



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0008684
(43) 공개일자 2018년01월24일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 - G01S 13/93 (2006.01) G01S 13/34 (2006.01)
 - G01S 13/58 (2006.01) G01S 13/72 (2006.01)
 - G01S 7/35 (2006.01) G01S 7/534 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
 - G01S 13/931 (2013.01)
 - G01S 13/343 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7036172
- (22) 출원일자(국제) 2016년05월20일
 - 심사청구일자 2017년12월15일
- (85) 번역문제출일자 2017년12월15일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2016/061412
- (87) 국제공개번호 WO 2016/188895
 - 국제공개일자 2016년12월01일
- (30) 우선권주장
 - 15169067.4 2015년05월25일
 - 유럽특허청(EPO)(EP)
- (71) 출원인
 - 아우토리브 디벨롭먼트 아베
 - 스웨덴, 에스-44783 바르가르다, 발렌틴스베겐 22
- (72) 발명자
 - 클로츠뷔허 디르크
 - 독일 97320 마인슈토키임 암 하젤베르크 3아
 - 파라디 마이클
 - 미국 뉴햄프셔 03049 홀리스 포레스트 뷰 드라이브 43
- (74) 대리인
 - 리엔목특허법인

전체 청구항 수 : 총 14 항

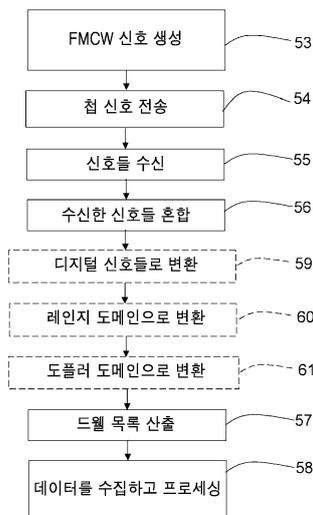
(54) 발명의 명칭 **차량 레이더 시스템**

(57) 요약

본 발명 개시는 적어도 하나의 FMCW 칩(chirp) 신호(4a, 4b))를 생성하여 전송하도록 구성된 적어도 하나의 트랜시버 설비(52)를 포함하는 차량 레이더 시스템(3)에 관한 것이다. 각 칩 신호(4a, 4b)는 대응하는 복수의 주파수 램프들(r_1 , r_2)을 포함한다. 상기 차량 레이더 시스템(3)은 반사된 신호들(5a, 5b)을 수신하고 그리고 그 반사된 신호들(5a, 5b)을 각자의 전송된 칩 신호(4a, 4b)와 혼합하여 적어도 하나의 IF 신호(14)를 획득하도록 구성된다. 상기 차량 레이더 시스템(3)은 주기적으로 업데이트된 드웰(dwell) 목록(34)을 산출하고 그리고 현재의 드웰 목록(34)에 종속하여 데이터를 수집하고 프로세싱하도록 더 구성된다. 상기 현재의 드웰 목록(34)은 물체들의 존재 확률이 특정 임계치를 초과하는 곳에 관한 정보를 포함한다.

본 발명 개시는 대응 방법에도 또한 관련된다.

대표도 - 도10



(52) CPC특허분류

G01S 13/584 (2013.01)

G01S 13/726 (2013.01)

G01S 7/534 (2013.01)

G01S 2007/356 (2013.01)

G01S 2013/9375 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

적어도 하나의 트랜시버 설비 (52)를 포함하는 차량 레이더 시스템 (3)으로,

상기 적어도 하나의 트랜시버 설비 (52) 각각은 적어도 하나의 FMCW (Frequency Modulated Continuous Wave) 칩 (chirp) 신호 (4a, 4b)를 생성하여 전송하도록 구성되며,

각 칩 신호 (4a, 4b)는 대응하는 복수의 주파수 램프들 (r_1 , r_2)을 포함하며,

상기 차량 레이더 시스템 (3)은 반사된 신호들 (5a, 5b)을 수신하고 그리고 그 반사된 신호들 (5a, 5b)을 각자의 전송된 칩 신호 (4a, 4b)와 혼합하여 적어도 하나의 IF (Intermediate Frequency) 신호 (14)를 획득하도록 구성되며,

상기 차량 레이더 시스템 (3)은 주기적으로 업데이트된 드웰 (dwell) 목록 (34)을 산출하고 그리고 현재의 드웰 목록 (34)에 종속하여 데이터를 수집하고 프로세싱하도록 더 구성되며,

상기 드웰 목록 (34)은 물체들의 존재 확률이 특정 임계치를 초과하는 곳에 관한 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는, 차량 레이더 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 트랜시버 설비 (52) 각각은:

상기 IF 신호들 (14)을 디지털 신호들 (22)로 변환하고,

상기 디지털 신호들 (22)을 제1 FFT (Fast Fourier Transform)에 의해 범위 (range) 도메인으로 변환하고, 그리고

연속 칩 신호 램프들로부터의 결과들을 제2 FFT에 의해 도플러 (Doppler) 도메인으로 결합하도록 구성되어,

복수의 레인지-도플러 (Range-Doppler) 매트릭스들 (35)이 획득되도록 하는 것을 특징으로 하는, 차량 레이더 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 차량 레이더 시스템 (3)은 각 레인지-도플러 매트릭스 (35)의 2차원 스펙트럼을 제1 프로세싱 경로 (30) 및 제2 프로세싱 경로 (31)로 피드 (feed)하도록 구성되며, 여기에서 상기 제1 프로세싱 경로 (30)는 상기 드웰 목록 (34)을 산출하도록 구성되며, 그리고 상기 제2 프로세싱 경로 (31)는 상기 드웰 목록 (34)에 종속하여 각 레인지-도플러 매트릭스 (35)로부터의 데이터를 수집하여 프로세싱하도록 구성된 것을 특징으로 하는, 차량 레이더 시스템.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

각 트랜시버 설비 (52)는 신호 생성기 (9)를 포함하며 그리고 제1 칩 신호 (4a) 및 제2 칩 신호 (4b)를 전송하도록 구성된 것을 특징으로 하는, 차량 레이더 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 칩 신호들 (4a, 4b)은, 제1 칩 신호 (4a)의 두 개의 연속적인 램프들 사이에 제2 칩 신호 (4b)의 램프가

존재하고 그리고 제2 첩 신호 (4b)의 두 개의 연속적인 램프들 사이에 제1 첩 신호 (4a)의 램프가 존재하여 상기 첩 신호들 (4a, 4b)이 서로 인터리브되도록 타이밍이 정해지는 것을 특징으로 하는, 차량 레이더 시스템.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

각 첩 신호 (4a, 4b)는 펄스 블록들 (4)에 형성된 대응하는 복수의 주파수 램프들 (r_1, r_2)을 포함하며, 여기에 서 각 펄스 블록 (4)은 두 개의 연속적인 펄스 블록들 (4) 사이에 아이들 (idle) 시간 (t_i)을 구비한 블록 시간 (t_B)의 지속시간을 가지며, 또한 각 펄스 블록 (4)은 상기 첩 신호 (4a, 4b)를 포함하며 그리고 상기 아이들 시간 (t_i) 동안에는 어떤 첩 신호도 존재하지 않는 것을 특징으로 하는, 차량 레이더 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 레이더 시스템 (3)은 순차적 확률 비율 테스트 (Sequential Probability Ratio Test, SPRT) 알고리즘에 의해 펄스 블록들 (4)을 결합하도록 구성된 것을 특징으로 하는, 차량 레이더 시스템.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 레이더 시스템 (3)은 안전 수단 (36)을 제어하도록 구성된 안전 제어 유닛 (35)으로 입력을 제공하도록 구성되며, 여기에서 상기 레이더 시스템 (3), 상기 안전 제어 유닛 (35) 및 상기 안전 수단 (36)은 차량 (1) 내에 포함되는 것을 특징으로 하는, 차량 레이더 시스템.

청구항 9

차량 레이더 시스템 (3)을 위한 방법으로, 상기 방법은:

(53) 적어도 하나의 FMCW (Frequency Modulated Continuous Wave) 첩 (chirp) 신호 (4a, 4b)를 생성하는 단계;

(54) 상기 적어도 하나의 첩 신호 (4a, 4b)를 전송하는 단계로, 각 첩 신호 (4a, 4b)는 대응하는 복수의 주파수 램프들 (r_1, r_2)을 포함하는, 전송 단계;

(55) 반사된 신호들 (5a, 5b)을 수신하는 단계; 그리고

(56) 그 반사된 신호들 (5a, 5b)을 각자의 전송된 첩 신호 (4a, 4b)와 혼합하여 적어도 하나의 IF (Intermediate Frequency) 신호 (14)를 획득하는 단계를 포함하며,

상기 방법은:

(57) 주기적으로 업데이트된 드웰 목록 (34)을 산출하는 단계; 그리고

(58) 현재의 드웰 목록 (34)에 중속하여 데이터를 수집하고 프로세싱하는 단계를 포함하며,

상기 드웰 목록 (34)은 물체들의 존재 확률이 특정 임계치를 초과하는 곳에 관한 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 방법은:

(59) 상기 IF 신호들 (14)을 디지털 신호들 (22)로 변환하는 단계;

(60) 상기 디지털 신호들 (22)을 제1 FFT (Fast Fourier Transform)에 의해 레인지 도메인으로 변환하는 단계; 그리고

(61) 연속 첩 신호 램프들로부터의 결과들을 제2 FFT에 의해 도플러 도메인으로 결합하는 단계를 포함하여,

복수의 레인지-도플러 매트릭스들 (35)이 획득되도록 하는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 방법은

각 레인지-도플러 매트릭스 (35)의 2차원 스펙트럼을 제1 프로세싱 경로 (30) 및 제2 프로세싱 경로 (31)로 피드하는 단계를 포함하며, 여기에서 상기 제1 프로세싱 경로 (30)는 상기 드웰 목록 (34)을 산출하기 위해 사용되며, 그리고 상기 제2 프로세싱 경로 (31)는 상기 드웰 목록 (34)에 종속하여 각 레인지-도플러 매트릭스 (35)로부터의 데이터를 수집하여 프로세싱하기 위해 사용되는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 12

제9항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,

제1 칩 신호 (4a) 및 제2 칩 신호 (4b)가 존재하며,

상기 칩 신호들 (4a, 4b)은, 제1 칩 신호 (4a)의 두 개의 연속적인 램프들 사이에 제2 칩 신호 (4b)의 램프가 존재하고 그리고 제2 칩 신호 (4b)의 두 개의 연속적인 램프들 사이에 제1 칩 신호 (4a)의 램프가 존재하여 상기 칩 신호들 (4a, 4b)이 서로 인터리브되도록 타이밍이 정해지는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 13

제9항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서,

각 칩 신호 (4a, 4b)는 펄스 블록들 (4)에 형성된 대응하는 복수의 주파수 램프들 (r_1, r_2)을 구비하며, 여기에서 각 펄스 블록 (4)은 두 개의 연속적인 펄스 블록들 (4) 사이에 아이들 시간 (t_i)을 구비한 블록 시간 (t_B)의 지속시간을 가지며, 또한 각 펄스 블록 (4)은 상기 칩 신호 (4a, 4b)를 포함하며 그리고 상기 아이들 시간 (t_i) 동안에는 어떤 칩 신호도 존재하지 않는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 방법은 순차적 확률 비율 테스트 (Sequential Probability Ratio Test, SPRT) 알고리즘을 이용하여 펄스 블록들 (4)을 결합하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 적어도 하나의 FMCW (Frequency Modulated Continuous Wave) 칩 (chirp) 신호를 생성하고, 전송하며, 그리고 반사된 신호들을 수신하도록 구성된 적어도 하나의 트랜시버 설비를 포함하는 차량 레이더 시스템에 관련된다.

