 전송하는 제2 페이즈 수행 단계; 및
- [0055] 상기 제1 전송 시간에 후속되는 제2 전송 시간에 상기 선행 데이터에 후속되는 후생 데이터를 전송하는 제1 페이즈를 수행하고, 제1 페이즈에서는, 상기 특정 릴레이 노드가 상기 소스 노드로부터의 상기 후행 데이터를 수신하고, 상기 나머지 릴레이 노드는 선행 데이터를 상기 목적 노드에 전송하는 제1 페이즈 수행 단계
- [0056] 를 포함하는 다중 릴레이 전송 방법을 제안한다.
- [0057] 본 발명의 제3 기술적인 측면에서는, 상기 제2 페이즈 수행 단계는, 상기 특정 릴레이 노드가, 상기 제2 페이즈에서, 상기 선행 데이터의 이전 데이터에 미리 설정된 간섭 배제 기법에 의한 프리코딩된 간섭 신호를 상기 나머지 릴레이 노드에 전송하도록 이루어질 수 있다.
- [0058] 상기 제1 페이즈 수행 단계는, 상기 나머지 릴레이 노드가, 상기 제1 페이즈에서, 상기 선행 데이터에 미리 설정된 간섭 배제 기법에 의한 프리코딩된 간섭 신호를 상기 특정 릴레이 노드에 전송하도록 이루어질 수 있다.
- [0059] 상기 제1 페이즈 수행 단계는, 상기 소스 노드가, 상기 제1 페이즈에서, 선행 데이터의 후속 데이터에 미리 설정된 간섭 배제 기법을 적용하여 생성되는 프리코딩된 간섭 신호를 상기 나머지 릴레이 노드에 전송하도록 이루어질 수 있다.
- [0060] 상기 제2 페이즈 수행 단계는, 상기 릴레이 망의 나머지 릴레이 노드가, 상기 제2 페이즈에서, 상기 특정 릴레이 노드로부터 프리코딩된 간섭 신호를 수신하여, 미리 설정된 간섭 배제 기법을 이용하여 상기 수신받은 프리코딩된 간섭신호를 제거하도록 이루어질 수 있다.
- [0061] 상기 제1 페이즈 수행 단계는, 상기 릴레이 망의 특정 릴레이 노드가, 상기 제1 페이즈에서, 상기 나머지 릴레이 노드로부터 프리코딩된 간섭 신호를 수신하여, 미리 설정된 간섭 배제 기법을 이용하여 상기 수신받은 프리코딩된 간섭신호를 제거하도록 이루어질 수 있다.

- [0062] 한편, 본 발명의 제2 및 제3 실시 예에서, 상기 릴레이 망(200)이 제1, 제2 및 제3 릴레이 노드(R1,R2,R3)를 포함하고, 상기 프리코딩된 간섭 신호는, 제1 페이즈에서, 간섭 정렬 기법에 따르는 프리코딩 매트릭스  $VD_1, VD_2$ 를 이용해서 구해지고,
- [0063] 상기  $VD_1$  및  $VD_2$ 는 하기 수학식1 및 2
- [0064] [수학식1]
- [0065]  $\text{span}(H_{31} * VD_1) = \text{span}(H_{32} * VD_2)$
- [0066] [수학식2]
- [0067]  $VD_1 = (H_{31})^{-1} H_{32} * VD_2,$
- [0068]  $VD_2 = (H_{32})^{-1} H_{31} * VD_1$
- [0069] 여기서,  $H_{31}$ 은 제1 릴레이 노드에서 제3 릴레이 노드로의 채널이고,  $VD_2$ 는 제2 릴레이 노드에서 목적 노드로의 프리코딩 행렬이고,  $H_{32}$ 는 제2 릴레이 노드에서 제3 릴레이 노드로의 채널이고,  $VD_2$ 는 제2 릴레이 노드에서 목적 노드로의 프리코딩 행렬임
- [0070] 에 의해 구해지도록 이루어질 수 있다.
- [0071] 상기 프리코딩된 간섭 신호는, 제2 페이즈에서, 간섭 정렬 기법에 따르는 프리코딩 매트릭스  $V_2S, V_1S, VD_3$ 를 이용하여 구해지고,
- [0072] 상기  $V_2S, V_1S, VD_3$ 는 하기 수학식3,4
- [0073] [수학식3]
- [0074]  $\text{span}(H_{1S} * V_2S) = \text{span}(H_{13} * VD_3),$
- [0075]  $\text{span}(H_{2S} * V_1S) = \text{span}(H_{23} * VD_3),$
- [0076] [수학식4]
- [0077]  $V_2S = (H_{1S})^{-1} H_{13} * VD_3,$
- [0078]  $V_1S = (H_{2S})^{-1} H_{23} * VD_3$
- [0079]  $VD_3 = (H_{13})^{-1} H_{1S} * V_2S$
- [0080]  $VD_3 = (H_{23})^{-1} H_{2S} * V_1S$
- [0081] 기서,  $H_{1S}$ 는 소스 노드에서 제1 릴레이 노드로의 채널이고,  $V_2S$ 는 소스 노드에서 제2 릴레이 노드로의 프리코딩 행렬이고,  $H_{2S}$ 는 소스 노드에서 제2 릴레이 노드로의 채널이고,  $V_1S$ 는 소스 노드에서 제1 릴레이 노드의 프리코딩 행렬이고,
- [0082]  $V_2S$ 는 제3 릴레이 노드에서 제1 릴레이 노드로의 채널이고,  $VD_3$ 는 제3 릴레이 노드에서 목적 노드로의 프리코딩 행렬이고,  $H_{23}$ 은 제3 릴레이 노드에서 제2 릴레이 노드로의 채널이고,  $VD_3$ 는 제3 릴레이 노드에서 목적 노드의 프리코딩 행렬임
- [0083] 의해 구해지도록 이루어질 수 있다.

