



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0096656
(43) 공개일자 2023년06월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04J 11/00 (2006.01) B64C 39/02 (2023.01)
B64D 47/00 (2006.01) H04L 1/00 (2006.01)
H04L 27/26 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H04J 11/0036 (2013.01)
B64C 39/024 (2023.01)

(21) 출원번호 10-2021-0186361

(22) 출원일자 2021년12월23일

심사청구일자 2021년12월23일

(71) 출원인

포항공과대학교 산학협력단
경상북도 포항시 남구 청암로 77 (지곡동)
울산과학기술원

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(72) 발명자

양현종

경상북도 포항시 남구 청암로 77(지곡동, 포항공과대학교 전자전기공학과)

노현호

경상북도 포항시 남구 연일읍 유강길 12, 303호(안젤로빌)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인(유한)아이시스

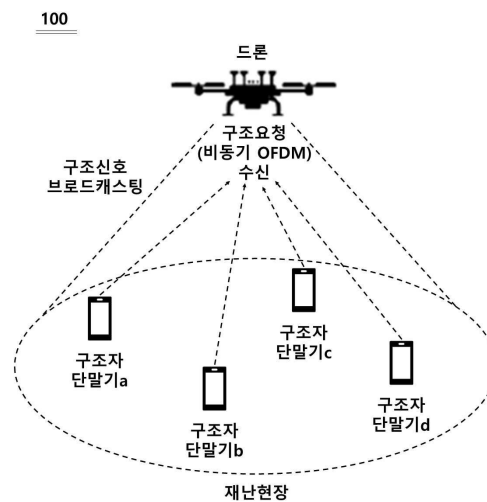
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 비동기적으로 수신된 OFDM 신호 검파 방법 및 장치

(57) 요약

개시된 기술은 비동기적으로 수신된 OFDM 신호 검파 방법 및 장치에 관한 것으로, 드론이 재난현장에 구조신호를 브로드캐스팅하는 단계; 상기 드론이 복수개의 안테나를 이용하여 상기 재난현장에 위치한 복수의 구조자 단말기들로부터 상기 구조신호에 대한 복수개의 구조요청 신호를 각각 수신하는 단계; 및 상기 드론이 덤퍼닝 모델을 이용하여 상기 복수개의 구조요청 신호를 검파하는 단계;를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B64D 47/00 (2013.01)

H04L 1/0048 (2013.01)

H04L 27/2647 (2021.01)

B64U 2101/20 (2023.01)

(72) 발명자

이하림

경상북도 포항시 남구 중흥로140번길 37-1, 205(상
도동)

김영준

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

명세서

청구범위

청구항 1

드론이 재난현장에 구조신호를 브로드캐스팅하는 단계;

상기 드론이 복수개의 안테나를 이용하여 상기 재난현장에 위치한 복수의 구조자 단말기들로부터 상기 구조신호에 대한 복수개의 구조요청 신호를 각각 수신하는 단계; 및

상기 드론이 딥러닝 모델을 이용하여 상기 복수개의 구조요청 신호를 검파하는 단계;를 포함하는 비동기적으로 수신된 OFDM 신호 검파 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 복수개의 구조요청을 각각 수신하는 단계는,

상기 드론이 상기 복수의 구조자 단말기들과의 거리차이에 따라 비동기적으로 상기 복수개의 구조요청 신호를 각각 수신하는 비동기적으로 수신된 OFDM 신호 검파 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 딥러닝 모델은 상기 복수개의 구조요청 신호를 입력받아 상기 재난현장에 실재하는 구조자 단말기의 개수를 예측하는 비동기적으로 수신된 OFDM 신호 검파 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 딥러닝 모델은 실제 구조요청 신호 및 임의로 생성된 구조요청 신호를 포함하는 학습데이터를 이용하여 실제 구조요청을 전송한 단말기의 개수를 예측하도록 사전에 학습되는 비동기적으로 수신된 OFDM 신호 검파 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 딥러닝 모델은,

입력된 구조요청 신호들의 특징벡터를 추출하는 제 1 특징추출기;

상기 구조요청 신호들과 동일한 데이터를 입력받아 특징벡터를 추출하는 제 2 특징추출기;

상기 제 1 특징추출기 및 상기 제 2 특징추출기로부터 각각 추출된 특징벡터들을 입력받아 제 1 결과벡터를 추출하는 제 3 특징추출기;

상기 입력된 구조요청들의 상관행렬로부터 얻은 고유값을 입력받아 제 2 결과벡터를 추출하는 제 4 특징추출기; 및

상기 제 1 결과벡터 및 상기 제 2 결과벡터를 입력받아 구조자 단말기 개수를 예측하는 확률벡터를 연산하는 분류기;를 포함하는 비동기적으로 수신된 OFDM 신호 검파 방법.

청구항 6

드론에 탑재되어 재난현장에 구조신호를 브로드캐스팅하고 상기 재난현장에 위치한 복수의 구조자 단말기들로부터 상기 구조신호에 대한 복수개의 구조요청 신호를 복수개의 안테나를 통해 각각 수신하는 통신장치;

구조요청 신호를 전송한 구조자 단말기의 개수를 예측하도록 사전에 학습된 딥러닝 모델을 저장하는 저장장치; 및

상기 딥러닝 모델에 상기 복수개의 구조요청 신호를 입력하고, 상기 딥러닝 모델의 예측 결과에 따라 상기 재난

현장에 실재하는 구조자 단말기의 개수를 파악하는 연산장치;를 포함하는 비동기적으로 수신된 OFDM 신호 검파 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 통신장치는 상기 복수의 구조자 단말기들과의 거리차이에 따라 비동기적으로 상기 복수개의 구조요청 신호를 각각 수신하는 비동기적으로 수신된 OFDM 신호 검파 장치.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 딥러닝 모델은 실제 구조요청 신호 및 임의로 생성된 구조요청 신호를 포함하는 학습데이터를 이용하여 실제 구조요청을 전송한 단말기의 개수를 예측하도록 사전에 학습되는 비동기적으로 수신된 OFDM 신호 검파 장치.

