

自動部分構造化に基づくインデクシングによる大容量画像検索システム

3 Q-1

山室 雅司 木本 晴夫 串間 和彦

NTT情報通信研究所

1. はじめに

数10万件以上の大量画像データの電子的蓄積が行われてきており、これらから所望の画像を検索し、有効利用する技術の必要性が高まっている。本研究では、画像検索の重要な検索形態として、画像から部分オブジェクトをあらかじめできるだけ抽出しておき、それらを直接検索キーとして検索を行うアプローチを採用。このため部分オブジェクト構造による有意な検索の実現と、画像検索の母数が元の画像数に対して1桁以上増えることによる大容量性対応が重要な課題になる。本講演では検索方式の概要と諸要素について、プロトタイプの評価も交えて報告する。

2. 本研究の画像検索方式の概要

画像中にある部分オブジェクトを手がかりに画像の検索を行うシステムでは、従来、あらかじめ画像中にどのようなオブジェクトが含まれているかを人間が判断し、それをキーワード（アノテーション）という形で付与していた。ところが画像の数が多くなるとこの稼働は膨大になる上、キーワードが不十分な場合、利用者が所望する画像が検索できないという問題がある。このため、画像中のオブジェクトそのものを切出して登録し、それをキーとして検索する試みがされている。ただし、この切出しを手で行うのはやはり時間のかかる作業である。オブジェクト切出し自動化の試み（QBIC [1]）もなされているが、特定対象では成功しているものの、一般には有意なオブジェクトというものは応用によっても異なり、汎用的な自動抽出は困難である。

そこで本研究では、いろいろなレベルの部分オブ

ジェクトを自動抽出しておいて、検索アプリケーションでそれをうまく利用するという考え方を採る。例えば、人間の頭部について、「頭」全体、「髪」、「顔」など抽出できる限りのオブジェクトを抽出する。その結果、「髪」と「顔」のみ抽出されたとした場合は、それらの複数オブジェクトの組み合わせ検索によって「頭部」の検索を行おうというアプローチである。以下、本方式の諸要素を入力、蓄積、検索の段階に分けて説明する。

3. 本画像検索方式の諸要素

3.1 入力時のオブジェクト抽出

画像の入力時に（または既存の画像DBを利用する場合はバッチ処理で）画中の部分オブジェクトを自動抽出する。部分オブジェクト抽出は、(1)色クラスタリングによる画像領域分割 [2]、(2)独立領域のラベリング、の2段階で行う。また、抽出に当たっては、部分オブジェクトの原画像での位置も求める。

3.2 構造化データの蓄積

以上のように画像データ入力時に処理されたデータを図1のデータモデルに従って構造化し蓄積する。部分オブジェクトとそのオブジェクトを切り出した元の画像とのリンクを蓄積しておく。また、原画像には必要に応じて、タイトルなどの書誌的情報の属性を持たせる。部分オブジェクトは、原画像での位置や、大きさも属性として持たせる。

検索は基本的にベクトル空間モデル（Vector Space Model）に従って行う。このため、各画像オブジェクトについて、その物理的特徴量（多次元ベクトル）を事前に計算しておき、格納しておく。

3.3 特徴種類毎の特徴空間分割による検索

画像からできるだけ多くの部分オブジェクトを切り出して、それらを検索に用いようとする本研究のアプローチでは、元になる画像自体の件数に対して検索母数である画像オブジェクトの数は1桁以上増

