

## スーパーパーソナルコンピュータの最近の動向

齋藤 信男

慶應義塾大学理工学部数理科学科

### 1. はじめに

Alto machine 以来、高機能を持つスーパーパーソナルコンピュータあるいはワークステーションが段々と普及してきている。そのハードウェア構成は、多様であり、非常に高価で高機能を持ったものから、従来のパーソナルコンピュータ (PC) を基礎にしてその機能を徐々に拡張してきたものまでである。そのソフトウェア、特に基本ソフトウェアであるオペレーティングシステムは、やはり多様化している。以下では、最近のスーパーパーソナルコンピュータの動向について概括し、そこにおける問題点などについて述べる。

スーパーパーソナルコンピュータはどの範囲の PC を指しているのかは必ずしも定着しているわけではないが、これはソフトウェア開発環境、CAE、CAI などの高度な利用が可能となるようなワークステーションとして働くことを要請される。そのためには、ある水準のハードウェア機能を備えていなければならない。16~32ビットの処理装置、数メガバイトの主記憶、数10メガバイトの補助記憶、ビットマップディスプレイとマウス装置、ネットワークインタフェースなどが最小限必要である。

スーパーパーソナルコンピュータとして位置づけられるシステムは、現在までもいろいろ発表されており、今後も新しいものが開発されてゆくであろう。これらのシステムを、その設計の背景などから分類すると、次のようになる。

#### (1) 汎用高機能ワークステーション

Altoマシン以来の構成を引き継いで、汎用として設計したもの。

PERQ-2, SUN-2, Apollo, DN320, Dolphin, Dorado など

#### (2) 特殊目的ワークステーション

ある特定の言語あるいは適用分野を設定して設計したもの。

Symbolics (Lispマシン), ICOT SIM (Prologマシン), Prime (CAD), Syte (Virtual Machine), Masscomp (実時間処理用) など

#### (3) パーソナルコンピュータや端末の拡張

従来からあるパーソナルコンピュータ、いわゆるPCの性能を拡張したもの。

Apple Macintosh, IBM PC-XT, NEC PC-UX, DEC Professional など

- (4) UNIX向きワークステーション  
AT&T 3B2, 3B5  
UX-300, CEC8000など

これらの分類は、性能について考慮していないが、その目安となるのは価格であろう。PCから拡張したシステムは、やはり価格的に低いものが多い。ユーザから見れば、高性能で低価格のものが現れることが望ましい。ハードウェア技術の進展は、それを可能とするであろう。

## 2. パーソナルワークステーションの課題

高性能のパーソナルワークステーションに共通に見られる課題は、次の通りである。

### (1) ユーザインタフェース

パーソナルなワークステーションの最大の利点は、より良いユーザインタフェースを実現させるハードウェアおよびソフトウェアの機能を備えていることである。これは、従来のTSSに於けるCRT端末の環境に比べて、いろいろの可能性を秘めている。図形情報の効率の良い表示と入力、多重ウィンドウの利用、多種類のフォントの実装、音声の入出力など、多くの機能がすぐれたユーザインタフェースを提供してくれるであろう。これらの機能を、既存の応用プログラムに容易に組み込む方法確立すること、新しいユーザインタフェースを最大限に利用する応用プログラムの開発などがこれからの課題となる。

### (2) ネットワーク機能

パーソナルに使用するワークステーションの1つの欠点は、その性能に限界があることである。また、物理的に分離していることも、ある場合には欠点となる。これらの欠点を補い、パーソナルワークステーションの機能を最大限に生かすために必要不可欠なのが、ネットワーク機能である。たとえば、ローカルエリアネットワーク(LAN)を利用してワークステーション相互を結合し、また、中型や大型のシステム、大容量補助記憶などとも結合しておけば、有効に働く応用システムが実現できる。ワークステーション個々の機能にとらわれ勝ちで、ネットワーク機能はともすると過小評価される傾向にあるが、本質的には最重要な要素と考えられる。

