

植物図鑑の画像データベースシステム

阪大 工 通信 打浪 清一
手塚 慶一

1. はじめに 事務用の DBMS には、比較的能率の良いものが数多く作成され、稼働中であり、それを用いての種々の検索も実用の域に達している。しかし乍ら、簡単な表、Tree、Network 構造などでは記述出来ない複雑な構造を持つ情報、例えば、意味情報や画像情報については、有効的な、内容検索、事実検索の出来ない DBMS がまだ見当たらず、これらの可能なシステムの構成が望まれる。

他方、医療写真、リモートセンシング写真など、図形や画像が沢山集積し、ただ置いておくだけでは有効活用が出来ないので、データベース化する試みが各所でなされている。しかし、その索引付けの方法が確立していないため、図面や画像の注記情報程度の二次情報しか活用できず、内容的な手がかりからの検索に十分応えることができない。

画像 DBMS は、貯えられる画像の種類、目的により要求

される機能が多種多様で、それら全部に適合出来るシステムの設計はむづかしいが、境界線のはっきりした画像群むぎの、画像構造解析と抄録として用いる方式について、植物図鑑を対象とした、画像データベースシステムのパイロットシステムを作成し、内容検索可能な画像データベースシステムの実現性と調べている。本稿ではそのめざすしを紹介する。

2. 内容検索可能な画像データベースシステム 画像と含む情報集合から、画像内容に関する検索条件を与えて検索を行う場合、検索システムは、システムの持つ一次情報 或いは、二次情報ともとに処理する。検索質問が出てから一次情報と処理するのは、並列処理を行うハードウェアを用いる限り、画像の情報量からいってあまり得策でない。そこで画像内容といかにして利用しやうい二次情報に加工して蓄積するかが重要となる。

2.1. 画像検索のタイプ 画像検索において想定される質問と分類整理すると、書誌的検索、図形的検索、奥体的検索、事実検索の四種類に分けらる。この四種の検索について概説する。

(1) 書誌的検索：最も簡単な検索であって、画像に対し注釈的に加えた書誌的情報をキーとして、画像をアクセスする検

索という。例之は、与条件に合う撮影パラメータをもつ画像を求めの検索など。

(2)図形的検索：画像内容の図形的形状(形, 色, 空間的配置など)をキーとし, 画像をアクセスする検索という。例之は, 赤い円が描かれている図形を求めの検索など。

(3)実体的検索(被写体検索)：画像の中で認識される実体(被写体)の名称やその形状(被写体の形, 色, 空間的配置など)をキーとし, 画像をアクセスする検索という。例之は, 三日月が写っている画像の検索など。

(4)事実検索：ある画像群を指定し, その画像群を解析, 評価することにより得られる潜在的な情報と求めの検索という。例之は豊中市域の航空写真から, 豊中市のビルの特徴を求めの検索など。

以上の4種類の検索に応えるためには, これら4種類の二次情報ファイルを持つ必要がある。

2.2. 二次情報の抄録 上述の4種の検索に応えるためには, それらに適した抄録を行う必要がある。書誌的情報に関しては, 普通の抄録, 整理法が用いられる。

図形的, 画像的情報に関しては, 次のように抄録する。

対象画像群として, 輪郭, 境界線の明確でない, 被写体の識別も容易でない連続的の画像群と, 境界線が明確で被写体の

識別が容易な画像群を考へられ、この二者はその抄録法のみから異なってくる。ここでは後者の画像群を選び、図形、画像生成文法と定義し、対象画像をこの文法により構図解析し、その構図結果を抄録とする、筆者が提案して来た方法を採用し、そのパイロットシステムを作成、その実現性とさぐりにむかへである。内容抄録に最も関係する、図形・画像の発生、抄録の爲の枠組を次のように定める。

