



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년09월07일
 (11) 등록번호 10-1896726
 (24) 등록일자 2018년09월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G01S 13/34 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2013-0148216
 (22) 출원일자 2013년12월02일
 심사청구일자 2016년12월08일
 (65) 공개번호 10-2015-0063639
 (43) 공개일자 2015년06월10일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR101092567 B1*
 (뒷면에 계속)

(73) 특허권자
 주식회사 만도
 경기도 평택시 포승읍 하만호길 32
 (72) 발명자
 이재은
 서울 송파구 올림픽로 135, 243동 401호 (잠실동, 리센즈아파트)
 임해승
 경기도 용인시 수지구 신수로 615, 베아트리스 404호 (풍덕천동)
 정성희
 경기도 용인시 기흥구 용구대로2394번길 27 삼성래미안 1차 아파트 111동 2002호
 (74) 대리인
 특허법인 정안

전체 청구항 수 : 총 6 항

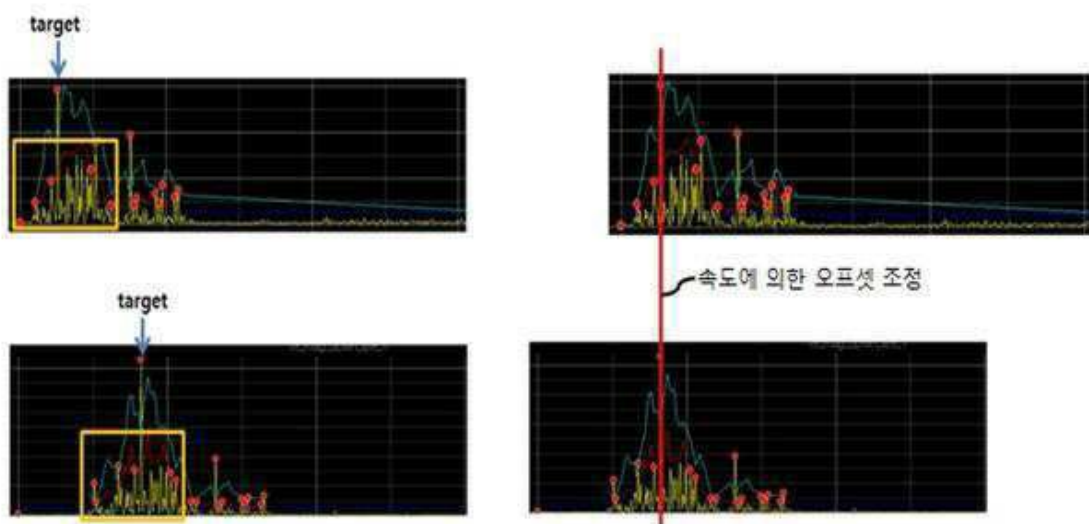
심사관 : 안문환

(54) 발명의 명칭 CW 레이더 센싱 신호 및 FMCW 레이더 센싱 신호 기반의 주변 환경 감지 방법 및 장치

(57) 요약

CW(continuous wave) 레이더 센싱 신호 및 FMCW(frequency modulated continuous wave) 레이더 센싱 신호 기반의 주변 환경 감지 방법 및 장치가 개시되어 있다. FMCW 레이더 센싱 신호 및 CW 레이더 센싱 신호를 기반으로 타겟을 탐지하는 방법은 레이더가 타겟을 탐지하기 위한 CW 레이더 센싱 신호를 전송하고 상기 CW 레이더 센싱 신호에 대한 응답인 제1 응답 신호를 수신하는 단계, 레이더가 타겟을 탐지하기 위한 FMCW 레이더 센싱 신호를 전송하고 FMCW 레이더 센싱 신호에 대한 응답인 제2 응답 신호를 수신하는 단계, 레이더가 제1 응답 신호 및 제2 응답 신호를 신호 처리하여 비트 신호에 대한 주파수 스펙트럼을 생성하는 단계와 레이더가 비트 신호에 대한 주파수 스펙트럼을 기반으로 타겟을 탐지하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도7



(56) 선행기술조사문헌

JP2000147103 A*

KR1020130051694 A*

JP2010197133 A*

JP2011064567 A*

KR1020120079253 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

FMCW(frequency modulated continuous wave) 레이더 센싱 신호 및 CW(continuous wave) 레이더 센싱 신호를 기반으로 타겟을 탐지하는 방법에 있어서,

레이더가 상기 타겟을 탐지하기 위한 상기 CW 레이더 센싱 신호를 전송하고 상기 CW 레이더 센싱 신호에 대한 응답인 제1 응답 신호를 수신하는 단계;

상기 레이더가 상기 타겟을 탐지하기 위한 상기 FMCW 레이더 센싱 신호를 전송하고 상기 FMCW 레이더 센싱 신호에 대한 응답인 제2 응답 신호를 수신하는 단계;

상기 레이더가 상기 제1 응답 신호 및 상기 제2 응답 신호를 신호 처리하여 비트 신호에 대한 주파수 스펙트럼을 생성하는 단계; 및

상기 레이더가 상기 비트 신호에 대한 주파수 스펙트럼을 기반으로 상기 타겟을 탐지하는 단계를 포함하고,

상기 레이더는 상기 제1 응답 신호의 주파수 스펙트럼 중 상기 레이더의 이동 속도에 해당하는 주파수 대역의 피크값을 기반으로 정지 물체에 대한 정보를 판단하고,

상기 제1 응답 신호를 기반으로 상기 정지 물체가 존재하는지 여부를 판단한 결과, 상기 정지 물체가 일정 개수 이상 존재하는 것으로 판단되는 경우, 상기 제1 응답 신호와 상기 제2 응답 신호의 코릴레이션을 기반으로 상기 타겟을 탐지하는 FMCW 레이더 센싱 신호 및 CW 레이더 센싱 신호를 기반으로 타겟을 탐지하는 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 레이더는 상기 레이더의 이동 속도에 해당하는 주파수 대역의 피크값이 제1 임계값 이상인 경우, 상기 정지 물체가 존재하는 것으로 판단하고, 상기 레이더의 이동 속도에 해당하는 주파수 대역의 피크값이 상기 제1 임계값 미만인 경우, 상기 정지 물체가 존재하지 않는 것으로 판단하는 FMCW 레이더 센싱 신호 및 CW 레이더 센싱 신호를 기반으로 타겟을 탐지하는 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 레이더는 상기 제1 응답 신호를 기반으로 상기 정지 물체가 존재하는지 여부를 판단한 결과, 상기 정지 물체가 상기 일정 개수 미만 존재하는 것으로 판단되는 경우, 상기 제2 응답 신호를 기반으로 상기 타겟을 탐지하는 FMCW 레이더 센싱 신호 및 CW 레이더 센싱 신호를 기반으로 타겟을 탐지하는 방법.