パーソナルワークステーションをネットワークで結合した分散処理系は、これからの計算機システムの操作形態として広く普及していくと思われる。CAD/CAM、実時間制御系、オフィスビジネスアプリケーションなどが、その応用として考えられる。最近みられる1つの応用は、米国のいくつかの大学で見られるキャンパスネットワークである。これは、大学の教官、スタッフ、及び学生全員にパーソナルワークステーションを持たせ、これをすべてネットワークで結合した巨大な分散処理系を構築するもので、各種の教育や研究にワークステーションを応用したり、ドキュメント生成や全学的電子メールなどのOA化の推進などを行なう。実際に、カーネギメロン大学のIBMと共同開発するキャンパスネット

ワーク、MITのAthenaプロジェクト、ブラウン大学のキャンパスネットワークなどがあり、いずれも結合するワークステーションは、5000台～10000台に達する。

### 3. パーソナルワークステーションのOS

パーソナルワークステーションのOSには、いろいろのものが見られるが、その代表的なものは次の通りである。

#### (1) UNIXを基本とするもの

高性能のマイクロプロセッサ(16ビット以上)を用いたパーソナルワークステーションに対して、UNIXを基本にしたオペレーティングシステムを採用する例が多い。M 68000系、Intel 8086系、Z 8000系、NS 16000系、LSI 11系などには、既にUNIX系が実装されている。その具体的なものは、次の通りである。

- ・ Z 8000系 ——— Onix, ZEUS など
- ・ M 68000系 ——— Unisoft社のUniplus +  
Fortune, Pixel, Masscomp  
(2 × 68000), SUN (68010- 4.2BSD)  
など
- ・ Intel 8086系 — Xenix, IBM PC (8088) など
- ・ NS 16032系 — HCR (Human Computer Resource) 社のWS
- ・ System V (AT&T)  
Intel 286, M 68000, NS 16032, Z 8000の4系に対して、ソースコードのライセンスをサポートする予定。又、Belmacに基づいた3B2, 3B5は、これに基づく。
- ・ 4.2BSD (UC Berkeley)  
SUN-2 (M 68010)

#### (2) PC用OS

小型のパーソナルコンピュータの時代から実装されているOSとして、CP/MとMS-DOSが代表的なものとしてある。

CP/Mは、Digital Research社が開発し、CP/M-80, CP/M-86, CP/M-68000, CP/M-plus, concurrent CP/Mなどの版がある。最初、シングルタスク、シングルユーザ用として開発されており、やや古い感じがする。

MS-DOSは、Microsoft社が開発し、MS-DOS 1.0, 2.0などの版がある。また、IBM PC用のものはPC-DOSと呼んでいる。CP/Mに比べてMS-DOSの方が新しい概念の下で設計されている。又、コマンド体系、ファイル構造やシステムとのインタフェースは、UNIXに良く似ている。

また、UCSD Pascalの基本システムとなるUCSD p-system, リアルタイム用の機能を拡充したOS-9なども、マイコン用オペレーティングシステムの例としてある。

### (3) 分散型オペレーティングシステム

パーソナルワークステーションをネットワークで結合した分散型システムに対して、それを有効に働かせることのできる分散型オペレーティングが不可欠なものである。この種のオペレーティングシステムの設計開発技術は、未だ研究段階である。UCLAのLocusは、VaxやSUNを単位とした分散型オペレーティングシステムの例である。また、カーネギメロン大学のSpiceシステム、Stanford大学のV-Kernel、MITのAthenaプロジェクトは、パーソナルワークステーションを対象としたもので、Spiceでは、Accentという核を独自に開発している。また、Athenaでは、UNIX 4.2BSDをベースとしたシステムにする予定である。

いずれにしても、これからの傾向を考えると、ワークステーションを対象とした分散型オペレーティングシステムの重要性は増大の一途をたどると思われる。

### (4) 仮想機械型オペレーティングシステム

オペレーティングシステムの核が仮想機械をシミュレートして、その上に従来からあるオペレーティングシステムをのせて動かそうという考え方は、既にIBM VM/370で実現されている。これをワークステーションに導入したのがSyste 3000であり、Smalltalk, System Vおよび4.2BSDのいずれをもサポートすることができる。

