

Pragmatic Extensions for Language Embedding Using Load-Time Metaprogramming

その他のタイトル	言語埋込みのためのロード時メタプログラミングを用いた実用的格調
学位授与年月日	2015-09-25
URL	http://doi.org/10.15083/00073110

審査の結果の要旨

氏名 シェア マクシミリアン パスカル

本論文は「Pragmatic Extensions for Language Embedding Using Load-Time Meta-programming (言語埋込みのためのロード時メタプログラミングを用いた実用的拡張)」と題し、英文5章より構成される。本論文は、汎用のホスト言語に埋め込む方式のドメイン専用言語 (Domain Specific Language: DSL) の新しい実現方法に関するもので、暗黙的段階化 (implicit staging) およびそれを発展させた制御された段階化 (tame staging) の2つの方式を提案している。それらの方式を用いて実現されたドメイン専用言語は、実行性能、利用の容易さ、信頼性の3つの観点で既存の方式によるものより優れていると論じている。

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。動機となる問題を具体的な例をもって示した後、問題を解決する方法を提案するにあたっての本論文の学術的な立場および貢献を概観している。

第2章「Background」では、第1章で示した動機となる問題を、学術的な背景や基礎的な関連研究を紹介しながら、詳細に議論している。ドメイン専用言語を埋め込むにあたっての用語の定義や、主要な方式、その利点欠点について述べている。具体的には、ソースコード・プリプロセッシング、能動的ライブラリ、コンパイラ・プラグイン、構文マクロ、テンプレート・メタプログラミング、浅い埋め込み、深い埋め込み、タグなしファイナル埋め込み、そしてそれらを融合した方式について広範に紹介している。また埋め込みの段階化について、その設計方式と手動で実装する場合の隠れた危険について述べている。

第3章「Toward Higher-Level Support」は暗黙的段階化を提案している。この提案方式では、埋め込まれた言語のコードが暗黙的に抽出され処理される。これによって、埋め込まれた言語のコードの制御された静的な抽出と、埋め込まれた言語の実装者による自由な処理を両立できるようになった。この方式は、Java 言語の機能拡張として、ロード時コード変換を用いて実際に実装された。第3章はその概要と、それを用いた実験の結果を述べている。また過去に提案されてきた競合する方式との比較や、提案方式の限界についても述べている。本章の内容は、指導教員との共著論文として国際会議 European Conference on Object-Oriented Programming 2014 にて公表されている。

第4章「Almost First-Class Embedding」は、第3章で提案した方式の限界に取り組み、制御された段階化を新たな方式として提案している。この方式では、埋め込まれる言語のトークン定義を、暗黙的段階化で用いた定義法より使いやすい一方、制限された形でおこなう。これにより、埋め込まれるドメイン専用言語のコードをより柔軟に記述できるようにし、第2章の最後に示した隠れた危険を避けられるようになる。とくに埋め込まれるコードを動的に組み立てることが可能となる。また埋め込まれるコードを、ホスト言語の同一メソッド内に記述するだけでなく、複数のメソッドにまたがる形で記述することもできるようになる。本章で提案する制御された段階化の方式は、Java 言語のアノテーション機能を用いて実装されており、複数のプログラム例を用いて評価されている。本章の内容は、指導教員との共著論文として国際会議 Generative Programming, Concepts and Experience (GPCE 2015) にて公表される。

第5章「Conclusion」は本論文をまとめている。本論文の研究の貢献とその現状における限界について述べている。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、ホスト言語のコード内に埋め込む方式のドメイン専用言語を実現する新たな方式を提案し、その有用性と限界を既存の他の方式と比べながら議論している。また実際に提案する方式にしたがって動作するソフトウェアを作成し、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。