청구항 6

FMCW(frequency modulated continuous wave) 레이더 센싱 신호 및 CW(continuous wave) 레이더 센싱 신호를 기반으로 타겟을 탐지하는 레이더에 있어서, 상기 레이더는 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는 상기 타겟을 탐지하기 위한 상기 CW 레이더 센싱 신호를 전송하고 상기 CW 레이더 센싱 신호에 대한 응답인 제1 응답 신호를 수신하고,

상기 타겟을 탐지하기 위한 상기 FMCW 레이더 센싱 신호를 전송하고 상기 FMCW 레이더 센싱 신호에 대한 응답인 제2 응답 신호를 수신하고,

상기 제1 응답 신호 및 상기 제2 응답 신호를 신호 처리하여 비트 신호에 대한 주파수 스펙트럼을 생성하고,

상기 비트 신호에 대한 주파수 스펙트럼을 기반으로 상기 타겟을 탐지하도록 구현되는 레이더를 포함하고,

상기 레이더는 상기 제1 응답 신호의 주파수 스펙트럼 중 상기 레이더의 이동 속도에 해당하는 주파수 대역의 피크값을 기반으로 정지 물체에 대한 정보를 판단하고,

상기 제1 응답 신호를 기반으로 상기 정지 물체가 존재하는지 여부를 판단한 결과, 상기 정지 물체가 일정 개수 이상 존재하는 것으로 판단되는 경우, 상기 제1 응답 신호와 상기 제2 응답 신호의 코릴레이션을 기반으로 상기 타겟을 탐지하는 레이더.

청구항 7

삭제

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 레이더는 상기 레이더의 이동 속도에 해당하는 주파수 대역의 피크값이 제1 임계값 이상인 경우, 상기 정지 물체가 존재하는 것으로 판단하고, 상기 레이더의 이동 속도에 해당하는 주파수 대역의 피크값이 상기 제1 임계값 미만인 경우, 상기 정지 물체가 존재하지 않는 것으로 판단하는 레이더.

청구항 9

삭제

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 레이더는 상기 제1 응답 신호를 기반으로 상기 정지 물체가 존재하는지 여부를 판단한 결과, 상기 정지 물체가 상기 일정 개수 미만 존재하는 것으로 판단되는 경우, 상기 제2 응답 신호를 기반으로 상기 타겟을 탐지하는 레이더.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 주변 환경 센싱 방법에 관한 것으로서 보다 상세하게는 CW 레이더 및 FMCW 레이더 기반의 주변 환경 감지 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] ITU-R에서는 교통정보 및 제어 시스템(Transport Information and Control Systems: TICS)과 관련된 여러 가지 항목들을 권고하고 있다. 교통 정보 및 제어 시스템이란 지상 교통 시스템의 안전과 효율성 및 관리 방법을 향상시키기 위해 컴퓨터, 통신, 위치 정보 및 차량기술이 집약된 시스템이다.

[0003] TICS 가운데 차량의 직접적인 주행과 관련된 차량 제어 시스템(Advanced Vehicle Control Systems: AVCS)에서는 충돌 방지를 위해 요구되는 몇 가지 사항들을 포함하고 있는데, 차량용 레이더도 운전자의 보조를 통한 안전한 차량 운행을 위해 적용 가능한 기술 중의 하나이다.

[0004] 차량용 레이더로는 1980년대 초 일본에서 레이저를 이용한 레이더가 상용화된 적이 있으나, 레이저는 여러 가지 기상 조건 등에 너무 민감하여 현재는 밀리미터파를 이용한 방식이 널리 보급된 실정이다. 밀리미터파를 이용한 차량용 레이더는 응용의 특성상 여러 가지 기상조건에서도 비교적 오류가 적고 사용이 용이하다는 특성을 갖고 있어 현재에는 가장 활발히 연구되고 있는 분야이다. 이 방식은 1970년대 초반부터 연구가 되기 시작하여 현재에는 다양한 제품들이 차량에 부착되어 운용되고 있는 상태이다. 차량 레이더를 응용한 기술들은 능동 주행 조정장치(active cruise control), 적응형 주행 조정 장치(adaptive cruise control) 또는 지능형 주행 조정장치

(intelligent cruise control) 등으로 불리는데, 이들 기술을 차량에 응용하고 있는 대표적인 업체로는 Daimler-Benz, BMW, Jaguar, Nissan 등이 있다. 특히 위와 같은 응용 사례들이 레이더를 이용한 단순한 경고 수준을 넘어 직접적인 차량 제어를 수행한다는 사실은 상당한 기술적 진보라 할 수 있겠다.

[0005] 우리나라에서는 2001년 4월에 전파법 제9조의 규정에 의거, 지능형 교통 시스템과 관련하여 차량 레이더용 주파수를 특정 소출력 무선국으로 분류하여 분배하였다. 주파수 대역은 76GHz-77GHz의 1GHz 대역폭이며, 용도는 차량 등의 충돌방지로 규정하고 있다

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 제1 목적은 CW 레이더 센싱 신호 및 FMCW 레이더 센싱 신호 기반의 주변 환경 감지 방법을 제공하는 것이다.

