FPGA기반 영상인식 시스템 구현

† 윤영

† 한국해양대학교 전자전기정보공학부 전파융합공학전공 교수

A Realization of FPGA-based Image Recognition System

† *Young Yun*

† *Division of Electronics and Electrical Information Engineering, Korea Maritime and Ocean University, 727 Taejong-ro, Yeongdo-gu, Busan 49112, Korea*

요 약 : 최근 인공지능 분야는 자율주행, 로봇 및 스마트 통신등 다양한 분야에 응용되고 있다. 현재의 인공지능 응용분야는 파이썬을 기반으로 한 tensor flow를 이용하는 소프트웨어 방식을 이용하고 있으며, 프로세서로는 PC의 그래픽 카드 내부에 존재하는 GPU (Graphics Processing Unit)를 이용하고 있다. 본 연구에서는 HDL (Hardware Description Language)을 이용하여 FPGA (Field Programmable Gate Array)를 기반으로 한 신경망 회로를 이용하여 인공지능 시스템을 구현하였으며, 본 논문에서는 FPGA기반 인공지능 시스템을 구현하기 위한 영상인식 시스템에 대해 발표하고자 한다.

핵심용어 : FPGA (Field Programmable Gate Array), 영상인식, 인공지능

Abstract *: Recently, AI (Artificial Intelligence) has been applied to various technologies such as automatic driving, robot and smart communication. Currently, AI system is developed by software-based method using tensor flow, and GPU (Graphic Processing Unit) is employed for processing unit. In this work, we developed an FPGA-based (Field Programmable Gate Array) AI system , and report on image recognition system to realize the AI system.*

Key words *: FPGA (Field Programmable Gate Array), AI (Artificial Intelligence), Image Recognition System*

1. 서 론

최근 인공지능 분야는 자율주행, 로봇 및 스마트 통신등 다양한 분야에 응용되고 있다. 현재의 인공지능 응용분야는 파이썬을 기반으로 한 tensor flow를 이용하는 소프트웨어 방식을 이용하고 있으며, 프로세서로는 PC의 그래픽 카드 내부에 존재하는 GPU (Graphics Processing Unit)를 이용하고 있다.

최근 자일링스(Xilinx)가 HDL 코드로 개발한 DPU (Deep Learning Processing Unit)를 기반으로한 인공지능 신경망을 하드웨어 방식으로 구현하는 기술이 뜨거운 감자로 대두되고 있다 [1]. 본 연구에서는 DPU를 이용하여 FPGA (Field Programmable Gate Array)를 기반으로 한 신경망 회로를 이용하여 인공지능 시스템을 구현하였다. 기존의 소프트웨어 방식과 비교하여 FPGA 기반의 인공지능 시스템이 가지는 장점은 다음과 같다.

- GPU를 이용한 방식은, 외부에서 회로의 변경이 불가능하 자율주행과 로봇등의 기능이 향상되면 이를 구동하기 위한 칩을 다시 제조해야하지만, FPGA의 경우는 HDL 코드만 변경함으로써 향상된 기능에 대응가능하다.
- 인공지능기능이 필요한 자율주행과 로봇등은 실시간으로 주변 IoT와 통신을 해야한다. 예를 들면 자율주행은 신호등에 부착된 센서뿐 아니라, 도로의 각종 센서 및 클라우드와 통신을 해야하는데, GPU 방식은 칩 외부에 디지털 통신 칩을 장착하여 인터페이스 회로까지 외부에 구현해야하는 까다로움이 있으나, FPGA 방식은 HDL 코딩을 통해 인공지능 회로뿐 아니라 디지털 통신회로 칩도 FPGA 내부에 구현하 가능하다.
- 인공지능 기능이 필요한 자율주행과 로봇등은 신경망회로에서 명령하면 명령한대로 움직여야 하므로, 제어회로가 필요하다. GPU 방식은 칩 외부에 제어용 칩인 MCU (Micro Control Unit)을 장착하여 인터페이스 회로까지 외부에 구현해야하는 까다로움이 있으나, FPGA는 HDL 코딩을 통해 인공지능 회로뿐 아니라 디지털 통신회로 칩, 제어용 회로도 칩내부에 구현하면 된다.

