



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년01월20일
(11) 등록번호 10-2491353
(24) 등록일자 2023년01월18일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 17/336 (2015.01) H04B 17/373 (2015.01)
H04B 7/0413 (2017.01) H04B 7/0491 (2017.01)
H04B 7/06 (2017.01)
- (52) CPC특허분류
H04B 17/336 (2015.01)
H04B 17/373 (2015.01)
- (21) 출원번호 10-2022-0075008
- (22) 출원일자 2022년06월20일
심사청구일자 2022년06월20일
- (56) 선행기술조사문헌
KR101418362 B1*
KR1020200119179 A*
US20150201428 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌
- (73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
- (72) 발명자
김문석
서울특별시 광진구 능동로 209(군자동)
- (74) 대리인
민영준

전체 청구항 수 : 총 6 항

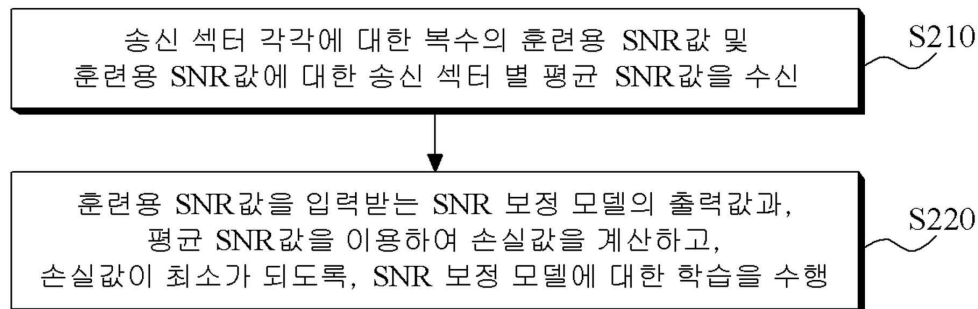
심사관 : 최상호

(54) 발명의 명칭 무선랜 시스템에서 빔포밍 훈련을 위한 SNR 예측 방법 및 SNR 예측을 위한 학습 방법

(57) 요약

무선랜 시스템의 빔포밍 훈련에 필요한 SNR을 예측하는 방법과 이러한 SNR의 예측을 위한 학습 방법이 개시된다. 개시된 무선랜 시스템에서 빔포밍 훈련을 위한 SNR 예측 방법은 송신 섹터 각각에 대해 제1프레임을 전송하는 단계; 무선 단말이 상기 제1프레임을 수신하여 측정된, 상기 송신 섹터 각각에 대한 제1SNR값을 상기 무선 단말로부터 수신하는 단계; 및 상기 제1SNR값을 미리 학습된 SNR 보정 모델에 입력하여, 상기 송신 섹터 각각에 대한 제2SNR값을 생성하는 단계를 포함하며, 상기 SNR 보정 모델의 학습을 위한 훈련 데이터는 상기 제1프레임이 상기 송신 섹터 각각으로 전송되는 환경에서 측정된, 상기 송신 섹터 각각에 대한 복수의 제1훈련용 SNR값 및 상기 제1훈련용 SNR값에 대한 상기 송신 섹터 별 평균 SNR값을 포함한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

H04B 7/0413 (2013.01)

H04B 7/0491 (2013.01)

H04B 7/0617 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711152732
과제번호	2021-0-01816-002
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신방송혁신인재양성
연구과제명	메타버스 자율트윈 핵심기술 연구
기 여 율	1/2
과제수행기관명	세종대학교산학협력단
연구기간	2022.01.01 ~ 2022.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415181734
과제번호	00154678
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	시장선도를 위한 한국 주도형 K-Sensor 기술개발(R&D)
연구과제명	네트워크 기반 센서를 위한 커넥티드 지능센서 플랫폼 기술 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	세종대학교산학협력단
연구기간	2022.04.01 ~ 2022.12.31

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

무선랜 시스템에서, 액세스 포인트에 의해 수행되는 빔포밍 훈련을 위한 SNR 예측 방법에 있어서,

송신 섹터 각각에 대해 제1프레임을 전송하는 단계;

무선 단말이 상기 제1프레임을 수신하여 측정된, 상기 송신 섹터 각각에 대한 제1SNR값을 상기 무선 단말로부터 수신하는 단계;

상기 제1SNR값을 미리 학습된 SNR 보정 모델에 입력하여, 상기 송신 섹터 각각에 대한 제2SNR값을 생성하는 단계; 및

복수의 송신 섹터 조합 각각으로 제2프레임이 전송되는 상황에서, 상기 제2프레임을 수신한 상기 무선 단말이 측정하는 제3SNR값을, 상기 제2SNR값을 이용하여 예측하는 단계를 포함하며,

