(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0002950
(43) 공개일자 2021년01월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 17/391 (2014.01) *H04B 17/24* (2014.01)
H04L 25/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H04B 17/3913 (2015.01)
H04B 17/24 (2015.01)
(21) 출원번호 10-2019-0078854
(22) 출원일자 2019년07월01일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
이병주
경기도 수원시 영통구 삼성로 129(매탄동)
엄차현
서울특별시 서대문구 연세로 50(신촌동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
권혁록, 이정순

전체 청구항 수 : 총 36 항

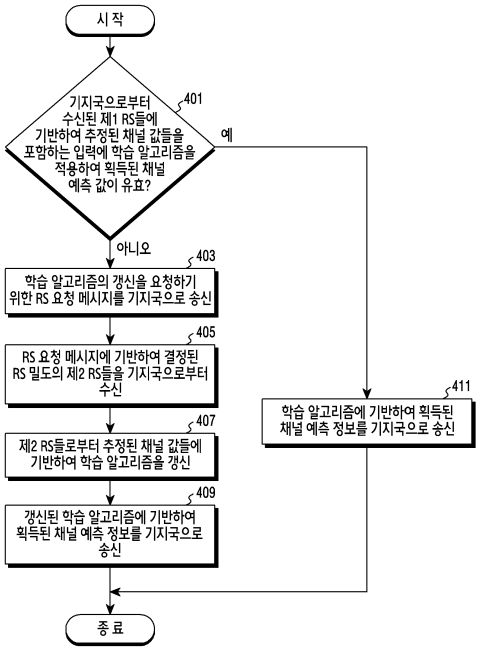
(54) 발명의 명칭 **무선 통신 시스템에서 채널 예측을 위한 장치 및 방법**

(57) 요 약

본 개시는 LTE(Long Term Evolution)와 같은 4G(4th generation) 통신 시스템 이후 보다 높은 데이터 전송률을 지원하기 위한 5G(5th generation) 또는 pre-5G 통신 시스템에 관련된 것이다. 본 개시의 다양한 실시 예들에 따르면, 무선 통신 시스템에서 단말의 동작 방법은, 기지국으로부터 수신된 제1 RS(reference signal)들에 기반하

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도4



여 추정된 채널 값들을 포함하는 입력에 학습 알고리즘을 적용하여 획득된 채널 예측 값이 유효한지 여부를 결정하는 과정과, 상기 채널 예측 값이 비유효하다는 결정에 기반하여, 상기 학습 알고리즘의 갱신을 요청하기 위한 RS 요청 메시지를 상기 기지국으로 송신하는 과정과, 상기 RS 요청 메시지에 기반하여 결정된 RS 밀도의 제2 RS들을 상기 기지국으로부터 수신하는 과정과, 상기 제2 RS들로부터 추정된 채널 값들에 기반하여 상기 학습 알고리즘을 갱신하는 과정과, 상기 갱신된 학습 알고리즘에 기반하여 획득된 채널 예측 정보를 상기 기지국으로 송신하는 과정을 포함한다.

(52) CPC특허분류
H04L 25/0204 (2013.01)

(72) 발명자
이효진
경기도 수원시 영통구 삼성로 129(매탄동)
이충용
서울특별시 서대문구 연세로 50(신촌동)
이재현
경기도 수원시 영통구 삼성로 129(매탄동)
이상근
서울특별시 서대문구 연세로 50(신촌동)

명 세 서

청구범위

청구항 1

무선 통신 시스템에서 단말의 동작 방법에 있어서,

기지국으로부터 수신된 제1 RS(reference signal)들에 기반하여 추정된 채널 값들을 포함하는 입력에 학습 알고리즘을 적용하여 획득된 채널 예측 값이 유효한지 여부를 결정하는 과정과,

상기 채널 예측 값이 비유효하다는 결정에 기반하여, 상기 학습 알고리즘의 갱신을 요청하기 위한 RS 요청 메시지를 상기 기지국으로 송신하는 과정과,

상기 RS 요청 메시지에 기반하여 결정된 RS 밀도의 제2 RS들을 상기 기지국으로부터 수신하는 과정과,

상기 제2 RS들로부터 추정된 채널 값들에 기반하여 상기 학습 알고리즘을 갱신하는 과정과,

상기 갱신된 학습 알고리즘에 기반하여 획득된 채널 예측 정보를 상기 기지국으로 송신하는 과정을 포함하는 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 채널 예측 값 및 상기 채널 예측 값과 관련된 시간 구간에서 추정된 채널 값 사이의 차이에 기반하여, 요구되는 RS 밀도를 결정하는 과정을 더 포함하고,

상기 RS 요청 메시지는, 상기 요구되는 RS 밀도를 지시하는 RSDI(RS density indicator)를 포함하고,

상기 제2 RS들을 상기 기지국으로부터 수신하는 과정은, 상기 요구되는 RS 밀도의 제2 RS들을 상기 RSDI에 기반하여 결정된 RS 전송 주기로 상기 기지국으로부터 수신하는 과정을 포함하는 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서, 상기 RS 요청 메시지는, 상기 학습 알고리즘의 갱신이 요구됨을 지시하는 RSR(RS request)를 포함하고,

상기 제2 RS들을 상기 기지국으로부터 수신하는 과정은, 상기 RSR에 대응하는 미리 설정된 RS 밀도의 제2 RS들을 상기 RSR에 대응하는 미리 설정된 RS 전송 주기로 상기 기지국으로부터 수신하는 과정을 포함하는 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서, 상기 RS 요청 메시지는, 요구되는 RS 밀도를 지시하는 RSDI(RS density indicator) 또는 상기 학습 알고리즘의 갱신이 요구됨을 지시하는 RSR(RS request) 중 적어도 하나를 포함하고,

상기 RSDI에 의해 지시된 RS 밀도가 임계 RS 밀도 이상이거나, 상기 RSR이 전송된 횟수가 임계 값 이상인 경우, 상기 학습 알고리즘의 갱신의 중지 또는 채널 예측의 중지 적어도 하나를 요청하기 위한 정지 플래그(stop flag)를 상기 기지국으로부터 수신하는 과정을 더 포함하는 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서, 상기 RS 밀도 및 RS 전송 주기는, 상기 단말로부터 송신된 RS 요청 메시지 및 상기 기지국의 셀 내 하나 이상의 다른 단말들로부터 송신된 RS 요청 메시지에 기반하여 결정되고,

상기 결정된 RS 밀도를 포함하는 RS 설정(configuration)을 지시하는 인덱스 및 상기 결정된 RS 전송 주기를 상

기 기지국으로부터 수신하는 과정을 더 포함하고,

상기 제2 RS들을 상기 기지국으로부터 수신하는 과정은, 상기 인덱스에 기반하여 상기 RS 전송 주기로 상기 RS 밀도의 제2 RS들을 상기 기지국으로부터 수신하는 과정을 포함하고,

상기 RS 밀도의 제2 RS들은, 상기 인덱스에 기반하여 상기 RS 전송 주기로 상기 기지국으로부터 상기 하나 이상의 다른 단말들로 송신되는 방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서, 상기 RS 밀도는, 상기 단말로부터 송신된 RS 요청 메시지 및 상기 기지국의 셀 내 하나 이상의 다른 단말들로부터 송신된 RS 요청 메시지에 기반하여 결정되고,

상기 결정된 RS 밀도를 포함하는 RS 설정(configuration)을 지시하는 인덱스 및 시간 구간에서 RS가 전송됨을 지시하는 지시자를 포함하는 정보를 상기 시간 구간에서 상기 기지국으로부터 수신하는 과정을 더 포함하고,

상기 제2 RS들을 상기 기지국으로부터 수신하는 과정은, 상기 정보에 기반하여 상기 RS 밀도의 제2 RS들을 상기 시간 구간에서 상기 기지국으로부터 수신하는 과정을 포함하고,

상기 RS 밀도의 제2 RS들은, 상기 인덱스에 기반하여 상기 시간 구간에서 상기 기지국으로부터 상기 하나 이상의 다른 단말들로 송신되는 방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서, 상기 입력은, 상기 단말의 특징 정보(feature information)을 포함하고,

상기 특징 정보는, 상기 단말의 위치, 상기 단말의 이동성(mobility), 상기 단말이 실내(indoor)에 위치하는지 또는 실외(outdoor)에 위치하는지 여부, 또는 상기 단말이 셀 중심에 위치하는지 또는 셀 경계에 위치하는지 여부 중 적어도 하나를 포함하고,

상기 채널 예측 값이 유효한지 여부를 결정하기 전에, 상기 단말의 특징 정보를 상기 기지국 또는 다른 단말 중 적어도 하나로 송신하는 과정과,

상기 기지국 또는 상기 다른 단말 중 적어도 하나로부터, 상기 단말의 특징 정보에 대한 특징 차이가 임계 범위 이내인 상기 다른 단말의 특징 정보에 대응하는 학습 알고리즘의 가중치들을 수신하는 과정과,

상기 수신된 가중치들을 상기 입력에 적용하여 상기 채널 예측 값을 획득하는 과정을 더 포함하는 방법.

청구항 8

청구항 1에 있어서, 상기 채널 예측 값이 유효한지 여부를 결정하는 과정은, 상기 제1 RS들이 전송되는 RS 전송 주기에 따라 주기적으로 상기 채널 예측 값이 유효한지 여부를 결정하는 과정을 포함하는 방법.

청구항 9

청구항 1에 있어서, 채널 예측 시간(channel forecast time, CFT) 동안 상기 갱신된 학습된 알고리즘이 유효한지 여부를 검증함 없이 상기 갱신된 학습 알고리즘에 기반하여 상기 채널 예측 정보를 획득하는 과정을 더 포함하는 방법.

청구항 10

청구항 1에 있어서, 상기 채널 예측 정보는, 채널 예측의 보고 주기에 따라 결정된 시간 구간에서 상기 기지국으로 송신되거나, 상기 채널 예측 정보가 이전 채널 예측 정보와 상이하다는 결정에 대응하여 비주기적으로 상

기 기지국으로 송신되는 방법.

청구항 11

무선 통신 시스템에서 기지국의 동작 방법에 있어서,

단말로 제1 RS(reference signal)들을 송신하는 과정과,

상기 제1 RS들에 기반하여 추정된 채널 값들을 포함하는 입력에 학습 알고리즘을 적용하여 획득된 채널 예측 값이 비유효할 경우, 상기 학습 알고리즘의 갱신을 요청하기 위한 RS 요청 메시지를 상기 단말로부터 수신하는 과정과,

상기 RS 요청 메시지에 기반하여 RS 밀도를 결정하는 과정과,

상기 학습 알고리즘을 갱신하기 위한 상기 RS 밀도의 제2 RS들을 상기 단말로 송신하는 과정과,

상기 갱신된 학습 알고리즘에 기반하여 획득된 채널 예측 정보를 상기 단말로부터 수신하는 과정을 포함하는 방법.

청구항 12

청구항 11에 있어서, 상기 RS 요청 메시지는, 요구되는 RS 밀도를 지시하는 RSDI(RS density indicator)를 포함하고,

상기 RS 요청 메시지에 기반하여 RS 밀도를 결정하는 과정은, 상기 RSDI에 기반하여 상기 요구되는 RS 밀도 및 RS 전송 주기를 결정하는 과정을 포함하고,

상기 제2 RS들을 상기 단말로 송신하는 과정은, 상기 요구되는 RS 밀도의 제2 RS들을 상기 RS 전송 주기로 상기 단말로 송신하는 과정을 포함하고,

상기 요구되는 RS 밀도는, 상기 채널 예측 값 및 상기 채널 예측 값과 관련된 시간 구간에서 추정된 채널 값 사이의 차이에 기반하여 결정되는 방법.

청구항 13

청구항 11에 있어서, 상기 RS 요청 메시지는, 상기 학습 알고리즘의 갱신이 요구됨을 지시하는 RSR(RS request)를 포함하고,

상기 RS 요청 메시지에 기반하여 RS 밀도를 결정하는 과정은, 상기 RSR에 대응하는 미리 설정된 RS 밀도 및 미리 설정된 RS 전송 주기를 식별하는 과정을 포함하고,

상기 제2 RS들을 상기 단말로 송신하는 과정은, 상기 미리 설정된 RS 밀도의 제2 RS들을 상기 미리 설정된 RS 전송 주기로 상기 단말로 송신하는 과정을 포함하는 방법.

청구항 14

청구항 11에 있어서, 상기 RS 요청 메시지는, 요구되는 RS 밀도를 지시하는 RSDI(RS density indicator) 또는 상기 학습 알고리즘의 갱신이 요구됨을 지시하는 RSR(RS request) 중 적어도 하나를 포함하고,

상기 RSDI에 의해 지시된 RS 밀도가 임계 RS 밀도 이상이거나, 상기 RSR이 전송된 횟수가 임계 값 이상인 경우, 상기 학습 알고리즘의 갱신의 중지 또는 채널 예측의 중지 중 적어도 하나를 요청하기 위한 정지 플래그(stop flag)를 상기 단말로 송신하는 과정을 더 포함하는 방법.

청구항 15

청구항 11에 있어서, 상기 RS 밀도를 결정하는 과정은, 상기 단말로부터 수신된 RS 요청 메시지 및 상기 기지국의 셀 내 하나 이상의 다른 단말로부터 수신된 RS 요청 메시지에 기반하여 상기 RS 밀도 및 RS 전송 주기를 결정하는 과정을 포함하고,

상기 RS 밀도를 포함하는 RS 설정(configuration)을 지시하는 인덱스 및 상기 RS 전송 주기를 상기 단말로 송신하는 과정을 더 포함하고,

상기 제2 RS들을 상기 단말로 송신하는 과정은, 상기 인덱스에 기반하여 상기 RS 전송 주기로 상기 RS 밀도의 제2 RS들을 상기 단말 및 상기 하나 이상의 다른 단말들로 송신하는 과정을 포함하는 방법.

청구항 16

청구항 11에 있어서, 상기 RS 밀도를 결정하는 과정은, 상기 단말로부터 수신된 RS 요청 메시지 및 상기 기지국의 셀 내 하나 이상의 다른 단말로부터 수신된 RS 요청 메시지에 기반하여 상기 RS 밀도를 결정하는 과정을 포함하고,

상기 RS 밀도를 포함하는 RS 설정(configuration)을 지시하는 인덱스 및 시간 구간에서 RS가 전송됨을 지시하는 지시자를 포함하는 정보를 상기 시간 구간에서 상기 단말로 송신하는 과정을 포함하고,

상기 제2 RS들을 상기 단말로 송신하는 과정은, 상기 정보에 기반하여 상기 RS 밀도의 제2 RS들을 상기 시간 구간에서 상기 단말 및 상기 하나 이상의 다른 단말들로 송신하는 과정을 포함하는 방법.

청구항 17

청구항 11에 있어서, 상기 입력은, 상기 단말의 특징 정보(feature information)을 포함하고,

상기 특징 정보는, 상기 단말의 위치, 상기 단말의 이동성(mobility), 상기 단말이 실내(indoor)에 위치하는지 또는 실외(outdoor)에 위치하는지 여부, 또는 상기 단말이 셀 중심에 위치하는지 또는 셀 경계에 위치하는지 여부 중 적어도 하나를 포함하고,

상기 단말의 특징 정보를 상기 단말로부터 수신하는 과정과,

상기 단말의 특징 정보에 대한 특징 차이가 임계 범위 이내인 다른 단말의 특징 정보에 대응하는 학습 알고리즘의 가중치들을 상기 단말로 송신하는 과정을 더 포함하고,

상기 채널 예측 값은, 상기 가중치들을 상기 입력에 적용하여 획득되는 방법.

청구항 18

청구항 11에 있어서, 상기 채널 예측 정보는, 채널 예측의 보고 주기에 따라 결정된 시간 구간에서 상기 단말로부터 수신되거나, 상기 채널 예측 정보가 이전 채널 예측 정보와 상이할 경우에 비주기적으로 상기 단말로부터 수신되는 방법.

청구항 19

무선 통신 시스템에서 단말에 있어서,

기지국으로부터 수신된 제1 RS(reference signal)들에 기반하여 추정된 채널 값들을 포함하는 입력에 학습 알고리즘을 적용하여 획득된 채널 예측 값이 유효한지 여부를 결정하는 제어부와,

상기 채널 예측 값이 비유효하다는 결정에 기반하여, 상기 학습 알고리즘의 갱신을 요청하기 위한 RS 요청 메시지를 상기 기지국으로 송신하고, 상기 RS 요청 메시지에 기반하여 결정된 RS 밀도의 제2 RS들을 상기 기지국으로부터 수신하는 통신부를 포함하고,

상기 제어부는, 상기 제2 RS들로부터 추정된 채널 값들에 기반하여 상기 학습 알고리즘을 갱신하고,

상기 통신부는, 상기 갱신된 학습 알고리즘에 기반하여 획득된 채널 예측 정보를 상기 기지국으로 송신하는 단말.

청구항 20

청구항 19에 있어서, 상기 제어부는, 상기 채널 예측 값 및 상기 채널 예측 값과 관련된 시간 구간에서 추정된 채널 값 사이의 차이에 기반하여, 요구되는 RS 밀도를 결정하고,

상기 RS 요청 메시지는, 상기 요구되는 RS 밀도를 지시하는 RSDI(RS density indicator)를 포함하고,

상기 통신부는, 상기 요구되는 RS 밀도의 제2 RS들을 상기 RSDI에 기반하여 결정된 RS 전송 주기로 상기 기지국으로부터 수신하는 단말.

청구항 21

청구항 19에 있어서, 상기 RS 요청 메시지는, 상기 학습 알고리즘의 갱신이 요구됨을 지시하는 RSR(RS request)를 포함하고,

상기 통신부는, 상기 RSR에 대응하는 미리 설정된 RS 밀도의 제2 RS들을 상기 RSR에 대응하는 미리 설정된 RS 전송 주기로 상기 기지국으로부터 수신하는 단말.

청구항 22

청구항 19에 있어서, 상기 RS 요청 메시지는, 요구되는 RS 밀도를 지시하는 RSDI(RS density indicator) 또는 상기 학습 알고리즘의 갱신이 요구됨을 지시하는 RSR(RS request) 중 적어도 하나를 포함하고,

상기 통신부는, 상기 RSDI에 의해 지시된 RS 밀도가 임계 RS 밀도 이상이거나, 상기 RSR이 전송된 횟수가 임계 값 이상인 경우, 상기 학습 알고리즘의 갱신의 중지 또는 채널 예측의 중지 적어도 하나를 요청하기 위한 정지 플래그(stop flag)를 상기 기지국으로부터 수신하는 단말.

청구항 23

청구항 19에 있어서, 상기 RS 밀도 및 RS 전송 주기는, 상기 단말로부터 송신된 RS 요청 메시지 및 상기 기지국의 셀 내 하나 이상의 다른 단말들로부터 송신된 RS 요청 메시지에 기반하여 결정되고,

상기 통신부는, 상기 결정된 RS 밀도를 포함하는 RS 설정(configuration)을 지시하는 인덱스 및 상기 결정된 RS 전송 주기를 상기 기지국으로부터 수신하고, 상기 인덱스에 기반하여 상기 RS 전송 주기로 상기 RS 밀도의 제2 RS들을 상기 기지국으로부터 수신하고,

상기 RS 밀도의 제2 RS들은, 상기 인덱스에 기반하여 상기 RS 전송 주기로 상기 기지국으로부터 상기 하나 이상의 다른 단말들로 송신되는 단말.

청구항 24

청구항 19에 있어서, 상기 RS 밀도는, 상기 단말로부터 송신된 RS 요청 메시지 및 상기 기지국의 셀 내 하나 이상의 다른 단말들로부터 송신된 RS 요청 메시지에 기반하여 결정되고,

상기 통신부는, 상기 결정된 RS 밀도를 포함하는 RS 설정(configuration)을 지시하는 인덱스 및 시간 구간에서 RS가 전송됨을 지시하는 지시자를 포함하는 정보를 상기 시간 구간에서 상기 기지국으로부터 수신하고, 상기 정보에 기반하여 상기 RS 밀도의 제2 RS들을 상기 시간 구간에서 상기 기지국으로부터 수신하고,

상기 RS 밀도의 제2 RS들은, 상기 인덱스에 기반하여 상기 시간 구간에서 상기 기지국으로부터 상기 하나 이상

의 다른 단말들로 송신되는 단말.

청구항 25

청구항 19에 있어서, 상기 입력은, 상기 단말의 특징 정보(feature information)을 포함하고,

상기 특징 정보는, 상기 단말의 위치, 상기 단말의 이동성(mobility), 상기 단말이 실내(indoor)에 위치하는지 또는 실외(outdoor)에 위치하는지 여부, 또는 상기 단말이 셀 중심에 위치하는지 또는 셀 경계에 위치하는지 여부 중 적어도 하나를 포함하고,

상기 통신부는, 상기 채널 예측 값이 유효한지 여부를 결정하기 전에, 상기 단말의 특징 정보를 상기 기지국 또는 다른 단말 중 적어도 하나로 송신하고, 상기 기지국 또는 상기 다른 단말 중 적어도 하나로부터, 상기 단말의 특징 정보에 대한 특징 차이가 임계 범위 이내인 상기 다른 단말의 특징 정보에 대응하는 학습 알고리즘의 가중치들을 수신하고,

상기 제어부는, 상기 수신된 가중치들을 상기 입력에 적용하여 상기 채널 예측 값을 획득하는 단말.

청구항 26

청구항 19에 있어서, 상기 제어부는, 상기 제1 RS들이 전송되는 RS 전송 주기에 따라 주기적으로 상기 채널 예측 값이 유효한지 여부를 결정하는 단말.

청구항 27

청구항 19에 있어서, 상기 제어부는, 채널 예측 시간(channel forecast time, CFT) 동안 상기 갱신된 학습된 알고리즘이 유효한지 여부를 검증함 없이 상기 갱신된 학습 알고리즘에 기반하여 상기 채널 예측 정보를 획득하는 단말.

청구항 28

청구항 19에 있어서, 상기 채널 예측 정보는, 채널 예측의 보고 주기에 따라 결정된 시간 구간에서 상기 기지국으로 송신되거나, 상기 채널 예측 정보가 이전 채널 예측 정보와 상이하다는 결정에 대응하여 비주기적으로 상기 기지국으로 송신되는 단말.

청구항 29

무선 통신 시스템에서 기지국에 있어서,

단말로 제1 RS(reference signal)들을 송신하고, 상기 제1 RS들에 기반하여 추정된 채널 값들을 포함하는 입력에 학습 알고리즘을 적용하여 획득된 채널 예측 값이 비유효할 경우, 상기 학습 알고리즘의 갱신을 요청하기 위한 RS 요청 메시지를 상기 단말로부터 수신하는 통신부와,

상기 RS 요청 메시지에 기반하여 RS 밀도를 결정하는 제어부를 포함하고,

상기 통신부는, 상기 학습 알고리즘을 갱신하기 위한 상기 RS 밀도의 제2 RS들을 상기 단말로 송신하고, 상기 갱신된 학습 알고리즘에 기반하여 획득된 채널 예측 정보를 상기 단말로부터 수신하는 기지국.

청구항 30

청구항 29에 있어서, 상기 RS 요청 메시지는, 요구되는 RS 밀도를 지시하는 RSDI(RS density indicator)를 포함하고,

상기 제어부는, 상기 RSDI에 기반하여 상기 요구되는 RS 밀도 및 RS 전송 주기를 결정하고,

상기 통신부는, 상기 요구되는 RS 밀도의 제2 RS들을 상기 RS 전송 주기로 상기 단말로 송신하고,

상기 요구되는 RS 밀도는, 상기 채널 예측 값 및 상기 채널 예측 값과 관련된 시간 구간에서 추정된 채널 값 사이의 차이에 기반하여 결정되는 기지국.

청구항 31

청구항 29에 있어서, 상기 RS 요청 메시지는, 상기 학습 알고리즘의 갱신이 요구됨을 지시하는 RSR(RS request)를 포함하고,

상기 제어부는, 상기 RSR에 대응하는 미리 설정된 RS 밀도 및 미리 설정된 RS 전송 주기를 식별하고,

상기 통신부는, 상기 미리 설정된 RS 밀도의 제2 RS들을 상기 미리 설정된 RS 전송 주기로 상기 단말로 송신하는 기지국.

