

図形の言語表現とそれに基づく検索システム†

——内容検索可能な植物図鑑データベースシステム——

打 浪 清 一†† 手 塚 慶 一††

画像データベースが各所で構築されているが、その検索は注記事項によるものがほとんどで、内容を手がかりとするものはあまりみられない。本稿では、構造的抄録法：画像生成文法を定義し、これを用いて画像の被写体および図形の特徴を、構図解析しその結果を抄録とし、これを用いて内容検索可能な画像データベースを構築することを提案、そのパイロットシステムを作成し、有効性、実現性を検討する。

構図解析を行いやすい対象として、植物図鑑を選びデータベース化した。まず植物画像を分析し、実体画像、図形生成文法を定義した。次にこれを用いて植物画像を構図解析し、結果として得られた生成規則および終端図形を内容抄録として採用した。検索の高速化のためこれらは転置ビットマップ形式でファイル化した。検索は画面に画像と指示を表示し、ユーザがそれに応答することにより、システムが生成規則番号などを示はってゆく方式をとる。DBMSとしては、画面表示、検索の進行などを、画面表、行動決定表などを用いた表駆動方式で行うところが特徴である。表駆動方式を採用したことにより、検索の進行、画面表示、多国語表示などの柔軟性のあるシステムが構成できた。1つの特徴指定における検索の応答は1秒以内で、約7～8回程程度の条件制約で植物名が特定でき、実時間応答性のある画像内容検索システムが構成できることが示された。

1. ま え が き

社員人事ファイルとか、在庫管理ファイルのような事務諸量を記述・処理する Database Management System (DBMS) は、比較的能率の良いものが沢山作成され、現在稼働中であり、それを用いての種々の検索も実用の域に達している。しかしながら、簡単な表、階層構造、ネットワーク構造では記述できない意味情報や画像情報については有効な内容検索、事実検索のできる DBMS がまだ見当らず、これらの可能なシステムの構成が望まれる。

また医療写真、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な活用ができないので、データベース化される試みが各所でなされている。しかしその索引づけの方法が確立していないため、図形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、それら全部に適合できるシステムの設計はむづかしいが、境界線のはっきりし

た画像群むきの、画像の構図解析結果を抄録とする方法を提案し、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を確かめた。本論文ではその結果をのべる。

2. 内容検索可能な画像データベースシステム

2.1 画像データに対する処理

画像データベースにおける処理は、(1)データ入力時の索引づけ処理と、(2)検索、更新時に関連画像を抽出し、それらを加工処理して必要な情報や画像を求める処理、に分けられる。もし入力時に完全な抄録・索引付処理を行ってれば、検索時はファイルアクセスのみですむはずであるが、一般にはそうはできず、その配分は、トレードオフ問題となる。

画像の情報検索とは、写真、設計図などの画像集合から、与条件に合う図形*あるいは画像**が描かれている画像群を、一次情報(画像そのもの)または二次情報(抄録***、注記情報など)から抽出してくることをいうが、事実検索では、さらにそれらの画像群が潜在的に持つ情報を明らかにしないと、目的は果せない。

検索時の与条件は、現在考えられているシステムで

† Picture Description by Picture Generative Grammar and its Application to Picture Retrievals—A Content Retrievable Pictorial Flora Database System— by SEIICHI UCHINAMI and YOSHIKAZU TEZUKA (Department of Telecommunication, Faculty of Engineering, Osaka University).

†† 大阪大学工学部通信工学教室

* 画像とは写真、絵画などそのものを指す。

** 図形とは図面、イラストや画像の同質画素部分を単位として認識したものを指す。

*** 抄録とは文献の抄録と同様に画像内容の要点のみをとり出したものを画像の抄録という。

は、撮影条件、撮影対象、撮影時刻などのように画像内容ではなく、画像に関する注記部であるものが多い。しかしそれでは画像内容からの情報検索は不可能である。次の段階としては、画像に描かれている図形そのもので指示するシステムが考えられる。しかしながら事実検索の目的を考えるなら、図形ではなく、被写体、描かれた実体に関する条件で指示できるほうが、システムの創造的な利用に便利である。

