



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0028041
(43) 공개일자 2023년02월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 7/52 (2006.01) G01S 15/00 (2020.01)
G01S 15/931 (2020.01)
(52) CPC특허분류
G01S 7/52006 (2013.01)
G01S 15/006 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0110486
(22) 출원일자 2021년08월20일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
현대모비스 주식회사
서울특별시 강남구 테헤란로 203 (역삼동)
(72) 발명자
이재영
경기도 용인시 처인구 중부대로1158번길 12, 201
동 1504호 (삼가동, 행정타운늘푸른오스카빌아파
트)
(74) 대리인
특허법인지명

전체 청구항 수 : 총 12 항

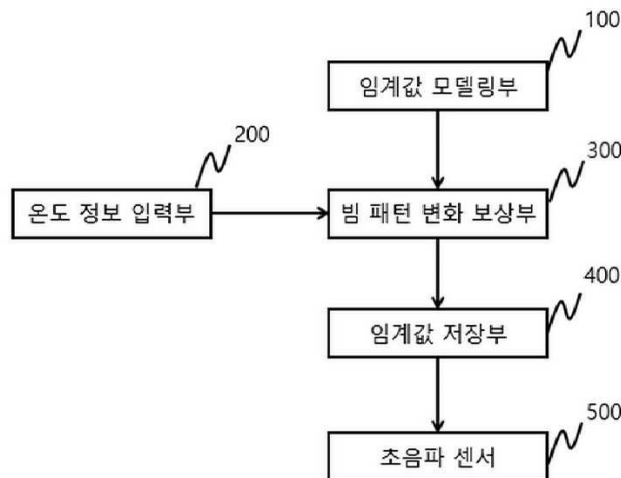
(54) 발명의 명칭 초음파 센서의 보상 시스템 및 방법

(57) 요약

본 발명은 초음파 센서의 보상 시스템에 관한 것이다.

본 발명은 온도 변화에 따른 초음파 신호의 빔 패턴 변화를 모델링하는 임계값 모델링부; 온도 정보를 제공하는 온도 정보 입력부; 센서가 차량에 설치된 높이 정보를 제공하는 센서 높이 측정부; 임계값 모델링부에 의해 생성된 모델에 온도 정보를 적용하여 빔 패턴 변화 정보를 검출하고, 검출된 빔 패턴 변화 정보에 대응되도록 초음파 센서의 임계값을 보상하는 빔 패턴 변화 보상부; 및 빔 패턴 변화 보상부에 의해 보상된 임계값을 저장하는 임계값 저장부를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01S 15/931 (2013.01)

G01S 2015/939 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

온도 변화에 따른 초음파 신호의 빔 패턴 변화를 모델링하는 임계값 모델링부;

온도 정보를 제공하는 온도 정보 입력부;

상기 임계값 모델링부에 의해 생성된 모델에 상기 온도 정보를 적용하여 빔 패턴 변화 정보를 검출하고, 검출된 상기 빔 패턴 변화 정보에 대응되도록 초음파 센서의 임계값을 보상하는 빔 패턴 변화 보상부; 및

상기 빔 패턴 변화 보상부에 의해 보상된 임계값을 저장하는 임계값 저장부를 포함하는 초음파 센서의 보상 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 임계값 모델링부는,

초음파 센서 개발 시, 수직 방향 빔 패턴을 측정하고, 특정 온도에서의 음파 속도(Cd)를 계산한 후 특정 온도에서의 수직 방향 빔 패턴 근사화를 통해 초음파 신호의 빔 패턴을 생성하는 것인 초음파 센서의 보상 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 빔 패턴 변화 보상부는,

상기 수직 방향 빔 패턴을 측정 시, Rayleigh-Sommerfeld 회절 이론을 이용하여 공간상의 음압을 산출하는 것인 초음파 센서의 보상 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 센서가 차량에 설치된 높이 정보를 제공하는 센서 높이 측정부를 더 포함하고,

상기 빔 패턴 변화 보상부는,

상기 온도 정보 입력부에 의해 제공되는 온도 정보와 상기 센서 높이 측정부로부터 센서의 설치 높이 정보를 제공받고, 제공된 센서 높이(m)와 차량과의 거리(r)에 따라 발생 각도가 변하는 지면 반사 파형을 검출하고,

상기 임계값 모델링부에 의해 생성된 모델을 통해, 특정 온도에서 얻어진 빔 패턴과 현재 온도에서 생성된 빔 패턴간 차이를 산출하고, 상기 산출된 빔 패턴 차이에 따른 지면 반사 파형의 크기를 산출하고,

특정 온도에서 얻어진 빔 패턴의 지면 파형이 유지되도록, 상기 산출된 패턴 변화 보정 값을 상기 임계 저장부에 저장된 임계값에 보상하는 것인 초음파 센서의 보상 시스템.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 빔 패턴 변화 보상부는,

실제 차량에서 초음파 센서의 임계값 설정 조정 시, 지면 파형을 측정하고, 차량에 장착된 센서의 높이를 측정 한 후 현재 온도(T_i)에서의 음파 속도(c_i)를 산출하고, 실제 차량에 설치된 센서의 높이에서 현재 온도에서의 초음파 센서 임계값을 테이블로 설정하는 것인 초음파 센서의 보상 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 빔 패턴 변화 보상부는,

차량 운행 중 초음파 센서 동작 시, 현재 온도(T)를 입력받고, 상기 실차 조정 시 설정된 초음파 센서의 임계값 을 확인하고,

지면 반사파 거리(r)를 검출하고, 검출된 지면 반사파 거리(r)와 초음파 센서의 높이를 이용하여 산출된 차량과 의 종방향 거리(z)를 산출하고, 현재 온도(T)가 적용된 음파 속도(c)를 산출한 후

상기 산출된 지면 반사파 거리(r), 센서의 높이(m), 종방향 거리(z) 및 음파 속도(c)를 이용하여 빔 패턴 변화 보정값(P)을 산출하고,

산출된 빔 패턴 변화 보정값을 사용하여 보상된 최종 임계값을 산출하고 산출된 최종 임계값을 초음파 센서에 제공하는 것인 초음파 센서의 보상 시스템.

