

一知的・知能的という面だけでなく、最近では感性情報の処理ということもいわれています。少し乱暴ですが、私は個人的には、芸術などの感性に関係している分野でも、それが、企業として成立しているならば、AIとして可能であると考えています。定形的になった処理はコンピュータ化され、その残った部分で人間が真の独創性を発揮する。この図式が永久に続くでしょう。

30年後には、このような展望記事を依頼されても、必要なキーワードや、目的や方針、原稿の長さなどを入力すれば、さまざまなデータを検索し、判断し、原稿の素案を作ってくれるような知的なシステムができていることを信じたいですね。本日は1時間にわたって、お付き合いいただきまして有難うございました。



有川 節夫（正会員）

昭和39年九州大学理学部数学科卒業。現在、九州大学理学部基礎情報学研究施設教授、大学院総合理工学研究科情報システム学専攻教授を兼務。理学博士。現在の主要研究テーマは、計算理論、情報検索論、知識情報処理、特に各種推論機構、計算論的学习理論。第11回丹羽賞学術賞、第1回人工知能学会論文賞受賞。日本数学会評議員、人工知能学会理事、ソフトウェア科学会、LA各会員。



30年前、現在、30年後のアルゴリズム研究

西 関 隆 夫†

本原稿を書面で依頼されたとき、なんて安易な企画なんだろうかと思った。30年後なんて長期的展望をもって研究活動している方は少ないと思われるが、そんなテーマでも21研究会の主査全員に一律に与えれば、主査という立場上たいした文句も言わずに執筆を引き受けてくれるだろうという魂胆が目に見えるようだったからである。（担当編集委員の方ご免なさい。）でもこの記事が載るのは一月号で、“新春放談のつもりで気軽に「夢」を語っていただきたい”とのことなので、無責任を覚悟で独断と偏見に満ちた勝手な回想と空想をアルゴリズム研究会の宣伝も兼ねて書かせてもらいます。

現在アルゴリズム研究会で取り扱う研究分野の例として次の7つがあげられている。

1. グラフ、ネットワーク、VLSI などに関する離散アルゴリズム

2. 計算幾何学と計算代数学
3. 暗号、符号などの数論的アルゴリズム
4. 確率アルゴリズム、近似アルゴリズム
5. 並列アルゴリズム、分散アルゴリズム、ハードウェアアルゴリズム
6. データ構造
7. 計算複雑性の理論

実際に発表されている内容もほぼこのとおりである。ただ、発表されたアルゴリズムの扱う問題はグラフや計算幾何学が多く、残念ながら暗号などの数論的問題が少ない。最適解を求めるアルゴリズムのほかにも、最適解に近い近似解を求める近似アルゴリズム、いつでも最適解を求めるとは限らないが高い確率で最適解あるいはそれに近い近似解を求める確率アルゴリズム、乱数の使用を許すランダムアルゴリズムの発表もなされている。また、アルゴリズムの効率は使用するデータ構造に依存するので、新しいデータ構造の工夫や設計がなされている。さらに具体的なアルゴリズム

アルゴリズム研究会主査
† 東北大学工学部情報工学科

ムの基礎として計算量理論の発表もされている。使われている計算モデルは逐次型が大部分であるが、並列型や分散型のモデルも使われることが次第に多くなってきた。以上がアルゴリズム研究会での発表の現状である。

情報処理学会の研究会は原則として時限であり、その継続期間は通常4年である。したがって1988年に発足したアルゴリズム研究会が1992年度以降も継続されるかどうかは1991年に審議される。あまり活動が停滞していると潰されるかもしれないが、本研究会に関するかぎりその可能性は少なく、むしろ研究会開催回数や発表件数が多すぎるといってお小言を頂戴している。いずれにしろ30年後にも「アルゴリズム研究会」がそのままの形で存続しているとは思えないが、「アルゴリズムの研究」は30年後でも活発に行われていると確信している。ただ、その内容はだいぶ変わっているであろうという気もするし、現在解けない問題はそのまま残って30年後も同じようなことを続けているかも知れない。皆目見当がつかない。

アルゴリズムの研究が今から30年後どうなっているか予測するために、30年前から今までどうだったか個人的な経験を中心に思い起こしてみよう。1960年ごろは中学生だったので、当時のアルゴリズム研究について実体験として語る資格はないのだが、あえて行ってみよう。実用的なアルゴリズムとしては計算時間が入力サイズの多項式で抑えられることが重要であるとEdmondsが雑誌の論文に書いたのが1965年である。我が国でも1962年という早い時期にIriによってアルゴリズムの効率について注意が喚起されているのも注目に値する。どちらの論文も1970年ごろの大学院生時代に読んだが、世間一般もアルゴリズムの効率に注意を払っていなかったせいか、お二人の論文のその部分について強く印象は残らなかったのは残念である。1968年にFFTの論文を4年生の研修発表のために読んだときには内容に大変感心したし、その実用的意義も分かったつもりになった。しかし、計算時間が $O(n^2)$ から $O(n \log n)$ へ改善されたという現象はフーリエ変換というきわめて特殊な問題だから起きたのだと思ってしまって、それを一般論としてとらえる力はなかった。その改善で使われたアルゴリズム設計手法が分割