배경 기술

[0002] 많은 차량 레이더 시스템들은 그 레이더 시스템에 포함된 적절한 안테나들에 의해 전송되고, 반사되며 수신되는 소위 말하는 칩 (chirp) 신호들을 생성하기 위한 수단을 포함한다. 칩 신호는 특정 진폭을 가진 FMCW (Frequency Modulated Continuous Wave) 신호이며, 여기에서 주파수는 두 개의 값들 사이에서 계속해서 램프 (ramp)되며, 그래서 칩 신호는 연속하는 사인곡선의 모습이며, 주파수는 그 램프의 진로에 걸쳐서 제1의 낮은 주파수로부터 제2의 높은 주파수까지 변한다. 시작에서부터 끝날때까지의 주파수에서의 변화인 대역폭은 예를 들면 시작 주파수의 약 0.5%일 수 있다.

[0003] 수신 신호들은 그래서 반사된 레이더 에코들로 구성되며, 전송된 칩 신호와 혼합되어 (mixed), 그 수신 신호들을 기저대역 (baseband) 신호들로 변환시킨다. 이 기저대역 신호들, 또는 IF (Intermediate Frequency) 신호들은 증폭되며 그리고 수신 아날로그 신호들을 디지털 신호들로 변환하도록 구성된 아날로그 디지털 컨버터

(Analog Digital Converter (ADC))로 복수의 채널들에서 전달된다. 그 디지털 신호들은 수신 신호들의 위상 및 진폭을 동시에 샘플링하고 분석함으로써 있을 수 있는 타겟들의 방위 각도 (azimuth angle)를 구하기 위해 사용된다. 그 분석은 패스트 푸리에 변환 (Fast Fourier Transform (FFT))에 의해 하나 이상의 디지털 신호 프로세서 (DPS)들에서 보통 수행된다.

- [0004] 차량 레이더 시스템은 다른 차량들, 고정된 물체들 및 보행자들을 탐지하기 위해 사용될 수 있으며, 여기에서 보행자 보호는 점점 더 중요하게 될 것이다. 보행자들 탐지를 위해서, 레이더 시스템은 충분한 거리에서 보행자들과 같은 물체들을 탐지할 수 있어야 하며 그리고 클러터 (clutter)로부터 보행자를 분해할 수 있다면 탐지된 물체들을 보행자들로 분류할 수 있어야만 한다.
- [0005] 세 가지 측정 카테고리들 중 하나 이상을 이용하여 물체 해상도를 획득하는 것이 가능하다:
- [0006] 1) Tx (전송) 주파수 대역폭 (즉, BW)의 함수에 범위 (range) 해상도가 뒤따른다. 보통, 그 대역폭은 법적인 규제에 의해 제한된다.
- [0007] $R_{res} = \frac{1}{2} \cdot C_0 / BW$
- [0008] 2) 각도 해상도는 유효 안테나 어퍼처 (즉, D_{eff})의 함수로서 추정될 수 있다.
- [0009] $\Theta_{res} \approx \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot \lambda / D_{eff}$
- [0010] 3) 도플러 효과 (Doppler)는 소위 말하는 드웰 (dwell) 시간 (즉, T_d)의 함수로서 계산된다. 레이더는 불연속 범위들의 시퀀스에서 다음의 것에 인덱스를 부여하기 이전에, 특별한 불연속 범위에 있는 물체들의 존재를 탐지하기 위해서 그 특별한 불연속 범위에서 머무른다.
- [0011] $V_{res} = \frac{1}{2} \cdot C_0 / (T_d \cdot F_0)$
- [0012] 전송된 칩 신호들은 특정 대역폭 내에 있어야 하기 때문에, 그 결과인 레인지 (range) 해상도는 다양한 시나리오들에서 보행자와 클러터를 구분하기에 만족스럽지 않을 수 있다.
- [0013] 더욱이, 높은 방위 각도 해상도는 큰 안테나 치수를 필요로 하며, 이는 자동차 레이더 센서를 위해서는 매력적이지 않다.
- [0014] 드웰 시간에 관하여, 속도 해상도는 바람직하게는 적어도 0.5km/h (또는 다른 말로 하면 14ms 드웰 시간 @ 77GHz) 이어야 한다. 그러나, 프로세싱될 데이터의 양은 기록하는 시간에 대해 선형적으로 증가하며, 이는 프로세서 부하 및 메모리 소비 둘 모두를 내포하는 것이다.
- [0015] 그래서 메모리 및 프로세서 용량에 대한 필요성이 축소되어, 비용, 복잡성 및 열 생성이 감소되도록 하는 차량 레이더 시스템을 제공하는 것이 소망된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0016] 본 발명 개시의 목적은 메모리 및 프로세서 용량에 대한 필요성이 축소되어, 비용, 복잡함 및 열 생성이 감소되도록 하는 차량 레이더 시스템을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0017] 이 목적은, 적어도 하나의 FMCW (Frequency Modulated Continuous Wave) 칩 (chirp) 신호를 생성하여 전송하도록 구성된 적어도 하나의 트랜시버 설비를 포함하는 차량 레이더 시스템에 의해 달성된다. 각 칩 신호는 대응하는 복수의 주파수 램프들을 포함한다. 상기 차량 레이더 시스템은 반사된 신호들을 수신하고 그리고 그 반사된 신호들을 각자의 전송된 칩 신호와 혼합하여 적어도 하나의 IF (Intermediate Frequency) 신호를 획득하도록 구성된다. 상기 차량 레이더 시스템은 주기적으로 업데이트된 드웰 (dwell) 목록을 산출하고 그리고 현재 드웰 목록에 종속하여 데이터를 수집하고 프로세싱하도록 더 구성된다. 상기 드웰 목록은 물체들의 존재 확률이 특정 임계치를 초과하는 곳에 관한 정보를 포함한다.
- [0018] 이 목적은 차량 레이더 시스템을 위한 방법에 의해 또한 달성되며, 이 방법은 다음의 단계들을 포함한다:

- [0019] 적어도 하나의 FMCW (Frequency Modulated Continuous Wave) 칩 (chirp) 신호 (4a, 4b))를 생성하는 단계.
- [0020] 상기 적어도 하나의 칩 신호를 전송하는 단계로, 각 칩 신호는 대응하는 복수의 주파수 램프들을 포함한다.
- [0021] 반사된 신호들을 수신하는 단계.
- [0022] 그 반사된 신호들을 각자의 전송된 칩 신호와 혼합하여 적어도 하나의 IF (Intermediate Frequency) 신호를 획득하는 단계.
- [0023] 주기적으로 업데이트된 드웰 목록을 산출하는 단계.
- [0024] 현재의 드웰 목록에 종속하여 데이터를 수집하고 프로세싱하는 단계. 상기 드웰 목록은 물체들의 존재 확률이 특정 임계치를 초과하는 곳에 관한 정보를 포함한다.
- [0025] 일 예에 따라, 상기 적어도 하나의 트랜시버 설비 각각은:
- [0026] 상기 IF 신호들을 디지털 신호들 (22)로 변환하고,
- [0027] 상기 디지털 신호들을 제1 FFT (Fast Fourier Transform)에 의해 범위 (range) 도메인으로 변환하고, 그리고
- [0028] 연속 칩 신호 램프들로부터의 결과들을 제2 FFT에 의해 도플러 (Doppler) 도메인으로 결합하도록 구성되어,
- [0029] 복수의 레인지-도플러 (Range-Doppler) 매트릭스들이 획득되도록 한다.
- [0030] 다른 예에 따라, 상기 차량 레이더 시스템은 각 레인지-도플러 매트릭스의 2차원 스펙트럼을 제1 프로세싱 경로 및 제2 프로세싱 경로로 피드 (feed)하도록 구성된다. 상기 제1 프로세싱 경로는 상기 드웰 목록을 산출하도록 구성되며, 그리고 상기 제2 프로세싱 경로는 상기 드웰 목록에 종속하여 각 레인지-도플러 매트릭스로부터의 데이터를 수집하여 프로세싱하도록 구성된다.
- [0031] 다른 예에 따라, 각 트랜시버 설비는 신호 생성기를 포함하며 그리고 제1 칩 신호 및 제2 칩 신호를 전송하도록 구성된다. 이 칩 신호들은 예를 들면 서로 인터리브되도록 타이밍이 정해질 수 있다.
- [0032] 다른 예에 따라, 각 칩 신호는 대응하는 복수의 주파수 램프들을 포함하며, 여기에서 각 펄스 블록은 두 개의 연속적인 펄스 블록들 사이에 아이들 (idle) 시간을 구비한 블록 시간의 지속시간을 가진다. 각 펄스 블록은 상기 칩 신호를 포함하며 그리고 상기 아이들 시간 동안에는 어떤 칩 신호도 존재하지 않는다.
- [0033] 다른 예에 따라, 상기 레이더 시스템은 순차적 확률 비율 테스트 (Sequential Probability Ratio Test, SPRT) 알고리즘에 의해 펄스 블록들을 결합하도록 구성된다.
- [0034] 다른 예들이 종속항들에서 개시된다.
- [0035] 여러 유리함들이 본 발명 개시에 의해 얻어진다. 주로, 비용, 복잡성 및 열 생성이 감소된다.

발명의 효과

- [0036] 본 발명의 효과는 본 명세서의 해당되는 부분들에 개별적으로 명시되어 있다.

