

ペーパーセッション

- T. Kitani and T. Mitamura: A Japanese Pre-processor for Syntactic and Parsing.
- N. Mori, S. Mori and A. Matsumoto: A Computer Hardware Configuration Expert System: Examination of Its Software Reliability.
- T. Sugawara: Using Action Benefits and Plan Certainties in Multiagent Problem Solving.

ポスターセッション

- Y. Ohtake, K. Nitta, S. Maeda, M. Ono, H. Ohsaki and J. Yoneda: HELIC-II: As a Legal Argumentation Support System.
- Y. Sakakibara, K. Misue and T. Koshiba: Text Classification and Keyword Extraction by Learning Decision Trees.

これらの論文のうち、T. Sugawara(NTT 基礎研)は、マルチエージェントによる診断問題を具体的に取り組んでおり、非常に注目された研究であった。多くのエージェント指向が、抽象的枠組みのなかで、協調や問題解決の合理性(Rationality)が議論されているのに対し、Sugawaraの論文はTCP/IPをベースとするネットワークを診断するためのエージェントが、それぞれの立場の効用をもとに、むだのないアクションをどのようにとるかの枠組みと、その具体例を示している。残念なことに、今回の論文賞にならなかったが、ベストペーパーに近い内容というのが報告者の感想である。ベストペーパーに選ばれたのは、応用の領域が明確で、その有効性がきっちりと議論されているということで、次の二つの論文である。

- A. Hekmatpour and C. Elkan: Categorization Based Diagnostic Problem Solving in the VLSI Design Domain.

- L. A. Hermens and J. C. Schlimmer: A Machine Learning Apprentice for Completion of Repetitive Forms.

A. Hekmatpourの論文は事例ベース推論をカテゴリから診断するもので、対象はVLSIの設計の領域で、伝統的なエキスパートシステムの概念を実現した内容と論文構成になっている。プレゼンテーションが良いという論文の見本のような内容である。L. A. Hermensの論文は、オフィスオートメーションを扱った論文で、具体的には、作表のデータを埋める作業の合理化を、学習により、効率的にしたという内容のものである。いわゆる学習の要素を導入してオフィス作業を向上させたというもので、学習の枠組みについての新しさは何も提案されていない。その他、個々の論文のコメントはここでは、言及を避けるが、受理された論文は、人工知能の枠組みがしっかりしていること、また、応用との対応がよくとれていること、内容の表現がわかりやすく構成されていることなどが特徴である。その意味では、新しいコンセプトよりも、応用の視点からということに、常に気を使って書かれた論文が多いようである。最後に、CAIAの参加者もAI関連の会議と同様に平均して150名ぐらいの数で、またチュートリアルも10~15名程度という寂しいものになっており、今までのように、学会を開催すれば集まるという状況ではなくなっている。論文の質を下げて、論文を多く受理するということが参加者の規模を増やすことができるが、その会議の今後の運営がレベルダウンということになってしまう。いずれにせよ、会議の運営方法や組織についても検討する時期にきているのが、CAIAに限らず人工知能の関連のイベントであろう。
〔溝口 文雄(東京理科大学理工学部経営工学科)〕

IJCAI'93 参加報告

1. はじめに

第13回人工知能国際会議(IJCAI'93)は、1993年8

* 1 過去の受賞者は、Terry Winograd(1971), Patrick Winston(1973), Chuck Rieger(1975), Douglas Lenat(1977), David Marr(1979), Gerald Sussman(1981), Tom Mitchell(1983), Hector Levesque(1985), Johan de Kleer(1987), Henry Kautz(1989), Rodney BrooksおよびMartha Pollack(1991)である。

月28日~9月3日まで、フランスのChambéryで開かれた。ChambéryはLyonに近い小さな町で、町の公共施設が学会会場となっていた。参加者は1800名ほどであった。日本からは100名前後が参加していたものと思われる。

