

製品例

高機能個人用計算機としての PERQ†



齋藤 信男††

1. 設計目標と開発の背景

PERQ¹⁾は、米国ピッツバーグ市にある Three Rivers Computer 社が開発した高機能ワークステーションである。高機能ワークステーションとしては、その元祖である Alto や後継機種がゼロックスパロアルト研究所 (Xerox PARC) を中心にして開発されていたが、商業ベースのものとして発表されたのは、PERQ が最初のものである。

高機能ワークステーションの定義は、一般にはつきりしているわけではない。それを構成するハードウェア要素やその技術は、ほとんどの機種で似たりよったりであろう。しかし、それらの要素を集めてシステムとして組み上げた時、使う側のユーザから見ればかなり異なった印象を受ける。PERQ は、Symbolics 社の Lisp マシンのような専用言語マシンとは異なり、いわゆる汎用のワークステーションであるが、また、Xerox 社の Star のようにオフィスオートメーションに主として使用することをねらったワークステーションとも違い、まったく汎用のコンピュータシステムとして受け取ることのできるものである。その意味で、特定の応用ソフトウェアが完備しているということはない。その使用目的としては、次のようなものが考えられる。

- (1) オフィスオートメーション
- (2) CAD/CAM のワークステーション
- (3) ソフトウェア開発環境用ワークステーション
- (4) 研究環境用ワークステーション

要約すれば、ユーザの用途に応じてどのような応用にも応じられるだけの汎用の機能を備えたシステムであり、これはいわゆる高機能個人用計算機 (super personal computer) と呼ぶのがふさわしいものであ

る。高機能ワークステーションの費用効果比を考えると、用途をしぼった方が効率が良いと思われるが、ワークステーションの使い方をいろいろの場面で追及しているのが現在の状況であろうから、汎用のワークステーションを取りあえず導入して試用してみようというユーザを対象としたシステムがあってもよい。価格としては、少し後から発表された SUN や Lisa に比べて PERQ は決して安くはない。それだけ、機能が充実しているからと言えようか。

このシステムを開発した Three Rivers Computer 社は、ピッツバーグ市のカーネギーメロン大学のすぐ近くに本社を持ついわゆるベンチャビジネスの1つである。カーネギーメロン大学を卒業してゼロックスパロアルト研究所で Alto システムの開発に参加した Brian Rosen が、PARCをやめた人々やカーネギーメロン大学の卒業生などと共にも同社を設立した²⁾。その資本の一部は、カーネギーメロン大学、マサチューセッツ工科大学、スタンフォード大学の計算機研究グループから出されているそうである。Rosen は、当然 Alto³⁾の影響を受けているだろうから、システムの構成も良く似たところがある。たとえば、ディスプレイがA4判に合う縦形であることは、他の機種には見られない共通点である。

カーネギーメロン大学と同社あるいはPERQシステムの関係は密接なものがあり、創立者の多くが同大学の卒業生であること、立地条件などがその理由である。カーネギーメロン大学は、スタンフォード大学周辺のシリコンバレーの隆盛、マサチューセッツ工科大学周辺のソフトウェアや計算機メーカの集中化に対抗して、ピッツバーグ市周辺にもソフトウェアバレーを築いていきたいと考えている。Three Rivers Computer 社は、その最初のものとして位置づけられる。丁度、カーネギーメロン大学の計算機科学科で始まった Spice プロジェクト⁴⁾は、将来の研究環境を高機能ワークステーションとネットワークに基づいた分散処理システムで実現しようというプロジェクトであり、その

† PERQ as a Super Personal Computer by Nobuo SAITO (Department of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Keio University).