図形・画像データベースは、地図、CAD 分野で研究が進んでいるが、物理的画像をビットパターンで貯え、論理的画像として画像抄録を貯える方式が多い。抄録は、カーネギーメロン大の Mckeown 氏らの階層グラフ表現をとる MIDAS¹⁾、カンザス州立大の Shapiro 氏らの属性／値表現をとる地図システム、イリノイ大の S.K. Chang 氏らの GRAIN²⁾ など、大部分が関係モデルの表による記述を採用している。ほかにワシントン大の Youngman 氏の地図記述文法³⁾、パーデュー大の Fu 氏らの Web 文法と階層グラフ記述など文法による表現²⁾があるが、地図文法は上位レベルで機能的分類を行い、下位レベルで座標を記述しているだけなので、関係モデル表現と同じであり、Fu 氏の Web は規則正しい繰返し構造を対象としており、階層グラフは MIDAS と同様である。本稿で提案の画像を構造的に大局から局所的に記述してゆくものではない。本方式では類似した形は同一規則に抄録化され、包含などの階層構造は生成規則の優先順に表現され、ほぼ完全な抄録を前もって行うことに相当する。階層グラフによる方法では、検索時に類似計算やグラフをたどる処理が必要となる。

画像データベースにおいては、被写体、図形、注記情報をキーとして用いる場合があると考えられる。

ここで被写体（実体）と図形の区別は、認識のレベルにより定める。画像の被写体を意識せずに輪郭や境界線で画素を抽出する場合は「図形」とよび、被写体の輪郭で画素を認識、抽出する場合は「実体」とよぶ。実体の認識は、二次元画像ではなく、そのもとの三次元立体像に基づいて認識を行い、その二次元平面への写像として認識する方が正しいものが得られる。

2.2 画像情報の種類

2.2.1 画像情報の内容による分類

画像の情報には次の4種類が存在する。

(1) 書誌的情報 収録されている画像、図形、写真などについての注記情報である。

(2) 図形的情報 画像や図形から抽出された領域

(同一質の画素の連結部分)や線の集合と、これらの間の関係を記述したものである。

(3) 実体的情報 画像や図形の読定結果、被写体が何であるかを判定し、その形状と、さらにそれらの位置関係、種別判定結果を記述したものである。

(4) 演繹的情報 ある共通性質を持つ画像群から認識された情報に対し、画像知識を施し演繹した結果、判明した被写体の持つ潜在的情報をいう。

画像データベースの検索においても、この4種類の検索が存在する。このうち(1)は普通の DBMS でも実現可能である。(2)、(3)がいわゆる画像の内容検索なので、本稿ではこれらの検索を主に対象とする。

2.2.2 画像のデータ構造による分類

(1) 幾何構造 領域(図形)や被写体(実体)の形状や色をいう。

(2) 空間構造 領域や被写体の位置関係、大きさ、回転角度など、場合には三次元構造もいう。

(3) 階層構造 領域間、領域形間、被写体間の包含関係、部分全体関係、階層関係をいう。

2.3 画像情報の抄録

上述の4種類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、実体的抄録に関しては、次の方法をとる。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な画像群と、境界線が明確で被写体の識別が容易な画像群が考えられ、この二者は抄録法が自から異なってくる。ここでは後者の画像群を選び、図形、実体生成文法を定義し、対象画像をこの文法により構図解析しその解析結果を抄録とする。

2.3.1 図形、実体画像生成文法

内容抄録に最も関係のある図形、画像の発生、抄録のための枠組を次のように定める。

[定義1] 図形、実体画像生成文法

$$G_I = \langle V_N, V_T, R, S \rangle$$

ここで $V_N \cap V_T = \phi$, $V_N \cup V_T = V$

$$V_{TG} \cap V_{To} = \phi, V_{TG} \cup V_{To} = V_T$$

V_N, V_T はそれぞれ中間、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} とからなる。 $S \subset V_N$ は初期語彙、 R は画像生成規則集合で、

