

会 議 報 告

AAAI90

第8回AAAI (Eighth National Conference on Artificial Intelligence) は、1990年7月29日(日)～8月3日(金)までBostonのConvention Centerで開催された。AAAIはIJCAIと並ぶ人工知能の大きな学会であるが、アメリカの国内学会であるため、IJCAIに比べて日本からの論文の採択数も少なく、参加者もアメリカに滞在中の人々も含めて多分30名には満たなかったのではないかと推定する。例年と同じく、tutorialsとworkshopが日曜から水曜まで、technical sessionは火曜から金曜まで、Exhibitionが月曜から木曜までという日程であった。論文件数は推論44件、認知モデル4件、常識推論15件、教育3件、インタフェース8件、知識獲得4件、知識表現31件、機械学習31件、自然言語8件、ロボット8件、ビジョン3件(以上159件)、招待講演5件、パネル2件で、規模としてはIJCAIの約3分の2である。出席者は約5,000人とも報道されていたが、会場にいた人数からの実感では多くても2,000人である。多分Exhibition目当ての出席者が多かったであろう。

本報告は、文末に記した6名が各自の聴講したセッションを中心にまとめたものを、元田が編集したものである。したがって、上記のすべての分野をカバーしているわけではないが、概略は把握していただけるものと期待する。(元田)

1. 招 待 講 演

(a) The Future of Knowledge Representation (R. J. Brachman, AT & T Bell Laboratory)

本講演は、Brachmanが多数の研究者の意見を参考にまとめたもので、過去から現在における知識表現に関連する話題を網羅し、今後、直面する技術的、社会的問題について述べたものである。やや全体としてのまとまりのなさを感じる面もあったが、なかなか興味深かった。

講演は、次の内容に沿って過去から未来に対して知識表現の研究を分析する形式で進められた。

- ① Introduction
- ② What is knowledge Representation

- ③ Early Knowledge Representation
- ④ The State in 1980
- ⑤ The 1980's
- ⑥ Where we stand
- ⑦ The 1990's
- ⑧ Recommendation

1956年から1970年まではセマンティックネットワーク等を代表とする知識表現の創世期とし、1970年代は、汎用の知識表現、フレーム表現、手続き的知識表現と宣言的知識表現、知識表現における論理の役割への注目、定性推論・非単調推論の問題定義等によって特徴付けられる。次の1980年代は、セマンティックネットワーク、フレーム表現、プロダクションルール、論理表現が主流な表現となり、厳密な形式化、非単調推論、定性推論、モデルベース推論、コネクショニズム、不確かな推論、事例ベース推論、アブダクション、時間と行動の推論、知識と信念の推論、大規模知識ベース、知識表現システム等に対する取組みが行われてきた時代である。そして、1990年代は、論理、非単調推論、異種の推論の統合、確率・統計との関連、自然言語と知識表現、オントロジー、大規模知識ベース(Cycは動くか)等のキーワードが中心となる。

また、理論と実用性との関連、ユーザの使いやすさの評価、アイデアとして新しい知識表現形式出現への期待、意志決定理論との関連等についても言及した。(武藤)

(b) Rationality and its Roles in Reasoning (Jon Doyle, MIT)

本講演は、AIにおける新たな視点として、思考の合理性について考察することを主張したものである。現在のAIは、論理に基礎を置くような形式的な扱いによるアプローチ(true or false)と、形式性についての厳密さはないが、有用な結論を得るためのヒューリスティックな手法によるアプローチ(good or bad)とがある。ヒューリスティックなアプローチについて、限られた情報、時間制約の中で、有用性、嗜好をどのように合理的に判断し、決定が行われるか、そのプロセスを厳密に解析することが必要となる。特に、実用的なシステムを作る場合には、実際的な問題における判断の合理性をどのように考えるかが重要なポイントである。このような合理性に関する最近の成果を要約

したもので、今までの意志決定に関する理論との関連性も含めて、今後どのように進展していくかの興味の持たれるところである。(武藤)

