



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년01월25일  
(11) 등록번호 10-2355382  
(24) 등록일자 2022년01월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01S 17/32 (2020.01) G01S 7/491 (2020.01)  
H03M 1/08 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
G01S 17/32 (2021.01)  
G01S 7/4913 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2019-0163893  
(22) 출원일자 2019년12월10일  
심사청구일자 2019년12월10일  
(65) 공개번호 10-2021-0073262  
(43) 공개일자 2021년06월18일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020150052556 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
세종대학교산학협력단  
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)  
(72) 발명자  
이성주  
서울특별시 광진구 뚝섬로35길 32, 308-1110  
김찬규  
서울특별시 광진구 능동로17길 11, 204호  
(74) 대리인  
이강민, 안준형, 남승희

전체 청구항 수 : 총 8 항

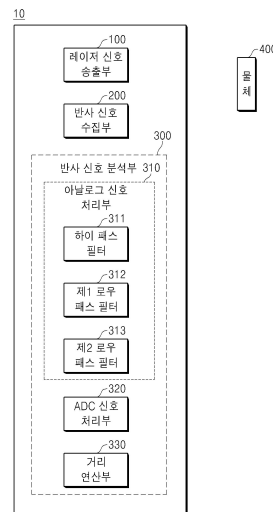
심사관 : 임일순

(54) 발명의 명칭 라이다 시스템의 신호 분석 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명의 실시 예에 따른 FMCW 라이다 시스템은, 레이저 신호를 송출하는 레이저 신호 송출부, 상기 송출된 레이저 신호의 반사 신호를 수집하는 반사 신호 수집부, 상기 수집된 레이저 신호의 반사 신호를 분석하는 반사 신호 분석부를 포함하여 구성되며, 상기 반사 신호 수집부는 수집된 레이저 신호의 반사 신호로부터 비트 프리퀀시(Beat frequency)를 생성하고, 상기 반사 신호 분석부는, 상기 생성된 비트 프리퀀시를 필터링하는 아날로그 신호 처리부, 상기 아날로그 신호 처리부에서 수신된 신호를 디지털 신호로 변환하는 ADC 신호 처리부 및 상기 ADC 신호 처리부에서 디지털 신호로 변환된 신호를 기반으로 물체까지의 거리를 연산하는 거리 연산부를 포함하여 구성될 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류  
*H03M 1/08* (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711093415
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	전자정보디바이스산업원천기술개발(R&D)
연구과제명	자동차 ADAS 및 자율주행 지원을 위한 핵심 IP 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	한양대학교 에리카 산학협력단
연구기간	2019.01.01 ~ 2019.12.31

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

레이저 신호를 송출하는 레이저 신호 송출부;  
 상기 송출된 레이저 신호의 반사 신호를 수집하는 반사 신호 수집부;  
 상기 수집된 레이저 신호의 반사 신호를 분석하는 반사 신호 분석부;  
 를 포함하여 구성되며,  
 상기 반사 신호 수집부는  
 수집된 레이저 신호의 반사 신호로부터 비트 프리퀀시(Beat frequency)를 생성하고,  
 상기 반사 신호 분석부는,  
 상기 생성된 비트 프리퀀시를 필터링하는 아날로그 신호 처리부;  
 상기 아날로그 신호 처리부에서 수신된 신호를 디지털 신호로 변환하는 ADC 신호 처리부; 및  
 상기 ADC 신호 처리부에서 디지털 신호로 변환된 신호를 기반으로 물체까지의 거리를 연산하는 거리 연산부;  
 상기 아날로그 신호 처리부는,  
 소정의 제1 주파수 이상의 신호만 통과시키는 하이 패스 필터;  
 소정의 제2 주파수 이하의 신호만 통과시키는 제1 로우 패스 필터; 및  
 소정의 제3 주파수 이하의 신호만 통과시키는 제2 로우 패스 필터;  
 를 포함하여 구성되며,  
 상기 아날로그 신호 처리부는,  
 상기 하이 패스 필터를 통과한 신호의 에너지와 제1 로우 패스 필터를 통과한 신호의 에너지를 비교하여,  
 상기 제1 로우 패스 필터를 통과한 신호의 에너지가 하이 패스 필터를 통과한 신호의 에너지보다 큰 경우, 해당 신호에 대응되는 저장 공간(Filter\_arr)에 0을 저장하고,  
 상기 하이 패스 필터를 통과한 신호의 에너지가 상기 제1 로우 패스 필터를 통과한 신호의 에너지보다 크거나 같은 경우, 해당 신호에 대응되는 저장 공간(Filter\_arr)에 1을 저장하는 것을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 라이다 시스템.

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

청구항 1에 있어서,  
 상기 아날로그 신호 처리부는,  
 상기 하이 패스 필터를 통과한 신호의 에너지와 제1 로우 패스 필터를 통과한 신호의 에너지를 비교하여,  
 상기 제1 로우 패스 필터를 통과한 신호의 에너지가 더 큰 경우,  
 상기 수집된 레이저 신호의 반사 신호를 소정의 회수만큼 반복하여 상기 하이 패스 필터 및 제1 로우 패스 필터를 통과시키고,

상기 하이 패스 필터를 통과한 신호의 에너지가 더 크거나 같은 경우,

상기 하이 패스 필터를 통과한 신호에 cos 신호를 곱하여, 상기 제1 로우 패스 필터와는 다른 제2 로우 패스 필터를 통과 시킨 후, 소정의 회수만큼 반복하여 상기 하이 패스 필터 및 제1 로우 패스 필터를 통과 시키는 것을 특징으로 하는 라이다 시스템.

**청구항 4**

청구항 3에 있어서,

상기 제1 로우 패스 필터 및 하이 패스 필터를 통과 시키는 소정의 회수는

상기 ADC 신호 처리부의 성능에 따라 결정되는 것을 특징으로 하는 라이다 시스템.

**청구항 5**

청구항 4에 있어서,

상기 제1 로우 패스 필터 및 하이 패스 필터를 통과 시키는 소정의 회수와 상기 ADC 신호 처리부의 성능은 반비례 하는 것을 특징으로 하는 라이다 시스템.

**청구항 6**

청구항 5에 있어서,

상기 거리 연산부는,

상기 ADC 신호 처리부에서 디지털 신호에 대해 FFT(Fast Fourier Transform)를 수행하여, 상기 ADC 신호 처리부에서 디지털 신호를 주파수 축으로 신호로 변환하여, 가장 큰 크기를 가지는 FFT 포인트가 몇 번째 포인트인지를 검출하고,

상기 가장 큰 크기를 가지는 FFT 포인트로 검출된 포인트에 대응되는 상기 저장 공간(Filter\_arr)에 저장된 값이 1인 경우,

아래 (수식1)을 기반으로 임시 지점 값을 업데이트 하고,

상기 가장 큰 크기를 가지는 FFT 포인트로 검출된 포인트에 대응되는 상기 저장 공간(Filter\_arr)에 저장된 값이 0인 경우,

현재의 임시 지점 값을 유지하며,

상기 로우 패스 필터 및 하이 패스 필터를 통과 시키는 소정의 회수이상 반복 후의 임시 지점 값과 가장 큰 크기를 가지는 FFT 포인트로 검출된 포인트를 합산하여 추정 FFT 포인트를 산출하여,

상기 산출된 추정 FFT 포인트와 상기 비트 프리퀀시를 기반으로 거리를 계산하는 것을 특징으로 하는 라이다 시스템.

