

(45) 공고일자 2020년08월26일
(11) 등록번호 10-2148224
(24) 등록일자 2020년08월20일

- (73) 특허권자
인천대학교 산학협력단
인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)
- (72) 발명자
정해준
인천광역시 연수구 송도문화로28번길 81, 송도더
샵그린스퀘어 103동 1901호
- (74) 대리인
김효성

심사관 : 구영희

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H04B 7/024 (2013.01)

H04B 7/0639 (2013.01)

H04W 4/38 (2020.05)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711094719

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 기본연구

연구과제명 선택적 무선 전력 전송 시스템을 위한 자기공명 기반의 빔형성 기술에 대한 연구

기 여 율 1/1

주관기관 인천대학교

연구기간 2019.06.01 ~ 2020.02.29

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

무선 센서 네트워크를 구성하는 n (n 은 3이상의 자연수)개 통신 노드들 - 상기 n 개의 통신 노드들은 미리 설정된 길이의 반지름을 갖는 원형으로 구성된 경계 영역 내부의 2차원 평면 상에 분포되어 있음 - 의 고유 식별 번호가 저장되어 있는 식별 번호 저장부;

상기 2차원 평면 상에 존재하는 것으로 미리 설정된 복수의 신호 수신측들 각각에 대한 2차원 좌표와 상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대응되는 것으로 미리 설정된 통신 노드 - 상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대응되는 통신 노드는 상기 n 개의 통신 노드들 중에서 선정된 통신 노드로, 상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대해 빔포밍에 기반하여 신호를 전송하였을 때, 각 신호 수신측에서 최대의 SNR(Signal to Noise Ratio)을 갖는 것으로 사전 테스트에 의해 확인된 통신 노드를 의미함 - 의 고유 식별 번호가 기계학습을 위한 트레이닝 세트 데이터로 저장되어 있는 트레이닝 세트 저장부;

상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대한 2차원 좌표를 기초로 상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대응하는 1×2 행렬을 생성하고, 상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대응하는 1×2 행렬에 적어도 하나 가중치 행렬을 연쇄적으로 곱하여 상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대응하는 $1 \times n$ 의 연산 행렬을 생성하는 연산 행렬 생성부;

상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대응하는 $1 \times n$ 의 연산 행렬에 포함된 n 개의 성분들에 대해 확률 값 연산을 위한 미리 설정된 활성화 함수를 적용하여 상기 복수의 신호 수신측들 각각에서의 n 개의 확률 값들을 연산하는 확률 값 연산부;

상기 복수의 신호 수신측들 각각에서의 n 개의 확률 값들이 연산되면, 상기 복수의 신호 수신측들 각각에서 연산된 n 개의 확률 값들을 상기 n 개의 통신 노드들의 고유 식별 번호와 하나씩 매칭시키고, 상기 복수의 신호 수신측들 각각에서 연산된 n 개의 확률 값들 중 상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대응되는 것으로 선정되어 있는 통신 노드의 고유 식별 번호에 매칭된 확률 값이 최대가 되도록 상기 적어도 하나의 가중치 행렬을 기계학습시키는 학습 수행부;

상기 2차원 평면 상에 존재하는 제1 신호 수신 장치로 제1 센싱 데이터를 전송해야 하는 전송 이벤트가 발생하는 경우, 상기 제1 신호 수신 장치의 2차원 좌표와 상기 기계학습이 완료된 적어도 하나의 가중치 행렬에 기초하여 상기 n 개의 통신 노드들 중 상기 제1 신호 수신 장치로 상기 제1 센싱 데이터를 아날로그 협력 빔포밍(Analog Cooperative Beamforming)에 기반하여 전송하기 위한 k (k 는 2이상의 자연수로 n 보다 작은 수임)개의 통신 노드들을 선택하는 통신 노드 선택부;

상기 k 개의 통신 노드들이 선택되면, 상기 k 개의 통신 노드들의 고유 식별 번호를 기초로 상기 k 개의 통신 노드들을 식별한 후 상기 k 개의 통신 노드들로, 상기 제1 센싱 데이터를 상기 제1 신호 수신 장치로 아날로그 협력 빔포밍에 기반하여 협력 전송하도록 지시하는 제어 명령 신호를 전송하는 제어 명령 신호 전송부; 및

상기 k 개의 통신 노드들로부터 상기 제1 센싱 데이터의 상기 제1 신호 수신 장치로의 전송 성공 또는 실패 여부를 나타내는 상태 정보가 포함된 피드백 신호를 수신하는 피드백 신호 수신부

를 포함하는 2차원 평면 상에 분포되어 있는 통신 노드들을 통해 아날로그 협력 빔포밍에 기반한 신호 전송 처리를 수행하는 무선 통신 제어 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 통신 노드 선택부는

상기 제1 신호 수신 장치로 상기 제1 센싱 데이터를 전송해야 하는 전송 이벤트가 발생하는 경우, 상기 제1 신호 수신 장치의 2차원 좌표를 확인하는 좌표 확인부;

상기 제1 신호 수신 장치의 2차원 좌표를 기초로 상기 제1 신호 수신 장치에 대응하는 1 x 2 행렬을 생성하고, 상기 제1 신호 수신 장치에 대응하는 1 x 2 행렬에 상기 기계학습이 완료된 적어도 하나의 가중치 행렬을 연쇄적으로 곱하여 상기 제1 신호 수신 장치에 대응하는 1 x n의 연산 행렬을 생성하는 행렬 연산부;

상기 제1 신호 수신 장치에 대응하는 1 x n의 연산 행렬에 포함된 n개의 성분들에 대해 확률 값 연산을 위한 상기 활성화 함수를 적용하여 상기 제1 신호 수신 장치에 대한 n개의 확률 값들을 연산하고, 상기 제1 신호 수신 장치에 대한 n개의 확률 값들을 상기 n개의 통신 노드들의 고유 식별 번호와 하나씩 매칭시킨 후 상기 제1 신호 수신 장치에 대한 n개의 확률 값들 중 크기가 큰 순서로 k개의 확률 값들을 선정하는 확률 값 선정부; 및

상기 k개의 확률 값들이 선정되면, 상기 n개의 통신 노드들 중 상기 k개의 확률 값들에 고유 식별 번호가 매칭된 k개의 통신 노드들을 상기 제1 신호 수신 장치로 상기 제1 센싱 데이터를 아날로그 협력 빔포밍에 기반하여 전송하기 위한 통신 노드로 선택하는 선택 처리부

를 포함하는 2차원 평면 상에 분포되어 있는 통신 노드들을 통해 아날로그 협력 빔포밍에 기반한 신호 전송 처리를 수행하는 무선 통신 제어 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 활성화 함수는

하기의 수학적 식 1의 연산에 따라 n개의 값들을 0과 1사이의 확률 값으로 변환하는 softmax 함수인 2차원 평면 상에 분포되어 있는 통신 노드들을 통해 아날로그 협력 빔포밍에 기반한 신호 전송 처리를 수행하는 무선 통신 제어 장치.

