

画像知識データベースシステムの構成について

大阪大学工学部 打浪清一

Seiichi UCHINAMI

1. はじめに

計算機の処理能力が拡大し、その適用対象も単なる数値データや、事務データから、構造化データ、知識、図形画像、. . . と広がってきた。本稿では画像を知識を用いて処理する画像知識データベースシステムの構成法について述べる。

昔から情報検索は3種類に分類されてきた。即ち、

- (1) 文献検索；要求する情報そのものではなく、それが記載されている文献を紹介するもの。
- (2) データ検索；要求するデータそのものがデータベース中に格納されており、与えられた条件を満たすデータを捜して、解答するもの。
- (3) 事実検索；要求がデータベースに蓄えられているデータそのものを問うているのではなく、関連するデータを捜しこれに必要な処理を施して得られた結果を解答するもの。

現在の知識ベースシステムと呼ばれているものは、この事実検索に近い。昔は知識が処理系の中に組込まれたようになっていて整理されていなかったが、整理され外に出されファイル化されたと考えられる。

本稿では、多数の画像を蓄積したデータベースに対し、事実検索の行える、画像知識データベースシステムの構成法について検討する。

2. システムの利用法

本システムは次の様な利用を想定している。
美術関係の絵画をデータベース化し、これから重要情報を抜き出して抄録のデータベースを作成する。次に知識を用いて、データベースから事実検索を行い、美術研究を支援する。

同じカテゴリに属すと分類されている絵画群とそれに属さない絵画群を与え、そのカテゴリの内包を、知識を用いて演繹さす。これを美術家に見せてその抽出された性質が妥当なものかどうか判定してもらおう。もし妥当なものでなければどこがおかしいのか調べ、さらに誤り部分を修正出来る様なサンプルを与える。

この様にして、サンプルデータから美術品の読解知識を帰納的に求めさせる。この読解知識が知識ベースに蓄積されてゆくと、人手では整理しきれない量のデータであっても、その分類や条件検索が可能となる。更に事実検索への応用も可能となる。

これによって画風とか、或る王朝の文化等がどのように伝搬していったか、というような大局的な分析も可能となる。

3. 画像知識データベースシステムのシステム分析

画像情報は非常に膨大なので、質問があってからデータを一つずつ読みにいっていたのでは、能率が悪すぎる。そこである程度の抄録は持っている必要がある。しかしどのような質問が来るか決まっていないう時点ですべてを抄録することは不可能である。そこで質問がきてから質問に関係のありそうな部分を重点的に読むことになる。このための知識が必要になる。

