

二次記憶装置（主に磁気ディスク）の制御装置の知能化、ディスクキャッシュの利用、あるいは二次記憶装置そのものの改良によりデータ検索の高速化と主記憶へのデータ転送量の削減をはかろうとするものがある。データベースマシンが普及しない原因は、コストパフォーマンスの悪さであると考えられており、最近では、汎用のハードウェアをうまく用いて処理効率を向上させる方向が重視されている。たとえば、従来の磁気ディスク装置を用いる場合には、ディスクの転送速度のネックを解決するために、関係演算の対象となるデータをディスクに分散格納し、アクセスを並列に行う。また、関係演算の並列処理には、VLSI 指向のアーキテクチャを取り入れたり、汎用プロセッサを多数用いて実現する方法が提案されている。

(3) 統合分散処理システムとデータベース研究

(1)及び(2)の分散処理形態は、一つのノード（センタ）内での処理形態であり、さらに複数のノードがネットワークを介して結合される形態をここでは統合分散処理システムと位置付ける。これは、データベース研究からみれば分散データベースシステムと呼ぶものである。

分散データベースシステムの形態としては、すでに構築され各地域に分散しているデータベースシステムを広域的なネットワークを用い統合する形態から、さらに、局所的なネットワークと、個人ベースで占有化されるプロセッサ（ワークステーション、パーソナルコンピュータ）を用いた形態へと進展している。この形態は、特に OA などに用いられる。いずれの形態においても、分散データベースのねらいは、データベースアクセス利用者に対し、データの所在を意識させず

に、しかも統合された一つのデータベースシステムとして、同一のインタフェースで処理できるようにすることである。したがって、研究課題としては、①異種データベースを統合するためのデータビュー及び操作インタフェース、②データ資源及びメタデータ資源配置の最適化、運用管理の一貫性、③ノード間にわたる問い合わせの最適化、アクセスの同時実行制御、更新同期、④異種データベースの標準アクセスプロトコルなどがある。研究の状況として、関係データベースに対する問い合わせの最適化、同時実行制御などで提案が続けられている。④に関しては、ISO で遠隔データベースアクセスの標準化の活動が開始されている。これらに加えて、最近の研究動向として、OA 環境で必要なホストプロセッサのデータベースとパーソナル系のプロセッサ間の垂直分散、意志決定システム (DSS) などの応用処理や文書処理などとデータベースの融合をはかる高度な利用者インタフェースなどがある。

3. おわりに

ここで述べたデータベースとかかわりの深い分散処理システムは、目的によっては実用化段階にあるものもあり、一部ではすでに実現されている。しかし、分散データベースにみられるようにアルゴリズムにかかわるものあるいはマルチメディアなどの利用の多様化・高度化への対応が必要なもの、データベースマシンにみられるようにハードウェアの著しい進歩による方式の見直しが必要なものなど分散処理に関するデータベース研究も新たな段階を迎えたともいえる。

(上林 彌彦, 石井 義興, 鈴木 健司, 三浦 孝夫)

(昭和 61 年 12 月 10 日受付)

6.3 オペレーティングシステム研究会

Network operating system, distributed operating system の名がすでによく使われていることは、分散処理とオペレーティングシステムとの間の深い関係を示唆している。分散配置されたコンピュータハードウェアと通信回線の上に、目的とする機能を実現するために書かれた応用プログラムが動作できるためには、それらの間の媒介をするソフトウェアすなわちオペレーティングシステム（以下 OS と略記）が必要となることは、いうまでもない。以下では、そのような分

散処理のための OS を分散処理 OS と呼ぶ。

分散処理 OS は、まず各種機能を実現するための応用プログラムに対して、それを実行するための土台となる処理単位を提供する。これは、通常、プロセスなどと呼ばれる。在来の集中型 OS におけるプロセス概念の、分散システムへの直接的な拡張と見なされるものである。そのようなプロセスを実行単位として、それらに生じ得る問題は、Tanenbaum ら¹⁾に従うまでもなく、次に示すようなものである。