[수학적 식 1]

$$f_i = \frac{e^{x_i}}{\sum_{k=1}^n e^{x_k}}$$

여기서, f_i 는 n개의 값들 중 i번째 값에 대해 연산된 확률 값으로, x_i 는 n개의 값들 중 i번째 값, x_k 는 n개의 값들 중 k번째 값, e는 자연상수를 의미함.

청구항 5

무선 센서 네트워크를 구성하는 n(n은 3이상의 자연수)개 통신 노드들 - 상기 n개의 통신 노드들은 미리 설정된 길이의 반지름을 갖는 원형으로 구성된 경계 영역 내부의 2차원 평면 상에 분포되어 있음 - 의 고유 식별 번호가 저장되어 있는 식별 번호 저장부를 유지하는 단계;

상기 2차원 평면 상에 존재하는 것으로 미리 설정된 복수의 신호 수신측들 각각에 대한 2차원 좌표와 상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대응되는 것으로 미리 설정된 통신 노드 - 상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대응되는 통신 노드는 상기 n개의 통신 노드들 중에서 선정된 통신 노드로, 상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대해 빔포밍에 기반하여 신호를 전송하였을 때, 각 신호 수신측에서 최대의 SNR(Signal to Noise Ratio)을 갖는 것으로 사전 테스트에 의해 확인된 통신 노드를 의미함 - 의 고유 식별 번호가 기계학습을 위한 트레이닝 세트 데이터로 저장되어 있는 트레이닝 세트 저장부를 유지하는 단계;

상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대한 2차원 좌표를 기초로 상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대응하는 1 x 2 행렬을 생성하고, 상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대응하는 1 x 2 행렬에 적어도 하나 가중치 행렬을 연쇄적으로 곱하여 상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대응하는 1 x n의 연산 행렬을 생성하는 단계;

상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대응하는 1 x n의 연산 행렬에 포함된 n개의 성분들에 대해 확률 값 연산을 위한 미리 설정된 활성화 함수를 적용하여 상기 복수의 신호 수신측들 각각에서의 n개의 확률 값들을 연산하는

단계;

상기 복수의 신호 수신측들 각각에서의 n 개의 확률 값들이 연산되면, 상기 복수의 신호 수신측들 각각에서 연산된 n 개의 확률 값들을 상기 n 개의 통신 노드들의 고유 식별 번호와 하나씩 매칭시키고, 상기 복수의 신호 수신측들 각각에서 연산된 n 개의 확률 값들 중 상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대응되는 것으로 선정되어 있는 통신 노드의 고유 식별 번호에 매칭된 확률 값이 최대가 되도록 상기 적어도 하나의 가중치 행렬을 기계학습시키는 단계;

상기 2차원 평면 상에 존재하는 제1 신호 수신 장치로 제1 센싱 데이터를 전송해야 하는 전송 이벤트가 발생하는 경우, 상기 제1 신호 수신 장치의 2차원 좌표와 상기 기계학습이 완료된 적어도 하나의 가중치 행렬에 기초하여 상기 n 개의 통신 노드들 중 상기 제1 신호 수신 장치로 상기 제1 센싱 데이터를 아날로그 협력 빔포밍(Analog Cooperative Beamforming)에 기반하여 전송하기 위한 k (k 는 2이상의 자연수로 n 보다 작은 수임)개의 통신 노드들을 선택하는 단계;

상기 k 개의 통신 노드들이 선택되면, 상기 k 개의 통신 노드들의 고유 식별 번호를 기초로 상기 k 개의 통신 노드들을 식별한 후 상기 k 개의 통신 노드들로, 상기 제1 센싱 데이터를 상기 제1 신호 수신 장치로 아날로그 협력 빔포밍에 기반하여 협력 전송하도록 지시하는 제어 명령 신호를 전송하는 단계; 및

상기 k 개의 통신 노드들로부터 상기 제1 센싱 데이터의 상기 제1 신호 수신 장치로의 전송 성공 또는 실패 여부를 나타내는 상태 정보가 포함된 피드백 신호를 수신하는 단계

를 포함하는 2차원 평면 상에 분포되어 있는 통신 노드들을 통해 아날로그 협력 빔포밍에 기반한 신호 전송 처리를 수행하는 무선 통신 제어 장치의 동작 방법.

청구항 6

삭제

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 통신 노드들을 선택하는 단계는

상기 제1 신호 수신 장치로 상기 제1 센싱 데이터를 전송해야 하는 전송 이벤트가 발생하는 경우, 상기 제1 신호 수신 장치의 2차원 좌표를 확인하는 단계;

상기 제1 신호 수신 장치의 2차원 좌표를 기초로 상기 제1 신호 수신 장치에 대응하는 1×2 행렬을 생성하고, 상기 제1 신호 수신 장치에 대응하는 1×2 행렬에 상기 기계학습이 완료된 적어도 하나의 가중치 행렬을 연쇄적으로 곱하여 상기 제1 신호 수신 장치에 대응하는 $1 \times n$ 의 연산 행렬을 생성하는 단계;

상기 제1 신호 수신 장치에 대응하는 $1 \times n$ 의 연산 행렬에 포함된 n 개의 성분들에 대해 확률 값 연산을 위한 상기 활성화 함수를 적용하여 상기 제1 신호 수신 장치에 대한 n 개의 확률 값들을 연산하고, 상기 제1 신호 수신 장치에 대한 n 개의 확률 값들을 상기 n 개의 통신 노드들의 고유 식별 번호와 하나씩 매칭시킨 후 상기 제1 신호 수신 장치에 대한 n 개의 확률 값들 중 크기가 큰 순서로 k 개의 확률 값들을 선정하는 단계; 및

상기 k 개의 확률 값들이 선정되면, 상기 n 개의 통신 노드들 중 상기 k 개의 확률 값들에 고유 식별 번호가 매칭된 k 개의 통신 노드들을 상기 제1 신호 수신 장치로 상기 제1 센싱 데이터를 아날로그 협력 빔포밍에 기반하여 전송하기 위한 통신 노드로 선택하는 단계

를 포함하는 2차원 평면 상에 분포되어 있는 통신 노드들을 통해 아날로그 협력 빔포밍에 기반한 신호 전송 처리를 수행하는 무선 통신 제어 장치의 동작 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 활성화 함수는

하기의 수학적 식 1의 연산에 따라 n 개의 값들을 0과 1사이의 확률 값으로 변환하는 softmax 함수인 2차원 평면 상에 분포되어 있는 통신 노드들을 통해 아날로그 협력 빔포밍에 기반한 신호 전송 처리를 수행하는 무선 통신 제

어 장치의 동작 방법.

