

学籍番号 氏名	V18015 伊藤 直哉	指導教員	藤枝 直輝
題目	PYNQ ボード上での盤面認識システム開発		

### 1 背景と目的

今日のゲーム業界では e-sports という単語、すなわちコンピューターゲームを競技としてとらえることが大きなキーワードとなっている。e-sports の課題の 1 つは、競技に詳しくない人いかに戦況をわかりやすく伝えるかということである。計算機でリアルタイムに戦況分析を行い、画面に結果を示すことはその助けとなりえる。e-sports だけでなく将棋などの古典的なボードゲームでも、近年では将棋や囲碁の対局番組で AI による形成判断が導入されているなど、戦況分析の重要性は認識されている [1]。たとえ難解な局面であってもどちらが有利か視聴者が容易に認識できる。自動的な戦況分析には盤面認識が必要になる。

本研究では盤の判定部分を FPGA によるハードウェア処理に切り替えることで、動作時間の短縮を行うことを目的とする。原田の先行研究 [2] では PYNQ のプログラム部分で最も時間を要した処理まで特定したが、処理のハード化まではできなかった。PYNQ とは Python 言語で FPGA ロジックをプログラミングするための、オープンソースフレームワークである。盤面認識処理の多くは OpenCV というライブラリを用いた画像処理で行われる。Xilinx 社の FPGA 向けには、OpenCV の関数に対応したハードウェアライブラリである Vitis Vision Library がある。これらを用いて処理の一部を回路化することで、高速化を目指す。

### 2 処理の回路化の方法

処理の一部を回路化する方針について述べる。まず、Python 版の盤面認識プログラムで使用されている OpenCV の関数を調べてリストアップする。次に、同等の処理をする関数が Vitis Vision Library にあるかどうかを調べる。続いて、回路化できる部分を抜き出して Vitis Vision Library を使った C++ のプログラムを作成し、これを高位合成により回路化する。最後に、Python のプログラム該当部分を回路に呼び出す内容に置き換える。

本研究では、盤の範囲を判定する処理の中にある、緑色領域を抽出する部分の関数を置き換える。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 型に変換する、緑色領域を抜き出す処理を行う、Mat 型から ap\_uint 配列に変換するという流れで作成する。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、Jupyter Notebook でソフトウェア処理を修正する。

### 3 評価結果

盤面認識プログラムのサンプル画像をもとに、処理の回路化したものと修正前のプログラムの実行時間を求め比較する。ただし FPGA 部分には作成したハードウェアを使用する。

盤の判定部分の実行時間は 0.424 秒から 0.367 秒に、全体の実行時間は 3.660 秒から 3.353 秒に短縮されていた。しかし、測定ごとの実行時間の変化が大きく、有意な差は見られなかった。

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% 未満であった。したがって、他の処理を組み入れる余地は十分あると考えられる。

### 4 終わりに

Python で記述されたリバーシ盤面認識プログラムを対象に、処理の一部の回路化による実行時間の短縮に取り組んだ。ハードウェア処理に切り替える範囲が狭かったため、動作時間の短縮はできなかった。今後の課題は、ハードウェア処理に切り替え可能でかつ時間がかかる処理を、ハードウェア処理に切り替えることである。

### 参考文献

- [1] ついに NHK も導入した将棋対局の「AI 勝率表示」放送担当者に聞く技術革新と未来像, <https://times.abema.tv/articles/-/8654657> (参照日 2022 年 1 月 10 日)
- [2] 原田大観, 画像認識における PYNQ ボードの性能評価, 卒業論文, 愛知工業大学, 2021. (参照日 2021 年 12 月 29 日)