

審査の結果の要旨

氏 名 市川 和央

本論文は「A Platform for Composable and Statically-Checkable Domain-Specific Languages (合成可能かつ静的検査可能なドメイン専用言語のためのプラットフォーム)」と題し、英文6章より構成される。本論文はドメイン専用言語(DSL)を活用したソフトウェア開発プロセスを支援する基盤的なシステムに関するもので、特に内部DSLと呼ばれる手法について詳しく述べられている。本論文では内部DSLを支援するものとして3つの言語機構が提案されており、それぞれ *protean operators*、*context-sensitive expressions* および *user-defined declaration statements* と呼ばれている。また、これらの言語機構を実装したプログラミング言語 *ProteaJ*、*ProteaJ2* が公開されている。

第1章「Introduction」では、本論文の動機と提案の概要について述べている。DSL及びそれを多用する開発スタイルである言語指向プログラミング(LOP)の利点と現状の問題点について議論し、本論文の提案がそれをどう解決するかについて概説している。

第2章「Domain Specific Languages」では、既存のDSLの実装手法について解説した後、それらをDSL開発基盤と考えたときの問題点を議論している。DSLの実装手法が備えるべき機能として *expressiveness* (表現可能性) と *composability* (合成可能性) をあげ、これらを同時に満足する既存手法が存在しないことを論じている。

第3章「Protean Operators」では、合成可能性を壊さずに表現可能性の一部である文法の表現力を向上させる手法を提案している。一般に、強力な構文拡張機能は文法の曖昧性問題を引き起こしてしまうことが知られている。この曖昧性問題は正しく解決しないと合成可能性を破壊してしまう。合成可能性を壊さない既存手法として、ありうるすべての構文木を列挙しそれらのうち型検査を通るものを採用するというものがあるが、この手法は時間がかかりすぎるという問題があった。第3章では型情報と構文解析に使う非終端記号を同一視し、トップダウンに構文解析を行うことで高速に解析する手法を提案している。第3章は、このアイデアをもとにした構文拡張機能 *protean operators* とそれを実装した言語 *ProteaJ* を提案し、その表現力と限界について議論している。

第4章「Context-Sensitive Expressions」では、合成可能性を壊さずに更に表現可

能性を向上させるために、静的検査される名前束縛を持つ言語機構をユーザ定義することを可能にする言語機構 context-sensitive expressions を提案している。名前束縛はプログラミング言語の機能の中でも最も基本的なものの1つである。Context-sensitive expressions はラムダ式と同様に引数をとるが、その引数の値を式中で直接参照することはできず、代わりにその引数のインスタンスメンバを式内で利用可能とする。これに protean operators をインスタンスメンバとするオブジェクトを引数として与えることで、ローカルなスコープ内でのみ使うことができる文法を表現できる。第4章では context-sensitive expressions のための型 turnstile types, protean operators のためのモジュールシステム DSL classes、およびDSLユーザにより与えられる名前を表現する generic names を提案し、これらを実装した言語 ProteaJ2 といういくつかのDSLの実装例を示している。

第5章「User-Defined Declaration Statements」では、前章の提案を拡張して宣言型の名前束縛も実現できる言語機構を提案している。具体的には activate 文、activates 節、及び scope for 節を提案している。宣言型の名前束縛とは C 言語の変数束縛のように宣言以降で名前を有効とする宣言である。これにより合成可能性を保ったまま更に表現可能性が向上する。提案の基本的なアイデアは、限定継続を context-sensitive expression として評価するというものである。限定継続のアプリケーションの1つである検査例外を模倣して言語機構をデザインしている。第5章ではまた、提案した言語機構を利用して構成できる DSL が示されている。

第6章「Concluding Remarks」は本論文をまとめ、本論文の貢献について述べている。

以上のように、本論文の技法・ソフトウェアにより、高い表現可能性と合成可能性を併せ持つ DSL 開発基盤が実現可能であることが示された。この研究成果は、いくつかの条件はあるが他の静的型付き言語にも適用可能であり、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て価値が認められる。

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。