(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년03월26일
(11) 등록번호 10-2651154
(24) 등록일자 2024년03월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 7/06 (2017.01) *G06N 3/0442* (2023.01)
H04B 7/08 (2017.01) *H04W 72/04* (2009.01)
H04W 84/12 (2009.01)
(52) CPC특허분류
H04B 7/06952 (2023.05)
G06N 3/0442 (2023.01)
(21) 출원번호 10-2023-0173154
(22) 출원일자 2023년12월04일
심사청구일자 2023년12월04일
(56) 선행기술조사문헌
"IEEE 802.11ay의 비대칭 링크 빔포밍 트레이닝을 위한 Q-learning 반의 STS 조절 기법",Journal of KIIT*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
김문석
서울특별시 광진구 능동로 209(군자동)
(74) 대리인
수안특허법인, 민영준

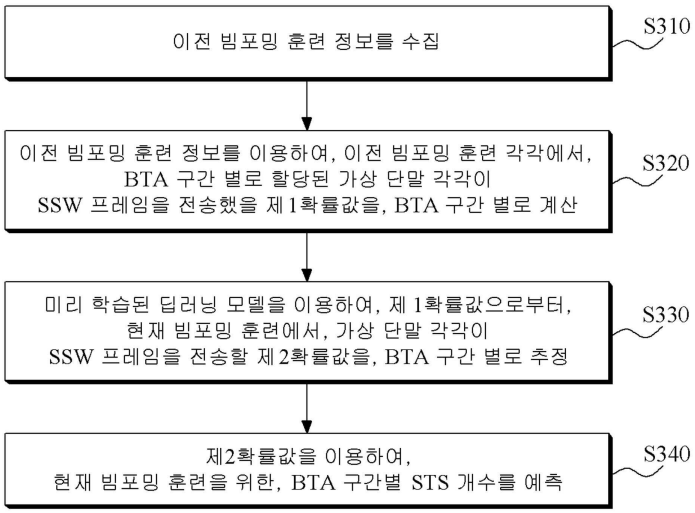
전체 청구항 수 : 총 9 항 심사관 : 김수남

(54) 발명의 명칭 **비대칭 링크를 위한 빔포밍 훈련 방법 및 장치**

(57) 요 약

비대칭 링크를 위한 빔포밍 훈련에 소요되는 시간을 줄일 수 있는, 비대칭 링크를 위한 빔포밍 훈련 방법 및 장치가 개시된다. 개시된 비대칭 링크를 위한 빔포밍 훈련 방법은 이전 빔포밍 훈련 정보를 수집하는 단계; 상기 이전 빔포밍 훈련 정보를 이용하여, 이전 빔포밍 훈련 각각에서, BTA(Beamforming Training Allocation) 구간 별로 할당된 제1개수만큼의 가상 단말 각각이 SSW(Sector Sweep) 프레임을 전송했을 제1확률값을, 상기 BTA 구간 별로 계산하는 단계; 미리 학습된 딥러닝 모델을 이용하여, 상기 제1확률값으로부터, 현재 빔포밍 훈련에서, 상기 가상 단말 각각이 상기 SSW 프레임을 전송할 제2확률값을, 상기 BTA 구간 별로 추정하는 단계; 및 상기 제2확률값을 이용하여, 상기 현재 빔포밍 훈련을 위한, BTA 구간별 STS(Space-Time slot) 개수를 예측하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도3



(52) CPC특허분류
H04B 7/088 (2013.01)
H04W 72/046 (2013.01)
H04W 84/12 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711193909
과제번호 2021-0-01816-003
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 정보통신기획평가원
연구사업명 정보통신방송혁신인재양성
연구과제명 메타버스 자율트윈 핵심기술 연구
기 여 율 1/2
과제수행기관명 세종대학교 산학협력단
연구기간 2023.01.01 ~ 2023.12.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711198096
과제번호 00254529
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 정보통신기획평가원
연구사업명 정보통신방송혁신인재양성
연구과제명 메타버스 융합대학원(세종대학교)
기 여 율 1/2
과제수행기관명 세종대학교 산학협력단
연구기간 2023.07.01 ~ 2023.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

이전 빔포밍 훈련 정보를 수집하는 단계;

상기 이전 빔포밍 훈련 정보를 이용하여, 이전 빔포밍 훈련 각각에서, BTA(Beamforming Training Allocation) 구간 별로 할당된 제1개수만큼의 가상 단말 각각이 SSW(Sector Sweep) 프레임을 전송했을 제1확률값을, 상기 BTA 구간 별로 계산하는 단계;

미리 학습된 딥러닝 모델을 이용하여, 상기 제1확률값으로부터, 현재 빔포밍 훈련에서, 상기 가상 단말 각각이 상기 SSW 프레임을 전송할 제2확률값을, 상기 BTA 구간 별로 추정하는 단계; 및

상기 제2확률값을 이용하여, 상기 현재 빔포밍 훈련을 위한, BTA 구간별 STS(Space-Time slot) 개수를 예측하는 단계를 포함하며,

상기 제1확률값을 상기 BTA 구간 별로 계산하는 단계는

상기 이전 빔포밍 훈련의 상기 BTA 구간 중 타겟 BTA 구간에서 상기 SSW 프레임 전송을 성공한 단말의 제2개수를 확인하고, 상기 타겟 BTA 구간의 가상 단말 중 상기 제2개수만큼의 가상 단말에 대해, 상기 제1확률값으로 미리 설정된 최대값을 할당하는

비대칭 링크를 위한 빔포밍 훈련 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 제1확률값을 상기 BTA 구간 별로 계산하는 단계는