청구항 9

제 6 항에 있어서, 상기 딥러닝 모델은,

입력된 구조요청 신호들의 특징벡터를 추출하는 제 1 특징추출기;

상기 구조요청 신호들과 동일한 데이터를 입력받아 특징벡터를 추출하는 제 2 특징추출기;

상기 제 1 특징추출기 및 상기 제 2 특징추출기로부터 각각 추출된 특징벡터들을 입력받아 제 1 결과벡터를 추출하는 제 3 특징추출기;

상기 입력된 구조요청들의 상관행렬로부터 얻은 고유값을 입력받아 제 2 결과벡터를 추출하는 제 4 특징추출기; 및

상기 제 1 결과벡터 및 상기 제 2 결과벡터를 입력받아 구조자 단말기 개수를 예측하는 확률벡터를 연산하는 분류기;를 포함하는 비동기적으로 수신된 OFDM 신호 검파 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 개시된 기술은 재난현장 내 복수의 사용자 단말기로부터 비동기적으로 수신된 OFDM 신호를 검파하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 통신망이 붕괴된 재난현장에서 드론을 이용하여 구조할 대상인원이 몇 명인지 파악하는 기술이 이용되고 있다. 일 실시예로, 드론을 사전에 정해진 운용 기준에 따라 비행시키고 드론에 탑재된 카메라를 이용하여 구조자의 인원 수를 파악하거나 마이크를 통해 구조자의 음성이 발생하는 위치를 파악할 수 있다.

[0003] 한편, 상술한 경우에는 구조를 요청하는 대상을 식별할 수 있는 상황에 한정된다. 가령, 구조를 요청하는 사람이 건물 잔해에 깔려있거나 연기로 인해 목소리를 낼 수 없는 상황에서는 상기 구조 시스템을 이용하는데 문제가 발생한다. 이를 위해 드론이 구조를 요청하는 대상이 소지하는 단말기에 구조 신호를 브로드캐스팅하여 구조할 대상의 위치가 어디인지 몇 명인지 등을 파악할 수 있었다. 그러나 이러한 기술은 구조 대상의 단말기로부터 전송되는 신호가 동기 신호인 경우에 한하여 성능이 보장되고 비동기적으로 전송되는 상황에서는 정확도가 떨어지는 문제가 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 한국 등록특허 제10-2331410호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 개시된 기술은 재난현장 내 복수의 사용자 단말기로부터 비동기적으로 수신된 OFDM 신호를 검파하는 방법 및 장치를 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기의 기술적 과제를 이루기 위하여 개시된 기술의 제 1 측면은 드론이 재난현장에 구조신호를 브로드캐스팅하는 단계, 상기 드론이 복수개의 안테나를 이용하여 상기 재난현장에 위치한 복수의 구조자 단말기들로부터 상기 구조신호에 대한 복수개의 구조요청 신호를 각각 수신하는 단계 및 상기 드론이 딥러닝 모델을 이용하여 상기 복수개의 구조요청 신호를 검파하는 단계를 포함하는 비동기적으로 수신된 OFDM 신호 검파 방법을 제공하는데 있다.

[0007] 상기의 기술적 과제를 이루기 위하여 개시된 기술의 제 2 측면은 드론에 탑재되어 재난현장에 구조신호를 브로드캐스팅하고 상기 재난현장에 위치한 복수의 구조자 단말기들로부터 상기 구조신호에 대한 복수개의 구조요청 신호를 복수개의 안테나를 통해 각각 수신하는 통신장치, 구조요청 신호를 전송한 구조자 단말기의 개수를 예측하도록 사전에 학습된 딥러닝 모델을 저장하는 저장장치 및 상기 딥러닝 모델에 상기 복수개의 구조요청 신호를 입력하고, 상기 딥러닝 모델의 예측 결과에 따라 상기 재난현장에 실재하는 구조자 단말기의 개수를 파악하는 연산장치를 포함하는 비동기적으로 수신된 OFDM 신호 검파 장치를 제공하는데 있다.

발명의 효과

[0008] 개시된 기술의 실시 예들은 다음의 장점들을 포함하는 효과를 가질 수 있다. 다만, 개시된 기술의 실시 예들이 이를 전부 포함하여야 한다는 의미는 아니므로, 개시된 기술의 권리범위는 이에 의하여 제한되는 것으로 이해되어서는 아니 될 것이다.

[0009] 개시된 기술의 일 실시예에 따른 비동기적으로 수신된 OFDM 신호 검파 방법 및 장치는 재난현장 내 구조를 요청하는 인원 수를 빠르게 파악하는 효과가 있다.

[0010] 또한, 재난현장의 범위에 관계없이 적은 에너지 소모로 구조할 인원을 파악하는 효과가 있다.

[0011] 또한, 딥러닝 모델을 이용하여 비동기적으로 수신되는 OFDM 신호들 간의 간섭을 효율적으로 검파하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 개시된 기술의 일 실시예에 따른 비동기적으로 수신된 OFDM 신호 검파 과정을 나타낸 도면이다.

