

病理標本画像データベース・システム PIMAS の開発†

横 矢 直 和^{††} 田 村 秀 行^{††}

近年、画像データとその関連情報をデータベース化し、管理・検索を効率的に行いたいという、いわゆる画像データベースの要求が高まっている。本論文では、画像データベースの実現が最も望まれている医学分野のなかから病理標本データを対象に、典型的な子宮癌細胞の顕微鏡画像と診断記録の管理を主目的として開発したプロトタイプシステム PIMAS について述べる。PIMAS では、① 画像データ、② データ長可変の非定形的記号データ (診断所見)、③ データ長固定の定形的記号データ (診断結果、患者情報等) のタイプの異なる 3 種類のデータを統一的に管理するための論理表現形式として関係形式を採用している。本システムの利用目的には (イ) 医師・細胞検査技師の研究・教育と (ロ) 画像処理による細胞診自動化のためのアルゴリズム評価の二つがあり、画像データの物理表現形式はデータ独立性と画像処理との整合性を考慮して決められている。PIMAS は会話型のデータ操作システムを備えており、データベースの定義、データ登録、検索、表示の各機能をもっている。画像の検索方式は診断結果等の記号情報をもとにした条件検索である。なお、画像データは画像処理プログラム中でも引用することができる。本システムの開発によって、画像データベース・システムのもつべき基本機能の実現に一応の成果を得た。

1. ま え が き

計算機による画像処理の適用範囲の広がりや相俟って、大量の画像データとその関連情報を統一的に蓄積・管理し、必要な情報を効率的に検索できる画像データベースの実現が強く望まれるようになってきている^{1)~5)}。しかし、一般的な画像データベースの構築技術は確立されておらず、画像データを扱う個々の分野で、実験システムの開発という形で研究が緒に就いたばかりである^{6)~9)}。

本論文では、画像データベースの実現が最も強く望まれており、かつ画像処理との接点の多い医学分野のなかから病理標本データを対象として開発した画像データベース・システム PIMAS (Pathological Image database Management System) について述べる。

医学分野では、病気の診断・治療、研究・教育を目的として、各種顕微鏡写真、X線写真、眼底写真、各種 CT 像など、さまざまな画像情報が利用されている。これらは種類、量とも年々増える傾向にあり、効率的な計算機管理が重要な課題になりつつある。医用画像データベースの利用目的は、(1) 患者個人のためと、(2) 医学の研究・教育のためとに大別できる¹⁰⁾。(1) の場合には、患者中心のデータベース構成が適しており、一方、(2) の場合は、(画像) データ中心の

構成が有効である。現在、(1) のタイプについては多くの総合医療機関で構築が検討され始めているが、(2) については報告が少ない。

さて、PIMAS はおもに子宮癌を対象とした細胞診の研究と教育のためのシステムを目指しており、典型的な子宮癌細胞の顕微鏡画像と診断記録の管理が中心となる。また、利用者として (イ) 医師および細胞検査技師と (ロ) 細胞診自動化を目的とする画像処理研究者を想定している。このような環境下でのシステムの特徴と固有の問題点を整理すると次のようになる。

(1) (i) 診断結果、患者情報などのデータ長固定の定形的記号データに加えて、(ii) 画像データの扱いが画像データベースの本質であるが、さらに、この種の医用画像データベースに固有の問題として、画像に関する (iii) 診断所見 (非定形記号データ) を検索できる必要がある。

(2) 画像データの物理構造は画像処理実験との整合性のよいものでなければならない。

(3) データの検索要求は、診断結果などの定形的記号データをキーとする画像検索と画像に関する診断所見の検索がほとんどで、検索の形態が限定される。

(4) 1 枚の画像内での部分検索では検索場所が癌細胞の映っている部分に限られる。これはリモートセンシング画像などの場合⁹⁾ との大きな違いである。

また、画像データベース・システム一般に共通する機能として、

(5) あらゆる種類のデータをその物理構造を意識することなく検索できる機能を備えていなければなら

† Development of a Pathological Image Database Management System PIMAS by NAOKAZU YOKOYA and HIDEYUKI TAMURA (Image Processing Section, Information Sciences Division, Electrotechnical Laboratory).