상기 SNR 보정 모델의 학습을 위한 훈련 데이터는

상기 제1프레임이 상기 송신 섹터 각각으로 전송되는 환경에서 측정된, 상기 송신 섹터 각각에 대한 복수의 제1 훈련용 SNR값 및 상기 제1훈련용 SNR값에 대한 상기 송신 섹터 별 평균 SNR값을 포함하며,

상기 제3SNR값을, 상기 제2SNR값을 이용하여 예측하는 단계는

상기 제2SNR값을 미리 학습된 SNR 예측 모델에 입력하여, 상기 제3SNR값을 예측하며,

상기 SNR 예측 모델의 학습을 위한 훈련 데이터는

상기 평균 SNR값 및 상기 제2프레임이 상기 송신 섹터 조합 각각으로 전송되는 환경에서 측정된 상기 송신 섹터 조합 각각에 대한 제2훈련용 SNR값을 포함하는

무선랜 시스템에서 빔포밍 훈련을 위한 SNR 예측 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 SNR 보정 모델의 학습을 위한 훈련 데이터는

상기 제1프레임이 수신되는 복수의 위치에서 측정된, 상기 제1훈련용 SNR값을 포함하는

무선랜 시스템에서 빔포밍 훈련을 위한 SNR 예측 방법.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 SNR 보정 모델의 학습을 위한 훈련 데이터는

상기 무선 단말이 위치한 송신 섹터에서 측정된 상기 제1훈련용 SNR값을 포함하는

무선랜 시스템에서 빔포밍 훈련을 위한 SNR 예측 방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 평균 SNR값은

상기 송신 섹터 별로 상기 제1훈련용 SNR값을 산술 평균하여 계산되는 값인

무선랜 시스템에서 빔포밍 훈련을 위한 SNR 예측 방법.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 SNR 보정 모델은

상기 제1SNR값이 입력되며, 상기 송신 섹터 각각이 할당된 복수의 입력 노드를 포함하는 인코더 레이어; 및

상기 제2SNR값이 출력되며, 상기 송신 섹터 각각이 할당된 복수의 출력 노드를 포함하는 디코더 레이어

무선랜 시스템에서 빔포밍 훈련을 위한 SNR 예측 방법.

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 SNR 예측 모델은

상기 송신 섹터 각각에 대한 상기 제2SNR값이 입력되는 제1노드들 및 상기 송신 섹터 조합 각각에 대한 상기 제 2SNR값이 입력되는 제2노드들을 포함하는 입력층;

은닉층; 및

상기 제3SNR값을 출력하는 출력층

을 포함하는 무선랜 시스템에서 빔포밍 훈련을 위한 SNR 예측 방법.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 무선랜 시스템에서 빔포밍 훈련을 위한 SNR 예측 방법과, 이러한 SNR 예측을 위한 학습 방법으로서, 인공지능을 이용한 SNR 예측 방법 및 학습 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] IEEE 802.11 표준에 따르면, MU-MIMO 빔포밍 훈련은 SISO 단계와 MIMO 단계로 수행된다.
- [0004] SISO 단계에서 액세스 포인트(AP)는 송신 섹터별로 짧은 섹터 스위프 프레임(short sector sweep frame)을 전송하고, 무선 단말로부터 SISO 피드백 정보를 수신한다. SISO 피드백 정보는, 송신 섹터별로 전송된 짧은 섹터 스위프 프레임에 대해서, 무선 단말이 측정한 SNR값을 포함한다.
- [0005] 그리고 MIMO 단계는 세부적으로 BF 셋업(setup) 하위 단계, BF 선택(selection) 하위 단계, BF 훈련(training) 하위 단계 및 BF 피드백(feedback) 하위 단계로 이루어진다. 각 하위 단계에서 액세스 포인트는 빔포밍 훈련을 위한 액션 프레임을 단말로 전송한다.
- [0006] 관련 선행문헌으로 대한민국 등록특허 제10-2388198호, 제10-2321994호 및 대한민국 공개특허 제2019-0069332호가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명은, 무선랜 시스템의 빔포밍 훈련에 필요한 SNR을 예측하는 방법을 제공하기 위한 것이다.
- [0009] 또한 본 발명은 MIMO 단계에서 무선 단말이 측정하는 SNR을 보다 정확하게 예측할 수 있는 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따르면, 송신 섹터 각각에 대해 제1프레임을 전송하는 단계; 무선 단말이 상기 제1프레임을 수신하여 측정하는, 상기 송신 섹터 각각에 대한 제1SNR값을 상기 무선 단말로부터 수신하는 단계; 및 상기 제1SNR값을 미리 학습된 SNR 보정 모델에 입력하여, 상기 송신 섹터 각각에 대한 제2SNR값을 생성하는 단계를 포함하며, 상기 SNR 보정 모델의 학습을 위한 훈련 데이터는 상기 제1프레임이 상기 송신 섹터 각각으로 전송되는 환경에서 측정된, 상기 송신 섹터 각각에 대한 복수의 제1훈련용 SNR값 및 상기 제1훈련용 SNR값에 대한 상기 송신 섹터 별 평균 SNR값을 포함하는 무선랜 시스템에서 빔포밍 훈련을 위한 SNR 예측 방법이 제공된다.
- [0012] 또한 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 프레임이 송신 섹터 각각으로 전송되는 환경에서 측정된, 상기 송신 섹터 각각에 대한 복수의 훈련용 SNR값 및 상기 훈련용 SNR값에 대한 상기 송신 섹터 별 평균 SNR값을 입력받는 단계; 및 상기 훈련용 SNR값을 입력받는 SNR 보정 모델의 출력값과, 상기 평균 SNR값을 이용하여 손실값을 계산하고, 상기 손실값이 최소가 되도록, 상기 SNR 보정 모델에 대한 학습을 수행하는 단계를 포함하는 SNR 예측을 위한 학습 방법이 제공된다.