도 2는 개시된 기술의 일 실시예에 따른 비동기적으로 수신된 OFDM 신호 검파 방법에 대한 순서도이다.

도 3은 개시된 기술의 일 실시예에 따른 비동기적으로 수신된 OFDM 신호 검파 장치에 대한 블록도이다.

도 4는 딥러닝 모델을 탑재한 드론의 통신 프로토콜을 나타낸 도면이다.

도 5는 개시된 기술에 따른 딥러닝 모델의 구조를 나타낸 도면이다.

도 6은 종래 OFDM 신호 검파 기법과 개시된 기술에 따른 검파기법의 신호 예측 결과를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0014] 제 1, 제 2, A, B 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 해당 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않으며, 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제 1 구성요소는 제 2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사

하게 제 2 구성요소도 제 1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

- [0015] 본 명세서에서 사용되는 용어에서 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 해석되지 않는 한 복수의 표현을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 그리고 "포함한다" 등의 용어는 실시된 특징, 개수, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 의미하는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 개수, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0016] 도면에 대한 상세한 설명을 하기에 앞서, 본 명세서에서의 구성부들에 대한 구분은 각 구성부가 담당하는 주기능 별로 구분한 것에 불과함을 명확히 하고자 한다. 즉, 이하에서 설명할 2개 이상의 구성부가 하나의 구성부로 합쳐지거나 또는 하나의 구성부가 보다 세분화된 기능별로 2개 이상으로 분화되어 구비될 수도 있다.
- [0017] 그리고 이하에서 설명할 구성부 각각은 자신이 담당하는 주기능 이외에도 다른 구성부가 담당하는 기능 중 일부 또는 전부의 기능을 추가적으로 수행할 수도 있으며, 구성부 각각이 담당하는 주기능 중 일부 기능이 다른 구성부에 의해 전담되어 수행될 수도 있음은 물론이다. 따라서, 본 명세서를 통해 설명되는 각 구성부들의 존재 여부는 기능적으로 해석되어야 할 것이다.
- [0018] 도 1은 개시된 기술의 일 실시예에 따른 비동기적으로 수신된 OFDM 신호 검파 과정을 나타낸 도면이다. 드론은 관리자의 제어에 따라 재난현장으로 비행할 수 있으며 특정 위치에서 구조신호를 브로드캐스팅할 수 있다. 드론에는 복수의 구조자 단말기들로부터 전송되는 구조요청 신호를 수신할 수 있도록 복수개의 안테나가 탑재된다. 드론은 브로드캐스팅한 구조신호에 대한 응답으로 재난현장에 위치한 복수의 구조자 단말기들로부터 구조요청 신호를 각각 수신할 수 있다.
- [0019] 여기에서 각 구조자 단말기들이 전송하는 구조요청 신호는 서로 비동기적으로 수신될 수 있다. 비동기 신호라 함은 OFDM 신호의 cyclic prefix (CP) 부분이 겹치지 않는 경우를 의미한다. 단말들 간의 거리가 멀수록 rescue trigger 가 도달 하는 시간의 차이가 커지고 이에 따라 단말들에서 rescue signal을 전송하는 시점도 차이가 발생을 하게 된다. 일 실시예로, 구조자 단말기 a와 구조자 단말기 b 사이의 구조신호가 도달하는 시간의 차이를 T_{diff} 라고 한다면, 각 단말들로부터 구조요청 신호를 되돌려 받는데 걸린 시간의 차이는 $2 \times T_{diff}$ 가 된다. 따라서 $2 \times T_{diff}$ 가 cyclic prefix 보다 작다면 두 단말들로부터 받은 신호는 비동기적으로 수신된다. 드론은 이와 같이 각 구조자 단말기들과의 거리 차이에 따라 비동기적으로 복수개의 구조요청 신호를 복수개의 안테나를 통해 각각 수신할 수 있다.
- [0020] 이 과정에서 각각의 구조요청 신호는 비동기적 OFDM 신호이므로 인접 캐리어 간에 간섭이 발생할 수 있다. 일반적인 OFDM인 경우에는 서로 동기가 정확하게 일치하기 때문에 간섭이 발생하지 않으므로 구조요청 신호를 전송한 구조자 단말기의 개수를 파악하는데 별다른 어려움이 없다. 그러나 상술한 바와 같이 무선 인프라가 붕괴된 재난현장에서는 동기화된 OFDM 신호를 수신하지 못하는 상황이 발생할 수 있다. 이 경우 서로 간에 발생하는 간섭으로 인해 실제 신호를 전송한 구조자 단말기의 개수가 몇 개인지 파악하기 어렵다. 개시된 기술에서는 이러한 문제점을 해소하기 위해 아래와 같이 딥러닝 모델에 수신된 구조요청 신호들을 입력하여 구조자 단말기의 개수를 예측한다. 구조자 단말기의 개수를 예측한다는 것은 곧 재난현장에 구조해야 하는 인원이 몇 명이 있는지 파악하는 것이므로 이를 통해 신속하고 정확한 구조작업 및 계획을 수립할 수 있다.
- [0021] 한편, 드론은 복수개의 안테나를 이용하여 수신된 복수개의 구조요청 신호를 딥러닝 모델의 입력값으로 이용한다. 딥러닝 모델은 복수개의 구조요청 신호를 입력받아 재난현장에 실재하는 구조자 단말기의 개수를 예측하도록 사전에 학습된다. 학습 과정에서 딥러닝 모델은 실제 재난현장에서 구조자 단말기가 전송한 구조요청 신호와 임의로 생성한 구조요청 신호가 혼재된 다수의 신호들을 학습데이터로 이용하여 신호를 검파하도록 학습될 수 있다.
- [0022] 한편, 개시된 기술에서 이용하는 딥러닝 모델은 제 1 내지 제 4 특징추출기와 분류기를 포함하는 구조를 갖는다. 각각의 특징추출기들은 입력된 데이터에 대한 특징벡터를 추출하도록 학습되며 분류기는 추출된 특징벡터들을 통해 확률벡터를 연산하도록 학습된다. 제 1 특징추출기는 입력된 구조요청 신호들의 특징벡터를 추출한다. 그리고 제 2 특징추출기도 구조요청 신호들과 동일한 데이터를 입력받아 특징벡터를 추출한다. 제 3 특징추출기는 제 1 특징추출기 및 제 2 특징추출기로부터 각각 추출된 특징벡터들을 입력받아 제 1 결과벡터를 추출한다. 그리고 제 4 특징추출기는 입력된 구조요청 신호들의 상관행렬로부터 얻은 고유값을 입력받아 제 2 결과벡터를 추출한다. 그리고 분류기는 제 1 결과벡터 및 제 2 결과벡터를 입력받아 구조자 단말기 개수를 예측하는 확률벡터를 연산한다. 드론에 탑재된 연산장치 내지는 제어장치는 딥러닝 모델을 통해 출력된 확률벡터에 따라

