

ることを仮定)で表現される2値決定問題を考え、出力の確率が2分の1になる入力値を決めることを目標にし、予測性を重視した逐次学習の可能なモデルを提案している。このときの事例数に対する誤差の減少のようすを、入力的位置をシステムが指定し、それに対応する出力を獲得することができる質問つきの場合と、入出力の組がある分布に従って与えられるだけの質問なしの場合について、それぞれ求めている。統計的切り口で学習を的確に捉えており、おもしろいアプローチになっている。

画像関係でも、いくつか興味深い発表があった。例えば、T. Poggioはチュートリアルや招待講演において、ある3次元物体のいくつかの視点からの2次元画像を記憶することにより、任意の視点からのその物体を認識するモデルや、画像をいくつかの角度、いくつかの表情で学習させ、その間の画像を生成する研究を紹介した。デモがおもしろく、Garfieldやアンパンマンが笑ったり顔の向きを変えたり自由自在であった。Y. MatsuyamaとM. Tanも、ニューロコンピューティングが静止画からの動画の生成に応用できることを示した。

7. おわりに

以上のように、ニューラルネットワークの分野では、認識や運動制御だけでなく、知識表現、推論、学習、さらには意識の問題をも含めたより高次の知的な処理の実現に向けての関心が高まりつつあるが、現状では、まだ、伝統的な人工知能で研究されている記号的な処理とのギャップは大変大きいといわざるを得ない。

なお、1986年以来、IEEE Neural Networks Coun-

cil, International Neural Network Societyなどにより共催されてきたIJCNNは、この名古屋が最終回であり、今後は分離して開催される予定である。今年は、IEEE International Conference on Neural Networksが、Orlandoにおいて6月28日～7月2日まで、INNS主催のWorld Congress on Neural Networksが、San Diegoにおいて6月4～9日まで、それぞれ予定されている。アジア地区ではAsian Pacific Neural Network Assemblyという組織が作られ、10月17～20日までソウルで第1回の会議(International Conference on Neural Information Processing)が開催される予定である。

国内では、11月8～11日につくばにおいて日本神経回路学会全国大会が開かれるが、その初日である11月8日に「記号とパターンの統合ワークショップ」の開催を予定している(問合せ先:仁木(電総研)(電子メール:niki@etl.go.jp))。人工知能、ニューラルネットワーク両分野からの参加を得て、記号レベルとパターンレベルの処理のギャップを埋めることを目指した研究の発展のきっかけとなる場としたいと考えており、この問題に関心のある皆さんの熱心な参加をお願いするしだいである。

なお、本報告をまとめるにあたって、大森隆司氏(東京農工大学)、田中武久氏(松下技研(株))、金田 泰氏(新情報処理開発機構)からも情報をいただきました。

[岡 夏樹(松下技研(株))

ヒューマインタフェース研究所)

野田五十樹(電子技術総合研究所)

角田 達彦(東京大学工学部)]

ALT '93 (The 4th Workshop on Algorithmic Learning Theory) の報告

1. はじめに

第4回計算論的学習理論国際ワークショップ(ALT '93)が、東京都調布市にある電気通信大学において、1993年11月8～10日の3日間にわたり開催された。計算論的学習理論は、オートマトン、言語理論や計算量の理論、アルゴリズム論などの計算機科学における理論的枠組みを援用して、機械に学習を行わせるうえでの理論的基盤を与えることを目的としている。計算

論的学習理論に関する国際会議は近年徐々に増えつつあり、改めてこの分野が広く浸透しつつあることが認識される。

ALTは、1990年に東京大学においてその第1回目が開かれて以来、毎年外国からも招待講演者を招くなど、地道ながらも活発な研究活動を行っている。今回のALT '93は、特に海外からも理論計算機科学に携わるこの分野の“ビッグネーム”がお集まりになり(例えば、米国からCarl H. Smith博士、Philip Laird博士、ドイツからKlaus Jantke博士、ラトビアからBirzins博士、Freivalds博士、インドからRani Siromoney博士など)、実りある研究交流が行われた。以

下では、標記会議の実行委員長(富田悦次(電気通信大学)), 論文委員長(横森 貴(電気通信大学))の報告, および各セッションの座長の何人かの方々の感想を交えて, 本ワークショップのまとめを報告する。