[定義1] 画像・図形生成文法 $G_I = \langle V_N, V_T, R, S \rangle$
 ここで、 $V_N \cap V_T = \phi$, $V_N \cup V_T = V$, $V_T = V_{Tg} \cup V_{To}$,
 $V_{Tg} \cap V_{To} = \phi$, V_N, V_T は夫々中間、終端語彙で、終端語彙は、画素語彙 V_{Tg} と、画素合成作用子語彙 V_{To} からなる。
 $S \in V_N$ は初期語彙で、 R は画像生成規則集合であつて、
 $A \rightarrow w$, $A \in V_N$, $w \in \{\alpha(a\beta)^* \mid \alpha, \beta \in V_{Tg}, a \in V_{To}\}$
 なるタイプの有限個の書換規則からなる。

[定義2] 画像・図形記述 $G_D = L(G_I)$ 文法 G_I で生成された string の全集合と、画像・図形記述という。

[定義3] 画像・図形表現 $G_G = \overline{L}(G_D)$ 画像・図形記述に、表現写像 \overline{L} と稱した結果の全集合と画像・図形表現という。また各画像・図形記述に \overline{L} と稱した結果は、夫々の画像・図形表現となっている。

表現写像 \overline{L} は、次のように定義される。

$\Phi(\alpha) = A, \alpha \in V_{Tg}, A \in \bar{A}$ (画素集合),

$\Phi(a) = \emptyset, a \in V_{To}, \emptyset \in \bar{\emptyset}$ (画像合成作用子集合),

$\Phi(\alpha \circ \beta) = A \circ B = C, \alpha, \beta \in V_{Tg}, a \in V_{To}, A, B, C \in \bar{A}$

画像と図形の区別は、画素の選び方であり、画像の被写体と意識せずに輪郭や境界線で画素を抽出する場合は、「図形」と呼び、被写体の輪郭で画素を抽出する場合は、「画像」と呼ぶ。

図形・画像の抄録は次のように行われる。即ち通用対象が決ると、通用対象をカバーするにふさわしい画素及び画素合成作用子を定め、画像、図形生成文法と定義する。

次に各画像・図形とこの生成文法により構図解析を行う。そして使われた生成規則番号と、終端図形番号(画素番号)と、その画像あるいは図形の抄録とする。画像内容の色や各画素は、終端図形番号に抄録され、各画素間の位置関係は、生成規則番号に抄録される。

事実検索用のデータは、以下の画像知識ファイルと、それを用いて画像理解した結果データとよりなる。

- (1) シソーラス：実体的情報などの画像情報記述で用いられる用語間の上位、下位、同義等の関係を記述した類語集で、形式的に異なる記述間の関係を認識する表に用いられる。
- (2) 標準画像認識データファイル：ある実体のある条件下で

どのように画像化されるかを記述したもので、図形的な画像記述、書誌的記述から実体と推定するのに用いる。

(3)画像処理ライブラリ 通用知識ファイル: 各々の画像処理ルーチンが、どのような条件が満たされた時に通用出来ると記述したもの。

事実検索用のデータの導出は、画像理解+人工知能+知識を含めたDBの話になるので、ここではこれ以上触れない。

2.3. 画像検索 画像内容の検索は、上述の仕組みを用いて行われる。質問により、書誌的情報ファイル、図形的、実体的情報ファイル(使用生成規則と終端画素のファイル)、事実検索用のファイルとひくことにより行われる。ユーザの生成規則、終端図形の番号の指定は困難なので、この部分はディスプレイを用いながら会話型で行う。システムリード型と、ユーザリード型の検索があるが、システムリード型に於ては、システムから典型的な画素の表示と同時にN着択一式の質問が出され、ユーザがそれに答えるから、画素とその位置情報として返ってゆき、該当する終端画素番号や使用生成規則と、システムが見出し、検索を行ってゆく。ユーザリード型においては、ユーザが積極的に画素と自分で抜き、あるいは指定しながら、システムリード型と同じ情報と、システムが分析抽出してゆく。これは画像、図形検索と書誌的、事実検

