

意味推論型システムを備えたユビキタス・バーチャルマシン技術の開発 (062103013)

Ubiquitous Virtual Machine Supporting Semantic Types

研究代表者

倉光君郎 横浜国立大学

Kimio Kuramitsu Yokohama National University

研究期間 平成 18 年度～平成 20 年度

概要

本研究の目的は、分散ユビキタス環境アプリケーション開発のための次世代プログラミング言語とその実行環境であるバーチャルマシンの研究開発である。特に、オントロジ意味推論システムとプログラミング言語の型システムの統合する点が新しいアイデアであり、独立開発されたソフトウェア部品の相互運用性が向上し誤動作を防ぐことができる。研究課題は、オントロジ意味推論のためのバーチャルマシン効率化、セマンティック・コンパイラ技術、更にユビキタス環境を想定したマルチプラットフォーム環境の組み込みシステム向けのコンパクト化である。研究成果は、Konoha プログラミング言語システムとして、オープンソースによる公開とソフトウェア配布を行った。

Abstract

This research funds covered the development of a new virtual machine (language runtime) that runs scripts in the ubiquitous computing environments. Konoha language is a Java-style scripting language, newly designed to integrate Web ontology into its object-oriented type system. The integrated type system will increase significantly the interoperability between software components that have been developed independently. In addition, the outcomes includes high-performance scripting virtual machine, statically-typed compilation for ontology-based class specialization, and prototyped implementation for multi- platforms.

Konoha is available at <http://konoha.sourceforge.jp/>.

1. まえがき

1999 年、NASA のアメリカ開発チームとヨーロッパ開発チームがそれぞれフィート法とメートル法でプログラミングをしたため、そのバグが原因で火星観測衛星を失う事故があった。より実世界の意味を扱うことが可能なプログラミング言語を開発し、ユビキタス時代のソフトウェア品質の向上が期待されている。

我々は、高度ユビキタス時代のソフトウェア開発の生産性と品質を向上させるため、意味型システムを導入した新しいスクリプティング言語 Konoha を開発し、その開発成果を次のサイトからオープンソース公開した。自由に利用することができる。(http://konoha.sourceforge.jp/)

2. 研究内容及び成果

本研究課題では、高度ユビキタス時代に対応した新しいプログラミング言語 Konoha を独自に設計し、それを高速に実行するバーチャルマシンの開発を行った。研究開発の内容及びその成果は、次の 3 点に大別される。

- (1) 新しいプログラミングパラダイムである、セマンティックプログラミングの提案
- (2) 世界最高速のスクリプティング言語バーチャルマシンの開発
- (3) ユビキタス時代のクロスプラットフォーム環境に対するオープンソースによる成果の一般

2. 1 セマンティックプログラミング

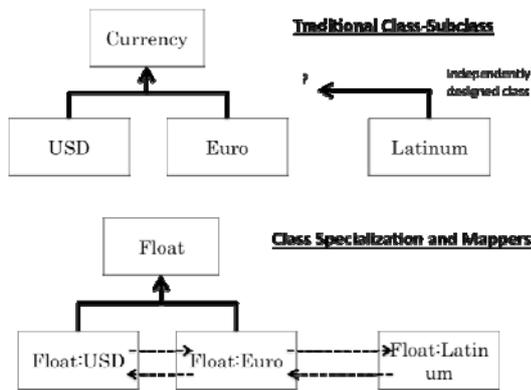
本研究課題で提案した新しいプログラミング言語設計のアイデアは、型に意味オントロジを付加して、実世界で利用している単位やボキャブラリを間違えることなく処理することであった。次は konoha 言語から、Float 型に USD (米ドル) という意味を付ける例である。Float:USD 型の変数 price の値にも意味がついている。

```
>>> using Float:USD http://www/Currency/USD
>>> Float:USD price = 10;
>>> price
10.00000[USD]
```

また、意味推論は、セマンティックマッピングの機能によって、意味が同じかどうかを変換したり、判断することができる。Float:EURO をユーロ型であると仮定すると、

```
>>> (Float:EURO)t // キャストで全ての値は変換可能である
8.23000[EURO]
>>> 8.23EURO === 10.0USD // === 意味の同値を判定する拡張された演算子
true
```

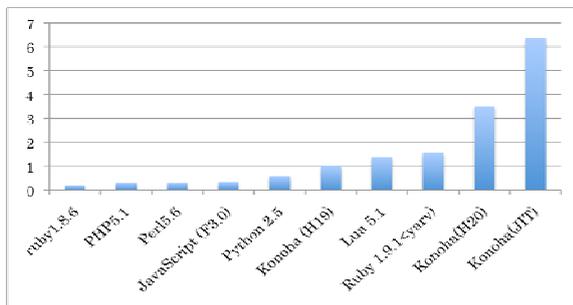
Konoha は、上記とおり、既存のプログラミング言語の型 (Int, Float, String) に Web オントロジで定義された意味を自由に付加する機能をサポートしている。これらのオントロジ意味推論を含めたプログラムを実行可能にするのが、セマンティック・コンパイラであり、学術的にも世界初の試みであった。オブジェクト指向プログラミング言語のパラダイムは、1970 年代に提案されたものであるが、ユビキタス時代を迎えて、単一のクラス設計によるソフトウェア開発は現実的な解とはいえない状況になっている。本研究では、意味的なオントロジの型付けにより、オブジェクト指向パラダイムを総補完的に拡張する新しいプログラミングパラダイムにたどり着いた。