[수학식 1]

$$f_i = \frac{e^{x_i}}{\sum_{k=1}^n e^{x_k}}$$

여기서, f_i 는 n 개의 값들 중 i 번째 값에 대해 연산된 확률 값으로, x_i 는 n 개의 값들 중 i 번째 값, x_k 는 n 개의 값들 중 k 번째 값, e 는 자연상수를 의미함.

청구항 9

제5항, 제7항 또는 제8항 중 어느 한 항의 방법을 컴퓨터와의 결합을 통해 실행시키기 위한 컴퓨터 프로그램을 기록한 컴퓨터 판독 가능 기록 매체.

청구항 10

제5항, 제7항 또는 제8항 중 어느 한 항의 방법을 컴퓨터와의 결합을 통해 실행시키기 위한 저장매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 2차원 평면 상에 분포되어 있는 통신 노드들을 통해 아날로그 협력 빔포밍에 기반한 신호 전송 처리를 수행하는 무선 통신 제어 장치 및 그 동작 방법에 대한 것이다.

배경 기술

- [0002] 최근, 사물인터넷 등의 기술이 발전함에 따라 무선 센서 네트워크에 대한 관심이 높아지고 있다.
- [0003] 무선 센서 네트워크는 다양한 센서를 통해 센싱 데이터를 획득하여 관리자에게 제공할 수 있다는 점에서 물류, 유통, 환경 감시, 홈 오토메이션 등과 같은 다양한 분야에서 활용되고 있다.
- [0004] 무선 센서 네트워크는 공장이나 군사 분야 등에서도 센싱 데이터의 획득 및 전송에 활용되고 있기 때문에 고도의 보안이 유지될 필요가 있다. 하지만, 무선 네트워크의 특징으로 인해 데이터 수신측으로 데이터가 전송되는 과정에서 제3자에 의해 신호 도청의 가능성을 배제할 수 없는 실정이다.
- [0005] 제3자에 의한 도청을 차단하기 위한 방안으로, 데이터를 암호화하여 전송하는 방식이 고려될 수 있지만, 무선 센서 네트워크에 사용되는 통신 노드들은 성능이 높은 편이 아니기 때문에 데이터의 암호화를 위한 암호화 프로토콜을 적용하기 적합하지 않을 수 있다.
- [0006] 관련해서, 제3자에 의한 도청을 차단하기 위한 방식으로 빔포밍(Beamforming)이 고려될 수 있다. 빔포밍은 특정 데이터 수신측으로만 데이터가 전송될 수 있도록 하는 기술을 의미하며, 보통 데이터 전송측에서는 소정의 빔포밍 벡터를 이용하여 전송하고자 하는 신호를 프리코딩한 후 데이터 수신측으로 전송하기 때문에 빔포밍 벡터를 공유하고 있는 데이터 수신측에서만 전송 데이터를 복원해낼 수 있어서, 제3자에 의한 도청을 차단하는데 효과적으로 사용될 수 있다.
- [0007] 아울러, 무선 센서 네트워크에서 데이터 수신측의 다이버시티 이득을 향상시키기 위한 방안으로 아날로그 협력 빔포밍 방식의 도입을 고려할 수 있다. 무선 센서 네트워크를 구성하는 다수의 통신 노드들이 데이터를 협력 빔포밍을 통해 데이터 수신측으로 전송하도록 네트워크를 구성한다면, 데이터 수신측으로의 빔포밍으로 인해 제3자의 도청 가능성을 차단할 수 있고, 다수의 통신 노드들의 협력 통신으로 인해 데이터 수신측에서의 높은 다이버시티 이득을 달성할 수 있다.
- [0008] 따라서, 무선 센서 네트워크에서 네트워크를 구성하는 다수의 통신 노드들을 활용한 아날로그 협력 빔포밍 방식의 신호 전송 처리 기술에 대한 연구가 필요하며, 이와 더불어 협력 빔포밍에 참여할 최적의 통신 노드들을 선

별하는 방식에 대한 연구가 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명은 2차원 평면 상에 분포되어 있는 통신 노드들을 통해 아날로그 협력 빔포밍에 기반한 신호 전송 처리를 수행하는 무선 통신 제어 장치 및 그 동작 방법을 제시함으로써, 무선 센서 네트워크에서 제3자에 의한 신호 도청을 방지함과 동시에 수신측의 다이버시티 이득을 향상시킬 수 있도록 지원하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명의 일실시예에 따른 2차원 평면 상에 분포되어 있는 통신 노드들을 통해 아날로그 협력 빔포밍에 기반한 신호 전송 처리를 수행하는 무선 통신 제어 장치는 무선 센서 네트워크를 구성하는 n (n 은 3이상의 자연수)개 통신 노드들 - 상기 n 개의 통신 노드들은 미리 설정된 길이의 반지름을 갖는 원형으로 구성된 경계 영역 내부의 2차원 평면 상에 분포되어 있음 - 의 고유 식별 번호가 저장되어 있는 식별 번호 저장부, 상기 2차원 평면 상에 존재하는 제1 신호 수신 장치로 제1 센싱 데이터를 전송해야 하는 전송 이벤트가 발생하는 경우, 상기 n 개의 통신 노드들 중 상기 제1 신호 수신 장치로 상기 제1 센싱 데이터를 아날로그 협력 빔포밍(Analog Cooperative Beamforming)에 기반하여 전송하기 위한 k (k 는 2이상의 자연수로 n 보다 작은 수임)개의 통신 노드들을 선택하는 통신 노드 선택부, 상기 k 개의 통신 노드들이 선택되면, 상기 k 개의 통신 노드들의 고유 식별 번호를 기초로 상기 k 개의 통신 노드들을 식별한 후 상기 k 개의 통신 노드들로 상기 제1 센싱 데이터를 상기 제1 신호 수신 장치로 아날로그 협력 빔포밍에 기반하여 협력 전송하도록 지시하는 제어 명령 신호를 전송하는 제어 명령 신호 전송부 및 상기 k 개의 통신 노드들로 상기 제어 명령 신호가 전송된 후 상기 k 개의 통신 노드들로부터 상기 제1 센싱 데이터의 상기 제1 신호 수신 장치로의 전송 성공 또는 실패 여부를 나타내는 상태 정보가 포함된 피드백 신호를 수신하는 피드백 신호 수신부를 포함한다.

