

“Lessons for O.R. from A.I. : A Scheduling Case Study”

T. J. Grant :

[*J. Opt. Soc.*, Vol. 37, No. 1, pp. 41-57, (1986)]

この論文は、英国空軍飛行中隊の航空機修繕スケジュールをAIによって支援する事例研究を通じて、ORがAIの概念と技法から何を学び得るかを示している。

最初に、AIの概念と技法、歴史が要約されたのち、ORとAIのアプローチが比較されている。AIの要素として、

• 探索、特に、ヒューリスティック探索、• モデル化と知識表現、• 常識的な推論と論理、• AI言語と道具
• 自然言語処理、• コンピュータ視覚、• エキスパートシステム、• 問題解決と計画（以上、N.J.Nilssonによる）、• ロボティクス（著者追加による）

が列挙され説明されている。さらに N. J. Nilsson の“onion” model を引用しながら、これらの要素のうち、
• 問題解決と計画、• エキスパート・システム、• コンピュータ視覚、• 自然言語処理がAIユーザーの応用領域という点で位置づけられ、
• ヒューリスティック探索
• モデルと知識表現、• 常識的推論、• AI言語と技法がそれらを支援するAIの基本的な技術として位置づけられるとしている。ここで、著者はこれらの支援技術のうち探索を除く3つの技術に、ORに対する以下のような教訓が含まれていると述べている：

- 優秀なORワーカーは知識表現の正しい選択がモデル化を成功させるために重要であることに直感的に気づいてはいるが、この洞察を明示化することは稀である。
- ORは領域に固有な知識 (domain-specific knowledge) の重要性に気づいていないので、推論の中での常識的な狙いを無視する。ORの問題は、広範な領域に適用される技法や道具としてみなされる傾向にある。
- 手続き的、命令的言語が初期に利用できたという理由から、OR教育は問題解決のアルゴリズム、手続

きを強調している。

次に事例研究では、対象とされた修繕活動の概略が示され、修繕業務のスケジュールリング（文献中の理論研究を含む）と実際活動が記述されている。

修繕活動はパイロットがフライト直後に提出する欠陥報告にもとづいてなされる故障診断と修理、修理中に新たに発見される故障に対する修理、計画保全、燃料供給・検査から成る。エンジニアリング・コントローラーは十分な機能を発揮しうる飛行機が適切な時間に利用できるように、最適な修理順序や資源配分を技術者に指令する。これらのスケジュールリングは、これまでコントローラーの豊富な経験にもとづき手作業で行なわれていた。これらのスケジュールリングの特性として、

- 生産のタイプ：ジョブ・ショップであること、動的であること（パッチ到着）、確率的であること、資源タイプが変動すること、理論的な取扱いを超えた多くの構造をもっていること、
- 目標：変動的であること、
- 制約：多制約的、かつ、変動的であること、
- 決定変数：ジョブの順序づけ（主要な決定）、資源配分（副次的決定）、

が挙げられている。これに対して、伝統的OR技法としてのシミュレーション、ネットワーク手法、組合せ手法ヒューリスティック・アプローチの適用は、

- シミュレーション：サイクル・タイムが長すぎる、解釈に熟練を要する、
- ネットワーク手法：適用が不可能である（ネットワークが動的に変化する）、
- 組合せ手法：複雑すぎる、解釈に熟練を要する、
- ヒューリスティック・アプローチ：既存のプログラムは知能 (intelligence) が限定されている、

という理由から、不可能であると結論づけている。

その結果、AIに支援されたヒューリスティック・ス

ケジューリング・プログラムが唯一のアプローチと見なされ、そのプロトタイプ——故障診断修繕促進システム (FIXER) と呼ばれる一が7つの設計原理の下で開発された。これらの原理のうち、システムを実践的なもの、利用可能なものとするためには、“インテリジェント知識ベース・システム (I.K.B.S.)、OR、データ・ベース技術の結合が本質的である”、さらに“分析、設計、仕様化、実行をより容易にするという理由だけのために現実を単純化すべきではない”という原理は、ORモデルとの関連性に言及しており興味深い。開発の過程では、きわめて融通性のあるデータ構造を使用した高水準機能言語として NIAL (Nested Interactive Array Language) が採用され、そして、その特徴が集合論、APL、LISPとの関係から説明されている。FIXERには組合せ問題を避けるためにORのスケジューリングの文献に見いだされる負荷ルール (たとえば、FIFO、LIFO、SIRO等) がヒューリスティクスとして組み込まれているが、目標に応じてどのルールを使用すべきかの推論がエキスパート・システム技術を使用して実行されるようになっていく。

最後に、事例研究の結論として、AIと従来のOR技法は適切に結合される必要があること、保全のスケジューリングは生産のスケジューリングと同様に重要であることが述べられている。ORに対する教訓として、

- 人間が無意識に行なっていることを機械化することは予想以上に困難であり、AIには未解決な問題が

存在している。ORにおいてもPERTネットワークを構成するような技術は新奇なAI技術を必要としている。

- 知識は能力そのものである。ORは知識表現の重要性と、異なった知識表現の利用可能性に気づく必要がある、
- 情報にもとづく探索はもとづかない探索より望ましいが、AIとORでは“情報にもとづく”の示すところの意味内容が異なっている。ORは領域に特徴的な知識を使用することにもっと大胆になる必要がある。システム設計者は専門家からのヒューリスティクスを積極的に集めるべきである、
- プロトタイプを利用した段階的开发は非常に複雑なシステムを構築する有用な方法である、
- ORシミュレーションにAIの計画技法を使用することは効果的である、
- ORシミュレーションの決定ルールは一般に固定的であるが、これにエキスパート・システムが組み込まれるならば、諸ルールの知的選択によって現実に即したよりよい意思決定のシミュレーションが可能になる、

等が述べられている。そして、ORは科学的たらんとして、あまりにも“ハード”すぎ、これが主観的判断の価値を無視した手法指向的なアプローチを重視させている由縁であると結んでいる。

(日下泰夫 東京都立商科短期大学)

全世界のORに関する文献の Abstracts 専門誌

IAORを活用しよう

IAOR (International Abstracts in Operations Research)は、IFORS (International Federations of Operational Research Societies) が発行している、世界のOR関係の論文および単行本の英文アブストラクト誌です。年6回発行され、約2400編のアブストラクトが収録されています。カバーされている雑誌は、主要なものだけでも50種を超えています。

内容は、モデル、実施例、理論の3つの部門にわかれ、その中がさらに細かく分類されています。著者索引および非常に詳細な項目索引もあって文献を探すのにとっても便利です。お申込みは学会事務局へ。なお、購読者の方で来年度より中止される方も11月30日までに学会事務局へご連絡ください。

年間購読料：7,500円 (締切 11月30日)