ここまで考えたシステムに於ける処理のプロセスフローを図1に示す。その明細は次の様になる。

(1) 画像のデジタル化

計算機で処理するため、画像をデジタル化する。汎用

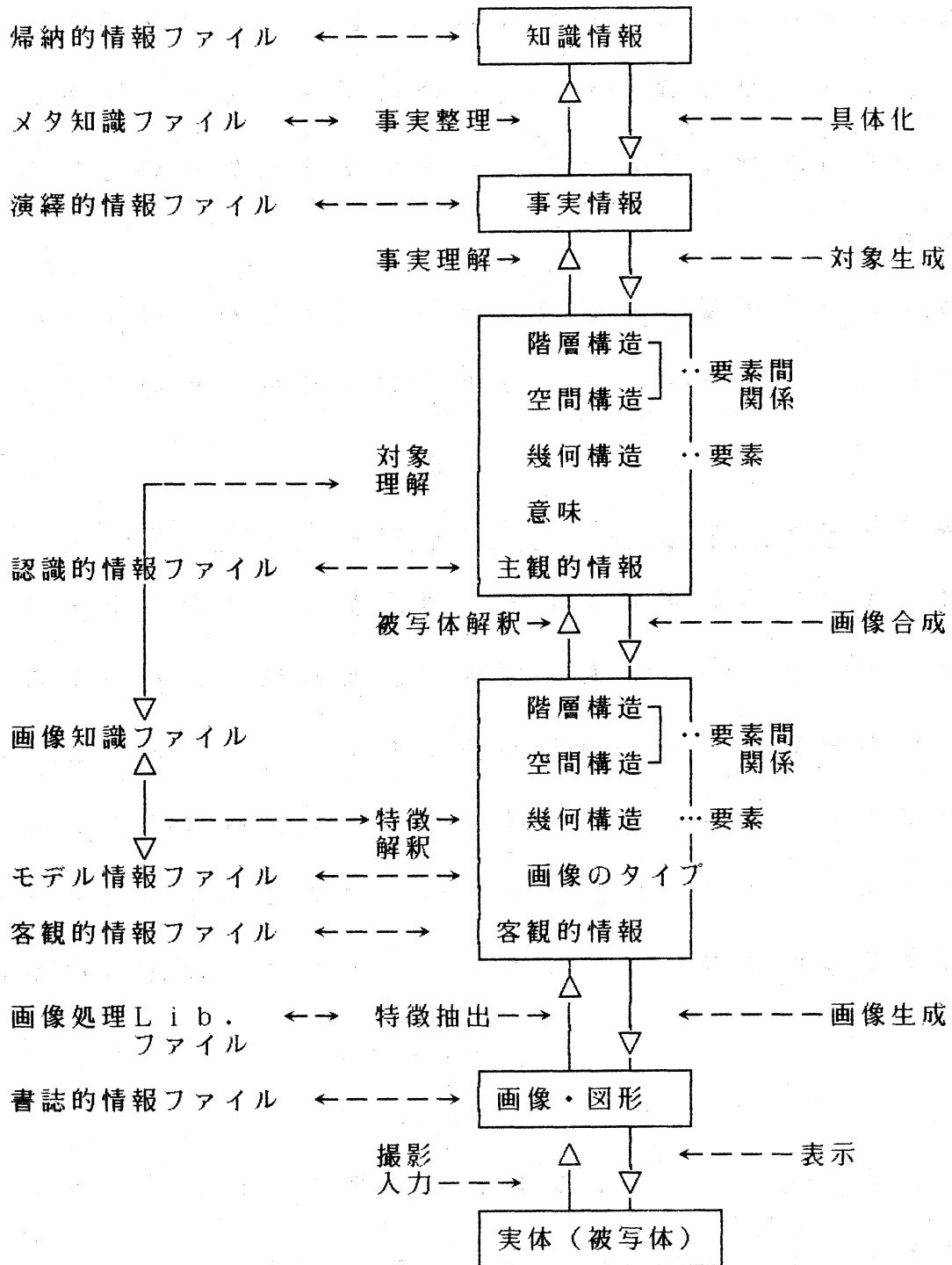


図1 画像知識の処理フロー

的には均等に行うが、ある情報を読み取ろうとしている時は、ローカルに必要な情報を捜しながらディジタイズしてゆく必要がある。この場合はどこを読むかはインタラクティブに知識が指示する。

(2) 輪郭の検出

同質な図形部分を検出するため、細め処理等を用い、輪郭の検出を行う。この場合もある情報を捜しながら、インタラクティブに読むこともある。

(3) 特徴抽出

谷や山、等高線、輪郭線の交点、分岐点など、図形の種々の特徴を抽出する。これも知識により選択的に行うこともある。

(4) 図形の補正

被写体に関する情報、撮影条件を考慮して画像を標準条件下で撮影された画像へと補正を行う。これもアノテーション情報を用い知識が指示する。

(5) 図形の認識 (幾何構造の認識)

画像中同質な部分を認識し領域としてまとめ、構成要素に分解する。なおここでは、被写体に関する情報は用いずに図形としての認識を行う。満月が写っていても、満月として認識するのではなく、円形として認識する。立体が書

かれていても、ここでは二次元図形として認識を行う。

図形の絶対的な大きさの認識はここでおこなわれる。

(6) 図形間関係の認識 (空間構造, 階層構造の認識)

個々の図形が認識されると次は、図形要素間の位置関係を認識する。左右上下等の関係、回転の関係、並行の関係など。また図形間の階層構造も認識する。領域の包含関係、領域の形の包含関係など。