†† 電子技術総合研究所パターン情報部画像処理研究室

ない。

以上の考察のもとに、PIMAS では、3種類のデータを物理的には形式の異なるファイルに格納し、論理レベルで関係形式を採用することによって統合している。データベースの定義、データ登録、検索等のデータ操作のために、操作性の高い会話型コマンド・システムを開発した。また、画像データは画像処理プログラム中でも引用できる。

PIMAS の開発によって、画像データベース・システムに要求される基本機能を実現した。以下では、まず2章で本システムの概要を紹介し、3章でデータの表現方法について述べる。4章では会話型システムを中心としたデータ操作と支援ソフトウェアについて述べる。

2. PIMAS の概要

2.1 利用目的

PIMAS は癌細胞診のための研究・教育用システムであり、現在のところおもに典型的な子宮癌細胞画像と診断情報、患者情報の管理を目的としている。利用者として次の二つのタイプを想定している。

- (1) 医師および細胞検査技師 (タイプ1),
- (2) 画像処理方式による細胞診自動化¹¹⁾を目的とする研究者 (タイプ2)。

異なったタスク領域から有効利用できることがデータベースの本質である。本システムの実現によって、タイプ1の利用者は研究上の資料的価値が高い画像データを効率よく検索することができ、臨床事例との照合、検査技師の養成等に利用できる。タイプ2の利用者には画像処理アルゴリズムの性能評価のためのデータ集と診断記録が提供されることになり、実験効率が向上する。また、両タイプの利用者が共同利用することによって、細胞診断学の定量的アプローチも可能となる。

2.2 設計方針

上記の利用目的・環境下でのシステムに要求される基本機能は次のとおりである。

- (1) 2次元性を有する画像データと診断記録、患者情報などの記号データを統一的に管理できる。
- (2) 診断結果等の記号情報をもとにした画像検索および画像に関する記号情報の検索が容易に行える。
- (3) 操作性のよいデータ操作システムを備えており、タイプ2の利用者のためには画像処理実験時に容易に画像データにアクセスできる手段が用意されてい

る。

以上の基本機能を実現するために、われわれは具体的に次のような設計方針を採った。

(i) データの表現方法を物理レベルと論理レベルに分け、データの性質に応じて形式の異なる物理構造を論理レベルで関係形式 (テーブル) を採用することによって統合する。

(ii) 通常の利用形態では利用者がデータベースの物理構造を理解する必要のないように対策を施す。

(iii) データベースの定義、データ登録、検索、表示の各機能をもった会話型コマンド方式の操作システムを開発する。ただし、画像の検索は記号情報をキーとした条件検索とする。また、サブルーチン・プログラムの引用によって画像処理プログラム中で画像データにアクセスできるようにする。

2.3 システム構成

図1にPIMASのハードウェア利用環境を示す。検索等のデータ操作はグラフィック端末を介してTSS環境下で行われる。検索された画像データは通常、カラー画像表示装置に表示されるが、グラフィック端末に簡易濃淡表示することもできる。

図2にPIMASとその周辺のソフトウェア構成を示す。操作システムRIMAS (Relational-like Image database Management System) は関係形式データベースの構築、検索、表示の機能をもつ。画像ファイルの作成編集は既存の別システムPIATとCUPID¹²⁾によって、またテキスト・ファイルの作成はテキスト・エディタによって行われる。RIMASは図1の両計算機のTSSコマンドとして登録されており、いずれからも利用できる。

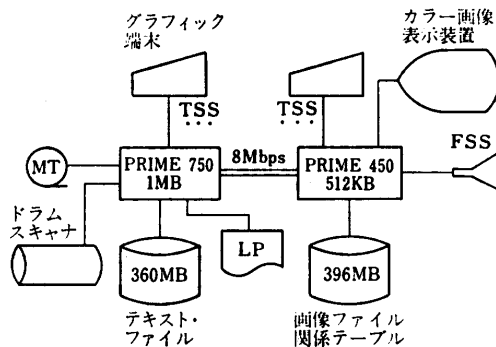


図1 PIMAS の利用環境

Fig. 1 Hardware environment of PIMAS.

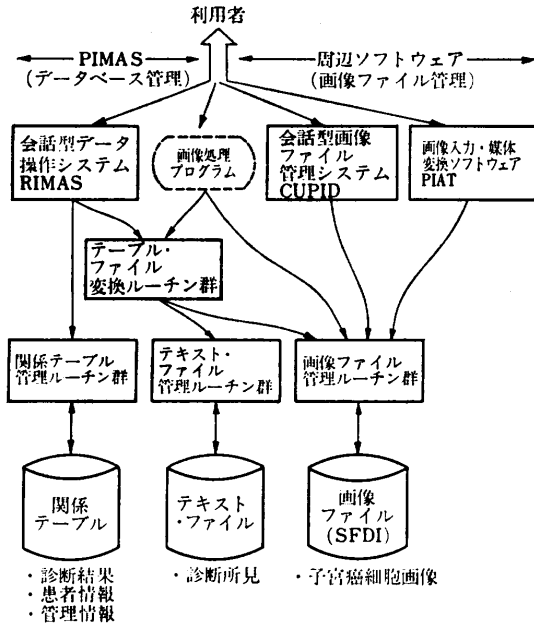


図 2 PIMAS と周辺ソフトウェア
Fig. 2 Overview of PIMAS and its related software.

