

会 議 報 告

第1回知識獲得に関する国際ワークショップ JKAW'90

1. はじめに

標記のワークショップが1990年10月末に我が国で開催された。これは毎年北米(カナダのBanff, KAWと略称)やヨーロッパ(EKAWと略称)で開催されている知識獲得に関する国際ワークショップシリーズの10番目にあたるものであり、我が国では第1回目の開催(JKAWと略称)となる。本ワークショップはチュートリアルや招待講演を中心とした一般向けのワークショップ(open session, 10月25~26日, 於: 京都国際会議場, 約320人参加)と投稿論文を中心とした少人数のワークショップ(closed session, 10月29~31日, 於: 日立基礎研究所, 約40人参加)の二つに分けて開催された。プロシーディングスは両者合わせたものがオーム社から出版されている*1。

知識獲得と一言でいってもその範囲は広く、本ワークショップの内容もそれを反映したものとなった。しかし、それでもいくつかの論点を抽出することは可能であり、知識、タスク、ドメインの関係を論じ、知識獲得を種々のタスクに対するドメインのモデリングと位置づけている発表が多く見られた。例題からの分類型知識の帰納学習、説明に基づく学習の手法などの演繹的な手法を用いた知識獲得、ハイパーテキストなどの知識獲得のための支援機能、インタビューによる知識獲得の支援機能などが主要なテーマであった。

2. Open Session

Open sessionはBrian Gaines (Univ. of Calgary)とJohn Boose (Boeing Computer Services)の2件のチュートリアルの後、B. Chandrasekaran (Ohio State Univ.), William Clancey (Inst. for Research on Learning), Hiroshi Motoda (ARL, Hitachi), Ross Quinlan (Sydney Univ.), Shigenobu Kobayashi (Tokyo Inst. of Technology), John McDermott (DEC), Tom Gruber (KSL, Stanford), Alain

Rappaport (Neuron Data)の8件の招待講演があり、いずれも同時通訳がついた。

2・1 Foundations of Knowledge Acquisition

Gainesは専門知識の形成、専門家、ユーザ、システム間の関係を階層的な仮想計算機の上で論じ、知識獲得を社会行為の一つとして位置づけ、ポータビリティと環境の重要性を指摘するとともに、以下のような世代分類について述べた。第1世代の知識獲得は人手によるインタビュー、第2世代は計算機によるサポート、第3世代は環境そのもののサポートが中心となる。実用システムは知識ベースシステムによるサポートツール、ユーザ、既存の技術が一体化したものとなり、自動化、統合化、多種類の知識源利用、検証、ライフサイクルサポートなどが今後ますます加速される。

2・2 Knowledge Acquisition Tools, Methods and Mediating Representations

Booseは知識獲得に関する諸問題、特に専門家と計算機間のギャップを埋める仲介表現の重要性を論じた(実際、過去10年のエキスパートシステム(ES)と知識獲得の研究は仲介表現の研究であったといっても過言ではない)。人手(ブレンストーミング、インタビュー、プロトコル解析)と計算機(問題の構造を利用した半自動化システム: HERACLES, CSRL, ACQUINASなど、および概念学習などの完全自動化システム)による多くの知識獲得手法を系統的に比較対比し、現状を概観した。最後に最近の彼の研究成果として、パーソナルコンストラクト理論を用いた宇宙ステーションを対象とした設計知識の獲得について紹介があった。

2・3 Real-Time Problem Solving and Knowledge Acquisition

Chandrasekaranは原子炉の運転ガイダンスを例にとり、実時間処理を必要とする環境では、あらかじめ問題のタスク構造を積極的に活用してコンパイルされた知識を使うべきである、特に、いかなる問題解決も想定されたモデルを使う以上、正しい解が得られるという保証はないので、あるゴールが達成されないと判断された場合、次のゴールを設定する能力をコンパイルすることが重要であると論じた。これは原子炉の運転で10数年来実践されていることを、彼流の言葉で言い換えたものである。

*1 *Proceedings of the First Japanese Knowledge Acquisition for Knowledge-Based Systems Workshop (JKAW'90)*, Motoda, H., Mizoguchi, R., Boose, J., and Gaines, B. (Eds.), オーム社(1990).