[0007] 본 발명의 제2 목적은 CW 레이더 센싱 신호 및 FMCW 레이더 센싱 신호 기반의 주변 환경 감지 방법을 수행하는 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 상술한 본 발명의 제1 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에 따른 FMCW(frequency modulated continuous wave) 레이더 센싱 신호 및 CW(continuous wave) 레이더 센싱 신호를 기반으로 타겟을 탐지하는 방법은 레이더가 상기 타겟을 탐지하기 위한 상기 CW 레이더 센싱 신호를 전송하고 상기 CW 레이더 센싱 신호에 대한 응답인 제1 응답 신호를 수신하는 단계, 상기 레이더가 상기 타겟을 탐지하기 위한 상기 FMCW 레이더 센싱 신호를 전송하고 상기 FMCW 레이더 센싱 신호에 대한 응답인 제2 응답 신호를 수신하는 단계, 상기 레이더가 상기 제1 응답 신호 및 상기 제2 응답 신호를 신호 처리하여 비트 신호에 대한 주파수 스펙트럼을 생성하는 단계와 상기 레이더가 상기 비트 신호에 대한 주파수 스펙트럼을 기반으로 상기 타겟을 탐지하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 레이더는 상기 제1 응답 신호의 주파수 스펙트럼 중 상기 레이더의 이동 속도에 해당하는 주파수 대역의 피크값을 기반으로 정지 물체에 대한 정보를 판단할 수 있다. 상기 레이더는 상기 레이더의 이동 속도에 해당하는 주파수 대역의 피크값이 제1 임계값 이상인 경우, 상기 정지 물체가 존재하는 것으로 판단하고, 상기 레이더의 이동 속도에 해당하는 주파수 대역의 피크값이 상기 제1 임계값 미만인 경우, 상기 정지 물체가 존재하지 않는 것으로 판단할 수 있다. 상기 레이더는 상기 제1 응답 신호를 기반으로 상기 정지 물체가 존재하는지 여부를 판단한 결과, 상기 정지 물체가 일정 개수 이상 존재하는 것으로 판단되는 경우, 상기 제1 응답 신호와 상기 제2 응답 신호의 코릴레이션을 기반으로 상기 타겟을 탐지할 수 있다. 상기 레이더는 상기 제1 응답 신호를 기반으로 상기 정지 물체가 존재하는지 여부를 판단한 결과, 상기 정지 물체가 상기 일정 개수 미만 존재하는 것으로 판단되는 경우, 상기 제2 응답 신호를 기반으로 상기 타겟을 탐지할 수 있다.

[0009] 상술한 본 발명의 제2 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에 따른 FMCW(frequency modulated continuous wave) 레이더 센싱 신호 및 CW(continuous wave) 레이더 센싱 신호를 기반으로 타겟을 탐지하는 레이더에 있어서, 상기 레이더는 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는 상기 타겟을 탐지하기 위한 상기 CW 레이더 센싱 신호를 전송하고 상기 CW 레이더 센싱 신호에 대한 응답인 제1 응답 신호를 수신하고, 상기 타겟을 탐지하기 위한 상기 FMCW 레이더 센싱 신호를 전송하고 상기 FMCW 레이더 센싱 신호에 대한 응답인 제2 응답 신호를 수신하고, 상기 제1 응답 신호 및 상기 제2 응답 신호를 신호 처리하여 비트 신호에 대한 주파수 스펙트럼을 생성하고, 상기 비트 신호에 대한 주파수 스펙트럼을 기반으로 상기 타겟을 탐지하도록 구현될 수 있다. 상기 레이더는 상기 제1 응답 신호의 주파수 스펙트럼 중 상기 레이더의 이동 속도에 해당하는 주파수 대역의 피크값을 기반으로 정지 물체에 대한 정보를 판단할 수 있다. 상기 레이더는 상기 레이더의 이동 속도에 해당하는 주파수 대역의 피크값이 제1 임계값 이상인 경우, 상기 정지 물체가 존재하는 것으로 판단하고, 상기 레이더의 이동 속도에 해당하는 주파수 대역의 피크값이 상기 제1 임계값 미만인 경우, 상기 정지 물체가 존재하지 않는 것으로 판단할 수 있다. 상기 레이더는 상기 제1 응답 신호를 기반으로 상기 정지 물체가 존재하는지 여부를 판단한 결과, 상기 정지 물체가 일정 개수 이상 존재하는 것으로 판단되는 경우, 상기 제1 응답 신호와 상기 제2 응답 신호의 코릴레이션을 기반으로 상기 타겟을 탐지할 수 있다. 상기 레이더는 상기 제1 응답 신호를 기반으로 상기 정지 물체가 존재하는지 여부를 판단한 결과, 상기 정지 물체가 상기 일정 개수 미만 존재하는 것으로 판단되는 경우, 상기 제2 응답 신호를 기반으로 상기 타겟을 탐지할 수 있다.

발명의 효과

[0010] 상술한 바와 같이 본 발명의 실시예에 따른 CW 레이더 센싱 신호 및 FMCW 레이더 센싱 신호 기반의 주변 환경 감지 방법 및 장치를 사용함으로써 FMCW 레이더 신호에 의해 업 처프 및 다운 처프 각각에서 주파수 신호가 획득되면 CW 레이더 신호를 기반으로 획득된 타겟의 속도에 대한 정보를 기반으로 오프셋을 조정하여 두 신호 사이의 코릴레이션(correlation)을 통해 도로 환경 인식을 할 수 있다. 이러한 방법을 사용함으로써 좀 더 정확하게 도로 환경을 인식할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 FMCW 레이더를 사용하여 객체를 감지하는 방법을 나타낸 그래프이다.
 도 2는 FMCW 레이더를 사용하여 객체를 감지하는 방법을 나타낸 그래프이다.
 도 3은 DFT를 기반으로 비트 신호를 샘플링한 그래프를 나타낸다.
 도 4는 CW 안테나의 동작을 나타낸 개념도이다.
 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 레이더 송신 신호를 나타낸 개념도이다.
 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 CW 레이더 신호를 기반으로 분석된 신호를 나타낸 개념도이다.
 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 타겟 탐지 방법을 나타낸 개념도이다.
 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 FMCW 레이더 센싱 신호 및 CW 레이더 센싱 신호를 기반으로 타겟 물체를 감지하는 것을 예시적으로 나타낸 도면이다.
 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 FMCW 레이더 장치가 타겟을 탐지하는 방법을 나타낸 개념도이다.
 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 FMCW 레이더 장치에 대한 개념도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 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. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.

[0013] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

[0014] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0015] 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, "포함하다" 또는 "가지다" 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.

[0016] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다. 이하, 도면상의 동일한 구성 요소에 대해서는 동일한 참조부호를 사용하고 동일한 구성 요소에 대해서 중복된 설명은 생략한다.

[0017] 본 발명의 실시예에서는 FMCW(frequency modulated continuous wave) 레이더 및 CW(continuous wave radar) 레이더를 기반으로 차량 운행시 주변 환경을 센싱하는 방법에 대해 개시한다. 본 발명의 실시예에 따른 주변 환경 센싱 방법을 사용함으로써 보다 정확하게 주변 환경에 대해 센싱할 수 있다.

[0018] 도 1은 FMCW 레이더를 사용하여 객체를 감지하는 방법을 나타낸 그래프이다.

[0019] FMCW 레이더는 주파수 변조된 연속 신호를 타겟으로 전송하여 타겟의 거리와 속도에 대해 측정할 수 있다.