### (5) 実時間用オペレーティングシステム

ミニコンやマイコンが広く普及し、産業用システムに組み込まれてゆくと、オペレーティングシステムに対し、当然実時間的に反応することが要求される。UNIXは、実時間的応用に対して弱点を持っていると言われてきた。プロセスの管理方式がかなり一般的に行われていることが、その原因かもしれない。UNIXの様な汎用目的のオペレーティングシステムに、その様な機能を要求すること自体が誤っているのかもしれないが、応用の現場では、強い要請があるのは、確かであろう。

実時間処理を目指したシステムとして、1つは、Masscomp社のWS-500がある。これは、M 68010とM 68000の2つのCPUを使い、UNIX 4BSDに基づいた実時間処理オペレーティングシステムRTUで稼働している。ハードウェアシステムとして、高速の浮動小数点プロセッサ、アレイプロセッサを接続でき、また、多重ウィンドウをサポートするグラフィックプロセッサも複数個接続できる。信号処理などの応用にも十分対応することを目指している。

実時間処理系として注目されているのは、TRONプロジェクトで、これは、VLSIの設計までを含んだ総合的プロジェクトである。これは、マイクロコンピュータのオペレーティングシステムの核をねらった意欲的なプロジェクトであり、その成り行きが注目されている。

#### 4. 分散型オペレーティングシステム

パーソナルワークステーションとLANとに基づいた分散処理系は、これから段々に普及してくると思われる。その様な形態のシステムに対するオペレーティングシステムは、いろいろの設計方針が適用できよう。1つは、ネットワークの機能をユーザに陽に見せ、各ワークステーションの独立性を比較的尊重したネットワーク型のオペレーティングシステムである。もう1つは、ネットワーク機能をユーザから隠蔽し、システム全体を1つのグローバルな環境と見なす分散型オペレーティングシステムである。

ここでは、分散型システムの例として、カーネギメロン大学におけるSpiceシステム〔2〕の例について概要を示す。

##### Spice システムの目標

Spice (Scientific Personal Integrated Computing Environment) プロジェクトは、カーネギメロン大学の計算機科学科の研究環境を構築するプロジェクトで、約200台の高機能ワークステーションをLANでつなぎ、分散処理系を実現しようとしている。Spiceのハードウェアの概要は、次の通りである。

- ・ 実行速度                    3 M I P S
- ・ 主記憶                      2 M B
- ・ 制御用記憶 (W C S)        16K W
- ・ 番地空間                    2 e31 B
- ・ 2次記憶                    100M B + フロッピー・ディスク
- ・ ネットワーク機能            10M B
- ・ 高密度画面端末            1000×1000 ビットマップ
- ・ ポインティング装置
- ・ 音声入出力

Spiceプロジェクトは、Spice '81,'83,'85の3つのチェックポイントを設けている。現在、次の様な構成で、システムの開発を進めている。

- ・ LAN                    4 個の Ethernet
- ・ 構成要素
  - V a x / 7 8 0            2 0
  - V a x / 7 5 0            1 2
  - P E R Q                    1 3 0
  - A l t o m a c h i n e        1 7
  - S y m b o l i c s        3 6 0 0            1 0
  - S U N                      6
  - P D P 2 0 / 6 0            2

## Spiceのソフトウェア

### ・オペレーティングシステムの核

これは、Accentと呼ばれ、プロセス管理と汎用のプロセス間通信を実現している。ユーザから見たとき、プロセスの実行は、ワークステーションのサイトにトランスペアレントに見える。

### ・ファイルシステム

Spiceには、各ワークステーションの局所的なファイル装置と、いくつかの大容量のファイルサーバ、更にバックアップ用のアーカイブファイル装置がある。これらのファイル装置が一体化する様な、ファイルシステムの構築を目指している。

### ・ユーザインタフェース

ワークステーションのビットマップディスプレイを制御し、使い易いユーザインタフェースを構築するために、CanvasあるいはSapphireと呼ばれる制御システムがある。これは、ディスプレイ上の多重ウィンドウの制御、ユーザ環境の管理などを行っている。

### ・言語処理系

Spiceシステムのユーザは、汎用目的のためにはAda、人工知能などの目的のためにはLispを使うことを目指している。このうち、Lispは、これからの標準となると思われるCommon Lispに準拠している。また、Adaは、開発環境の核となるKAPSEをつけたものを考えている。そのほかに、CやPascalの処理系も使用可能である。