2・4 Implications of the System-Model-Operator Metaphor for Knowledge Acquisition

Clancey は再利用可能な言語とコミュニケーション、およびタスクについて論じた。ES は組立、修正、制御可能なモデルを利用、構築するプログラムであり、従来プログラムとの違いは ES のモデルがプロセスと構造をネットワークで記述した点にある。このようなモデル作成に必要な制御知識はオペレータであり、すべての ES は黒板モデルであるとも言える。このようなオペレータの再利用の具体例として TOPO (計算機ネットワークの設計 ES) の構築例を説明した。また、汎化タスク、役割限定法との関連についても論じた。

2・5 An Architecture for Knowledge Acquisition by Interviews Based on Dynamic Analysis

Motoda は静的解析によるメタインタビューシステム SIS, それによって作成されたデータベース論理設計用のインタビューシステム I²S-LD, それを動的解析できるようにした I²S-DB を論じ、これらの経験からインタビューによる知識獲得システムの汎用アーキテクチャを提案した。特に、インタビューの対象に依存しないプリミティブが存在すること、インタビューの中に問題解決器を組み込むことが重要であることを強調した。

2・6 Inductive Knowledge Acquisition from Structured Data

Quinlan は例題から分類木を生成する帰納推論の手法を概観し、ID3 では扱えなかった、属性の数が事前に定義できないなど構造を持つデータに対しても適用可能な新しい手法を紹介した。この手法は divide and conquer 法と covering 法を組み合わせたものであり、FOIL というプログラムにまとめられている。FOIL は例題から Prolog の述語の定義式 (すなわちプログラム) を自分自身と他の述語を使って帰納的に発見する。Shapiro の MIS とは違い極限における同定などの証明の概念はない。問題によっては DUCE や CIGOL など他の手法よりも格段に早く解を見つけてくる場合がある。

2・7 Research Activities on Knowledge Acquisition and Learning in Japan

Kobayashi は日本における知識獲得と学習研究の広範囲なサーベイを行った。主要項目は情報処理協会のエキスパートシステム開発における知識獲得に関する調査結果、インタビューによる知識獲得 (SIS, ISAK, EPSILON/ONE, CONSIST, GRAPE), タスク構造を利用した知識獲得 (MULTIS, 汎用探索問

題 Shell), 知識コンパイル (KCII, KCI/DST, EBL によるコンパイル, QR/P, BERG, MECHANICOT, 階層的知識コンパイル), テキストからの知識獲得 (hmU, 概念学習), 類似性に基づく学習 (ARIS, LS/1, CIGOL), 説明に基づく学習 (拡張 EBL, EBG ヴァージョン空間法, PiL, 部分説明構造からの学習, FBL), 事例に基づく学習 (アナロジー, 対話型 CRR, 診断・情報検索への応用) などである。

2・8 Explorations of How to Make Application Programming Easier

McDermott は現在 DEC で開発中の知識獲得ツール (SPARK, BURN, FIREFIGHTER) を紹介した。再利用可能なビルディングブロックのライブラリを準備しておき、ユーザがこれを用いて望みのエキスパートシステムを構築できるような知的なインタフェースを提供する。SPARK はドメインに固有の概念やメカニズムを持っており、ユーザとのインタビューで問題解決に必要なメカニズムを抽出し、問題解決器を構築する。BURN はそれに基づき知識獲得を行い、操作可能な形式に変換する。FIREFIGHTER は実際にプログラムを動かし、結果を見て SPARK または BURN にフィードバックをかける。計算機規模の評価を例題にシステムの具体的な動きを説明した。

2・9 Justification-Based Knowledge Acquisition

Gruber は正当性に基づく知識獲得と呼ばれる戦略知識の獲得手法ならびにそれを実装したシステム ASK について論じた。ASK は病気の診断のための戦略知識を獲得するシステムである。戦略知識は「なぜ」に答える知識であるが、何が関連する要素か、その評価値は何かを問題のタスク構造に応じて準備しさえすれば、通常の「何を」という質問に基づく知識獲得手法が利用できる。同様のアプローチが設計の合理性に関する知識を獲得することにも利用できることを示し、正当性に基づく知識獲得の手法の一般性を強調した。

