

## 平成17年度 情報工学コース卒業研究報告要旨

高田富山 研究室	氏 名	原 祐 子
卒業研究題目	動作合成における関数呼出しの最適化	
<p>半導体集積回路の規模は年々増大し、従来のハードウェア記述言語 (HDL) によるレジスタ転送レベル (RTL) 設計は限界に近づきつつある。このような中、設計生産性を向上させる手法として動作合成が期待を集めている。動作合成とは、実現すべき機能の逐次的プログラム (動作記述) から、RTL 回路を自動的に合成する技術である。しかし、動作合成ツールが自動生成する回路の面積や性能は、設計者が RTL 設計を行った回路に及ばないことが挙げられる。特に、大規模なプログラムの動作合成を行う際にその差は顕著に現れやすい。</p> <p>一般に、大規模なプログラムは複数の関数から構成される。複数の関数から構成されるプログラムを合成する従来手法は、インライン化とエクスライン化の2種類に大別される。インライン化とは、すべての関数呼出しをインライン展開し、1つの大きな関数を作成した後に、動作合成を行う方法である。一方、エクスライン化とは、関数毎に動作合成を行う方法である。エクスライン化では、個々のモジュールの状態数を小さくでき、制御回路面積と遅延を抑えることができる。しかし、モジュール間で資源の共有ができず、データパス面積が大きくなる。一方、インライン化は、すべての関数がメインモジュール内に展開されているので、資源の共有ができ、データパス面積を縮小できる。この場合、複数回呼び出される関数はその関数の中身が複数回展開されるため、メインモジュールの状態数は大きくなり、その結果、制御回路面積や遅延が大きくなる。また、プログラムが大規模になるに従い、実用的な時間内で動作合成が終了しない恐れがある。</p> <p>本論文では、メインモジュールにインライン化すべき関数と、サブモジュールにマージすべき関数を最適に選択する動作合成手法を提案する。マージとは、エクスライン化すべき関数を個別に合成するのではなく、複数の関数を1つの関数に併合した後に合成を行い、資源の共有を図る手法である。さらに、最適な選択を行う問題を整数計画問題として定式化する。本提案手法では、メインモジュールとサブモジュールの両方が、設計者によって与えられる状態数の制約を満たす組合せのうち、回路面積を最小とする関数の組合せを求める。設計者は状態数の制約を変え、各制約を満たす関数の組合せのうち、全体の回路面積を最小とする組合せを選択することが可能となる。</p> <p>提案手法を倍精度浮動小数点型の平方根計算を行うプログラムに適用し、評価を行った。状態数の制約を160、220、300、600と与え、各制約を満たす組合せのうち、回路面積を最小とする関数の組合せを求めた。4種類の解と従来手法について、動作合成、および、論理合成を行い、合成時間、回路面積(ゲート数)、クロック時間、状態数、実行サイクル数、および、実行時間の比較を行った。その結果、状態数の制約600の場合、すべての関数をインライン化はする組合せが解として得られた。この場合、メインモジュールが大きくなりすぎ、動作合成が正常に終了しなかった。また、エクスライン化による回路面積は最大となった。状態数の制約220の場合に、すべての関数をサブモジュールにマージする組合せが最適解となり、回路面積は最小となった。これはエクスライン化と比較して、約44.6%の回路面積の削減が達成できた。</p>		