

研究種目：基盤研究(B)
研究期間：2005～2008
課題番号：17300027
研究課題名(和文) 適応的セマンテックWebの構築技術の研究
研究課題名(英文)
Research on Basic Technique for Construction of Adaptive Semantic Web

研究代表者

赤間 清 (AKAMA KIYOSHI)
北海道大学・情報基盤センター・教授
研究者番号：50126265

研究成果の概要：

セマンテックWeb上の高度な処理を正確かつ高速に行うプログラムを、適応的に自動生成する技術を研究した。セマンテックWebにおける質問応答問題を一般的にかつ厳密に定式化し、それを等価変換で解く手続きを開発した。適応的なセマンテックWebを実現するために、正当で高速なプログラムを自動的に構築する方法を研究し、ルール生成に基づくプログラム生成システムの強化を行った。これらにより、適応的なセマンテックWebを実現するための基礎技術を得た。

交付額

(金額単位：円)

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|--------|-----------|---------|-----------|
| 2005年度 | 1,500,000 | 0 | 1,500,000 |
| 2006年度 | 1,700,000 | 0 | 1,700,000 |
| 2007年度 | 1,700,000 | 510,000 | 2,210,000 |
| 2008年度 | 1,400,000 | 420,000 | 1,820,000 |
| 総計 | 6,300,000 | 930,000 | 7,230,000 |

研究分野：人工知能

科研費の分科・細目：情報学・メディア情報学

キーワード：セマンテックWeb、求解問題、プログラム生成、開世界問題、正当性、等価変換、スコールム化

1. 研究開始当初の背景

セマンテックWebにおいて、下の階層から順に研究が進み、ロジック層の構築が重要課題になっている。DL(記述論理)とルールを

組み合わせた推論はいかなる形に統合されるべきなのか。これが世界中の多くのセマンテックWeb研究者の注目を集めている。しかしそれに十分な解答が与えられてはいない。

これが解決しなければ、セマンテック Web でどんな処理をやるのが定まらず、セマンテック Web を実現する方法もまた、見えてこない。強力な方法論と適切な打開策が求められている。

2. 研究の目的

セマンテック Web 上の高度な処理を正確かつ高速に行うプログラムを、適応的に自動生成する技術を研究し、適応的なセマンテック Web を実現する基礎を作るのが研究の目的である。

3. 研究の方法

適応するセマンテック Web の研究を推し進めるためには、2つのことが重要である。1つは、セマンテック Web において、どのような計算をしなければならぬかをはっきりさせること、もう1つは、その計算を行うプログラムを適応的に作り出すための技術基盤を確立することである。

まず、セマンテック Web において真に解くべき問題クラスは何なのかを探求した。それは、従来のデータベース問い合わせのように、蓄えられた知識をもとにして、与えられた質問に正しく答える問題ではあろうが、データベース問い合わせとは異なる重大な違いがあると考えられる。それは、データベースが閉世界の知識なのに対して、セマンテック Web が前提とする知識は、開世界の知識だということである。これは、セマンテック Web の知識が次々に追加変更され、変動していくことからの本質的な帰結である。

我々は、セマンテック Web において真に解くべき問題クラスとして、「開世界の質問応答問題」を定式化した。したがって、本研究

の第一の重要な課題は、「開世界の質問応答問題」を正しく解くための理論を開発することである。われわれの基本方針は、等価変換の方法を用いてこの問題を解決し、等価変換ルールで解法プログラムを構築するものである。等価変換の方法は、正当な手続きを創造するための極めて強力な方法であることを認識していることがこのアプローチの根拠である。

一方、「適応」を実現するためのキーコンセプトは、等価変換ルールの追加変更によるプログラムの自動構築（と改善）である。自動構築の枠組みがあれば、前提知識の変動に伴うプログラムの組み替え、変更が可能になる。

以上より、本研究では、

- ① 「開世界の質問応答問題」を正しく解くための理論の開発とシステムの実現、
- ② 等価変換ルールの追加変更によるプログラムの自動構築の理論とシステムの実現

を2つの柱として研究を進めた。

4. 研究成果

セマンテック Web における質問応答問題を一般的にかつ厳密に定式化した。さらにそれを等価変換で解く手続きを開発した。記述論理で書かれた質問応答問題を述語論理で書かれた形に変換し、さらにスコールム化して節形式で書かれた問題に直す。それからトップダウンあるいはボトムアップの計算を行うルールを生成し、そのルールで変換することによって問題を解決する方式を提案し実験でその有効性を示した。

従来の研究との大きな違いの1つは、スコールム化の部分である。従来のスコールム化

は論理式の意味を保存しないので、質問応答問題を正しく解くための基礎として不十分である。本研究では「意味保存スコレム化」という新たなスコレム化アルゴリズムを提案し、その問題を解決している。

さらに、適応的なセマンテックWebを実現するために、正当で高速なプログラムを自動的に構築する方法を研究した。① ルール生成の基礎理論の改善、② ルール生成システムの再構築と高速化、③ 例に導かれたルール生成方法の確立、などによりルール生成に基づくプログラム生成システムの強化を行った。特筆すべきは、「論理等価式」を経由してルールを自動生成する方法と、その基盤となる理論を新たに創始したことである。これを使うことにより、これまで生成できなかった難易度の高いプログラムの自動構築ができることを実験で示した。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 8 件)