索と適当に使い分けながら対象としぼり、答を求めてゆく。

3. 植物図鑑 画像データベースシステム 上述の内容検索可能な画像データベースシステムの分析と設計に基づき、対象として、比較的輪郭がはっきりしており、被写体情報の明確な植物図鑑を選び、画像データベースシステムのパイロットシステムを試作した。その目的は、本方式の実現可能性、有効性を確かめること、画像内容の検索にかかわる諸問題点の把握とその解決策をたぐることにあった。以下にその概略をのべる。

3.1 システム構成 現在試作中の植物図鑑データベースシステムのシステム構成を図1に示す。

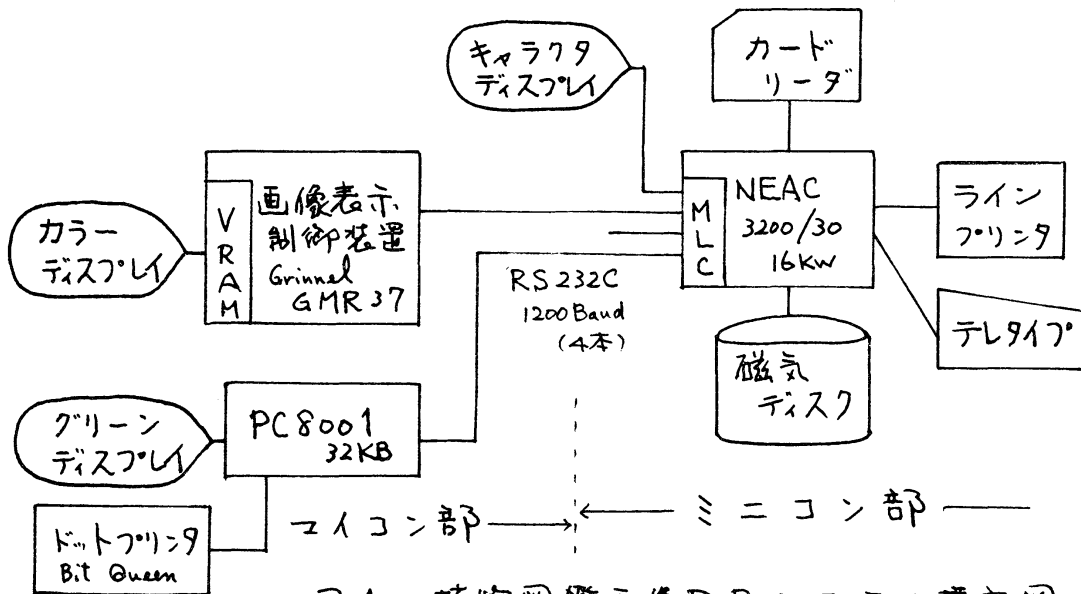


図1 植物図鑑画像DBシステム構成図

ミニコン部は日本電気。NEAC 3200/30 でメモリは 16KW 補助メモリとして 3.4 MW のディスク装置を持ち、ここに画像記録、画素、索引、DBMS 等を貯える。パックは交換して用いるが、一次情報とその子データを貯えるには容量が不足であるので、一次情報はビデオとコイコンで制御し表示することと検討中である。ミニコンにはカートリッジ、ラインプリンタの他に多重通信制御部と介して 4 本の 1200 ボーの通信回線が出ており、これにクリンネルの画像表示制御部、コンソールとして日電の PC8001 が接続されている。

画像表示制御部は、クリンネル社製 GMR37 で、CPU として TMS9900 ともち、現在 512 × 512 dot 分のメモリを持ち、4 色表示と点滅が可能である。メモリの追加により色、明るさ、画面の追加ができるが予算の関係で現在は上記設定になっている。ディスプレイはラスターキャン型で、日電の 20 吋カラーディスプレイを用いている。