도면의 간단한 설명

- [0037] 본 발명 개시는 첨부된 도면들을 참조하여 더욱 상세하게 이제 설명될 것이다.
- 도 1은 차량을 개략적으로 위에서 본 모습을 보여준다.
- 도 2는 차량 레이더 시스템의 간략화된 개략도를 보여준다.
- 도 3a는 제1 칩 신호를 보여준다.
- 도 3b는 제2 칩 신호를 보여준다.
- 도 4는 레인지-도플러 (Range-Doppler) 매트릭스의 그래픽 표현을 보여준다.
- 도 5는 한 사이클 동안의 펄스 블록들을 보여준다.
- 도 6은 검색 모듈의 상세 내용을 보여준다.
- 도 7은 레일리 (Rayleigh) 분포 및 가우스 분포 (Gaussian distribution)를 보여준다.

도 8은 드웰 계산 모듈의 상세 내용들을 보여준다.

도 9는 타겟 탐지 모듈의 상세 내용들을 보여준다.

도 10은 본 발명 개시에 따른 방법의 흐름도를 보여준다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0038] 도 1은 방향 D에서 도로 (2) 상에서 주행하도록 구성된 차량 (1)을 위에서 본 모습을 개략적으로 보여주며, 여기에서 차량 (1)은 차량 레이더 시스템 (3)을 포함하며, 그 차량 레이더 시스템은 신호들 (4a, 4b)을 전송하고 반사된 신호들 (5a, 5b)를 수신하고 그리고 이전의 잘 알려진 방식으로 도플러 효과를 이용함으로써 주위 환경들로부터 단일의 타겟들을 구분하고 그리고/또는 분해하도록 구성된다. 차량 레이더 시스템 (3)은 수신된 신호들 (5a, 5b)의 위상 및 진폭을 동시에 샘플링하고 분석함으로써 있을 수 있는 물체들 (6, 7)의 방위 각도들을 제공하도록 구성된다.
- [0039] 도 1 및 도 2 모두를 참조하면, 도 2는 제1 예에 따른 차량 레이더 시스템 (3)의 간략화된 개략도를 보여주며, 그 차량 레이더 시스템 (3)은 트랜시버 설비 (52)를 포함하며, 그 트랜시버 설비 (52)는 전송기 설비 (8)를 포함하며, 이 전송기 설비는 신호 생성기 (9)를 포함하며, 이 신호 생성기는 이전의 알려진 유형의 FMCW (Frequency Modulated Continuous Wave) 칩 신호들을 생성하도록 구성되며, 칩 신호는, 주파수가 램프의 진로에 걸쳐서 제1의 낮은 주파수로부터 제2의 높은 주파수까지 변하는 연속 싸인파의 모습이다. 시작부터 끝까지의 주파수에서의 변화는 예를 들면 시작 주파수의 약 0.5%일 수 있다.
- [0040] 전송기 설비 (8)는 제1 전송기 안테나 설비 (10a) 및 제2 전송기 안테나 설비 (10b)를 더 포함하며, 각 전송기 안테나 설비 (10a, 10b)는 하나의 안테나 요소에 의해서 또는 안테나 요소들의 어레이에 의해서 구축될 수 있으며, 그리고 대응하는 제1 칩 신호 (4a) 및 제2 칩 신호 (4b)를 전송하도록 구성되며, 상기 제2 칩 신호 (4b)는 도 3a에서 Y-축에 주파수를 그리고 X-축에 시간을 가진 것으로 도시된다. 그 주파수는 각 램프 r의 진로에 걸쳐서 제1의 낮은 주파수 f_{start} 로부터 제2의 높은 주파수 f_{stop} 까지 변한다 (간명함을 위해서 도 3a에서는 단 세 개의 램프들만이 표시된다).
- [0041] 상기 트랜시버 설비 (52)는 수신기 설비 (11)를 더 포함하며, 이 수신기 설비 (11)는 수신기 믹서 (12) 및 수신기 안테나 어레이 (13)를 포함하며, 여기에서 수신기 안테나 어레이 (13)는 네 개의 수신기 안테나 설비들 (13a, 13b, 13c, 13d)을 포함한다. 상기 전송기 안테나 설비들과 동일한 방식으로, 각 수신기 안테나 설비들 (13a, 13b, 13c, 13d)은 하나의 안테나 요소에 의해 또는 안테나 요소들의 어레이에 의해 구축될 수 있다.
- [0042] 전송된 신호들 (4a, 4b)은 제1 물체 (6)에서 반사되며, 그리고 그 반사된 신호들 (5a, 5b)은 수신기 안테나 설비들 (13a, 13b, 13c, 13d)을 경유하여 수신기 설비 (11)에 의해 수신된다. 반사된 신호들 (5a, 5b) 각각은 대응하는 웨이브 프론트들 (21a, 21b)을 가지며, 각 반사된 신호들 (5a, 5b)의 하나의 웨이브 프론트는 도 2에서 개략적으로 표시된다. 상기 수신 신호들 (5a, 5b)의 위상들을 탐지함으로써, 웨이브 프론트들 (21a, 21b)의 경사도가 계산될 수 있으며, 상기 물체 (6)로의 방위 베어링 각도 (azimuth bearing angle), 다른 말로 하면, 도착 방향 (direction of arrival (DOA))을 제공한다.
- [0043] 상기 수신 신호들 (5a, 5b) 그래서 반사된 레이더 에코들에 의해 구축되며, 수신기 믹서 (12)에서 제2 칩 신호 (4b)와 혼합되며, 그래서 네 개의 대응 IF (Intermediate Frequency) 신호들 (14)이 획득되도록 한다. 결과인 IF 신호들의 차이 주파수는 타겟 거리에 관련된 것이다.
- [0044] 도 3a에 보이는 것처럼, 제1 칩 신호 (4a)는 제1의 복수의 주파수 램프들 (r_1)의 반복 사이클들을 포함하며 그리고 도 3b에서 도시되듯이, 제2 칩 신호 (4b)는 제2의 복수의 주파수 램프들 (r_2)의 반복 사이클들을 포함한다. 위에서 언급된 것처럼, 상기 주파수는 각 램프 (r_1, r_2)의 진로에 걸쳐서 제1의 낮은 주파수 f_{start} 로부터 제2의 높은 주파수 f_{stop} 까지 변하여, 여기에서 상기 제1 주파수 f_{start} 의 진폭은 상기 제2 주파수 f_{stop} 의 진폭 아래로 떨어진다.
- [0045] 이 예에서, 각 램프는 특정 램프 시간 T_r 동안 계속하며, 그 램프 시간 T_r 은 제1 칩 신호 (4a) 및 제2 칩 신호 (4b)에 대해 동일하다. 제2 칩 신호 (4b)에 대해서는 물론이며 제1 칩 신호 (4a)의 두 연속 램프들 사이에 또한 램프 시간 t_r 이 존재한다. 상기 칩 신호들 (4a, 4b)은, 제1 칩 신호 (4a)의 두 개의 연속적인 램프들 사이에 제2 칩 신호 (4b)의 램프가 존재하고 그리고 제2 칩 신호 (4b)의 두 개의 연속적인 램프들 사이에 제1 칩 신호

(4a)의 램프가 존재하여 상기 첩 신호들 (4a, 4b)이 서로 인터리브하도록 타이밍이 정해진다.

- [0046] 이 방식에서, 향상된 각도 정밀도 및 해상도가 달성되며, 이는 Tx-Rx (전송-수신) 조합들의 개수가 증가되기 때문이다.
- [0047] 트랜시버 설비 (52)는 아날로그-디지털 컨버터 (Analog to Digital Converter (ADC)) 설비 (16) 그리고 샘플링 및 타이밍 설비 (17)를 더 포함한다. 상기 네 개의 대응 IF 신호들 (14)은 상기 수신기로부터 상기 ADC 설비 (16)로 전송되며, 여기에서 상기 IF 신호들 (14)은 특정의 미리 정해진 샘플링 주파수 f_s 에서 샘플링되며 그리고 디지털 신호들 (22)로 변환되며, 그 샘플링 주파수 f_s 는 상기 샘플링 및 타이밍 설비 (17)에 의해 산출된 샘플링 및 타이밍 신호 (19)의 모습으로 제공된다.
- [0048] 상기 트랜시버 설비 (52)는 DSP (Digital Signal Processor) 설비 (18)를 더 포함하며, 이 DSP 설비는 디지털 신호들 (22)을 레인지 도메인으로 변환하기 위한 제1 FFT (Fast Fourier Transform), 그리고 연속하는 첩 신호 램프들로부터의 결과들을 도플러 도메인으로 결합하기 위한 제2 FFT에 의해 레이더 신호 프로세싱용으로 적응된다. 이것은 도 4에서 도시되며, 여기에서 미터/초 단위인 도플러 속도 v 가 한 축 상에 도시되며, 미터 단위인 범위 R 은 다른 축 상에 그리고 dB 단위인 상대적인 신호 진폭 A 는 제3 축 상에 도시된다.
- [0049] 도 4는 그래서 레인지-도플러 (Range-Doppler) 매트릭스 (35)의 그래픽 표현을 개략적으로 제공한다. 여기에서, 나이퀴스트 (Nyquist) 속도 v_N 및 나이퀴스트 범위 R_N 은 대응하는 파선들 (23, 24)로 표시된다. 차량 레이더 시스템 (3)은 메인 제어 유닛 (38)을 적합하게 포함하며, 이 메인 제어 유닛은 도 2에서만 간략하게 표시되며, 차량 레이더 시스템 (3) 내 일정 컴포넌트들의 동작을 제어한다.
- [0050] 제1 범위 R_1 에, 제1 속도 v_1 으로 탐지된 제1 타겟 표시 (25)가 존재한다; 제2 범위 R_2 에, 제2 속도 v_2 로 탐지된 제2 타겟 표시 (26) 및 제3 속도 v_3 으로 탐지된 제3 타겟 표시 (27)가 존재한다; 제3 범위 R_3 에, 제4 속도 v_4 로 탐지된 제4 타겟 표시 (28)가 존재한다. 제4 타겟 표시 (28)는 나이퀴스트 범위 R_N 라인 (24) 내에서 미러링되며, 그래서 미러링된 제4 타겟 표시 (28_m)이 나타나도록 한다. 상기 레인지 도메인은 제1 FFT의 결과이며, 여기에서 타겟들은 더 높은 주파수들에서, 멀리 떨어져 나타낸다.
- [0051] 타겟이 거리가 멀어지면, 그것은 에일리어스 (alias)하기 시작할 것이며, 그리고 더 가깝게 오는 것으로 나타날 것이며, 이는 바람직하지 않다. 예를 들면, 제4 타겟 표시 (28)가 증가하는 주파수에서 나타난다면, 그것은 아주 더 높은 범위를 향하여, 나이퀴스트 범위 R_N 라인 (24)을 향하여 그리고 그것을 지나서 이동할 것이며, 반면에 상기 미러링된 제4 타겟 표시 (28_m)는 더욱 더 낮은 범위를 향하여, 나이퀴스트 범위 R_N 라인 (24)을 향하여 그리고 그것을 지나서 이동할 것이다. 그후에 상기 미러링된 제4 타겟 표시 (28_m)는 탐지될 것이며, 오류 타겟 표시를 구축한다.
- [0052] 제5 타겟 표시 (29)는 나이퀴스트 속도 v_N 을 초과하는 제5 속도로 제3 범위 R_3 에 나타난다. 그 후에 그 제5 타겟 표시 (29)는 에일리어싱 (aliasing)으로 인해서 더 낮은 제6 속도 v_6 에서 허수의 제5 타겟 표시 (29_i)로 나타날 것이며, 오류 타겟 표시를 구축한다.
- [0053] 위에서의 오류 타겟 표시들은 어느 타겟 표시가 실제인가의 확인을 더욱 어렵게 만들 것이다. 이에 대응하기 위해서, 수신기 설비는 엔티-에일리어싱 (anti-aliasing) 필터 (7)를 포함한다. 엔티-에일리어싱 필터 (7)는 현재의 나이퀴스트 주파수를 넘어서는 충분한 정도의 억제를 구비한다. 이것은 첩 신호들 (4a, 4b)로부터 두 개의 톤 (tone)들 중 하나를 제거하는 효과를 가지며 그리고 ADC 설비 (16)가 신뢰성있게 동작하는 것을 가능하게 한다.
- [0054] 본 발명 개시에 따라, 레인지-도플러 매트릭스 (35)의 2차원 스펙트럼은 제1 프로세싱 경로 (30) 및 제2 프로세싱 경로 (31)인 두 개의 병렬 프로세싱 경로들로 피드된다. 제1 프로세싱 경로 (30)는 검색 모듈 (32) 및 드웰 계산 모듈 (33)을 포함하며, 그리고 유용한 신호들을 찾도록 구성되며, 배경에서의 신호 프로세싱 중 나머지와는 독립적으로 작동하며, 주기적으로 업데이트되는 드웰 목록 (34)을 산출한다. 또한, 제1 프로세싱 경로 (30)는 방화벽으로 소용이 되며, 이 방화벽은 간섭이나 모호한 (ambiguous) 신호들과 같은 불리한 신호들을 억제하도록 구성된다.
- [0055] 제2 프로세싱 경로 (31)는 레인지-도플러 매트릭스 (35)로부터 특정 스펙터럼 라인들을 추출하고 그것들을 버퍼