統治法であると気付いたのはずっと後のことである。もっとも1965年の論文でCooleyとTukeyがFFTを再発見したときに彼ら自身が分割統治法を意識していたかどうかは大いに疑問である。1974年にHopcroftとTarjanによる平面グラフ判定線形時間アルゴリズムの論文を読んだことがその後の10年以上の研究に大きな影響を与えた。グラフのリスト表現、深さ優先探索、再帰呼出し等々、当時としては目新しい手法が華麗に組み合わされて線形時間アルゴリズムが導かれていたのに大いに感心した。1977年から78年にかけて一年間カーネギー・メロン大学に滞在したが、そこでは同年輩ではあるが計算幾何学の創始者であるShamosとずっと若い助教授だったBentleyの2人が盛んに計算幾何学の研究をしていた。彼らの発表や講義を何回も聞いたが、使う手法はいつも分割統治法で、取り扱うのは凸包ばかりで少し食傷気味であった。Shamosに話を聞くとグラフアルゴリズムの研究者は多過ぎるので、だれも手をつけていない何か新しい分野のアルゴリズムを始めたかったのだという。計算幾何学が今のようになり、学問としても広がり、VLSI設計や地図情報処理などにこれほど応用されるようになるとShamosの近くにいたにもかかわらず、1977年当時予想できなかったのも不明の至りである。ともかく1960年代になって始めて多項式計算時間やオーダーという概念が考え出された。そして1968, 69, 73年と続いてKnuthの名著が出版された。これらが1970年のCookによるNP完全性の証明、1972年のKarpによる多数のNP完全問題の発見へとつながった。その後1974年のAho, Hopcroft, Ullmanによる名著の出現によりアルゴリズムが“理論”あるいは“科学”として成立し得ることが認知され、アルゴリズムの研究が爆発的に盛んになった。アルゴリズムは今や計算機科学科や情報工学科の必須科目として認められ、電気系学科における電磁気学、物理学科における量子力学に相当する役割をはたしている(と少なくとも著者は思っている)。

アルゴリズムの歴史は古代の中国人剰余定理までさかのぼることができるが、そこまで考えなくても、ここ30年にわたる近代アルゴリズム理論の発展は目を見張るものがある。これもコンピュータが開発され、メモリやマイクロプロセッサも

安くなり、高性能大容量の計算機が普及したことが大いに影響している。電子計算機が始めて作られたころには内部メモリは数十語しか使えなく、そのころのアルゴリズムの評価基準は今とは相当に異なっていて、(よくは知らないけれど) それなりのアルゴリズムの工夫や理論があったのでしよう。今まで逐次直列型の計算機が使われてきたので、アルゴリズムの理論も逐次直列型計算モデルに基づいていた。自然科学とは異なり人工的に造られた計算機を対象とするコンピュータサイエンスの宿命として、アルゴリズムの理論はその時々に応用になる計算機に強く依存するので、30年後にハードウェアがどのような型になっているかによってアルゴリズム理論の動向もかわってくる。逐次直列処理が向いている問題も数多くあるので逐次型アルゴリズムの研究も残るであろうが、次第に並列計算機が増えてきて、アルゴリズム理論もそちらに傾いていくと思われる。しかし、並列計算機への入力はどうするのか、P-RAM は現実離れし過ぎてないかなど、理論と実際のギャップが大きいようだ。たとえ 30 年後に計算速度が現在より 5 桁向上し、使えるプロセッサ数も 8 桁になったとしても、現在扱いにくい問題はやはり解けないまま残るだろうし、解ける問題のサイズが大きくなれば、解きたくなくなる問題のサイズはもっと大きくなるので、アルゴリズム理論の出番に苦勞することはなからう。ただあまりに複雑なアルゴリズム、たとえば Hopcroft と Tarjan の平

面性判定アルゴリズムはともかく彼らの平面埋込みアルゴリズムなどは複雑過ぎて、とても並のプログラマではプログラムできそうもない。また化物みたいに巨大で複雑なデータ構造も使われなくなるだろう。また現在の計算幾何学のようにあまりに数学的になり過ぎたのも困りもので、必ず揺り戻しが来るはずである。それには 30 年もかからず、ここ 5~6 年で現実に即したアルゴリズム研究に回帰するはずである。いずれにしろ真に技術的要求があるアルゴリズムを扱っていけば困ることはないだろうと楽観している。



西関 隆夫 (正会員)

1947 年生。1969 年東北大学工学部通信工学科卒業。1974 年同大学院博士課程修了。工学博士。同年同大学通信工学科に勤務し、1976 年助教授、1988 年教授。1990 年情報工学科教授。この間 1977 年から 1 年間米国カーネギー・メロン大学数学科客員研究員。アルゴリズム、グラフ、ネットワーク、暗号、計算複雑さ等の研究と教育に従事。1989 年電子情報通信学会論文賞、1990 年情報処理学会 30 周年記念論文賞受賞。著書「Planar Graphs: Theory and Algorithms」(North-Holland, 1988 年)、「離散数学」(朝倉書店、1989 年)など。電子情報通信学会、日本応用数理学会、ACM 各会員、IEEE シニア会員。



社会システムの向上を目差して

杉 田 繁 治†

1. 情報処理学会の名称変更を

情報処理学会が設立されたころは、まだ『情報』という言葉が今日ほど一般的でなく、学会の

名称についてもいろいろ議論があったようである。『知識産業』とか『情報産業』とかもそのころ出現している概念である。それはコンピュータの応用が広がり始め、また通信技術の発達、それとコンピュータとの結合によって新しい変化が社会の中に出てきたころである。

人文科学とコンピュータ研究会主査
† 国立民族学博物館