



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년04월16일
(11) 등록번호 10-2240494
(24) 등록일자 2021년04월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01S 15/04 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0096558

(22) 출원일자 2014년07월29일

심사청구일자 2019년07월19일

(65) 공개번호 10-2016-0014390

(43) 공개일자 2016년02월11일

(56) 선행기술조사문헌

US03902476 A*

US20050094751 A1*

US20100152600 A1*

US20140088428 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

현대모비스 주식회사

서울특별시 강남구 테헤란로 203 (역삼동)

(72) 발명자

이재영

경기도 용인시 처인구 중부대로1158번길 12 늘푸른오스카빌아파트 201동 1504호

(74) 대리인

특허법인지명

전체 청구항 수 : 총 10 항

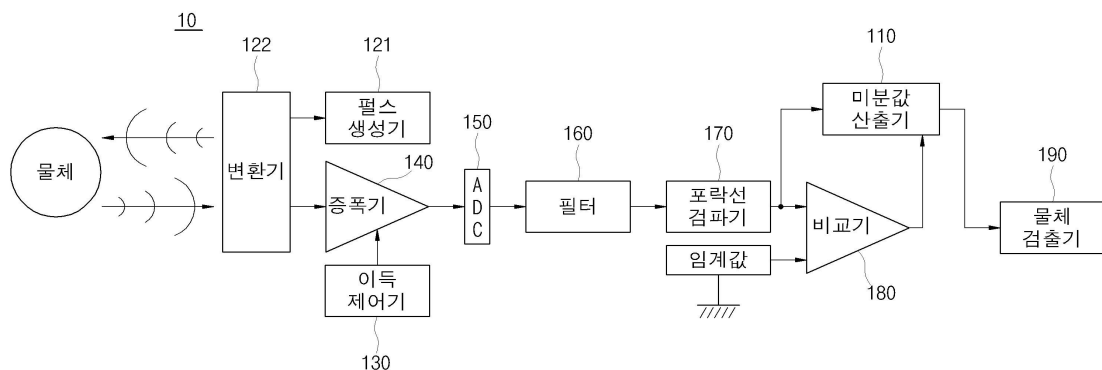
심사관 : 임일순

(54) 발명의 명칭 물체 검출 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 물체 검출 장치 및 방법에 대하여 개시한다. 본 발명의 일면에 따른 물체 검출 장치는, 송신된 후 되돌아오는 초음파의 반사파 신호를 가변 이득으로 증폭하는 증폭기; 기설정된 적어도 하나의 시간 영역에서 수신되는 상기 반사파 신호가 그외 시간 영역에 비해서 높은 이득으로 증폭되도록, 상기 가변 이득을 설정하는 이득 제어기; 상기 증폭기에 의해 증폭된 신호에 대응하는 포락선 상의 신호를 기설정된 임계값과 비교하고, 상기 포락선 상의 신호 중에서 상기 임계값보다 큰 신호를 출력하는 비교기; 상기 포락선 상의 신호의 1차 미분값의 절대값, 및 상기 1차 미분값의 절대값의 최대값이 산출된 시점을 산출하는 산출기; 및 상기 임계값보다 큰 신호가 출력된 시점인 제2 시점 이전에 상기 최대값이 산출된 시점인 제3 시점을 이용하여 물체를 검출하는 검출기를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도



명세서

청구범위

청구항 1

송신된 후 되돌아오는 초음파의 반사파 신호를 가변 이득으로 증폭하는 증폭기;

기설정된 적어도 하나의 시간 영역에서 수신되는 상기 반사파 신호가 그외 시간 영역에 비해서 높은 이득으로 증폭되도록, 상기 가변 이득을 설정하는 이득 제어기;

상기 증폭기에 의해 증폭된 신호에 대응하는 포락선 상의 신호를 기설정된 임계값과 비교하고, 상기 포락선 상의 신호 중에서 상기 임계값보다 큰 신호를 출력하는 비교기;

상기 포락선 상의 신호의 1차 미분값의 절대값, 및 상기 1차 미분값의 절대값의 최대값이 산출된 시점을 산출하는 산출기; 및

상기 임계값보다 큰 신호가 출력된 시점인 제2 시점 이전에 상기 최대값이 산출된 시점인 제3 시점을 이용하여 물체를 검출하는 검출기를 포함하되,

상기 이득 제어기는, 기설정된 구간별 이득의 기울기 값을 선형 보간함에 따라 형성된 이득 곡선 상의 값을 상기 가변 이득으로 사용하고,

정적이득은 상기 그 외 시간 영역에 대한 반사파 신호를 증폭하는 이득인 것인 물체 검출 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 시간 영역은,

복수의 실험을 통해서 결정되며, 감지하고자 하는 대상에 반사되어 돌아오는 상기 반사파가 존재하는 시간 영역을 포함하는 것인 물체 검출 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 산출기는,

상기 포락선 상의 신호를 순차적으로 입력받아, 현재 입력신호와 이전 입력신호를 차분한 결과인 현재 차분 신호를 출력하는 제1 합산부;

상기 이전 입력신호를 저장하는 제1 저장소;

상기 이전 입력신호와 상기 이전 입력신호의 이전 신호에 대한 차분 결과인 이전 차분 신호를 저장하는 제2 저장소;

상기 현재 차분 신호가 상기 이전 차분 신호보다 크면, 상기 현재 차분 신호를 출력하는 제1 비교부;

상기 이전 차분 신호와 상기 현재 차분 신호 중에서 큰 값을 저장하는 제3 저장소; 및

상기 큰 값이 저장된 시점인 상기 제3 시점을 저장하는 제4 저장소;를 포함하고,

상기 비교기가 상기 임계값보다 큰 신호를 출력하면, 상기 제3 시점을 출력하는 것인 물체 검출 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

기설정된 오프셋이 더해진 상기 현재 차분 신호가 상기 이전 차분 신호보다 크면, 상기 제3 저장소에 저장된 상기 제3 시점을 초기화하는 제2 비교부

를 더 포함하는 물체 검출 장치.

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 이득 제어기는,

상기 기설정된 구간의 길이를 2의 제곱수로 설정하는 것인 물체 검출 장치.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 이득 제어기는,

하기의 수학식에 의해 상기 가변 이득을 설정하며,

$$\text{이득} = \text{정적이득} + \int_{t_k}^{t_{k+1}} \left\{ \frac{\alpha(t_{k+1}) - \alpha(t_k)}{t_{k+1} - t_k} (t - t_k) + \alpha(t_k) \right\} dt$$

여기서, 정적이득은 상기 그외 시간 영역에 대한 반사파 신호를 증폭하는 이득, t 는 현재시간, t_k 는 상기 기설정된 구간 중에서 현재시간의 이전 구간에 대응하는 시간, t_{k+1} 은 상기 기설정된 구간 중에서 이후 구간에 대응하는 시간, $\alpha(t_k)$ 는 t_k 시점의 이득의 기울기 값, $\alpha(t_{k+1})$ 은 t_{k+1} 시점의 이득의 기울기 값인 물체 검출 장치.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 이득 제어기는,

현재시간을 측정하되, 상기 현재시간이 기설정된 이득의 구간 길이와 대응되면, 초기화되는 카운터;

상기 현재 시간이 상기 구간 길이보다 크면, 신호를 출력하여 상기 카운터를 초기화하는 비교부;

상기 비교부의 출력을 인지하면, 상태 변환되는 상태 머신;

상기 상태 머신의 출력에 대응하도록, 상기 현재 시간의 이전 구간에 대한 이득값과 상기 현재 시간의 이후 구간에 대한 이득값을 포함하는 상기 기설정된 이득값을 출력하는 복수의 멀티플렉서;

상기 복수의 멀티플렉서의 이득값을 뺄셈하는 제1 합산부;

상기 합산부의 출력을 쉬프트 연산하는 쉬프트 레지스터;

상기 현재 시간과 상기 쉬프트 레지스터의 출력을 곱셈하는 곱셈부;

상기 이전 구간에 대한 이득값과 상기 곱셈부의 출력을 덧셈하는 제2 합산부;

상기 제2 합산부의 출력과 이전에 산출된 가변 이득을 더하여 상기 현재 시간에 사용될 상기 가변 이득을 산출하는 제3 합산부;

상기 제3 합산부의 이후 연산에 이용되도록 상기 현재 시간에 사용될 가변 이득을 저장하는 저장소를 포함하는 물체 검출 장치.