구조 내에 저장하도록 구성된다. 레인지-도플러 매트릭스 입력에 추가로, 가정된 타겟들에 관한 정보의 액세스가 필요하다. 이 목적을 위해서, 상기 제2 프로세싱 경로 (31) 내에 포함되며 현재의 드웰 목록 (34)에 종속하여 상기 레인지-도플러 매트릭스 (35)로부터 데이터를 수집하도록 구성된 드웰링 모듈 (36)이 상기 드웰 목록 (34)에 액세스한다. 상기 제2 프로세싱 경로 (31)는 타겟 탐지 모듈 (37)을 더 포함한다.

- [0056] 상기 드웰 목록 (34)에 의해, 물체들의 존재에 대해 증가된 가능성이 존재하는 곳에 상기 제2 프로세싱 경로 (31)가 프로세싱 노력들을 집중하는 것이 가능하다.
- [0057] 이 프로세싱 경로들 (30, 31)이 어떻게 동작할 수 있는가의 예가 나중에 더 상세하게 설명될 것이다.
- [0058] 도 3a, 도 3b 및 도 5를 참조하면, 각 사이클은 사이클 시간 t_c 의 지속시간을 가지며, 여기에서 각 사이클은 복수의 펄스 블록들 (4)을 포함하며, 그리고 각 펄스 블록 (4)은 블록 시간 t_B 의 지속시간을 가진다. 두 개의 연속 펄스 블록들 (4) 사이에 특정의 아이들 시간 t_i 이 존재한다. 각 펄스 블록 (4)은 칩 신호들 (4a, 4b)을 포함하며, 그리고 두 개의 연속적인 펄스 블록들 (4) 사이의 아이들 시간 t_i 동안에는 어떤 칩 신호들도 존재하지 않는다. 레인지-도플러 매트릭스 (35)는 각 펄스 블록 (4)에 대해 한번에 준비된다.
- [0059] 도 3a 및 도 3b에서, 블록 시간 t_B 인 하나의 그런 펄스 블록 (4) 동안에 제1 칩 신호 (4a) 및 제2 칩 신호 (4b)가 도시된다.
- [0060] 단일의 펄스 블록 (4)의 도플러 해상도 성능은 연속적인 펄스 시퀀스에 비교하면 더 낮다. 더욱이, 통합 이득은 취득 시간에 비례하며, 이는 단일의 펄스 블록 (4)에 대해 더 낮은 신호 대 잡음 비율의 결과가 된다.
- [0061] 다음에, 프로세싱 경로들 (30, 31)의 작동들은 더욱 상세하게 설명될 것이다.
- [0062] 상기 검색 모듈 (32)은 레이더 타겟들의 에너지를 가장 잘 포함할 것 같은 레인지-도플러 (RD) 매트릭스 요소들을 찾도록 구성된다. 이 목적을 위해서, 레인지-도플러 매트릭스 (35)의 크기 (magnitude)들의 일치성이 한번에 평가된다. 개별 펄스들이 저장되지 않기 때문에, 프로세스를 통해서 순차적으로 동작하고 그리고 가장 중요한 정보를 압축된 모습으로 얻는 것이 필요하다. 이것은 예를 들면 하나 이상의 프로세싱 사이클들의 펄스 블록들 (4)을, 소위 말하는 순차적 확률 비율 테스트 (Sequential Probability Ratio Test (SPRT)) 알고리즘을 이용하여 탐지 가능성 및 해상도 둘 모두를 복원하기 위한 목적과 함께 결합함으로써 달성될 수 있으며, 여기에서 이 알고리즘은 일반적으로 이전에 잘 알려진 것이며 그리고 본원에서는 상기 메인 제어 유닛 (38)에 의해 실행된다. 순차적 탐지 알고리즘의 이상적인 구현은 모든 펄스 블록 (4) 이후에 결정을 할 것을 필요로 하며, 이 경우에 세 개의 결정 결과들이 가능하다: 타겟 없음 (No Target), 타겟 존재 (Target Present), 그리고 결정 없음 (No Decision). 후자의 결정을 하게 되면, 그 후에 다른 펄스 블록 (4)이 평가된다.
- [0063] 도 6을 참조하면, 상기 검색 모듈 (32)은 잡음 추정 모듈 (39), LLF (Log Likelihood Function) 매트릭스 정렬 모듈 (40), 확률 비율 계산 모듈 (41) 및 LLF 매트릭스 업데이트 모듈 (42)을 포함한다. LLF의 용어는 본 설명에서 나중에 상세하게 설명될 것이다.
- [0064] 잡음 추정 모듈 (39)은 중앙 함수 (median function)에 의해 레인지-도플러 매트릭스 (35) 내에서 도플러 차원 내의 모든 범위들에 대한 잡음 플로어 (noise floor)를 추정하도록 구성된다.
- [0065] LLF 매트릭스 정렬 모듈 (40)은 LLF 매트릭스를 변경하도록 구성되며, 이는 범위 차원에서 주파수들이 시간의 함수로서 변하고 있는 것이 레인지-도플러 매트릭스 (35)의 속성이기 때문이다. 어떤 RD 매트릭스 요소 내에서 소위 말하는 에너지의 레인지-레이트 (range-rate)는 도플러 차원 내 매트릭스 요소 인덱스로부터 유도될 수 있다.
- [0066] 확률 비율 계산 모듈 (41)은 SPRT 알고리즘을 이용하여 순차적인 탐지를 수행하도록 구성된다. 이 알고리즘을 레이더 센서들에게 적용시키기 위해서, 계산된 신호 크기 m_i , 잡음성 레이더 신호 관찰들의 진행중인 수집 - 지금까지 N 개의 그런 관찰들을 포함함 -에 기초하여 가정된다. 물체가 일부 특정된 크기로 실제로 존재할 때에 함수 $f_0(m)$ 은 계산된 신호 크기 m 에 대한 확률 밀도 함수이며, 그리고 어떤 그런 물체가 실제로 존재하지 않을 때에 함수 $f_1(m)$ 은 계산된 신호 크기 m 에 대한 확률 밀도 함수이다.
- [0067] 확률 밀도 함수는 랜덤한 변수의 특별한 값들을 관찰할 가능성을 기술한다. 특히, 어떤 구간 내에 포함된 값들을 관찰할 가능성은 확률 밀도 함수를 그 구간에 걸쳐서 적분함으로써 결정된다. 것처럼, 어떤 특별한 값에서의 확률 밀도 함수의 값은 그 값에 중심을 둔 극소의 구간 내에서 랜덤한 변수를 관찰할 가능성에 비례한다. SPRT

이론에 따르면, 상기 비율 r 은 물체가 존재하거나 존재하지 않을 상대적인 확률의 측정치 r 을 제공한다:

[0068] [수학식 1]

$$r = \frac{f_0(m)}{f_1(m)}$$

[0069] 확률 밀도 함수들 $f_0(m)$ 및 $f_1(m)$ 계산은 관찰 잡음의 속성에 종속적이다. 특히, 단일 펄스 블록 (4)의 레인지-도플러 매트릭스 (35)의 실수 부분 및 허수 부분 둘 모두에서의 잡음은, 평균이 0이며 등분산 (equal variance)을 가지는 독립적인 정상 변형들로 모델링된다. 이 가정 하에서, 비-타겟 경우에 대한 확률 밀도 함수 $f_1(m)$ 은 레일리 (Rayleigh) 분포를 따른다:

[0071] [수학식 2]

$$f_1(m) = \frac{m}{\sigma^2} \cdot \exp\left(-\frac{m^2}{2 \cdot \sigma^2}\right)$$

[0072] 레일리 분포의 피크는 σ 에서 발생한다. 도 7은 σ 가 10과 동일한 경우에 대한 레일리 분포를 도시한다. 타겟-존재 경우의 확률 밀도 함수 $f_0(m)$ 은 가정된 타겟 크기를 필요로 한다. 이 크기는, 이 크기를 가진 타겟이 존재한다면, 특정된 확률의 탐지가 달성되어야 한다는 해석을 가진다. 그래서, 이 크기는 탐지 요구사항들이 충족될 임계치인 것으로 고려된다.