### 발명의 효과

- [0084] 본 발명에 의하면, 하나의 소스 노드, 목적 노드 및 복수개의 반이중 방식 릴레이 노드를 포함하는 다중 릴레이 시스템에서, 다중 릴레이 노드를 경유하여 기지국(소스 노드)에서 단말(목적 노드)로 데이터를 전송할 때, 간섭 정렬 기법(Interference Alignment)을 이용하여 전송율의 자유도 감소를 최소화하고, 기지국에서 다수의 릴레이를 통해 페이즈1 및 페이즈2의 2단계로 나누어 서로 교대로 데이터를 연속적으로 전송함으로써, 반이중 릴레이

(half-duplex relay) 방식에 따른 성능 저하 문제를 해소할 수 있으며, 총 전송율의 자유도 감소 문제를 해소할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0085] 도 1은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 다중 릴레이 전송 장치의 구성도.
- 도 2는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 다중 릴레이 전송 장치의 소스 노드, 릴레이 노드 및 목적 노드의 내부 블록도.
- 도 3은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 다중 릴레이 전송 방법의 플로우차트.
- 도 4는 본 발명의 제3 실시 예에 따른 다중 릴레이 전송 방법의 플로우차트.
- 도 5는 본 발명의 각 실시 예에 따른 페이지 1의 개념 설명도.
- 도 6은 본 발명의 각 실시 예에 따른 페이지 2의 개념 설명도.
- 도 7은 본 발명의 실시 예 및 종래기술별 전송율 비교 그래프.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0086] 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부한 도면을 참조하여 설명한다.
- [0087] 본 발명은 설명되는 실시 예에 한정되지 않으며, 본 발명의 실시 예는 본 발명의 기술적 사상에 대한 이해를 돕기 위해서 사용된다. 본 발명에 참조된 도면에서 실질적으로 동일한 구성과 기능을 가진 구성요소들은 동일한 부호를 사용할 것이다.
- [0088] 도 1은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 다중 릴레이 전송 장치의 구성도이다.
- [0089] 도 1을 참조하면, 본 발명의 제1 실시 예에 따른 다중 릴레이 전송 장치는, 소스 노드(100), 릴레이 망(200) 및 목적 노드(300)를 포함할 수 있다.
- [0090] 도 1에서, 상기 소스 노드(100)는, 데이터 프레임 전송시 한번에 전송 가능한 단위 프레임의 전송시간에 해당되는 제1 전송 시간(T1)에 선행 데이터를 전송하는 제1 페이즈와, 상기 제1 전송 시간(T1)에 후속되는 제2 전송 시간(T2)에 상기 선행 데이터에 후속되는 후행 데이터를 전송하는 제2 페이즈를 교대로 반복 수행할 수 있다.
- [0091] 또한, 상기 릴레이 망(200)은, 상기 소스 노드(100)로부터의 데이터를 수신하는 복수의 릴레이 노드(R1,R2,R3)를 포함하고, 제1 페이즈에서는, 상기 복수의 릴레이 노드(R1,R2,R3)중 미리 정해진 하나의 특정 릴레이 노드(R3)가 상기 소스 노드(100)로부터의 선행 데이터를 수신하고, 상기 복수의 릴레이 노드(R1,R2,R3)중 나머지 릴레이 노드(R1,R2)는 상기 선행 데이터에 앞서는 이전 데이터를 목적 노드(300)에 전송할 수 있다.
- [0092] 이어서, 상기 릴레이 망(200)은, 제2 페이즈에서는, 상기 나머지 릴레이 노드(R1,R2)가 상기 소스 노드(100)로부터의 후행 데이터를 수신하고, 상기 하나의 특정 릴레이 노드(R3)는 상기 후행 데이터에 앞서는 선행 데이터를 상기 목적 노드(300)에 전송할 수 있다.
- [0093] 그리고, 상기 목적 노드(300)는, 제1 페이즈에서는, 상기 나머지 릴레이 노드(R1,R2)로부터 상기 선행 데이터에 앞서는 이전 데이터를 전송받을 수 있고, 제2 페이즈에서는, 상기 하나의 특정 릴레이 노드(R3)로부터 선행 데이터를 전송받을 수 있다.
- [0094] 여기서, 본 발명의 각 실시 예에서, 상기 선행 데이터를  $m(k)$  ( $k$ 는 데이터 순서를 의미하는 정수)라고 하면, 후행 데이터는  $m(k+1)$  및  $m(k+2)$ 이 될 수 있고, 이전 데이터는  $m(k-1)$ 이 될 수 있다. 이와 달리, 상기 선행 데이터를  $m(k)$  및  $m(k+1)$  ( $k$ 는 데이터 순서를 의미하는 정수)라고 하면, 후행 데이터는  $m(k+2)$ 이 될 수 있고, 이전 데이터는  $m(k-1)$ 이 될 수 있다.