청구항 9

물체 검출 장치에 의한 물체 검출 방법으로서,

송신된 후 되돌아오는 초음파의 반사파 신호를 가변 이득으로 증폭하되, 감지하고자 하는 물체에 대한 반사파가 존재하는 적어도 하나의 시간 영역에서는 그외 시간 영역에 비해서 높은 이득으로 상기 반사파 신호를 증폭하는 단계;

증폭된 상기 반사파 신호에 대응하는 포락선 상의 신호를 기설정된 임계값과 비교하는 단계;

상기 포락선 상의 신호 중에서 상기 임계값보다 큰 신호를 출력하는 단계;

상기 포락선 상의 신호의 1차 미분값의 절대값의 최대값을 산출하는 단계; 및

상기 임계값보다 큰 신호가 출력된 시점인 제2 시점 이전에 상기 최대값이 산출된 시점인 제3 시점을 이용하여 물체를 검출하는 단계를 포함하되,

상기 증폭하는 단계는,

기설정된 구간별 이득의 기울기 값을 선형 보간함에 따라 형성된 이득 곡선 상의 값을 상기 가변 이득으로 사용하는 단계를 포함하고,

정적이득은 상기 그 외 시간 영역에 대한 반사파 신호를 증폭하는 이득인 것인 물체 검출 방법.

청구항 10

삭제

청구항 11

제9항에 있어서, 상기 산출하는 단계는,

상기 포락선 상의 신호를 순차적으로 입력받아, 현재 입력신호와 이전 입력신호를 차분한 결과인 현재 차분 신호를 출력하는 단계;

제1 저장소에 상기 이전 입력신호를 저장하는 단계;

제2 저장소에 상기 이전 입력신호와 상기 이전 입력신호의 이전 신호에 대한 차분 결과인 이전 차분 신호를 저장하는 단계;

상기 현재 차분 신호가 상기 이전 차분 신호보다 크면, 상기 현재 차분 신호를 출력하는 단계;

제3 저장소에 상기 이전 차분 신호와 상기 현재 차분 신호 중에서 큰 값을 저장하는 단계;

제4 저장소에 상기 큰 값이 저장된 시점인 상기 제3 시점을 저장하는 단계; 및

상기 임계값보다 큰 신호가 출력되면, 상기 제3 시점을 출력하는 단계

를 포함하는 것인 물체 검출 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 현재 차분 신호에 기설정된 오프셋을 더하는 단계; 및

상기 오프셋이 더해진 상기 현재 차분 신호가 상기 이전 차분 신호보다 크면, 상기 제3 저장소에 저장된 상기 제3 시점을 초기화하는 단계

를 더 포함하는 물체 검출 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 물체 검출 기법에 관한 것으로서, 더 구체적으로는 반사파를 가변 이득으로 증폭할 수 있는 물체 검출 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

종래의 차량용 초음파 장치는 도 1과 같이, 펄스 생성 장치에 의해 생성된 전기 신호를 변환자(Transducer)에 의해 음파로 변환하여 송신한다. 그러면, 송신된 신호가 물체의 표면에 반사되어 변환자로 돌아와, 전기 신호로 변환된다. 그리고, 수 μV 수준의 수신된 전기 신호는 디지털 변환되기 전 증폭기(Amp)에 의해 수 V 수준의 신호로 증폭된다. 그런데, 차량용 초음파 신호는 가청 주파수 이상인 20kHz ~ 100kHz 이므로, 해당 주파수 대역의 신호대 잡음비를 높이기 위해 증폭된 신호는 대역통과필터(Filter)에 의해 필터링된다. 이후, 포락선 검파기(Envelope Detector)는 필터링된 신호의 포락선을 산출하며, 계산기(ToF Calculation) 및 비교기

(Comparator)가 산출된 포락선의 신호값을 임계값과 비교하여, 포락선의 신호값이 임계값보다 크면, 물체가 있는 것으로 판단한다. 이때, 계산기는 음파의 속도와, 송신 시점으로부터 임계값 이상의 포락선 신호가 수신되는데 소요되는 시간을 이용하여 물체의 거리를 산출한다.

- [0003] 그런데, 전술한 바와 같이, 차량용 초음파 신호는 그 주파수 대역이 가청 주파수 대역과 인접해 있어, 일반적인 환경에서 발생하는 잡음의 고조파 성분의 간섭을 받기 쉽다. 그로 인해, 종래의 차량용 초음파 장치는 주변 환경 잡음의 고조파 성분의 크기가 임계값 이상일 경우에는 잡음을 물체로 인식하여 물체가 없는 상황임에도 물체를 검출하는 문제가 있다.
- [0004] 이 같은 오경보 문제를 줄이기 위해, 종래의 차량용 초음파 장치는 도 2와 같이, 두 번의 감지 과정을 거치고, 두 번의 감지 정보가 일치할 경우에만 물체가 있는 것으로 판단하고 있다.
- [0005] 차량용 초음파 장치는 차량 범퍼에 손상을 줄 수 있는 높이의 도로 턱(도 3의 Curb)을 감지해야 한다. 그런데, 도 3과 같이, 근거리에 위치한 도로 턱은 수직 빔 패턴(Vertical Beam Pattern) 밖에 위치하기 때문에 신호의 감쇠 정도가 커, 종래의 차량용 초음파 장치는 이를 감지하기 위해서는 높은 이득의 증폭기를 사용하고 있다.
- [0006] 높은 이득의 증폭기를 사용할 경우, 첫 번째 송신한 신호가 원거리의 벽과 같이 큰 반사신호를 갖는 물체에 반사되어, 두 번째 신호를 송수신하는 주기에 임계값 이상으로 수신되는 문제가 있다.
- [0007] 다시 말해, 도 4와 같이, 이 경우에는 첫 번째 송신 신호의 ToF(Time of Flight)1과 두 번째 송신 신호의 ToF2가 일치하지 않으므로, 물체가 있음에도 경보 하지 못하는 경우가 종종 발생할 수 있다.
- [0008] 뿐만 아니라, 외기 온도가 낮을 때는 시동을 걸면, 외기에 비해 높은 온도인 배기가스에 의해 공기의 온도 층이 생길 수 있는데, 종래의 차량용 초음파 장치는 도 5와 같이, 공기의 온도 층에 반사된 초음파 신호를 높은 이득으로 증폭하고 있다. 따라서, 공기의 온도층에 반사된 초음파 신호가 임계값 이상인 경우에는 이를 물체로 잘못 인식하는 문제도 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명은 전술한 바와 같은 기술적 배경에서 안출된 것으로서, 임계값과 1차 미분값을 이용하여 물체를 검출할 수 있는 물체 검출 장치 및 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.
- [0010] 본 발명은 검출하고자 하는 대상을 가변 이득으로 증폭하여 물체 검출에 이용할 수 있는 물체 검출 장치 및 방법을 제공하는 것을 다른 목적으로 한다.
- [0011] 본 발명의 목적은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명의 일면에 따른 물체 검출 장치는, 송신된 후 되돌아오는 초음파의 반사파 신호를 가변 이득으로 증폭하는 증폭기; 기설정된 적어도 하나의 시간 영역에서 수신되는 상기 반사파 신호가 그외 시간 영역에 비해서 높은 이득으로 증폭되도록, 상기 가변 이득을 설정하는 이득 제어기; 상기 증폭기에 의해 증폭된 신호에 대응하는 포락선 상의 신호를 기설정된 임계값과 비교하고, 상기 포락선 상의 신호 중에서 상기 임계값보다 큰 신호를 출력하는 비교기; 상기 포락선 상의 신호의 1차 미분값의 절대값, 및 상기 1차 미분값의 절대값의 최대값이 산출된 시점을 산출하는 산출기; 및 상기 임계값보다 큰 신호가 출력된 시점인 제2 시점 이전에 상기 최대값이 산출된 시점인 제3 시점을 이용하여 물체를 검출하는 검출기를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 여기서, 상기 산출기는, 상기 포락선 상의 신호를 순차적으로 입력받아, 현재 입력신호와 이전 입력신호를 차분한 결과인 현재 차분 신호를 출력하는 제1 합산기; 상기 이전 입력신호를 저장하는 제1 저장소; 상기 이전 입력신호와 상기 이전 입력신호의 이전 신호에 대한 차분 결과인 이전 차분 신호를 저장하는 제2 저장소; 상기 현재 차분 신호가 상기 이전 차분 신호보다 크면, 상기 현재 차분 신호를 출력하는 제1 비교부; 상기 이전 차분 신호와 상기 현재 차분 신호 중에서 큰 값을 저장하는 제3 저장소; 및 상기 큰 값이 저장된 시점인 상기 제3 시점을 출력할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 이득 제어기는, 현재시간을 측정하되, 상기 현재시간이 기설정된 이득의 구간 길이와 대응되면, 초기화되는 카운터; 상기 현재시간이 상기 구간 길이보다 크면, 신호를 출력하여 상기 카운터를 초기화하는 비교부; 상기 비교부의 출력을 인지하면, 상태 변환되는 상태 머신; 상기 상태 머신의 출력에 대응하도록, 상기 현재시간의 이전 구간에 대한 이득값과 상기 현재시간의 이후 구간에 대한 이득값을 포함하는 상기 기설정된 이득값을 출력하는 복수의 멀티플렉서; 상기 복수의 멀티플렉서의 이득값을 뺄셈하는 제1 합산부; 상기 합산부의 출력을 쉬프트 연산하는 쉬프트 레지스터; 상기 현재시간과 상기 쉬프트 레지스터의 출력을 곱셈하는 곱셈부; 상기 이전 구간에 대한 이득값과 상기 곱셈부의 출력을 덧셈하는 제2 합산부; 상기 제2 합산부의 출력과 이전에 산출된 가변 이득을 더하여 상기 현재시간에 사용될 상기 가변 이득을 산출하는 제3 합산부; 상기 제3 합산부의 이후 연산에 이용되도록 상기 현재시간에 사용될 가변 이득을 저장하는 저장소를 포함할 수 있다.

