



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0047556
(43) 공개일자 2019년05월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01D 18/00 (2006.01) G06F 17/10 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01D 18/002 (2013.01)
G06F 17/10 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0141568
(22) 출원일자 2017년10월27일
심사청구일자 2017년10월27일
기술이전 희망 : 기술양도

(71) 출원인
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)
(72) 발명자
오훈
울산광역시 남구 봉월로 167, B동 3302호 (신정동, 태화강 풍림 엑슬루 타워)
구엔틴
울산광역시 남구 신북로11번길 7, 102호 (무거동)
(74) 대리인
김중선, 이형석

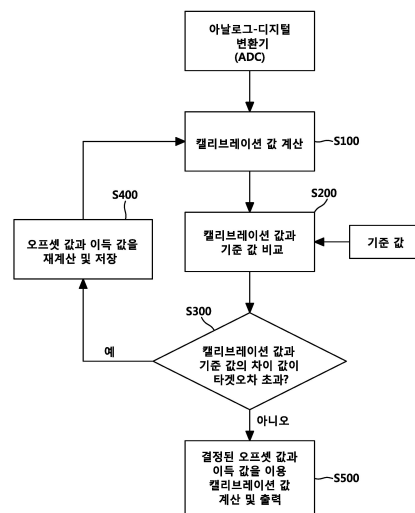
전체 청구항 수 : 총 3 항

(54) 발명의 명칭 센서 측정 장치의 자율 캘리브레이션 방법

(57) 요약

본 발명은 센서 측정 장치의 자율 캘리브레이션 방법에 있어서, 센서 측정 장치의 측정 값, 초기 오프셋 값 및 초기 이득 값을 이용하여 캘리브레이션 값을 계산하는 단계, 상기 캘리브레이션 값과 기준 값을 비교하는 단계, 상기 비교 결과, 상기 캘리브레이션 값과 상기 기준 값의 차이 값이 타겟 오차를 초과하면 오프셋 값 및 이득 값을 재계산하여 저장하는 단계, 상기 저장된 오프셋 값 및 이득 값을 이용하여 캘리브레이션 값을 재계산하고, 상기 재계산된 캘리브레이션 값과 상기 기준 값의 차이 값이 상기 타겟 오차 이하가 될 때까지 반복적으로 재계산하고, 상기 재계산된 차이 값이 타겟 오차 이하가 되는 상기 저장된 오프셋 값과 상기 저장된 이득 값을 결정하는 단계 및 상기 결정된 오프셋 값과 이득 값을 이용하여 캘리브레이션 값을 계산 및 출력하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 자율 캘리브레이션 방법이다.

대표도 - 도5



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1410-2017-00002

부처명 울산광역시

연구관리전문기관 한국전자통신연구원(ETRI)

연구사업명 조선해양 및 육상플랜트를 위한 스마트 HSE 시스템 개발

연구과제명 조선해양 및 육상플랜트용 저전력 장거리 무선통신(LPWA)프로토콜 설계 및 성능평가

기 여 율 1/1

주관기관 울산대학교 산학협력단

연구기간 2017.04.15 ~ 2017.10.31

명세서

청구범위

청구항 1

센서 측정 장치의 자율 캘리브레이션 방법에 있어서,

센서 측정 장치의 측정 값, 초기 오프셋 값 및 초기 이득 값을 이용하여 캘리브레이션 값을 계산하는 단계;

상기 캘리브레이션 값과 기준 값을 비교하는 단계;

상기 비교 결과, 상기 캘리브레이션 값과 상기 기준 값의 차이 값이 타겟 오차를 초과하면 오프셋 값 및 이득 값을 재계산하여 저장하는 단계;

상기 저장된 오프셋 값 및 이득 값을 이용하여 캘리브레이션 값을 재계산하고, 상기 재계산된 캘리브레이션 값과 상기 기준 값의 차이 값이 상기 타겟 오차 이하가 될 때까지 반복적으로 재계산하고, 상기 재계산된 차이 값이 타겟 오차 이하가 되는 상기 저장된 오프셋 값과 상기 저장된 이득 값을 결정하는 단계; 및