발명의 효과

- [0014] 본 발명의 일 실시예에 따르면, MIMO 단계에서 프레임의 전송없이도, 프레임을 전송할 송신 섹터 조합을 결정하기 위해 필요한 SNR값을 예측할 수 있다.
- [0015] 또한 본 발명의 일 실시예에 따르면, SISO 단계에서 측정된 SNR값을 측정 환경에 영향이 적도록 보정함으로써, MIMO 단계에서 필요한 SNR값을 보다 정확하게 예측할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 무선랜 시스템에서의 일반적인 빔포밍 훈련 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 SNR 예측을 위한 학습 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 SNR 보정 모델을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 무선랜 시스템에서 빔포밍 훈련을 위한 SNR 예측 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 SNR 예측 모델을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.
- [0019] 이하에서, 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0021] 도 1은 무선랜 시스템에서의 일반적인 빔포밍 훈련 방법을 설명하기 위한 도면이다. 도 1에는 송신 섹터가 4개(TS1 내지 TS4)이고, 액세스 포인트의 위상 배열 안테나가 2개이며, 제1위상 배열 안테나(110)에는 제1 및 제2 송신 섹터(TS1, TS2)가 할당되고, 제2위상 배열 안테나(120)에는 제3 및 제4송신 섹터(TS3, TS4)가 할당된 예시가 도시된다.
- [0022] 액세스 포인트는 SISO 단계에서 각 송신 섹터 별로, 짧은 섹터 스윙 프레임을 전송한다. 제1위상 배열 안테나(110)는 제1 및 제2송신 섹터(TS1, TS2)로 짧은 섹터 스윙 프레임을 전송하고, 제2위상 배열 안테나(120)는 제3 및 제4송신 섹터(TS3, TS4)로 짧은 섹터 스윙 프레임을 전송한다. 액세스 포인트에 접속된 무선 단말은 각 송신 섹터별로 전송되는 짧은 섹터 스윙 프레임을 수신하여, SNR을 측정하고, 측정된 SNR값을 포함하는 SISO 피드백 정보를 액세스 포인트로 전송한다. 즉 하나의 무선 단말은, 제1 내지 제4송신 섹터(TS1 내지 TS4)에 대해 측정된 4개의 SNR값을 포함하는 SISO 피드백 정보를 액세스 포인트로 전송한다. 예컨대 무선 단말은 제1송신 섹터(TS1)로 전송되는 짧은 섹터 스윙 프레임을 수신하여 제1송신 섹터(TS1)에 대한 SNR값을 생성하며, 제2송신 섹터(TS2)로 전송되는 짧은 섹터 스윙 프레임을 수신하여 제2송신 섹터(TS2)에 대한 SNR값을 생성한다.
- [0023] 액세스 포인트는 측정된 SNR값을 이용하여 MIMO 단계에서 빔포밍 훈련을 수행한다. 액세스 포인트는 BF 셋업 하위 단계, BF 선택 하위 단계, BF 훈련 하위 단계 및 BF 피드백 하위 단계 각각에서 액션 프레임을 전송하여, 빔포밍 훈련을 수행한다.