2. ALT '93 会議概況

標記会議は, 本学会の主催で開催され, 情報処理学会, 電子情報通信学会, 日本ソフトウェア科学会, 日本認知科学会, 計測自動制御学会, 神経回路学会の協賛で行われた。

参加者は 106 名であり, その内訳は職種別にみると, 大学関係者が 75 名, 公的研究機関から 5 名, 企業から 26 名であった。また, 日本からの参加者は 85 名であり, 海外の 21 名に関しては, オーストラリア(5), 米国(4), タイ(1), ベトナム(1), インド(2), イギリス(1), ドイツ(3), フランス(1), フィンランド(1), ラトビア(2)であった。

今回の ALT の採録論文の内訳は,

- ・帰納推論(Inductive Inference) 10 件
- ・ニューラルネットワーク(Neural Network) 3 件
- ・近似学習(Approximate Learning) 3 件
- ・帰納論理(Inductive Logic) 4 件
- ・質問による学習(Query Learning) 3 件
- ・説明に基づく学習(Explanation Based Learning) 3 件
- ・その他 3 件

となっている。採択率は投稿論文 47 件中, 29 件であった。今回の特徴としては, 帰納推論に関する論文が大幅に増え, かわりに PAC 学習に関する発表が例年よりも少なめであったことがあげられる。また, 例年一つのセッションが設けられている, 類推に関する論文が一つも見られなかった。

会議は, 初日(8日)の午後1時に, 大会委員長である東京工業大学の小林重信先生のオープニングの挨拶により始まった。続いて, Oxford 大学の Stephen Muggleton 教授による招待講演(座長: 古川康一(慶應義塾大学))が行われた。発表は, 最適層化学習-漸増的なサンプリングに向けての PAC によるアプローチ (Optimal Layered Learning—a PAC approach to incremental sampling) と題され, PAC 学習を多層化した新しい学習方式を提案した。具体的には, 学習を多層化することにより, 学習に必要なサンプル数の軽減が図れるかどうかを, 理論的に解析しようとしている。この新しい学習戦略は, PAC 学習の応用領域をより広げる可能性があると述べられており, 今後の研究が期待される。

続いて, 一般発表のセッションが行われた。最初に行われたのは, 帰納論理 (Inductive Logic) のセッション(座長: 元田 浩(日立基礎研))であり, 3 件の発表が行われた。それらは, 例からの証明を取り扱うための型付きλ計算と, その証明の一般化手続きの提案, 帰納推論と演繹推論を統合することのできる新しい導出方法の提案, EBL, 類推, 発想 (abduction) などにおいて用いられる説明 (explanation) を論理的な破綻をきたすことなく取り入れることのできる論理, EL^2 の提案, に関するものであった。

続いて, 第三セッションの帰納論理と推論 (Inductive Logic and Inference, 座長: S. Muggleton (Oxford 大学)), および, 第四セッションの近似学習 I (Approximate Learning I, 座長: 今井 浩(東京大学))が行われた。特に, 近似学習のセッションでは, 深さ 4 のしきい値関数の VC 次元とブール値関数の複雑度に関する精緻な結果が発表され, 注目を集めていた。

初日の夕方には, 電気通信大学のカフェテリアにおいて立食形式のレセプションも行われた。寿司, 刺身, おでんといった日本食もたくさん用意され, 海外からの参加者の方々にもなかなか好評であったようである。

2 日目の午前中には, 質問による学習 (Query Learning, 座長: 渡辺 治(東京工業大学)) および帰納推論 I (Inductive Inference, 座長: K. P. Jantke (HTWK Leipzig)) の二つのセッションが行われた。そのなかで, 仮説空間を棄却することのできる帰納推論に関する研究(向内康人, 有川節夫(九州大学))は, 機械による発見に向けての理論的なアプローチとして非常に興味を引いたようである。また, Freivalds 博士と Smith 博士による, 学習者と学習される概念の間の双対性に関する研究は, 帰納推論に対する新しい視点を提供しており, また, 発表も非常にわかりやすい内容であり, 多くの注目を集めていた。

昼食をはさんで, 午後の最初のセッション(座長: 佐藤泰介(電総研))では, Philip Laird 博士 (NASA Ames Research Center) による招待講演が行われた。講演は, 「Identifying and Using Patterns in Sequential Data」と題され, 連続データの学習問題を, データ系列の予測問題, 外挿問題, 時系列のモデリングの問題に分類され, これらの問題の重要性を, 具体的な応用例を交えながらわかりやすく説明された。また特に, 連続データの外挿問題に関しては, データ型に依存しない一般的な外挿手法に関する博士自身の研究を中心に, 具体例を交えながら明解に説明されていた。本講演は理論面からだけでなく, 応用面から見ても非常に興味深い内容であった。

