

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月25日現在

機関番号：17601

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2009～2011

課題番号：21650032

研究課題名（和文） 系統的探索による帰納関数プログラミングの実用化

研究課題名（英文） Pragmatic Inductive Functional Programming by Systematic Search

研究代表者

片山 晋 (KATAYAMA SUSUMU)

宮崎大学・工学部・助教

研究者番号：80363571

研究成果の概要（和文）：

帰納関数プログラミング、すなわち、入出力例からの自動プログラミングという課題に対して、理論、システム実装の両面から研究を積み重ねた成果として、以前より公開していた帰納関数プログラミングライブラリである MagicHaskell を改良したことに加え、新たに自動プログラミングサーバーである”MagicHaskell on the Web”を開発し公開した。特に後者は、関数プログラミングの初心者が関数型言語を学び実際のプログラムを書く上で極めて有用なものとなっている。

研究成果の概要（英文）：

The project leader has done research on inductive functional programming, namely automatic programming from input/output example pairs, on both sides of theory and real system implementation. As a result, in addition to improving MagicHaskell, which is the exemplary inductive functional programming system based on systematic search, he developed the first automatic programming server “MagicHaskell on the Web” and made it public. The server, equipped with the functionality of generating links to documentation, is quite useful especially for beginning programmers to learn functional programming and writing real-world applications.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,400,000	0	1,400,000
2010年度	1,100,000	0	1,100,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	210,000	3,410,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学、知能情報学

キーワード：探索・論理・推論アルゴリズム

1. 研究開始当初の背景

帰納関数プログラミング (Inductive functional programming, IFP) とは、入出力対の例や制約条件などの曖昧な仕様をもとに、関数型言語のプログラムとして関数を生成することである。単に帰納関数プログラミ

ングといった場合、通常は再帰的構造を持ったデータを操作するアルゴリズムの自動生成を指し、遺伝的プログラミングでしばしば扱われるような数値データ処理や関数近似などは(広義には含まれるものの)除外されることが多い。

従来の関数プログラムの帰納的自動生成には、遺伝的プログラミングによるもの、解析的手法がある。遺伝的プログラミングを用いた帰納関数プログラミングは、広義の帰納関数プログラミングはもちろん狭義の帰納関数プログラミングについても比較的よく研究されているものの、問題に合わせてヒューリスティクスを組み込む必要があるため、答えの分かっている簡単なプログラムを作らせている現状では、有効性を疑問視する声もしばしば聞かれる。解析的手法は、高速にプログラムを生成できるという利点がある一方で、遺伝的プログラミングや本研究課題のような探索による接近法と違い、与える仕様に大きな制約がある。結果として、完全に自動化された帰納関数プログラミングシステムで実用に堪えるものは未だ生まれていなかった。

2. 研究の目的

本研究の目的は、系統的網羅探索による帰納関数プログラミングアルゴリズムを開発し、実用化を行うことである。これにより、関数プログラミングにおける労力を軽減し、また、効率的な自動プログラミングアルゴリズムの普及に貢献する。

3. 研究の方法

本研究では、系統的探索に焦点を当てて研究を行った。特に、系統的網羅探索を用いた生成テスト法による接近法は、研究代表者のこれまでの研究で有用性が明らかにされており、この接近法の深化を行った。

本研究ではまた、ドイツ Bamberg 大学の Schmid らの研究グループとの交流を通じて、系統的網羅探索を用いた生成テスト法による接近法と解析的手法との間で相補的に働く統合的手法の開発を行った。

本研究では、実用的なシステムが得られたことを評価するための一つの道標として、自動プログラミングのサービスを行うプログラムサーバの実装及び公開を設定した。

4. 研究成果

(1) プログラムサーバ “MagicHaskell on the Web” の実装

関数が満たすべき仕様を述語として入力することで、その仕様を満たす一般化された関数の実装を自動的に得る、プログラムサーバ “MagicHaskell on the Web” (図 1) の実装を行った。

系統的探索による接近法の強みである「一度自動生成した式の多くは後の自動生成でも再利用できる」という点を生かし、それらのメモ化を行うことで高速な自動生成を可能にした。また、初心プログラマにとっての利便性を考慮し、生成された式に使われてい

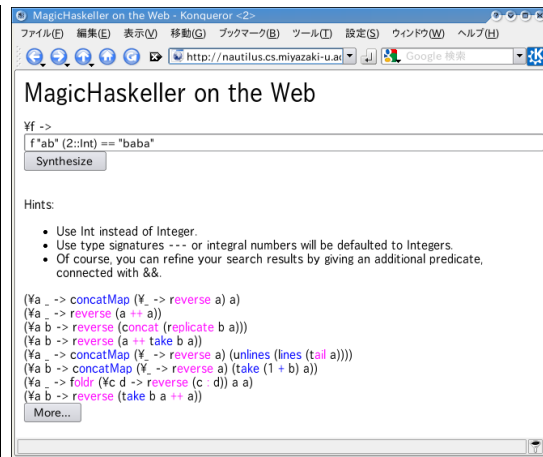


図 1 MagicHaskell on the Web

る各ライブラリ関数や演算子から、それらのマニュアル項目へのリンクを張るようにした。

サーバ自体の公開が 2012 年度初頭にずれ込んでしまったため、内外からの評判を評価する段階には来ていないが、このサーバが関数プログラマ、特に初心者にとって極めて有用であることは、後述のホームページにアクセスして試用してみれば明らかであろう。