IJCAI'93において第1に特筆すべきことは、一挙に3組もの日本人受賞者があったことであろう。まず、優秀な若手研究者に与えられるComputer and Thought Awardを、日本人として初めて(さらにいえば北米大陸出身者以外として初めて*)、北野宏明が受

表1 セッションの分類と一般論文数

| | |
|------------|----|
| 機械学習 | 36 |
| 知識表現 | 32 |
| 自動推論 | 24 |
| 自然言語 | 24 |
| 分散人工知能 | 20 |
| 定性推論と素朴物理学 | 18 |
| ロボティクスと視覚 | 12 |
| 制約充足問題 | 12 |
| プランニング | 10 |
| 論理プログラミング | 8 |
| ニューラルネット | 8 |
| 認知モデル | 6 |
| 知識ベース | 6 |
| 知的教師システム | 4 |

賞した。超並列人工知能に関する一連の研究が評価されたものである。さらに、藤田正幸らの論文‘Automatic Generation of Some Results in Finite Algebra’、および國吉康夫と井上博允の論文‘Qualitative Recognition of Ongoing Human Action Sequences’がそれぞれ優秀論文賞 (Outstanding Paper Award) を受け、日本人の論文が同賞を独占した。このように、全般として日本人の活躍が非常に目立った会議であった。

今回のIJCAIには44か国から876件の論文が投稿され、そのうち220件が採用された。220件の内訳は表1のとおりである。このように会議の内容は極めて多岐にわたっており、全容を4人の目の届く範囲で総括することは不可能なので、以下では、各報告者の興味に従って重要と思われる点に絞って報告する。

2. 機械学習と知識表現

IJCAIでは伝統的に、機械学習と知識表現が重視されており、前掲の表にもあるように、今回も機械学習と知識表現の発表件数は特に多い。しかし、これらの分野の研究はいま全般的に不健全な方向へ進んでいるように思われる。人工的な知能をいかに実現するかという目的から離れ、論文を書く目的で些末な問題を小手先でいじくることに終始しているのである。この二つの分野の発表は、正直言ってほとんどつまらないものであった。これは、大多数の参加者の一致した印象である。

数少ないおもしろい発表からいくつかを紹介しよう。CBRのセッションでは、CBRにおける事例の索引付け (Rissland, *et al.*)とCBRの大規模データベースへの適用 (島津, ほか)が取り上げられていた。ともに、機械学習を現実の問題に適用するうえで重要な問題である。ただし、規則に基づく推論よりも方法論が未熟

なため、まだ有効性の確立までには至っていない。また、なぜかニューラルネットのセッションだったが、CM-5用のフレーム表現言語を開発して、その有効性を10万個以上のフレームからなる知識ベースで確認した、という発表 (Evet, *et al.*)は興味深かった。従来の機械学習の路線のなかでは、Mintonによる、制約充足問題に関する一般的なヒューリスティクスから領域に依存したヒューリスティクスを学習するシステムの発表がおもしろかった。知識を効率的なものに変換するメカニズムの研究は機械学習で最も重要なものの一つである。知識表現の発表には残念ながら、紹介するに値するようなものは見い出せなかった。McCarthyの発表は有名人ということで人を集めていたが、その内容は知識表現に状況を導入するというもので、すでに状況理論で盛んに議論されたものの焼直しにすぎなかった。

定理の証明や定量的なグラフがある論文を、完成度が高いという理由でおもしろくなくても採録する昨今の傾向が改まればいいのだが、このような論文を喜ぶ研究者がプログラム委員や査読者になって、互いに仲間うちでほめ合いをしている状況ではいかんともしがたい。これらの既成分野から、AI全般にアピールするような研究が現れることはしばらく期待薄であろう。知識表現に関する国際会議であるKR'92のサマリーがIJCAIのセッションの一つとして行われたが、こうした状況に関する危機感知識表現のコミュニティのなかにもあると見えて、理論と応用の両方にわたる研究の動向が強調されていた。

