



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0084862
(43) 공개일자 2024년06월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04W 24/02 (2009.01) G06N 3/04 (2023.01)
H01Q 1/27 (2006.01) H04B 17/24 (2015.01)
H04B 17/26 (2015.01) H04B 7/06 (2017.01)
H04L 1/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H04W 24/02 (2013.01)
G06N 3/04 (2023.01)

(21) 출원번호 10-2022-0169636

(22) 출원일자 2022년12월07일

심사청구일자 2022년12월07일

(71) 출원인

엘아이지넥스원 주식회사
경기도 용인시 기흥구 마북로 207 (마북동)
국립한밭대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)

(72) 발명자

윤동환
경기도 성남시 분당구 판교로 333 (삼평동)
선중규
경기도 성남시 분당구 판교로 333 (삼평동)
(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인우인

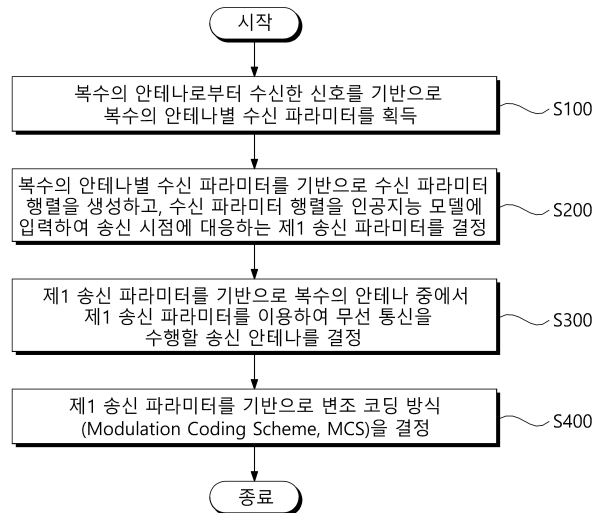
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 전술무선통신 시스템에서 인공지능 기술을 이용한 통신 파라미터 결정 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명의 다양한 실시예에 따르면, 전술무선통신 시스템에서 인공지능 기술을 이용한 통신 파라미터 결정 장치 및 방법을 적용함으로써, 다수의 안테나를 사용하여 이동 중인 전술통신환경에서 통신 신뢰성 및 전송속도를 높이기 위해 인공지능 기술을 이용하여 최적의 송신 안테나를 선택하고, 최적의 통신 파라미터를 선택할 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

H01Q 1/273 (2013.01)

H04B 17/24 (2015.01)

H04B 17/26 (2015.01)

H04B 7/0602 (2013.01)

H04L 1/0016 (2013.01)

(72) 발명자

정의림

대전광역시 유성구 동서대로 125, 한밭대학교 N5동
315호

최재웅

대전광역시 유성구 동서대로 125, 한밭대학교 N5동
315호

오정은

대전광역시 유성구 동서대로 125, 한밭대학교 N5동
315호

조아민

대전광역시 유성구 동서대로 125, 한밭대학교 N5동
315호

명세서

청구범위

청구항 1

인공지능 기술을 이용한 통신 파라미터 결정 장치에 있어서,

상기 통신 파라미터 결정 장치는, 상기 통신 파라미터를 결정하기 위한 하나 이상의 프로그램을 저장하는 메모리; 및 상기 하나 이상의 프로그램에 따라 상기 통신 파라미터를 생성하기 위한 동작들을 수행하는 하나 이상의 프로세서;를 포함하고, 상기 프로세서에 의하여 수행되는 동작들은,

복수의 안테나로부터 수신한 신호를 기반으로 복수의 안테나별 수신 파라미터를 획득하는 단계;

상기 복수의 안테나별 수신 파라미터를 기반으로 수신 파라미터 행렬을 생성하고, 상기 수신 파라미터 행렬을 인공지능 모델에 입력하여 송신 시점에 대응하는 제1 송신 파라미터를 결정하는 단계; 및

상기 제1 송신 파라미터를 기반으로 복수의 안테나 중에서 상기 제1 송신 파라미터를 이용하여 무선 통신을 수행할 송신 안테나를 결정하는 단계;를 포함하는, 통신 파라미터 결정 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 복수의 안테나별 수신 파라미터를 획득하는 것은,

상기 복수의 안테나가 수신한 신호를 기반으로 심볼 단위로 구성된 복수의 수신 파라미터를 획득하는 것이고,

상기 수신 파라미터 행렬을 생성하는 것은,

상기 복수의 수신 파라미터를 원소로 하는 안테나별 수신 파라미터 벡터 신호를 생성하고, 상기 안테나별 수신 파라미터 벡터 신호를 결합하여 생성하는 것을 특징으로 하는, 통신 파라미터 결정 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 수신 파라미터 행렬은,

$(N \times M)$ 의 크기를 가지는 데이터이고, N 은 상기 안테나의 수를 나타내고, M 은 수신 파라미터 벡터 신호의 길이를 나타내는 것을 특징으로 하는, 통신 파라미터 결정 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 수신 파라미터는,

상기 복수의 안테나가 수신하는 신호의 심볼율(Symbol Rate)과 신호 수신 간격을 기반으로 획득되는 신호 대 잡음비(Signal to Noise Ratio, SNR)값인 것을 특징으로 하는, 통신 파라미터 결정 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

제1 송신 파라미터를 결정하는 것은,

상기 수신 파라미터 행렬을 인공지능 모델에 입력하여 추정된 제1 송신 파라미터 벡터 신호를 기반으로 결정하는 것이고,

상기 무선 통신을 수행할 송신 안테나를 결정하는 것은,

상기 제1 송신 파라미터 벡터 신호에 포함된 제1 송신 파라미터의 크기를 기반으로 결정하는 것을 특징으로 하는, 통신 파라미터 결정 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 인공지능 모델은,

상기 수신 파라미터 신호의 샘플링 주기를 기반으로 생성된 제2 송신 파라미터 벡터 신호와 상기 수신 파라미터 행렬을 이용하여 학습하는 것을 특징으로 하는, 통신 파라미터 결정 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제1 송신 파라미터를 기반으로 변조 코딩 방식(Modulation Coding Scheme, MCS)을 결정하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 통신 파라미터 결정 장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 변조 코딩 방식을 결정하는 것은,

미리 결정된 LUT(Look Up Table)을 기반으로 상기 제1 송신 파라미터에 대응하는 변조 코딩 방식을 결정하는 것을 특징으로 하는, 통신 파라미터 결정 장치.

청구항 9

통신 파라미터 결정 장치에 의한 통신 파라미터 결정 방법에 있어서,

복수의 안테나로부터 수신한 신호를 기반으로 복수의 안테나별 수신 파라미터를 획득하는 단계;

상기 복수의 안테나별 수신 파라미터를 기반으로 수신 파라미터 행렬을 생성하고, 상기 수신 파라미터 행렬을 인공지능 모델에 입력하여 송신 시점에 대응하는 제1 송신 파라미터를 결정하는 단계; 및

상기 제1 송신 파라미터를 기반으로 복수의 안테나 중에서 상기 제1 송신 파라미터를 이용하여 무선 통신을 수행할 송신 안테나를 결정하는 단계;를 포함하는, 통신 파라미터 결정 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 복수의 안테나별 수신 파라미터를 획득하는 것은,

상기 복수의 안테나가 수신한 신호를 기반으로 심볼 단위로 구성된 복수의 수신 파라미터를 획득하는 것이고,

상기 수신 파라미터 행렬을 생성하는 것은,

상기 복수의 수신 파라미터를 원소로 하는 안테나별 수신 파라미터 벡터 신호를 생성하고, 상기 안테나별 수신 파라미터 벡터 신호를 결합하여 생성하는 것을 특징으로 하는, 통신 파라미터 결정 방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 제1 송신 파라미터를 기반으로 변조 코딩 방식(Modulation Coding Scheme, MCS)을 결정하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 통신 파라미터 결정 방법.