2. 認知モデル

Cognitive Modeling のセッションでは4件の発表があり、そのうち、「事例に基づく推論 (CBR)」に関する発表が3件を占めていた。

Simiudisらは、事例の検索 (retrieval) に正当性 (validation) という概念を導入し、検索がより選択的になることを実証した。事例間の表層的類似性に基づく単純な検索に加え、領域知識を用いた検査を行うことにより、約200の事例から3個から6個の事例に絞り込めることを示した。これは1.5~3%の精度であり、単純な検索が約11%であるのに対しかなり選択的な検索である。

Hammondらは、CBRにおいて、理解・プランニング・行為という継続するプロセスを統一的な枠組みで扱うモデル (agencyの理論) を提案した。彼らの研究は、Schankの記憶構造の理論、Hammondの事例に基づくプランニング、MartinらのDMAP (Direct Memory Access Parsing) を統合したもので、変化する環境において目標 (goal) を動的に扱う枠組みを提供する。

Redmondは、ある問題を解決するには複数の事例の部分が必要であることを強調し、そのための効果的な表現形式を提案した。従来のCBRの多くは事例を一つのまとまりとして扱い、問題解決も単一の事例に基づいていた。snippetsと呼ばれる事例の断片を目標 (goal) との関連性のリンクで結合することにより、関連する事例の部分の効果的にアクセスできることを示した。

岩山らは、比喩理解において典型的な性質を選択するための尺度 (salience) の計算法を示した。認知心理学的な立場 (Tversky) に基づき、性質の確率的な分布から情報理論により計算を行っている。また、表現の理解の容易性、比喩性を salience により説明する枠組みについて考察を行っている。(岩山)

3. 常識推論

常識推論では、Model-Based Diagnosis and Design, Qualitative Modeling of Physical Systems, Reasoning with Multiple Models の三つのセッションがあった。

(a) Model-Based Diagnosis and Design

Birnbaumらは計画問題にモデルに基づく診断手法を取り入れている。Planner自身がPlanningのメカニ

ズムを理解していれば、結果の不具合を分析することにより、何が悪いかを判断し、新しい計画を提案することができるので、失敗に基づく学習ともいえる。チェス (ゲーム) に適用し、ルールが不備などの理由で失敗した計画からよく知られている手 (discovered attack, fork) の概念を学習できることを示している。

通常、診断問題の解には最小診断 (兆候を説明し得る最小の原因集合) が用いられるが、de Kleerらはこの考え方は故障モードに制約が加わった場合には一般性を失うことを指摘し、新しく Kernel diagnosis なる概念を提案している。

正常時のモデルに基づく診断では、モデルの挙動に一致しないものはすべて診断の対象になるが、モデルに一致しないというだけでは物理的に起こり得ない現象 (電圧差がないのに電球がつく) まで考慮の対象になる。Friedrichらは故障モデルを導入する代わりに物理的に起こり得ないことを考慮することによって診断の効率が向上することを示している。

Abductionとは、領域理論と事実にさらに適当な仮説を選択することにより観察結果が説明できるようにすることである。従来、仮説候補が複数得られる場合にそれを絞るための基準がいくつか提案されているが、それらは何らかの意味でオッカムのかみそりの基準 (情報量最小の原理) に基づくものである。Touらは自然言語文の解釈にはこの基準は良くないことを指摘し、explanatory coherence と称する新しい基準を提案している。これは選択されるべき仮説が何らかの意味で元の文章に coherent であることを要請するものであり、具体的に数値的に評価する方法も提案している。

Abductionによる説明を求めるためにはいくつもの仮説の集合を別々に管理する必要があるため、ATMSの手法がよく使われる。ATMSは最悪の場合NPハードであるが、Selmanらは少し条件を緩めれば計算量が減少するかどうかを検討した結果、否定的な結論を出している。すべての説明を求めるのではなく、ある仮説を含む説明があるかどうかだけを求めるのもNPハードである。さらに、この検討の過程で、実は abductive explanation を求めることと default logic の extension を求めることに非常に強い関係があることを発見している。

通常の診断は基本的には原因候補を数え上げることであるが、Wuらは、これと双対の関係にある兆候を分類する方法を提案し、このほうが多重故障の診断性能が指数関数的に向上することを示している。この方法は対象システムの構造を同定することに相当する。

