

会 議 報 告

第2回知識獲得に関する国際ワークショップ (The 2nd Japanese Knowledge Acquisition for Knowledge-Based Systems Workshop JKAW92)の報告

1992年11月9～13日の1週間、標記の国際ワークショップ JKAW 92 を人工知能学会が主催した。このワークショップは1986年以来、アメリカとヨーロッパで毎年開催されてきた知識獲得に関する国際ワークショップの一環であり、日本での開催は1990年のJKAW 90に続き2回目になる。1990年のJKAW 90と同様に、海外の著名な研究者を中心とした招待講演のみからなる一般向けの講演会を最初の2日間神戸の国際会議場で、投稿論文を中心とした一般講演のみからなる専門家向けのワークショップを後半の2日間(株)日立製作所基礎研究所で実施した。

1. 招 待 講 演

JKAW 90では主に米国の研究者を中心にして招待講演者が選ばれたのに対して、今回は知識のモデリング、知識の共有と再利用、そして学習の三つの課題に焦点を当て、各テーマで優れた成果をあげている研究者を、ヨーロッパから2人、米国から2人、オーストラリアと日本から1人ずつ、合わせて6人招待し、講演をお願いした。

最初の講演は九州大学の有川節夫教授と宮野 悟助教授による学習による遺伝子情報の解読に関する講演であった。講演は理論的な内容を中心とした部分とその応用に関する部分の二つに分かれており、前半を有川教授が、後半を宮野助教授が担当した。EFS(Elementary Formal System)を用いた学習の技法(PAC-learning)を中心とした理論的な解説の後、それを用いたタンパク質データからの知識獲得について具体的な説明があった。決定木の帰納学習を利用した新しい学習方式を用いて、ドメインの知識を使わずに、膜タンパク質の同定に関して、専門家と匹敵する結果を得たことの報告があった。理論的な学習の研究が実際のデータを対象に実用になる成果をあげており、聴衆に大きな感銘を与えた。

次にオランダのアムステルダム大学のBob Wielinga教授によるKADSプロジェクトに関する講演があ

った。KADSは1983年よりヨーロッパのESPRITプロジェクトの一環として精力的に進められてきた知識ベース構築方法論に関する研究プロジェクトである。従来の知識ベースはプロダクションルールによるラビッドプロトタイピング法に基づいて構築されることが多かったが、KADSでは知識ベース構築を知識のモデリングとみなして行うことが大きな特徴となっている。Newellの提案に従って、知識レベルの表現と記号レベルの表現とを明確に区別し、知識レベルで問題解決過程を考察することによって、タスクの本質的な構造を実現手法に依存しない形で表現できることと、その知識獲得に対する利点が強調された。また、ドメイン層、推論層(メタクラスと知識源)、タスク層、戦略層の4層からなる知識分析のモデルが紹介された。これらはKADS-I方法論と呼ばれ、現在ではKADS-IIプロジェクトへと発展している。KADS-IIでは、KADS-Iの評価に基づき、その方法論を支援するCommon-KADSフレームワークの開発とそれに基づく具体的なシステム構築に関する研究が行われる。KADSは次世代の知識ベース構築方法論として大きな影響力を持っている。そのリーダの講演は説得力があり、知識ベースの今後の研究に対して一つの指針を与えるものであった。

スタンフォード大学のTom Gruber博士からは知識ベースの共有と再利用技術に関する最新の成果に関する講演があった。スタンフォード大学を中心として行われている、異なる知識表現言語で表現された知識を共有するために重要な役割を演じる、KIF(Knowledge Interchange Format)とオントロジーを異なる知識表現言語間で移植することを可能にするOntolinguaに関する詳しい紹介があった。KIFは述語論理に基づいて知識表現言語間の中間言語的な役割を持っている。現在は米国の西海岸で利用されている、Epikit, LOOMなどの数種類の言語間で記述された知識を相互に変換するコンパイル機能を持つ処理系が開発されている。オントロジーは知識の再利用に関して重要な概念として近年注目されている。元来哲学の用語で、世界を構成する基本であるものの存在を論ずる「存在論」と訳されている概念であるが、人工知能では我々が知識や世界をモデル化するとき用いる基本的なブリティブを指す。OntolinguaはKIFに依存しなが

ら、基本的な概念間の階層構造をフレームオントロジーと呼ばれる表現に基づいて表現する。オントロジーに関する基本的な考え方と Ontolingua の詳しい話とともに、現在スタンフォード大学の周辺の企業と共同で行っている、メカトロニクスの分野の対象の設計を、オントロジーを Ontolingua で共有しながら実際に分散環境で行う実験に関する報告があった。