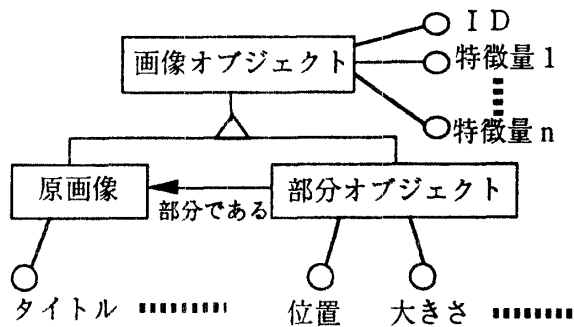


図1 データモデル

加し、検索時間が大きくなる可能性が高い。この母数の大きさに対処するため、特徴ベクトル空間に対して空間インデクス（例えば [3]）を利用することが必要である。

一方、本研究の画像検索ではどのような種類の特徴量をどの程度重視するかを指定するため、重みベクトルを導入する。しかし、全ての種類の特徴量をまとめた特徴ベクトル空間でインデクスを利用するためには重みベクトルが固定でなければならない。

空間インデクス手法の有効利用、及び重みの自由指定の両方を可能にするため、次のようなベクトル空間の要素分割による検索方法を採用した：(1) 特徴量種類という要素毎に特徴ベクトル空間を分割し、各々の空間で、キーとなる画像オブジェクト（参照オブジェクト）に近いものを候補として絞り込み、(2) 各候補オブジェクトについて、特徴量の種類毎の（参照オブジェクトとの）距離と、検索観点である重みベクトルとの内積をとって類似度とし、(3) 類似度の上位のものを利用者が指定した数だけ返す。検索対象の画像オブジェクト数によらず、結果希望数の定数倍程度の近傍オブジェクトに候補を絞り込むことがポイントであり、この絞り込みに空間インデクスを用いて高速性を確保する。

3.4 複数オブジェクトの検索

複数オブジェクトをキーとした検索を、キーオブジェクトそれぞれについて、上記類似検索により候補を絞り、両者の候補の積集合を返す、という方式で実現する。その際、どのオブジェクトに重点を置くかを重みとして指定することもできる。これは、特徴量種類毎に候補の絞り込みを行い、重みを加味して最終類似画を返す場合とほぼ同じ（和集合か、積集合かの違い）である。この機能を発展させ、複数オブジェクトの位置を加味することで、先に例に

挙げた「髪」と「顔」をキーにして「頭部」の検索をするといった部分構造による検索が可能である。

4. プロトタイプと評価

以上の画像検索方式のプロトタイプを試作した。特徴量としてRGB、色相、明度、彩度、形状（部分オブジェクトのみ）を実装した。検索の素材として4000枚の日本画素描を用いた。各素描には、「朝顔」や「鯉」といった物が描かれていて、素描からこれらを部分オブジェクトとして全部で約1万点自動抽出した。素描中の「花びら」と「がく」から成る「朝顔の花」の検索を例に評価を述べると、「朝顔の花」は4枚の素描で合計9点描かれている。自動抽出では7点が「花びら」と「がく」として抽出され、2点はどちらかしか抽出されなかった。抽出された7点に対して「花びら」と「がく」の複数オブジェクト検索によって「朝顔の花」を検索したところ、4点が完全検索され、他に「花びら」と「がく」の組み合わせを間違えたものが2点あった（お互いにクロス）。今後、位置を実装すればクロスが解消されるものと思われる。検索に要した時間（表示時間を除く）は、各特徴量を16次元として0.02秒（Sun Ultra1で100回平均）であった。以上から、本方式の部分オブジェクト切出し・検索による画像検索に見通しを得た。

5. おわりに

画像データ検索方式の基本的な考え方と諸要素、及び実際に構築したシステムの評価を述べた。今後は、複数オブジェクト検索での位置の実装、多様な素材や応用に対応できるよう各アルゴリズムの改善等を行う。画像の特徴抽出などご協力頂いたNTTヒューマンインタフェース研究所の倉掛主任研究員に感謝します。

<参考文献> [1] Myron Flickner et al, "Query by Image and Video Content: The QBIC System," IEEE Computer, Vol.28, No.9, 1995, [2] 紺谷, 串間: クラスタ数自動判定クラスタリングによる画像の領域分割, 本大会論文集3Q-02, [3] White, D. A. and Jain, R., "Similarity Indexing with the SS-tree," Proc. 12th IEEE International Conference on Data Engineering, pages 516-523, 1996