청구항 32

청구항 29에 있어서, 상기 RS 요청 메시지는, 요구되는 RS 밀도를 지시하는 RSDI(RS density indicator) 또는 상기 학습 알고리즘의 갱신이 요구됨을 지시하는 RSR(RS request) 중 적어도 하나를 포함하고,

상기 통신부는, 상기 RSDI에 의해 지시된 RS 밀도가 임계 RS 밀도 이상이거나, 상기 RSR이 전송된 횟수가 임계 값 이상인 경우, 상기 학습 알고리즘의 갱신의 중지 또는 채널 예측의 중지 중 적어도 하나를 요청하기 위한 정지 플래그(stop flag)를 상기 단말로 송신하는 기지국.

청구항 33

청구항 29에 있어서, 상기 제어부는, 상기 단말로부터 수신된 RS 요청 메시지 및 상기 기지국의 셀 내 하나 이상의 다른 단말로부터 수신된 RS 요청 메시지에 기반하여 상기 RS 밀도 및 RS 전송 주기를 결정하고,

상기 통신부는, 상기 RS 밀도를 포함하는 RS 설정(configuration)을 지시하는 인덱스 및 상기 RS 전송 주기를 상기 단말로 송신하고, 상기 인덱스에 기반하여 상기 RS 전송 주기로 상기 RS 밀도의 제2 RS들을 상기 단말 및 상기 하나 이상의 다른 단말들로 송신하는 기지국.

청구항 34

청구항 29에 있어서, 상기 제어부는, 상기 단말로부터 수신된 RS 요청 메시지 및 상기 기지국의 셀 내 하나 이상의 다른 단말로부터 수신된 RS 요청 메시지에 기반하여 상기 RS 밀도를 결정하고,

상기 통신부는, 상기 RS 밀도를 포함하는 RS 설정(configuration)을 지시하는 인덱스 및 시간 구간에서 RS가 전송됨을 지시하는 지시자를 포함하는 정보를 상기 시간 구간에서 상기 단말로 송신하고, 상기 정보에 기반하여 상기 RS 밀도의 제2 RS들을 상기 시간 구간에서 상기 단말 및 상기 하나 이상의 다른 단말들로 송신하는 기지국.

청구항 35

청구항 29에 있어서, 상기 입력은, 상기 단말의 특징 정보(feature information)을 포함하고,

상기 특징 정보는, 상기 단말의 위치, 상기 단말의 이동성(mobility), 상기 단말이 실내(indoor)에 위치하는지 또는 실외(outdoor)에 위치하는지 여부, 또는 상기 단말이 셀 중심에 위치하는지 또는 셀 경계에 위치하는지 여부 중 적어도 하나를 포함하고,

상기 통신부는, 상기 단말의 특징 정보를 상기 단말로부터 수신하고, 상기 단말의 특징 정보에 대한 특징 차이가 임계 범위 이내인 다른 단말의 특징 정보에 대응하는 학습 알고리즘의 가중치들을 상기 단말로 송신하고,

상기 채널 예측 값은, 상기 가중치들을 상기 입력에 적용하여 획득되는 기지국.

청구항 36

청구항 29에 있어서, 상기 채널 예측 정보는, 채널 예측의 보고 주기에 따라 결정된 시간 구간에서 상기 단말로부터 수신되거나, 상기 채널 예측 정보가 이전 채널 예측 정보와 상이할 경우에 비주기적으로 상기 단말로부터 수신되는 기지국.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 개시(disclosure)는 일반적으로 무선 통신 시스템에 관한 것으로, 보다 구체적으로 무선 통신 시스템에서 채널 예측(channel forecast)을 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 4G(4^{th} generation) 통신 시스템 상용화 이후 증가 추세에 있는 무선 데이터 트래픽 수요를 충족시키기 위해, 개선된 5G(5^{th} generation) 통신 시스템 또는 pre-5G 통신 시스템을 개발하기 위한 노력이 이루어지고 있다. 이러한 이유로, 5G 통신 시스템 또는 pre-5G 통신 시스템은 4G 네트워크 이후(Beyond 4G Network) 통신 시스템 또는 LTE(Long Term Evolution) 시스템 이후(Post LTE) 시스템이라 불리어지고 있다.

[0004] 높은 데이터 전송률을 달성하기 위해, 5G 통신 시스템은 초고주파(mmWave) 대역(예를 들어, 60기가(60GHz) 대역과 같은)에서의 구현이 고려되고 있다. 초고주파 대역에서의 전파의 경로손실 완화 및 전파의 전달 거리를 증가시키기 위해, 5G 통신 시스템에서는 빔포밍(beamforming), 거대 배열 다중 입출력(massive MIMO), 전차원 다중 입출력(Full Dimensional MIMO, FD-MIMO), 어레이 안테나(array antenna), 아날로그 빔형성(analog beamforming), 및 대규모 안테나(large scale antenna) 기술들이 논의되고 있다.

[0005] 또한 시스템의 네트워크 개선을 위해, 5G 통신 시스템에서는 진화된 소형 셀, 개선된 소형 셀(advanced small cell), 클라우드 무선 액세스 네트워크(cloud radio access network, cloud RAN), 초고밀도 네트워크(ultra-dense network), 기기 간 통신(Device to Device communication, D2D), 무선 백홀(wireless backhaul), 이동 네트워크(moving network), 협력 통신(cooperative communication), CoMP(Coordinated Multi-Points), 및 수신 간섭제거(interference cancellation) 등의 기술 개발이 이루어지고 있다.

[0006] 이 밖에도, 5G 시스템에서는 진보된 코딩 변조(Advanced Coding Modulation, ACM) 방식인 FQAM(Hybrid Frequency Shift Keying and Quadrature Amplitude Modulation) 및 SWSC(Sliding Window Superposition Coding)과, 진보된 접속 기술인 FBMC(Filter Bank Multi Carrier), NOMA(Non Orthogonal Multiple Access), 및 SCMA(Sparse Code Multiple Access) 등이 개발되고 있다.

[0007] 무선 통신 시스템에서 단말은 기지국으로부터 수신된 RS(reference signal)들에 기반하여 채널 추정을 수행할 수 있고, 채널 추정의 결과를 기지국으로 보고할 수 있다. 기지국은 단말로부터 채널 추정의 결과를 수신하고, 수신된 결과에 따라 링크 적응(link adaptation)을 수행할 수 있다. 그러나, 보다 향상된 링크 적응을 위해, RS들이 전송되지 않는 시간 구간에 대한 채널 추정이 수행될 필요가 있고, 특히 RS들이 아직까지 전송되지 아니한 미래의 시간 구간에 대한 채널 예측이 수행될 필요가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 상술한 바와 같은 논의를 바탕으로, 본 개시(disclosure)는, 무선 통신 시스템에서 채널 예측(channel forecast)을 위한 장치 및 방법을 제공한다.

[0010] 또한, 본 개시는, 무선 통신 시스템에서 학습 알고리즘(learning algorithm)을 이용하여 채널 예측을 수행하기 위한 장치 및 방법을 제공한다.

[0011] 또한, 본 개시는, 무선 통신 시스템에서 학습 알고리즘의 입력 및 출력을 설정하기 위한 장치 및 방법을 제공한다.

[0012] 또한, 본 개시는 무선 통신 시스템에서 채널 예측을 위한 학습 알고리즘의 갱신을 지원하기 위한 장치 및 방법을 제공한다.

[0013] 또한, 본 개시는 무선 통신 시스템에서 단말들간 학습 알고리즘의 가중치들을 공유하기 위한 장치 및 방법을 제공한다.

[0014] 또한, 본 개시는 무선 통신 시스템에서 채널 예측의 결과를 이용하여 링크 적응(link adaptation)을 수행하기 위한 장치 및 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0016] 본 개시의 다양한 실시 예들에 따르면, 무선 통신 시스템에서 단말의 동작 방법은, 기지국으로부터 수신된 제1 RS(reference signal)들에 기반하여 추정된 채널 값들을 포함하는 입력에 학습 알고리즘을 적용하여 획득된 채널 예측 값이 유효한지 여부를 결정하는 과정과, 상기 채널 예측 값이 비유효하다는 결정에 기반하여, 상기 학습 알고리즘의 갱신을 요청하기 위한 RS 요청 메시지를 상기 기지국으로 송신하는 과정과, 상기 RS 요청 메시지에 기반하여 결정된 RS 밀도의 제2 RS들을 상기 기지국으로부터 수신하는 과정과, 상기 제2 RS들로부터 추정된 채널 값들에 기반하여 상기 학습 알고리즘을 갱신하는 과정과, 상기 갱신된 학습 알고리즘에 기반하여 획득된 채널 예측 정보를 상기 기지국으로 송신하는 과정을 포함한다.

[0017] 본 개시의 다양한 실시 예들에 따르면, 무선 통신 시스템에서 기지국의 동작 방법은, 단말로 제1 RS(reference signal)들을 송신하는 과정과, 상기 제1 RS들에 기반하여 추정된 채널 값들을 포함하는 입력에 학습 알고리즘을 적용하여 획득된 채널 예측 값이 비유효할 경우, 상기 학습 알고리즘의 갱신을 요청하기 위한 RS 요청 메시지를 상기 단말로부터 수신하는 과정과, 상기 RS 요청 메시지에 기반하여 RS 밀도를 결정하는 과정과, 상기 학습 알고리즘을 갱신하기 위한 상기 RS 밀도의 제2 RS들을 상기 단말로 송신하는 과정과, 상기 갱신된 학습 알고리즘에 기반하여 획득된 채널 예측 정보를 상기 단말로부터 수신하는 과정을 포함한다.

[0018] 본 개시의 다양한 실시 예들에 따르면, 무선 통신 시스템에서 단말은, 기지국으로부터 수신된 제1 RS(reference signal)들에 기반하여 추정된 채널 값들을 포함하는 입력에 학습 알고리즘을 적용하여 획득된 채널 예측 값이 유효한지 여부를 결정하는 제어부와, 상기 채널 예측 값이 비유효하다는 결정에 기반하여, 상기 학습 알고리즘의 갱신을 요청하기 위한 RS 요청 메시지를 상기 기지국으로 송신하고, 상기 RS 요청 메시지에 기반하여 결정된 RS 밀도의 제2 RS들을 상기 기지국으로부터 수신하는 통신부를 포함하고, 상기 제어부는, 상기 제2 RS들로부터 추정된 채널 값들에 기반하여 상기 학습 알고리즘을 갱신하고, 상기 통신부는, 상기 갱신된 학습 알고리즘에 기반하여 획득된 채널 예측 정보를 상기 기지국으로 송신한다.

[0019] 본 개시의 다양한 실시 예들에 따르면, 무선 통신 시스템에서 기지국은, 단말로 제1 RS(reference signal)들을 송신하고, 상기 제1 RS들에 기반하여 추정된 채널 값들을 포함하는 입력에 학습 알고리즘을 적용하여 획득된 채널 예측 값이 비유효할 경우, 상기 학습 알고리즘의 갱신을 요청하기 위한 RS 요청 메시지를 상기 단말로부터 수신하는 통신부와, 상기 RS 요청 메시지에 기반하여 RS 밀도를 결정하는 제어부를 포함하고, 상기 통신부는, 상기 학습 알고리즘을 갱신하기 위한 상기 RS 밀도의 제2 RS들을 상기 단말로 송신하고, 상기 갱신된 학습 알고리즘에 기반하여 획득된 채널 예측 정보를 상기 단말로부터 수신한다.

발명의 효과

[0021] 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 장치 및 방법은, RS(reference signal)가 전송되지 않는 시간 구간에 대한 채널 예측을 효과적으로 수행함으로써, 링크 적응(link adaptation) 성능이 향상될 수 있게 한다.

[0022] 본 개시에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 개시가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템을 도시한다.

도 2는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 기지국의 구성을 도시한다.

도 3은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 단말의 구성을 도시한다.

도 4는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 단말의 흐름도를 도시한다.

도 5는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 기지국의 흐름도를 도시한다.

도 6은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 학습 알고리즘의 입력 및 출력의 예를 도시한다.

도 7은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 학습 알고리즘의 입력 및 출력의 다른 예를 도시한다.

도 8은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 단말-특정 학습을 위한 단말의 흐름도를 도시한다.

도 9는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 단말-특정 학습을 위한 기지국의 흐름도를 도시한다.

도 10은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 단말-특정 학습을 위한 단말 및 기지국 사이의 신호 흐름도를 도시한다.

도 11은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 채널 예측을 중지하기 위한 단말 및 기지국 사이의 신호 흐름도를 도시한다.

도 12는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 셀-특정 학습을 위한 단말의 흐름도를 도시한다.

도 13은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 셀-특정 학습을 위한 기지국의 흐름도를 도시한다.

도 14는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 주기적 셀-특정 학습을 위한 단말 및 기지국 사이의 신호 흐름도를 도시한다.

도 15는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 유동적 셀-특정 학습을 위한 단말 및 기지국 사이의 신호 흐름도를 도시한다.

도 16은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 학습 지원을 위한 단말의 흐름도를 도시한다.

도 17은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 학습 지원을 위한 기지국의 흐름도를 도시한다.

도 18은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 학습 지원을 위한 단말 및 기지국 사이의 신호 흐름도를 도시한다.

도 19는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 학습 알고리즘에 기반한 채널 예측의 효과를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 본 개시에서 사용되는 용어들은 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 다른 실시 예의 범위를

한정하려는 의도가 아닐 수 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다. 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 용어들은 본 개시에 기재된 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가질 수 있다. 본 개시에 사용된 용어들 중 일반적인 사전에 정의된 용어들은, 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 동일 또는 유사한 의미로 해석될 수 있으며, 본 개시에서 명백하게 정의되지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다. 경우에 따라서, 본 개시에서 정의된 용어일지라도 본 개시의 실시 예들을 배제하도록 해석될 수 없다.

[0026] 이하에서 설명되는 본 개시의 다양한 실시 예들에서는 하드웨어적인 접근 방법을 예시로서 설명한다. 하지만, 본 개시의 다양한 실시 예들에서는 하드웨어와 소프트웨어를 모두 사용하는 기술을 포함하고 있으므로, 본 개시의 다양한 실시 예들이 소프트웨어 기반의 접근 방법을 제외하는 것은 아니다.

[0027] 이하 본 개시는 무선 통신 시스템에서 채널 예측(channel forecast)을 위한 장치 및 방법에 관한 것이다. 구체적으로, 본 개시는 무선 통신 시스템에서 학습 알고리즘(learning algorithm)을 이용하여 채널 예측을 수행하기 위한 기술을 설명한다.

[0028] 이하 설명에서 사용되는 신호를 지칭하는 용어, 채널을 지칭하는 용어, 제어 정보를 지칭하는 용어, 네트워크 객체(network entity)들을 지칭하는 용어, 장치의 구성 요소를 지칭하는 용어 등은 설명의 편의를 위해 예시된 것이다. 따라서, 본 개시가 후술되는 용어들에 한정되는 것은 아니며, 동등한 기술적 의미를 가지는 다른 용어가 사용될 수 있다.

[0029] 또한, 본 개시는, 일부 통신 규격(예: 3GPP(3rd Generation Partnership Project))에서 사용되는 용어들을 이용하여 다양한 실시 예들을 설명하지만, 이는 설명을 위한 예시일 뿐이다. 본 개시의 다양한 실시 예들은, 다른 통신 시스템에서도, 용이하게 변형되어 적용될 수 있다.

[0030] 다양한 실시 예들에서 사용되는 용어들의 정의는 하기와 같다:

[0031] '학습 알고리즘(learning algorithm)'은 기계 학습(machine learning) 및/또는 AI(artificial intelligence) 기반의 알고리즘으로, 설계 파라미터에 따라 특정한 입력 값에 대해 특정한 출력 값을 출력하도록 학습된 알고리즘을 의미한다. '학습'은 학습 알고리즘의 가중치들을 결정 및/또는 갱신함을 의미하고, 학습 알고리즘의 입력에 학습 알고리즘(또는, 학습 알고리즘의 가중치들)을 적용하여 학습 알고리즘의 입력에 대한 학습 알고리즘의 출력이 획득될 수 있다. 학습 알고리즘을 갱신하는 것은 학습 알고리즘을 학습시키는 것으로도 지칭될 수 있다. 다양한 실시 예들에서, 학습 알고리즘은 NN(neural network), DNN(deep neural network), AI 알고리즘 및/또는 기계 학습 알고리즘을 포함할 수 있다.

[0032] '학습 페이즈(learning phase)'는 학습 알고리즘을 갱신하거나 및/또는 학습시키기 위해 추가적인 RS들이 전송되는 소요 시간(duration) 또는 페이즈를 의미한다.

[0033] '학습 데이터'는 학습 알고리즘을 갱신하기 위해 요구되는 데이터를 의미한다. 예를 들어, 학습 데이터는 RS를 포함할 수 있다.

[0034] '채널 값(channel value)'은 채널 행렬의 원소 및/또는 채널 행렬에 포함된 원소들의 집합을 의미한다. 다양한 실시 예들에서, 채널 값은 채널 계수(channel coefficient), 채널, 또는 MIMO(multiple input multiple output) 채널로도 지칭될 수 있다.

[0035] '채널 예측 값(channel forecast value)'은 예측된 채널 값으로, 채널 예측에 따라 획득된 채널 값을 의미한다.

[0036] '채널 예측(channel forecast)'은 어떤 시간 구간(들)에서 수신된 RS들에 기반하여 그 시간 구간(들)에 대한 채널 값을 추정하는 채널 추정과 달리, 이전 시간 구간(들)에서 수신된 RS들에 기반하여 추정된 채널 값들로부터, 다음 시간 구간(들)에 대한 채널 값을 예측하는 것을 의미한다. 다양한 실시 예들에서, RS는 CRS(cell-specific reference signal), 또는 CSI-RS(channel state information - reference signal) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0037] '채널 추정 값'은 추정된 채널 값으로, 채널 추정에 따라 획득된 채널 값을 의미한다.

[0038] '시간 구간(time interval)'은 채널 값을 계산하기 위한 단위 구간을 의미한다. 예를 들어, 시간 구간은 심볼, 미니 슬롯, 슬롯, 서브프레임, 및/또는 프레임을 포함할 수 있다.

[0039] '특징 정보(feature information)'는 각 단말에 대해 정의되는 단말-특정 정보로서, 단말에 대한 채널의 분포 및/또는 특성을 반영하는 정보일 수 있다. 예를 들어, 특징 정보는 단말의 위치, 단말의 이동성(mobility), 단

말이 실내(indoor)에 위치하는지 또는 실외(outdoor)에 위치하는지 여부, 또는 단말이 셀 중심에 위치하는지 또는 셀 경계에 위치하는지 여부(또는, 셀 내 단말의 상대적인 위치) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 단말의 위치는 3D(3-dimension)로 표현되는 위치로서, GPS(global positioning system)에 기반하여 결정될 수 있다. 단말의 이동성은 단말의 이동 속도를 포함하고, 시간에 따라 단말이 이동한 궤적(trajectory)을 포함할 수 있다. 셀 내 단말의 상대적인 위치는 단말에 의해 기지국으로부터 수신된 수신 신호의 세기에 기반하여 결정될 수 있다. 다양한 실시 예들에서, 특징 정보는 사용자 특징(user feature)으로도 지칭될 수 있다.

[0040] 'RS 밀도(RS density)'는 일정 주파수 대역폭에서 RS들의 수, 일정 시간 구간에서 RS들의 수, 또는 일정 주파수 대역폭 및 일정 시간 구간에서 RS들의 수를 의미한다. 다양한 실시 예들에서, 일정 주파수 대역폭은 적어도 하나의 RB(resource block)일 수 있다. 또한, RS 밀도는 각 안테나 포트에 대해 정의될 수 있다.

[0041] 'RS 전송 주기(RS transmission period)'는 RS들이 기지국에 의해 전송되는 주기를 의미한다. 다양한 실시 예들에서, RS 전송 주기는 시간 단위(예: ms)로 표현되거나, 시간 구간들의 수(예: N 서브프레임들, N 슬롯들)로 표현될 수 있다.

[0042] '학습 지원(learning support)'는 학습 알고리즘의 가중치들을 공유함을 의미하고, 간략히 학습 알고리즘을 공유하는 것으로도 지칭될 수 있다.

[0044] 도 1은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템을 도시한다. 도 1은 무선 통신 시스템에서 무선 채널을 이용하는 노드(node)들의 일부로서, 기지국(110), 단말(120), 단말(130)을 예시한다. 도 1은 하나의 기지국만을 도시하나, 기지국(110)과 동일 또는 유사한 다른 기지국이 더 포함될 수 있다.

[0045] 기지국(110)은 단말들(120, 130)에게 무선 접속을 제공하는 네트워크 인프라스트럭처(infrastructure)이다. 기지국(110)은 신호를 송신할 수 있는 거리에 기초하여 일정한 지리적 영역으로 정의되는 커버리지(coverage)를 가진다. 기지국(110)은 기지국(base station) 외에 '액세스 포인트(access point, AP)', '이노드비(eNodeB, eNB)', '5G 노드(5th generation node)', '지노드비(next generation nodeB, gNB)', '무선 포인트(wireless point)', '송수신 포인트(transmission/reception point, TRP)' 또는 이와 동등한 기술적 의미를 가지는 다른 용어로 지칭될 수 있다.

[0046] 단말(120) 및 단말(130) 각각은 사용자에 의해 사용되는 장치로서, 기지국(110)과 무선 채널을 통해 통신을 수행한다. 경우에 따라, 단말(120) 및 단말(130) 중 적어도 하나는 사용자의 관여 없이 운영될 수 있다. 즉, 단말(120) 및 단말(130) 중 적어도 하나는 기계 타입 통신(machine type communication, MTC)을 수행하는 장치로서, 사용자에 의해 휴대되지 아니할 수 있다. 단말(120) 및 단말(130) 각각은 단말(terminal) 외 '사용자 장비(user equipment, UE)', '이동국(mobile station)', '가입자국(subscriber station)', '원격 단말(remote terminal)', '무선 단말(wireless terminal)', 또는 '사용자 장치(user device)' 또는 이와 동등한 기술적 의미를 가지는 다른 용어로 지칭될 수 있다.

[0047] 다양한 실시 예들에서, 단말(120)은 단말(130)과 기지국을 거치지 않고 직접 통신을 수행할 수 있다. 이러한 직접 통신은 D2D(device to device) 통신 또는 사이드링크(sidelink) 통신으로 지칭될 수 있다. 다양한 실시 예들에서, D2D 통신 또는 사이드링크 통신을 위해 단말들 사이에 설정된 링크는 D2D 링크 또는 사이드링크로 지칭될 수 있다.

[0049] 도 2는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 기지국의 구성을 도시한다. 도 2에 예시된 구성은 기지국(110)의 구성으로서 이해될 수 있다. 이하 사용되는 '~부', '~기' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어, 또는, 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0050] 도 2를 참고하면, 기지국은 무선통신부(210), 백홀통신부(220), 저장부(230), 제어부(240)를 포함한다.

[0051] 무선통신부(210)는 무선 채널을 통해 신호를 송수신하기 위한 기능들을 수행한다. 예를 들어, 무선통신부(210)는 시스템의 물리 계층 규격에 따라 기저대역 신호 및 비트열 간 변환 기능을 수행한다. 예를 들어, 데이터 송신 시, 무선통신부(210)는 송신 비트열을 부호화 및 변조함으로써 복소 심벌들을 생성한다. 또한, 데이터 수신 시, 무선통신부(210)는 기저대역 신호를 복조 및 복호화를 통해 수신 비트열을 복원한다.

[0052] 또한, 무선통신부(210)는 기저대역 신호를 RF(radio frequency) 대역 신호로 상향변환한 후 안테나를 통해 송신하고, 안테나를 통해 수신되는 RF 대역 신호를 기저대역 신호로 하향변환한다. 이를 위해, 무선통신부(210)는 송신 필터, 수신 필터, 증폭기, 믹서(mixer), 오실레이터(oscillator), DAC(digital to analog convertor), ADC(analog to digital convertor) 등을 포함할 수 있다. 또한, 무선통신부(210)는 다수의 송수신 경로(path)들을 포함할 수 있다. 나아가, 무선통신부(210)는 다수의 안테나 요소들(antenna elements)로 구성된 적어도 하나의 안테나 어레이(antenna array)를 포함할 수 있다.

