



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년01월20일
(11) 등록번호 10-2205308
(24) 등록일자 2021년01월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 13/34 (2006.01) G01S 13/10 (2006.01)
G01S 13/89 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01S 13/341 (2013.01)
G01S 13/103 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0112417
(22) 출원일자 2020년09월03일
심사청구일자 2020년09월03일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020130051694 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
이성주
서울특별시 광진구 뚝섬로35길 32, 308-1110
백성민
서울특별시 광진구 광나루로13길 5, 306호
(74) 대리인
이강민, 안준형, 남승희

전체 청구항 수 : 총 4 항

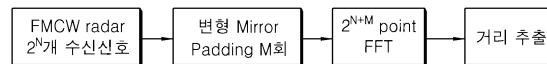
심사관 : 김민성

(54) 발명의 명칭 변형된 미러 패딩을 이용한 FMCW 레이더의 거리 정밀도 개선

(57) 요약

FMCW 레이더에서 거리 정보를 포함하고 있는 비트 주파수를 고속 푸리에 변환하는 과정에서 샘플링 된 비트 주파수의 마지막 극점 인덱스를 구하여 극점 인덱스에서 미러 패딩을 하여 샘플링 수를 증가시켜 주파수 정밀도를 개선하여 거리 정밀도를 향상한 발명

대표도 - 도10



(52) CPC특허분류
 G01S 13/89 (2019.05)

(56) 선행기술조사문헌
 KR1020200086935 A*
 KR1020150146288 A
 W02016033361 A1
 W02016108406 A1
 SciPy community. numpy.pad document. [online],
 2017년 6월. [2020년 9월 21일 검색], 인터넷:
 <URL: <https://docs.scipy.org/>>*
 KR1020180135721 A
 KR1020030039441 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 | 1711108024 |
| 과제번호 | 2020R1A2C1007546 |
| 부처명 | 과학기술정보통신부 |
| 과제관리(전문)기관명 | 한국연구재단 |
| 연구사업명 | 개인기초연구(과기정통부)(R&D) |
| 연구과제명 | 실내보안용 초고해상도 지능형 레이더센서 신호처리 연구 |
| 기여율 | 1/2 |
| 과제수행기관명 | 세종대학교 |
| 연구기간 | 2020.03.01 ~ 2021.02.28 |

명세서

청구범위

청구항 1

송신 신호를 생성하여 외부로 송신하는 송신부;
 상기 송신 신호가 소정의 물체로부터 반사되어 수신되는 수신 신호를 수신하는 수신부;
 상기 송신 신호와 수신 신호를 믹싱하여 믹싱신호를 생성하는 믹싱부; 및
 상기 믹싱신호로부터 비트 주파수를 추출하여 물체와 레이더의 거리를 산출하는 처리부 DSP;
 를 포함하여 구성되며,
 상기 DSP는,

상기 믹싱신호의 디지털 변환 샘플들의 극점을 구하여 마지막 극점을 선택하여, 상기 마지막 극점을 축으로 하여 상기 믹싱신호의 디지털 변환 샘플들을 대칭하여 덧붙임으로써 샘플수를 확장한 후, 비트 주파수를 추출하는 것을 특징으로 하는 FMCW 레이더 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 마지막 극점은,

상기 디지털 변환 샘플들의 마지막 3개 샘플들로부터 각 2개 샘플들의 기울기를 구하고 기울기가 변화하는 구간을 마지막 극점으로 선택하는 것을 특징으로 하는 FMCW 레이더 장치.

청구항 4

FMCW 레이더에서,

비트 주파수를 추출하여 거리를 산출하는 방법에 있어서,

송신 신호 및 수신 신호를 믹싱하는 송수신 신호 믹싱단계;

상기 송수신 신호 믹싱단계에서 믹싱된 신호를 디지털 신호 샘플들로 변환하는 디지털 신호 변환단계;

상기 디지털 신호 변환단계에서 변환된 디지털 신호 샘플들의 극점을 구하여 마지막 극점을 선택하여, 상기 마지막 극점을 축으로 하여 디지털 신호 샘플들을 대칭하여 덧붙임으로써 샘플들의 수를 확장하는 미리 패딩 단계;

상기 미리 패딩 단계에서 미리 패딩되어 확장된 샘플들로부터 비트 주파수를 추출하는 비트주파수 추출 단계;

상기 추출한 비트 주파수로부터 물체와 레이더 사이의 거리를 산출하는 단계;

를 포함하는 거리 산출 방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 마지막 극점은,

상기 디지털 신호 샘플들의 마지막 3개 샘플들로부터 각 2개 샘플들의 기울기를 구하고 기울기가 변화는 구간을 마지막 극점으로 선택하는 것을 특징으로 하는 거리 산출 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 FMCW 레이더로 거리를 측정할 때, 거리 정밀도를 향상하기 위해 변형된 미러 패딩을 적용하는 방법을 제공한다.

배경 기술

[0002] FMCW(Frequency Modulated Continuous Wave: 주파수 변조 연속파) 레이더는 거리 측정 레이더로, 단순한 신호 처리 방식과 송수신기의 간단한 구성으로 지능형 운전자 보조 시스템(Advanced Driver Assistance System: 이하 ADAS)에 적용하기 용이하다.