今後はさらに、自動生成した各関数に詳細情報のページへのリンクを設け、クリック数などの統計から各関数の有用度のランキング評価を行い、ライブラリ関数集合の調整を行うことで、より複雑な関数の自動生成を可能にする。

(2) 解析的接近法と網羅探索による生成テスト法の統合

解析的接近法と系統的網羅探索による生成テスト法を統合した、解析的生成テスト法という新しい接近法による帰納関数プログラミングアルゴリズムを開発した。

従来の解析的接近法は、探索空間が与えられた例集合によって制限されるため、より大規模な自動プログラミング課題に対して有望であるという利点がある。しかしその反面、使用者の意図を正しく反映する結果を得るためには多くの入出力例集合を与える必要があるため、使用者に比較的多くの負担を課し、またその例の多さがアルゴリズムの速度を低下させる要因となっていた。一方、生成テスト法は長々とした入出力例集合を要求しないものの、例集合を用いて探索空間を制限しないため、大規模なプログラミング課題に対する適用は期待できない。この研究において開発した解析的生成テスト法は、まず少量の（従って十分に仕様を記述し切れていない）入出力例集合をもとに解析的手法によって多くのプログラム候補を生成した後、それらを別に与えた述語によって検査するというものである。これにより、解析的手法の効率を保ちつつ、少ない入出力例集合を与えた

場合においても意図しないプログラムを生成する可能性を大幅に引き下げた。

(3) 系統的網羅探索を用いた生成テスト法による帰納関数プログラミングアルゴリズムの改良

系統的網羅探索を用いた帰納関数プログラミングアルゴリズムの開発は、研究代表者が研究期間以前から行なってきた。研究期間内においては、

- 証明理論の観点からの、アルゴリズムの背景理論の整理
- 構文論的には異なるものの、意味論的に等価なプログラムを自動的に除去するアルゴリズムの効率化

の2点の改良を行った。

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4件)

- ① Susumu Katayama, An Analytical Inductive Functional Programming System that Avoids Unintended Programs, Proceedings of the ACM SIGPLAN 2012 Workshop on Partial Evaluation and Program Manipulation, 43-52, 2012, 査読有.
- ② Susumu Katayama, Recent Improvements of MagicHaskell, Approaches and Applications of Inductive Programming, Third International Workshop, AAIP 2009, Revised Papers : LNCS 5812 174 - 193, 2010, 査読有.
- ③ Susumu Katayama, Exhaustive program generation by interpretation of Herbelin's LJT variant, Proceedings of the ACM SIGPLAN International Workshop on Approaches and Applications

of Inductive Programming, 85 - 86, 2009, 査読有.

- ④ Susumu Katayama, Quick filtration of semantically equivalent expressions in program search results, Proceedings of the ACM SIGPLAN Workshop on Approaches and Applications of Inductive Programming, 87 - 88, 2009, 査読有.

[学会発表] (計5件)

- ① Susumu Katayama, An Analytical Inductive Functional Programming System that Avoids Unintended Programs, ACM SIGPLAN 2012 Workshop on Partial Evaluation and Program Manipulation, Philadelphia, PA, June 23, 2012.
- ② Susumu Katayama, MagicHaskell: System Demonstration, 4th International Workshop on Approaches and Applications of Inductive Programming, Odense, Denmark, July 19, 2011.
- ③ Susumu Katayama, An Analytical Inductive Functional Programming System that Avoids Unintended Programs, 4th International Workshop on Approaches and Applications of Inductive Programming, Odense, Denmark, July 19, 2011.

- ④ 片山晋, 多数のプログラム候補
を生成する解析的帰納関数プロ
グラミング 2011年03月16日
計測自動制御学会 第38回知能
システムシンポジウム : 51 - 56

- ⑤ Susumu Katayama, Recent
Improvements of MagicHaskeller,
The ACM SIGPLAN International
Workshop on Approaches and
Applications of Inductive
Programming, Edinburgh,
Scotland, September 4, 2009.

[その他]

ホームページ等

<http://nautilus.cs.miyazaki-u.ac.jp/~skata/MagicHaskeller.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

片山 晋 (KATAYAMA SUSUMU)

宮崎大学・工学部・助教

研究者番号 : 80363571

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし