



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년02월23일
(11) 등록번호 10-2219087
(24) 등록일자 2021년02월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 13/34 (2006.01) G01S 7/35 (2006.01)
G01S 7/40 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01S 13/341 (2013.01)
G01S 7/35 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0111730
(22) 출원일자 2020년09월02일
심사청구일자 2020년09월02일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020140088240 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
이성주
서울특별시 광진구 뚝섬로35길 32, 308-1110
이준표
서울특별시 광진구 능동로28길 23 202호
(74) 대리인
이강민, 안준형, 남승희

전체 청구항 수 : 총 9 항

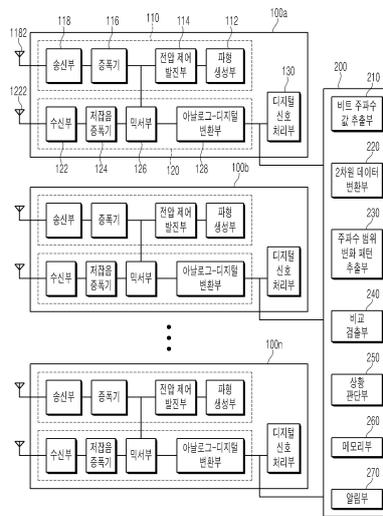
심사관 : 김민성

(54) 발명의 명칭 FMCW 레이더를 이용한 실내 상황 인식 시스템 및 방법

(57) 요약

본 발명은 FMCW 레이더를 이용한 실내 상황 인식 시스템 및 방법에 관한 것으로서, 인공지능을 이용한 각 레이더의 비트 주파수에 대한 학습 데이터를 기반으로 특정 상황을 인식할 수 있는 FMCW 레이더를 이용한 실내 상황 인식 시스템 및 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류
G01S 7/4056 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌
 Aleksandar Angelov 외 3명. Practical classification of different moving targets using automotive radar and deep neural networks. IET Radar, Sonar & Navigation. vol.12, no.10. 2018.*
 JP2008185471 A
 KR1020150063639 A
 KR102107685 B1
 KR101312420 B1
 KR1020130073682 A
 KR1020150029267 A
 KR1020180135721 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711116145
과제번호	2018-0-01423-003
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	대학ICT연구센터지원사업
연구과제명	지능형 비행로봇 융합기술 연구
기여율	1/2
과제수행기관명	세종대학교 산학협력단
연구기간	2020.01.01 ~ 2020.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345321135
과제번호	2020R1A6A1A03038540
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공학학술연구기반구축(R&D)
연구과제명	자율지능무인비행체연구소
기여율	1/2
과제수행기관명	세종대학교
연구기간	2020.06.01 ~ 2021.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

적어도 둘 이상의 FMCW(Frequency Modulation Continuous Wave) 레이더를 이용하여 대상 물체에 나타나는 소정의 상황을 인식하는 시스템에 있어서,

각각의 FMCW(Frequency Modulation Continuous Wave) 레이더의 수신단으로부터 추출한 비트 주파수(beat frequency)와 미리 구비된 기준 데이터를 기반으로 대상 물체의 소정의 상황을 인식하는 상황 인식 처리부;

를 포함하며,

상기 상황 인식 처리부는,

상기 비트 주파수 값을 소정의 시간 구간 별로 추출하는 비트 주파수 값 추출부;

상기 비트 주파수 값 추출부에서 소정의 시간 구간 별로 추출한 각 레이더마다의 비트 주파수 값을 동일한 시간 구간에 대하여 병합하여, 각 시간 구간마다의 2차원 데이터로 변환하는 2차원 데이터 변환부;

상기 2차원 데이터 변환부에 의해 변환된 소정의 시간 구간 별 2차원 데이터를 이용하여, 시간 구간에 따른 2차원 데이터의 주파수 범위 변화 패턴을 추출하는 주파수 범위 변화 패턴 추출부;

대상 물체에 소정의 상황이 발생하는 경우 이를 구분하여 인식할 수 있도록 하는 기준 데이터를 미리 저장하는 메모리부;

상기 메모리부에 기 저장되어 있는 상기 기준 데이터 중에서, 상기 주파수 범위 변화 패턴 추출부에서 추출한 현재 대상 물체에 대한 2차원 데이터의 주파수 범위 변화 패턴과 동일한 주파수 범위 변화 패턴을 검출하는 비교 검출부;

상기 비교 검출부에서, 상기 기준 데이터로부터 현재 대상 물체에 대한 2차원 데이터의 주파수 범위 변화 패턴과 동일한 주파수 범위 변화 패턴을 검출하면, 상기 검출된 주파수 범위 변화 패턴에 대응하는 상황으로 상기 메모리부에 저장된 소정의 상황을 현재 대상 물체에 해당하는 상황으로 판단하는 상황 판단부;

를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 실내 상황 인식 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 상황 판단부에 의해 판단된 현재 대상 물체의 상황에 대한 알림 정보를 생성하여 출력하는 알림부;

를 더 포함하여 구성되는 실내 상황 인식 시스템.

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 메모리부에 기 저장되어 있는 기준 데이터는,

소정의 대상 물체에 대한 각각의 FMCW 레이더마다의 비트 주파수를 동일한 시간 구간 별로 병합하여 각 시간 구간에 대한 2차원 데이터로 변환하고, 상기 변환된 각 시간 구간에 대한 2차원 데이터를 인공 신경망에 적용하여 학습시키는 과정을 통해 획득되는 대상 물체에 대한 소정의 상황들 각각에 대응하는 2차원 데이터의 주파수 범위 변화 패턴을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 실내 상황 인식 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 2차원 데이터의 주파수 범위 변화 패턴은, 대상 물체에 소정의 상황이 발생한 경우 나타나는 시간에 따른 2차원 데이터의 주파수 범위 변화인 것을 특징으로 하는 실내 상황 인식 시스템.

청구항 6

적어도 둘 이상의 FMCW(Frequency Modulation Continuous Wave) 레이더를 이용하여 대상 물체에 나타나는 소정의 상황을 인식하는 방법에 있어서,

소정의 대상 물체에 나타난 소정의 상황을 구분하여 인식할 수 있도록 하는 기준 데이터를 미리 획득하여 저장하는 기준 데이터 획득 단계;

각 FMCW 레이더마다의 비트 주파수 값을 소정의 시간 구간 별로 추출하는 비트 주파수 값 추출 단계;

상기 비트 주파수 값 추출 단계에서 소정의 시간 구간 별로 추출한 각 FMCW 레이더마다의 비트 주파수 값을 동일한 시간 구간에 대하여 병합하여, 각 시간 구간마다의 2차원 데이터로 변환하는 2차원 데이터 변환 단계;

상기 2차원 데이터 변환 단계를 통해 변환된 소정의 시간 구간 별 2차원 데이터를 이용하여, 시간에 따른 2차원 데이터의 주파수 범위 변화 패턴을 추출하는 주파수 범위 변화 패턴 추출 단계;

상기 기준 데이터 획득 단계에서 획득한 기준 데이터 중에서, 상기 주파수 범위 변화 패턴 추출 단계에서 추출한 현재 대상 물체에 대한 2차원 데이터의 주파수 범위 변화 패턴과 동일한 주파수 범위 변화 패턴이 있는지를 비교하여 검출하는 유사 주파수 범위 변화 검출 단계;

상기 유사 주파수 범위 변화 검출 단계에서 기준 데이터로부터 현재 2차원 데이터의 주파수 범위 변화 패턴과 동일한 주파수 범위 변화 패턴이 검출된 경우, 상기 검출된 주파수 범위 변화 패턴에 대응하는 상황으로 상기 기준 데이터에 저장된 소정의 상황을 현재 대상 물체에 발생한 상황인 것으로 판단하는 상황 판단 단계;

를 포함하여 구성되는 실내 상황 인식 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 상황 판단 단계에서 판단된 현재 대상 물체에 발생한 상황에 대한 알림 정보를 생성하여 출력하는 알림 단계;

를 더 포함하여 구성되는 실내 상황 인식 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 기준 데이터 획득 단계는,

소정의 대상 물체에 각각의 소정의 상황을 발생시켜 획득되는 각각의 FMCW 레이더마다의 비트 주파수 값을 동일한 시간 구간 별로 병합하여 각 시간 구간에 대한 2차원 데이터로 변환하고, 상기 변환된 각 시간 구간에 대한 2차원 데이터를 인공 신경망에 적용하여 학습시키는 과정을 통해 기준 데이터를 획득하는 것을 특징으로 하는 실내 상황 인식 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 기준 데이터는, 소정의 대상 물체에 대한 각각의 소정의 상황이 발생한 경우 나타나는 2차원 데이터의 주파수 범위 변화 패턴을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 실내 상황 인식 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 2차원 데이터의 주파수 범위 변화 패턴은, 대상 물체에 소정의 상황이 발생한 경우 나타나는 시간에 따른 2차원 데이터의 주파수 범위 변화인 것을 특징으로 하는 실내 상황 인식 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 FMCW 레이더를 이용한 실내 상황 인식 시스템 및 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 인공지능을 이용한 각 레이더의 비트 주파수에 대한 학습 데이터를 기반으로 특정 상황을 인식할 수 있는 FMCW 레이더를 이용한 실내 상황 인식 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 레이더는 대상 물체를 향하여 전자파를 송신하고 그 물체를 맞고 반사되어 돌아온 반사파를 이용하여 대상 물체와의 거리, 각도, 속도 등을 측정하는 장치로서, 선박, 자동차, 비행기 등의 다양한 분야에서 사용되고 있다.

[0003] 이러한 레이더 장치는 전파 형태에 따라 크게 펄스 레이더와 연속파 레이더로 구분되며, 이 중 연속파 레이더의 일종인 FMCW(Frequency Modulated Continuous Wave) 레이더가 많이 이용되고 있다.

[0004] FMCW 레이더는 주파수 변조된 신호를 연속적으로 발사하는 방식의 레이더로, 송신 측에서 대상 물체를 향해 도 1에 보이는 것과 같은 삼각파형의 신호를 송신하고, 수신 측에서 그 대상 물체를 맞고 반사되어 돌아온 신호를 수신한다. 이 때 수신 측은 FMCW 레이더와 대상 물체 사이의 거리로 인하여 발생하는 송신 측에서 송신한 본래의 신호와 반사되어 돌아온 신호와의 주파수 차인 비트 주파수(beat frequency)를 구하여, 이를 통해 대상 물체와의 거리를 파악할 수 있다. 하지만, 이러한 FMCW 레이더는 대상 물체와의 단순한 거리만 측정할 수 있을 뿐 물체의 위치는 알 수 없다는 문제가 있다.

[0005] 이러한 문제를 해결하기 위하여 FMCW MIMO(Multi-Input Multi-Output) 레이더가 등장하였다. FMCW MIMO 레이더는 도 2와 같이 다중 안테나를 이용하여 구한 대상 물체와의 거리와 안테나끼리의 거리(d)를 통해 각도를 측정할 수 있어서, 거리와 각도를 이용하여 대상 물체의 위치를 파악할 수 있다. 하지만, 이러한 FMCW MIMO 레이더도 대상 물체와의 거리 및 각도만 알 수 있을 뿐, 해당 물체가 무엇인지 어떤 움직임을 하는지에 대한 정확한 정보를 획득하는 데에는 한계가 있다.

[0006] 따라서, 대상 물체의 움직임 정보에 대한 정확한 인식을 위해서는 레이더 외에 카메라, 라이다(Lidar) 등과 같은 장치를 별도로 구비하여야만 하는 문제가 있다.

[0007] (특허문헌 1) KR10-2015-0063639 A

[0008] (특허문헌 1) KR10-2107685 B1

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하고자 하는 것으로서, 카메라나 라이다 등과 같은 별도의 장치를 구비할 필요 없이 레이더만을 이용하여 대상 물체의 움직임 정보를 인식할 수 있는 FMCW 레이더를 이용한 실내 상황 인식 시스템 및 그 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명에 따른 적어도 둘 이상의 FMCW(Frequency Modulation Continuous Wave) 레이더를 이용하여 대상 물체에 나타나는 소정의 상황을 인식하는 시스템은, 각각의 FMCW(Frequency Modulation Continuous Wave) 레이더의 수신단으로부터 추출한 비트 주파수(beat frequency)와 미리 구비된 기준 데이터를 기반으로 대상 물체의 소정의 상황을 인식하는 상황 인식 처리부; 를 포함하며, 상기 상황 인식 처리부는, 상기 비트 주파수 값을 소정의 시간 구간 별로 추출하는 비트 주파수 값 추출부; 대상 물체에 소정의 상황이 발생하는 경우 이를 구분하여 인식할 수 있도록 하는 기준 데이터를 미리 저장하는 메모리부; 를 포함하여 구성되고, 상기 비트 주파수 값 추출부에서 추출한 각 레이더마다의 비트 주파수 값을 상기 메모리부에 저장된 기준 데이터와 비교하여 상기 메모리

부에 저장된 소정의 상황을 현재 대상 물체에 해당하는 상황으로 판단하는 것을 특징으로 한다.

- [0011] 한편, 상기 상황 판단부에 의해 판단된 현재 대상 물체의 상황에 대한 알림 정보를 생성하여 출력하는 알림부를 더 포함하여 구성된다.
- [0012] 한편, 상기 상황 인식 처리부는, 상기 비트 주파수 값 추출부에서 소정의 시간 구간 별로 추출한 각 레이더마다의 비트 주파수 값을 동일한 시간 구간에 대하여 병합하여, 각 시간 구간마다의 2차원 데이터로 변환하는 2차원 데이터 변환부; 상기 2차원 데이터 변환부에 의해 변환된 소정의 시간 구간 별 2차원 데이터를 이용하여, 시간 구간에 따른 2차원 데이터의 주파수 범위 변화 패턴을 추출하는 주파수 범위 변화 패턴 추출부; 상기 메모리부에 기 저장되어 있는 상기 기준 데이터 중에서, 상기 주파수 범위 변화 패턴 추출부에서 추출한 현재 대상 물체에 대한 2차원 데이터의 주파수 범위 변화 패턴과 동일한 주파수 범위 변화 패턴을 검출하는 비교 검출부; 상기 비교 검출부에서, 상기 기준 데이터로부터 현재 대상 물체에 대한 2차원 데이터의 주파수 범위 변화 패턴과 동일한 주파수 범위 변화 패턴을 검출하면, 상기 검출된 주파수 범위 변화 패턴에 대응하는 상황으로 상기 메모리부에 저장된 소정의 상황을 현재 대상 물체에 해당하는 상황으로 판단하는 상황 판단부; 를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 한편, 상기 메모리부에 기 저장되어 있는 기준 데이터는, 소정의 대상 물체에 대한 각각의 FMCW 레이더마다의 비트 주파수를 동일한 시간 구간 별로 병합하여 각 시간 구간에 대한 2차원 데이터로 변환하고, 이들을 인공 신경망에 적용하여 학습시키는 과정을 통해 획득되는 대상 물체에 대한 소정의 상황들 각각에 대응하는 2차원 데이터의 주파수 범위 변화 패턴을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 여기서, 상기 2차원 데이터의 주파수 범위 변화 패턴은, 대상 물체에 소정의 상황이 발생한 경우 나타나는 시간에 따른 2차원 데이터의 주파수 범위 변화인 것을 특징으로 한다.
- [0015] 본 발명에 따른 적어도 둘 이상의 FMCW(Frequency Modulation Continuous Wave) 레이더를 이용하여 대상 물체에 나타나는 소정의 상황을 인식하는 방법은, 소정의 대상 물체에 나타난 소정의 상황을 구분하여 인식할 수 있도록 하는 기준 데이터를 미리 획득하여 저장하는 기준 데이터 획득 단계; 각 FMCW 레이더마다의 비트 주파수 값을 소정의 시간 구간 별로 추출하는 비트 주파수 값 추출 단계; 상기 비트 주파수 값 추출 단계에서 추출한 각 FMCW 레이더마다의 비트 주파수 값을 상기 기준 데이터 획득 단계에서 저장한 기준 데이터와 비교하여 상기 기준 데이터에 저장된 소정의 상황을 현재 대상 물체에 해당하는 상황으로 판단하는 상황 인식 처리 단계; 를 포함하여 구성된다.
- [0016] 한편, 상기 상황 판단 단계에서 판단된 현재 대상 물체에 발생한 상황에 대한 알림 정보를 생성하여 출력하는 알림 단계; 를 더 포함하여 구성된다.
- [0017] 한편, 상기 상황 인식 처리 단계는, 구체적으로 상기 비트 주파수 값 추출 단계에서 소정의 시간 구간 별로 추출한 각 FMCW 레이더마다의 비트 주파수 값을 동일한 시간 구간에 대하여 병합하여, 각 시간 구간마다의 2차원 데이터로 변환하는 2차원 데이터 변환 단계; 상기 2차원 데이터 변환 단계를 통해 변환된 소정의 시간 구간 별 2차원 데이터를 이용하여, 시간에 따른 2차원 데이터의 주파수 범위 변화 패턴을 추출하는 주파수 범위 변화 패턴 추출 단계; 상기 기준 데이터 구비 단계에서 획득한 기준 데이터 중에서, 상기 주파수 범위 변화 패턴 추출 단계에서 추출한 현재 대상 물체에 대한 2차원 데이터의 주파수 범위 변화 패턴과 동일한 주파수 범위 변화 패턴이 있는지를 비교하여 검출하는 유사 주파수 범위 변화 검출 단계; 상기 유사 주파수 범위 변화 검출 단계에서 기준 데이터로부터 현재 2차원 데이터의 주파수 범위 변화 패턴과 동일한 주파수 범위 변화 패턴이 검출된 경우, 상기 검출된 주파수 범위 변화 패턴에 대응하는 상황으로 상기 기준 데이터에 저장된 소정의 상황을 현재 대상 물체에 발생한 상황인 것으로 판단하는 상황 판단 단계; 를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 한편, 상기 기준 데이터 획득 단계는, 소정의 대상 물체에 각각의 소정의 상황을 발생시켜 획득되는 각각의 FMCW 레이더마다의 비트 주파수 값을 동일한 시간 구간 별로 병합하여 각 시간 구간에 대한 2차원 데이터로 변환하고, 이들을 인공 신경망에 적용하여 학습시키는 과정을 통해 기준 데이터를 획득하는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 여기서, 상기 기준 데이터는, 소정의 대상 물체에 대한 각각의 소정의 상황이 발생한 경우 나타나는 2차원 데이터의 주파수 범위 변화 패턴을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 또한, 상기 2차원 데이터의 주파수 범위 변화 패턴은, 대상 물체에 소정의 상황이 발생한 경우 나타나는 시간에 따른 2차원 데이터의 주파수 범위 변화인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0021] 본 발명은 카메라나 Lidar 등과 같은 별도의 장치를 구비하지 않고도, 다중 레이더만을 이용하여 실내의 특정 상황을 정확하게 인식하고 판단할 수 있어 효율적이다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 FMCW 레이더의 원리를 나타내는 도면이다.
- 도 2는 FMCW MIMO 레이더의 원리를 나타내는 도면이다.
- 도 3은 본 발명에 따른 실내 상황 인식 시스템의 전체적인 구성을 나타내는 도면이다.
- 도 4는 각 레이더마다의 비트 주파수 신호를 2차원 데이터로 변환한 예시를 스펙트로그램으로 보여주는 도면이다.
- 도 5는 특정 상황에 따라 나타나는 2차원 데이터의 변화 패턴의 예시를 보여주는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시 예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면부호를 붙였다.
- [0024] 이하, 도면을 참조하여 본 발명에 대하여 상세하게 설명한다.
- [0025] 한편, 설명에 앞서 본 발명에서 언급하는 실내 상황이라 함은, 예를 들어 대상 물체가 사람인 경우, 사람이 없는 상태, 누운 상태, 서 있는 상태 등을 포함하는 것일 수 있다.
- [0026] 1. 본 발명에 따른 실내 상황 인식 시스템
- [0027] 도 3은 본 발명에 따른 FMCW 레이더를 이용한 실내 상황 인식 시스템을 개략적으로 나타내는 도면이다. 이를 참조하면, 본 발명에 따른 실내 상황 인식 시스템은 아래의 구성을 포함한다.
- [0028] 1.1. FMCW 레이더(100a~100n)
- [0029] 본 발명은 다수의 FMCW(Frequency Modulation Continuous Wave) 레이더를 포함하여 구성되며, 각각의 FMCW 레이더는 크게 송신단(110), 수신단(120) 및 디지털 신호 처리부(DSP: Digital Signal Processor, 130)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0030] 가. 송신단(110)
- [0031] 송신단은, 파형 생성부(112), 전압 제어 발진부(VCO, 114), 증폭기(Amp, 116) 및 송신부(118)를 포함할 수 있다.
- [0032] 1) 파형 생성부(112)
- [0033] 파형 생성부는, 후술하는 디지털 신호 처리부(DSP, 130)가 제공하는 디지털 출력신호에 기반하여 일정한 주기 및 대역폭을 갖는 삼각파 형태의 아날로그 파형을 생성하여 전압 제어 발진부(VCO, 114)로 전달할 수 있다.
- [0034] 2) 전압 제어 발진부(VCO: Voltage Control Oscillator, 114)
- [0035] 전압 제어 발진부(VCO)는, 상기 파형 생성부(112)로부터 입력 받은 삼각파 형태의 아날로그 신호를 무선 송신하기 위해 무선주파수(RF) 신호로 변환하여 출력할 수 있다.
- [0036] 3) 증폭기(Amp: Amplifier, 116)
- [0037] 증폭기는, 상기 전압 제어 발진부(VCO, 114)로부터 출력되는 신호를 대상 물체(미도시)로의 송신에 필요한 출력으로 증폭하여 송신부(118)에 제공할 수 있다.
- [0038] 4) 송신부(118)
- [0039] 송신부는, 대상 물체(미도시)로의 신호 송신을 위한 송신 안테나(1182)를 포함하며, 그 송신 안테나(1182)를 통해 증폭기(Amp, 116)로부터 제공되는 신호, 즉 FMCW 레이더파를 대상 물체를 향하여 일정한 주기를 가지고 연속적으로 송신할 수 있다.

