

審査の結果の要旨

氏 名 莊 永裕

本論文は「A Study on a Single Construct for Events, Aspects, and Behaviors (イベント、アスペクト、ビヘイビアのための単一言語機構に関する研究)」と題し、英文5章から構成される。本論文は3つのプログラミング・パラダイム、すなわちオブジェクト指向、アスペクト指向、イベント・ハンドラ、に着目し、それら3つパラダイムのプログラミングを支援する、単一の新しいプログラミング言語機構としてメソッドスロットとその演算子を提案し、その有用性を論じている。これら3つのパラダイムは実用上の有用性から近年盛んに研究されている。また本論文では DominoJ と名付けられた Java 言語を拡張してメソッドスロットに対応した言語が示され、それを例として、オブジェクト指向とアスペクト指向、そしてイベント・ハンドラの3つのパラダイムを実現するために、メソッドスロットとその演算子をどのように用いればよいかが述べられている。さらにメソッドスロットに小さな拡張を加えると、第4のパラダイムとしてリアクティブ・プログラミングにも対応できることを示している。具体的には、DominoJ の拡張である ReactiveDominoJ 言語が提案される。この言語はメソッドスロット用に新しい演算子を提供しており、これを用いることでリアクティブ・プログラミングがイベント・ハンドラと同様に実現できることが述べられている。本論文は、DominoJ および ReactiveDominoJ 言語のコンパイラの実装についても述べている。本コンパイラがもたらす実行速度のオーバーヘッドは、ベンチマークプログラムを実際に走らせることで示している。

第1章「Introduction」では、本論文の提案の概要およびその動機を述べている。近年、新たなプログラミング・パラダイムを支援するために様々な手法が使われているが、それらは大きく3つに分類されるとしている。その中で複数のパラダイムの支援に利用できる単一の言語機構を用いる手法がもっとも望ましいが、多数のパラダイムを単一の機構で支援するのが困難である事がこの手法の限界であり、本論文はその問題に取り組むと述べている。

第2章「Backgrounds」は、コード例を示しながら本論文で取り上げる4つのパラダイム、つまりオブジェクト指向、イベント・ハンドラ、アスペクト指向、そしてリアクティブ・プログラミングについて述べている。次にパラダイムをプログラミング言語で支援するための3つの手法、デザインパターン、複数の言語機構の利用、そして汎用的な言語機構の利用について、それらの利点・欠点を含めて具体的に説明している。最後に3つの手法を比較して、汎用的な言語機構を用いる手法が一番望ましいが、本章で取り上げるパラダイムに関して3つ以上を包括的に支援できる言語機構は過去に提案されていないことが問題であると述べている。

第3章「Method Slots」はメソッドスロットと呼ぶ新しい言語機構を提案し、オブジェクト指向、アスペクト指向、そしてイベント・ハンドラの3つのパラダイムの実現にそれをどのように用いるか示している。Java言語を基に開発された DominoJ 言語は、Java のメソッドをメソッドスロットで置き換え、またそれを操作する演算子を提供する。本章では、それぞれのパラダイムのための既存言語機構を詳細に観察し、それらは一見大きく異なるものの、その間には強い類似性があることを指摘し、その知見に基づいてメソッドスロットを考案している。また DominoJ を用いて、メソッドスロットが各パラダイムをどのように支援するか議論している。また具体的なアプリケーションソフトウェアを用いたケーススタディを示すことで、各パラダイムによるプログラミングに対し、メソッドスロットが一定の範囲で有効な支援をもたらすことが示されている。

第4章「An Inference-based Definition」では、リアクティブ・プログラミングを支援するためにメソッドスロットの新しい演算子を提案し、DominoJ を ReactiveDominoJ 言語へと拡張している。ReactiveDominoJ の基礎的な実行性能を示すとともに、また、この提案の有用性の背景となる分析として、イベント・ハンドラとリアクティブ・プログラミングの類似性と差異について述べている。両者の類似性により、メソッドスロットの新演算子で低レベルのイベントを推論によって選択することで、リアクティブ・プログラミングをエミュレートできると述べている。

第5章「Conclusions」は本論文をまとめている。また今後の研究の展望について論じている。

以上のように本論文は、ソフトウェア開発の実用上有用とされる4つのパラダイムを支援できる汎用的な1組の言語機構を提案し、プログラミング言語の設計の簡素化、学習の容易化が可能であることを明らかにしている。また実際に動作する言語処理系を作成し、現実のソフトウェアを用いてその有用性を評価している。本論文の研究は、情報理工学に関する研究的意義と共に、情報理工学における創造的実践に関し価値が認められる。よって本論文は博士（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。