複数のエージェントが知識を共有するにはオントロジーの確立が不可欠であることは間違いないが、具体的にオントロジーを定義しようとする異論があるのが現状であり、各研究者ごとにオントロジーがあるといっても過言ではない。Gruber 博士のオントロジーは、彼がアナロジーとして関係データベースの概念スキーマを引用することからわかるように、多分に構文論的、すなわち抽象データ構造に近い概念である。一方、我々日本人はより意味を重視する立場をとり、基本語彙の語義そのものを指すことが多い。一種の文化の違いを感じさせられた。

2日目の午前にはドイツ GMD の Marc Linster 博士による、KADS に関する二つの講演があった。KADS は思想的には深いものがあり、研究も基礎から進められてきたことから、実際のシステム構築への応用はその理論の深さに比較して遅れていた。Linster 博士の最初の話は実際に使われているエキスパートシステムである、ガンの化学療法の計画システム ONCOCIN を KADS 方法論を用いて再構成するという非常に興味深い経験に関するものであった。簡単な KADS に関する導入の後、KADS の 4 層モデルによる ONCOCIN の概念モデル K-ONCOCIN が示された。これにより、KADS の具体的なイメージが明確になり、KADS に対する理解が深まった。次の講演は Linster 博士が進めている、KADS 方法論を指向した方法論のシステム化に関するものであった。KADS の長所は認めながら、知識ベースの構築をさらに効率化するための工夫を導入して開発された二つのシステム MODEL-K と OMOS に関する紹介があった。これらはそれぞれ、すでに開発済みの BABYLON と呼ばれるシステムと KRITON と呼ばれるシステムを発展させたものである。さらに、それら二つの統合システムである MOMO に関する詳しい解説と利用例に関する説明があった。KADS の方法論の具体化の効果がよく理解できる講演であった。

午後からは学習に関する講演として、オーストラリアの New South Wales 大学の Claude Sammut 博士による飛行機の操縦法を学習するルールインダクション法に関する紹介があった。一般に操縦のようなタス

クでは専門家からインタビューによって知識獲得を行うことはほとんど不可能であるので、学習の役割は極めて大きい。Quinlan の C4.5 を用いて実際のパイロットが行った離着陸の操縦例をデータとして、専門家に匹敵する性能を持つルールが生成できることが示された。実際にはデータを人間が七つのセグメントに分割して、セグメントごとのルールを学習する方式であり、セグメントへの分割の自動化は今後の課題である。従来ルールインダクションは分類知識の学習には適しているが、その他の問題、例えば制御知識の学習には適さないと考えられてきたが、その意味で Sammut 博士の講演は注目を集めた。

最後の講演は米国ラットガース大学の Sholom Weiss 教授によるもので、学習技術が知識獲得を容易にすることに成功したことに関して、四つの医療診断エキスパートシステムを例にとり詳しい紹介があった。診断のように分類型のタスクでは、データが豊富に得られる場合には、学習技術は極めて有効であることが再確認された。

2. 一般講演

後半の日立基礎研究所でのワークショップには神戸で講演した海外からの招待者も含め、約 40 名が参加し、20 件の発表論文と 6 件のデモンストレーションを中心に終日熱心な討論が行われた。現在、知識ベースシステムを構築するうえでの最大のボトルネックが知識獲得であり、知識モデリング、知識の共有・再利用、帰納学習などがこの分野の主要テーマになりつつある。この流れを反映して、知識レベルでのモデリング、それを記述するためのタスク・ドメインオントロジーなどに関する発表に議論が白熱した。

デモンストレーションには会場のコンフェレンスルームの大画面ディスプレイが使用された。計算機からの出力は直接この大画面に表示され、プログラムの動きをリアルタイムで説明できる。今回も何人かの参加者は SUN, MAC, IBM PC のプログラムを持参した。全員がこれらのプログラムの動きを見ながら討論できたことは圧巻であった。さらに、今回は参加者が自由に海外の各自の計算機にログインできる TELNET の使用が許され、可能な限りの参加者の便宜が図られた。

講演論文を分野別に見ると、以下ようになる。帰納推論(4件)、タスクオントロジーとモデリング・知識の再利用(5件)、抽象化(2件)、知識ベースの洗練と検証(3件)、知識獲得管理(3件)、その他(CBR, 因果性)(3件)。個別の論文を詳細に紹介するわけにはいかないが、以下に、全体の特徴が把握できる程度に分