청구항 7

임계값 모델링부에 의해, 온도 변화에 따른 초음파 신호의 빔 패턴 변화를 모델링하는 단계;

온도 정보 입력부에 의해, 온도 정보를 입력받는 단계;

빔 패턴 변화 보상부에 의해, 상기 임계값 모델링부에 의해 생성된 모델에 상기 입력된 상기 온도 정보를 적용 하여 빔 패턴 변화 정보를 검출하고, 검출된 상기 빔 패턴 변화 정보에 대응되도록 초음파 센서의 임계값을 보 상하는 단계; 및

임계값 저장부에 의해, 상기 빔 패턴 변화 보상부에 의해 보상된 임계값을 저장하는 단계를 포함하는 초음파 센서의 보상 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 모델링 하는 단계는,

초음파 센서 개발 시, 수직 방향 빔 패턴을 측정하는 단계;

특정 온도를 측정하는 단계;

상기 특정 온도에서의 음파 속도(C_d)를 계산하는 단계;

상기 특정 온도에서의 수직 방향 빔 패턴 근사화를 통해 초음파 신호의 빔 패턴을 모델링화하는 단계를 포함하 는 초음파 센서의 보상 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 수직 방향 빔 패턴을 측정하는 단계는,

Rayleigh-Sommerfeld 회절 이론을 이용하여 공간상의 음압을 산출하는 것인 초음파 센서의 보상 방법.

청구항 10

제7항에 있어서,

센서 높이 측정부에 의해, 센서가 차량에 설치된 높이 정보를 입력받는 단계를 더 포함하고,

상기 빔 패턴 변화 보상하는 단계는,

실제 차량에서 초음파 센서의 임계값 설정 조정 시, 지면 파형을 측정하는 단계;

차량에 장착된 센서의 높이를 측정하는 단계;

현재 온도에서의 음파 속도(c_i)를 산출하는 단계; 및

상기 실제 차량에 설치된 센서의 높이와 현재 온도를 이용하여 시간과 전압으로 이루어진 초음파 센서의 임계값을 테이블로 설정하는 단계를 포함하는 초음파 센서의 보상 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 빔 패턴 변화 보상하는 단계는,

차량 운행 중 초음파 센서 동작 시, 현재 온도를 입력받고, 상기 테이블로 설정된 초음파 센서의 임계값을 확인하는 단계;

지면 반사와 거리(r)을 검출하는 단계;

상기 검출된 지면 반사와 거리(r)과 센서의 높이(m)를 이용하여 차량과의 종방향 거리(z)를 산출하는 단계;

현재 온도가 적용된 음파 속도(c)를 산출하는 단계;

상기 산출된 지면 반사와 거리(r), 센서의 높이(m), 종방향 거리(r) 및 음파 속도(c)를 이용하여 빔 패턴 변화 보정값(P)을 산출하는 단계; 및

상기 산출된 빔 패턴 변화 보정값(P)을 이용하여 임계값 보상을 산출하고, 초음파 센서에 기저장된 임계값을 보상하는 단계를 포함하는 초음파 센서의 보상 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 초음파 센서에 기저장된 임계값은

특정 온도에서 얻어진 빔 패턴의 지면 파형이 유지되도록, 상기 임계값 모델링부에 의해 생성된 모델을 통해, 특정 온도에서 얻어진 빔 패턴과 현재 온도에서 생성된 빔 패턴간 차이에 의해 산출된 빔 패턴 변화 보정값(P)을 이용하여 상기 임계 저장부에 저장된 임계값에 보상하는 초음파 센서의 보상 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 온도에 따른 초음파 센서의 보상 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적인 초음파 센서는 온도 변화에 따른 감쇠 현상을 보상하기 위하여 증폭률 등을 가변 한다.