2・10 Integration of Knowledge Acquisition and Performance Systems

Rappaport は獲得した知識を利用した結果のダイナミックなフィードバックが知識獲得には重要であることを指摘した。既存の知識ベースの再利用の重要性にも触れ、再利用する際のフレキシビリティと複雑さとのトレードオフを考慮して、個別の部品を準備すべきであると論じ、既存のデータベース管理技術やインタフェースをも取り入れたエキスパートシステム構築のためのアーキテクチャを提案した。

3. Closed Session

Close session では Chandrasekaran による招待講演と 17 件の論文発表があった。会場に設置された大画面 CRT は SUN や MAC と接続されており、口頭発表のための OHP としてのほかに、プログラムのデモ用にも利用可能であり、何人かの発表者はプログラム持参で参加し、実際にプログラムを動かして説明した。最後に John Boose が ACQUINAS で参加者全員から日本の観光旅行のための知識を獲得するデモを実演し締めくくった。Open session で議論された知識の再利用はここでも種々のレベルで議論された。また、多くのシステムが帰納推論での探索の制御に領域理論やバックグラウンド知識を利用した演繹的なアプローチを併用していた。

3.1 Tasks, Methods and Knowledge

Chandrasekaran は設計問題を例にとり、タスク、メソッド、知識の関係に関し、彼の数年来の Generic Task の研究に基づく最近の見解を整理した。現実世界の設計は決して第 1 原理からの設計のような汎用な指導原理で説明できるほど単純ではなく、問題構造に応じて下部構造が存在し、各部分構造に適した知識処理の方法が存在することを強調した。特徴的な点として、全体・部分の関係は再帰的であり、最終的に実行可能な手法に到達するまで繰り返されること、SOAR のアーキテクチャを用いれば、この考えを実装することができること、最上位の手法は提案-批判-修正法であり、その下部に提案、批判、修正の三つがあること、さらに、提案の下部構造には問題分割-解の再構成、事例の検索、制約充足があることである。

3.2 Rule Induction

5 件の発表があった。Leung は条件付き確率をバイアスとして用い、例題から分類木を帰納する ID 3 に類似の ARKAS について発表した。得られた分類木から統計的手法により重要でない条件を落とし、さらに未知データによるテストにより、分類木を洗練する。Tsuji no は領域理論を用いて ID 3 で得られた分類木を洗練する手法を提案した。分類木の不具合は構造的な不具合と意味的な不具合に分類され、それぞれに対してインタビュー戦略が準備できることを示し、適用例として TETRIS (積木落とし) を取り上げ具体的に説明した。Medow は分類型問題用の段階的知識獲得システム Hamatmid、特に第 1 段階のシステム Novice について発表した。Novice は類似に基づく学習と概念クラスタリングの手法を用い、テキストのプロトタイプから階層構造を自動的に生成し、それから 4 種類の

分類用知識を抽出する。MYCIN と同程度の性能を持つ知識を生成できることを示した。Hagiwara は choice component with include-option 法と称する分類型知識の洗練法について発表した。条件部に現れる観察事象に対し、最低何個の観測事象が観察され、その中に重要な何個かの観測事象が含まれていることという条件を付けることで、因果関係が不明確な事象を扱うことができる。Webb は分類型問題のルール生成の方法について、従来の AQ 法などが採用しているルール最適探索戦略では、個々の有望な特徴記述が必ずしも全体としての良い分類記述を形成しないことを指摘し、理論最適探索戦略と呼ばれる方式を提案した。少なくとも少数事例による評価では後者が優位なことを示した。

3.3 Hypertext

2 件の発表があった。Cunningham は概念ネットワークとハイパーテキストをリンクさせた情報検索の方法を発表した。すべてを知識として与えるのは不可能で、ユーザしか持ち得ない暗黙の知識があり、ユーザがこれを使い検索しやすい環境を提供することが重要であると主張した。Schreiweis はハイパーテキストをベースにしたエキスパートシステム構築支援システム CONCORDE について発表した。意思決定や知識の構造化を支援するシステムで global, local の 2 種類のハイパーテキストを持つ。リンクの幾つかには型があり、型ごとの制約を持ち、これを利用して知識が管理される。