[0020] 일반적인 CW(continuous wave) 레이더의 경우, 움직이는 물체의 속도는 측정할 수 있으나, 상대적으로 좁은 대역폭으로 인해 거리를 측정할 수 없다. 따라서 FMCW 레이더는 송신파의 진폭, 주파수 또는 위상을 변조시켜 줌으로써 대역폭을 넓혀주어 거리 측정 및 속도 측정을 수행할 수 있다.

[0021] 도 1을 참조하면, 레이더와 거리 R만큼 떨어진 물체가 정지해있다고 가정한 경우, 시간에 따른 주파수 파형을 나타낸다. 먼저 제1 파형과 같이 리니어(linear)하게 주파수 변조된 신호를 송신하면 거리 R의 물체에 반사되어 $\frac{2R}{c}$ 의 시간 딜레이 이후 레이더에 수신된다. 여기서 R은 타겟과의 거리이고 c는 빛의 속도($3 \times 10^8 m/s$)이다. 이때 송신한 신호와 수신된 신호를 서로 믹싱하면 그 차이 주파수를 얻어낼 수 있는데 그 주파수는 아래의 수학적 식 1과 같다.

[0022] <수학적 식 1>

$$f_r = \frac{2R}{c} \cdot \frac{B}{T_m}$$

R: distance to target

B: sweep bandwidth

c: velocity of light

T_m : sweep time

f_r : frequency shift due to delay

[0023]

[0024] 수학적 식 1에서 산출된 차이 주파수 정보를 기반으로 아래의 수학적 식 2에 대입하여 거리 R을 결정할 수 있다.

[0025] <수학적 식 2>

$$R = \frac{f_r \cdot c \cdot T_m}{2 \cdot B}$$

[0026]

[0027] 도 2는 FMCW 레이더를 사용하여 객체를 감지하는 방법을 나타낸 그래프이다.

[0028] 레이더와 거리 R만큼 떨어져 물체가 상대속도 V_r 로 움직이고 있다고 가정한다.

[0029] FMCW 레이더는 주파수 변조된 연속 신호를 타겟의 속도와 거리를 측정하기 위해 전송할 수 있다.

[0030] 이러한 경우, $\frac{2R}{c}$ 의 타임 딜레이와 도플러 효과에 의해 발생한 아래의 수학적 식 3과 같은 주파수 쉬프트가 발생한다.

[0031] <수학식 3>

$$f_v = \frac{2v_r}{\lambda}$$

[0032]

$$\lambda = \frac{c}{f_c}$$

[0033]

f_c : carrier frequency

[0034]

송신된 신호와 수신된 신호를 믹싱하면 도 2의 하단과 같이 거리에 따른 시간-딜레이로 인한 주파수 변화 f_r 와 도플러 효과에 의한 주파수 변화 f_v (Doppler frequency)의 합과 차를 얻을 수 있고 이를 연립하면, 아래의 수학적 식 4와 같이 거리와 속도의 정보를 얻을 수 있다.

[0035] <수학식 4>

$$R = \frac{f_r \cdot c \cdot T_m}{2 \cdot B} \quad v_r = \frac{f_v \cdot \lambda}{2}$$

[0036]

비트 주파수 와 도플러 주파수는 시그널 프로세싱에 의해 획득될 수 있다.

[0038]

비트 주파수는 전송 신호와 수신 신호 사이의 차이를 나타낼 수 있다. 업 처프일 때 비트 주파수는 f_{bu} 로 표현되고, 다운 처프일 때 주파수는 f_{bd} 로 표현될 수 있다.

[0039]

각 처프 주기에서 N_s 포인트의 DFT(discrete fourier transform)를 수행하여 주파수 f_s 로 샘플링된 비트 신호의 주파수 스펙트럼을 획득할 수 있다. FMCW 레이더에서 결정된 비트 신호의 주파수 스펙트럼을 기반으로 주변 환경을 센싱하여 주변에 존재하는 물체를 탐지할 수 있다. FMCW 레이더는 FMCW 레이더의 신호 수신부가 센싱 신호가 타겟에서 반사된 신호를 수신하는 동안 FMCW 레이더의 신호 송신부는 여전히 센싱 신호를 송신할 수 있다. FMCW 레이더는 수신된 신호와 전송된 센싱 신호의 과형을 믹스하여 비트 신호를 생성할 수 있다. 하나 이상의 타겟이 존재하는 경우 믹서의 출력은 하나 이상의 다른 주파수 대역을 가진 비트 신호가 생성될 수 있다.

[0040]

도 3은 DFT를 기반으로 비트 신호를 샘플링한 그래프를 나타낸다.

[0041]

도 3을 참조하면, 각 처프(chirp) 주기에서 N_s 포인트의 DFT를 수행하여 주파수 f_s 로 샘플링된 비트 신호의 스펙트럼이다.

[0042]

Δf 는 주파수 스텝(frequency step)이고 N_s 는 처프 주기 T에서 데이터 샘플의 개수를 나타낸다.

[0043]

FMCW 레이더의 경우 업 처프(up chirp)와 다운 처프(down chirp) 각각에서 추출되는 주파수 피크 정보를 페어링하여 타겟 정보를 생성하게 된다.

[0044]

전방의 차량의 상대 속도가 양의 값(예를 들어, 자신의 차보다 더 멀어진 경우) 주파수 상승 구간인 업 처프와 주파수 하강 구간인 다운 처프에서 검출된 비트 주파수는 $f_{bu} = f_r - f_d$ 와 $f_{bd} = f_r + f_d$ 이다. 즉, f_r 을 기준으로 $\pm f_d$ 값으로 대칭되게 시프트한 값이 바로 f_{bu} 및 f_{bd} 이므로 조합을 찾게 되면 거리와 속도를 구할 수 있는데, 이러한 방법을 페어링 알고리즘이라고 한다.

[0045] 페어링 알고리즘을 수행함에 있어서 타겟이 2개인 경우에 타겟 보다 많은 타겟이 검출될 수 있고, 이러한 타겟 들을 고스트 타겟(ghost target)이라고 한다. 이러한 고스트 타겟이 존재하는 경우, FMCW 레이더에서 정확하게 물체를 센싱하기 어렵다.

