

레이더 센서와 카메라를 이용한 객체 감지 시스템 설계

정동훈* · 최성용* · 장시웅*

*동의대학교

Design of an Object Detection System using Radar Sensors and Cameras

Dong-Hun Jung* · Seong-Yong Choi* · Si-Woong Jang*

*Dong-Eui University

E-mail : idh1992@naver.com, queer1234@naver.com, swjang@deu.ac.kr

요 약

기존의 객체 감지 센서로는 적외선 센서와 초음파 센서, 레이저 센서 등이 있다. 적외선 센서는 가격이 저렴하고 구현이 쉬워 가장 많이 사용되지만, 객체가 움직임이 있을 때에만 감지가 가능한 단점이 있다. 또한 초음파 센서는 움직임이 없어도 감지가 되지만 정확도가 떨어지고 오류가 많은 단점이 있다.

이러한 감지 센서들은 일정 짧은 거리 내의 객체 감지는 가능하지만 탐지범위를 벗어나면 감지가 되지 않는다. 또한 객체 감지를 하여도 객체의 종류가 어떤 것인지 사용자가 알기 힘들다.

본 논문에서는 레이더 센서와 카메라를 활용한 객체 감지 시스템을 설계하였다. 제시하고 있는 시스템은 레이더 센서를 이용하여 객체를 1차적으로 감지한다. 1차적으로 객체가 감지되었으면 2차적으로 감지 당시 카메라의 화면을 별도로 캡처하여 객체의 이미지를 저장한다.

키워드

레이더 센서, 카메라, 객체 감지, 거리

I. 서 론

최근 위치정보 시스템을 이용한 고객 서비스, 보안, 군사 분야 등 다양한 분야에서 연구가 진행되고 있다. 특히 스마트 폰의 대중화로 인해 GPS를 이용한 다양한 서비스가 개발되고 있다.

GPS는 위성을 이용하여 위치 정보를 알려주는 방식이기 때문에 위치 정보를 활용한 네비게이션, 응급 지원 시스템, 항공기 운항 등 여러 가지 상황에 사용이 가능하다. 하지만 위성을 이용하여 위치 정보를 알려주기 때문에 실내에서는 사용이 불가능하고, GPS 수신기가 있는 단말기를 이용해야 하기 때문에 다수의 객체에 대한 위치정보를 알 수 없는 단점이 있다.

실내 환경에서 위치정보를 활용하기 위해서는 실내 위치추적 시스템이 대안으로 제시되고 있다. 하지만 주변 환경과 오차율로 인해 정밀한 측정에 부적합하다[1].

이러한 단점을 보완하기 위해 실내외에서 사용 가능한 카메라를 이용하여 객체를 감지하려는 연구도 활발히 진행되고 있다. 카메라를 이용하는

방법은 영상에서 프레임 사이의 차영상을 이용하여 객체를 탐지하는데 알고리즘에 따라 객체 감지 속도 및 정확성이 달라진다[2, 3, 4].

본 논문에서는 이러한 단점을 최소화 하고 정밀하게 측정하기 위해 IR-UWB 레이더를 이용하여 객체를 감지하고자 한다. IR-UWB 레이더는 송신부와 수신부 2개의 안테나가 있다. 송신부에서 방사한 신호가 물체에 반사되어 돌아오는 시간 차이를 측정하여 거리를 반환한다. 사용하는 신호는 이론적으로 최대 수 센치미터 정도까지 정밀하게 측정할 수 있어 객체 감지에 활용도가 높다[1].

II. 관련 연구

객체를 감지하는 방법에는 카메라를 이용하는 방법과 특정 센서를 이용하는 방법이 있다.

2.1 카메라를 이용하는 방법

카메라를 이용하는 방법은 움직임이 발생한 객

체를 검출, 추적, 해석하는 단계로 이루어져 있다 [5]. 일반적으로 객체를 검출하는 과정은 객체와 배경을 분리하는 것으로부터 시작한다. 정지형태가 아닌 움직이는 물체의 윤곽선을 추출하는 것은 과정이 복잡하고, 알고리즘 적용방식에 따라 결과가 크게 바뀐다[2, 6]. 또한 카메라의 성능과 객체와 객체 사이의 거리에 따라 감지 정확도가 달라진다.

영상에서 객체탐지를 위한 필터는 공간필터와 시간 필터가 있다. 공간 필터는 형태학적 필터와 정합 필터가 있다. 시간 필터는 차분영상, 평균, 혼합 가우시안 필터 등이 있으며 표 1과 같은 분류를 보인다[7].

표 1. 필터링 종류

공간 필터	형태학적 필터
	정합 필터
시간 필터	차분영상 필터
	평균 필터
	혼합 가우시안 필터

2.2 센서를 이용하는 방법

센서는 여러 가지 종류가 있는데, 객체를 감지하는데 쓰이는 센서는 크게 3가지로 적외선, 초음파, 레이더 센서가 있다. 각 센서별로 장·단점이 존재한다. 먼저 적외선 센서는 센서의 성능에 따라 탐지 거리가 최소 2cm에서 최대 5m까지 측정할 수 있다. 하지만, 외부 빛에 대한 자극으로 인해 노이즈가 심하다는 단점이 있다.

