

AIと並列/分散/協調処理

吉田紀彦(九州大学工学部情報工学科)

どうとでもとれる表題で申し訳ないが、言語処理系とか OS といったシステム・ソフトウェアに携わる者の立場から、AIの並列化・分散化という最近の動きについて日頃感じていることを少しまとめてみたい。

一口に AI の並列化・分散化といっても、細かく見るといろいろある訳で：

① 高速化のための並列 AI: 極論かも知れないが、突き詰めて言えば“探索を速くしたい”ということのようにも思える。もちろん Rete ネットワークの並列化といったテーマもあるが、とにかくここで重要なのは、並列処理であるかどうかアプリケーション・プログラムには見えないということで、例えていえば数値計算のベクトル化に近いものがある。

② マルチエージェント・システム: 1つのエージェントでは解けないような問題を幾つかのエージェントの協力で解こうとするシステムということだが、見方を変えれば、制御や情報の推移が事前にはよく判らないような処理のためにルール・ベース・システムが導入されたのに対して、もう一段高いところで導入されたのがマルチエージェント・システムだと捉えることもできる。黑板システムなどもこれのサブセットと捉えることができるかも知れない。

③ ニューラル・ネットワーク、遺伝アルゴリズム、アーティフィシャル・ライフ: これらは本来は一緒に扱われるべきものではないが、微少なプロセスの集団を熱力学的・生態学的に捉えてまったく新しい計算メカニズムを作り出すとされている点では、互いに近いものがあるように考えている。

さて、ここで問題にしたいのは②のマルチエージェント・システム(以後、MA システムと略す)である。MA システムでは分散処理であること、論理的に見れば“並行処理(複数プロセスによる処理)”であることをアプリケーション・プログラムにあからさまに意識させる。では、その上に MA システムが構築し易いような言語とか OS とかのシステム・ソフトウェアとは、いったいどのようなものなのだろうか。

と言いつつ、先に進む前にもう少し言葉の整理をしたい。

◎ 分散 AI というキーワードがあるが、これは MA システムと分散ネットワーク上の AI システムとが渾然一体となった言葉のような気もする。この書き方では違いは今一つはっきりしないが、後者は例えば分散トラッキング・分散管制などのシステムのことである。つまり、物理的・地理的に分散した状況で監視とか制御を行うシステムであって、上の②のような MA システムとはちょっと毛色が違う。また、人によっては分散探索も含めることがあるが、こうなると(高速化のための)並列探索との境目もよく判らなくなってくる。だから、この言葉はここでは使わないことにする。

◎ では協調処理とは何か。この言葉もちゃんとした定義はなくて人それぞれ気分で見ているようなところがあるが、並行処理、特に分散処理の延長線上にあって MA システムが構築し易いような基盤、つまり(くどいようだが繰り返すと)制御や情報の推移が事前にはよく判らないような分散処理、というあたりが共通認識だと言ってもいいように思う。個人的にはこの意味で使っている。

という訳で、ここでの問題は結局は、協調処理を実現するシステム・ソフトウェアとは、という話になる(これだけでは単に言い替えているに過ぎないが)。これを考えるためには、ではこれまでの分散処理用言語や OS では何が足りないのか、をまず明らかにしないとイケない。

ちなみに90年代は分散 OS の時代だとか言われているが、今の分散処理は、それほど細くない複数のプロセスがメッセージ通信で互いに情報をやり取りしながら全体として決められた仕事をする、というようにモデル化されている。しかしながら：

① メッセージ通信は goto 文である。…いきなり極論で恐縮だが、メッセージ通信では制御や情報が送信者から受信者へ渡るということがあらかじめ規定されている。これを“構造化”したものが遠隔手続き呼出しだが、推移が固定されていることにはかわりはない。そこで MA システムの実現のためには、上で言ったように、手続き型システムに対してルール・ベースト・システムが導入されたように、従来の分散システムに対して協調システムが導入されることになる。そのエージェント間相互作用の基盤はメッセージ通信ではない。例えば黑板通信であり、または制約である。これらが真に最適だと言い切ることはできないが、今の段階では十分に適切な相互作用機構と言っていいと思う。

② プロセスが集まればいいというものではない。…プロセスという概念は、実世界の自律的個体をモデル化するには役に立つ。しかし、今の分散処理には“集団”という概念がない。全体としての仕事にプロセスがどう寄与するか、つまり例えば、プロセスが自分をどう集団に適應させなければならないか、逆にあるプロセスが参加することで集団がどう影響を受けることになるか、といったことをモデル化することができない。実際、今の分散処理でプロセスを組み合わせるシステムを作り上げていく時の指針には、サーバ・クライアント・モデルといった貧弱なものしかない。集団はその外側から見れば(全体で一つの仕事をする訳だから)一つの自律的個体で、内側から見れば参加者が適應すべき環境である。

そこで、我々は次のような方針で協調処理のモデルと言語処理系を提案している [Yosh90]。

① 自律的個体としての集団を基本構成単位とする。

② 相互作用は環境を介したパターン照合通信(黑板通信)とする。

具体的には、自律的主体であるプロセスと相互作用媒体である場を一体化したセル(cell)というものを考え、これを基盤にモデルを構築している。そして、協調型問題解決などのいろいろな例題に適用してみている。このモデルの良さはさらに実験を重ねていかないと立証できないが、少なくとも分散処理から協調処理へのこの動きは、MA システムを作る上では必然と言ってもいいと思っている。

実際、このような協調処理は MA システムだけでなく、実はいろいろな応用分野で同時発生的に注目され始めている。幾つか具体例を挙げると：

大規模分散システム

分散制御 (FA)

グループウェア

これらの分野では MA システムを作るために考え出されたいろいろなアイデア、例えばまとめ役なしに意見の違いをどう調停するか、といったことが改めて別々に議論されていたりする。そこで協調処理のモデルという共通基盤を用意すれば、MA システムのアイデアを他の分野に持って行くこともできるようになるであろう。そのためにも、モデルの洗練を急いでいるところである。

[Yosh90] 吉田, 榎崎, “場と一体化したプロセスの概念に基づく並列協調処理モデル Cellula”, 情報処理学会論文誌 31:7 (1990) 1071-1079.