$$A \rightarrow \omega, A \in V_N$$

$$\omega \in \{\alpha(a\beta)^* | \alpha, \beta \in V_{TG}, a \in V_{To}\}$$

なるタイプの有限個の生成規則からなる。

ここで提案する生成規則は Fu²⁾ 氏らのように、線をひきながら V_N を動かしてゆく Web 型のものは異なる。

【定義2】 図形, 実体記述 $G_D = L(G_I)$

文法 G_I で生成された連鎖の全集合を図形, 実体記述という。

【定義3】 表現写像 Φ

Φ は図形, 実体記述から, 図形, 実体像を求める写像であって, 次のように定義される。

$$\Phi = \Phi_G \cup \Phi_O, \Phi_G \cap \Phi_O = \emptyset$$

$$\Phi_G(\alpha) = \alpha, \alpha \in V_{TG}, \alpha \in G$$

$$\Phi_O(\alpha) = \alpha, \alpha \in V_{TO}, \alpha \in O$$

ここで G は画素集合, O は画像合成作用子集合で,

$$\Phi(\alpha\beta) = \alpha\beta, \alpha, \beta \in V_{TG}$$

$$\alpha \in V_{TO}, \alpha, \beta, \gamma \in G, \alpha \in O$$

のように再帰的に構成される。

【定義4】 図形, 実体画像表現 $G_G = \Phi(G_D)$

図形, 実体記述に表現写像 Φ を施した結果の, 図形や画像そのものを, 図形, 実体画像表現という。

2.3.2 画像情報の抄録

図形, 実体情報の抄録は次のように行われる。適用対象が決ると, 適用対象をカバーするにふさわしい画素および画素合成作用子を定め, 図形, 実体両画像生成文法を定義する。

次に各図形, 実体画像をこの生成文法により構図解析し, 使われた生成規則番号と, 終端図形 (画素) 番号を, その図形あるいは実体像の抄録とする。

実体, 図形情報における幾何構造は, 画素集合により抄録され, 空間構造は, 図形, 実体画像生成規則により抄録される。階層構造は, 一部生成規則中に, 一部はシンタックスに表現される。

逐次的に画像データベースを構成してゆくときは, 文法の拡張, 変更と, 抄録が並行して進められる。

事実検索用のデータは, (i)シンタックス, (ii)認識用標準画像ファイル, (iii)画像処理ライブラリ適用知識ファイル, とこれを用いて画像理解した (iv)事実データファイルよりなる。このデータの導出は画像理解問題なので, ここではこれ以上触れない。また図形, 実体画像抄録の自動化にもこれらを用いるが別稿でのべたい。

2.3.3 画像検索

画像内容の検索は上述の抄録を用いて行われる。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をひくことにより行われる。

生成規則, 終端図形番号をユーザが指定するのは困難なのでこの部分はディスプレイを用い会話型で行う。

3. 植物図鑑画像データベースシステム

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, 画像内容の抄録にかかわる諸問題点の把握とその解決策をさぐることにあった。

対象を植物図鑑に選定したことにより対象画像も限定され, 単一個体の画像の記述が主体となり, 複数個の個体の任意的配置などはあまり扱わない。

小学生程度の子供が植物採集してきた標本に対し, その特徴を会話型で入力し, 植物名を識別し, さらにその植物に関する諸知識を得ることのできる植物図鑑画像データベースシステムを目標とした。

そのためマンマシンインタフェースは簡単化し, 高級なエンドユーザ言語は設定していない。

3.1 システム構成

試作した植物図鑑 DB システムの構成を図1に示す。

ミニコン部は日本電気の NEAC 3200/30 で, 一次画像はディスクでは不足なので, ビデオに収録し, マイコンで制御, 表示することを検討中である。ミニコンから多重通信制御部を介し, 1,200 ボーの通信回線で画像表示部, 会話用キーボードが接続されている。

画像表示制御部は, グリンネル社製 GMR 37³⁾ で, CPU として TMS 9900 をもち, 現在 512×512 ドッ

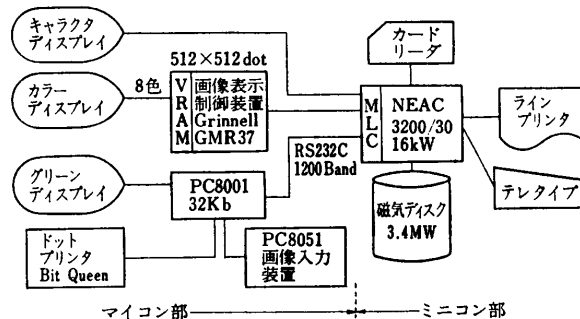


図1 植物図鑑画像 DB システム構成図

Fig. 1 System organization of pictorial flora DB system.