[0074] 상기-가정된 신호 잡음 특성들이 주어지면, 타겟 존재 경우에 대한 확률 밀도 함수는 라이스 분포 (Rice distribution)를 따른다. 그러나, 실제로는, 이것은 덜 복잡한 가우스 분포에 의해 근사화될 수 있다:

[0075] [수학식 3]

$$f_0(m) = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot \exp\left(-\frac{(m - m_T)^2}{2 \cdot \sigma^2}\right)$$

[0076] 위의 방정식에서, m_T 는 성능 요구사항들이 충족될 탐지 임계치이다. 상기 임계치 m_T 가 잡음 표준 편차 s 보다 적어도 1.5배 더 길기만 하면 가우스 분포는 라이스 분포에 대한 양호한 근사이다.

[0078] 도 7에서, 가우스 분포 (44)는 잡음 표준 편차 s 가 10이며 탐지 임계치 m_T 가 40인 경우에 대해 도시되었다. 상기 가우스 분포 (44)의 피크가 m_T 의 값에서 발생한다는 것에 유의한다. 상기 탐지 임계치 m_T 는 수신기 채널에서의 유효 잡음의 배수로서 결정되며, 이는 다음의 등식에 의해 설명된다:

[0079] [수학식 4]

$$m = D \cdot \sigma$$

[0081] 위의 등식에서, 파라미터 D 는 예를 들면 2.5 내지 32 사이의 어떤 값을 가질 수 있는 소망된 잡음 멀티플라이어를 나타낸다. 이것은 잡음 위의 8dB 내지 30dB 범위의 임계치에 대응한다 (즉, $12\text{dB} = 20 \log_{10}(4)$).

[0082] 수학식 1의 비율 r 은 로그 모습으로 변형될 수 있다. 그 결과인 표현은 이전에 언급된 로그-우도 함수 (log-likelihood function (LLF))로 불린다. 다음에, 함수 $f_0(m)$ 대 함수 $f_1(m)$ 의 선형 비율이 도시된다:

[0083] [수학식 5]

$$r(m, \sigma) = \frac{\frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot \exp\left(-\frac{(m - D \cdot \sigma)^2}{2 \cdot \sigma^2}\right)}{\frac{m}{\sigma^2} \cdot \exp\left(-\frac{m^2}{2 \cdot \sigma^2}\right)} = \frac{\sqrt{2 \cdot \sigma} \cdot e^{D \cdot m / \sigma - D^2 / 2}}{2 \cdot \sqrt{\pi \cdot m}}$$

[0084]

[0085] 이 로그-우도 함수는 자연 로그를 적용함으로써 얻어진다:

[0086] [수학식 6]

$$\ln(r(m, \sigma)) = \ln\left(\frac{\sigma}{m}\right) - \frac{\ln(2 \cdot \pi)}{2} - \frac{D^2}{2} + \frac{D \cdot m}{\sigma}$$

[0087]

[0088] 상기 LLF 매트릭스 업데이트 모듈 (42)은 실제의 타겟 신호 탐지를 위해 구성된다. 제1 임계치 A에 대해 다음의 부등식이 충족될 때에 타겟이 존재하는 것으로 결정된다:

[0089] [수학식 7]

$$r > A$$

[0091] 제2 임계치 B에 대해 다음의 부등식이 충족될 때에 타겟이 존재하는 것으로 결정된다:

[0092] [수학식 8]

$$r < B$$

[0094] 어느 하나의 부등식도 충족되지 않는다면, 다른 관찰이 수집되어야만 한다는 결정을 하는 것이 불가능하다. 상기 제1 임계치 A 및 제2 임계치 B는 탐지의 확률 (즉, 1-a) 요구사항 그리고 오류 알람 (즉, b) 요구사항을 기반으로 할 수 있다. 특히, 다음의 근사들이 사용될 수 있다:

[0095] [수학식 9]

$$A \approx \frac{1 - \beta}{\alpha}$$

[0096]

[0097] [수학식 10]

$$B \approx \frac{\beta}{1 - \alpha}$$

[0098]

[0099] 여기에서, α는 놓친 탐지 확률을 표시하며, 예를 들면, 5% => 0.05; 그리고 β는 오류-알람 확률을 나타내며, 예를 들면, 1% => 0.01.

[0100] SPRT 타겟 탐지의 비간섭성 버전에 대해, LLF 매트릭스의 각 매트릭스 요소는 대응하는 RD 스펙트럼 라인의 LLF 값과 합해진다. 이 프로세스는 잠음 결정이 내려질 때까지, 또는 타겟 결정이 수행될 수 있을 때까지 실행된다. 이 관계는 다음의 부등식에 의해 표현될 수 있다:

[0101] [수학식 11]

$$B < \sum_{i=1}^N \left(\text{LN} \left(\frac{\sigma_i}{m_i} \right) - \frac{\text{LN}(2 \cdot \pi)}{2} - \frac{D^2}{2} + \frac{D \cdot m_i}{\sigma_i} \right) < A$$

[0102]

[0103] 도 2를 다시 참조하면, 상기 드웰 계산 모듈 (33)은 매 RSP (Radar Signal processing) 사이클의 끝 부분에서 실행되도록 구성되며, 그리고 레이더 타겟들의 에너지를 가장 많이 포함할 것 같은 범위-속도 조합들을 선택하도록 구성된다. 추가로, 드웰 버퍼가 초기화되며 그리고 드웰 목록 (34)이 다음의 RSP 사이클을 위한 준비로서 다시 쓰여진다.

[0104] 도 8을 참조하면, 드웰 계산 모듈 (33)은 RD 매트릭스 요소 확인 모듈 (45) 및 드웰 위치 계산 모듈 (46)을 포함한다.

[0105] RD 매트릭스 요소 확인 모듈 (45)은 최신의 LLF 매트릭스의 매트릭스 요소 콘텐츠들이 상기 표시된 제1 임계치 A를 초과하는가의 여부를 조사하도록 구성된다.

[0106] 드웰 위치 계산 모듈 (46)을 예시하기 위해서, LLF 매트릭스에서 범위 인덱스 i_R 및 도플러 인덱스 i_D 를 가지는 적당한 셀이 발견되는 것으로 가정한다. 대응하는 드웰 위치 i_{pR}/i_{pD} 는 다음처럼 계산된다. SAD (Search And Dwell) 알고리즘의 기본적인 접근 방식이 일정한 속도를 가정하기 때문에, 상기 드웰 인덱스, 즉, 관심 대상 드웰링의 레인지-도플러 (RD) 매트릭스 요소들의 위치는 LLF 매트릭스로부터 취해질 수 있다:

[0107] [수학식 12]

$$i_{pD} = i_D$$

[0109] 드웰링 프로세스 동안에 가능한 작은 에너지를 잃도록 하기 위해, 최적의 위치에 측정 포인트를 놓는 것이 바람직하다. 그 계산은 기본적으로는 현재 위치, 즉, i_R , 드웰 지속시간, 즉, T_C , 그리고 도플러 인덱스에 의해 표현된 타겟 속도, 즉, i_D 를 이용한 타겟 위치 예측이다. 최적의 투사 시간 포인트 t 는 드웰-주기가 중간까지 진행될 때일 것이다; 이는 $t = 0.5 \cdot N_R \cdot T_R$ 이며, 여기에서 N_R 은 하나의 펄스 블록 (4) 내 램프들 (r_1, r_2)의 개수이다.

[0110] [수학식 13]

$$i_{pR} = i_R + \frac{N_R \cdot T_R \cdot V_{RES} \cdot f_D(i_D)}{2 \cdot R_{RES}}$$

[0111]

[0112] 함수 $f_D(i_D)$ 는 도플러 인덱스 i_D 의 해석을 나타낸다. RD 스펙트럼이 제한된 도플러 나이퀴스트 속도 $v_N = v_{RES} \cdot N_R$ 를 가지기 때문에 - 여기에서 v_{RES} 은 도플러 해상도임 -, 타겟 속도들의 동작 범위를 한정하는 것이 필요하다. 이 함수 $f_D(i_D)$ 는 도플러 해상도에 대한 멀티플라이어 (multiplier)인 정수 값을 반환하며, 이는 도플러 인덱스 i_D 에 의해 표현된 속도를 얻기 위한 것이다. 가장 간단한 예는 값들의 속도 범위를 제로 상에 중심이 오도록 하는 것이다. 그런 함수의 하나의 구현은 다음과 같을 수 있을 것이다:

[0113] [수학식 14]

$$f_D(i_D) = \begin{cases} \text{if } i_D < N_R/2: & i_D - 1 \\ \text{else:} & i_D - N_R - 1 \end{cases}$$

[0114]

[0115] 레이더 타겟들의 범위 레이트에 의해 초래된 연결 손실 (coherency loss)들에 대해 보상하기 위한 대안의 방법

들이 또한 존재한다. 예를 들면, 레인지-도플러 매트릭스 (35)는 실제의 변환 이전에 위치에서의 변화에 관한 주파수 증배 (frequency multiplication)에 의해 정렬된다는 것이 생각될 수 있다. 그러나 이것은 단지 추가적인 예일 뿐이며, 여기에서는 더 설명되지 않을 것이다.

[0116] 도 2를 다시 참조하면, 제2 프로세싱 경로 (31) 내에 포함된 드웰링 모듈 (36)은 현재의 드웰 목록 (34)에 종속하여 레인지-도플러 매트릭스 (35)로부터의 데이터를 수집하도록 구성된다. 이 목록은 검색 모듈 (32)로부터 주기적으로 생성된다. 저장될 값들의 개수 NDP는 드웰 버퍼의 크기에 종속한다. 그 버퍼의 길이 NSP는 RSP 사이클 시간과 같은 제한들을 가질 것이다.

[0117] 상기 제2 프로세싱 경로 (31)는, 드웰 버퍼 내 저장된 데이터를 평가하도록 구성된 타겟 탐지 모듈 (37)을 더 포함한다. 도 9를 참조하면, 타겟 탐지 모듈 (37)은 드웰 데이터 변환 모듈 (47), 피크 탐지 모듈 (48) 및 파라미터 추정 모듈 (49)을 포함한다.