(7) 被写体の認識

アノテーション情報をもとに、先ず二次元的に被写体の認識をおこなう。ここで同じ円形でも、お月様とか、ボールとかの区別がされる。

(8) 被写体間関係の認識

被写体が認識出来ると、次には被写体間の関係を認識する。左右上下、回転、並行、直角等の関係、そして更に立体的な配置関係を読む。更に階層構造も読む。

(9) 各画像毎のデータの蓄積

汎用的な抄録は前もって行われ、データベースに蓄積される。また更に細かい読定が必要な時は、随時知識の指示により、関連する部分を読む。

(10) 画像間の被写体の対応調査と統合

以上は各一枚毎の画像の読定、認識であったが、次に複

数画像での同一被写体の認識と統合をおこなう。

(11) 画像評価

統合された画像情報を元に、画像群の持つ潜在的情報を明らかにする。

4. 画像知識ベースの持つべき機能

事実検索が出来、画像知識獲得が出来るシステムとする為には、次のような機能を持つ必要がある。

(1) 画像処理機能

細線化、輪郭強調、ノイズ除去等の画像処理機能。

(2) パターン認識機能

画像・図形の特徴抽出、特徴解釈、テクスチャ解析等の画像認識機能。

(3) 画像読定機能

画像から被写体や被写体間の関係等を読み取る機能。

(4) 演繹・帰納機能

演繹機能・帰納機能。

(5) 知識獲得機能

(6) 連想機能

(7) 知識ベース管理機能

(8) データベース管理機能

(9) データ・知識のインテグリティ管理機能

5. システム構成

システム全体の構想図を図2に示す。

画像から種々の特徴を読み取るのはソフトウェアパッケージ：SPIDERを用いる。

読み取られた情報は事実データとしてINQによるデータベースに蓄えられる。将来は位相空間型DBMSを用いる。

事実データを知識でもって分析、整理して得られた知識はSHAPE UP (日電製PROLOG) 上のルールとして蓄えられる。

現在PROLOGとSHAPE UPとのリンケージは日電内でほぼ完成し間もなく限定リリースにはいる予定なのでそれを使用させてもらう予定である。

SHAPE UPはまだRealモードしか動いておらず、これはあまり大きなプログラムを走らすことが出来ない。又、知識の量が大量になると、そのアクセス機構を工夫しないと速度が遅くて使いものにならない。そこでPROLOGは知識ベース用に改造する予定である。