野別に概要を述べる。

〔1〕 帰納推論

- ① リップダウンルール（不具合が発見されるたびにルールに例外処理のPATCHを当てて修正していく方法）を媒介表現とすれば、決定木理解のしやすさと機械化の容易さを両方満足することができるという提案（本家のNSW大学からはリップダウンルールはこのようなことを意図して考案されたものではないとの反論もあった）。
- ② パーセプトロン（線形識別モデル）のパラメータのノイズ除去ならびに値の推定に線形計画法（前者に対してはスラック変数の最小化，後者に対しては値そのものの最小化）を使う手法。
- ③ 記号レベルの入出力から決定木を帰納して，その構造をもとに前後処理部分の数値情報の入出力が扱えるよう等価なニューラルネットを構築しパラメータを学習する neuro-KAISER。
- ④ 各種知識獲得ツールとデータからの帰納推論を統合し，エキスパートを介し相互にフィードバックしあう知識獲得ワークベンチCNN(SUNとPCによるデモ)。

〔2〕 タスクオントロジーとモデリング・知識の再利用

- ① タスクオントロジーに基づく汎化語彙のネットワークによってタスクを知識(概念)レベルで表現し，対応するビルディングブロックに領域知識を付加しこれを組み合わせて実行可能なエキスパートシステムを構築する MULTIS(MACによるスケジューリングエキスパートシステム自動構築のデモ)。
- ② 類似の考えに基づく知識ベースシステム構築方法論 CAKE(タスクオントロジーと問題解決オントロジーを区別，論理レベルと認識レベル(Brackmanのいう5段階の表現レベル内のlogic levelとepistemological levelに対応)での次元解析により推論のプリミティブを系統的に探索する方法，オントロジーを用いた問題解決モデルとビルディングブロックの対応づけなどを三つの論文に分けて発表)。
- ③ 特定のタスク向きの知識獲得ツール(Di-KAST)に知識カセットと称する再利用可能な領域固有の知識を組み入れて知識獲得ツールをカスタマイズする手法。

〔3〕 抽象化

- ① メタレベル推論により不要な探索を防ぐ relevance reasoningの一般的な枠組みと，これを用

いた抽象化による知識ベースの書換えや composite modelingへの応用。

- ② 類似パターンの抽出による概念形成やマクロルールのコンパイル手法(SUNによる回路方程式から論理演算概念の抽出のデモ)。

〔4〕 知識ベースの洗練と検証

- ① 分類型の知識をDNF表現に等価な表形式表現で記述することによって，ユーザが問題解決器の結果を見ながら不具合を容易に逐次修正できる実用的な知識獲得方法(実用の域に達しているシステム)。
- ② 知識ベースをモンテカルロ法で変形し，洗練システムで洗練した結果を統計的に評価する「洗練システム評価」の一般的な枠組み。
- ③ 正例，負例によるデータの属性空間の張るバージョンスペース内で特殊化，一般化の洗練を繰り返し知識を例題から帰納する方法。

〔5〕 知識獲得管理

- ① 知識獲得をプロジェクト管理の手法でスコープ，要求解析，実装の観点から評価し管理する手法。
- ② 個人レベルから社会レベルにわたる広範囲な知識処理や知識獲得に共通する認知的な性質に対する見解(Knowledge Milieu)。

〔6〕 その他(CBR, 因果性)

- ① CBRを知識獲得，推論の高速化，メモリベース推論の観点から評価する指標を提案，情報検索の例題で評価。
- ② 他の変数へのリンクが少ない変数を独立変数(これはヒューリスティクス)とし，式の形のみから依存関係を伝搬させ，所与の物理方程式から因果関係を陽に記述する構造方程式を導出する手法。
- ③ データベースに対するQueryの答えからルールを生成し，それをもとのデータベースにマージする手法。

なお，12日夕には日立基礎研主催のバンケットが所内のゲストハウスで開催され，長い1日の討論にもかかわらず，参加者一同グラスを片手に遅くまで懇談する機会も持てた。1990年に比して日程がきつい('90年は3日間)かなりの強行軍であったが，非常に密度が濃く，参加者全員が非常によくオーガナイズされたワークショップであったとの印象や，ぜひJKAW 94も開催してほしいとの要望を述べてくれた。JKAW 94に関してはAKAW(オーストラリア)との関係もあり，今後，知識ベースシステム研究会や国際委員会において，つめて具体化を図りたい。

〔溝口 理一郎(大阪大学産業科学研究所)

元田 浩((株)日立製作所基礎研究所)〕