

パーソナルコンピュータによるリモートセンシングデータ処理システム*
——FREDAM——

露 木 聡**

I. はじめに

日本のパーソナルコンピュータの市場について 32 ビットの機種が登場し、それが当然のものとして利用されるようになるのもそう遠いことではないと考えられるような時代となった。1976 年に日本で 8 ビットのパーソナルコンピュータ (当時はマイコンと呼ばれていたが) が登場して以来、8 ビット→16 ビット→32 ビットへと展開してきたこの分野の発展ぶりはすさまじい。また、パーソナルコンピュータ本体だけでなく、表示装置・印刷装置・記憶装置などといった周辺機器の高性能化・低価格化の進捗にも驚かされるものがある。本体・周辺機器などを含めて、1 年前どころか半年前、3 カ月前の機種でさえ古いものと考え(させ)られるようになってしまった。こういった新製品ラッシュの是非は別として、機能面(と価格面)からみれば、性能の向上はユーザーにとって歓迎すべきものと言える。

リモートセンシングの分野を考えてみると、デジタル画像処理を行う場合、現在でも主流はミニコン(あるいはスーパーミニコン)を利用する方にあると思われる。それにはいくつかの理由が考えられるが、専用のカラー表示装置が必要で、大量のデータを扱い、対話的に処理を行う必要があることから、計算機をある程度占有して使う方が便利なために、汎用大型計算機よりオペレーションや価格などの面で小回りのきくミニコンクラスの計算機を用いたシステムが利用される、というのが主なものであろう。つい 2~3 年前までは、上述の条件はミニコンにしか当てはまらなかったが、最近ではパーソナルコンピュータでも満たすようになってきた。つまり、パーソナルコンピュータの高性能化、専用イメージプロセッサの開発、大容量ハードディスク・メモリの低価格化などによってである。以前にも、パーソナルコンピュータで画像処理を、という例はいくつかあったが、多くはパーソナルコンピュータと標準的なハードウェアのみを使用するタイプである。これらのシステムは、限られたメモリや表示色数などの資源をいかに活用して画像処理を行わせるか、が一種のセールスポイントになっているように思われる。しかしそれでは「パーソナルコンピュータでもリモートセンシング画像処理は可能です」といった程度にとどまり、効率的な研究・開発を行うには荷が重い。前述のような、現在のパーソナルコンピュータを取り巻く環境を考えてみれば、今後の方向としては、限られた資源を苦勞して使うよりは、取り入れるこ

*Remote Sensing Data Analysis System Using Personal Computer —FREDAM—

**Satoshi TSUYUKI, Faculty of Agr., Univ. of Tokyo, Bunkyo-ku, Tokyo 113 東京大学農学部

とのできるものは可能な限り利用して、「パーソナルコンピュータによるリモートセンシング画像処理」を目指して行くべきではないだろうか。また、パーソナルコンピュータにはミニコンなどの比較的規模の大きい計算機システムにはない特長も多くあり、リモートセンシングをパーソナルコンピュータで行うからにはそういった特長を活用しない手はない。逆に、そういった特長を生かせるような場に、パーソナルコンピュータによるシステムを導入することを考えるべきであろう。

II. FREDAM

1985年から1986年にかけて、林業試験場航測研究室では、国際協力事業団(JICA)によるプロジェクトの一環として、インドネシアのムラワルマン大学にリモートセンシングデータ処理システムを提供することになった。このとき問題となったのは、最大のもは機械のサポートについてであった。当時(現在でも?)、国産のリモートセンシングの本格的なシステムはほとんどがミニコンを中心に作られたものであった。しかも、サポートができないという理由で海外へは出さないことになっていた。従ってインドネシアへ持って行くためにはパーソナルコンピュータを中心にして考えざるを得ない。ここでパーソナルコンピュータが出てきたのは、インドネシアでパーソナルコンピュータのサポートが行われているわけではなく、万が一(実際の確率はもっと大きい)故障したときは最悪の場合でも、日本から本体を持って行き、そっくり交換することができると考えられたからであった。また、海外、特にインドネシアなどの東南アジアでは、気温、湿度などの気候条件に加えて、電力事情などが悪いことから、運転環境の管理を厳しく行わなければならないミニコンよりも、使用環境の許容度が比較的大きいパーソナルコンピュータの方が有利である。ハードのサポートだけでなく、ソフトのサポートから言っても、パーソナルコンピュータクラスのシステムであれば、日本に同じシステムを用意して、継続的にバックアップを行うことができる。以上のような理由からインドネシアには、パーソナルコンピュータを中心としたシステムを提供することになった。そのシステムのハードウェア構成は、航測研究室の沢田治雄氏が組み立てたものである。

