

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 6 日現在

機関番号：32675

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23700043

研究課題名(和文) 逐次的拡張に基づくドメイン特化型言語の実現手法の研究

研究課題名(英文) A Research of an Implementation Method of Domain Specific Languages Based on Incremental Extension

研究代表者

佐々木 晃 (SASAKI, Akira)

法政大学・情報科学部・准教授

研究者番号：90396870

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円、(間接経費) 900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、ドメイン特化型言語の効果的な実現手法の確立である。DSLは、専門的な領域で利用することに目的を特化した言語であり、プログラムの記述が容易であるという特長がある。しかし、対象分野に対して個々に言語を設計し実装する必要があるため、様々なコストがかかる。本研究では、比較的汎用的なDSLをコアとして用意し、段階的に特化作業を繰り返し行うことにより、DSLを実現するフレームワークを提案した。ビジュアルインタフェースを備えた拡張可能な言語処理系設計システムを開発するとともに、役割という汎用的な概念をもとにしたDSL言語群を提案フレームワークにより導き出し、本手法の実現性を確認した。

研究成果の概要(英文)：We propose an efficient method of implementing domain specific languages (DSLs). DSLs are specialized languages that are used for facilitating writing programs for specific purposes. However, the realization of such DSLs involves many difficulties that lead to development costs. The research proposes a framework for realizing DSLs effectively in which relatively generalized version of a DSL is realized initially followed by incremental specializing processes. As a central tool, design environment for extensible languages with visual interface is researched. Based on the framework, DSL families are derived based on general "role" concept, which shows the effectiveness of our approach.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・ソフトウェア

キーワード：ソフトウェア学 プログラム処理系 ドメイン特化型言語 コンパイラ生成系

1. 研究開始当初の背景

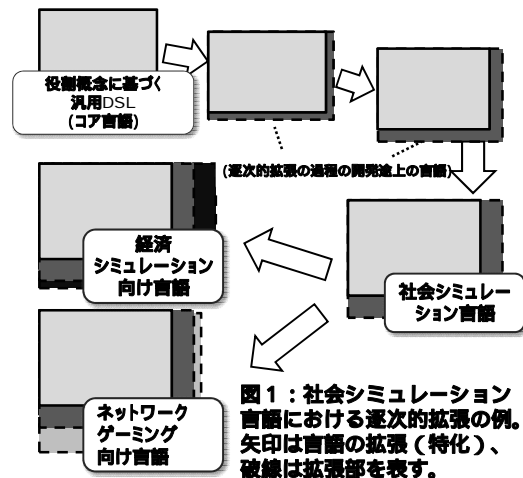
本研究の目的は、ドメイン特化型言語の効果的な実現手法の確立である。様々な研究分野における問題解決において、コンピュータの援用が不可欠である一方で、それぞれの分野の研究者がプログラミングなどのスキルを持つとは限らない。そこで、それぞれの分野の研究者が使えるようなドメイン特化型言語(DSL)を用意することが効果的である。DSLは、情報分野の専門家が利用するC言語やJavaといった汎用プログラミング言語と異なり、特定分野の問題解決のために開発される専用のコンピュータ言語である。利用用途が限定される代わりに、プログラムの記述が容易であることや、強力な表現力を持つといった特長がある。しかし、このようなDSLは、対象とする分野に対して個々に設計してシステムとして実装する必要があるため、様々なコストがかかる。既存技術ではプログラミング言語の生成システムなどのアプローチがあるものの、統一的な方法でDSLを構築する方法は限られている。

2. 研究の目的

本研究の目的は、ドメイン特化型言語の設計と実装を効果的に行うための系統的な手法を探るとともに、本手法によって平易な方法でドメイン特化型言語を構築できることを、実際のドメイン特化型言語を設計、実装を通して示すことである。DSLを用意する場合、対象領域での問題解決を記述する手段として必要となる言語要素をDSLに十分に備えさせる必要がある。しかし、どのような言語要素があるのか、それらをどのように組み合わせることが良いのかといった、言語の「デザイン」を設計段階から定めることは困難である。つまり、一度実装した後に改良を重ねていくアプローチが不可欠である。このプロセスにおいて次の問題点が生ずる。

- (1) 言語開発者と領域の専門家とのコミュニケーションギャップ
- (2) 言語システムの改良にかかるコスト

本研究の特色は、比較的汎用的なドメイン特化型言語をコアとして用意し、これを段階的に特化したバージョンの言語を設計実装することを繰り返す点、さらにそのような言語の特化作業が容易に行える点である。本課題では、まず、これらを可能とするフレームワークについて研究し各種ツールを実現する。中心となるツールは、コミュニケーションを促進するビジュアル言語を採用した拡張可能な言語処理系の設計システムである。本課題ではさらに、提案手法の有効性を確認するため、具体的なドメイン特化型言語を実現する研究を行う。(図1)



