

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第	号
------	-------	---

氏 名 安藤 友樹

論 文 題 目 Efficient System-Level Design Space  
Exploration for Large-Scale Embedded  
Systems

(邦題: 大規模組込みシステムにおける  
効率的なシステムレベル設計空間探索)

論文審査担当者

主 査 名古屋大学 教授 高田 広章

名古屋大学 教授 枝廣 正人

名古屋大学 准教授 本田 晋也

## 論文審査の結果の要旨

安藤友樹君提出の論文「Efficient System-Level Design Space Exploration for Large-Scale Embedded Systems (邦題:大規模組込みシステムにおける効率的なシステムレベル設計空間探索)」は、複雑な組込みシステムを効率的に開発するためのシステムレベル設計技術の分野において、システム機能の演算処理装置へのマッピングを決定する際に、大規模な設計空間から性能要件を満たすマッピングを効率的に発見するための技術に関する一連の研究をまとめたものであり、全体は7章から構成される。

第1章は序論であり、本研究の背景を述べている。大規模・複雑化が進む組込みシステムの開発においては、高度な計算と通信処理の要求に対応するために、複数のプロセッサや専用ハードウェアを用いた複雑なアーキテクチャ構成が採られるようになってきた。このような複雑なアーキテクチャ上にアプリケーションを効率的に実現するために、高い抽象度でのシステム設計と設計空間探索が可能なシステムレベル設計技術の重要性が増していることについて述べている。また、現状のシステムレベル設計ツールの問題点について述べ、それを解決するための提案手法の概要について述べている。さらに、本論文の構成についても述べている。

第2章は、本論に入るための準備の章である。システムレベル設計技術について概観した後、本研究がベースとしているシステムレベル設計ツールである SystemBuilder について説明している。また、本論文で提案する手法の概要について述べている。

第3章では、AES 暗号化システムの設計事例により SystemBuilder を評価している。最初は1つのソフトウェアプロセスで実現されていた AES 暗号化システムを、次にハードウェア化、さらにはパイプライン化などの最適化を行い、それによる性能向上を評価するとともに、開発にかかった時間を計測した。その結果、SystemBuilder は、パイプラインシステムを効率的に設計するのに有効であることが明らかになった。一方で、システム設計のさらなる効率化のためには、1) マッピングの制限、2) 長い性能評価時間、3) 性能向上支援機能の不足、の3つの問題があることを明らかにした。

第4章では、1)の問題を解決するために、SystemBuilder を拡張している。具体的には、複数のアプリケーションが同じサブ機能を持つ場合に、そのサブ機能を実現するハードウェアを、複数のアプリケーションで共有できるように拡張した。この拡張の有効性を、前の章で開発した AES 暗号化システムを用いて評価している。

第5章では、2)の問題を解決するために、マッピングの探索を効率的に行うツールである Mapping Explorer を提案している。Mapping Explorer は、問題の性質を活用してパレート解を効率的に探索することができるパレート更新探索アルゴリズムを提案することで、マッピングの探索数を大幅に削減することに成功している。また、Mapping Explorer の有効性を、MPEG4 デコーダの設計事例を用いて検証している。

第6章では、3)の問題を解決するために、Improvement Analyzer を提案している。Improvement Analyzer は、システムのボトルネックを特定し、性能改善方法の候補を

## 論文審査の結果の要旨

出力することで、設計者によるモデル修正の支援を行う。また、AES 暗号化システムを事例に用いて、Improvement Analyzer の有効性を示している。

第7章は結論であり、本論文の成果をまとめるとともに、今後の方向性について論じている。

以上のように、本論文は、大規模・複雑化する組込みシステムのシステムレベル設計技術において、既存のツールを評価して問題点を明確化した上で、3つの問題を解決する技術およびツールを提案し、そのいずれにおいても有効な成果を挙げている。提案した技術はいずれも、学術的な新規性に加えて、実用性も高いものであり、情報科学の学術上・技術上の寄与が大きい。よって、本論文提出者、安藤友樹君は、博士（情報科学）の学位を受けるに十分な資格があるものと判定した。

## 試験の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 号	氏 名	安藤 友樹
試験担当者	主査 名古屋大学 教授 高田 広章 委員 名古屋大学 教授 枝廣 正人 委員 名古屋大学 准教授 本田 晋也		
(試験の結果の要旨)			
学位審査委員会において、提出論文の内容を中心として、これに関連ある専門分野の学識及び高度の研究能力について試問し、慎重に審査した結果、合格と判定した。			