

Title	Functional Scripting - 汎用的関数型言語における系統的な外部リソース操作の原理と実装 -
Author(s)	大和谷, 潔
Citation	
Issue Date	2002-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1543
Rights	
Description	大堀淳, 情報科学研究科, 修士

Functional Scripting

汎用的関数型言語における系統的な外部リソース操作の原理と実装

大和谷 潔 (010119)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2002年2月15日

キーワード: 関数型言語, スクリプティング, コンポーネント, データベース, polymorphic 型システム.

複雑さを増すソフトウェアシステムに対処するため、コンポーネントを組み合わせるアプリケーションを構築する手法が広まっている。これを受けて、他言語で記述されたライブラリを取り込むインターフェースを備えて「開放性」に優れたスクリプティング言語が、コンポーネントを結び付けて一つのシステムに組み立てる「アプリケーション記述言語」として用いられている。しかし、元来これらの言語は小規模なプログラムの記述を用途に想定して生みだされたものであり、複雑化・大規模化するソフトウェアシステムを記述するには不十分である。

一方、関数型言語は、既存のスクリプティング言語に引けをとらない記述力の高さを誇ると同時に、その強力な型システムが、大規模なアプリケーションの構築にも堪えうる安全なプログラミングを支援する。しかし、型システムが課す厳密な制約に従ったうえで種々の言語および形式で記述された多様なデータモデルを表現することは困難であるため、既存の関数型言語では概念上のモデルに一致したプログラミングインターフェイスを提示することができず、外部ライブラリのごく低レベルなインターフェイスをそのままプログラマに露出するのみにとどまっている。

本研究は、関数型言語の「安全性」とスクリプティング言語の「開放性」を両立する理論と実装技術の構築を試みた。とくにオブジェクト指向にもとづいて記述された外部ライブラリとの連携実現に重点をおき、具体的には以下に述べる問題点を解決した。

データの物理的な構造を隠蔽しながら、それに対するパターンマッチを可能とする「オブジェクト型」を導入し、Ohoriによる多相型レコード計算をもとにオブジェクト型を導入した型システムを構築した。外部ライブラリが提供するオブジェクトをオブジェクト型の値として表現することで、オブジェクトとしての特質を損なうことなく関数型言語上でそれらを扱えるようになる。

つぎに、オブジェクト型と多相型レコード計算とを応用して、オブジェクト指向言語にみられるクラス間の階層関係を関数型言語の型システムで表現する手法を開発した。これ

は、クラスベースの型システムが課す制約が、関数型言語の型システムにより守られることを保証する。関数型言語とオブジェクト指向との対等な統合を試みる既存の研究とは対照的に、本研究による手法は関数型言語としての自然な拡張により実現しており、より汎用性が高い。

上記の理論的基礎を現実のプログラミング言語として具体化するため、ML-like な言語 Amethyst を設計した。Amethyst は、Standard ML の Core syntax をベースとし、オブジェクト型宣言文を始め外部リソースの使用を宣言する構文をいくつか追加している。これらの構文が導入する外部リソースに対する操作は、型システムによりチェックされその安全性が保証される。

最後に、外部ライブラリとの連携実現を基本方針として Amethyst 処理系を設計した。とくに、外部ライブラリが意図する概念的なモデルを損なうことなく関数型言語に取り入れることを目指し、バイトコードインタプリタと外部ライブラリとの間に、ドメインモジュールと呼ぶプラグイン可能なレイヤを設けている。このレイヤは、ライブラリの物理的詳細を隠蔽し、ライブラリが本来意図する抽象的インターフェイスを再構築する役割を果たす。

この基本設計のもとに、コンパイラ、バイトコードインタプリタ、ドメインモジュールから構成される処理系を実装し、以上の研究成果の実用性を実証した。コンパイラは、外部型を組み込んだ型推論機構と、外部型の値を操作するソースコードを外部関数呼び出しをおこなうバイトコードへ変換するコンパイルとを、多相型レコード計算を応用して実装した。バイトコードインタプリタは Leroy による ZINC 抽象機械をベースとし、外部データおよび外部関数に対応して抽象機械命令の追加、変更を加えた。また、ガーベジコレクション機構に外部データへの対応を組み込んだヒープ管理方式を実装した。

最後に、本研究の成果が現実のアプリケーション構築に対して適用可能であることを示すため、PostgreSQL データベースとのインターフェイスを提供するドメインモジュールと、Java クラスライブラリを操作可能とするドメインモジュールを実装した。