3. 自動推論と論理プログラミング

自動推論のテクニカルセッションの発表は、全24件のうち、定理証明が14件、アブダクションが4件、時間と行為に関するものが4件、演繹的プランニングと理論近似が各1件であった。また、論理プログラミングの発表は、全8件のうち、人工知能言語2件、自動論理デバッグ2件(そのうち1件はどのようなわけか論文集には収録されていない)、その他4件であった。機械学習や知識表現と同様、自動推論と論理プログラミングにおいても、高度に専門的な議論に閉じこもり、人工知能本来の目的から乖離した話が多い。以下では、現実性の高い研究をいくつか紹介する。

Leakeの論文は、式が全く現れない読みやすいものである。この論文では、アブダクティブな説明の生成に関して、論理的な規則に基づく従来の方法と事例に基づく方法とが比較されている。Leakeによれば、事例に基づく説明の利点は、説明の探索においてもその

変更においても累進的であること、事例によって領域理論の不備を補えること、完全な説明の生成に限定されないこと、確率に関する情報が得られない場合にも使えること、および説明すべき異常や説明の目的に応じた説明を生成できることにあるという。例えば、銀行から金が盗まれたことの説明として、「犯人が金を必要としていた」というのは、子供の人柄を理解したい犯人の親にとっては良い説明であるが、今後の盗難を防ぎたい銀行にとっては良い説明ではない。このような目的に応じた説明の評価は、アブダクションの研究においてはほとんど考慮されていない。

優秀論文賞を受けた藤田らの論文は、有限数学におけるいくつかの未解決の問題を解いたという、極めて明確な成果が評価されたものと考えられる。この仕事は、いくつかの性質に関して、それを満たす有限擬群の構造をさまざまな要素数にわたって具体的に求めるというものであり、藤田らは ICOT で開発された定理証明器 MGTP を用い、やはり ICOT で開発された並列計算機 PIM の上で実験を行っている。この種の並列的な探索問題は、ボトムアップにモデルを生成していく MGTP によって扱うのに適しており、さらに、プロセス間通信を必要としないため、現存の並列計算機でも高い台数効果が得られる。ここで解かれた問題が未解決であったのは、主として今までは数学者が手作業による証明で解析していたためであり、この研究は、MIMD 型並列計算機の応用の可能性を広げたという意味で意義深い。

Weidenbach は、融合原理にソートを導入する研究について発表した。ソートに関する情報は、論理プログラムの節として記述し、通常の一化と融合によって処理することもできるが、ソートが 1 項述語であるという特殊性を生かし、ソートを変数に対する制約とみなし、その制約を処理する特別な手続きによって一化を拡張することにより、計算全体の効率を上げることができる。従来のソート付き融合は、*Man(peter) ∨ Woman(peter)* のような節によって表現される制約を処理できなかったが、Weidenbach は任意の 1 項述語をソートとして扱う方法を与えている。ある種の例題の処理効率に関して、従来のソート付き融合法がソートを使わない定理証明器とほとんど同様であるのに対し、この方法を用いた定理証明器は 100 倍以上高速であることが実験によって確かめられたという。

Levy と Sagiv の発表は、論理プログラムのデータベースに対する目下の問合せに無関係(irrelevant)な節を同定して、それらを問合せの処理から除去することにより計算の効率を高める、という内容だった。

Levy らは無関係性のさまざまな定義を検討しているが、大ざっぱに言えば、ある節がある問合せに無関係であるとは、その節がその問合せ(に対する答え)の証明に現れないことである。Levy らの実験によれば、多くの場合、問合せの処理にかかる時間に比べてはるかに短い時間内に無関係な節を除去することができ、それによる処理効率の向上は平均して 10 倍に達している。人工知能において典型的な資源制約のある問題においては明らかにもっと強い無関係性の概念が必要だが、人工知能とはあまり関係のない問題領域においては、この研究の成果は十分有意義なものといえよう。