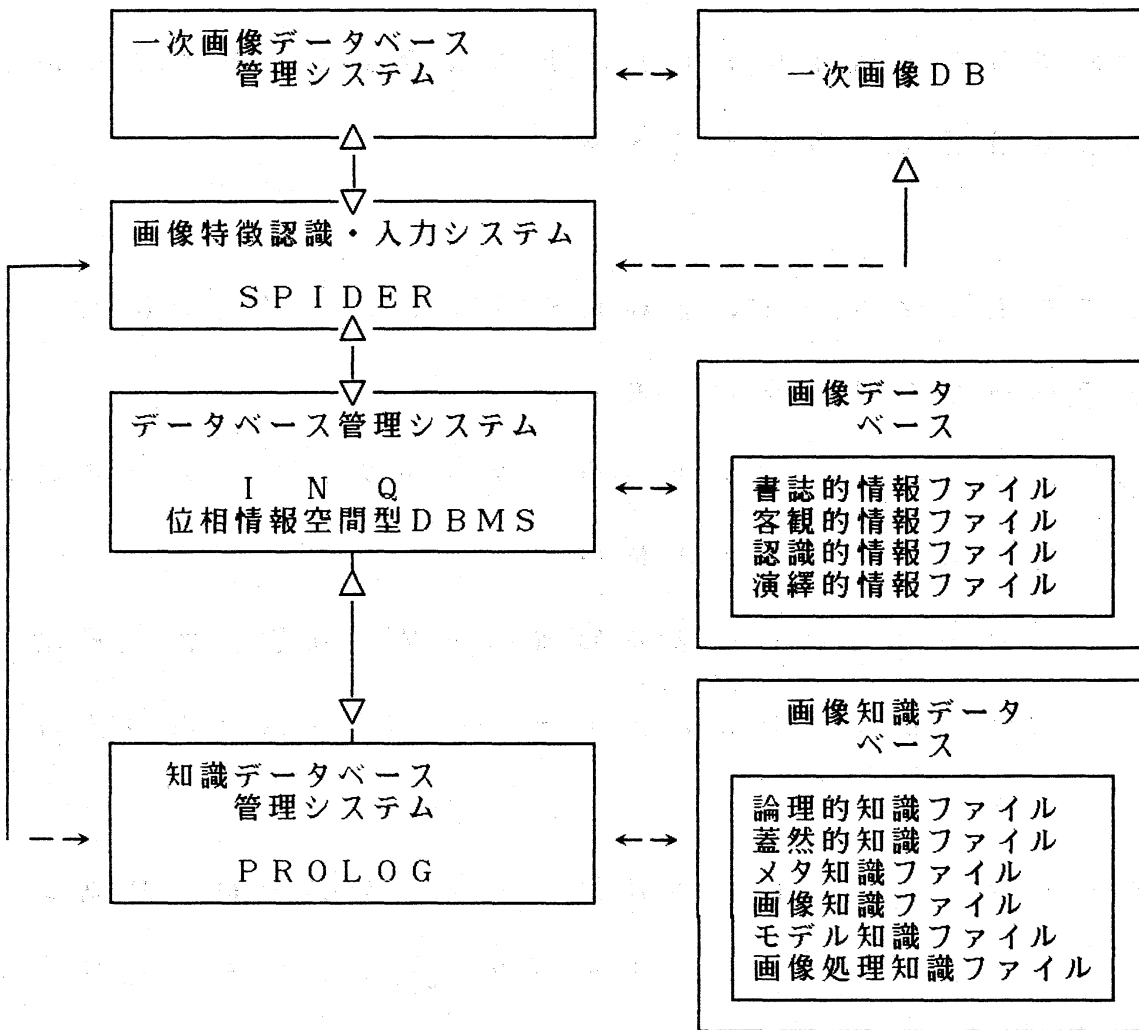


図2 画像知識データベースシステムの構成図

P R O L O G を知識ベース管理システムの記述言語として選んだ理由は、色々と仮定してはそれがうまくゆくかどうかをテストするのに、プログラムが簡単になりそうだからである。

組んでみると確かに F O R T R A N 等よりは短くなるが、予想よりは長くなりそうである。

システム全体を一度には構成出来ないので、次の様なステップで構築してゆく予定である。

Ver.1 P R O L O G によるデータベースシステムと知識獲得・帰納システムの構成。

Ver.2 P R O L O G による知識ベース・知識獲得・帰納システムと I N Q によるデータベースシステムの統合システムの構成

Ver.3 P R O L O G による知識ベース・知識獲得・帰納システムと、I N Q によるデータベースシステムと S P I D E R による画像情報入力システムの統合システムの構成。

Ver.4 P R O L O G による知識ベース・知識獲得・機能システムと、位相情報空間型データベースシステムと S P

I D E R による画像情報入力システムの統合システムの構成

最終的なシステムは次のようなものを想定している。

- (1) 画像・図形から読定された情報中，事実データ（ファクト）は位相情報空間型データベースシステムに格納され管理される。
- (2) 画像・図形から読定された情報中，知識データ（ルール）は位相情報空間型知識ベース管理システムに格納され管理される。
- (3) 知識及びデータが蓄積される位相情報空間型知識データベース管理システムに於いては，意味的に近いものは近い所へ配置され，意味的に遠いものは遠い所へ配置される。反意語は空間内のある特定座標軸において，両端に配置される。
- (4) 知識及びデータが蓄積管理される位相情報空間型データベース管理システムに於いては，概念の階層性，属性の伝搬性が，生成規則とその転置索引の形で記録され，上位概念，下位概念を検索すること，上位概念の持つ一般的性質を読み取ることが可能である。

6. システムの処理

本システムでは画像研究に対し演繹，帰納，発想などの次の様なサービスを提供し，研究の支援を行う。

(1) 或るカテゴリに属する絵画群：A (positive 情報) を呈示し，次にこれに属しない絵画群：not A (negative 情報) を呈示する。システムはこの両者の絵画群をパターン認識してその特徴を読み込む。(初期のバージョンでは，人間がその特徴を認識して，それを入力する。)

(2) 読み取られた情報は，事実データとして，位相情報空間内に配置される。

(3) A と not A を区分する超平面を求める。

これが求まれば，これはAの一つの内包的性質を求めたことになる。

(4) negative情報が無い場合，配置されたデータ群を各属性軸に射影してその分布を調査する。もしその分布が一様な軸は，あまり情報量の無い軸であると推察される。

これに対して，その分布に偏りがあり，一つ或いは小数の属性値の所に密集している軸は，有意な情報量の有る軸(属性)であると推察される。これらの分析結果はユーザに直ちに呈示される。ユーザは呈示されたデータを読み