3. データ表現

3.1 データの種類

PIMAS で管理の対象としているデータは典型的な子宮癌細胞画像、診断記録および患者情報であるが、このうち、画像データは(i)本質的に2次元性を有する、(ii)1枚の画像のデータ量が膨大である、等の理由と画像処理実験との整合性の観点から、記号データとは異なる格納形式が必要となる。また、記号データのうち、診断所見は一種のメモであり、長さが一定ではない(非定形的である¹³⁾)点で他の記号データと性質を異にする。以上の理由から、PIMAS の物理レベルでのデータ表現形式は次の3種類に分かれている(図2参照)。

(1) 画像ファイル…子宮癌細胞の顕微鏡カラー画像は SFDI ファイル¹⁴⁾に格納される(後述)。

(2) テキスト・ファイル…一つのテキスト・ファイルに複数の診断所見(非定形的記号データ)が格納される。

(3) 関係ファイル…診断結果(細胞タイプ)、患者情報などの定形的記号データは関係形式データベースを構成する。

3.2 データの論理表現

本システムでは、データは論理的にはすべて上記(3)の関係表(以下ではたんにテーブルと呼ぶ)で表

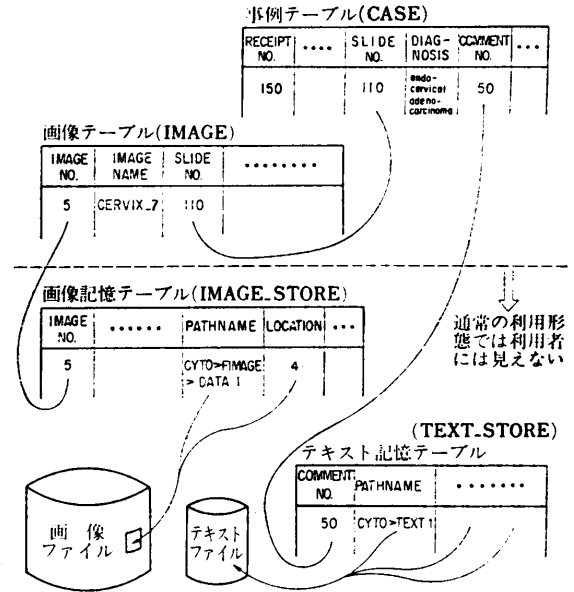


図 3 テーブル間の関係
Fig. 3 Relationships among the relational tables.

現される。画像データとテキスト・データは、その名前または番号をテーブル内の項目の実現値として書き込むことによって表現される。これによって、長さ固定のデータ項目に長さ可変の大量のデータを仮想的に埋め込むことができる。PIMAS の設計に当たっては、予想される検索要求の検討を行い、次のようなテーブルと項目を定義した。

(a) 事例テーブル:

CASE (受付番号, 日付, 患者番号, 部位, スライド番号, 診断結果, 所見番号, 医師名)。

(b) 患者テーブル:

PATIENT (患者番号, 患者名, 住所, 生年月日)。

(c) 画像テーブル:

IMAGE (画像番号, 画像名, スライド番号, 画像タイプ, 倍率, 粗精指定, 精画像数)。

(d) 画像間関係記述テーブル:

IMAGE-REL (粗画像番号, 精画像番号, 通し番号, 場所指定(4項目))。

(e) 画像記憶テーブル:

IMAGE-STORE (画像番号, 画像名, 画像タイプ, pathname*, ファイル内番号, 部分画像指定(始点座標とサイズに関する4項目))。

(f) テキスト記憶テーブル:

TEXT-STORE (所見番号, pathname, 先頭レコー

* Pathname は <MFD>UFD> sub UFD>...>file name の木構造をしている。

ド番号, レコード数).

なお, 下線を付した項目は primary key を表す. これらのテーブルのうち, IMAGE-REL は顕微鏡画像内の重要な部分 (癌細胞) について高精度のデータを保持する場合の画像の包含関係を表すために用意したものである.