- [0040] 나. 수신단(120)
- [0041] 수신단은, 수신부(122), 저잡음 증폭기(LNA, 124), 믹서부(126) 및 아날로그-디지털 신호 변환부(ADC, 128)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0042] 1) 수신부(122)
- [0043] 수신부는, 수신 안테나(1222)를 포함하며, 그 수신 안테나(1222)를 통해 상기 송신부(118)의 송신 신호가 대상 물체에 맞고 반사되어 돌아온 신호, 즉 송신 신호에 대응되는 반사 신호(수신 신호)를 수신할 수 있다.
- [0044] 이 때, FMCW 레이더의 송/수신 안테나(1182, 1222)를 통해 송/수신되는 신호는 도 1에 보이는 것과 같이 시간에 따라 주파수가 선형적으로 변하는 칩(chirp) 형태를 가질 수 있다.
- [0045] 2) 저잡음 증폭기(LNA: Low Noise Amplifier, 124)
- [0046] 저잡음 증폭기(LNA)는, 상기 수신 안테나(1222)에 연결되어, 그 수신 안테나(1222)가 잡은 미약한 신호를 증폭시킨다. 이 때, 수신 신호에 포함된 잡음을 제외한 진정한 수신 신호만을 증폭시킬 수 있다.
- [0047] 3) 믹서부(126)
- [0048] 믹서부는, 상기 저잡음 증폭기(124)에서 출력되는 수신 신호와 상기 전압 제어 발진기(VCO, 114)로부터 출력된 신호, 즉 송신부(118)에서 송신한 본래의 송신 신호를 전달 받아, 이를 믹싱하여 수신 신호와 송신 신호의 주파수 차이에 해당하는 비트 주파수(beat frequency)를 출력할 수 있다.
- [0049] FMCW 레이더와 대상 물체 사이의 거리로 인하여 송신 신호가 대상 물체를 맞고 반사되어 오기까지의 지연시간이 발생하고, 이에 따라 도 1에 보이는 것과 같이 송신 신호와 수신 신호의 주파수 차이가 존재하게 된다. 즉, 비트 주파수라 함은 FMCW 레이더와 대상 물체 사이의 거리에 따른 송신 신호와 수신 신호의 주파수 차이를 의미하는 것이다.
- [0050] 4) 아날로그-디지털 변환부(ADC: Analog-Digital Convertor, 128)
- [0051] 아날로그-디지털 변환부(ADC)는, 상기 믹서부(126)를 통해 획득되는 비트 주파수 신호를 디지털 신호로 변환하여 디지털 신호 처리부(DSP, 130) 및 상황 인식 처리부(140)로 제공할 수 있다.
- [0052] 여기서, 도면에는 별도로 도시하지 않았지만, 믹서부(126)와 아날로그-디지털 변환부(ADC, 128) 사이에 증폭기(Amp) 및 로우패스필터(LPF: Low Pass Filter)를 더 포함할 수 있다.
- [0053] 다. 디지털 신호 처리부(DSP: Digital Signal Processor, 130)
- [0054] 디지털 신호 처리부(DSP)는, 상기 아날로그-디지털 변환부(128)를 통해 제공되는 수신 신호와 송신 신호의 주파수 간 차이를 나타내는 시간 영역 신호인 비트 주파수에 대하여 고속푸리에변환(FFT: Fast Fourier Transform) 연산을 하고, 연산된 데이터를 기반으로 대상 물체와의 거리, 속도 및 각도 정보를 획득할 수 있다. 비트 주파수를 이용하여 거리, 속도 및 각도 값을 획득하는 방식은, 통상의 기술자에게 잘 알려진 공지 기술을 사용할 수 있다.
- [0055] 1.2. 상황 인식 처리부(200)
- [0056] 상황 인식 처리부는, 각각의 레이더마다의 비트 주파수 값을 동일한 시간 구간 별로 병합하여 각 시간 구간에 대한 2차원 데이터로 변환하고, 변환된 데이터를 인공 신경망을 이용하여 학습시키는 과정을 실시하여 미리 획득한 기준 데이터를 기반으로 하여, 현재 각 레이더(100a~100n)의 수신단으로부터 입력되는 비트 주파수 값을 이용하여 대상 물체의 상황을 인식할 수 있다. 이러한 상황 인식 처리부는, 하기와 같은 세부 구성을 포함할 수 있다.
- [0057] 가. 비트 주파수 값 추출부(210)
- [0058] 비트 주파수 값 추출부는, 상기 각 레이더(100a~100n)의 수신단(120)을 통해 수신되는 비트 주파수 값을 소정의 시간 구간 별로 추출할 수 있다.
- [0059] 비트 주파수는 앞서 설명한 것과 같이 FMCW 레이더와 대상 물체 사이의 거리에 따라 발생하는 주파수 차이이다. 대상 물체의 움직임 상황이 달라짐에 따라 FMCW 레이더와 대상 물체와의 거리가 달라질 것이고, 이에 시간이 지남에 따라 비트 주파수에도 변화가 발생하게 된다.