†† 慶応義塾大学理工学部数理科

手始めとして、PERQシステムを既に100台近く導入している。Spiceプロジェクトは、ハードウェアの開発は目指さず純粋なソフトウェアプロジェクトであるが、完成の際に、Three Rivers Computer社とどのような関係になるのかは、定かではない。いずれにしろ、このような産学協同は、米国の大学では非常にスムーズに行われており、大学側の研究の好奇心と企業側の開発意欲とがうまく一致する事が多いようだ。

価格は、標準構成で\$25,000~\$30,000であり、我が国では1,500万円位である。汎用のミニコンピュータと考えれば、丁度つり合う位の価格であり、ワークステーションとして多数導入するような適用場面では、この価格は障害になろう。同社の方針としては、ユーザは逐次的にシステムを導入してゆき、それらはすべてネットワークで結合して徐々にシステムを拡充できるように機能を提供することを考えている。

PERQは、他の高機能ワークステーションが次々と発表される中で販売実績を上げてきたが、いろいろの改良点やハードウェア技術の進展との関連などから、新しいシステムPERQ2を最近発表している。

以下では、PERQシステムのハードウェア機能、ソフトウェアの機能、システム全体の評価について述べる。

2. システムの構成と機能

ここでは、PERQシステムの構成と機能について概要を述べる。なお、適宜、PERQ2についての仕様も述べていく。構成の概要を、図-1に示す。

2.1 処理装置と主記憶

処理装置は、16ビットからなるビットスライスのマイクロプログラム可能なもので、マイクロ実行サイクルは170n秒である。書き込み可能制御記憶(WCS)として標準は4K語を装備しているが、16K語まで拡張可能である。PERQは、基本的にはPascalマシンであり、Pコードに似たQコードを処理するQコード実行系をマイクロプログラムで実現している。実行速度は、Qコードに換算して1MIPSであり、平均6マイクロ実行サイクルを使って1Qコードを実行していることになる。これは、PDP-11などで作ったPコード実行系に比べて、20~30倍速いことになる。

制御記憶は書き込み可能なので、Qコード以外の実行系も実現できる。Spiceプロジェクトでは、16K語の制御記憶を使い、LispとAdaの両方が効率良く実行できることを狙っている。マイクロプログラム可能

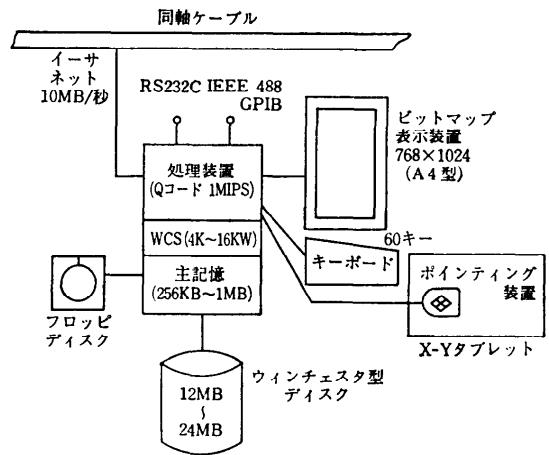


図-1 PERQシステムの標準構成

というアーキテクチャは、PERQの汎用性を高めていると言える。

主記憶は、サイクル時間680n秒のRAMを256Kバイト(PERQ2では512Kバイト)備えるのが標準となっている。オプションとして、1Mバイト(PERQ2では1または2Mバイト)まで装備可能である。実アドレス空間 2^{20} バイト、仮想アドレス空間 2^{32} バイトの仮想記憶方式を採用し、セグメント方式のアドレス変換をする。

2.2 ディスプレイ装置とポインティング装置

PERQのディスプレイは、768×1024のビットマップが可能である。これは、A4型の縦長のディスプレイであり、オフィスオートメーションで文書作成の時には便利である。主記憶上の任意の領域を、ビットマップで表示することができる。このために、特別のハードウェアとマイクロプログラムが用意されている。画面にマップした領域と、他の記憶領域の間の演算や転送が容易にできる。画面の表示は、ラスタスキャンをするが、1024のビットの行を、ノン・インタレースで60サイクルで走査するので、複雑な図形があってもちらつくことがない。なお、PERQ2では、横長のディスプレイもあり、これは、1280×1024のビットマップが可能である。

キーボードは、60キー(PERQ2では、84キー)用意されており、ASCII文字コードが入力可能である。文字フォントは、いくつか用意されており、ユーザはフォント編集系を使って新しいフォントを定義することもできる。