상기 결정된 오프셋 값과 이득 값을 이용하여 캘리브레이션 값을 계산 및 출력하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 자율 캘리브레이션 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

캘리브레이션 값을 계산하는 단계는,

상기 초기의 오프셋 값 및 상기 초기 이득 값을 이용하는 캘리브레이션 함수를 통하여 캘리브레이션 값을 계산하는 것을 특징으로 하는 자율 캘리브레이션 방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 비교 결과,

상기 캘리브레이션 값과 상기 기준 값의 차이 값이 상기 타겟 오차 이하이면 오프셋 값과 이득 값을 결정하고, 상기 결정된 오프셋 값 및 상기 이득 값을 이용하여 캘리브레이션 값을 계산 및 출력하는 것을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 자율 캘리브레이션 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 센서 측정 장치를 자율적으로 캘리브레이션 하는 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 센서의 노화, 잡음, 센서 오프셋 등 외부적 또는 환경적 요인으로 인해 유발되는 센서 측정 장치의 오류 값을 제거하여 신뢰도 높은 측정 값을 얻기 위한 센서 측정 장치의 자율 캘리브레이션 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 사물 인터넷 등 센서를 이용하는 분야가 증가됨에 따라 센서의 보정에 대한 관심이 늘어나고 있는 추세이다.

[0003] 다양한 분야에서 사용되는 센서의 측정 값에 오차가 발생하는 경우, 센서의 측정 값을 신뢰할 수 없게 되어 막대한 손실을 일으키는 경우도 있는바, 정확한 측정 값을 위한 주기적인 캘리브레이션이 요구된다.

[0004] 다만 센서의 장기간 사용하는 경우, 온도, 습도, 기압의 변화 및 센서의 노후 등 외부적 또는 환경적 요인으로 인해 센서 측정값의 오류가 발생하게 된다.

[0005] 따라서 센서의 초기 설치 시는 물론, 센서의 장기간 사용으로 인하여 센서의 감도가 변화될 수 있으므로 사용 중에도 이를 주기적으로 센서 측정 장치를 캘리브레이션할 필요가 있다.

[0006] 종래에는 단순 오프셋을 이용하여 수동으로 보정하는 방법이 있으나 이는 보정의 정확도가 떨어지는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-0222940호(공고일자 1999.10.01.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명에서는 일반적인 센서들은 각각 서로 다른 오프셋 값과 이득 값을 가지므로, 동일한 공정에 의해 생산된 센서들조차 오차가 발생하고, 또한 장시간 센서를 사용할 경우 주위 환경요인에 의해서 발생하는 센서 측정 값의 오차 값을 보정하는 것을 목적으로 한다.

[0009] 본 발명이 개시하고 있는 센서 측정 장치의 자율 캘리브레이션 방법에 따라, 서로 다른 센서들 사이에 측정 값의 오차가 발생하지 않고 신뢰도 높은 측정 값을 확보할 수 있는 캘리브레이션 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명이 개시하고 있는 센서 측정 장치의 자율 캘리브레이션 방법에 있어서, 센서 측정 장치의 측정 값, 초기 오프셋 값 및 초기 이득 값을 이용하여 캘리브레이션 값을 계산하는 단계, 상기 캘리브레이션 값과 기준 값을 비교하는 단계, 상기 비교 결과, 상기 캘리브레이션 값과 상기 기준 값의 차이 값이 타겟 오차를 초과하면 오프셋 값 및 이득 값을 재계산하여 저장하는 단계, 상기 저장된 오프셋 값 및 이득 값을 이용하여 캘리브레이션 값을 재계산하고, 상기 재계산된 캘리브레이션 값과 상기 기준 값의 차이 값이 상기 타겟 오차 이하가 될 때까지 반복적으로 재계산하고, 상기 재계산된 차이 값이 타겟 오차 이하가 되는 상기 저장된 오프셋 값과 상기 저장된 이득 값을 결정하는 단계 및 상기 결정된 오프셋 값과 이득 값을 이용하여 캘리브레이션 값을 계산 및 출력하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 캘리브레이션 값을 계산하는 단계는, 상기 초기의 오프셋 값 및 상기 초기 이득 값을 이용하는 캘리브레이션 함수를 통하여 캘리브레이션 값을 계산하는 것을 특징으로 하는 자율 캘리브레이션 방법이다.

