

学位論文の要旨	
氏名	岩川 建彦
学位論文題目	分散アプリケーションのための Espace 言語の開発
<p>本論文は、分散コンピューティングのためのプログラミング言語 Espace の開発について述べたものである。</p> <p>第1章は序論であり、分散コンピューティングを取り巻く技術的および社会的状況について述べた。分散プログラムを記述するのは困難である。なぜならば、習得困難なプログラミング技術であるマルチスレッドプログラミングを要することをはじめ、サーバ、クライアントなどに分散するコードを記述する故のプログラムの難読化、すなわち、所謂分散透過性の低下、そして分散実行されるプログラム同士の通信手順の決定など、通常のソフトウェアと比較すると煩雑かつ精密なプログラミングを必要とするため、開発・保守にわたって多大なコストを要するからである。</p> <p>第2章は分散コンピューティングの省力化の技術の中でも、特に本研究に近い技術領域であるプログラミング言語、マクロ、コンパイラへのディレクティブなどのコンパイラ技術に深く関係する技術について述べ、分散アプリケーション開発、プログラミング言語そのものについての補足的な説明も行った。分散システム、あるいは分散アプリケーションの開発コストを低減するために、一般には共有メモリやメッセージパッシングの機能を提供するライブラリを利用する。一方で、専用言語、マクロ、コンパイラディレクティブなどのコンパイラ技術を用いた、プログラマに分散プログラミングのために提供されるインターフェース(Application Programming Interface: API)を利用する場合もある。しかしながら、これらの分散システムの開発コスト軽減のための技術もまた、習得・利用するのに一定の労力を必要とする。例えば、拡張言語において基本言語との間に文法の互換性の喪失がある場合、プログラマのコード内容の認識に齟齬が生じる。コード移動を容易にするなどの効果をもつ既成の分散実行環境は、自体のインストールそのものが煩雑である場合が少なからずあり、非固定式の分散システムには採用しづらい。</p> <p>第3章は本言語の設計方針、および設計方針採用の理由を述べ、その実現方法についても若干の検討を行った。本研究で開発するプログラミング言語 Espace は Java ベースの分散コンピューティング用拡張言語であり、1. 習得が容易で単純な追加文法を持つ。2. 通信・分散処理手順などを抽象化する。3. 構築が容易な分散実行環境を提供する。などの設計方針に従っている。Espace の実行環境は Touple Space とよばれる、</p>	

共有オブジェクトを扱うためのサーバ及びクライアント群からなる。

第4章は基本的な利用法を含む Espace の言語仕様について述べた。言語仕様の策定にあたって考慮したプログラミング言語 Java の特性を中心とした技術的背景についても説明した。プログラマは"remote"キーワードを与えたフィールドに、ネットワーク越しのオブジェクト割り当てやメソッド呼び出しを行える。"espace"キーワードを与えたメソッドは distribute{..}文の中で複数回呼び出されると、それぞれが分散環境で並列に実行される。

第5章は Espace の実現方法について述べた。はじめに分散オブジェクト構文及び分散タスク構文の実行手順の概説を行い、次に分散実行環境の通信手順について、最後にコンパイラの実現方法について述べた。

第6章では Espace を用いて分散アプリケーションを数例作成し、Espace の実用性についての考察を行った。ネットワークミニゲームの開発例では、分散オブジェクト構文によって分散コードを容易に管理できることを示した。分散 NQueen 問題ソルバの開発例では、既存の Java ソースコードを容易に Espace ソースコードに転用できることを示すことで、Espace のソースコードの表記が逐次実行プログラムと似ており、可読性が高いことを示した。

第7章は Espace の携帯機器への対応について述べた。近年の携帯機器の計算能力の発展はめざましく、携帯電話上で稼働するアプリケーションも増えている。Espace のベース言語である Java は、携帯電話をはじめとした携帯機器に対応しており、すでに大きなシェアを占めて広く利用されるなど、成熟した技術である。しかしながら、携帯電話で分散アプリケーションを実現するには一般の計算機と同様の問題に加え、携帯電話特有の問題点、すなわち特殊なネットワーク構造、利用可能な API をはじめとする機能の制限、計算性能上の制約などを考慮しなければならない。そこで、Espace を携帯電話で利用できるようにするための調査を兼ねた、通信システムなどの試作を行った。

第8章は結論である。第6章で行った考察から、本研究で行った Espace を用いることで、分散アプリケーション・分散システムの開発が容易となることを結論付けた。また、Espace の満たせなかった機能である、データ独立性の検証機能を実現するための手法について言及するなど、今後の研究の発展について触れた。