- ① Katsunori Miura, Kiyoshi Akama, and Hiroshi Mabuchi :
Generating Functionality-based Rules for Program Construction, International Journal of Innovative Computing, Information and Control (IJICIC), vol.5, no.9, September 2009 .<掲載決定> 査読有
- ② Katsunori Miura, Kiyoshi Akama, and Hiroshi Mabuchi :
Creation of ET Rules from Logical Formulas representing Equivalent Relations, International Journal of Innovative Computing, Information and Control (IJICIC), vol.5, no.2, pp.263-277, February 2009. 査読有
- ③ Kiyoshi Akama, and Ekawit Nantajeewarawat:
Extension of logical structures by safe extension of specialisation systems, Int. J. Automation and Control, Vol. 2, Nos. 2/3, pp.340-364, 2008 査読有
- ④ Katsunori Miura, Kiyoshi Akama, and Hiroshi Mabuchi :
Generating Speq Rules based on Automatic Proof of Logical Equivalence, International Journal of Computer Science (IJCS), vol.3, no.3, pp.190-198, Spring 2008. 査読有
- ⑤ Ekawit Nantajeewarawat, Kiyoshi Akama, and Hidekatsu Koike :
Expanding Transformation: A Basis for Correctness Verification of Rewriting Rules, Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, Vol.11, No.5, pp.478-490, 2007. 査読有
- ⑥ Kiyoshi Akama, Ekawit Nantajeewarawat :
State-Transition Computation Models and Program Correctness Thereon, Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, Vol.11, No.10, pp.1250-1261, 2007. 査読有
- ⑦ Kiyoshi Akama, Ekawit Nantajeewarawat and Hidekatsu Koike :
Program Generation in the Equivalent Transformation Computation Model Using the Squeeze Method, PSI 2006, LNCS 4378, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp.41-54, 2007. 査読有
- ⑧ Kiyoshi Akama, and Ekawit Nantajeewarawat:
Formalization of the Equivalent

Transformation Computation Model, Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, vol.10, No.3, pp.245-259, 2006. 査読有

[学会発表] (計 11件)

- ① C.Powell, Kiyoshi Akama and T.Wakatsuki :
Conceptual Modelling and Program Generation for Dynamic Interactive Systems ,The 9th International Conference on Parallel and Distributed Computing, Applications and Technologies (PDCAT 2008), pp285-294 Dunedin, New Zealand, December 2, 2008.
- ② Kiyoshi Akama, Ekawit Nantajeewarawat :
Meaning-Preserving Skolemization on Logical Structures, Proceedings of the 9th International Conference on Intelligent Technologies (InTech'08), pp.123-132, Samui, Thailand, October 7-9, 2008.
- ③ Kiyoshi Akama, and Ekawit Nantajeewarawat:
Extension of Logical Structures by Safe Extension of Specialization Systems, Proceedings of the 8th International Conference on Intelligent Technologies (InTech'07), pp.228-236, Sydney, Australia, December 12-14, 2007.
- ④ Zheng Cheng, Kiyoshi Akama, Ekawit Nantajeewarawat :
Solving Logic Problem with ET rules, Proceedings of the Eighth International Conference on Intelligent Technologies (InTech'07), pp.224-254, Sydney, Australia, December 12-14, 2007.
- ⑤ Katsunori Miura, Kiyoshi Akama, and Hiroshi Mabuchi :
Construction of Equivalent Transformation Rules from Logical Equivalence, Proceedings of the Eighth International Conference on Intelligent Technologies (InTech'07), pp.237-243, Sydney, Australia, December 12-14, 2007.
- ⑥ Katsunori Miura, Kiyoshi Akama, and Hiroshi Mabuchi :
Creation of ET Rules via Logical Equivalence, Proceeding of the Second International Conference on Innovative Computing, Information and Control (ICICIC2007), ICICIC-2007-2149, 4 pages, Kumamoto, JAPAN ISBN: 0-7695-2882-1, September 5-7, 2007.
- ⑦ Kiyoshi Akama, Ekawit Nantajeewarawat and Hidemi Ogasawara :
"Logical Structures on Specialization Systems:Formalization and Satisfiability-Preserving Transformation," Proceedings of the 7th international conference on intelligent technologies (InTech'06), pp.100-109, Taipei Taiwan, December 12-15, 2006
- ⑧ Katsunori Miura, Kiyoshi Akama, Yoshinori Shigeta, and Hiroshi Mabuchi :
Construction of Equivalent Transformation Relations of Definite Clauses from Logical Equivalence, Proceedings of the 7th international conference on intelligent technologies (InTech'06), pp.174-182, Taipei Taiwan, December 12-15, 2006

- ⑨ Kiyoshi Akama, Ekawit Nantajeewarawat,
Hidekatsu Koike :
Program Generation in the Equivalent
Transformation Computation Model Using
the squeeze Method, Perspectives of System
Informatics, Six International Andrei Ershov
Memorial Conference, pp.17-24, Novosibirsk,
Akademgorodok, Russia, June 27-30, 2006.
- ⑩ Kiyoshi Akama, Ekawit Nantajeewarawat,
Hidekatsu Koike, and Katsunori Miura :
The Squeeze Method – A Method for
Program Construction in the Equivalent
Transformation Computation Model
Proceedings of the 6th international
conference on intelligent technologies
(InTech'05), pp.198-206, Phuket, Thailand,
December 14-16, 2005.
- ⑪ Kiyoshi Akama, and Ekawit Nantajeewarawat:
State-Transition Computation Models and
Program Correctness Thereon Proceedings of
the 6th international conference on
intelligent technologies (InTech'05),
pp.277-286, Phuket, Thailand, December
14-16, 2005.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

赤間 清 (AKAMA KIYOSHI)
北海道大学・情報基盤センター・教授
研究者番号：50126265

(2) 研究分担者

馬淵 浩司 (MABUCHI HIROSHI)
岩手県立大学・情報ソフトウェア学部・
准教授
研究者番号：20281545

(3) 連携研究者

なし