[0003] FMCW 레이더의 원리는, 신호를 송신파 혹은 삼각파로 송신하고 이러한 신호가 물체와 충돌 후 반사되어 돌아오는 수신 파형을 통하여 물체의 거리를 감지하는 것이다. 이후 송신 신호와 수신 신호를 믹싱하고, 믹싱 신호에서는 도플러 효과가 나타나는 비트 주파수가 생성된다. 도플러 효과란, 파동에서 파동원과 관찰자의 상대 속도에 따라 진동수와 파장이 바뀌는 현상이다. 비트 주파수는 도플러 효과에 의해 거리 및 상대 속도에 관한 정보를 포함하고 있다. 상기 비트 주파수를 포함하는 믹싱 신호는 ADC에서 디지털 신호로 전환되어 DSP로 입력된 후 고속 푸리에 변환을 통해 거리에 대한 정보를 추출하게 된다.

[0004] 거리 정밀도를 향상하기 위해서는 고속 푸리에 변환을 통해 추출한 비트 주파수에서 주파수 해상도와 거리 해상도를 1 대 1 매칭시키고, 주파수 해상도를 향상을 위해 고속 푸리에 변환 포인트를 늘린다. 주파수 해상도와 거리 해상도의 1 대 1 대응으로 거리 해상도도 향상됨을 알 수 있다. 이에 고속 푸리에 변환 포인트 수를 늘리기 위하여 제로 패딩 기법을 적용하는 데 이 기법의 원리는 수신 신호의 샘플링 수를 늘리는 방식이며, 샘플링 신호의 마지막 신호 이후에 같은 시간 간격만큼으로 진폭이 0인 신호를 주입하는 방법이다.

[0005] 그러나, 제로 패딩 기법을 사용하여 고속 푸리에 변환하게 되면 메인 로브(Main lobe) 이외의 주파수에서 사이드 로브(side lobe)가 발생하게 되어 비트 주파수 신호의 정확성이 떨어지게 된다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0006] (특허문헌 0001) 한국공개특허공보 제10-2013-0051694호
- (특허문헌 0002) 국제공개특허 W02016-108406호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기와 같은 문제를 해결하기 위하여 변형된 미러 패딩을 사용하여 사이드 로브(side lobe)를 줄이면서 거리 해상도를 향상하는 발명을 제안한다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기의 문제를 해결하기 위해 본 발명에서는, 송신 신호를 생성하여 외부로 송신하는 송신부; 상기 송신 신호가 소정의 물체로부터 반사되어 수신되는 수신 신호를 수신하는 수신부; 상기 송신 신호와 수신 신호를 믹싱하여 믹싱신호를 생성하는 믹싱부; 및 상기 믹싱신호로부터 비트 주파수를 추출하여 물체와 레이더의 거리를 산출하

는 처리부 DSP; 를 포함하여 구성되며, 상기 DSP는, 상기 믹싱신호의 디지털 변환 샘플들을 미리 패딩하여 샘플 수를 확장한 후, 비트 주파수를 추출하는 것을 특징으로 하는 FMCW 레이다 장치를 제공한다.

- [0009] 구체적으로 상기 DSP에서 디지털 변환 샘플들을 미리 패딩하여 샘플수를 확장하는 것은, 상기 디지털 변환 샘플들의 마지막 극점을 선택하고, 상기 마지막 극점을 축으로 하여 상기 디지털 변환 샘플들을 대칭하여 덧붙임으로써 샘플수를 확장하는 것을 특징으로 하는 FMCW 레이다 장치를 제공하고,
- [0010] 더 구체적으로 상기 마지막 극점은, 상기 디지털 신호 샘플들의 마지막 3개 샘플들로부터 각 2개 샘플들의 기울기를 구하고 기울기가 변화하는 구간을 마지막 극점으로 선택하는 것을 특징으로 하는 FMCW 레이다 장치를 제공한다.
- [0011] 또한 FMCW 레이다에서, 비트 주파수를 추출하여 거리를 산출하는 방법에 있어서,
- [0012] 송신 신호 및 수신 신호를 믹싱하는 송수신 신호 믹싱단계; 상기 송수신 신호 믹싱단계에서 믹싱된 신호를 디지털 신호 샘플들로 변환하는 디지털 신호 변환단계;
- [0013] 상기 디지털 신호 변환단계에서 변환된 디지털 신호 샘플들을 미리 패딩하여 샘플들의 수를 확장하는 미리 패딩 단계; 상기 미리 패딩 단계에서 미리 패딩되어 확장된 샘플들로부터 비트 주파수를 추출하는 비트주파수 추출 단계; 상기 추출한 비트 주파수로부터 물체와 레이다 사이의 거리를 산출하는 단계; 를 포함하는 거리 산출 방법을 제공한다.
- [0014] 구체적으로 나타내면 상기 미리 패딩 단계는, 상기 디지털 신호 변환단계에서 변환되어 샘플링된 디지털 신호 샘플들의 마지막 극점을 선택하고, 상기 마지막 극점을 축으로 하여 상기 디지털 신호 샘플들을 대칭하여 덧붙임으로써 샘플수를 확장하는 것을 특징으로 하는 거리 산출 방법이다.
- [0015] 더 구체적으로 상기 마지막 극점은, 상기 디지털 신호 샘플들의 마지막 3개 샘플들로부터 각 2개 샘플들의 기울기를 구하고 기울기가 변화하는 구간을 마지막 극점으로 선택하는 것을 특징으로 하는 거리 산출 방법이다.