청구항 12

제9항 내지 제11항 중 어느 한 항에 기재된 통신 파라미터 결정 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위하여 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

청구항 13

복수의 안테나로부터 수신한 신호를 기반으로 복수의 안테나별 수신 파라미터를 획득하고, 상기 복수의 안테나별 수신 파라미터를 기반으로 수신 파라미터 행렬을 생성하고, 상기 수신 파라미터 행렬을 인공지능 모델에 입력하여 송신 시점에 대응하는 제1 송신 파라미터를 결정하고, 상기 제1 송신 파라미터를 기반으로 복수의 안테나 중에서 상기 제1 송신 파라미터를 이용하여 무선 통신을 수행할 송신 안테나를 결정하는 통신 파라미터 결정 장치; 및

상기 복수의 안테나를 포함하여 신호를 수신하고, 수신한 신호를 상기 통신 파라미터 결정 장치로 송신하고, 상기 결정된 송신 안테나를 이용하여 데이터를 송신하는 안테나부;를 포함하는, 통신 파라미터 결정 시스템.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 안테나부는,

상기 복수의 안테나를 이동체 표면에 부착하여 신호를 송수신하는 것을 특징으로 하는, 통신 파라미터 결정 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 통신 파라미터 결정 장치 및 방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 본 발명은 인공지능 기술을 이용하여 통신 파라미터를 결정하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이 부분에 기술된 내용은 단순히 본 실시예에 대한 배경 정보를 제공할 뿐 종래기술을 구성하는 것은 아니다.

[0003] 지상 전술통신환경에서는 통신 노드 분포의 무작위 성, 가시선 (LOS: Line of Sight) 확보의 어려움, 긴 통신거리 등으로 송신기(Source)와 수신기(Destination)의 일대일 통신이 불가능한 경우가 자주 발생한다. 전술통신환경에서 일대일 통신이 불가능한 경우, 통신을 가능하게 하기 위해서 다른 노드를 이용한 통신 중계를 통해 수신기까지 안정적으로 데이터를 전송할 수 있다.

[0004] 그러나 통신 중계를 이용하는 경우에는 라우팅 경로 설정 및 갱신, 중계 노드에 자원 할당 등을 위해 많은 제어 정보 전송이 필요하다. 결과적으로 무선자원을 제어정보 전송에 사용해야 하므로 데이터 전송 효율 및 전송속도가 떨어지는 문제가 발생한다. 이뿐만 아니라 이동 전술환경에서는 시간에 따라 채널특성이 변하여 라우팅 정보가 현재의 채널특성과 맞지 않아 통신 중계가 정상적으로 이루어지지 않아 통신이 두절되는 경우가 발생할 수 있다.

[0005] 이동 중인 무선통신환경은 일반적인 다중경로 페이딩 채널환경과 유사하다. 이동 중인 상황에서 통신하는 경우 다중경로 페이딩 현상으로 신호의 크기 또는 품질이 크게 변화할 수 있으며 이를 해결하는 방법으로 다중 안테나를 사용할 수 있다. 다중 안테나는 전방향(Omni Directional) 안테나 또는 패치형 지향성(Directional) 안테나를 사용할 수 있다.

[0006] 그럼에도 불구하고 페이딩에 의해 수신신호의 품질이 크게 변화하는 것은 피하기 어려우며 통신 두절 확률을 낮추기 위해 상대적으로 전송속도가 낮은 MCS(Modulation Coding Scheme)를 선택해야 하는 문제를 야기한다. 이에 따라 종래에는 최적의 안테나 운용을 위해, 다수의 안테나를 이용한 수신 다이버시티의 경우 MRC(Maximal Ratio Combining) 기법이 최적의 수신성능을 제공하는 것으로 알려져 있었다.

[0007] 그러나 송신의 경우 이동체에 부착된 여러 개의 안테나 전체를 이용하여 송신하는 것이 최적의 방법은 아니다. 이를 해결하기 위해 안테나별 과거 수신정보를 기반으로 송신단에서 최적의 송신 안테나 선택 및 MCS 선택에 대한 고려가 필요하다.

[0008] 따라서, 다수의 안테나를 사용하는 차세대 전술 이동통신 시스템에서 통신 신뢰성 및 전송속도를 극대화할 수 있는 안테나 최적 운용 방안 및 MCS 선택의 필요성이 대두된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2008-0105211호(2008.12.04.)

비특허문헌

[0010] (비특허문헌 0001) Kuai, Z. Wang, T. & Wang, S. (2019, August). Transmit antenna selection in massive MIMO systems: An online learning framework. In 2019 IEEE/CIC International Conference on Communications in China (ICCC), pp. 496-501

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명이 이루고자 하는 목적은, 다수의 안테나를 사용하여 이동 중인 전술통신환경에서 통신 신뢰성 및 전송 속도를 높이기 위해 인공지능 기술을 이용하여 최적의 송신 안테나를 선택하고, 최적의 통신 파라미터를 선택할 수 있는 전술무선통신 시스템에서 인공지능 기술을 이용한 통신 파라미터 결정 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

[0012] 본 발명의 명시되지 않은 또 다른 목적들은 하기의 상세한 설명 및 그 효과로부터 용이하게 추론할 수 있는 범위 내에서 추가적으로 고려될 수 있다.

과제의 해결 수단

[0013] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 인공지능 기술을 이용한 통신 파라미터 결정 장치는, 상기 통신 파라미터를 결정하기 위한 하나 이상의 프로그램을 저장하는 메모리; 및 상기 하나 이상의 프로그램에 따라 상기 통신 파라미터를 생성하기 위한 동작들을 수행하는 하나 이상의 프로세서;를 포함하고, 상기 프로세서에 의하여 수행되는 동작들은, 복수의 안테나로부터 수신한 신호를 기반으로 복수의 안테나별 수신 파라미터를 획득하는 단계; 상기 복수의 안테나별 수신 파라미터를 기반으로 수신 파라미터 행렬을 생성하고, 상기 수신 파라미터 행렬을 인공지능 모델에 입력하여 송신 시점에 대응하는 제1 송신 파라미터를 결정하는 단계; 및 상기 제1 송신 파라미터를 기반으로 복수의 안테나 중에서 상기 제1 송신 파라미터를 이용하여 무선 통신을 수행할 송신 안테나를 결정하는 단계;를 포함한다.

[0014] 상기 복수의 안테나별 수신 파라미터를 획득하는 것은, 상기 복수의 안테나가 수신한 신호를 기반으로 심볼 단위로 구성된 복수의 수신 파라미터를 획득하는 것이고, 상기 수신 파라미터 행렬을 생성하는 것은, 상기 복수의 수신 파라미터를 원소로 하는 안테나별 수신 파라미터 벡터 신호를 생성하고, 상기 안테나별 수신 파라미터 벡터 신호를 결합하여 생성하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 상기 수신 파라미터 행렬은, $(N \times M)$ 의 크기를 가지는 데이터이고, N 은 상기 안테나의 수를 나타내고, M 은 수신 파라미터 벡터 신호의 길이를 나타내는 것을 특징으로 한다.

[0016] 상기 수신 파라미터는, 상기 복수의 안테나가 수신하는 신호의 심볼율(Symbol Rate)과 신호 수신 간격을 기반으로 획득되는 신호 대 잡음비(Signal to Noise Ratio, SNR)값인 것을 특징으로 한다.

[0017] 제1 송신 파라미터를 결정하는 것은, 상기 수신 파라미터 행렬을 인공지능 모델에 입력하여 추정된 제1 송신 파라미터 벡터 신호를 기반으로 결정하는 것이고, 상기 무선 통신을 수행할 송신 안테나를 결정하는 것은, 상기 제1 송신 파라미터 벡터 신호에 포함된 제1 송신 파라미터의 크기를 기반으로 결정하는 것을 특징으로 한다.