[0053] 하드웨어의 측면에서, 무선통신부(210)는 디지털 유닛(digital unit) 및 아날로그 유닛(analog unit)으로 구성될 수 있으며, 아날로그 유닛은 동작 전력, 동작 주파수 등에 따라 다수의 서브 유닛(sub-unit)들로 구성될 수 있다. 디지털 유닛은 적어도 하나의 프로세서(예: DSP(digital signal processor))로 구현될 수 있다.

[0054] 무선통신부(210)는 상술한 바와 같이 신호를 송신 및 수신한다. 이에 따라, 무선통신부(210)의 전부 또는 일부는 '송신부(transmitter)', '수신부(receiver)' 또는 '송수신부(transceiver)'로 지칭될 수 있다. 또한, 이하 설명에서, 무선 채널을 통해 수행되는 송신 및 수신은 무선통신부(210)에 의해 상술한 바와 같은 처리가 수행되는 것을 포함하는 의미로 사용된다.

[0055] 백홀통신부(220)는 네트워크 내 다른 노드들과 통신을 수행하기 위한 인터페이스를 제공한다. 즉, 백홀통신부(220)는 기지국에서 다른 노드, 예를 들어, 다른 접속 노드, 다른 기지국, 상위 노드, 코어망 등으로 송신되는 비트열을 물리적 신호로 변환하고, 다른 노드로부터 수신되는 물리적 신호를 비트열로 변환한다.

[0056] 저장부(230)는 기지국의 동작을 위한 기본 프로그램, 응용 프로그램, 설정 정보 등의 데이터를 저장한다. 저장부(230)는 휘발성 메모리, 비휘발성 메모리 또는 휘발성 메모리와 비휘발성 메모리의 조합으로 구성될 수 있다. 그리고, 저장부(230)는 제어부(240)의 요청에 따라 저장된 데이터를 제공한다.

[0057] 제어부(240)는 기지국의 전반적인 동작들을 제어한다. 예를 들어, 제어부(240)는 무선통신부(210)를 통해 또는 백홀통신부(220)을 통해 신호를 송신 및 수신한다. 또한, 제어부(240)는 저장부(230)에 데이터를 기록하고, 읽는다. 그리고, 제어부(240)는 통신 규격에서 요구하는 프로토콜 스택(protocol stack)의 기능들을 수행할 수 있다. 다른 구현 예에 따라, 프로토콜 스택은 무선통신부(210)에 포함될 수 있다. 이를 위해, 제어부(240)는 적어도 하나의 프로세서(processor)를 포함할 수 있다.

[0058] 다양한 실시 예들에 따라, 제어부(240)는 학습 알고리즘의 갱신을 요청하기 위한 메시지를 수신하고, 요청에 대응하여 학습 페이즈를 위한 RS들을 단말로 송신하고, 학습 알고리즘에 기반하여 획득된 채널 예측 정보를 단말로부터 수신하도록 제어할 수 있다. 예를 들어, 제어부(240)는 기지국이 후술하는 다양한 실시 예들에 따른 동작들을 수행하도록 제어할 수 있다.

[0060] 도 3은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 단말의 구성을 도시한다. 도 3에 예시된 구성은 단말(120)의 구성으로서 이해될 수 있다. 이하 사용되는 '~부', '~기' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어, 또는, 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0061] 도 3을 참고하면, 단말은 통신부(310), 저장부(320), 제어부(330)를 포함한다.

[0062] 통신부(310)는 무선 채널을 통해 신호를 송수신하기 위한 기능들을 수행한다. 예를 들어, 통신부(310)는 시스템의 물리 계층 규격에 따라 기저대역 신호 및 비트열 간 변환 기능을 수행한다. 예를 들어, 데이터 송신 시, 통신부(310)는 송신 비트열을 부호화 및 변조함으로써 복소 심벌들을 생성한다. 또한, 데이터 수신 시, 통신부(310)는 기저대역 신호를 복조 및 복호화를 통해 수신 비트열을 복원한다. 또한, 통신부(310)는 기저대역 신호를 RF 대역 신호로 상향변환한 후 안테나를 통해 송신하고, 안테나를 통해 수신되는 RF 대역 신호를 기저대역 신호로 하향변환한다. 예를 들어, 통신부(310)는 송신 필터, 수신 필터, 증폭기, 믹서, 오실레이터, DAC, ADC 등을 포함할 수 있다.

[0063] 또한, 통신부(310)는 다수의 송수신 경로(path)들을 포함할 수 있다. 나아가, 통신부(310)는 다수의 안테나 요소들로 구성된 적어도 하나의 안테나 어레이를 포함할 수 있다. 하드웨어의 측면에서, 통신부(310)는 디지털 회로 및 아날로그 회로(예: RFIC(radio frequency integrated circuit))로 구성될 수 있다. 여기서, 디지털 회로 및 아날로그 회로는 하나의 패키지로 구현될 수 있다. 또한, 통신부(310)는 다수의 RF 체인들을 포함할 수 있다.

[0064] 통신부(310)는 상술한 바와 같이 신호를 송신 및 수신한다. 이에 따라, 통신부(310)의 전부 또는 일부는 '송신부', '수신부' 또는 '송수신부'로 지칭될 수 있다. 또한, 이하 설명에서 무선 채널을 통해 수행되는 송신 및 수신은 통신부(310)에 의해 상술한 바와 같은 처리가 수행되는 것을 포함하는 의미로 사용된다.

[0065] 저장부(320)는 단말의 동작을 위한 기본 프로그램, 응용 프로그램, 설정 정보 등의 데이터를 저장한다. 저장부(320)는 휘발성 메모리, 비휘발성 메모리 또는 휘발성 메모리와 비휘발성 메모리의 조합으로 구성될 수 있다. 그리고, 저장부(320)는 제어부(330)의 요청에 따라 저장된 데이터를 제공한다.

[0066] 제어부(330)는 단말의 전반적인 동작들을 제어한다. 예를 들어, 제어부(330)는 통신부(310)를 통해 신호를 송신 및 수신한다. 또한, 제어부(330)는 저장부(320)에 데이터를 기록하고, 읽는다. 그리고, 제어부(330)는 통신 규격에서 요구하는 프로토콜 스택의 기능들을 수행할 수 있다. 이를 위해, 제어부(330)는 적어도 하나의 프로세서 또는 마이크로(micro) 프로세서를 포함하거나, 또는, 프로세서의 일부일 수 있다. 또한, 통신부(310)의 일부 및 제어부(330)는 CP(communication processor)라 지칭될 수 있다.

[0067] 다양한 실시 예들에 따라, 제어부(330)는 채널 예측을 위한 학습 알고리즘의 유효성을 검증하고, 학습 알고리즘의 갱신을 요청하고, 학습 알고리즘에 기반하여 채널 예측을 수행하도록 제어할 수 있다. 예를 들어, 제어부(330)는 단말이 후술하는 다양한 실시 예들에 따른 동작들을 수행하도록 제어할 수 있다.

[0068] 도 3에서, 단말(120)의 구성이 예시되었으나, 이는 설명의 편의를 위한 것이고, 단말(130) 또한 단말(120)과 동일한 구성을 가질 수 있다. 또한, 이하 설명의 편의를 위해, 단말(120)의 동작들이 설명되나, 단말(120)의 동작들은 단말(130)에 의해서도 동일하게 수행될 수 있다.

[0070] 이하, 본 개시는 학습 알고리즘(예: DNN)을 이용하여 RS가 전송되지 않는 시간 구간의 채널을 예측하고, 채널 예측 값을 이용하여 링크 적응 성능을 향상시키기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다. 또한, 본 개시의 다양한 실시 예들은 학습 알고리즘에 대한 학습의 정확도와 학습의 효율을 향상시키기 위한 방법을 제안하며, 이를 위해 본 개시의 다양한 실시 예들에서는 단말에 대한 특징 정보가 정의되고 활용될 수 있다.

[0071] NN(neural network)를 이용하여 채널을 예측하는 기술은 시간 도메인(time domain)에서 채널 값을 예측하는 기법과, 주파수 도메인(frequency domain)에서 진폭, 위상 쉬프트(phase shift), 및/또는 도플러(Doppler) 주파수와 같은 경로 파라미터(들)을 추정 및 예측하여 시간 도메인의 채널을 계산하는 기법을 포함할 수 있다.

[0072] 시간 도메인에서 채널을 직접적으로 예측하는 기법은 시간에 따른 채널의 변화 추이를 모델링하는 것이므로, 채널을 예측하기 위해 시간 도메인에서 채널의 변화 경향성을 효과적으로 모델링하기 위한 ESN(echo state network) 및/또는 RNN(recurrent neural network)과 같은 다양한 NN 구조들이 활용될 수 있다. 또한, 주파수 도메인에서 경로 파라미터를 예측하여 시간 도메인의 채널을 간접적으로 예측하는 기법은 chirp z-transform과 같은 방법을 이용하여 경로 파라미터를 추정하는 동작을 포함할 수 있고, 경로 파라미터에 대한 변화 경향성을 모델링하기 위해 NN이 활용될 수 있다. 정확한 경로 파라미터의 추정이 가능할 경우, 추정된 경로 파라미터에 기반하여 채널을 예측하는 기법은 높은 정확도를 가질 수 있다.

[0073] 실제 채널은 다수의 산란체(scatterer)들 및 경로에 의해 결정될 수 있다. 따라서, 시간 도메인에서 단일 산란체 환경에 기반하여 채널을 직접적으로 예측하는 기법은 일반적인 채널(즉, 실재 채널)에 대한 적용이 어려울 수 있다. 또한, 주파수 도메인에서 간접적으로 채널을 예측하는 기법은 주파수 해상도(resolution)에 따라 경로 파라미터의 추정 정확도가 영향받을 수 있다. 따라서, 경로의 수가 증가할 경우 경로 파라미터의 추정 정확도가 감소할 수 있고, 따라서 채널의 예측 정확도가 감소할 수 있다. , 다시 말해서, 다수의 경로들이 존재하는 일반적인 채널에 대해 주파수 도메인에서 채널 예측이 수행될 경우 채널 예측의 정확도가 감소할 수 있다.

[0074] 따라서, 본 개시의 다양한 실시 예들은 학습 알고리즘을 이용하여 채널을 예측하고, 링크 적응 성능을 향상시키는 장치 및 방법을 제공한다. 다시 말해서, 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 장치 및 방법은, RS가 전송되지 않는 시간 구간에서 채널 예측을 통한 CSI를 계산함으로써, 링크 적응 성능이 향상될 수 있게 한다.

[0075] 이하, 학습 알고리즘을 이용하여 채널 예측을 수행하기 위한 구체적인 방법이 설명된다.

[0077] 도 4는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 단말의 흐름도를 도시한다. 도 4는 단말(120)의 동작 방법을 예시한다.

[0078] 도 4를 참고하면, 401 단계에서, 단말은 기지국으로부터 수신된 제1 RS들에 기반하여 추정된 채널 값들을 포함하는 입력에 학습 알고리즘을 적용하여 획득된 채널 예측 값이 유효한지 여부를 결정할 수 있다. 보다 상세하게, 단말은 제1 RS들을 기지국으로부터 수신하고, 수신된 제1 RS들에 기반하여 채널 값들을 추정하고, 추정된 채널 값들을 포함하는 입력에 학습 알고리즘을 적용하여 채널 예측 값을 획득하고, 획득된 채널 예측 값이 유효한지 여부를 결정할 수 있다. 401 단계에서, 학습 알고리즘의 입력은 추정된 채널 값들을 포함할 수 있고, 학습 알고리즘의 입력에 대한 학습 알고리즘의 출력은 채널 예측 값을 포함할 수 있다. 다양한 실시 예들에서, 학습 알고리즘을 적용하는 것은, 학습 알고리즘의 가중치들을 적용하는 것을 포함할 수 있다.

[0079] 채널 예측 값이 비유효한 경우, 403 단계에서, 단말은 학습 알고리즘의 갱신을 요청하기 위한 RS 요청 메시지를 기지국으로 송신할 수 있다. 다시 말해서, 단말은 채널 예측 값이 비유효하다는 결정에 기반하여, 학습 알고리즘의 갱신을 요청하기 위한 RS 요청 메시지를 기지국으로 송신할 수 있다. 다양한 실시 예들에서, 학습 알고리즘의 갱신은 학습 알고리즘을 학습시키는 것을 의미하고, 학습 알고리즘의 가중치들을 결정 및/또는 갱신하는 동작을 포함할 수 있다. 또한, 다양한 실시 예들에서, RS 요청 메시지는 RS 밀도 및/또는 RS 전송 주기의 변화를 요청하기 위한 메시지일 수 있다. 예를 들어, 단말은 RS 요청 메시지를 통해 기지국에게 RS 밀도를 증가시킬 것을 요청하거나, 및/또는 RS 전송 주기를 감소시킬 것을 요청할 수 있다.

[0080] 405 단계에서, 단말은 RS 요청 메시지에 기반하여 결정된 RS 밀도의 제2 RS들을 기지국으로부터 수신할 수 있다. 예를 들어, 제2 RS들이 전송되는 RS 밀도는 RS 요청 메시지에 의해 지시된 RS 밀도와 동일하게 결정되거나, RS 요청 메시지의 전송 횟수에 따라 미리 설정된 RS 밀도로 결정될 수 있다.

[0081] 407 단계에서, 단말은 제2 RS들로부터 추정된 채널 값들에 기반하여 학습 알고리즘을 갱신할 수 있다. 보다 상세하게, 단말은 제2 RS들에 기반하여 채널 값들을 추정하고, 추정된 채널 값들에 기반하여 학습 알고리즘을 갱신할 수 있다. 다양한 실시 예들에서, 추정된 채널 값들에 기반하여 학습 알고리즘을 갱신하는 동작은, 추정된 채널 값들 중 시간 구간들 (t-N) ~ (t-1)에 대한 채널 추정 값들(즉, 시간 구간 (t-N)에 대한 채널 추정 값, 시간 구간 (t-N+1)에 대한 채널 추정 값, 쩐, 시간 구간 (t-1)에 대한 채널 추정 값)을 포함하는 입력에 학습 알고리즘이 적용될 경우, 학습 알고리즘의 출력(즉, 시간 구간 t에 대한 채널 예측 값)이 추정된 채널 값들 중 시간 구간 t에 대한 채널 추정 값이 되도록 학습 알고리즘의 가중치들을 갱신 및/또는 결정하는 동작을 포함할 수 있다. 여기에서, 시간 구간들 (t-N) ~ t는 서로 인접하거나, 일정한 주기(예: RS 전송 주기)만큼 떨어져 있을 수 있다. 학습 알고리즘의 갱신에 따라, 학습 알고리즘은 제1 학습 알고리즘에서 제2 학습 알고리즘으로 변경될 수 있다.

[0082] 409 단계에서, 단말은 갱신된 학습 알고리즘에 기반하여 획득된 채널 예측 정보를 기지국으로 송신할 수 있다. 보다 상세하게, 단말은 기지국으로부터 RS들을 수신할 수 있고, 수신된 RS들에 기반하여 채널 값들을 추정할 수 있고, 추정된 채널 값들을 포함하는 입력에 갱신된 학습 알고리즘을 적용하여 채널 예측 값을 획득할 수 있고, 획득된 채널 예측 값으로부터 채널 예측 정보를 획득 및/또는 도출할 수 있다. 다양한 실시 예들에서, 채널 예측 정보는 예측된 CSI(channel state information) 및/또는 SINR(signal to interference plus noise ratio)를 포함할 수 있고, CSI는 CQI(channel quality indicator), PMI(precoding matrix indicator) 및/또는 RI(rank indicator)를 포함할 수 있다.

[0083] 반면, 채널 예측 값이 유효한 경우, 411 단계에서, 단말은 채널 예측 값으로부터 획득 및/또는 도출된 채널 예측 정보를 기지국으로 송신할 수 있다. 다시 말해서, 단말은 채널 예측 값이 유효한 경우, 학습 알고리즘을 갱신하지 아니하고, 401 단계에서 획득된 채널 예측 값으로부터 도출된 채널 예측 정보를 기지국으로 송신할 수 있다.

[0084] 다양한 실시 예들에서, 채널 예측 값이 유효한지 여부를 결정하는 과정은, 채널 예측 값과 관련된 시간 구간에서 추정된 채널 값과, 채널 예측 값 사이의 차이가 임계 범위 이내인지 여부를 결정하는 과정을 포함할 수 있다. 예를 들어, 채널 예측 값과 관련된 시간 구간에서 추정된 채널 값과, 채널 예측 값 사이의 차이가 임계 범위 이내인 경우, 단말은 채널 예측 값이 유효하다고 결정할 수 있다. 이와 달리, 채널 예측 값과 관련된 시간 구간에서 추정된 채널 값과, 채널 예측 값 사이의 차이가 임계 범위를 벗어날 경우, 단말은 채널 예측 값이 비유효하다고 결정할 수 있다. 보다 상세하게, 채널 예측 값이 유효한지 여부를 결정하는 동작은, 시간 구간들 (t-N) ~ (t-1)에 대한 채널 추정 값들(즉, 시간 구간 (t-N)에 대한 채널 추정 값, 시간 구간 (t-N+1)에 대한 채널 추정 값, 쩐, 시간 구간 (t-1)에 대한 채널 추정 값)을 포함하는 입력에 학습 알고리즘을 적용하여 학습 알고리즘의 출력(즉, 시간 구간 t에 대한 채널 예측 값)을 획득하고, 시간 구간 t에 대한 채널 예측 값과 시간 구간 t에 대한 채널 추정 값 사이의 차이가 임계 범위 이내인지 여부를 결정하는 동작을 포함할 수 있다.

[0085] 다양한 실시 예들에서, 학습 알고리즘을 적용하여 획득된 채널 예측 값이 유효한지 여부를 결정하는 것은, 학습 알고리즘이 유효한지 여부를 결정하는 것 또는 학습 알고리즘을 검증하는 것으로 지칭될 수 있다.

[0086] 도시되지 않았으나, 단말은 RS 요청 메시지에 기반하여 결정된 RS 밀도 및/또는 RS 전송 주기를 지시하는 정보를 기지국으로부터 수신할 수 있다. 예를 들어, 결정된 RS 밀도 및/또는 RS 전송 주기를 지시하는 정보는 PDCCH(physical downlink control channel, 또는 DCI(downlink control information)), MAC(media access control) CE(control element) 시그널링 또는 RRC(radio resource control) 시그널링(또는, 상위 계층(higher layer) 시그널링)을 통해 수신될 수 있다. 단말은 수신된 정보에 기반하여, 지시된 RS 밀도의 제2 RS들을 기지국으로부터 수신하거나, 지시된 RS 밀도의 제2 RS들을 지시된 RS 전송 주기로 기지국으로부터 수신할 수 있다.

[0087] 도시되지 않았으나, 단말은 407 단계에서 학습 알고리즘을 갱신한 후, 갱신된 학습 알고리즘이 유효할 경우, 단말은 409 단계를 수행할 수 있다. 이와 달리, 갱신된 학습 알고리즘이 비유효할 경우, 단말은 403 단계로 되돌아가, 갱신된 학습 알고리즘을 한번 더 갱신하기 위해 RS 요청 메시지를 기지국으로 송신할 수 있다. 다양한 실시 예들에서, 단말이 RSDI (RS density indicator)를 전송할 때마다, RSDI는 더 높은 RS 밀도를 지시할 수 있다.

[0088] 다양한 실시 예들에서, 단말은 채널 예측 값 및 채널 예측 값과 관련된 시간 구간에서 추정된 채널 값 사이의 차이에 기반하여, 요구되는 RS 밀도를 결정할 수 있다. 이 경우, 403 단계의 RS 요청 메시지는 요구되는 RS 밀도를 지시하는 RSDI를 포함할 수 있고, 단말은 405 단계에서 기지국으로부터 요구되는 RS 밀도의 제2 RS들을 RSDI에 기반하여 결정된 RS 전송 주기로 수신할 수 있다. 다양한 실시 예들에서, 채널 예측 값과 관련된 시간 구간은 채널 값이 예측되는 시간 구간을 의미한다. 예를 들어, 단말은 시간 구간 t에 대한 채널 예측 값 및 시간 구간 t에 대한 채널 추정 값 사이의 차이에 기반하여, 요구되는 RS 밀도를 결정할 수 있다. 다양한 실시 예들에서, 학습 알고리즘에 기반하여 획득된 시간 구간에 대한 채널 예측 값 및 해당 시간 구간에 대한 채널 추정 값 사이의 차이는 '학습 정도(level of learning)'와 관련될 수 있다. 학습 정도가 높다는 것은, 채널 예측 값 및 채널 추정 값 사이의 차이가 작음을 의미하고, 학습 정도가 낮다는 것은, 채널 예측 값 및 채널 추정 값 사이의 차이가 큼을 의미할 수 있다. 예를 들어, 채널 예측 값 및 채널 추정 값 사이의 차이가 작을 경우(즉, 단말의 학습 정도가 높을 경우), 단말은 요구되는 RS 밀도를 상대적으로 낮은 RS 밀도로 결정할 수 있다. 다른 예로, 채널 예측 값 및 채널 추정 값 사이의 차이가 클 경우(즉, 단말의 학습 정도가 낮을 경우), 단말은 요구되는 RS 밀도를 상대적으로 높은 RS 밀도로 결정할 수 있다.

[0089] 다양한 실시 예들에서, 403 단계에서 전송되는 RS 요청 메시지는 학습 알고리즘의 갱신이 요구됨을 지시하는 RSR(RS request)을 포함할 수 있다. 이 경우, 단말은 405 단계에서 기지국으로부터 RSR에 대응하는 미리 설정된 RS 밀도의 제2 RS들을 RSR에 대응하는 미리 설정된 RS 전송 주기로 수신할 수 있다. 다양한 실시 예들에서, RSR은 학습 알고리즘의 갱신이 요구됨을 지시하기 위한 1비트의 신호일 수 있다. RSR에 대응하는 미리 설정된 RS 밀도 및 미리 설정된 RS 전송 주기가 존재할 수 있으며, RSR이 단말로부터 전송된 횟수에 따라 복수의 미리 설정된 RS 밀도들 및 복수의 미리 설정된 RS 전송 주기들이 존재할 수 있다. 예를 들어, RSR이 단말로부터 전송된 횟수가 n(n=1, 2, 쪋N_{Max})일 경우, 각 n에 대응하는 미리 설정된 RS 밀도 및 미리 설정된 RS 전송 주기가 존재할 수 있다. 여기에서, N_{MAX}는 미리 설정된 RS 밀도 및 미리 설정된 RS 전송 주기가 정의될 수 있는 RSR 전송 횟수의 최대 값을 의미한다.

[0090] 다양한 실시 예들에서, 403 단계에서 전송되는 RS 요청 메시지는 RSDI 또는 RSR 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. RSDI에 의해 지시된 RS 밀도가 임계 RS 밀도 이상이거나, RSR이 전송된 횟수가 임계 값(예: N_{MAX}) 이상인 경우, 단말은 학습 알고리즘의 갱신의 중지 또는 채널 예측의 중지 중 적어도 하나를 요청하기 위한 정지 플래그(stop flag)를 기지국으로부터 수신할 수 있다. 단말이 정지 플래그를 수신할 경우, 단말은 405 단계 및 그 이후의 단계들을 수행하지 아니할 수 있고, 학습 알고리즘을 갱신하지 않거나, 채널 예측을 수행하지 않을 수 있다.