- [0095] 이하, 본 발명의 제1 실시 예에 따라, 전술한 간섭 배제 기법을 적용한 프리코딩된 간섭 신호의 생성 및 간섭 신호 제거에 대해 설명한다.
- [0096] 먼저, 상기 나머지 릴레이 노드(R1,R2)는, 상기 특정 릴레이 노드(R3)에서의 간섭 배제를 위해, 상기 제1 페이즈에서, 상기 이전 데이터에 미리 설정된 간섭 배제 기법을 적용하여 생성되는 프리코딩된 간섭 신호를 상기 특정 릴레이 노드(R3)에 전송할 수 있다.
- [0097] 한편, 간섭 채널 환경에 대한 연구는 특정한 수의 사용자가 특정한 크기의 간섭 채널과 함께 주어진 간섭 채널 환경에서 충분히 소스 노드의 전력이 크다면 사용자의 채널 용량은 간섭이 없는 채널의 채널 용량의 절반 만큼에 도달 할 수 있다는 것이 증명되었고, 그에 대한 방법으로 간섭 정렬 기법(interference alignment)에 관한 논문이 V.R. Cadambe와 S.A. Jafar에 의해 2008년도에 발표되었다.
- [0098] 이어서, 상기 특정 릴레이 노드(R3)는, 상기 나머지 릴레이 노드(R1,R2)에서의 간섭 배제를 위해, 상기 제2 페이즈에서, 상기 선행 데이터에 미리 설정된 간섭 배제 기법을 적용하여 생성되는 프리코딩된 간섭 신호를 상기 나머지 릴레이 노드(R1,R2)에 전송할 수 있다.
- [0099] 또한, 상기 소스 노드(R3)는, 상기 나머지 릴레이 노드(R1,R2)에서의 간섭 배제를 위해, 상기 제2 페이즈에서, 상기 후속 데이터에 미리 설정된 간섭 배제 기법을 적용하여 생성되는 프리코딩된 간섭 신호를 상기 나머지 릴레이 노드(R1,R2)에 전송할 수 있다.
- [0100] 이에 따라, 상기 특정 릴레이 노드(R3)는, 상기 제1 페이즈에서, 상기 나머지 릴레이 노드(R1,R2)로부터 프리코딩된 간섭 신호를 수신하여, 미리 설정된 간섭 배제 기법을 이용하여 상기 수신받은 프리코딩된 간섭신호를 제거할 수 있으며, 이에 따라 신호만 추출할 수 있다
- [0101] 또한, 상기 나머지 릴레이 노드(R1,R2)는, 상기 제2 페이즈에서, 상기 특정 릴레이 노드(R3)로부터 프리코딩된 간섭 신호를 수신하여, 미리 설정된 간섭 배제 기법을 이용하여 상기 수신받은 프리코딩된 간섭신호를 제거할 수 있으며, 이에 따라 신호만 추출할 수 있다
- [0102] 여기서, 본 발명의 각 실시 예에서의 간섭 배제 기법은, 널리 알려져 있는 기법중의 하나를 채용할 수 있고, 그 기법의 예로는 특이값 분해 기법(singular value decomposition), 블록 다각화(block diagonalization), 제로 포싱(zero-foring) 등이 있다.
- [0103] 다른 한편, 도 2를 참조하여, 상기 소스 노드(100), 릴레이 망(200)의 각 릴레이 노드 및 목적 노드(300)의 내부 블록에 대한 예를 설명한다.
- [0104] 도 2는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 다중 릴레이 전송 장치의 소스 노드, 릴레이 노드 및 목적 노드의 내부 블록도이다.
- [0105] 먼저, 상기 소스 노드(100)는 상기 선행 데이터, 후행 데이터 및 이전 데이터를 생성하는 신호 발생부(110)와, 상기 신호 발생부(110)에서 발생된 데이터에 프리코딩 행렬을 곱하여 생성된 프리코딩 신호를 다중 안테나를 통해 전송하는 프리코딩부(120)를 포함할 수 있다.
- [0106] 다음, 상기 릴레이 망(200)의 각 릴레이 노드는, 다중 안테나를 통해 수신받은 신호를 미리 설정된 간섭 배제 기법을 통해 분해하여 신호를 추출하는 이퀄라이저(210)와, 상기 이퀄라이저(210)로부터의 신호를 복원하는 신호복원부(220)와, 신호복원부(220)에서 복원된 신호에 프리코딩 행렬( $V_{ij}$ ,  $i$ 는 도착 노드이고,  $j$ 는 출발노드)을 곱하여 생성된 프리코딩 신호를 다중 안테나를 통해 목적 노드(300)로 전송하는 프리코딩부(230)를 포함할 수 있다.
- [0107] 그리고, 상기 목적 노드(300)는, 다중 안테나를 통해 수신받은 신호를 미리 설정된 간섭 배제 기법을 통해 분해하여 신호를 추출하는 이퀄라이저(310)와, 상기 이퀄라이저(310)로부터의 신호를 복원하는 신호처리부(320)를 포함할 수 있다.

- [0108] 이때, 상기 소스 노드(100), 릴레이 망(200)의 각 릴레이 노드 및 목적 노드(300)의 내부 블록은 도 2에 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 설명의 편의를 위해 일 예를 보인 것이다.
- [0109] 도 3은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 다중 릴레이 전송 방법의 플로우차트이다.
- [0110] 도 3을 참조하면, 본 발명의 제2 실시 예에 따른 다중 릴레이 전송 방법은, 판단 단계(S310), 제1 페이즈 수행 단계(S320) 및 제2 페이즈 수행 단계(S330)를 포함할 수 있다.
- [0111] 먼저, 상기 판단 단계(S310)에서는, 소스 노드(100)에서 하나의 전송할 데이터가 존재하는지를 판단할 수 있다.
- [0112] 상기 제1 페이즈 수행 단계(S320)에서는, 상기 소스 노드(100)에서 전송할 데이터가 존재하면, 데이터 프레임 전송시 한번에 전송 가능한 단위 프레임의 전송시간에 해당하는 제1 전송 시간(T1)에 선행 데이터를 전송하는 제1 페이즈를 수행할 수 있다.
- [0113] 이때, 상기 제1 페이즈에서는, 상기 복수의 릴레이 노드(R1,R2,R3)중 미리 정해진 하나의 특정 릴레이 노드(R3)가 상기 소스 노드(100)로부터의 선행 데이터를 수신하고, 상기 복수의 릴레이 노드(R1,R2,R3)중 나머지 릴레이 노드(R1,R2)는 상기 선행 데이터에 앞서는 이전 데이터를 목적 노드(300)에 전송할 수 있다.
- [0114] 그리고, 상기 제2 페이즈 수행 단계(S330)에서는, 상기 제1 전송 시간(T1)에 후속되는 제2 전송 시간(T2)에 상기 선행 데이터에 후속되는 후행 데이터를 전송하는 제2 페이즈를 수행할 수 있다.
- [0115] 이때, 상기 제2 페이즈에서는, 상기 나머지 릴레이 노드(R1,R2)가 상기 소스 노드(100)로부터의 상기 후행 데이터를 수신할 수 있고, 상기 하나의 특정 릴레이 노드(R3)는 상기 선행 데이터를 상기 목적 노드(300)에 전송할 수 있다.
- [0116] 여기서, 상기 선행 데이터를  $m(k)$  ( $k$ 는 데이터 순서를 의미하는 정수)라고 하면, 후행 데이터는  $m(k+1)$  및  $m(k+2)$ 이 될 수 있고, 이전 데이터는  $m(k-1)$ 이 될 수 있다.
- [0117] 게다가, 도 3을 참조하면, 페이즈2가 수행된 이후에는 데이터 전송 완료 여부를 판단하는 단계(S340)가 수행될 수 있고, 데이터 전송 완료가 아닌 경우에는 상기 페이즈 1로 복귀하고, 데이터 전송 완료인 경우에는 종료한다.
- [0118] 이하, 본 발명의 제2 실시 예에 따라, 전송한 간섭 배제 기법을 적용한 프리코딩된 간섭 신호의 생성 및 간섭 신호 제거에 대해 설명한다.
- [0119] 먼저, 상기 제1 페이즈 수행 단계(S320)는, 상기 나머지 릴레이 노드(R1,R2)가, 상기 제1 페이즈에서, 상기 선행 데이터의 이전 데이터에 미리 설정된 간섭 배제 기법에 의한 프리코딩된 간섭 신호를 상기 특정 릴레이 노드(R3)에 전송할 수 있다.
- [0120] 이어서, 상기 제2 페이즈 수행 단계(S330)는, 상기 특정 릴레이 노드(R3)가, 상기 제2 페이즈에서, 상기 선행 데이터에 미리 설정된 간섭 배제 기법에 의한 프리코딩된 간섭 신호를 상기 나머지 릴레이 노드(R1,R2)에 전송할 수 있다.
- [0121] 또한, 상기 제2 페이즈 수행 단계(S330)는, 상기 소스 노드(R3)가, 상기 제2 페이즈에서, 상기 선행 데이터의 후속 데이터에 미리 설정된 간섭 배제 기법을 적용하여 생성되는 프리코딩된 간섭 신호를 상기 나머지 릴레이 노드(R1,R2)에 전송할 수 있다.
- [0122]