[0018] 상기 인공지능 모델은, 상기 수신 파라미터 신호의 샘플링 주기를 기반으로 생성된 제2 송신 파라미터 벡터 신호와 상기 수신 파라미터 행렬을 이용하여 학습하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 여기서, 상기 제1 송신 파라미터를 기반으로 변조 코딩 방식(Modulation Coding Scheme, MCS)을 결정하는 단

계;를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

- [0020] 상기 변조 코딩 방식을 결정하는 것은, 미리 결정된 LUT(Look Up Table)을 기반으로 상기 제1 송신 파라미터에 대응하는 변조 코딩 방식을 결정하는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 통신 파라미터 결정 장치에 의한 통신 파라미터 결정 방법은, 복수의 안테나로부터 수신한 신호를 기반으로 복수의 안테나별 수신 파라미터를 획득하는 단계; 상기 복수의 안테나별 수신 파라미터를 기반으로 수신 파라미터 행렬을 생성하고, 상기 수신 파라미터 행렬을 인공지능 모델에 입력하여 송신 시점에 대응하는 제1 송신 파라미터를 결정하는 단계; 및 상기 제1 송신 파라미터를 기반으로 복수의 안테나 중에서 상기 제1 송신 파라미터를 이용하여 무선 통신을 수행할 송신 안테나를 결정하는 단계;를 포함한다.
- [0022] 상기 복수의 안테나별 수신 파라미터를 획득하는 것은, 상기 복수의 안테나가 수신한 신호를 기반으로 심볼 단위로 구성된 복수의 수신 파라미터를 획득하는 것이고, 상기 수신 파라미터 행렬을 생성하는 것은, 상기 복수의 수신 파라미터를 원소로 하는 안테나별 수신 파라미터 벡터 신호를 생성하고, 상기 안테나별 수신 파라미터 벡터 신호를 결합하여 생성하는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 여기서, 상기 제1 송신 파라미터를 기반으로 변조 코딩 방식(Modulation Coding Scheme, MCS)을 결정하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨터 프로그램은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 저장되어 상기한 통신 파라미터 결정 방법 중 어느 하나를 컴퓨터에서 실행시킨다.
- [0025] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 통신 파라미터 결정 시스템은, 복수의 안테나로부터 수신한 신호를 기반으로 복수의 안테나별 수신 파라미터를 획득하고, 상기 복수의 안테나별 수신 파라미터를 기반으로 수신 파라미터 행렬을 생성하고, 상기 수신 파라미터 행렬을 인공지능 모델에 입력하여 송신 시점에 대응하는 제1 송신 파라미터를 결정하고, 상기 제1 송신 파라미터를 기반으로 복수의 안테나 중에서 상기 제1 송신 파라미터를 이용하여 무선 통신을 수행할 송신 안테나를 결정하는 통신 파라미터 결정 장치; 및 상기 복수의 안테나를 포함하여 신호를 수신하고, 수신한 신호를 상기 통신 파라미터 결정 장치로 송신하고, 상기 결정된 송신 안테나를 이용하여 데이터를 송신하는 안테나부;를 포함한다.
- [0026] 상기 안테나부는, 상기 복수의 안테나를 이동체 표면에 부착하여 신호를 송수신하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0027] 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명의 일 실시예에 따르면, 전술무선통신 시스템에서 인공지능 기술을 이용한 통신 파라미터 결정 장치 및 방법을 적용함으로써, 과거 수신 신호 대 잡음비(signal to noise ratio, SNR) 값 이외에 채널 상태 정보, 이동속도와 같은 추가적인 정보 없이 미래의 특정 송신 시점의 정확한 SNR 추정이 가능하다.
- [0028] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 전술무선통신 시스템에서 인공지능 기술을 이용한 통신 파라미터 결정 장치 및 방법을 적용함으로써, 한 가지의 인공지능 모델로부터 운용 안테나 개수에 상관없이 동시에 안테나별 송신 시점의 SNR 추정이 가능하다.
- [0029] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 전술무선통신 시스템에서 인공지능 기술을 이용한 통신 파라미터 결정 장치 및 방법을 적용함으로써, 안테나별 송신 시점의 추정된 SNR을 기반으로 송신 안테나 및 MCS 선택에 관한 운용이 가능하다.
- [0030] 여기에서 명시적으로 언급되지 않은 효과라 하더라도, 본 발명의 기술적 특징에 의해 기대되는 이하의 명세서에서 기재된 효과 및 그 잠정적인 효과는 본 발명의 명세서에 기재된 것과 같이 취급된다.

도면의 간단한 설명

- [0031] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전술무선통신 시스템에서 인공지능 기술을 이용한 통신 파라미터 결정 장치의 구성을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 전술무선통신 시스템에서 인공지능 기술을 이용한 통신 파라미터 결정 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 통신 파라미터 결정 시스템의 안테나부가 포함하는 복수의 안테나를 부착한 이동체가 움직이는 상황을 설명하기 위한 예시도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 전술무선통신 시스템에서 인공지능 기술을 이용한 통신 파라미터 결정 장치 및 방법에서 이용하는 인공지능 모델을 학습하기 위한 데이터 전처리를 설명하기 위한 도면이다.

도 5 내지 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 안테나별 수신 신호의 파라미터를 설명하기 위한 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 통신 파라미터 결정 시스템의 구성을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.
- [0033] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, “가지다”, “가질 수 있다”, “포함한다” 또는 “포함할 수 있다” 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다. 제2, 제1 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다.
- [0034] 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제2 구성요소는 제1 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제1 구성요소도 제2 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.
- [0035] 본 명세서에서 각 단계들에 있어 식별부호(예를 들어, a, b, c 등)는 설명의 편의를 위하여 사용되는 것으로 식별부호는 각 단계들의 순서를 설명하는 것이 아니며, 각 단계들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않는 이상 명기된 순서와 다르게 일어날 수 있다. 즉, 각 단계들은 명기된 순서와 동일하게 일어날 수도 있고 실질적으로 동시에 수행될 수도 있으며 반대의 순서대로 수행될 수도 있다.
- [0036] 이하에서 첨부한 도면을 참조하여 본 발명에 따른 전술무선통신 시스템에서 인공지능 기술을 이용한 통신 파라미터 결정 장치 및 방법(통신 파라미터 결정 장치 및 방법)의 다양한 실시예에 대해 상세하게 설명한다.
- [0037] 본 발명은 이동 중인 전술무선통신 시스템에 적용된다. 그러나, 본 발명은 이에 한정하지 않고 본 발명의 기술적 사상이 적용될 수 있는 모든 관련 기술에도 적용될 수 있다.
- [0038] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전술무선통신 시스템에서 인공지능 기술을 이용한 통신 파라미터 결정 장치의 구성을 설명하기 위한 도면이다.
- [0039] 통신 파라미터 결정 장치(100)는 적어도 하나의 프로세서(110), 컴퓨터 판독 가능한 저장매체(120) 및 통신 버스(150)를 포함한다.
- [0040] 프로세서(110)는 통신 파라미터 결정 장치(100)로 동작하도록 제어할 수 있다. 예컨대, 프로세서(110)는 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체(120)에 저장된 하나 이상의 프로그램(121)들을 실행할 수 있다. 하나 이상의 프로그램(121)들은 하나 이상의 컴퓨터 실행 가능 명령어를 포함할 수 있으며, 컴퓨터 실행 가능 명령어는 프로세서(110)에 의해 실행되는 경우 통신 파라미터 결정 장치(100)로 하여금 예시적인 실시예에 따른 동작들을 수행하도록 구성될 수 있다.