- [0011] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 2차원 평면 상에 분포되어 있는 통신 노드들을 통해 아날로그 협력 빔포밍에 기반한 신호 전송 처리를 수행하는 무선 통신 제어 장치의 동작 방법은 무선 센서 네트워크를 구성하는 n (n 은 3이상의 자연수)개 통신 노드들 - 상기 n 개의 통신 노드들은 미리 설정된 길이의 반지름을 갖는 원형으로 구성된 경계 영역 내부의 2차원 평면 상에 분포되어 있음 - 의 고유 식별 번호가 저장되어 있는 식별 번호 저장부를 유지하는 단계, 상기 2차원 평면 상에 존재하는 제1 신호 수신 장치로 제1 센싱 데이터를 전송해야 하는 전송 이벤트가 발생하는 경우, 상기 n 개의 통신 노드들 중 상기 제1 신호 수신 장치로 상기 제1 센싱 데이터를 아날로그 협력 빔포밍(Analog Cooperative Beamforming)에 기반하여 전송하기 위한 k (k 는 2이상의 자연수로 n 보다 작은 수임)개의 통신 노드들을 선택하는 단계, 상기 k 개의 통신 노드들이 선택되면, 상기 k 개의 통신 노드들의 고유 식별 번호를 기초로 상기 k 개의 통신 노드들을 식별한 후 상기 k 개의 통신 노드들로 상기 제1 센싱 데이터를 상기 제1 신호 수신 장치로 아날로그 협력 빔포밍에 기반하여 협력 전송하도록 지시하는 제어 명령 신호를 전송하는 단계 및 상기 k 개의 통신 노드들로 상기 제어 명령 신호가 전송된 후 상기 k 개의 통신 노드들로부터 상기 제1 센싱 데이터의 상기 제1 신호 수신 장치로의 전송 성공 또는 실패 여부를 나타내는 상태 정보가 포함된 피드백 신호를 수신하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

- [0012] 본 발명은 2차원 평면 상에 분포되어 있는 통신 노드들을 통해 아날로그 협력 빔포밍에 기반한 신호 전송 처리를 수행하는 무선 통신 제어 장치 및 그 동작 방법을 제시함으로써, 무선 센서 네트워크에서 제3자에 의한 신호 도청을 방지함과 동시에 수신측의 다이버시티 이득의 향상을 도모할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0013] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 2차원 평면 상에 분포되어 있는 통신 노드들을 통해 아날로그 협력 빔포밍에 기반한 신호 전송 처리를 수행하는 무선 통신 제어 장치의 구조를 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 2차원 평면 상에 분포되어 있는 통신 노드들을 통해 아날로그 협력 빔포밍에 기반한 신호 전송 처리를 수행하는 무선 통신 제어 장치의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 2차원 평면 상에 분포되어 있는 통신 노드들을 통해 아날로그 협력 빔포밍에 기반한 신호 전송 처리를 수행하는 무선 통신 제어 장치의 동작 방법을 도시한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 이하에서는 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명하기로 한다. 이러한 설명은 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였으며, 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 본 명세서 상에서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 사람에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다.
- [0015] 본 문서에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다. 또한, 본 발명의 다양한 실시예들에 있어서, 각 구성요소들, 기능 블록들 또는 수단들은 하나 또는 그 이상의 하부 구성요소로 구성될 수 있고, 각 구성요소들이 수행하는 전기, 전자, 기계적 기능들은 전자회로, 집적회로, ASIC(Application Specific Integrated Circuit) 등 공지된 다양한 소자들 또는 기계적 요소들로 구현될 수 있으며, 각각 별개로 구현되거나 2 이상이 하나로 통합되어 구현될 수도 있다.
- [0016] 한편, 첨부된 블록도의 블록들이나 흐름도의 단계들은 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터, 휴대용 노트북 컴퓨터, 네트워크 컴퓨터 등 데이터 프로세싱이 가능한 장비의 프로세서나 메모리에 탑재되어 지정된 기능들을 수행하는 컴퓨터 프로그램 명령들(instructions)을 의미하는 것으로 해석될 수 있다. 이들 컴퓨터 프로그램 명령들은 컴퓨터 장치에 구비된 메모리 또는 컴퓨터에서 판독 가능한 메모리에 저장될 수 있기 때문에, 블록도의 블록들 또는 흐름도의 단계들에서 설명된 기능들은 이를 수행하는 명령 수단을 내포하는 제조물로 생산될 수도 있다. 아울러, 각 블록 또는 각 단계는 특정된 논리적 기능(들)을 실행하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 명령들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 또, 몇 가지 대체 가능한 실시예들에서는 블록들 또는 단계들에서 언급된 기능들이 정해진 순서와 달리 실행되는 것도 가능함을 주목해야 한다. 예컨대, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 블록들 또는 단계들은 실질적으로 동시에 수행되거나, 역순으로 수행될 수 있으며, 경우에 따라 일부 블록들 또는 단계들이 생략된 채로 수행될 수도 있다.
- [0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 2차원 평면 상에 분포되어 있는 통신 노드들을 통해 아날로그 협력 빔포밍에 기반한 신호 전송 처리를 수행하는 무선 통신 제어 장치의 구조를 도시한 도면이다.
- [0018] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 무선 통신 제어 장치(110)는 식별 번호 저장부(111), 통신 노드 선택부(112), 제어 명령 신호 전송부(113) 및 피드백 신호 수신부(114)를 포함한다.
- [0019] 식별 번호 저장부(111)에는 무선 센서 네트워크를 구성하는 n (n 은 3이상의 자연수)개 통신 노드들의 고유 식별 번호가 저장되어 있다.
- [0020] 여기서, 상기 n 개의 통신 노드들은 미리 설정된 길이의 반지름을 갖는 원형으로 구성된 경계 영역 내부의 2차원 평면 상에 분포되어 있다.
- [0021] 관련해서, 도 2에는 상기 n 개의 통신 노드들이 2차원 평면 상에 분포되어 있는 상태를 설명하기 위한 개념도가 도시되어 있다.
- [0022] 도 2에 도시된 그림과 같이, 상기 n 개의 통신 노드들은 미리 설정된 길이의 반지름을 갖는 원형으로 구성된 경계 영역 내부의 2차원 평면 상 분포되어 있을 수 있다.
- [0023] 관련해서, 도면부호 211로 표시한 점이 n 개의 통신 노드들 중 하나의 통신 노드를 의미하고, 각 통신 노드들의 위치는 2차원 극 좌표계로 표현될 수 있다.
- [0024] 그리고, 도면부호 212로 표시한 점은 무선 센서 네트워크를 통해 센싱 데이터를 수신하는 신호 수신 장치를 표현한 것으로, 신호 수신 장치의 위치도 2차원 극 좌표계로 표현될 수 있다.
- [0025] 통신 노드 선택부(112)는 상기 2차원 평면 상에 존재하는 제1 신호 수신 장치로 제1 센싱 데이터를 전송해야 하는 전송 이벤트가 발생하는 경우, 상기 n 개의 통신 노드들 중 상기 제1 신호 수신 장치로 상기 제1 센싱 데이터를 아날로그 협력 빔포밍(Analog Cooperative Beamforming)에 기반하여 전송하기 위한 k (k 는 2이상의 자연수로 n 보다 작은 수임)개의 통신 노드들을 선택한다.
- [0026] 제어 명령 신호 전송부(113)는 상기 k 개의 통신 노드들이 선택되면, 상기 k 개의 통신 노드들의 고유 식별 번호를 기초로 상기 k 개의 통신 노드들을 식별한 후 상기 k 개의 통신 노드들로 상기 제1 센싱 데이터를 상기 제1 신

호 수신 장치로 아날로그 협력 빔포밍에 기반하여 협력 전송하도록 지시하는 제어 명령 신호를 전송한다.