- [0123] 이에 따라, 상기 제1 페이지 수행 단계는, 상기 릴레이 망(200)의 특정 릴레이 노드(R3)가, 상기 제1 페이지에서, 상기 나머지 릴레이 노드(R1,R2)로부터 프리코딩된 간섭 신호를 수신하여, 미리 설정된 간섭 배제 기법을 이용하여 상기 수신받은 프리코딩된 간섭신호를 제거할 수 있으며, 이에 따라 신호만 추출할 수 있다
- [0124] 또한, 상기 제2 페이지 수행 단계는, 상기 릴레이 망(200)의 나머지 릴레이 노드(R1,R2)가, 상기 제2 페이지에서, 상기 특정 릴레이 노드(R3)로부터 프리코딩된 간섭 신호를 수신하여, 미리 설정된 간섭 배제 기법을 이용하여 상기 수신받은 프리코딩된 간섭신호를 제거할 수 있으며, 이에 따라 신호만 추출할 수 있다
- [0125] 전술한 본 발명의 제2 실시 예와 같이, 제1 전송시간(T1)에 하나의 소스 노드(100)에서 하나의 특정 릴레이 노드(R3)로 선행 데이터를 전송하는 페이지1이 먼저 수행되고, 이후 페이지2가 수행될 수 있으나, 이와 달리, 페이지 2가 먼저 수행된 이후에 페이지1이 수행될 수도 있으며, 이에 대해서는 도 4를 참조하여 설명한다.
- [0126] 도 4는 본 발명의 제3 실시 예에 따른 다중 릴레이 전송 방법의 플로우차트이다.
- [0127] 도 4를 참조하면, 본 발명의 제3 실시 예에 따른 다중 릴레이 전송 방법은, 판단 단계(S410), 제2 페이지 수행 단계(S420) 및 제1 페이지 수행 단계(S430)를 포함할 수 있다.
- [0128] 먼저, 상기 판단 단계(S410)는, 소스 노드(100)에서 하나의 전송할 데이터가 존재하는지를 판단할 수 있다.
- [0129] 다음, 상기 제2 페이지 수행 단계(S420)는, 상기 소스 노드(100)에서 전송할 데이터가 존재하면, 데이터 프레임 전송시 한번에 전송 가능한 단위 프레임의 전송시간에 해당하는 제1 전송 시간(T1)에 선행 데이터를 전송하는 제2 페이지를 수행할 수 있다.
- [0130] 이때, 상기 제2 페이지에서는, 상기 복수의 릴레이 노드(R1,R2,R3)중 미리 설정된 특정 릴레이(R3)를 제외한 나머지 릴레이 노드(R1,R2)가 상기 소스 노드(100)로부터의 선행 데이터를 수신하고, 상기 복수의 릴레이 노드(R1,R2,R3)중 하나의 특정 릴레이 노드(R3)는 상기 선행 데이터에 앞서는 이전 데이터를 목적 노드(300)에 전송할 수 있다.
- [0131] 그리고, 상기 제1 페이지 수행 단계(S430)는, 상기 제1 전송 시간(T1)에 후속되는 제2 전송 시간(T2)에, 상기 선행 데이터에 후속되는 후행 데이터를 전송하는 제1 페이지를 수행할 수 있다.
- [0132] 이때, 상기 제1 페이지에서는, 상기 특정 릴레이 노드(R3)가 상기 소스 노드(100)로부터의 상기 후행 데이터를 수신할 수 있고, 상기 나머지 릴레이 노드(R1,R2)는 선행 데이터를 상기 목적 노드(300)에 전송할 수 있다.
- [0133] 여기서, 상기 선행 데이터를  $m(k)$  및  $m(k+1)$ ( $k$ 는 데이터 순서를 의미하는 정수)라고 하면, 후행 데이터는  $m(k+2)$ 이 될 수 있고, 이전 데이터는  $m(k-1)$ 이 될 수 있다.
- [0134] 게다가, 도 4를 참조하면, 페이지1이 수행된 이후에는 데이터 전송 완료 여부를 판단하는 단계(S440)가 수행될 수 있고, 데이터 전송 완료가 아닌 경우에는 상기 페이지 2로 복귀하고, 데이터 전송 완료인 경우에는 종료한다.
- [0135] 이하, 본 발명의 제3 실시 예에 따라, 전술한 간섭 배제 기법을 적용한 프리코딩된 간섭 신호의 생성 및 간섭 신호 제거에 대해 설명한다.
- [0136] 먼저, 상기 제2 페이지 수행 단계(S420)는, 상기 특정 릴레이 노드(R3)가, 상기 제2 페이지에서, 상기 선행 데이터의 이전 데이터에 미리 설정된 간섭 배제 기법에 의한 프리코딩된 간섭 신호를 상기 나머지 릴레이 노드(R1,R2)에 전송할 수 있다.
- [0137] 이어서, 상기 제1 페이지 수행 단계(S430)는, 상기 나머지 릴레이 노드(R1,R2)가, 상기 제1 페이지에서, 상기