ト分のメモリを内蔵、8色表示と点滅が可能である。

GMR 37 はベクトル描画信号をラス タ 画像に変換するもので、そのためミニコンからの描画の制御はベクトル的なマクロ描画信号によりなされる。

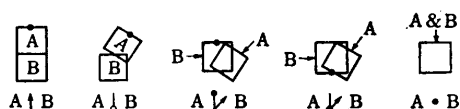
ディスプレイは 20 時のラスタスキャン型である。

3.2 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、北隆館の「原色植物検索図鑑」⁴⁾を対象に選んだ。その理由は、この図鑑が最も検索むきの多次元的な分類、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、--の形状や数で分類できる 172 種のパターンから、代表的なものをそれぞれ一種ずつ選んで現在入力済みである。植物の種類数は、牧野氏の植物大図鑑で約 4 千種弱であるが、本図鑑の植物で含まれていないものもある。

画像内容の抄録は、前述のように図形、実体画像生成文法を定義して用いたが、画像、図形の合成作用子としては、{↑, ↓, ↗, ↘, ↙, ↕, ⋅} を用いた。その合成法を図 2 に示す。

対象とする植物画像を整理しながら、図形、実体画像生成文法を定めていったが、現在実体生成文法で



- A↑B Bの上にAをそのままつける。
 A↓B Bの上にAをつけるが角度は可変である。
 A↗B Bの右にAをつけ、次の合成ポイントは上になる。
 A↘B Bの右にAをつけ、次の合成ポイントは下になる。
 ↗, ↘ つける位置が左にかわるだけで後は上と同じ。
 A⋅B Aの画像にBの特徴をつける。
 ・印は次の画像合成ポイントの位置を示す。

図 2 図形、実体画像合成作用子

Fig. 2 Figures and subject image composition operator.

S→①<植物>②<根生>③<非根生>
 <非根生>→④<互生>↑<A2>⑤<対生>↑<A2>⑥<輪生>↑<A2>
 <互生>→⑦<互生>↑<C1>⑧<花部>↓<C1>, <C1>→⑨<A>↓<C2>
 <C2>→⑩<A>↓<茎>, <A>→⑪<葉>⑫つる⑬<F1>↓<葉>⑭<F2>↓<葉>
 <F1>→⑮<花部>↑<茎>, <F2>→⑯<F1>↗つる, <A2>→⑰<茎>⑱起点
 <葉>→⑲<葉>⑳<複葉>, <葉>→㉑<完全葉>⑳<不完全葉>
 <不完全葉>→㉒<葉身>↓<托葉>⑳<葉身>↑<葉柄>⑳<葉身>
 <花部>→㉓<花序>(FO)⑳<花房>(FO)FO
 <花冠>→㉔<離弁花・放射相称>⑳...⑳<合弁花・左右相称>
 <合弁花・左右相称>→㉕<舌状形>(色)⑳<舌状形>(色)⑳<管状形>(色)⑳...
 <花序>→㉖<繖状>⑳<頭状>⑳...⑳<色>→㉗黄⑳白⑳赤⑳...
 <茎>→㉘つる⑳④四角形⑳毛有り⑳...⑳葉脈⑳網状脈⑳平行脈⑳...
 ここで○で囲まれた数字は生成規則番号を表す。

図 3 実体画像生成文法の一部

Fig. 3 A part of the subject image generative grammar.

植物名: ひめじょおん
 学名: *Erigeron annuus* PRES.
 分類: ききょう目, きく科
 使用実体生成規則数: 54
 生成規則番号: 1, 3, 4, 7, 8, 10, 13, 15, 20, 23, 31, 41, 53, 61, 62, 71, 80, 81, 93, 100, 120, ...
 図形生成規則も同様な形 開花時期 7月~10月
 分布: 帰化植物, 原産北米 高さ 40~80 cm
 花の色: 白(舌状花), 黄(管状花)



図 4 植物の抄録例

Fig. 4 Example of abstract of a plant.