- [0041] 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체(120)는 컴퓨터 실행 가능 명령어 내지 프로그램 코드, 프로그램 데이터 및/또는 다른 적합한 형태의 정보를 저장하도록 구성된다. 컴퓨터 실행 가능 명령어 내지 프로그램 코드, 프로그램 데이터 및/또는 다른 적합한 형태의 정보는 입출력 인터페이스(130)나 통신 인터페이스(140)를 통해서도 주어질 수 있다. 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체(120)에 저장된 프로그램(121)은 프로세서(110)에 의해 실행 가능한 명령어의 집합을 포함한다. 일 실시예에서, 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체(120)는 메모리(랜덤 액세스 메모리와 같은 휘발성 메모리, 비휘발성 메모리, 또는 이들의 적절한 조합), 하나 이상의 자기 디스크 저장 디바이스들, 광학 디스크 저장 디바이스들, 플래시 메모리 디바이스들, 그 밖에 통신 파라미터 결정 장치(100)에 의해 액세스되고 원하는 정보를 저장할 수 있는 다른 형태의 저장 매체, 또는 이들의 적합한 조합일 수 있다.
- [0042] 통신 버스(150)는 프로세서(110), 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체(120)를 포함하여 통신 파라미터 결정 장치(100)의 다른 다양한 컴포넌트들을 상호 연결한다.
- [0043] 통신 파라미터 결정 장치(100)는 또한 하나 이상의 입출력 장치를 위한 인터페이스를 제공하는 하나 이상의 입출력 인터페이스(130) 및 하나 이상의 통신 인터페이스(140)를 포함할 수 있다. 입출력 인터페이스(130) 및 통신 인터페이스(140)는 통신 버스(150)에 연결된다. 입출력 장치(미도시)는 입출력 인터페이스(130)를 통해 통신 파라미터 결정 장치(100)의 다른 컴포넌트들에 연결될 수 있다.
- [0044] 도 1에 도시된 모든 블록이 필수 구성요소는 아니며, 다른 실시예에서 통신 파라미터 결정 장치(100)와 연결된 일부 블록이 추가, 변경 또는 삭제될 수 있다.
- [0045] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 전술무선통신 시스템에서 인공지능 기술을 이용한 통신 파라미터 결정 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0046] S100 단계에서, 프로세서(110)는 복수의 안테나로부터 수신한 신호를 기반으로 복수의 안테나별 수신 파라미터를 획득할 수 있다.
- [0047] 프로세서(110)는 안테나별 수신 SNR 신호를 기록하고 저장할 수 있다.
- [0048] S200 단계에서, 프로세서(110)는 복수의 안테나별 수신 파라미터를 기반으로 수신 파라미터 행렬을 생성하고, 수신 파라미터 행렬을 인공지능 모델에 입력하여 송신 시점에 대응하는 제1 송신 파라미터를 결정할 수 있다.
- [0049] S300 단계에서, 프로세서(110)는 제1 송신 파라미터를 기반으로 복수의 안테나 중에서 제1 송신 파라미터를 이용하여 무선 통신을 수행할 송신 안테나를 결정할 수 있다.
- [0050] S400 단계에서, 프로세서(110)는 제1 송신 파라미터를 기반으로 변조 코딩 방식(Modulation Coding Scheme, MCS)을 결정할 수 있다.
- [0051] 이하에서, 본 발명에 따른 파라미터는 신호 대 잡음비일 수 있다.
- [0052] 프로세서(110)가 복수의 안테나별 수신 파라미터를 획득하는 것은 복수의 안테나가 수신한 신호를 기반으로 심볼 단위로 구성된 복수의 수신 파라미터를 획득하는 것일 수 있다.
- [0053] 프로세서(110)가 수신 파라미터 행렬을 생성하는 것은 복수의 수신 파라미터를 원소로 하는 안테나별 수신 파라미터 벡터 신호를 생성하고, 안테나별 수신 파라미터 벡터 신호를 결합하여 생성하는 것일 수 있다.
- [0054] 수신 파라미터 행렬은 $(N \times M)$ 의 크기를 가지는 데이터이고, N 은 안테나부(200)에 포함된 안테나의 수를 나타내고, M 은 수신 파라미터 벡터 신호의 길이를 나타낼 수 있다.
- [0055] 수신 파라미터는 복수의 안테나가 수신하는 신호의 심볼율(Symbol Rate)과 신호 수신 간격을 기반으로 획득되는 신호 대 잡음비(Signal to Noise Ratio, SNR)값일 수 있다.
- [0056] 프로세서(110)가 제1 송신 파라미터를 결정하는 것은 수신 파라미터 행렬을 인공지능 모델에 입력하여 추정된 제1 송신 파라미터 벡터 신호를 기반으로 결정하는 것일 수 있다.
- [0057] 프로세서(110)가 무선 통신을 수행할 송신 안테나를 결정하는 것은 제1 송신 파라미터 벡터 신호에 포함된 제1 송신 파라미터의 크기를 기반으로 결정하는 것일 수 있다.
- [0058] 인공지능 모델은 수신 파라미터 신호의 샘플링 주기를 기반으로 생성된 제2 송신 파라미터 벡터 신호와 수신 파라미터 행렬을 이용하여 학습하는 것일 수 있다.

- [0059] 프로세서(110)가 변조 코딩 방식을 결정하는 것은 미리 결정된 LUT(Look Up Table)을 기반으로 제1 송신 파라미터에 대응하는 변조 코딩 방식을 결정하는 것일 수 있다.
- [0060] 도 2에서는 각각의 과정을 순차적으로 실행하는 것으로 기재하고 있으나 이는 예시적으로 설명한 것에 불과하고, 이 분야의 기술자라면 본 발명의 실시예의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 도 2에 기재된 순서를 변경하여 실행하거나 또는 하나 이상의 과정을 병렬적으로 실행하거나 다른 과정을 추가하는 것으로 다양하게 수정 및 변형하여 적용 가능할 것이다.
- [0061] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 통신 파라미터 결정 시스템의 안테나부가 포함하는 복수의 안테나를 부착한 이동체가 움직이는 상황을 설명하기 위한 예시도이다.
- [0062] 도 3를 참조하면, 이동체 사면에 4개의 안테나를 부착하여 우회전하며 이동하는 상황을 예시하였지만, 상술한 예시는 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 예시일 뿐 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0063] 본 발명의 일 실시예에 따른 안테나부(200)는 프로세서(110)에서 결정된 송신 안테나를 선택할 수 있다. 안테나부(200)는 최적의 안테나 선택을 함으로써 모든 안테나를 이용하여 동시에 송신할 때 발생하는 페이딩 환경을 방지할 수 있다. 또한, 최소 1개 이상의 안테나를 포함할 수 있다.
- [0064] 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 안테나부(200)는 이동 상황에서 다수의 안테나로 수신하고, 프로세서(110)가 결정한 송신 안테나를 이용해 데이터 송신을 할 수 있다.
- [0065] 프로세서(110)는 상술한 안테나부(200)에서 다수의 안테나로부터 획득한 안테나별 수신 SNR 신호를 기록하고 저장할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 프로세서(110)는 n 번 안테나로 획득한 수신 SNR 신호 $r_n(t)$ 를 저장할 수 있다.
- [0066] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 전술무선통신 시스템에서 인공지능 기술을 이용한 통신 파라미터 결정 장치 및 방법에서 이용하는 인공지능 모델을 학습하기 위한 데이터 전처리를 설명하기 위한 도면이다.
- [0067] 본 발명의 다양한 실시예에 따르면, 통신 파라미터 결정 장치(100)는 인공지능 모듈(미도시)을 이용하여 통신 파라미터 결정 방법을 수행할 수 있다. 인공지능 모듈은 통신 파라미터 결정 장치 외부에 위치하여 미리 학습된 인공지능 모델에 대한 정보를 통신 파라미터 결정 장치가 미리 저장하거나 실시간으로 전송받도록 할 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니고, 인공지능 모듈은 통신 파라미터 결정 장치 내부에 포함될 수도 있다.
- [0068] 인공지능 모델을 학습시키기 위한 동작들은 인공지능 모듈에 의하여 수행될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니고 프로세서(110)에 의하여 수행될 수도 있다.
- [0069] 인공지능 모델의 입력 크기는 설정에 따라 달라진다. 또한 입력 크기에 따라 수신 SNR 신호의 관찰 시간이 정해진다.
- [0070] 이하에서는 인공지능 모델에 입력하기 위한 데이터 세트를 전처리하는 동작들을 프로세서(110)가 수행하는 것으로 설명한다.
- [0071] 본 발명의 일 실시예에 따른 프로세서(110)는 수신 SNR 신호를 인공지능 모듈의 인공지능 모델 입력 형태에 맞게 데이터 전처리를 할 수 있다. 프로세서(110)는 다수에 안테나로부터 수신한 신호를 디지털 신호로 변환하고 심볼 단위로 구성할 수 있다.
- [0072] 심볼 단위로 구성된 수신 SNR 벡터 신호 $\mathbf{x}_n$ 은 수학식 1과 같이 정의될 수 있다.