(수식1)

$$tmp_i = tmp_{i-1} + FFTpoint_{original} / 2^{i+1}$$

(단,  $tmp_1=0$ ,  $FFTpoint_{original}$ =전체 포인트의 개수,  $i=1$ 이 저장되어 있는 저장공간(Filter\_arr)의번호)

**청구항 7**

라이다 시스템의 신호 분석 방법에 있어서,

레이저 신호를 송출하는 레이저 신호 송출 단계;

상기 송출된 레이저 신호의 반사 신호를 수집하는 반사 신호 수집 단계;  
 상기 수집된 반사 신호를 분석하는 반사 신호 분석 단계;  
 를 포함하여 구성되며,  
 상기 반사 신호 수집 단계는,  
 수집된 레이저 신호의 반사 신호로부터 비트 프리퀀시(Beat frequency)를 생성하고,  
 상기 반사 신호 분석 단계는,  
 로우 패스 필터 및 하이 패스 필터를 사용하여 상기 생성된 비트 프리퀀시를 필터링하는 아날로그 신호 처리 단계;  
 ADC를 사용하여 상기 아날로그 신호 처리 단계에서 처리된 신호를 디지털 신호로 변환하는 ADC 신호 처리 단계;  
 및  
 상기 ADC 신호 처리 단계에서 디지털 신호로 변환된 신호를 기반으로 물체까지의 거리를 연산하는 거리 연산 단계;  
 상기 아날로그 신호 처리 단계는,  
 상기 하이 패스 필터를 통과한 신호의 에너지와 제1 로우 패스 필터를 통과한 신호의 에너지를 비교하여,  
 상기 제1 로우 패스 필터를 통과한 신호의 에너지가 하이 패스 필터를 통과한 신호의 에너지보다 큰 경우, 해당 신호에 대응되는 저장 공간(Filter\_arr)에 0을 저장하고,  
 상기 하이 패스 필터를 통과한 신호의 에너지가 제1 로우 패스 필터를 통과한 신호의 에너지보다 크거나 같은 경우, 해당 신호에 대응되는 저장 공간(Filter\_arr)에 1을 저장하는 것을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 라이다 시스템의 신호 분석 방법.

**청구항 8**

삭제

**청구항 9**

청구항 7에 있어서,  
 상기 아날로그 신호 처리 단계는,  
 상기 하이 패스 필터를 통과한 신호의 에너지와 제1 로우 패스 필터를 통과한 신호의 에너지를 비교하여,  
 상기 제1 로우 패스 필터를 통과한 신호의 에너지가 더 큰 경우,  
 상기 수집된 레이저 신호의 반사 신호를 소정의 회수만큼 반복하여 상기 하이 패스 필터 및 제1 로우 패스 필터를 통과시키고,  
 상기 하이 패스 필터를 통과한 신호의 에너지가 더 크거나 같은 경우,  
 상기 하이 패스 필터를 통과한 신호에 cos 신호를 곱하여, 상기 제1 로우 패스 필터와는 다른 제2 로우 패스 필터를 통과 시킨 후, 소정의 회수만큼 반복하여 상기 하이 패스 필터 및 제1 로우 패스 필터를 통과 시키는 것을 특징으로 하는 라이다 시스템의 신호 분석 방법.

**청구항 10**

청구항 7에 있어서,  
 상기 거리 연산 단계는,  
 상기 ADC 신호 처리 단계에서 디지털 신호에 대해 FFT(Fast Fourier Transform)를 수행하여, 상기 ADC 신호 처

리 단계에서 디지털 신호를 주파수 축으로 신호로 변환하여, 가장 큰 크기를 가지는 FFT 포인트가 몇 번째 포인트인지를 검출하고,

상기 가장 큰 크기를 가지는 FFT 포인트로 검출된 포인트에 대응되는 상기 저장 공간(Filter\_arr)에 저장된 값이 1인 경우,

아래 (수식1)을 기반으로 임시 지점 값을 업데이트 하고,

상기 가장 큰 크기를 가지는 FFT 포인트로 검출된 포인트에 대응되는 상기 저장 공간(Filter\_arr)에 저장된 값이 0인 경우,

현재의 임시 지점 값을 유지하며,

상기 로우 패스 필터 및 하이 패스 필터를 통과 시키는 소정의 회수이상 반복 후의 임시 지점 값과 가장 큰 크기를 가지는 FFT 포인트로 검출된 포인트를 합산하여 추정 FFT 포인트를 산출하여,

상기 산출된 추정 FFT 포인트와 상기 비트 프리퀀시를 기반으로 거리를 계산하는 것을 특징으로 하는 라이다 시스템의 신호 분석 방법.

(수식1)

$$tmp_i = tmp_{i-1} + FFTpoint_{original} / 2^{i+1}$$

(단,  $tmp_1 = 0$ ,  $FFTpoint_{original}$  = 전체 포인트의 개수,  $i = 1$ 이 저장되어 있는 저장 공간(Filter\_arr)의 번호)

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명의 라이다 시스템의 신호를 분석하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

[0002] 보다 구체적으로는 저성능의 ADC를 사용하여 라이다 시스템의 신호를 분석하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0004] 라이다(Lidar)는 레이저 펄스를 발사하고, 그 빛이 주위의 대상 물체에서 반사되어 돌아오는 것을 받아 물체까지의 거리, 방향, 물질, 특성 등을 측정함으로써 주변의 모습을 정밀하게 그려내는 장치이다.

[0005] 특히, FMCW 라이다 시스템은, 방사 된 레이저와 돌아온 레이저의 변조 주파수 사이의 차이를 근거로 물체까지의 거리를 산출한다. 이를 위해 FMCW 라이다는 주기적으로 진폭을 변조하면서 레이저 빔이 지속적으로 방출하는데, 연속적인 주파수 신호를 사용하며 주파수 범위 내에서 진폭을 변조하여 선형적인 주파수를 생성한다.

[0006] 이를 위해 FMWC 라이다 시스템은 크게 레이저를 쏘는 송신모듈, 반사되어 들어오는 레이저를 수신하는 검출모듈, 신호 수집 및 처리모듈, 데이터를 송수신하기 위한 모듈로 구성된다.

[0007] 한편, FMCW 라이다 시스템의 비트 프리퀀시(Beat frequency)의 경우 송신 처프(Chirp)과 수신 처프(Chirp)을 이용하여 얻어내는데, 이때 구한 비트 프리퀀시(Beat frequency)가 고주파를 갖게 된다. 이렇게 되면 높은 샘플링 레이트(Sampling rate)를 갖는 ADC를 사용해야 하고 주파수 축 정보를 얻어내기 위하여 높은 수의 FFT point를 사용해야 함으로, 하드웨어적인 부담이 커지게 된다.

[0008] 따라서, 본 발명에서는 높은 샘플링 레이트를 갖는 ADC를 사용하지 않고도 FMCW 라이다 시스템에서 신호를 분석하는 장치 및 방법을 제안한다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 한국등록특허공보 10-1978609

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0011] 본 발명은 높은 샘플링 레이트를 갖는 ADC를 사용하지 않고도 FMCW 라이다 시스템의 신호를 분석하는 장치 및 방법을 제공한다.