このセッションで一番興味があった発表は Williams の First principle からの設計に関するものであった。これは、深い知識を直接自動設計に結び付ける試みで、「相互作用 (interaction) に基づく発明」と称する手法を提案したものである。部品に関する深い知識から設計仕様を満足する部品の組合せを自動的に求めようとするもので、結局、新しい設計は、既存の設計の理解過程と通ずるものがあるという発想である。深い知識は定性推論の演算子を含む Q_1 代数と呼ばれる記法で記述され、値の伝播に定性推論を併用している。これで、かなり複雑なフィードバック機構を持つ、紀元 1 世紀にアレキサンドリアのヘロンが考案した水位一定保持装置と類似の機能を有する三つの独立した機構を自動的に発見して見せている。①使用する部品をあらかじめ指定していること、②一つの部品がなるべく多くの機能を満足するように配慮するなど探索量を減らす工夫はしているが、各部品の機能を明示的に表現せず網羅的な探索しか実施していないため、創造的な思考を模擬した設計というレベルには至っていない。しかし、とにかく、現象を記述する指導原理だけから「こんな機構はどうか」と新しい機構を提案してみせた点には感心させられた。(元田)

(b) Qualitative Modeling of Physical Systems

定性推論に関する研究の多くはモデルを与えられたものとして、それを用いた envisioning が主流であったが、最近ではモデルの自動構築にも研究が広がってきている。

Crawford らは Forbus のプロセス理論を用いて、QSIM の入力となる定性微分方程式を自動的に生成するモデルコンパイラ QPC を開発している。与えた問題設定から view-process 構造を構築し、閉世界仮説に基づき定性微分方程式を生成する。自明な初期値を用いて、残りの初期値を生成した方程式から推定する。新しく求められた変数の初期値が新しい view や process を活性化すれば、ここで定性微分方程式を修正する。QSIM による envision の結果、方程式の適用限界に達したら、新しい領域に関する定性微分方程式を再び生成する。例として示したのが、二つの容器をパイプでつなぎ、片方の容器の壁に穴が空いているという非常に簡単な体系であるので、有効性はまだ自明ではないが新しい一歩であるといえよう。

一方、Forbus らは定性推論と定量推論を組み合わせた self-explanatory simulation を提案している。定性推論によって挙動の概要を把握し、それぞれの挙動をより詳しく計算するための数値計算モデルを自動生成する。定性推論と定量計算が並行して走り、非常に柔

軟な説明機能を実現している。例えば、容器の中の水を熱する現象に対して、時刻 100 秒で何が起きるかと質問すれば、ヒータから容器内の水に熱が移動中と答え、次に何が起きるかと聞けば、時刻 239 秒に水の温度が沸点に達し、熱はヒータから容器内の水に移動中で、水は沸騰し始めると答える。プロセス理論が基になっているが、応用範囲は広く今後の進展が期待される研究である。

このセッションではほかに、De Coste が時々刻々と変化する観測データを定性的に解釈し、データが得られるにつれ解釈結果を更新し、場合によってはデータが誤っていることを指摘することのできるシステムを、Hellerstein が領域理論が十分でなく解析的な式が立てられない複雑な現象 (例えば大型計算機のメモリ競合) の予測に、従来の多項式近似に代わる変数間の単調関係を利用した統計的推定法を発表している。(元田)

(c) Reasoning with Multiple Models

複雑な現象を一つのモデルでカバーすることは難しく、また多くのことをカバーするような精緻なモデルを生成しても、それを使って簡単な現象を解析することは不経済であり知的でないことは多くの人々が指摘している。本セッションは複数のモデルを併用した推論を扱っており、中でも Liu のオントロジーシフトと Rajamoney のマイクロ理論の定性推論が興味をひいた。

