

氏名(本籍)	李 珍 泌 (韓国)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	博甲第6065号
学位授与年月日	平成24年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	システム情報工学研究科
学位論文題目	<b>A Study on Productive and Reliable Programming Environment for Distributed Memory System</b> (分散メモリシステムのための高生産性・高信頼性を備えたプログラミング環境についての研究)
主査	筑波大学教授 理学博士 佐藤 三久
副査	筑波大学教授 工学博士 朴 泰 祐
副査	筑波大学教授 学術博士 和 田 耕 一
副査	筑波大学教授 博士(工学) 山 口 喜 教
副査	筑波大学教授 博士(工学) 兎 玉 祐 悦

### 論文の内容の要旨

現在、高い計算性能が要求される高性能コンピューティング分野ではクラスタシステムに代表される分散メモリ型並列計算機が主流となっている。クラスタシステムの並列プログラミングモデルとして、MPI通信ライブラリによるプログラミングが広く利用されているが、そのプログラミングコストがかかり、クラスタシステムの利用を妨げる一因になっている。最新のクラスタシステムの中には、ノードがマルチコアになり、ノード内にGPUなどの演算加速装置を持つものが増えてきており、ユーザはノードレベルの並列化とスレッドレベルの並列化を同時に考えなければならず、プログラミングコストの問題はますます深刻になってきている。また、より高い性能を達成するためにノード数は増加する傾向にあるが、それにつれて耐故障性を含む信頼性が問題視されている。本研究では、まず、冗長ページ管理による高信頼ソフトウェア分散共有メモリ SCASH-FT を提案し、耐故障の機能を実装・評価した。次に、MPIに代わる分散メモリ型並列計算機向けに並列プログラミング言語 OpenMPD を提案、設計・実装した。その後、並列プログラミング言語 XcalableMP (XMP) が提案されたが、この言語での経験が取り入れられている。並列プログラミング言語 XcalableMP の処理系の実装を実装し、性能評価を行った。また、マルチコアプロセッサを用いたクラスタに拡張言語仕様を提案した。その結果、少ない記述でMPIと同等な性能が得られることがわかり、高い生産性を達成できた。さらに、XcalableMP の演算加速装置向け拡張仕様を提案し、実装および性能評価を行った。これは個々のノードに演算加速装置を持つクラスタを想定し、各ノードに跨る分散配列を演算加速装置のメモリに配置し、その配列を扱うコードを演算加速装置にオフロードできる。GPUを持つクラスタ向けに実装し、これによって少ない手間で簡単にGPUを持つクラスタに対応させることができ、GPUによって大幅に加速できることが分かった。以上の研究において、分散メモリ型並列計算機において、高信頼性と高生産性を持つプログラミング環境を構築することできた。

## 審査の結果の要旨

分散メモリ型並列計算機向けに並列プログラミング言語 OpenMPD を提案、設計・実装し、その仕様を取り入れた本格的な並列プログラミング言語 XcalableMP について、いち早く処理系を実装し並列プログラミングの生産性の向上に貢献した。さらに、最新のマルチコアや GPU などの演算加速装置を持つクラスタに向けて拡張仕様を提案、評価していることは高く評価できる。高信頼性のための分散共有メモリ SCASH-FT に関しては中規模のクラスタにとどまっており、初期段階の研究であり致し方がないところがあるが、今後の研究に期待したい。全体として本論文で行った研究は、それぞれの課題について実際の処理系を実装しており実用的な価値も高く、今後の高性能計算機システムの並列プログラミングの生産性に大きく貢献するものと期待できる。

平成 24 年 1 月 27 日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。