본 논문에서는 FPGA기반 인공지능 시스템을 구현하기 위한 영상인식 시스템에 대해 발표하고자 한다.

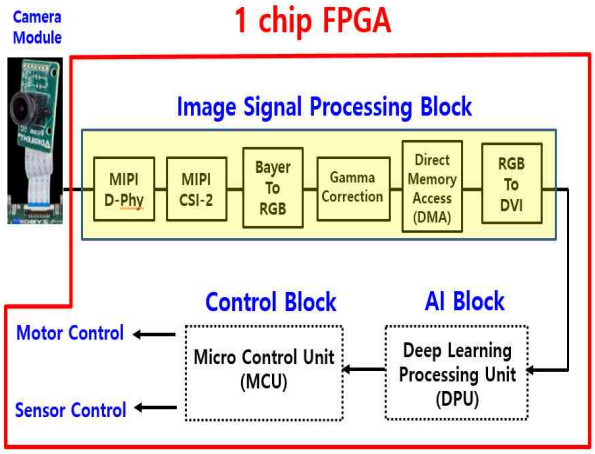

Fig. 1 FPGA-based image recognition system.

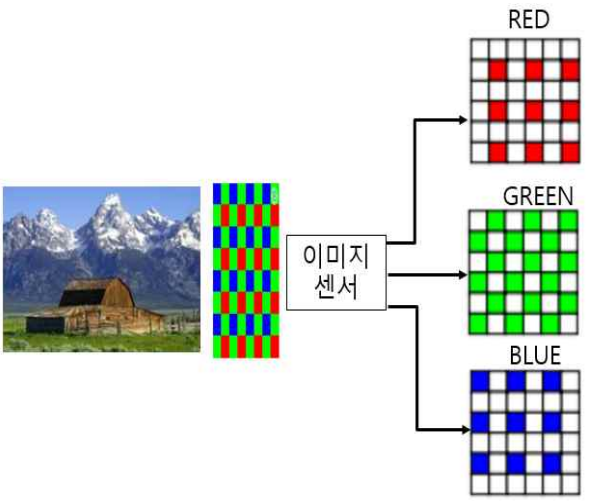

Fig. 2 Bayer pattern of image sensor.

2. FPGA 기반 영상인식 시스템 구현

그림 1은 본 연구에서 제안하는 FPGA를 기반으로 한 영상인식 시스템이다. 그림에서 보는 바와 같이 카메라 모듈과 FPGA를 연결하기 위해 물리계층 (physical layer)로는 D-Phy를 이용하였으며, 프로토콜로는 MIPI CSI-2[2]를 이용하였다. 카메라 모듈내부에 있는 이미지 센서는 그림 2와 같이 Bayer 패턴이 입력되며, Bayer 패턴을 RGB 영상으로 변경하기 위한 블록이 MIPI CSI 블록에 연결되어 있다. 그리고, 감마보정 (Gamma Correction) 블록과 RGB 영상신호를 DVI로 변경하는 블록과, 영상처리 블록이 frame buffer에 저장된 픽셀데이터에 직접 억세스 가능하도록 하는 DMA (Direct Memory Access) 블록도 내장하였다.

3. 결 론

본 논문에서는 FPGA기반 인공지능 시스템을 구현하기 위한 영상인식 시스템에 대해 발표하고자 한다. 구체적으로는 D-Phy와 MIPI CSI-2을 FPGA에 내장하였으며, Bayer 패턴에 대한 보간(interpolation)을 통해 RGB 패턴으로 변경하는 블록과 감마보정을 위한 블록을 FPGA 내부에 내장하였다. 그 밖에도, 픽셀데이터에 직접 억세스 가능하도록 하는 DMA 블록과 RGB to DVI 신호변경 블록도 FPGA 내부에 내장하였다.

참 고 문 헌

[1] https://www.xilinx.com/products/intellectual-property/dpu.html

[2] https://ojhsky.tistory.com/m/entry/%ED%8E%8C - MIPI-DSICSI