2. 2 高性能バーチャルマシンの開発

本研究課題の提案が行われた時点で、世界最高速のバーチャルマシンは、Lua5.1 であった。本研究課題では、Konoha バーチャルマシンにおいて、世界最高速のスクリプティング言語のバーチャルマシン技術を実現したといえる。

次の図は、fibo(36)ベンチマークによる各種スクリプティング言語の実行速度を比べたものである。平成 19 年度の konoha バーチャルマシンの速度を 1 とし、平成 20 年度の開発成果(konoha(H20)、konoha(JIT 版)との速度比較を載せている。(参考までに、提案時の MERLOT は、ruby1.86 に比べても遥かに低速であった。) また、fibo(36) 以外も、AOBench など、各種ベンチマークを実施し、軒並み高い性能を記録した。



2. 3 ユビキタス実行とオープンソース公開

既存のスクリプティング言語 (Python, Ruby, JavaScript) は、UNIX や Windows などの比較的大規模なシステムの上で動作は可能であるが、組み込みシステムなどの低コンピューティングリソースの上での動作は難しかった。我々の研究成果は、次世代ユビキタス環境において「組み込みシステム」を含めたけるスクリプティング言語のバーチャルマシンの開発を目指し、低リソース環境での動作を可能とした。そのため、非インテル系 CPU、非 UNIX 系組み込み OS 上での動作検証を進めてきた。最終的に、Konoha バーチャルマシンは、次のプラットフォームで実行可能である。

特に、TRON 系 OS(T-Kernel)、プロセッサ ARM、メモリ 16Mb という小型な制御ボードの上で、Konoha バーチャルマシンの実行が可能になり、主要な 32 ビットプラットフォームにおいて、実行可能なバーチャルマシンの開発は、計画通りに達成したといえる。

3. むすび

我が国のユビキタス関連産業は、デバイスや端末等のハードウェア面において世界有数の競争力をもつが、反面、

ユビキタス産業を支える日本独自のソフトウェア技術はほとんどない。日本のソフトウェア開発力の限界が、ユビキタス産業の更なる高度情報通信化や高度サービスの開発を阻害する点は大いに危惧される。



図 Teaboard(写真)の上で Konoha 実行

研究代表者は、プログラミングは言語を使うため、言語環境を含めた国民性が存在すると考える。(日本人は、先天的にプログラミングが苦手というわけではない。) 日本生まれのプログラミング言語は、少なくとも日本人に不利となる要素が少ない。Ruby 言語が日本から生まれたことは、日本人開発者の活躍の場を世界へ広げていった。Konoha 言語も継続的に国内から次世代のソフトウェア技術が誕生することが、日本のソフトウェアの強化につながると思う。

スクリプティング言語は、Web やゲームなどコンテンツと融合したアプリケーション開発に使われる基盤技術となっており、国内のコンテンツ力を活かすためにもソフトウェア力の強化は必要である。Konoha 言語は、高速化と信頼性により、今までスクリプティング言語が利用できなかった分野への適用が可能になり、現在、ゲーム産業など日本のソフトウェア産業が優位であった分野への適用を進めている。

【誌上发表リスト】

- [1] Kimio Kuramitsu, "A Map-based Integration of Ontologies into an Object-Oriented Programming Language", *Artificial Intelligence in Theory and Practice II*, pp. 457-461, Volume 276, Springer, 2008.
- [2] 倉光君郎「ユビキタス環境のためのスクリプト言語の設計」情報処理学会ユビキタスコンピューティングシステム研究会報告(UBI16)、2007年11月(優秀論文賞受賞論文)
- [3] 倉光君郎「Konoha: ハイブリッドな型検査システムを備えたスクリプティング言語」日本ソフトウェア科学会プログラミング言語シンポジウム PPL2008、2008年3月

【受賞リスト】

- [1] 倉光君郎、情報処理学会ユビキタスコンピューティング研究会優秀論文賞「ユビキタスコンピューティング向けのスクリプティング言語の設計」2008年11月12日
- [2] 倉光君郎、情報処理学会平成20年度山下記念研究賞「ユビキタスコンピューティング向けのスクリプティング言語の開発」、平成21年3月11日

【本研究開発課題を掲載したホームページ】

<http://konoha.sourceforge.jp/>