- [0003] 그리고, ISO 9613-1을 사용하여 감쇠 현상을 보다 정확하게 추정하기 위하여 엔진에 사용되는 기압 정보와 추가로 장착된 습도계를 사용하여 감쇠 현상을 추정하고 증폭률을 변화하여 보상한다.
- [0004] 음파는 온도 변화에 따라 감쇠 계수뿐만 아니라 음파의 속도 변화에 의하여 빔 패턴도 변경된다.
- [0005] 따라서 빔 각 변화에 따라 지면 파형의 시작 시점 및 크기 변화가 발생하며, 감쇠 계수가 증가하였어도 빔 각이 넓어지면 지면 파형의 경우 더 크게 수신될 수 있다.
- [0006] 하지만 10-2015-0009937, “차량용 초음파 센서의 온도 보상 장치 및 방법” 과 10-2015-0175828, “기상 환경에 따른 초음파 센서의 신호 보정 시스템 및 그 동작 방법” 그리고 10-2014-0158005, “흡음계수를 이용한 초음파 센서의 신호 보상방법 및 이를 이용한 신호 보상장치” 는 모두 ISO 9613-1, “Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors” 에서 구한 감쇠 계수 보상에 초점이 맞춰져 있다는 점에서 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명은 종래 문제점을 해결하기 위한 것으로, 차량용 초음파 센서의 온도에 따른 빔 각 변화에 대한 보상이 가능한 초음파 센서의 보상 시스템을 제공하고자 한다.
- [0008] 본 발명의 목적은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0009] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 센서의 보상 시스템은 온도 변화에 따른 초음파 신호의 빔 패턴 변화를 모델링하는 임계값 모델링부, 온도 정보를 제공하는 온도 정보 입력부, 센서가 차량에 설치된 높이 정보를 제공하는 센서 높이 측정부, 상기 임계값 모델링부에 의해 생성된 모델에 상기 온도 정보를 적용하여 빔 패턴 변화 정보를 검출하고, 검출된 상기 빔 패턴 변화 정보에 대응되도록 초음파 센서의 임계값을 보상하는 빔 패턴 변화 보상부 및 상기 빔 패턴 변화 보상부에 의해 보상된 임계값을 저장하는 임계값 저장부를 포함한다.
- [0010] 상기 임계값 모델링부는, 초음파 센서 개발 시, 수직 방향 빔 패턴을 측정하고, 특정 온도에서의 음파 속도(C_d)를 계산한 후 특정 온도에서의 수직 방향 빔 패턴 근사화를 통해 초음파 신호의 빔 패턴을 생성한다.
- [0011] 상기 빔 패턴 변화 보상부는 상기 수직 방향 빔 패턴을 측정 시, Rayleigh-Sommerfeld 회절 이론을 이용하여 공간상의 음압을 산출한다.
- [0012] 상기 빔 패턴 변화 보상부는, 상기 온도 정보 입력부에 의해 제공되는 온도 정보와 상기 센서 높이 측정부로부터 센서의 설치 높이 정보를 제공받고, 제공된 센서 높이(m)와 차량과의 거리(r)에 따라 발생 각도가 변하는 지면 반사 파형을 검출하고, 상기 임계값 모델링부에 의해 생성된 모델을 통해, 특정 온도에서 얻어진 빔 패턴과 현재 온도에서 생성된 빔 패턴간 차이를 산출하고, 상기 산출된 빔 패턴 차이에 따른 지면 반사 파형의 크기를 산출하고, 특정 온도에서 얻어진 빔 패턴의 지면 파형이 유지되도록, 상기 산출된 패턴 변화 보정 값을 상기 임계 저장부에 저장된 임계값에 보상한다.
- [0013] 상기 빔 패턴 변화 보상부는, 실제 차량에서 초음파 센서의 임계값 설정 조정 시, 지면 파형을 측정하고, 차량에 장착된 센서의 높이를 측정한 후 현재 온도(T_i)에서의 음파 속도(c_i)를 산출하고, 실제 차량에 설치된 센서의 높이에서 현재 온도에서의 초음파 센서 임계값을 테이블로 설정한다.
- [0014] 상기 빔 패턴 변화 보상부는, 차량 운행 중 초음파 센서 동작 시, 현재 온도(T)를 입력받고, 상기 실차 조정 시 설정된 초음파 센서의 임계값을 확인하고, 지면 반사파 거리(r)를 검출하고, 검출된 지면 반사파 거리(r)와 초음파 센서의 높이를 이용하여 산출된 차량과의 중방향 거리(z)를 산출하고, 현재 온도(T)가 적용된 음파 속도(c)를 산출한 후 상기 산출된 지면 반사파 거리(r), 센서의 높이(m), 중방향 거리(z) 및 음파 속도(c)를 이용하여 빔 패턴 변화 보정값(P)을 산출하고, 산출된 빔 패턴 변화 보정값을 사용하여 보상된 최종 임계값을 산출하고 산출된 최종 임계값을 초음파 센서에 제공한다.
- [0016] 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 센서의 보상 방법은 임계값 모델링부에 의해, 온도 변화에 따른 초음파 신

호의 빔 패턴 변화를 모델링하는 단계, 온도 정보 입력부에 의해, 온도 정보를 입력받는 단계, 센서 높이 측정부에 의해, 센서가 차량에 설치된 높이 정보를 입력받는 단계, 빔 패턴 변화 보상부에 의해, 상기 임계값 모델링부에 의해 생성된 모델에 입력된 상기 온도 정보를 적용하여 빔 패턴 변화 정보를 검출하고, 검출된 상기 빔 패턴 변화 정보에 대응되도록 초음파 센서의 임계값을 보상하는 단계, 및 임계값 저장부에 의해, 상기 빔 패턴 변화 보상부에 의해 보상된 임계값을 저장하는 단계를 포함한다.

[0017] 상기 모델링 하는 단계는, 초음파 센서 개발 시, 수직 방향 빔 패턴을 측정하는 단계, 특정 온도를 측정하는 단계, 상기 특정 온도에서의 음파 속도(Cd)를 계산하는 단계, 상기 특정 온도에서의 수직 방향 빔 패턴 근사화를 통해 초음파 신호의 빔 패턴을 모델링화하는 단계를 포함한다.

[0018] 상기 수직 방향 빔 패턴을 측정하는 단계는, Rayleigh-Sommerfeld 회절 이론을 이용하여 공간상의 음압을 산출한다.

[0019] 상기 빔 패턴 변화 보상하는 단계는, 실제 차량에서 초음파 센서의 임계값 설정 조정 시, 지면 파형을 측정하는 단계, 차량에 장착된 센서의 높이를 측정하는 단계, 현재 온도에서의 음파 속도(c_i)를 산출하는 단계, 및 상기 실제 차량에 설치된 센서의 높이와 현재 온도를 이용하여 시간과 전압으로 이루어진 초음파 센서의 임계값을 테이블로 설정하는 단계를 포함한다.