재난현장에 실재하는 구조자 단말기의 개수를 파악할 수 있다. 드론의 관리자는 이를 토대로 재난현장 내 구조자의 인원을 파악할 수 있다.

- [0023] 도 2는 개시된 기술의 일 실시예에 따른 비동기적으로 수신된 OFDM 신호 검파 방법에 대한 순서도이다. 도 2를 참조하면 비동기적으로 수신된 OFDM 신호 검파 방법(200)은 210 단계 내지 230 단계를 포함한다.
- [0024] 210 단계에서 드론이 재난현장에 구조신호를 브로드캐스팅한다. 드론에는 관리자의 제어 또는 사전에 입력된 명령어에 따라 드론의 동작을 제어할 수 있는 제어장치가 탑재될 수 있으며 제어장치의 제어에 따라 구조신호를 브로드캐스팅할 수 있다.
- [0025] 220 단계에서 드론이 복수개의 안테나를 이용하여 재난현장에 위치한 복수의 구조자 단말기들로부터 구조신호에 대한 복수개의 구조요청 신호를 각각 수신한다. 각각의 구조요청 신호는 서로 비동기적으로 수신된 OFDM 신호에 해당한다. 즉, 복수개의 안테나를 이용하여 복수개의 구조요청 신호를 수신하였으나 이들 중 일부는 서로 간섭 현상을 일으키게 되어 정확한 신호의 개수를 파악하기 어려운 상태일 수 있다.
- [0026] 230 단계에서 드론이 딥러닝 모델을 이용하여 복수개의 구조요청 신호를 검파한다. 상술한 바와 같이 일부의 신호가 서로 간섭하고 있으므로 정확한 신호의 개수 즉, 신호를 전송한 구조자 단말기의 개수를 파악하기 위해 딥러닝 모델에 수신된 구조요청 신호들을 입력하여 검파하는 과정을 수행한다. 230 단계에 따라 드론에 탑재된 제어장치는 재난현장에 실재하는 구조자 단말기의 개수를 파악할 수 있다.
- [0027] 도 3은 개시된 기술의 일 실시예에 따른 비동기적으로 수신된 OFDM 신호 검파 장치에 대한 블록도이다. 도 3을 참조하면 비동기적으로 수신된 OFDM 신호 검파 장치(300)는 통신장치(310), 저장장치(320) 및 연산장치(330)를 포함한다. 신호 검파 장치(300)는 재난현장에 투입될 수 있는 드론이나 무인이동체로 구현될 수 있다.
- [0028] 통신장치(310)는 드론에 탑재되어 재난현장에 구조신호를 브로드캐스팅하고 재난현장에 위치한 복수의 구조자 단말기들로부터 구조신호에 대한 복수개의 구조요청 신호를 수신한다. 통신장치는 복수개의 안테나를 포함하며 복수개의 안테나를 통해 구조요청 신호를 각각 수신한다.
- [0029] 저장장치(320)는 신호 검파 장치(300)의 메모리로 구현될 수 있다. 저장장치(320)는 구조요청 신호를 전송한 구조자 단말기의 개수를 예측하도록 사전에 학습된 딥러닝 모델을 저장한다.
- [0030] 연산장치(330)는 딥러닝 모델에 복수개의 구조요청 신호를 입력한다. 그리고, 딥러닝 모델의 예측 결과에 따라 재난현장에 실재하는 구조자 단말기의 개수를 파악한다. 연산장치(330)는 신호 검파 장치(300)의 CPU 또는 AP로 구현될 수 있다. 연산장치는 딥러닝 모델의 출력 결과에 따라 구조자 단말기의 개수를 파악하면 이를 통신장치(310)를 통해 관리자에게 전송할 수 있다.
- [0031] 한편, 상술한 비동기적으로 수신된 OFDM 신호 검파 장치(300)는 컴퓨터에서 실행될 수 있는 실행 가능한 알고리즘을 포함하는 프로그램(또는 어플리케이션)으로 구현될 수도 있다. 상기 프로그램은 일시적 또는 비일시적 판독 가능 매체(non-transitory computer readable medium)에 저장되어 제공될 수 있다.
- [0032] 비일시적 판독 가능 매체란 레지스터, 캐쉬, 메모리 등과 같이 짧은 순간 동안 데이터를 저장하는 매체가 아니라 반영구적으로 데이터를 저장하며, 기기에 의해 판독(reading)이 가능한 매체를 의미한다. 구체적으로는, 상술한 다양한 어플리케이션 또는 프로그램들은 CD, DVD, 하드 디스크, 블루레이 디스크, USB, 메모리카드, ROM(read-only memory), PROM(programmable read only memory), EPROM(Erasable PROM, EPROM) 또는 EEPROM(Electrically EPROM) 또는 플래시 메모리 등과 같은 비일시적 판독 가능 매체에 저장되어 제공될 수 있다.
- [0033] 일시적 판독 가능 매체는 스테틱 램(Static RAM, SRAM), 다이내믹 램(Dynamic RAM, DRAM), 싱크로너스 디램(Synchronous DRAM, SDRAM), 2배속 SDRAM(Double Data Rate SDRAM, DDR SDRAM), 증강형 SDRAM(Enhanced SDRAM, ESDRAM), 동기화 DRAM(Synclink DRAM, SDRAM) 및 직접 램버스 램(Direct Rambus RAM, DRRAM) 과 같은 다양한 RAM을 의미한다.
- [0034] 도 4는 딥러닝 모델을 탑재한 드론의 통신 프로토콜을 나타낸 도면이다. 드론의 통신 프로토콜은 Simple victim discovery protocol을 이용할 수 있다.
- [0035] 먼저 드론은 Wi-Fi 장비를 사용하며 단말들이 구조요청 신호를 전송할 수 있도록 구조신호를 브로드캐스트한다. 구조신호에는 Rescue trigger가 포함된다. 구조신호를 받은 단말들은 Rescue symbols들로 구성된 구조요청 신호를 전송한다. 이때 Rescue symbols들에는 정해진 형태가 없으며 임의적으로 구성된다. Rescue trigger

