

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 劉 宇

本論文は、AMS Extensions for C-Based System-Level Design Language (Cベースシステムレベル設計言語におけるAMS領域への拡張に関する研究) と題し、C言語を元にした電子機器設計におけるシステムレベル設計記述言語に対して、デジタル部分だけでなく、電子機器のアナログ部も表現可能とするための設計言語の拡張方法と言語自体の提案、および、拡張言語のシミュレーション手法について研究したもので、6章と付録から構成されている。

第1章は、Introduction (序章) であり、研究の背景と目的を述べている。

第2章は、Related Works (関連研究) であり、従来から研究・開発されてきている、電子機器設計のためのC言語をベースとしたシステムレベル設計言語、特に後に拡張するSpecC言語について簡潔の紹介するとともに、従来のアナログ回路シミュレータや、レジスタ転送レベル (RTL) のハードウェア記述言語 (HDL) に対するアナログ拡張の紹介、さらに、C++言語に基づくシステムレベル設計言語であるSystemC言語のアナログ拡張の提案について説明しており、本研究と他研究の関係を明確化している。すなわち、従来は主にRTL HDLに対するアナログ拡張について研究開発されてきていること、ならびに、唯一のC言語ベースシステム設計言語に対するアナログ拡張であるSystemC言語のアナログ拡張はまだ基本が提案されている段階であり、記述とシミュレーション効率の面で改良の余地が大きいことが示されている。

第3章は、Modeling of SpecC-AMS Language (SpecCアナログ拡張言語モデル) と題し、システムレベル設計におけるアナログ部の取り扱い方を論じるとともに、そのモデル化とデジタル部とアナログ部の通信法について提案している。各処理部分でのハードウェアやソフトウェアでの実行時間が未確定であるシステムレベル設計において、詳細な実行時間が決定しているアナログ設計記述を如何にすれば、効率的に同時並行処理としてシミュレーションできるかという観点から、新規通信法の提案を行っている。

第4章は、Extension Semantic of SpecC-AMS Language (SpecCアナログ拡張言語のシミュレーション法) と題し、従来のRTL HDLに対するアナログ拡張で利用されているデジタル部とアナログ部の通信や同期手法を分析し、より効率的に同期を取るアルゴリズムの提案を行い、実際にシミュレータとしての実装法について議論している。従来から提供されているSpecC言語に対するシミュレータを元に、一般のアナログ用シミュレータと連携して動作させるための枠組みが提案されており、その枠組みに対するインタフェイスを追加することで、従来からあるアナログシミュレータの多くをSpecC言語シミュレータと連携して動作させられることが示されている。このようにすることでアナログ部については、任意のシミュレータと連携できる可能性が示され、アナログ回路だけでなく、機械系の表現としてのアナログ部のシミュレータとの連携も可能になる。

第5章は、Case Studies（例題による評価）と題し、提案している SpecC のアナログ拡張言語を用いて、デジタル・アナログ協調設計としての、AD コンバータ、ローパスフィルタ、バンドパスフィルタ、PLL、MP3 プレーヤーの設計記述を実際に行い、シミュレーション速度などを評価している。特に、従来の RTL HDL ではなく、システムレベルでデジタル部を表現することで、シミュレーションが高速になること、また、デジタル部とアナログの分割の仕方をいろいろ試しながら設計詳細化を薦めるデジタル・アナログ協調設計が実際に可能であることが示されている。

第6章は、Summary and Future Works（結論と今後の課題）と題し、本論文の研究成果をまとめるとともに、今後の発展方向について議論している。

付録では、提案手法をC言語ベースシステムレベル設計言語である SpecC に適用した場合の具体的な言語シンタックスの提案を言語リファレンスマニュアルの形で示している。本言語リファレンスマニュアルは、SpecC オープンコンソーシアムに対し、SpecC 言語のアナログ拡張の提案という形で提出しており、コンソーシアムでは本提案を元に、言語拡張の検討を実際に行っている。

以上、本論文は電子機器に対するシステムレベル設計において、従来のデジタル部の設計記述だけでなく、アナログ部についてもデジタル部と協調動作するブロックとして設計記述できることを示し、具体的に SpecC 言語の拡張法を提案するとともに、その効率的なシミュレーション手法を提案・実装し、かつ例題によりその有効性を実証したもので電子工学発展に寄与する点が少なくない。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。