[0015] 본 발명의 다른 면에 따른 물체 검출 장치에 의한 물체 검출 방법은, 송신된 후 되돌아오는 초음파의 반사파 신호를 가변 이득으로 증폭하되, 감지하고자 하는 물체에 대한 반사파가 존재하는 적어도 하나의 시간 영역에서는 그외 시간 영역에 비해서 높은 이득으로 증폭하는 단계; 증폭된 상기 반사파 신호에 대응하는 포락선 상의 신호를 기설정된 임계값과 비교하는 단계; 상기 포락선 상의 신호 중에서 상기 임계값보다 큰 신호를 출력하는 단계; 상기 포락선 상의 신호의 1차 미분값의 절대값의 최대값을 산출하는 단계; 및 상기 임계값보다 큰 신호가 출력된 시점인 제2 시점 이전에 상기 최대값이 산출된 시점인 제3 시점을 이용하여 물체를 검출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0016] 본 발명에 따르면, 원거리 벽과 같이 큰 반사 신호를 갖는 물체에 의한 간섭이나, 배기 가스에 의한 영향을 받던 종래의 문제점을 개선할 수 있고, 환경에 대한 강건성을 높일 수 있다.

[0017] 뿐만 아니라, 본 발명의 실시예는 가변 이득 곡선의 변화에 따른 물체 위치 왜곡 현상의 발생 빈도를 줄 수 있다.

[0018] 더 나아가, 본 발명의 실시예는 비교적 간단한 구조로 구성될 수 있어, 구현 비용 및 복잡도를 낮출 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 종래의 물체 검출 장치를 도시한 구성도.

도 2는 종래의 물체 검출 장치의 ToF를 도시한 도면.

도 3은 물체 검출 장치의 빔 패턴을 도시한 도면.

도 4는 종래의 물체 검출 장치의 물체 오인식 문제를 설명하기 위한 도면.

도 5는 종래의 배기가스에 의한 반사파 신호를 도시한 도면.

도 6은 종래의 증폭기의 정적 이득 제어 및 동적 이득 제어시의 반사파 신호를 도시한 그래프.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 물체 검출 장치를 도시한 구성도.

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 가변 이득을 도시한 그래프.

도 9는 본 발명의 실시예에 따른 반사 파형을 도시한 그래프.

도 10은 본 발명의 실시예에 따른 물체 검출 장치의 신호 형태를 도시한 그래프.

도 11은 본 발명의 실시예에 따른 산출기를 도시한 구성도.

도 12는 본 발명의 실시예에 따른 가변 이득 곡선을 도시한 그래프.

도 13은 본 발명의 실시예에 따른 이득 제어기를 도시한 구성도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 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 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

- [0021] 본 발명의 실시예에 대한 구체 구성을 설명하기에 앞서, 도 1 및 도 6을 참조하여 종래의 정적 이득 제어 방법과 동적 이득 제어 방법에 대하여 설명한다. 도 6은 종래의 물체 검출 장치의 증폭기의 정적 이득 제어 및 동적 이득 제어시의 반사파 신호를 도시한 그래프이다. 여기서, 정적 이득 및 동적 이득은 도 1의 증폭기(Amp)의 이득을 제어하는 방법이며, 반사파 신호는 도 1의 포락선 검파기(Envelope Detector)의 출력일 수 있다.
- [0022] 도 6에서, (a)선은 정적 이득 사용시, 반사파 신호이며, (b)선은 동적 이득 사용시 반사파 신호이며, (c)선은 시간에 따른 증폭기의 동적 이득 값이며, (d)선은 물체 검출의 임계값(도 1의 Threshold, 도 6에서는 0.5V임)이다.
- [0023] 전술한 바와 같이, 종래의 물체 검출 장치는 반사파 신호가 임계값보다 큰 시점을 이용하여 물체의 위치를 검출한다. 이하, 종래의 물체 검출 장치가 그와 바로 붙어 있는 물체를 검출하는 경우(즉, 물체의 위치는 0ms에 있음)를 예로 들어 설명한다.
- [0024] 따라서, 정적 이득을 사용하는 종래의 물체 검출 장치는 도 6의 ㉠점과 같이, 임계값 0.5V를 초과하는 시점 0.15msec를 이용하여 물체의 거리 $2.55\text{cm} (=0.15\text{ms} \times 340\text{m/s} \div 2)$ 를 산출한다.
- [0025] 그런데, 실제 위치와 검출된 물체의 위치 사이에는 거리 오프셋이 존재하므로, 정적 이득을 사용하는 종래의 물체 검출 장치는 검출된 물체의 거리에 거리 오프셋(여기서는 2.55cm)을 보상하여, 물체 위치 산출의 정확성을 높이고 있다.
- [0026] 반면, 동적 이득을 사용하는 종래의 물체 검출 장치는 도 6의 ㉡점과 같이, 임계값 0.5V를 초과하는 시점 0.181msec를 이용하여 물체의 거리 $3.08\text{cm} (=0.181\text{ms} \times 340\text{m/s} \div 2)$ 를 산출한다. 즉, 동적 이득 사용시에는 정적 이득 사용시보다 0.53cm 검출 오차가 더 발생한다.
- [0027] 그런데, 이 같은 검출 오차는 동적 이득에 사용되는 이득 곡선에 따라 달라지므로, 특정 오프셋으로 보상되기는 어렵다. 더욱이, 이득 곡선이 급변할 경우에는 이 같은 오차 값은 더욱 증가할 수 있다.
- [0028] 이러한 문제를 방지하고자, 본 발명의 실시예에서는 임계값 및 증폭 신호의 1차 미분값을 이용하여 물체를 검출하고 있다.
- [0029] 한편, 종래의 증폭기의 동적 이득 제어는 의료용 초음파 장비에서 어두워지는 영상을 보상하는데 사용되고 있다. 구체적으로, 의료용 초음파 장비의 동적 이득 제어는 전 영역의 영상 밝기를 동일 수준으로 만들기 위한 것이다. 그래서, 의료용 초음파 장비는 동적 이득 제어에 단조 증가 함수를 이용하며, 깊이에 따른 이득 값을 메모리에 저장하고 있다. 그로 인해, 종래의 동적 이득 제어는 높은 복잡도를 요구하여, 차량용 보조 장치와 같이, 메모리 용량에 제약이 있는 시스템에는 그대로 적용되기는 어렵다.
- [0030] 그러나, 본 발명의 실시예는 비교적 간단한 구조로 구성되어, 단일 반도체 내에서 동적 이득 제어를 구현할 수 있으며, 낮은 복잡도를 가질 수 있다.
- [0031] 이하, 도 7 내지 9를 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 물체 검출 장치에 대하여 설명한다. 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 물체 검출 장치를 도시한 구성도이고, 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 가변 이득을 도시한 그래프이며, 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 반사 파형을 도시한 그래프이다.
- [0032] 도 7에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 물체 검출 장치(10)는 펄스 생성기(121), 변환기(122), 증폭기(140), 이득 제어기(130), AD 컨버터(150), 필터(160), 포락선 검파기(170), 비교기(180), 미분값 산출기(110) 및 물체 검출기(190)를 포함한다.
- [0033] 펄스 생성기(121)(Pulse Generator)는 전기 신호를 생성하여 변환기(122)로 전달한다.

