

Title	アプリケーションに特化した高性能 VLSI のための資源割り当てを中核とするデータパス合成
Author(s)	大橋, 功治
Citation	
Issue Date	2003-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/935
Rights	
Description	Supervisor:金子 峰雄, 情報科学研究科, 博士

アプリケーションに特化した高性能 VLSI のための資源割り当てを中核とするデータパス合成

大橋 功治

北陸先端科学技術大学院大学

2003 年 1 月 9 日

論文の内容の要旨

高位合成はアルゴリズムレベル記述からデータパスアーキテクチャを合成する技術であり、演算器の性能、面積が計算アルゴリズムの処理時間、VLSI 面積を決める支配的要因であった従来においては、コントロールステップ数、演算器数の最小化が主な最適化目標であった。そのため、資源制約スケジューリングや時間制約スケジューリングにより、コントロールステップ数や演算器数の最小化を目的とした演算スケジュールが先に決定され、その結果を受けて資源割り当てが行なわれてきた。しかし、近年においては VLSI 微細加工技術の進歩に伴って、配線に起因する動作速度や消費電力などのシステム性能への影響が相対的に増大してきているため、高位合成段階で演算器数やコントロールステップ数だけでなく、配線資源や結線構造に関する信号伝播遅延、消費電力、テスト容易性を考慮することが必要となってきた。

本論文では、結線構造を正確に評価するために、従来逐次的に行なわれてきたスケジューリングと資源割り当てを同時に最適化する高位合成手法を提案する。このようなアプローチにおいて、従来の時間制約スケジューリング問題や資源制約スケジューリング問題とは異なり、各演算、各データの演算器、レジスタへの割り当てが指定されたスケジューリング問題（資源割り当て制約スケジューリング問題と呼ぶ）に遭遇し、繰り返し、条件分岐といった一般的な制御構造を含むアルゴリズムレベル動作記述を表現する先行制約グラフを入力とする資源割り当て制約スケジューリング問題を検討する。特に、繰り返し実行を含む場合、同一演算器に割り当てられた演算 o_i と o_j の生存期間の重なり回避を k 回目の繰り返し実行における演算 o_i の生存期間が $k - F_{i,j}$ 回目の繰り返し実行における演算 o_j の生存期間に先行し、かつ $k - F_{i,j}$ 回目の繰り返し実行における演算 o_j の生存期間が $k + 1$ 回目の繰り返し実行における演算 o_i の生存期間に先行するような整数 $F_{i,j}$ が存在することととらえ、これらの制約を $F_{i,j}$ を未定変数とする制約枝として、先行制約グラフに追加するアプローチを採用する。これにより、資源割り当てスケジューリング問題を先行制約グラフが正のサイクルを含まないように未定変数を決定する問題に帰着する。各未定変数に対して、それがとり得る値の範囲を明確にした後、分枝限定法にて厳密解を求める手法、及び繰り返し周期の感度に基づき、唯一の整数へ絞り込みを行なう発見的な手法を提案する。

提案したスケジュール手法を資源割り当て優先探索に組み入れた高位合成システムを試作し、データパス合成実験を通して、結線数の評価に対して、従来の高位合成システムでは得られなかった良好な解を生成することを確認した。今後、この高位合成システムとフロアプラン（レイアウト）とを統合することによって、従来の段階的最適化では達成が保証されない配線に関する信号伝播遅延や消費電力などの同時最適化への発展が期待される。

キーワード: VLSI 設計, データパス合成, 資源割り当て, パイプラインスケジュール, 制約枝, 最長パス