図 3 にテーブル間での項目の対応関係の一部を示す. (a)~(d) のテーブルは利用者が検索時に直接利用するが, (e) と (f) は非定形データの論理レベルと物理レベルをつなぐ役割を担っており, 利用者は通常の検索・表示時にはこの二つのテーブルの存在を意識する必要がない. この意味から, IMAGE-STORE と TEXT-STORE を“見えないテーブル”と呼ぶ. 非定形データの物理構造をシステム側で吸収すること

は, 画像データベース・システムの設計においてきわめて重要である.

テーブル(a)~(d)の仕様は対象と利用目的に依存するが, IMAGE-STORE と TEXT-STORE は関係形式で画像データとテキスト・データを管理する際に広く利用できる. すなわち, この二つのテーブル以外の“見えるテーブル”を必要に応じて定義することによって, 他の対象に関する画像データベースを容易に構成できる.

なお, 実際にはシステムは(a)~(f)以外に, データベース・ディレクトリとしてテーブル記述用テーブル TABLE と項目記述用テーブル COLUMNS を保持している.

表 1 SFDI ファイルのヘッダ部の内容
Table 1 Contents of header in SFDI file.

項目番号	項 目	バイト数	摘 要
1	データ名 (DNAME)	12*	12 文字未満の場合は後を空白とする
2	フレームの大きさ (FX, FY)	4	FX, FY の順に各 2 バイト
3	サブフレームの大きさ (SX, SY)	4	SX, SY の順に各 2 バイト
4	サブフレーム数 (NSX, NSY)	4	NSX, NSY の順に各 2 バイト
5	濃淡情報		
	データ・ビット数 (NBIT)	1	8 の約数/倍数 (NBIT=0→NBIT=8)
	有効ビット数 (EBIT)	1	EBIT ≤ NBIT (EBIT=0→EBIT=NBIT)
	格納形式 (LR)	1	0: 右づめ 1: 左づめ
	濃淡階調 (SCALE)	1	0: 輝度 ∝ 数値 1: 濃度 ∝ 数値等
6	論理レコード長 (LLENG)	4	LLENG=0→LLENG=SX*SY*NBIT/8
7	物理レコード長 (PLENG)	2	PLENG ≤ LLENG (PLENG=0→PLENG=LLENG)
8	画素配列 (PODR)	1	0: 水平方向上から 1: 垂直方向左から
9	サブフレーム配列 (SODR)	1	同 上
10	隣接情報 (ML, MR, MU, MD)	4	ML, MR, MU, MD の順に 1 バイト
11	入力装置	6*	FSS---, ITV--- 等 6 文字
12	入力方式	6*	単色/色彩, 単眼/ステレオ等 6 文字
13	全視野の大きさ (VX, VY)	4	VX, VY の順に各 2 バイト
14	有効領域 (RXS, RYS, RXE, RYE)	8	RXS, RYS, RXE, RYE の順に各 2 バイト
15	フレームの始点 (FXS, FYS)	4	FXS, FYS の順に各 2 バイト
16	日 付	6*	MMDDYY (年は西暦の下 2 桁) の数文字コード
17	場 所	6*	6 文字
18	基礎統計量		
	最大値	4	4 バイト整数
	最小値	4	同 上
	平均	6	前 4 バイト: 整数部 後 2 バイト: 小数部 2 桁
	標準偏差	6	同 上
19	拡張用予備	32	
20	コメント	380*	
計		512	

*: 文字コード

3.3 画像データの物理構造

画像データはパパニコロ染色された子宮頸部細胞の顕微鏡カラー画像 (R, G, B) であり、カラーズライドをドラムスキャナを介してデジタル化したものである。顕微鏡の倍率は 100, 200, 400 のいずれかである。全視野を含む粗画像の大きさは 384×512 画素であり、視野内の重要な部分 (癌細胞が映っている部分) について高分解能でデジタル化した $32m \times 32n$ (m, n は整数) の精画像も保持している。これが画像内の部分検索の対象となる。このように、部分検索場所があらかじめ特定できるのは研究・教育用の医用画像の特長である。量子化レベル数は R, G, B それぞれについて各画素 8 ビットである。なお、プレパラート上の細胞を顕微鏡画像入力装置を用いて直接デジタル化することもできる¹⁵⁾。

画像データの収集・相互利用と画像処理実験との整合性の観点から、画像ファイルのフォーマットの決定が重要である。本システムでは、この観点とファイルの自己記述性を重視した結果として、画像ファイル形式に、本学会起案の標準画像フォーマット SIDBA MT 76¹⁶⁾ に準拠した SFDI (Standard Format for Digital Images) フォーマット¹⁴⁾を採用した。これによって、後述の支援ソフトウェア CUPID と PIAT を利用でき、システム全体の実現が容易にもなる。SFDI フォーマットのおもな特徴は以下のとおりである。