は、生成規則は全部で約 360 種類位となっている。実体画像生成文法の一部を図 3 に示す。

図形生成文法の生成規則は約 50 種類である。

植物画像の抄録はこれらの文法を用い、右辺の | で囲まれる生成規則ごとに異なる識別番号を付加し行った。ひめじょおんを抄録した結果例を図 4 に示す。

生成規則による植物画像の抄録法の特徴を次に示す。

(1) 同じ植物であっても、成長の度合いにより葉の枚数などは異なり、それらを全部画像として抄録したのでは無限枚数存在するが、生成規則による抄録は、葉の特徴や、葉の出方の規則の抄録なので、有限個の生成規則で無限個の対象画像をカバーできる。

(2) 特徴をキーとする抄録法では、抄録からもとの画像を再現することはできないが、生成規則による抄録法だと、抄録から画像を再現することができる。

(3) 生成規則による抄録はデータ圧縮度が非常に大きい。

(4) 植物の場合、実体生成文法で図形生成文法はほとんどカバーできた。すなわち、各部分の名前が分かれば実体図形でさかし、名前が分からない場合、また部分をまたがってある形状でさかす場合(たとえば実か根が分からないが茶色の球状のものがある植物をさかす場合)に図形生成規則でさかすことになるが、

植物に関しては実体的に部分を識別できないことはあまりなく、実体画像生成規則でほとんど十分であった。

図形生成規則の数が少ないのは、葉や花びらなどに同じ形があり、また各部のつながり方に共通的なところが多いため、実体画像生成規則集合から図形生成規則集合への準同型写像が存在するからである。

(5) 植物画像の抄録は、対象画像を構図解析し、使用生成規則、使用終端図形を求めて行ったが、生成規則を細かく分けたため、使用生成規則

のみでほとんど識別でき、使用終端図形情報は重複する状況であった。

3.3 ファイル構成

植物情報ファイル群と、検索の進行を制御する DB-MS 用ファイル群がある。(固定長 Hash で格納)

3.3.1 植物情報ファイル群

(1) 一次情報ファイル 植物図鑑の代りに、実体画像生成規則と終端画素に構図解析したものを貯えている。他に植物識別番号、学名、分類、分布、花の色、開花時期、高さなどを貯えている。

(2) 図形抄録ファイル 図形的特徴を貯えておくファイルで、図形生成規則、終端図形で抄録したものである。検索の効率化のため、生成規則、終端図形をキーとする転置ビットマップ形式のファイルとして持っている。

(3) 実体抄録ファイル 図形抄録と同様に実体的特徴を生成規則、終端図形で抄録したもの。画像生成規則は各植物当たり平均 43 位、最高 84 で抄録されている。

(4) 画像知識ファイル 図形生成文法と実体画像生成文法の対応法、終端図形と終端画素との対応表、図形、画像生成文法表などを持つ。

(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のファイルである。

漢字は 24×24 ドットのものを約 7,500 字、画素は基本的なものは 48×48 ドットとし、24×24 ドットのもの 4 つを田の字形に配列して表示する。画素は約 130 種類である。

3.3.2 画像検索用ファイル群

(1) 画面ファイル 検索時における各画面の構成を記述した表からなるファイルである。すなわちディスプレイ上に、以前の検索による中間結果、今回のユーザに対するメッセージ、画像や図形の表示、コマンド要求表示、ユーザ入力などを、どのような順で行い、画面内のどこに表示するかを指示するもので、表形式で与え、各画面は 17 レコードからなり、各レコードは 1 つの表示単位を指定する。各画面のレコード構成を表 1 に示す。表示単位のタイプには次のものがある。

- (i) メッセージ (1 行分), (ii) 図形, 画像
- (iii) 矩形, 直線, (iv) 会話入力と行動決定表。

画面数はシステムリード型で、約 50 画面である。

(2) メッセージファイル 各 1 行分のメッセージを貯えるファイルである。言語は日本語 (漢字仮名混

表 1 画面ファイルレコード明細

Table 1 Screen file configuration.