수학식 1

$$\mathbf{x}_n = [x_{n,0}, x_{n,1}, \dots, x_{n,M-1}], n = 0, 1, \dots, N-1$$

[0073]

- [0074] 수학식 1에서 $\mathbf{x}_n$ 은 수신 SNR 벡터 신호, n 은 수신 SNR 벡터 신호를 획득한 안테나 번호, N 은 운용 안테나의 수, M 은 수신 SNR 벡터 신호의 길이를 나타낸다. 수신 SNR 벡터 신호 $\mathbf{x}_n$ 의 원소 $x_{n,m}$ 은 수신 SNR 신호

$r_n(t)$ 로 표현할 수 있고, x_n 과 $r_n(t)$ 의 관계식은 수학적식 2와 같이 정의될 수 있다.

[0075] 여기서, 수신 패킷 수는 인공지능 입력 데이터의 길이일 수 있다.

수학적식 2

$$x_{n,m} = r_n(t) \Big|_{t=L_s \times m}, n = 0,1, \dots, N-1, m = 0,1, \dots, M-1$$

[0076]

본 발명의 일 실시예에 따른 프로세서(110)는 수학적식 2와 같이 각 수신 SNR 신호인 $r_n(t)$ 의 첫 번째 데이터 심볼에 해당하는 SNR 값을 가질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0078] 상술한 수학적식 2에서, L_s 는 수신 SNR 벡터 신호의 샘플링 주기를 나타내고, 수학적식 3과 같이 나타낼 수 있다.

수학적식 3

$$L_s = k \times T_s$$

$$T_s = \frac{1}{R_s}$$

[0079]

여기서, R_s 는 수신 신호의 심볼율(Symbol Rate), T_s 는 심볼 주기, k 는 수신 SNR 신호의 수집 간격을 나타낸다.

[0081] 프로세서(110)는 수신 SNR 벡터 신호를 결합하여 인공지능 모델의 입력 데이터를 생성할 수 있다. 프로세서(110)가 생성하는 입력 데이터인 수신 SNR 행렬 신호 $\mathbf{X}$ 는 안테나별 획득한 수신 SNR 벡터 신호들을 결합으로, 수학적식 4와 같이 나타낼 수 있다.

수학적식 4

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} x_{0,0} & x_{0,1} & \cdots & x_{0,M-1} \\ x_{1,0} & x_{1,1} & \cdots & x_{1,M-1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{N-1,0} & x_{N-1,1} & \cdots & x_{N-1,M-1} \end{bmatrix}$$

[0082]

[0083] 상술한 수학적식 1에서 정의한 바와 같이 N 은 운용 안테나의 수, M 은 수신 SNR 벡터 신호의 길이를 나타낸다.

[0084] 수신 SNR 행렬 신호의 각 원소는 수신 심볼의 SNR 값을 가질 수 있다. 또한, 각 열의 간격은 SNR 측정 주기를 나타낸다. 또한, 각 열의 간격은 패킷 주기 혹은 SNR 측정 주기를 나타낸다. 이는, 전송 신호의 대역폭에 따라 시간적 차이가 나타날 수 있다. 광대역 신호의 경우, 협대역 신호에 비해 상대적으로 짧은 패킷 수신 주기 혹은 SNR 측정 주기를 가져 각 열의 간격은 더 짧은 시간을 나타낼 수 있다.

[0085] SNR 신호의 샘플링 주기 L_s 는 전송 신호의 대역폭에 따라 시간적 차이가 나타날 수 있다. 광대역 신호의 경우, 협대역 신호에 비해 상대적으로 짧은 SNR 신호의 샘플링 주기를 가져 수신 SNR 행렬 신호 $\mathbf{X}$ 의 각 열의 간격은 더 짧은 시간을 나타낼 수 있다.

[0086] 그러나, 상술한 수신 SNR 행렬 신호는 송신 신호의 대역폭과 상관없이 ($N \times M$) 크기를 가질 수 있다.

[0087] 인공지능 모듈은 인공지능 모델의 학습을 수행할 수 있다. 학습 시 사용되는 입력 데이터는 수신 SNR 행렬 신호 $\mathbf{X}$ 이고, 입력 데이터에 대한 정답 데이터는 송신 SNR 벡터 신호 $\mathbf{y}$ 이다. 프로세서(110)에서 송신 시점을 $t = M$ 으로 상정하면, 송신 SNR 벡터 신호 $\mathbf{y}$ 는 수학적 식 5와 같이 나타낼 수 있다.

수학적 식 5

$$\mathbf{y} = r_n(L_s \times M), n = 0, 1, \dots, N - 1$$

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_0 \\ y_1 \\ \vdots \\ y_{N-1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_{0,M} \\ x_{1,M} \\ \vdots \\ x_{N-1,M} \end{bmatrix}$$

[0088]

[0089] 도면 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 프로세서(110)는 $N \times M$ 크기의 수신 SNR 행렬 신호 $\mathbf{X}$ 를 생성할 수 있다. 또한, $N \times 1$ 크기의 송신 SNR 벡터 신호 $\mathbf{y}$ 를 생성할 수 있다.

[0090] 인공지능 모듈은 프로세서(110)에 의하여 생성된 수신 SNR 행렬 신호 $\mathbf{X}$ 와 송신 SNR 벡터 신호 $\mathbf{y}$ 를 입력할 수 있다.

[0091] 인공지능 모듈은 인공지능 모델로 딥러닝의 합성곱 신경망(Convolutional Neural Network, CNN)을 이용하여 학습할 수 있다. 또한, 합성곱 신경망의 입력과 출력은 안테나의 운용 개수에 맞게 설정할 수 있으며, 단일 안테나를 운용하는 시스템에서도 적용할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 인공지능 모듈은 인공지능 기술로 딥러닝 기술 중 하나인 합성곱 신경망을 이용했으나, 다른 인공지능 기술을 적용할 수 있기 때문에 이에 한정되는 것은 아니다.

[0092] 인공지능 모듈은 무작위 값을 가진 가중치 파라미터를 설정한 손실함수(Loss)를 최소화하는 방향으로 갱신할 수 있다. 인공지능 모듈이 사용하는 손실함수는 수학적 식 6와 같이 나타낼 수 있다.

수학적 식 6

$$Loss = \frac{1}{N_{train}} \sum_{i=1}^{N_{train}} \{ (y_{0,i} - \hat{y}_{0,i})^2 + (y_{1,i} - \hat{y}_{1,i})^2 + \dots + (y_{N-1,i} - \hat{y}_{N-1,i})^2 \}$$

[0093]

[0094] 상술한 수학적 식 6에서, Loss는 손실함수로 평균 제곱 오차(Mean Squared Error, MSE)를 나타낸다. i 번째 학습 데이터에서의 송신 SNR 벡터 신호는 $\mathbf{y}_i$, 학습 과정에서의 추정 송신 SNR 벡터 신호는 $\hat{\mathbf{y}}_i$ 을 나타낸다. 상술한 손실함수는 안테나별 오차의 제곱 $(\mathbf{y}_i - \hat{\mathbf{y}}_i)^2$ 합을 학습 데이터 개수 N_{train} 만큼 수행 후 평균을 취한 값을 나타낸다.