이후에 각 단말들의 Rescue signals들의 전송이 시작되기 때문에 동기가 맞는 것처럼 보이나 실제로는 도 4와 같이 단말들 간의 거리 차이에 따라 신호들은 충분히 비동기적으로 수신될 수 있다. 즉, OFDM 신호의 Cyclic prefix 부분이 겹치지 않는 형태로 구조요청 신호가 수신될 수 있다.

[0036] 한편, 드론의 Wi-Fi 의 CP 길이는 $0.4\mu s$ 이고 이는 증가적으로 $120m$ 가 된다. 실제로 가장 낮은 data rate으로 rescue trigger를 전송한다면 Line-of-sight (LOS) 상황에서는 각 단말이 $600m$ 에 있을 때도 수신이 된다. 또한 Non-line-of-sight (NLOS) 상황에서도 각 단말이 $350m$ 에 있을 때도 수신이 됨으로 단말간의 거리가 $120m$ 가 넘는 상황이 발생할 확률은 매우 높다. 따라서 비동기적으로 송신 신호가 수신이 되는 경우는 흔히 발생할 수 있다.

[0037] 도 5는 개시된 기술에 따른 딥 러닝 모델의 구조를 나타낸 도면이다. 모델의 구조를 설명하기에 앞서 모델에 제공되는 학습데이터 및 테스트 데이터는 다음과 같이 구성 된다. 입력 데이터는 I_k 과 I_i 가 있으며 각각은 신호의 실수 값과 허수 값으로 구성된다. 각각의 크기의 $N_R \times N_R \times N_{FFT} \times N_{sum}$ 행렬이다. 해당 행렬 값은 신호의 상관 행렬 (covariance matrix)을 의미한다. 이 뿐만 아니라 해당 상관 행렬로부터 얻은 고유값들 또한 입력 데이터로 사용되며 이는 I_{sic} 으로 표기한다. 이때 상관 행렬들은 다중의 OFDM symbol에 대해 평균화 하지 않고 OFDM symbol 별로의 상관 행렬을 그대로 입력 값으로 사용한다.

[0038] 도 5에 도시된 바와 같이 딥 러닝 네트워크는 Autoencoder extractor, Inception-layer based extractors, 2개의 Linear extractors 와 마지막 Classifier 로 구성되어 있다. Autoencoder extractor와 Inception-layer based extractor를 통해서 입력 데이터로부터 특징들을 추출해낸다. 특히 각 extractor 들은 I_k 과 I_i 로부터 따로 특징 벡터들을 추출해내고 이는 z_k , z_i , δ_k , 과 δ_i 이다. 해당 특징 벡터들은 Linear Extractor 1로 전달되고 Linear Extractor 1은 실수 값과 허수 값으로 묶어 연결한 다음 각각을 각각의 convolution layer를 통과시켜 특징벡터들을 얻고 해당 결과 특징 벡터들을 다시 묶어서 fully connected layers 들로 구성된 네트워크를 통과시켜 결과 벡터 W_e 를 얻는다.

