

## 研究課題別研究評価

1. 研究課題名：WWW上を仮説探索する推論システムの構築

2. 研究者名：山本 章博

3. 研究のねらい

ネットワークという高度な情報交換技術が出現した今日において、ネットワーク上には様々な情報が分散している。本研究は、このような情報を知識として取り出し、できる限り目標を特化しながら有効につながりあわせ、新たな知識を仮説という形で導き出すための基礎技術を開発する。

4. 研究結果及び自己評価

### 研究結果

- 1) 本研究開始時点までは人工知能研究において仮説を生成する技術は、発想推論(推論アブダクション)と帰納推論(インダクション)とよばれ、それぞれ個別に研究されてきた。本研究では両者を仮説推論という統一的視点に置いた上で、(a) 発想的仮説推論と帰納的仮説推論をそれぞれネットワーク環境に適合させたシステム構成と (b)推論の立場からデータ・知識の共有と交換のための技術を提案した。ネットワーク環境においては、発想推論という名前は必ずしも適切ではなく、補完型仮説推論と呼ぶことにした。
- 2) 補完型仮説推論は、本研究のもととなった「ネットワーク環境上に分散している知識をできる限り目標を特化した上で有効につながりあわせて手元の問題を解く」に忠実なシステムの実現を行った。母体となる推論システムとして論理プログラム処理系を採用しているが、一般の節論理証明系への拡張も可能である。Web ページを加工して知識を取り出すために、HTML 文書のデータ構造を論理プログラムにおいて直接扱う技術を開発した。従来の論理プログラム処理系はほとんど全て「知らない」問題はその否定が成立することを前提にしているのに対して、補完推論は解けない問題を仮説として認めてしまう。本研究で作成したシステムはこの両者の中間的な立場と考えられる。
- 3) 帰納的仮説生成サーバーを開発し、誰もがデータと背景知識を与えれば様々な仮説を比較検討できる環境を構築した。「仮説とはデータに対する“見方”でありかつ、一つのデータから得られる様々な“見方”を比較検討すべきである」という方針を具体化したものである。サーバーの知識共有方式については、その原点に戻り、中間層を発見の論理とするような 3 層スキーマ構造を採用し、下位層(内部スキーマ)として個々の知識発見システムとその入力データを保持したデータベースとして位置付けた。

### 自己評価

- 1) この3年間の研究は、紆余曲折があったものの、論理的仮説推論とネットワークという媒体の組合せの具体化とその実現手法の検討、および、プロトタイプ・システムの実装などを行うことができた。これらにより、伝統的分野と最新分野の接続に関して、まだ感覚的なものではあるが一つの視点が得られた。それが本研究の成果である。
- 2) 研究当初は申請時に持っていたアイデアをそのまま実現する方針で補完型仮説推論システムの開発を行ったが、Web ページの知識化と論理への取り込み技術の開発に時間を要し、WWW 情報の即時性を生かすための技術の研究には至らなかった。この点は、真理保全機構の応用というア

アイデアを持っており、今後継続して研究を進める。

- 3) 研究開始後、帰納的仮説推論とネットワークの関係について考察を進めるにつれ、両者がデータベース理論の中で有機的に結びつくのではないかという着想を得た。研究成果としては補完推論と本立てになったが、帰納的仮説生成サーバーはこの着想の具体化であり、論理的仮説推論とネットワークの融合の一つの解であったと考えている。
- 4) 理論的基盤を与えながら技術開発を進めるという研究方針は貫いたつもりである。補完と帰納という仮説推論を統一的に説明しかつ区別するための仮説推論の数学的原理も並行して開発した。その結果、仮説推論と演繹推論の中間種として(古生物の始祖鳥になぞらえて)「始祖学習」とも呼ぶべき推論の存在に行きつき、仮説推論と演繹推論が連続しているという認識を強く持つに至った。これが、まだ形とはなっていない研究成果である。
- 5) 本研究を進めていくうちに、ネットワーク環境下において情報を性悪的に捉えることが研究の根底になっていることが次第に明らかになってきた。具体的に WWW を例に考えれば、確かに WWW による情報公開は速報性に優れ、検索が容易であり、新たな情報交換の場として認識されている。しかし、誰にも審査されず、客観的に評価されていなくても情報公開できることも事実である。そこで、確実な知識がごく一部に限られ、そこから導出される帰結が全て仮説であるような世界で、不確実な推論の接続が全体として確実な方向へ向くような新たな推論原理が必要になる。次世代の推論研究の中心に位置付けたい。

## 5. 領域総括の見解

推論システムを利用可能な知識が WWW 上に分散して大量に存在する状況において、知識をできる限り目標に特化した形で利用し、もし必要な知識がなければそれを新たな仮説として正当化したうえで、目標問題を解くような新たな形の推論システムを構築するための核となる方式を開発したことは評価できる。特に、合理的な仮説の生成技術は情報化社会において、知識処理技術として重要である。

## 6. 主な論文等

- (1) Yamamoto, A. : Hypothesis Construction and Network, Joint Seminar on Theories and Applications of Discovery Science, The University of New South Wales, Sydney (1999).
- (2) Yamamoto, A. : Relative Least Generalization Revisited, Second Joint Seminar on Theories and Applications of Discovery Science, The University of New South Wales, Sydney (2000).
- (3) 山本章博 : Herbrand の定理に基づく仮説生成, 2000 年度人工知能学会全国大会講演論文集, 287-290(2000).
- (4) Yamamoto, A. : New Conditions for the Existence of a Least Generalization under Relative Subsumption, Proceedings of the 10th International Workshop on Inductive Logic Programming , (Lecture Notes in Artificial Intelligence 1866), 253-264, Springer (2000).
- (5) 山本章博 : XML 文書を扱う論理プログラミング処理系の試作, 人工知能学会知識ベース研究会資料, SIG-KBS-A003, 67-68(2000).
- (6) 山本章博, 伊藤公人, 石野 明 : 生垣論理プログラミングによる情報の抽出と変換, 2001 年度人工知能学会全国大会講演論文集, CD-ROM(2001).
- (7) Yamamoto, A.: Hypothesis Finding based on Upward Refinement of Residue Hypotheses -extended abstract-, In Proceedings of the Workshop on Logic and Learning affiliated with

LICS 2001 (2001).

- (8) \* 菊池敏幸、山本章博：様々な知識発見システムを比較可能にする環境の構築 人工知能学会知識ベース研究会資料、SIG-KBS-A101, 49-55 (2001).
- (9) \* Yamamoto, A., Ishino, A., Ito, K. and Arimura, H.: Modelling Semi-structured Documents with Hedges for Deduction and Induction, Proceedings of the 11th International Workshop on Inductive Logic Programming, (Lecture Notes in Artificial Intelligence 2157), 240-247, Springer (2001).
- (10) Yamamoto, A and Fronfoefer, B : Finding Hypotheses by Generalizing Residue Hypotheses, the Work in Progress session in the 11th International Workshop on Inductive Logic Programming, Strasbourg (2001).
- (11) Yamamoto, A.: Hypothesis Finding based on Upward Refinement of Residue Hypotheses, to appear in Theoretical Computer Science.
- (12) 菊池 敏幸、山本 章博：様々な発見の論理を統一的に利用可能な環境の構築 人工知能学会誌