ポインティング装置は、タブレットとペンを使って

いる。また、Alto のマウスに似て4つボタンを持つポインティング装置も用意してある。なお、PERQ 2では、マウス型のポインティング装置を標準としている。ペンやマウスの動きを追跡するように、画面上のカーソルが動く。

2.3 補助記憶

PERQ は、補助記憶として14インチのウインチェスタ型ディスクを装備している。標準容量は12Mバイトで、24Mバイトのオプションがある。87m秒の平均アクセス時間を持ち、7Mビット/秒の転送率になる。PERQ 2では、8インチのウインチェスタ型ディスクを使い、35.6Mバイトが標準の容量となっている。平均アクセス時間は42m秒であり、7.3Mビット/秒の転送率になる。

外部とのファイルのやり取りなどをするために、IBM と互換性のあるフロッピディスクを標準として装備している。この容量は、1Mバイトである。

2.4 ネットワーク機構

PERQ は、汎用の個人用ワークステーションとして使用し、ネットワークを介して接続しながらシステムを拡充してゆくという方針をとる。そのために、ローカルエリアネットワークを構築できるように Xerox/Intel/DEC の規格に準じた Ethernet を装備している。転送速度は10Mビット/秒であり、最長2.5kmの同軸ケーブルに、最大1024個のPERQステーションを接続することが可能である。

プリンタや大容量ファイル装置などの高価なハードウェア資源を共用できれば、効率が良い。何らかの形で、プリンタサーバやファイルサーバを構築しなければならないが、PERQ自身を使うか、マイコンの利用によりそれが可能となる。また、ネットワークのインタフェース機構（たとえば、Ethernet用のThree COM社のインタフェース）は、そんなに高価なものでなく、簡単に上記のサーバをネットワークに組み込むことができる。ネットワークでは、資源の共用などを柔軟に管理する分散処理用オペレーティングシステムの実現がこれからの課題となるであろう。

2.5 周辺装置ほか

いろいろの周辺装置を接続するために、RS 232Cのシリアルインタフェースと、IEEE 488-1975の GPIB (General Purpose Instrumentation Bus) が装備されている。RS 232Cは、最高9600ボーまでの full duplex のインタフェースである。GPIBは、種々の実験用器具や制御機器などを接続できる。

また、グラフィックス用のプリンタとして、レーザプリンタ (LBP-10など) をオプションとして接続することができる。さらに、音声を使った応用システムを構築するために、音声合成装置もつけられる。

3. ソフトウェアの概要

次に、PERQシステムのソフトウェアの概要を説明しよう。

3.1 オペレーティングシステム

PERQのオペレーティングシステムはPOS (PERQ Operating System) と呼ばれる自前のシステムである。Unixを搭載することも試みられているらしいが、詳細は定かではない。

POSは、単一ユーザの多重処理システムで、仮想記憶管理、ファイルシステム、ウインドウ制御、ネットワーク制御などのモジュールから成る。POSは標準Pascalの拡張版であるPERQ Pascalで記述されており、そのimport/export機能を使えば、ユーザプログラムからシステムの機能を自由に呼び出せる。

ファイルシステムは、Unixと同じように階層構造のディレクトリを持っている。ビットマップ表示装置を利用して、ファイルの階層構造を図式的に木構造で表示することができ、ユーザインタフェースの質が上がる。

ビットマップのディスプレイ装置を使ってユーザインタフェースを向上させるために、ディスプレイウインドウマネージャというシステムがある。これを使えば、大きさの異なるウインドウを複数個重ねて表示することができる。また、ウインドウの移動、拡大、縮小が可能であり、また、ポインティング装置を併用すれば、各ウインドウの中だけで上下にスクロールすることができる。

ネットワーク制御は、10 Mbit/秒のEthernetを制御し、遠隔ファイルへのアクセス、共用資源へのアクセスなどを実現している。

3.2 言語処理系

PERQは、Pascal言語が主要なシステム記述言語であり、Qコード実行系により能率良くPascalの目的プログラムが実行できるようになっている。そのほかに、Fortran 77とCの処理系が提供されている。また、Spiceプロジェクトでは主要な言語としてAdaとLispを想定しその処理系の開発に取り組んでおり、将来それらも使用可能となるであろう。