[0046] 페어링 알고리즘을 수행시 타겟의 수가 많아지면 그에 따라 고스트 타겟도 많이 발생하게 된다. 고스트 타겟이 발생하지 않도록 다양한 기법이 사용이 되지만 업 처프/다운 처프에서 추출되는 주파수 피크가 많아질 수록 고스트 타겟의 발생 확률은 높아지게 된다. 터널이나 가드레일과 같이 도로상에 구조물이 길게 퍼져서 존재하는 경우에는 더욱 레이더가 센싱하기 어려운 상황이 발생할 수 있고, 이러한 경우에 고스트 타겟의 발생으로 인해 레이더의 감지 및 제어 안정성이 위협을 받을 수 있다.

[0047] 본 발명의 실시예에 따른 FMCW 레이더를 기반으로 한 센싱 방법은 이러한 고스트 타겟의 발생 확률을 줄임으로써 FMCW 레이더를 기반으로 한 센싱 확률을 높일 수 있다. 즉, 본 발명을 적용 시 가드 레일이나 터널 등의 구조물이 도로상에 있는 경우 고스트 타겟이 발생하는 확률을 감소시켜 고속 주행 중의 급제동 등의 현상을 방지할 수 있다.

[0048] 도 4는 CW 안테나의 동작을 나타낸 개념도이다.

[0049] 도 4를 참조하면, CW 안테나는 움직이는 타겟의 속도를 측정하기 위해 고정된 전송 주파수를 사용할 수 있다. CW 안테나는 도플러 주파수 이동을 기반으로 움직이는 타겟의 속도를 측정할 수 있다. 만약, CW 레이더가 전송

한 주파수 f_0 의 신호와 움직이는 타겟의 상대 속도 v_r 가 0이 아니라면, 수신된 신호는 $f_0 + f_d$ 의 주파수를 가질 수 있다.

[0050] 여기서, f_d 는 도플러 주파수 쉬프트로써 아래의 수학적 식 5와 같이 결정될 수 있다.

[0051] <수학적 식 5>

$$f_d = \frac{2v_r}{c} f_0$$

[0052]

[0053] 여기서, c 는 빛의 속도이고 타겟의 상대 속도 v_r 는 레이더의 LOS(line of sight)에 따른 속도 요소로 결정될 수 있다. 아래의 수학적 식 6은 타겟의 상대 속도를 나타내는 수학적 식이다.

[0054] <수학적 식 6>

$$v_r = v_a \cos \theta$$

[0055]

[0056] 여기서 v_a 는 타겟의 실제 속도이고, θ 는 타겟 궤적과 LOS 사이의 각도를 나타낼 수 있다.

[0057] 즉, CW 레이더를 기반으로 속도를 측정하는 방법은 움직이는 물체에 레이더를 발사할 때 생기는 도플러 주파수의 변조 주파수를 이용하는 것이다. 예를 들어, 센싱 신호의 발신자가 정지하고 있는 상태에서 10?24GHz의 연속파를 물체를 향해서 발사하면 발진 주파수와 조금 다른 주파수의 반사파가 돌아오는데, 그 주파수 차이(Doppler Frequency)는 물체의 속도에 비례한다. 따라서 그 주파수의 차이를 알면 물체의 속도를 산출할 수 있다. CW 레이더 시스템은 속도 측정에는 사용할 수 있지만, 거리를 측정하는 데는 사용할 수 없다.

[0058] 본 발명의 실시예에 따르면 CW 레이더와 FMCW 레이더의 신호를 모두 사용하여 물체를 탐지하는 방법에 대해 개시한다.

[0059] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 레이더 송신 신호를 나타낸 개념도이다.

- [0060] 도 5를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 레이더 송신 신호는 FMCW 레이더의 송신 신호인 주파수 변조된 연속 신호(500)와 CW 레이더의 송신 신호인 하나의 주파수 대역에서 전송되는 신호(550)를 포함할 수 있다.
- [0061] FMCW 레이더 신호(500)에 CW 레이더 신호(550)를 조합하여 송신 신호를 생성하는 경우, FMCW 레이더 신호(500)는 업 처프 및 다운 처프 각각에서는 타겟의 속도, 거리가 조합된 주파수를 추출할 수 있다. CW 레이더 신호(550)는 타겟의 속도가 있는 경우 속도 성분에 해당하는 도플러 주파수를 추출할 수 있다. CW 레이더의 이러한 특성을 이용하면 가드레일이나 터널 등의 구조물에 도로 상에 존재할 때 이 구조물은 정지 물체이지만 자차의 속도에 의해 상대 속도를 가지게 된다.
- [0062] 차량의 다양한 센서들을 이용하여 자차가 운행하는 속도 정보는 획득할 수 있기 때문에 이렇게 자차의 속도에 해당하는 속도 성분이 CW의 주파수 스펙트럼에서 피크가 높게 형성되는 경우 도로상에 정지 물체가 많이 존재한다고 판단할 수 있다.
- [0063] 즉, 본 발명의 실시예에서는 차량 내의 다른 센서를 이용하여 현재 운행 중인 자차의 속도를 획득하는 경우 CW 레이더 신호(550)의 주파수 스펙트럼에서 자차 속도에 해당하는 주파수에 해당하는 피크 레벨을 통해 현재 정지 중인 물체에 대해 센싱할 수 있으므로 현재 운행 중인 도로의 환경에 대해 인식할 수 있다.
- [0064] 또한, 본 발명의 실시예에서는 CW 레이더 신호(550)를 기반으로 우선적인 판단을 통해 정지 물체가 다수 존재한다고 판단한 경우, 업 처프 신호 및 다운 처프 신호의 주파수 스펙트럼의 코릴레이션(correlation)을 통해 정지 물체의 분포 위치를 판단할 수 있다. 만약, 정지 물체가 일정 수 미만으로 존재한다고 판단되는 경우, FMCW 레이더 신호의 응답 신호만으로 도로 환경을 판단할 수도 있다.
- [0065] 레이더에서 CW 레이더 신호와 FMCW 레이더 신호의 전송은 다양한 방법으로 결정될 수 있다. 예를 들어, CW 레이더 신호를 우선 전송하고, FMCW 레이더를 일정 구간 동안 전송하는 방법을 사용할 수 있다. 또 다른 방법으로 CW 레이더 신호의 반사 신호를 기반으로 추가적인 CW 레이더 신호를 더 전송할지 여부를 결정할 수도 있다.
- [0066] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 CW 레이더 신호를 기반으로 분석된 신호를 나타낸 개념도이다.
- [0067] 도 6의 좌측은 도로 상에 구조물이 존재하지 않는 상황을 나타내는 그래프이고, 도 6의 우측은 도로 상에 구조물이 존재하는 상황을 나타내는 그래프이다. 도 6의 우측과 같은 일반적인 상황에 비해 도로 상에 구조물이 존재하는 경우에는 운행 중인 자차 속도에 해당하는 주파수 성분의 피크 레벨(600)이 급격히 높아지게 된다. 따라서 이러한 센싱 결과를 기반으로 현재 운행 중인 도로 주변의 구조물에 대한 정보를 획득할 수 있어 도로 환경에 대해 인식할 수 있다.
- [0068] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 타겟 탐지 방법을 나타낸 개념도이다.
- [0069] 도 7의 좌측은 FMCW 신호를 송신하여 수신된 신호와 믹싱한 이후 획득한 비트 신호의 주파수 스펙트럼을 나타낸다. FMCW 레이더가 센싱하는 지역에 가드레일이나 터널 등이 존재하는 경우 그림의 사각형 영역처럼 클러터 레벨(clutter level)이 상승하게 된다. 클러터는 원치 않는 레이더 수신 신호를 만들어내는 물체를 나타내는 것을 말한다.
- [0070] 도 7의 그래프에서 x 축은 유효 주파수 범위, y 축은 비트 신호의 크기가 되는데 전체 유효 주파수 영역에서 추출되는 주파수 피크는 동그라미로 표현되어 있다.
- [0071] 도 7의 우측은 도 7의 좌측에서 FMCW 레이더 신호에 의해 업 처프 및 다운 처프 각각에서 주파수 신호가 획득되면 CW 레이더 신호를 기반으로 획득된 타겟의 속도에 대한 정보를 기반으로 오프셋을 조정하여 두 신호 사이의 코릴레이션(correlation)을 통해 도로 환경 인식을 하는 방법을 나타낸다. 즉, 본 발명의 실시예에 따르면, CW 레이더에서 전송되는 신호를 FMCW 레이더에서 전송되는 신호와 함께 이용하여 타겟을 탐색할 수 있다.
- [0072] 본 발명의 실시예에서는 차량 내의 다른 센서를 이용하여 현재 운행 중인 자차의 속도를 획득하는 경우 CW 신호의 주파수 스펙트럼에서 자차 속도에 해당하는 주파수에 해당하는 피크 레벨을 통해 정지 물체에 대해 센싱할 수 있어 도로 환경 인식을 할 수 있다.
- [0073] 또한, 본 발명의 실시예에서는 CW 레이더 신호를 기반으로 우선적인 판단을 통해 정지 물체가 다수 존재한다고 판단한 경우 업 처프 신호 및 다운 처프 신호의 주파수 스펙트럼의 코릴레이션을 통해 정지 물체의 분포 위치를