**과제의 해결 수단**

[0013] 본 발명의 실시 예에 따른 FMCW 라이다 시스템은, 레이저 신호를 송출하는 레이저 신호 송출부, 상기 송출된 레이저 신호의 반사 신호를 수집하는 반사 신호 수집부, 상기 수집된 레이저 신호의 반사 신호를 분석하는 반사 신호 분석부를 포함하여 구성되며, 상기 반사 신호 수집부는 수집된 레이저 신호의 반사 신호로부터 비트 프리퀀시(Beat frequency)를 생성하고, 상기 반사 신호 분석부는, 상기 생성된 비트 프리퀀시를 필터링하는 아날로그 신호 처리부, 상기 아날로그 신호 처리부에서 수신된 신호를 디지털 신호로 변환하는 ADC 신호 처리부 및 상기 ADC 신호 처리부에서 디지털 신호로 변환된 신호를 기반으로 물체까지의 거리를 연산하는 거리 연산부를 포함하여 구성될 수 있다.

[0014] 상기 아날로그 신호 처리부는, 소정의 제1 주파수 이상의 신호만 통과시키는 하이 패스 필터, 소정의 제2 주파수 이하의 신호만 통과시키는 제1 로우 패스 필터; 및 소정의 제3 주파수 이하의 신호만 통과시키는 제2 로우 패스 필터를 포함하여 구성되며, 상기 아날로그 신호 처리부는, 상기 하이 패스 필터를 통과한 신호의 에너지와 제1 로우 패스 필터를 통과한 신호의 에너지를 비교하여, 상기 제1 로우 패스 필터를 통과한 신호의 에너지가 하이 패스 필터를 통과한 신호의 에너지보다 큰 경우, 해당 신호에 대응되는 저장 공간(Filter\_arr)에 0을 저장하고, 상기 하이 패스 필터를 통과한 신호의 에너지가 상기 제1 로우 패스 필터를 통과한 신호의 에너지보다 크거나 같은 경우, 해당 신호에 대응되는 저장 공간(Filter\_arr)에 1을 저장할 수 있다.

[0015] 상기 아날로그 신호 처리부는, 상기 하이 패스 필터를 통과한 신호의 에너지와 제1 로우 패스 필터를 통과한 신호의 에너지를 비교하여, 상기 제1 로우 패스 필터를 통과한 신호의 에너지가 더 큰 경우, 상기 수집된 레이저 신호의 반사 신호를 소정의 회수만큼 반복하여 상기 하이 패스 필터 및 제1 로우 패스 필터를 통과시키고, 상기 하이 패스 필터를 통과한 신호의 에너지가 더 크거나 같은 경우, 상기 하이 패스 필터를 통과한 신호에 cos 신호를 곱하여, 상기 제1 로우 패스 필터와는 다른 제2 로우 패스 필터를 통과 시킨 후, 소정의 회수만큼 반복하여 상기 하이 패스 필터 및 제1 로우 패스 필터를 통과 시킬 수 있다.

[0016] 상기 제1 로우 패스 필터 및 하이 패스 필터를 통과 시키는 소정의 회수는 상기 ADC 신호 처리부의 성능에 따라 결정될 수 있다.

[0017] 상기 제1 로우 패스 필터 및 하이 패스 필터를 통과 시키는 소정의 회수와 상기 ADC 신호 처리부의 성능은 반비례 할 수 있다.

[0018] 상기 거리 연산부는, 상기 ADC 신호 처리부에서 디지털 신호에 대해 FFT(Fast Fourier Transform)를 수행하여, 상기 ADC 신호 처리부에서 디지털 신호를 주파수 축으로 신호로 변환하여, 가장 큰 크기를 가지는 FFT 포인트가 몇 번째 포인트인지를 검출하고, 상기 가장 큰 크기를 가지는 FFT 포인트로 검출된 포인트에 대응되는 상기 저장 공간(Filter\_arr)에 저장된 값이 1인 경우, 아래 (수식1)을 기반으로 임시 지점 값을 업데이트 하고, 상기 가장 큰 크기를 가지는 FFT 포인트로 검출된 포인트에 대응되는 상기 저장 공간(Filter\_arr)에 저장된 값이 0인 경우, 현재의 임시 지점 값을 유지하며, 상기 로우 패스 필터 및 하이 패스 필터를 통과 시키는 소정의 회수 이상 반복 후의 임시 지점 값과 가장 큰 크기를 가지는 FFT 포인트로 검출된 포인트를 합산하여 추정 FFT 포인트를 산출하여, 상기 산출된 추정 FFT 포인트와 상기 비트 프리퀀시를 기반으로 거리를 계산할 수 있다.

[0019] (수식1)

$$tmp_i = tmp_{i-1} + FFTpoint_{original} / 2^{i+1}$$

[0020]

[0021] (단,  $tmp_1=0$ ,  $FFTpoint_{original}$  = 전체 포인트의 개수,  $i=1$ 이 저장되어 있는 저장 공간(Filter\_arr)의 번호)

[0022] 본 발명의 실시 예에 따른 FMCW 라이다 시스템의 신호 분석 방법은, 레이저 신호를 송출하는 레이저 신호 송출 단계, 상기 송출된 레이저 신호의 반사 신호를 수집하는 반사 신호 수집 단계, 상기 수집된 반사 신호를 분석하는 반사 신호 분석 단계를 포함하여 구성되며, 상기 반사 신호 수집 단계는, 수집된 레이저 신호의 반사 신호로부터 비트 프리퀀시(Beat frequency)를 생성하고, 상기 반사 신호 분석 단계는, 로우 패스 필터 및 하이 패스 필터를 사용하여 상기 생성된 비트 프리퀀시를 필터링하는 아날로그 신호 처리 단계, ADC를 사용하여 상기 아날로그 신호 처리부에서 수신된 신호를 디지털 신호로 변환하는 ADC 신호 처리 단계 및 상기 ADC 신호 처리부에서 디지털 신호로 변환된 신호를 기반으로 물체까지의 거리를 연산하는 거리 연산 단계를 포함하여 구성될 수 있다.

[0023] 상기 아날로그 신호 처리 단계는, 상기 하이 패스 필터를 통과한 신호의 에너지와 제1 로우 패스 필터를 통과한 신호의 에너지를 비교하여, 상기 제1 로우 패스 필터를 통과한 신호의 에너지가 하이 패스 필터를 통과한 신호의 에너지보다 큰 경우, 해당 신호에 대응되는 저장 공간에 0을 저장하고, 상기 하이 패스 필터를 통과한 신호의 에너지가 제1 로우 패스 필터를 통과한 신호의 에너지보다 크거나 같은 경우, 해당 신호에 대응되는 저장 공간에 1을 저장할 수 있다.

[0024] 상기 아날로그 신호 처리 단계는, 상기 하이 패스 필터를 통과한 신호의 에너지와 제1 로우 패스 필터를 통과한 신호의 에너지를 비교하여, 상기 제1 로우 패스 필터를 통과한 신호의 에너지가 더 큰 경우, 상기 수집된 레이저 신호의 반사 신호를 소정의 회수만큼 반복하여 상기 하이 패스 필터 및 제1 로우 패스 필터를 통과시키고, 상기 하이 패스 필터를 통과한 신호의 에너지가 더 크거나 같은 경우, 상기 하이 패스 필터를 통과한 신호에 cos 신호를 곱하여, 상기 제1 로우 패스 필터와는 다른 제2 로우 패스 필터를 통과 시킨 후, 소정의 회수만큼 반복하여 상기 하이 패스 필터 및 제1 로우 패스 필터를 통과 시킬 수 있다.