- (a) SFDI ファイルは OS 管理下のランダム・アクセス・ファイルである。
- (b) 画像の分割格納単位であるサブフレーム長 LLENG (=レコード長) の等しい画像に限り、複数

枚を一つのファイルに格納できる。

(c) 各画像データごとに、SIDBA フォーマットと同形式の格納形態と属性に関するヘッダー部 (表 1 参照) を備えており、SFDI ファイルは自己記述ファイルである。

粗画像は 64×64 の大きさのサブフレームに分割格納されており (LLENG=4096 バイト)、一方、精画像のサブフレームは 32×32 である (LLENG=1024 バイト)。したがって、(b)より粗画像と精画像は異なる SFDI ファイルに格納される。実際には、PIMAS では粗画像、精画像とも複数のファイルを構成している。このように物理的には異なるディスク上のファイルに格納されている大きさ・分割形式の異なる画像データが特別な管理テーブル IMAGE-STORE をもつことによって論理的に統合される。この方式は、画像の分割方式等の格納形態が変わってもデータアクセスに何ら影響を与えない点で、データ独立性を確保している。なお、カラー画像は R, G, B の順に連続して SFDI ファイルに格納されており、IMAGE-STORE には R -画像の記憶場所が書き込まれる。

4. PIMAS におけるデータ操作

本システムの操作は主として会話型システム RIMAS を介して行われるが、画像データには画像処理プログラム中で FORTRAN サブルーチンの引用によってアクセスすることもできる。また、画像ファイルの作成・編集等の作業については別システムが利用できる。

4.1 会話型操作システム RIMAS

表 2 に RIMAS のコマンド名と機能およびおもな

表 2 RIMAS コマンドとその機能
Table 2 RIMAS commands and their functions.

コマンド名	機 能	おもな入力パラメータ
CREATE	テーブルの作成	テーブル名, 項目, 属性
DROP	テーブルの削除	テーブル名
INSERT	テーブルへのデータの登録	テーブル名, データ内容
MODIFY	テーブル内のデータの修正	テーブル名, primary key, 修正項目, 修正値
DELETE	テーブル内のデータの削除	テーブル名, primary key
SEARCH	テーブルを介したデータの検索	テーブル名, 検索項目, 条件設定項目, 条件, 値
DISPLAY	画像データの表示	画像番号 (名), 出力デバイス
LIST	テキストデータの表示	コメント番号
TLIST	テーブル内容の表示	テーブル名
HELP	コマンドの説明	コマンド名
END, DONE, BYE	RIMAS の終了	

下線部はコマンドの省略形を表す。

入力パラメータを示す。RIMAS は TSS コマンドとして実現されており、会話過程での誤入力を減らすために利用者に対して入力支援を行う。本システムでのデータ操作は見かけ上すべてテーブルを介した論理レベルの操作であり、画像データとテキスト・データの物理レベルでのファイル操作は行わない。以下では機能別におもなコマンドについて説明する。

(a) データベースの定義—CREATE, DROP

CREATE はデータベースのユーザ・ビューを構成するテーブルを定義するためのコマンドである。3.2 節で述べた六つのテーブルは CREATE を用いて定義されたものである。なお、パラメータとして、テーブル名および含まれる項目の名前とデータタイプ、データ長を指定しなければならない。定義されたテーブルに関する情報は自動的に TABLE と COLUMNS に書き込まれる。DROP はテーブルを削除するためのコマンドで、ビューの変更にも利用される。

(b) データの登録・修正・削除—INSERT, MODIFY, DELETE

テーブルへのデータの登録、修正、削除について、

それぞれコマンドが用意されている。PIMAS で非定形データ（画像と診断所見）を登録する際には、テーブル CASE, IMAGE, IMAGE-REL の所定の項目に論理的な名前または番号を書き込むと同時に、IMAGE-STORE, TEXT-STORE にその物理的な記憶場所を登録しなければならない。

(c) 検索—SEARCH

検索はテーブルに対する条件検索であり、SEARCH のパラメータは次の順序で入力される。

```

<テーブル名>
<検索項目名>
{ <設定項目名>
  <条件>…=, キ, >, ≥, <, ≤
  <値>
}
[ 検索条件設定
  ⋮
]
    
```