作成したシステムはFREDAM(Forest Remote Sensing Data Analysis System on MS-DOS)と命名された。図1にFREDAMのシンボルマークを示す。当時、相手側にはパーソナルコンピュータは1台もなく、初めて設置するシステムであったために、パーソナルコンピュータを2台とし、片方を主に計算処理用として、もう一方を主にイメージプロセッサのホストとして使用するという方針を取った。このシステムについては既に発表しているが^(1,2)、次のような特徴を持っている。

1. CPUを2系列にし、データ入出力・計算処理を主に行う部分と、画像表示のための処理を主に行う部分とに分けた。これにより、データ処理や新規プログラム開発の効率化を図った。
2. 画像表示に専用イメージプロセッサを使用し、鮮明な画像表示や高速の画像操作を可能に

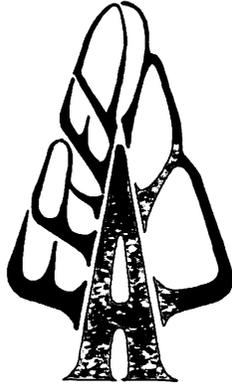


図-1 FREDAM シンボルマーク

した。

3. データ入力部にドラムスキャナ、MT装置、ディジタイザなどを取り入れ、各種入力媒体に対応した。

4. システム全体のOS (オペレーティングシステム)にMS-DOSを採用し、(市販のソフトウェアを含めて)新規プログラムの導入性やデータ互換性を高めた。

5. プログラム選択にメニュー方式を用い、操作性を良くした。

このシステムをインドネシアに発送したのが1986年6月頃で、その後航測研究室に同様なシステムがなかったために何も行えずにいたが、1987年3月頃研究室にもイメージプロセッサが導入され、プログラムの開発などもできるようになった。ただし、研究室のイメージプロセッサはインドネシアに提供したものがバージョンアップされた新機種であったことや、システム機器構成にも若干の違いが出たので、新しいシステムを「FREDAM 6500」として、最初のものと区別することにしたが、システムの基本的な特徴は前と変わらない。本稿では両方のシステム構成について概要を紹介する。

III. システム機器構成

1) FREDAM

初期のFREDAMシステム機器構成を図2に示す。前述のようにCPUは2系列あり、日本電気のPC-9801Vm4をイメージプロセッサのホストとして、日電のPC-98XA model3を計算処理用として使用している。それぞれの計算機と、接続されている機械について概説する。

● PC-9801Vm4系

PC-9801Vm4は、1MB/640KBの5インチフロッピーディスクドライブ2台と20MBのハードディスクを1台内蔵している。また、数値演算プロセッサ、増設メモリを実装し、内蔵のイン