초음파 센서는 적외선 센서와 비슷하게 최소 2cm에서 최대 5m의 거리를 측정할 수 있으며 적외선 센서 보다 외부 자극에 대한 노이즈가 낮다.

적외선 센서와 초음파 센서는 측정 거리가 좁고 가격이 저렴하기 때문에 좁은 통로나 출입구에 설치하여 사용하는 경우가 많다.

레이더 센서는 안테나 혹은 신호 송수신부의 성능에 따라 측정 거리가 최소 1m에서 최대 수백km 까지 탐지가 가능하며, 외부 자극에 대한 노이즈가 낮다. 하지만 측정 거리가 길어질수록 가격이 수직상승하는 결과를 나타낸다. 레이더 센서는 탐지 거리가 길어 넓은 공간이나 외부에서 사용한다.

III. 객체 감지 시스템 설계

3.1 시스템 개요

객체 감지 시스템은 센서의 탐지 범위 안에 있는 공간에 객체가 있는지 감지할 수 있는 시스템이다. 특정 장소에 센서를 설치하고, 센서에서 나오는 데이터 정보를 보드에서 수집한다. 수집된 데이터들은 알고리즘을 거쳐 객체의 유무를 판단하여 객체가 있을 경우 카메라 센서를 이용하여

객체의 모습을 저장한다.

본 시스템은 객체의 유무를 감지하는 센서부, 센서부에서 출력되는 정보를 판단하는 처리부로 이루어져 있다.

3.2 H/W 구성

객체 감지 시스템의 하드웨어 구성은 그림 1과 같다.

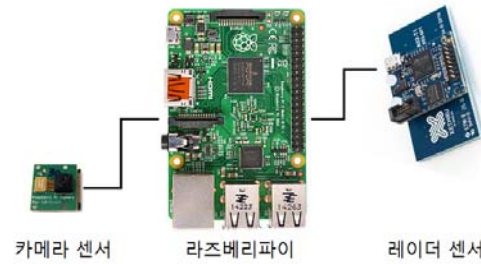


그림 1. 하드웨어 구성

그림 1에서 레이더 센서는 IR-UWB 레이더 센서로 송신부에서 송신된 시간과 수신부에서 수신된 시간 차이를 이용하여 거리 혹은 객체를 감지한다. 센서에서 수신된 데이터를 그래프화 시키면 그림 2와 같다.

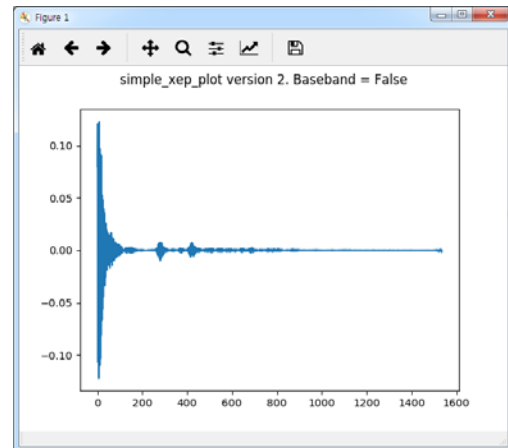


그림 2. 레이더 센서 데이터 그래프

그림 2의 경우 x축의 값이 0에 가까울수록 y축의 값이 커지는 현상이 나타난다. 이는 센서의 최소 측정 범위인 1m 내에서는 노이즈가 발생하여 값을 제대로 읽지 못하는 것이다.

또한, 1m 밖에서 탐지된 물체의 크기에 따라 센서의 y축 값이 일정 값 까지 비례하여 커지는 특징을 가지고 있다.

그림 1에서 카메라 센서는 라즈베리파이용 카메라 모듈로써 표 2와 같은 하드웨어 특성을 가지고 있다.

표 2. 라즈베리파이 카메라 모듈 특성

특성	설명
렌즈 크기	1/4 인치
스틸 영상 해상도	2592 X 1944
동영상 해상도 및 프레임 속도	1080p(30fps), 720p(60fps), 640 X 480(60/90fps)
크기	20 X 25 X 9
무게	2.4g

3.3 객체 감지 시스템 알고리즘

레이더 센서에서 측정되는 값을 처리하는 과정은 그림 3과 같다. 시스템이 시작되면 센서부에서 레이더 센서의 값을 읽는다. 이때 센서의 값은 배열로 측정이 되며, 배열의 길이는 1536이다.

측정된 데이터 값과 객체가 있다고 판단되는 임계값과 비교하여 데이터 값이 높으면 카메라를 실행하여 현재 프레임의 이미지를 화면으로 출력한 뒤 저장한다.