[0118] 드웰 데이터 변환 모듈 (47)은 적당한 윈도우 함수를 각 드웰 신호에 적용하도록 구성된다. 더욱이, 모든 드웰 신호들은 실제로 스펙트럼 큐브의 제3 차원인 주파수 도메인으로 전달되어야 한다;

[0119] 여기에서, 각 드웰 신호는 다음의 특성들을 가진 독립적인 도플러 신호들을 구축하는 것으로 간주된다:

[0120] - 드웰 프로브의 도플러 해상도 V_{RES_DP} :

[0121] [수학식 15]

$$V_{RES_DP} = \frac{C_0}{N_{SP} \cdot T_{SP} \cdot (F_U + F_L)}$$

[0122]

[0123] - 드웰 프로브의 도플러 나이퀴스트 V_{N_DP} :

[0124] [수학식 16]

$$V_{N_DP} = V_{RES_DP} \cdot N_{SP}$$

[0126] 피크 탐지 모듈 (48)은 탐지 알고리즘을 포함하며, 여기에서 크기 신호는 복소수 FFT 출력으로부터 생성된다. 그러면, 잡음 플로어는 각 신호에 대해 추정된다. 이 이후에 탐지 임계치가 계산된다. 이 마지막 단계에서, 상기 임계치 위의 모든 로컬 최대값들이 타겟들로서 공표된다.

[0127] 파라미터 추정 모듈 (49)은 모든 파라미터들, 즉, 범위 (range), 도플러 및 베어링 (bearing)을 계산하도록 구성된다. 이 목적을 위해서, 모든 타겟 피크의 3차원 신호 공간 내 직교하는 이웃 매트릭스 요소들을 고려하는 것이 필요하다. 이웃들의 크기들을 이용하여, 3-포인트 보간이 적용될 수 있으며, 그리고 타겟 거리는 다음의 식을 이용하여 계산될 수 있다.

[0128] [수학식 17]

$$R_{RES} = \frac{N_s - 1}{N_s} \cdot \frac{C_0}{2 \cdot BW}$$

[0129]

[0130] 여기에서 R_{RES} 는 레인지 해상도이며, N_s 는 TX 램프들 (r_1 , r_2) 당 샘플들의 개수이며, BW Tx 주파수 대역폭이며 그리고 C_0 는 진공에서의 광속도이다. R_{RES} 및 스펙트럼 피크 위치를 이용하여 타겟 거리가 계산될 수 있다.

[0131] 타겟 속도의 결정은 다음의 식에 따라 하나의 펄스 블록 (4)의 RD 매트릭스 (35)로부터의 도플러 계산을 필요로 한다.

[0132] [수학식 18]

$$V_{RES} = \frac{N_R - 1}{N_R} \cdot \frac{C_0}{(t_B - T_R) \cdot (f_{start} - f_{stop})}$$

[0133]

[0134] 또는 위에서의 수학식 15 및 수학식 16에 따라 드웰 신호의 계산과 조합하여 다음과 같이 간략화된다.

[0135] [수학식 19]

$$V_{RES} = \frac{C_0}{N_R \cdot T_R \cdot (f_{start} - f_{stop})}$$

[0136]

[0137] 비록 드웰 신호가 정밀한 도플러 추정을 제공하지만, 그것은 상대적으로 낮은 나이퀴스트 속도를 가진다. 도플러 계산 및 드웰 신호 계산을 결합함으로써 향상된 정밀도가 달성될 수 있다.

[0138] 이것은, 대략적인 계산의 결과를 이용함으로써 나이퀴스트 가설이 판별된다면 가능하다. 이 기술은 대략적인 방법의 정밀도가 정밀 계산의 나이퀴스트 속도보다 더 높다고 가정한다는 것에 유의해야 한다. 나이퀴스트 가설이라는 용어에 관하여, FFT는 제한된 범위의 값들인 나이퀴스트 범위를 가진다. 이 범위 외부의 타겟들을 측정하는 것이 또한 소망된다면, FFT 내 피크 위치 및 모호 랩 (ambiguity wrap)들의 개수 두 가지 모두를 아는 것이 필요하다. 여기에서 하나의 랩은 하나의 나이퀴스트 가설이다.

[0139] SPRT 알고리즘의 주요 유리함은 IF 신호 (14)를 위한 메모리가 모든 각각의 프로세싱 단계 이후에, 즉, 모든 각각의 펄스 블록 (4) 이후에 릴리즈될 수 있다는 것이다.

[0140] 이 접근 방식은 복수의 유리함들의 결과를 가져온다. 예를 들면, 다음과 같다:

[0141] 감소된 메모리 요구.

[0142] 유연한 관찰 시간.

[0143] 더 높은 속도에서 무시할 수 있는 신호 스미어 (smear).

[0144] 도플러 모호함들의 분해 가능성. 이것은 레인지 도메인에서 시간의 흐름에 따라 주파수 시프트를 분석함으로써 달성될 수 있다.

[0145] 더 느린 Tx 램프들이 가능함, 이는 더 낮은 샘플링 레이트로 이끌 것이다.

[0146] 본 발명 개시의 핵심은 레인지-도플러 매트릭스 (35)의 2차원 스펙트럼이 제1 프로세싱 경로 (30) 및 제2 프로세싱 경로 (31)로 피드된다는 것이다. 제1 프로세싱 경로 (30)는 주기적으로 업데이트되는 드웰 목록 (34)을 산출하도록 구성되며, 그리고 상기 제2 프로세싱 경로 (31)는 현재의 드웰 목록 (34)에 중속하여 레인지-도플러 매트릭스 (35)로부터 데이터를 수집하여 프로세싱하도록 구성된다. 드웰 목록 (34)에 의해, 제2 프로세싱 경로 (31)는 물체들이 존재할 가능성이 증가되는 곳에서 진실한 타겟 탐지를 하기 위한 프로세싱 노력들에 집중하는 것이 가능하다. 상기 드웰 목록은 물체들의 존재할 확률이 어떤 임계치를 초과하는 곳의 정보를 포함한다.

[0147] 정확하게 이것이 어떻게 달성되는가는 변할 수 있으며, 위에서 개시된 예는 단지 예시일 뿐이며, 그리고 상기 프로세싱은, 하나 이상의 별개의 또는 통합된 제어 유닛들 내에 포함될 수 있는 메인 제어 유닛 (38)에서 수행될 수 있다. 각 트랜시버 설비 (52)에 대해 하나의 메인 제어 유닛 (38)이 존재할 수 있으며, 또는 차량 레이더 시스템 (3)을 위해 하나의 메인 제어 유닛 (38)이 존재할 수 있다.

[0148] 도 10을 참조하면, 본 발명 개시는 차량 레이더 시스템 (3)을 위한 방법에 또한 관련되며, 여기에서 상기 방법은 다음의 단계들을 포함한다:

[0149] 53: 적어도 하나의 FMCW (Frequency Modulated Continuous Wave) 칩 신호 (4a, 4b)를 생성.

[0150] 54: 상기 적어도 하나의 칩 신호 (4a, 4b)를 전송하며, 여기에서 각 칩 신호 (4a, 4b)는 대응하는 복수의 램프

들 (r_1 , r_2)을 포함한다.

- [0151] 55: 반사된 신호들 (5a, 5b) 수신.
- [0152] 56: 수신한 신호들 (5a, 5b)을 각자의 전송된 첩 신호 (4a, 4b)와 혼합하여 적어도 하나의 IF (Intermediate Frequency) 신호 (14)를 획득.
- [0153] 57: 주기적으로 업데이트된 드웰 목록 (34) 산출.
- [0154] 58: 현재 드웰 목록 (34)에 종속하여 데이터를 수집하고 프로세싱하며, 여기에서 상기 드웰 목록 (34)은 물체들이 존재할 확률이 특정 임계치를 초과하는 곳의 정보를 포함.
- [0155] 일 예에 따라서, 상기 방법은 다음의 단계들을 더 포함한다:
- [0156] 59: 상기 IF 신호들 (14)을 디지털 신호들 (22)로 변환.
- [0157] 60: 상기 디지털 신호들 (22)을 제1 FFT (Fast Fourier Transform)에 의해 레인지 도메인으로 변환.
- [0158] 61: 연속 첩 신호 램프들로부터의 결과들을 제2 FFT에 의해 도플러 도메인으로 결합하며, 그래서 복수의 레인지-도플러 매트릭스들 (35)이 획득되도록 한다.
- [0159] 도 1에서 표시되었듯이, 차량 (1)은 안전 제어 유닛 (50) 그리고 안전 수단 (51), 예를 들면, 비상 브레이킹 시스템 및/또는 알람 신호 디바이스를 포함한다. 안전 제어 유닛 (50)은 레이더 시스템 (3)으로부터의 입력에 종속하여 안전 수단 (51)을 제어하도록 구성된다. 그런 입력은 메인 제어 유닛 (38)을 경유하여 입력될 수 있다.
- [0160] 본 발명 개시는 위에서의 예들로 제한되지 않으며, 첨부된 청구항들의 범위 내에서 자유롭게 바뀔 수 있다. 예를 들면, 램프 시간 T_r 은 제1 첩 신호 (4a) 및 제2 첩 신호 (4b)에 대해 동일할 필요는 없다; 그리고 연속 램프들 (r_1 , r_2) 사이의 시간들은 마찬가지로 제1 첩 신호 (4a) 및 제2 첩 신호 (4b)에 대해 동일할 필요는 없다. 제1 첩 신호 (4a) 및 제2 첩 신호 (4b)는 인터리브될 필요는 없지만, 각 블록 (4) 동안에 동시에 또는 서로에게 독립적으로 동작할 수 있다. 더욱이, 첩 신호들 (4a, 4b)은 어떤 유형의 사이클들로도 전송될 수 있다; 설명된 펄스 블록들 (4)은 단지 예일 뿐이다. 첩 신호들 (4a, 4b)이 서로에게 인터리브될 때에, 그것들은 각 펄스 블록 (4)에서 인터리브될 수 있다.
- [0161] 언급된 모든 시간들은 예로서 언급되었을 뿐이며, 어떤 적합한 시간들 및 타이밍 스케줄들도 위에서의 설명에 따른 레이더 시스템에서 분명하게 가능하다. 상기 램프는 설명된 업-램프 (up-ramp), 또는 다운-램프, 또는 그 두 가지의 어떤 조합으로서 유사하게 설정될 수 있다. 상기 제1 주파수 f_{start} 의 크기는 그래서 제2 주파수 f_{stop} 의 크기를 초과할 수 있다.
- [0162] 또한, 임의 개수의 전송기 안테나 설비들 (10a, 10b) 및 수신기 안테나 설비들 (13a, 13b, 13c, 13d)이 존재할 수 있을 것이지만, 적어도 하나의 전송기 안테나 설비 및 적어도 하나의 수신기 안테나 설비가 존재한다. 그래서 어떤 적합한 사이클 구성을 가진 하나 이상의 FMCW 첩 신호들이 존재할 수 있을 것이다.
- [0163] 각 안테나 설비 (10a, 10b; 13a, 13b, 13c, 13d)는 예를 들면, 하나 이상의 안테나들을 포함할 수 있으며, 그리고 각 안테나는 하나의 안테나 요소에 의해 또는 안테나 요소들의 어레이에 의해 구축될 수 있다.
- [0164] 첩 신호들 (4a, 4b)이 인터리브된다면, 제1 첩 신호 (4a) 내 램프는 제2 첩 신호 (4b) 내의 이전의 램프가 끝날 때에 정확하게 시작할 필요는 없지만, 그 시작은 제2 첩 신호 (4b)의 끝나기 이전 또는 끝난 이후 중 어느 하나일 수 있으며, 그 반대도 마찬가지이다.
- [0165] 상기 레이더 시스템은 자동차, 트럭 및 버스 그리고 보트 및 항공기와 같은 임의 유형의 차량에서 구현될 수 있다.
- [0166] 차량 레이더 시스템들의 개략적인 모습들은 간략화된 것이며, 본 발명 개시의 적절한 설명을 위해 관련된 것으로 간주된 부분들만을 보여준다. 이런 유형의 레이더 시스템들의 일반적인 설계는 본 발명이 속한 기술 분야에서 잘 알려진 것으로 이해된다. 예를 들면, 취득한 타겟 정보를 사용하도록 구성된 어떤 디바이스도 도시되지 않았지만, 많은 상이한 그런 디바이스들, 예를 들면, 경고 및/또는 충돌 회피 시스템이 물론 생각될 수 있다;
- [0167] 안테나 설비들의 개수, 각 안테나 설비 내의 안테나들 그리고 IF 신호들은 변할 수 있다.
- [0168] ADC 설비 및 DSP 설비는 각각이 대응하는 ADC 기능성이나 DSP 기능성을 가지는 것으로 해석되어야 하며, 그리고