[0012] 캘리브레이션 값과 기준 값의 비교 결과, 상기 캘리브레이션 값과 상기 기준 값의 차이 값이 상기 타겟 오차 이하이면 오프셋 값과 이득 값을 결정하고, 상기 결정된 오프셋 값 및 상기 이득 값을 이용하여 캘리브레이션 값을 계산 및 출력하는 것을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 자율 캘리브레이션 방법이다.

발명의 효과

[0013] 상기와 같은 본 발명에 따르면, 캘리브레이션 함수를 이용하여 캘리브레이션 값을 계산하고 계산된 캘리브레이션 값과 기준 값의 차이 값을 비교하여 차이 값이 타겟 오차 이하가 될 때까지 반복함으로써, 센서 측정 장치를 캘리브레이션하여 신뢰도 높은 센서 측정값을 얻을 수 있다.

[0014] 또한 센서의 노화, 잡음 및 센서 오프셋 등으로 인해 유발되는 센서 측정 장치의 오류 값을 보정함으로써 센서의 종류 및 사용 기간에 상관 없이 정확한 측정 값을 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명에 따른 온도 측정 시스템의 블록도이다.

도 2는 센서 측정 장치를 이용한 이상적인 측정값(a)과 환경 요인에 의한 오차를 가지는 측정값(b)을 비교한 그래프를 나타낸 도면이다.

도 3은 오차 값을 가지는 센서 측정 장치의 블록도이다.

도 4는 본 발명에 따른 캘리브레이션 알고리즘을 사용하지 않는 센서(a)와 캘리브레이션 알고리즘을 사용하는 센서(b)의 예시를 나타낸 도면이다.