[0095] 인공지능 모듈은 SNR 추정 정확도를 높이기 위해 학습률(Learning Rate), 최적화 기법(Optimizer), 최대 반복 횟수(Max Epoch) 등 하이퍼 파라미터를 설정해 상술한 손실함수를 낮추는 방향으로 가중치 파라미터를 갱신할 수 있다. 또한, 최대 반복 횟수에서 이르러 갱신된 가중치와 합성곱 신경망 모델을 저장할 수 있다.

[0096] 프로세서(110)는 별도의 채널 추정 과정 없이 생성한 수신 SNR 행렬 신호 $\mathbf{X}$ 를 학습된 합성곱 신경망에 입력하여 운용 안테나별 송신 시점 SNR을 추정할 수 있다.

[0097] 프로세서(110)는 LOS 및 NLOS 채널 환경, 협대역 및 광대역 신호와 관계없이 송신 시점의 SNR을 추정할 수 있다. 또한, 합성곱 신경망으로 다중 출력 합성곱 신경망(Multi-output CNN)을 이용할 수 있다. 보편적으로 1개의 출력 구조를 갖는 합성곱 신경망과 달리 상술한 프로세서(110)가 이용하는 합성곱 신경망은 운용 안테나 개수만큼의 출력이 가능하여 송신 시점의 SNR을 동시에 추정할 수 있다.

[0098] 프로세서(110)에서 예측한 송신 시점의 추정 SNR 벡터 신호를 $\hat{\mathbf{y}}$ 라고 할 때, 수학식 7과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 7

$$\hat{\mathbf{y}} = \begin{bmatrix} \hat{y}_0 \\ \hat{y}_1 \\ \vdots \\ \hat{y}_{N-1} \end{bmatrix}$$

[0099]

[0100] 프로세서(110)는 예측한 추정 SNR 벡터 신호를 기반으로 송신 안테나를 선택할 수 있다.

[0101] 프로세서(110)는 수학식 8을 이용하여 송신 안테나를 선택할 수 있다.

수학식 8

$$Ant = \underset{0 \leq n \leq N-1}{argmax} \hat{y}_n$$

[0102]

[0103] 프로세서(110)는 송신 안테나 선택에 있어서, 수학식 8과 같이, 추정 SNR 벡터 신호 $\hat{\mathbf{y}}$ 의 가장 큰 값에 해당하는 안테나 번호를 선택할 수 있다. Ant는 프로세서(110)에 의해 결정된 송신 안테나 번호를 나타내며, 해당 안테나는 안테나부(200)를 통해 송신할 수 있다.

[0104] 프로세서(110)는 안테나별 송신 시점의 SNR 추정값을 기반으로 신호의 품질이 가장 우수한 안테나를 선택할 수도 있다.

[0105] 결정된 송신 안테나는 시분할 이중화(Time Division Duplexing, TDD)에 따라 특정 송신 시점에 데이터를 송신할 수 있다.

[0106] 본 일 실시예는 안테나 1개만 선택하는 경우에 대한 설명이며, SNR이 높은 2개 이상의 안테나를 선택하도록 확장할 수도 있다.

[0107] 프로세서(110)는 추정 SNR 벡터 신호를 기반으로 MCS 레벨 인덱스(색인)를 선택할 수 있다. 프로세서(110)는 예측한 추정 SNR 값과 MCS LUT(Look Up Table)에 포함되는 각 레벨에 대한 SNR 임계치와 비교를 수행할 수 있다. MCS LUT는 시뮬레이션 결과를 이용하여 변조 방식과 코딩율에 따른 SNR 임계치를 포함한다. 시스템에 따라 LUT는 다양하게 존재할 수 있으며, 이에 대한 예시는 표 1과 같이 나타낼 수 있다.

표 1

Level	Modulation	Code rate	Threshold of SNR
1	QPSK	1/3	1.2
2	QPSK	1/2	3.2
3	QPSK	2/3	5.3
4	QPSK	3/4	6.0
5	16QAM	1/3	6.4
6	16QAM	1/2	9.1
7	16QAM	2/3	11.8
8	16QAM	3/4	12.7

[0108]

[0109] 표 1은 상술한 프로세서(110)의 MCS 선택과 관련한 예시를 위한 MCS LUT이다.

[0110] 본 일 실시예에 따른 프로세서(110)는 결정된 송신 안테나 번호에서의 추정 SNR 값과 MCS LUT 레벨마다 SNR 임계치를 비교하여 최대 SNR 임계치를 나타내는 MCS 인덱스를 선택할 수 있다.

[0111] 도 5 내지 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 안테나별 수신 신호의 파라미터를 설명하기 위한 도면이다.

[0112] 도 5 내지 도 6의 그래프를 참조하면, 수신 SNR 신호는 채널 환경에 따라 다르게 나타날 수 있고 시간에 따라 변할 수 있다.

[0113] 도 5의 (a)와 (b)는 LOS(Line of Sight) 채널 환경, 도 6의 (a)와 (b)는 NLOS(None LOS) 채널 환경에서의 수신 SNR 신호의 예시를 나타낸다. 도 5 내지 도 6의 도면은 본 발명의 일 실시예에 일부일 뿐 이에 한정되지 않고 안테나의 종류, 안테나의 빔 패턴, 운용 안테나의 개수, 통신 대상과의 거리, 이동체의 속도, 신호의 대역폭, 반송파 주파수, 채널 환경 등 다양한 요소에 의해 다르게 나타날 수 있다.

[0114] 수신 SNR 신호는 이동 속도에 따라 변화량이 다르다. 도 5의 (a)와 도 6의 (a)는 이동 속도 20km/h, 도 5의 (b)와 도 6의 (b)는 이동 속도 80km/h에서의 수신 SNR 신호의 예시를 나타낸다.

[0115] 상술한 도면은 본 발명의 실시예에 일부일 뿐 이에 한정되지 않고 안테나의 종류, 안테나의 빔 패턴, 운용 안테나의 개수, 통신 대상과의 거리, 이동체의 속도, 신호의 대역폭, 반송파 주파수, 채널 환경 등 다양한 요소에 의해 다르게 나타날 수 있다.

[0116] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 통신 파라미터 결정 시스템의 구성을 설명하기 위한 도면이다.

[0117] 통신 파라미터 결정 장치(100)는 도 1 내지 도 6를 통하여 설명한 바와 같을 수 있다.

[0118] 안테나부(200)는 복수의 안테나를 포함하여 신호를 수신하고, 수신한 신호를 통신 파라미터 결정 장치(100)로 송신하고, 결정된 송신 안테나를 이용하여 데이터를 송신할 수 있다.

[0119] 안테나부(200)는 복수의 안테나를 이동체 표면에 부착하여 신호를 송수신할 수 있다. 안테나부(200)는 특정 방향으로 신호를 집중시킬 수 있는 성질을 띠는 다수의 지향성 안테나를 이동체 표면에 부착하여 신호를 송수신할 수 있다. 상술한 안테나부(200)는 이동체에 의해 이동하면서 상대방과 빈번히 통신하며 모든 운용 안테나에서 신호를 수신할 수 있다. 안테나부(200)는 이동 상황에서 TDD 방식의 다수의 안테나로 신호를 수신할 수 있다.

[0120] 여기서, 안테나부(200)에 의하여 수행되는 신호 또는 데이터의 수신 또는 송신은 같은 주파수를 이용하여 시간을 분할하여 수행하는 시분할 이중화 방식에 의한 것일 수 있다. 즉, 수신 주파수 채널과 송신 주파수 채널은 동일한 것일 수 있다.

[0121] 안테나부(200)는 최적의 안테나 선택을 함으로써 모든 안테나를 이용하여 동시에 송신할 때 발생하는 페이딩 환경을 방지할 수 있다.