Liu の発表は、物理システムを異なるオントロジーに従って記述しておき、与えられた問題によって適切なオントロジーを選択する定性推論システムを提案したものである。電気回路を例にとれば、一つの回路に対して、素子の抵抗や端子間に流れる電流-電圧間の関係の記述 (device ontology) と、電荷と電磁場の関係の記述 (charge-carrier ontology) を用意しておく。さらに二つの記述の関係も電流と電荷の流れの関係式などの形で与えておく。どのオントロジーを使用して問題を解くかは 4 種類のヒューリスティクスに整理されている。例えば、「抵抗の端子間の電圧を増やすと、流れる電流も増える」ことについて、オームの法則 (device ontology では公理) も含めた説明を求められれば、charge-carrier ontology の記述を利用して、「電圧が増えると、電場が強くなり、電子に働く力が増え、電子の速度が上がり、移動する電荷が増え、流れる電流が増える」という説明を自動的に生成する。この例では、オントロジーと記述の詳細度の違いが明確ではないが、同じものを違った Perspective から見ることは知的な思考形態の一つであり、いつシフトすべきかという問題は今後の重要な研究テーマである。

Rajamoney の発表は個々の粒子の相互作用を表すミクロな世界の挙動を定性推論で推定し、その結果から温度、圧力などマクロな量で記述されるマクロな世界の挙動のより深い説明を生成しようとしたものである。一見非常に複雑に見えるミクロの世界も定性的に数種類の相互作用に分類できるため、割に簡単に実現できている。ただ、de Kleer のいう propagation しか実施しておらず、時間を追った envisioning は今後の課題である。(元田)

4. インタフェース

Intelligent Interfaces のセッションでは、Grosz, Sidner のグループがプランのモデルに関する発表を行った。Lochbaum らは、“Intentions in Communication” 中で Grosz らが提案した、協調行動の Shared-Plan モデルを修正し拡張している。部分的な Shared-Plan に関する agent の信念を更新するアルゴリズムを提案し、ネットワーク管理の領域でのこのアルゴリズムの実現について述べている。(奥村)

5. 知識獲得

エキスパートシステムにおける知識獲得 (Knowledge Acquisition: Expert System Design Methodologies) のセッションでは 4 件の発表があった。

Mullarkey は Schlumberger 社で用いられている石油探検システムの知識獲得方法について発表した。このシステムでは人間のエキスパートの助力を得るため、直観的なモデルと図式ツールを結合している。これにより、複数のセンサからのデータの異常を確認、説明して、新しい知識を獲得することができる。

Murtagh and Shimura は構造工学の解析プログラム中の制約を抽出することにより、設計過程を効率化する方式を提案した。この方式では解析プログラムの使用回数を減らすため、解析プログラムの各部分に対応するバイナリ制約ネットワークを構築する。このネットワークを用いれば再設計およびパッチワークを的確に行えるようになり、設計過程を大幅に高速化できる。

Park らは failure-driven learning による知識獲得について論じた。この方法ではグローバルな credit-assignment 過程により知識獲得のタイミングを決定したうえで、ローカルな credit-assignment 過程によってエキスパートの行動のうち説明できなかった部分についての知識獲得を行った。

Volovik らは加工環境の故障診断について論じた。First principles による故障診断や経験に基づくエキ

スパートシステムでは不十分なので、局所化の原則と domain-specific weak method を用いて、新しい計算理論を提案した。(Murtagh)

6. 知識表現

知識表現では Causality and Introspection, Complexity and Expressiveness, Connectionism, Default Representations, Inheritance, Representation and Uncertainty, Architectures, Temporal and Spatial Reasoning の八つのセッションがあった。このうち、以下の二つについて概要を述べる。

(a) Causality and Introspection

因果関係は、ある対象物の動作説明や、発生した一連の現象の結果の説明に、われわれが日常しばしば用いる重要な関係表現であるが、これを形式的に捉えるのは、簡単なことではなく、種々の研究が行われている。研究内容も、因果関係を、変化をひき起こす条件の記述方式から捉えたり、また、数式を基にした変数間の依存関係や、確率、Counterfactual を用いて説明すること等により、さまざまな異なった側面を持つ。