[0027] 이때, 상기 k개의 통신 노드들은 상기 제어 명령 신호가 수신되면, 상기 제어 명령 신호를 기초로 상기 제1 센싱 데이터를 상기 제1 신호 수신 장치로 아날로그 협력 빔포밍에 기반하여 전송할 수 있다. 그리고 나서, 상기 k개의 통신 노드들은 상기 제1 센싱 데이터의 상기 제1 신호 수신 장치로의 전송이 성공하였는지 실패하였는지 여부를 나타내는 상태 정보가 포함된 피드백 신호를 생성하여 무선 통신 제어 장치(110)로 전송할 수 있다.

[0028] 이때, 피드백 신호 수신부(114)는 상기 k개의 통신 노드들로부터 상기 제1 센싱 데이터의 상기 제1 신호 수신 장치로의 전송 성공 또는 실패 여부를 나타내는 상태 정보가 포함된 상기 피드백 신호를 수신한다.

[0029] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 무선 통신 제어 장치(110)는 기계학습 기반의 인공지능 기술을 활용하여 센싱 데이터를 전송할 통신 노드를 선택하도록 구성될 수 있는데, 이와 관련해서, 무선 통신 제어 장치(110)는 기계학습을 수행하기 위한 구성으로, 트레이닝 세트 저장부(115), 연산 행렬 생성부(116), 확률 값 연산부(117) 및 학습 수행부(118)를 더 포함할 수 있다.

[0030] 트레이닝 세트 저장부(115)에는 상기 2차원 평면 상에 존재하는 것으로 미리 설정된 복수의 신호 수신측들 각각에 대한 2차원 좌표와 상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대응되는 것으로 미리 설정된 통신 노드의 고유 식별 번호가 기계학습을 위한 트레이닝 세트 데이터로 저장되어 있다.

[0031] 여기서, 상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대응되는 통신 노드란 상기 n개의 통신 노드들 중에서 선정된 통신 노드로, 상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대해 빔포밍에 기반하여 신호를 전송하였을 때, 각 신호 수신측에서 최대의 SNR(Signal to Noise Ratio)을 갖는 것으로 사전 테스트에 의해 확인된 통신 노드를 의미한다. 예컨대, '(a1, b1)'이라는 2차원 좌표를 갖는 수신측에 대해서 상기 n개의 통신 노드들이 빔포밍에 기반하여 신호를 전송하였을 때, '식별 번호 1'이라는 고유 식별 번호를 갖는 통신 노드에서의 SNR이 최대로 측정되었다면, 관리자는 '(a1, b1)'이라는 2차원 좌표를 갖는 수신측에 대해 '식별 번호 1'이라는 고유 식별 번호를 갖는 통신 노드를 대응시킬 수 있다. 이러한 방식으로, 관리자는 여러 번의 실험을 통해 상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대해 대응되는 통신 노드의 고유 식별 번호를 매칭시킴으로써, 기계학습을 위한 트레이닝 세트 데이터를 구성할 수 있다.

[0032] 이러한 점을 고려하면, 트레이닝 세트 저장부(115)에는 하기의 표 1과 같이 데이터가 저장되어 있을 수 있다.

표 1

트레이닝 세트	복수의 신호 수신측들에 대한 2차원 좌표	대응되는 통신 노드의 고유 식별 번호
세트 1	(a1, b1)	식별 번호 1
세트 2	(a2, b2)	식별 번호 2
세트 3	(a3, b3)	식별 번호 3
...	...	...

[0036] 연산 행렬 생성부(116)는 상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대한 2차원 좌표를 기초로 상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대응하는 1 x 2 행렬을 생성하고, 상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대응하는 1 x 2 행렬에 적어도 하나의 가중치 행렬을 연쇄적으로 곱하여 상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대응하는 1 x n의 연산 행렬을 생성한다.

[0037] 예컨대, 상기 복수의 신호 수신측들이 100개가 존재한다고 하는 경우, 연산 행렬 생성부(116)는 100개의 신호 수신측들 각각에 대한 2차원 좌표를 기초로 100개의 신호 수신측들 각각에 대응하는 1 x 2 행렬을 생성할 수 있다. 관련해서, '(a1, b1)'이라는 2차원 좌표를 갖는 신호 수신측이 있다고 하는 경우, 연산 행렬 생성부(116)는 해당 신호 수신측에 대해 '[a1 b1]'이라고 하는 1 x 2 행렬을 생성할 수 있다.

[0038] 이때, 상기 적어도 하나의 가중치 행렬로 2 x 4의 크기를 갖는 가중치 행렬 1과 4 x n의 크기를 갖는 가중치 행렬 2가 존재한다고 하는 경우, 연산 행렬 생성부(116)는 100개의 1 x 2 행렬들 각각에 대해 상기 가중치 행렬 1, 2를 연쇄적으로 곱하여 100개의 신호 수신측들 각각에 대응하는 1 x n의 연산 행렬 100개를 생성할 수 있다. 이때, 상기 가중치 행렬 1, 2를 구성하는 성분들은 랜덤하게 구성될 수 있다. 후술할 예정이지만, 상기 가중치 행렬 1, 2를 구성하는 성분들이 기계학습을 통해서 결정되는 것이다.

[0039] 확률 값 연산부(117)는 상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대응하는 1 x n의 연산 행렬에 포함된 n개의 성분들에 대해 확률 값 연산을 위한 미리 설정된 활성화 함수를 적용하여 상기 복수의 신호 수신측들 각각에서의 n개

의 확률 값들을 연산한다.

[0040] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 활성화 함수는 하기의 수학식 1의 연산에 따라 n개의 값들을 0과 1사이의 확률 값으로 변환하는 softmax 함수일 수 있다.

수학식 1

$$f_i = \frac{e^{x_i}}{\sum_{k=1}^n e^{x_k}}$$

[0042]

[0044] 여기서, f_i 는 n개의 값들 중 i번째 값에 대해 연산된 확률 값으로, x_i 는 n개의 값들 중 i번째 값, x_k 는 n개의 값들 중 k번째 값, e는 자연상수를 의미한다. 상기 수학식 1에 의해 연산된 n개의 확률 값들의 합계는 1이 된다.

[0045] 관련해서, 앞서 설명한 예시와 같이, 연산 행렬 생성부(116)에 의해 100개의 신호 수신측들 각각에 대응하는 1 x n의 연산 행렬이 생성되었다고 하는 경우, 확률 값 연산부(117)는 100개의 신호 수신측들 각각의 연산 행렬에 포함된 n개의 성분들에 대해서 상기 수학식 1에 따른 softmax 함수를 적용하여 100개의 신호 수신측들 각각에 대응하는 n개의 확률 값들을 연산할 수 있다.