발명의 효과

- [0016] 종래 기술에서 적용하는 제로 패딩 기법 및 미리 패딩 기법에서는 고속 푸리에 변환 후 사이드 로브(side lobe)가 발생하여 원하는 비트 주파수를 추출하지 못하는 문제가 있었다. 이에 본 발명에서는 패딩 기법 이후에 생성되는 샘플링 신호의 매끄럽지 못한 부분뿐 아니라 고속 푸리에 변환 이후에 발생하는 사이드 로브(side lobe)도 제거하여 정확한 비트 주파수를 추출하여 거리 정보를 구할 수 있어 거리 정밀도가 향상된다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 FMCW 레이다의 송수신기 구성이다.
- 도 2는 거리 해상도와 주파수 해상도의 관계를 나타낸 그래프이다.
- 도 3은 기본 샘플링 신호에 대하여 시간 영역에서의 각 샘플들의 진폭 및 이를 고속 푸리에 변환하여 주파수 영역으로 나타낸 그래프이다.
- 도 4는 도 3의 샘플링 신호에 대하여 제로 패딩을 적용한 후, 시간 영역과 주파수 영역으로 나타낸 것이다.
- 도 5는 도 3의 샘플링 신호에 대하여, 종래 미리 패딩 기법을 사용한 신호 그래프이다.
- 도 6은 도 3의 샘플링 신호에 대하여 종래의 미리 패딩을 적용한 후, 시간 영역과 주파수 영역으로 나타낸 것이다.
- 도 7은 본 발명의 변형된 미리 패딩 기법의 알고리즘에 관한 표현이다.
- 도 8은 본 발명의 변형된 미리 패딩 기법을 사용한 신호 그래프이다.
- 도 9는 본 발명의 변형된 미리 패딩 기법을 적용하여 신호에 대하여 시간 영역으로 나타낸 그래프와 고속 푸리에 변환하여 주파수 영역으로 나타낸 그래프이다.
- 도 10은 본 발명의 변형된 미리 패딩 기법을 적용하는 알고리즘이다.
- 도 11은 본 발명에서 변형된 미리 패딩을 반복 적용하는 알고리즘에 대한 예이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 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.

[0019] 1. FMCW 레이더의 거리 측정 방법

[0020] 1.1. FMCW 레이더의 송수신기 구성과 신호 처리 방법

[0021] FMCW 레이더는 도 1과 같이 파형 신호를 만드는 파형 발생기(Wave Generator)(101), 디지털 신호를 아날로그 신호로 변환하는 DAC(Digital Analog Converter)(102), 파형 신호를 톱니파 또는 삼각파로 변형하는 VCO(Voltage Control Oscillator)(103), 송수신 신호를 증폭하는 AMP(Amplifier)(104,105), 수신된 신호의 노이즈를 제거해주는 LPF(Low Pass Filter)(106), 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환해주는 ADC(Analog Digital Converter)(107), 신호를 고속 푸리에 변환해주는 DSP(Digital Signal Processor)(108)로 구성된다.

[0022] FMCW 레이더의 신호 처리 방식을 설명하면, 파형 발생기에서 파형을 생성하여 DAC를 지나 디지털 파형을 아날로그 파형으로 전환하고, 이 아날로그 파형을 VCO에서 톱니파 또는 삼각파형으로 변환한 후 AMP에서 증폭된 신호를 송신하면, 송신신호가 물체와 부딪힌 후 반사되어 돌아오게 된다. 반사파는 수신 신호가 되고, 수신 신호를 AMP에서 증폭한 후 송신 신호와 믹싱한다. 다음으로 믹싱된 신호를 LPF를 통과시킨 후, 노이즈는 제거하고 비트 주파수를 추출한다.

[0023] 비트 주파수는 도플러 효과의 영향으로 레이더와 물체 사이의 거리 및 상대 속도에 대한 정보를 가지고 있으며, 송신 신호와 수신 신호가 중첩된 신호에서 추출되는 주파수이다.

[0024] 이러한 비트 주파수는 ADC를 통하여 디지털 신호로 변환된 후 DSP에서 고속 푸리에 변환되어, 이로부터 거리 정보를 추출할 수 있게 한다.

[0025] 이와 같이 FMCW 레이더의 신호 처리 방법과 송수신기 구성이 간단하여 지능형 운전자 보호 시스템에 유용하게 사용된다.

[0026] 1.2. 고속 푸리에 변환

[0027] 고속 푸리에 변환은 시간 영역으로 이루어진 신호를 주파수 영역으로 변환하는 것이다.

[0028] 본 발명에서는 여러 주파수가 중첩된 비트 주파수를 DSP에서 주파수 영역에서 분해하여 비트주파수가 담고 있는 거리 정보를 추출한다. 고속 푸리에 변환에서의 샘플링 수가 증가하면 주파수 해상도가 높아져 신호에 대한 정밀한 변환이 가능하다.

[0029] 1.3. 비트주파수

[0030] 비트 주파수란, 주파수가 비슷한 두 진동이 중첩되어 규칙적으로 커졌다 작아졌다를 반복하는 지점의 주파수이다. 비트 주파수는 중첩되는 신호의 각 주파수의 차이로 볼 수도 있다. FMCW 레이더에서 송신된 신호와 수신된 신호가 믹싱되므로 비트 주파수가 생성된다. 이러한 비트 주파수는 도플러 효과에 의해서 거리와 상대 속도 정보를 가지고 있다.