E. Paek (発表は、彼女の都合が悪くスーパーバイザである M. Ginsberg が行った) の論文は、J. Pearl の 1988 年の因果関係に関する論文を基に、形式的な扱いを深めたものである。Paek は、ある原因がある結果をひき起こすという因果関係の記述がある場合に、原因をサーカムスクリプションを用いることで求める方法を提案した。さらに、ある事象が観測されたときに、どの事象が原因として、また、結果として支持されるかを形式的に求める方法を提案しており、興味を持たれる。

H. Geffner は、因果関係を、説明できるという意味を持った様相オペレータ C を用いて表現する Causal Theory を提案した。この Causal Theory は、説明できない abnormal な事柄を最小にするように振舞う。本手法により、因果ネットワークや、変化の推論が自然に表現できること、および、J. Pearl の論文との関係等が述べられている。(武藤)

(b) Temporal and Spatial Reasoning

時間の推論については、J. Allen の時区間の推論に関する過去の研究等を基に、時間推論の一般化、計算アルゴリズムの改良についての発表があった。

G. Ligozat は、 n 点より構成される時区間の間に存在する関係の一般化を示した。この方法によれば、point としての時間の関係、すなわち、 $<$, $>$, $=$ は、 $n=1$ のケースに、J. Allen の meet, during, start, end 等の時区間の関係は、 $n=2$ のケースに対応付けられる。

P. Beek は、時間の情報として、複数の時区間、または、時刻について、それらの間の可能性のある、相対的關係が与えられた場合に、①これらすべての情報と矛盾のない全体の時間の關係を見つける計算アルゴリズム、および、②この場合にさらに、二つの時間情報間の關係をすべてを見つける計算アルゴリズムを提唱し、従来手法に比べて計算効率の高いことを示した。(武藤)

7. 機械学習

機械学習では Knowledge-Based Inductive Learning I, Connectionist Methods, Learning & Problem Solving, Inductive Learning II Relational and Probabilistic Models, Inductive Learning III, Discovery & Learning Robots, Speed Up Learning の七つのセッションがあった。

これらのセッションで独立に発表されたすべて論文を一言でまとめることはできないが、おおまかに言って二つの大きな流れがあったように思われる。すなわち、①説明に基づく学習のようにここ2~3年で確立されてきた技術を使ってより興味深い応用を見つけ出そうとするもの、および②複数の学習技法を組み合わせた統合学習方式の開発である。

①としては、例えば Cohen が自然言語のテキストからの学習の一方法を提案している。テキストとして彼はブリッジの入門書を取り上げ、そこに記述されたビットの規則が実はおおまかな概念を与えているだけであることを指摘した。それにもかかわらず読者が正しい規則を学ぶのは、テキストに豊富な実例があげてあるからである。したがって、テキストに述べられたおおまかな規則を領域理論とし、与えられた例を用いて説明に基づく学習を行えば、人間の読者が得るような正しい概念を学べる。このことを実験により示した。

Eskey and Zweben は説明に基づく学習のスケジューリングへの応用について述べた。大規模な例に適用すればよいというものではないが、スペースシャトルの積荷について1時間かかるスケジューリングを半分ほどに短縮したという実験データは説得力があった。ちなみに、スケジューリングの問題を短縮しても解の質が下がるのでは意味がないのではないかという質問に対し、シャトルの積荷の問題は数百時間を要する膨大な問題になるので、解を求める時間を短縮するのが重要だと答えていた。

人間の学習を支援することも機械学習の重要な応用分野である。例えば、AI and Education のセッション

で Fum, Giangrandi and Tasso が知的チュータシステムのバグルールを説明に基づく学習を用いて生成する方法について述べている。

昨年の IJCAI での Newell の受賞講演によると、1960年代に盛んだったロボットの研究が'80年代後半から再び活発化しているという。その言葉どおり、機械学習の分野でもロボットへの応用についての研究発表がいくつかあった。MIT の Maes と Brooks は歩行を学習するロボットについて発表した。このロボットは6本の足を持ち、最初はそれらの足を組織的に動かすことができないためうまく歩行することができないが、しだいに足の動きを学習していく。MIT の AI ラボの見学会でもデモが行われたそうで、話題になっていた。

