

FPGA を用いた自動運転ロボットカーの開発

児島 彰, 能勢 陽平

広島市立大学

1. はじめに

自動運転技術の開発が盛んに行われるようになってきている。リアルタイム画像認識など自動運転技術の FPGA 実装を研究することを目的として、FPGA を用いた自動運転ロボットカーの設計コンテスト⁽¹⁾が開催されている。本稿では、設計コンテストに向けて我々が開発を行っている自動運転ロボットカーの実装について述べる。

2. コンテストルールの概要

FPGA とカメラを使用し、20cm×20cm 程度の車体でシステムを構築する。カメラ画像を用いて、道路を模したミニチュア走行コースを指定通りに自動走行する。信号、人形、障害物が走行コースには存在して、交通ルールに従った走行を行う。

3. 開発方針

開発時間の短縮や開発の容易さを考慮し、以下のことを開発方針とした。

- ・ OS や画像処理ライブラリに、既存の安定したものを利用すること
- ・ 既存の FPGA 向けのディーブラーニングの設計ツールを有効に活用すること
- ・ 脱着可能な無線ネットワーク機能を有し、走行しながらデバッグ可能にすること
- ・ 修理・交換が容易にできるように、できるだけ入手が容易な部品を使用すること

4. 開発中の自動運転ロボットカー

図 1 は、開発中の自動運転ロボットカーの写真である。図 2 は、システムの構成図である。今回は開発時間の短縮のため、2 枚の FPGA ボードを使用することにした。使用したのは、Digilent の FPGA ボード Arty Z7 と Zybo Z7-20 であり、いずれも Xilinx の Zynq-7020 を搭載している⁽²⁾。

Arty Z7 は PYNQ-Z1 とほぼ同様の仕様で、ハードウェアを Linux 上で Python により制御できる PYNQ 環境⁽³⁾を使用して、開発を行っている。Arty Z7 には USB Web カメラを接続し、画像の入力を行っている。PMOD 端子には、モータドライバを介してモータを接続し、PWM 制御を行っている。画像処理ライブラリの OpenCV を使った白線検出と走行管理を行っている。

Zybo Z7-20 では中原による GUINNESS⁽⁴⁾と Xilinx SDSoC 2017.4 によってハードウェア回路として生成した Binarized Neural Network(BNN)で画像認識を行っている。Ethernet で Arty Z7 と接続し、カメラ画像の入力を行っている。現時点では、VGG-11 モデルを使った BNN ハードウェア回路を使用している。今回は、コンテストで走行コースに出現する信号、

人形、障害物などのリアルタイム画像認識(画像分類)を BNN ハードウェアが行っている。

駆動系は、2 輪+キャスターで実現することとし、タミヤのギアボックスを使用した。カメラには、Buffalo の水平画角 120 度の USB Web カメラを使用している。なるべく広い範囲を撮影するため、カメラを比較的高い場所に配置している。デバッグ用には、脱着可能な IO DATA の USB Wifi アダプタを装着している。コンテストのルールに従って、コンテスト時には外して走行できる。

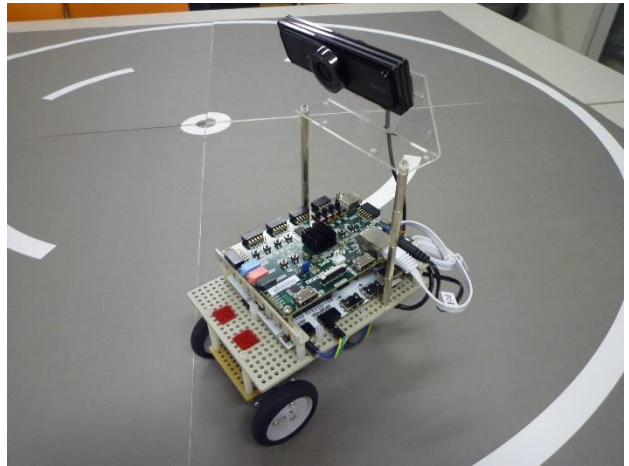


図 1 開発中の自動運転ロボットカー

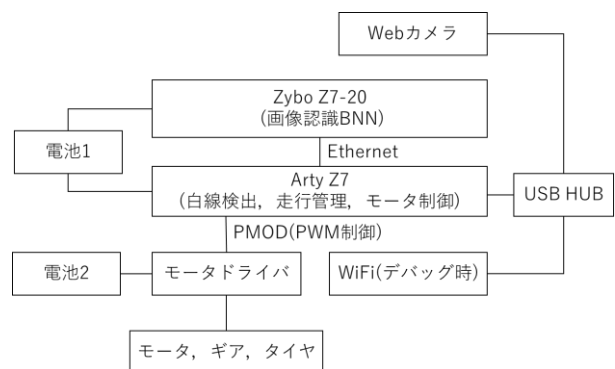


図 2 システム構成図

5. まとめ

設計コンテストに向けて開発中の自動運転ロボットカーについて述べた。FPGA ボード 1 枚での実装や、他のモデルの BNN、実際の車に近いステアリングタイプの駆動系の実現なども今後検討したい。

参考文献

- (1) <https://www.shizuoka.ac.jp/design-contest/> 第 8 回 相磯秀夫杯 FPGA デザインコンテスト, (2018/9/7 最終アクセス).
- (2) <https://store.digilentinc.com/> Digilent, (2018/9/7 最終アクセス).
- (3) <http://www.pynq.io/> PYNQ, (2018/9/7 最終アクセス).
- (4) <https://github.com/HirokiNakahara/GUINNESS> GUINNESS, (2018/9/7 最終アクセス).