- [0024] 액세스 포인트는, MIMO 단계에서 액세스 포인트에 접속한 단말이 모두 수신할 수 있도록 액션 프레임을 전송하며, 이를 위해 복수의 송신 섹터의 일부 송신 섹터를 포함하는 송신 섹터 조합 중 하나를 선택하여, 액션 프레임을 전송할 수 있다. 송신 섹터 조합은, 위상 배열 안테나 각각에 할당된 송신 섹터 중에서 하나씩 선택되어 결정될 수 있다. 도 1과 같은 예시에서, 송신 섹터 조합은 (TS1, TS3), (TS1, TS4), (TS2, TS3) (TS2, TS4)와 같이, 4개로 결정될 수 있으며, 액세스 포인트는 이러한 송신 섹터 조합 중에 하나를 선택하여, 선택된 송신 섹터 조합에 포함된 복수의 송신 섹터로 액션 프레임을 전송할 수 있다.
- [0025] 이 때 전송된 바와 같이, 액션 프레임은, 액세스 포인트에 접속한 무선 단말이 모두 수신할 수 있도록 전송되어야 하며, 이러한 조건을 만족시키는 송신 섹터 조합이 선택되기 위해서는, 무선 단말에서 측정된 SNR값이 필요하다. 다만 SISO 피드백 정보에 포함된 SNR값은 복수의 송신 섹터로 프레임이 전송될 때 측정된 값이 아니기 때문에, 본 발명의 일실시예는 SISO 단계에서 하나의 송신 섹터로 프레임이 전송될 때 측정된 SNR값을 이용하여, 복수의 송신 섹터 조합 각각으로 프레임이 전송되는 상황에서의 SNR값을 예측하는 방법을 제안한다.
- [0026] 그리고 본 발명의 일실시예는 복수의 송신 섹터 조합 각각으로 프레임이 전송되는 상황에서 무선 단말이 측정하는 SNR값을 보다 정확하게 예측하기 위해, SISO 피드백 정보에 포함된 SNR값을 보정하는 전처리를 수행한다. SISO 피드백 정보에 포함된 SNR값은, 액세스 포인트와 무선 단말의 위치가 변경되지 않고, 동일한 안테나 설정값이 이용되는 환경에서도, 페이딩(fading) 등과 같은 다양한 외부 요인에 의해 측정시마다 변동될 수 있기 때문에, 본 발명의 일실시예는 액세스 포인트와 무선 단말의 위치가 변경되지 않고 동일한 안테나 설정값이 이용되는 환경에서, 일정한 SNR값이 MIMO 단계에서의 SNR값 예측에 이용될 수 있도록, SISO 피드백 정보에 포함된 SNR값을 보정하는 전처리를 수행한다.
- [0027] 본 발명의 일실시예에 따른 빔포밍 훈련을 위한 SNR 예측 방법은, 무선랜 시스템의 액세스 포인트에서 수행될 수 있으며, SNR 예측을 위한 방법은 프로세서 및 메모리를 컴퓨팅 장치에서 수행될 수 있다.
- [0029] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 SNR 예측을 위한 학습 방법을 설명하기 위한 도면이며, 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 SNR 보정 모델을 설명하기 위한 도면이다.
- [0030] 본 발명의 일실시예에 따른 컴퓨팅 장치는 복수의 훈련용 SNR값 및 훈련용 SNR값에 대한 송신 섹터 별 평균 SNR

값을 수신 즉, 입력받아(S210), SNR 보정 모델에 대한 학습을 수행한다.

[0031] 여기서, 훈련용 SNR값은 SISO 단계에서 무선 단말에 의해 측정되는 SNR 값에 대응되는 값으로서, 프레임이 송신 섹터 각각으로 전송되는 환경에서 측정된, 송신 섹터 각각에 대한 SNR값을 나타낸다. 컴퓨팅 장치는 SISO 단계가 복수회 수행되어 획득된, 복수의 훈련용 SNR값을 이용하여, SNR 보정 모델에 대한 학습을 수행한다.

[0032] 예컨대, 송신 섹터가 6개이고 무선 단말의 위치를 p 라고 한다면, 복수의 훈련용 SNR 값($R_{fb}^{p,i}$)은 [수학식 1]과 같이 표현될 수 있다.

