

研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名： 自己修復機能を有する3次元 VLSI システムの創製
2. 研究代表者： 小柳 光正(東北大学 未来科学技術共同研究センター 教授)

3. 研究概要

本研究は、将来の主流技術となると考えられる3次元 LSI を、自動車、ロボット、環境、航空宇宙、バイオテクノロジーなど、今後更なる発展が期待される分野での使用に耐える新しいディペンダブル LSI の基盤技術として開発することを目的としている。具体的には、将来の自動車の高度化やロボット化を見据えて、自動車の運転支援のための車載用ディペンダブル画像処理システムの中核となる LSI を実現することを想定した。そのようなシステムでは、処理するデータ量が膨大な(制御系に比べて 3~4 桁多い)ために、高性能化が必須である。5 年後に 1Tflops で 5W の画像処理システム LSI を実現しようとする、消費電力を 2 桁以上低減する必要がある。このような高性能化、低電力化、小型化は単なる素子の微細化だけでは達成できない。また 3 次元 LSI では、シリコン貫通配線(TSV)や金属マイクロバンプを多数使用することから、新しく発生する信頼性の問題も克服しなければならない。

そこで、本研究プロジェクトでは、運転支援画像処理への適用を想定したディペンダブルシステム LSI の基盤技術を、1)画像処理・認識の高性能化による測距精度の向上と、2)ソフトウェア／ハードウェア協調による自己診断・修復機能の搭載によって実現し、ASIL=C(故障率 80FIT 以下、SPFM97%以上、LFM80%以上)の信頼性を確保する見通しを明らかにすることを目指して研究を行っている。

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)

本プロジェクトは、高集積化における微細化の限界を打開する 3D-LSI の技術を使って、将来のロボットや車の自動運転を想定した高精度高速画像認識プロセッサを開発しようとするものである。ハードウェアテクノロジー、アーキテクチャ、アプリケーションのすべてに新規性を取り入れようとする広範なアプローチなので全体のまとまりが当初から懸念されたが、24 年度に入り、グループ間の対話が密接になってきている。

(成果状況)

3D 積層を活用して、マルチコアプロセッサを作る場合の自己診断・修復について、性能への影響、多重化やテストによるオーバーヘッドを考察し上記目標の実現可能性を検討した。マルチコアと別にシステム監視をする SVP(スーパーバイザプロセッサ)を用い、冗長性とテスト機能を持たせた TSV(シリコン貫通孔)を用いて垂直バスの信頼性を向上させる、3次元積層型共有メモリを用いる、アプリケーションからシステムに直接チェックポイント・リスタートをかける機能を実現するなどの事項を紙上検討している。GPU を用いた画像処理アルゴリズムの検討もなされている。これらの検討の一体化や実験的検証は未完であり、今後に残されている。

(外部との連携)

本研究の応用対象は、車載画像認識であり、その要求仕様の大綱は、研究スタート後間もない時点でチーム内のデンソー研究グループから出ている。研究の現状は出口からまだ相当遠いが、この連携を生かし、PDCA サイクルが少しでも回転する進展を期待する。

4-2. 今後の研究に向けて

本テーマは、きわめて広範な課題の集合であり、スタート時に目標の達成可能性がよく見通せなかったため、研究期間を3年とし、3年の間に先の見通しが具体化してくれば、5年までの期間延長も可能であることとして出発した。2012年10月、当初設定期間の3年が過ぎて、「終了報告書」が提出され、「事後評価」を行う段階になって、研究チーム側から期間延長の申告があった。追って延長計画が提出され、12月に研究総括、アドバイザーならびにJSTの関係部署で検討会を開催・審議した。延長計画の概要は次の通りである：

冗長 TSV、

3次元ベクトルキャッシュ、

ヘテロジニアス計算プラットフォームのチェックポイント・リスタート機構、

スーパーバイズプロセッサによる自己診断・修復。

検討の結果、日本有数の当該分野研究者が主宰するチームであり、最終的に出口、当初目標に至らないまでも、誰もが認識できる意味のある達成目標を設定してそれを実現することがよい、との結論となり、1年間期間を延長して継続支援することとした。

現在体力の弱っている日本のエレクトロニクス産業も、本プロジェクトを期待の眼で見守っている。大規模プロセッサの3D集積化以外にも、メモリやセンサーの実装のようにすぐにでも3Dが望まれる応用がある。そうしたニーズにも目を向け、研究チームの枠を越えて創造的連携の輪を広げていただきたい。

4-3. 総合的評価

3Dは世界のトレンドであり社会に大きなインパクトをもたらすことは確実である。延長期間における意義ある進歩を期待する。