[0046] 학습 수행부(118)는 상기 복수의 신호 수신측들 각각에서의 n개의 확률 값들이 연산되면, 상기 복수의 신호 수신측들 각각에서 연산된 n개의 확률 값들을 상기 n개의 통신 노드들의 고유 식별 번호와 하나씩 매칭시키고, 상기 복수의 신호 수신측들 각각에서 연산된 n개의 확률 값들 중 상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대응되는 것으로 선정되어 있는 통신 노드의 고유 식별 번호에 매칭된 확률 값이 최대가 되도록 상기 적어도 하나의 가중치 행렬을 기계학습시킨다.

[0047] 관련해서, 전술한 예시와 같이, 상기 적어도 하나의 가중치 행렬로 가중치 행렬 1, 2가 존재한다고 하고, 확률 값 연산부(117)에 의해 100개의 신호 수신측들 각각에 대응되는 n개의 확률 값들이 연산되었다고 하는 경우, 학습 수행부(118)는 100개의 신호 수신측들 각각에 대해, n개의 확률 값들을 n개의 통신 노드들의 고유 식별 번호와 하나씩 매칭시킬 수 있다. 이때, 학습 수행부(118)는 각 신호 수신측에서 연산된 n개의 확률 값들과 n개의 통신 노드들의 고유 식별 번호를 소정의 순서에 따라 하나씩 매칭시킬 수 있다.

[0048] 그리고 나서, 학습 수행부(118)는 100개의 신호 수신측들 각각에 대해 트레이닝 세트 데이터로 대응되어 있는 통신 노드의 고유 식별 번호를 확인하고, 각 신호 수신측에서의 n개의 확률 값들 중 각 신호 수신측에서의 트레이닝 세트에 대응되어 있는 통신 노드의 고유 식별 번호와 매칭되는 확률 값이 최대가 되도록 상기 가중치 행렬 1, 2를 기계학습시킬 수 있다.

[0049] 예컨대, 상기 표 1과 같이 트레이닝 세트 데이터가 구성되어 있다고 하는 경우, 학습 수행부(118)는 '(a1, b1)'이라는 2차원 좌표를 갖는 수신측에 대한 n개의 확률 값들 중 '식별 번호 1'에 매칭된 확률 값이 최대가 되도록 상기 가중치 행렬 1, 2를 기계학습시킬 수 있다. 이러한 방식으로, 학습 수행부(118)는 100개의 신호 수신측들 각각에 대해 상기 가중치 행렬 1, 2를 기계학습시키는 과정을 반복할 수 있다.

[0050] 이렇게, 상기 적어도 하나의 가중치 행렬에 대한 기계학습이 완료된 이후에 상기 제1 신호 수신 장치로 상기 제1 센싱 데이터를 전송해야 하는 전송 이벤트가 발생하는 경우, 통신 노드 선택부(112)는 상기 제1 신호 수신 장치의 2차원 좌표와 상기 기계학습이 완료된 적어도 하나의 가중치 행렬을 기초로 상기 n개의 통신 노드들 중 상기 제1 신호 수신 장치로 상기 제1 센싱 데이터를 아날로그 협력 빔포밍에 기반하여 전송하기 위한 상기 k(k는 2이상의 자연수로 n보다 작은 수임)개의 통신 노드들을 선택할 수 있다.

[0051] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 통신 노드 선택부(112)는 상기 기계학습이 완료된 적어도 하나의 가중치 행렬을 기초로 통신 노드를 선택하기 위한 구체적인 구성으로, 좌표 확인부(119), 행렬 연산부(120), 확률 값 선정부(121) 및 선택 처리부(122)를 포함할 수 있다.

[0052] 좌표 확인부(119)는 상기 제1 신호 수신 장치로 상기 제1 센싱 데이터를 전송해야 하는 전송 이벤트가 발생하는 경우, 상기 제1 신호 수신 장치의 2차원 좌표를 확인한다.