상기 타겟 BTA 구간의 가상 단말 중 제3개수만큼의 가상 단말에 대해, 상기 제1확률값으로 미리 설정된 최소값을 할당하며,

상기 제3개수는

상기 이전 빔포밍 훈련에서, 상기 SSW 프레임 전송을 적어도 한번 성공한 단말의 제4개수에서, 상기 제1개수를 차감한 개수인

비대칭 링크를 위한 빔포밍 훈련 방법.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 제1확률값을 상기 BTA 구간 별로 계산하는 단계는

상기 이전 빔포밍 훈련 중, i-1번째 훈련과 i+1번째 훈련에서의 상기 타겟 BTA 구간에서 상기 SSW 프레임 전송을 성공한 단말 정보를 이용하여, i번째 훈련에서의 상기 타겟 BTA 구간의 가상 단말 중 상기 제1확률값이 할당되지 않은 잔여 가상 단말에 대해, 상기 제1확률값을 할당하며,

상기 i는, 상기 이전 빔포밍 훈련의 인덱스를 나타내는

비대칭 링크를 위한 빔포밍 훈련 방법.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 제1확률값을 상기 BTA 구간 별로 계산하는 단계는

상기 SSW 프레임 전송을 성공한 타겟 단말이 상기 i-1번째 훈련과 i+1번째 훈련에서의 상기 타겟 BTA 구간에 존재하는 경우, 상기 SSW 프레임 전송을 성공한 타겟 단말이 상기 i-1번째 훈련에서의 상기 타겟 BTA 구간에 존재하지만, 상기 i+1번째 훈련에서의 모든 BTA 구간에 존재하지 않는 경우 또는, 상기 SSW 프레임 전송을 성공한 타겟 단말이 상기 i+1번째 훈련에서의 상기 타겟 BTA 구간에 존재하지만, 상기 i-1번째 훈련에서의 모든 BTA 구간에 존재하지 않는 경우에, 상기 잔여 가상 단말에 대한 상기 제1확률값으로 상기 최대값을 할당하는

비대칭 링크를 위한 빔포밍 훈련 방법.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 제1확률값을 상기 BTA 구간 별로 계산하는 단계는

상기 SSW 프레임 전송을 성공한 타겟 단말이 상기 i-1번째 훈련에서의 상기 타겟 BTA 구간에 존재하되, 상기 i+1 훈련에서는 다른 BTA 구간에 존재하거나 또는 상기 SSW 프레임 전송을 성공한 타겟 단말이 상기 i+1번째 훈련에서의 상기 타겟 BTA 구간에 존재하되, 상기 i-1 훈련에서는 다른 BTA 구간에 존재하는 경우, 상기 잔여 가상 단말에 대한 상기 제1확률값으로 상기 최대값과 최소값의 평균값을 할당하는

비대칭 링크를 위한 빔포밍 훈련 방법.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 제1확률값을 상기 BTA 구간 별로 계산하는 단계는

상기 잔여 가상 단말에 대해 상기 제1확률값이 할당된 경우, 하기 수학식1과 같이 설정된 충돌 변수를 하기 수학식 2와 같이 갱신하고, 상기 잔여 가상 단말 중 상기 제1확률값이 할당되지 않은 가상 단말에 대해, 하기 수학식3과 같이 계산되는 값을 상기 제1확률값으로 할당하는

비대칭 링크를 위한 빔포밍 훈련 방법.

[수학식1]

$$2 * N_c$$

[수학식2]

$$S_c - 1$$

[수학식3]

$$S_c / S_p$$

여기서, 상기 S_c는 상기 충돌 변수, 상기 N_c는 상기 타겟 BTA 구간에서 충돌이 발생한 STS의 개수, 상기 S_p는 상기 잔여 가상 단말 중 상기 제1확률값이 할당되지 않은 가상 단말의 개수를 나타냄.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 BTA 구간별 STS 개수를 예측하는 단계는

상기 이전 빔포밍 훈련의 상기 타겟 BTA 구간의 가상 단말 중, 상기 제1확률값이 상기 최대값인 가상 단말, 또는 다른 BTA 구간의 가상 단말의 제1확률값 이상인 가상 단말을, 상기 현재 빔포밍 훈련의 상기 타겟 BTA 구간에서 상기 SSW 프레임을 전송할 단말로 카운팅하는 단계;

상기 카운팅된 단말의 개수를 이용해, 상기 현재 빔포밍 훈련의 상기 타겟 BTA 구간에서 상기 SSW 프레임의 충돌이 발생하지 않을 제3확률값을 계산하는 단계; 및

상기 제3확률값이 미리 설정된 임계값 이상이 되도록, 상기 현재 빔포밍 훈련의 상기 타겟 BTA 구간에서의 상기 STS의 개수를 결정하는 단계

를 포함하는 비대칭 링크를 위한 빔포밍 훈련 방법.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 제3확률값을 계산하는 단계는

하기 수학식4를 이용하여, 상기 제3확률값을 계산하는

비대칭 링크를 위한 빔포밍 훈련 방법.

[수학식 4]

$$\frac{\left(N_{sts}^{j}\right)!}{\left(N_{sts}^{j}\right)^{n_j}\left(N_{sts}^{j}-n_j\right)!}$$

여기서, j는 상기 타겟 BTA 구간의 인덱스, 상기 N_{sts}^{j} 는 상기 타겟 BTA 구간에서의 상기 STS의 개수, 상기 n_j 는 상기 카운팅된 단말의 개수를 나타냄.