선행 데이터에 미리 설정된 간섭 배제 기법에 의한 프리코딩된 간섭 신호를 상기 특정 릴레이 노드(R3)에 전송할 수 있다.

[0138] 또한, 상기 제1 페이즈 수행 단계(S330)는, 상기 소스 노드(R3)가, 상기 제1 페이즈에서, 상기 선행 데이터의 후속 데이터에 미리 설정된 간섭 배제 기법을 적용하여 생성되는 프리코딩된 간섭 신호를 상기 나머지 릴레이 노드(R1,R2)에 전송할 수 있다.

[0139]

[0140] 이에 따라, 상기 제2 페이즈 수행 단계는, 상기 릴레이 망(200)의 나머지 릴레이 노드(R1,R2)가, 상기 제2 페이즈에서, 상기 특정 릴레이 노드(R3)로부터 프리코딩된 간섭 신호를 수신하여, 미리 설정된 간섭 배제 기법을 이용하여 상기 수신받은 프리코딩된 간섭신호를 제거할 수 있으며, 이에 따라 신호만 추출할 수 있다

[0141] 또한, 상기 제1 페이즈 수행 단계는, 상기 릴레이 망(200)의 특정 릴레이 노드(R3)가, 상기 제1 페이즈에서, 상기 나머지 릴레이 노드(R1,R2)로부터 프리코딩된 간섭 신호를 수신하여, 미리 설정된 간섭 배제 기법을 이용하여 상기 수신받은 프리코딩된 간섭신호를 제거할 수 있으며, 이에 따라 신호만 추출할 수 있다

[0142] 도 5는 본 발명의 각 실시 예에 따른 페이즈 1의 개념 설명도이다.

[0143] 도 5를 참조하면, 일례로, 상기 릴레이 망(200)이 제1, 제2 및 제3 릴레이 노드(R1,R2,R3)를 포함하는 경우, 상기 프리코딩된 간섭 신호는, 제1 페이즈에서, 간섭 정렬 기법(interference alignment)에 따르는 프리코딩 매트릭스 VD1,VD2를 이용하여구해질 수 있다.

[0144] 상기 VD1 및 VD2는, 간섭 정렬 기법(Interference Alignment)을 이용하여 간섭신호들이 정렬되도록 하면 하기 수학식1 및 2에 의해 구해질 수 있다.

[0145] [수학식1]

$$[0146] \text{span}(H31*VD1) = \text{span}(H32*VD2)$$

[0147] [수학식2]

$$[0148] VD1 = (H31)^{-1}H32*VD2,$$

$$[0149] VD2 = (H32)^{-1}H31*VD1$$

[0150] 여기서, H31은 제1 릴레이 노드에서 제3 릴레이 노드로의 채널이고, VD2는 제2 릴레이 노드(R2)에서 목적 노드의 프리코딩 행렬이고, H32는 제2 릴레이 노드에서 제3 릴레이 노드로의 채널이고, VD2는 제2 릴레이 노드에서 목적 노드로의 프리코딩 행렬이다.

[0151] 또한, 본 발명에서, 간섭신호는 [채널(H)\*프리코딩매트릭스(V)\*데이터(m)]로 나타낼 수 있으며, 이때 채널과 데이터가 결정되는 경우에는 해당 프리코딩매트릭스를 구하면 각 간섭신호를 알 수 있게 된다.

[0152] 도 6은 본 발명의 각 실시 예에 따른 페이즈 2의 개념 설명도이다.

[0153] 도 6을 참조하면, 상기 프리코딩된 간섭 신호는 제2 페이즈에서, 간섭 정렬 기법(interference alignment)에 따르는 V2S,V1S,VD3을 이용하여 구해질 수 있다.

[0154] 상기 V2S,V1S,VD3는, 간섭 정렬 기법(Interference Alignment)을 이용하여 간섭신호들이 정렬되도록 하면 하기 수학식3,4에 의해 구해질 수 있다.

