

学籍番号 氏名	V19132 彦坂 倅太郎	指導教員	藤枝 直輝
題目	ハフ変換を用いた盤面認識システム開発		

1 背景と目的

今日の社会では人物認識や異常検知など、画像を使ったシステムが多く活躍している。その背景には一つ、ディープニューラルネットワークの広がりがある。しかし、画像・動画を使ったシステムの多くは必ず画像処理を行うため、ニューラルネットワークだけではなく一般の画像処理も重要な要素である。

伊藤は、FPGA とプロセッサが一体化したシステムオンチップの評価ボードの 1 つである PYNQ-Z1 ボードで、リバーシの盤面認識プログラム [1] の評価を行い、その改善に取り組んだ [2]。元のプログラムは Python で記述されており、盤面認識処理は OpenCV というライブラリを用いた画像処理にて行う。伊藤の研究では、FPGA 向けのハードウェアライブラリである Vitis Vision Library を使用し、リバーシの盤面認識処理の一部をハードウェア化した。しかし、特に処理に時間のかかる輪郭抽出処理が Vitis Vision Library に対応していなかったため、高速化を達成出来なかった。

本研究の目的は、FPGA を用いたリバーシの盤面認識処理の高速化である。Vitis Vision Library で対応されていない輪郭抽出処理のかわりに、本研究ではハフ変換に注目する。アルゴリズムをハフ変換を用いたものに変更したあと、Vitis Vision Library でハードウェア化する。盤面認識処理時間がどの程度短縮されたのかを評価する。

2 処理の回路化の方法

本研究では、リバーシの盤面プログラムのうち、盤の判定を特定する部分の処理を、ハフ変換を使用したものに変更する。具体的な手順は以下の通りである。まず、画像を HSV 形式に変換し、緑領域を抽出する。次に、緑領域の境界を求め、それをハフ変換して直線を検出する。そして、得られた直線から、なるべく大きな四角形を形成する 4 直線を取り出す。最後に、4 直線の交点を盤の範囲として出力する。

さらに、ハフ変換を使ってハードウェア化する事でさらなる高速化を目指す。関数にはハフ変換を使用するため HoughLine 関数を使っている。Vitis Vision Library の関数は Mat 型という特別な型を入出力にとるため、C++ のプログラムは ap uint 配列から Mat 型に変換してから、HoughLine 関数を呼び出すものとなる。回路化にあたっては、Vitis HLS 2021.1 で高位合成をし、Vivado 2021.1 を使用し論理合成をする。Python プログラムの置き換えにあたっては、作成した回路を起動するようにソフトウェア処理を修正する。

3 評価結果

リバーシの盤を撮影した画像 100 枚に対して修正前後の盤面認識処理プログラムを実行し、実行時間の比較を行った。修正後のプログラムには、アルゴリズムを変更し、ハフ変換をハードウェア化したものを使用する。評価の結果、画像読み出しなども含めた全体の実行時間は、154.5 秒から 131.4 秒となり、15.0% 短縮された。盤面認識処理のみに限ると、実行時間は、137.2 秒から 115.0 秒へと 16.2% 短縮された。

ハードウェア量の評価の結果、使用された LUT とフリップフロップの個数は使用したボードに搭載されている個数の 10% 未満だった。このことから、他の処理を組み入れる余地は十分あると考えられる。

4 結論

Python で記述されたリバーシ盤面認識プログラムを対象に、ハフ変換とそのハードウェア化を用いて盤の判定部分の回路化による実行時間の短縮に取り組んだ。その結果プログラム全体の処理の内 15.0% の高速化に成功した。今後の課題はハフ変換以外の部分もハードウェア処理し、さらなる高速化を達成する事である。

参考文献

- [1] OpenCV でオセロ盤の盤面を認識する <https://qiita.com/tanaka-a/items/fe6b95ae922b684021cc> (参照日 2023 年 1 月 10 日)
- [2] 伊藤直哉,PYNQ ボード上での盤面認識システム開発, 卒業論文, 愛知工業大学, 2022.