수학식 1

[0033]
$$R_{fb}^{p,i} = \{r_{TS1}^{p,i}, r_{TS2}^{p,i}, r_{TS3}^{p,i}, r_{TS4}^{p,i}, r_{TS5}^{p,i}, r_{TS6}^{p,i}\}$$

[0034] 여기서, $r_{TS1}^{p,i}, r_{TS2}^{p,i}, r_{TS3}^{p,i}, r_{TS4}^{p,i}, r_{TS5}^{p,i}, r_{TS6}^{p,i}$ 는 제1 내지 제6송신 섹터(TS1 내지 TS6) 각각에 대한 훈련용 SNR 값을 나타내며, i 는 i 번째의 SISO 단계 수행을 나타낸다. SISO 단계는 i 회 수행될 수 있으며, i 는 1에서 n 사이의 값일 수 있다. SISO 단계가 n 회 수행되는 경우, 제1 내지 제6송신 섹터(TS1 내지 TS6) 각각에 대한 훈련용 SNR 값은 각각 n 개씩 생성된다.

[0035] 복수의 훈련용 SNR값은, 무선 단말의 위치를 변경하며, 프레임이 수신되는 복수의 위치에서 측정될 수 있다.

[0036] 그리고 평균 SNR값은 송신 섹터 별 훈련용 SNR값에 대한 평균값으로서, [수학식 2]와 같이 표현될 수 있으며, 일실시예로서 [수학식 3]과 같이, 송신 섹터 각각에 대한 훈련용 SNR값을 산술 평균하여 계산되는 값일 수 있다. [수학식 3]은 6개의 송신 섹터 중에서, 제1송신 섹터에 대한 평균 SNR값을 계산하는 수학적식을 나타낸다.

수학식 2

[0037]
$$\hat{R}_{fb}^p = \{\hat{r}_{TS1}^p, \hat{r}_{TS2}^p, \hat{r}_{TS3}^p, \hat{r}_{TS4}^p, \hat{r}_{TS5}^p, \hat{r}_{TS6}^p\}$$

수학식 3

[0038]
$$\hat{r}_{TS1}^p = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n r_{TS1}^{p,i}$$

[0039] 여기서, $\hat{r}_{TS1}^p, \hat{r}_{TS2}^p, \hat{r}_{TS3}^p, \hat{r}_{TS4}^p, \hat{r}_{TS5}^p, \hat{r}_{TS6}^p$ 는 제1 내지 제6송신 섹터 각각에 대한 평균 SNR값을 나타낸다. 즉, 송신 섹터별 훈련용 SNR값에 대한 산술 평균을 통해, 송신 섹터별 평균 SNR값이 계산될 수 있다.

[0040] 본 발명의 일실시예에 따른 컴퓨팅 장치는 훈련용 SNR값을 입력받는 SNR 보정 모델의 출력값과, 평균 SNR값을 이용하여 손실값을 계산하고, 손실값이 최소가 되도록, SNR 보정 모델에 대한 학습을 수행(S220)한다. 평균 SNR값은 훈련용 SNR값에 대한 정답값으로 라벨링되며, 손실함수에 SNR 보정 모델의 출력값과, 평균 SNR값을 적용하여, 손실값이 계산될 수 있다.

[0041] 본 발명의 일실시예에 따른 SNR 보정 모델은 도 3에 도시된 바와 같이, 인코더 레이어(310) 및 디코더 레이어(320)를 포함하며, 딥러닝 모델일 수 있다. 인코더 레이어(310)는 훈련용 SNR값이 입력되며, 송신 섹터 각각이 할당된 복수의 입력 노드를 포함하며, 디코더 레이어(320)는 훈련용 SNR값 각각에 대응되는 출력값이 출력되며,

송신 섹터 각각이 할당된 출력 노드를 포함한다.

[0042] 전술된 예시와 같이, 6개의 송신 섹터가 할당된 환경에서는 6개의 입력 노드 및 출력 노드를 포함하는 SNR 보정 모델이 이용될 수 있다. 6개의 입력 노드로, 훈련용 SNR값 $r_{TS1}^{p,i}, r_{TS2}^{p,i}, r_{TS3}^{p,i}, r_{TS4}^{p,i}, r_{TS5}^{p,i}, r_{TS6}^{p,i}$ 이 입력되며,

출력 노드의 6개의 출력값과 정답값인 $\hat{r}_{TS1}^p, \hat{r}_{TS2}^p, \hat{r}_{TS3}^p, \hat{r}_{TS4}^p, \hat{r}_{TS5}^p, \hat{r}_{TS6}^p$ 사이의 손실값이 계산될 수 있다.