[0122] 본 발명에 따른 통신 파라미터 결정 시스템(10)은 이동체에 부착된 다수의 안테나로부터 수신된 신호를 신호 대 잡음 비(Signal to Noise Ratio, SNR) 정보로 변환하고 인공지능 모델에 입력하여 가중치 파라미터를 갱신(Update)한 후 저장하여 안테나별 송신 시점의 SNR을 추정할 수 있다. 또한, 추정된 SNR을 기반으로 통신 신뢰성 및 전송속도를 극대화할 수 있는 송신 안테나 및 MCS 선택이 가능할 수 있다. 선택되는 안테나는 한 개 혹은

그 이상이 될 수 있다.

- [0123] 본 출원은 컴퓨터 저장 매체도 제공한다. 컴퓨터 저장 매체에는 프로그램 명령이 저장되어 있고, 프로세서에 의해 프로그램 명령이 실행되면, 상술한 통신 파라미터 결정 방법이 실현된다.
- [0124] 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨터 저장 매체는 U디스크, SD카드, PD광학 드라이브, 모바일 하드 디스크, 대용량 플로피 드라이브, 플래시 메모리, 멀티미디어 메모리 카드, 서버 등일 수 있지만 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0125] 요약하면, 프로세서(110)는 안테나부(200)에서 다수의 안테나로부터 수신한 안테나별 수신 신호를 통해 SNR(Signal to Noise Ratio) 값을 얻고 기록하고, 생성한 수신 SNR 행렬 신호와 송신 SNR 벡터 신호를 인공지능 모델에 입력해 학습하도록 하며, 별도의 채널 추정 과정 없이 생성한 수신 SNR 행렬 신호를 인공지능 모델에 의해 학습된 인공지능 모델에 입력하여 운용 안테나별 송신 시점 SNR을 추정하고, 예측한 송신 시점의 SNR을 기반으로 송신 안테나 및 MCS를 결정하는 통신 파라미터 결정 방법을 수행할 수 있다.
- [0126] 본 발명의 일 실시예에 따른 인공지능 기술을 이용한 송신 안테나 및 MCS 선택 방법은 안테나로부터 획득한 수신 신호의 SNR을 데이터로 하여 인공지능 모델에 맞게 데이터 전처리를 수행하여 학습한 후, 과거 수신 SNR 정보를 학습된 모델에 입력하여 송신 시점의 추정된 SNR 값으로 송신 안테나와 MCS를 선택하여 통신 신뢰성 및 전송속도를 높일 수 있다.
- [0127] 본 발명은 전술무선통신 시스템에서 송신 안테나 선택 및 송신 변조 코딩 방식(Modulation Coding Scheme, MCS) 선택 시스템 및 방법에 관한 것으로 보다 상세하게는 인공지능 기술을 이용하여 송신 안테나 및 MCS 선택 시스템 및 방법에 관한 것일 수 있다.
- [0128] 종래에는 온라인 학습(Online Learning) 방식에서 부분 채널 상태 정보(Channel State Information, CSI)로 능동 안테나 세트를 업데이트 하기 위해 톰슨 샘플링(Thompson Sampling)방법을 사용한다. 톰슨 샘플링이란 확률 밀도함수를 이용해 각 데이터를 샘플링하여 가장 큰 값의 데이터를 선택하는 방법으로 이후 변화하는 데이터에 대해선 다시 반복하여 적용하는 방법이다. 능동 안테나 업데이트 방법에서 성능에 가장 크게 영향을 주는 부분은 안테나의 이동 여부이다. 종래에는 이동환경 시 어떻게 안테나를 업데이트 하는지에 대한 기준이 존재하지 않는다.
- [0129] 종래 기술로 TDD(Time Division Duplexing) 대규모 MIMO 환경에서 안테나 선택(Antenna Selection, AS) 기술이 존재한다. AS는 시스템에 비해 다이버시티, 용량 및 에너지 효율성 측면에서 성능이 크게 향상되기 때문에 다수의 송신 안테나 중 일부를 선택한다.
- [0130] 이에 반해 본 발명은, 전술무선통신 시스템에서 과거 수신 신호 대 잡음 비(Signal to Noise Ratio, SNR) 값 이외에 채널 상태 정보, 이동속도와 같은 추가적인 정보 없이, 미래의 특정 송신 시점의 SNR 추정을 위한 소프트웨어로서 활용 가능하다.
- [0131] 또한, 한 가지의 인공지능 모델로부터 운용 안테나 개수에 상관없이 동시에 안테나별 송신 시점의 SNR 추정이 가능하다.
- [0132] 또한, 안테나별 송신 시점의 추정된 SNR을 기반으로 송신 안테나 및 송신 MCS 선택에 관한 운용이 가능하다.
- [0133] 이상에서 설명한 본 발명의 실시예를 구성하는 모든 구성요소들이 하나로 결합하거나 결합하여 동작하는 것으로 기재되어 있다고 해서, 본 발명이 반드시 이러한 실시예에 한정되는 것은 아니다. 즉, 본 발명의 목적 범위 안에서라면, 그 모든 구성요소들이 하나 이상으로 선택적으로 결합하여 동작할 수도 있다. 또한, 그 모든 구성요소들이 각각 하나의 독립적인 하드웨어로 구현될 수 있지만, 각 구성요소들의 그 일부 또는 전부가 선택적으로 조합되어 하나 또는 복수개의 하드웨어에서 조합된 일부 또는 전부의 기능을 수행하는 프로그램 모듈을 갖는 컴퓨터 프로그램으로서 구현될 수도 있다. 또한, 이와 같은 컴퓨터 프로그램은 USB 메모리, CD 디스크, 플래시 메모리 등과 같은 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체(Computer Readable Media)에 저장되어 컴퓨터에 의하여 읽혀지고 실행됨으로써, 본 발명의 실시예를 구현할 수 있다. 컴퓨터 프로그램의 기록 매체로서는 자기기록매체, 광기록매체 등이 포함될 수 있다.
- [0134] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 수정, 변경 및 치환이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예 및 첨부된 도면들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예 및 첨부된 도면에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위

가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구 범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0135]

