

学位論文の要旨

氏名

原 崇

学位論文題目

後天性免疫システムによる分散並列処理のためのEspace言語の開発

本論文は、後天性免疫システムによる分散並列処理のためのEspace（エスパーズ）言語の開発に関する結果をまとめたものである。本研究の最終的な目的は、Java言語を拡張して分散並列処理に特化したEspace言語を開発し、構文解析を行うParserによって分散並列処理システムの環境構築と制御を行うことで、分散並列処理の開発と実行を容易にすることである。また、本研究で提案した新たな分散並列処理システムによる開発効率と計算能力について考察した。

第1章は、序論である。ここでは、本研究の背景を明らかにし、その目的を明確化した。また本論文の構成についても述べた。

第2章では、Espace言語による分散並列処理について述べた。まず、計算依頼クライアント（Master）と計算クライアント（Worker）による従来の分散並列処理の問題点について述べ、それを解消すべく開発したEspace言語の概要について述べた。Espace言語による分散並列処理システムとその実装方法について述べた。Espace言語で分散並列処理のために追加したキーワードとそれを用いた構文の使用例について述べた。定義したキーワードはメソッド修飾子`espace`、`collect`構文、予約語`terminal`である。また、Parserの機能として、Espace言語を構文解析して分散並列処理のシステムを構築する方法について、分割した仕事が欠落することを防ぐフォルトトレランス機能の付加について述べた。

第3章では、Espace言語による分散並列処理システムの応用について述べた。Espace言語でフラクタル図形のマンデルブロ集合の描写と不定方程式の解探索を行ったときの、開発効率と複数のWorkerで計算された分散並列処理の効果について検討した。マンデルブロ集合の描写において、Java言語と比較してEspace言語のプログラムのステップ数が減少したことから分散並列処理開発の効率化ができることを示した。また両方の問題においてWorkerを増やすことによって台数効果が得られることを示した。

第4章では、生体における後天性免疫のシステムを応用した分散並列処理システム（IDPPS：Immunity Distributed Parallel Processing System for Espace language）について述べた。まず生体が持つ後天性免疫のシステムについて述べ、それを応用してモデル化した分散並列処理システムであるIPDDSの概要について述べた。また、抗原と抗体による免疫ネットワークシステムと、それを応用したIDPPSにおけるWorkerの割り当て作用について述べた。Workerの割り当て作用を制御するObserverについて、割り当て方法とObserverの働きについて述べた。これらを総じてIDPPSの効果について考察した。

第5章では、IDPPSのために改良したEspace言語について述べた。従来のEspace言語からのキーワードの変更や追加、拡張した内容について述べた。ここで定義したキーワードはメソッド修飾子vaccine, distribute構文, collect-fault構文, 予約語terminalである。そのキーワードによるEspace言語の文法を正規表現にて定義し、その使用例について述べた。また、Espace言語におけるParserの役割について述べ、マンデルブロ集合の描写においてフォルトトレランス機能が働いたときの実例を示した。

第6章では、Espace言語とIDPPSのシステム全体の動作について述べた。IDPPSにおける3つのクライアントであるVaccineProvider (処理方法提供クライアント), Master, Workerのそれぞれの役割と動作についてEspace言語での具体的なプログラミング方法に沿って述べた。また、IDPPSにおけるオブジェクト共有空間の構成と、そのサーバ上で動作するObserverについて述べた。

第7章では、IDPPSを使用した分散並列処理システムの計算能力について述べた。3種類の問題が同一のオブジェクト共有空間に対して依頼されたときの、IDPPSによるWorkerの割り当て、分散並列処理の経過について検討した。通常の分散並列処理では、後から依頼された問題は既に依頼されている問題が終了しない限り処理が開始されることはないが、IDPPSを利用した場合は、後から依頼した問題であっても即座に処理が始められることを示した。また、IDPPSではWorkerの割り当てを行うために従来の分散並列処理よりも多いオブジェクトをやり取りしているが、それによる計算速度の性能低下は見られず、Workerを均等に分配して計算させるより速い処理が可能であることを示した。

第8章は、結論である。本論文で得た知見をまとめ、さらなる研究への指針を提起した。

以上を総じて、Espace言語の開発と分散並列処理を動作させるための環境構築のシステム、およびそれらをParserによって実現させることによって、開発が容易でインターネットに接続したユーザが参加しやすいという特徴を持った、新たな分散並列処理システムの一案を提案できた。