[0020] 상기 빔 패턴 변화 보상하는 단계는, 차량 운행 중 초음파 센서 동작 시, 현재 온도를 입력받고, 상기 테이블로 설정된 초음파 센서의 임계값을 확인하는 단계, 지면 반사파 거리(r)을 검출하는 단계, 상기 검출된 지면 반사파 거리(r)과 센서의 높이(m)를 이용하여 차량과의 종방향 거리(z)를 산출하는 단계, 현재 온도가 적용된 음파 속도(c)를 산출하는 단계, 상기 산출된 지면 반사파 거리(r), 센서의 높이(m), 종방향 거리(r) 및 음파 속도(c)를 이용하여 빔 패턴 변화 보정값(P)을 산출하는 단계, 및 상기 산출된 빔 패턴 변화 보정값(P)을 이용하여 임계값 보상을 산출하고, 초음파 센서에 기저장된 임계값을 보상하는 단계를 포함한다.

[0021] 상기 초음파 센서에 기저장된 임계값은 특정 온도에서 얻어진 빔 패턴의 지면 파형이 유지되도록, 상기 임계값 모델링부에 의해 생성된 모델을 통해, 특정 온도에서 얻어진 빔 패턴과 현재 온도에서 생성된 빔 패턴간 차이에 의해 산출된 빔 패턴 변화 보정값(P)을 이용하여 상기 임계 저장부에 저장된 임계값에 보상하는 값이다.

발명의 효과

[0022] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 온도에 따른 빔 각 변화를 모델링하고, 온도에 따라 지면 파형의 변화를 모델을 통해 추정된 후 변화된 지면 파형에 따라 임계값을 가변함으로써 저온일 때에는 지면 파형 상승에 의한 오경보 확률을 줄이고, 지면 파형이 낮은 고온일 경우에는 최대 감지 거리를 증가시킬 수 있는 효과가 있다.

[0023] 또한 종래 ISO 9613-1 기반 감쇠 계수 보상 발명은 상온에서 감쇠 계수가 가장 크기 때문에 고온에서 감도 저하 현상을 설명할 수 없는데 반해, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 온도에 변화에 따른 빔 패턴(각) 변화를 고려함으로써 온도가 높아짐에 따라 빔 각이 커지고, 동일 에너지가 넓은 각도로 분산되어 75Φ PVC에서 반사된 신호의 크기가 작아지는 현상을 모델링 할 수 있어 보다 정확하게 온도에 따른 지면 파형 변화를 추정할 수 있으므로, 최적의 임계값으로 조정하여 겨울철 초음파 센서의 오경보 확률을 줄일 수 있으며, 여름철 초음파 센서의 감지 거리 감소를 보상할 수 있는 효과가 있다.

[0024] 따라서 본 발명의 일 실시예에 따르면, 계절 변화에 상관없이 동일한 성능의 초음파 센서를 제공할 수 있으므로, 초음파 센서를 사용한 응용 기술(SPAS, RSPA등)의 신뢰성을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 센서의 보상 시스템을 설명하기 위한 구성블록도.

도 2는 온도에 따른 초음파 신호의 빔 패턴 변화를 설명하기 위한 그래프.

도 3은 본 발명의 일 실시예에서 차량에 설치된 초음파 센서의 거리에 따른 최대 반사파 발생 각도를 설명하기 위한 참고도.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 센서의 보상 방법을 설명하기 위한 순서도.

도 5는 도 4에 도시된 모델링 단계의 세부 단계를 설명하기 위한 순서도.

도 6은 도 4에 도시된 실제 차량에 설치된 초음파 센서의 임계값을 보상하는 단계의 세부 단계를 설명하기 위한

순서도.

도 7은 도 6에 도시된 실제 차량에 설치된 초음파 센서의 실 사용 동작 과정을 설명하기 위한 순서도.

도 8a 및 도 8b는 종래 온도에 따른 초음파 반사 신호 변화를 설명하기 위한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 한편, 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성소자, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 구성소자, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

[0027] 도 1은 본 발명에 따른 초음파 센서의 보상 시스템을 설명하기 위한 구성블록도이다.

[0028] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 센서의 보상 시스템은 임계값 모델링부(100), 온도 정보 입력부(200), 빔 패턴 변화 보상부(300), 임계값 저장부(400), 및 초음파 센서(500)를 포함한다.

[0029] 임계값 모델링부(100)는 온도 변화에 따른 초음파 신호의 빔 패턴 변화를 모델링한다.

[0030] 이를 위해, 임계값 모델링부(100)는 온도 변화에 따른 초음파 센서(500)의 빔 패턴을 산출하기 위해, Rayleigh-Sommerfeld 회절 이론에 의하여 [수학식 1]을 통해 공간상의 음압을 산출한다.

[0031] [수학식 1]

$$U(x, y, z) = \iint u(x_0, y_0) \frac{1}{j\lambda R} e^{jkR} dx_0 dy_0 \approx BF\left(\frac{x}{\lambda z}\right) \mathcal{F}\left(\frac{y}{\lambda z}\right)$$

[0032] 여기서 $U(x, y, z)$ 는 공간상의 음압이고, $u(x_0, y_0)$ 는 센서 표면의 음압이다. 그리고 λ 는 파장, k 는 파수이며, F 는 푸리에 변환,

$$B = e^{j\frac{2\pi}{\lambda}\left(2z + \frac{x^2}{2z} + \frac{y^2}{2z}\right)} / j\lambda\sqrt{z}$$

이다.

[0034] 이때, 음파 속도(c)는 [수학식 2]와 같이 주파수(f)를 파장(λ)으로 나누어 산출할 수 있다.

[0035] [수학식 2]

$$\lambda = c/f$$

[0037] 그리고, 대기 중에서 음파의 속도(c)는 [수학식 3]을 통해 산출할 수 있는데 온도(T)에 따라 변화함을 알 수 있다.