청구항 10

이전 빔포밍 훈련 정보를 수집하는 단계;

상기 이전 빔포밍 훈련 정보를 이용하여, 이전 빔포밍 훈련 각각에서, BTA(Beamforming Training Allocation) 구간 별로 할당된 제1개수만큼의 가상 단말 각각이 SSW(Sector Sweep) 프레임을 전송했을 제1확률값을, 상기 BTA 구간 별로 계산하는 단계;

미리 학습된 딥러닝 모델을 이용하여, 상기 제1확률값으로부터, 현재 빔포밍 훈련에서, 상기 가상 단말 각각이 상기 SSW 프레임을 전송할 제2확률값을, 상기 BTA 구간 별로 추정하는 단계; 및

상기 제2확률값을 이용하여, 상기 현재 빔포밍 훈련을 위한, BTA 구간별 STS(Space-Time slot) 개수를 예측하는 단계를 포함하며,

상기 딥러닝 모델은

LSTM 기반 모델인

비대칭 링크를 위한 빔포밍 훈련 방법.

청구항 11

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 무선랜 시스템의 비대칭 링크를 위한 빔포밍 훈련 방법 및 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 순환 신경망을 이용하는 빔포밍 훈련 방법 및 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 초연결(Hyper-connected) 시대에 진입함에 따라 6GHz 이하의 주파수 대역은 포화 상태이며, 데이터 수요는 나날이 기하급수적으로 증가하고 있다. 이에 넓은 대역폭을 활용하여 대량의 데이터 전송이 가능한 Millimeter-wave (mmWave)가 많은 주목을 받고 있다. 2012년 승인된 IEEE 802.11ad는 처음으로 60GHz mmWave를 사용한 Wi-Fi 기술이다. 그리고 Augmented Reality (AR)/Virtual Reality (VR), 실시간 multi-view 8K video 등과 같이 새로운 애플리케이션을 위해서 IEEE 802.11ad를 기반으로 100Gbps의 처리량 목표의 IEEE 802.11ay 표준이 제안되었다.

[0004] mmWave는 넓은 대역폭을 사용한다는 장점이 있는 반면, 주파수가 높아진 만큼 대기 중이나 전송선로에서 손실률이 많이 증가한다는 단점이 있다. 이 같은 문제 해결을 위해 mmWave 통신 시스템에서는 위상 배열 안테나(phased-array antenna)를 사용해 원하는 방향으로 안테나 빔(beam)을 움직여 지향성 빔(directional beam)을 생성하며, 이 같은 기술을 빔포밍(Beamforming, BF)이라고 한다. 빔포밍 사용 시 송수신 노드가 통신을 위해 사용할 적합한 지향성 빔을을 찾는 것이 중요하며, 이러한 지향성 빔을 찾는 과정을 빔포밍 훈련(BF Training)이라고 한다. 빔포밍 훈련 수행시에, 송신 섹터 개념을 사용하며, 송신 섹터란 안테나 영역을 방향성 조절을 통해 여러 개로 세분화한 영역을 뜻한다.

[0005] 빔포밍 과정에서 액세스 포인트(AP)는 송신 섹터 별로 프레임을 전송하며, 단말(station)은 프레임이 어느 방향에서 전송되는지 모르기 때문에, 가장 넓은 빔 폭으로 프레임을 수신하기 위해 유사 전방향(quasi omni-directional) 모드를 이용한다. 반대로 단말이 프레임을 전송할 때는 액세스 포인트가 유사 전방향 모드를 이용한다.

[0006] 일반적으로 단말은 액세스 포인트보다 적은 수의 안테나를 가지고 있기 때문에, 단말의 전송 파워는 액세스 포인트보다 약하다. 따라서, 액세스 포인트가 전송하는 지향성 프레임을, 단말은 유사 전방향 모드에서 수신이 가능하지만, 단말이 전송하는 지향성 프레임을, 액세스 포인트는 유사 전방향 모드에서 수신하지 못하는 비대칭 링크 상황이 발생하며, IEEE 802.11ay에서는 이러한 비대칭 링크 상황을 위한 빔포밍 훈련 방법이 제안되었다.

[0007] IEEE 802.11ay에서 제안된 비대칭 링크 상황을 위한 빔포밍 훈련 방법에서는 BI(Beacon Interval)이 반복되며, BI는 액세스 포인트와 단말 사이에 컨트롤 프레임이 송수신되는 BHI(Beacon Header Interval)과 액세스 포인트와 단말 사이에 데이터가 송수신되는 DTI(Data Transmission Interval)로 구성된다. 그리고 BHI는 BTI(Beacon Transmission Interval), A-BFT(Association Beamforming Training) 및 ATI(Announcement Transmission Interval)로 구성된다.

[0008] 관련 선행문헌으로 특허 문헌인 대한민국 등록특허 제10-2508071호, 대한민국 공개특허 제2022-0149228호가 있으며, 비특허 문헌인 "Beamforming Training for Asymmetric Links in IEEE 802.11ay: Implementation and Performance Evaluation, Yena Kim, Journal of The Korea Society of Computer and Information Vol. 25 No. 11, pp. 89-95, November 2020"가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은, 비대칭 링크를 위한 빔포밍 훈련이 효율적으로 수행되어, 비대칭 링크를 위한 빔포밍 훈련에 소요되는 시간이 감소할 수 있는, 비대칭 링크를 위한 빔포밍 훈련 방법 및 장치를 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따르면, 이전 빔포밍 훈련 정보를 수집하는 단계; 상기 이전 빔포밍 훈련 정보를 이용하여, 이전 빔포밍 훈련 각각에서, BTA(Beamforming Training Allocation) 구간 별로 할당된 제1개수만큼의 가상 단말 각각이 SSW(Sector Sweep) 프레임을 전송했을 제1확률값을, 상기 BTA 구간 별로 계산하는 단계; 미리 학습된 딥러닝 모델을 이용하여, 상기 제1확률값으로부터, 현재 빔포밍 훈련에서, 상기 가상 단말 각각이 상기 SSW 프레임을 전송할 제2확률값을, 상기 BTA 구간 별로 추정하는 단계; 및 상기 제2확률값을 이용하여, 상기 현재 빔포밍 훈련을 위한, BTA 구간별 STS(Space-Time slot) 개수를 예측하는 단계를 포함하는 비대칭 링크를 위한 빔포밍 훈련 방법이 제공된다.