論文審査の要旨

報告番号	理工研 第223号	氏名	原 崇
審査委員	主 査	中山 茂	
	副 査	村島 定行	高橋 行俊
学位論文題目 後天性免疫システムによる分散並列処理のためのEspace言語の開発 (Development of Espace Language for Distributed Parallel Processing by Acquired Immune System)			
審査要旨 提出された学位論文及び論文目録等を基に学位論文審査を実施した。本論文は、後天性免疫システムを応用した分散並列処理を行うためのEspace言語の開発について述べたもので、全文6章より構成されている。 第1章は、序論である。第2章では、Espace言語による分散並列処理について述べた。まず、計算依頼クライアント (Master) と計算クライアント (Worker) による従来の分散並列処理の問題点について述べ、それを解消すべく開発したEspace言語の概要について述べた。Espace言語による分散並列処理システムとその実装方法について述べた。Espace言語で分散並列処理のために追加したキーワードとそれをを用いた構文の使用例について述べた。定義したキーワードはメソッド修飾子espace, collect構文, 予約語terminalである。また、Parserの機能として、Espace言語を構文解析して分散並列処理のシステムを構築する方法について、分割した仕事が欠落することを防ぐフォルトトレランス機能の付加について述べた。第3章では、Espace言語による分散並列処理システムの応用について述べた。Espace言語でフラクタル図形のマンデルブロ集合の描写と不定方程式の解探索を行ったときの、開発効率と複数のWorkerで計算された分散並列処理の効果について検討した。マンデルブロ集合の描写において、Java言語と比較してEspace言語のプログラムのステップ数が減少したことから分散並列処理開発の効率化ができることを示した。また両方の問題においてWorkerを増やすことによって十分な台数効果が得られることを示した。第4章では、生体における後天性免疫のシステムを応用した分散並列処理システム (IDPPS: Immunity Distributed Parallel Processing System for Espace Language) について述べた。まず生体が持つ後天性免疫のシステムについて述べ、それを応用してモデル化した分散並列処理システムであるIPDDSの概要について述べた。また、抗原と抗体による免疫ネットワークシステムと、それを応用したIDPPSにおけるWorkerの割り当て作用について述べた。Workerの割り当て作用を制御するObserverについて、割り当て方法とObserverの働きについて述べた。これらを総じてIDPPSの効果について考察した。第5章では、IDPPSのために改良したEspace言語について述べた。従来のEspace言語からのキーワードの変更や追加、拡張した内容について述べた。また、Espace言語におけるParserの役割について述べ、マンデルブロ集合の描写においてフォルトトレランス機能が働いたときの実例を示した。第6章では、Espace言語とIDPPSのシステム全体の動作について述べた。IDPPSにおける3つのクライアントであるVaccineProvider (処理方法提供クライアント), Master, Workerのそれぞれの役割と動作についてEspace言語での具体的なプログラミング方法に沿って述べた。また、IDPPSにおけるオブジェクト共有空間の構成と、そのサーバ上で動作するObserverについて述べた。第7章では、IDPPSを使用した分散並列処理システムの計算能力について述べた。3種類の問題が同一のオブジェクト共有空間に対して依頼されたときの、IDPPSによるWorkerの割り当て、分散並列処理の経過について検討した。また、IDPPSではWorkerの割り当てを行うために従来の分散並列処理よりも多いオブジェクトをやり取りしているが、それによる計算速度の性能低下は見られず、Workerを均等に分配して計算させるより速い処理が可能であることを示した。第8章は、結論である。以上本論文は、Espace言語の開発と分散並列処理を動作させるための環境構築のシステム、およびそれらをParserによって実現させることによって、開発が容易でインターネットに接続したユーザが参加しやすいという特徴を持った、新たな分散並列処理システムの一案を提案できた。 よって、審査委員会は学位 (博士) の学位論文として合格と判定する。			

最終試験結果の要旨

報告番号	理工研 第223号	氏名	原 崇
審査委員	主 査	中山 茂	
	副 査	村島 定行	高橋 行俊

主査及び副査2名で構成される審査委員会は、平成18年2月6日に学位申請者「原 崇」に対して、論文の内容について説明を求めた。これに引き続き、参加者を含めて質疑応答を行うとともに、関連事項について諮問を行った結果、いずれに対しても満足すべき回答が得られた。

主な質疑応答は、以下の通りであった。

質問1. IDPPSで実験環境を作る場合はWebサーバが必要とあるが、それによって計算性能に影響は出ないのか。再ロードをすることで、計算の開始が遅くなるのではないか。

回答1. まず、Webサーバは計算環境を構築する場合にのみ必要であり、計算実行時には使用しない。ただし、新しいAppletがあるか検索しロードするためにEntryを検索する必要があるため、そのために計算開始が遅れる可能性はある。しかし、実験結果においてその影響は少ないと言える。

質問2. フォルトトレランス機能において、再度Taskを書き込むというやり方は本当にフォルトトレランスと言えるのか。

回答2. ここでのフォルトとはWorkerが計算中に動作が停止したり、ネットワーク上の異常でTaskやResultが消滅したりする場合を想定している。その場合、同じTaskを与えればそれに対応するResultが返却されるので、正常に動作しているWorkerに再度仕事を依頼することで欠落したResultを補うことができるという意味ではフォルトトレランス機能と言える。

質問3. どのTaskを優先させたいかというときに人間の意向は反映されないのか。A, B, Cという3つのTaskを同時に計算させることで、Aの計算終了は遅くなってしまいが。それはユーザに望まれる形なのか。

回答3. マンデルブロー集合の描写など結果の全てが返ってこないと意味をなさない問題の場合は1つのTaskの終了が遅くなるということはデメリットであるが、解探索など結果の一部でも解として意味を成す場合は計算を依頼した直後から結果が返ってくるIDPPSが有意である。

質問4. 新しい言語とすることで、Javaコンパイラが使用できないという制限がかかってしまうが、ラッパークラスを用意するなどしないで言語にしたことによるメリットはなにか。

回答4. ラッパークラスを用意してメソッドを定義することで分散並列処理を簡単にすることはできるが、検索用のEntryのテンプレート作成する必要があるため必ずEntryを意識しなければならない。また、計算のためのパラメータやその計算の結果を表すデータ型はその問題によって異なる。その変化に対応するためにキャストを行う文を自動的に作成している。そうしてEntryのやり取りを隠蔽するために新しい言語にするというメリットがある。

など約14の質問に対して的確に答えた。

以上の結果を受け、上記審査委員会は全員一致で、学位申請者は、大学院博士後期課程の修了者としての学力ならびに見識を十分に有するものと判断し、博士(工学)の学位を与えるに足る資格を持つと認めた。