[0091] 다양한 실시 예들에서, RS 밀도 및 RS 전송 주기는 단말로부터 송신된 RS 요청 메시지 및 기지국의 셀 내 하나 이상의 다른 단말들로부터 송신된 RS 요청 메시지에 기반하여 결정될 수 있다. 이 경우, 단말은 결정된 RS 밀도를 포함하는 RS 설정(configuration)을 지시하는 인덱스 및 결정된 RS 전송 주기를 기지국으로부터 수신할 수 있다. 다양한 실시 예들에서, 단말은 기지국으로부터 RRC 시그널링(또는, 상위 계층 시그널링)을 통해 하나 이상의 RS 설정들을 수신할 수 있고, 각 RS 설정은 RS가 매핑된 시간-주파수 자원에 관한 정보, RS 밀도, RS 전송 주기 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. RS 전송 주기가 RS 설정에 포함된 경우, 단말은 RS 설정을 지시하는 인

덱스를 수신하고, RS 전송 주기를 기지국으로부터 수신하지 아니할 수 있다. 단말은 하나 이상의 RS 설정들을 수신한 후, 결정된 RS 밀도를 포함하는 RS 설정을 지시하는 인덱스 및/또는 결정된 RS 전송 주기를 기지국으로부터 수신하고, 405 단계에서 수신된 인덱스에 기반하여 RS 전송 주기로 RS 밀도의 제2 RS들을 기지국으로부터 수신할 수 있다. 보다 상세하게, 단말은 기지국으로부터 수신된 인덱스에 기반하여 RS 밀도 및/또는 RS 전송 주기를 식별하고, 식별된 RS 전송 주기로 식별된 RS 밀도의 제2 RS들을 기지국으로부터 수신할 수 있다. 다양한 실시 예들에서, 제2 RS들은 기지국으로부터 단말로 전송될 뿐만 아니라, 기지국의 셀 내 하나 이상의 다른 단말들로도 송신될 수 있다.

[0092] 다양한 실시 예들에서, RS 밀도 및 RS 전송 주기는 단말로부터 송신된 RS 요청 메시지 및 기지국의 셀 내 하나 이상의 다른 단말들로부터 송신된 RS 요청 메시지에 기반하여 결정될 수 있다. 이 경우, 단말은 결정된 RS 밀도를 포함하는 RS 설정을 지시하는 인덱스 및 시간 구간에서 RS가 전송됨을 지시하는 지시자를 포함하는 정보를 해당 시간 구간에서 기지국으로부터 수신할 수 있다. 다양한 실시 예들에서, 이러한 정보는 PDCCH 상에서 전송되는 DCI를 포함할 수 있다. 단말은 하나 이상의 RS 설정들을 수신한 후, 결정된 RS 밀도를 포함하는 RS 설정을 지시하는 인덱스 및 시간 구간에서 RS가 전송됨을 지시하는 지시자를 포함하는 정보를 기지국으로부터 수신하고, 405 단계에서 수신된 정보에 기반하여 RS 밀도의 제2 RS들을 기지국으로부터 수신할 수 있다. 보다 상세하게, 단말은 기지국으로부터 수신된 정보에 기반하여 RS 밀도 및 시간 구간에서 RS가 전송되는지 여부를 식별할 수 있고, 시간 구간에서 RS가 전송되는 경우, 단말은 식별된 RS 밀도의 제2 RS들을 기지국으로부터 수신할 수 있다. 다양한 실시 예들에서, 제2 RS들은 기지국으로부터 단말로 전송될 뿐만 아니라, 기지국의 셀 내 하나 이상의 다른 단말들로도 송신될 수 있다.

[0093] 다양한 실시 예들에서, 학습 알고리즘에 대한 입력은 단말의 특징 정보를 더 포함할 수 있다. 단말은 401 단계에서 채널 예측 값이 유효한지 여부를 결정하기 전에, 단말의 특징 정보를 기지국 또는 다른 단말 중 적어도 하나로 송신할 수 있고, 기지국 또는 다른 단말 중 적어도 하나로부터 단말의 특징 정보와 유사한 다른 단말의 특징 정보에 대응하는 학습 알고리즘의 가중치들을 수신할 수 있다. 다양한 실시 예들에서, 단말의 특징 정보와 다른 단말의 특징 정보가 유사한 경우, 단말의 특징 정보와 다른 단말의 특징 정보 사이의 특징 차이가 임계 범위 이내일 수 있다. 다양한 실시 예들에서, 특징 차이는 특징 정보에 포함된 속성들 사이의 차이를 포함할 수 있다. 예를 들어, 특징 차이는 단말의 위치와 다른 단말의 위치 사이의 차이, 단말의 이동 속도와 다른 단말의 이동 속도 사이의 차이, 또는 시간에 따라 단말이 이동한 궤적 및 시간에 따라 다른 단말이 이동한 궤적 사이의 차이 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 다양한 실시 예들에서, 특징 정보에 대응하는 학습 알고리즘은 그 입력이 해당 특징 정보를 포함하는 학습 알고리즘을 의미한다. 예를 들어, 단말의 특징 정보에 대응하는 학습 알고리즘은 단말의 학습 알고리즘일 수 있다. 단말이 다른 단말의 특징 정보에 대응하는 학습 알고리즘의 가중치들을 수신하는 경우, 단말은 수신된 가중치들을 채널 추정 값들 및/또는 단말의 특징 정보를 포함하는 입력에 적용하여 채널 예측 값을 획득할 수 있다.

[0094] 다양한 실시 예들에서, 단말은 제1 RS들이 전송되는 RS 전송 주기에 따라 주기적으로 채널 예측 값이 유효한지 여부를 결정할 수 있다.

[0095] 다양한 실시 예들에서, 단말은 채널 예측 시간(channel forecast time, CFT) 동안 학습 알고리즘이 유효한지 여부를 검증하지 아니하고, 학습 알고리즘에 기반하여 채널 예측 정보를 획득할 수 있다. 예를 들어, 단말이 학습 알고리즘이 유효하다고 결정한 경우, 단말은 CFT 동안 학습 알고리즘이 유효한지 여부를 추가적으로 검증하지 아니하고, 학습 알고리즘에 기반하여 채널 예측을 수행할 수 있다. 따라서, 단말은 CFT 동안 RS 요청 메시지를 전송하지 아니하므로 피드백 오버헤드가 감소할 수 있고, CFT 동안 채널 예측을 수행하는 것이 보장될 수 있다.

[0096] 다양한 실시 예들에서, 채널 예측 정보는 채널 예측의 보고 주기에 따라 결정된 시간 구간에서 기지국으로 송신될 수 있다. 예를 들어, 채널 예측의 보고 주기가 3ms인 경우, 단말은 이전 채널 예측 정보를 송신한 시간 구간으로부터 3ms 후의 시간 구간에서 채널 예측 정보를 기지국으로 송신할 수 있다. 다른 예로, 채널 예측 정보는 채널 예측 정보가 이전 채널 예측 정보와 상이하다는 결정에 대응하여 비주기적으로 기지국으로 송신될 수 있다. 예를 들어, 단말은 채널 예측 정보가 이전에 기 보고된 채널 예측 정보와 임계 범위 상이하다고 결정할 경우, 이러한 결정에 대응하여 채널 예측 정보를 기지국으로 송신할 수 있다. 다양한 실시 예들에서, '이전 채널 예측 정보'는, 기지국에 이미 보고된 채널 예측 정보 중 가장 최근에 보고된 채널 예측 정보 및/또는 그 이전에 보고된 채널 예측 정보를 포함할 수 있다.

[0098] 도 5는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 기지국의 흐름도를 도시한다. 도 5는 기지국

(110)의 동작 방법을 예시한다.

[0099] 도 5를 참고하면, 501 단계에서, 기지국은 단말로 제1 RS들을 송신할 수 있다. 예를 들어, 기지국은 단말로 CRS들 또는 CSI-RS들을 송신할 수 있다.

[0100] 503 단계에서, 기지국은 학습 알고리즘의 갱신을 요청하기 위한 RS 요청 메시지를 단말로부터 수신할 수 있다. 예를 들어, 기지국은 제1 RS들에 기반하여 추정된 채널 값들을 포함하는 입력에 학습 알고리즘을 적용하여 획득된 채널 예측 값이 비유효한 경우, 단말로부터 학습 알고리즘의 갱신을 요청하기 위한 RS 요청 메시지를 수신할 수 있다.

[0101] 505 단계에서, 기지국은 RS 요청 메시지에 기반하여 RS 밀도를 결정할 수 있다. 도시되지 아니하였으나, 기지국은 RS 요청 메시지에 기반하여 RS 전송 주기를 결정할 수도 있다.

[0102] 507 단계에서, 기지국은 학습 알고리즘을 갱신하기 위한 제2 RS들을 단말로 송신할 수 있다. 여기에서, 제2 RS들의 RS 밀도는 505 단계에서 결정된 RS 밀도일 수 있다. 도시되지 아니하였으나, 기지국은 단말로 제2 RS들을 RS 요청 메시지에 기반하여 결정된 RS 전송 주기로 송신할 수 있다.

[0103] 509 단계에서, 기지국은 갱신된 학습 알고리즘에 기반하여 획득된 채널 예측 정보를 단말로부터 수신할 수 있다. 보다 상세하게, 제2 RS들에 기반하여 추정된 채널 값들을 포함하는 입력에 갱신된 학습 알고리즘을 적용하여 채널 예측 값이 획득될 수 있고, 채널 예측 값으로부터 채널 예측 정보가 획득 및/또는 도출될 수 있다.

[0104] 다양한 실시 예들에서, 503 단계에서 수신되는 RS 요청 메시지는, RSDI를 포함할 수 있다. 다시 말해서, 기지국은 503 단계에서 RSDI를 단말로부터 수신할 수 있다. 이 경우, 기지국은 505 단계에서 RSDI에 기반하여 요구되는 RS 밀도 및 RS 전송 주기를 결정할 수 있다. 예를 들어, 요구되는 RS 밀도는, RSDI에 의해 지시된 RS 밀도일 수 있다. 또한, RS 전송 주기는 RSDI에 의해 지시된 RS 밀도에 반비례할 수 있다. 예를 들어, RSDI에 의해 지시된 RS 밀도가 높은 경우, RS 전송 주기는 상대적으로 짧을 수 있고, RSDI에 의해 지시된 RS 밀도가 낮은 경우, RS 전송 주기는 상대적으로 길 수 있다. 기지국은 507 단계에서 요구되는 RS 밀도의 제2 RS들을 RS 전송 주기로 단말로 송신할 수 있다. 다양한 실시 예들에서, 요구되는 RS 밀도는 단말에 의해 결정될 수 있으며, 요구되는 RS 밀도는 채널 예측 값 및 채널 예측 값과 관련된 시간 구간에서 추정된 채널 값 사이의 차이(또는, 단말의 학습 정도)에 기반하여 결정될 수 있다.

[0105] 다양한 실시 예들에서, 503 단계에서 수신되는 RS 요청 메시지는 RSR을 포함할 수 있다. 다시 말해서, 기지국은 503 단계에서 RSR을 단말로부터 수신할 수 있다. 이 경우, 기지국은 505 단계에서 RSR 또는 RSR이 전송된 횟수 n에 대응하는 미리 설정된 RS 밀도 및 미리 설정된 RS 전송 주기를 식별할 수 있다. 예를 들어, n이 상대적으로 클 경우, 미리 설정된 RS 밀도는 상대적으로 높을 수 있고, 미리 설정된 RS 전송 주기는 상대적으로 짧을 수 있다. 다른 예로, n이 상대적으로 작을 경우, 미리 설정된 RS 밀도는 상대적으로 낮을 수 있고, 미리 설정된 RS 전송 주기는 상대적으로 길 수 있다. 기지국은 507 단계에서 식별된 미리 설정된 RS 밀도의 제2 RS들을 식별된 미리 설정된 RS 전송 주기로 단말로 송신할 수 있다.

[0106] 다양한 실시 예들에서, RS 요청 메시지는 RSDI 또는 RSR 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. RSDI에 의해 지시된 RS 밀도가 임계 밀도 이상이거나, RSR이 전송된 횟수가 임계 값 이상인 경우, 기지국은 학습 알고리즘의 갱신의 중지 또는 채널 예측의 중지 중 적어도 하나를 요청하기 위한 정지 플래그를 단말로 송신할 수 있다. 단말이 정지 플래그를 수신할 경우, 단말은 학습 알고리즘을 갱신하지 않거나, 채널 예측을 수행하지 않을 수 있다.

[0107] 다양한 실시 예들에서, 기지국은 단말로부터 RS 요청 메시지를 수신함에 더하여, 기지국의 셀 내 하나 이상의 다른 단말들로부터 RS 요청 메시지들을 수신할 수 있다. 기지국은 수신된 RS 요청 메시지들에 기반하여 RS 밀도 및 RS 전송 주기를 결정할 수 있다. 예를 들어, 기지국이 셀 내 단말들로부터 RSDI들을 수신하는 경우, RSDI들에 의해 지시된 RS 밀도들 중에서 가장 높은 값, 가장 낮은 값, 평균 값, 중간 값, 또는 최빈 값을 대표 값으로 결정하고, 대표 값을 제2 RS들을 전송하기 위한 RS 밀도로 결정하고, 대표 값에 기반하여 RS 전송 주기를 결정할 수 있다. 여기에서, 대표 값과 RS 전송 주기는 반비례할 수 있다. 다른 예로, 기지국이 셀 내 단말들로부터 RSR들을 수신하는 경우, 각 단말로부터 RSR이 전송된 횟수들 중 가장 높은 값, 가장 낮은 값, 평균 값, 중간 값, 또는 최빈 값을 대표 값으로 결정하고, 대표 값에 대응하는 미리 결정된 RS 밀도 및 미리 결정된 RS 전송 주기를 결정할 수 있다. 기지국은 셀 내 단말들로 RRC 시그널링(또는, 상위 계층 시그널링)을 통해 하나 이상의 RS 설정들을 송신한 후, 결정된 RS 밀도를 포함하는 RS 설정을 지시하는 인덱스 및 결정된 RS 전송 주기를 셀 내 단말들로 송신할 수 있다. RS 전송 주기가 RS 설정에 포함된 경우, 기지국은 RS 설정을 지시하는 인덱스를 셀 내 단말들로 송신하고, RS 전송 주기를 셀 내 단말들로 송신하지 아니할 수 있다. 기지국은 507 단계에서,

단말로 지시된 RS 전송 주기로 단말로 지시된 RS 밀도의 제2 RS들을 기지국의 셀 내 단말들로 송신할 수 있다.

[0108] 다양한 실시 예들에서, 기지국은 단말로부터 RS 요청 메시지를 수신함에 더하여, 기지국의 셀 내 하나 이상의 다른 단말들로부터 RS 요청 메시지들을 수신할 수 있다. 기지국은 수신된 RS 요청 메시지들에 기반하여 RS 밀도를 결정할 수 있다. 예를 들어, 기지국이 셀 내 단말들로부터 RSDI들을 수신하는 경우, RSDI들에 의해 지시된 RS 밀도들 중에서 가장 높은 값, 가장 낮은 값, 평균 값, 중간 값, 또는 최빈 값을 대표 값으로 결정하고, 대표 값을 제2 RS들을 전송하기 위한 RS 밀도로 결정할 수 있다. 다른 예로, 기지국이 셀 내 단말들로부터 RSR들을 수신하는 경우, 각 단말로부터 RSR이 전송된 횟수들 중 가장 높은 값, 가장 낮은 값, 평균 값, 중간 값, 또는 최빈 값을 대표 값으로 결정하고, 대표 값에 대응하는 미리 결정된 RS 밀도를 결정할 수 있다. 기지국은 셀 내 단말들로 RRC 시그널링(또는, 상위 계층 시그널링)을 통해 하나 이상의 RS 설정들을 송신한 후, 결정된 RS 밀도를 포함하는 RS 설정을 지시하는 인덱스 및 시간 구간에서 RS가 전송됨을 지시하는 지시자를 포함하는 정보를 해당 시간 구간에서 셀 내 단말들로 송신할 수 있다. 다양한 실시 예들에서, 이러한 정보는 PDCCH 상에서 전송되는 DCI를 포함할 수 있다. 기지국은 507 단계에서 셀 내 단말들로 지시된 RS 밀도의 제2 RS들을 해당 시간 구간에서 셀 내 단말들로 송신할 수 있다.

[0109] 다양한 실시 예들에서, 학습 알고리즘에 대한 입력은 단말의 특징 정보를 더 포함할 수 있다. 기지국은 단말로부터 단말의 특징 정보를 수신하고, 단말의 특징 정보와 유사한 다른 단말의 특징 정보에 대응하는 학습 알고리즘의 가중치들을 단말로 송신할 수 있다. 단말이 다른 단말의 특징 정보에 대응하는 학습 알고리즘의 가중치들을 수신하는 경우, 단말은 수신된 가중치들을 채널 추정 값들 및/또는 단말의 특징 정보를 포함하는 입력에 적용하여 채널 예측 값을 획득할 수 있다.

[0110] 다양한 실시 예들에서, 채널 예측 정보는, 채널 예측의 보고 주기에 따라 결정된 시간 구간에서 단말로부터 수신되거나, 채널 예측 정보가 이전 채널 예측 정보와 상이할 경우에 비주기적으로 단말로부터 수신될 수 있다.

[0112] 보다 상세하게, 본 개시의 다양한 실시 예들은 i)학습 알고리즘의 입력 및 출력을 설정하는 방법(실시 예 1), ii)채널 예측을 위한 학습 알고리즘을 갱신하는 방법(실시 예 2), iii)단말들간 학습 알고리즘의 가중치들을 공유하는 방법(학습 지원, 실시 예 3), 및 iv)채널 예측의 결과를 이용하여 링크 적응을 수행하는 방법(실시 예 4)을 포함할 수 있다. 이하 각 실시 예에 대한 상세한 설명이 기술된다.

[0114] **실시 예 1)학습 알고리즘의 입력 및 출력을 설정하는 방법**

[0115] 도 6은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 학습 알고리즘의 입력 및 출력의 예를 도시한다.

[0116] 도 6을 참고하면, 단말의 학습 알고리즘(예: DNN)(620)의 입력은 채널 추정 값(611) 및/또는 단말의 특징 정보(613)를 포함할 수 있다. 채널 추정 값(611)은 시간에 따라 연속적으로 변화하는 채널의 변화 경향성을 모델링하기 위해 요구되므로, 학습 알고리즘(620)의 입력으로 이용될 수 있다. 또한, 단말의 특징 정보(613)를 학습 알고리즘(620)의 입력으로 이용함으로써, 단말은 단말의 특징 정보(613)가 변경되더라도 변경된 특징 정보(613)가 반영된 학습 알고리즘(620)을 설계(design)할 수 있다. 다양한 실시 예들에서, 학습 알고리즘을 설계하는 것은, 학습 알고리즘의 반복적인 갱신 또는 학습 알고리즘의 검증에 따라 유효한 학습 알고리즘 및/또는 유효한 학습 알고리즘의 가중치들을 결정함을 의미할 수 있다. 특히, 단말의 특징 정보(613)가 학습 알고리즘(620)에 반영되므로, 유사한 특징 정보를 가지는 다른 단말로 학습 알고리즘(620) 및/또는 학습 알고리즘(620)의 가중치들이 공유되거나, 단말은 다른 단말의 학습 알고리즘을 공유 받을 수 있다. 단말이 다른 단말로부터 공유된 학습 알고리즘 및/또는 학습 알고리즘의 가중치들을 이용함으로써, 단말은 채널 예측을 위한 적합한 학습 알고리즘(620)을 보다 빠르고 정확하게 결정할 수 있다. 학습 알고리즘의 출력은 채널 예측 값(630)을 포함할 수 있다.

[0118] 도 7은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 학습 알고리즘의 입력 및 출력의 다른 예를 도시한다.

[0119] 도 7을 참고하면, 단말의 학습 알고리즘(720)의 입력은 채널 추정 값들(711) 및 단말의 특징 정보(713)를 포함

할 수 있다. 예를 들어, 채널 추정 값들(711)은 시간 구간들 (t-N) ~ (t-1)에 대한 채널 추정 값들 $\mathbf{H}^{(t-N)}$ ~ $\mathbf{H}^{(t-1)}$ (즉, 시간 구간 (t-N)에 대한 채널 추정 값 $\mathbf{H}^{(t-N)}$, 시간 구간 (t-N+1)에 대한 채널 추정 값 $\mathbf{H}^{(t-N+1)}$, 쪋, 시간 구간 (t-1)에 대한 채널 추정 값 $\mathbf{H}^{(t-1)}$)을 포함할 수 있다. 학습 알고리즘(720)의 출력은 채널 예측 값(730)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 채널 예측 값(730)은 시간 구간 t에 대한 채널 예측 값 $\mathbf{H}^{(t)}$을 포함할 수 있다.

[0120] 다양한 실시 예들에서, 학습 알고리즘(720)의 입력 및 출력에서 채널 행렬 원소들의 실수 부 및 허수 부가 분리될 수 있고, 실수 부 및 허수 부는 벡터화되어 처리될 수 있다.

[0121] 다양한 실시 예들에서, 학습 알고리즘(720)의 입력 및 출력에서 채널 값의 크기는 단말의 특징 정보(예: 단말의 위치 및/또는 이동성)에 따라 달라질 수 있으므로, 학습 알고리즘(720)의 정확도 및 학습 속도(즉, 학습 알고리즘(720)을 설계하는 속도)를 향상시키고, 서로 다른 종류의 입력 값이 학습 알고리즘(730)에 미치는 영향력을 상당히 균일하게 하기 위해 채널 값의 크기는 정규화(normalize)될 수 있다.

[0122] 다양한 실시 예들에서, 특징 정보(713)에서 단말의 위치 및/또는 이동성과 같이 연속적인 값은 정규화되어 하나 이상의 차원의 값으로 표현될 수 있다. 예를 들어, 단말의 위치 및/또는 이동성은 3차원의 벡터로 표현될 수 있다. 다른 예로, 특징 정보(713)에서 단말이 실내에 위치하는지 또는 실외에 위치하는지 여부, 또는 단말이 셀 중심에 위치하는지 또는 셀 경계에 위치하는지 여부와 같은 이산적인 값은 복수 차원의 원-핫 벡터(one-hot vector)로 표현될 수 있다.

[0123] 도 7을 참고하면, 단말은 시간 구간들 (t-N) ~ (t-1)에 대한 채널 추정 값들 $\mathbf{H}^{(t-N)}$ ~ $\mathbf{H}^{(t-1)}$을 포함하는 입력에 학습 알고리즘(720)을 적용하여, 시간 구간 t에 대한 채널 예측 값 $\mathbf{H}^{(t)}$를 획득할 수 있다. 또한, 단말은 시간 구간들 (t-N+1) ~ (t-1)에 대한 채널 추정 값들 $\mathbf{H}^{(t-N+1)}$ ~ $\mathbf{H}^{(t-1)}$ 및 시간 t에 대한 채널 예측 값 $\mathbf{H}^{(t)}$을 포함하는 입력에 학습 알고리즘(720)을 적용하여, 시간 구간(t+1)에 대한 채널 예측 값 $\mathbf{H}^{(t+1)}$을 획득할 수 있다. 이와 같이, 단말은 획득된 채널 예측 값을 반복적으로 학습 알고리즘(720)의 입력으로 활용함으로써, 단말은 미래의 시간 구간에서 RS를 수신하여 미래의 시간 구간에 대한 채널 값을 추정할 때까지 미래의 시간 구간에 대한 채널 값을 예측할 수 있다.

[0124] 다양한 실시 예들에서, 학습 알고리즘(720)에 기반한 채널 예측의 결과는 하기의 [표 1]과 같이 표현될 수 있다:

표 1

[0125]

정규화된 MSE(mean square error)	0.00715
CQI 인덱스의 오류 검출(false alarm) 확률	0.0192

[0126] [표 1]에 표현된 채널 예측의 결과는 예시적인 것이고, 다양한 채널 예측의 결과가 획득될 수 있다.

[0127] 다양한 실시 예들에서, 학습 알고리즘(720)은 설계 파라미터에 따라 결정될 수 있다. 일단 학습 알고리즘(720)이 설계 파라미터에 따라 결정되면, 학습 알고리즘(720)이 유효해질 때까지 학습 알고리즘(720)의 입력 및 출력에 기반하여 학습 알고리즘(720) 및/또는 학습 알고리즘(720)이 갱신될 수 있다.