PERQ Pascalは、システム記述用に使うというこ

とを考へて、N. Wirth の標準 Pascal を拡張してあり、たとえば、module という分割単位をユーザが陽に定義できる機能をもつ。これは、Pascal の拡張の際に、よく見られる方向であり、これにより、手続き、関数、データなどを1つのまとまった部品として定義することができる。module 間の対象物の参照するために、import/export 機能を備えており、ユーザは自由に module の利用が可能となる。また、module を定義しておけば、module ごとにコンパイルする分割コンパイルも可能となり、大型のシステムソフトウェア作成に際して威力を発揮する。オペレーティングシステムの持っている機能、たとえば入出力やウィンドウ制御などは、組み込みの標準関数を通して使用する。

3.3 編集系

PERQ の文字編集系は、ビットマップ表示装置の特徴を生かした画面編集系である。カーソルの制御をするために、ポインティング装置を自由に使う。画面の左端にはスクロールバー、上端にはサムバーがあり、スクロールバー上をカーソルで走査すると、画面がスクロールされる。また、サムバーは、左端がファイルの先頭、右端がファイルの末尾に対応し、その間の任意の場所にカーソルを移動するとファイルの対応する場所の近傍が画面に表示される。文字、単語、行、文節の選択は、カーソルの設定とマウス上のボタン押しの組み合わせで行える。

画面に表示するフォントを定義したり編集するためには、フォント編集系がある。画面上に示された格子を使い、格子のます目をぬりつぶすことによってフォントが設計できる。

3.4 日本語処理

PERQ システムに基づいた日本語処理システム J-PERQ が(株)理経から出されている。これは、文章だけでなく図形も含んだ日本語文書を作成するためのシステムであり、ビットマップ表示装置の特徴を生かした文書処理系である。イメージリーダーやイメージスキャンナを接続するオプションもあり、用途は広いといえよう。

4. システムの評価

PERQ システムは、Alto マシンをずっと高級にした個人用汎用計算機ということができよう。その応用の仕方は、いろいろと考えられるが、グラフィックスの機能を利用した高度なユーザインタフェースが効率

良く実現できることだけは確かであろう。

Pascal を基本言語として採用していることは、1つの特徴である。Xerox 系のシステムは、Mesa や Smalltalk という新しい言語を主要なシステム記述言語としているが、ソフトウェアの流通や互換性を考慮すると、必ずしも得てはない。Pascal の普及はめざましいので、これを主要言語とすることは、悪くはない。ただし、オペレーティングシステムや基本的なソフトウェアツールは、最近の Unix の流行と共に C 言語で記述したものが多く、ソフトウェアの流通に関しては、少々遅れをとるかもしれない。

PERQ は、独自のオペレーティングシステムを採用している。こうすると、いろいろのソフトウェアツールや言語処理系を、ほとんど自前で開発しなければならない。PERQ に関して、ソフトウェアの支援がや物足りないという意見があるのは、それが理由であろうか。Sun ワークステーションのように、初めから Unix を採用しておく、いろいろのツールを移植するのが容易である。PERQ の処理装置は、やはり独自のものを採用している。既存のよく普及した処理装置を使用している Sun などに比べて、まったく反対のやり方をとっている。これも、いろいろ得失があるだろうが、ソフトウェアの流通性を考えると、少々損な感じがする。また、よく普及しているものは、改良も早く行われやすい。半導体技術の進歩を考えると、処理速度などはどんどん改善されるはずであり、そのような状況に取り残されてしまうことのないように気をつけなければならない。一方、マイクロプログラム方式を取り入れ、ユーザにも解放することにより、いろいろなシステムに柔軟に対処することができる。

PERQ の将来方向として、カラーディスプレイの導入が考えられる。これは、CAD/CAM、CAI などグラフィックスを主体とした応用システムにおいて威力を発揮するであろう。また、カラーを利用したユーザインタフェースの実現も考えられる。

