

学籍番号 氏名	V19157 山内 脩稀	指導教員	藤枝 直輝
題目	AI モーターカーの進行方向推論器の FINN による実装		

### 1 はじめに

ディープラーニング(深層学習)において PyTorch は広く用いられている。ディープラーニングは、当初は研究者の間でのみ用いられていたが、今では PyTorch や Keras、TensorFlow などのフレームワークによって扱いが容易になっている。画像認識はディープラーニングの主要なアプリケーションの1つであり、畳み込みニューラルネットワーク(CNN)が用いられる。CNN を用いた画像認識の応用例に、Hamanaka らによって提案された FPGA (Field-Programmable Gate Array) を用いた AI モーターカーシステムがある [1]。本研究では、AI モーターカーシステムの進行方向推論器を Xilinx 社の AI アクセラレータ開発フレームワークである FINN [2] を用いて実装を行う。現行の推論器は Chainer ベースの GUINNESS というフレームワークで実装している。しかし Chainer は PyTorch に取って代わられる形で開発が終了している。そのため本研究では、今後の拡張性のために PyTorch ベースの FINN を使用する。

### 2 畳み込みニューラルネットワーク (CNN)

CNN とは、AI が画像認識を行うための学習手法の1つであり、一部が見えにくい画像でも解析することが可能である。畳み込み層では、フィルタを画像と順番に重ねていき、数値を掛け合わせる。その後数値の総和を求め、特徴マップという新しい2次元データを取得し画像の特徴を抽出する。プーリング層では、特徴マップに対して空間的な局所ごとに代表値を集約する操作を行い、空間的な解像度を1段階下げる(ダウンサンプリング)を担当する。プーリングには最大プーリングと平均プーリングが存在する。本研究では、最大プーリングを用いてフィルタ内の最大値のみを残し入力データのノイズに対して頑強な特徴量を生成する。

### 3 先行研究からの変更点

本研究では、GUINNESS で作成されていた進行方向推論器を FINN で作成されたもの j のに差し替える。入出力のインターフェースが異なるため、ラッパー (Wrapper) 回路の中継を行う。ラッパー回路は、モジュールの外にあるメモリから決められた順番でデータを読み取り、それを FINN で作られた回路に渡す。道路画像として、直進・左折・右折のラベルごとにフォルダ分けされた、計 9000 毎の画像データを用いる。PyTorch の ImageFolder クラスを使って画像を読み込む。そのうち 7200 枚を学習用に、1800 枚をテスト用に用いる。CNN は、PyTorch のチュートリアルで使用されているものをベースに、入力を1チャンネル、全結合層の出力ユニットの数を3に変更したものをを用いる。

### 4 評価

本研究では画像データの認識率の評価と、GUINNESS と FINN でのハードウェア量の比較を行った。結果としてエポック数2以上の場合で98%以上の高い認識率が得られた。ハードウェア量の比較では、BNN モジュール以外では Slice LUTs と Slice Registers の個数の変化は見られなかった。BNN モジュールのハードウェア量は、Slice LUTs では約 31% 少なくハードウェア量で動かすことができ、Slice Registers では約 10% 多いことが明らかになった。

### 5 おわりに

本研究では、AI モーターカーシステムの進行方向推論器を、FINN を用いたものへと差し替えて実装した。今後は、実機を使った検証、CNN モデルの縮小によるハードウェア量削減、より高度な制御の実現などが今後の課題となる。

### 参考文献

- [1] F. Hamanaka et al., A low cost and portable mini motor car system with a BNN accelerator on FPGA, in MCSoc 2021, pp. 84-91, 2021.
- [2] Y. Umuroglu et al., FINN:A Framework for Fast, Scalable Binarized NN Inference, in FPGA '17, pp. 65-74, 2017.