- [0060] 따라서, 대상 물체의 움직임으로 인해 시간에 따라 발생하는 비트 주파수의 변화를 파악하기 위하여, 먼저 비트 주파수 값 추출부에서 각 레이더마다 소정의 시간 구간 별로 비트 주파수 값(성분)을 추출할 수 있다. 여기서, 비트 주파수 값을 추출하는 것은, 공지된 STFT(Short Time Fourier Transform) 기법을 적용하여 각 시간 구간에 대한 비트 주파수 신호의 진폭, 주파수 값을 추출할 수 있다.
- [0061] 나. 2차원 데이터 변환부(220)
- [0062] 2차원 데이터 변환부는, 상기 비트 주파수 값 추출부(210)에서 소정의 시간 구간 별로 추출한 각 레이더마다의 비트 주파수 값을 동일한 시간 구간에 대하여 병합하여, 각 시간 구간마다의 2차원 데이터로 변환할 수 있다.
- [0063] 보다 쉽게 이해할 수 있도록, 특정 시간 구간에 대하여 변환된 2차원 데이터를 일종의 그래프 형태로 표현한 스펙트로그램(spectrogram)의 예시를 보여주는 도 4를 참조하여 설명한다. 도 4의 (a)는 각 FMCW 레이더 별로 시간에 따른 비트 주파수 신호의 값인 주파수, 진폭 정보를 스펙트로그램으로 표현한 것이고, (b)는 (a)와 같이 표현되는 각 레이더마다의 스펙트로그램에서 동일한 시간 구간에 대해 병합하여 하나의 2차원 데이터로 변환된 상태를 스펙트로그램으로 표현한 것이다. 즉, (a)에서 각 스펙트로그램의 x축은 시간, y축은 주파수이고, 이들을 특정 시간 구간에 대해 병합하여 (b)와 같이 표현되는 스펙트로그램의 x축은 다중 레이더, y축은 주파수이다.
- [0064] 이와 같은 스펙트로그램으로 표현하였을 때, 노란색, 주황색, 붉은색을 포함하는 여러 층(layer)으로 나타나는 데, 이러한 층(layer)들은 주파수의 진폭이며, 여기서 붉은색으로 나타날수록 해당 비트 주파수에 대한 신호가 높은 것을 의미한다. 이에 따라, (b)와 같이 각 레이더마다의 비트 주파수 값을 동일한 시간 구간에 대하여 병합하여 2차원 데이터 형태로 변환하면, 시간 구간 별로 대상 물체의 움직임 상황에 따라 붉은색 선의 높낮이, 즉 주파수 범위가 다르게 나타나게 된다.
- [0065] 그렇기 때문에, 각 시간 구간에 대하여 변환한 2차원 데이터를 전체 시간 구간에 따라 배열하면 대상 물체의 움직임 상황에 따라 2차원 데이터의 주파수 범위가 변화하는 추세를 알 수 있으며, 이는 후술하는 주파수 범위 변화 패턴 추출부(230)에 의해 획득할 수 있다.
- [0066] 다. 주파수 범위 변화 패턴 추출부(230)
- [0067] 주파수 범위 변화 패턴 추출부는, 상기 2차원 데이터 변환부(220)에 의해 변환된 소정의 시간 구간 별 2차원 데이터를 이용하여, 시간 구간에 따라 변화하는 2차원 데이터의 주파수 범위를 추출할 수 있다.
- [0068] 예를 들어, 제1 시간 구간(T_1)의 2차원 데이터가 분포하는 주파수 범위는 [a]-[b], 제2 시간 구간(T_2)의 2차원 데이터가 분포하는 주파수 범위는 [d]-[e], 제3 시간 구간(T_3)의 2차원 데이터가 분포하는 주파수 범위는 [c]-[d], 제4 시간 구간(T_4)의 2차원 데이터가 분포하는 주파수 범위가 [b]-[c]인 경우이면, 추출되는 주파수 범위 변화 패턴은 [a]-[b] -> [d]-[e] -> [c]-[d] -> [b]-[c]가 된다.
- [0069] 이해를 돕기 위하여, 대상 물체에 특정 상황이 발생한 경우를 예를 들어 도 5와 같이 각 시간 구간 별 2차원 데이터를 그래프의 형태로 표현하면, 일종의 패턴 형태로 시간에 따라 2차원 데이터가 분포하는 주파수 범위가 변화하는 것을 확인할 수 있다.
- [0070] 다시 말해, 주파수 범위 변화 패턴 추출부는, 대상 물체에 특정 상황이 발생한 경우 도 5와 같이 나타나는 시간에 따른 2차원 데이터의 주파수 범위 변화 추세를 파악하기 위하여, 시간에 따른 2차원 데이터의 주파수 범위를 추출하는 것이다.
- [0071] 라. 비교 검출부(240)
- [0072] 비교 검출부는, 후술하는 메모리부(260)에 기 저장되어 있는 소정의 상황 별 2차원 데이터 분포 주파수 범위 변화인 기준 데이터 중에서 상기 주파수 범위 변화 패턴 추출부(230)에 의해 추출된 시간에 따른 2차원 데이터의 주파수 범위 변화와 유사한 변화 패턴이 있는지를 비교하여 검출할 수 있다.
- [0073] 예를 들어, 메모리부(260)에 기 저장되어 있는 기준 데이터 중에서, 상기 주파수 범위 변화 패턴 추출부(230)에서 추출한 [a]-[b] -> [d]-[e] -> [c]-[d] -> [b]-[c]와 같은 변화 패턴과 유사한 변화 패턴을 검출하는 것이다.
- [0074] 마. 상황 판단부(250)