[0038] [수학식 3]

$$c = [331.5 + 0.6 \times (T - 293.15)] \text{ m/s}$$

[0040] 한편, [수학식 2]의 파장(λ)를 온도의 함수로 표현할 경우, 빔 패턴은 [수학식 4]와 같이 산출할 수 있고, 온도에 따라 변화한다.

[0041] [수학식 4]

$$U(x, y, z) \approx BF\left(\frac{fx}{[331.5 + 0.6 \times (T - 293.15)]z}\right) \mathcal{F}\left(\frac{fy}{[331.5 + 0.6 \times (T - 293.15)]z}\right)$$

[0043] 따라서, 초음파 센서(500)에서 송신되는 빔 파장은 온도에 따라 빔 패턴이 변화하고, 빔 패턴 변화에 의하여 지면 파형의 크기가 변화한다.

[0044] 하지만 기존 차량용 초음파 센서(500)의 경우 대기 상태에 따른 음파 감쇠 현상만 보상하였기 때문에 초음파 패

턴에 따른 보상을 수행할 수 없다.

[0045] [수학식 1]에서 상수 B를 대기 중 음속으로 표현하면 [수학식 5]와 같다. 따라서 온도 변화에 따라 빔 패턴은 도 2와 같이 변화함을 알 수 있다.

[0046] [수학식 5]

$$U(x, y, z) \approx \frac{f e^{j \frac{2\pi f}{c} (2z + \frac{x^2}{2z} + \frac{y^2}{2z})}}{j c \sqrt{z}} \mathcal{F} \left(\frac{fx}{cz} \right) \mathcal{F} \left(\frac{fy}{cz} \right) = \frac{D}{c} \mathcal{F} \left(\frac{fx}{cz} \right) \mathcal{F} \left(\frac{fy}{cz} \right)$$

[0047]

$$D = f e^{j \frac{2\pi f}{c} (2z + \frac{x^2}{2z} + \frac{y^2}{2z})} / j \sqrt{z}$$

[0048] 여기서, 이다.

[0049] 빔 패턴 변화 보상부(300)는 온도 정보 입력부(200)에 의해 제공되는 온도 정보에 따라 해당 차량에 장착된 초음파 장치의 임계값을 보상한다. 즉, 빔 패턴 변화 보상부(300)는 빔의 각도 변화에 따른 지면과 보상 값을 생성하여 초음파 신호의 임계값을 보상한다.

[0050] 센서 높이 측정부는 차량에 설치된 센서의 설치 높이 정보를 측정한다.

[0051] 보통의 차량 환경에서 장애물은 기둥과 같이 센서 정면 이상의 높이를 가지므로, 물체에서 반사되는 최대 파형은 각도가 0도 지점에서 발생한다.

[0052] 이에 반해, 지면 반사 파형의 경우 도 3에 도시된 바와 같이, 센서 높이(m)와 차량과의 거리(r)에 따라 발생 각도가 변하게 되므로, 빔 패턴에 의하여 다른 크기를 갖게 된다.

[0053] 한편, 특정 온도(Td, 실험실에서 얻어진 결과)에서 얻어진 빔 패턴을 Ud(x,y,z)라 하면, 임계값을 Ti 온도에서 생성(실차 환경)하였을 때, Ti 온도의 빔 패턴은 [수학식 6]과 같다.

[0054] [수학식 6]

$$U_i(x, y, z) \approx \frac{c_d}{c_i} U_d \left(\frac{c_d}{c_i} x, \frac{c_d}{c_i} y, z \right)$$

[0055]

[0056] 여기서, Cd는 특정 온도 Td일 때 대기 중 음파의 속도이며, Ci는 현재 온도 Ti일 때 음파의 속도이다. 센서와 지면과의 최단 거리는 센서의 높이(m)이므로, 지면 반사 파형의 크기는 [수학식 7]과 비례하게 된다.

[0057] [수학식 7]

$$U_i(x, m, z) \approx \frac{c_d}{c_i} U_d \left(\frac{c_d}{c_i} x, \frac{c_d}{c_i} m, z \right)$$

[0058]

[0060] 따라서 실제 사용 환경에서 온도가 T일 때 지면 파형의 변화는 [수학식 8]과 같다.

[0061] [수학식 8]

$$\frac{U(x, m, z)}{U_i(x, m, z)} \approx \frac{c_i U_d \left(\frac{c_d}{c_i} x, \frac{c_d}{c_i} m, z \right)}{c U_d \left(\frac{c_d}{c_i} x, \frac{c_d}{c_i} m, z \right)}$$

[0062]

[0063] 대기 온도가 변해도 지면 파형을 동일하게 유지하기 위해서는 [수학식 8]의 값이 1이 되도록 해야 한다.

[0064] 그리고 보통 횡방향으로도 센서 정면이 최대 음압을 가지므로, 빔 패턴 변화 보정 값 P(z, T)는 [수학식 9]와 같다.