4. 自然言語

自然言語に関しては、24 件の発表(うち 1 件はキャンセル)があった。論文の内訳は、マルチメディア 4 件、応用 4 件、理解 4 件、学習 2 件、談話と会話 2 件、説明の生成 2 件、言語学的問題 2 件、機械翻訳 2 件、音声言語理解と手書き文書認識が各 1 件である。自然言語処理に関する日本からの発表は非常に多く、24 件中 6 件を占めた。数だけの問題ではないが、この分野での日本の貢献は大きい。

今回の特徴としては、マルチメディアなどの応用指向のもの、効率を重視したプラクティカルなものが多いように思われる。また機械翻訳は相変わらず例に基づくアプローチが主流であった。以下では、特に印象に残った発表について述べる。

生成プログラミングなどの仕事で知られる SRI の Appelt らが、テキストからの情報抽出について発表していた。アメリカでは、1989 年から毎年 MUC(Message Understanding Conference)という会議が開かれ、新聞記事などの文章から一定の情報を抽出するというタスクに関して、複数のシステムのパフォーマンスを評価するコンテストが行われている。本論文で述べられている FASTUS は、1992 年の第 4 回 MUC で準優勝したシステムである。優勝した General Electric のシステムのほうがパフォーマンスは良かったが、システム開発に要した時間は FASTUS のほうがはるかに短い。情報抽出においては、抽出すべき情報の項目があらかじめ決まっているため、関係なさそうな文は読み飛ばしてもよい。例えば、ある事件について書かれた記事においては過去のことが重要なので、現在形の文は無視してよいことが多い。実際、ある記事に関しては、抽出すべき情報に関係のある文は約 10%程度だったそうである。FASTUS による情報抽出は、①特定のキーワードを含む文を見つける、②非決定性有限状態オートマトンで構文パターンを解析す

る、③抽出した構文パターンからターゲットの項目に関係する部分を取り出す、④同じ文から複数の項目パターンが得られた場合にそれらを統合する、という四つのプロセスの連鎖である。以前に同じグループが開発した文章理解システム TACITUS が同じタスクに関して非常に効率が悪かったのを反省して、徹底的に効率を重視した設計になっている。

橋田浩一、長尾 確および宮田高志は、制約(情報の流れと直交する設計)と力学に基づく計算アーキテクチャを用いて、発話の途中で話者と聴者の役割が交替するという現象(共同発話)を説明している。彼らの提案する計算アーキテクチャでは、節形式の論理プログラムによって制約の記号的構造を表し、実数値のポテンシャルエネルギーとして制約の違反の程度を計量することにより、プログラムの宣言的意味を規定している。またポテンシャルエネルギーから導かれる力学に基づいて、文脈に強く依存した情報処理の制御が行われる。この計算アーキテクチャ(力学的制約)を用いることによって、共同発話が自然に説明されるとしている。これは、力学による情報処理の制御から個別的な処理が創発するので、発話の理解や生成などの過程はすべて均質であり、それゆえ互いに融合可能であり、入力と出力は制約の同一の部分に暗黙的に含まれるので、その周辺の力学的文脈に応じて入力と出力が創発的に交替するためである。

IRST の Zancanaro らの発表は、マルチメディア環境における談話構造に関するものである。共著者には、マルチメディアを用いた自然言語対話システム ALFRESCO の開発で知られる Oliviero Stock の名前もある。従来、中心化(centering)の問題は、ひとまとまりの談話における各発話の注視対象に関する議論であり、その注視対象は後続発話中の照応表現の指示物となり得る。筆者らは、これをコンピュータとの対話における照応や直示の議論に拡張している。直示はマルチモーダルな文脈でしばしば指示行為を伴って用いられる。また中心(center)には、過去に言及され指示物となった注視対象である後向き中心(backward looking center)と将来照応表現の指示物となり得る前向き中心(forward looking center)とがあり、前向き中心には、その動詞に対する関係に基づいた優先順位が付けられる。二つの発話の後向き中心が等しいか、あるいは前の発話の最優先の前向き中心と後の発話の後向き中心が等しいときに、それらの間に結束性(coherence)が存在する。また直示の場合は、直示を発生させた文脈を文脈クリエータ(context creator)とし、それによって導入された新たな中心を直示中心(deictic