複数の項目に対して条件が設定された場合の検索条件は AND 結合である。

図 4 (a) に “野口医師によって扁平上皮癌であると診断された細胞を含むスライド番号は何か” という問

```

Enter the RIMAS command
SEARCH
*****          SEARCH start          *****

Table name ?
CASE
Field specification as follows:
  ⋮ テーブル CASE の仕様を呈示 } 以下では省略

Enter field name (target of the query)
SLIDE_NO
Enter the corresponding field name
PART
Condition [ EQ, NE, GT, GE, LT, LE, *J ] ?
EQ
Value ?
UTERINE
Enter the corresponding field name
DOCTOR_NAME
Condition [ EQ, NE, GT, GE, LT, LE, *J ] ?
EQ
Value ?
Y,NOGUCHI
Enter the corresponding field name
DIAGNOSIS
Condition [ EQ, NE, GT, GE, LT, LE, *J ] ?
EQ
Value ?
EPIDERMOID CARCINOMA
Enter the corresponding field name
[CR]
[BELL]
[CR]
[ERASE]
Table name: CASE
Field name: SLIDE NO
26
39
    
```

(a)

```

Table name ?
IMAGE
Enter field name (target of the query)
IMAGE_NO
Enter the corresponding field name
SLIDE_NO
Condition [ EQ, NE, GT, GE, LT, LE, *J ] ?
EQ
Value ?
26
Enter the corresponding field name
[CR]
[BELL]
[CR]
[ERASE]
Table name: IMAGE
Field name: IMAGE_NO
6

Table name ?
*E
*****          SEARCH normal end          *****
    
```

(b)

図 4 SEARCH コマンドの使用例 (下線部はユーザの応答を表す)

Fig. 4 Examples of the query process using SEARCH command (User's responses are underlined).

合せ例を示す。同図(b)はそれに続いた問合せで、“スライド番号 26 に対応した画像番号は何か”を表している。このように、SEARCH による画像検索は付属情報として与えられている記号データに基づく条件検索であり、最終的に画像番号または画像名を得る。ただし、現在のところ診断所見に基づく画像検索は行っていない。SEARCH では画像は表示されず、そのためには表示コマンドが必要である。これは診断所見についても同様である。画像と診断所見の検索と表示を分離したのはおもに次の理由による。

(1) 検索条件の設定によってデータが特定されるとは限らず、条件を満たす複数のデータが存在しうる。

(2) 画像データと診断所見の表示には、物理レベルの画像ファイルとテキスト・ファイルへのアクセスが必要であると同時に、表示装置に依存した部分が多く、分離したほうが今後の改良が容易である。

(d) 表示—DISPLAY, LIST, TLIST

画像と診断所見の表示のために、コマンド DISPLAY と LIST が用意されている。画像データはカラー画像表示装置またはグラフィック端末に表示され、診断所見はグラフィック端末に表示される。図 5 は図 4 の問合せで検索された画像を DISPLAY コマンドを用いて簡易表示した例である。なお、カラー画像の簡易濃淡表示には G-画像が用いられる。利用者はデータの論理的な名前または番号を指定し、物理フ

ァイルとの対応づけは IMAGE-STORE, TEXT-STORE を介してシステム側で行う。TLIST はデータベースの操作過程でテーブルの内容を端末に表示するためのコマンドである。

4.2 画像処理プログラム中での画像アクセス

本システムの利用者のうち、タイプ 2 の利用者にとっては、画像処理実験時に画像データに容易にアクセスできる必要がある。ここでは TSS 環境下での画像処理実験を想定しており、通常、プログラム中でのデータの指定は会話形式で行われる。PIMAS では、SEARCH コマンドを用いて検索された画像番号または画像名を画像処理プログラムに渡すことによって画像アクセスを可能にする方式を採用しており、そのために FORTRAN サブルーチン READIM を用意している。READIM のコーリング・シーケンスを次に示す。

```
CALL READIM (image-no, image-name, image-type, image-header, image-array, ix 0, iy 0, isx, isy, error-code).
```

ただし、image-header は SFDI ファイルの画像ヘッダをアン・パック形式で格納するための配列であり、image-array は画像用配列である。したがって、プログラム内で実行文に先だって次の配列宣言が必要である。

```
DIMENSION image-header (146), image-array (isx, isy).
```

```
Enter the PIMAS command
DISPLAY
*****      DISPLAY start      *****

Display device [ TK4014, DeAnza ] ?
TK4014
Image number ?
6
Image name ?
[CR]
Window (IX0, IY0, IWX, IWY) ?
1,1,384,512
Sampling interval (ISMPL) ?
2
Window size (IWX, IWY) = (384, 512)
[BELL]
[CR]
[ERASE]
      グラフィック端末上に簡易濃淡表示
      _____>
[BELL]
[CR]
[ERASE]
Display device [ TK4014, DeAnza ] ?
*E
*****      DISPLAY normal end      *****
```