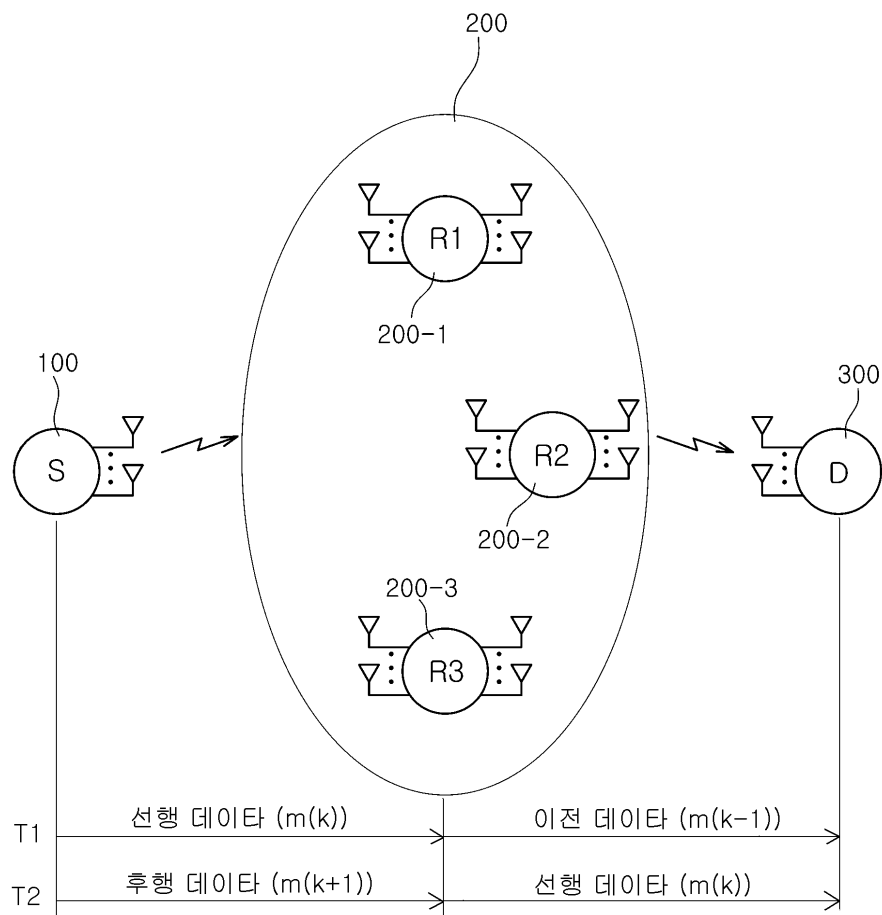
- [0155] [수학식3]
- [0156]  $\text{span}(H1S*V2S) = \text{span}(H13*VD3),$
- [0157]  $\text{span}(H2S*V1S) = \text{span}(H23*VD3),$
- [0158] [수학식4]
- [0159]  $V2S = (H1S)^{-1}H13*VD3,$
- [0160]  $V1S = (H2S)^{-1}H23*VD3$
- [0161]  $VD3 = (H13)^{-1}H13*V2S$
- [0162]  $VD3 = (H23)^{-1}H2S*V1S$
- [0163]
- [0164] 여기서, H1S는 소스 노드에서 제1 릴레이 노드로의 채널이고, V2S는 소스 노드에서 제2 릴레이 노드로의 프로코딩 행렬이고, H2S는 소스 노드에서 제2 릴레이 노드로의 채널이고, V1S는 소스 노드에서 제1 릴레이 노드의 프리코딩 행렬이고, H13은 제3 릴레이 노드에서 제1 릴레이 노드로의 채널이고, VD3은 제3 릴레이 노드에서 목적 노드로의 프로코딩 행렬이고, H23은 제3 릴레이 노드에서 제2 릴레이 노드로의 채널이고, VD3은 제3 릴레이 노드에서 목적 노드의 프리코딩 행렬이다.
- [0165] 도 7은 본 발명의 실시 예 및 종래기술별 전송율 비교 그래프이다.
- [0166] 도 7에서, G1은 본 발명의 실시 예에 따른 다중 릴레이 시스템에 의한, 신호대잡음비(SNR)-전송율을 보이는 그래프이고, G2는 종래기술에 따른 단일 릴레이를 이용하는 시스템에 의한, 신호대잡음비(SNR)-전송율을 보이는 그래프이다.
- [0167] 도 7의 G1 및 G2를 참조하면, 본 발명에 의한 실시 예에 따른 전송율이 종래기술에 따른 전송율보다 높다는 것을 알 수 있다.
- [0168] 전술한 바와 같은 본 발명에서, 간섭 정렬 기법은 간섭 신호를 원하지 않는 수신 노드의 공간에 나란히 하도록 소스 노드에서 프리코딩하면 목적 노드에서는 간섭을 완벽히 제거할 수 있다. 이때, 신호는 시간, 주파수, 공간을 포함한 여러 개의 차원에 나란히 놓일 수 있으며, 이러한 간섭 정렬 기법은 간섭 채널 환경의 최대 자유도에 도달 가능하게 한다.

### 부호의 설명

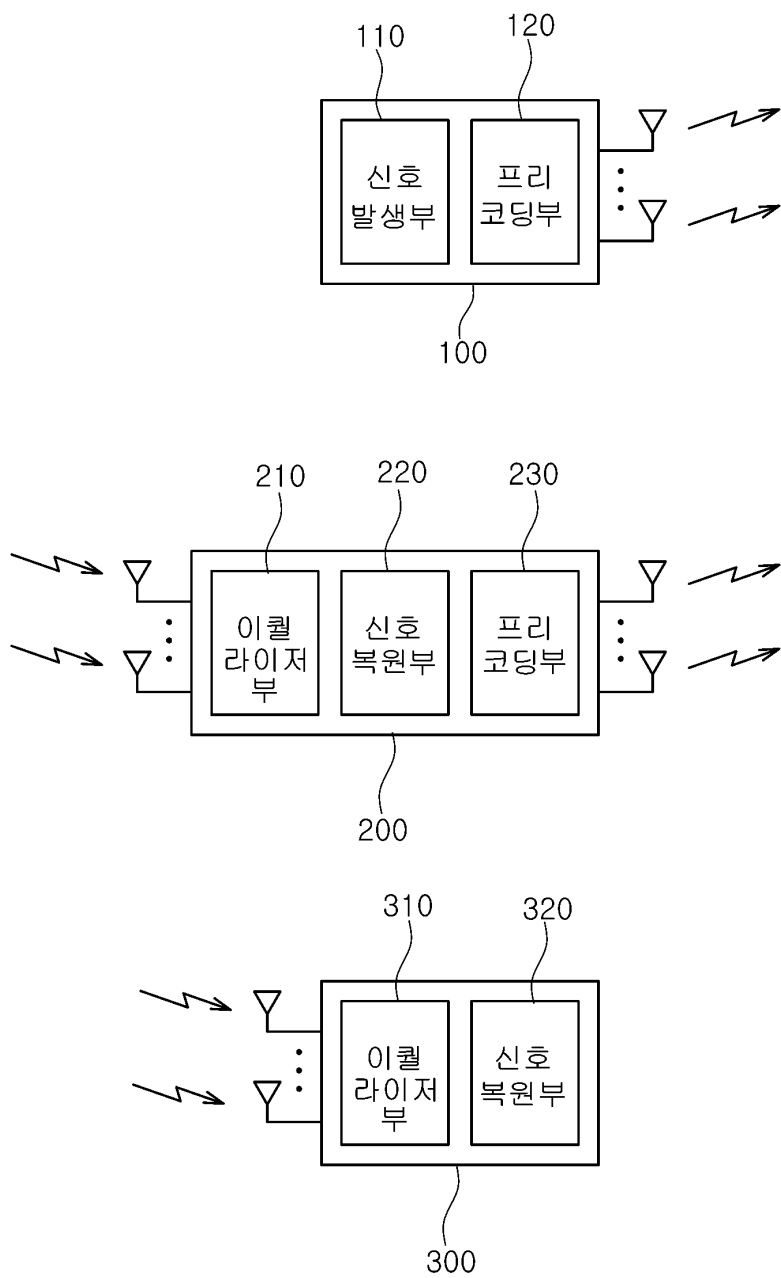
- [0169] 100: 소스 노드
- 200: 릴레이 망
- 300: 목적 노드