## Accent

AccentはSpiceシステムの核であり、高度なプロセス管理を目指している。分散処理系の弱点と言われるハードウェア資源の分散を補うために、プロセスの実行サイトはユーザにトランスペアレントにしておく。この関係を図1に示す。

プロセス間通信(IPC)は、ポートを介して行なう。プロセスは、任意にポートを作成でき、その所有権を持ち、そこに対するメッセージを受け取れる。この所有権は、譲渡することができる。プロセスの生成時には、親はポートを渡すことができる。

プロセスと核との通信も、ポートを介して行なえる。すなわち、プロセスは、核にメッセージを送る「核ポート」と、核からメッセージを受け取る「データポート」を持つ。

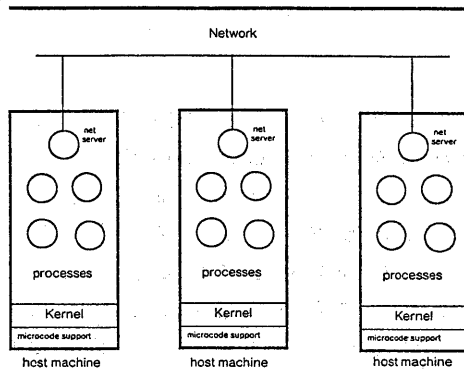


図 1 システム概念図

ファイルシステム (CFS/SFS)

Spiceのファイルシステムは、各ワークステーション用のSFS (Spice File System) と、ネットワークに結合した他のマシンやアーカイブ用の装置のファイルを管理するCFS (Central File System) から成る。CFS/SFSの階層構造により、大容量ファイルの支援、ファイルの共用、ファイルの保護、ファイルのトランスペアレントなマイグレーション、ワークステーションの集合間の情報の共用などを実現する。

CFSのファイルは一意的なファイル識別名 (FID) を持つ。ファイルに対する多ユーザのアクセスに対しては、セマフォを介した同期の機構を持つ。CFSは、物理的にデータをアクセスするFile Server, ディレクトリを構築するName Server, およびユーザのアクセスを制御するAuthentication Server から成る。

SFSは、CFSと同様の構造を取り、アクセス制御などは同じ考え方に基づく。SFSのファイルは、すべて局所的ファイルと考える。ユーザは、SFSを介してCFSを使うと考える (図 2参照)。SFSとCFSとのアクセスの関係には、両方にコピーを持つ場合 (Two-copy), SFSがCFSのファイルの一部を持つ場合 (Cached), および、直接CFSにアクセスする場合 (Direct-to-CFS) がある。

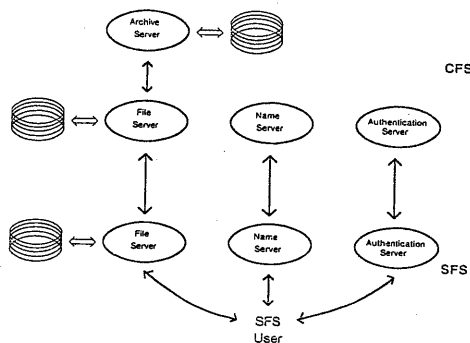


図 2 CFSとSFSの関係

## 5. おわりに

最近の高性能パーソナルコンピュータの傾向を、オペレーティングシステムを中心に概説した。この様なシステムは、日進月歩であり、より高性能なシステムが実現してくるであろう。ユーザにとっては、望ましいことである。

ユーザから見た時、このようなシステムをどう利用するかということが明確ではない。いろいろの場面で経験を積むことが必要である。計算機システムの発展傾向として、少なくともユーザと直接接するシステムの要素は、スーパーパーソナルコンピュータに基づいたワークステーションを使用するようになることは確実である。

## 参考文献

- (1) 特集：高機能ワークステーション，情報処理，Vol.25, No.2, Feb.1984
- (2) " The Spice Project", Computer Science Research Review, Dept. of Computer Science, Carnegie-Mellon University, 1980~1981