[0013] 또한 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 위상 배열 안테나; 메모리; 및 상기 메모리와 전기적으로 연결된 적어도 하나의 프로세서를 포함하며, 상기 프로세서는 이전 빔포밍 훈련 정보를 수집하고, 상기 이전 빔포밍 훈련 정보를 이용하여, 이전 빔포밍 훈련 각각에서, BTA 구간 별로 할당된 제1개수만큼의 가상 단말 각각이 SSW 프레임을 전송했을 제1확률값을, 상기 BTA 구간 별로 계산하고, 미리 학습된 딥러닝 모델을 이용하여, 상기 제1확률값으로부터, 현재 빔포밍 훈련에서, 상기 가상 단말 각각이 상기 SSW 프레임을 전송할 제2확률값을, 상기 BTA 구간 별로 추정하며, 상기 제2확률값을 이용하여, 상기 현재 빔포밍 훈련을 위한, BTA 구간별 STS 개수를 예측하는 비대칭 링크를 위한 빔포밍 훈련 장치가 제공된다.

발명의 효과

[0015] 본 발명의 일실시예에 따르면, BTA 구간에 할당될 STS의 개수를 예측함으로써, 비대칭 링크를 위한 빔포밍 훈련에 소요되는 시간이 감소될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 무선랜 시스템에서 비대칭 링크를 위한 빔포밍 훈련 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 송신 섹터의 일예를 도시하는 도면이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 비대칭 링크를 위한 빔포밍 훈련 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 순환 신경망 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 시스템에서 비대칭 링크를 위한 빔포밍 훈련 방법을 설명하기 위한 도면이며, 도 2는 송신 섹터의 일예를 도시하는 도면이다.

[0022] 도 2에서는, 액세스 포인트가 2개의 위상 배열 안테나(210, 220)을 이용하며, 제1위상 배열 안테나(210)에는 제1 및 제2송신 섹터(TS1, TS2)가 할당되고, 제2위상 배열 안테나(220)에는 제3 및 제4송신 섹터(TS3, TS4)가 할당된 예시가 도시된다.

[0023] 비대칭 링크 상황에서 빔포밍 훈련을 위해 액세스 포인트는, BTI 구간에서 송신 섹터 별로 비콘(beacon) 프레임을 전송한다. 액세스 포인트는 BTI 구간에서 송신 섹터 별로 비콘 프레임을 전송할 때, 각 비콘 프레임에 TRN-R(Training-RX) 서브 필드를 추가하여 전송한다.

[0024] 단말은 액세스 포인트가 전송한 비콘 프레임을 수신할 때마다, TRN-R 서브필드를 제외한 비콘 프레임은 유사 전방향 패턴으로 수신하고, TRN-R 서브필드들을 수신할 때는 서로 다른 수신 섹터를 적용하여, 수신 품질이 가장 좋은 최적의 수신 섹터를 결정할 수 있다. 안테나의 쌍대성(reciprocal)을 고려했을 때, 액세스 포인트로부터의 전송에 대한 단말의 최적 수신 섹터는, 반대로 단말이 액세스 포인트로 데이터를 전송할 때의 최적 송신 섹터에 대응된다.

[0025] 액세스 포인트는 단말 각각과의 최적 송신 및 수신 섹터를 확인하기 위해, DTI 구간에, BTA(Beamforming Training Allocation) 구간을 할당한다. DTI 구간에 할당되는 BTA 구간의 개수는, 액세스 포인트의 송신 섹터의 개수에 대응된다. 즉, 송신 섹터 별로 BTA 구간이 할당되며, 도 2와 같은 예시에서는 4개의 BTA 구간이 할당될 수 있다. 그리고 하나의 BTA 구간 내에는 하나의 단말이 SSW(Sector Sweep) 프레임을 전송할 수 있는 적어도 하나의 STS(space-time slot)와, 액세스 포인트가 애크(Ack) 프레임을 전송할 수 있는 시간이 할당된다.

[0026] DTI 구간의 각 BTA 구간마다 액세스 포인트는, 단말로부터 전송되는 SSW 프레임의 수신을 대기하고, BTA 구간에 할당된 STS의 개수만큼을 대기한 이후, SSW 프레임을 수신한 송신 섹터로 애크 프레임을 전송한다. 단말이 SSW 프레임을 전송할 때, 랜덤한 타이머를 이용하며, 타이머 값이 0이 되면 SSW 프레임을 전송한다. 액세스 포인트의 애크 프레임에는 SSW 프레임 전송에 성공한 단말의 정보가 포함된다.

[0027] 이와 같은 빔포밍 훈련 과정에서, 만일 특정 송신 섹터에 많은 단말이 밀집되어 있는 상태에서 STS의 개수가 충분하지 않다면, 해당 송신 섹터의 BTA 구간에서 단말들이 동시에 SSW 프레임을 전송하여 SSW 프레임의 충돌이 발생할 가능성이 높아진다. 충돌을 일으킨 단말은 다시 빔포밍 훈련을 통해 SSW 프레임을 전송해야 하므로, 무선랜 시스템 전체적으로 빔포밍 훈련 시간이 증가한다. 반대로 STS의 개수가 지나치게 많은 경우에도, 빔포밍 훈련 시간이 증가하기 때문에, 적절한 STS의 개수를 BTA 구간에 할당할 필요가 있다.