- [0034] 변환기(122)(Transducer)는 전기 신호를 초음파로 변환하여 송신하고, 송신된 후 되돌아오는 반사파를 전기 신호로 변환한다.
- [0035] 증폭기(140)는 이득 제어기(130)의 제어에 따라, 변환기(122)로부터의 전기 신호를 가변 이득으로 증폭한다.
- [0036] 이득 제어기(130)는 증폭기(140)의 가변 이득을 제어하되, 장애물 감지되는 적어도 하나의 시간 영역에서는 제1 값(도 8의 G_1) 이상으로 가변 이득을 설정하고, 그외 시간 영역에서는 제1 값 이하로 가변 이득을 설정한다. 여기서, 적어도 하나의 시간 영역은 물체 검출 장치(10)를 적용하는 환경에서 복수의 실험으로 확인한 결과, 검출하고자 하는 주변 물체가 기설정된 횟수 이상 검출된 영역일 수 있다. 즉, 적어도 하나의 시간 영역은 감지하고자 하는 대상에 반사되어 돌아오는 상기 반사파가 존재하는 시간 영역을 포함한다.
- [0037] 도 8을 참조하면, 이득 제어기(130)는 감지하고자 하는 대상인 도로 턱에 대한 반사 파형이 확인되는 제1 영역(A1)에서는 제1 가변 이득으로 증폭기(140)의 이득을 제어하고, 주변 물체에 대한 반사 파형이 확인되는 제2 영역(A2)에서는 제2 가변 이득으로 증폭기(140)의 이득을 제어할 수 있다. 또한, 이득 제어기(130)는 그외의 영역에서는 정적 이득인 제1 값(G_1)으로 증폭기(140)의 이득을 제어할 수 있다.
- [0038] 이때, 이득 제어기(130)는 기저장된 복수의 구간의 이득의 기울기 값을 확인하고, 구간별 이득의 기울기 값을 선형 보간함에 따라 산출된 이득 곡선을 이용하여 증폭기(140)의 가변 이득을 제어한다. 이에 대해서는 도 12 및 도 13을 참조하여 후술하도록 하겠다.
- [0039] AD 컨버터(150)는 가변 이득으로 증폭된 전기 신호를 아날로그 디지털 변환한다.
- [0040] 필터(160)는 신호대 잡음비를 높이도록 디지털 변환된 신호를 대역 통과 필터링한다.
- [0041] 포락선 검파기(170)는 필터(160)로부터 전달받은 신호에 대응하는 포락선을 산출한다.
- [0042] 비교기(180)는 포락선 상의 신호를 입력받아, 기설정된 임계값보다 큰지 여부를 확인한다.
- [0043] 미분값 산출기(110)는 포락선 상의 신호의 1차 미분값을 산출하고, 제1 시점 이후 제2 시점 이전에 1차 미분값의 절대값의 최대값이 검출된 시점(이하, "제3 시점"이라고 함)을 출력한다. 여기서, 제1 시점은 초음파의 송신 시점이며, 제2 시점은 임계값보다 높은 포락선 상의 신호를 전달받은 시점이다.
- [0044] 물체 검출기(190)는 하기의 수학적 1과 같이 초음파의 속도와 제1 시점에서 제3 시점까지의 소요 시간을 이용하여 물체와의 거리를 산출한다.

수학적 1

$$\text{물체와의 거리} = \frac{\text{초음파의 속도} \times (\text{제3 시점} - \text{제1 시점})}{2}$$

- [0045]
- [0046] 도 9를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따라 동적 이득을 사용한 증폭기(140)의 출력은 배기가스나, 벽(주변 잡음)에 의한 반사파는 임계값 미만이며, 감지하고자 하는 대상인 도로턱이나, 물체에 의한 반사파는 임계값 이상인 것을 알 수 있다. 더욱이, 주변 잡음에 의한 반사파와 감지하고자 하는 대상에 의한 반사파의 크기 차이가 커서, 본 발명의 실시예는 환경 변화에 강건함을 알 수 있다.
- [0047] 이와 같이, 본 발명의 실시예는 원거리 벽과 같이 큰 반사 신호를 갖는 물체에 의한 간섭이나, 배기 가스에 의한 영향과 같은 종래의 물체 검출 장치의 문제점을 개선할 수 있고, 환경에 대한 강건성을 높일 수 있다.
- [0048] 이하, 도 10를 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 물체 검출 장치의 다양한 신호 형태에 대하여 설명한다. 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 물체 검출 장치의 신호 형태를 도시한 그래프이다. 물체는 0ms에 위치한다고 가정한다.
- [0049] 도 10에서, (e)선은 정적 이득 사용시 포락선 상의 신호이며, (f)선은 가변 이득 사용시 포락선 상의 신호이다. 그리고, (g)선은 가변 이득 값이며, (h)선은 임계값이고, (i)선은 정적 이득을 사용한 경우의 1차 미분값의 절대값이며, (j)선은 동적 이득을 사용한 경우의 1차 미분값의 절대값이다. 여기서, 포락선 상의 신호는 포락선

검파기(170)의 출력일 수 있다.