[0025] 상기 거리 연산 단계는, 상기 ADC 신호 처리 단계에서 디지털 신호에 대해 FFT(Fast Fourier Transform)를 수행하여, 상기 ADC 신호 처리 단계에서 디지털 신호를 주파수 축으로 신호로 변환하여, 가장 큰 크기를 가지는 FFT 포인트가 몇 번째 포인트인지를 검출하고, 상기 가장 큰 크기를 가지는 FFT 포인트로 검출된 포인트에 대응되는 상기 저장 공간(Filter\_arr)에 저장된 값이 1인 경우, 아래 (수식1)을 기반으로 임시 지점 값을 업데이트 하고, 상기 가장 큰 크기를 가지는 FFT 포인트로 검출된 포인트에 대응되는 상기 저장 공간(Filter\_arr)에 저장된 값이 0인 경우, 현재의 임시 지점 값을 유지하며, 상기 로우 패스 필터 및 하이 패스 필터를 통과 시키는 소정의 회수이상 반복 후의 임시 지점 값과 가장 큰 크기를 가지는 FFT 포인트로 검출된 포인트를 합산하여 추정 FFT 포인트를 산출하여, 상기 산출된 추정 FFT 포인트와 상기 비트 프리퀀시를 기반으로 거리를 계산할 수 있다.

[0026] (수식1)

$$tmp_i = tmp_{i-1} + FFTpoint_{original} / 2^{i+1}$$

[0028] (단,  $tmp_1=0$ ,  $FFTpoint_{original}$  = 전체 포인트의 개수,  $i=1$ 이 저장되어 있는 저장 공간(Filter\_arr)의 번호)

**발명의 효과**

[0030] 본 발명은 높은 샘플링 레이트를 갖는 ADC를 사용하지 않고도 FMCW 라이다 시스템의 신호를 분석할 수 있다.

[0031] 또한, 본 발명은 높은 샘플링 레이트를 갖는 ADC를 사용하지 않음으로써, FMCW 라이다 시스템의 제작 비용을 감소시킬 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0033] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 라이다 시스템을 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 라이다 시스템의 신호 분석 방법을 나타낸 순서도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0034] 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.



- [0035] 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예컨대, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0036] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 “연결” 되어 있다고 할 때, 이는 “직접적으로 연결” 되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 “전기적으로 연결” 되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 “포함” 한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 본원 명세서 전체에서 사용되는 정도의 용어 “-(하는) 단계” 또는 “~의 단계”는 “~를 위한 단계”를 의미하지 않는다.
- [0037] 본 발명에서 사용되는 용어는 본 발명에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 관례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 발명의 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 발명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 발명의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.
- [0038] 1. 본 발명의 실시 예에 따른 FMCW 라이다 시스템.
- [0039] 본 발명에서는 FMCW 라이다 시스템에서, 아날로그 신호 처리부를 통해, 상기 비트 프리퀀시의 주파수를 낮춰서 상기 ADC 신호 처리부가 고성능이 아니더라도, 충분히 물체까지의 거리를 연산하는 것을 목적으로 한다.
- [0040] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 라이다 시스템의 구성을 나타낸 도면이다.
- [0041] 이하에서는 도 1을 참조하여 본 발명의 실시 예에 따른 FMCW 라이다 시스템을 설명한다.
- [0042] 본 발명의 실시 예에 따른 FMCW 라이다 시스템(10)은, 레이저 신호를 송출하는 레이저 신호 송출부(100), 상기 송출된 레이저 신호의 반사 신호를 수집하는 반사 신호 수집부(200), 상기 수집된 레이저 신호의 반사 신호를 분석하는 반사 신호 분석부(300)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0044] 1) 레이저 신호 송출부(100)
- [0045] 레이저 신호 송출부(100)는, 물체까지의 거리 측정을 위한 레이저 신호를 외부 물체로 전송하는 구성이다.
- [0046] 상기 레이저 신호 송출부(100)에서 송출되어 물체에 반사된 레이저 신호는 하기 반사 신호 수집부에서 수집된다.
- [0048] 2) 반사 신호 수집부(200)
- [0049] 반사 신호 수집부(200)는, 상기 레이저 신호 송출부에서 송출되어 물체에 반사된 레이저 신호를 수집하는 구성이다.
- [0050] 한편, 반사 신호 수집부(200)에서 수집된 물체에 반사된 레이저 신호는 후술하는 반사 신호 분석부로 전송된다.
- [0052] 3) 반사 신호 분석부(300)
- [0053] 상기 반사 신호 수집부(300)는, 수집된 레이저 신호의 반사 신호로부터 간섭 신호들 간의 비트 프리퀀시(Beat frequency)를 생성할 수 있다.
- [0054] 한편, 상기 반사 신호 분석부(300)는, 상기 생성된 비트 프리퀀시를 필터링하는 아날로그 신호 처리부(310), 상기 아날로그 신호 처리부(310)에서 수신된 신호를 디지털 신호로 변환하는 ADC 신호 처리부(320) 및 상기 ADC 신호 처리부(320)에서 디지털 신호로 변환된 신호를 기반으로 물체까지의 거리를 연산하는 거리 연산부(330)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0056] 3-1) 아날로그 신호 처리부(310)
- [0057] 아날로그 신호 처리부(310)는, 소정의 제1 주파수 이상의 신호만 통과시키는 하이 패스 필터(311), 소정의 제2 주파수 이하의 신호만 통과시키는 제1 로우 패스 필터(312) 및 소정의 제3 주파수 이하의 신호만 통과시키는 제2 로우 패스 필터(313)를 포함하여 구성될 수 있다.