도 5는 본 발명에 따른 캘리브레이션 방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 이하, 본 발명은 첨부된 도면을 참조하여 설명한다. 본 발명에 따른 동작 및 작용을 이해하는 데 필요한 부분을 중심으로 상세히 설명한다. 본 발명을 설명하면서, 본 발명이 속하는 기술 분야에 익히 알려졌고 본 발명과 직접적으로 관련이 없는 기술 내용에 대해서는 설명을 생략한다. 이는 불필요한 설명을 생략함으로써 본 발명의 요지를 흐리지 않고 더욱 명확히 전달하기 위함이다.
- [0017] 또한, 본 발명의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 동일한 명칭의 구성 요소에 대하여 도면에 따라 다른 참조부호를 부여할 수도 있으며, 서로 다른 도면임에도 동일한 참조부호를 부여할 수도 있다. 그러나 이와 같은 경우라 하더라도 해당 구성 요소가 실시 예에 따라 서로 다른 기능을 갖는다는 것을 의미하거나, 서로 다른 실시 예에서 동일한 기능을 갖는다는 것을 의미하는 것은 아니며, 각각의 구성 요소의 기능은 해당 실시 예에서의 각각의 구성 요소에 대한 설명에 기초하여 판단하여야 할 것이다.
- [0018] 도 1은 본 발명에 따른 온도 측정 시스템의 블록도이다.
- [0019] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 온도 측정 시스템은 센서(100), 증폭기(200), 아날로그-디지털 변환기(Analog-Digital Converter, ADC, 300) 및 캘리브레이션부(400)를 포함한다.
- [0020] 센서(100)로부터 측정된 신호는 증폭기(200)에 의해 증폭되고, 아날로그-디지털 변환기(300)에 의해 디지털 신호로 변환된다. 변환된 디지털 신호는 캘리브레이션부(400)에 의해 실제 값으로 변환된다.
- [0021] 캘리브레이션부(400)는 센서의 노화, 잡음, 증폭기의 이득 값, 센서의 오프셋 값에 의해 유발된 오차 값을 보정한다.
- [0022] 센서 측정 장치는 온도 센서, 습도 센서, 기상 센서 및 연기 센서 등 다양한 분야의 각 종 센서 측정 장치를 포함한다.
- [0023] 도 2는 센서 측정 장치를 이용한 이상적인 측정값(a)과 환경 요인에 의한 오차를 가지는 측정값(b)을 비교한 그래프를 나타낸 도면이다.
- [0024] 센서 측정 시스템에 의해 측정된 온도 값은 종종 다양한 요인들로 인한 오차 값을 포함한다. 동일한 제조업체에 의해 생산된 센서라도 생산, 저장 및 출하 과정에서 센서의 특성이 변경될 수 있기 때문에, 동일한 온도에서 각각 다른 측정 값을 읽을 수 있다.
- [0025] 또한, 센서를 장기간 사용하는 경우 장치의 노화로 인해 센서가 온도 변화, 충격 및 습도 등의 영향으로 동일한 환경에서 다른 값을 생성할 수 있다. 그로 인해 센서의 측정 값을 신뢰할 수 없는 문제점이 발생한다.
- [0026] 도 3은 오차 값을 가지는 센서 측정 장치의 블록도이다.
- [0027] 센서(100)에는 오프셋 값 및 허용 오차 값이 존재하는데, 이 값은 동일한 제조 공정에서 동시에 제조 되더라도 각 센서마다 차이가 있다.
- [0028] 따라서 동일한 캘리브레이션 알고리즘을 두 개의 측정 장치에 적용하면, 각각 다른 값을 산출한다.
- [0029] 또한, 증폭기(200) 내에 존재하는 저항의 허용 오차 때문에 센서 측정 장치의 오차 값이 발생한다.
- [0030] 따라서 각 측정 장치는 각각의 장치에 최적화된 매개 변수를 가진 개별적인 캘리브레이션 알고리즘이 필요하다.
- [0031] 도 4는 본 발명에 따른 캘리브레이션 알고리즘을 사용하지 않는 센서(a)와 캘리브레이션 알고리즘을 사용하는 센서(b)의 예시를 나타낸 도면이다.
- [0032] 종래의 센서로 캘리브레이션 알고리즘을 사용하지 않는 센서와 캘리브레이션 알고리즘을 사용하는 센서는 그 가격 차이가 상당하다.
- [0033] 본 발명에 따른 캘리브레이션 값을 계산하기 위하여 하기 [수학식 1]의 캘리브레이션 함수($f(B,C)$)를 이용한다.

수학식 1

$$f(B,C) = m - B * C$$

[수학식 1]에서 $f(B,C)$ 는 캘리브레이션 함수, m 은 센서 장치에 의해 측정된 측정 값, B 는 센서의 오프셋 값 및 C 는 증폭기의 이득 값을 의미한다.

수학식 2

$$T(x) = \frac{x^{\circ}\text{C}}{1^{\circ}\text{C}} * k(mV), \quad B = \text{random}(0,10), \quad C = \text{random}(2.5,3.1)$$

[수학식 2]는 온도센서의 경우에 센서 제조업자의 데이터 시트에서 주어진 온도 값 $x^{\circ}\text{C}$ 를 mV 로 변환하는 변환 함수 $T(x)$ 의 예시이며, 오프셋 값과 이득 값은 센서장치의 측정회로를 제작할 때 사용한 값이다. 이 변환 함수는 $k \text{ mV가 } 1^{\circ}\text{C}$ 에 해당한다는 것을 보여주고 있다. 여기서 변환 함수는 센서의 유형에 따라 항상 선형 함수가 되는 것은 아니다.

[수학식 2]에서 오프셋 값과 이득 값은 그 범위를 지정할 수 있다.