각각은 복수의 분리된 컴포넌트들에 의해 구축될 수 있다. 대안으로, 각 ADC 설비는 하나의 ADC 칩 내에 포함될 수 있을 것이며, 그리고 각 DSP 설비는 하나의 DSP 칩 내에 포함될 수 있을 것이다.

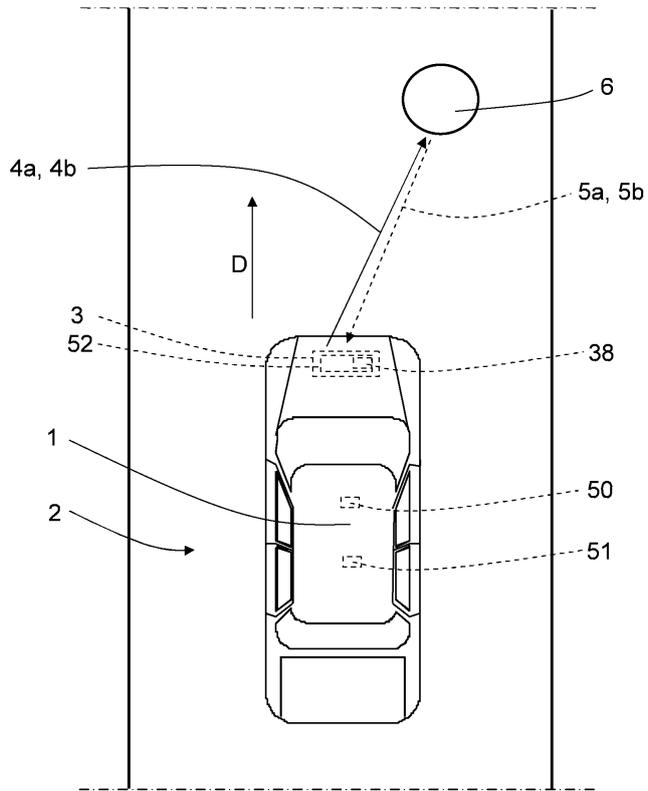
- [0169] 도시된 예에서, 단 하나의 수신기 채널만이 존재한다. 물론, 이 환경에서의 수신기는 복수의 채널들을 위해 구성될 수 있다.
- [0170] 일반적으로, 레이더 신호를 생성하기 위해 사용된 하드웨어는 사이클 주기의 일부에 대해서만 활성이며 그리고 필요치 않을 때에는 그 사이클의 나머지 동안에는 파워 다운일 수 있다.
- [0171] 차량 레이더 시스템 (3)은 하나의 트랜시버 설비 (52)를 구비하는 것으로 도시된다; 물론 상기 차량 레이더 시스템 (3)은 동일한 또는 상이한 구조들을 가지며, 유사한 또는 상이한 컴포넌트들을 가지는 둘 이상의 트랜시버 설비를 포함할 수 있다. 각 트랜시버 설비 (52)는 제어 유닛들을 포함할 수 있다.
- [0172] 각 칩 신호 (4a, 4b)는 대응하는 복수의 주파수 램프들 (r_1, r_2)의 적어도 하나의 사이클을 포함할 수 있다. 각 칩 신호 (4a, 4b)는 대응하는 복수의 계속해서 동작하는 주파수 램프들 (r_1, r_2)을 대안으로 포함할 수 있다.
- [0173] 일반적으로, 본 발명 개시는 적어도 하나의 트랜시버 설비 (52)를 포함하는 차량 레이더 시스템 (3)에 관련되며, 상기 적어도 하나의 트랜시버 설비 (52) 각각은 적어도 하나의 FMCW (Frequency Modulated Continuous Wave) 칩 (chirp) 신호 (4a, 4b)를 생성하여 전송하도록 구성되며, 여기에서 각 칩 신호 (4a, 4b)는 대응하는 복수의 주파수 램프들 (r_1, r_2)을 포함하며, 상기 차량 레이더 시스템 (3)은 반사된 신호들 (5a, 5b)을 수신하고 그리고 그 반사된 신호들 (5a, 5b)을 각자의 전송된 칩 신호 (4a, 4b)와 혼합하여 적어도 하나의 IF (Intermediate Frequency) 신호 (14)를 획득하도록 구성되며, 상기 차량 레이더 시스템 (3)은 주기적으로 업데이트된 드웰 (dwell) 목록 (34)을 산출하고 그리고 현재의 드웰 목록 (34)에 종속하여 데이터를 수집하고 프로세싱하도록 더 구성되며, 여기에서 상기 드웰 목록 (34)은 물체들의 존재 확률이 특정 임계치를 초과하는 곳에 관한 정보를 포함한다.
- [0174] 일 예에 따라, 상기 적어도 하나의 트랜시버 설비 (52) 각각은:
- [0175] 상기 IF 신호들 (14)을 디지털 신호들 (22)로 변환하고,
- [0176] 상기 디지털 신호들 (22)을 제1 FFT (Fast Fourier Transform)에 의해 범위 (range) 도메인으로 변환하고, 그리고
- [0177] 연속 칩 신호 램프들로부터의 결과들을 제2 FFT에 의해 도플러 (Doppler) 도메인으로 결합하도록 구성되어,
- [0178] 복수의 레인지-도플러 (Range-Doppler) 매트릭스들 (35)이 획득되도록 한다.
- [0179] 일 예에 따라, 상기 차량 레이더 시스템 (3)은 각 레인지-도플러 매트릭스 (35)의 2차원 스펙트럼을 제1 프로세싱 경로 (30) 및 제2 프로세싱 경로 (31)로 피드 (feed)하도록 구성되며, 여기에서 상기 제1 프로세싱 경로 (30)는 상기 드웰 목록 (34)을 산출하도록 구성되며, 그리고 상기 제2 프로세싱 경로 (31)는 상기 드웰 목록 (34)에 종속하여 각 레인지-도플러 매트릭스 (35)로부터의 데이터를 수집하여 프로세싱하도록 구성된다.
- [0180] 일 예에 따라, 각 트랜시버 설비 (52)는 신호 생성기 (9)를 포함하며 그리고 제1 칩 신호 (4a) 및 제2 칩 신호 (4b)를 전송하도록 구성된다.
- [0181] 일 예에 따라, 상기 칩 신호들 (4a, 4b)은, 제1 칩 신호 (4a)의 두 개의 연속적인 램프들 사이에 제2 칩 신호 (4b)의 램프가 존재하고 그리고 제2 칩 신호 (4b)의 두 개의 연속적인 램프들 사이에 제1 칩 신호 (4a)의 램프가 존재하여 상기 칩 신호들 (4a, 4b)이 서로 인터리브되도록 타이밍이 정해진다.
- [0182] 일 예에 따라, 각 칩 신호 (4a, 4b)는 펄스 블록들 (4)에 형성된 대응하는 복수의 주파수 램프들 (r_1, r_2)을 포함하며, 여기에서 각 펄스 블록 (4)은 두 개의 연속적인 펄스 블록들 (4) 사이에 아이들 (idle) 시간 (t_i)을 구비한 블록 시간 (t_B)의 지속시간을 가지며, 또한 각 펄스 블록 (4)은 상기 칩 신호 (4a, 4b)를 포함하며 그리고 상기 아이들 시간 (t_i) 동안에는 어떤 칩 신호도 존재하지 않는다.
- [0183] 일 예에 따라, 상기 레이더 시스템 (3)은 순차적 확률 비율 테스트 (Sequential Probability Ratio Test (SPRT)) 알고리즘에 의해 펄스 블록들 (4)을 결합하도록 구성된다.
- [0184] 일 예에 따라, 상기 레이더 시스템 (3)은 안전 수단 (36)을 제어하도록 구성된 안전 제어 유닛 (35)으로 입력을

제공하도록 구성되며, 여기에서 상기 레이더 시스템 (3), 상기 안전 제어 유닛 (35) 및 상기 안전 수단 (36)은 차량 (1) 내에 포함된다.