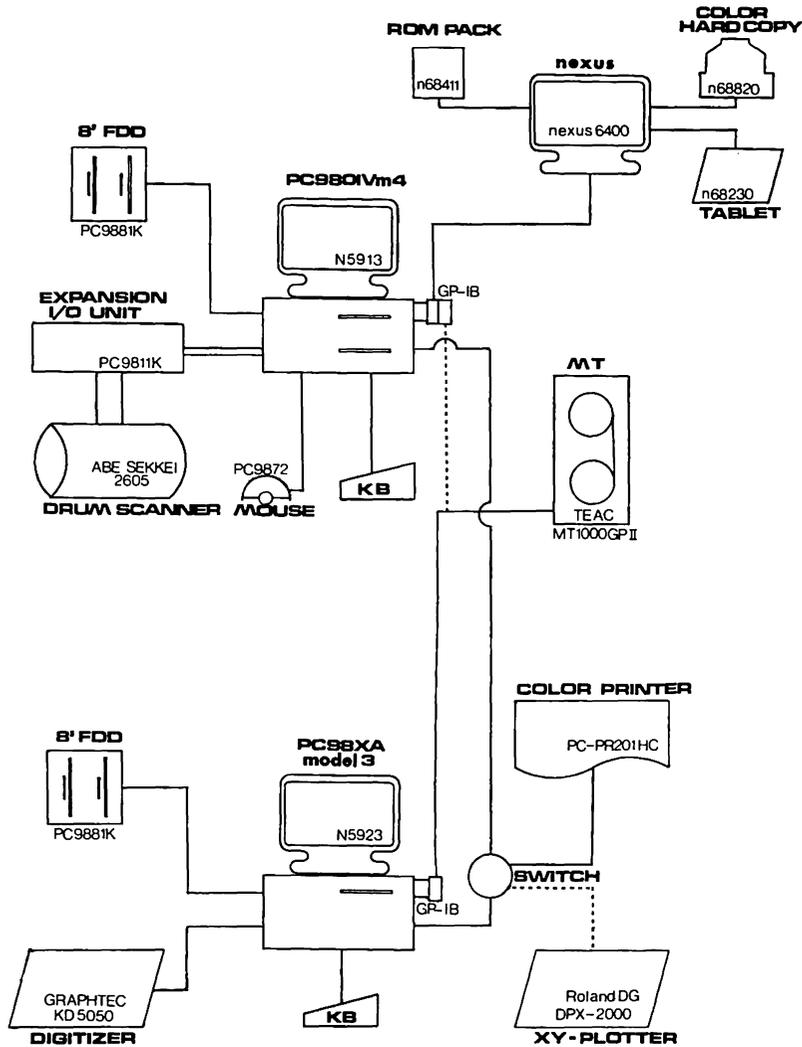


図-2 FREDAM システム構成機器

ターフェースによりカラーディスプレイ、8インチフロッピーディスクドライブ、マウスを接続している。使用する拡張ボードが本体の拡張スロットよりも多いため、拡張I/Oユニットが必要となる。

ドラムスキャナは阿部設計のドラムスキャンデジタライザ・モデル2605で、専用のI/Oボードを用いて接続する。主な規格としては、走査範囲300×400mm、測定アパーチャー最小25×25 μ m、8ビットのA/Dコンバータ内蔵となっている。

イメージプロセッサは柏木研究所のnexus6400をGP-IBインターフェースを介して接続する。nexus6400は、分解能512×480画素、RGB各8ビットの14インチカラーディスプレイ、

512×512×8ビットのイメージメモリ4枚、パイプライン型イメージプロセッサなどを持っている。nexusにはポインティングデバイスとしてタブレット、カラーハードコピー装置と粒子解析ROM PACKを接続する。GP-IB インターフェースは最高100KB/秒の転送速度を持っており、インターフェースとしては中速である。

● PC-98XA 系

PC-98XA model3は1MBの5インチフロッピーディスクドライブ2台と20MBのハードディスクを1台内蔵、数値演算プロセッサ、増設メモリを実装している。更に、カラーディスプレイと8インチフロッピーディスクドライブを内蔵のインターフェースで、ディジタイザをRS-232-Cインターフェースで、そしてプロッタをプリンタインターフェースでそれぞれ接続している。ディジタイザはグラフィックのKD 5050で、分解能0.025mm、読み取り範囲508×508mm、プロッタはローランドDGのDPX-2000で、8ペン式のA2版プロッタである。

磁気テープ装置はTEACのMT-1000GP IIで、GP-IBインターフェースを利用する。1600bpi、2400ft.のCCTが使用可能である。

そしてプリンタを両系に共通で使用する。プリンタは日電のPC-PR201HCで、132桁のカラードットインパクトプリンタである。

こういったシステム構成を取ることで、CCT、フロッピーディスク、写真、図面や地図によるデータの入力が可能となった。また、CPUを2系列としたことで、イメージプロセッサの作業中でも長時間の計算やプログラム開発ができるようになったため、パーソナルコンピュータの弱点の1つである計算処理の遅さの問題や、マンマシン対話処理の際の計算機の占有といった問題をある程度避けることができる。