項 目 名	占有ビット数
画面識別番号 (Hash のため記憶せず)	—
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の画面消去の有無	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
表示位置の与え方 (座標か行列指定か)	1
表示開始位置 X と Y	各 9
色と点滅の有無	4
表示サイズ	2

じり文) と英語が入力済みで、言語の選択はセンススイッチにより何時でも切換可能である。同じ意味のメッセージは日本語と英語で識別番号を 500 番ずらして格納し、このベースの切替で選択する。さらにベースをずらして他国語を入力すれば、使用言語が拡張されるが、これはデータの追加のみでよく、拡張性をもっている。

(3) 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、花びら、がく……などの表示の仕方を記述したファイルで、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を記憶している。

このファイルは、典型的な葉や花の形を表示するレコードと、現在までのユーザ入力により規定される植物のモンタージュ画像を表示するレコードに分かれる。典型的なパターンのサイズは 48×48 ドットである。

(4) 矩形, 直線ファイル 野線, 背景色用データを持つ。

(5) 行動決定表ファイル ある画面を表示し、ユーザの入力を受けた後、ユーザの応答によって次にどのような行動をとり、どのようなメッセージ表示あるいは画面表示に移ればよいかを示すファイルである。そのレコード明細を表 2 に示す。各表 17 レコー

表 2 行動決定表レコード明細

Table 2 Action decision table configuration.

入力文字 (列)
直入力か, スタックポップアップ入力かの区別
対応する検索入力 実体生成規則番号, 図形生成規則番号 実体終端画素番号, 図形終端画素番号
次の行動 次に制御を移すべき 画面識別番号 画面内の表示要素レコード位置

表 3 画像データベースシステムソフトウェア
Table 3 Software configurations of image database system.

(1) データベースロードモジュール	
(i) 一次情報ロードモジュール	
(ii) 図形・実体画像転置ビットファイルロードモジュール	
(iii) 画像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、行動決定表の各ファイルのロードモジュール	
(2) 検索モジュール	
(i) 検索進行モジュール	} (ii)~(vi)はオーバーレイして用いられる
(ii) 画面表示モジュール	
(iii) メッセージ表示モジュール	
(iv) 矩形、直線表示モジュール	
(v) 会話入力・行動決定モジュール	
(vi) 検索結果表示モジュール	
(3) 通信用ソフトウェア	
(i) マイコン側通信用ソフトウェア	
(ii) ミニコン側通信用ソフトウェア	

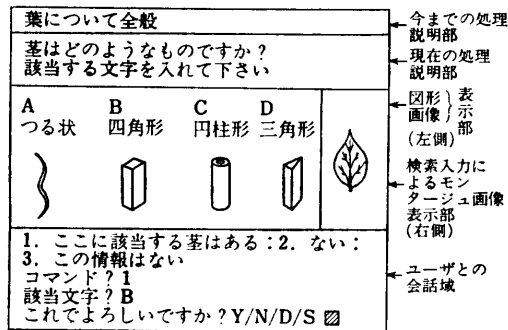


図 5 検索画面構成

Fig. 5 Screen layout in the retrieval process.

ドからなり第1レコードは許されない誤入力の場合の処置、第2レコード以降は許される入力ごとに処理が記述される。

3.4 ソフトウェア構成

本システムのソフトウェア構成を表3に示す。

3.5 検索システム

検索モードには、システムリード型と、ユーザーリード型がある。検索はカラーディスプレイに画像と指示を表示し、PC 8001 から応答することにより行う。

(1) 画面構成

画面は図5に示すように、5つの部分に分かれる。それぞれのメッセージは色分けして表示する。

(2) 検索の進行

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。各画面ファイルは、検索時の一特徴入力処理を構成し、各レコードは、そのタイプが行動決定表以外は、生起順に表示される。