[0128] 다양한 실시 예들에서, 학습 알고리즘(720)에 대한 설계 파라미터는 하기의 [표 2]와 같이 표현될 수 있다:

표 2

[0129]

학습 속도(learning rate)	1e-6
숨은 층(hidden layer) 차원	2048×2048×2048
배치(batch) 크기	200
활성화 함수	Tanh
옵티마이저(optimizer)	Adam

학습을 위한 채널들의 수	40000 TTI (transmission time interval)
{BS, UE} 안테나들의 수	{8, 2}
LTE 시나리오	3D-UMi
유효 SINR 매핑	MIESM

[0130] [표 2]에 표현된 설계 파라미터의 종류 및 값은 예시적인 것이고, 다양한 설계 파라미터가 적용될 수 있다.

[0131] [표 1] 및 [표 2]에서, 학습 알고리즘(720)의 입력에 포함된 채널 추정 값들의 수 N=3이고, CSI-RS 5 ms이 가정되었다. 그러나, 이는 예시적인 것이고, 다양한 변형이 가능하다.

[0133] **실시 예 2)채널 예측을 위한 학습 알고리즘을 갱신하는 방법**

[0134] 단말이 5 ms 이상의 상대적으로 긴 RS 전송 주기로 전송되는 RS들을 이용하여 학습 알고리즘을 학습시킬 경우, 학습 알고리즘에 기반하여 예측된 채널 값의 예측 정확도가 감소할 수 있다. 학습 알고리즘을 이용한 채널 예측을 위해 정확한 학습이 요구될 수 있고, 따라서 RS가 연속적으로 전송되는 학습 페이즈가 요구될 수 있다. 다양한 실시 예들에서, 채널 예측을 위한 학습 알고리즘을 갱신하는 방법들은 하기의 두 가지 방법들을 포함할 수 있다:

[0136] (실시 예 2-A)단말-특정 학습 방법

[0137] 단말-특정 학습(또는, 사용자-특정 학습(user-specific learning)은 특정 단말에 대해 적용 가능한 RS 밀도 및/또는 주기로 전송되는 RS들에 기반하여 특정 단말의 학습 알고리즘을 학습시키는 기법을 의미한다. 단말-특정 학습 방법은 단말에 의해 개시(initiate)되는 학습 방법으로, 단말-특정 학습 방법에 따르면 기지국은 RRC 연결 상태에 있는 단말들 중에서 학습 페이즈를 요청한 단말에게 선택적으로 추가적인 RS를 전송하여, 단말이 단말의 학습 알고리즘을 갱신하도록 지원할 수 있다. 각 단말은 학습 알고리즘이 유효한지 여부를 결정하고, 학습 알고리즘이 비유효할 경우, 기지국에 학습 페이즈를 요청할 수 있다. 단말에 따라 요구되는 학습 페이즈의 길이 및/또는 학습 알고리즘을 설계하기 위해 요구되는 RS들의 수가 다를 수 있으므로, 단말 특정 학습 방법은 각 단말에 대해 특정적인 학습 페이즈가 보장되게 할 수 있다. 다양한 실시 예들에서, 단말-특정 학습을 위한 RS는 CSI를 계산하기 위해 사용되는 RS(예: CSI-RS, CRS)를 포함할 수 있다.

[0138] 단말은 단말-특정 학습을 위한 학습 페이즈를 요청하기 위해 RS 요청 메시지를 기지국으로 송신할 수 있다. 예를 들어, RS 요청 메시지는 RSDI 또는 RSR 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. RS 요청 메시지의 유형이 RSDI인지 또는 RSR인지에 따라 단말의 전송 신호, 하향링크 서브프레임에 대한 기지국의 스케줄링 방법, 및/또는 채널 예측을 수행하는데 부적합한 단말을 결정하는 기준이 구분될 수 있다.

[0140] <실시 예 2-A-i> RSDI를 전송하여 학습 페이즈를 요청하는 방법

[0141] 단말은 단말의 학습 알고리즘에 대한 학습 정도에 기반하여 요구되는 RS 밀도를 결정할 수 있고, 결정된 RS 밀도를 요청하기 위해 기지국으로 RSDI를 송신할 수 있다. 예를 들어, 단말은 학습 정도가 낮을 경우, 요구되는 RS 밀도를 상대적으로 높게 결정할 수 있고, 학습 정도가 높을 경우, 요구되는 RS 밀도를 상대적으로 낮게 결정할 수 있다. 다양한 실시 예들에서, RSDI는 PUCCH(physical uplink control channel)를 통해 단말로부터 기지국으로 송신될 수 있다. 기지국은 단말로부터 수신한 RSDI에 기반하여 RS 밀도 및/또는 RS 전송 주기를 결정할 수 있고, 결정된 RS 밀도의 RS들을 결정된 RS 전송 주기로 단말로 송신할 수 있다. 예를 들어, 기지국은 RS를 전송하기 위한 RS 밀도를 RSDI에 의해 지시된 RS 밀도와 동일하게 결정할 수 있고, RSDI에 의해 지시된 RS 밀도가 높을 경우, RS 전송 주기를 상대적으로 짧게 결정하고, RS 밀도가 낮을 경우, RS 전송 주기를 상대적으로 길게 결정할 수 있다. 또한, 기지국은 기지국의 커버리지(coverage) 내(또는, 기지국의 셀 내) 단말들로부터 수신된 RSDI들에 기반하여 단말들의 학습 정도를 결정할 수 있다. 예를 들어, 단말들로부터 수신된 RSDI들에 의해 지시된 RS 밀도들의 대표 값이 높을 경우, 기지국은 단말들의 학습 정도가 낮다고 결정할 수 있다. 이와 달리, 단말들로부터 수신된 RSDI들에 의해 지시된 RS 밀도들의 대표 값이 낮을 경우, 기지국은 단말들의 학습 정도가 높다고 결정할 수 있다. 기지국은 커버리지 내 단말들의 학습 정도를 고려하여, 단말-특정 학습을 위한 하향링크 서브프레임의 스케줄링을 수행할 수 있다.

[0143] <실시 예 2-A-ii> RSR을 전송하여 학습 페이즈를 요청하는 방법

[0144] 단말은 학습 알고리즘의 갱신이 요구됨을 지시하는 RSR을 기지국으로 송신할 수 있다. 예를 들어, RSR은 1비트의 신호일 수 있고, PUCCH를 통해 단말로부터 기지국으로 송신될 수 있다. RSR이 전송되는 경우, RSDI가 전송되는 경우보다 피드백 오버헤드가 감소할 수 있다. RSR에 대응하는 미리 설정된 RS 밀도 및 미리 설정된 RS 전송 주기가 존재할 수 있으며, RSR이 단말로부터 전송된 횟수에 따라 복수의 미리 설정된 RS 밀도들 및 복수의 미리 설정된 RS 전송 주기들이 존재할 수 있다. 예를 들어, RSR이 단말로부터 전송된 횟수가 n(n=1, 2, 쩓N_{Max})일 경우, 각 n에 대응하는 미리 설정된 RS 밀도 및 미리 설정된 RS 전송 주기가 존재할 수 있다. 여기에서, N_{MAX}는 미리 설정된 RS 밀도 및 미리 설정된 RS 전송 주기가 정의될 수 있는 RSR 전송 횟수의 최대 값을 의미한다. 기지국은 RSR 또는 RSR이 전송된 횟수 n에 대응하는 미리 설정된 RS 밀도 및 미리 설정된 RS 전송 주기를 식별할 수 있다. 예를 들어, n이 상대적으로 클 경우, 미리 설정된 RS 밀도는 상대적으로 높을 수 있고, 미리 설정된 RS 전송 주기는 상대적으로 짧을 수 있다. 다른 예로, n이 상대적으로 작을 경우, 미리 설정된 RS 밀도는 상대적으로 낮을 수 있고, 미리 설정된 RS 전송 주기는 상대적으로 길 수 있다. 또한, 기지국은 기지국의 커버리지 내(또는, 기지국의 셀 내) 단말들로부터 수신된 RSR들에 기반하여 단말들의 학습 정도를 결정할 수 있다. 예를 들어, 단말들로부터 수신된 RSR들이 전송된 횟수의 대표 값이 클 경우, 기지국은 단말들의 학습 정도가 낮다고 결정할 수 있다. 이와 달리, 단말들로부터 수신된 RSR들이 전송된 횟수의 대표 값이 작을 경우, 기지국은 단말들의 학습 정도가 높다고 결정할 수 있다. 기지국은 식별된 미리 설정된 RS 밀도의 RS들을 식별된 미리 설정된 RS 전송 주기로 단말로 송신할 수 있다.

[0146] 도 8은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 단말-특정 학습을 위한 단말의 흐름도를 도시한다. 도 8은 단말(120)의 동작 방법을 예시한다.

[0147] 도 8을 참고하면, 801 단계에서, 단말은 학습 알고리즘을 초기화할 수 있다. 다양한 실시 예들에서, 학습 알고리즘을 초기화하는 것은, 학습 알고리즘의 초기 가중치들을 결정하는 것을 의미할 수 있다. 예를 들어, 단말은 다른 단말 또는 기지국으로부터 수신된 다른 단말의 학습 알고리즘의 가중치들을 초기 가중치들로 결정하거나, 또는 단말이 임의로 생성한 가중치들을 초기 가중치들로 결정할 수 있다.

[0148] 803 단계에서, 단말은 학습 알고리즘이 유효한지 여부를 결정한다. 예를 들어, 단말은 학습 알고리즘에 기반하여 획득된 채널 예측 값과 채널 예측 값과 관련된 시간 구간에서 추정된 채널 값 사이의 차이가 임계 범위 이내인 경우, 학습 알고리즘이 유효하다고 결정할 수 있다. 이와 달리, 단말은 학습 알고리즘에 기반하여 획득된 채널 예측 값과 채널 예측 값과 관련된 시간 구간에서 추정된 채널 값 사이의 차이가 임계 범위를 벗어날 경우, 학습 알고리즘이 비유효하다고 결정할 수 있다.

[0149] 학습 알고리즘이 비유효할 경우, 805 단계에서, 단말은 단말-특정 학습을 요청하기 위한 RSDI 및/또는 RSR을 기지국으로 송신할 수 있다. RSDI는 학습 알고리즘의 갱신을 위해 요구되는 RS 밀도를 지시할 수 있고, RSR은 학습 알고리즘의 갱신이 요구됨을 지시할 수 있다.

[0150] 807 단계에서, 단말은 기지국으로부터 RS들을 수신할 수 있다. 예를 들어, RSDI 및/또는 RSR에 기반하여 RS 밀도 및/또는 RS 전송 주기가 결정될 수 있고, 단말은 기지국으로부터 RS 밀도의 RS들을 RS 전송 주기로 수신할 수 있다.

[0151] 809 단계에서, 단말은 학습 알고리즘을 갱신할 수 있다. 단말은 기지국으로부터 수신된 RS들에 기반하여 채널 값들을 추정하고, 추정된 채널 값들에 기반하여 학습 알고리즘을 갱신할 수 있다. 그 후, 단말은 803 단계로 되돌아가, 갱신된 학습 알고리즘이 유효한지 여부를 결정할 수 있다.

[0152] 반면, 803 단계에서 학습 알고리즘이 유효할 경우, 811 단계에서, 단말은 학습 알고리즘에 기반하여 채널 예측을 수행할 수 있다. 예를 들어, 단말은 기지국으로부터 RS들을 수신하고, RS들에 기반하여 채널 값을 추정하고, 추정된 채널 값들을 포함하는 입력에 학습 알고리즘을 적용하여 채널 예측 값을 획득하고, 획득된 채널 예측 값으로부터 채널 예측 정보를 획득 또는 도출하고, 채널 예측 정보를 기지국으로 송신할 수 있다.

[0154] 도 9는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 단말-특정 학습을 위한 기지국의 흐름도를 도

시한다. 도 9는 기지국(110)의 동작 방법을 예시한다.

[0155] 도 9를 참고하면, 901 단계에서, 기지국은 단말-특정 학습을 요청하기 위한 RSDI 및/또는 RSR을 단말로부터 수신할 수 있다. 예를 들어, 기지국은 단말-특정 학습을 위한 학습 페이즈를 요청하기 위한 RSDI 및/또는 RSR을 PUCCH를 통해 단말로부터 수신할 수 있다.

[0156] 903 단계에서, 기지국은 RS 밀도 및 RS 전송 주기를 결정할 수 있다. 예를 들어, 기지국은 RSDI에 기반하여 RS 밀도 및/또는 RS 전송 주기를 결정할 수 있다. 다른 예로, 기지국은 RSR 및/또는 RSR이 전송된 횟수에 기반하여 RS 밀도 및/또는 RS 전송 주기를 결정할 수 있다. 도시되지 아니하였으나, 기지국은 결정된 RS 밀도 및 RS 전송 주기를 포함하는 정보(예: DCI)를 PDCCH를 통해 단말로 송신할 수 있다.

[0157] 905 단계에서, 기지국은 RS들을 단말로 전송할 수 있다. 예를 들어, 기지국은 단말로 RS 밀도의 RS들을 RS 전송 주기로 송신할 수 있다.

[0159] 도 10은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 단말-특정 학습을 위한 단말 및 기지국 사이의 신호 흐름도를 도시한다.

[0160] 도 10을 참고하면, 1001 단계에서, 단말(120)은 학습 알고리즘이 유효한지 여부를 결정한다. 예를 들어, 단말(120)은 학습 알고리즘에 기반하여 획득된 채널 예측 값과 채널 예측 값과 관련된 시간 구간에서 추정된 채널 값 사이가 임계 범위 이내인 경우, 학습 알고리즘이 유효하다고 결정할 수 있다. 이와 달리, 단말(120)은 학습 알고리즘에 기반하여 획득된 채널 예측 값과 채널 예측 값과 관련된 시간 구간에서 추정된 채널 값 사이가 임계 범위를 벗어날 경우, 학습 알고리즘이 비유효하다고 결정할 수 있다.

[0161] 학습 알고리즘이 비유효할 경우, 1003 단계에서, 단말(120)은 단말-특정 학습을 요청하기 위한 메시지를 기지국(110)으로 송신한다. 1003 단계의 메시지는 RS 요청 메시지일 수 있고, RSDI 또는 RSR 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 다양한 실시 예들에서, RS 요청 메시지는 PUCCH를 통해 송신될 수 있다.

[0162] 1005 단계에서, 기지국(110)은 단말(120)이 채널 예측에 적합한지 여부를 결정할 수 있다. 다시 말해서, 기지국(110)은 단말(120)이 채널 예측을 수행할 수 있는지 여부를 결정할 수 있다. 예를 들어, RSDI에 의해 지시된 RS 밀도가 임계 RS 밀도 이상이거나, RSR이 전송된 횟수가 임계 값 이상인 경우, 기지국(110)은 단말(120)이 채널 예측에 적합하지 않다고 결정할 수 있다. 이와 달리, RSDI에 의해 지시된 RS 밀도가 임계 RS 밀도보다 작거나, RSR이 전송된 횟수가 임계 값보다 작은 경우, 기지국(110)은 단말(120)이 채널 예측에 적합하다고 결정할 수 있다.

[0163] 단말(120)이 채널 예측에 적합할 경우, 1007 단계에서, 기지국(110)은 RS 밀도 및 RS 전송 주기를 선택할 수 있다. 예를 들어, 기지국(110)은 RSDI에 기반하여 RS 밀도 및/또는 RS 전송 주기를 결정할 수 있다. 다른 예로, 기지국(110)은 RSR 및/또는 RSR이 전송된 횟수에 기반하여 RS 밀도 및/또는 RS 전송 주기를 결정할 수 있다.

[0164] 1009 단계에서, 기지국(110)은 RS 밀도 및 RS 전송 주기를 포함하는 정보를 단말(120)로 송신할 수 있다. 예를 들어, 기지국(110)은 RS 밀도 및 RS 전송 주기를 포함하는 DCI를 PDCCH를 통해 단말(120)로 송신할 수 있다.

[0165] 1011 단계에서, 기지국(110)은 단말-특정 학습을 위한 RS들을 단말(120)로 송신할 수 있다. 예를 들어, 기지국(110)은 단말(120)로 RS 밀도의 RS들을 RS 전송 주기로 송신할 수 있다.

[0166] 1013 단계에서, 단말(120)은 학습 알고리즘을 갱신할 수 있다. 단말(120)은 기지국(110)으로부터 수신된 RS들에 기반하여 채널 값들을 추정하고, 추정된 채널 값들에 기반하여 학습 알고리즘을 갱신할 수 있다.

[0168] 단말의 이동성이 높거나(즉, 단말의 이동 속도가 빠르거나), 단말과 기지국 사이의 채널이 급격하게 변화할 경우, 단말은 채널 예측에 적합하지 않을 수 있다. 기지국은 채널 예측에 적합하지 아니한 단말로 정지 플래그를 송신하여, 단말이 학습 알고리즘을 학습시키지 않게 하거나, 및/또는 단말이 채널 예측을 수행하지 않도록 할 수 있다. 상술한 것과 같이, 정지 플래그를 이용하여 채널 예측을 중지하기 위한 예시가 도 11에서 설명된다.

[0170] 도 11은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 채널 예측을 중지하기 위한 단말 및 기지국 사이의 신호 흐름도를 도시한다.

[0171] 도 11을 참고하면, 1101 단계에서, 단말(120)은 학습 알고리즘이 유효한지 여부를 결정한다. 예를 들어, 단말(120)은 학습 알고리즘에 기반하여 획득된 채널 예측 값과 채널 예측 값과 관련된 시간 구간에서 추정된 채널 값 사이가 임계 범위 이내인 경우, 학습 알고리즘이 유효하다고 결정할 수 있다. 이와 달리, 단말(120)은 학습 알고리즘에 기반하여 획득된 채널 예측 값과 채널 예측 값과 관련된 시간 구간에서 추정된 채널 값 사이가 임계 범위를 벗어날 경우, 학습 알고리즘이 비유효하다고 결정할 수 있다.

[0172] 학습 알고리즘이 비유효할 경우, 1103 단계에서, 단말(120)은 단말-특정 학습을 요청하기 위한 메시지를 기지국(110)으로 송신한다. 1103 단계의 메시지는 RS 요청 메시지일 수 있고, RSDI 또는 RSR 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 다양한 실시 예들에서, RS 요청 메시지는 PUCCH를 통해 송신될 수 있다.

[0173] 1105 단계에서, 기지국(110)은 단말(120)이 채널 예측에 적합한지 여부를 결정할 수 있다. 다시 말해서, 기지국(110)은 단말(120)이 채널 예측을 수행할 수 있는지 여부를 결정할 수 있다. 예를 들어, RSDI에 의해 지시된 RS 밀도가 임계 RS 밀도 이상이거나, RSR이 전송된 횟수가 임계 값 이상인 경우, 기지국(110)은 단말(120)이 채널 예측에 적합하지 않다고 결정할 수 있다. 다양한 실시 예들에서, 임계 RS 밀도는 최대 RS 밀도(maximum RS density)로도 지칭될 수 있고, 임계 값은 최대 RSR(maximum RSR)로도 지칭될 수 있다. 다른 예로, 반복적으로 전송된 RSDI들에 의해 지시된 RS 밀도들의 누적 합이 임계 RS 밀도 이상일 경우, 기지국(110)은 단말(120)이 채널 예측에 적합하지 않다고 결정할 수 있다. 이와 달리, RSDI에 의해 지시된 RS 밀도가 임계 RS 밀도보다 작거나, RSR이 전송된 횟수가 임계 값보다 작은 경우, 기지국(110)은 단말(120)이 채널 예측에 적합하다고 결정할 수 있다.

[0174] 단말(120)이 채널 예측에 적합하지 않을 경우, 1107 단계에서, 기지국(110)은 단말(120)로 정지 플래그를 송신할 수 있다. 예를 들어, 기지국(110)은 PDCCH를 통해 단말(120))로 정지 플래그를 송신할 수 있다.

[0175] 1109 단계에서, 단말(120)은 채널 예측을 중지할 수 있다. 단말(120)이 정지 플래그를 수신할 경우, 단말(120)은 학습 알고리즘을 갱신하지 않거나, 채널 예측을 수행하지 않을 수 있다.

[0177] (실시 예 2-B)셀-특정 학습 방법

[0178] 셀-특정 학습(cell-specific learning)은 기지국의 셀 내 모든 단말들에 대해 적용 가능한 RS 밀도 및/또는 주기로 전송되는 RS들에 기반하여 셀 내 모든 단말들의 학습 알고리즘들을 학습시키는 기법을 의미한다. 셀-특정 학습은 기지국에 의해 개시(initiate)되는 학습 바법으로, 셀-특정 학습 방법에 따르면 기지국은 단말이 RRC 연결 상태에 있는지 여부와 관계없이(즉, 단말의 접속 상태와 관계없이) RS를 단말로 전송하여 단말이 단말의 학습 알고리즘을 갱신하도록 할 수 있다. 셀-특정 학습 방법에서, 기지국은 셀 내 모든 단말들로 학습 페이즈를 위한 학습 데이터를 제공할 수 있으므로, 셀-특정 학습 방법에 따르면 개별 단말이 학습 페이즈를 요청하기 위한 피드백 오버헤드가 감소될 수 있다. 또한, 단말이 셀-특정 학습을 통해 이미 예측 정확도가 높은 학습 알고리즘을 설계하였더라도, 기지국은 셀-특정 학습에 따라 셀 내 단말들로 학습 페이즈를 위한 학습 데이터를 지속적으로 제공함으로써, 단말이 채널 환경 변화에 따라 학습 알고리즘을 지속적으로 업데이트하게 할 수 있다. 다양한 실시 예들에서, '학습 알고리즘의 예측 정확도'는 학습 알고리즘에 기반하여 획득된 채널 예측 값 및 채널 예측 값과 관련된 시간 구간에 대한 채널 추정 값 사이의 차이와 관련될 수 있다. 예를 들어, 학습 알고리즘에 기반하여 획득된 채널 예측 값 및 채널 예측 값과 관련된 시간 구간에 대한 채널 추정 값 사이의 차이가 임계 범위 이내이고, 그 차이가 상대적으로 작을 경우, 학습 알고리즘의 예측 정확도는 높을 수 있다. 이와 달리, 학습 알고리즘에 기반하여 획득된 채널 예측 값 및 채널 예측 값과 관련된 시간 구간에 대한 채널 추정 값 사이의 차이가 임계 범위를 벗어나거나, 그 차이가 상대적으로 클 경우, 학습 알고리즘의 예측 정확도는 낮을 수 있다. 기지국은 셀 내 단말들로부터 수신된 RSDI 및/또는 RSR들에 기반하여 셀 내 단말들의 학습 정도를 결정할 수 있고, 학습 정도에 기반하여 RS 밀도 및/또는 RS 전송 주기를 결정할 수 있다. 예를 들어, 셀 내 단말들의 학습 정도가 낮을 경우, 기지국은 RS 밀도를 높게, RS 전송 주기를 짧게 결정할 수 있다. 이와 달리, 셀 내 단말들의 학습 정도가 높을 경우, 기지국은 RS 밀도를 낮게, RS 전송 주기를 길게 결정할 수 있다. 셀-특정 학습 및 단말-특정 학습이 함께 사용될 경우, 하향링크 서브프레임의 효과적인 스케줄링이 가능할 수 있다. 다양한 실시 예들에서, 셀-특정 학습을 위한 RS는 CSI 계산을 위해 CSI-RS, CRS 뿐만 아니라 새로운 형태의 RS를 포함할 수 있다. 기지국은 셀-특정 학습을 위한 RS를 단말-특정을 위한 RS보다 우선적으로 할당할 수 있고, 셀-특정 학습은 학습 페이즈에 따라 하기와 같은 두 개의 방법들을 포함할 수 있다:

[0180] <실시 예 2-B-i> 주기적 셀-특정 학습 방법

[0181] 주기적 셀-특정 학습 방법은 기지국이 셀-특정 학습의 학습 페이즈를 위한 RS들을 주기적으로 송신하는 방법을 포함할 수 있다. 예를 들어, 주기적 셀-특정 학습에 따르면, 기지국은 RS 설정을 지시하는 인덱스 및/또는 RS 전송 주기를 SIB(system information block)를 통해 셀 내 단말들로 송신할 수 있고, RS 설정 및/또는 RS 전송 주기에 따라 학습 페이즈를 위한 RS들을 주기적으로 셀 내 단말들로 송신할 수 있다. 다른 예로, 주기적 셀-특정 학습에 따르면, 기지국은 RS 설정들 및/또는 RS 전송 주기들을 SIB 또는 상위 계층 시그널링을 통해 셀 내 단말들로 송신할 수 있고, 셀 내 단말들의 학습 정도에 기반하여 결정된 RS 밀도를 포함하는 RS 설정을 지시하는 인덱스 및 학습 정도에 기반하여 결정된 RS 전송 주기를 지시하는 지시자를 포함하는 정보를 PDCCH, MAC CE 시그널링 또는 상위 계층 시그널링을 통해 셀 내 단말들로 송신할 수 있다. 이 경우, 기지국은 인덱스 및/또는 지시자에 의해 지시된 RS 설정 및/또는 RS 전송 주기에 따라 학습 페이즈를 위한 RS들을 주기적으로 셀 내 단말들로 송신할 수 있다. 단말들은 기지국에 의해 지시된 RS 설정 및/또는 RS 전송 주기에 기반하여 RS들을 기지국으로부터 수신할 수 있고, 수신된 RS들에 기반하여 학습 알고리즘을 갱신할 수 있다.