3.4 EBL/CBR

2 件の発表があった。Nakamura は過去の故障とその対策事例を領域理論を用いて EBL の手法で説明することにより、事例から故障対策用の知識を獲得する手法を発表した。実際に経験した事例を使用していること、説明を抽出する過程で観測可能性、事象の重要度などを操作性基準として採用しているため、質の良い知識が獲得できる。Mizoguchi は油圧回路の設計知識獲得用のインタビューシステム ISAK について発表した。理解に基づく学習と呼ぶ手法を採用しており、与えられた回路図が設計仕様を満足している理由を領域理論を用いて理解し、その理解過程をコンパイルすることによって知識を獲得する。

3.5 Interviewing

5 件の発表があった。Hori は心に描く世界を言葉にして表現することを支援する手法について発表した。多くの知識獲得が表現のプリミティブを仮定しているが、この研究はそれを探すことを目的としている。2 次元平面に関連度に応じて言葉を配置することにより

そのパターンから発想を促そうとするものである。Giordana は例題と領域理論から分類型の構造化された知識を演繹・帰納的手法を組み合わせて学習する ENIGMA について発表した。ルール空間(グラフ)を領域理論とヒューリスティクスを用いて徐々に特殊化した知識を獲得していく。ポンプの振動をフーリエ解析したデータから得た知識は専門家が手で作成したものと匹敵する。Taki は提案主導型知識獲得システム EPSILON/ONE について発表した。EPSILON/ONE は7種類のオペレーションからなるエキスパートモデルを持ち、一連のオペレーション系列を同定し、各オペレーションごとにどのような基準が用いられているかを例題から帰納する。ベアリングの選定問題に適用し、正しく基準を獲得した。Tijerino は複数のタスクに共通に使える汎用的な知識獲得システム MULTIS について発表した。MULTIS はインタビューによってタスクを同定した後、汎化語彙を用いて記述された汎化タスクの組合せとして問題の構造を組み上げ、それを実行可能なビルディングブロックの組合せで表現する。探索空間を狭めるため多数の事例を利用している。Yoshida は複雑なシステムの機能を近似を導入することによって階層的に記述する方法を発表した。各階層は異なった領域理論(例えば、アナログ、スイッチ、論理)に対応し、どの領域理論からでも上下階層に移ることが可能である。一種の理論の変形手法と見ることができる。

3・6 Miscellaneous

Barfoursh は分散データベースから検索してきた各種知識を同化する方法について発表した。すでにあるデータから演繹できるかどうか、できない場合には、矛盾していないかどうか、新しく追加してよいデータ

かどうかなどを判定する。同化の手法は ICOT で開発されたものと類似なものを用いている。Wenger は EMA と呼ばれるエキスパートシステム構築支援のための手法を発表した。EMA では知識獲得は要求される結果、無矛盾性、プロトタイプによる検証結果によって駆動され、システムは多数の協調する自立したサブシステムの集まりとして表現される。EMA 自体が EMA の手法を用いて開発されている。Tajima は RIS と呼ばれる手続き型知識を学習するシステムについて発表した。RLS は Heurisko のように、獲得の直接の目的である手続き型知識のほかに、それを操作するメタ知識、さらにはメタ知識の学習のためにメタメタ知識を学習する機能を有している。一連の再帰的な知識獲得は単純な同一メカニズムで実現されている。オセロゲームで具体例を説明した。

4. おわりに

知識獲得は知識工学の根底をなす重要な知的活動であり、それ単独で閉じるものではない。本ワークショップで発表された手法は、最近の知識ベースシステム全体の主要な技術の進展を反映したものとも言える。今回、この分野で著名な人を多数集めることができ、Open, Closed の両 session とも非常に活発な討論が行われワークショップとしては成功したものと言える。今年は定例の KAW, EKAW のほかに IJCAI の前の週にオーストラリアで AKAW が開催される。来年には、まだ具体化されていないが第2回目の JKAW が計画されている。

[元田 浩((株)日立製作所基礎研究所),
溝口 理一郎(大阪大学産業科学研究所)]