- [0075] 상황 판단부는, 상기 비교 검출부(240)에 의해 검출된 현재 대상 물체에 대한 2차원 데이터의 주파수 범위 변화 패턴과 유사한 것으로 검출된 변화 패턴에 대응하는 상황으로 상기 메모리부(260)에 저장된 상황을, 현재 대상 물체에 발생한 상황인 것으로 판단할 수 있다.
- [0076] 예를 들어, 메모리부(260)에 기 저장된 기준 데이터 중 현재 대상 물체에 대한 2차원 데이터의 주파수 범위 변화 패턴인 [a]-[b] → [d]-[e] → [c]-[d] → [b]-[c]과 유사한 변화 패턴에 해당하는 상황이 제1 상황인 경우, 현재 대상 물체는 제1 상황에 해당하는 것으로 판단하는 것이다.
- [0077] 마. 메모리부(260)
- [0078] 메모리부는, 각각의 레이더(100a-100n)마다의 비트 주파수 값을 동일한 시간 구간 별로 병합하여 각 시간 구간에 대한 2차원 데이터로 변환하고, 변환된 각 시간 구간에 대한 2차원 데이터를 인공 신경망에 적용하여 학습시키는 과정을 실시하여 획득되는 소정의 상황 별 2차원 데이터의 주파수 범위 변화 패턴인 기준 데이터가 미리 저장될 수 있다.
- [0079] 소정의 상황 별 2차원 데이터의 주파수 범위 변화 패턴이라 함은, 소정의 대상 물체에 특정 상황이 발생한 경우 나타나는 시간(x축)이 지남에 따라 변화하는 2차원 데이터의 주파수 범위(y축)를 의미하며, 이는 앞서 설명한 것과 같이 스펙트로그램으로 표현하였을 경우 예를 들어 도 5에 보이는 것과 같은 일종의 패턴 형태로 나타날 수 있다.
- [0080] 이러한 기준 데이터를 획득하는 것은, 앞서 설명한 것과 유사한 과정을 포함할 수 있다. 먼저, 대상 물체의 움직임 상황에 따라 발생하는 각 레이더마다의 비트 주파수 값을 동일한 시간 구간에 대하여 병합하여 각 시간 구간 별 2차원 데이터로 변환한다. 이와 같이 변환되는 2차원 데이터를 통상적으로 잘 알려진 인공 신경망 기술인 뉴럴 네트워크(Neural Network)에 적용하여 학습시킨다. 상술한 것처럼 대상 물체에 주어진 소정의 상황에 따라 도출되는 2차원 데이터는 다르기 때문에, 각 상황에 따른 2차원 데이터를 인공 신경망에 적용하여 학습시키면, 각 특정 상황 별로 나타나는 2차원 데이터가 분포하는 주파수 범위 변화에 대한 정보를 획득할 수 있다.
- [0081] 이와 같은 시뮬레이션을 통하여 획득되는 소정의 제1, 2, 3, …, n 상황 각각에 해당하는 2차원 데이터의 주파수 범위 변화 패턴을 포함하는 기준 데이터를 메모리부(260)에 미리 저장하고, 이를 기반으로 하여 현재 대상 물체에 대하여 획득되는 각 시간 구간 별 2차원 데이터를 통해 현재 대상 물체에 발생한 특정 상황을 구분하여 인식하는 것이다.
- [0082] 여기서, 소정의 제1, 2, 3, …, n 상황이라 함은, 예를 들어 대상 물체가 사람인 경우, 누운 상황, 서 있는 상황, 앉은 상황 등을 포함하는 특정 공간에서 사람에게 나타날 수 있는 각각의 상황일 수 있다.
- [0083] 사. 알림부(270)
- [0084] 상황 인식 처리부(200)는, 상기 상황 판단부(250)에 의해 판단된 현재 대상 물체의 상황에 대한 정보를 사용자가 인지할 수 있도록 알림을 제공하는 알림부를 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 특정 상황에 대한 경보를 제공하도록 설정한 경우, 상기 상황 판단부(250)에 의해 현재 물체에 그 해당 특정 상황이 발생한 것으로 판단되면 사용자가 인지하도록 경보 알림을 제공하는 형태로 구성될 수 있다.
- [0085] 2. 본 발명에 따른 실내 상황 인식 방법
- [0086] 본 발명에 따른 FMCW 레이더를 이용한 실내 상황 인식 방법은, 아래와 같은 단계로 이루어질 수 있다.
- [0087] 2.1. 기준 데이터 구비 단계
- [0088] 기준 데이터 구비 단계는, 소정의 대상 물체에 나타난 특정 상황을 인식할 수 있도록, 대상 물체에 대한 소정의 상황 별 2차원 데이터의 주파수 범위 변화 패턴인 기준 데이터를 미리 획득하여 저장하는 단계이다.
- [0089] 소정의 상황 별 2차원 데이터 분포 주파수 범위 변화 패턴이라 함은, 앞서 설명한 것과 같이 대상 물체에 특정 상황이 발생한 경우 나타나는 시간(x축)이 지남에 따른 2차원 데이터의 주파수 범위(y축)의 변화를 의미하며, 이는 예를 들어 도 5에 보이는 것과 같은 일종의 패턴 형태로 표현될 수 있다.
- [0090] 이러한 기준 데이터를 획득하는 과정은, 다음과 같이 이루어질 수 있다. 먼저, 대상 물체의 움직임 상황에 따라 발생하는 각 레이더마다의 비트 주파수 값을 동일한 시간 구간에 대하여 병합하여 각 시간 구간 별 2차원 데이터로 변환한다. 예를 들어, 도 4의 (a)에 보이는 것처럼 표현되는 같은 각 레이더마다의 비트 주파수 값을, 동일한 시간 구간에 대하여 병합하여 (b)와 같은 형태로 나타나는 2차원 데이터로 변환하는 것이다. 여기서, 대

상 물체의 움직임에 따라 2차원 데이터가 분포하는 주파수 범위가 달라진다. 이에 따라, 각 시간 구간마다의 2차원 데이터를 인공 신경망에 적용하여 학습시키면 대상 물체의 소정의 상황 별로 나타나는 2차원 데이터의 변화 추세(주파수 범위 변화 패턴)인 기준 데이터를 획득할 수 있다.

[0091] 상기 기준 데이터는, 예를 들어, 제1 상황인 경우, [a]-[b] → [c]-[d] → [c]-[d], 제2 상황인 경우, [b]-[c] → [d]-[e] → [a]-[b] 등과 같은 형태로 구성되는 것이다.

[0092] 여기서, 소정의 상황이라 함은, 예를 들어 대상 물체가 사람인 경우, 누운 상황, 서 있는 상황, 앉은 상황 등 실내 공간 내에서 사람에게 나타날 수 있는 다양한 상황을 포함할 수 있다.