[0183] <실시 예 2-B-ii> 유동적(dynamic) 셀-특정 학습 방법

[0184] 유동적 셀-특정 학습 방법은 기지국이 셀-특정 학습의 학습 페이즈를 위한 RS들을 비주기적이고 유동적으로 송신하는 방법을 포함할 수 있다. 예를 들어, 기지국은 어떤 시간 구간에서 RS가 전송되는지 여부를 지시하는 지시자 및 RS 설정을 지시하는 인덱스를 포함하는 정보를 해당 시간 구간에서 PDCCH, MCE CE 시그널링 또는 RRC 시그널링을 통해 셀 내 단말들로 송신할 수 있다. 단말은 이러한 정보를 해당 시간 구간에서 수신하여 해당 시간 구간에서 RS가 전송되는지 여부를 식별하고, 해당 시간 구간에서 RS가 전송될 경우, 단말은 해당 시간 구간에서 RS 설정에 의해 지시된 RS 밀도의 RS들을 기지국으로 수신하고, 수신된 RS들에 기반하여 학습 알고리즘을 갱신할 수 있다.

[0186] 도 12는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 셀-특정 학습을 위한 단말의 흐름도를 도시한다. 도 12는 단말(120)의 동작 방법을 예시한다.

[0187] 도 12를 참고하면, 1201 단계에서, 단말은 RS 설정을 지시하는 인덱스를 수신할 수 있다. 예를 들어, 인덱스에 의해 지시되는 RS 설정이 RS 전송 주기를 포함하거나, RS 전송 주기가 RS 설정과는 별도로 수신될 경우, 단말은 주기적 셀-특정 학습이 수행됨을 식별할 수 있다. 다른 예로, 인덱스에 의해 지시되는 RS 설정이 인덱스가 수신되는 시간 구간에서 RS가 전송되는지 여부를 지시하는 지시자를 포함하거나, 그러한 지시자가 RS 설정과는 별도로 수신될 경우, 단말은 유동적 셀-특정 학습이 수행됨을 식별할 수 있다.

[0188] 1203 단계에서, 단말은 시간 구간에서 RS가 전송되는지 여부를 결정할 수 있다. 예를 들어, 주기적 셀-특정 학습이 수행될 경우, 단말은 RS 전송 주기에 따라 현재의 시간 구간에서 RS가 전송되는지 여부를 결정할 수 있다. 다른 예로, 유동적 셀-특정 학습이 수행되는 경우, 단말은 지시자에 따라 현재의 시간 구간에서 RS가 전송되는지 여부를 결정할 수 있다. 시간 구간에서 RS가 전송될 경우, 단말은 1205 단계를 수행할 수 있다. 이와 달리, 시간 구간에서 RS가 전송되지 않을 경우, 단말은 1203 단계로 되돌아갈 수 있다.

[0189] 1205 단계에서, 단말은 시간 구간에서 RS를 수신할 수 있다. 예를 들어, 단말은 RS 설정에 의해 지시된 RS 밀도 및/또는 RS 전송 주기에 기반하여 기지국으로부터 RS들을 수신할 수 있다.

[0190] 1207 단계에서, 단말은 학습 알고리즘을 갱신할 수 있다. 예를 들어, 단말은 기지국으로부터 수신된 RS들에 기반하여 채널 값을 추정하고, 추정된 채널 값들에 기반하여 학습 알고리즘을 갱신할 수 있다.

[0192] 도 13은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 셀-특정 학습을 위한 기지국의 흐름도를 도시한다. 도 13은 기지국(110)의 동작 방법을 예시한다.

[0193] 도 13을 참고하면, 1301 단계에서, 기지국은 셀 내 단말들에 대한 학습 알고리즘의 학습 정도를 식별할 수 있다. 예를 들어, 기지국은 셀 내 단말들로부터 수신된 RSDI 및/또는 RSR들에 기반하여 셀 내 단말들의 학습 정도를 결정할 수 있다.

[0194] 1303 단계에서, 기지국은 학습 정도에 대응하는 RS 설정을 지시하는 인덱스를 셀 내 단말들로 송신할 수 있다.

기지국은 셀 내 단말들의 학습 정도에 기반하여 시간 구간에서 RS를 스케줄링할지 여부 및/또는 RS 설정을 결정할 수 있다. 예를 들어, 기지국은 셀 내 단말들의 학습 정도에 기반하여 RS 밀도, RS 전송 주기 및/또는 시간 구간에서 RS가 전송되는지 여부를 결정할 수 있고, RS 밀도 및/또는 RS 전송 주기를 포함하는 RS 설정을 지시하는 인덱스, RS 전송 주기 및/또는 시간 구간에서 RS가 전송되는지 여부를 지시하는 지시자를 셀 내 단말들로 송신할 수 있다.

[0195] 1305 단계에서, 기지국은 셀 내 단말들로 RS를 송신할 수 있다. 기지국은 1303 단계에서 지시된 인덱스, RS 전송 주기 및/또는 지시자에 기반하여 셀 내 단말들로 RS들을 송신할 수 있다.

[0197] 도 14는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 주기적 셀-특정 학습을 위한 단말 및 기지국 사이의 신호 흐름도를 도시한다.

[0198] 도 14를 참고하면, 1401 단계에서, 기지국(110)은 RS 설정 인덱스 및/또는 RS 전송 주기를 SIB를 통해 단말(120)을 포함하여 셀 내 단말들에게 송신할 수 있다. 예를 들어, 기지국(110)은 RS 설정들 및/또는 RS 전송 주기들을 상위 계층 시그널링(또는, RRC 시그널링)을 통해 셀 내 단말들로 송신할 수 있고, RS 설정을 지시하는 인덱스 및/또는 RS 전송 주기를 SIB를 통해 단말(120)을 포함하여 셀 내 단말들에게 송신할 수 있다. 다른 예로, 기지국(110)은 RS 설정들 및/또는 RS 전송 주기들을 SIB 또는 상위 계층 시그널링을 통해 셀 내 단말들로 송신할 수 있고, RS 설정을 지시하는 인덱스 및/또는 RS 전송 주기를 PDCCH, MAC CE 시그널링을 통해 단말(120)을 포함하여 셀 내 단말들에게 송신할 수 있다.

[0199] 1403 단계에서, 기지국(110)은 셀-특정 학습을 위한 RS들을 단말(120)을 포함하여 셀 내 단말들에게 송신할 수 있다. 기지국(110)은 인덱스에 의해 지시된 RS 설정에서의 RS 밀도 및 RS 전송 주기에 기반하여 셀-특정 학습을 위한 RS들을 단말(120)을 포함하여 셀 내 단말들에게 주기적으로 송신할 수 있다.

[0200] 1405 단계에서, 기지국(110)은 셀 내 단말들에 대한 학습 알고리즘의 학습 정도를 식별할 수 있다. 예를 들어, 기지국(110)은 셀 내 단말들로부터 수신된 RSDI 및/또는 RSR들에 기반하여 셀 내 단말들의 학습 정도를 식별할 수 있다.

[0201] 1407 단계에서, 기지국(110)은 RS 밀도 및 RS 전송 주기를 선택할 수 있다. 예를 들어, 기지국(110)은 셀 내 단말들의 학습 정도에 기반하여 RS 밀도 및 RS 전송 주기를 선택할 수 있다. 도시되지 아니하였으나, 기지국(110)은 선택된 RS 밀도를 포함하는 RS 설정을 지시하는 인덱스 및 선택된 RS 전송 주기를 셀 내 단말들로 송신할 수 있다.

[0202] 1409 단계에서, 단말(120)은 학습 알고리즘을 갱신할 수 있다. 예를 들어, 단말(120)은 인덱스에 의해 지시된 RS 설정에서의 RS 밀도 및 RS 전송 주기에 기반하여 기지국(110)으로부터 셀-특정 학습을 위한 RS들을 수신하고, RS들에 기반하여 채널 값들을 추정하고, 추정된 채널 값들에 기반하여 학습 알고리즘을 갱신할 수 있다.

[0204] 도 15는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 유동적 셀-특정 학습을 위한 단말 및 기지국 사이의 신호 흐름도를 도시한다.

[0205] 도 15를 참고하면, 1501 단계에서, 기지국(110)은 RS 설정 인덱스를 PDCCH를 통해 단말(120)을 포함하여 셀 내 단말들에게 송신할 수 있다. 예를 들어, 기지국(110)은 RS 설정들을 SIB 또는 상위 계층 시그널링을 통해 셀 내 단말들로 송신할 수 있고, RS 설정을 지시하는 인덱스를 PDCCH, MAC CE 시그널링을 통해 단말(120)을 포함하여 셀 내 단말들에게 송신할 수 있다. 도시되지 아니하였으나, 기지국(110)은 RS 설정을 지시하는 인덱스와 함께 인덱스가 전송되는 시간 구간에서 RS가 전송되는지 여부를 지시하는 지시자를 PDCCH, MAC CE 시그널링을 통해 단말(120)을 포함하여 셀 내 단말들에게 송신할 수 있다.

[0206] 1503 단계에서, 기지국(110)은 셀-특정 학습을 위한 RS들을 단말(120)을 포함하여 셀 내 단말들에게 송신할 수 있다. 기지국(110)이 인덱스가 전송되는 시간 구간에서 RS가 전송됨을 지시하는 지시자를 해당 시간 구간에서 셀 내 단말들로 송신한 경우, 기지국(110)은 인덱스에 의해 지시된 RS 설정에서의 RS 밀도에 기반하여 셀-특정 학습을 위한 RS들을 RS들을 단말(120)을 포함하여 셀 내 단말들에게 비주기적이고 유동적으로 송신할 수 있다. 반면, 기지국(110)이 시간 구간에서 RS가 전송되지 않음을 지시하는 지시자를 포함하는 정보를 해당 시간 구간

에서 셀 내 단말들로 송신한 경우, 1503 단계는 생략될 수 있다.

[0207] 1505 단계에서, 기지국(110)은 셀 내 단말들에 대한 학습 알고리즘의 학습 정도를 식별할 수 있다. 예를 들어, 기지국(110)은 셀 내 단말들로부터 수신된 RSDI 및/또는 RSR들에 기반하여 셀 내 단말들의 학습 정도를 식별할 수 있다.

[0208] 1507 단계에서, 기지국(110)은 RS 밀도 및 시간 구간에서 RS를 전송할지 여부를 결정할 수 있다. 예를 들어, 기지국(110)은 셀 내 단말들의 학습 정도에 기반하여 RS 밀도 및 시간 구간에서 RS를 전송할지 여부를 결정할 수 있다. 도시되지 아니하였으나, 기지국(110)이 시간 구간에서 RS를 전송할 것으로 결정한 경우, 기지국(110)은 RS 밀도를 포함하는 RS 설정을 포함하는 인덱스 및 해당 시간 구간에서 RS가 전송됨을 지시하는 지시자를 포함하는 정보를 셀 내 단말들로 해당 시간 구간에서 전송할 수 있다. 다른 예로, 기지국(110)이 시간 구간에서 RS를 전송하지 않을 것으로 결정한 경우, 기지국(110)은 해당 시간 구간에서 RS가 전송되지 않음을 지시하는 지시자를 포함하는 정보를 셀 내 단말들로 해당 시간 구간에서 전송할 수 있다.

[0209] 1509 단계에서, 단말(120)은 학습 알고리즘을 갱신할 수 있다. 예를 들어, 단말(120)이 기지국(110)으로부터 시간 구간에서 RS가 전송됨을 지시하는 지시자를 수신한 경우, 단말(120)은 인덱스에 의해 지시된 RS 설정에서의 RS 밀도로 전송되는 셀-특정 학습을 위한 RS들을 기지국(110)으로부터 해당 시간 구간에서 비주기적 또는 유동적으로 수신하고, RS들에 기반하여 채널 값들을 추정하고, 추정된 채널 값들에 기반하여 학습 알고리즘을 갱신할 수 있다.

[0211] **실시 예 3) 단말들간 학습 알고리즘의 가중치들을 공유하는 방법**

[0212] 학습 알고리즘을 이용하여 채널 예측을 수행함에 있어서, 채널 예측을 위해 학습 알고리즘이 적용되는 채널 추정 값들의 분포가 학습 알고리즘의 설계를 위해 사용된 채널 추정 값들의 분포와 상이할 경우, 단말은 학습 알고리즘을 갱신시켜야 한다. 그러나, 단말이 학습 알고리즘의 가중치들을 공유받을 경우, 단말은 공유 받은 가중치들에 기반하여 학습 알고리즘을 갱신함으로써 높은 예측 정확도를 가지는 학습 알고리즘을 빠르게 설계할 수 있다. 다시 말해서, 단말은 설계된 학습 알고리즘의 가중치들을 단말과 유사한 특징 정보를 가지는 다른 단말에게 공유함으로써, 다른 단말이 보다 빠르게 학습 알고리즘을 갱신하게 할 수 있다. 학습 지원에 기지국이 관여하는지 여부에 따라 학습 지원은 하기와 같은 두 가지 종류의 학습 지원들을 포함할 수 있다.

[0214] (실시 예 3-A) 기지국을 통한 학습 지원

[0215] 단말은 단말의 특징 정보를 기지국으로 송신할 수 있고, 기지국은 단말의 특징 정보와 유사한 다른 단말의 특징 정보에 대응하는 다른 단말의 학습 알고리즘을 검색하고, 검색된 다른 단말의 학습 알고리즘의 가중치들을 단말에게 송신할 수 있다. 단말 및 다른 단말 사이의 특징 정보가 유사할 경우(예: 채널의 분포 및/또는 특성이 유사할 경우), 단말은 다른 단말의 학습 알고리즘의 가중치들을 공유받을 수 있고, 공유 받은 가중치들에 기반하여 단말의 학습 알고리즘을 갱신함으로써 단말의 학습 알고리즘을 빠르게 설계할 수 있다. 학습 알고리즘의 설계를 완료한 단말들은 설계된 학습 알고리즘의 가중치들 및 특징 정보를 상위 계층 시그널링을 통해 기지국으로 송신할 수 있다. 예를 들어, 단말은 설계된 학습 알고리즘의 가중치들 및 특징 정보를 RRC 아이들(idle) 상태에서 사전에 상위 계층 시그널링을 통해 기지국으로 송신할 수 있다. 학습 알고리즘의 가중치들을 공유 받은 단말은 단말의 학습 알고리즘의 가중치들을 공유된 가중치들로 설정할 수 있고, 기지국으로부터 수신된 단말-특정 학습 또는 셀-특정 학습을 위한 RS들에 기반하여 공유된 가중치들이 설정된 학습 알고리즘을 갱신할 수 있다.

[0217] 도 16은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 학습 지원을 위한 단말의 흐름도를 도시한다. 도 16은 단말(120)의 동작 방법을 예시한다.

[0218] 도 16을 참고하면, 1601 단계에서, 단말은 단말의 특징 정보를 기지국으로 송신할 수 있다. 예를 들어, 단말은 시간 구간들에서 채널 값들을 추정하여 채널 값들의 분포 및/또는 채널의 특성을 식별하고, 채널 값들의 분포 및/또는 채널의 특성을 반영하는 단말의 특징 정보를 획득할 수 있다. 단말은 단말의 특징 정보를 RRC 아이들 상태에서 상위 계층 시그널링을 통해 기지국으로 송신할 수 있다.

[0219] 1603 단계에서, 단말은 다른 단말의 학습 알고리즘의 가중치들이 수신되는지 여부를 결정할 수 있다. 예를

들어, 단말은 기지국으로부터 단말의 특징 정보와 유사한 다른 단말의 특징 정보에 대응하는 다른 단말의 학습 알고리즘의 가중치들이 공유되는지 여부를 결정할 수 있다.

[0220] 다른 단말의 학습 알고리즘의 가중치들이 수신되지 않는 경우, 1605 단계에서, 단말은 학습 알고리즘을 초기화할 수 있다. 다시 말해서, 단말은 임의로 가중치들을 생성하고, 생성된 가중치들을 학습 알고리즘의 초기 가중치들로 설정할 수 있다.

[0221] 다른 단말의 학습 알고리즘의 가중치들이 수신되는 경우, 1607 단계에서, 단말은 수신된 가중치들을 단말의 학습 알고리즘에 적용할 수 있다. 다시 말해서, 단말은 단말의 학습 알고리즘의 가중치들을 수신된 가중치들로 설정할 수 있다.

[0222] 1609 단계에서, 단말은 학습 알고리즘을 갱신할 수 있다. 단말은 기지국으로부터 수신된 RS들에 기반하여, 초기화된 가중치들 또는 기지국으로부터 수신된 가중치들이 설정된 학습 알고리즘을 갱신할 수 있다.

[0224] 도 17은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 학습 지원을 위한 기지국의 흐름도를 도시한다. 도 17은 기지국(110)의 동작 방법을 예시한다.

[0225] 도 17을 참고하면, 1701 단계에서, 기지국은 단말의 특징 정보를 수신한다. 예를 들어, 기지국은 채널 값들의 분포 및/또는 채널의 특성을 반영하는 단말의 특징 정보를 상위 계층 시그널링을 통해 단말로부터 수신할 수 있다.

[0226] 1703 단계에서, 기지국은 단말의 특징 정보와 유사한 다른 단말의 특징 정보를 검색할 수 있다. 예를 들어, 기지국은 기지국의 메모리에 저장된 하나 이상의 다른 단말들의 특징 정보 중에서 단말의 특징 정보와 유사한 다른 단말의 특징 정보를 검색할 수 있다.

[0227] 1705 단계에서, 기지국은 다른 단말의 학습 알고리즘의 가중치들을 단말로 송신할 수 있다. 기지국은 단말의 특징 정보와 유사한 다른 단말의 특징 정보를 기지국의 메모리에서 검색하고, 검색된 다른 단말의 특징 정보에 대응하는 다른 단말의 학습 알고리즘의 가중치들을 단말로 송신할 수 있다.

[0229] 도 18은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 학습 지원을 위한 단말 및 기지국 사이의 신호 흐름도를 도시한다.

[0230] 도 18을 참고하면, 1801 단계에서, 단말(130)은 학습 알고리즘을 설계할 수 있다. 단말(130)은 학습 알고리즘의 반복적인 갱신 또는 학습 알고리즘의 검증에 따라 유효한 학습 알고리즘 및/도는 유효한 학습 알고리즘의 가중치들을 결정할 수 있다.

[0231] 1803 단계에서, 단말(130)은 학습 알고리즘의 가중치들의 전체 또는 일부를 기지국(110)으로 송신할 수 있다. 예를 들어, 단말(130)은 학습 알고리즘의 가중치들의 전체 또는 일부를 RRC 아이들 상태에서 사전에 상위 계층 시그널링을 통해 기지국(110)으로 송신할 수 있다. 기지국(110)은 수신된 단말(130)의 학습 알고리즘의 가중치들을 기지국의 메모리에 저장할 수 있다.

[0232] 1805 단계에서, 단말(130)은 단말(130)의 특징 정보를 기지국(110)으로 송신할 수 있다. 예를 들어, 단말(130)은 시간 구간들에서 채널 값들을 추정하여 채널 값들의 분포 및/또는 채널의 특성을 식별하고, 채널 값들의 분포 및/또는 채널의 특성을 반영하는 단말(130)의 특징 정보를 획득할 수 있다. 단말(130)은 단말(130)의 특징 정보를 RRC 아이들 상태에서 상위 계층 시그널링을 통해 기지국(110)으로 송신할 수 있다. 기지국(110)은 수신된 단말(130)의 특징 정보를 기지국(110)의 메모리에 저장할 수 있고, 단말(130)의 특징 정보를 단말(130)의 학습 알고리즘의 가중치들과 연관시킬 수 있다.

[0233] 1807 단계에서, 단말(120)은 단말(120)의 특징 정보를 결정할 수 있다. 예를 들어, 단말(120)은 시간 구간들에서 채널 값들을 추정하여 채널 값들의 분포 및/또는 채널의 특성을 식별하고, 채널 값들의 분포 및/또는 채널의 특성을 반영하는 단말(120)의 특징 정보를 획득할 수 있다.

[0234] 1809 단계에서, 단말(120)은 단말(120)의 특징 정보를 기지국(110)으로 송신할 수 있다. 예를 들어, 단말(120)은 단말(120)의 특징 정보를 RRC 아이들 상태에서 상위 계층 시그널링을 통해 기지국(110)으로 송신할 수 있다. 기지국(110)은 단말(120)의 특징 정보를 수신하고, 수신된 단말(120)의 특징 정보를 기지국(110)의 메모리에 저

장할 수 있다.

[0235] 1811 단계에서, 기지국(110)은 특징 정보를 검색할 수 있다. 보다 상세하게, 기지국(110)은 기지국(110)의 메모리에 저장된 하나 이상의 단말들의 특징 정보 중에서 단말(120)의 특징 정보와 유사한 단말(130)의 특징 정보를 검색할 수 있다.

[0236] 1813 단계에서, 기지국(110)은 단말(130)의 학습 알고리즘의 가중치들을 단말(120)로 송신할 수 있다. 기지국(110)은 1811 단계에서 검색된 단말(130)의 특징 정보에 대응하는 단말(130)의 학습 알고리즘의 가중치들을 식별하고, 단말(130)의 학습 알고리즘의 가중치들을 단말(120)로 송신할 수 있다.

[0237] 1815 단계에서, 단말(120)은 수신된 가중치들을 단말(120)의 학습 알고리즘에 적용할 수 있다. 단말(120)은 단말(120)의 학습 알고리즘의 가중치들을 수신된 가중치들로 설정할 수 있다. 도시되지 아니하였으나, 단말(120)은 기지국(110)으로부터 RS들을 수신하고, RS들에 기반하여 채널 값들을 추정하고, 추정된 채널 값들에 기반하여, 수신된 가중치들이 설정된 학습 알고리즘을 갱신할 수 있다.

[0238] 도 18에서, 1803 단계가 1805 단계보다 먼저 수행되는 것으로 설명되었으나, 이는 예시적인 것이고, 1805 단계가 1803 단계보다 먼저 수행되거나, 1803 단계 및 1805 단계가 동시에 수행될 수도 있다.

[0240] (실시 예 3-B) 단말들 사이의 직접 통신(direct communication)을 통한 학습 지원

[0241] 단말은 다른 단말과 기지국을 거치지 않고 직접 통신을 수행할 수 있다. 단말은 사이드링크를 통해 다른 단말로 단말의 식별자, 단말의 특징 정보 또는 학습 지원을 요청함을 지시하는 식별자 중 적어도 하나를 포함하는 정보를 송신하거나, 다른 단말로부터 이러한 정보를 수신할 수 있다. 단말은 다른 단말로부터 학습 지원을 요청하는 식별자를 수신함에 따라, 수신된 다른 단말의 특징 정보와 단말의 특징 정보가 유사한지 여부를 결정하고, 수신된 다른 단말의 특징 정보와 단말의 특징 정보가 유사할 경우, 다른 단말의 식별자에 따라 식별된 다른 단말로 단말의 특징 정보에 대응하는 학습 알고리즘의 가중치들을 송신할 수 있다.