- [0050] 도 10에 도시된 바와 같이, 임계값만을 이용하여 물체를 판단하는 경우에는 (e)선과 임계값(h)이 만나는 시점(약, 0.15ms), 또는 (f)선과 임계값(h)이 만나는 시점(약, 0.18ms)(이하, "제2 시점"이라고 함)을 물체 위치로 판단한다. 이 같이, 임계값만을 이용해서 물체 위치를 판단하면, 실제 물체 위치와 차이가 있는 지점을 물체 위치로 인식할 수 있다.
- [0051] 그러나, 도 10의 (i)선 및 (j)선의 1차 미분값의 절대값을 살펴보면, 제2 시점 이전에서, 1차 미분값의 절대값의 최대값은 0ms에서 검출된다. 이 같이, 1차 미분값을 기반으로 물체를 검출할 경우, 가변 이득 적용 여부에 상관없이 정확히 물체를 검출할 수 있음을 알 수 있다.
- [0052] 이하, 도 11을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 1차 미분값의 절대값의 최대값이 검출된 시점을 산출하는 산출기에 대해서 설명한다. 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 산출기를 도시한 구성도이다. 도 11에서, 미분값 산출기(110)의 입력 신호는 포락선 검파기(170)로부터 출력된 포락선 상의 신호이며, 그 출력 신호는 제3 시점, 즉 제2 시점 이전에 입력 신호의 1차 미분값의 절대값의 최대값이 검출된 시점이다.
- [0053] 도 11에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 미분값 산출기(110)는 제1 레지스터(111), 제2 레지스터(112), 제3 레지스터(113), 제4 레지스터(114), 제1 합산부(115_1), 제2 합산부(115_2), 제1 비교부(116), 제2 비교부(117), 카운터(119) 및 스위치(118)를 포함한다.
- [0054] 제1 레지스터(111)는 n번째 신호 $x[n]$ 을 입력받으며, n-1번째 신호 $x[n-1]$ 을 출력한다.
- [0055] 제1 합산부(115_1)는 n번째 신호 $x[n]$ 과 n-1번째 신호 $x[n-1]$ 의 (-)값을 합산한다. 즉, n번째 신호 $x[n]$ 과 n-1번째 신호 $x[n-1]$ 의 차분 신호($x[n]-x[n-1]$)를 출력한다.
- [0056] 제2 레지스터(112)는 n번째 차분 신호를 입력받으며, 입력된 차분 신호 중에서 최대값을 저장한다. 즉, 현재의 차분 신호인 n번째 차분 신호{Diff($x[n]$)=B}가 이전에 저장된 차분 신호{max(Diff($x[n]$))=A}보다 큰 경우, n번째 차분 신호를 저장한다. 여기서, 제2 레지스터(112)의 초기값 즉, max(Diff($x[n]$))의 초기값은 0일 수 있다.
- [0057] 제1 비교부(116)는 n번째 차분 신호{Diff($x[n]$)=B}가 이전에 저장된 차분 신호{max(Diff($x[n]$))=A}보다 크면, TRUE를 출력하고, 그렇지 않으면, FALSE를 출력한다. 여기서, TRUE는 디지털 "1" 신호일 수 있으며, FALSE는 디지털 "0" 신호일 수 있다.
- [0058] 제3 레지스터(113)는 이전의 차분 신호 즉, n-1번째 차분 신호 Diff($x[n-1]$)를 저장한다.
- [0059] 제2 합산부(115_2)는 n번째 차분 신호에 오프셋(Offset)을 합산한다. 여기서, 오프셋은 캘리브레이션 값일 수 있다. 상세하게는, 오프셋은 복수의 실험에 의하여 물체에 의한 반사파가 잡음의 영향을 받았을 때, n번째 차분 신호의 값이 커지는 정도를 고려하여 설정된 값일 수 있다.
- [0060] 제2 비교부(117)는 오프셋에 의해 보정된 n번째 차분 신호가 n-1번째 차분 신호보다 크면 출력한다. 그에 따라, 제4 레지스터(114)에 저장된 제3 시점은 초기화(Reset)된다. 즉, 도 10의 t_4 시점과 같이, 차분 신호가 최대값 이후 증가하는 구간에서는 물체가 검출되지 않으며, 1차 미분값의 절대값의 최대값이 검출된다고 해도 이는 물체의 반사파에서 검출된 것은 아니므로, 제4 레지스터(114)를 초기화하는 것이다. 다만, t_4 시점 이전에도 차분 신호가 감소하던 중에 잡음 등으로 인해 일시적으로 증가할 수 있으므로, 이 경우에는 제4 레지스터(114)가 초기화되지 않도록 n번째 차분 신호에 일정 오프셋을 더하는 것이다.
- [0061] 카운터(119)는 초음파의 송신 시점(제1 시점) 이후에 1차 미분값의 절대값의 최대값이 검출된 시점(제3 시점)을 확인하기 위해서 구동된다. 즉, 카운터(119)는 현재시간을 측정한다.
- [0062] 제4 레지스터(114)는 1차 미분값의 절대값의 최대값인 시점에 제1 비교부(116)로부터 TRUE를 입력받으면, 동작되어(Enable), 카운터(119)로부터 현재시간(제3 시점)을 확인하여 저장한다. 또한, 제4 레지스터(114)는 스위치(118)의 단락시에 제3 시점을 출력한다.
- [0063] 스위치(118)는 도 7의 비교기(180)의 출력이 1일 경우 단락되어, 제4 레지스터(114)로부터의 제3 시점을 물체 검출기(190)로 전달한다.
- [0064] 한편, 제4 레지스터(114)는 n번째 차분 신호가 이전의 차분 신호보다 기설정된 오프셋 이상 작을 경우, 초기화

(Reset)된다.

[0065] 한편, 전술한 예에서는 미분값 산출기(110)가 비교기(180)로부터 제2 시점을 전달받으면, 제3 시점을 출력하는 경우를 예로 들어 설명하였다. 하지만, 이와 달리, 미분값 산출기(110)는 1차 미분값의 절대값의 최대값을 검출할 때마다 제3 시점을 출력할 수도 있다. 이 경우, 물체 검출기(190)가 제2 시점을 확인하면, 제3 시점을 이용하여 물체를 확인할 수도 있음은 물론이다. 이때, 미분값 산출기(110)는 스위치(118)를 포함하지 않을 수 있다.

[0066] 이와 같이, 본 발명의 실시예에 따르면, 3개의 저장소, 2개의 덧셈기 및 2개의 비교기를 포함하는 비교적 간단한 구조에 의해 1차 미분값의 절대값의 최대값 및 그 산출 시점을 확인할 수 있다. 따라서, 구현 복잡도를 낮출 수 있고, 구현 비용을 절감할 수 있다.

[0067] 한편, 전술한 바와 같이, 본 발명의 실시예는 차량 주차 보조 장치와 같이, 단일 반도체 내에서 구현되는 것이 좋으므로, 대용량 메모리를 사용하는 의료용 초음파 장비에 적용되는 가변 이득 제어 방법을 그대로 사용하기는 어렵다. 더욱이, 본 발명의 실시예에 따른 가변 이득은 급격한 이득의 변화를 동반하므로, 이 경우, 물체의 위치 왜곡 문제가 더해질 수 있다.

[0068] 이러한 문제를 방지하고자, 본 발명의 실시예는 지정된 시간별 이득의 기울기 값을 저장하고, 가변 이득 적용시에는 저장된 기울기 값을 보간한 값을 사용함으로써, 연속적인 이득 곡선을 사용해 가변 이득을 제어할 수 있다.

[0069] 이하, 도 12 및 13을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 이득 제어기에 대해서 설명한다. 도 12는 본 발명의 실시예에 따른 가변 이득 곡선을 도시한 그래프이고, 도 13은 본 발명의 실시예에 따른 이득 제어기를 도시한 구성도이다. 도 12에서, t_k 시점의 이득의 기울기 값은 α_1 , t_{k+1} 시점의 이득의 기울기 값은 α_2 이며, t_{k+2} 시점의 이득의 기울기 값은 α_3 이다. 여기서, dt 는 $t_{k+1} - t_k$ 로서, 2^n 이며, n 은 양의 정수이다.

[0070] 도 12과 같이, 본 발명의 실시예에 따른 이득 제어기는 구간별 이득 값을 보간한 형태인 연속적인 곡선 형태이다. 또한, 물체에 대한 반사신호는 급격히 변화하는 형태는 아니므로, 본 발명의 실시예에 따라 1차 미분값에 기반하여 물체 추정하면, 더 정확히 물체 위치를 산출할 수 있다.

[0071] 본 발명의 이득 제어기(130)가 임의의 시간의 증폭기(140)에 적용하는 가변 이득은 다음의 수학식 2와 같다. 여기서, 정적 이득은 도 8의 G1과 같을 수 있다.

