

電気・電子情報工学専攻	学籍番号	M183211	指導教員氏名	市川 周一
申請者氏名	岩原 和輝			

論文要旨 (修士)

論文題目	高位合成による専用命令実装手法の再評価
------	---------------------

高位合成 (HLS) は、C 言語などの高級言語による動作記述をハードウェア記述言語による RTL 記述へと変換する技術である。Skalicky (2015) らは、C 言語で記述された命令セットシミュレータを高位合成することによって、ソフトプロセッサを生成する手法を提案した。坂本ら (2018) は、Skalicky らの生成手法を元にして、高位合成可能な MIPS 命令セットシミュレータ Spim-like を自作し、さらに CHStone ベンチマークアプリケーション 3 種の一部を専用命令として実装したソフトプロセッサ Spim-like_sp を生成する手法を提案した。また、専用命令化される関数で参照渡しがいわれている場合は 3 種の参照渡しを用いることを提案した。岩本ら (2019) は、坂本らの手法において実装されるアプリケーションを 11 種に拡大し、専用命令として実装される関数を 2 種の選択基準によって選択することを提案した。正信 (2020) らは、岩本らの専用命令実装手法における不具合を明確化し、ディレクティブを使用することによる有効性を示すための性能評価を行った。

本研究の目的は、正信が指摘した不具合を修正することにより、専用命令実装手法を多くの実装パターンで再評価することである。HLS ツールは Vivado HLS 2020.1 を用い、論理合成ツールは Vivado 2020.1 を用いる。

まず、不具合が発生している実装パターンを確認するために、正信ら (2020) が行った C シミュレーションを追実験した。追実験の結果、専用命令化する関数の選択基準や参照渡しの方法が異なる 39 種の実装パターンの内、不具合が発生していたのは 23 種であった。修正作業の結果、23 種の内、14 種の実装パターンのセルフチェック値が正常となった。セルフチェック値が正常であることを確認した 30 種の実装パターンの内、高位合成に成功した 28 種によって生成された Spim-like_sp に対する性能評価を行った。

性能評価では、レイテンシの測定による実行時間の評価および SLICE 数の測定によるハードウェアリソース使用量の評価、これら 2 つのパラメータから AT 積を算出してトレードオフの評価を行った。関数選択基準が実行時間優先の実装パターンではレイテンシの相対値の平均は 0.872 となり、SLICE 数の相対値の平均は 1.2 となり、AT 積の相対値の平均は 1.01 となった。コードサイズ優先の実装パターンでは、レイテンシの相対値の平均は 0.99 となり、SLICE 数の相対値の平均は 1.44 となり、AT 積の相対値の平均は 1.43 となった。以上の結果から関数選択基準を実行時間優先とした実装パターンを用いた場合ソフトプロセッサの性能への影響が少ないことが分かった。参照渡しに「ptr」を用いた実装パターンではレイテンシの相対値の平均は 0.733 となり、SLICE 数の相対値の平均は 1.62 となり、AT 積の相対値の平均は 1.79 となった。参照渡しに「spm_s」を用いた実装パターンではレイテンシの相対値の平均は 1.87 となり、SLICE 数の相対値の平均は 1.48 となり、AT 積の相対値の平均は 4.08 となった。参照渡しに「spm_h」を用いた実装パターンではレイテンシの相対値の平均は 0.757 となり、SLICE 数の相対値の平均は 1.55 となり、AT 積の相対値の平均は 1.27 となった。以上の結果から参照渡しを「spm_h」とした実装パターンを用いた場合ソフトプロセッサの性能への影響が少ないことが分かった。