Intelligent Mobile Robots のセッションでも、機械学習の技術の応用に関する発表が、Laird and Rosenbloom および Mitchell によるものの2件あった。彼らはそれぞれ機械学習の分野で著名な研究者である。2年ほど前にヒースキットから HERO と呼ばれる安価なロボットが発売され、学習の研究者達が購入して研究を始めたということを目にしていたが、その成果が発表されたことになる。

IJCAI '89 ではニューラルネットと機械学習の技法を同じ問題に適用し結果を比較するセッションがあったが、今回の会議ではそのような比較の結果を踏まえて学習法の組合せを試みる統合学習方式の研究が盛んになってきたと感じた。Towell, Shavlik and Noordewier の発表は説明に基づく学習で用いる領域知識をニューラルネットを用いて精錬するものである。また、これまでも提案されてきた説明に基づく学習と類似に基づく学習の統合のための技法や、遺伝アルゴリズムとニューラルネットの統合に関する研究についても報告があった。

もちろん、機械学習の基礎的な研究も活発である。そのなかでは、Laird and Gamble による説明に基づく一般化の項書換えシステムへの適用に関する発表、および Watanabe and Rendell による関係記述の効率的な一般化に関する発表が明晰で印象に残った。

風変りな発表としては、機械学習の研究の流れそのものに疑問を呈した Buntine の学習における六つの神話と伝説についての論文がある。これは学習において一般に信じられている次の六つの事柄について再考を求めるものである。

- ① バイアスの問題を理解するために十分な理論的基礎が存在している。
- ② 探索としての学習についての考察において、探

索の目標がきちんと明記されている。

- ③ 計算学習理論は、アルゴリズムの設計者がその責務を遂行することができるだけの確固とした基礎を提供している。
- ④ オッカムのかみそりについての数学的な基礎がそのすべての役に立つ説明を与えている。
- ⑤ どんな応用でもうまくこなすような万能学習アルゴリズムがある。
- ⑥ 学習は自動的であるべきであり、対話的であるべきではない。

さて、読者はこれらの神話についてどう考えておられるのであろうか。(沼尾)

8. 自然言語

自然言語のセッションでは、Discourse と Interpretation の二つのセッションでそれぞれ 4 件ずつの発表があった。以下では、Discourse のセッションの 4 件、Interpretation のセッションの 4 件の順に、その概要を述べる。

(a) Discourse

Hirshberg は、記録された(読まれた)音声の分析に基づいてアクセントを割り当てる研究について述べている。この結果は、統語構造や談話情報に基づいてイントネーションの素性を変化させる Text-to-Speech (テキストから音声を出力する)システムに組み込まれている。また、談話モデルの評価、韻律的な素性の自動的なラベリング、音声合成に対してこの研究が持つ意味についても議論している。

片桐は、視点(perspective)の構造が、indexicality と world view の二つの要素に分別できることを示している。また、coreference 規則、「話者は、行為主体の視点(view)を default で使う」という原理 (Agent awareness default principle) などを用いて、日本語の再帰代名詞「自分」の用法の分析を示している。

Levine は、自然言語会話システム PRAGMA の概要について述べている。PRAGMA は、過去のシステムと比較して双方向性 (bidirectionality) が高いという特徴を持つ。共通の文法を解釈、生成に用いることができ、また、同じ知識源をプラン認識と応答生成に用いることができる。

Sadek は、定記述の指示対象を発見することによる、タスク指向の会話の分析を提案し、この分析からタスクの目標指向的表現が導けることを示している。また、このタスクのモデルを領域特有のユーザモデルとともに用いることで、要求交渉会話をプランできることを示している。(奥村)

(b) Interpretation

Passonneau らは、自然言語の非決定性を扱うために必要な、テキスト理解システムの要素間の相互作用を実現する際の問題点を指摘している。そして、この問題点を最小化する枠組みを提案している。

Magerman らは、文法に基づいた伝統的なパーズング法に代わる、generalized mutual information という情報量を用いたパーズングアルゴリズムについて述べている。この方法は、文中の品詞の n -グラム の値を分析することで、文(語列)の構成素の境界は抽出できるという仮説に基づいている。この仮説を、低い誤り率で英語のテキストを再帰的にかっこにくくるパーズングアルゴリズムの性能により裏付けしている。