수학식 2

$$\text{이득} = \text{정적이득} + \int_{t_k}^{t_{k+1}} \left\{ \frac{\alpha(t_{k+1}) - \alpha(t_k)}{t_{k+1} - t_k} (t - t_k) + \alpha(t_k) \right\} dt$$

[0072]

[0073] 여기서, 정적이득은 감지하고 하는 대상이 포함되지 않는 시간 영역에 대한 반사와 신호를 증폭하는 이득(도 9의 G1), t 는 현재시간, t_k 는 상기 기설정된 구간 중에서 현재시간의 이전 구간에 대응하는 시간, t_{k+1} 은 상기 기설정된 구간 중에서 이후 구간에 대응하는 시간, $\alpha(t_k)$ 는 t_k 시점의 이득의 기울기 값, $\alpha(t_{k+1})$ 은 t_{k+1} 시점의 이득의 기울기 값일 수 있다.

[0074] 도 13에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 이득 제어기(130)는 상태 머신(131), 카운터(132), 쉬프트 레지스터(135), 제1 멀티플렉서(134_1), 제2 멀티플렉서(134_2), 비교부(133), 곱셈부(136), 저장소(138), 상측 합산부(139), 좌측 합산부(137_1) 및 우측 합산부(137_2)를 포함한다.

[0075] 카운터(132)는 현재시간(t)을 측정하되, 현재시간이 기설정된 이득값의 구간($dt = t_{k+1} - t_k$ 또는 $t_{k+2} - t_{k+1}$)의 길이 일 때마다 초기화된다.

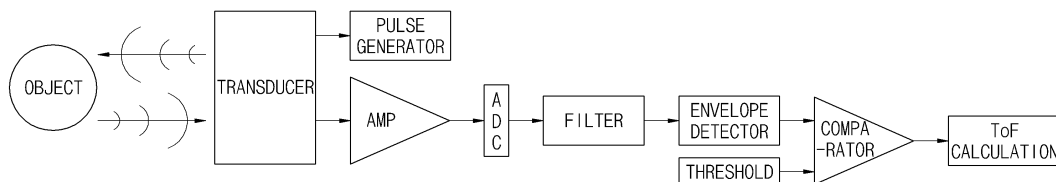
- [0076] 비교부(133)는 카운터(132)에 의해 산출된 현재시간이 기설정된 이득값의 구간 길이보다 크면, 신호를 출력한다.
- [0077] 상태 머신(131)는 비교부(133)의 출력을 인지하면, 상태 변환된다.
- [0078] 제1 및 제2 멀티플렉서(134_1, 134_2)는 상태 머신(131)의 출력에 대응하도록, 현재시간의 이전 구간에 대한 이득값과 현재시간의 이후 구간에 대한 이득값을 포함하는 기설정된 이득값을 출력한다.
- [0079] 상측 합산부(139)는 복수의 멀티플렉서의 이득값을 뺄셈한다.
- [0080] 쉬프트 레지스터(135)는 합산부의 출력을 쉬프트 연산하여 나눗셈 연산을 수행할 수 있다.
- [0081] 곱셈부(136)는 현재시간과 쉬프트 레지스터의 출력을 곱셈한다.
- [0082] 좌측 합산부(137_1)는 이전 구간에 대한 이득값과 곱셈부(136)의 출력을 덧셈한다.
- [0083] 우측 합산부(137_2)는 좌측 합산부(137_1)의 출력과 이전에 산출된 가변 이득을 더하여 현재시간에 사용될 가변 이득을 산출한다.
- [0084] 저장소(138)는 우측 합산부(137_2)의 이후 연산에 이용되도록 상기 현재시간에 사용될 가변 이득을 저장한다.
- [0085] 이하, 이득 제어기(130)의 가변 이득 설정 과정을 $t_k \leq t < t_{k+1}$ 구간과 $t_{k+1} \leq t < t_{k+2}$ 구간을 나누어 설명한다.
- [0086] ▶ $t_k \leq t < t_{k+1}$; 카운터 값이 dt 이하인 경우
- [0087] 비교부(133)는 카운터(132)의 출력이 기설정된 이득값의 구간 길이 dt를 초과할 경우(여기서는 t_k), 카운터(132)를 초기화하고, 상태 머신(131)에 신호를 공급한다.
- [0088] 카운터(132)는 t_k 시점에 초기화(reset)되어 0이 되며, 그 출력은 현재시간을 나타낸다. 즉, 카운터(132)는 $(t - t_k)$ 를 출력한다.
- [0089] 상태 머신(131)은 t_k 시점에 초기 출력 $Mux=0$ 을 출력하고, 그에 따라, 제1 멀티플렉서(134_1)는 a_1 을 출력하고, 제2 멀티플렉서(134_2)는 a_2 를 출력한다.
- [0090] 상측 합산부(139)는 제1 멀티플렉서(134_1)의 출력 a_1 의 (-)값 제2 멀티플렉서(134_2)의 출력 a_2 를 합산한다.
- [0091] 쉬프트 레지스터(135)는 $(a_2 - a_1)$ 을 입력받으며, 쉬프트 연산하여 $(a_2 - a_1)/2^n$ 를 출력한다. 그런데, $(t_{k+1} - t_k) = 2^n$ 이므로, 쉬프트 레지스터의 출력은 $(a_1 - a_2)/(t_{k+1} - t_k)$ 라고도 볼 수 있다.
- [0092] 곱셈부(136)는 $(t - t_k)$ 및 $(a_2 - a_1)/(t_{k+1} - t_k)$ 를 입력받아, $\{(a_2 - a_1)/(t_{k+1} - t_k)\} \times (t - t_k)$ 를 출력한다.
- [0093] 좌측 합산부(137_1)는 $\{(a_2 - a_1)/(t_{k+1} - t_k)\} \times (t - t_k)$ 와 a_1 을 입력받아, $\{(a_2 - a_1)/(t_{k+1} - t_k)\} \times (t - t_k) + a_1$ 을 출력한다.
- [0094] 우측 합산부(137_2)는 저장소(138)에 기저장된 기존 출력에 현재 입력을 더하는 것이므로, 즉, 적분을 수행한다. 따라서, 우측 합산부(137_2)의 출력은 상기의 수학식 2의 정적 이득을 제외한 오른쪽 항목이다.
- [0095] 저장소(138)는 우측 합산부(137_2)의 출력을 저장하고, 이후 연산에 사용되도록 한다.
- [0096] 한편, 좌측 합산부(137_1) 및 우측 합산부(137_2)는 카운터(132)의 출력이 dt를 초과하기 전까지는 카운터(132)의 출력 변화에 따라 달라지는 $\{(a_2 - a_1)/(t_{k+1} - t_k)\} \times (t - t_k) + a_1$ 및 $\{(a_2 - a_1)/(t_{k+1} - t_k)\} \times (t - t_k) + a_1$ 의 적분값을 각기 출력한다.
- [0097] ▶ $t_{k+1} \leq t < t_{k+2}$ - 카운터 값이 dt를 초과하는 경우
- [0098] 카운터(132)의 값이 dt보다 크면, 비교부(133)는 신호를 출력한다. 이때, 카운터(132)는 다시 0으로 초기화된

다.