- [0058] 한편, 상기 아날로그 신호 처리부(310)는, 상기 비트 프리퀀시를 상기 하이 패스 필터(311) 및 제1 로우 패스 필터(312)를 통과하는 과정 및 상기 하이 패스 필터(311)를 통과한 신호의 에너지와 제1 로우 패스 필터(312)를 통과한 신호의 에너지를 비교하는 과정을 수행한다.
- [0059] 구체적으로, 상기 제1 로우 패스 필터(312)를 통과한 신호의 에너지가 하이 패스 필터(311)를 통과한 신호의 에너지보다 큰 경우, 해당 신호에 대응되는 저장 공간(Filter\_arr)에 0을 저장하고, 상기 하이 패스 필터(311)를 통과한 신호의 에너지가 제1 로우 패스 필터(312)를 통과한 신호의 에너지보다 크거나 같은 경우, 해당 신호에 대응되는 저장 공간(Filter\_arr)에 1을 저장할 수 있다.
- [0060] 한편, 상기 아날로그 신호 처리부(310)는, 상기 비트 프리퀀시를 상기 하이 패스 필터(311) 및 제1 로우 패스 필터(312)를 통과하는 과정을 수행하고, 상기 하이 패스 필터(311)를 통과한 신호의 에너지와 제1 로우 패스 필터(312)를 통과한 신호의 에너지를 비교하여, 상기 제1 로우 패스 필터(312)를 통과한 신호의 에너지가 더 큰 경우, 하이 패스 필터(311) 및 제1 로우 패스 필터(312)를 통과하는 과정으로 되돌아가, 상기 하이 패스 필터(311) 및 제1 로우 패스 필터(312)를 통과하는 과정 및 하이 패스 필터(311)를 통과한 신호의 에너지와 제1 로우 패스 필터(312)를 통과한 신호의 에너지를 비교하는 과정을 소정의 회수 만큼 반복하여 수행한다.
- [0061] 한편, 상기 비트 프리퀀시를 상기 하이 패스 필터(311) 및 제1 로우 패스 필터(312)를 통과하는 과정을 수행하고, 상기 하이 패스 필터(311)를 통과한 신호의 에너지와 제1 로우 패스 필터(312)를 통과한 신호의 에너지를 비교하여, 상기 하이 패스 필터(311)를 통과한 신호의 에너지가 더 크거나 같은 경우, 상기 하이 패스 필터(311)를 통과한 신호에 cos 신호를 곱하여, 상기 제1 로우 패스 필터(312)와는 다른 제2 로우 패스 필터(313)를 통과 시킨다. 그 이후, 상기 하이 패스 필터(311) 및 제1 로우 패스 필터(312)를 통과하는 과정으로 돌아가서 상기 하이 패스 필터(311) 및 제1 로우 패스 필터(312)를 통과하는 과정 및 하이 패스 필터(311)를 통과한 신호의 에너지와 제1 로우 패스 필터(312)를 통과한 신호의 에너지를 비교하는 과정을 소정의 회수만큼 반복하여 수행한다.
- [0062] 다시 말해, 상기 아날로그 신호 처리부(310)는, 상기 비트 프리퀀시를 제1 로우 패스 필터(312) 및 하이 패스 필터(311)를 반복적으로 통과 시켜, 제1 로우 패스 필터(312) 및 하이 패스 필터(311)를 통과 할 때 마다 제1 로우 패스 필터(312) 및 하이 패스 필터(311)를 통과한 신호의 에너지를 비교하고, 비교 결과를 기록하는 과정을 반복 수행한다.
- [0063] 한편, FMCW 라이다 시스템(10)의 경우, 로우 패스 필터(312, 313) 및 하이패스 필터(311)를 반복적으로 통과시켜도, 피크 값을 가지는 주파수를 검출할 수 있는 이유는, 일반적인 레이더 신호는 다양한 주파수에서 피크 값을 가지므로, 로우 패스 필터(312, 313) 및 로우 패스 필터(311)를 이용하여 특정 주파수 영역을 필터링하는 경우, 필터링 이후, 남아 있는 주파수 영역에서 가장 큰 피크 값을 가진다는 보장이 없지만, 라이다 신호는 특정 주파수에서만 피크 값을 가지므로, 로우 패스 필터(312, 313) 및 하이 패스 필터(311)를 반복하여 통과 시키더라도, 가장 큰 피크 값을 가지는 주파수를 검출할 수 있다.
- [0064] 한편, 상술한 과정을 통해 로우 패스 필터(312, 313) 및 하이 패스 필터(311)를 통과할 때마다 각 필터를 통과한 에너지의 크기를 비교한 결과는 거리 연산 단계에서 물체의 위치를 연산하는데 사용된다.
- [0066] 3-2) ADC 신호 처리부(320)
- [0067] ADC 신호 처리부(320)는, 상술한 아날로그 신호 처리부에서 처리된 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 구성이다. 한편, 상기 제1 로우 패스 필터(312) 및 하이 패스 필터(311)를 통과 시키는 소정의 회수는 상기 ADC 신호 처리부(320)의 ADC 샘플링 성능에 따라 결정될 수 있다.
- [0068] 예를 들어, 상기 ADC 신호 처리부(320)는 소정의 샘플링 레이트를 가지는 ADC 모듈로 구성될 수 있다.
- [0069] 통상적인 방법의 라이다 시스템은 8192개의 포인트에 대해 FFT를 수행하여 위치를 검출하기 때문에 217.7MSMPS(Sample per Second)의 성능을 가지는 ADC 모듈을 사용하는데 비해, 본 발명에서는, 상기 제1 로우 패스 필터 및 하이 패스 필터를 통과할 때 마다, FFT를 수행해야 될 포인트의 수가 절반씩 줄어들게 되므로, 더 낮은 샘플링 레이트를 가지는 ADC 모듈을 사용할 수 있다.
- [0070] 구체적으로, 본 발명의 제1 로우 패스 필터 및 하이 패스 필터를 통과하는 과정을 5회 반복하는 경우, 상기 8192개의 포인트의 1/32인 256개의 포인트에 대해서만 FFT를 수행하면 되므로, 통상적인 방법의 라이다 시스템의 ADC 모듈 보다는 낮은 샘플링 레이트를 가지는 ADC를 사용할 수 있다.
- [0071] 다시 말해, 상기 제1 로우 패스 필터 및 하이 패스 필터를 통과 시키는 소정의 회수가 많으면 많을수록 상기

ADC 신호 처리부의 샘플링 레이트는 더 낮은 샘플링 레이트를 가지는 ADC 모듈로 구성될 수 있다.

[0073]

3-3) 거리 연산부(330)

[0074]

거리 연산부(330)는, 상기 ADC 신호 처리부(320)에서 디지털 신호에 대해 FFT(Fast Fourier Transform)를 수행하여, 상기 ADC 신호 처리부에서 디지털 신호를 주파수 축으로 신호로 변환하여, 신호의 크기가 가장 큰 크기를 가지는 FFT 포인트가 몇 번째 포인트인지를 검출할 수 있다.

[0075]

그리고 신호의 크기가 가장 큰 크기를 가지는 FFT 포인트로 검출된 포인트에 대응되는 상기 저장 공간(Filter\_arr)에 저장된 값이 1인 경우, 아래 (수식1)을 기반으로 임시 지점 값을 업데이트 할 수 있다.

[0076]

(수식1)

[0077]

$$tmp_i = tmp_{i-1} + FFTpoint_{original} / 2^{i+1}$$

[0078]

(단,  $tmp_1=0$ ,  $FFTpoint_{original}$  = 전체 포인트의 개수,  $i=1$ 이 저장되어 있는 저장공간(Filter\_arr)의번호)

[0080]

한편, 검출된 상기 가장 큰 크기를 가지는 FFT 포인트에 대응되는 상기 저장 공간(Filter\_arr)에 저장된 값이 0인 경우, 현재의 임시 지점 값을 유지할 수 있다.

[0081]

한편, 상기 제1 로우 패스 필터 및 하이 패스 필터를 통과 시키는 소정의 회수이상 반복 후의 임시 지점 값과 가장 큰 크기를 가지는 FFT 포인트로 검출된 포인트를 합산하여 추정 FFT 포인트를 산출할 수 있다.

[0082]

한편, 상기 산출된 추정 FFT 포인트와 상기 비트 프리퀀시를 기반으로 거리를 계산할 수 있다.

[0083]

예를 들어 아래 (수식2)는 통상의 FMCW라이다 시스템의 거리를 산출하는 수식이다.