ミニコンからの描画の制御は、ベクトル的なクロ描画信号により行われる。クロ命令には次のようなものがある。

- (i) 画像データの書込み (各 dot 単位),
- (ii) 書込色指定,
- (iii) 文字の表示,
- (iv) 行 dot の単一色表示,
- (v) 書込モード (正常、反転, 指定色、重畳色, 矩形、直線, X 軸, Y 軸の拡大率; 1 倍, 2 倍) の指定

- (VI) カレントポジションの自動更新法のセット,
 (VII) カレントポジションの一回まりの更新, (VIII) 画面消去,
 (IX) 水平直線消去, (X) 図形表示指示, (XI) 画面選択
 (XII) カレントポジション位置更新用レジスタのセット,
 (XIII) 周辺機器の選択, 機能選択, I/O データタイプの選択と
 データの I/O

インテリジェント・キーボードとしての PC8001 は, 自作の RS232C インターフェースを介して, BASIC で書かれた全二重調歩式のプログラムと実行することにより, 通信を行っている。PC8001 を選んだ理由は, 英大小文字, カナ, グラフィック等多重の入力が可能なこと, 一行 80 字迄表示できること, 内蔵 BASIC によりインテリジェント化が可能なことによる。また PC8001 には Bit Queen のドットプリンタが接続され, 画面のハードコピーをとることが可能である。

3.2. ファイル構成: 植物情報ファイルには次のものがある。

- (1) 一次情報ファイル: 植物図鑑そのものと貯えるファイルであるが, 全部をデジタイズして記憶すると情報量が多くなり, 実時間処理が不可能なので, 画像に関しては, 画像図形生成規則と終端要素に構図解析したものを貯えている。他に表 1 に示す書誌的事項を貯えている。画像そのものは

ビデオに貯えて表示することと
計画中である。

(2) 図形折録ファイル: 図形的持
做と貯えておくファイルで,
図形生成規則, 終端図形で折
録したものと, 転置ビットマ
ップ形式で持っている。

(3) 実体折録ファイル: 実体的持
做と貯えておくファイルで,
実体生成規則, 終端画素で折
録したものと, 転置ビットマ
ップ形式で持っている。

(4) 画像知識ファイル: 図形生成
文法と実体生成文法の対応表,
終端図形と終端画素との対応
表, 図形・画像生成文法表等
をもつ。

(5) 画素, 文字フォントファイル:
終端図形, 終端画素や, 漢字
フォントなどをもつ。
(漢字は約7500字)

項目名(表現)	語数
植物識別番号	1
植物名 (カナ)	9
学名 属名 (英字)	10
種名 (英字)	10
命名者名 (英字)	8
変種 変種名 (英字)	10
命名者名 (英字)	8
分類 目 (漢字)	7
科 (漢字)	8
分布 (bitに coding)	1
花の色 (漢字)	5
時期 (数字コード)	1
高さ	2
実体生成規則の個数	1
生成規則番号	V
図形生成規則の個数	1
生成規則番号	V

表1 植物図鑑データベース
一次情報ファイル明細

以下は検索用ファイルである。

(6)画面ファイル：会話型検索の為に、ディスプレイ上に、以前の検索中の結果、今回のユーザに対するメッセージ、画像・図形の表示、コマンド要求表示、ユーザ入力等と、このような順で行い、画面内のどこに表示するかと指示するファイル。システムリード型では、約50の画面よりなる。表形式になっており、検索の流れはこの表駆動方式によってなされる。画面を取り扱うDBMSに於てはこの表駆動方式は非常に効率がよく、データの並べ替えでプロファイルが可能である。画面を構成するレコードのタイプには、(i)メッセージ、(ii)図形・画像、(iii)矩形、直線、(iv)行初決定表、等がある。

(7)メッセージファイル：表示用メッセージと貯えるファイル。各一行分のメッセージは識別番号とよぶれ、Hashにより格納されている。記述タイプとしては、日本語(漢字、カナ混じり文)、英語データを入力済みで、仏語其他も入力予定である。メッセージの選択は、識別番号か、日本語と英語は丁度500音ずつそれぞれ同じメッセージが入っており、センススイッチの切替で何時でも言語と切替えることが可能にしてある。