午後の EBL (説明に基づく学習: Explanation-Based Learning) のセッション (座長: 沼尾正行(東京工業大学))では, 3 件の論文が発表された。これらは正確には「説明と戦略の学習」とくくられるべき分野で, 最初の発表では, 説明構造をより精密化した「色付グラフ」と呼ばれる構造による学習, 後の 2 件は実行戦略獲得による高速化学習の研究であった。

このあと, 帰納推論 II のセッション (座長: C. H. Smith(Maryland 大学))に続いて, 昨年好評であった Impromptu Talks (座長: 安部直樹(NEC)) が今年も行われた。一般のセッションよりも熱のこもった討議が行われていたように見受けられた。

2 日目の最後は, バンケットセッション(?)で締めくくられた。場所が海外参加者の多く宿泊するホテルで行われたこともあって, 全部で 51 人の参加者のうち 20 名が外国の方々であり, 非常に有意義な研究交流の場となったようである。

3 日目の午前中は, 近似学習 II (座長: 宮野 悟(九州大学)), および帰納推論 III (座長: R. Freivalds (Latvia 大学)) の二つのセッションが行われた。特に近似学習のセッションでは, VC 次元を計算する問題の計算量に関する興味深い結果が発表され, 注目を集めていた。午後の最初のセッション(座長: 榊原康文(富士通国際研))では, 九州大学の宮野 悟教授による招待講演が行われた。講演は「ゲノム情報処理に向けての学習理論 (Learning Theory Toward Genome Informatics)」と題され, 単にこの分野の研究紹介にとどまらず, 情報科学者がゲノム情報という学際領域に取り組んでいくうえでの心構えなど, これからこの分野に入っていこうとする研究者にとって非常に有益な内容が発表の随所に含まれていた。また, 宮野教授独特の機知に富んだ講演は, この分野を知らない人にも非常にわかりやすく, おもしろい内容であった。

ALT '93 の最後のセッションは, 新しい学習の枠組み (New Learning Paradigms) と題され, データベースからの知識の発見に関する研究や, ポーランドやカナダなどで地道ながらも活発に研究が行われている Rough Set Theory に基づいた確率的な規則の学習

と, その医療の分野への応用に関する研究などが発表された。

今年は, 機械学習のセッションは EBL のセッションと合わせて二つであったが, まだ数が少ないとの意見も聞かれた。しかし, このような応用寄りの機械学習の研究論文の投稿も年々増えつつあり, 今後もこのような傾向が続くことが望まれる。

各発表に関する詳細は会議録としてまとめられ, Springer-Verlag 社から, Lecture Notes in Artificial Intelligence 744 "Algorithmic Learning Theory" として出版されている。また, 会議において発表された内容はいずれも質が高く, これらのなかから厳選されたいくつかの論文が, "Theoretical Computer Science" および, 「電子情報通信学会誌」の特集として掲載される予定である。

3. おわりに

世界に目を渡してみると, 計算論的学習理論に関する国際会議としては, すでにドイツにおける AII (Workshop on Analogical and Inductive Inference, 86, 89, 91 年と 3 年ごとに開かれている) と NIL (Workshop on Nonmonotonic and Inductive Logics) があり, また米国においては, 1988 年から COLT (Workshop on Computational Learning Theory) が毎年開催されており, 今年で 7 回目を数えようとしている。世界における他の動きとしては, 1993 年になって新しく二つの国際会議が誕生していることが注目される。一つは, イギリス Essex で去年 4 月に行われた ICGI (International Conference on Gramatical Inference) であり, もう一つは昨年 12 月に London で行われた Euro COLT である。これらの新しい会議が生まれたことは, この分野の研究活動がますます活発になってきていることを予想させると同時に, これらの会議が今後どのような特徴を打ち出しながら発展していくのかが非常に興味深いところである。ちなみに, 次回の ALT '94 は 10 月中旬にドイツの古城において AII '94 と連続して行われることが決定している。

[報告とりまとめ: 小林 聡(電気通信大学)]