[0084]

본 발명에 따르면, 상기 거리 연산부는 아래 (수식2)를 기반으로 물체까지의 거리를 산출할 수 있다.

[0085]

(수식 2)

[0086]

$$Frequency_{estimated} \times (sweeptime * 0.5 * C) / (2 * \Delta f)$$

[0087]

(단:  $Frequency_{estimated}$  = ADC신호처리부에서추정한비트프리퀀시,  $Sweeptime$  = FMCWLidar의Sweeptime,  $C$  = 빛의상수,  $\Delta f$  = FMCWLidar의chirpingbandwidth)

[0088]

2. 본 발명의 실시 예에 따른 FMCW 라이다 시스템의 신호 분석 방법.

[0089]

도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 FMCW 라이다 시스템의 신호 분석 방법을 나타낸 순서도이다.

[0090]

이하에서는 도 2를 참조하여 본 발명의 실시 예에 따른 FMCW 라이다 시스템의 신호 분석 방법을 설명한다.

[0091]

본 발명의 실시 예에 따른 FMCW 라이다 시스템의 신호 분석 방법은, 레이저 신호를 송출하는 레이저 신호 송출 단계, 상기 송출된 레이저 신호의 반사 신호를 수집하는 반사 신호 수집 단계, 상기 수집된 반사 신호를 분석하는 반사 신호 분석 단계를 포함하여 구성되며, 상기 반사 신호 수집 단계는, 수집된 레이저 신호의 반사 신호로부터 간섭 신호들 간의 비트 프리퀀시(Beat frequency)를 생성할 수 있다.

[0092]

1) 레이저 신호 송출 단계(S100)

[0093]

레이저 신호 송출 단계(S100)는, 라이다 시스템에서 만들어진 거리 측정을 위한 레이저 신호를 외부로 송출하는 단계이다.

[0094]

레이저 신호 송출 단계에서 송출된 레이저 신호의 반사 신호는 다음의 반사 신호 수집 단계에서 수집된다.

[0096]

2) 반사 신호 수집 단계(S200)

[0097]

반사 신호 수집 단계(S200)는, 상기 레이저 신호 송출 단계에서 송출되어 물체에 반사된 레이저 신호를 수집하고 수집된 반사 레이저 신호로부터 비트 프리퀀시를 생성하는 과정이다.

[0098]

한편, 반사 신호 수집단계(S200)에서 생성된 비트 프리퀀시는 후술하는 반사 신호 분석 단계(S300)에서 분석된다.

[0100]

3) 반사 신호 분석 단계(S300)

[0101]

반사 신호 분석 단계(S300)는, 상기 반사 신호 수집 단계(S200)에서 생성된 비트 프리퀀시를 로우 패스 필터 및

하이 패스 필터를 사용하여 필터링하는 아날로그 신호 처리 단계(S310 내지 S370), ADC를 사용하여 상기 아날로그 신호 처리 단계에서 처리된 신호를 디지털 신호로 변환하는 ADC 신호 처리 단계(S400) 및 상기 ADC 신호 처리 단계(S400)에서 디지털 신호로 변환된 신호를 기반으로 물체까지의 거리를 연산하는 거리 연산 단계(S500)를 포함하여 구성될 수 있다.

- [0102] 3-1) 아날로그 신호 처리 단계(S310 내지 S370)
- [0103] 아날로그 신호 처리 단계는, 상기 비트 프리퀀시를 상기 하이 패스 필터 및 제1 로우 패스 필터를 통과하는 과정(S320, S330) 및 상기 하이 패스 필터를 통과한 신호의 에너지와 제1 로우 패스 필터를 통과한 신호의 에너지를 비교(S340)하는 과정을 수행한다.
- [0104] 구체적으로, 제1 로우 패스 필터를 통과한 신호의 에너지가 하이 패스 필터를 통과한 신호의 에너지보다 큰 경우, 해당 신호에 대응되는 저장 공간에 0을 저장하고, 상기 하이 패스 필터를 통과한 신호의 에너지가 제1 로우 패스 필터를 통과한 신호의 에너지보다 크거나 같은 경우, 해당 신호에 대응되는 저장 공간에 1을 저장할 수 있다.
- [0105] 한편, 상기 아날로그 신호 처리 단계(S310 내지 S370)는, 상기 비트 프리퀀시를 상기 하이 패스 필터 및 제1 로우 패스 필터를 통과하는 과정(S320, S330)을 수행하고, 상기 하이 패스 필터를 통과한 신호의 에너지와 제1 로우 패스 필터를 통과한 신호의 에너지를 비교하여, 상기 로우 패스 필터를 통과한 신호의 에너지가 더 큰 경우, 하이 패스 필터 및 제1 로우 패스 필터를 통과하는 과정(S320, S330)으로 되돌아가, 상기 하이 패스 필터 및 제1 로우 패스 필터를 통과하는 과정(S320, S330) 및 하이 패스 필터를 통과한 신호의 에너지와 제1 로우 패스 필터를 통과한 신호의 에너지를 비교하는 과정(S340)을 소정의 회수 만큼 반복하여 수행한다.
- [0106] 한편, 상기 비트 프리퀀시를 상기 하이 패스 필터 및 제1 로우 패스 필터를 통과하는 과정(S320, S330)을 수행하고, 상기 하이 패스 필터를 통과한 신호의 에너지와 제1 로우 패스 필터를 통과한 신호의 에너지를 비교(S340)하여, 상기 하이 패스 필터를 통과한 신호의 에너지가 더 크거나 같은 경우, 상기 하이 패스 필터를 통과한 신호에 cos 신호를 곱하여(S350), 상기 제1 로우 패스 필터와는 다른 제2 로우 패스 필터를 통과(S360) 시킨다. 그 이후, 상기 하이 패스 필터 및 제1 로우 패스 필터를 통과하는 과정(S320, S330)으로 돌아가서 상기 하이 패스 필터 및 제1 로우 패스 필터를 통과하는 과정(S320, S330) 및 하이 패스 필터를 통과한 신호의 에너지와 제1 로우 패스 필터를 통과한 신호의 에너지를 비교(S340)하는 과정을 소정의 회수만큼 반복하여 수행한다.
- [0107] 다시 말해, 상기 아날로그 신호 처리 단계(S300)는, 상기 비트 프리퀀시를 제1 로우 패스 필터 및 하이 패스 필터를 반복적으로 통과(S320, S330) 시켜, 제1 로우 패스 필터 및 하이 패스 필터를 통과 할 때 마다 제1 로우 패스 필터 및 하이 패스 필터를 통과한 신호의 에너지를 비교(S340)하고, 비교 결과를 기록하는 과정을 반복 수행한다.
- [0108] 한편, 라이더 시스템의 경우, 로우 패스 필터 및 하이패스 필터를 반복적으로 통과시켜도, 피크 값을 가지는 주파수를 검출할 수 있는 이유는, 일반적인 레이더 신호는 다양한 주파수에서 피크 값을 가지므로, 로우 패스 필터 및 로우 패스 필터를 이용하여 특정 주파수 영역을 필터링하는 경우, 필터링 이후, 남아 있는 주파수 영역에서 가장 큰 피크 값을 가진다는 보장이 없지만, 라이더 신호는 특정 주파수에서만 피크 값을 가지므로, 로우 패스 필터 및 하이 패스 필터를 반복하여 통과 시키더라도, 가장 큰 피크 값을 가지는 주파수를 검출할 수 있다.
- [0109] 한편, 상술한 과정을 통해 제1 로우 패스 필터 및 하이 패스 필터를 통과할 때마다 각 필터를 통과한 에너지의 크기를 비교한 결과는 거리 연산 단계에서 물체의 위치를 연산하는데 사용된다.
- [0110] 한편, 상기 제1 로우 패스 필터 및 하이 패스 필터를 통과 시키는 소정의 회수는 상기 ADC 신호 처리부의 성능에 따라 결정될 수 있다.
- [0112] 3-2) ADC 신호 처리 단계(S400)
- [0113] ADC 신호 처리 단계(S400)는, 상기 제1 로우 패스 필터 및 하이 패스 필터를 통과한 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 과정이다.
- [0114] 예를 들어, 통상적인 방법의 라이더 시스템은 217.7MSPPS(Sample per Second)의 성능을 가지는 ADC를 사용하여 8192개의 포인트에 대해 FFT를 수행하여 위치를 검출하는데 비해, 본 발명에서는, 상기 제1 로우 패스 필터 및 하이 패스 필터를 통과할 때 마다, FFT를 수행해야될 포인트의 수가 절반씩 줄어들 수 있다. 다시 말해, 본 발명의 제1 로우 패스 필터 및 하이 패스 필터를 통과하는 과정을 5회 반복하는 경우, 256개의 포인트에 대해서만 FFT를 수행하면 되므로, 통상적인 방법의 라이더 시스템의 ADC보다는 낮은 성능의 SPS를 가지는 ADC를 사용할