(8)図形・画像ファイル：検索時にユーザに表示する典型的な

葉の形や、花びら、かく……の表示の仕方と記述したファイル、表示位置、色、付属メッセージ、表示すべき画素、画素の倍率や合成法号を記憶している。

- (9) 矩形・直線ファイル：画面に番号と書いたり、ある部分と特定色にぬったりする等のデータを記憶している。
- (10) 行初決定表ファイル：ある画面を表示し、ユーザの入力と受けした後、ユーザ入力によって次にどのような行初をとり、どのような画面表示に移ればよいかを示すファイルである。

3.3. 植物図鑑データベース 多くの図鑑を参考にしたが、本パイロットシステムでは、北陸館の「原色植物検索図鑑」と、対象に選んだ。この図鑑が最も検索むきの分類、整理がされていたからである。この図鑑には全部で575種類の植物が収録されているが、葉の形、葉のつき方、花びら、花序、おしべ、めしべ……の形状や数で分類出来る172種のパターンから、代表的なものとして一種ずつ選んだ172種が現在入力済みである。

画像内容の抄録は前述のように、図形、画像生成文法と定義して用いたが、画像・図形合成作用子としては、{↑, ↓, ⊂, ⊃}を用いた。その合成法を表2に示す。

対象とする植物画像を整理しながら、画像、図形生成文法と定めていたが、現在、画像生成文法では生成規則は全部

$A \uparrow B$ Bの上にAをそのまゝつける。

$A \downarrow B$ Bの上にAをつけるが角度は可変

$A \triangleright B$ Bの右にAをつける。(次の合成ポイントは上)

$A \blacktriangleright B$ Bの右にAをつける。(次の合成ポイントは下)

表2. 図形・画像合成作用子

で約400種類位となっている。なおここで $A \rightarrow B|C$ は、
 $A \rightarrow B$, $A \rightarrow C$ と2つに分けて識別番号をふっている。こ
 の中には花などの色を指定する部分も入っている。その一部
 を表3に示す。

$\circ \rightarrow$ <植物>	<完全葉> \rightarrow <托葉> \downarrow <L1>
<植物> \rightarrow <根生> <非根生>	<L1> \rightarrow <葉身> \uparrow <葉柄>
<非根生> \rightarrow <互生> \uparrow <A2>	<葉身> \rightarrow <L2> <葉脈>
<対生> \uparrow <A2> <輪生> \uparrow <A2>	<花部> \rightarrow <花序> <F0> ...
<A2> \rightarrow <莖> \downarrow <起点>	<花> \rightarrow <花冠> <距> <花冠> <色>
<互生> \rightarrow <互生> \uparrow <C1> <花部> \downarrow <C1>	<花卉> \rightarrow <P> <色>
<C1> \rightarrow <A> \blacktriangleright <C2>	<おしべ> \rightarrow <心> \uparrow <花糸>
<C2> \rightarrow <A> \blacktriangleright <莖>	<花冠> \rightarrow <雄弁花・秋附相林> <...
<A> \rightarrow <葉> <へ> <F1> <葉> ...	<花序> \rightarrow <穂状> <頭状> ...
<葉> \rightarrow <単葉> <複葉>	
<単葉> \rightarrow <完全葉> <不完全葉>	

表3. 実体生成規則の一部

各植物当り、画像生成規則は、平均40~45位で、最高84で折録されている。そのうち大部分のものに表われ、あまり情報価の無いものもめるので、それらは折録から外せばよいが、今のところ検索には1折も要さない。そのまゝ入れてみる。