[0039] 한편 Linear Extractor 2 에서는 I_{sic} 을 fully connected layers 들로 구성된 네트워크를 통과 시켜 W_s 를 얻는다. 2개의 Linear extractors에서 각각 추출된 W_e 와 W_s 는 Classifier로 입력된다. Classifier는 먼저 Hadamard product를 통해서 $W_e \circ W_s$ 를 얻고 해당 결과를 fully connected layers로 구성된 네트워크에 넣는다. $W_e \circ W_s$ 에 대한 연산의 결과인 벡터 ϕ 를 softmax를 통해서 최종적으로 $P = [P_0, P_1, \dots, P_k, \dots, P_N]$ 라는 확률 벡터를 얻을 수 있다. 해당 벡터에서 요소 P_k 의 의미는 수신 신호에 포함된 송신 신호의 개수가 k 일 확률이다. 따라서 $k = \text{argmax } P$ 를 통해 최대값을 가지는 P_k 를 구하여 예측 값을 얻을 수 있다.

[0040] 도 6은 종래 OFDM 신호 검파 기법과 개시된 기술에 따른 검파기법의 신호 예측 결과를 나타낸 도면이다. 도 6의 (a)는 개시된 기술에 따른 모델의 예측 결과이고, (b)는 AIC(Akaike information criterion) 통계모델을 이용한 예측 결과이고, (c)는 MDL(Minimum description length) 통계모델을 이용한 예측 결과를 나타낸다.

[0041] 도 6의 실험 결과는 Confusion map 이라는 것으로 가로 축은 실제로 송신된 신호의 개수이고 세로 축은 각 기법들로 예측된 신호의 개수를 의미한다. 결과를 보면 (b)와 (c)는 모두 실제 신호의 수보다 많은 신호의 수가 존재한다고 예측을 하고 있다. 이는 종래 기법들이 인접 캐리어 간 간섭으로 인해 실제 보다 더 많은 신호가 있다고 혼동하는 것을 의미한다. 따라서 비동기 송신 신호 수 검파 기법을 위해서는 인접 캐리어 간 간섭을 고려할 수 있어야 한다.

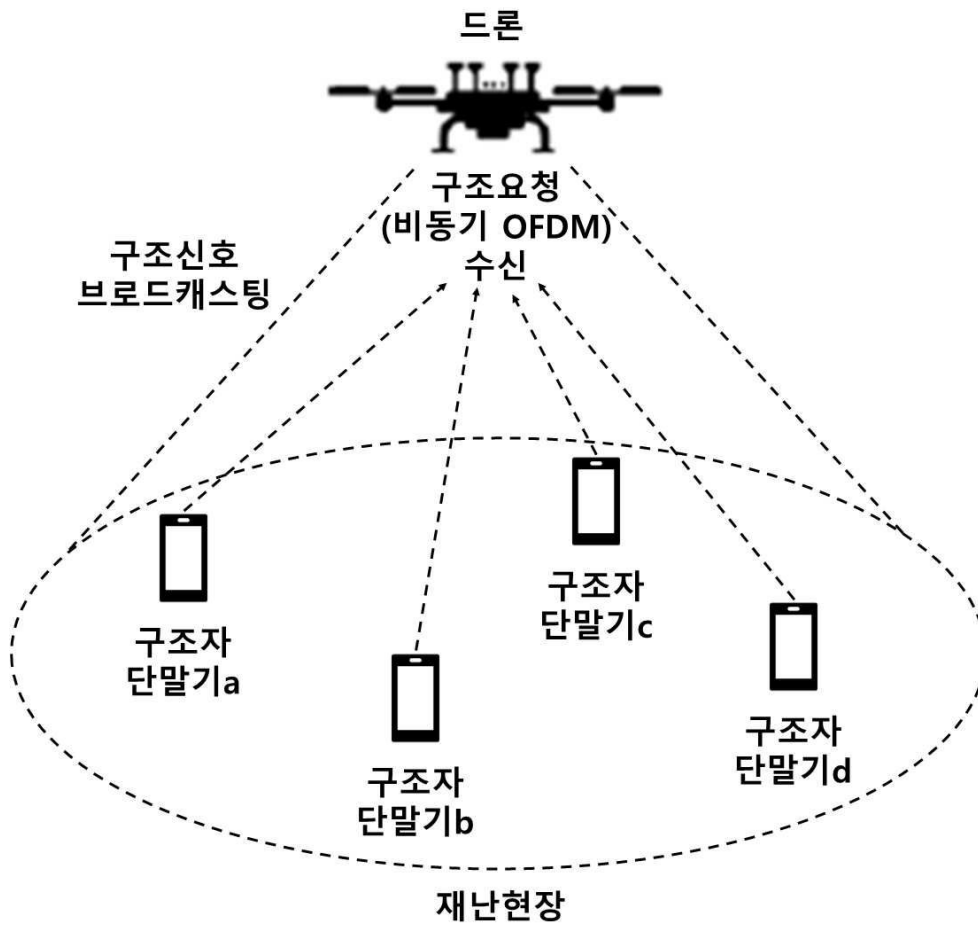
[0042] 한편, (a)의 경우 높은 확률로 정확하게 실제 값을 예측하는 것을 확인할 수 있다. 물론 실제값과 예측값이 완벽히 일치하는 것은 아니지만 ± 1 의 범위 내로 예측 가능한 것을 확인할 수 있다. 따라서, 재난현장에 실재하는 구조자 단말기의 개수를 정확하게 예측함으로써 구조해야할 구조자의 인원에 따른 구조 계획을 수립할 수 있다.

[0043] 개시된 기술의 일 실시예에 따른 비동기적으로 수신된 OFDM 신호 검파 방법 및 장치는 이해를 돕기 위하여 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 분야에서 통상적 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 개시된 기술의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위에 의해 정해져야 할 것이다.