[0044] 도 4는 무선랜 시스템에서 빔포밍 훈련을 위한 SNR 예측 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0045] 도 4를 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 액세스 포인트는 송신 섹터 각각에 대해 제1프레임을 전송(S410)하고, 송신 섹터 각각에 대한 제1SNR값을 무선 단말로부터 수신(S420)한다. 제1SNR값은 송신 섹터 중 하나에 위치한 무선 단말이 제1프레임을 수신하여 측정된 SNR값에 대응되며, 제1프레임은 전술된 짧은 섹터 스윙 프레임일 수 있다.

[0046] 그리고 컴퓨팅 장치는 제1SNR값을 미리 학습된 SNR 보정 모델에 입력하여, 송신 섹터 각각에 대한 제2SNR값을 생성(S430)한다. SNR 보정 모델의 학습을 위한 훈련 데이터는, 제1프레임이 송신 섹터 각각으로 전송되는 환경에서 측정된, 송신 섹터 각각에 대한 복수의 제1훈련용 SNR값 및 제1훈련용 SNR값에 대한 송신 섹터 별 평균 SNR값을 포함한다. SNR 보정 모델은 전술된 실시예와 같이 학습될 수 있으며, 평균 SNR값은 송신 섹터 각각에 대한 제1훈련용 SNR값을 산술 평균하여 계산되는 값일 수 있다.

[0047] 컴퓨팅 장치는 SNR 보정 모델의 인코더 레이어의 입력 노드로 제1SNR값을 입력하며, SNR 보정 모델의 디코더 레이어의 출력 노드에서 제2SNR값이 출력될 수 있다.

[0048] 제1SNR값은 SNR 보정 모델에 의해 제2SNR값으로 갱신되며, 제1훈련용 SNR값과 유사한 제2SNR값이 SNR 보정 모델로 입력될 경우, 제1훈련용 SNR값에 대한 정답값인 평균 SNR값에 가까운 제2SNR값이 획득될 수 있다. 평균 SNR값이 정답값으로 라벨링된 SNR 보정 모델이 이용됨으로써, SISO 단계에서 측정된 제1SNR값에 편차가 발생하더라도, 제1SNR값은 평균 SNR값과 같이 일정한 SNR값인 제2SNR값으로 보정될 수 있다.

[0049] 한편, 실시예에 따라서, SNR 보정 모델의 학습을 위한 훈련 데이터는 제1프레임이 수신되는 복수의 위치에서 측정된, 제1훈련용 SNR값을 포함할 수 있으며, 무선 단말이 위치한 송신 섹터에서 측정된 제1훈련용 SNR값을 포함할 수 있다. 즉, 본 발명의 일실시예에 따른 컴퓨팅 장치는 무선 단말이 위치한 송신 섹터에서 측정된 제1훈련용 SNR값으로 학습된 SNR 보정 모델을 이용해, 제2SNR값을 생성할 수 있다.

[0050] 일실시예로서, SNR 보정 모델은 복수의 송신 섹터 각각에서 측정된 제1훈련용 SNR값 및 이에 대한 평균 SNR값을 통해 학습된 복수의 서브 모델을 포함할 수 있다. 즉 서브 모델은 각각 송신 섹터에 대응된다. 액세스 포인트는 무선 단말이 위치한 송신 섹터에 따라서 서브 모델 중 하나를 선택하여, 제2SNR값을 생성할 수 있다. 예컨대, 도 1과 같은 예시에서, 4개의 서브 모델이 생성될 수 있으며, 무선 단말이 제1송신 섹터에 위치하는 경우, 액세스 포인트는 무선 측위를 통해 무선 단말이 제1송신 섹터에 위치함을 확인하고, 제1송신 섹터에서 측정된 제1훈련용 SNR값을 통해 학습된 서브 모델을 선택할 수 있다.

[0052] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 SNR 예측 모델을 설명하기 위한 도면이다.

[0053] 본 발명의 일실시예에 따른 액세스 포인트는 전술된 바와 같이, MIMO 단계에서 액션 프레임을 전송할 송신 섹터 조합을 결정하기 위해, 단계 S430 이후, 제2SNR값을 이용하여 제3SNR값을 예측할 수 있다. 제3SNR값은 복수의 송신 섹터 조합 각각으로 제2프레임이 전송되는 상황에서, 제2프레임을 수신한 무선 단말이 측정하는 SNR값에 대응되며, 제2프레임은 액션 프레임일 수 있다.

[0054] 예컨대, 도 1의 예시에서 송신 섹터 조합이 (TS1, TS3)인 경우, 액세스 포인트는 제1 및 제3송신 섹터에 대한 제2SNR값을 이용하여, 제1 및 제3송신 섹터로 액션 프레임이 동시에 전송되는 상황에서 무선 단말이 측정하는 제3SNR값을 예측할 수 있다.