2) FREDAM 6500

新しいFREDAMの機器構成を図3に、航測研究室のシステムの外観を写真1に示す。以前のシステムとの違いの第1は、パーソナルコンピュータが1系列しか示されていないことである。それは、このシステムが日本国内で使用するために組まれたものだからである。というのは、現在日電のPC-9800シリーズは100万台の販売実績を持っている(メーカー発表)ことから、FREDAM程度のシステムを導入しようとする所では既に1台以上のPC-9800シリーズのパーソナルコンピュータを所有していると考えられる。従って計算処理の方は手持ちのパーソナルコンピュータで行うことができるために、イメージプロセッサのホストとして1系列あれば十分と考えられるからである。同様に、ディジタイザ、プロッタなどは個々のケースで所有機種が違うために、それらを適宜システムに組み入れた方が都合のよい場合が多いであろうことから、システム構成図には明記していない。プリンタ、ハードディスクについても同じことが言えるが、これらは常時必要なものなので、一例として示している。

変更点の第2は、イメージプロセッサや計算機本体、周辺機器の違いである。これは、システムを組んだ時点での最新機種を使用しているために避けられないことではある。柏木研究所のイ

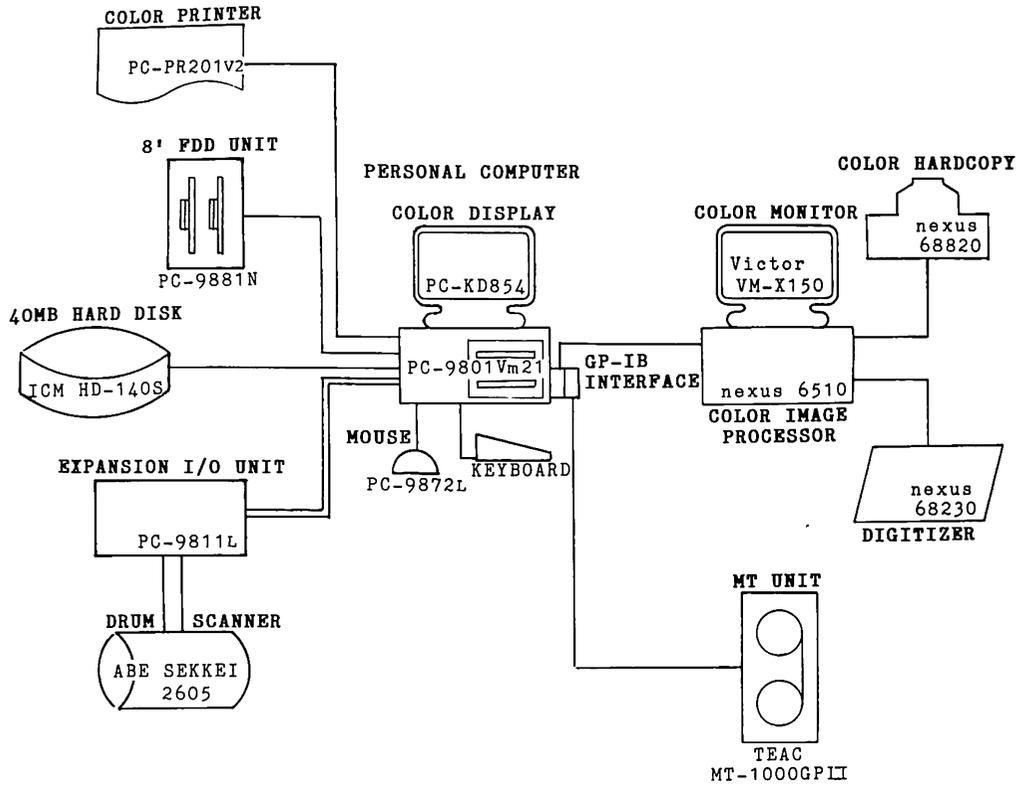


図-3 FREDAM 6500 システム構成機器

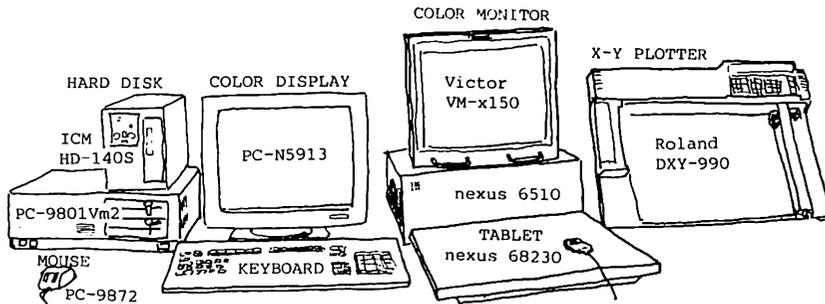


写真-1 FREDAM 6500 外観

イメージプロセッサは以前は nexus6400 1機種のみであったが、最近 nexus6000 シリーズへと拡張が行われ、現在3機種6タイプが利用できるようになった。そこで FREDAM 6500 ではそのうち nexus6510 という、シリーズ中では真中のグレードの機種を採用している。このシステムではイメージプロセッサとカラーモニタが別々になったモデルを使用した。これは、メンテナンスの容易さを考えたためである。また、計算機はマイナーチェンジが行われ PC-9801Vm21 となっている。