論文審査の要旨

報告番号	理工研 第299号	氏名	岩川 建彦
審査委員	主査	中山 茂	
	副査	森 邦彦	淵田 孝康
<p>学位論文題目 分散アプリケーションのためのEspace言語の開発 (Development of Programming Language Espace for Distributed Applications)</p> <p>審査要旨</p> <p>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、8章から構成され、分散アプリケーションのためのプログラミング言語Espaceの開発について述べたものである。</p> <p>第1章は、序論であり、分散コンピューティングを取り巻く技術的および社会的状況について述べた。第2章は、分散コンピューティングの省力化の技術の中でも、特に本研究に近い技術領域であるプログラミング言語、マクロ、コンパイラへのディレクティブなどのコンパイラ技術に深く関係する技術について述べ、分散アプリケーション開発、プログラミング言語そのものについての補足的な説明も行った。</p> <p>第3章は、本言語の設計方針、および設計方針採用の理由を述べ、その実現方法について検討を行った。本研究で開発するプログラミング言語 Espace は Java ベースの分散コンピューティング用拡張言語であり、習得が容易で単純な追加文法を持ち、通信・分散処理手順などを抽象化し、構築が容易な分散実行環境を提供するなどの設計方針に従っている。</p> <p>第4章は、基本的な利用法を含む Espace の言語仕様について述べた。言語仕様の策定にあたって考慮したプログラミング言語 Java の特性を中心とした技術的背景についても説明した。プログラマは"remote"キーワードを与えたフィールドに、ネットワーク越しのオブジェクト割り当てやメソッド呼び出しを行える。"espace"キーワードを与えたメソッドは distribute{.}文の中で複数回呼び出されると、それぞれが分散環境で並列に実行される。</p> <p>第5章は、Espace の実現方法について述べた。はじめに分散オブジェクト構文及び分散タスク構文の実行手順の概説を行い、次に分散実行環境の通信手順について、最後にコンパイラの実現方法について述べた。</p> <p>第6章では、Espace を用いて分散アプリケーションを数例作成し、Espace の実用性についての考察を行った。ネットワークミニゲームの開発例では、分散オブジェクト構文によって分散コードを容易に管理できることを示した。分散 NQueen 問題ソルバの開発例では、既存の Java ソースコードを容易に Espace ソースコードに転用できることを示すことで、Espace のソースコードの表記が逐次実行プログラムと似ており、可読性が高いことを示した。</p> <p>第7章は、Espace の携帯機器への対応について述べた。携帯電話で分散アプリケーションを実現するには一般の計算機と同様の問題に加え、携帯電話特有の問題点、すなわち特殊なネットワーク構造、利用可能な API をはじめとする機能の制限、計算性能上の制約などを考慮しなければならない。そこで、Espace を携帯電話で利用できるようにするための調査を兼ねた、通信システムなどの試作を行った。</p> <p>第8章は結論で、本研究で行ったEspaceを用いることで、分散アプリケーションや分散システムの開発が容易となり、PCクラスタ計算やインターネットにおける分散処理として有用であり、多くの有益な知見を与えるとともに、開発言語を公開して広く使われることが期待される。</p> <p>よって、審査委員会は博士（工学）の学位論文として合格と判定する。</p>			

最終試験結果の要旨

報告番号	理工研 第299号	氏名	岩川 建彦
審査委員	主査	中山 茂	
	副査	森 邦彦	湊田 孝康
<p>主査及び副査2名で構成される審査委員会は、平成21年2月12日に学位申請者「岩川 建彦」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17名を含めて質疑応答を行うとともに、関連事項について質問を以下のように行った結果、いずれに対しても満足すべき回答が得られた。</p> <p>主な質疑応答は、以下の通りであった。</p> <p>質問1： GPIF の事例で Espace フィールドへの通信がボトルネックとなっている、というのはどういうことか？通信を比較したわけではない？</p> <p>回答1： 通信が少ないと考えられる N-Queen の事例と比較すると性能の低下がみられるため、GPIF の性能低下は通信コストによるものと推察される。通信量そのものを比較した上での結論ではない。</p> <p>質問2： Espace の実行環境はネットワーク環境に依存するのか？</p> <p>回答2： する。無線ではうまくいかないことがある。</p> <p>質問3： セキュリティ問題についてはどう扱うのか</p> <p>回答3： 現時点では考慮していない。将来的には Jini のパスワードネットワークを使うかもしれない</p> <p>質問4： OSS との通信はファイアウォールを通過できるか</p> <p>回答4： ポートを開けない限りはできない。</p> <p>質問5： 分散オブジェクトのインスタンス生成の際、EP でインスタンスを生成したのちに直列化して DU に渡すのか</p> <p>回答5： クラス名などの情報を DU に渡し、DU 上で生成する。</p> <p>質問6： role はどの計算機に割り当てられているか、どうやってわかるのか</p> <p>回答6： プログラム上ではわからない。プログラムの外部から管理する。</p> <p>質問7： 計算粒度の調節はできるのか？</p> <p>回答7： 小さく分かれたものをまとめることはできる。ただし大きなものを小さくすることはできない。</p> <p>質問8： 細粒度の自動並列化はしないのか？</p> <p>回答8： しない。制御が難しく Espace の目的に合致しないと考える。</p> <p>質問9： 性能の限界はDUが何台くらいになったときに訪れる？</p> <p>回答9： 事例によるがおよそ NQueen なら 50 台くらいは接続できるのではないかと</p> <p>質問10： 進化計算に分散オブジェクトを使うなら、role はどうやって使う？</p> <p>回答10： 島 GA ならそれぞれの分散オブジェクトを異なる特徴を持つ島とする。その際、role は島ごとの役割などを示す。</p> <p>質問11： 計算が途中で失敗したら？</p> <p>回答11： 分散タスクなら仕事を再発行して解を得ようとする。分散オブジェクトが焼失した場合打つ手はない。</p> <p>質問12： espace フィールドと remote フィールドの違いは？</p> <p>回答12： espace フィールドの実体はオブジェクト共有空間に配置されるが、remote フィールドは DU あるいは EP に配置される。</p> <p>など約28の質問に対して的確に答えた。</p> <p>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。</p>			