도면

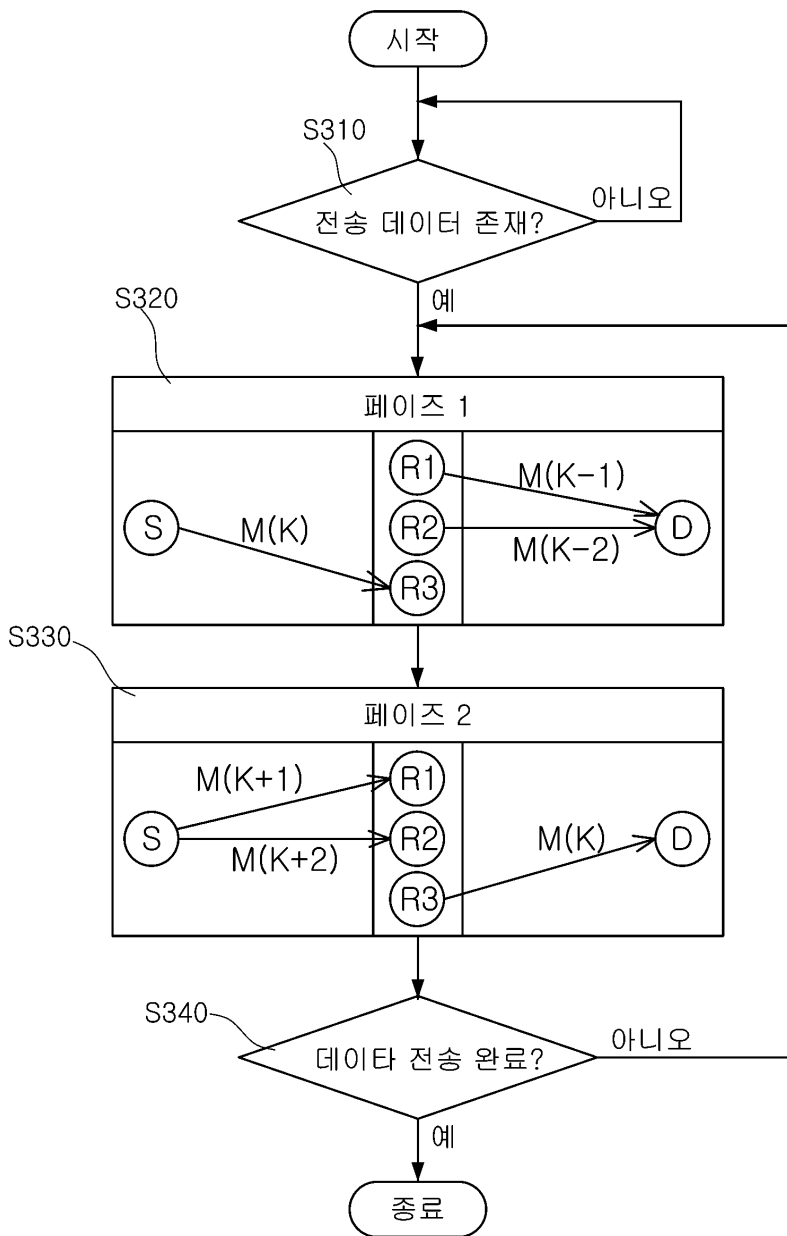
도면1



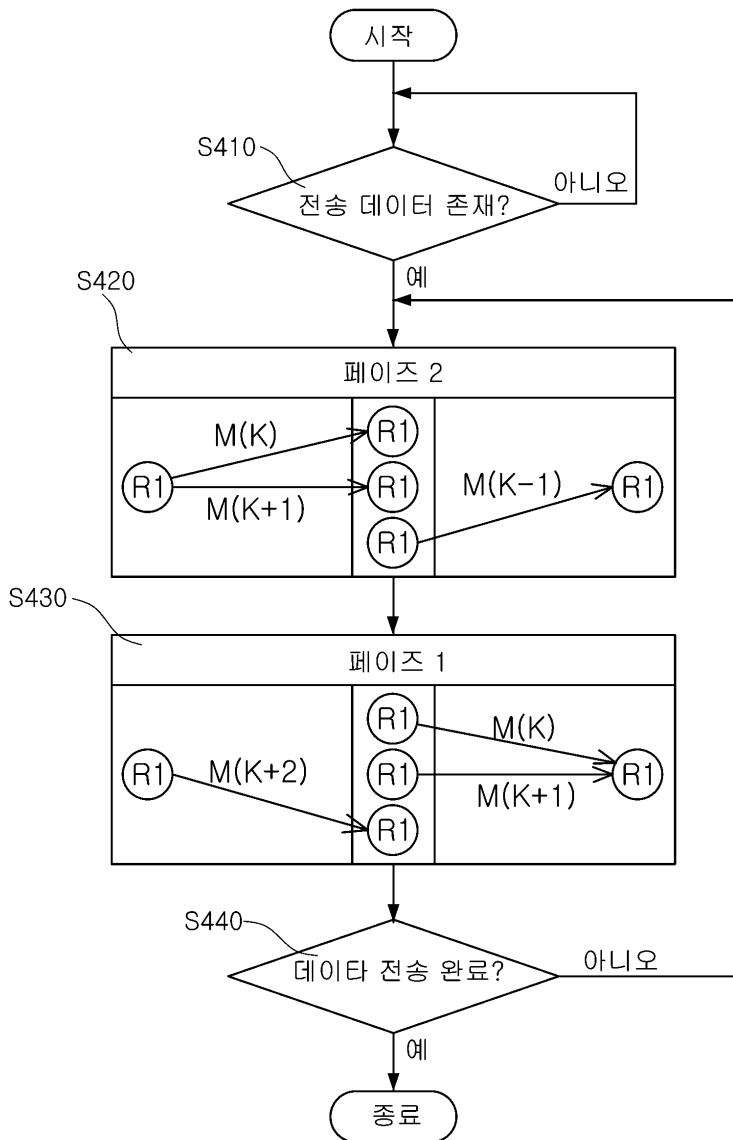
도면2