3.4. ソフトウェア構成 画像データベースシステムのこのソフトウェアには、次のものがある。

(1) データベース・ロードモジュール

- (i) 一次情報とロードするモジュール
- (ii) 画像・図形折録から転置ビットマップ作成モジュール
- (iii) 画素フォント・ロードモジュール
- (iv) 画面、メッセージ、画像・図形、矩形・直線、行初決定表の各ファイルとロードするモジュール。

(2) 検索モジュール 検索と行っていくモジュールで、

- (i) 画面表示モジュール ; DBMSのメインとして働く。
 - (ii) メッセージ表示モジュール
 - (iii) 画像・図形表示モジュール
 - (iv) 矩形・直線表示モジュール
 - (v) 会話入力、行初決定、検索モジュール
 - (vi) 検索結果表示モジュール
- } (ii)~(vi)はオーバーレイで用いられる。

(3) 通信用モジュール ミニコン・マイコン通信用

3.5. 検索システム 検索モードには、システムリード型と、ユーザリード型の二つがある。検索はカラーグラフィックディスプレイに、画像と指示と出し、PC8001から適当な入力と応答することにより行う。

(1)画面構成

画面は図2に示すように、今迄の処理表示部、今の処理説明部、画像・図形の表示部、今迄の検索入力で現定される植物画像のモニターグラフィック表示部、ユーザとの会話域に分かれ、夫々のメッセージは色分けして表示し、ユーザの入力待ちには、入力すべき項目表示の次の場所で、赤いカーソルが点滅する。

今迄の処理表示部	
今の処理説明部	
画像・図形の表示部	検索入力の モニターグラフィック 画像表示部
ユーザとの会話域	

図2 検索画面構成

(2)検索の進め方 検索の進行は、画面ファイルと、行動決定表ファイルにより制御される。画面ファイルのレコード構成と表4に示す。各画面は17レコードからなる固定長ファイルで、画面識別番号によるHashで管理されている。

レコードタイプには、(i)メッセージ、(ii)画像・図形、(iii)短

形・直線，
 (W)行初決定表
 等があり，こ
 のうち行初決
 定表以外は，
 レコードの生
 起順に表示さ
 れる。

行初決定表
 は人間とのイ
 ンターフェー
 ス部分で，ア
 のレコード明

項目名	占有 bit数
画面識別番号 (Hashの値記憶せず)	
表示に先立ち全画面消去の有無	1
表示に先立ち表示部分消去の有無	1
表示データタイプ	4
表示データ識別番号	10
表示のむき	1
表示位置の手番号 (座標, 行, 列指定)	1
表示開始位置	X 9
"	Y 9
色と点滅の有無	4
表示サイズ	2

細を表5に示す。 表4. 画面ファイルレコード明細

入力文字
 直入力の stack pop up 時の処理の区別
 該当生成規則番号, 経路図形, 画素識別番号.
 次に Jump すべき, 画面識別番号と, 画面内レコード位置

表5. 行初決定表ファイルレコード明細

システムリード空の場合, ユーザ入力は一般にN者択一式
 で一文字入力としているので, レコードには, 各入力文字に

対し、認識される生成規則や終語図形等の識別番号(無...と
 510)と処理,次にその入力により規定される,次の画面
 指示(同画面内の次のメッセージ指示あるいは別の画面の表
 示可能なメッセージの指示)が記述されている。またここに
 リストアアップされた記号以外の入力(エラー入力)時の処理
 も、先頭シコードとして取り入っている。また次の画面の選
 択が直前の入力ではなく、より以前の入力で行った場合もあり、
 その場合には、前に入力されたデータの入っているスタック
 とさかのぼって読んで、その記号により何が先と指示する。