[0055] 이 때, 액세스 포인트는 일실시예로서 제2SNR값을 미리 학습된 SNR 예측 모델에 입력하여, 제3SNR값을 예측할 수 있으며, SNR 예측 모델은 딥러닝 모델로서, 도 5에 도시된 바와 같이, 제1 및 제2노드들(511, 512)을 포함하는 입력층(510), 은닉층(520) 및 출력층(530)을 포함할 수 있다.

[0056] SNR 예측 모델의 학습을 위한 훈련 데이터는, 송신 섹터 각각에 대한 평균 SNR값 및 제2프레임이 송신 섹터 조합 각각으로 전송되는 환경에서 측정된 송신 섹터 조합 각각에 대한 제2훈련용 SNR값을 포함할 수 있다. 평균

SNR값은 입력층으로 입력되며, 제2훈련용 SNR값은 평균 SNR값에 대한 정답값으로 라벨링된다. 평균 SNR값은 전술된 바와 같이, 제1프레임이 송신 섹터 각각으로 전송되는 환경에서 측정된 제1훈련용 SNR값의 송신 섹터별 평균 SNR값에 대응된다.

[0057] SNR 예측 모델의 학습 과정에서, 제2평균 SNR값 전체는 제1노드들(511)로 입력된다. 그리고 제2평균 SNR값 중 송신 섹터 조합에 포함된 송신 섹터에 대한 평균 SNR값은, 제2노드들(512) 중 송신 섹터 조합에 대응되는 노드들로 입력된다. 제1 및 제2노드들(511, 512) 각각에는 미리 설정된 송신 섹터가 할당되며, 예컨대 송신 섹터 조합이 제2 및 제4송신 섹터일 경우, 제2노드들(512) 중 두번째 및 네번째 노드로 제2 및 제4송신 섹터에 대한 평균 SNR값이 입력될 수 있다. 그리고 제2노드들(512) 중 나머지 노드로는 0이 입력될 수 있다.

[0058] SNR 예측 모델의 출력값과 제2훈련용 SNR값으로부터 계산된 손실값이 최소가 되도록, SNR 예측 모델에 대한 학습이 수행될 수 있다. 손실값은, 미리 설정된 손실함수에 SNR 보정 모델의 출력값과, 제2훈련용 SNR값을 적용하여 계산될 수 있다.

[0059] SNR 예측 모델의 SNR 예측 과정에서는, 송신 섹터 각각에 대한 제2SNR값이 제1노드들(511)로 입력되며, 송신 섹터 조합 각각에 대한 제2SNR값은 제2노드들(512)로 입력된다. 전술된 바와 같이, 송신 섹터 조합 각각에 대한 제2SNR값은 송신 섹터 조합에 포함된 송신 섹터에 대응되는 입력 노드들로 입력된다. 출력층은 제3SNR값을 출력한다.

[0060] 도 5에 도시된 바와 같이, 6개의 송신 섹터(TS1 내지 TS6)가 이용되고 제2 및 제4송신 섹터(TS2, TS4)를 포함하는 송신 섹터 조합에 대한 제2SNR값이 제2노드들(512)로 입력되며, 제1무선 단말(STA1)이 측정한 제1SNR값으로

부터 갱신된 제2SNR값 (\hat{R}_{fb}^{STA1})이 $\hat{r}_{TS1}^{STA1}, \hat{r}_{TS2}^{STA1}, \hat{r}_{TS3}^{STA1}, \hat{r}_{TS4}^{STA1}, \hat{r}_{TS5}^{STA1}, \hat{r}_{TS6}^{STA1}$ 인 경우,

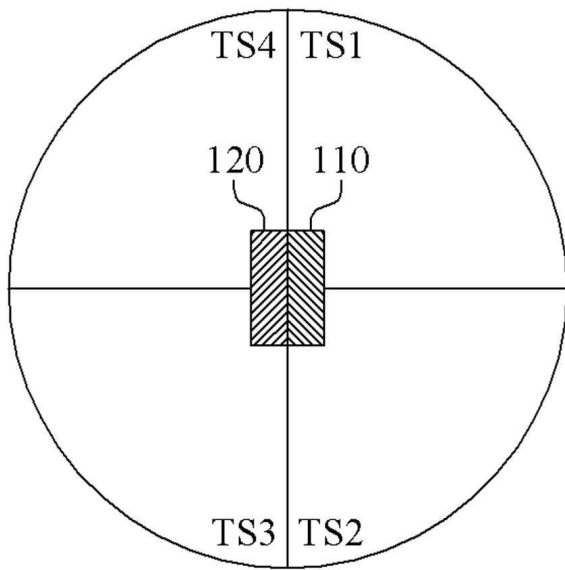
제2노드들 중 두번째 및 네번째 노드로 입력되는 제2SNR값(\hat{R}_c^{STA1})은 $\hat{r}_{TS2}^{STA1}, \hat{r}_{TS4}^{STA1}$ 이다.