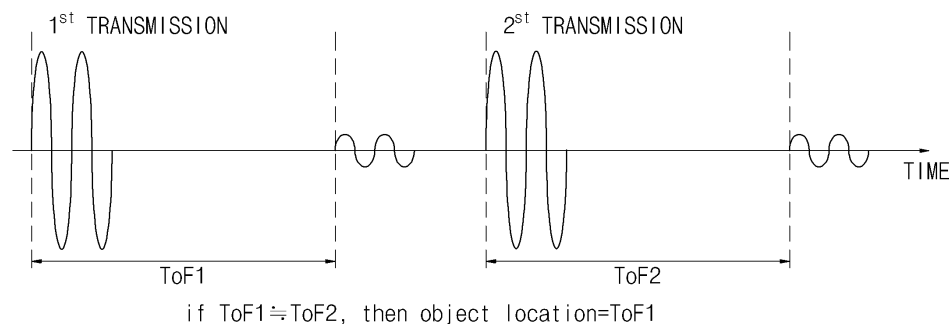
- [0099] 그러면, 상태 머신(131)은 비교부(133)의 신호를 클럭으로 인식하여 상태 전환되어, Mux=1을 출력한다. 이때, 제1 멀티플렉서(134_1) 및 제2 멀티플렉서(134_2)는 각기 a_2 및 a_3 을 출력한다.
- [0100] 그런데, $tk+2 - tk+1 = tk+1 - tk = dt$ 이므로, 이 경우에는 상기 수학식 2의 다음 구간에 대한 동작이 수행된다.
- [0101] 한편, 도 13에서는 이득의 구간이 3개인 경우를 예로 들어 설명한다. 만약, 이득의 구간 개수가 더 많을 경우, 이득 제어기(130)의 구조는 달라질 수 있다. 예를 들어, 이득 제어기(130)는 더 많은 개수의 멀티플렉서를 포함할 수 있으며, 멀티플렉서가 멀티플렉서의 입력 또는 출력 개수가 달라질 수도 있다.
- [0102] 이와 같이, 본 발명의 실시예는 가변 이득값의 구간의 길이를 2의 제곱수 중 하나로 선택함에 따라, 높은 복잡도를 갖는 나눗셈기를 대신에, 간단한 구조의 쉬프트 레지스터를 이용해 구현될 수 있다. 따라서, 비교적 간단한 구조로 구성될 수 있고, 구현 비용 및 복잡도를 낮출 수 있다.
- [0103] 뿐만 아니라, 본 발명의 실시예는 가변 이득 곡선의 변화에 따른 물체 위치 왜곡 현상의 발생 빈도를 줄 수 있다.
- [0104] 또한, 본 발명의 실시예는 원거리 벽과 같이 큰 반사 신호를 갖는 물체에 의한 간섭이나, 배기 가스에 의한 영향을 받던 종래의 문제점을 개선할 수 있고, 환경에 대한 강건성을 높일 수 있다.
- [0105] 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