- プロセス間の通信手段（メッセージ送受、遠隔プロセス・ジョールなど）
- 名前管理と保護（プロセスやファイルなどをどのように識別し、許可されたアクセスのみが許されるようにするか、など）
- 資源管理（各プロセスにどのようなハードウェア資源をわりあてるか、たとえば、各場所にどのような能力のコンピュータを置き、どのような容量の通信回線で結ぶか、各プロセスをどのコンピュータで処理させどのように負荷分散をするか、さらに、デッドロックをどのように防止するか、など）
- 信頼性（一部の場所のコンピュータや回線が故障した場合でも、全体としてシステムのできるだけ多くの部分が有機的に機能し続けるためにはどのような構成・手段を提供すればよいか）
- 使用者に提供される機能・サービス（ユーザや応用プログラムにいろいろな便宜を提供すること。たとえば、ファイル装置やプリンタを共用できること、電子メール・サービスが使えることなど、また、端末におけるユーザ・インタフェースの問題など）

これらの問題は、ある程度まで集中型 OS においても存在してきたものであるが、分散処理 OS においてはるかに複雑になり鮮明化したものとなった。その解決方法をさぐることは OS の中心的な研究問題となりつつある。情報処理学会の OS 研究会においても、取り上げられるべき問題と思われる。

これまでの OS 研究会の研究報告や、主催したコンピュータ・システム・シンポジウムにも、コンピュータネットワークなどの分散処理技術を取り扱った論文が、すでに数多くあらわれてきた。2年ほど前からふりかえってそれらのテーマをあげてみると次のようになる。コンピュータネットワーク上のソフトウェア開発環境、ネットワーク上に構築された分散 OS の基本機能、分散型データベースの性能評価、ローカル・エリア・ネットワークにおける受信バッファサイズ、分散オフィスシステムにおけるプロセス管理、オフコン/分散プロセッサとワークステーションの機能分散、カタストロフィ理論によるネットワークシステムの性能評価、相互接続されたポーリングシステムの性能解析、ネットワークシミュレータの性能解析、多層構造を考慮した伝送効率の評価、OSI 標準化: OSI 管理・OSI アプリケーション、リモートデータベースア

クセスの標準化、大規模高速疎結合システム、分散型個人計算環境、JUNET、ワークステーション向き OS、など多岐にわたっている。

分散処理の形態については、さまざまな方式や局面が考えられる。そのうちでも、しばしば議論を呼ぶ局面は、高性能計算機を集中的に配置する方式と、小規模低性能の計算機を多数分散配置する方式の比較である。この問題は、研究連絡会やシンポジウムパネル討論でも関心を呼び議論された。明確な結論は出なかったが、議論の結果は次のように集約されると思われる。すなわち、両方式ともそれぞれ利点と欠点があり、価格と性能だけを考えると、必ずしも片方だけがすべての場合に優位にあるとはいえない。今後も、大規模集中方式が有利となる使用環境も存在し続けるであろう。しかし、信頼性・安全性については、分散方式の絶対的優位さには疑いをさしはさむ余地はない。

分散方式の方が安全であるということで、分散処理でないシステムの研究には研究費を出さないという方針を米国防省がとってきたといわれること²⁾も納得できるものである。米国の大学などの研究費のかかなりの部分が米国防省から出ていることを考えると、その影響があること自体に無視できないものがある。いずれにせよ、今後分散処理方式はますます増加していくであろうが、大規模集中方式もある程度残っていくであろうということで、コンピュータ能力の配置形態も用途別また使用環境に応じて多様化するであろうというのが大方の一致したところと思われる。当研究会においても、分散処理技術の OS 関連の論文発表が今後もますます増加すると予想されるが、集中型 OS 関連のテーマも存続するであろう。

さらに、元 ACM 会長 Brandin 氏らによる、米国防務省委託の調査報告によれば、日本のコンピュータサイエンスは、米国に比べて、ソフトウェアにおいても現代の製品の製造技術はひけをとらないが、ソフトウェア特に OS の基礎研究においては大幅に遅れておりその差も急速に拡大しているという³⁾。その報告が実態を正しく捉えているとすると、分散処理 OS 関連においても、製品に即した論文発表は多いかもしれないが、オリジナルなあるいは基礎的な研究発表が、非常に少ないかあるいは関心を呼ばない、という事態が予想される。もしその事態が改めるべきものならば、バランスをとるように研究会運営をする必要があるということになる。しかし、そのことの是非も含めて研究会の運営方針は、今後も研究連絡会などで十

分に検討する必要があると思われる。

参考文献

- 1) Tanenbaum, A. S. and van Renesse, R.: *Computing Surveys*, Vol. 17, No. 4, p. 425 (1985).