[0243] **실시 예 4)채널 예측의 결과를 이용하여 링크 적응을 수행하는 방법**

[0244] 단말은 학습 알고리즘을 이용하여 채널 예측을 수행하기 위해, 갱신된 학습 알고리즘이 충분한 예측 정확도를 가지는지 여부를 검증할 필요가 있다. 주기적 셀-특정 학습이 수행될 경우, 단말은 주기적 셀-특정 학습의 학습 페이즈를 위한 RS들을 이용하여 학습 알고리즘의 예측 정확도를 결정할 수 있다. 또한, 단말은 RS들에 기반하여 추정된 채널 값과, 예측된 채널 값 사이의 비교에 기반하여 학습 알고리즘의 예측 정확도를 검증할 수 있다. 단말은 학습 알고리즘이 유효한지 여부를 결정하고, 학습 알고리즘이 비유효할 경우 기지국으로 RSDI 및/또는 RSR을 전송하여 학습 알고리즘의 갱신을 요청하고, 채널 예측 정보를 기지국으로 피드백할 수 있다. 학습 알고리즘의 유효성을 결정하기 위해, 하기와 같은 세부 실시 예들이 고려될 수 있다:

[0246] (실시 예 2-A)주기적 유효성 결정

[0247] 단말은 학습 페이즈가 수행되지 않을 경우의 RS 전송 주기 또는 주기적 셀-특정 학습을 위한 학습 페이즈의 RS 전송 주기마다 학습 알고리즘의 유효성을 결정할 수 있다. 채널 예측을 수행하는 동안 채널 환경의 변화가 발생할 경우, 단말은 학습 알고리즘의 갱신을 기지국에게 요청할 수 있다. 따라서, 채널 환경의 변화로 인한 성능 열화가 방지될 수 있다.

[0249] (실시 예 2-B)CFT 설정

[0250] 단말은 채널 예측을 수행하는 동안 학습 알고리즘이 유효한지 여부를 결정하지 아니할 수 있으며, 단말이 채널 예측을 수행하는 듀레이션(duration) 또는 단말이 학습 알고리즘의 유효성을 검증하지 않는 듀레이션은 CFT로 지칭될 수 있다. 단말은 CFT 동안 RSDI 및/또는 RSR을 전송하지 아니하므로, 피드백 오버헤드가 감소될 수 있다.

[0252] 갱신된 학습 알고리즘이 채널 예측을 위해 유효하다고 결정될 경우, 단말은 채널 예측을 수행하여 RS가 전송되지 않는 시간 구간에 대한 채널 값을 예측할 수 있다. 따라서, 단말은 RS가 전송되지 않는 시간 구간에 대한 채널 예측 정보(예: SINR, CSI)를 사전에 획득할 수 있다. 단말은 채널 추정 값으로부터 도출된 CSI분만 아니라, 채널 예측을 통해 획득된 채널 예측 정보를 기지국으로 송신할 수 있다. 채널 예측 정보의 피드백을 위한 방법은 하기의 두 가지 방법들을 포함할 수 있다:

[0254] (실시 예 2-C) 주기적인 채널 예측 정보의 피드백

[0255] 단말은 RS들을 수신하고, 수신된 RS들에 기반하여 다음 RS들이 수신되기 전까지의 시간 구간들에 대한 채널 예측 정보를 주기적으로 기지국으로 송신할 수 있다. 다시 말해서, 단말은 채널 예측의 보고 주기에 따라 채널 예측 정보를 기지국으로 주기적으로 송신하거나, 채널 예측의 보고 주기에 따라 결정된 시간 구간에서 채널 예측 정보를 기지국으로 송신할 수 있다.

[0257] (실시 예 2-D) 비주기적인 채널 예측 정보의 피드백

[0258] 단말은 채널 예측 정보를 획득하고, 채널 예측 정보의 변화가 존재할 때마다 비주기적으로 기지국으로 채널 예측 정보를 피드백할 수 있다. 다시 말해서, 단말은 채널 예측 정보가 이전 채널 예측 정보와 상이하다는 결정에 대응하여 비주기적으로 채널 예측 정보를 기지국으로 송신할 수 있다.

[0260] 도 19는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 학습 알고리즘에 기반한 채널 예측의 효과를 도시한다.

[0261] 도 19를 참고하면, 단말(120)은 시간 구간들(1911, 1913, 1915)에서 기지국(110)으로부터 RS들을 수신하고, 수신된 RS들에 기반하여 시간 구간들(1911, 1913, 1915)에 대한 채널 추정 값을 획득할 수 있다. 나아가, 단말(120)은 시간 구간들(1911, 1913, 1915) 중 적어도 하나에 대한 채널 추정 값에 학습 알고리즘을 적용하여, RS가 전송되지 않는 시간 구간(1917) 및/또는 시간 구간(1919)에 대한 채널 예측 값을 획득할 수 있다. 예를 들어, 단말(120)은 학습 페이즈에 따라 기지국(110)으로부터 전송되는 RS들에 기반하여 학습 알고리즘을 모델링 또는 설계할 수 있고, 그래프(1920)에 도시된 것과 같이 채널 추정 값들에 설계된 학습 알고리즘을 적용하여 채널 예측 값을 획득할 수 있다. 그래프(1920)에서, 가로축은 시간이고, 세로 축은 채널 값일 수 있다.

[0262] 이와 같이, 단말(120)은 학습 알고리즘을 이용하여 RS가 전송되지 않는 시간 구간들(예: 시간 구간(1917) 및/또는 시간 구간(1919))에 대한 채널 예측을 수행함으로써, 링크 적응 성능이 향상될 수 있다. 다시 말해서, 단말(120)은 RS가 전송되지 않는 시간 구간들에 대한 채널 예측 정보를 획득하고, 채널 예측 정보를 기지국으로 피드백할 수 있고, 따라서 링크 적응 성능이 향상되고, 쓰루풋(throughput)이 증가할 수 있다.

[0264] 본 개시의 청구항 또는 명세서에 기재된 실시 예들에 따른 방법들은 하드웨어, 소프트웨어, 또는 하드웨어와 소프트웨어의 조합의 형태로 구현될(implemented) 수 있다.

[0265] 소프트웨어로 구현하는 경우, 하나 이상의 프로그램(소프트웨어 모듈)을 저장하는 컴퓨터 판독 가능 저장 매체가 제공될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 저장 매체에 저장되는 하나 이상의 프로그램은, 전자 장치(device) 내의 하나 이상의 프로세서에 의해 실행 가능하도록 구성된다(configured for execution). 하나 이상의 프로그램은, 전자 장치로 하여금 본 개시의 청구항 또는 명세서에 기재된 실시 예들에 따른 방법들을 실행하게 하는 명령어(instructions)를 포함한다.

[0266] 이러한 프로그램(소프트웨어 모듈, 소프트웨어)은 랜덤 액세스 메모리 (random access memory), 플래시(flash) 메모리를 포함하는 불휘발성(non-volatile) 메모리, 롬(read only memory, ROM), 전기적 삭제가능 프로그램가능 롬(electrically erasable programmable read only memory, EEPROM), 자기 디스크 저장 장치(magnetic disc storage device), 컴팩트 디스크 롬(compact disc-ROM, CD-ROM), 디지털 다목적 디스크(digital versatile discs, DVDs) 또는 다른 형태의 광학 저장 장치, 마그네틱 카세트(magnetic cassette)에 저장될 수 있다. 또는, 이들의 일부 또는 전부의 조합으로 구성된 메모리에 저장될 수 있다. 또한, 각각의 구성 메모리는 다수

개 포함될 수도 있다.

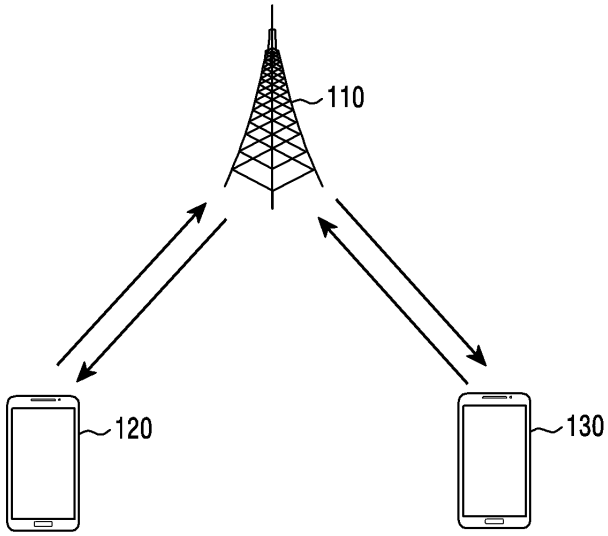
[0267] 또한, 프로그램은 인터넷(Internet), 인트라넷(Intranet), LAN(local area network), WAN(wide area network), 또는 SAN(storage area network)과 같은 통신 네트워크, 또는 이들의 조합으로 구성된 통신 네트워크를 통하여 접근(access)할 수 있는 부착 가능한(attachable) 저장 장치(storage device)에 저장될 수 있다. 이러한 저장 장치는 외부 포트를 통하여 본 개시의 실시 예를 수행하는 장치에 접속할 수 있다. 또한, 통신 네트워크상의 별도의 저장장치가 본 개시의 실시 예를 수행하는 장치에 접속할 수도 있다.

[0268] 상술한 본 개시의 구체적인 실시 예들에서, 개시에 포함되는 구성 요소는 제시된 구체적인 실시 예에 따라 단수 또는 복수로 표현되었다. 그러나, 단수 또는 복수의 표현은 설명의 편의를 위해 제시한 상황에 적합하게 선택된 것으로서, 본 개시가 단수 또는 복수의 구성 요소에 제한되는 것은 아니며, 복수로 표현된 구성 요소라 하더라도 단수로 구성되거나, 단수로 표현된 구성 요소라 하더라도 복수로 구성될 수 있다.

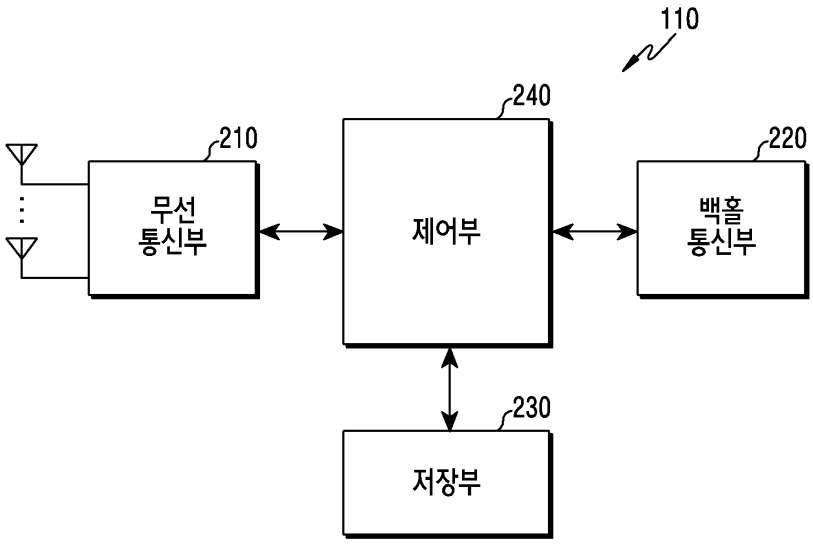
[0269] 한편 본 개시의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 본 개시의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 개시의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니 되며 후술하는 특허청구의 범위뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면

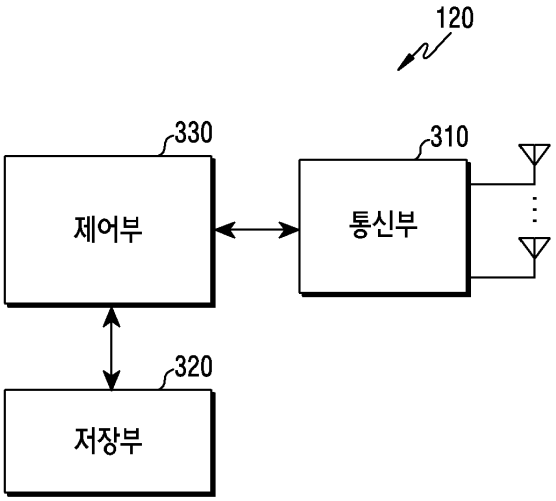
도면1



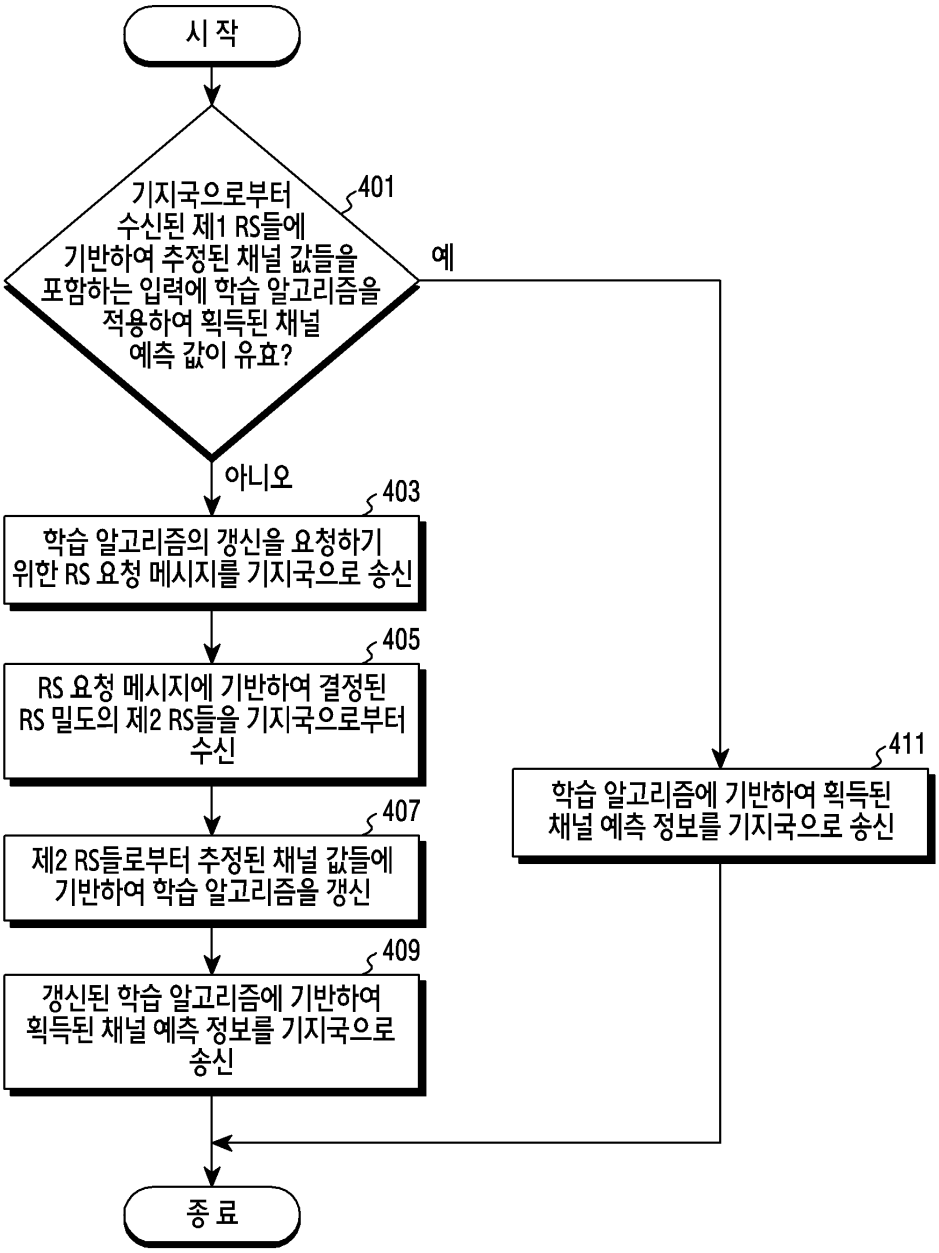
도면2


110
240
210
220
무선
통신부
제어부
백홀
통신부
230
저장부

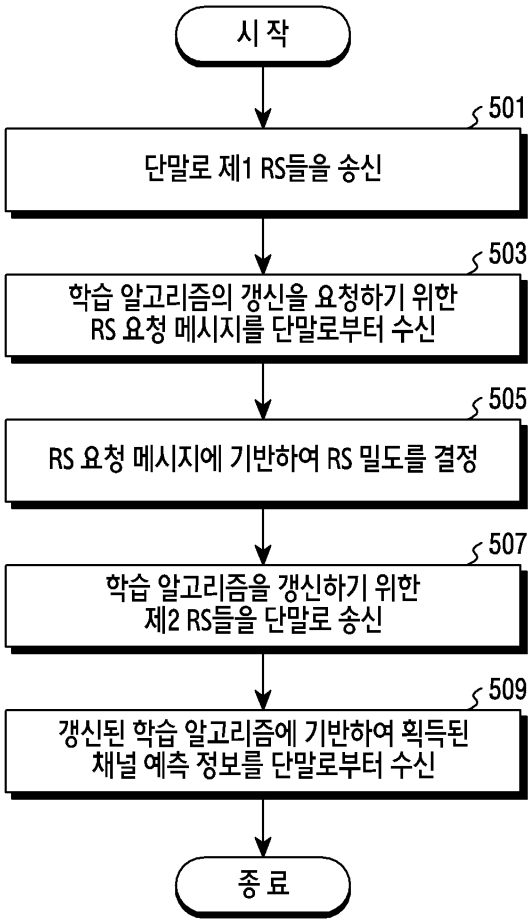
도면3


120
330
310
제어부
통신부
320
저장부

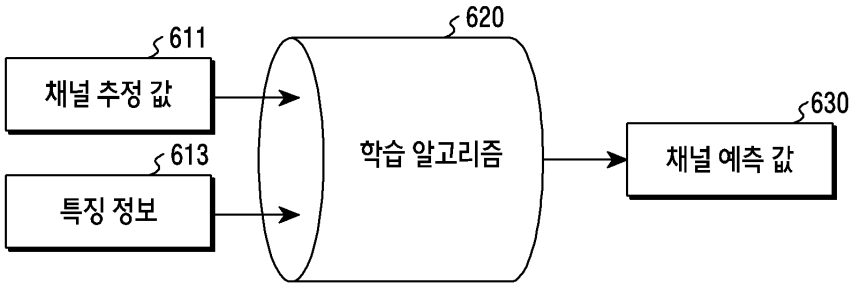
도면4


시 작
기지국으로부터 수신된 제1 RS들에 기반하여 추정된 채널 값들을 포함하는 입력에 학습 알고리즘을 적용하여 획득된 채널 예측 값이 유효?
401
예
아니오
403
학습 알고리즘의 갱신을 요청하기 위한 RS 요청 메시지를 기지국으로 송신
405
RS 요청 메시지에 기반하여 결정된 RS 밀도의 제2 RS들을 기지국으로부터 수신
407
제2 RS들로부터 추정된 채널 값들에 기반하여 학습 알고리즘을 갱신
409
갱신된 학습 알고리즘에 기반하여 획득된 채널 예측 정보를 기지국으로 송신
411
학습 알고리즘에 기반하여 획득된 채널 예측 정보를 기지국으로 송신
종 료

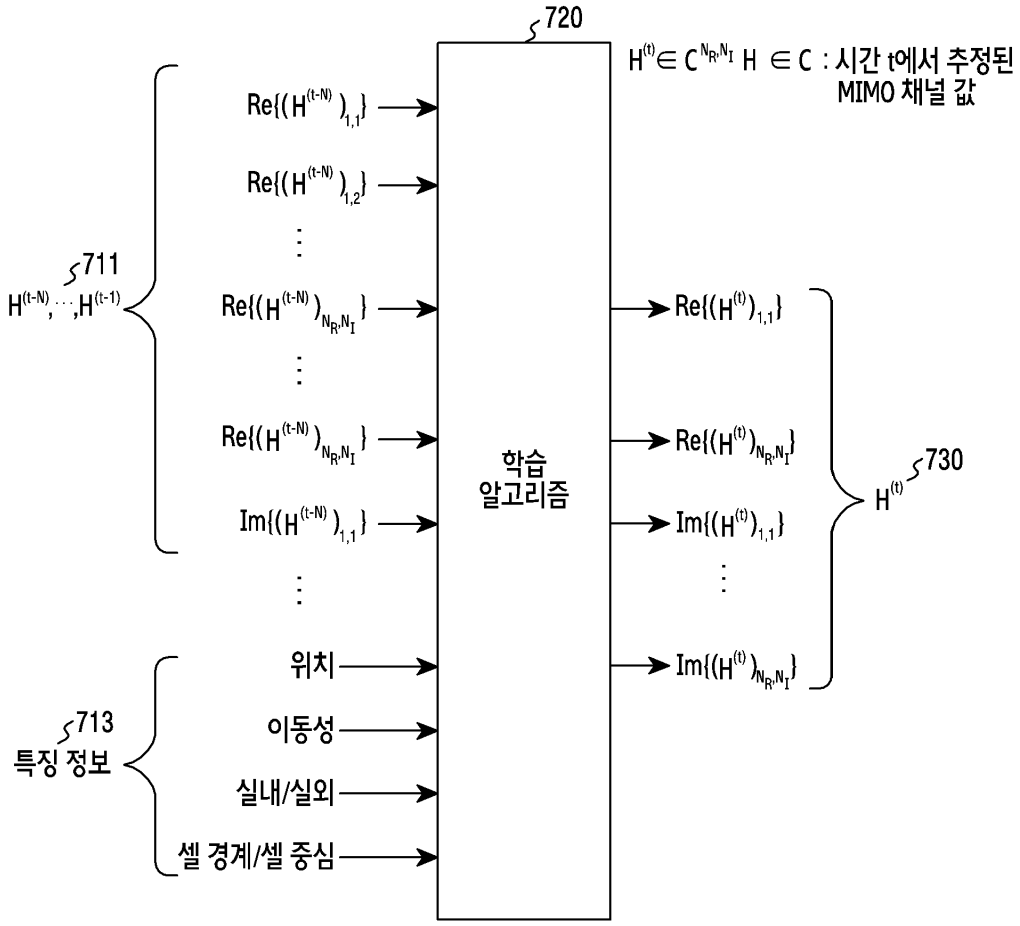
도면5


시 작
501
단말로 제1 RS들을 송신
503
학습 알고리즘의 갱신을 요청하기 위한
RS 요청 메시지를 단말로부터 수신
505
RS 요청 메시지에 기반하여 RS 밀도를 결정
507
학습 알고리즘을 갱신하기 위한
제2 RS들을 단말로 송신
509
갱신된 학습 알고리즘에 기반하여 획득된
채널 예측 정보를 단말로부터 수신
종 료