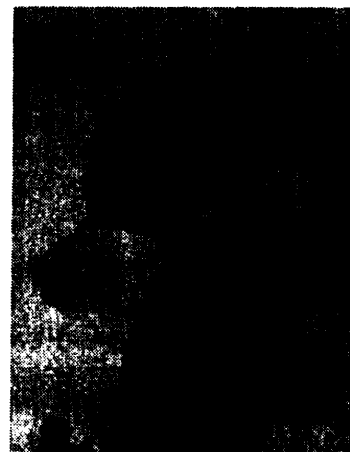


図 5 DISPLAY コマンドの使用例 (下線部はユーザの応答を表す)

Fig. 5 An example of the query process using DISPLAY command (User's responses are underlined).

表 3 PIAT コマンドとその機能
Table 3 PIAT commands and their functions.

コマンド名	機 能
MTDISC	メディア変換 {SIDBA フォーマット MT→SFDI ファイル SFDI ファイル→SIDBA フォーマット MT
DISCMT	
OPTDSC	ドラム・スキャナからの画像入力 (SFDI ファイルに格納)
FSSDSC	フライング・スポット・スキャナからの画像入力 (SFDI ファイルに格納)
DSCFSS	SFDI ファイル内の画像のフライング・スポット・スキャナへの書き込み
PLIST	SIDBA フォーマット MT 上の画像ヘッダのリスタリング

なお、READIM を引用する際には、image-no, image-name のうち少なくともどちらか一方の実引数に値が設定されていなければならない。

4.3 その他の支援ソフトウェア

画像データベースでは、論理レベルでの操作システム以外に、画像入出力機器のサポートや画像ファイルの作成・編集といった、いわゆる物理レベルでの操作システムも重要である。ここでは、このための二つのソフトウェア・システムについて簡単に説明する。

(a) 画像入力・媒体変換

ドラム・スキャナ、フライング・スポット・スキャナ (FSS) からの画像入力と、画像の MT, ディスク, FSS 間での媒体変換を会話形式で行うためのシステム PIAT (Programs for Image Acquisition and Transmission) を開発している。PIAT は表 3 に示すような TSS コマンドの集合であり、機能ごとにコマンド化されている。画像データのフォーマットは MT 上では SIDBA MT76 フォーマットであり、ディスク上では SFDI フォーマットである。

(b) 画像ファイル管理

筆者らはすでに画像処理実験支援のための SFDI ファイル管理システム CUPID (Conversation-mode Utilities for Processing Image Data) を開発している^{12), 17)}。CUPID は画像処理実験において、おもに画像処理プログラムの実行以外の作業をファイルの概念の下で会話的に実行するシステムである。現在の CUPID は表 4 に示す八つのサブシステムから構成されており、機能的には次の 3 種に大別できる。

(i) 画像ファイルの編集・修正——HEADER, FEDIT, PALTER, FALTER.

(ii) 画像内容の表示・確認——PLOT.

(iii) 簡単な画像処理——THRESH, GSCALE, PIXOP.

PIMAS ではデータベース (テーブル) に登録されている画像のデータ保全の検証と簡単な画像処理の目的

表 4 CUPID のサブシステム
Table 4 Subsystems of CUPID.

サブシステム名	内 容
HEADER	画像ヘッダの作成と修正
FEDIT	フレーム単位での SFDI ファイルの編集
PALTER	画素単位での値の変更
FALTER	画像の分割格納形式の変更
PLOT	断面、ヒストグラム等の計算と表示
THRESH	しきい値の計算と 2 値化
GSCALE	濃度階調の変換処理
PIXOP	画素値ごとの演算

に CUPID を利用している。また、RIMAS の DISPLAY コマンドでは下位レベルで CUPID の画像アクセスルーチンを使用している (図 2 参照)。

5. む す び

本論文では、病理標本データ、とくに子宮癌細胞画像と診断記録の統一的管理を目的として開発した画像データベース・システム PIMAS について述べた。現在、PIMAS には典型的な約 80 症例が蓄えられている。本システムは、医学の研究上で資料的価値の高い画像データを効率よく検索でき、臨床事例との照合、検査技師の養成等に利用できる。また、画像処理方式による細胞診自動化の研究においては、アルゴリズム評価のためにデータ集と診断記録が効率よく利用できる。

