

# 令和3（2021）年度 卒業研究報告書概要

課程, 学籍番号, 氏名	課程：電気・電子情報工学課程, 学籍番号：B203216, 氏名：小倉 幹也
工学分野名：情報通信システムコース	指導教員名：市川 周一
題 目：  オープンソース高位合成ツールの調査と評価  (Research and evaluation of open source high-level synthesis tools)	
Abstract A high-level synthesis (HLS) tool generates register transfer level (RTL) description from an application written in programming languages like C, C++. This RTL description is then converted into the corresponding logic circuit by a logic synthesis tool. Yamada et al. generated obfuscated hardware by combining software obfuscation tool Obfuscator LLVM (OLLVM) and HLS tool LegUp. However, LegUp is no longer available for research. Therefore, this research examines alternative open source HLS tools, Vivado HLS, Vitis HLS and Bambu using CHStone benchmarks. The evaluation results suggest that Vitis HLS generates high-performance but large circuits; Bambu generates low-performance but small circuits. As a future work, we are going to generate obfuscated hardware using Bambu.	
概 要 高位合成(HLS)とは、ビヘイビアレベルの設計記述から RTL の設計記述に自動的に変換する技術である。ビヘイビアとは動作、機能のことを指し、C/C++などのプログラミング言語で記述する。RTL 記述からは論理合成により自動的に論理回路を生成できる。山田らは、LLVM ベースの難読化ツール oLLVM で難読化した LLVM ベースの中間言語を、LLVM ベースの HLS ツールである LegUp に入力し、難読化されたハードウェアの生成に成功した。しかし、LegUp は買収され研究用途で利用できなくなった。そこで、オープンソースで競争力のある HLS ツールを選定し、LegUp を置き換える必要が生じた。 本研究の目的は、2021 年現在利用可能なオープンソース高位合成ツールを調査し、今後の研究に使用可能なツールを選定することである。オープンソース高位合成ツールとして Bambu、商用 HLS ツールだがフロントエンドのみオープンソースな Vitis HLS について比較した。機能や性能を比較するため、商用 HLS ツールである Vivado HLS についても評価した。 評価においては、評価対象を CHStone v1.11 とし、回路性能と回路規模について比較した。CHStone は高位合成向けベンチマークであり、演算結果が正しい値と一致するかを確認するセルフチェック機能を持つ。回路性能の評価では、最小クロック周期、サイクルレイテンシ、実時間の 3 つの指標について幾何平均を求めた。回路規模の評価では、Xilinx FPGA を前提として、SLICE、DSP、BRAM の使用量について幾何平均を求めた。高位合成は、Standard-optimization と呼ばれるすべての設定がデフォルトの状態と、ディレクティブ INLINE を適用し関数の INLINE 展開を行った状態において行った。 Bambu は、Standard-optimization において Vivado HLS と比較し、SLICE 数が平均 54%多く、実時間が平均 87%長い回路を生成した。INLINE 展開を行うと Standard-optimization と比較し SLICE 数が平均 9%減少し、実時間が平均 27%短縮された(jpeg, motion を考慮せず算出)。 Vitis HLS 2021.2 は Vivado HLS と比較し、SLICE 数が平均 71%多く、実時間が平均 20%短い回路を生成した。INLINE 展開を行うと Standard-optimization と比較し SLICE 数が平均 7%減少し、実時間が平均 27%短縮された(jpeg, motion を考慮せず算出)。ただし、最も安定した Vitis HLS 2021.2 のソースコードはまだ配布されていない。ソースコードが配布されている Vitis HLS 2020.2 はセルフチェックに失敗し、Vitis HLS 2021.1 はソースコードが配布されていないバックエンド部でエラーが発生した。 評価結果を踏まえて、本研究では LegUp の置き換えとして Bambu を提案する。今後は、本研究の調査結果を活かし高位合成を利用した専用回路に関する研究を行っていききたい。	

発表する際の課程を記入

電気・電子情報工学

課程

発表番号

28

(学籍が他課程所属の学生も発表する課程を記入すること)