

パーソナルコンピュータによる並列処理



研究ノート

大川善邦*

1. コンピュータの特徴

自動車が人間の足の機能を延長した機械といえることができるとすれば、コンピュータはおそらく人間の頭の機能を延長した機械ということになると思います。しかしこれは、あらかじめお断りしておきたいと思いますが、コンピュータが人間の頭脳と同じ働きをするものだとすることを主張しているものではありません。ちょうど人間の足のメカニズムと自動車の車輪の回転のメカニズムが違っているように、コンピュータの仕組みとその働きも人間の頭脳とは全く違ったものになっています。これは当然のことだと思います。

コンピュータという機械が、これまでの機械と全く違った特徴を持った機械であることは事実だと思います。例えば、自動車で言えば、他人が乗っているものと全く同じ型式のものには乗りたくない、というような気持ちが働きます。交差点等で止まったときに、自分の自動車と全く同じスタイルの自動車が前に止まっていると、ちょっと厭な気持ちになったりします。

コンピュータの場合はどうかといえますと、これは全く逆であって、他の人が使っているコンピュータと別の形式のものを使うととても不便でどうしようもない、ということになります。

これはちょうど、会社の廊下などで出会ったときに挨拶もしない人がいたらどのように思うかということですが、とても厭な気分になることはまちがひありません。もっと極端に言えば、日本語を話せない人がいたとすると、スムーズに意志を通じ合うことができません。もっとも

最近では英語を話す人が多くなったので、日本語が話せなければ英語で会話すれば良いのですが、これは別の問題であって、私がここで言いたいのは、人間が会話をするためには共通の知識が存在することが必要だということなのです。これを同じカルチャー上での対話可能性などと言うことがあります。

われわれが、アメリカなどに行ったときに、会話が通じないというのも会話の基礎となる共通の知識（すなわちカルチャー）が違っているために、音だけで意味を理解しようとするために理解の程度が低くなるためだと思います。

このように考えてくると、コンピュータが人間の頭の機能を延長したものであるという意味が分かると思います。コンピュータはとても選択性の高い柔軟な機械なのですが、必ず標準化という作用が働いて、その結果としてある一つの形式に統一され、選択性が失われていくという宿命を持っています。この事実を私は、コンピュータの標準化作用と呼んでいます。

2. 並列処理

さてここで、コンピュータの能力の話になりますが、一般に、できる限り高速のコンピュータを作りたい、あるいは使いたいという願望はメーカー、ユーザー共に強くあります。これを満足するために、スーパーコンピュータが生まれたわけですが、それでもなお演算速度の速いコンピュータに対する要求は残っています。どこまでも速いコンピュータを追求することが必要だということです。これは多分、コンピュータの場合、コストがあまり問題にならず、性能が競争の鍵を握っているからだと思います。

コンピュータの並列処理はこのような背景から生まれたものですが、現在世界のいたるところ

* 大川善邦(Yoshikuni OKAWA), 大阪大学工学部電子制御機械工学科, 教授, 工学博士, 機械制御

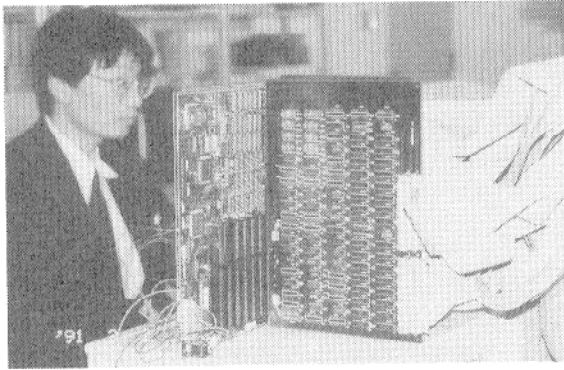


写真 パーソナルコンピュータから作った
並列処理装置の一部

ろで研究が進められています。私もこの点について考えたのですが、最近並列処理のコンポーネントとしてパーソナルコンピュータを使ったらどうだろうか考えるようになりました。

パーソナルコンピュータは量産されるコンピュータであって、高性能で低価格という特徴を持っています（例えば自動車のように）。この点をうまく利用すると巨大なコンピュータが簡単にまた安く作れるということになります。

例えば、機械工学において2次元平板上で熱拡散方程式を解くときに次式を使います。

$$T_{i,j}^{n+1} = \frac{T_{i+1,j}^n + T_{i-1,j}^n + T_{i,j+1}^n + T_{i,j-1}^n}{4} + Q_{i,j}^n \quad (1)$$

平板を格子点に分割して、最初に各点に対して値を与えておきます（初期値）。それから右辺を計算してその結果を左辺に代入します。全平面に対してこの計算を行った後に、各格子点の値の変化を見ます。もし変化が小さいときには、もうそれ以上計算をしても変化はないものと考えて計算を打ち切ります。

この計算式を複数のコンピュータを使って計算することを考えます。図1のように各メモリに格子点を割り当てて計算を並列的に実行したとします。ここで問題になるのは(1)式の右辺

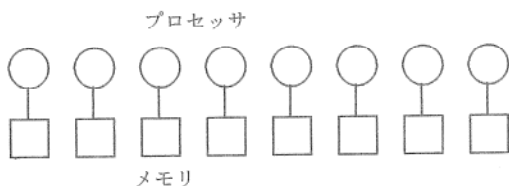


図1 通常の並列処理（データ通信が必要）

の計算が、一つの格子点の値とそれに隣接する東西南北合計5個の格子点の値が必要になるといことです（これを5ステンシルといいます）。

だから図1のように格子点をメモリに分けて並列処理を行うと、ある格子点の計算を行うために隣のメモリのなかにある格子点の値が必要になってしまうということになります。これをプロセッサ間でのデータ通信といいます。これが意外に時間がかかるために並列処理の効果が薄れてしまいます（並列処理のオーバーヘッドといいます）。

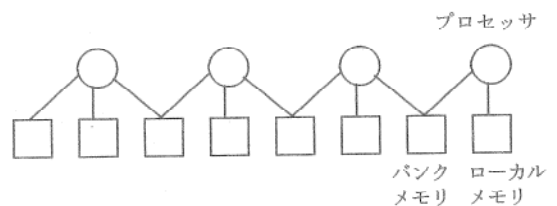


図2 新しい構造の並列処理（データ通信不要）

この問題点を解決するために考案したアイデアは次の通りです。まず、メモリとプロセッサを図2に示したように接続します。ここでメモリは2つのプロセッサと接続されているところが味噌です。このようなメモリをバンク切り替え型メモリといいます。ただ一つのプロセッサにのみ接続されているメモリをローカルメモリといいます。詳細を述べることはできませんがプロセッサはまず自分のローカルメモリとそれから左側のメモリを持って計算を行います（左モード）。次に、バンク切り替え型メモリを切り替えて、ローカルメモリと右側のメモリを持って計算を行います（右モード）。このようにすると、先ほど述べた境界部分の格子点の計算がデータ通信無しで実行できることになります。実際に製作した並列処理の実験装置を写真に示します。

3. 終わりに

以上は、先年（1990年）11月ニューヨークで開催されたIEEEのSupercomputing '90において私が発表した論文の内容のサワリを述べたものです。