

|              |                                                                               |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Title        | 論文題目：疎結合並列システムにおける並列論理プログラム変換による耐故障化に関する研究                                    |
| Author(s)    | 杉野, 栄二                                                                        |
| Citation     |                                                                               |
| Issue Date   | 1997-03                                                                       |
| Type         | Thesis or Dissertation                                                        |
| Text version | author                                                                        |
| URL          | <a href="http://hdl.handle.net/10119/834">http://hdl.handle.net/10119/834</a> |
| Rights       |                                                                               |
| Description  | Supervisor:横田 治夫, 情報科学研究科, 博士                                                 |

# 疎結合並列システムにおける 並列論理プログラム変換による耐故障化に関する研究

杉野 栄二

北陸先端科学技術大学院大学

1997 年 1 月 16 日

## 論文の内容の要旨

近年、商用の超並列計算機が利用可能になりつつあるが、超並列計算機は高性能を求めて開発されてきたため、これまで信頼性についての研究はあまり行われて来なかった。超並列計算機をターゲットとする並列プログラムは、高性能を求めているため本質的に計算量が巨大であり、長時間かかり得るものである。にもかかわらず、これら並列プログラムは、たとえ要素プロセッサ一つが故障しても実行に失敗する環境にある。

本研究は、一般の商用超並列計算機を想定した耐故障化をめざすものである。耐故障化のための負担をプログラムにかけないために、プログラムの自動変換によって耐故障並列ソフトウェア (FTPS) を生成することを目的とする。得られる FTPS は、プライマリサイト・アプローチに基づいた構成で動作する。各サイトは任意個のプロセッサで構成することができ、サイト内での並列動作を可能にする。耐故障実行させたいユーザプロセスは、複製されてプライマリサイト (PS) とバックアップサイト (BS) で並列動作させられる。PS で動作するユーザプログラムは、非決定的動作をする際にのみ BS に実行ログを送る。BS で動作する複製プログラムは、実行ログをもとに PS と同じ動作をトレースすることで、同じ状態を保ち続ける。外界への出力コミットのために、非決定的実行と出力動作では緩い同期を行う。この方式を形式化したモデルにより、その正当性を示す。なお変換の容易さから、本研究では並列論理型言語で記述される並列プログラムを対象とした。

実装するシステムの基本性能から、本研究で提案する手法で耐故障実行させた場合の実行オーバーヘッドが予測できる。実行オーバーヘッドは、プログラム中の非決定性とシステムのコミュニケーション性能に依存していることが計算によって示され、ベンチマークプログラムによる実験によって確認される。もしコミュニケーション性能が低いシステムであっても、並列性の高いユーザプログラムであるならば、並列実行させることで耐故障実行によるオーバーヘッドが軽減されることを計算によって示す。

また MTTF は、分割したサイト数の  $\log$  オーダーで増大することが示される。例えば、MTTF が 1 万時間の単一プロセッサ千台から構成される並列システムは、MTTF が 10 時間となり、これを越えるような仕事の成功は期待できない。この並列システムを非再構成の 1-Resilient システムに組み変えた場合、元の並列システムに比べて性能は  $1/2$  に落ちることから、同じ仕事に対して 20 時間以上かかり得るが、MTTF は 30 時間になるため十分に成功する可能性がある。このように本システムは、制限される性能の割合よりも高い割合の MTTF の改善を実現し、システム有効度を高めることができる。

キーワード： 耐故障ソフトウェア、並列論理型言語、プライマリサイトアプローチ