

드론 시스템에서 레이더 객체 탐지를 위한 CNN의 FPGA 기반 구현

문수빈, 김형래, 이해욱, 채형주, 최진혁, 오혁준*
광운대학교, *광운대학교

{mo000noe, hrk2664, haeuk_lee, chj3023, chlwlsgur801, *hj_oh}@kw.ac.kr

Implementation of a CNN for Radar Object Detection for drones using FPGA

Subin Moon, Hyeongrae Kim, Haeuk Lee, Hyeongju Chae, Jinhyouk Choi, Hyukjun Oh*
Kwangwoon Univ., *Kwangwoon Univ.

요약

본 연구에서 레이더를 사용하여 객체를 탐지하기 위한 8 계층의 CNN 모델을 Verilog-HDL을 통해 하드웨어로 구현하였다. CNN 모델은 convolution, relu, maxpooling, fully connected, softmax 계층을 포함한다. 하드웨어 구현 및 검증에 Xilinx사의 Zybo Z7-20 FPGA 보드를 사용하였다. 추후 433MHz 초장거리 정찰 드론에 적용될 수 있다.

I. 서론

레이더(radar) 신호처리 방법 중 하나인 2D range-doppler map은 감지된 물체의 정보를 이미지처럼 시각화할 수 있는 신호처리 방법이다. 이것은 FMCW(Frequency-Modulated Continuous-Wave) 레이더에서 수신한 신호에 2D FFT를 취하여 얻을 수 있다. 이것을 사용한 객체 탐지의 성능 개선을 위해 다양한 방법들이 연구되었다. 그 중에서 최근 인공지능이 발전함에 따라 CNN(Convolutional Neural Network) 모델들이 높은 성능을 보인다[1]. 본 연구에서는 객체 탐지를 위한 8 계층 구조를 갖는 CNN 모델을 Xilinx사의 Zybo Z7-20 FPGA 보드에 하드웨어 구현 및 검증하여 433MHz 정찰 드론과 같은 환경에서 실시간 객체 탐지를 가능하도록 한다.

II. 본론

본 연구에서 구현하는 CNN 모델은 FMCW 레이더를 통해 측정된 데이터를 사용하여 객체를 탐지하기 위한 모델이다. 구현하는 CNN 모델은 8 개의 계층으로 구성된다. 계층의 종류로 convolution layer, relu, maxpooling layer, fully connected layer, softmax가 있다.

그림 1의 a는 데이터 측정에 사용한 TI사의 awr1843 레이더 모듈이고, 그림 1의 b는 레이더 센서를 통해 측정된 데이터를 2D FFT 처리한 것이다. 2D FFT 처리된 데이터는 CNN 모델의 입력데이터로 사용된다. 그림 1의 c는 Verilog-HDL로 구현한 CNN 모델의 RTL schematic이다. 그림 1의 d는 behavior simulation waveform으로 구현한 모델이 정상적으로 동작함을 확인할 수 있다.

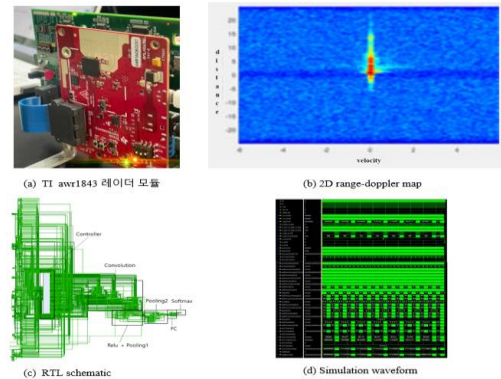


그림 1. 측정 장비, 측정 데이터와 구현 및 검증 결과

III. 결론

본 연구에서는 FMCW 레이더를 통해 측정된 데이터를 사용하여 객체를 탐지하기 위한 CNN 모델을 Verilog-HDL을 통해 Xilinx Zybo Z7-20 보드에 프로그래밍하여 구현 및 검증하였다. 추후 433MHz 초장거리 정찰 드론에 적용될 수 있다.

ACKNOWLEDGMENT

“이 논문은 2023년도 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구사업임(No. NRF-2021M1B3A3102358)”

참고 문헌

- [1] Wang, L., Tang, J., & Liao, Q. (2019). A study on radar target detection based on deep neural networks. IEEE Sensors Letters, 3(3), 1-4.