

研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名： 統合的高信頼化設計のためのモデル化と検出・訂正・回復技術

2. 研究代表者： 安浦 寛人（九州大学大学院システム情報科学研究院 教授、理事(副学長)）

3. 研究概要

本研究では、ディペンダビリティをコスト・性能・消費電力と同じような設計指標として位置づけ、VLSI システムの設計フローの中でシステム全体のディペンダビリティを他の指標とのトレードオフを考えながら最適化する設計技術を開発する。ディペンダビリティの評価指標の定義、それを設計の各段階で見積もる技術、ディペンダビリティの向上技術と設計中に組み込む技術、設計を最適化する技術を開発し、統合した設計フローを構築する。

本研究チームでは、既存の設計フローと整合性を持ったディペンダブルな LSI システムの設計手法とフローおよびその為の設計ツール群を開発するために、具体的な事例として、(a) 中性子線等に起因するソフトウェア、(b) 素子の製造ばらつきや経年劣化によるタイミングエラー、(c) 悪意ある攻撃による回路内の機密データの漏洩を対象として取り上げ、原因となる物理的な現象からシステム全体のディペンダビリティを評価し、向上する設計フローと必要なツールを構築する。これらの事例に対する研究を通じて、既存の階層設計との整合性を考慮し、一般的なディペンダブル VLSI の設計フローとツール群の開発指針を明確にすることを旨とする。

4. 中間評価結果

4-1. 研究の進捗状況及び研究成果の現状

(課題、目標の設定)

研究の課題設定は広範であり、1 CREST チームの 5 年間の研究負荷を越えている。実際には取上げるディペンダビリティへの脅威を、ソフトウェア率、タイミングエラー、悪意による攻撃の 3 項目に絞っている。性質の異なるこれら具体例につき、「ディペンダビリティの評価指標を設計の各段階で見積もる技術、ディペンダビリティの向上技術と設計中に組み込む技術、設計を最適化する技術を開発する」ことは妥当な目標設定と言える。

(成果状況)

ディペンダビリティ指標、指標評価技術、指標向上技術からなる空間を概観して見ると、努力注入度、従って進捗、成果にむらがある。選択と集中による進捗管理がのぞましい。

ソフトウェアの課題については、論理ゲートの出力幅という変数に着目すれば、回路階層以上では通常の論理設計に問題を還元でき、回路階層以下のモデル化も進めやすいとしたことは一定の成果である。回路階層以上ではエラー伝播のモデル化、ソフトウェア耐性組込みにおけるシステム構成トレード・オフ技術に進歩が見られる。回路以下の物理現象のパルス幅発生確率のモデル化と実証について、チーム外に築こうとしている連携協力関係の実質推進を急ぎ、早期に全体を通した課題解決の見通しを持ってほしい。

タイミングエラー、経年劣化関係ではカナリヤ FF の挿入位置評価法、NBTI 起因劣化故障の予測技術につき進歩があったが、「ディペンダビリティを解析し増強できるシステム」という目標にはどこまで近づいたのだろうか。悪意による攻撃のモデル化や防御については、着手時からの顕著な進歩は見られていない。

(外部との連携)

研究成果物の受け渡し先を想定した外部連携活動が活発でない。国内に有力なイン・ハウス、または商業 EDV ベンダーが不在であるのは本研究チームにとり不利な状況ではある。しかし実用化に出口を見出せ

ず学会活動が主体となるのでは本領域の運営方針には沿わない。

4-2. 今後の研究に向けて

本領域の研究は実学であり、本研究チームの EDA ツールの研究も例外ではない。つまり「実際に使われてな んぼ」の世界である。しかるに、日本の半導体企業の「イン・ハウス EDA 開発」が絶え、米欧の EDA ベンダーの 市場戦略、開発戦略に席卷された国内に、本研究が出口を見出すのは容易でない。それは想定受け取り手企 業との連携不足に明白である。学会活動で見れば、本チームは一定の貢献はできており、世界的な場面に顔 を出している。それはまだ課題把握力、問題解決力が残されている証左である。しかし実適用とそこからのフィード バックなしには、実学としての迫力はしぼむことは避けられない。中間報告時点にあたり、この認識を明確にし、 入口・出口戦略の構築、推進に注力願いたい。

本チームの技術的な強みは長年築いた EDA ツールにおける熟達である。いっぽう技術的な弱みも認識され ており、それを補強するためソフトウェアのような物理現象のモデル化についてはチーム外との連携を図ってい る。そうした連携を成功させるには、モデル化における連携にとどまらず、具体的対象 VLSI、半導体物理、照射 実験に至るまで、物理階層から VLSI システム階層までをカバーする包括的なアプローチをとり、完結したツール をつくって提供、実証することではないか。

NASA では、物質内での素粒子反応(宇宙線反応)をシミュレーションするソフトウェアと、半導体シミュレー タとを組み合わせ、既存の部品が宇宙空間でどのような SEU, SEL を起こすかを計算するサービスが始まっ ている。こうした「出口イメージ」を持ちたい。

「実フィールドやテストベッドによる実証実験は費用対効果の観点から行わない」との方針である。本チーム単 独でやる必要はないが、共同研究など企業との連携により実質「やって見せる」ことは期待される。デバイス物理 から VLSI システム工学まで一貫した設計ツールチェーンを構築しようと言う意図を実現するには、そのような工 夫、努力が求められる。

4-3. 総合的評価

ディペンダビリティを設計時に解析・評価して、その向上技術を自動的に VLSI に組み込む、というスコープを 持った研究である。課題はきわめて広範であり、いかなる脅威にも万能な処方は見出せないであろう。そこで中 性子線によるソフトウェアを始めとする数種の異なる具体的な問題に集中した研究を実施しているが、物理レベ ルからシステムレベルまでの各階層をモデル化し一貫したツールを構築するには難関が少なくない。VLSI 設 計ツールにおいて長い研究の伝統と優れた成果実績を持つチームなので、とくに外部との連携を強化してさら に効果の見える実績を挙げることを望む。継続推進が適当である。