- [0053] 행렬 연산부(120)는 상기 제1 신호 수신 장치의 2차원 좌표를 기초로 상기 제1 신호 수신 장치에 대응하는 1×2 행렬을 생성하고, 상기 제1 신호 수신 장치에 대응하는 1×2 행렬에 상기 기계학습이 완료된 적어도 하나의 가중치 행렬을 연쇄적으로 곱하여 상기 제1 신호 수신 장치에 대응하는 $1 \times n$ 의 연산 행렬을 생성한다.
- [0054] 확률 값 선정부(121)는 상기 제1 신호 수신 장치에 대응하는 $1 \times n$ 의 연산 행렬에 포함된 n 개의 성분들에 대해 확률 값 연산을 위한 상기 활성화 함수를 적용하여 상기 제1 신호 수신 장치에 대한 n 개의 확률 값들을 연산하고, 상기 제1 신호 수신 장치에 대한 n 개의 확률 값들을 상기 n 개의 통신 노드들의 고유 식별 번호와 하나씩 매칭시킨 후 상기 제1 신호 수신 장치에 대한 n 개의 확률 값들 중 크기가 큰 순서로 k 개의 확률 값들을 선정한다.
- [0055] 그리고, 선택 처리부(122)는 상기 k 개의 확률 값들이 선정되면, 상기 n 개의 통신 노드들 중 상기 k 개의 확률 값들에 고유 식별 번호가 매칭된 k 개의 통신 노드들을 상기 제1 신호 수신 장치로 상기 제1 센싱 데이터를 아날로그 협력 빔포밍에 기반하여 전송하기 위한 통신 노드로 선택한다.
- [0056] 예컨대, 상기 제1 신호 수신 장치에 따른 2차원 좌표를 ' k_1, k_2 '라고 하는 경우, 행렬 연산부(120)는 ' $k_1 k_2$ '이라고 하는 1×2 행렬을 생성하고, 상기 1×2 행렬에 기계학습이 완료된 상기 적어도 하나의 가중치 행렬을 연쇄적으로 곱하여 $1 \times n$ 의 연산 행렬을 생성할 수 있다.
- [0057] 그리고 나서, 확률 값 선정부(121)는 상기 $1 \times n$ 의 연산 행렬에 포함된 n 개의 성분들에 대해 상기 수학적 1과 같은 softmax 함수를 적용하여 n 개의 확률 값들을 연산할 수 있고, n 개의 확률 값들에 대해 상기 n 개의 통신 노드들의 고유 식별 번호를 순차적으로 하나씩 매칭시킬 수 있다.
- [0058] 그 이후, 확률 값 선정부(121)는 상기 n 개의 확률 값들 중 크기가 큰 순서로 k 개의 확률 값들을 선정할 수 있다.
- [0059] 이렇게, k 개의 확률 값들이 선정되면, 선택 처리부(122)는 상기 n 개의 통신 노드들 중 상기 k 개의 확률 값들에 고유 식별 번호가 매칭된 k 개의 통신 노드들을 신호 전송을 수행하기 위한 통신 노드로 선택할 수 있다.
- [0060] 결국, 본 발명에 따른 무선 통신 제어 장치(110)는 소정의 신호 수신측들에 대해 최적의 SNR을 갖는 것으로 확인된 통신 노드를 확인하여 이를 트레이닝 세트로 구성한 후 트레이닝 세트를 기반으로 기계학습을 수행하여 통신 노드 선택을 위한 가중치 행렬을 학습시키고, 기계학습이 완료된 가중치 행렬을 기초로 무선 센서 네트워크에 존재하는 통신 노드들 중 협력 빔포밍에 참여할 최적의 통신 노드들을 선택함으로써, 무선 센서 네트워크에서의 협력 통신에 따른 효율성을 증대시킬 수 있다.
- [0061] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 2차원 평면 상에 분포되어 있는 통신 노드들을 통해 아날로그 협력 빔포밍에 기반한 신호 전송 처리를 수행하는 무선 통신 제어 장치의 동작 방법을 도시한 순서도이다.
- [0062] 단계(S310)에서는 무선 센서 네트워크를 구성하는 n (n 은 3이상의 자연수)개 통신 노드들(상기 n 개의 통신 노드들은 미리 설정된 길이의 반지름을 갖는 원형으로 구성된 경계 영역 내부의 2차원 평면 상에 분포되어 있음)의 고유 식별 번호가 저장되어 있는 식별 번호 저장부를 유지한다.
- [0063] 단계(S320)에서는 상기 2차원 평면 상에 존재하는 제1 신호 수신 장치로 제1 센싱 데이터를 전송해야 하는 전송 이벤트가 발생하는 경우, 상기 n 개의 통신 노드들 중 상기 제1 신호 수신 장치로 상기 제1 센싱 데이터를 아날로그 협력 빔포밍에 기반하여 전송하기 위한 k (k 는 2이상의 자연수로 n 보다 작은 수임)개의 통신 노드들을 선택한다.
- [0064] 단계(S330)에서는 상기 k 개의 통신 노드들이 선택되면, 상기 k 개의 통신 노드들의 고유 식별 번호를 기초로 상기 k 개의 통신 노드들을 식별한 후 상기 k 개의 통신 노드들로 상기 제1 센싱 데이터를 상기 제1 신호 수신 장치로 아날로그 협력 빔포밍에 기반하여 협력 전송하도록 지시하는 제어 명령 신호를 전송한다.
- [0065] 단계(S340)에서는 상기 k 개의 통신 노드들로부터 상기 제1 센싱 데이터의 상기 제1 신호 수신 장치로의 전송 성공 또는 실패 여부를 나타내는 상태 정보가 포함된 피드백 신호를 수신한다.
- [0066] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 무선 통신 제어 장치의 동작 방법은 상기 2차원 평면 상에 존재하는 것으로 미리 설정된 복수의 신호 수신측들 각각에 대한 2차원 좌표와 상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대응되는 것으로 미리 설정된 통신 노드(상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대응되는 통신 노드는 상기 n 개의 통신 노드들 중에서 선정된 통신 노드로, 상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대해 빔포밍에 기반하여 신호를 전송하였을 때, 각 신호 수신측에서 최대의 SNR을 갖는 것으로 사전 테스트에 의해 확인된 통신 노드를 의미함)의 고유 식별 번호가 기계학습을 위한 트레이닝 세트 데이터로 저장되어 있는 트레이닝 세트 저장부를 유지하는 단계,

상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대한 2차원 좌표를 기초로 상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대응하는 1×2 행렬을 생성하고, 상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대응하는 1×2 행렬에 적어도 하나의 가중치 행렬을 연쇄적으로 곱하여 상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대응하는 $1 \times n$ 의 연산 행렬을 생성하는 단계, 상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대응하는 $1 \times n$ 의 연산 행렬에 포함된 n 개의 성분들에 대해 확률 값 연산을 위한 미리 설정된 활성화 함수를 적용하여 상기 복수의 신호 수신측들 각각에서의 n 개의 확률 값들을 연산하는 단계 및 상기 복수의 신호 수신측들 각각에서의 n 개의 확률 값들이 연산되면, 상기 복수의 신호 수신측들 각각에서 연산된 n 개의 확률 값들을 상기 n 개의 통신 노드들의 고유 식별 번호와 하나씩 매칭시키고, 상기 복수의 신호 수신측들 각각에서 연산된 n 개의 확률 값들 중 상기 복수의 신호 수신측들 각각에 대응되는 것으로 선정되어 있는 통신 노드의 고유 식별 번호에 매칭된 확률 값이 최대가 되도록 상기 적어도 하나의 가중치 행렬을 기계학습시키는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0067] 이때, 단계(S320)에서는 상기 제1 신호 수신 장치로 상기 제1 센싱 데이터를 전송해야 하는 전송 이벤트가 발생하는 경우, 상기 제1 신호 수신 장치의 2차원 좌표와 상기 기계학습이 완료된 적어도 하나의 가중치 행렬을 기초로 상기 n 개의 통신 노드들 중 상기 제1 신호 수신 장치로 상기 제1 센싱 데이터를 아날로그 협력 빔포밍에 기반하여 전송하기 위한 상기 k 개의 통신 노드들을 선택할 수 있다.

[0068] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 단계(S320)에서는 상기 제1 신호 수신 장치로 상기 제1 센싱 데이터를 전송해야 하는 전송 이벤트가 발생하는 경우, 상기 제1 신호 수신 장치의 2차원 좌표를 확인하는 단계, 상기 제1 신호 수신 장치의 2차원 좌표를 기초로 상기 제1 신호 수신 장치에 대응하는 1×2 행렬을 생성하고, 상기 제1 신호 수신 장치에 대응하는 1×2 행렬에 상기 기계학습이 완료된 적어도 하나의 가중치 행렬을 연쇄적으로 곱하여 상기 제1 신호 수신 장치에 대응하는 $1 \times n$ 의 연산 행렬을 생성하는 단계, 상기 제1 신호 수신 장치에 대응하는 $1 \times n$ 의 연산 행렬에 포함된 n 개의 성분들에 대해 확률 값 연산을 위한 상기 활성화 함수를 적용하여 상기 제1 신호 수신 장치에 대한 n 개의 확률 값들을 연산하고, 상기 제1 신호 수신 장치에 대한 n 개의 확률 값들을 상기 n 개의 통신 노드들의 고유 식별 번호와 하나씩 매칭시킨 후 상기 제1 신호 수신 장치에 대한 n 개의 확률 값들 중 크기가 큰 순서로 k 개의 확률 값들을 선정하는 단계 및 상기 k 개의 확률 값들이 선정되면, 상기 n 개의 통신 노드들 중 상기 k 개의 확률 값들에 고유 식별 번호가 매칭된 k 개의 통신 노드들을 상기 제1 신호 수신 장치로 상기 제1 센싱 데이터를 아날로그 협력 빔포밍에 기반하여 전송하기 위한 통신 노드로 선택하는 단계를 포함할 수 있다.