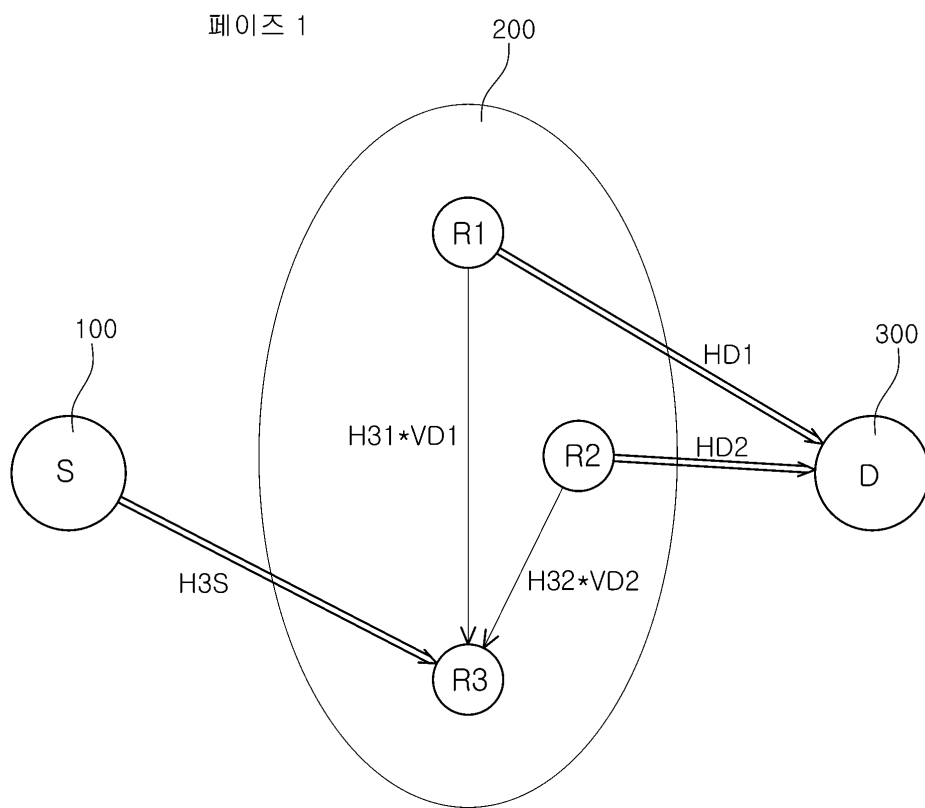
도면3



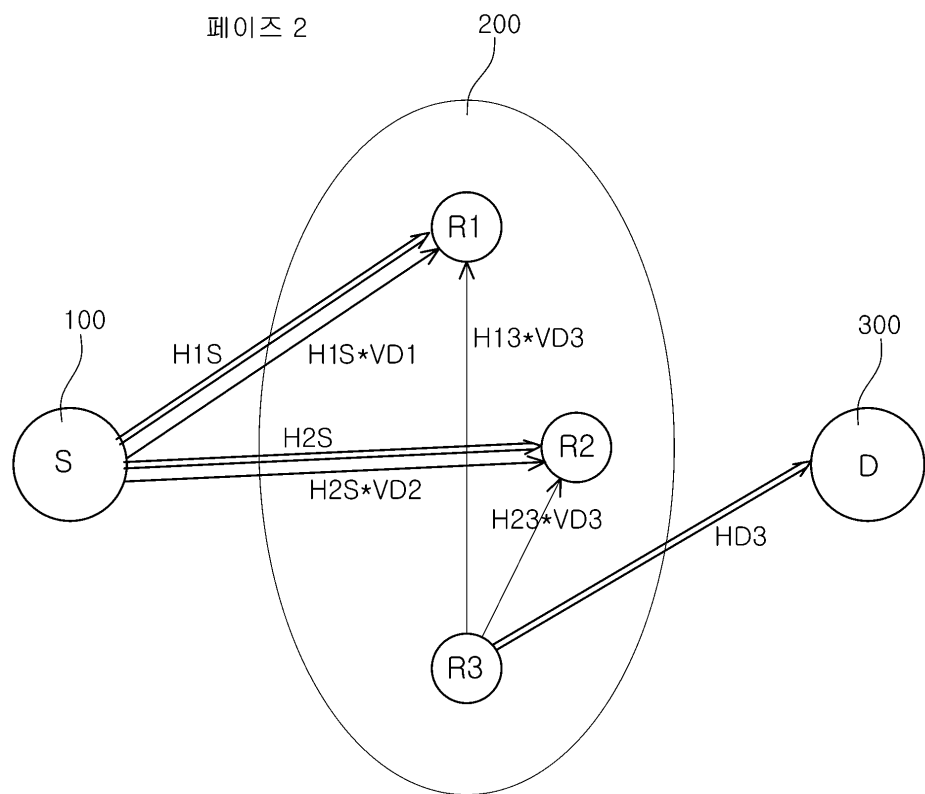
도면4



도면5



도면6



도면7