3. 研究の方法

平成23年度は、DSLシステム作成フレームワークおよび逐次的拡張手法に関する基礎的な調査および研究を行った。まず、様々なユーザーが扱うことのできるビジュアル言語のためのインタフェースの検討およびプロトタイプ作成を行い、以降の研究で不可欠となる基本的なソフトウェアやその機能について確認した。逐次拡張手法フレームワークに関して、ドメイン向けシミュレーション言語をモデルシナリオとして、「社会シミュレーション言語 SOARS」のサブセット言語を題材として、「役割指向プログラミング」という新しい手法の適用可能性を探った。

平成24年度は、前年度の研究を受け、ビジュアル言語による言語処理系設計システムの実装を開始した。本システムは、ブロック型のビジュアルインタフェースによるDSLの言語要素をGUIによって定義できるものであり、逐次拡張の際に必要なフロントエンド拡張のための基盤として利用する。また、「社会シミュレーション言語」向けDSL言語を「役割指向プログラミング」に基づくDSL言語を利用し複数のホスト言語に実装した。

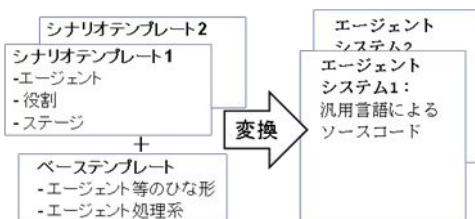
平成25年度は、ビジュアル言語による言語処理系設計システムの研究を進め、実際に逐次的言語拡張に必要なフロントエンドシステムに発展させた。これは、ブロック型のビジュアルインタフェースによるDSLの言語要素をGUIによって定義できるものである。言語要素を組み合わせることで、新しい言語要素を生成できる機能を備え、容易な言語拡張を可能とした。逐次的拡張手法のシミュレーション分野への適用に関する研究として、「役割指向プログラミング」を逐次言語拡張の核となる概念として応用できることを示し、「社会シミュレーション言語 SOARS」をドメイン特化型言語の例として作成し、さらにこのドメイン特化型言語を逐次的に拡張することによってネットワークシミュレーションを実現する言語を実現した。

4. 研究成果

以下では、(1)(2)において本研究の主要な2つの成果について述べ、(3)において本研究の総括を行う。

(1)「役割指向プログラミング」に基づく DSL 言語と逐次拡張による言語拡張

本研究では、提案手法を具体化するために、「役割指向」に基づくエージェント記述向け DSL 言語をコアとし、これを逐次拡張した言語群を得ることを目指した。「役割指向プログラミング」は、計算オブジェクト（エージェントと呼ぶ）の振る舞いを「役割」によって記述を行う手法である。「役割」は一般的な概念としての「役割」と相応するため、プログラミングの未経験者でも、プログラムを記述したり、容易に理解することが期待される。本研究では、既存ツールである「役割指向テンプレートジェネレータ」を用いて「社会シミュレーション言語 SOARS」に基づく DSL 言語を複数のホスト言語 (Scheme, Javascript) に実装した(図 2)。さらに、この言語をコア言語として逐次的拡張を行い、ネットワークを利用した並行システムおよび、さらにネットワークゲーミングシミュレーションの実装(図 3)を得た。また、副次的な結果として「役割指向プログラミング」のモデルに関する深い洞察を得た。本モデルは「役割」の段階的な追加によって、システムの逐次的拡張を容易に実現する性質を持つが、社会シミュレーションの分野のみならずより広範な範囲のシステムでの適用可能性を見出した。この点で、新たな研究対象としての発展が期待される。



```

MoveRole
:      AgentRole
/move
{
    (set! self.spot (spot self.next))
}
@RoundTripRole
:      MoveRole
/decision
{
    (cond [(isSpot? self (spot 'Home))
          (set! self.next 'Office)]
          [else
           (set! self.next 'Home)])
}
    
```

```

}
@Worker1
:      Agent
{
    (set! self.spot (spot 'Home))
    (set! self.role
      (role 'RoundTripRole))
    (add-attr! self.next #f)
}
    
```

図 2: 役割指向に基づくエージェントシステムの実装と DSL 言語の記述例の一部

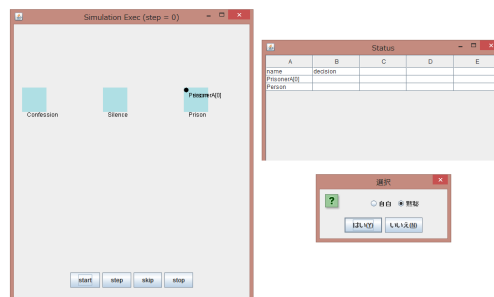
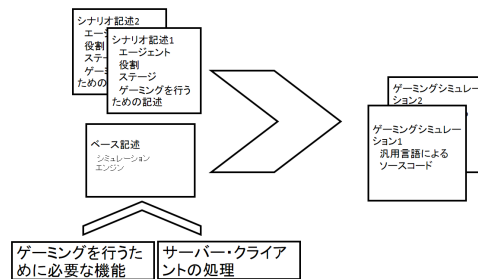


