초음파 센서와 칼만필터 알고리즘을 이용한 스마트 안전 헬멧

류희환,김진구,고영준,김현
한국승강기대학교 승강기관리전공
e-mail:ssaakwns@naver.com

Ultrasonography senser and Kalman filter algorithm exploit smart safety helmet

'Ryu-hee-hwan','Kim Jingu','Ko Yeongjun','Kim Hyeon'
lift safety major,Korea life college student
lift safety major,Korea life college student
lift safety major,Korea life college professor
Hyundai elevator R&Dcenter research worker

요 약

본 연구는 초음파 센서를 이용해 사물을 측정하고 이의 오차를 줄이기 위해 칼만필터 알고리즘을 이용하였다.[1][2] 이는 안전 헬멧의 이용자들이 전방의 장애물을 사전인지 하는데 있어 활용하고자 하였다. 최근 안전사고가 증가하면서 전방 또는 후방의 장애물로 인한 사고가 급증하고 있는 추세이다. 헬멧에 원거리 측정 센서를 장착해 전,측,후방을 사전에 감지하고 이를 사용자에게 알려 사고를 예방하고자 하였다.

1. 서론

본 논문은 초음파 센서로부터 입력된 값을 칼만필터를 통해 오차를 줄여 헬멧에 장착된 센서의 장애물 감지 정확성을 높이는 것을 다루고 있다. 이를 기반으로 사용자의 안전을 위한 헬멧에 장애물을 감지할 수 있는 서비스를 구현하고자 하였다. 본 프로젝트는 전.후방에 장착된 초음파 센서를 통해 사전 장애물을 원거리에서 감지하고 사고를 사전에 예방하는 것으로 안전사고의 감소를 유도하고자 하였다.[3]

본 논문에서는 이를 위해 초음파 sensor를 사용했으며 입력된 센서값의 오차를 줄이고자 칼만필터를 사용하였다.

우리는 실험을 통해 단순 센서 입력값의 오차를 연산하여 인식하는 방법보다 칼만필터를 통해 오차를 수정하는 방법이 더욱 정확하다는 알 수 있었다. 이러한 방법으로 1~5m 사이의 장애물에 대한 인지 오차를 줄일 수 있게 되었다. 또한 이를 통해 사용자가 미리 추돌 등에 대비할 수 있게 하기위하여, 사운드 장치를 통해 사용자 및 주변에 추돌 가능성을 인지할 수 있도록 하였다.

2. 관련연구

2.1 칼만필터

과거의 측정데이타(기존에 알고있던것)와 새로운 측정데이타를 사용하여 데이터에 포함된 노이즈를 제거시켜 새로운 결과를 추정(estmate)하는데 사용하는 알고리즘으로 선형적움직임을 가지는 대상을 재귀적적용으로 동작시킨다.

칼만필터는 1960년대에 아폴로 우주선의 달 여행시에 처음 적용되었다는데 현재는 다양한 종

류의 칼만필터가 개발되어 있다. Schmidt 의 extended filter, information filter, Bierman 과 Thornton 등등에 의해 개발된 다양한 squrar-root filter 들이 있다고 한다. 여기서 필터는 정수기의 필터처럼 걸러내는 역할을 하며 측정데이타에 포함된 불확실성(noise)을 필터링하는 것으로 대상으로부터 얻을 수 있는 데이타가 완벽할수 없기에 부족한 성질을 보충한다고 보면 될 것 같다. 즉, 측정데이타나 신호가 잡음을 동반하는데 여기서 원하는 신호나 정보를 골라내는 알고리즘이라고 보면 된다.

확률에 기반한 예측시스템이므로 이것의 대상은 정규분포(가우시안분포)를 가지는 대상이 된다.[4]

2.2 초음파 센서

초음파 sensor는 스마트 헬멧을 사용할 때 사용자 및 주변에 추돌 가능성을 인지할 수 있도록 할 수 있게 해준다. 초음파 sensor란 사람의 귀에 들리지 않을 정도로 높은 주파수(약 20 KHz 이상)의 소리인 초음파가 가지고 있는 특성을 이용한 sensor를 말한다. 초음파는 공기나 액체, 고체에 사용할 수 있다. 주파수가 높고 파장이 짧기 때문에 높은 분해력을 계측할 수 있는 특징이 있다. 초음파 sensor에 이용되는 파장은 매체의 음속과 음파의 주파수에 따라 결정된다.초음파 sensor의 기본적인 원리는 초음파를 발생하여 장애물에 의해서 반사되어 다시 돌아오기까지의 시간을 거리로 계산한다.[5]