center)と呼んでいる。以前の後向き・前向き中心が直示中心に含まれているかどうかで、文脈クリエータとその他の発話との結束性が決まる。本論文で紹介されたシステムは、これらの結束関係を図的に表現することによって、ユーザにシステムの文章理解の状態を提示することができる。また、ユーザは直接操作によって容易にシステムの状態を修正することができる。

長尾 確、橋田浩一および宮田高志は、前述の橋田らの提案する力学的制約の計算アーキテクチャを用いることにより、音声処理と自然言語処理の柔軟な統合を実現している。それによって音声理解において不可避な問題、つまり聞き間違い、発話の曖昧さ、不完全発話の扱い、文脈による次発話の予測、発話解釈の翻意、さらに、音素の挿入・脱落・置換などを扱うことができる。これは従来の音声言語処理のように、先行する音声処理システムの出力する音素レベルの仮説に基づいて上位の処理が進行するのではなく、構文・意味・語用レベルの知識(制約)を文脈に応じた情報の流れに従って用いることにより、必要に応じて動的に音韻モデルが起動され、音素レベルの仮説が生成されるためである。現在では実装の都合により、外部手続きとして音素認識に HMM(隠れマルコフモデル)を使っており、音素レベルの仮説の生成は手続き的に行っている(ただし、この場合も実行の制御は力学に基づいて行われる)が、将来は、HMM に相当する音韻モデルも制約として実装でき、すべてが制約アーキテクチャのもとに統合されるとしている。

Hwang と Schubert は、自然言語理解に対する理論的なアプローチはどれも部分的な現象しか扱っておらず、全体を見ていないという批判(これを理論のボトルネックと呼んでいる)に鑑み、それら断片的な理論を有機的に統合した枠組みとして、Episodic Logic(EL)を提案した。EL はこれまでに提案された自然言語処理の理論的枠組み、談話表示理論、状況意味論、型と属性の理論などを一つにまとめあげ(創造的合成: creative synthesis)、微調整しながら理論をリファインしていった成果であり、事象、照応、属性などにわたる一般的な意味論な枠組みを与えている。また EL はその計算機による実現にも重きを置いており、実用的に計算可能な理論を目指している。この仕事や前述の長尾らの研究を含む統合的自然言語処理のアプローチは、今後重要な流れとなるだろう。

5. 分散人工知能

IJCAI'93 のテクニカルセッションの構成における大きな特徴として、分散人工知能セッションの拡大が

あげられる。IJCAI '91 における分散人工知能の論文の比率は 185 件中 10 件程度であったが、今回は 220 件中 20 件が分散人工知能関係の論文であり、これは 5 番目に大きな分野を構成している。発表の内容は、共同プランニングとメカニズム 4 件、エージェント認識論 4 件、交渉メカニズム 4 件、マルチエージェント(以下 MA と略す)学習 2 件、MA システム解析 2 件、リアルタイムエージェントモデル 2 件、エージェント指向プログラミング 2 件となっており、これらは分散人工知能の観点から人工知能研究の伝統的分野の多くをカバーしている。以下では、特に印象的であった一つの招待講演と、マルチエージェントプランニングを中心に紹介する。