[0093] 이와 같은 방식으로 획득한 기준 데이터는, 상술한 것처럼 메모리부(250)에 미리 저장한다.

[0094] 2.2. 비트 주파수 신호 수신 단계

[0095] 각각의 FMCW 레이더(100a~100n)의 수신단으로부터 비트 주파수(beat frequency)를 수신하는 단계이다. 보다 구체적으로, 각 레이더는 송신 안테나(1182)를 통해 송출한 송신 신호와 수신 안테나(1222)를 통해 그 송신 신호가 대상 물체에 의해 반사되어 돌아온 수신 신호를 수신하여, 수신 신호와 송신 신호의 주파수 차인 비트 주파수를 생성하여 제공한다. 그러면, 상술한 상황 인식 처리부(200)에서 각 레이더로부터의 비트 주파수 신호를 수신할 수 있다.

[0096] 2.3. 비트 주파수 값 추출 단계

[0097] 비트 주파수 값 추출 단계는, 상기 비트 주파수 신호 수신 단계를 통해 수신되는 각 FMCW 레이더마다의 비트 주파수 신호의 값(성분)을 소정의 시간 구간 별로 추출하는 단계이다. 비트 주파수 신호의 값이라 함은, 비트 주파수 신호의 진폭, 주파수 정보를 포함할 수 있다.

[0098] 이와 같은 단계는, 상술한 비트 주파수 값 추출부(210)에 의해 이루어질 수 있다.

[0099] 2.4. 2차원 데이터 변환 단계

[0100] 2차원 데이터 변환 단계는, 상기 비트 주파수 값 추출 단계에서 소정의 시간 구간 별로 추출한 각 레이더마다의 비트 주파수 값을 이용하여, 소정의 시간 구간마다의 2차원 데이터로 변환하는 단계이다.

[0101] 이는 소정의 시간 구간 별로 추출한 각 레이더마다의 비트 주파수 값을 동일한 시간 구간에 대하여 병합하여, 각 시간 구간에 대한 2차원 데이터로 변환할 수 있다. 대상 물체의 움직임에 따라, 각 시간 구간 별로 변환된 2차원 데이터는 서로 다른 주파수 범위를 가질 수 있다. 이와 같은 단계는 앞서 설명한 2차원 데이터 변환부(220)에 의해 수행될 수 있으며, 위에서 설명하였으므로 구체적인 설명은 생략한다.

[0102] 2.5. 주파수 범위 변화 패턴 추출 단계

[0103] 주파수 범위 변화 패턴 추출 단계는, 상기 2차원 데이터 변환 단계를 통해 변환된 소정의 시간 구간 별 2차원 데이터를 이용하여, 시간에 따라 변화하는 2차원 데이터의 주파수 범위를 추출하는 단계이다.

[0104] 예를 들어, 예를 들어, 제1 시간 구간의 2차원 데이터가 분포하는 주파수 범위는 [a]-[b], 제2 시간 구간의 2차원 데이터가 분포하는 주파수 범위는 [d]-[e], 제3 시간 구간의 2차원 데이터가 분포하는 주파수 범위는 [c]-[d], 제4 시간 구간의 2차원 데이터가 분포하는 주파수 범위가 [b]-[c]인 경우이면, 추출되는 주파수 범위 변화 패턴은 [a]-[b] → [d]-[e] → [c]-[d] → [b]-[c]가 된다.

[0105] 이와 같은 단계는, 상술한 주파수 범위 변화 패턴 추출부(230)에 의해 수행될 수 있다.

[0106] 2.6. 유사 주파수 범위 변화 검출 단계

[0107] 유사 주파수 범위 변화 검출 단계는, 상기 기준 데이터 구비 단계에서 미리 획득한 소정의 상황 별 2차원 데이터 분포 주파수 범위 변화인 기준 데이터 중에서, 상기 주파수 범위 변화 패턴 추출 단계에서 추출한 2차원 데이터의 주파수 범위 변화 패턴과 유사한 변화 패턴이 있는지를 비교하여 검출하는 단계이다. (비교 검출부, 240)

[0108] 예를 들어, 상기 기준 데이터 중에서, 상기 주파수 범위 변화 패턴 추출 단계에서 추출한 현재 대상 물체에 대한 2차원 데이터의 주파수 범위 변화 패턴인 [a]-[b] → [d]-[e] → [c]-[d] → [b]-[c]와 동일한 변화 패턴을 검출하는 것이다.

[0109] 2.7. 상황 판단 단계

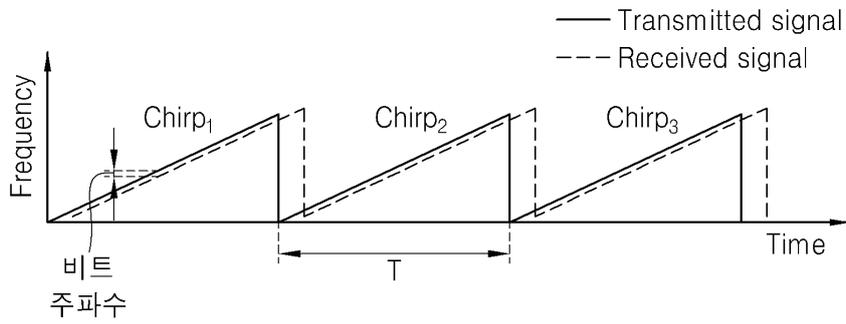
- [0110] 상황 판단 단계는, 상기 유사 주파수 범위 변화 검출 단계에서 현재 2차원 데이터의 주파수 범위 변화 패턴과 유사한 것으로 검출된 주파수 범위 변화 패턴에 대응하는 상황으로 상기 기준 데이터에 저장된 상황을, 현재 대상 물체에 발생한 상황인 것으로 판단할 수 있다.
- [0111] 예를 들어, 기준 데이터에서 [a]-[b] -> [d]-[e] -> [c]-[d] -> [b]-[c]와 같은 변화 패턴에 대응하는 상황이 제1 상황인 경우, 현재 대상 물체는 제1 상황에 해당하는 것으로 판단하는 것이다.
- [0112] 이와 같은 단계는, 상술한 상황 판단부(250)에 의해 이루어질 수 있다.
- [0113] 2.8. 알람 단계
- [0114] 본 발명에 따른 실내 상황 인식 방법은, 상기 상황 판단 단계에 의해 판단된 현재 대상 물체의 상황에 대한 정보를 사용자가 인지할 수 있도록 알람을 제공하는 알람 단계를 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 알람부(260)를 특정 상황에 대한 경보를 제공하도록 설정한 경우, 상기 상황 판단부(250)에 의해 현재 물체에 그 해당 특정 상황이 발생한 것으로 판단되면 사용자가 인지하도록 경보 알람을 제공하는 형태로 구현될 수 있다.
- [0115] 한편, 본 발명의 기술적 사상은 상기 실시 예에 따라 구체적으로 기술되었으나, 상기 실시 예는 그 설명을 위한 것이며, 그 제한을 위한 것이 아님을 주의해야 한다. 또한, 본 발명의 기술분야에서 당업자는 본 발명의 기술 사상의 범위 내에서 다양한 실시 예가 가능함을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

