

学籍番号 氏名	V20061 栗山 武大	指導教員	藤枝 直輝
題目	FINN を用いた AI ロボットカーの改良		
<p>1 はじめに</p> <p>近年、深層学習の応用が注目されており、その中でも画像認識は最も多用されるタスクである。深層学習は行列積演算を主とし、その学習には並列処理に優れた GPU がよく使われるが、その推論には FPGA (Field Programmable Gate Array) を用いる余地がある。FPGA による画像認識の応用例として、Hamanaka らによって提案された AI モーターカーシステムがある [1]。山内は拡張性のために進行方向推論器を、AMD 社が開発したフレームワークである FINN によるものに変更した [2]。</p> <p>本研究では FINN による AI モーターカーの改良を行い、より柔軟な制御を可能にする。具体的には、カラー画像に対応するとともに、進行方向として左折、直進、右折に加え、停止を追加する。</p> <p>2 先行研究</p> <p>CNN は、深層学習で広く用いられるニューラルネットワークの一種であり、画像認識において特徴の検出と情報の圧縮に優れている。特徴の検出は、畳み込み層によって計算され、入力画像に対してフィルタとよばれる 2 次元配列を適用させて積和演算を行う。情報の圧縮はプーリング層で行われ、特徴マップ上に配置した特定サイズの領域から代表的な値を出力する。これらの層で画像全体の特徴が抽出できたら、最後にそれを全結合層に与えることで、最終的な認識結果を得る。FINN は、学習済みのモデルを層ごとにそのままハードウェア化するアプローチで、CNN における推論を高速かつ低消費電力で実現する。</p> <p>Hamanaka らの AI モーターカーシステム [1] には、Nexys-A7 FPGA ボード、OV7670 カメラ、2 つのモーターが含まれる。カメラからの画像は、FPGA 上で白黒に 2 値化され、CNN による進行方向推論器に入力される。推論器から出力された結果から、モーターを制御するための PWM 信号を生成する。CNN は、入力を 1 チャンネル、全結合層の出力層の出力ユニットの数を 3 としている。</p> <p>3 提案手法</p> <p>本研究では、AI モーターカーシステムに対して、赤色の領域の前で停止する制御を追加する。まず、データセット生成スクリプトを修正し、停止のラベルをつけた画像を新たに 3000 枚生成する。カラー画像を扱えるようにするため、CNN の入力チャンネル数を RGB の 3 チャンネルに変更する。また、全結合層の出力ユニットの数を、停止を加えた 4 つにする。新しいデータセットと CNN の定義を使って、進行方向推論器を FINN で作成する。FPGA 上ではこのほか、カメラからの入力画像に 2 値化処理を行わないようにし、推論結果が停止であるときにモーターを停止させる制御を追加する。</p> <p>4 評価</p> <p>改良前と改良後で、テストデータセットの認識率、ハードウェア使用量の比較を行った。テストデータセットの認識率は、エポック数 15 の場合に 100% であった。ハードウェア使用量は、進行方向推論器のみに変化が見られ、Slice LUTs は約 0.6%、Slice Registers は約 0.2% の増加が確認された。Block RAM には変化が見られなかった。</p> <p>5 おわりに</p> <p>本研究では、先行研究で提案されたモーターカーシステムに、改良を加えた。今後の課題として、実機による検証、ハードウェア量の削減、より複雑な制御の実現などがあげられる。</p> <p>参考文献</p> <p>[1] F. Hamanaka, T. Kanamori, K. Kise, A low cost and portable mini motor car system with a BNN accelerator on FPGA, 14th International Symposium on Embedded Multicore/Many-core Systems-on-Chip, pp. 84-91, 2021.</p> <p>[2] 山内 脩稀, AI モーターカーの進行方向推論器の FINN による実装, 卒業論文, 愛知工業大学, 2023.</p>			