[0031] 도플러 효과(Dopler Shift)란, 파동원과 관찰자의 상대 속도에 따라 주파수와 파장이 바뀌는 현상이다. 이로써 거리에 대한 정보를 고속 푸리에 변환하여 비트 주파수를 알게 되면 얻을 수 있다.

[0032] [수학식 1]

$$f_b = \frac{2 \cdot BW \cdot R}{C \cdot T_m}$$

[0034] 상기 수학식 1은 비트 주파수에 관한 식이다. f_b 는 비트 주파수를 나타낸다. BW 는 레이더의 변조 대역폭이며, C 는 빛의 속도로 정해져 있는 상수이다. R 은 레이더와 물체 사이의 거리이며, T_m 는 신호의 전송시간

이다. 수학적 식 1에서 레이다와 물체 사이의 거리를 제외한 다른 변수들은 상수로 비트 주파수는 레이다와 물체 사이의 거리가 서로 비례함을 알 수 있다. 비트 주파수를 통하여 레이다와 물체 사이의 거리 정보를 구하기 위하여 상기 수학적 식 1을 수학적 식 2로 변형하였다.

[0035] [수학적 식 2]

$$R_r = \frac{C \cdot \Delta f \cdot T_m}{2 \cdot BW}$$

[0036] 수학적 식 2는 거리 간격 또는 거리 해상도에 관한 식이다. R_r 는 거리 해상도이다. BW 는 레이다의 변조 대역폭이며, C 는 빛의 속도로 정해져 있는 상수이다. T_m 는 신호의 전송시간이고, Δf 는 고속 푸리에 변환할 때 주파수 간격이며 주파수 해상도라고도 한다. 수학적 식 2에서 C, T_m, BW 는 모두 상수이며, 거리 해상도와 주파수 해상도가 서로 비례함을 알 수 있다. 이에 도 2와 같이 주파수 해상도(220)와 거리 해상도(210)를 1 대 1 대응시켜 거리 해상도를 향상시킬 수 있다. 즉, 주파수 해상도가 향상되면 거리 해상도가 향상

된다. $\Delta f = \frac{F_s}{N}$ 로 계산되며 F_s 는 고속 푸리에 샘플링 속도, N 는 샘플링 수이다. 이에 N 인 샘플링 수를 늘리게 되면 주파수 간격이 작아지고 더 정밀한 거리 해상도가 된다.

[0038] 2. 종래기술

[0039] 2.1. 제로 패딩 기법

[0040] 본 발명에서의 실시 예에서는 단일 물체를 감지하면 시간 영역에서 샘플링 신호가 정현파 형태인 것을 적용하여 나타내었다. 도 3 (a)는 샘플링 수 256개로 구성된 패딩 기법을 사용하지 않은 시간 영역에서의 비트 주파수 신호를 나타내는 예이다. 256개로 구성된 샘플링 수를 고속 푸리에 변환하여 주파수 영역에서 나타낸 것이 도 3 (b)이다.

[0041] 도 3 (b)에서 비트 주파수 신호에서 사이드 로브(side lobe)가 많이 발생하며 샘플링 된 주파수가 조밀하지 않음을 알 수 있다.

[0042] 이에 도 4 (a)와 같이 샘플링 수를 늘리기 위하여 256개의 샘플링을 추가로 진행한다. 크기가 0이고 샘플링 수가 256개인 신호를 추가하는 것을 제로 패딩 기법이라고 한다. 이에 도 4 (a)에서 시간 영역에서 샘플링 수가 512개인 비트 주파수 신호가 만들었고, 이 비트 주파수 신호를 고속 푸리에 변환하여 주파수 영역에 표현한 예가 도 4 (b)이다.

[0043] 고속 푸리에 변환하여 주파수 영역에 나타낸 도 4 (b)는 도 3(b)보다는 적지만 여전히 사이드 로브(side lobe)가 발생함을 확인 할 수 있다.

[0044] 2.2. 미러 패딩 기법

[0045] 미러 패딩이란, 도 5와 같이 시간 영역에서 샘플링된 신호들(송신신호와 수신신호를 믹싱하고 AD 변환한 신호) 샘플링 신호의 마지막 샘플링 신호의 끝점을 축으로 하여 그래프상에서 좌측에 보여지는 기존 샘플링 신호를 y 축 대칭하여 연장하여 FFT의 샘플링 포인트의 수를 늘리는 기법이다. 하지만, 미러 패딩 기법 역시 도 5에서 표시한 곳과 같이 미러링의 기준이 되는 마지막 샘플링 신호에서 미러 패딩 후 발생하는 매끄럽지 않은 구간에 의해 사이드 로브(side lobe)가 발생하게 된다. 단, 도 5는 ADC를 통과하여 각 샘플에서 점으로 형성된 신호를 연결하여 연속성 있게 표현하여 나타낸 것이다.

[0046] 예를 들어 도 6 (a)와 같이 256번째 샘플을 기준으로 미러 패딩을 한 경우, 시간 영역으로 나타낸 신호에서 x축은 샘플링 수로 나타낼 때, 위상은 다르나 크기가 같은 구간이 발생하게 된다. 이러한 구간은 도 6 (b)에서와 같이 고속 푸리에 변환하여 주파수 영역으로 표현하면 사이드 로브가 발생하게 된다.