도면

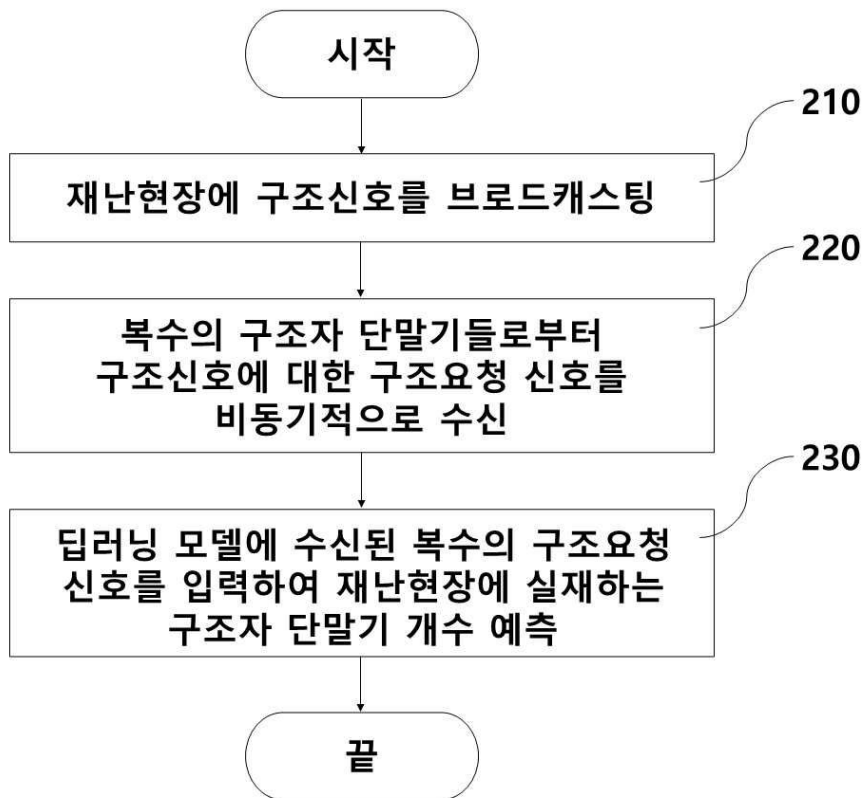
도면1

100

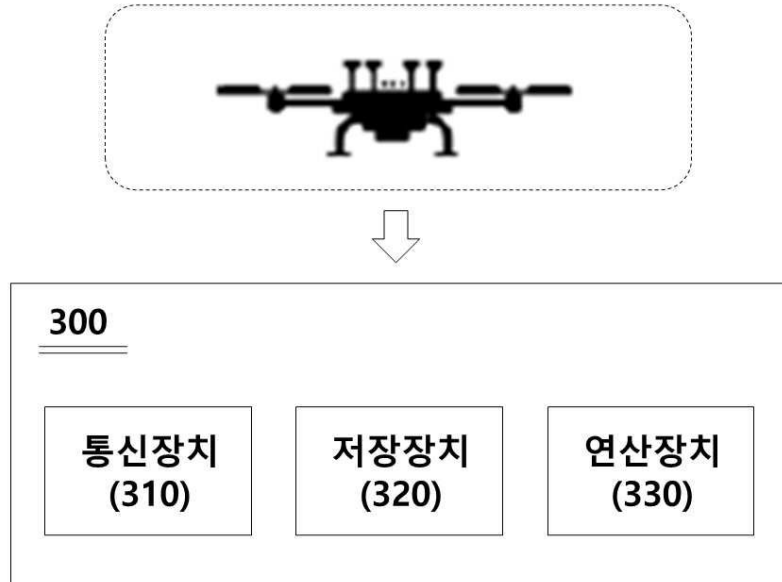


도면2

200

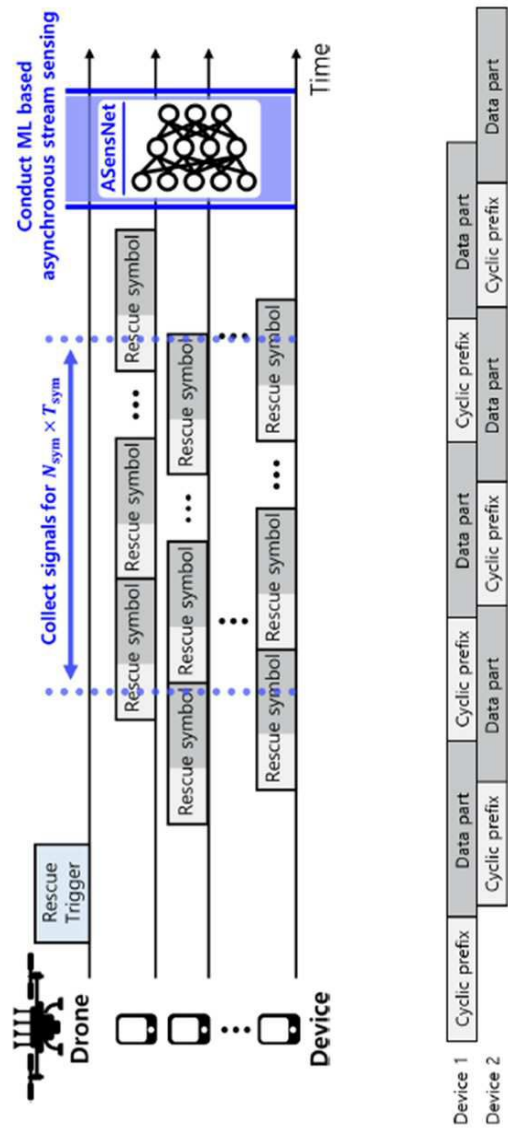


도면3



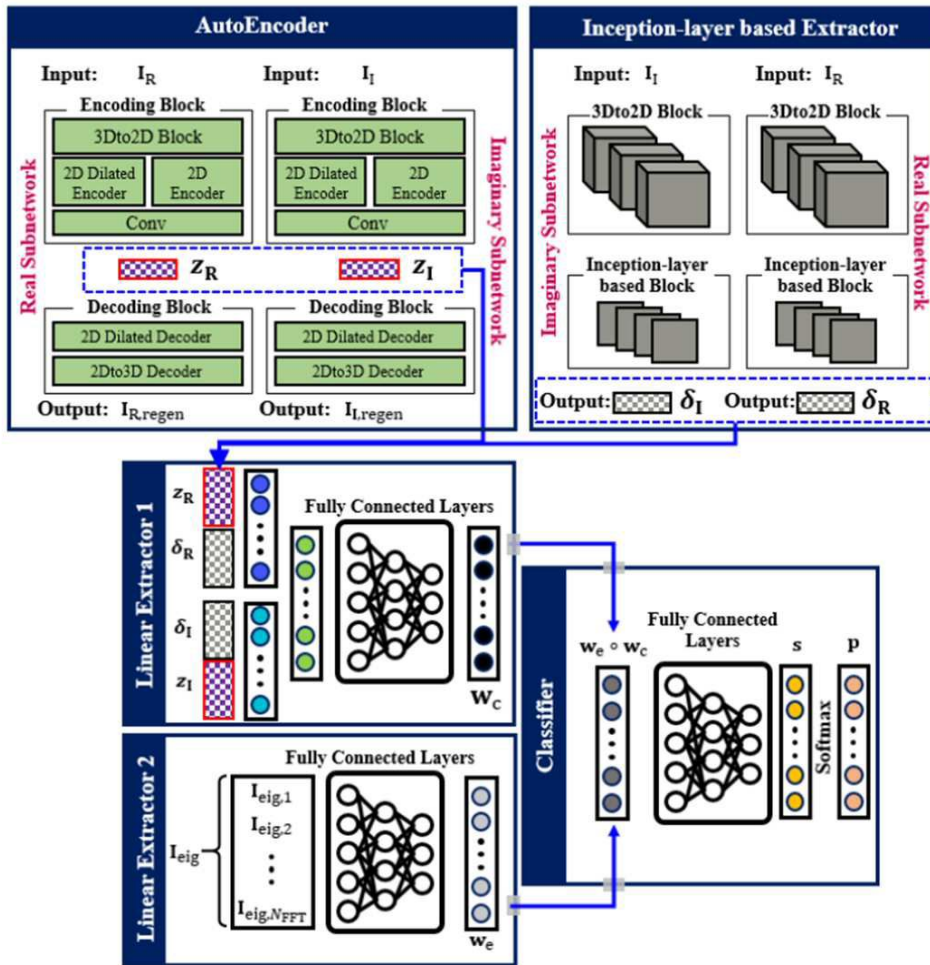