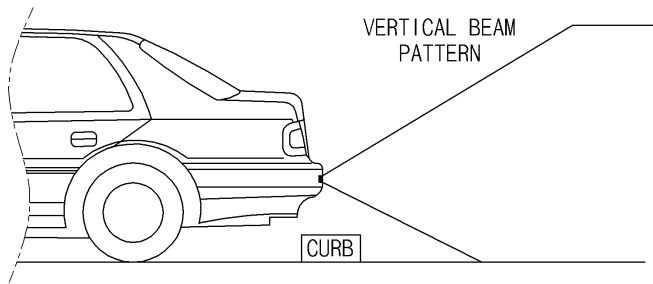
도면1



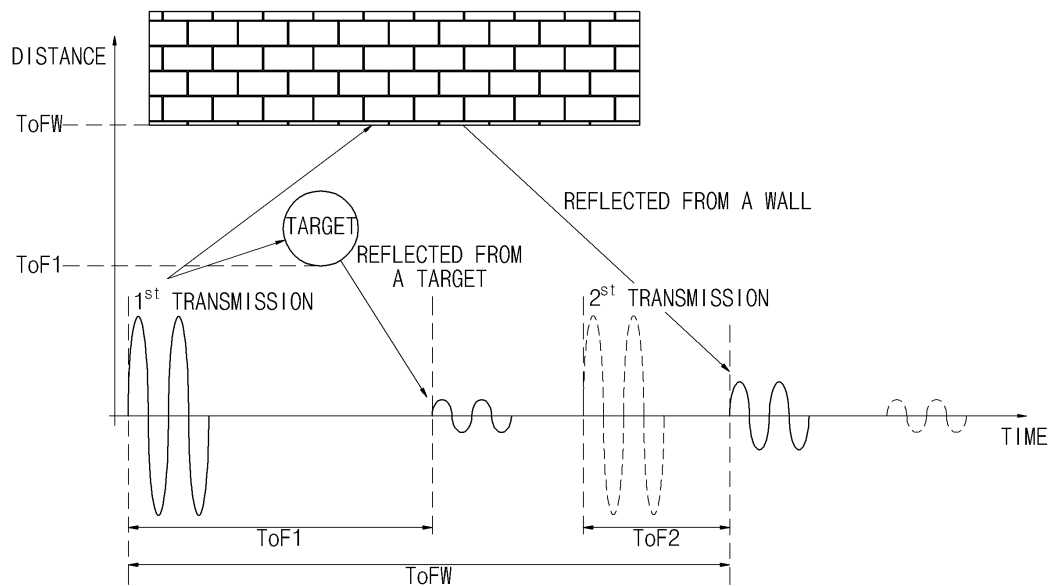
도면2



도면3

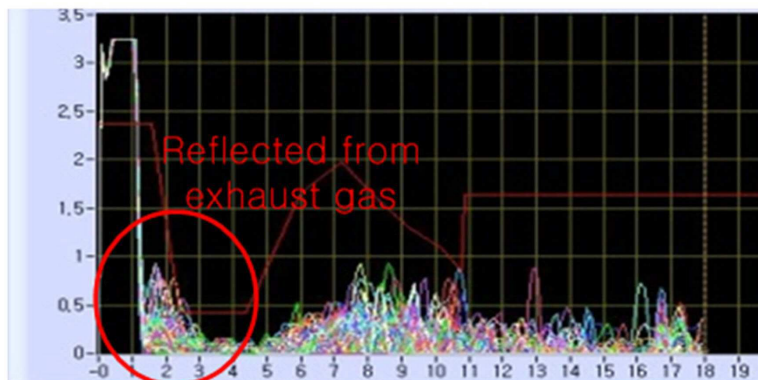


도면4

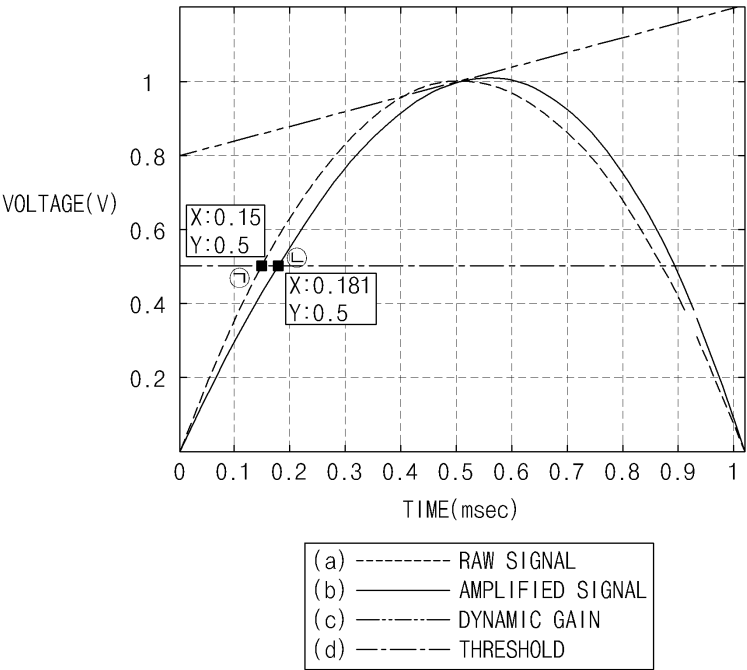


if $ToF1 \neq ToF2$, THE TARGET IS NOT DETECTED

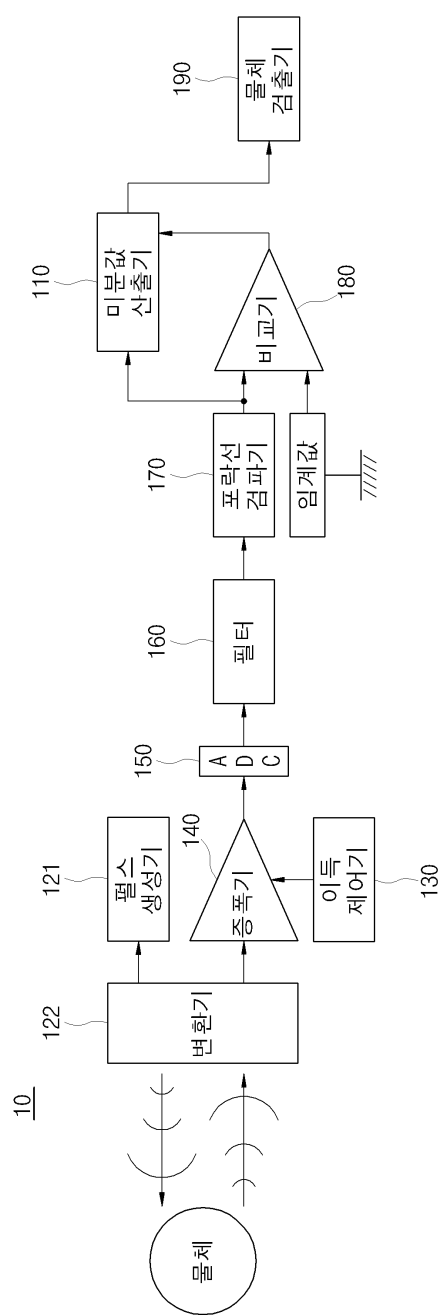
도면5



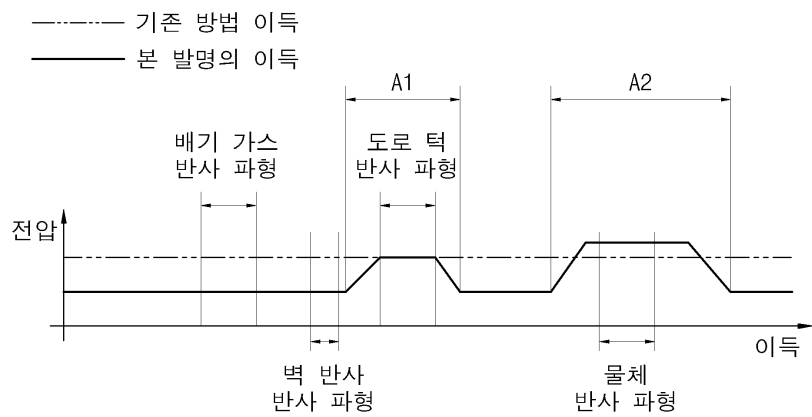
도면6



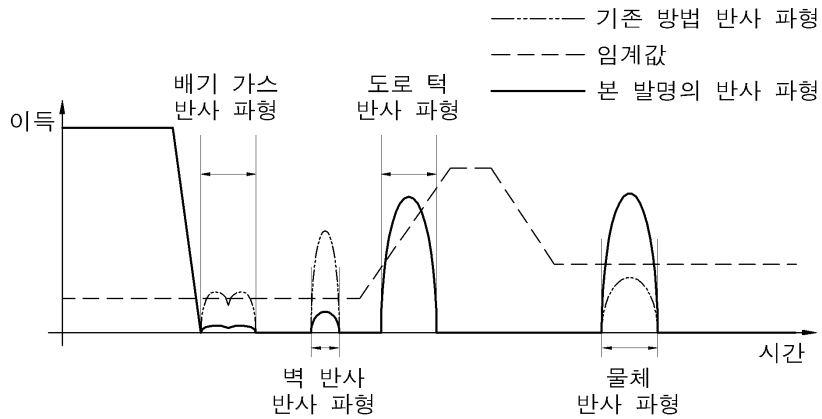
도면7



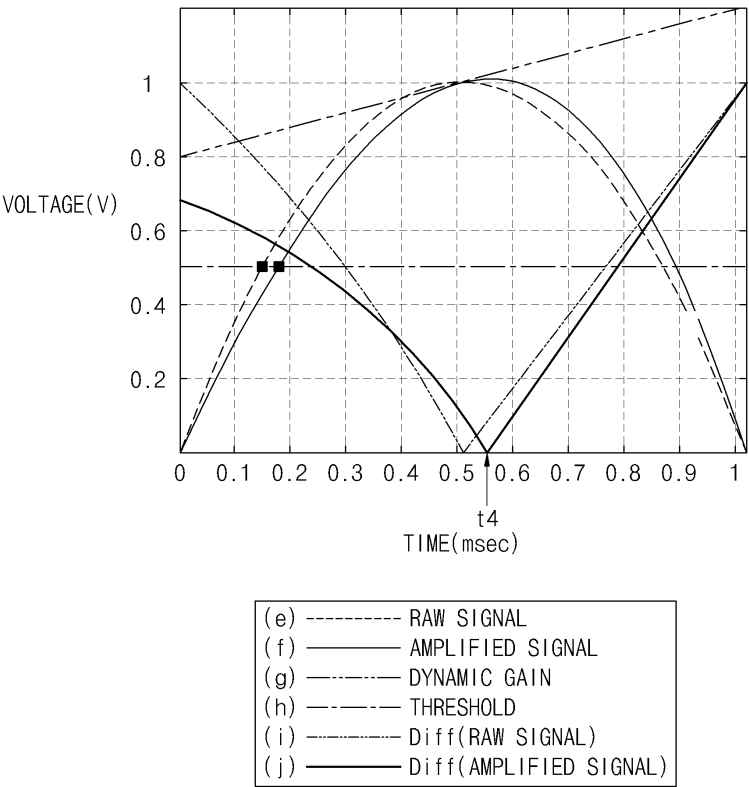
도면8



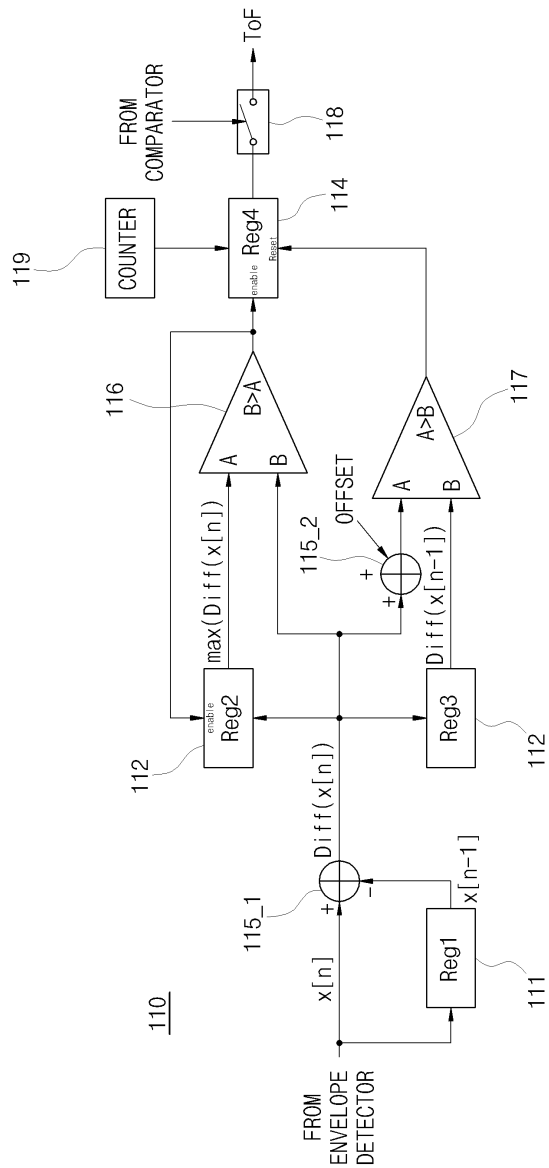
도면9



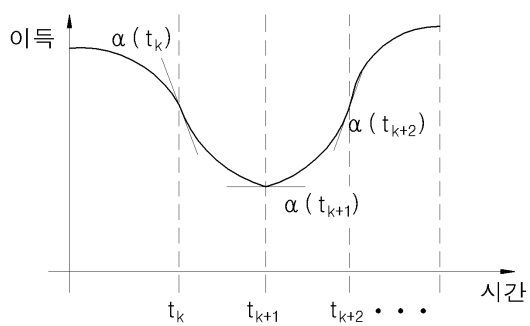
도면10



도면11



도면12



도면13