[0028] 이에 본 발명은 BTA 구간 별로 적절한 STS의 개수를 예측하고, 예측된 STS의 개수에 기반하여 빔포밍 훈련을 수행하는 방법을 제안한다.

[0029] 본 발명의 일실시예는 적절한 STS의 개수를 예측하기 위해, 순환 신경망 모델과 같은 딥러닝 모델을 이용하며, 이러한 순환 신경망 모델은 LSTM 기반 모델일 수 있다.

[0030] 본 발명의 일실시예에 따른 빔포밍 훈련 방법은 컴퓨팅 장치에서 수행될 수 있으며, 이러한 컴퓨팅 장치는 위상배열 안테나, 메모리 및 메모리와 전기적으로 연결된 적어도 하나의 프로세서를 포함한다. 액세스 포인트는 전술된 컴퓨팅 장치의 일예이며, 프로세서는 빔포밍 훈련을 위한 일련의 과정을 수행한다.

[0032] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 비대칭 링크를 위한 빔포밍 훈련 방법을 설명하기 위한 도면이며, 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 순환 신경망 모델을 설명하기 위한 도면이다.

[0033] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 액세스 포인트는 현재 빔 포밍 훈련을 위해 이전 빔포밍 훈련 정보를 수집(S310)한다. 여기서, 이전 빔포밍 훈련 정보는 현재 빔포밍 훈련의 이전에 수행된 빔포밍 훈련에 대한 정보에 대응되며, 가장 최근 미리 설정된 횟수만큼 수행된 빔포밍 훈련에 대한 정보를 포함할 수 있다. 그리고 이전 빔포밍 훈련 각각에 대한, BTA 구간별로 SSW 프레임 전송에 성공한 단말 정보와, BTA 구간별로 충돌이 발생한 STS 개수 정보를 포함할 수 있다.

[0034] 그리고 액세스 포인트는 이전 빔포밍 훈련 정보를 이용하여, 이전 빔포밍 훈련 각각에서, BTA 구간 별로 할당된 제1개수만큼의 가상 단말 각각이 SSW 프레임을 전송했을 제1확률값을, BTA 구간 별로 계산(S320)한다. 즉, 이전 빔포밍 훈련 각각에서의 제1확률값을 BTA 구간마다 계산한다.

[0035] 가상 단말의 개수 즉 제1개수는 빔포밍에 참여 가능한 최대 단말의 개수로 정의될 수 있으며, 액세스 포인트는 이전 빔포밍 훈련에서 빔포밍에 참여한 단말의 개수와, SSW 프레임을 전송한 단말에 대한 정확한 정보를 알 수 없기 때문에, 임의의 개수의 가상 단말을 BTA 구간에 할당하고, 가상 단말 각각이 SSW 프레임을 전송했을 확률값을 추정한다.

[0036] 예컨대, 이전 빔포밍 훈련을 I라고 표현할 경우, 이전 빔포밍 훈련 각각에서의 제1확률값은(BFT_i)는 [수학식 1]과 같이 표현될 수 있으며, i번째 이전 빔포밍 훈련에서의 BTA 구간 별 제1확률값(BTA_j)은 [수학식 2]와 같이 표현될 수 있다. 그리고 BTA 구간별로 할당된 가상 단말(STA_k)에 대한 제1확률값은, [수학식 3]과 같이 표현될 수 있다.

수학식 1

[0037] $$I = \left(BFT_1, \cdots, BFT_i, \cdots, BFT_{N_{win}}\right)$$

수학식 2

[0038] $$BFT_i = (BTA_1, \cdots, BTA_j, \cdots, BTA_{N_t})$$

수학식 3

[0039] $$BTA_j = (STA_1, \cdots, STA_k, \cdots, STA_K)$$

[0040] 여기서, i는 이전 빔포밍 훈련의 인덱스, N_{win}은 본 발명의 일실시예에서 이용되는 이전 빔포밍 훈련의 수행 횟수, N_t는 송신 섹터의 개수, j는 BTA 구간에 대한 인덱스, k는 가상 단말에 대한 인덱스, K는 가상 단말의 개수를 나타낸다.

[0041] 액세스 포인트는 먼저, 이전 빔포밍 훈련의 BTA 구간 중 하나인 타겟 BTA 구간에서 SSW 프레임 전송을 성공한 단말의 제2개수를 확인하고, 타겟 BTA 구간의 가상 단말 중 제2개수만큼의 가상 단말에 대해, 제1확률값으로 미리 설정된 최대값을 할당한다. 예컨대, i번째 이전 빔포밍 훈련의 타겟 BTA 구간에서 SSW 프레임 전송을 성공한 단말이 2개라면, 액세스 포인트는 i번째 이전 빔포밍 훈련에서의 타겟 BAT 구간의 가상 단말 중 2개의 가상 단말의 제1확률값으로 최대값을 할당한다.

[0042] 제1확률값은 일실시예로서, 0에서 1사이의 값으로 설정될 수 있으며, 이 경우 0은 최소값, 1은 최대값에 대응된다. 제1확률값이 최대값에 가까울수록, 가상 단말이 이전 빔포밍 훈련에서 SSW 프레임을 전송했을 가능성이, 높아짐을 의미한다.

[0043] 그리고 액세스 포인트는, 이전 빔포밍 훈련의 BTA 구간 중 타겟 BTA 구간의 가상 단말 중 제3개수만큼의 가상 단말에 대해서는, 제1확률값으로 미리 설정된 최소값을 할당한다. 여기서, 제3개수는 이전 빔포밍 훈련에서, SSW 프레임 전송을 적어도 한번 성공한 단말의 제4개수에서, 제1개수를 차감한 개수에 대응된다. 예컨대, 가상 단말의 개수가 10개이고, 제4개수가 7개라면, 액세스 포인트는 타겟 BTA 구간의 가상 단말 중 3개의 가상 단말의 제1확률값으로 최소값을 할당한다. 가상 단말의 개수는 제4개수보다 크도록 설정될 수 있다.