판단할 수 있다.

- [0074] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 FMCW 레이더 센싱 신호 및 CW 레이더 센싱 신호를 기반으로 타겟 물체를 감지하는 것을 예시적으로 나타낸 도면이다.
- [0075] 도 8을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 센싱 방법에서는 CW 레이더 센싱 신호 및 FMCW 레이더 센싱 신호(800)를 전송하고 타겟(810)에 반사되어 돌아오는 반사 신호를 수신함으로써 반사 신호를 기반으로 주변에 어떠한 물체가 있는지를 탐지하게 된다.
- [0076] 만약, 반사 신호가 실제 물체인 타겟(810)에 반사된 신호만을 포함하고 있다면, 실제 물체인 타겟(810)을 정확히 감지할 수 있을 것이다. 하지만, 주변에 다른 레이더 장치나 다른 통신 장치 등에서 송신된 송신 신호가 간섭 신호로서 존재하거나 가드 레일 터널과 같은 클러터가 간섭 신호를 발생시킬 수 있다. 다른 요인들에 의한 간섭 신호가 존재하여 이 간섭 신호가 실제 물체인 타겟(810)에 반사된 신호와 함께 반사 신호로서 수신된다면, 이러한 간섭 신호에 의해 실제 물체가 아닌 고스트(ghost) 물체(820)가 감지될 수 있을 것이다.
- [0077] 예를 들어, 본 발명의 실시예에 따른 레이더 장치(800)는 우선 CW 레이더의 센싱 신호를 전송하여 정지하고 있는 물체에 대한 정보를 획득할 수 있다. 전송한 바와 같이 CW 레이더에서 센싱된 반사 신호의 피크값을 기반으로 정지하고 있는 정지 물체에 대한 정보를 획득할 수 있고, 도로 환경에 대한 정보를 1차적으로 획득할 수 있다. 다음으로 FMCW 레이더에 의한 센싱 신호를 전송하여 타겟에 대한 정보를 판단할 수 있다. FMCW 레이더에 의한 센싱 신호에 대한 반사 신호로 타겟에 대한 정보를 획득함에 있어서 CW 레이더에 의해 1차적으로 판단한 정지 물체에 대한 정보를 고려할 수 있다. 전송한 바와 같이 CW 레이더 신호를 기반으로 우선적인 판단을 통해 정지 물체가 다수 존재한다고 판단한 경우 업 처프 신호 및 다운 처프 신호의 주파수 스펙트럼의 코릴레이션을 통해 정지 물체의 분포 위치를 판단할 수 있다.
- [0078] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 FMCW 레이더 장치가 타겟을 탐지하는 방법을 나타낸 개념도이다.
- [0079] 도 9를 참조하면, FMCW 레이더 센싱 신호 및 CW 레이더 센싱 신호를 전송하고 센싱 신호에 대한 응답 신호를 수신할 수 있다(단계 S900).
- [0080] CW 레이더가 정지 물체를 판단하기 위해 센싱 신호를 전송할 수 있다. 자차의 속도 정보는 획득할 수 있기 때문에 자차의 속도에 해당하는 속도 성분이 CW 레이더가 신호를 수신하여 CW 레이더의 주파수 스펙트럼에서 피크가 높게 형성되는 경우 도로 상에 정지 물체가 많이 존재한다는 것을 판단할 수 있다. 즉, CW 레이더 센싱 신호를 기반으로 도로상의 환경에 대해 우선적으로 판단할 수 있다. 또한, FMCW 레이더는 타겟의 거리와 속도를 측정하기 위한 주파수 변조된 연속 센싱 신호를 전송할 수 있다. 전송된 연속 센싱 신호는 센싱 범위에 있는 물체에서 반사될 수 있고, FMCW 레이더는 센싱 신호에 대한 응답 신호를 수신할 수 있다.
- [0081] 응답 신호를 신호 처리하여 비트 신호에 대한 주파수 스펙트럼을 생성한다(단계 S910).
- [0082] FMCW 레이더는 송신된 센싱 신호와 수신된 응답 신호를 믹싱하고, FFT(fast fourier transform)와 같은 신호 처리를 수행하여 비트 신호에 대한 주파수 스펙트럼을 생성할 수 있다. FMCW 레이더는 업 처프(up chirp)와 다운 처프(down chirp) 각각에서 추출되는 주파수 피크 정보를 페어링 하여 타겟 정보를 생성하게 된다.
- [0083] CW 레이더 신호에 의한 센싱 결과를 FMCW 레이더를 기반으로 획득한 비트 신호에 대한 스펙트럼에 고려하여 타겟을 탐색한다(단계 S920).
- [0084] CW 레이더 신호를 기반으로 정지 물체가 다수 존재한다고 판단한 경우 업 처프 신호 및 다운 처프 신호의 주파수 스펙트럼의 코릴레이션을 통해 정지 물체의 분포 위치를 판단할 수 있다. 예를 들어, FMCW 레이더 신호에 의해 업 처프 및 다운 처프 각각에서 주파수 신호가 획득되면 CW 레이더 신호를 기반으로 획득된 타겟의 속도에 대한 정보를 기반으로 오프셋을 조정하여 두 신호 사이의 코릴레이션(correlation)을 통해 도로 환경 인식을 할 수 있다. 또한 본 발명의 실시예에 따르면 만약, 정지 물체가 일정 수 미만으로 존재한다고 판단되는 경우, FMCW 레이더 신호의 응답 신호 만으로 도로 환경을 판단할 수도 있다.
- [0085] 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 FMCW 레이더 장치에 대한 개념도이다.