大きさや分割方法の異なる画像データ、定形的記号データ、および非定形的記号データの 3 種類のデータを統一的に扱えることは、画像データベース・システムのもつべき基本機能の一つである。会話型操作システム RIMAS は、データベースの定義、データ登録、検索、表示の機能を備えており、汎用性の高い設計になっている。定義機能を用いて、他の対象に関する関係形式の画像データベースを容易に構成できる。

PIMAS での画像検索は、診断記録等のあらかじめ

与えられている記録情報をもとに行っているが、将来的には、画像内容に基づく類似度検索の機能も求められよう。

画像の検索時間に関する厳密な評価は現在のところ行っていない。これは、PIMAS がスタンド・アロン型のシステムではなく、共同利用の TSS 環境下で実現されていることによる。画像の検索・表示を高速化するために、現在、画像表示装置に付置したリアルタイム・ディスクの導入を検討している。ソフトウェア面では次のような点で改良の余地がある。

(1) 関係完備な問合せ言語の導入。

(2) RIMAS の操作レベルでの画像処理機能の導入—CUPID コマンドの一部 RIMAS コマンド化—。

(3) 画像処理結果管理機能の追加。

謝辞 本研究の機会を与えて下さいました電総研・パターン情報部・中島隆之部長のご理解とご支援に感謝いたします。画像処理研究室の舟久保登室長、野口義夫主任研究官、ならびに視覚システム研究室の山本正信主任研究官からは有益なご助言、ご協力を得ました。また、佐々木研究所附属杏雲堂病院の天神美夫副院長からはデータ提供等のご協力を得ました。

参 考 文 献

- 1) 横矢, 田村: 画像データベース研究の動向, 電総研集報, Vol. 45, No. 9/10, pp. 451-465 (1982).
- 2) 坂内: 画像データベース, 昭 55 電学会全大, No. S13-2 (1980).
- 3) 篠田, 木戸出: 画像データベース, 信学誌, Vol. 63, No. 12, pp. 1274-1283 (1980).
- 4) Special Issues on Pictorial Information Systems, *Computer*, Vol. 14, No. 11 (1981).
- 5) 鳥脇: 画像データベース, *O plus E*, No. 42, pp. 65-79 (1983).
- 6) Chang, S. K. et al.: A Relational Data Base System for Pictures, *Proc. PDDM '77*, pp. 142-149 (1977).
- 7) Chang, N. S. and Fu, K. S.: Query-by-Pictorial-Example, *IEEE Trans. Soft. Eng.*, Vol. SE-6, No. 6, pp. 519-524 (1980).
- 8) 長谷川, 福村, 鳥脇: 胸部 X 線写真データベースのためのスケッチ画像の作成と利用, 信学論 (D), Vol. J65-D, No. 9, pp. 1121-1128 (1982).
- 9) 篠田他: ランドサット MSS 画像データベースシステムの開発と評価, 情処論, Vol. 24, No. 6, pp. 867-876 (1983).
- 10) 鈴木, 中西: 医用画像データベース—現状の報告と問題の枠組み—, 昭 56 電気四学会連大, No. 35-4 (1981).
- 11) 野口, 天神, 杉下: マルチスペクトル画像に基づく癌細胞の検出方式, 信学論 (D), Vol. J64-D, No. 8, pp. 682-689 (1981).
- 12) 田村, 坂上, 横矢: 画像処理実験支援のためのデータファイル管理ソフトウェア, 情処会研資, コンピュータビジョン 24-5 (1983).
- 13) 草鹿, 荻原: 情報の蓄積・検索技術, 情報処理, Vol. 22, No. 10, pp. 979-991 (1981).
- 14) Tamura, H.: Image Database Management for Pattern Information Studies, in Chang, S. K. and Fu, K. S. (Eds.), *Pictorial Information Systems*, pp. 198-227, Springer-Verlag, Berlin (1980).
- 15) 野口: 顕微鏡カラー画像入力装置の試作, 電総研集報, Vol. 47, No. 8, pp. 717-740 (1983).
- 16) 尾上他: イメージプロセッシングの振興と標準化, 情報処理, Vol. 21, No. 6, pp. 645-659 (1980).
- 17) 画像データ管理システム EIDES 利用の手引き—対話型システム CUPID を中心とした画像処理実験支援用ソフトウェアの解説—, 電総研 (1983).

(昭和 59 年 1 月 31 日受付)

(昭和 59 年 6 月 19 日採録)