

報告番号

第1983号

主論文の要旨

題名 人工知能的問題解決における

問題分解法に関する研究

氏名 新妻清三郎

主論文の要旨

報告番号

※甲第

号

氏名

新妻清三郎

人工知能 (Artificial Intelligence) の中心課題の1つである問題解決 (Problem Solving) の研究は、大きく2つの流れに分けることができる。1つは事例研究的な発見的プログラミングの応用研究であり、他はそれらのプログラムで用いられている探索技法の整理・分類、およびその理論化の研究である。問題解決に関する従来の研究の主流は前者であるが、その性格上、アイデアが先行し、個々の研究相互の関連が明らかにされないまま内容が個別的に発散していく傾向がある。一方、それらをまとめ基礎づけるべき後者の研究は「ぐくめず」かしくなされていない。その結果、コンピュータにより実現された最初のヒューリスティックなプログラムであるLT (Logic Theorist) が作られてからほぼ4半世紀経つにもかかわらず、いまだに自律的發展の基礎が確立されないまま、コンピュータにかけた「人工知能という夢」の中で漂っている。

これまでに作られた発見的プログラムの中で用いられている問題解決の方法は多種多様であるが、Nilssonはそれらを

主論文の要旨

報告番号

※甲第

号

氏名

新妻清三郎

- (1) state-space approach
- (2) problem-reduction approach
- (3) 述語計算の応用

の3つに分類している。本論文では、problem reduction approachの理論化を試みる。この方法は、複雑な問題をより簡単な問題に分解し、後者を解くことにより前者を解く方法で、記号積分の処理システムや質量分析データの解析システム等に応用されている。本論文の目的は、問題解決に有用な問題の分解とはどのような分解かという視点から、GPS (General Problem Solver) 等3つの問題分解法を統一的に解析することである。

本論文は第2章で、まず、差異、差異と手段との関連等の概念を明確にすることから始める。差異は同値関係と“表裏の関係”にあることが示される。その結果、差異は状態の同値類別と関連づけられる。すなわち、差異 d に対して同値関係 d^c が定まり、 d^c により状態集合が同値類に分割される。この事実に基づいて、差異と手段との関連が定義される。もし、手段 ω の適用により状態が s から s' に推移し、その

主論文の要旨

報告番号

※甲第

号

氏名

新妻清三郎

結果 \mathcal{A}' が \mathcal{A} と異なる同値類に属するならば、 \mathcal{A} と \mathcal{A}' との間に差異 d が導入されたことになるので、 d と ω とは関連がある。 \mathcal{A}' が \mathcal{A} と同じ同値類に属するならば、手段 ω の適用が差異 d の導入または消去と無関係であるから両者の関連はないとみなされる。このような差異と手段との関連を表にしたのが関連表である。関連表は本論文において決定的な役割を演ずる。

第3章では、まず、関連表に基づいて“抽象化された問題”を構成する。これは本論文では商問題と呼ばれる。商問題の解をもとに下位目標を設定することにより、元の問題を下位問題列に分解する。このような分解の意味するところは、すべての下位問題が解けたならば、それは元の問題が解けたことになるということである。したがって、このような分解は、下位問題が元の問題より簡単で、かつ求解可能なときのみ有用である。しかし、下位問題は一般には元の問題より簡単であるとは限らないし、また、可解であるとも限らない。そこで、関連表に基づいて、或る意味で元の問題より簡単な問題を下位問題から

主論文の要旨

報告番号

※甲第

号

氏名

新妻清三郎

構成する。それを本論文では部分問題と呼ぶ。このようにして得られた部分問題が求解可能であるための十分条件を示す。この条件は差異に関する条件として記述される。したがって、商問題を作るとき、その基になる差異がどのような差異でなければならぬかについて1)の手掛りが得られる。次に、以上の議論を基に、問題を“最も簡単な問題”の列に逐次分解する方法について論ずる。このような分解が可能であるための十分条件を示す。

第3章で述べた逐次分解法は、元の問題または部分問題から商問題を構成し、それを解くというプロセスを含む。このプロセスはくり返されるから、もし、このプロセスを経ずに逐次分解法と同等の結果を得る問題分解法が存在するならば、その方が望ましい。実際、商問題が1つの手段で解けるならば、わざわざ商問題を構成しそれを解かなくともその解を捕えることができる。例えば、商問題 P/d^c の解が d の1つの手段から成ることがわかっているものとする。このとき P/d^c の手段集合は d に対して適切な手段の集合 $\Gamma(d)$ であるから、解は $\Gamma(d)$ の元のいずれ

主論文の要旨

報告番号

※甲第

号

氏名

新妻清三郎

れかである。ここで、 $\Gamma(d)$ は関連表から得られる。したがって、 $\Gamma(d)$ の元すべてを P/d^c の解とみなし、これらの仮想的な解に基づいて元の問題を分解すれば、その結果得られる部分問題列の中には、商問題 P/d^c の解に基づいた分解法によって得られる部分問題列が必ず含まれている。

第4章では、商問題を経ずに、商問題の解に基づく分解と同等の結果を得る1)の方法について論ずる。この方法はGPSをモデル化したものである。この方法と3章で述べた逐次分解法とを比較することにより、GPS研究における未解決課題である差異順序決定問題に対する1)の解答を与える。

第5章では、推論機構を持つシステムの求解法について考察する。推論方法として類比推論を考え、類比推論による問題解決が計画作成に相当することを示す。特に、問題 P から問題 P' への問題射 η が存在し、かつ P' の解 $\tilde{\omega}'$ が既知の場合、 P 、 P' は互いに類比であり、このとき $\tilde{\omega}'$ と η に基づき P の解に対する計画が得られること、および計画により P が部分問題列に分解されることを示す。

主論文の要旨

報告番号	※甲第	号	氏名	新妻清三郎
<p>これは第3章の商問題の解に基づく分解において、商問題の代わりにそれに同形な他の問題（但し、解：既知）を置き換えたものである。</p>				