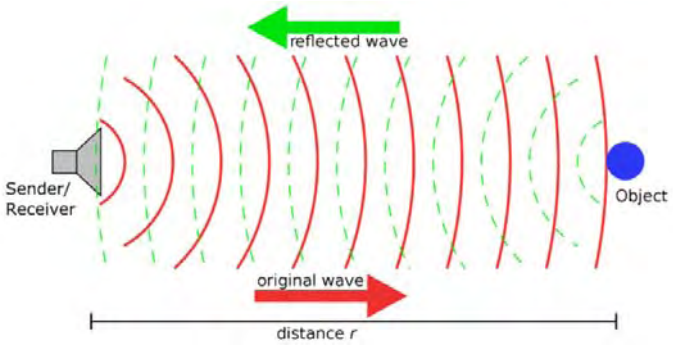

그림1. 초음파 센서의 원리

3. 본론

3.1 구현

본 연구팀은 초음파 센서의 정확도를 위해 칼만 필터를 사용하였다. 본 연구를 위해 사용된 초음파 센서는 향후 상용화를 고려해 저가의 센서 였는데 고가의 센서와 달리 기본 측정시 오차가 상당히 발생하는 문제가 있었다. 특히 5m 이상으로 장애물이 존재할 시 노이즈가 많이 발생하여 이를 상쇄 시키기 위해 칼만필터 활용을 하게 되었다. 아두이노에서 연산가능하도록 기존 칼만필터 알고리즘을 최적화 하였으며 각 초음파 sensor로부터 측정된 데이터는 칼만필터 연산을 통해 최종 인지 결과를 사용자에게 사운드로 알릴 수 있도록 하였다. 칼만필터는 그림과 같이 기본 측정만을 했을 때 장애물의 최종 거리를 판단할 수 있었다. 그리고 판단된 정보를 사용자가 인지할 수 있도록 사운드 신호를 단계(Level 1~10)를 사용하였다.

no	기본측정	칼만필터
1	58.9	59.5
2	59.9	59.4
3	58.7	59.6
4	58.5	59.7
5	59.8	59.6
96	59.6	59.4
97	58.7	59.6
98	58.5	59.7
99	59.8	59.6
100	59.6	59.5

그림2. 칼만필터를 이용한 초음파 센서 측정 결과(100회 연산)

4.결론

본 연구는 칼만필터 알고리즘을 이용해 헬멧에 장착된 초음파 센서를 통해 돌발 장애물을 사전에 감지하는 것의 정확도를 높이고자 하였다.

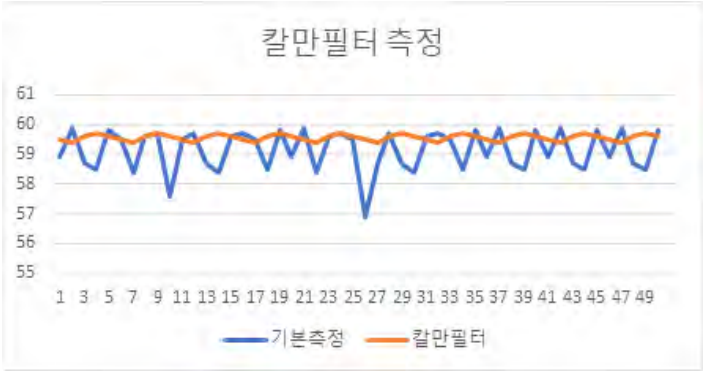

그림3. 칼만필터를 이용한 초음파 센서 측정 결과(100회 연산)

그림 3은 기존의 저가의 센서를 이용해 측정한 것과 칼만필터를 통해 측정한 결과를 보여주고 있다. 5m~6m 사이에 장애물을 고정하고 측정하였을 때 저가 센서 특성상 오차가 2~5cm 미터까지 발생하였다. 또한 이는 6m 이상으로 증가할수록 오차 범위도 커져갔다. 이는 향후 장애물을 감지하고 사용자에게 알리는데 있어 잘못된 신호를 통한 사용자의 혼란을 야기할 수 있기 때문에 이를 상쇄하기 위한 방법이 필요하였다. 우리 연구팀은 이러한 문제를 칼만필터를 이용해 해결 할 수 있었다. 센서를 통해 1차 측정 결과를 바탕으로 측정된 값을 최종적으로 칼만필터 알고리즘을 통해 오차를 줄일 수 있게 된 것이다.

본 연구팀은 이것을 토대로 헬멧 사용자에게 사고 위험으로부터 조금 더 벗어날 수 있고 이것을 통하여 사용자는 개인의 이동 및 움직임과 관련된 정보를 수집하고, 수집된 개인 의료 데이터로부터 개인 건강 상태를 분석할 수 있는 연구를 향후에 진행하고자 한다.

참고문헌

[1]허영록,윤장희 “선형 칼만 필터를 적용한 초음파 센서 위치 추출 시스템의 오차 저감 기법”, 조명.전기설비학회 논문지 제27권 제5호, 2013.

[2]오수훈, 김태식 “칼만필터를 이용한 무인기의 표적위치 추정 정확도 개선” 항공우주기술 제6권 1호, 2007

[3] H1° , "DPtx| t©W ¤È , LED □ p ìgX $Ä l ", Wm ôµàYŒ |8À 20Œ 68, 2016.

[4]국방과학기술용어사전,” http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=2763977HYPERLINK "http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=2763977&cid=50333&categoryId=50333"&HYPERLINK "http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=2763977&cid=50333&categoryId=50333"cid=50333HYPE

RLINK
"http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=2763977&cid=50333&categoryId=50333"&HYPERLINK
"http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=2763977&cid=50333&categoryId=50333"categoryId=50333 “
[5]센서용어사전, “http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=657339HYPERLINK
"http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=657339&cid=42338&categoryId=42338"&HYPERLINK
"http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=657339&cid=42338&categoryId=42338"cid=42338HYPERLINK
"http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=657339&cid=42338&categoryId=42338"&HYPERLINK
"http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=657339&cid=42338&categoryId=42338"categoryId=42338”