[0047] 3. 본원 발명

[0048] 3.1. 극점 구하기

[0049] 이에 본 발명에서는 미러 패딩 기법을 사용하여도 사이드 로브(side lobe)가 발생하지 않도록 하는 도 7과 같은

변형된 미리 패딩 기법을 제안한다.

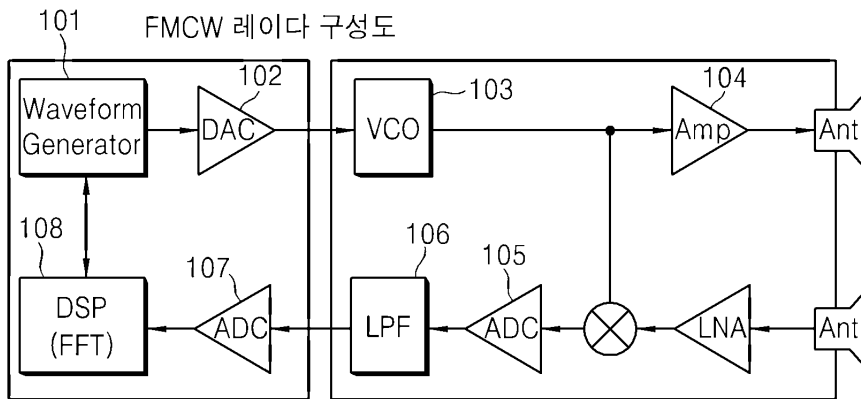
- [0050] 본 발명의 변형된 미리 패딩 기법은 도 8에 도시된 것과 같이, 샘플링 신호의 마지막 극점(810)에서 미리 패딩을 진행한다. 극점이란, 기울기의 부호가 바뀌는 점이다. 극점을 구하는 방법은 예를 들면, 비트 주파수 샘플링 수가 256개일 때 256 번째, 255 및 254 번째 샘플링을 추출한다. 추출한 3개의 샘플링에서 256과 255 사이의 기울기, 255와 254 사이의 기울기를 구하여 두 개의 기울기를 구하고 두 기울기의 부호가 바뀌는 점을 극점으로 결정한다. 이후 극점을 기준으로 Y축 대칭하여 시간 영역에서의 비트 주파수 신호가 매끄럽지 못하던 부분을 해소하게 된다.
- [0051] 도 9 (a)는 본 발명의 변형된 미리 패딩 기법을 적용한 시간 영역에서 비트 주파수 신호를 나타낸 것이다. 도 9 (b)는 변형된 미리 패딩 기법을 사용하여 고속 푸리에 변환한 비트 주파수 신호를 나타낸 것이다. 제로 패딩 기법을 한 도 4 (b)와 종래의 미리 패딩 기법을 적용한 도 6 (b)와 달리 사이드 로브(side lobe)가 제거 된 것을 확인 할 수 있다.
- [0052] 3.2. 반복적인 미리 패딩
- [0053] 본원 발명에서는 상기와 같이 극점을 구하여 도 10와 같이 미리 패딩을 여러 번 반복하여 샘플링 개수를 증가하는 알고리즘으로 구성된다.
- [0054] 상기 예시 도 9(a)에서는 초기 비트 주파수 신호 샘플링 수가 256개에서 미리 패딩을 한 번 진행하여 샘플링 수가 512개가 되었다. 도 10은 변형된 미리 패딩을 반복적으로 진행할 때 증가하는 샘플링 수에 대한 실시 예이다. 도 10 에서는 고속 푸리에 변환의 샘플링 수가 2^N 일 때, M 번의 변형된 미리 패딩을 진행하여 샘플링 수가 2^{M+N} 로 증가함을 나타내었다. 도 11에서는 본 발명의 변형된 미리 패딩 기법을 사용한 실시 예이다. 도 11은 본 발명에서 적용한 샘플링 수 256개에서 변형된 미리 패딩을 1번 진행하여 극점의 위치에 따라 최대 샘플링 수 512개에서 최소 샘플링 수 $512-\alpha$ 가 되고, 2번의 변형된 미리 패딩을 진행하면 최대 샘플링 수 1024개에서 최소 $1024-\beta$ 가 되는 것을 나타낸 것이다.
- [0055] 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

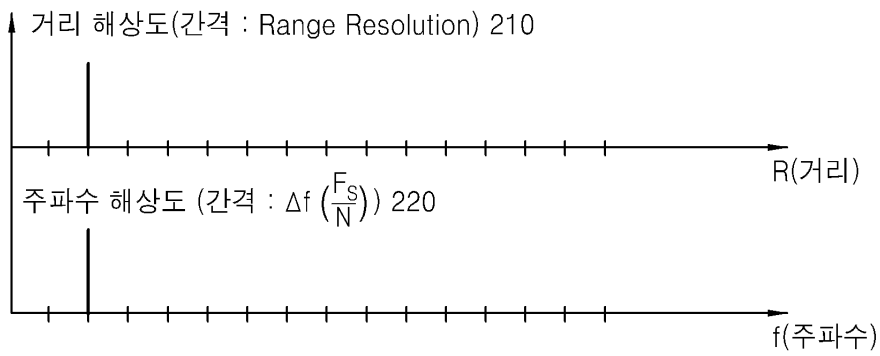
- [0056] 101 과형발생기
- 102 디지털 아날로그 변환기(DAC)
- 103 Voltage Control Oscillator (VCO)
- 104 Amplifier (AMP)
- 105 Amplifier (AMP)
- 106 LowPassFilter (LPF)
- 107 아날로그 디지털 변환기(ADC)
- 108 Digital Signal Processor (DSP)
- 210 거리 해상도
- 220 주파수 해상도
- 810 극점

