도플러 레이더 센서 기반 휴먼 식별 알고리즘 연구

현유진*, 진영석, 배지은
DGIST, 융합연구원, 미래자동차연구부, 지능형 센서 신호처리 및 시스템 연구실
braham@dgist.ac.kr*, ysjin@dgist.ac.kr, jebae@dgist.ac.kr

A Study on Doppler Radar based Human Indication Algorithms

Eugin Hyun*, YungSeok Jin, Jieun Bae
DGIST, IS^3 Lab intelligence Sensor Signal-processing and System Lab)

요 약

본 논문에서는 24GHz 도플러 레이더 센서 기반으로 보행자와 차량을 구별하는 머신러닝 기법을 제안하였다. 보행자는 차량과 달리 다양한 바디 컴포넌트에서 각기 다른 도플러 성분이 추출되는 점을 이용하여, 2개의 연속 프레임의 도플러 스펙트럼 분포 특성을 기반으로 특징 벡터를 추출하여, 머신러닝을 통해 휴먼을 식별하는 기법을 제안하였다.

Ⅰ. 서 론

최근 스마트 차량의 사각지대 탐지 및 스마트 크루즈 지원은 물론이고, 외부 충돌 감지를 위해서 레이더 센서가 널리 활용되고 있다. 카메라 등의 광학 센서보다 조명이나 외부환경에 강인한 장점과 타겟의 상대속도를 직접 모니터링 할 수 있기 때문이다. 특히 카메라보다 데이터 계산량이 현저히 낮으므로, 차량으로 접근하는 보행자를 감지하여 위험 상태를 경보하는 기능도 요구된다. 이를 위해 수신한 전파신호를 기반으로 이동객체가 보행자인지 아닌지 구별할 수 있는 머신러닝 기법이 요구된다 [1][2]. 게다가 최근에는 차량 외부뿐 아니라 내부 탑승자 모니터링 시스템도 개발되고 있는데, 레이더 센서의 경우 움직임 모션 뿐 아니라 휴먼의 호흡을 측정할 수 있다 [3].

최근에는 차량뿐 아니라, 자전거, 바이크, 퍼스널 모빌리티, 농기계 등 다양한 이동체가 지능화됨에 따라, 이에 맞는 외부 장애물 인지 센서가 필요하다. 기존 차량과 달리 이러한 이동체에는 저가형 소형 센서가 필요하다. 그래서 본 논문에서는 기존 차량과 민수에서 주로 사용하고 있는 주파수 선형 변조 방식이 아닌, 매우 간단한 구조를 가지는 도플러 레이더 센서로 보행자를 식별하는 기법을 제안하고자 한다.

Ⅱ. 본론

본 논문에서는 기본적으로 마이크로 도플러 이미지 기반으로 보행자를 식별하고자 한다. 기존 방법에서는 긴 시간 동안 생성된 마이크로 도플러를 이용하여 이미지를 처리하였는데, 이는 측정 시간이 오래 걸려 실시간성이 떨어지는 단점이 있다.

그래서 본 논문에서는 단순히 2개의 연속된 프레임에서 생성된 도플러의 산란점 분포를 이용하여 보행자와 차량을 구별하는 알고리즘을 제안하였다. 차량과 달리 보행자의 경우 움직이는 동안 다양한 바디-컴포넌트로부터 각기 다른 도플러 성분을 가지는 산란정보가 반사된다. 이러한 특징을 이용하여, 산란점에 분포를 확률적으로 분석을 통해 객체가 휴먼인지 아닌지를 구별하는 기법을 제안하였다.

설계된 알고리즘을 검증하기 위해 실제 24GHz 도플러 레이더를 이용하여 야외에서 실험을 진행하였으며, 신호 수집을 위해 별도의 마이크프로세서 기반 소프트웨어 플랫폼도 구축하였다. 수신 데이터를 기반으로 Matlab에서 신호를 분석 및 알고리즘을 검증하였다. 휴먼을 식별하기 위한 머신러닝 기법은 서포트벡터머신 및 이진트리기법을 이용하였다.

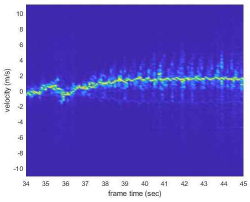

그림 1. 보행자 실험결과

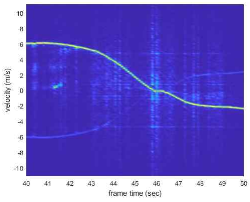

그림 2. 차량 실험결과

Ⅲ. 결론

본 논문에서는 도플러 레이더를 기반으로 보행자를 식별하는 알고리즘을 제안하였다. 향후에는 자전거, 전동기 등 다양한 이동체도 구별할 수 있는 기법을 연구할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 과학기술정보통신부에서 지원하는 DGIST 기관고유과제 및 일반사업에 의해 수행되었습니다. (23-IT-02 : 미래자동차 환경 센싱 및 소프트웨어 플랫폼 핵심기술 개발 및 22-SENS2-7 : 듀얼 베이스밴드 도플러 레이더 센서를 이용한 머신러닝 기반 개인 식별기법 개발)

참 고 문 헌

[1] Eugin Hyun, Young-Seok, "Human-vehicle classification scheme using doppler spectrum distribution based on 2D range-doppler FMCW radar", Journal of Intelligent & Fuzzy System, No. 35. pp. 6035-6045, Dec., 2018

[2] Eugin Hyun, Young-Seok, "Doppler-Spectrum Feature-Based Human - Vehicle Classification Scheme Using Machine Learning for an FMCW Radar Sensor", MDPI Sensors, No. 20. Apr., 2020

[3] Eugin Hyun, Young-Seok Jin, Jae-Hyun Park and Jong-Ryul Yang, "Machine Learning-Based Human Recognition Scheme Using a Doppler Radar Sensor for In-Vehicle Applications", MDPI Sensors, No. 20. Oct. 2020