PERQ のようなシステムが利用されてゆく場面は、やはり高度な分散処理系であろう。そのためには、機能の充実した分散型オペレーティングシステムの実現が不可欠であり、Spice システムはその1つの例と考えられる。

参考文献

- 1) PERQ Hardware/Software, Three Rivers Computer Co., Pittsburgh, PA (PERQ カタログ、(株)理経)。

- 2) PERQ: パーソナルワークステーション, ASCII EXPRESS, ASCII, (Mar. 1982).
 3) Alto User's Handbook, Xerox Palo Alto Research Center (Sep. 1979).

- 4) Ball, J.E. et al.: The Spice Project, Computer Science Research Review 1980-1981, Dept. of Computer Science, Carnegie-Mellon University (1982). (昭和58年11月7日受付)

製品例



Sun ワークステーション†

多田 好克††

1. まえがき

Sun ワークステーション (Stanford University Network Workstation) は、その名が示すとおり、スタンフォード大学で研究・開発された汎用ワークステーションである。開発が一段落した後は、1982年2月に設立された Sun Microsystems 社によって量産・販売されている。

Sun ワークステーションの目的は良質の計算機環境を作り上げることにある。そのため、

- (1) マン・マシン・インタフェースの向上
- (2) ローカル・エリア・ネットワークによる通信機能の拡張

(3) システム拡張性の向上
 が計られている。また、ソフトウェアによってハードウェアの機能を補い、高性能かつ低価格を目差したワークステーションでもある。

本稿では、まず Sun ワークステーションの仕様を中心に概要を説明する。次に、そのハードウェアとソフトウェアについてそれぞれ説明を加え、ワークステーションに必要な機能を紹介すると共に、Sun ワークステーションの問題点についても言及する。

2. Sun ワークステーションの概要

Sun ワークステーションは、高解像度ディスプレイ、光学マウス、イーサネット⁷⁾等を特徴とする個人用計算機である(表-1 参照)。基本構成の Sun ワークステーションにはモトローラの MC 68000 (または、MC 68010) を使った CPU ボード、32 Kbyte のモニタ ROM、256 Kbyte の主記憶、最大 169

表-1 Sun ワークステーションの諸機能

CPU	MC 68000/MC 68010 (10 MHz)
主記憶	オンボード・メモリ (最大 2 Mbyte, 400 nsec) マルチバス・メモリ (最大 1 Mbyte, 1 μsec)
外部記憶	ハードディスク (20~169 Mbyte) 磁気テープ (1/2 インチ)
記憶管理	仮想空間 (2 Mbyte)
ディスプレイ	白黒: 1024ドット×800ドット カラー: 640ドット×480ドット
通信手段	イーサネット (10 Mbit/sec) RS 232 C×2 (最高 9600 baud)
ポインティングデバイス	3 key 光学マウス
I/O	マルチバス I/O (最大 1 Mbyte)

Mbyte のハードディスク、光学マウス、そして、縦 800 ドット横 1024 ドットの白黒ビットマップ・ディスプレイなどが含まれる。また、これらの他に、10 Mbit/sec の転送速度を持つイーサネットや 1/2 インチ磁気テープ、縦 480 ドット横 640 ドットのカラービットマップ・ディスプレイなどが接続できるし、さらには、マルチバス^{5),6)}を使って任意の I/O 機器を接続したり記憶領域を拡張したりすることもできる。

基本構成の Sun ワークステーションでは、オペレーティングシステムとして UNIX^{8),9)} が使える。この UNIX は、4.2 bsd¹⁰⁾で、今までの UNIX (たとえば 4.1 bsd や V7) より、ファイル・アクセスの速度、プロセス間通信、ローカル・エリア・ネットワーク機能が強化されている。また、Sun ワークステーションをイーサネットによって接続したワークステーション・システムでは、イーサネット上のファイルサーバを使ってこの UNIX を動かすことが可能で、各ワー

† The Sun Workstation by Yoshikatsu TADA (Faculty of Engineering, University of Tokyo).
 †† 東京大学工学部