도면

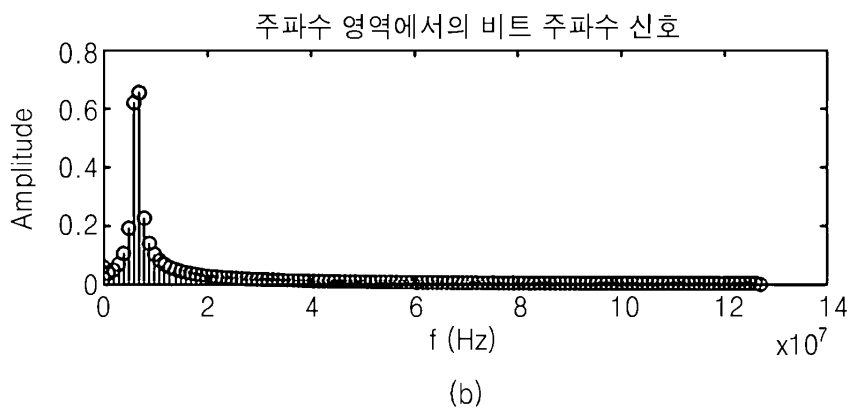
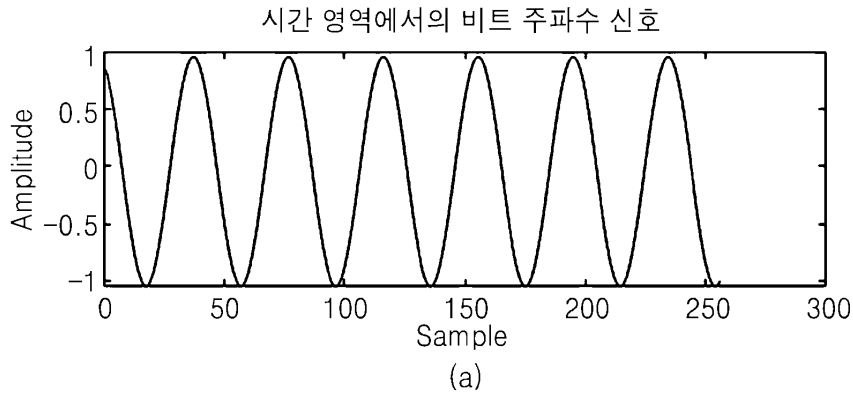
도면1



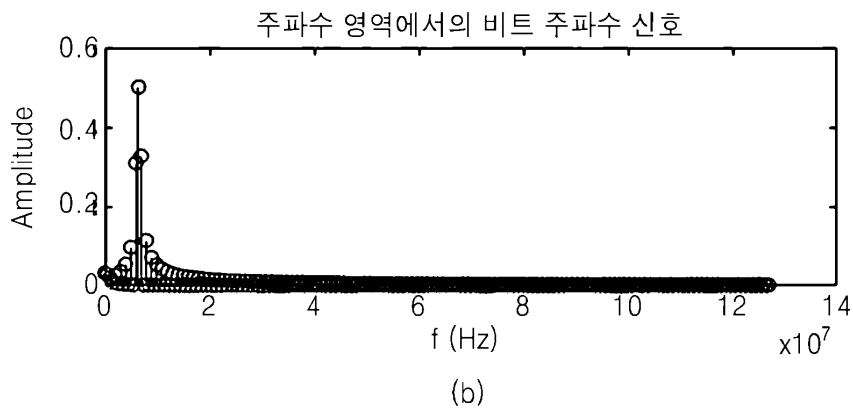
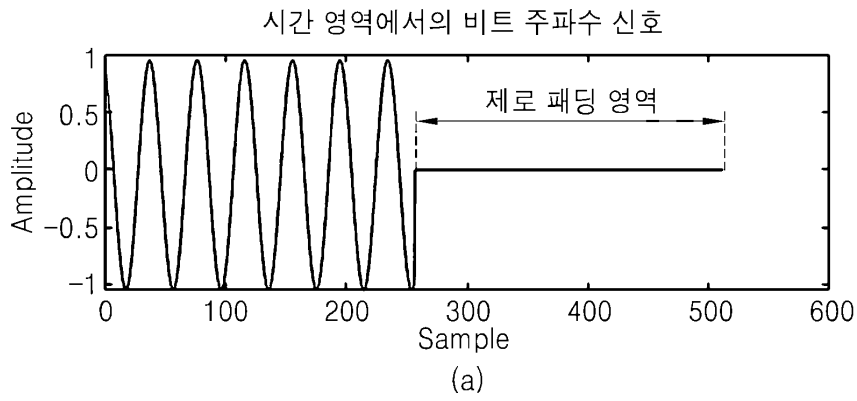
도면2