図 3: 逐次的拡張によるネットワークゲーミングシミュレーション実装

(2) ビジュアル言語による言語処理系設計システムの研究

言語やその処理系に対して拡張や改変を行う作業は、実現しようとする言語構造の複雑さや、言語処理系本来の複雑さなどの理由から、多くの労力を伴う。逐次的言語拡張を効果的に行うためには、言語構造をわかり易く表現する手法、および、容易に言語構造を拡張する機構が必要である。我々はビジュアル言語による言語処理系設計システムの研究を行い、逐次的言語拡張に必要なフロントエンドシステムを提案した。これは、ブロック型のビジュアルインタフェースによる DSL の言語要素を GUI によって定義できる仕組みを備える。また、言語要素を組み合わせることで、新しい言語要素を生成する機能を備え、容易な言語拡張を可能とする。図 4 は(1)項で示した、DSL 言語を逐次拡張した言語要素をブロックで表現したものである。本研究では、逐次拡張のためのツールとして本システムを提案したが、より汎用的なアプリ

ケーション開発ツールとしての応用も期待される。



図 4: ビジュアルブロックを利用した役割指向 DSL の例

(3)まとめ

本研究の目的は、ドメイン特化型言語の効果的な実現手法の確立である。DSL は、プログラムの記述が容易であることや、強力な表現力を持つといった特長があるが、対象とする分野に対して個々に言語を設計してシステムとして実装する必要があるため、様々なコストがかかる。本研究では、比較的汎用的なドメイン特化型言語をコアとして用意し、これを段階的に特化したバージョンの言語を設計実装することを繰り返す手法によって、言語の特化作業を効率的に行うためのフレームワークを提案した。ビジュアルインタフェースを備えた拡張可能な言語処理系設計システムを開発するとともに、役割という汎用的な概念をもとにした DSL 言語群を提案フレームワークにより導き出し、本手法の実現性を確認した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 1 件)

V. Kathambari, Akira Sasaki:
Role Stage Model for Design and Implementation Of User-Centric Business Applications
2014 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI), Vol. 1, pp 235 - 240, 2014 年 (査読有)

[学会発表](計 7 件)

女部田 雅俊, 佐々木 晃, 市川学
役割指向テンプレートジェネレータを用いたゲーミングシミュレーション開発手法の提案, 第 5 回社会システム部会研究会, 2014 年 3 月 5 日- 3 月 6 日, (大濱信泉記念館, 沖縄県)

栗原あずさ, 佐々木 晃

ビジュアルブロックによる役割指向シナリオテンプレートエディタの設計と開発
第 12 回 FIT (情報科学技術フォーラム)
2013 年 9 月 4 日- 9 月 6 日, (鳥取大学, 鳥取県)

女部田 雅俊, 佐々木 晃
役割指向テンプレートジェネレータを用いたエージェントシミュレーション実験環境の構築手法
第 12 回 FIT (情報科学技術フォーラム)
2013 年 9 月 4 日- 9 月 6 日, (鳥取大学, 鳥取県)

柏木孝仁, 佐々木 晃, 田沼英樹, 役割指向を用いた並行システムの記述と実装手法の提案: 第 3 回社会システム部会研究会 2013 年 2 月 28 日- 3 月 1 日, (東京工業大学, 東京都)

佐々木 晃, 柏木孝仁, 田沼英樹, 役割指向テンプレートジェネレータを利用したエージェントシステムの効果的な設計と実装: 合同エージェントワークショップ&シンポジウム 2012 (JAWS2012), 2012 年 10 月 24 日- 10 月 26 日 (ヤマハリゾートつま恋, 静岡県)

Akira Sasaki, Souichi Tatsumi, Manabu Ichikawa and Hiroshi Deguchi,
A Development Environment of Gaming Simulation with Mobile Devices
The Fourth World Congress on Social Simulation (WCSS2012),
2012 年 9 月 4 日- 9 月 7 日, (NATIONAL CHENGCHI UNIVERSITY, 中国, 台湾)

辰巳聡一, 佐々木 晃, 市川学, 出口弘
携帯端末を利用したゲーミングシミュレーションの効果的な開発手法
合同エージェントワークショップ&シンポジウム 2011 (JAWS2011) 2011 年 10 月 26 日- 10 月 28 日, (熱海後楽園ホテル, 静岡県)

[図書](計 0 件)

[産業財産権]
出願状況 (計 0 件)
取得状況 (計 0 件)

6. 研究組織

(1)研究代表者

佐々木 晃 (SASAKI, Akira)
法政大学・情報科学部・准教授
研究者番号: 90396870