

論文審査の結果の要旨

論文提出者氏名 紙名哲生

本論文では、強く型付けされた既存のオブジェクト指向言語を拡張し、新たな言語の設計及び実装を行った研究について報告している。

現在、Javaをはじめ型安全性について配慮したオブジェクト指向言語が、ソフトウェア開発の場で広く用いられている。一方で、クラス、単一継承、その継承関係で定まる部分型関係で特徴づけられる Java のような言語の問題点として、モジュール性の弱さと、部分型関係の不十分さが指摘されている。本研究は、Java に、CLOS などの言語におけるプログラム技法として知られている mixin 合成の機構を導入して拡張したプログラミング言語 McJava の設計と実装を行うことにより、これらの問題点の解決を目指すものである。

McJava の設計の方針は、次の通りである。第一に、拡張した言語上で型システムの安全性が維持されることを保証する。第二に、拡張後の言語と既存言語である Java との整合性が保たれていることを保証する。また、新たな言語機構が既存の言語内で記述されたプログラムの実行効率を低下させないようにする。

本論文の第 1 章では、上述の研究の動機や目的を述べている。第 2 章では、McJava の機能を概観し、McJava で新たに導入された言語機構が Java の持つ問題点をどのように解決するかについて、例題を用いて説明している。さらに導入した mixin 合成の機構につき、その言語仕様を明示している。この仕組みにより「複数のクラスに対する共通の差分」のモジュール化が可能となる。また mixin 導入に伴って拡張された型の空間に対し、新たな部分型関係を矛盾なく導入し、言語の表現力を拡大している。

第 3 章では、McJava の型システムをモデル化した核言語である Core McJava を導入し、その形式的定義を与えている。Core McJava における計算を簡約規則で定め、型健全性定理を証明するのに必要な型付け規則や部分型規則を形式的に与える。その上で Core McJava の型健全性の定理を証明し、かつ型付けされた Core McJava のプログラムはキャスト失敗以外のエラーを実行時に起こさないことも証明した。本章の結果は、McJava の型システムが Java の型システムの安全性を損なわないことを示している。

第 4 章では、McJava コンパイラの実装方式について述べている。McJava コンパイラは Java へのソースコード変換として実現している。Java へ変換することにより、Java との互換性を保ちつつ、実行効率の低下を招かない実装が可能となる。

第 5 章では、mixin 機構がもたらすメソッド衝突の問題を紹介し、それに対する解決方法を述べている。この問題は、表現力を増すために導入した mixin 機構が生み出す新たな課題であるが、本論文では、メソッド割り当てにコンパイル時の受け手の型情報を用いる新しい機構を提案することにより、解決している。

第 6 章では、特に最近注目されている新たな言語機構としての総称型や ThisType という概念と、mixin 機構との安全な組み合わせ方法について述べている。そしてこれらの言語機構をすべて組み合わせた言語を提案し、再利用に対して高い柔軟性を持つことを例題を通して示している。

第 7 章では関連研究との比較や議論を行い、第 8 章では本論文の成果と残された課題について総括している。

現在、信頼性の高いソフトウェアを効率よく生産することに対する社会的要請はますます高まっている。そのため従来のプログラミング言語を発展させ、型システムやモジュール化能力を強力にしていける必要があるが、本論文で示されたプログラミング言語 McJava のアプローチはその 1 つの方向性を示すものと言え、学問上貢献するところが大きい。したがって、本審査委員会は博士（学術）の学位を授与するにふさわしいものと認定する。