[0069] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 활성화 함수는 상기 수학식 1의 연산에 따라 n 개의 값들을 0과 1사이의 확률 값으로 변환하는 softmax 함수일 수 있다.

[0070] 이상, 도 3을 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 2차원 평면 상에 분포되어 있는 통신 노드들을 통해 아날로그 협력 빔포밍에 기반한 신호 전송 처리를 수행하는 무선 통신 제어 장치의 동작 방법에 대해 설명하였다. 여기서, 본 발명의 일실시예에 따른 2차원 평면 상에 분포되어 있는 통신 노드들을 통해 아날로그 협력 빔포밍에 기반한 신호 전송 처리를 수행하는 무선 통신 제어 장치의 동작 방법은 도 1과 도 2를 이용하여 설명한 2차원 평면 상에 분포되어 있는 통신 노드들을 통해 아날로그 협력 빔포밍에 기반한 신호 전송 처리를 수행하는 무선 통신 제어 장치(110)의 동작에 대한 구성과 대응될 수 있으므로, 이에 대한 보다 상세한 설명은 생략하기로 한다.

[0071] 본 발명의 일실시예에 따른 2차원 평면 상에 분포되어 있는 통신 노드들을 통해 아날로그 협력 빔포밍에 기반한 신호 전송 처리를 수행하는 무선 통신 제어 장치의 동작 방법은 컴퓨터와의 결합을 통해 실행시키기 위한 저장 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로 구현될 수 있다.

[0072] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 2차원 평면 상에 분포되어 있는 통신 노드들을 통해 아날로그 협력 빔포밍에 기반한 신호 전송 처리를 수행하는 무선 통신 제어 장치의 동작 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행

행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

[0073] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

[0074] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

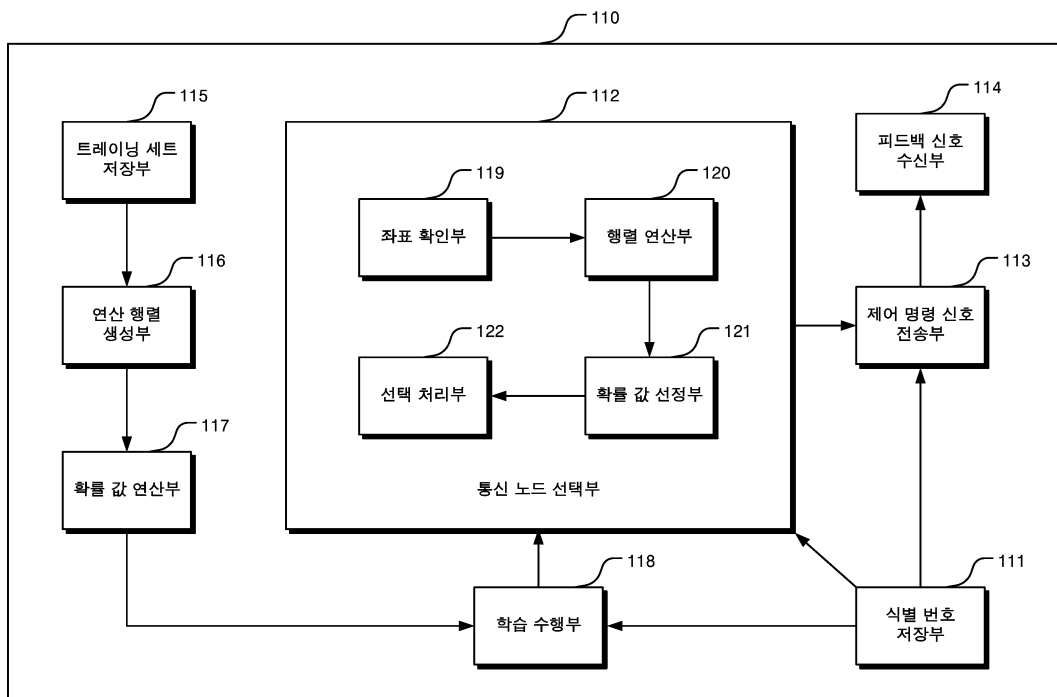
부호의 설명

[0075] 110: 2차원 평면 상에 분포되어 있는 통신 노드들을 통해 아날로그 협력 빔포밍에 기반한 신호 전송 처리를 수행하는 무선 통신 제어 장치

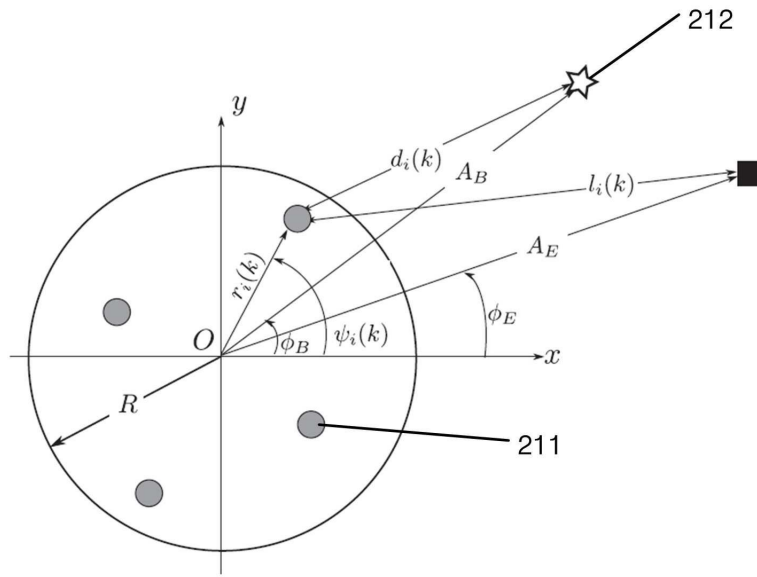
- | | |
|-------------------|-----------------|
| 111: 식별 번호 저장부 | 112: 통신 노드 선택부 |
| 113: 제어 명령 신호 전송부 | 114: 피드백 신호 수신부 |
| 115: 트레이닝 세트 저장부 | 116: 연산 행렬 생성부 |
| 117: 확률 값 연산부 | 118: 학습 수행부 |
| 119: 좌표 확인부 | 120: 행렬 연산부 |
| 121: 확률 값 선정부 | 122: 행렬 연산부 |
| 123: 좌표 확인부 | 124: 선택 처리부 |

도면

도면1



도면2



도면3