[0044] 전술된 과정을 통해서도 제1확률값이 할당되지 않은 타겟 BTA 구간의 잔여 가상 단말에 대해, 액세스 포인트는 이전 빔포밍 훈련 중, i-1번째 훈련과 i+1번째 훈련에서의 타겟 BTA 구간에서 SSW 프레임 전송을 성공한 단말 정보를 이용하여, i번째 훈련에서의 타겟 BTA 구간의 잔여 가상 단말에 대해 제1확률값을 할당한다. 즉, 액세스 포인트는 i번째 빔포밍 훈련의 전후에 수행된 빔포밍 훈련에서의 SSW 프레임 전송 성공 단말 정보를 이용해 , i번째 빔포밍 훈련에서의 잔여 가상 단말에 대해 제1확률값을 할당한다.

[0045] 액세스 포인트는 미리 설정된 제1 내지 제3의 케이스 중 어느 하나가 만족되는 경우, 잔여 가상 단말에 대한 제1확률값으로 최대값을 할당할 수 있다. 여기서, 제1케이스는 SSW 프레임 전송을 성공한 타겟 단말이 i-1번째 훈련과 i+1번째 훈련에서의 타겟 BTA 구간에 존재하는 경우이며, 제2케이스는 SSW 프레임 전송을 성공한 타겟 단말이 i-1번째 훈련에서의 타겟 BTA 구간에 존재하지만, i+1번째 훈련에서의 모든 BTA 구간에 존재하지 않는 경우이며, 제3케이스는 SSW 프레임 전송을 성공한 타겟 단말이 i+1번째 훈련에서의 타겟 BTA 구간에 존재하지만, i-1번째 훈련에서의 모든 BTA 구간에 존재하지 않는 경우를 나타낸다. 타겟 단말은 이전 빔포밍 훈련 정보로부터 식별될 수 있다.

[0046] 또한 액세스 포인트는 제4 내지 제5의 케이스 중 어느 하나가 만족되는 경우, 잔여 가상 단말에 대한 제1확률값으로 최대값을 최대값과 최소값의 평균값을 할당할 수 있다. 여기서, 제4케이스는 SSW 프레임 전송을 성공한 타겟 단말이 i-1번째 훈련에서의 타겟 BTA 구간에 존재하되, i+1 훈련에서는 다른 BTA 구간에 존재하는 경우이며, 제5케이스는 SSW 프레임 전송을 성공한 타겟 단말이 i+1번째 훈련에서의 타겟 BTA 구간에 존재하되, i-1 훈련에서는 다른 BTA 구간에 존재하는 경우를 나타낸다.

[0047] 예컨대, 전술된 예시에서 잔여 가상 단말의 개수는 5개이고, 제1 내지 제3케이스 중 어느 하나를 만족시키는 타겟 단말이 2개이고, 제4 내지 제5케이스 중 어느 하나를 만족시키는 타겟 단말이 1개라면, 액세스 포인트는 잔여 가상 단말 중 2개의 가상 단말에 대한 제1확률값으로 최대값을 할당하고, 잔여 가상 단말 중 1개의 가상 단

말에 대한 제1확률값으로 평균값을 할당한다.

[0048] 이 때, 액세스 포인트는 잔여 가상 단말에 대해 제1확률값이 할당된 경우, [수학식 4]와 같이 설정되어 초기화된 충돌 변수를, [수학식 5]와 같이 갱신한다.

수학식 4

[0049] $$2 * N_c$$

수학식 5

[0050] $$S_c - 1$$

[0051] 여기서, S_c는 충돌 변수, N_c는 타겟 BTA 구간에서 충돌이 발생한 STS의 개수를 나타낸다. 충돌 변수는, 전술된 과정을 통해서도, 제1확률값이 할당되지 않은 가상 단말을 위해 이용되는 변수이다.

[0052] 그리고 잔여 가상 단말 중 아직 제1확률값이 할당되지 않은 가상 단말이 존재할 경우, 액세스 포인트는 [수학식 6]과 같이 계산되는 값을, 잔여 가상 단말 중 제1확률값이 할당되지 않은 가상 단말에 대한 제1확률값으로 할당한다. 전술된 예시에서, 제1확률값이 할당되지 않은 가상 단말 2개에 대해, [수학식 6]과 같이 계산되는 값이 제1확률값으로 할당될 수 있다.

수학식 6

[0053] $$S_c / S_p$$

[0054] 여기서, S_p는 잔여 가상 단말 중 제1확률값이 할당되지 않은 가상 단말의 개수를 나타낸다.

[0055] 단계 S320에서 모든 가상 단말에 대한 제1확률값이 계산되면, 액세스 포인트는 미리 학습된 딥러닝 모델을 이용하여, 제1확률값으로부터, 현재 빔포밍 훈련에서, 가상 단말 각각이 SSW 프레임을 전송할 제2확률값을, BTA 구간 별로 추정(S330)한다.

[0056] 여기서, 딥러닝 모델은 일실시예로서, 도 4에 도시된 바와 같이, LSTM(Long Short-Term Memory) 모델과 같은 순환 신경망 모델일 수 있다. 이전 빔포밍 훈련 정보는 시계열적인 정보인만큼 딥러닝 모델로서, 순환 신경망 모델이 이용될 수 있다.