[0065] [수학식 9]

$$P = \frac{c U_d \left(0, \frac{c_d}{c_i} m, z \right)}{c_i U_d \left(0, \frac{c_d}{c_i} m, z \right)} = \frac{c U_d \left(\cos^{-1} \left(z / \sqrt{(c_d m / c_i)^2 + z^2} \right) \right)}{c_i U_d \left(\cos^{-1} \left(z / \sqrt{(c_d m / c)^2 + z^2} \right) \right)}$$

[0066]

- [0067] 이에, 초음파 임계값 보상부는 온도에 따른 빔 각 변화를 임계값을 가변하여 임계값 저장부(400)에 보상한다.
- [0068] 이후, 초음파 센서(500)는 초음파 신호를 생성하여 매칭회로 및 변환기를 거쳐 물체에 송신한 후 반사되는 초음파와 반사 신호를 변환기를 통해 수신한 후 매칭회로를 거친 후 아날로그 증폭기, 아날로그/디지털 변환기, 포락선검출기를 거친 후 임계값 저장부(400)에 저장된 보상된 임계값과 비교한 후 물체 위치 계산기를 통해 물체의 위치를 계산한다.
- [0069] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 외부 온도 변화에 따라 빔각이 조정되어 지면파가 변경되더라도 임계값을 온도에 따라 조정함으로써, 초음파 센서(500)의 오경보 확률을 낮출 수 있는 효과가 있다.
- [0070] 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 센서의 보상 방법은 초음파 센서의 보상 방법에 대하여 도 4를 참조하여 설명하기로 한다.
- [0071] 먼저, 임계값 모델링부에 의해, 온도 변화에 따른 초음파 신호의 빔 패턴 변화를 모델링한다(S100).
- [0072] 이어서, 온도 정보 입력부에 의해, 온도 정보를 입력받는다(S200).
- [0073] 이어서, 빔 패턴 변화 보상부에 의해, 임계값 모델링부에 의해 생성된 모델에 입력된 상기 온도 정보를 적용하여 빔 패턴 변화 정보를 검출하고, 검출된 상기 빔 패턴 변화 정보에 대응되도록 초음파 센서의 임계값을 보상한다(S300).
- [0074] 이후, 임계값 저장부에 의해, 상기 빔 패턴 변화 보상부에 의해 보상된 임계값을 저장한다(S300).
- [0076] 이하, 하기에서는 본 발명의 일 실시예에서 상기 초음파 신호의 빔 패턴 변화를 모델링하는 단계의 세부 단계에 대하여 도 5를 참조하여 설명하기로 한다.
- [0077] 상기 모델링 하는 단계(S100)는 초음파 센서 개발 시, 수직 방향 빔 패턴을 측정한다(S110). 이때, Rayleigh-Sommerfeld 회절 이론을 이용하여 공간상의 음압을 산출한다.
- [0078] 그리고, 특정 온도(T_d)를 측정한다. 본 실시예에서의 온도를 측정하는 방법은 초음파 센서 개발 시, 해당 공간의 온도를 고정시킴으로써 특정 온도(T_d)를 측정할 수 있다.
- [0079] 이후, 상기 특정 온도에서의 음파 속도(C_d)를 계산한다(S130). 본 실시예에서 음파 속도를 계산은 [수학식 2] 및 [수학식 3]을 통해 산출할 수 있다.
- [0080] 상기 특정 온도에서의 수직 방향 빔 패턴 근사화를 통해 초음파 신호의 빔 패턴을 모델링화한다(S140).
- [0082] 이하, 하기에서는 본 발명의 일 실시예에서 상기 빔 패턴 변화 보상하는 단계의 세부 단계에 대하여 도 6을 참조하여 설명하기로 한다.
- [0083] 실제 차량에서 초음파 센서의 임계값 설정 조정 시, 지면 파형을 측정한다(S310).
- [0084] 이어서, 차량에 장착된 센서의 높이를 측정한다(S320).
- [0085] 이후, 현재 온도에서의 음파 속도(c_i)를 산출한다(S330).
- [0086] 이어서, 상기 실제 차량에 설치된 센서의 높이와 현재 온도를 이용하여 시간과 전압으로 이루어진 초음파 센서의 임계값을 테이블로 설정한다(S340).
- [0088] 도 7은 도 6에 도시된 실제 차량에 설치된 초음파 센서의 실 사용 동작 과정을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0089] 이후, 차량 운행 중 초음파 센서 동작 시, 현재 온도를 입력받고(S351), 상기 테이블로 설정된 초음파 센서의 임계값을 확인한다(S352). 초음파 센서의 임계값은 시간(t)과 전압(v)로 이루어진 임계값이 테이블로 설정될 수 있다.
- [0090] 이어서, 초음파 속도(c)와 시간(t)을 이용하여 지면 반사와 거리(r)를 검출한다(S353). 지면 반파사 거리(r)는 $ct/2$ 와 같은 식을 통해 산출할 수 있다.
- [0091] 이후, 상기 검출된 지면 반사와 거리(r)과 센서의 높이(m)를 이용하여 차량과의 종방향 거리(z)를 산출한다

(S354). 종방향 거리(z)는 $z = \sqrt{r^2 - m^2}$ 와 같은 식을 통해 산출할 수 있다.

[0092] 이후, 현재 온도(T)가 적용된 음파 속도(c)를 산출한다(S355).

[0093] 이렇게 산출된 지면 반사파 거리(r), 센서의 높이(m), 종방향 거리(z) 및 음파 속도(c)를 이용하여 빔 패턴 변화 보정값(P)을 산출한다(S356). 빔 패턴 변화 보정값(P)은 [수학식 9]를 통해 산출할 수 있다.

[0094] 이후, 상기 산출된 빔 패턴 변화 보정값(P)을 이용하여 임계값 보상을 산출하고(S357), 초음파 센서에 기저장된 임계값을 보상한다(S358).

[0096] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 빔 각의 변화에 따른 임계값의 변화는 [수학식 9]를 사용하여 구할 수 있으며, 차량과의 종방향 거리(z)에 따라 각도가 줄어들기 때문에 보상 값이 달라진다.

[0097] [수학식 9]의 상수 값을 구하기 위하여 초음파 센서(500) 개발 단계에서 온도 T_d 일 때 빔 패턴 U_d 를 구한다. 실차 조정 단계에서 임계값을 설정하면서 차량 장착 높이(m)과 온도(T_i)를 측정한다. 이후, 측정된 결과를 사용하여 실 사용 예에서는 현재 온도 T 를 입력 받는다. 이후, 종방향 거리(z)에 따라 보정 값 $P(z, T)$ 를 구하여 임계값에 곱하여 최적의 임계값을 생성할 수 있다.