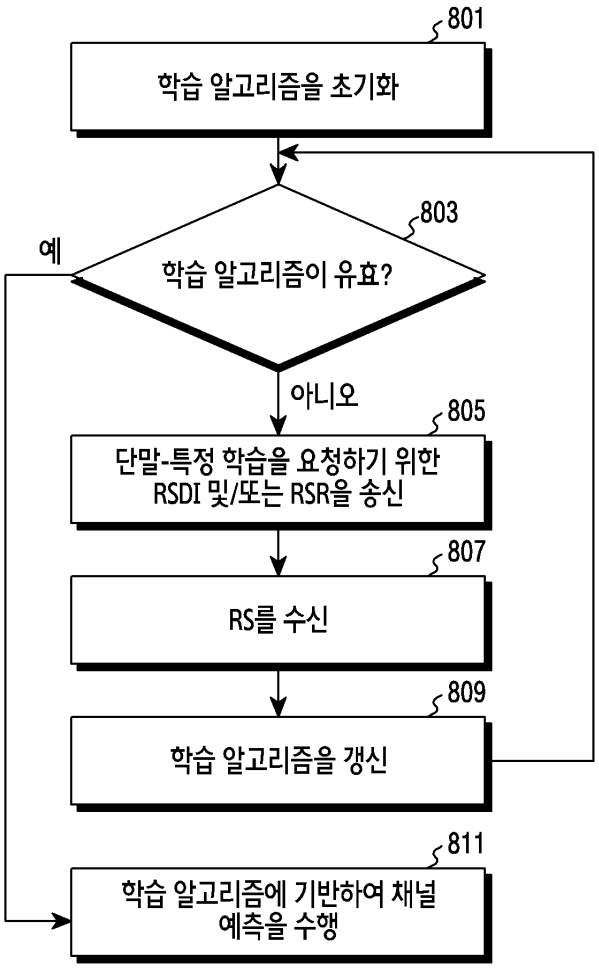
도면6


611
채널 추정 값
613
특징 정보
620
학습 알고리즘
630
채널 예측 값

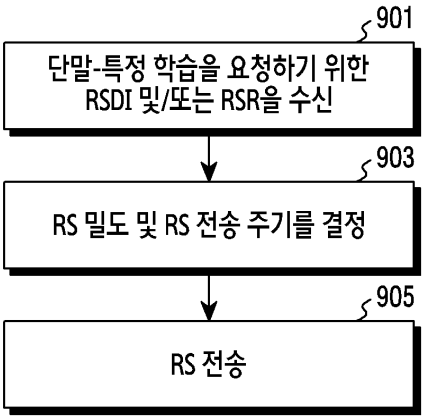
도면7


720
$H^{(t)} \in C^{N_R,N_I}$ H ∈ C : 시간 t에서 추정된 MIMO 채널 값
711
$H^{(t-N)}, \cdots, H^{(t-1)}$
$Re\{(H^{(t-N)})_{1,1}\}$
$Re\{(H^{(t-N)})_{1,2}\}$
$Re\{(H^{(t-N)})_{N_R,N_I}\}$
$Re\{(H^{(t-N)})_{N_R,N_I}\}$
$Im\{(H^{(t-N)})_{1,1}\}$
학습 알고리즘
$Re\{(H^{(t)})_{1,1}\}$
$Re\{(H^{(t)})_{N_R,N_I}\}$
$Im\{(H^{(t)})_{1,1}\}$
$Im\{(H^{(t)})_{N_R,N_I}\}$
730
$H^{(t)}$
713
특징 정보
위치
이동성
실내/실외
셀 경계/셀 중심

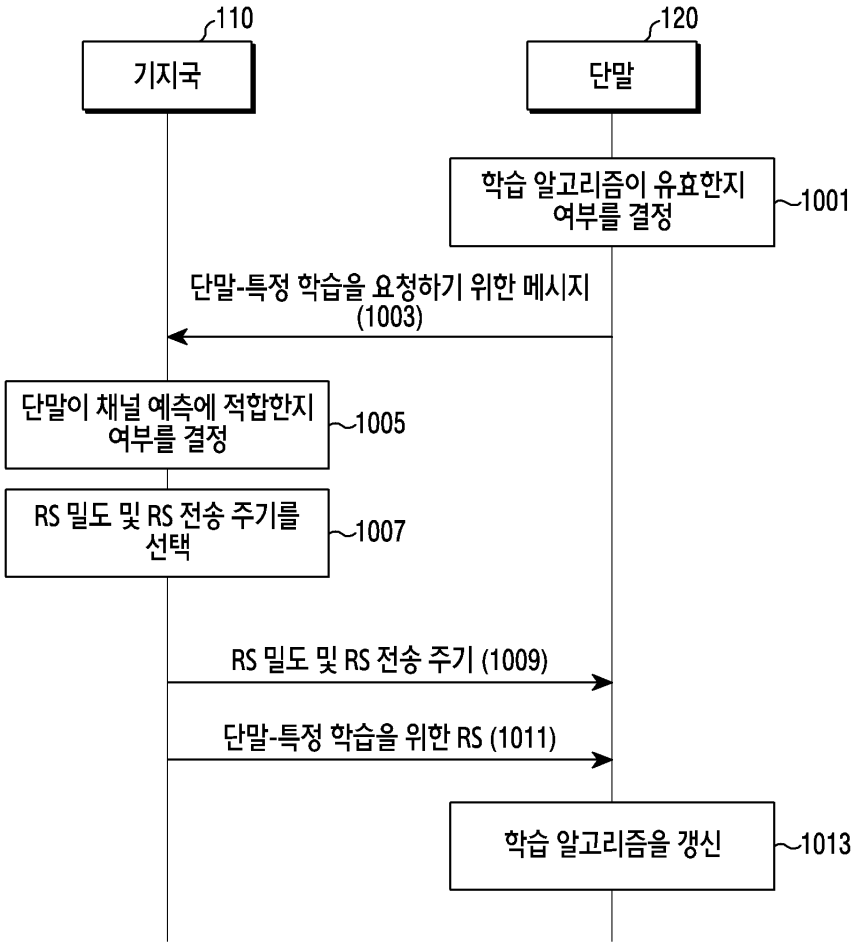
도면8


801
학습 알고리즘을 초기화
803
학습 알고리즘이 유효?
예
아니오
805
단말-특정 학습을 요청하기 위한 RSDI 및/또는 RSR을 송신
807
RS를 수신
809
학습 알고리즘을 갱신
811
학습 알고리즘에 기반하여 채널 예측을 수행

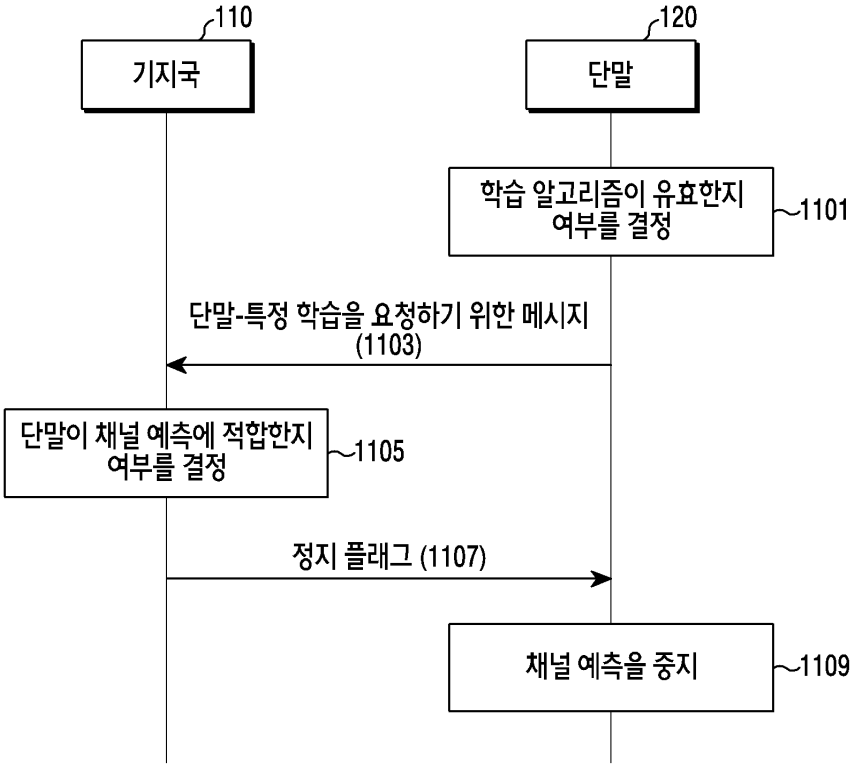
도면9


901
단말-특정 학습을 요청하기 위한 RSDI 및/또는 RSR을 수신
903
RS 밀도 및 RS 전송 주기를 결정
905
RS 전송

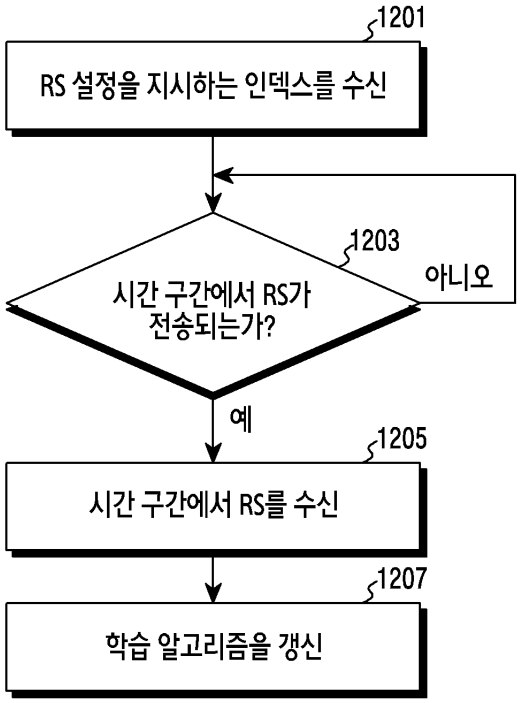
도면10


110
기지국
120
단말
학습 알고리즘이 유효한지 여부를 결정
1001
단말-특정 학습을 요청하기 위한 메시지 (1003)
단말이 채널 예측에 적합한지 여부를 결정
1005
RS 밀도 및 RS 전송 주기를 선택
1007
RS 밀도 및 RS 전송 주기 (1009)
단말-특정 학습을 위한 RS (1011)
학습 알고리즘을 갱신
1013

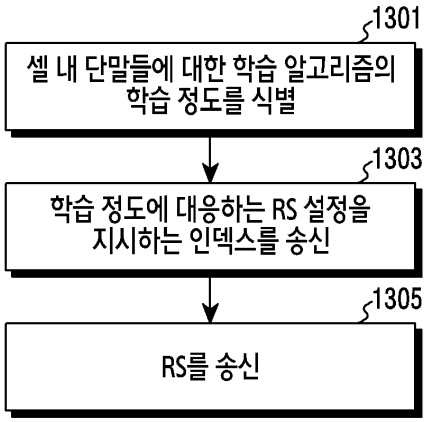
도면11


110
기지국
120
단말
학습 알고리즘이 유효한지 여부를 결정
1101
단말-특정 학습을 요청하기 위한 메시지 (1103)
단말이 채널 예측에 적합한지 여부를 결정
1105
정지 플래그 (1107)
채널 예측을 중지
1109

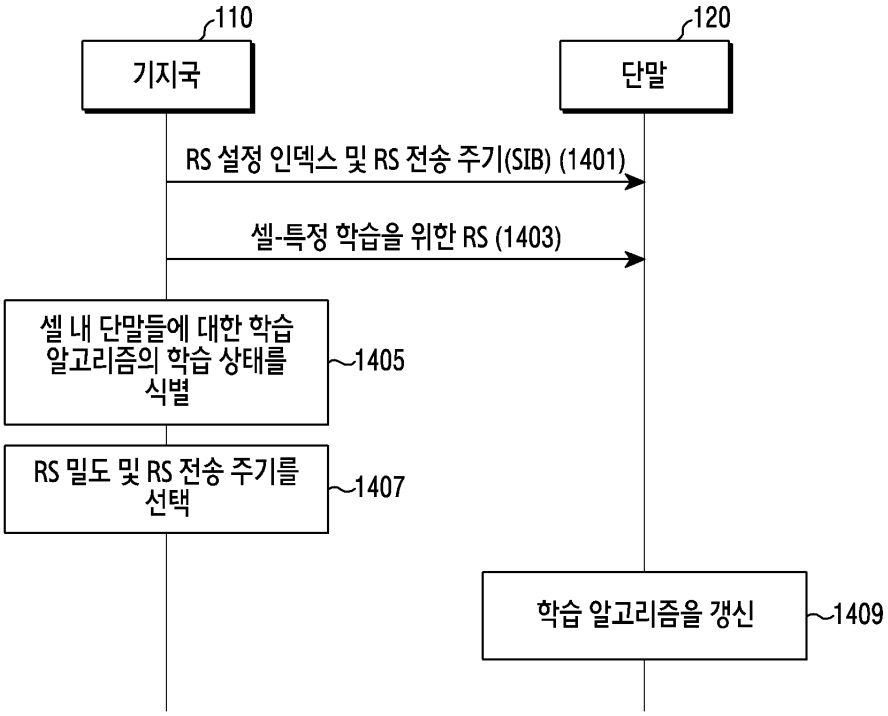
도면12


1201
RS 설정을 지시하는 인덱스를 수신
1203
시간 구간에서 RS가 전송되는가?
아니오
예
1205
시간 구간에서 RS를 수신
1207
학습 알고리즘을 갱신

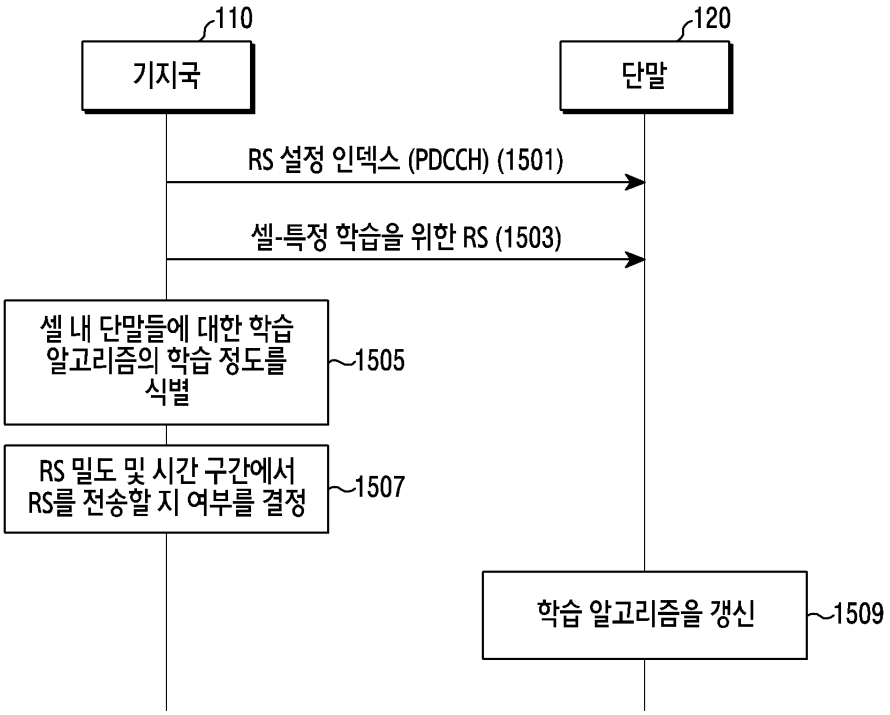
도면13


1301
셀 내 단말들에 대한 학습 알고리즘의 학습 정도를 식별
1303
학습 정도에 대응하는 RS 설정을 지시하는 인덱스를 송신
1305
RS를 송신

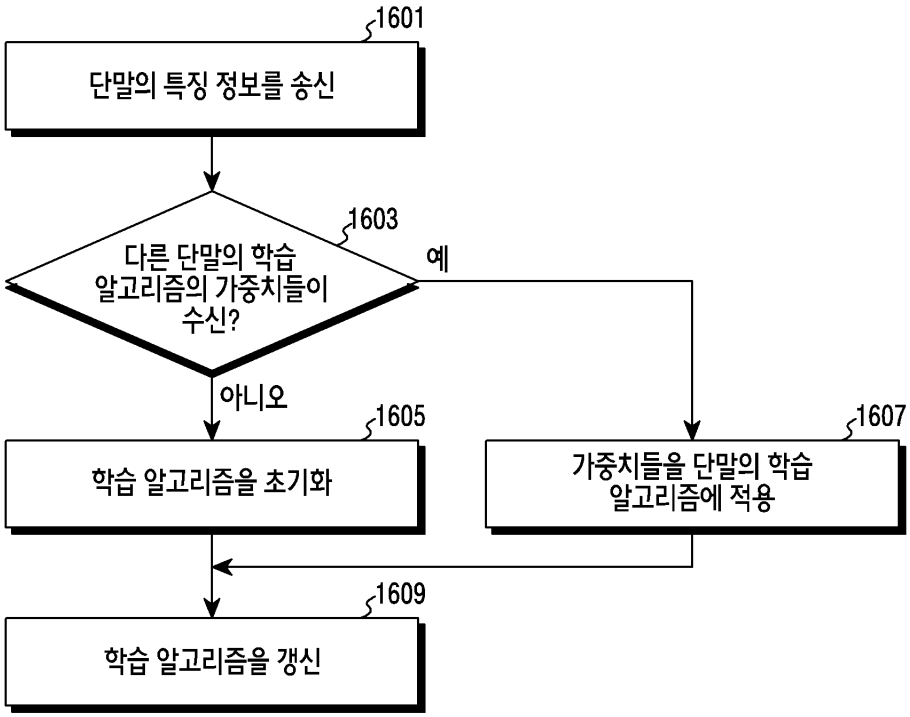
도면14


110
기지국
120
단말
RS 설정 인덱스 및 RS 전송 주기(SIB) (1401)
셀-특정 학습을 위한 RS (1403)
셀 내 단말들에 대한 학습 알고리즘의 학습 상태를 식별
1405
RS 밀도 및 RS 전송 주기를 선택
1407
학습 알고리즘을 갱신
1409

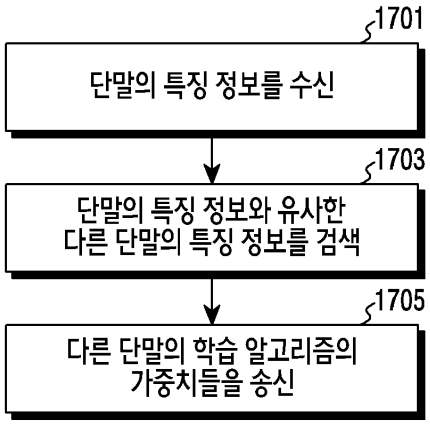
도면15


110
기지국
120
단말
RS 설정 인덱스 (PDCCH) (1501)
셀-특정 학습을 위한 RS (1503)
셀 내 단말들에 대한 학습 알고리즘의 학습 정도를 식별
1505
RS 밀도 및 시간 구간에서 RS를 전송할 지 여부를 결정
1507
학습 알고리즘을 갱신
1509

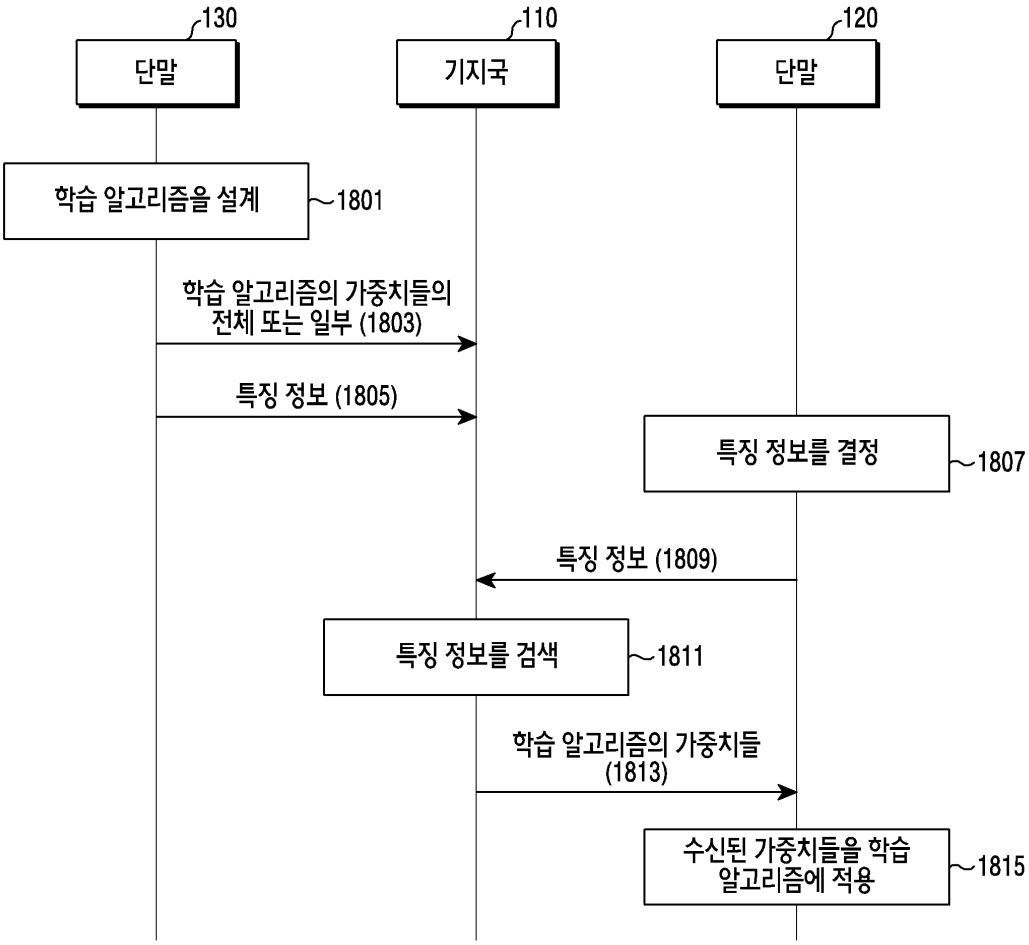
도면16


1601
단말의 특징 정보를 송신
1603
다른 단말의 학습 알고리즘의 가중치들이 수신?
예
아니오
1605
학습 알고리즘을 초기화
1607
가중치들을 단말의 학습 알고리즘에 적용
1609
학습 알고리즘을 갱신

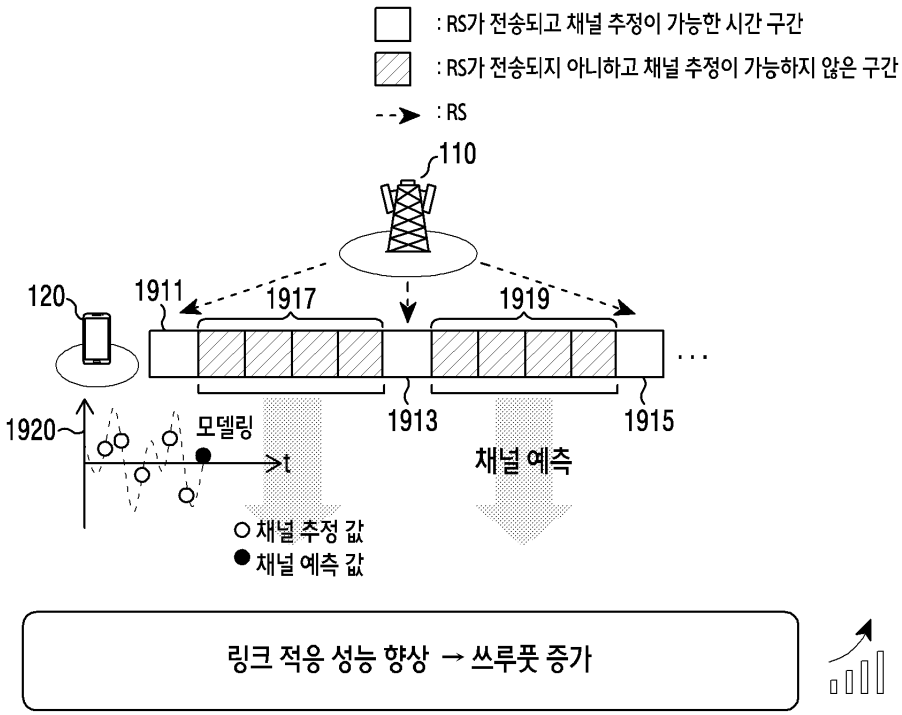
도면17


1701
단말의 특징 정보를 수신
1703
단말의 특징 정보와 유사한
다른 단말의 특징 정보를 검색
1705
다른 단말의 학습 알고리즘의
가중치들을 송신

도면18


130
단말
110
기지국
120
단말
학습 알고리즘을 설계
1801
학습 알고리즘의 가중치들의
전체 또는 일부 (1803)
특징 정보 (1805)
특징 정보를 결정
1807
특징 정보 (1809)
특징 정보를 검색
1811
학습 알고리즘의 가중치들
(1813)
수신된 가중치들을 학습
알고리즘에 적용
1815

도면19


: RS가 전송되고 채널 추정이 가능한 시간 구간
: RS가 전송되지 아니하고 채널 추정이 가능하지 않은 구간
: RS
110
120
1911
1917
1919
1913
1915
1920
모델링
t
채널 예측
채널 추정 값
채널 예측 값
링크 적응 성능 향상 → 쓰루풋 증가