- 2) Lamport, L.: *Operating Systems Review*, Vol. 19, No. 4, p. 37 (1985).
3) Brandin, H. B.: 情報処理, Vol. 26, No. 5, pp. 453-457 (1985).

(亀田 壽夫)

(昭和 61 年 12 月 1 日受付)

6.4 計算機アーキテクチャ研究会

1. はじめに

計算機アーキテクチャ研究会は計算機における演算・記憶・入出力方式, 逐次・並列・分散処理計算機方式, 画像データベース・シミュレーション・人工知能などに適した専用計算機方式, VLSI・ULSI 指向計算機方式, 各種方式の評価, 計算機の構造記述などをその主な研究テーマとしており, 新しい計算機の構築に関する種々のトピックを取り扱ってきている。とりわけ最近, 並列計算機・専用計算機の研究の進展にともない負荷分散処理, 機能分散処理などの分散処理化が著しい。本研究会では分散処理に関し積極的に取り組んでおり, 本年 3 月にも「メインフレームとワークステーション」と題するパネルを設け, この二つの代表的計算機の将来像とそれらの間での分散処理形態について有意義な意見交換の場をもつことができた。

2. 分散処理に対する考え方・取り組み方

●並列プロセッサにおける負荷分散処理

MC 68020, i80386 など高性能 32 ビットマイクロプロセッサが開発され, 数 MIPS の処理要素が 1 チップ化されるに及び, 安価なこれらの VLSI チップを多数利用した並列コンピュータの開発が進んでいる。シーケント社の Balance 8000, フレキシブル社の FLEX 32, Alliant 社の FX/8 など, 1 ボードに二つないし二つのプロセッサを搭載し, 高速な単一バスで結合した共通メモリ形マルチプロセッサがすでに商用化されている。プロセッサ台数は 10~30 台程度接続可能な構成を取りユーザの要求に合致したシステムを作成でき, 柔軟にグレードアップしていくことができる。現状では, 単一ジョブの並列処理による高速化よりもむしろスループットの向上に力点が置かれているが, 今後, 並列プログラミングツールの開発が重要

な研究課題となろう。アーキテクチャ的には共有メモリ型並列プロセッサではキャッシュコヒーレンシメカニズムが重要な研究テーマである。パークレイの SPUR を始め大学での実装も始まっている。

また, 共有メモリ型マルチプロセッサには RP3 や GF 11 などバスではなく多段スイッチネットワークを利用するマシンも出現してきた。ネットワークの設計, ホットスポット解析, コンバインドオペレーションがアーキテクチャの主要研究課題といえる。また, アーキテクチャの階層化については, イリノイ大の Ceder プロジェクトでは Alliant FX/8 をエレメントとする大規模並列マシンの研究が進められている。ローカリティを生かしたアーキテクチャの階層化は不可欠の技術であり CM* などでも検討されているが, より厳密な研究が必要と思われる。

非共有メモリ型, すなわちメッセージパッシング型アーキテクチャはカルテックの Cosmic Cube, インテル社の iPSC, フローティング社の T シリーズ, NCUBE 社の NCUBE などハイパキューブ網を基本とする並列マシンが商用化している。バスではなく柔軟な結合網を用いているため, このようなアーキテクチャではプロセッサ台数に基本的には制限がなく, iPSC では 128 台, NCUBE では 1024 台のノードが結合可能である。これほど多数のプロセッサから成るシステムが構築可能になったのもハードウェア技術の進歩によるところが少なくない。1000 台規模の多数のプロセッサを有効に利用するためのソフトウェア技術は重要な課題といえる。アーキテクチャ的にはプロセッサ間結合部の機能向上が重要な問題であり, NCUBE における通信ポートとプロセッサの 1 チップ化を始め, 種々のアーキテクチャの改良が必要であろう。国内でも富士通の CAP でメッシュ結合網を用いた大規模な並列マシンの開発が進んでいる。また,