[0086] 도 10을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 FMCW 레이더 장치는 신호 송신부(1000), 신호 수신부(1020), 타겟 탐색부(1040), 프로세서(1060)를 포함할 수 있다.

[0087] 신호 송신부(1000)는 센싱 신호를 전송하기 위해 구현될 수 있다. 신호 송신부(1000)에서는 송신 신호의 송신 시작 시점 간의 송신 시작 시점 간격을 조절하고, 조절된 송신 시작 시점 간격에 따라 정해지는 송신 시작 시점마다 송신 신호를 송신하기 위해 구현될 수 있다. 예를 들어, 신호 송신부(1000)는 PLL(phase locked loop), VCO(voltage controlled oscillator) 및 증폭기 등을 포함할 수 있다. PLL은 제공된 송신 신호의 주파수를 일정하게 유지하기 위해 구현될 수 있고, VCO(Voltage Controlled Oscillator)는 PLL로부터 제공된 송신 신호의 주파수를 변조하여 증폭기로 제공할 수 있다. 증폭기는 변조된 주파수를 미리 정해진 크기로 증폭시킬 수 있다. 신호 송신부(1000)에서는 FMCW 레이더 센싱 신호와 CW 레이더 센싱 신호를 모두 전송할 수 있다.

[0088] 신호 수신부(1020)는 신호 송신부(1000)에 의해 송신된 송신 신호가 주변에서 반사된 반사 신호를 수신할 수 있다. 신호 수신부(1020)에서는 FMCW 레이더 센싱 신호와 CW 레이더 센싱 신호를 기반으로 생성된 응답 신호를 수신할 수 있다.

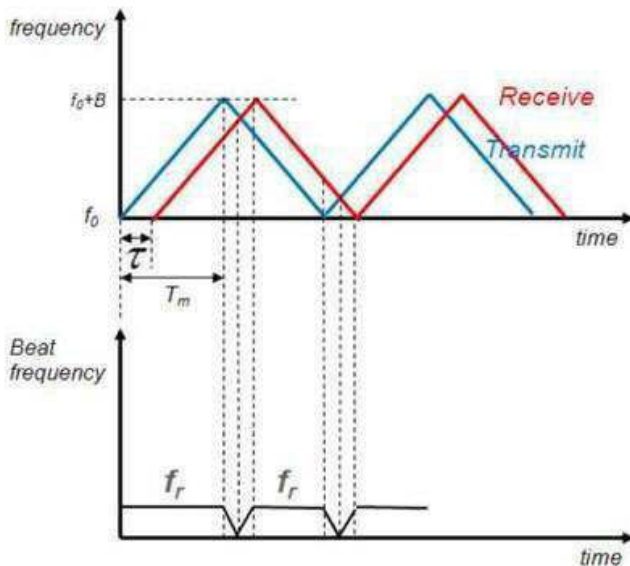
[0089] 타겟 탐색부(1040)는 신호 수신부(1020)에서 수신된 FMCW 레이더 센싱 신호와 CW 레이더 센싱 신호를 기반으로 생성된 응답 신호를 기반으로 타겟을 탐색할 수 있다.

[0090] 타겟 탐색부(1040)에서는 예를 들어, FMCW 레이더 신호에 의해 업 처프 및 다운 처프 각각에서 주파수 신호가 획득되면 CW 레이더 신호를 기반으로 획득된 타겟의 속도에 대한 정보를 기반으로 오프셋을 조정하여 두 신호 사이의 코릴레이션(correlation)을 통해 도로 환경 인식을 할 수 있다.

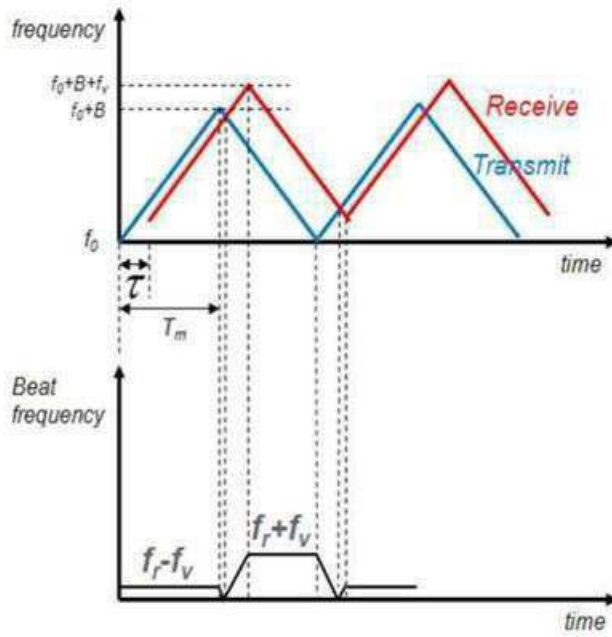
[0091] 이상 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면