수학식 3

$$x = \frac{m - B * C}{k}$$

[수학식 3]에서 x 는 캘리브레이션 값이다.

[수학식 3]은 현재 측정값(m), 기 결정된 오프셋 값(B)과 이득 값(C)를 이용하여 얻은 캘리브레이션 값이 몇 $^{\circ}\text{C}$ 에 해당하는지를 알기 위하여 [수학식 1]과 [수학식 2]를 이용하여 $f(B,C)=T(x)$ 로부터 도출한 캘리브레이션 값(x)를 얻을 수 있다.

도 5는 본 발명에 따른 캘리브레이션 방법의 흐름도이다.

이하, 도 5의 캘리브레이션 방법의 흐름도의 각 구성 단계들의 구체적인 동작을 설명한다.

본 발명에 따른 센서 측정 장치의 자율 캘리브레이션 방법에 있어서, 센서 측정 장치의 측정 값, 초기 오프셋 값 및 초기 이득 값을 이용하여 캘리브레이션 값을 계산하는 단계(S100), 상기 캘리브레이션 값과 기준 값을 비교하는 단계(S200), 상기 비교 결과, 상기 캘리브레이션 값과 상기 기준 값의 차이 값이 타겟 오차를 초과하면(S300) 오프셋 값 및 이득 값을 재계산하여 저장하는 단계(S400), 상기 저장된 오프셋 값 및 이득 값을 이용하여 캘리브레이션 값을 재계산하고, 상기 재계산된 캘리브레이션 값과 상기 기준 값의 차이 값이 상기 타겟 오차 이하가 될 때까지 반복적으로 재계산하고, 상기 재계산된 차이 값이 타겟 오차 이하가 되는 상기 저장된 오프셋 값과 상기 저장된 이득 값을 결정하는 단계 및 상기 결정된 오프셋 값과 이득 값을 이용하여 캘리브레이션 값을 계산 및 출력하는 단계(S500)를 포함하는 것을 특징으로 하는 자율 캘리브레이션 방법이다.

센서 측정 장치의 측정 값, 초기 오프셋 값 및 이득 값을 이용하여 캘리브레이션 값을 계산하는 단계(S100)는, [수학식 1]내지 [수학식 4]의 캘리브레이션 함수를 이용하여 캘리브레이션 값을 계산한다.

또한, 오프셋 값 및 이득 값을 재계산하여 저장하는 단계(S400)도 [수학식 1] 내지 [수학식 4]의 캘리브레이션 함수를 이용하여 오프셋 값 및 이득 값을 재계산하고 저장한다.

캘리브레이션 값과 기준 값을 비교하는 단계(S200)에서 기준 값은 사용자가 원하는 기준 값으로 설정 가능하다. 또한 기준 값은 통신을 통하여 센서 장치로 보낼 수 있다.

캘리브레이션 값과 기준 값의 차이 값이 타겟 오차를 초과하는 경우, 캘리브레이션 함수를 이용하여 오프셋 값과 이득 값을 재계산하고, 재계산된 오프셋 값과 이득 값을 저장한다. 저장된 오프셋 값과 이득 값을 이용하여

S100내지 S300단계를 반복하여 차이 값이 타겟 오차 이하가 될 때까지 반복한다.

[0049]

타겟 오차는 사용자가 원하는 값으로 설정 가능하다.

[0050]

사용자가 원하는 타겟 오차 이하가 될 때까지 반복함으로써, 센서 측정 장치가 신뢰도 높은 측정 값을 얻을 수 있도록 캘리브레이션할 수 있다.

[0051]

캘리브레이션 값과 기준 값의 차이 값이 타겟 오차 이하인 경우, 오프셋 값과 이득 값을 결정하고 결정된 오프셋 값과 이득 값을 이용하여 캘리브레이션 값을 계산하고 계산된 캘리브레이션 값을 출력한다.