分散人工知能研究の歴史は 10 年以上にわたるが、研究全体の流れを見通すためのフレームワークに乏しいという声が多かった。今回の IJCAI の招待講演の一つは、Jeff Rosenschein によるものであったが、この招待講演では分散人工知能、特にマルチエージェントシステム(MAS)における標準的交渉プロトコルの基礎理論を示した。Rosenstein によれば、MAS とは各エージェントが合理的に自己の利得(もしくは各エージェントの設計者の利益)を追求し、大域的な効用といったような概念が存在しないシステムとして定義される。DAI の多くの研究は、複数のエージェントや問題解決器にわたる広域的な効用や共有ゴールを仮定しているが、Rosenstein はそのようなシステム(問題領域)を分散問題解決(DPS)と呼び、MAS とは明確に区別している。Rosenstein は、MAS における標準的交渉プロトコルをゲーム理論に基づいて特徴づけ、重要な性質として効率性、安定性、単純性、分散性、そして対称性をあげている。このような基礎理論は、MAS において受け入れられる交渉プロトコルを設計するための明瞭な規範を提供している。Rosenstein は Zlotkin と共同して、IJCAI '89 の頃よりこの一連の研究に携わっており、今回の IJCAI でも Zlotkin と Rosenstein による領域理論、特にタスク指向領域におけるさまざまな交渉メカニズムの諸性質に関する発表が行われた。タスク指向領域とは各エージェントが個々のタスクを持ち、それらの間に相互干渉がないような領域を指す。より複雑な領域は状態指向領域、価値指向領域などであり、これらに関する Zlotkin と Rosenstein の一連の論文は、ここ数年の AAAI や IJCAI で発表されている。

マルチエージェントプランニングに関しては、4 件の発表が行われた。Ephrati と Rosenstein は、マルチエージェントプランニングにおけるエージェント間の整合

のためのメカニズムとして、社会的合意の概念を提案した。この社会的合意とは、共同プランの生成に関与するエージェント集団の社会福利を最大化する状態へ、増進的に導く整合プロセスを意味する。社会的合意は、虚偽情報を流すエージェントの存在に対しても頑強であるように設計されている。大沢英一は、部分的で相互に不整合な信念を有する可能性のある複数エージェントが、機会に応じて共同の可能性を推定し、整合的に共同プランを生成する共同プランスキーマについて論じ、そのスキーマを合理的エージェントにより定式化した。松林 慶と所 真理雄は、協調的なプランを有するエージェント間でのプランの委譲や受託に関して、利得に基づくある種の社会的規則を導入することにより、個および全体としてコストを軽減させることの可能性を示した。以上の三つの発表に見られるように、最近のマルチエージェントプランニングの研究では、整合の原理をエージェントの合理性や社会的規範といったところに求めるものが多く、分散人工知能研究における初期の頃の分散プランニング手法と比較すると、より柔軟で安定した合理的整合(交渉)プロセスへと議論が発展している。Grosz と Kraus は、複数エージェントによる共同のための共有プランの形式モデルについて発表した。このモデルでは、各エージェントは、Levesque と Cohen らにより導入された共同意図(joint intention)のような、相互信念として明示的に共有された心的状態を持たない。Grosz らのモデルでは、各エージェントが持つ共有プランは、①共同行為に必要な信念と意図の集合、②信念や意図を翻意するための理論的根拠、といった局所的な心的状態のみを含む。Grosz らによれば、このような共有プランに基づき、複数のエージェントにわたる複雑な行為のためのプランニングが可能になるという。

6. ロボティクスと視覚

ロボティクスと視覚に関しては、非常に興味深い発表が多かった。井上博允は招待講演のなかで、注視点を実時間で追跡する機能を持つ視覚プロセッサについて説明し、それを用いたさまざまなロボット実験を紹介した。ハードウェアの進歩とその制御技術の進展によって、ロボットが実世界を対象とした人工知能研究の実験道具として使えるようになったということであり、ロボットという道具が人工知能にとっていかに魅力的かを非常にうまく示す講演であった。一般の発表も従来のパターン認識技術と最先端の人工知能研究とをうまく結びつけたものが多く、井上の主張を裏づけていた。Howarth らの発表は、アクティブビジョンの