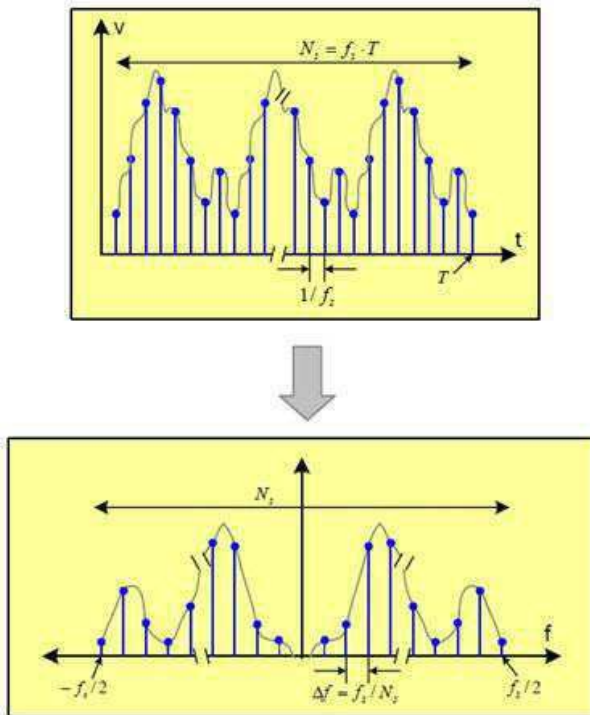
도면1



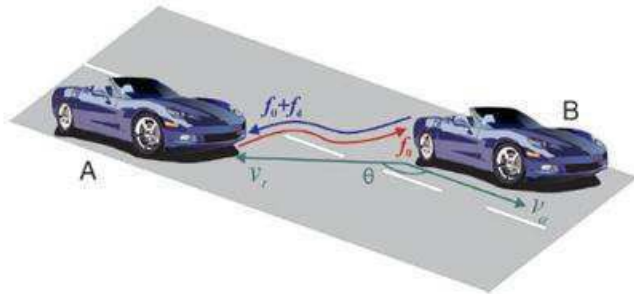
도면2



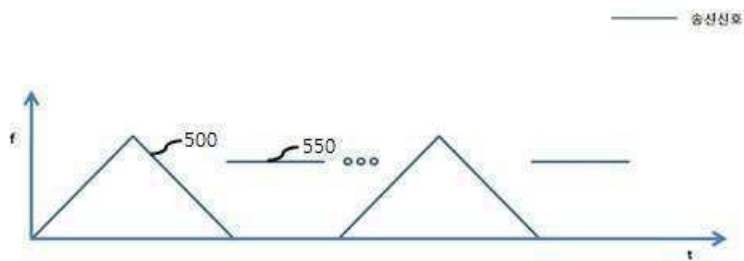
도면3



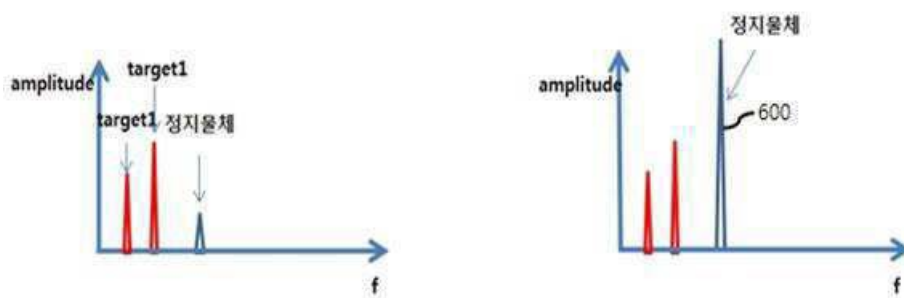
도면4



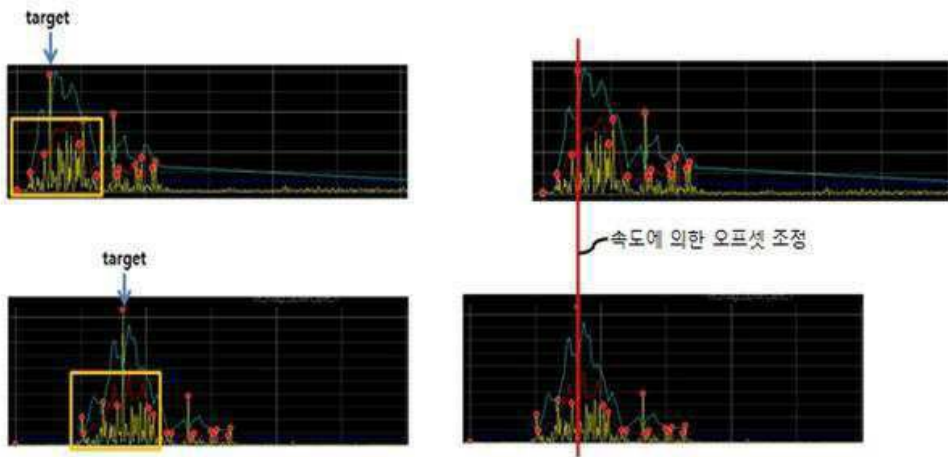
도면5



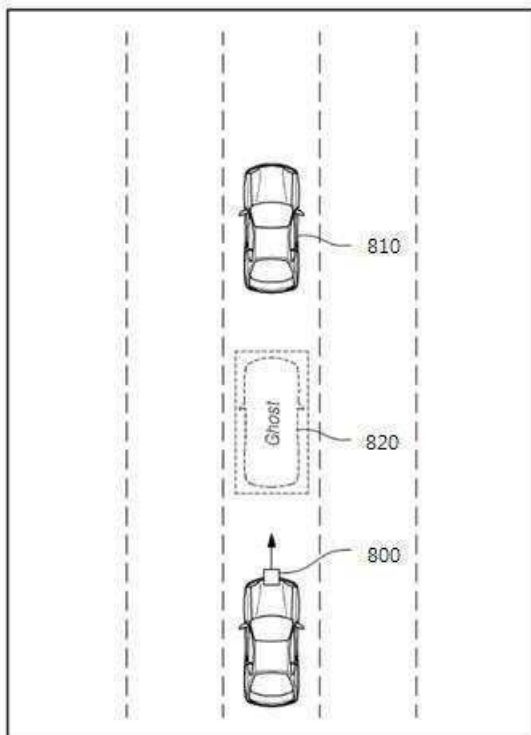
도면6



도면7



도면8



도면9



도면10

