

専攻	システム情報工学	学籍番号	873414	指導教官氏名	今井正治
申請者氏名		木下貴史			中川聖一
					山本眞司

## 論文要旨

論文題目	ハードウェアの代数的仕様記述に基づく マイクロプログラムの自動合成
------	--------------------------------------

(要旨 1,200字以内)

集積回路の大規模化に伴い、ハードウェアの合成、検証などの設計問題を抽象度の高い仕様記述に基づいて自動的に解決する設計技術への要求が高まりつつある。このような設計自動化技術では、所望の計算を実現するために必要なデータパス構成などのハードウェア・アーキテクチャの設計のみならず、演算の実行に必要な制御アルゴリズムの設計が重要な役割を果たす。

本論文では、制御アルゴリズムの設計に関連する問題、すなわち、要求された計算がデータパスに含まれる機能モジュールを使用して有限クロック・サイクル内で実行可能であるか否かを判定し、可能な場合にはその計算のためのマイクロ操作列を求める問題を考える。Zhu,Johnsonは抽象データ型の概念にもとづくハードウェア・アーキテクチャの仕様記述法を提案し、この枠組みの中で、さきの問題を逐次化問題(serialization problem)と呼ばれる決定問題として定式化した。この問題は一般に決定不能(準決定可能)であることが知られている。本論文では、仕様の等式集合に対する意味単一化手続きを利用した、逐次化問題の準決定手続きを提案する。本手続きは、初期状態にあるハードウェアにマイクロ操作を非決定的に適用し、要求された計算が実現できたかどうかを判定する生成-検査型探索手続きであるが、生成-検査の基本的操作に加え、意味単一化可能性検査により解が存在しない場合の探索の打ち切りを試みる。従って、探索空間の枝刈り

意味単一化を利用した逐次化問題のための手続きとして、(1)意味単一化可能性検査を用いた手続きと、(2)サブゴールの生成に基づく手続き、の2種類の手続きを提案する。(1)の手続きは意味単一化可能性、すなわち等式の充足可能性に対する決定手続きが知られている場合に利用可能である。また、(2)の手続きは意味単一化が決定可能で、かつ意味単一化子を枚挙する手続きが知られている場合に利用可能である。どちらの手続きも、意味単一化可能性を枝刈りの条件とするが、サブゴールの生成に基づく手続きは与えられた逐次化問題を部分問題へ分解して解くため、意味単一化処理の効率に関して有利であると考えられる。

意味単一化可能性は一般に決定不能であるため、仕様の等式集合に対する意味単一化可能性が決定可能であるという仮定は、本手続きが適用可能なハードウェアの仕様を制限する。本論文では、意味単一化可能性が決定可能な2つの場合、すなわち仕様の等式集合に対する完備な項書換え系が存在し、かつ基底ナローイングが停止性を満たす場合、および等式集合により定められる代数系がブール代数である場合、にALU、バレルシフタやレジスタ・ファイルなどの基本的なモジュールを備えたハードウェアに対する仕様記述が与えられることを確認する。また、この仕様記述のもとで逐次化問題の例を与えて枝刈りの効果を実験的に調べた結果、意味単一化による枝刈りの効果は大きく、枝刈りを行わない手続きに比べて実行効率の点で極めて優位であることを示す。