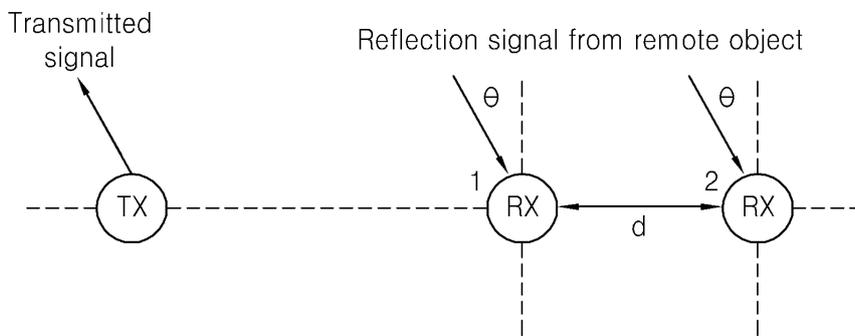
- [0116] 100a~100n: FMCW 레이더
- 110: 송신단
- 112: 파형 생성부
- 114: 전압 제어 발진부
- 116: 증폭기
- 118: 송신부
- 120: 수신단
- 122: 수신부
- 124: 저잡음 증폭기
- 126: 믹서부
- 128: 아날로그-디지털 변환부
- 130: 디지털 신호 처리부
- 200: 상황 인식 처리부
- 210: 비트 주파수 값 추출부
- 220: 2차원 데이터 변환부
- 230: 주파수 범위 변화 패턴 추출부
- 240: 비교 검출부
- 250: 상황 판단부
- 260: 메모리부
- 270: 알람부

도면

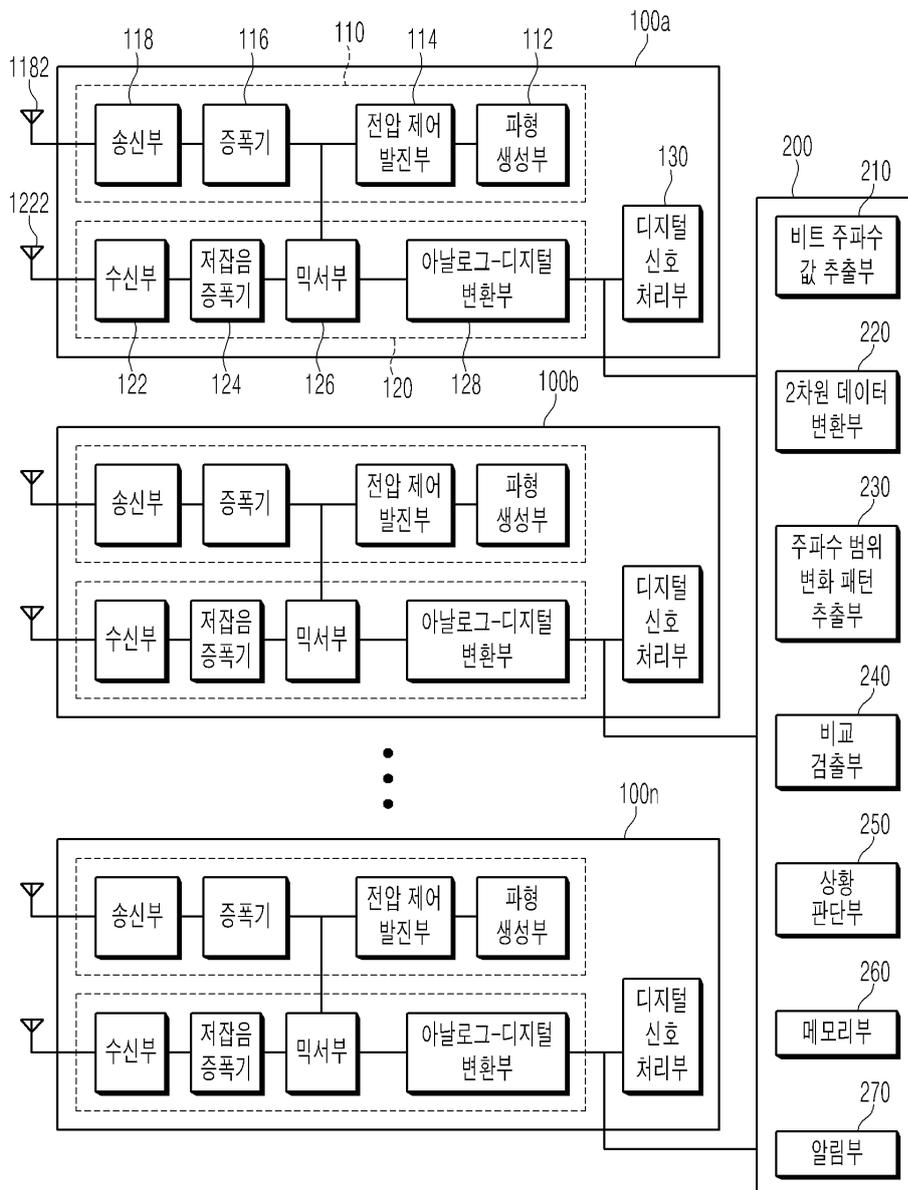
도면1



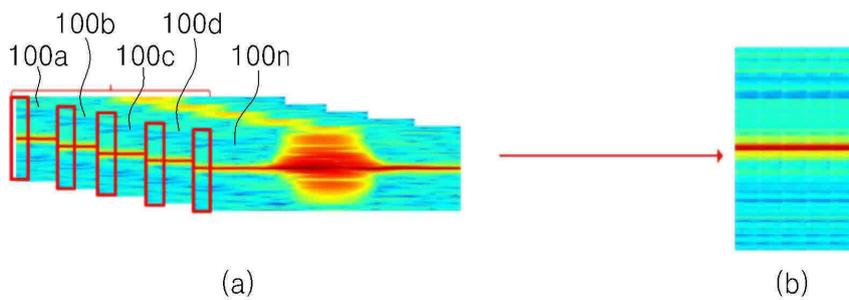
도면2



도면3



도면4



도면5