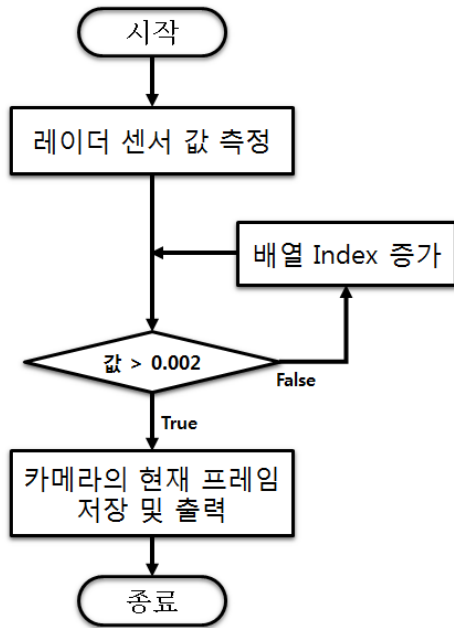


그림 3. 객체 감지 시스템 알고리즘

IV. 동작 및 테스트

4.1 동작 테스트

본 논문에서 제안하는 객체 감지 시스템을 테스트 하기 위한 시나리오는 표 3과 같다.

표 3과 같은 동작을 테스트하기 위해 시스템을 그림 4와 같이 설치하였다.

객체 감지를 위한 센서부와 감지된 객체를 확인하는 카메라 작동 테스트를 진행하고, 센서 측정 유효 범위 내에서 객체 감지 유무 확인 테스트를 진행하였다. 움직임을 확인하기 위해 카메라

프레임 저장 전 화면에 출력한 후 저장하였다.

표 3. 동작 테스트 시나리오

순서	내용
1	레이더와 카메라 센서 동작 확인
2	센서 측정 범위 내에서 움직임
3	이미지 저장 확인 후 종료



그림 4. 설치 모습

센서 측정 범위 내에서 움직임을 감지할 때 마다 화면에 그림 5와 같이 출력되는 것을 확인 할 수 있었다.



그림 5. 동작 테스트 결과

그림 5의 A와 B는 센서 측정방향으로 들어오는 중 찍힌 사진이며, C와 D는 센서 측정방향의 수직방향으로 움직이는 중 찍힌 사진이다. 움직임 중 사진 찍히는 것을 방지하기 위해 1~2m를 움직인 뒤 3초간 대기 후 다시 이동하였다.

V. 결 론

본 논문에서는 레이더 센서와 카메라를 이용하여 센서 탐지 범위 내에 움직이는 객체를 감지하는 시스템을 설계하였다. 이를 통해 실내 및 실외의 어디에서든 사용 가능하며, CCTV 같은 고비용의 카메라를 활용하지 않고도 저렴하게 이용 가능할 것으로 예상된다.

하지만, 너무 경제적인 비용에 초점을 두어 시스템을 설계하여, 실외에서 태양의 위치에 따라 저장된 데이터에서 객체의 모습이 보이지 않는 상황이 발생하였다. 이에 따라, 향후 시스템 개발에 있어 외부 빛에 따른 문제를 해결 할 예정이다. 또한, 한쪽 방향이 아닌 여러 방향을 감지할 수 있도록 구성할 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원의 '지역주력산업육성(R&D) 기술개발'사업으로 수행된 결과입니다.(과제번호 : R0006006)

참고문헌

- [1] 김하준, 박준범, 변재영, "IR-UWB를 활용한 인체 탐지 및 거리 측정시스템", 한국정보기술학회 논문지, Vol.13 No.5, p.1 ~ p.10, 2015.5
- [2] 구은진, 허우영, 차의영, "조명 제거를 이용한 객체 움직임 탐지 시스템", 한국컴퓨터정보학회 동계학술대회 논문집, Vol.21 No.1, p.19 ~ p.22, 2013.1
- [3] 장성모, 박현근, 서정민, 이상문, "객체 움직임 인식기법을 이용한 침입탐지 시스템", 한국컴퓨터정보학회 하계학술대회 논문집, Vol.18 No.2, p.319 ~ p.322, 2010.7
- [4] 전영한, 김기경, 유한주, 변문섭, 최진영, "실환경 적용을 위한 다중 시점 다중 객체 탐지 및 추적 시스템", 대한전자공학회 하계학술대회 논문집, p.2198 ~ p.2201, 2016.6
- [5] 장시웅, 정동훈, "압전센서를 이용한 인원계수 시스템의 설계 및 구현", 한국정보통신학회논문지, Vol.21 No.7, p.1441~p.1446, 2017.7
- [6] 박화진, "객체 추적을 통한 이상 행동 감시 시스템 연구", 한국디지털콘텐츠학회 논문지, Vol.14 No.4, p.589 ~ p.596, 2013.12
- [7] 박장한, 이재익, "적외선영상에서 배경모델링 기반의 실시간 객체 탐지 시스템", 대한전자공학회 논문지-CI, Vol.46 No.4, p.102 ~ p.110, 2009.7