

氏名 黒 瀬 義 則

授与した学位 博 士

専攻分野の名称 工 学

学位授与番号 博甲第2387号

学位授与の日付 平成14年 3月25日

学位授与の要件 自然科学研究科知能開発科学専攻

(学位規則第4条第1項該当)

学位論文の題目 Studies on Abduction in Three-Valued Logic

(3値論理における仮説推論に関する研究)

論文審査委員 教授 山崎 進 教授 尺長 健 教授 正木 亮

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

現在論理プログラミングの分野で、非単調推論に関する研究が進んでいる。非単調推論の1つに、仮説推論（アブダクション, abduction）という、理論と結果から原因を推論する推論規則がある。本論文は、3値論理における仮説推論系枠組の定式化と仮説推論手続きの作成に関する研究についてまとめたものである。以下にその内容を要約する。

(1) 従来2値論理において定義されていた仮説推論系枠組を、本論文では新たに（仮説推論の）調整という未定義を意味する概念を導入することによって、3値論理において定義した。そしてこの枠組の宣言的意味が、3値安定モデルに等しいことを示した。

(2) Dungにより提案された枠組は、受諾可能性という概念を導入することによって、従来の宣言的意味論と深い関わりをもつ。また、ある単調関数により定義された交替不動点も、同様に深い関わりをもっている。本論文では、上述の3値（仮説推論系）枠組の意味論が従来通り一貫性制約のみによって定義されているにもかかわらず、Dungの意味論と等価であることを示した。さらに、3値枠組、Dungの枠組、交替不動点の間の関係を厳密にまとめた。

(3) 従来の仮説推論手続きでは、偽を意味する仮説である説明は得られても、未定義を意味する仮説である調整を得ることができない。本論文では調整を獲得できるよう、調整導出を加えることによって、従来の手続きを拡張した。そして、この手続きによって得られる説明と調整が、3値枠組の宣言的意味に関して健全であることを証明した。

(4) 従来の3値安定モデルに関して健全かつ完全な証明手続きは、ある理想的な計算規則を必要とする。本論文では、上述の仮説推論手続きを無限ループや発散に対応できるように拡張することで、任意の計算規則において健全かつ完全となる手続きを作成した。

論文審査結果の要旨

本論文は、理論と結果から原因を推論する、原因推定理論、推論システムの構成方法、人工知能のためのソフトウェア技術、プログラミングの科学における意味論などの分野に係わっている。

数理論理学(述語論理)に基づくプログラミング(論理プログラミング)系が1970-80年代に確立されたが、否定命題の取り扱いに関して、原理的な体系化が1980-90年代に盛んになり、現在その完成に向っている。

否定命題に関して、証明の失敗を否定と見なす概念(失敗による否定)を適用して、理論と結果から原因を推論(仮説推論)する方法に関して、本論文では、3 値論理に基づく枠組の定式化、調整手続きの提案、仮説推論手続きとモデル論(意味論)の関係、先に提案されている議論理論(argumentation theory)と本枠組との関係を議論し、モデル論に関して健全かつ完全な、仮説推論手続きを示している。以下に、その成果を要約する。

- (1) 仮説推論の枠組は、制約条件を 2 値論理において定式化してきたが、仮説推論過程に調整が必要であることに着目し、調整と未定義概念(真理値 $1/2$)の対応を明示した、3 値仮説推論枠組を定式化した。また、この枠組と、3 値モデル論の関係を与えた。
- (2) 本論文の仮説推論枠組は一貫性制約が本質的であり、簡明である。一方、先に定式化された枠組では、仮説推論を議論の過程として捉える、実行的な意味論によっている。両者の関係を詳細に調べ、本論文で提案する枠組が正しいことを示した。
- (3) 仮説推論の手続きに、調整されるべき過程を組み込み、仮説推論の枠組が 3 値論理に基づくことに対応して、推論手続きを整備した。また、調整手続きの、3 値論理のモデル論に関する正しさは保障されている。
- (4) 仮説推論枠組の 3 値モデル論に関して健全かつ完全な推論手続きの構成論に関して、手続き過程の選択、限りなく続く推論過程の整備などの技巧を提案した。

以上、本論文では、3 値論理における仮説推論枠組と推論手続き論に関する新たな原理と技術を提案している。これらは、プログラミングの科学・技術の領域における知見と共に、(知能)プログラミングシステムや知能システムとして実現する方法を与えるもので、工学的基礎として価値をもつ。よって、学位審査会は、博士(工学)の学位論文に値すると判断する。