[0052]

센서 시스템에 의한 측정 값에 오류가 있는지를 감지하는 것은 어렵다. 따라서 제품 출하 시뿐만 아니라, 출하 이후에도 주기적으로(6개월 혹은 1년) 캘리브레이션 알고리즘을 실행할 수 있으며, 센서 네트워크에서 센서 노드에 명령을 보내 캘리브레이션을 수행하도록 할 수 있다.

[0053]

이상에서 설명한 실시 예들은 그 일 예로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시 예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시 예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0054]

100: 센서

200: 증폭기

300: 아날로그-디지털 변환기

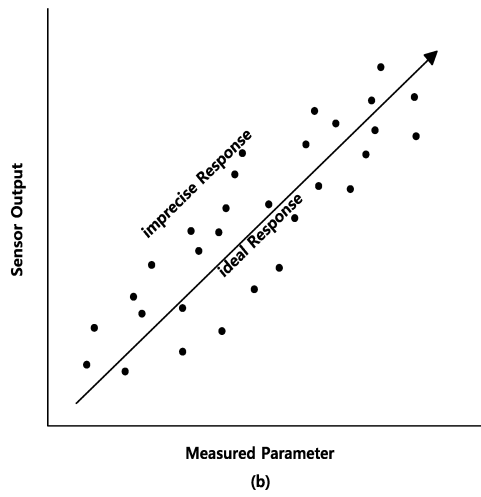
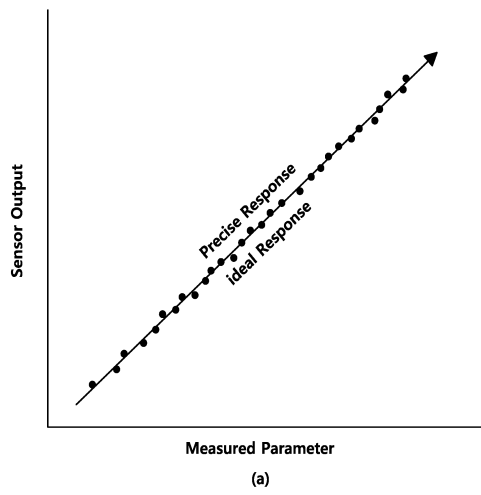
400: 캘리브레이션부

도면

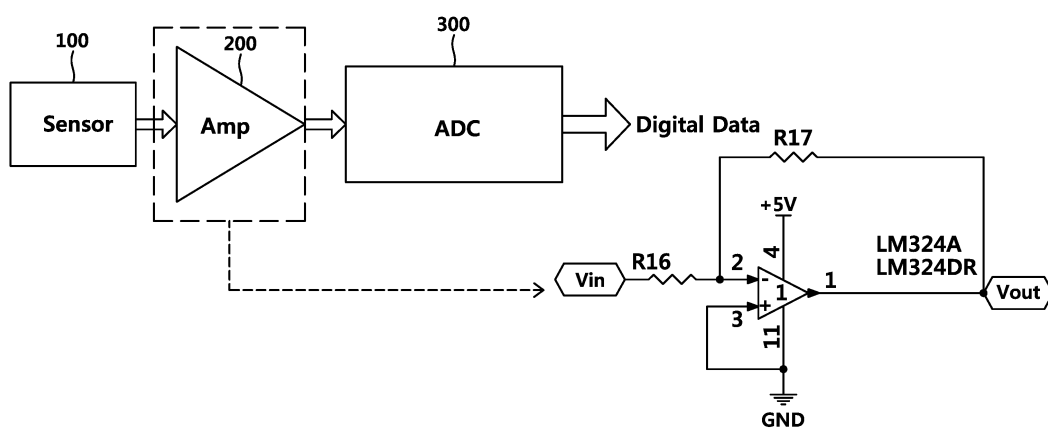
도면1



도면2



도면3



도면4



캘리브레이션 알고리즘 사용하지 않는 경우
(약 8\$)

(a)



캘리브레이션 알고리즘 사용하는 경우
(약 2,000\$)

(b)

도면5