[0057] 본 발명의 일실시예에 따른 딥러닝 모델은 복수의 LSTM 셀을 포함하며, LSTM 셀 각각으로, 이전 빔포밍 훈련 각각에서의 제1확률값이 입력된다. 즉, LSTM 셀의 개수는 이전 빔포밍 훈련의 수행 횟수에 대응된다. 이전 빔포밍 훈련 각각에서의 제1확률값은 첫번째 LSTM 셀(411)부터 마지막 LSTM 셀(412)까지 순차적으로 LSTM 셀로 입력되며, 마지막 LSTM 셀(412)이, 현재 빔포밍 훈련에서, 가상 단말 각각이 SSW 프레임을 전송할 제2확률값(BFT_0)을 출력한다. 여기서, BFT_1은 이전 빔포밍 훈련 중 가장 최근에 수행된 빔포밍 훈련에서의 제1확률값에 대응되며, 이전 빔포밍 훈련의 인덱스(i)가 N_{win}에서 1로 갈수록 최근에 수행된 빔포밍 훈련을 나타낸다.

[0058] 딥러닝 모델은 훈련 데이터를 통해 학습될 수 있으며, 이러한 훈련 데이터는 이전 빔포밍 훈련 각각에서의 훈련용 제1확률값과, 훈련용 제1확률값에 대한 라벨링값을 포함한다. 라벨링값은 현재 빔포밍 훈련에서의 훈련용 제2확률값일 수 있다.

[0059] 다시 도 3으로 돌아가, 액세스 포인트는 제2확률값을 이용하여, 현재 빔포밍 훈련을 위한, BTA 구간별 STS 개수를 예측(S340)한다.

[0060] 액세스 포인트는 이전 빔포밍 훈련의 타겟 BTA 구간의 가상 단말 중, 제1확률값이 최대값인 가상 단말을, 현재

빔포밍 훈련의 타겟 BTA 구간에서 SSW 프레임을 전송할 단말로 카운팅하고, 또한 이전 빔포밍 훈련의 타겟 BTA 구간의 가상 단말 중, 제1확률값이 다른 BTA 구간의 가상 단말의 제1확률값 이상인 가상 단말을, 현재 빔포밍 훈련의 타겟 BTA 구간에서 SSW 프레임을 전송할 단말로 카운팅한다. 이전 빔포밍 훈련의 타겟 BTA 구간의 가상 단말 중, 제1확률값이 최소값인 가상 단말은, 현재 빔포밍 훈련의 타겟 BTA 구간에서 SSW 프레임을 전송할 단말로 카운팅되지 않는다.

[0061] 예컨대, 전술된 예시에서, 제1확률값이 1인 가상 단말은 카운팅되고, 제2확률값이 0인 가상 단말은 카운팅되지 않는다. 그리고 제1확률값이 0과 1 사이인 가상 단말은, 다른 BTA 구간에서의 가상 단말의 제1확률값과의 비교를 통해, 다른 BTA 구간에서의 가상 단말의 제1확률값 이상인 제1확률값이 할당된 경우에 카운팅된다. 이 때 비교되는 가상 단말은 동일한 인덱스의 가상 단말이다.

[0062] 그리고 액세스 포인트는 카운팅된 단말의 개수를 이용해, 현재 빔포밍 훈련의 타겟 BTA 구간에서 SSW 프레임의 충돌이 발생하지 않을 제3확률값을 계산한다. 액세스 포인트는 일실시예로서, [수학식 7]을 이용하여, 제3확률값을 계산할 수 있다.

수학식 7

[0063]
$$\frac{\left(N_{sts}^{j}\right)!}{\left(N_{sts}^{j}\right)^{n_j}\left(N_{sts}^{j}-n_j\right)!}$$

[0064] 여기서, N_{sts}^{j} 는 타겟 BTA 구간에서의 STS의 개수, n_j 는 카운팅된 단말의 개수를 나타낸다.

[0065] 액세스 포인트는 제3확률값이 미리 설정된 임계값 이상이 되도록, 현재 빔포밍 훈련의 타겟 BTA 구간에서의 STS의 개수(N_{sts}^{j})를 결정한다. 액세스 포인트는 제3확률값이 미리 설정된 임계값 이상인 조건을 만족하는 N_{sts}^{j} 중 최소값을, 현재 빔포밍 훈련의 타겟 BTA 구간에서의 STS의 개수로 결정할 수 있다.

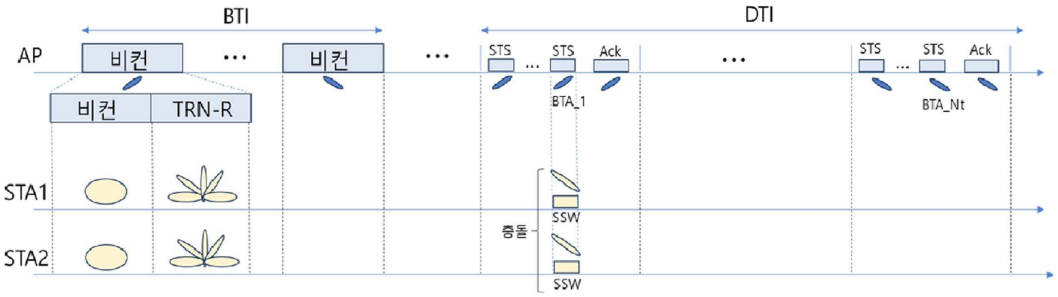
[0066] 액세스 포인트는 현재 빔포밍 훈련에 할당된 BTA 구간 중 타겟 BTA를 제외한 나머지 BTA 구간에 대해서도 전술된 바와 같이, STS 개수를 예측하여, 빔포밍 훈련을 수행할 수 있다.

[0068] 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-광 매체(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.