수 있다.

[0115] 다시 말해, 상기 제1 로우 패스 필터 및 하이 패스 필터를 통과 시키는 소정의 회수와 상기 ADC 신호 처리부의 성능은 반비례할 수 있다.

[0116] 한편, 상기 거리 연산 단계는, 상기 ADC 신호 처리부에서 디지털 신호에 대해 FFT(Fast Fourier Transform)를 수행하여, 상기 ADC 신호 처리부에서 디지털 신호를 주파수 축으로 신호로 변환하여, 가장 큰 크기를 가지는 FFT 포인트가 몇 번째 포인트인지를 검출할 수 있다.

[0117] 그리고 가장 큰 크기를 가지는 FFT 포인트로 검출된 포인트에 대응되는 상기 저장 공간(Filter\_arr)에 저장된 값이 1인 경우, 아래 (수식1)을 기반으로 임시 지점 값을 업데이트 할 수 있다.

[0118] (수식1)

[0119] 
$$tmp_i = tmp_{i-1} + FFTpoint_{original} / 2^{i+1}$$

[0120] (단,  $tmp_1=0$ ,  $FFTpoint_{original}$  = 전체 포인트의 개수,  $i=1$ 이 저장되어 있는 저장 공간(Filter\_arr)의 번호)

[0121] 한편, 검출된 상기 가장 큰 크기를 가지는 FFT 포인트에 대응되는 상기 저장 공간(Filter\_arr)에 저장된 값이 0인 경우, 현재의 임시 지점 값을 유지할 수 있다.

[0122] 한편, 상기 로우 패스 필터 및 하이 패스 필터를 통과 시키는 소정의 회수이상 반복 후의 임시 지점 값과 가장 큰 크기를 가지는 FFT 포인트로 검출된 포인트를 합산하여 추정 FFT 포인트를 산출할 수 있다.

[0124] 3-3) 거리 연산 단계(S500)

[0125] 한편, 거리 연산 단계(S500)는, 상기 산출된 추정 FFT 포인트와 상기 비트 프리퀀시를 기반으로 거리를 계산할 수 있다.

[0126] 예를 들어 아래 (수식2)는 통상의 FMCW라이다 시스템의 거리를 산출하는 수식이다. 본 발명에 따르면, 상기 거리 연산부는 아래 (수식2)를 기반으로 물체까지의 거리를 산출할 수 있다.

[0127] (수식 2)

[0128] 
$$Frequency_{estimated} \times (sweeptime * 0.5 * C) / (2 * \Delta f)$$

[0129] (단:  $Frequency_{estimated}$  = ADC신호처리부에서추정한비트프리퀀시,  $Sweeptime$  = FMCWLidar의Sweeptime,  $C$  = 빛의상수,  $\Delta f$  = FMCWLidar의chirpingbandwidth)

[0130] 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.

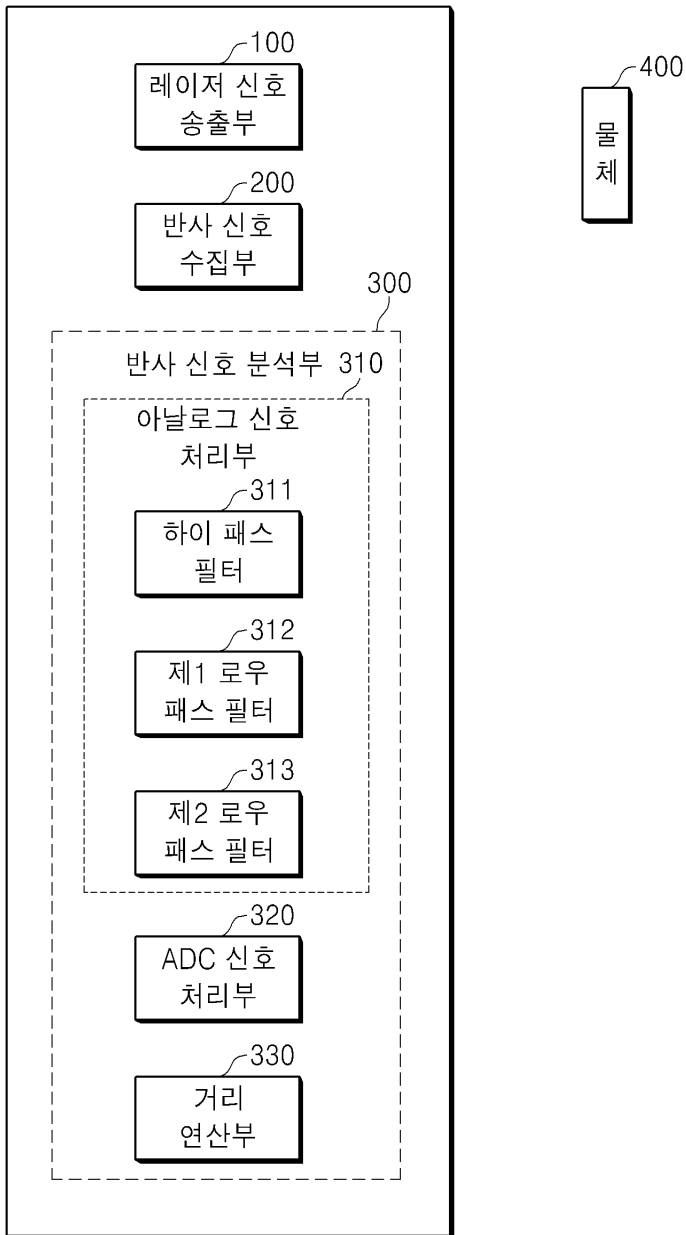
**부호의 설명**

- [0132] 10 : 라이다 시스템
- 100 : 레이저 신호 송출부
- 200 : 반사 신호 수집부
- 300 : 반사 신호 분석부
- 310 : 아날로그 신호 처리부
- 320 : ADC 신호 처리부
- 330 : 거리 연산부