도면4

400



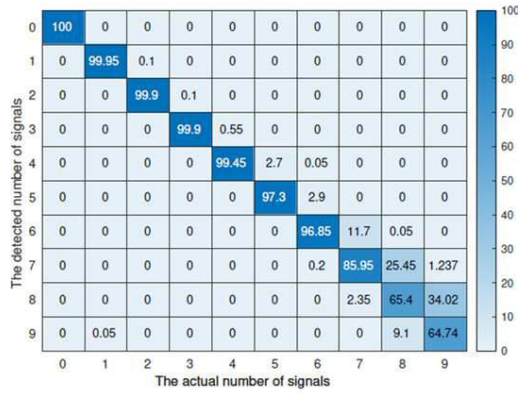
도면5

500

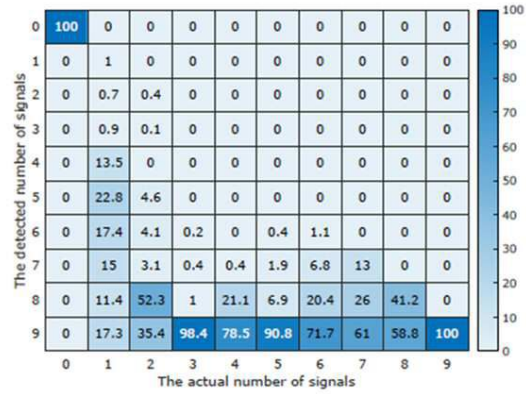


도면6

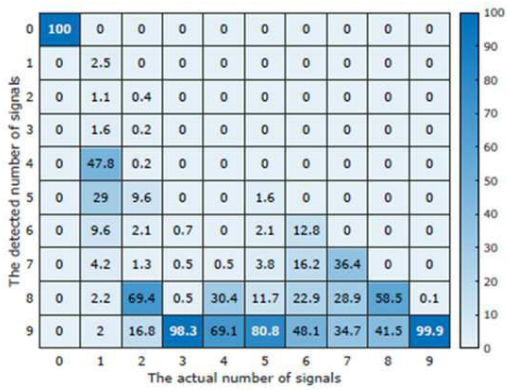
600



(a) ASensNet



(b) AIC



(c) MDL