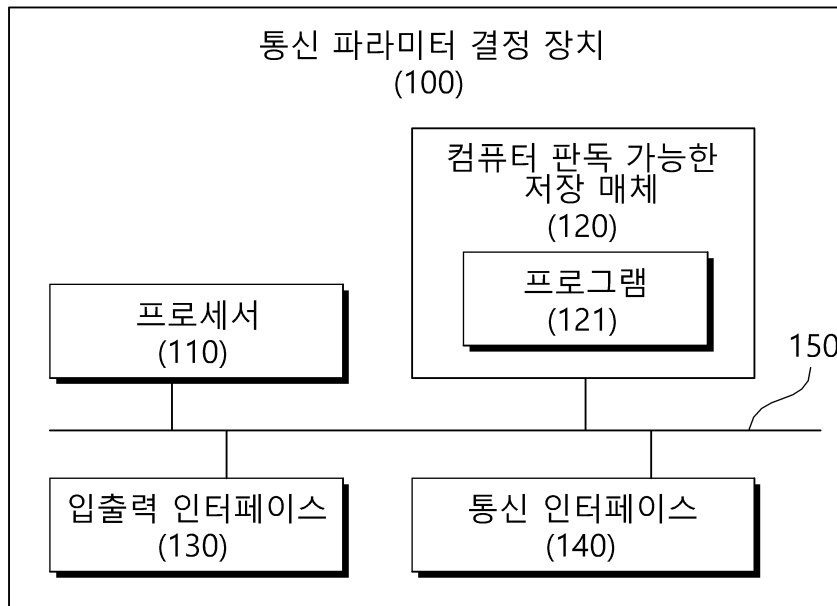
10: 통신 파라미터 결정 시스템

100: 통신 파라미터 결정 장치

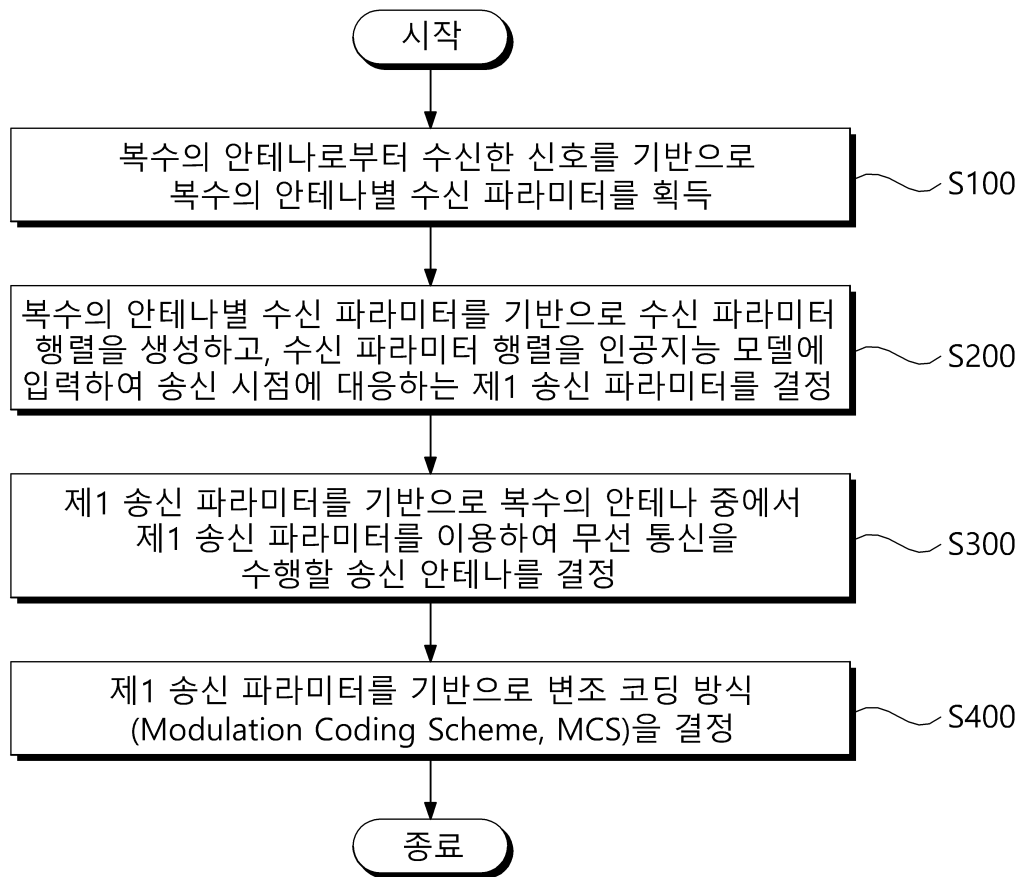
200: 안테나부

도면

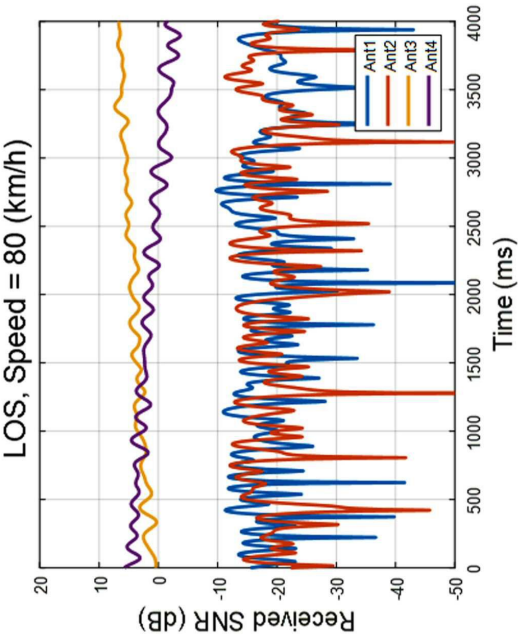
도면1



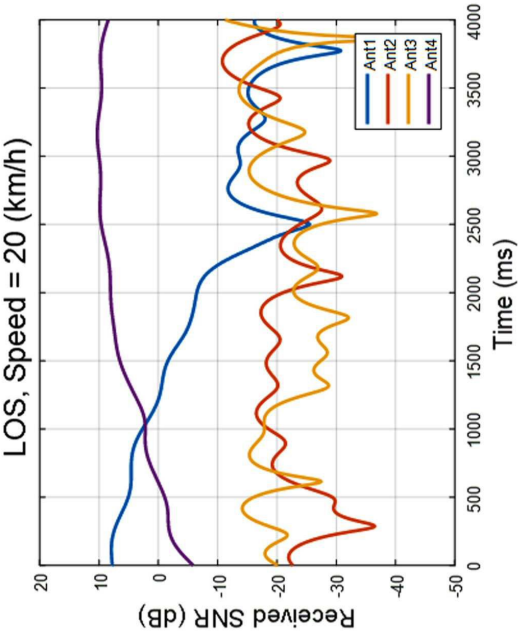
도면2



도면5

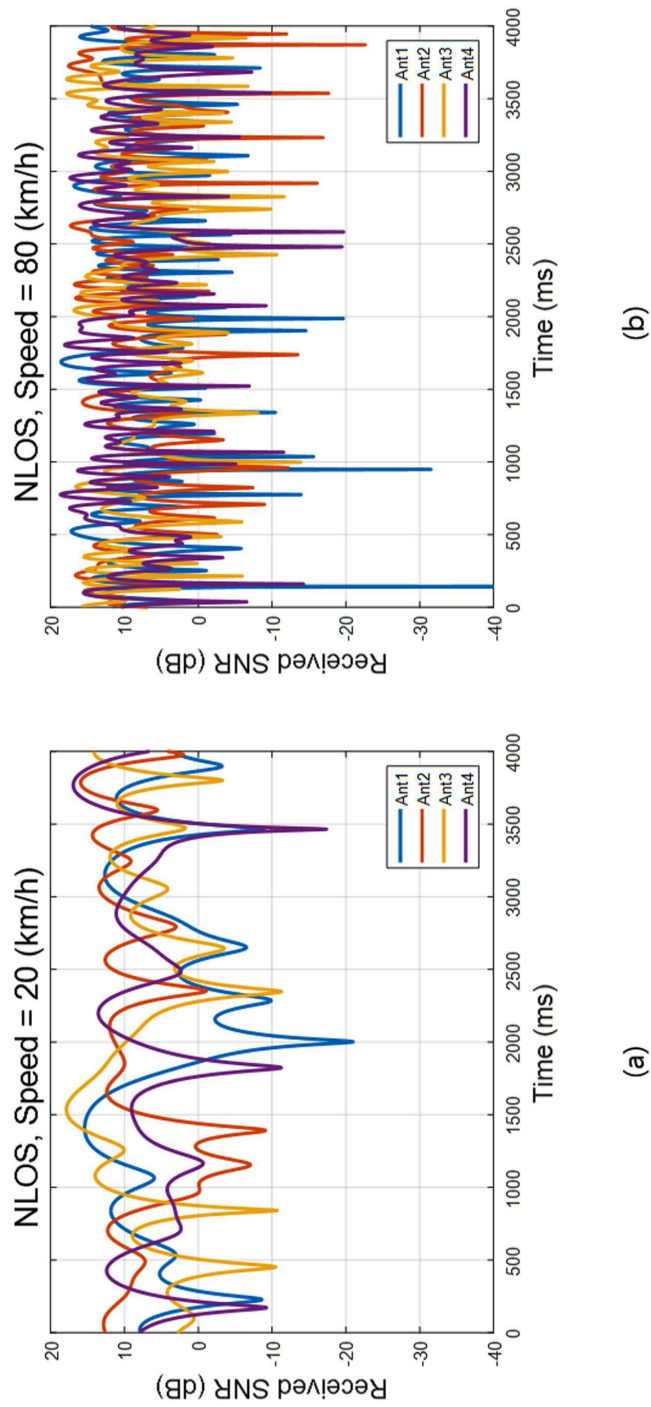


(b)



(a)

도면6



도면7

10