適当な画像およびメッセージを表示した後、行動決

定表がよばれると、入力すべき項目表示の次の位置で赤いカーソルを点滅させ、ユーザからの入力待ちとなり、入力により行動決定表を参照し、検索、スキップ、一次情報の表示などが行われる。行動決定表は、マルコフアルゴリズムやプロダクションシステムの表による表現ともいえる。検索の制御はこの表に基づく表駆動方式をとる。実行に先立ちこの表が完成されればよいので、インタプリティブな処理が可能である。システムリード型の場合には、行動決定表は前もって完成されているが、ユーザーリード型の場合は、ユーザの入力により逐次、次の行動決定表の部分を指定または補充しながら検索してゆくこともできる。

検索アルゴリズムは、行動決定表に組み込まれているから、ソフトウェアを修正することなく、表データの変更のみで、検索アルゴリズムの変更が可能である。

システムリード型の場合、ユーザ入力は一文字入力としており、表中入力文字の見出しをさがし、認識された生成規則や終端図形の識別番号(ない時は0)と処理、その入力により規定される次の画面表示(同一画面内の次のメッセージ指定あるいは異なる画面の表示すべきメッセージの指定)を知る。また次の画面の選択が直前の入力ではなく、より以前の入力で決まる場合には、前に入力されたデータの入っているスタックを逆のぼって読んで、その記号により表をサーチし、飛び先を求めそこへ制御を移す。

メッセージの表示に際し、言語を変えても表示位置を揃えるために、英数字は、5×7の倍サイズで表示、行位置も揃えている。1レコードは21Wからなる。

図形、画像は画面中央部に、典型的なパターンが幾つかのコメントとともに表示され、モンタージュ図形に関しては、葉や花びらなど判明した画素がスタックに、その合成法が画像ファイルに貯えられているので、それをもとに三次元空間内に実体の位置を計算により合成し、透視法により二次元画像になおし表示する。

(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、行動決定表の該当番号をさがし、もしあれば、その部分画像の指定する生成規則や終端図形の認識番号が分かる。それと検索条件(AND, OR, NOT)をスタックに貯える。そして転置ビットマップを読み、今までの検索結果を表すビットパターンと、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

表 4 検索例, 画像特徴入力と該当個数
Table 4 Example of retrieval.

回	特 徴 入 力	条件	該当個数
0	開始時		172
1	葉の形が楕円形	AND	13
2	葉は単葉	AND	8
3	葉のつき方は互生	AND	6
4	花卉, がくの区別有り	AND	4
5	雄しべはやくと花糸からなる	AND	4
6	雄花, 雌花の区別なし	AND	3
7	雄しべは5本	AND	1

(特徴入力は言葉ではなく, 特徴画像の選択で入力した)

る。もし個数が1~2個程度になれば, トリガが働いて答え(植物名など)を表示するモジュールが稼動する。普通は検索結果を表示し, 次のコマンド入力を持つ。次の画面への移行, 入力訂正, 別の特徴入力へのスキップ, 一次情報表示, のいずれかの選択ができる。

画面を見ながら特徴入力し, 採集植物の検索を会話型で行い, 結局7回の特徴制限で, 植物名が「さなえたで」と判明した検索例を表4に示す。

4. む す び

画像生成文法に基づく構造的抄録法による内容検索可能な植物図鑑画像データベースパイロットシステムを構成し, その有効性, 実現性を調査した結果を示す。

(1) 画像の各特徴入力による一回の検索は1秒以内で応答があり, 約7回程度の特徴入力で, 植物の特定ができ, 実用になりうる事が分かった。転置ビットマップの検索なので, データ量の増加に対し検索時間の増加はゆるやかである。

(2) 実験システムでは, ミニコンと画像表示制御部との通信回線の速度が1,200 ボーと低速のため, 漢字や画像表示に多大の時間を要しているが, 通信回線の速度を19.2K ボー程度にあげれば, 時間が一桁短縮され許容範囲に収まると考えられる。

(3) マンマシンインタフェースはできるだけ単純化してシステムリード型では, ユーザはN者択一式の答えのみの応答で検索できるようにした。このため通信回線を通しての簡易端末からの利用も可能である。ただし画像表示のための回線は別途に必要である。