● nexus6000 シリーズイメージプロセッサ

ここで、システムの中核となっているイメージプロセッサの概要を紹介する。イメージプロセッサというのは、単なるカラーディスプレイではなく、転送されてきた画像データを記憶する大容量のイメージメモリ、画像データに対し様々な演算を施すプロセッサ、デジタル画像データをモニタに表示するための信号を作る D/A コンバータ、イメージプロセッサの CPU であるコントロールプロセッサや様々なコントローラなどから成り立つ画像処理装置である。nexus6510 の主なスペックを説明書⁽³⁾ から抜粋すると次のようになる。

nexus6510 概要

1. 分解能 : 512×480 ドット
2. カラー表示能力 : 1600 万色同時表現可能 (R.G.B 各 8 ビット)
3. ズーム機能 : 1, 2, 4, 8 倍
4. スクロール機能 : X, Y 方向共 1 ドット毎にハードウェアスクロール
5. リフレッシュ周波数 : 水平方向 15.734 KHz, 垂直方向 29.9 Hz
6. イメージメモリ : 512×512×8 ビットのメモリを 4 枚標準装備
7. 画素縦横比 : 1 : 1
8. 画像強調機能 : レベルスライス, 等輝度線表示, 階調変化, 中間輝度レベル強調等がホストコンピュータにより任意に設定可能。
9. イメージプロセッサ : リフレッシュタイム (33 m S) で全画面領域の計算を完了。基本は 8 ビット演算だが, 16 ビット演算も可能。加算, 減算ほか基本演算のみで 32 ファンクション。ルックアップテーブル, 画像メモリシフト機能との併用によって 3×3 の局所領域の微分, 積分, 加重平均等の計算が 1~数 10 リフレッシュサイクルで処理可能。
10. イメージメモリ増設能力 : イメージメモリは 512×512×8 ビットを単位として, 本体自身が 4 セットを標準装備。さらに外部には 4 セット単位で増設が可能で, 本体を含めて最大 64 セットまで拡張可能。
11. コントロールプロセッサ : 8 ビット処理用としては最速の, モトローラ社製 68 B 09 E (2 MHz バージョン) を使用。
12. 面積計算処理 : ハードウェアにて標準装備しており, リフレッシュタイムで目的の面積を求めることができる。

- 13. キャラクタ表示 : ハードウェアキャラクタジェネレータを持ち, 77 文字×30 行, 256 種の文字を 1600 万色の中から任意の 1 色を選択して表示可能。
- 14. 多重表示機能 : RED, GREEN, BLUE の各イメージメモリより出力される 1600 万色の同時表現可能な映像が 1 つ, WORKING メモリより出力される 64 色疑似カラー及びモノクロ 4 階調の各映像, キャラクタ表示映像の合計 4 つの映像がモニタ上で自由に合成可能。
- 15. ビデオ出力端子 : モニタ表示用に 2 系統のアナログ信号が BNC 端子にて RED, GREEN, BLUE および SYNC として外部に取り出し。
- 16. 環境条件 : 温度 10~40℃, 湿度 20~80%

そのほか, オプションでウィンドウ機能, ローミング機能を備えている。nexus シリーズは実際にミニコンをホストとして使用している例もあり, リモートセンシング用のイメージプロセッサとしてほぼ十分な機能を持っているといえる。

IV. ソフトウェア構成

1) ソフトウェアとプログラミング

FREDAM は前述のように OS に MS-DOS を採用している。MS-DOS は現在, 16 ビットパーソナルコンピュータの標準 OS となり, 市販されているアプリケーションソフトの多くは MS-DOS 上で動作する。また, プログラミング言語も各種発売されており, 選択範囲は非常に広い。データファイルの互換性にだけ注意すれば, ユーザは自分の得意とする言語でプログラムの開発を行うことができる。様々なグラフによる表現や作表, データベースなどはパーソナルコンピュータのもっとも得意とする分野であり, 計算結果を目的のソフトのデータフォーマットに合わせたファイルにしさえすれば, 市販のソフトを直接使うことができる。(最近のソフトは, データの互換性という点で 1 年程前とは比較にならないほど便利になっている。このシステムを作成した最初の時点では, 市販のソフトを組み込むといっても, 基本的に可能といった程度に過ぎなかったが, 現在はかなり現実性を帯びてきたようである。)