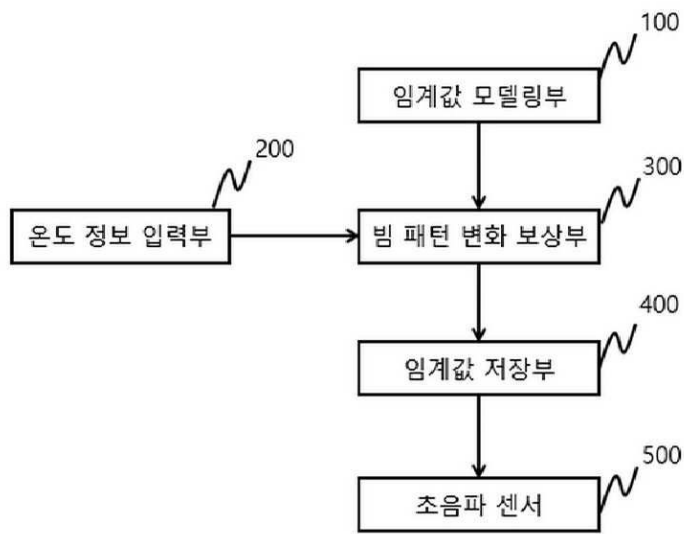
[0099] 이에 반해, 도 8a는 습도 50% RH, 대기압 101.3kPa, 송신 주파수 48kHz 일 때 감쇠 계수에 따른 초음파 반사 신호 변화를 나타낸 그래프이고, 도 8b는 온도에 따른 75pi PVC에서 반사된 신호 변화에 따른 초음파 반사 신호 변화를 나타낸 그래프이다.

[0100] 즉, 종래 ISO 9613-1은 전방향으로 에너지가 동일하게 전파되는 구면파에 대한 감쇠 계수를 구한 것으로, 엔진에 사용되는 기압 정보와 추가로 장착된 습도계를 사용하여 감쇠 현상을 추정하고 증폭률을 변화하여 보상하는 것으로, 온도 변화에 따른 빔 각 변화 영향은 고려되지 않기 때문에 상온에서 감쇠 계수가 가장 크기 때문에 고온에서 감도 저하 현상을 설명할 수 없는데 반해, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 온도에 변화에 따른 빔 패턴(각) 변화를 고려함으로써 온도가 높아짐에 따라 빔 각이 커지고, 동일 에너지가 넓은 각도로 분산되어 75Φ PVC에서 반사된 신호의 크기가 작아지는 현상을 모델링 할 수 있어 보다 정확하게 온도에 따른 지면 파형 변화를 추정할 수 있으므로, 최적의 임계값으로 조정하여 겨울철 초음파 센서의 오경보 확률을 줄일 수 있으며, 여름철 초음파 센서의 감지 거리 감소를 보상할 수 있는 효과가 있다.

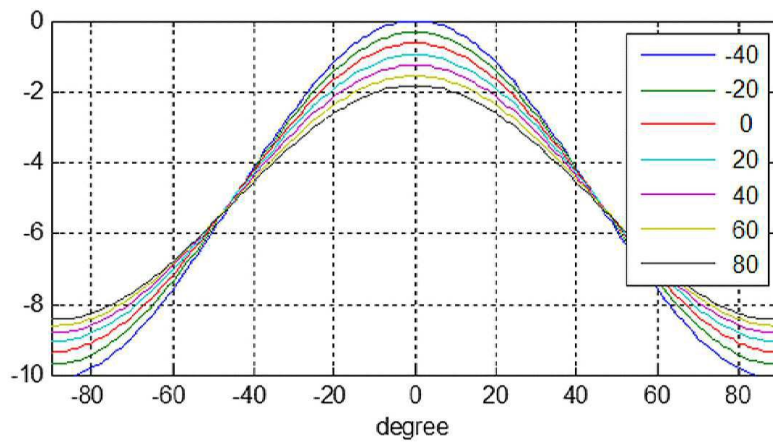
[0102] 이상, 본 발명의 구성에 대하여 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명하였으나, 이는 예시에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술분야에 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 기술적 사상의 범위 내에서 다양한 변형과 변경이 가능함은 물론이다. 따라서 본 발명의 보호 범위는 전술한 실시예에 국한되어서는 아니되며 이하의 특허청구 범위의 기재에 의하여 정해져야 할 것이다.