本実験システムの他の対象データへの拡張性に関しては次のように考えられる。

(1) 提案した抄録, 検索法について

植物図鑑データベースシステムで扱ったデータの特

徴は, (i)単一個体の画像, (ii)個体は構成部分に明確に分けられ, 図形, 画像生成文法による構図解析が可能, (iii)クローズアップ可能, (iv)各構成部分の繰返し構造は簡潔に抄録, (v)図形と実体の2種をもつことの有効性が十分には発揮されなかった。ことがあげられる。

これらと同じ特徴をもつ画像群に対しては, 実体または図形のいずれかの構図解析による抄録で内容検索可能なシステムが構成できる。

また図形と実体の2つが互いに有効に効くものに対しては, 両者の抄録を用いることにより, 両方の特徴から検索できるシステムを構成することができる。

(i)の条件が緩和されて, 複数個体が任意に配置された画像群に対しては, 個体の任意配置図形を記述できるように生成規則を一般化する必要があるが, それにより個体配置まで含めた内容検索が可能となる。

(i)の条件がさらに緩和されて, 連続的で個体の境界が明確でない画像への拡張に関しては, 本方式はあまり有効ではなくなり, 図形の座標による抄録とか, 構造線, 山, 谷などの特徴の抄録が必要となる。

本方式では相互の位置関係, 包含関係は生成規則で抄録表現しているため, 転置ファイルをひくことによりすぐ求め得るが, 階層木などを用いる他の方法では, データをたどりながら求めてゆかねばならず応答性が悪い。その代り抄録を行っていない情報に対する検索は本方式の方が劣る。

(2) 会話画面ハンドラとしての DBMS

画像も取り扱う DBMS としての特徴は次のものがあげられる。(i)スクロール式でない, (ii)画面分割型で各部分が今までの経過, 現在の処理の説明, コマンド入力部などの表示を受け持っている。(iii)画像, 文字(漢字, 英字)混在型, (iv)行動決定表(Production Rule)による表駆動方式の検索制御, (v)画面表による表駆動方式の画面表示制御, (vi)表のインタプリティブな更新による表示, 検索プロセスの制御が可能, (vii)多国語方式で会話言語を任意の時点で切換可能等の特徴がある。

本方式は検索においてスクロール方式ではなく, 大切な経過情報を画面に編集しながら残してゆくことができ, さらに上述の特徴をもつため, 画像と文字を含む情報処理システムに使用可能である。

問題点, 残された課題として次のものがある。

(1) 抄録の自動化, 現在は生成規則に基づく抄録を手で行っているが, これらの半自動化が望まれ

る。

(2) ユーザリード型の場合の、キー画像、図形の安価でやさしい効果的な入力方法を開発する必要がある。

(3) 本システムでは費用の関係で、ミニコンと画像表示制御部との通信回線の速度が遅く、画像や漢字の表示に時間を要するが、ハードのレベルアップが必要。

(4) 一次情報表示装置との連動 安価に行うには、マイコン制御ビデオによる検索結果画像のサーチ・表示装置を作成し連動させる方法がある。また高価で精度の良いものを望むなら、ホログラフィによる画像の検索表示装置を作成し連動させる必要がある。

(5) より高級な画像の検索処理用のエンドユーザ言語の開発が必要である。

謝辞 本システム作成に協力願った前中聡君、溝畠正明君に感謝します。なお本研究の一部は、文部省科

研費（試験研究）の援助を受けて行った。

参 考 文 献

- 1) 篠田, 木戸出: 画像データベース, 電子通信学会誌, Vol. 63, No. 12, pp. 1274-1283 (1980).
- 2) Chang, S. K., Fu, K. S.: Pictorial Information Systems, Lecture Notes in Computer Science 80, Springer-Verlag (1980).
- 3) Grinnell: Graphic Television Display System User's Manual (1979).
- 4) 矢野, 石戸: 原色植物検索図鑑, 北隆館(1962).
- 5) 小玉, 打浪, 手塚: 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資料, IP 79-35 (1979).
- 6) 打浪, 前中, 溝畠, 手塚: 内容検索可能な植物図鑑画像データベースシステムの構成, 電子通信学会昭和 56 年総合全国大会 1203 (1981).

(昭和 56 年 5 月 6 日受付)

(昭和 56 年 9 月 7 日採録)