現在, 航測研究室の FREDAM 6500 のメニュー画面を図 4, 5 に示す。システムディスクは 2 枚に分かれており, システム A には nexus 使用プログラムが, システム B には計算処理プログラムが主に収められている。なお, FREDAM はその開発経緯から, プログラムで表示されるメッセージやプロンプトは全て英語が用いられている。最近では MS-DOS 本体, MENU, FORMAT や DISKCOPY コマンドなどにも英語メッセージが表示されるように改変したものを使用している⁽⁴⁾。プログラムは, N₈₈-BASIC と PC-FORTRAN 及び一部機械語で記述され, コンパイルしたものが用いられている。プログラム開発は主に筆者と, 航測研究室の沢田治雄氏, 粟屋善雄氏が行った。

リモートセンシング画像処理の主なフローを示したのが図 6 である。この図の左側はイメージ

***** FREDAM 6500 SYSTEM -A- v1.1 ***** (COMMAND SEL.) 1/2 Menu v1.00E

- * FREDAM OPENING DEMONSTRATION
- * DISPLAY IMAGE on nexus 6500
- * EXECUTE nexus HANDLER
- * EXECUTE TRAINING AREA SELECTION for nexus 6500
- * EXECUTE LOOK UP TABLE HANDLER for nexus 6500
- * EXECUTE WINDOW OPERATION for nexus 6500
- * EXECUTE AREA MEASURING with nexus 6500 & PLOTTER
- * SAVE nexus 6500 IMAGE
- * EXECUTE DRUM SCANNER
- * EXECUTE FILE CONVERSION (MT => FREDAM)

A>OPENING.EXE

Select ITEM using Cursor movement key and hit RETURN

C1 CU CA S1 SU VOID NWL INS REP ^Z

***** FREDAM 6500 SYSTEM -A- v1.1 ***** (COMMAND SEL.) 2/2 Menu v1.00E

- DISPLAY DIRECTORY INFORMATION
- DISPLAY DIRECTORY INFORMATION(SET PASS NAME)
- COPY A FILE
- MAKE DIRECTORY
- COPY A DISK
- INITIALIZE DISK FORMAT
- DELETE A FILE(SET FILE NAME)
- DELETE FILES (SET PASS NAME)

A>DIR %:

Select ITEM using Cursor movement key and hit RETURN

C1 CU CA S1 SU VOID NWL INS REP ^Z

図-4 FREDAM 6500 システムディスク A メニュー画面

***** FREDAM 6500 SYSTEM -B- v1.1 ***** (COMMAND SEL.) 1/2 Menu v1.00E

- * EXECUTE FREDAM-CIPS
- * EXECUTE RADIOMETRIC CORRECTION
- * EXECUTE GEOMETRIC CORRECTION
- * EXECUTE FILE CONVERSION (N88BASIC <=> MS-DOS)
- * EXECUTE FILE CONVERSION (IBM <=> MS-DOS)
- * EXECUTE FILE CONVERSION (MICRO-CIPS => FREDAM)
- * EXECUTE FILE CONVERSION (RESTEC => FREDAM)
- * EXECUTE FILE CONVERSION ('SAWADA' => FREDAM)
- * EXECUTE FILE CONVERSION (MT => FREDAM)

DISPLAY DIRECTORY INFORMATION

A>FRMENU.BAT

Select ITEM using Cursor movement key and hit RETURN

CI CU CA SI SU VOID NWL INS REP ^Z

***** FREDAM 6500 SYSTEM -B- v1.1 ***** (COMMAND SEL.) 2/2 Menu v1.00E

DISPLAY DIRECTORY INFORMATION(SET PASS NAME)

COPY A FILE

MAKE DIRECTORY

COPY A DISK

INITIALIZE DISK FORMAT

DELETE A FILE(SET FILE NAME)

DELETE FILES (SET PASS NAME)