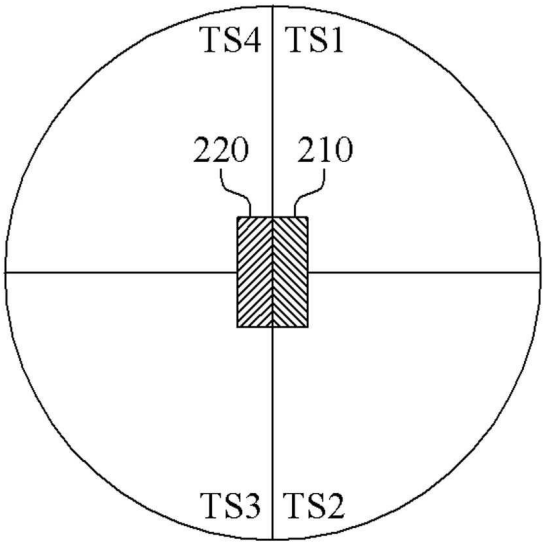
[0070] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

도면

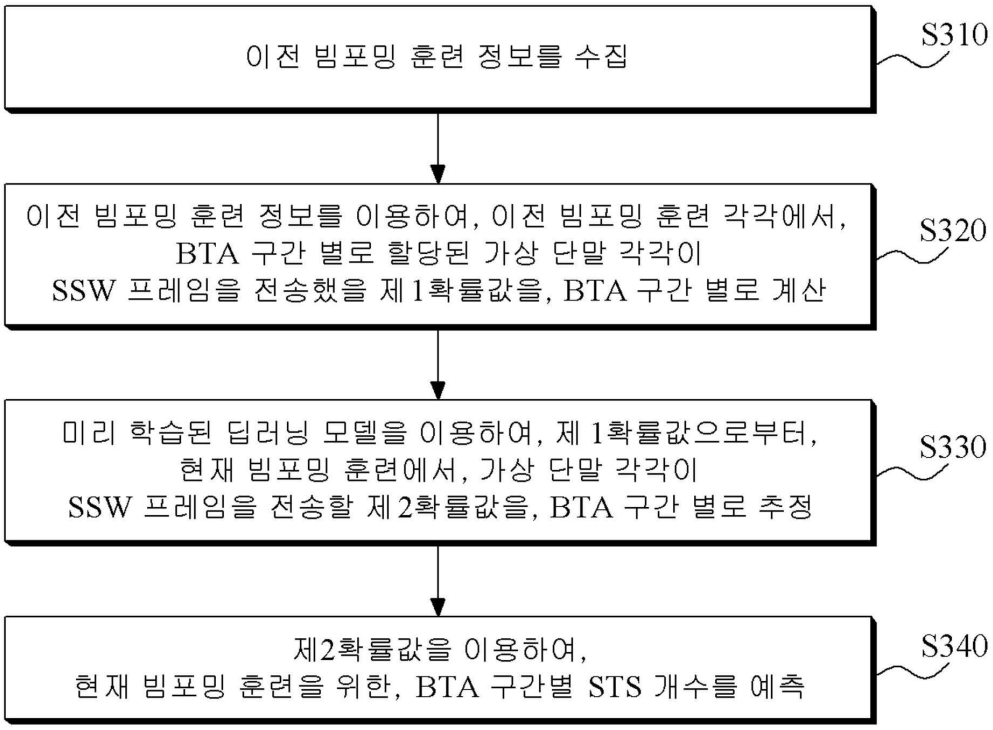
도면1


BTI
DTI
AP
비컨
비컨
비컨
TRN-R
STS
STS
Ack
STS
STS
Ack
BTA_1
BTA_Nt
STA1
STA2
SSW
중돌
SSW

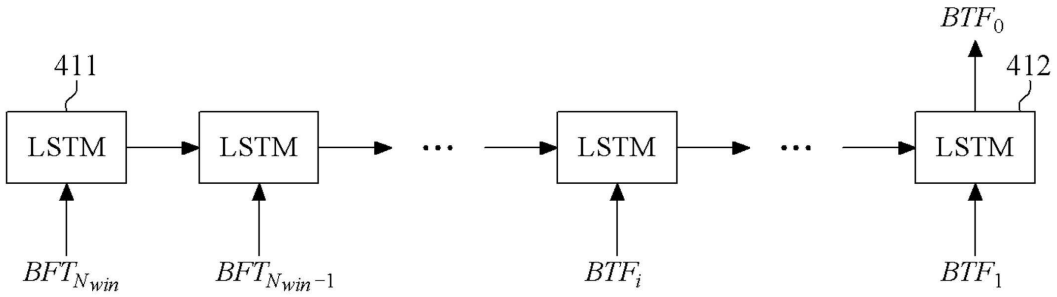
도면2


TS4
TS1
220
210
TS3
TS2

도면3


이전 빔포밍 훈련 정보를 수집
S310
이전 빔포밍 훈련 정보를 이용하여, 이전 빔포밍 훈련 각각에서, BTA 구간 별로 할당된 가상 단말 각각이 SSW 프레임을 전송했을 제1확률값을, BTA 구간 별로 계산
S320
미리 학습된 딥러닝 모델을 이용하여, 제1확률값으로부터, 현재 빔포밍 훈련에서, 가상 단말 각각이 SSW 프레임을 전송할 제2확률값을, BTA 구간 별로 추정
S330
제2확률값을 이용하여, 현재 빔포밍 훈련을 위한, BTA 구간별 STS 개수를 예측
S340

도면4


411
412
LSTM
LSTM
LSTM
LSTM
BTF_0
$BFT_{N_{win}}$
$BFT_{N_{win}-1}$
BTF_i
BTF_1