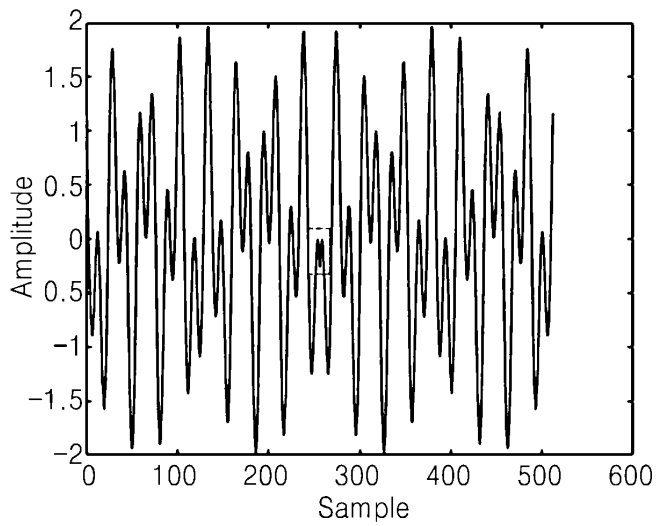
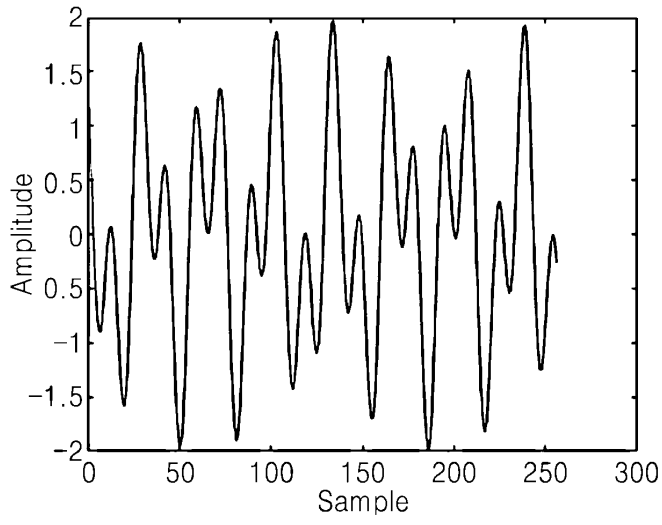
도면3



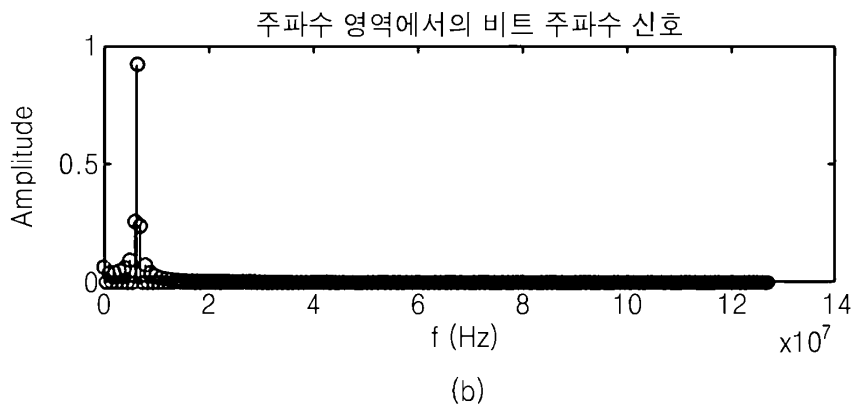
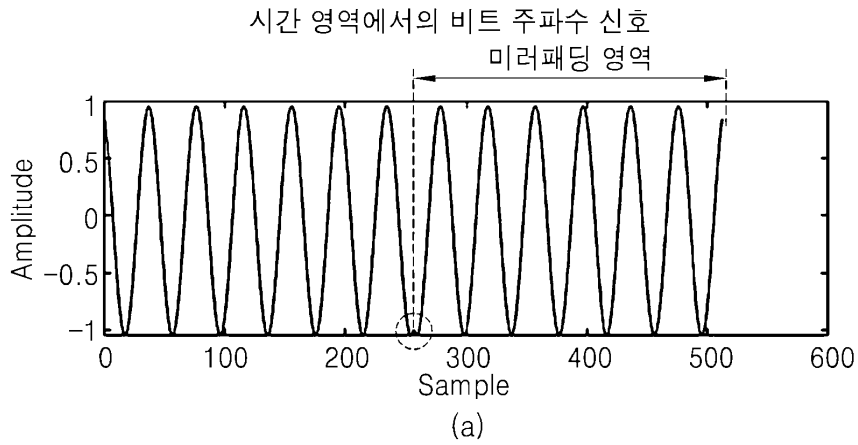
도면4