A>DIR %:;%

Select ITEM using Cursor movement key and hit RETURN

CI CU CA SI SU VOID NWL INS REP ^Z

図-5 FREDAM 6500 システムディスク B メニュー画面

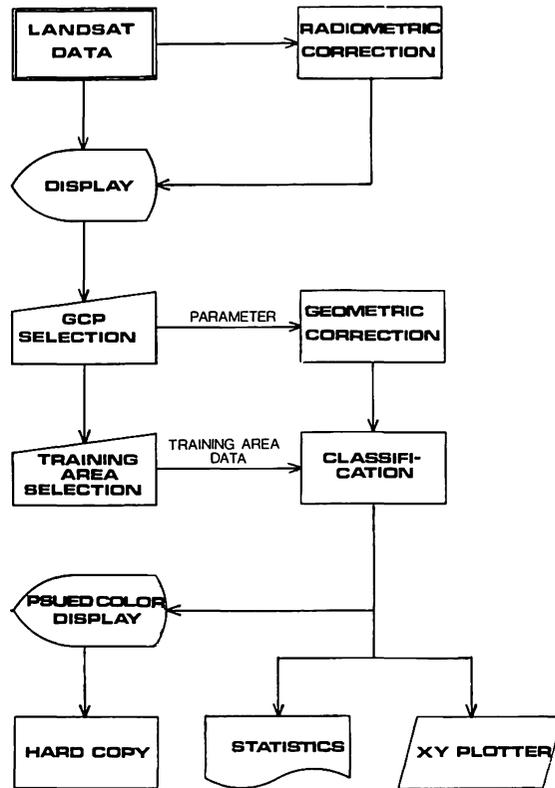


図-6 データ処理の流れ

プロセッサを必要とする作業で、右側は計算処理のみの作業である。地理補正、分類などといった処理時間のかかる作業はこのように分離して実行すれば効率がよい。ただし、画像データやパラメータなどはフロッピーディスクを介して交換しなくてはならない。

プログラム開発については、N₈₈-BASICのみでも nexus やMT装置とのデータ・パラメータ I/O 専用ハンドラ (機械語) を使用すれば、周辺機器を扱うのに特別なテクニックを必要とすることはまずないであろう。FORTRAN プログラムは、基本的には航測研究室の既存のものをコンバートし、ファイル I/O の部分を書き直したものを使用している。現在のところ、FREDAM には一応最も基本的なプログラムが揃ったといえる段階にある。定型作業をするのではなく、研究開発を行うのであれば、必要なプログラムは自分で作ってゆかなければならない。個々のケースにあったシステムに拡張して行くことが簡単にできることが、パーソナルコンピュータによるシステムの特長ということができる。

2) ファイル構成

MS-DOS の特徴の一つにシステムティックなファイル管理があげられるが、FREDAM でもその特徴を利用している。1つは階層ディレクトリのサポートであり、1つはファイル名に

おける拡張子の利用である。階層ディレクトリは特にハードディスクを利用するには必要で、画像データやパラメータファイルを効果的に管理することができる。拡張子というのは、MS-DOSでは一般的にそのファイルの種類を示すためにつけるファイル名(11文字)の後ろ3文字のことである。FREDAMでも同様にファイルの種類を拡張子によって区別するようにした。

一例を示すと、FREDAMフォーマットの画像ファイルは、ヘッダファイルと画像データファイルの2種類から成り立っている。そしてヘッダファイルは常に「.HDR」、画像データファイルは1つ1つのバンドが別々のファイルになっていて(BSQ形式)それぞれ「.B1」、「.B2」、「.B3」……という拡張子を持っている。例えば、4バンドの画像データでファイル名が「東京」であったとすると、ヘッダファイル名は「東京.HDR」、4つの画像データファイル名は「東京.B1」、「東京.B2」、「東京.B3」、「東京.B4」となる。ヘッダファイルにはその画像ファイルの作成年月日、チャンネル数、サイズなどの情報が収められており、画像データファイルには画像データのみが1ピクセル1バイトのバイナリ形式で書き込まれている。このファイルはN₈₈-BASICではシークンシャルファイルとして、PC-FORTRANではランダムファイルとして扱うことができる。