、その仮説を採用するか否かを決定する。このようにして取り込まれた知識は100%正しいとは言えないので蓋然的知識と呼ぶ。

またこのような分析により、認識した特徴の中で、非常に意味のある属性、あまり意味の無い属性が整理できる。

これにより各属性にこの観点での重みをセットする。

(5) このようにして与えられた画像群を特徴づける内包を会話型で決定して、蓋然的内包を構成する。これは与えられたデータから内包を帰納推論により求めている事になる。

これは先ず、統計的に調査するが、全データで成立する事項は、ルールの形に構成する。(もし…の条件を満たすなら、その画像は、当該カテゴリに属す、とか、当該カテゴリに属すなら、…の性質を持つ、など。)

(6) これに対して蓋然的内包が真の内包(これを論理的内包と呼ぶ)となる場合がある。即ち得られた蓋然的内包が、数学的帰納法と同様な方法で証明される場合である。数学的帰納法では、 $n = 1$ の場合成立し、 $n = 2$ でも成立、もし $n = m$ のとき成立すると仮定し、 $n = m + 1$ のとき成立するかどうかを調べ、このとき成立することが示されたなら、一般的に証明されたことになりこの仮定を定理として採用してよいことになる。換言すれば論理的内包が得られ

たことになる。

今の場合も同様にして、或る基準でソートされたデータのうち m 個までのデータで成立したとし $m + 1$ 個の場合に成立することが示されたなら論理的内包が得られたとして処理していいのではないかと思える。これは帰納推論処理と呼ぶ。

(7) これに対して一般の演繹推論も勿論行なわれる。演繹推論に於いてはその演繹対象として、候補をどういう順で調べて行くかということが大きな問題となる。これは位相情報空間の近傍系を用いてその優先度を定める。

(8) 論理的知識、蓋然的知識を用いて、各種の処理が行われる。論理的知識のみを用いての演繹、蓋然的知識のみを用いての演繹、両者を混合しての演繹そして最終演繹ステップを除いては論理的知識のみを用い、最終演繹のみは論理的演繹、蓋然的演繹の何れも許す演繹などの演繹タイプがある。

また帰納推論を行っている途中にこれらの演繹処理を行うことも許される。

(9) このようにして画像群の知識を蓄積してゆくと、次には文化の伝搬を調査することも可能となる。例えば18世紀のインドのある仏像の写真を呈示して、これと共通性質を

持つ過去の時代の画像群を類似検索することにより，どのような経路で，どのような影響を受け，どのように変化しながら伝わっていったのかを調査することも可能となる。

- (9) 蓄積されている画像群に対して，ある特定軸群で共通な性質を抽出して解析したり，逆に軸による値の分布を調べて，意味のありそうな有意の軸と，たいてい意味の無さそうな軸の類別を行い，今後の画像情報の認識時のサンプリング点，抽出すべき情報の取捨選択，更新を行うことも可能である。

画像は情報量が多いのでこのようにして無駄な部分までパターン認識することを避けることは大切である。

- (10) 画像知識と，それ以外の知識，例えば，歴史，技術，工業，経済などの知識とを相互作用させると，更なる知見が得られよう。

- (11) 画像抄録データを種々の観点から知識に解析させ，大部分で成立しているルールを捜させこれを呈示させることも可能である。これはある意味で発想処理となる。

7. おわりに

本システムは非常に大きなシステムとなり，まだこれを作成するツールも十分なものが無いので段階的に，ツールを作

りながら、システム作りを行って行かなければならない。現在は Ver.1 として P R O L O G で蓋然的知識を整理、獲得する部分からインプリメントを始めている。

類似性の検索等も、現在作成中の概念スキーマフリー位相空間型 D B M S が出来れば、非常に簡単に処理できるが、これを P R O L O G で行くと能率の悪いことおびただしい。I N Q とリンクしても大幅に改善されるとおもわれる。P R O L O G の良い点は、比較的ハイレベルでものを考えながらプログラムを組める点にある。蓋然的知識と論理的知識とを組合わせて、帰納推論を行わせる点になれば、比較的向いているようである。

なお本システムのシステム分析に於いては、阪大文学部美学科の肥塚助教授に種々の資料提供と美術研究の方法について教えを受けたことをここに記し感謝の意を表します。

また阪大創立50周年記念行事の一つとして南太平洋調査隊が9グループほど組織され、各地の美術、映像、音楽、建築、医薬、...等の収集がなされることになっており、筆者もそれに参加予定なので、その資料の整理分析に使えるもの

ができないか考えながらシステム作りを始めている。