奥村らは、弁別ネットワーク (discrimination network) を用いて、増進的に意味的曖昧性を解消するモデルを提案している。「あらかじめ決められた順序で制約が得られないとたどれない」という弁別ネットワークの問題点の解決策として、任意の順序で得られる制約に対しても弁別ネットワークをたどることができる手法を提案している。

Yu らは、テキスト理解における推論に並列マーカ伝播 (parallel marker passing) といった並列推論機構を用いる際の問題点である、推論からテキストの解釈を構成する際に意味のない推論をたくさん生成してしまう点、そして、そのことによる速度の低下を解決する方法について述べている。彼らの提案する方法、制約マーカ伝播機構は、必要な推論を並列に行うだけでなく、解釈をも並列に生成することができる。(奥村)

9. ワークショップ

十数個のワークショップが開催されたが、報告者の一人(元田)が出席した Automatic Generation of Approximations and Abstractions (AGAA) に関するワークショップについてのみ概要を紹介する。参加資格は論文採択者ならびに本人の research summary の審査にパスした者だけで、完全に Invitation Base の小さなワークショップである。抽象化や近似を自動的に行うにはどうすればよいかということを議論するワークショップで、全部で 29 件(計画 2, 問題解決 7, 物理システム 6, データベース 2, ソフトウェア設計 2, 定式化 4, 変換論 4)の論文が発表された。エキスパートシステムは通常の間人にとっては難しいことを専門家なみにやってくれるシステムであるが、このワークショップの興味を中心は、通常の間人がごく自然にやっていることを何とか計算機化したいという点にある。注目した発表を 2 件だけ紹介する。

William の発表は問題を解く際のモデルの自動構築に関するもので、どのモデルによって問題を解くかをヒューリスティクスによらずに選択する方法を与えている点で興味深い。初めに物理システムを物理量の間で定量的方程式の形で表現しておく。「底部をパイプで接続した二つの容器の水位がわかっているとき、水位の変化の方向はどうか？」といった質問に対して、①変数間の因果関係の情報をを用いて、水位変化の方向に関係ある物理量と、その関係式のみを物理システムの記述から選び出す、②機器内部の状態を表し、外部の変数とは直接関係しない変数は中間変数として別の変数で表現する、③前2ステップの結果として得られた定量的方程式において、定性方程式にしても問題の解答に支障がないものは定性方程式に置き換える、の3ステップにより、解答を作成するために必要最小限の情報を持ったモデルを作成し、解答を作る。この方法によれば、上記の例では、水位変化からパイプの流量までは定性的、パイプの流量から底部の圧力、容器の水位までは定量的に表現したモデルが作成され、それに基づき解答が作成できる。今のところ、フィードバックのない簡単な物理システムしか扱っていないが、われわれが物理の問題を解く思考過程を着実に反映しており、今後の方向を示唆するものである。

Ling らの発表は問題の記述からモデルを作る際に、詳細な式を立て、個別の事情を考慮して近似していくのではなく、モデル化しようとする対象の構造をまず簡略化して、それに対応するモデルを自動生成しようとするものである。通常の深い知識からの抽象化では、「最初に詳細なモデルありき」から出発する。すなわち、近似により、式の表現形式を変換していくことを基本にしているが、ここでは、そうではなく、モデル化される対象の構造を順次簡略化していき、最後に簡略化された構造に対する物理方程式を立てる。この考え方は、われわれが何かをモデル化するとき、式を立てる前に何らかの抽象化をしているということを素直に反映している点で興味深い。構造の簡略化の指標として無次元数を用いているが、これもエンジニアにとっては当然のことである。(元田)

〔岩山 真 (東京工業大学工学部情報工学科)

奥村 学 (東京工業大学工学部情報工学科)

沼尾 正行 (東京工業大学工学部情報工学科)

武藤 昭一 (東京電力(株)システム研究所

現在 CSLI に滞在中)

元田 浩 ((株)日立製作所基礎研究所)

Niall Murtagh (東京工業大学工学部情報工学科)〕