

再リンク可能なハードウェアを合成する高位合成系の実装

Implementation of High-Level Synthesis System that Generates Relinkable Hardware

竹林陽¹ 石浦菜岐佐¹ 富山宏之² 神原弘之³
 Hinata Takebayashi Nagisa Ishiura Hiroyuki Tomiyama Hiroyuki Kanbara

関西学院大学 工学部¹ School of Science and Technology, Kwansai Gakuin University
 立命館大学 工学部² College of Science and Engineering, Ritsumeikan University
 京都高度技術研究所³ Advanced Scientific Technology & Management Research Institute of KYOTO

1 はじめに

ソフトウェア (以下 SW) の一部を高位合成でハードウェア (以下 HW) 化し, SW と結合して実行する場合, SW に変更があると HW の再合成が必要になることがある. この問題を解決するため, 再リンク可能な HW の合成手法が提案されている [1]. 本稿では, この手法に基づき SW と再リンク可能な HW を合成する高位合成系を実装した.

2 再リンク可能なハードウェアの合成

与えられたプログラム (a)(b) のうち, (b) を HW 化し, CPU で実行する (a) から呼び出すものとする. (b) は複数の関数を含んでもよく, その場合には関数併合 [2] により 1 つの HW に変換する. (a) を変更したり, (b) を別の SW と結合して実行する場合に, グローバル変数のアドレスが変化すると, HW を再合成する必要が生じる. これを解決するため, [1] ではグローバル変数のアドレス表を SW から HW に渡す手法を提案している. 図 (b) から SW とのインタフェース関数を含む (d) と, HW に合成される (e) が生成される. 図中 (1) の部分でアドレス表を渡し, (2) でこれを受け取る. (a) は初期化関数 INI_sub を呼び出すよう (c) に変換される. (c) と (d) がリンクされ CPU 上で実行される.

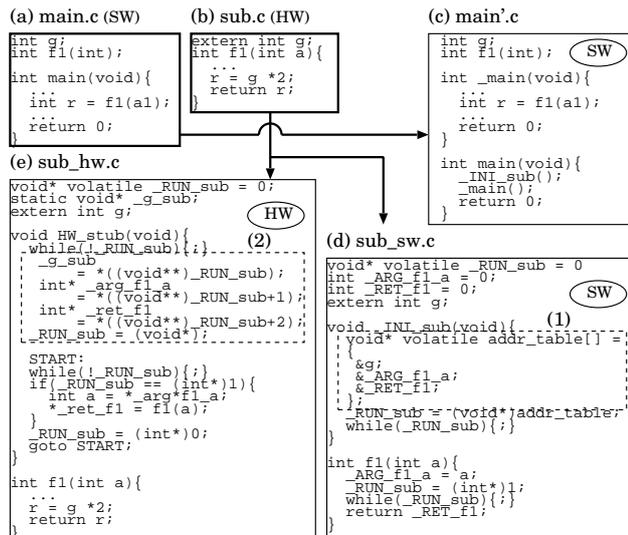


図 1 再リンク可能ハードウェア合成のための変換

3 コード変換の実装

本稿では, 図 1 の変換処理を実装する. 変換の大部分はソースレベルで実現するが, 一部の変換処理は高位合

成系で行う. (a) から (c) への変換は単純な書き換えである. (b) から (d)(e) への変換では, (b) のコンパイル結果 (オブジェクトコード) からグローバル変数を抽出し, (1)(2) のアドレス表の処理部を生成する. (e) 中の関数 f1 におけるグローバル変数 (g) へのアクセスは, アドレス表から読み出したポインタ (_g_sub) を用いたものに変換する必要がある. この処理は図 2 のように高位合成系中でデータフローグラフの変換により行う. _g_sub のロードは, 関数 f1 の中で 1 回だけ行うようにする.

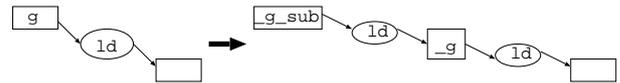


図 2 グローバル変数のアクセスの変換

4 実験結果

高位合成システム ACAP [3] に提案手法を実装し, ISE 14.3 によるシミュレーションと論理合成を行った. HW 化したプログラムは 2 つの 1 次元配列 (サイズ 5) の内積を計算する関数である. 結果を表 1 に示す. アドレス表の作成と受け取りのために, 本手法では SW と HW 初期化のサイクル数が増加している. また, アドレス表からグローバル変数のアドレスをロードするために HW 本体のサイクル数も増加している. しかし, 本手法の HW を再合成することなく他の SW と結合して実行できることが確認できた.

表 1 実験結果

| | サイクル数 | | | FFs | LUTs | 遅延 [ns] |
|-------|-------|--------|-------|-----|------|---------|
| | SW | HW 初期化 | HW 本体 | | | |
| 再リンク無 | 56 | - | 196 | 252 | 3270 | 16.941 |
| 再リンク有 | 94 | 18 | 211 | 323 | 3826 | 17.406 |

5 むすび

本稿では SW と再リンク可能な HW の高位合成を実装した. 詳細なテストと性能評価が今後の課題である.

参考文献

- [1] 織野, 石浦, 富山, 高島, 神原: “ソフトウェアと再リンク可能なハードウェアの高位合成,” 信学技報, VLD2011-107, (Jan. 2012).
- [2] 高島, 石浦, 織野, 富山, 神原: “アセンブリコードを中間表現とする高位合成における関数の併合,” 信学技報, VLD2010-106, (Jan. 2012).
- [3] 池上, 石浦: “MIPS アセンブリを中間表現とする高位合成,” 情処関西支部大会, A-03 (Oct. 2008).