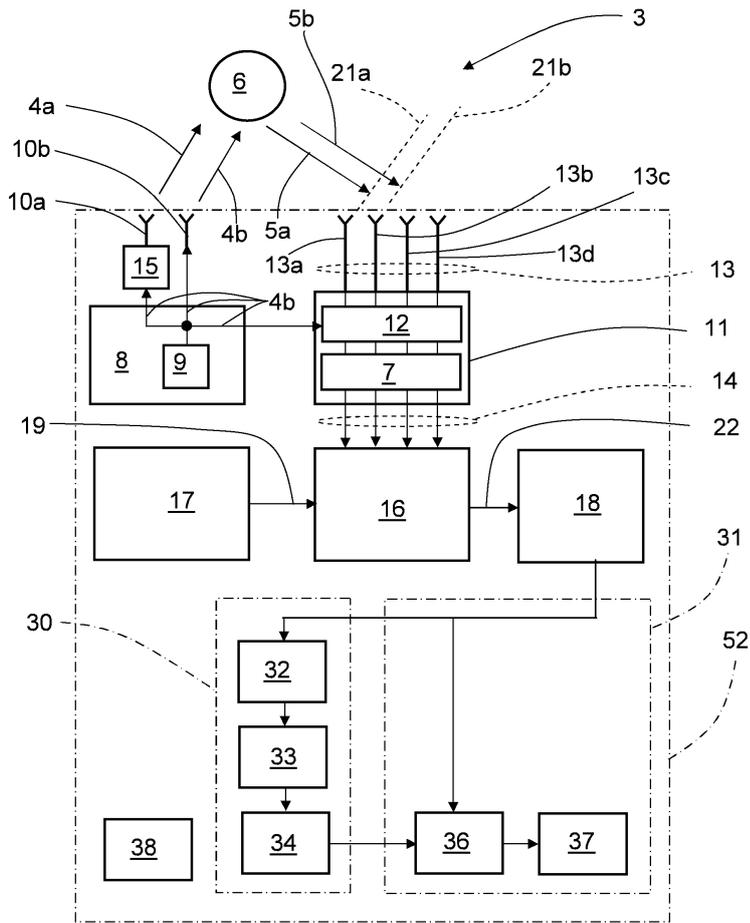
- [0185] 일반적으로, 본 발명 개시는 차량 레이더 시스템 (3)을 위한 방법에 또한 관련되며, 그 방법은:
- [0186] 53: 적어도 하나의 FMCW (Frequency Modulated Continuous Wave) 칩 (chirp) 신호 (4a, 4b)를 생성하는 단계;
- [0187] 54: 상기 적어도 하나의 칩 신호 (4a, 4b)를 전송하는 단계로, 각 칩 신호 (4a, 4b)는 대응하는 복수의 주파수 램프들 (r_1 , r_2)을 포함하는, 전송 단계;
- [0188] 55: 반사된 신호들 (5a, 5b)을 수신하는 단계; 그리고
- [0189] 56: 그 반사된 신호들 (5a, 5b)을 각자의 전송된 칩 신호 (4a, 4b)와 혼합하여 적어도 하나의 IF (Intermediate Frequency) 신호 (14)를 획득하는 단계를 포함하며,
- [0190] 상기 방법은:
- [0191] 57: 주기적으로 업데이트된 드웰 목록 (34)을 산출하는 단계; 그리고
- [0192] 58: 현재의 드웰 목록 (34)에 종속하여 데이터를 수집하고 프로세싱하는 단계를 포함하며, 여기에서 상기 드웰 목록 (34)은 물체들의 존재 확률이 특정 임계치를 초과하는 곳에 관한 정보를 포함한다.
- [0193] 일 예에 따라, 상기 방법은:
- [0194] 59: 상기 IF 신호들 (14)을 디지털 신호들 (22)로 변환하는 단계;
- [0195] 60: 상기 디지털 신호들 (22)을 제1 FFT (Fast Fourier Transform)에 의해 레인지 도메인으로 변환하는 단계; 그리고
- [0196] 61: 연속 칩 신호 램프들로부터의 결과들을 제2 FFT에 의해 도플러 도메인으로 결합하는 단계를 포함하여,
- [0197] 복수의 레인지-도플러 매트릭스들 (35)이 획득되도록 한다.
- [0198] 일 예에 따라, 상기 방법은 각 레인지-도플러 매트릭스 (35)의 2차원 스펙트럼을 제1 프로세싱 경로 (30) 및 제2 프로세싱 경로 (31)로 피드하는 단계를 포함하며, 여기에서 상기 제1 프로세싱 경로 (30)는 상기 드웰 목록 (34)을 산출하기 위해 사용되며, 그리고 상기 제2 프로세싱 경로 (31)는 상기 드웰 목록 (34)에 종속하여 각 레인지-도플러 매트릭스 (35)로부터 데이터를 수집하여 프로세싱하기 위해 사용된다.
- [0199] 일 예에 따라, 제1 칩 신호 (4a) 및 제2 칩 신호 (4b)가 존재하며, 여기에서 상기 칩 신호들 (4a, 4b)은, 제1 칩 신호 (4a)의 두 개의 연속적인 램프들 사이에 제2 칩 신호 (4b)의 램프가 존재하고 그리고 제2 칩 신호 (4b)의 두 개의 연속적인 램프들 사이에 제1 칩 신호 (4a)의 램프가 존재하여 상기 칩 신호들 (4a, 4b)이 서로 인터리브되도록 타이밍이 정해진다.
- [0200] 일 예에 따라, 각 칩 신호 (4a, 4b)는 펄스 블록들 (4)에 형성된 대응하는 복수의 주파수 램프들 (r_1 , r_2)을 구비하며, 여기에서 각 펄스 블록 (4)은 두 개의 연속적인 펄스 블록들 (4) 사이에 아이들 시간 (t_i)을 구비한 블록 시간 (t_B)의 지속시간을 가지며, 또한 각 펄스 블록 (4)은 상기 칩 신호 (4a, 4b)를 포함하며 그리고 상기 아이들 시간 (t_i) 동안에는 어떤 칩 신호도 존재하지 않는다.
- [0201] 일 예에 따라, 상기 방법은 순차적 확률 비율 테스트 (Sequential Probability Ratio Test (SPRT)) 알고리즘을 이용하여 펄스 블록들 (4)을 결합하는 단계를 더 포함한다.

도면

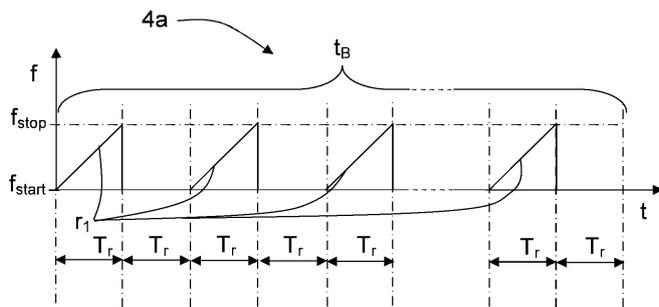
도면1



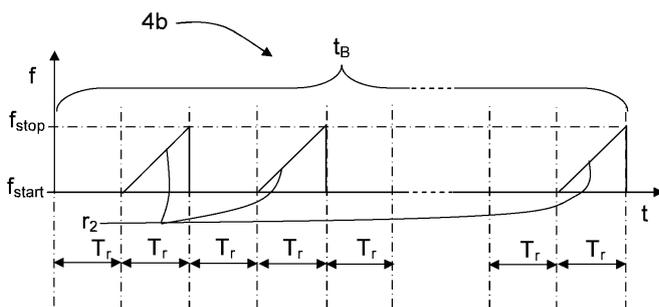
도면2



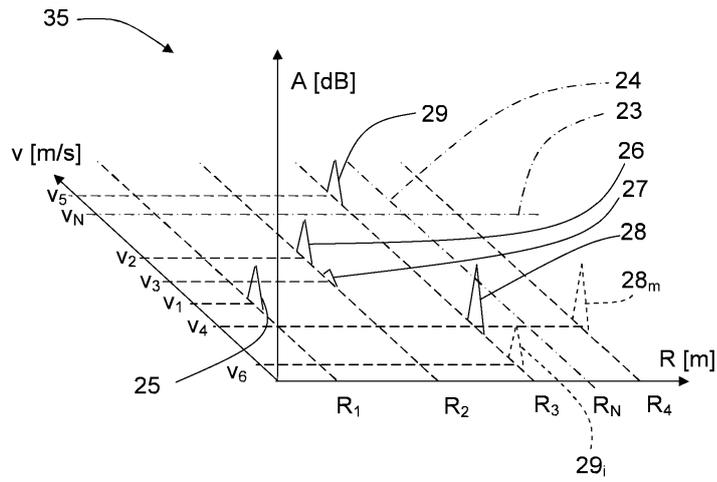
도면3a



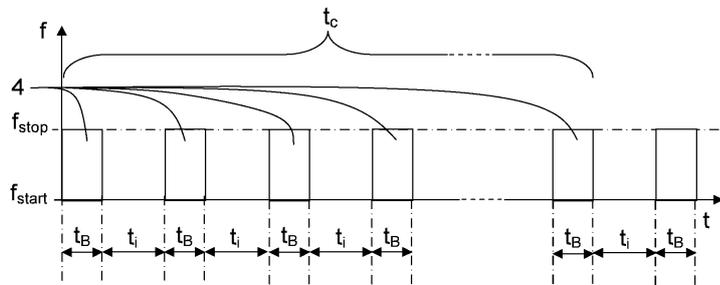
도면3b



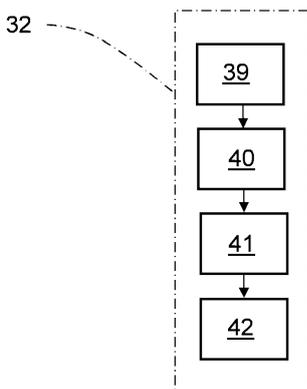
도면4



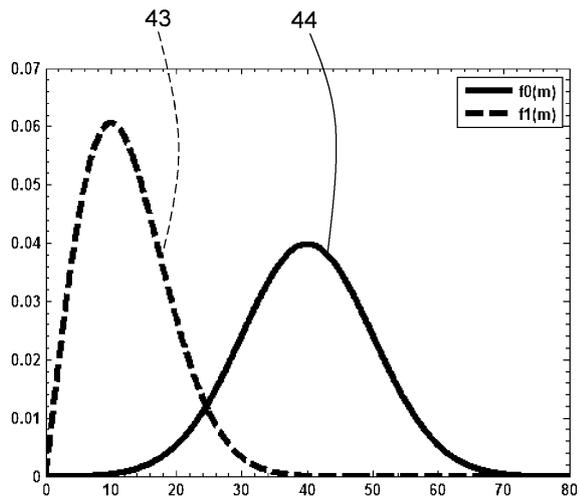
도면5



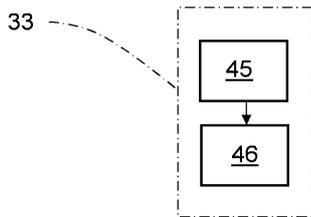
도면6



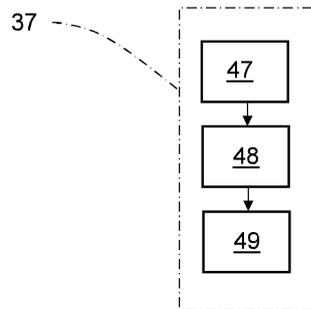
도면7



도면8



도면9



도면10