ために Agre らの直示表現 (deictic representation) を用いて注視点の選択を実現している。優秀論文賞を受けた國吉と井上は、積木遊びを題材として、先生に相当する人間の動作を TV カメラで見てその動作を理解し、ロボットアームで同内容の動作を行う、というシステムについて述べた。この研究は、連続的空間的なパターン情報の定性的な理解という人工知能の重要な問題に対して明解な切口を提供している。パターン認識と定性推論を結びつける研究は、これからの進展が期待されよう。

前回の 1991 年の IJCAI では、Computer and Thought Award を Rodney Brooks が受賞した。従来のロボットのアーキテクチャ (感覚, 思考, 行動, という機能による分割) を否定し、新たに包摂型アーキテクチャを提案した業績が認められたものであった。今回の IJCAI の発表では、Brooks が批判していた、見る、考える、動くという従来の路線も依然として健在である。ただし、環境との相互作用のなかで (できれば実時間で) 速く頑強に動くロボットであることが重視されているのは、Brooks の主張に沿うものといえよう。今後は、ヒューマノイド型ロボットの開発が注目される。

会場近くの高校のサッカーグラウンドで、フランスで開発中の無人走行ジープの実演が行われた。完全な自律走行ではなく無線の指示に基づいているようだが、かなりの高速で走っていた。途中でボールにぶつかって止まるというハプニングもあった。

日本の通産省のリアルワールドコンピューティングのプロジェクトについては、招待講演 (大津展之) とパネル討論 (岡 隆一) とで取り上げられ、海外での関心の高さを示した。左脳に続いて右脳を攻めるというテーマ自身の興味もさることながら、人工知能研究の世界的な不景気のなかで、その予算額も関心の的なのかもしれない。

7. プラニング

プラニングのセッションでの発表内容は、プラニングの効率 2 件、マルチレベルプラニング 2 件、時間依存プラニング 2 件、スケジューリング 2 件、複雑さの解析 2 件となっている。最近の IJCAI や AAI では、時間依存 (実時間) プラニング、プランの再利用、即応的プラニング、そして計算の複雑さの理論解析が盛んである。今回の IJCAI での発表も、それら一連の流れのなかに位置づけることができ、特に新しい傾向は見られなかったように思う。なお、今回の IJCAI では、時間と行為に関する理論は自動推論のセッションに組み込まれている。以下では、報告者が特に興味を持つ

た時間依存プラニングと複雑さの解析に関する発表について報告する。

時間依存プラニングの研究は、AAAI '88 や IJCAI '89 での Dean と Body による任意時間アルゴリズムの提案をきっかけに、盛んに研究されるようになった。任意時間アルゴリズムとは、短い計算時間のもとでも何らかの解を返し、しかも、より長い時間が与えられればより良い解を返すアルゴリズムである。このようなアルゴリズムは、プラニングにかかる時間がシステムのパフォーマンスの効用に影響を与えるような問題領域を対象に解析が進められている。Zilberstein と Russell は、複数の時間依存モジュールを最適統合するためのコンパイル手法 (IJCAI '91 で発表) に基づき、航行ロボットの知覚・プラン生成・実行モジュールを統合する研究について発表した。今回の発表では、静的なモジュールコンパイル以外に、実行時の監視モジュールを付加して、複数の時間依存モジュールへの最適な時間割当てを保証する手法を提案している。Drummond は RTS (Reaction-First Search) と呼ばれる即応システムのプラン生成のための増進的アルゴリズムを提案した。RTS は、プラニングにより長い時間を費やせば、ゴール充足の確率がより高くなるという意味で単調なアルゴリズムである。また、RTS は統計的な意味で任意時間アルゴリズムの要請を満たしている。