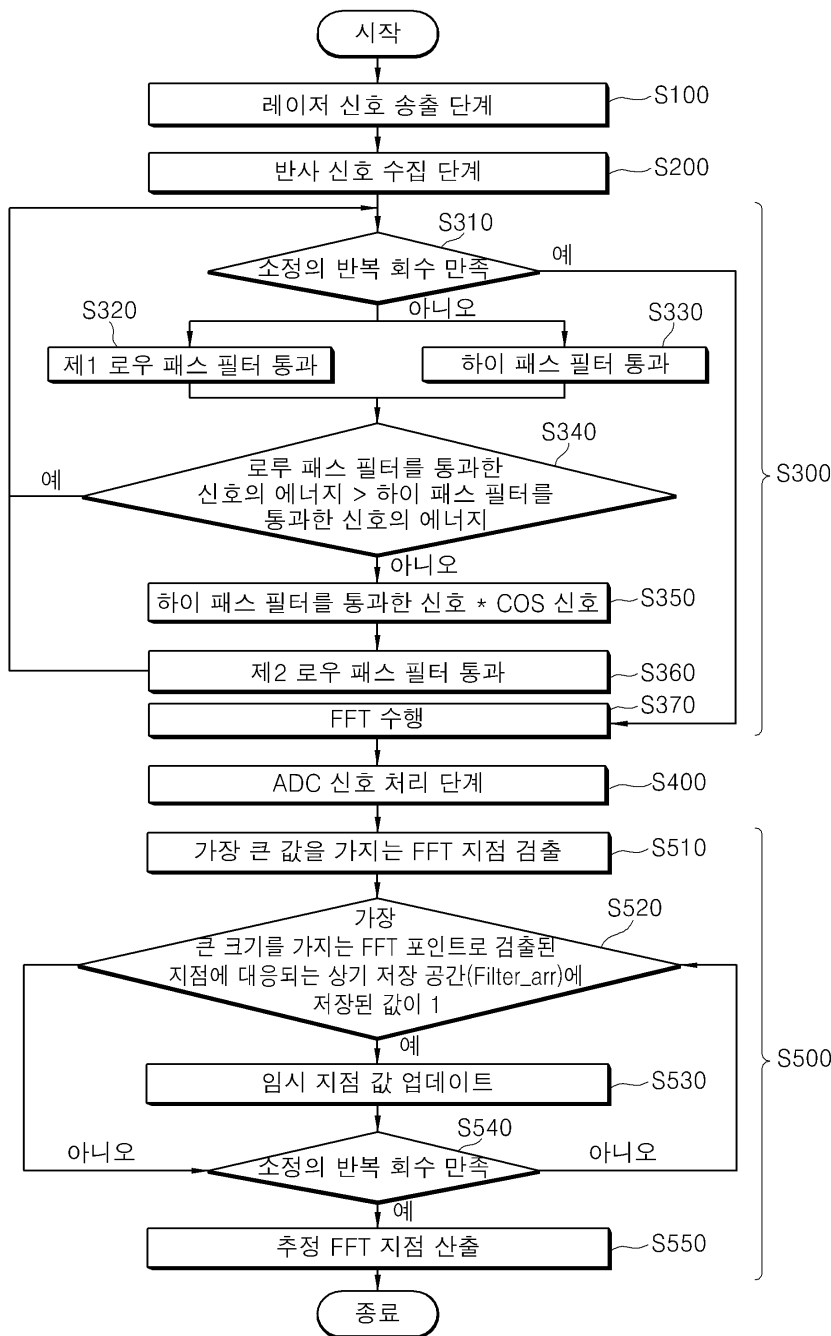
도면

도면1

10



도면2



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 10

【변경전】

청구항 7에 있어서,

상기 거리 연산 단계는,

상기 ADC 신호 처리부에서 디지털 신호에 대해 FFT(Fast Fourier Transform)를 수행하여, 상기 ADC 신호 처리부에서 디지털 신호를 주파수 축으로 신호로 변환하여, 가장 큰 크기를 가지는 FFT 포인트가 몇 번째 포인트인지를 검출하고,

상기 가장 큰 크기를 가지는 FFT 포인트로 검출된 포인트에 대응되는 상기 저장 공간(Filter\_arr)에 저장된 값이 1인 경우,

아래 (수식1)을 기반으로 임시 지점 값을 업데이트 하고,

상기 가장 큰 크기를 가지는 FFT 포인트로 검출된 포인트에 대응되는 상기 저장 공간(Filter\_arr)에 저장된 값이 0인 경우,

현재의 임시 지점 값을 유지하며,

상기 로우 패스 필터 및 하이 패스 필터를 통과 시키는 소정의 회수이상 반복 후의 임시 지점 값과 가장 큰 크기를 가지는 FFT 포인트로 검출된 포인트를 합산하여 추정 FFT 포인트를 산출하여,

상기 산출된 추정 FFT 포인트와 상기 비트 프리퀀시를 기반으로 거리를 계산하는 것을 특징으로 하는 라이다 시스템의 신호 분석 방법.

(수식1)

$$tmp_i = tmp_{i-1} + FFTpoint_{original} / 2^{i+1}$$

(단,  $tmp_1=0$ ,  $FFTpoint_{original}$  = 전체 포인트의 개수,  $i=1$ 이 저장되어 있는 저장 공간(Filter arr)의 번호)

**【변경후】**

청구항 7에 있어서,

상기 거리 연산 단계는,

상기 ADC 신호 처리 단계에서 디지털 신호에 대해 FFT(Fast Fourier Transform)를 수행하여, 상기 ADC 신호 처리 단계에서 디지털 신호를 주파수 축으로 신호로 변환하여, 가장 큰 크기를 가지는 FFT 포인트가 몇 번째 포인트인지를 검출하고,

상기 가장 큰 크기를 가지는 FFT 포인트로 검출된 포인트에 대응되는 상기 저장 공간(Filter\_arr)에 저장된 값이 1인 경우,

아래 (수식1)을 기반으로 임시 지점 값을 업데이트 하고,

상기 가장 큰 크기를 가지는 FFT 포인트로 검출된 포인트에 대응되는 상기 저장 공간(Filter\_arr)에 저장된 값이 0인 경우,

현재의 임시 지점 값을 유지하며,

상기 로우 패스 필터 및 하이 패스 필터를 통과 시키는 소정의 회수이상 반복 후의 임시 지점 값과 가장 큰 크기를 가지는 FFT 포인트로 검출된 포인트를 합산하여 추정 FFT 포인트를 산출하여,

상기 산출된 추정 FFT 포인트와 상기 비트 프리퀀시를 기반으로 거리를 계산하는 것을 특징으로 하는 라이다 시스템의 신호 분석 방법.

(수식1)

$$tmp_i = tmp_{i-1} + FFTpoint_{original} / 2^{i+1}$$

(단,  $tmp_1=0$ ,  $FFTpoint_{original}$  = 전체 포인트의 개수,  $i=1$ 이 저장되어 있는 저장 공간(Filter arr)의 번호)