メッセージ表示は多国語表示可能にしているが、次のよう
 に行っている。漢字は $24 \times 24 \text{ dot}$ のフォントを用いており、
 このサイズだと画面に大体20字/行、17行位表示できる。
 英語等の場合は $5 \times 7 \text{ dot}$ のフォントを用いており、言語と交
 えても表示位置がずれないようにする為、英字、平仮名等は
 倍サイズで表示し、行の設定は漢字と同じように設定してあ
 る。しかし字間は 12 dot に設定し1行に40字表示している。
 この21シコードは21Wとし、先頭の1Wは、漢字と英平仮
 名の区別と、字数を貯え、残り20Wにメッセージを貯える
 固定長シコードで、メッセージ識別番号によるHashで蓄積、
 検索している。言語の選択は前述の如く、識別番号のベース
 をとりそこから行うている。

図面、画像ファイルは、典型的な葉や花の形と表示可能なコードと、現在このユーザ入力により規定された植物のモニタージュ画像と表示可能なコードに分かれる。典型的なパターンは、 $48 \times 48 \text{ dot}$ の大きさを用いているが、これは漢字フォント処理との互換性を著し、 $24 \times 24 \text{ dot}$ の画素を4枚合せて合成している。画面中央部はこの典型的パターンが装飾コメントと共に表示される。

モニタージュ図形に関しては、葉や花の識別明してきた画素をもとに、三次元空間内に物体の位置を計算により合成し、それを透視法により二次元図形に作り出し表示する。

図面、画像ファイルの各コードは、これらの画素フォントの識別番号と、位置、色、平行移動量、回転量、倍率... 等が記述されている。

(3) 検索処理 画像を表示し、ユーザが画像特徴を記号で入力すると、行初決定表の該当記号をさがし、もしあれば、その部分画像の指定する書換規則と終局図形の認識番号を分る。それと検索条件 (AND, OR, NOT...) をスタックに貯える。そして転送 Bit Map を読み、今迄の検索結果の Bit パターンと指定された検索演算を行い、該当植物個数を求め、それを表示する。もしその個数が1~2個程度にあれば、トリガが効いて答 (植物名等) と表示可能なモニタージュが検索可能。普通の検

索結果を表示し、次のコマンドを待つ。次の画面への移行、
入力訂正、別の階級入力へのスキップ、一次階級の表示等の
選択ができる。

システムリート型では、階級をしばってゆく順も、画面の
タイトルと行初決定表によりプログラム化されており、葉の形、
葉のつき方、花の色、……の順で行ってゆく。ユーザーリート
型では、階級をしばってゆく順もユーザー入力により選択でき
るようプログラム化されている。

4. むすび 現在試作中の内容検索可能な画像データベース
-スのパイロットシステム：植物図鑑データベースシステム
のあり方と紹介した。図形、画像内容からの検索が実時間
で可能であることが確認された。このDBMSとしての手法
は、構図解析の可能なデータ群に対しては有効であろう。

問題点としては、構図解析の自動化アルゴリズムがまだ無
い。人間の手作業で行ったのが多大の時間を要したので、こ
の自動化法と見出す必要があり、現在検討中である。また予
算の関係で画像入力装置が無い。画素入力に手回している。
またディスプレイとの通信回線の速度が遅い。画像表
示に時間を要するので高速化とばかり予定である。検索のた
めは1秒も要せぬ早い応答性をもっている。

文献

- (1) 矢野, 石戸「原色植物検索図鑑」北隆館 1962
- (2) Grinnell "Graphic Television Display System User's Manual" 1979
- (3) 打浪, 千塚「画像情報^のIRシステム」特定研系・学術情報
B班資料. 1978.
- (4) 小玉, 打浪, 千塚「画像データベースシステムの構成に
関する一考察」電気学会情報処理研究会 IP79-35, 1979
- (5) 小玉也「画像記述文法を用いた画像検索システム」
昭55信学会総会大 S19-5. 1980
- (6) 打浪, 千塚「マイクロコンピュータの画像検索システムへ
の応用」エレクトロニクス・ダイジェスト, 1980. 9/10
- (7) 打浪, 前中, 青島, 千塚「内容検索可能な植物図鑑画像テ
ータベースシステムの構成」昭56信学会総会大 1203

本研究は、文部省科学研究補助金・試験研究の援助と受け
た。