プラニングの複雑度に関する理論解析に関しては、1990 年頃から AAI や IJCAI で盛んに報告されるようになってきた。Nebel は、プラン修正とプラン生成に関する計算コストの比較を行った。プラン修正は、類似プランの生成を繰り返すことを回避してプラン生成の効率を上げるというアプローチである。しかし、それが計算量的に有利であるかどうかはこれまで明確ではなかった。今回の発表では、プランの修正に関して保守的傾向 (もとのプランをできる限り利用するという立場) が強い場合、プラン修正によるプラニングは、プラン生成と計算量的に同等か、場合によってはより複雑になってしまうことが STRIPS をもとに示された。プラン修正を用いる場合、どのようなケースに適用するのが好ましいかが示唆されていて興味深い。Bäckström は、SAS (Simplified Action Structure) と呼ばれるプラン生成問題の分類に関して、さらにそれらの下位分類を詳細に行い、どのクラスの問題が多項式時間で解け、どのクラスが指数時間となるかを理論的に示した。

8. その他

以上の他の分野に関する発表件数は、全体の4分の1ほどにのぼるが、ここではそれらのうち、たまたま特に興味を引いたものについて紹介する。

制約充足問題のセッションで Selman と Kautz は、GSAT の拡張について発表した。彼らは AAI '93 でも関連発表を行っている。GSAT とは、連言標準形(節集合)の命題論理式で与えられた大規模な制約充足問題を、充足の試行を何回か繰り返すことによって解く方法である。各試行は、まず与えられた問題中の各命題にランダムに真理値を割り当て、充足された節の個数を最大限に増加させるように命題の真理値の反転をランダムに行っていく、反転の回数がある定数に達するか、すべての節が充足されるまでこれを繰り返す、というものである。この方法は、多くの複雑な問題を後戻り型の総当りの探索法よりも効率良く解くことができるが、ある種の配色問題やハノイの塔などの問題をうまく扱えないことが指摘されていた。この発表では、GSAT の3通りの拡張について述べ、もとのGSAT では効率良く解けなかった問題が、これらの拡張によって総当りの探索と同等に高速に解けるようになったことを報告している。これらの拡張は領域に依存しないものであり、他の問題解決手法にも適用できる。特に、充足されていない節の「重み」を動的に増加させ、その節のなかの命題の真理値の変更をより頻繁に行うようにする、という拡張は、解でない極小値を動的に消去する効率があり、興味深い。

認知モデルに関しては、Havel の招待講演が興味深かった。Havel はまず、日常的に問題にされる対象が単一の尺度において捉えられていること、記号体系も単一の尺度に関するものであることを指摘し、有機体や心などの複雑なシステムの特徴として、多数の尺度

にわたっており、しかも尺度の異なるレベルの間で密接な相互作用が生じていることをあげた。さらに Havel は、「創発」という概念のさまざまな意味について論じ、心を理解するには、下位レベルの現象からの上位レベルの現象の創発(1階の創発)に留まらず、多くの尺度にわたる相互作用からの創発(2階の創発)という考え方が必要であると主張した。

9. おわりに

前回の IJCAI で、Rodney Brooks が Computer and Thought Award を受けたことにより、人工知能における新しい方向が公に認知されたと考えられる。今回の IJCAI は、古い流れと新しい流れが交代しつつある時期に当たるらしい。IJCAI Award for Research Excellence という、功成り名遂げた人がもらう賞は、デフォルト論理で有名な Raymond Reiter が受けたが、Reiter の受賞講演の内容は旧態依然とした退屈なもので、エンターテインメントに徹した北野の受賞講演とは対照的であった。ただし、伝統的な方法論が何とか論文の生産力を保っている一方、新しい方法論は多大の期待を担ってはいるものの成熟した設計論を手に行っているわけではなく、IJCAI '93 におけるテクニカルセッションでの発表には、全体として特に目新しいものは少なかったように思う。次回の IJCAI は、1995年8月20~25日にかけてカナダの Montreal で開催される予定だが、それまでの状況の変化が楽しみである。

[橋田 浩一(電子技術総合研究所)

松原 仁(電子技術総合研究所/スタンフォード大学)

大沢 英一((株)ソニーコンピュータサイエンス研究所)

長尾 確((株)ソニーコンピュータサイエンス研究所)]