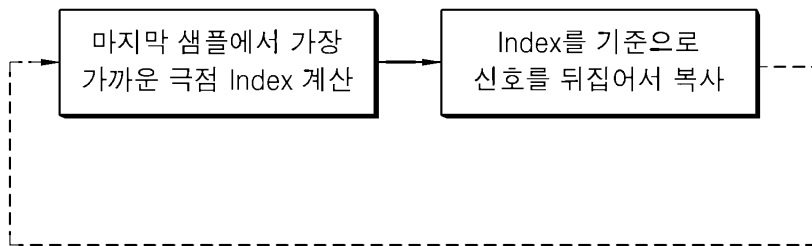
도면5



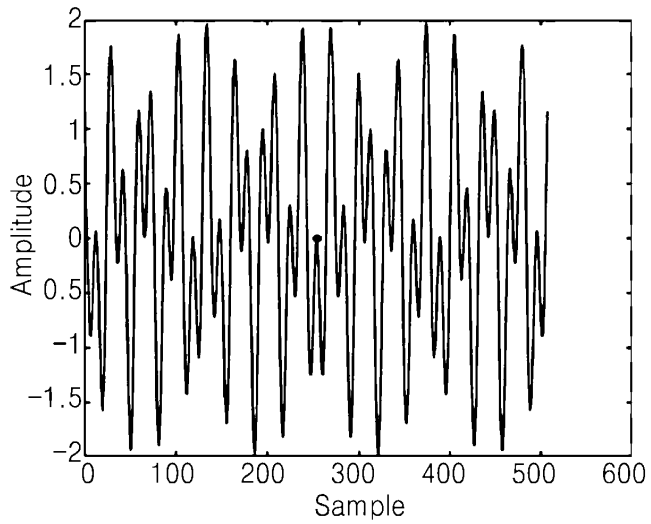
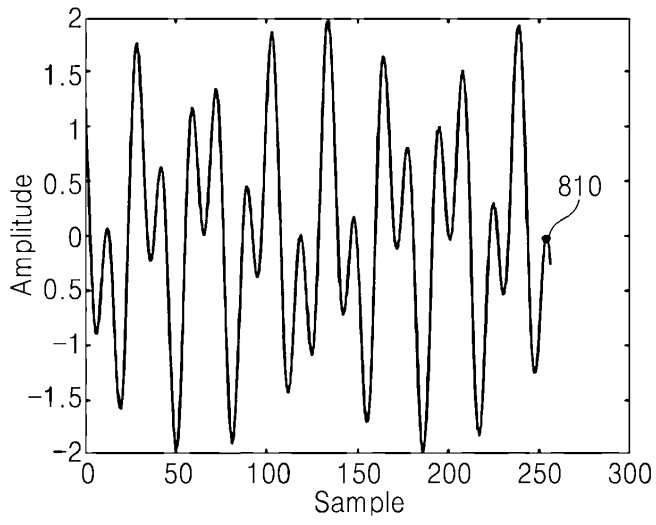
도면6



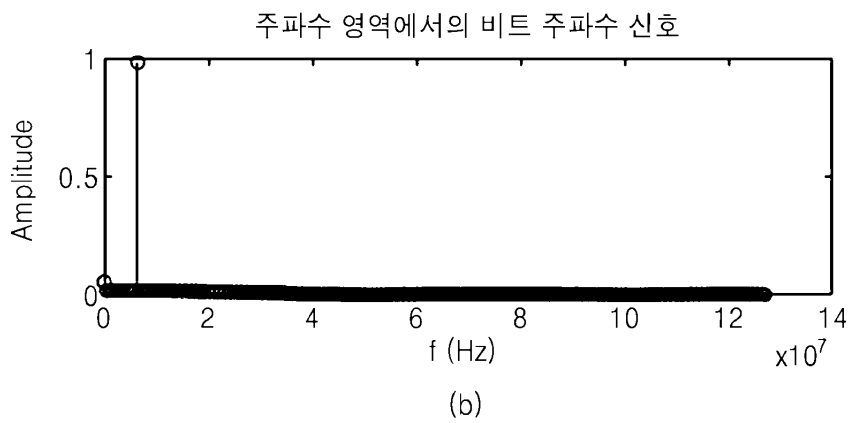
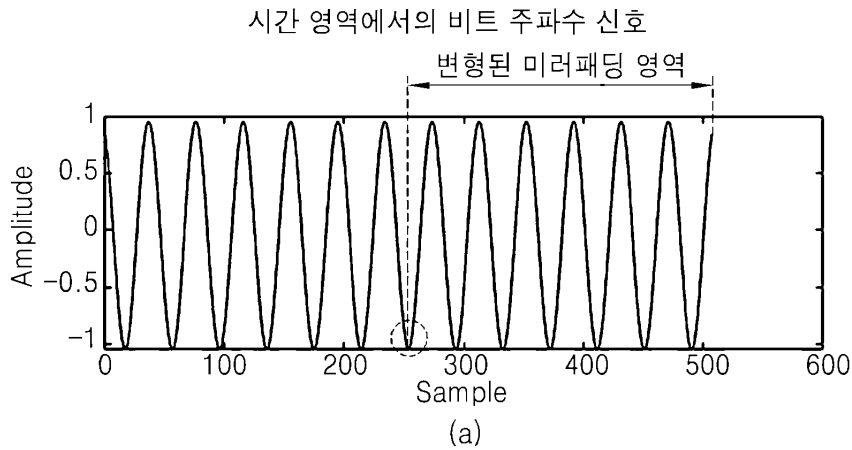
도면7



도면8



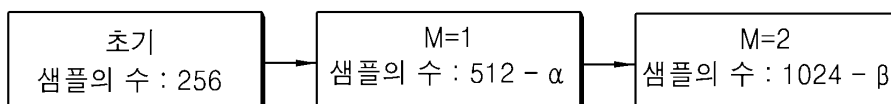
도면9



도면10



도면11



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 3

【변경전】

제1항에 있어서,

상기 마지막 극점은,

상기 디지털 신호 샘플들의 마지막 3개 샘플들로부터 각 2개 샘플들의 기울기를 구하고 기울기가 변화는 구간을 마지막 극점으로 선택하는 것을 특징으로 하는 FMCW 레이더 장치.

【변경후】

제1항에 있어서,

상기 마지막 극점은,

상기 디지털 변환 샘플들의 마지막 3개 샘플들로부터 각 2개 샘플들의 기울기를 구하고 기울기가 변화는 구간을 마지막 극점으로 선택하는 것을 특징으로 하는 FMCW 레이더 장치.