V. おわりに

パーソナルコンピュータによるリモートセンシングのデータ処理システムにおいて、CPUを2系列設けるという沢田氏のアイデアは、現在のシングルユーザ・シングルタスクのパーソナルコンピュータで効率的なシステムを作成するためには正鵠を得たものであると言える。ただしインドネシアに送ったシステムについて考えてみると、運用中に起こった故障や事故などの経験から、フェイルセーフあるいは冗長性という点で、少なくとも(1)VmとXAという違った機種ではなく同じ機種(Vm)を2台とする、(2)ハードディスクは内蔵型ではなく外付けのタイプとする、方がシステムとしての安全性が高いと思われる。つまり、(1)については、以前は計算速度が早い、といった点からXAを採用したが、その場合2台の計算機のうち片方が故障すると、インターフェースやプログラムの互換性などの関係からもう片方は故障した計算機の代替機として使用できないため、システムが機能しなくなる可能性が大きい。もし同じVmを2台にすればその危険性はなくなる。(2)については、ハードディスク内蔵にすると、それが故障した場合の処置によっては計算機本体も一時的に使用できなくなることが考えられるが、外付けタイプにすれば少なくともフロッピーディスクによるオペレーションは可能である。

以上のような反省を含めてFREDAM 6500を作成したのであるが、こういったシステムには完成というものではなく、常に改良・発展を続けて行かなくてはならないと考えている。初めに述べたように今日はハードウェアの発達は素晴らしいが、ソフトウェアがそれについて行けないといった面がみられる。ハードウェアを生かすも殺すもソフトウェア次第である。もちろん現在のFREDAMソフトウェアがハードの特性を十分に生かしているとはとてもいえないが。

とにかく、デジタル画像処理はパーソナルコンピュータの守備範囲に降りてきた——というよ

りもパーソナルコンピュータがそこまで進化したといった方が正しいであろう——のである。

最後に、このような機会を与えて下さった林業試験場航測研究室長及び室員の方々に感謝いたします。

引用文献

- 1) 露木 聡・沢田治雄・大貫仁人・栗屋善雄：パソコンによるリモートセンシングデータ処理システム—FREDAM—, 日本リモートセンシング学会第6回学術講演会論文集：41～44, 1986
- 2) 露木 聡：パソコンによるリモートセンシングデータ処理システム—FREDAM—, J. of PC-For. 4: 172～182, 1986
- 3) 柏木研究所：nexus6000 本体取扱説明書(システム編)REV.01, 製品マニュアル：1-8～1-9
- 4) 露木 聡：日本語MS-DOS ver.2.11 英語バージョンを作ろう！, J. of PC-For. 5: 191～196, 1987
(参考資料)

FREDAM6500 画像処理システム 構成機器一覧

機種名および品名	数量	単価	金額
イメージプロセッサ 及び周辺機器			
カラーイメージプロセッサ nexus 6510	1	3,500,000	3,500,000
GP-IB インターフェース nexus 68010	1	200,000	200,000
デジタイザ装置 nexus 68230	1	500,000	500,000
カラーモニタ (14インチ) Victor VM-X150	1	300,000	300,000
PC用 1MBメモリ/高速ハンドラ nexus N68052	1	200,000	200,000
カラーハードコピー装置 nexus 68820 Bタイプ	1	1,230,000	1,230,000
ホスト周辺機器			
40MBハードディスク/ストリーマ ICM HD-140S	1	590,000	590,000
5インチ固定ディスクインターフェースボード NEC PC-9801-27	1	20,000	20,000
GP-IB インターフェースボード NEC PC-9801-29N	1	48,000	48,000
マウス NEC PC-9872L	1	10,000	10,000
8インチフロッピーディスクユニット NEC PC-9881N	1	270,000	270,000
カラープリンタ NEC PC-PR201V2	1	298,000	298,000
ホストコンピュータ			
パーソナルコンピュータ NEC PC-9801Vm21	1	390,000	390,000
カラーモニタ (14インチ) NEC PC-KD854	1	89,800	89,800
オプション			
磁気テープ装置 TEAC MT-1000GP II	1	2,000,000	2,000,000
ドラムスキャナー 阿部設計 MODEL 2605	1	6,500,000	6,500,000
拡張 I/O ユニット NEC PC-9811N	1	98,000	98,000
オプション小計			8,598,000
合計 (オプションを除く)			7,654,800
合計 (オプションを含む)			16,243,800

(価格、型番は1987年11月調べ)