[0062] 앞서 설명한 기술적 내용들은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예들을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 하드웨어 장치는 실시예들의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

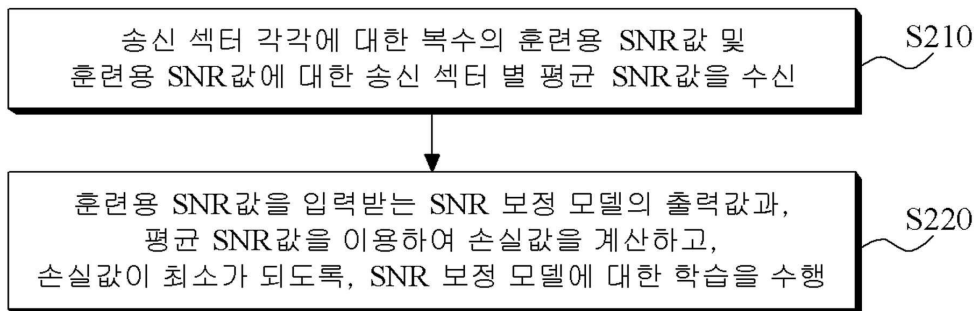
[0064] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

도면

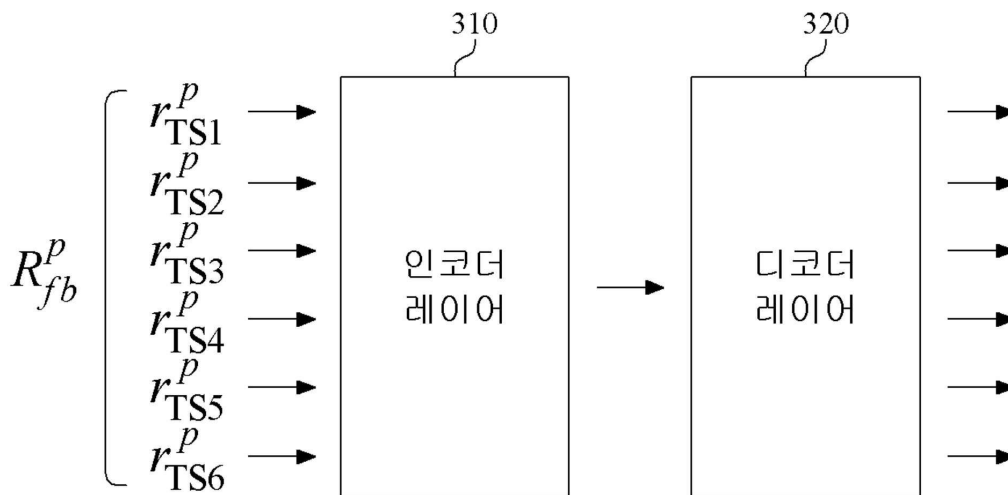
도면1



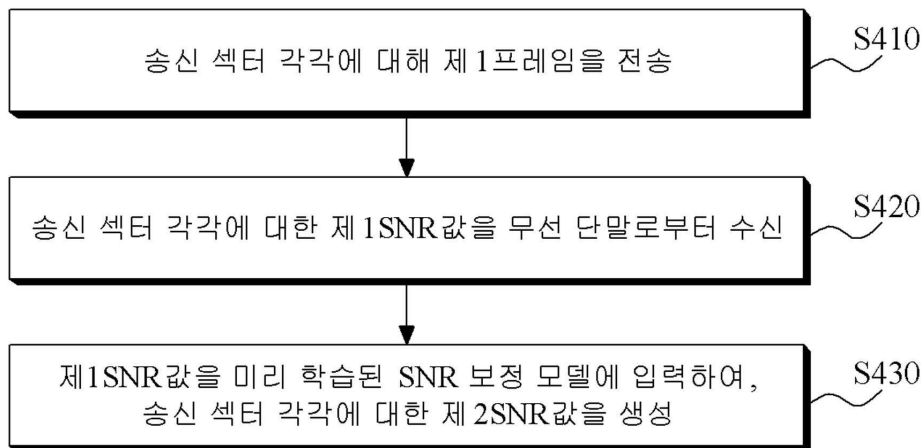
도면2



도면3



도면4



도면5

