《文献紹介》

"Artificial Intelligence –An Overview of Similarities with O.R."

R. I. Phelps

(*J. Opl. Res. Soc.* Vol. 37, No. 1, pp. 13-20, 1986)

最近，ＡＩ研究の応用が，特にエキスパート・システムの発展によって，かなりの成功を収めており，ＡＩの方法論が，ＯＲや統計的な手法にもとづいたアプローチに対する代替案として考えられるようになってきている．

人間が用いているような，主観的でヒューリスティックな方法を用いることによって，複雑な問題に取り組むことができるという点が，ＡＩの主な利点であると考えられている．したがって，ＡＩを用いることにより，準最適だが，人間のパフォーマンスのレベルには適しており，一般的には顧客に受け入れられるような問題処理を行なうことができる．

人間には，問題において何が本質であるかを見抜いたり，データの中からパタンを見いだすといった能力があり，このような推論により，問題状況を構造化し，定性的な分析が可能になる．しかしながら，人間は，定量的で客観的な分析はあまり得意ではない．

一方，ＯＲや統計的なアプローチは，本質的に厳密で客観的な"科学的"モデルを構築しようとし，その技法における最適性の側面を強調する．しかしながら，このような方法を用いて複雑な問題に対処しようとするときには，問題が出てくる．というのは，各々の部分問題はしばしば数学的なモデルとしては定式化できるが，厳密さにこだわると，一般的には全体問題の数学的な取り扱いは考えられないくらい複雑になってしまうからである．さらに，そのような"科学的"な枠組みにおいては，価値判断や類推による推論といった行動的な要素をモデル化することは，比較的むずかしい．

ＯＲとＡＩが直面している問題やそこで用いる技法には，かなりの類似性があるし，また両者が密接に関係しあうことにより，有益な結果をもたらすような領域はかなり存在し，複雑な問題を効率的に解決するために，これらのアプローチを組み合せることが望まれる．すなわち，数学的な記述が可能な，システムのある部分に対しては，客観的なモデルを用い，より複雑で行動的な側面に対しては，人間のようなヒューリスティックな推論を用いるといった具合である．

この論文の主要な目的は，ＡＩの主な分野に対する概説を与えることと，それらの分野における問題とそれに対するＯＲや統計学においてよく用いられている解法を指摘することである．ＡＩの主要な分野とは，

- 視覚 (vision)
- 言語 (language)
- 知識工学 (knowledge engineering)
- 知識表現と推論 (knowledge representation and reasoning)
- 説明 (explanation)
- 学習 (learning)

である．

視覚

視覚は，前処理 (preprocessing)，３次先情報(3-D-information)，認識 (recognition) の３つの段階に分けることができる．

前処理において，画素 (pixel) の配列からなる入力から，最も濃い点や局所的に密になっている部分を抜き出すために用いられるアルゴリズムは，ＯＲや統計学で広く用いられている（制約条件下での）**最適化問題**，**クラスター分析**や**動的計画法**の考え方を用いている．

また，認識はテンプレート・マッチング (template matching) と特徴抽出 (feature extraction) の２つのアプローチがあるが，テンプレート・マッチングには，**動的計画法**が，特徴抽出には**動的計画法**，**主因子分析**，**因子分析**，**線形計画法**を用いることができる．

言語

言語処理は，発話認識 (Speech recognition) と言語理解 (Language understanding) の２つの部分に分けることができる．

発話認識における音節の波形と入力波形のマッチング

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

は，**動的計画法**を用いて定式化することができる．

言語理解は，文法構造といった数学的なモデルを含むが，この分野はＯＲや統計学との直接的な関係はあまりない．

知識工学

知識工学とは，エキスパートから知識や，推論のヒューリスティックな道筋を得るプロセスである．複数のエキスパートを用いるときには，彼らの選好や判断を統合するという問題が生じる．これらの問題は，**決定分析**において研究が行なわれている．

また，エキスパートから知識を得る問題は，**ゲーム論**や，**認知地図**(cognitive mapping)として知られている**“ソフト”方法論**の出発点である．

エキスパートがどのようにアプローチしているかについての情報が得られたら，次に構造や文脈に関してそれを分析するという問題が残る．このようなときには，**多次元尺度化**として知られている，ＯＲや統計学ではよく知られている技法を用いることができる．

知識処理と推論

知識の表現としては主に，アナログ表現(analogue representation)，関連ネットワーク(associated networks)，命題表現(propositional representation)，フレーム(frames)の４つの方法が提唱されている．

関連ネットワークにおいては，ＯＲでよく知られている**Ａ＊アルゴリズム**や**分枝限定ヒューリスティック**(α−Β枝刈り)のような探索手続きを用いて，ネットワークにおける推論を取り扱うことができるし，また，命題表現においては，どのルールを次に適用するかといった問題に，知識駆動型のヒューリスティックや，**逐次統計決定理論**(sequential statistical decision theory)によるアプローチが可能である．

説　明

システムがその推論過程を説明する能力をもつことがエキスパート・システムにおいて必要である．どこが主要な推論のプロセスであるかを抽出するかという問題はＯＲや統計学でも直面する問題であり，結果に対する簡潔で，理解が容易な説明がなされなければならない．この点は，ＯＲとＡＩの直面する最も重要なトピックスの１つである．

学　習

機械による学習の問題はＡＩにおいて基本的ではあるが，かなり難しい問題である．これには，教示による学習(Taught Learning)と非教示による学習(Untaught Learning)の２つがある．

入力情報にもとづいて，パラメータを調整する問題は，**ベイズ統計**や**制御理論**において研究されている．また，入力を，与えられたカテゴリに分類する問題には，統計的には**判別分析**(discriminant analysis)を用いることができる．

一方，入力を“自然な”クラスやパタンに分類する問題に対しては，**クラスター分析**のような，調査データ分析法(exploratory data analysis method)が重要である．

妥当性

ＯＲとＡＩの両者が直面する最後の問題は，モデルの妥当性(validation)の問題である．１つの状況でうまくいった方法を，別の状況に対しても一般化できるかどうかを知ることはむずかしい．この問題は，両者にとってさらに研究される必要がある．

結論として，この論文ではＯＲや統計学とＡＩの多くの側面において，問題やそこで用いられる技法に多くの類似性があることを簡単に述べた．このような類似性があることを知ることにより，エキスパート・システムのような応用技術だけではなく，ＡＩのもつ基本原理についても横断的なかかわりあいが生じるだろう．統計を用いたデータの説明や意思決定技法，ＯＲにおける問題の定式化，数理計画法，最適化技法，ＡＩのエキスパート・システムによるアプローチをともに用いることによって，新たな，強力な意思決定支援を形作るという潜在的なニーズがある．この論文によって，ＯＲの研究者のＡＩに対する興味がさらに増すことを願っている．

(飯島淳一　東京工業大学)

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．