도면

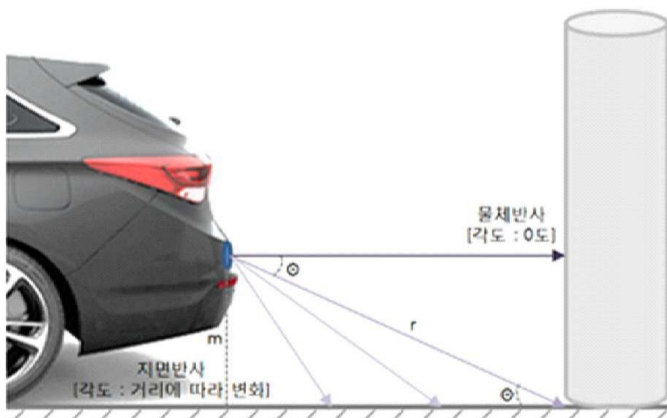
도면1



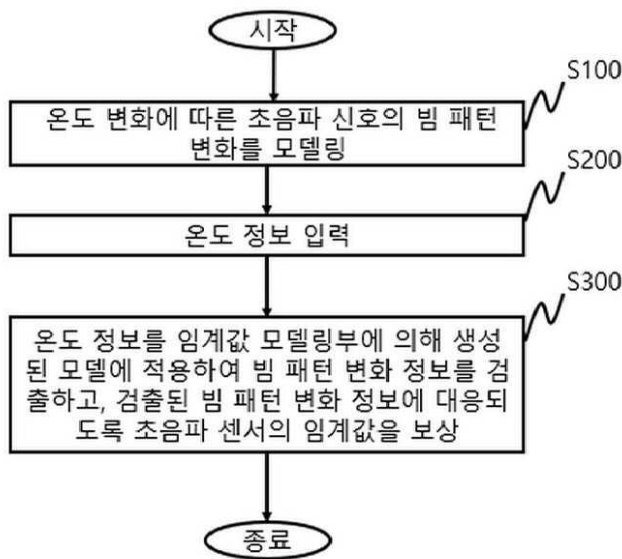
도면2



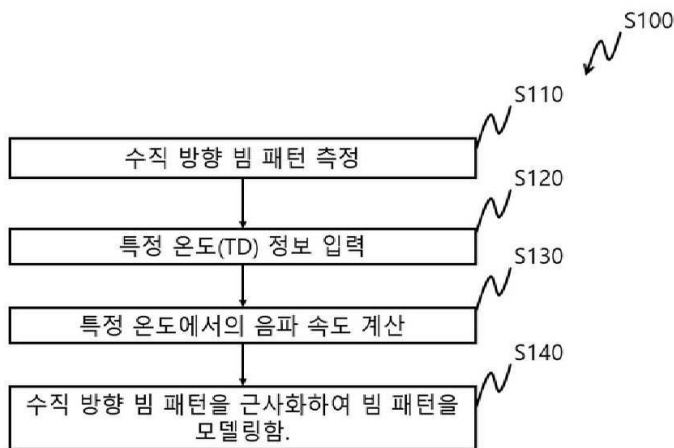
도면3



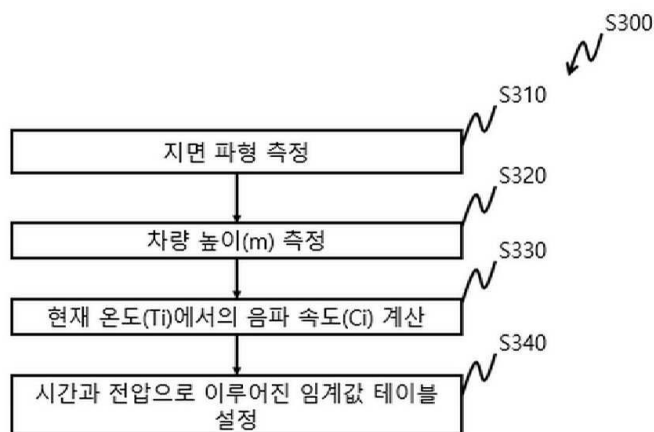
도면4



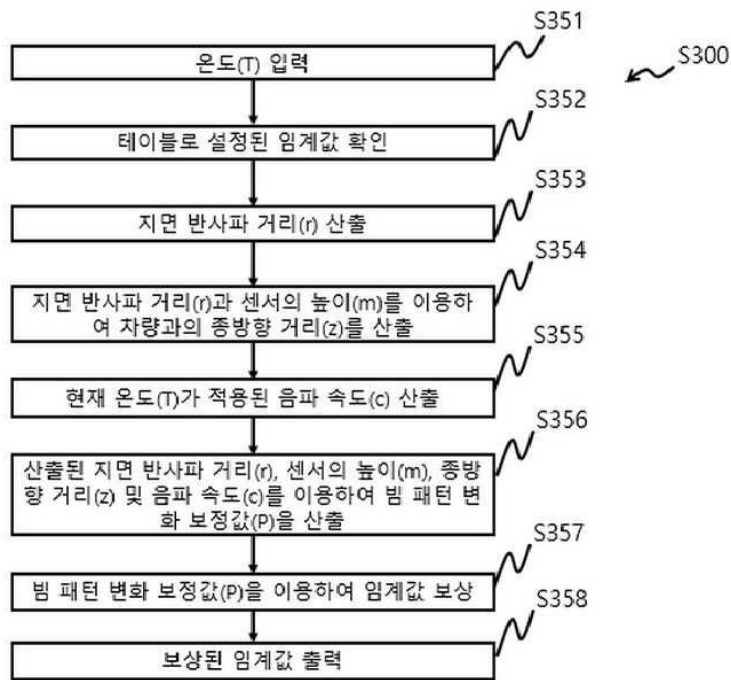
도면5



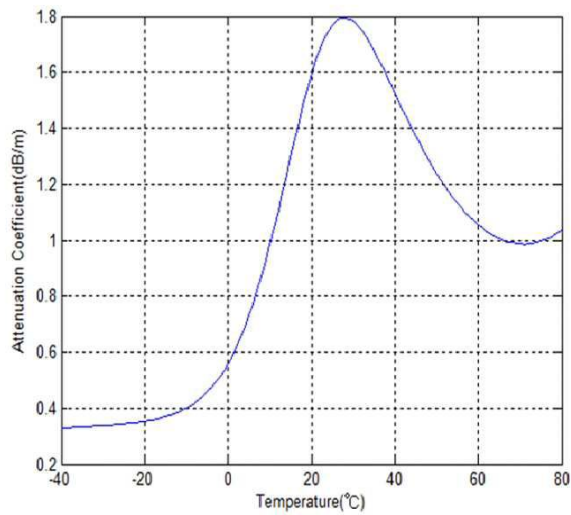
도면6



도면7



도면8a



도면 8b

