

# オブジェクトに基づく高速画像検索システム：ExSight

串間 和彦<sup>†</sup> 赤間 浩樹<sup>†</sup> 紺谷 精一<sup>†</sup>  
木本 晴夫<sup>†</sup> 山室 雅司<sup>†</sup>

本論文ではオブジェクトに基づく高速な画像内容検索を行う ExSight システムの特徴的機能と評価結果を示す。大量の静止画像を検索する方法として、画像内に写ったオブジェクトをその色や形状に基づいて検索する方法が有効と考えられる。一般的な写真中で有意なオブジェクトを自動的に決定することは困難であり、冗長性を許しながらオブジェクトを自動的に抽出する方式を考案した。可能性のあるオブジェクトを自動的に切り出し、色や形状による特徴付けを行うことで格納時の手間を大幅に削減することができる。抽出したオブジェクトについて特徴量に基づく空間インデックスを構築することで、大量の画像中から希望する画像を高速に検索することができる。1000 枚の写真を用いた主観評価を行い、オブジェクトに基づく検索により高い検索精度が得られることを明らかにした。さらに色や形状等のベクトル量に基づく類似検索のために改良型の多次元インデックスを用いた高速な検索エンジンを試作し、リアルタイムな検索が可能なることを確認した。

## ExSight: An Object Based High Performance Image Retrieval System

KAZUHIKO KUSHIMA,<sup>†</sup> HIROKI AKAMA,<sup>†</sup> SEIICHI KON'YA,<sup>†</sup>  
HARUO KIMOTO<sup>†</sup> and MASASHI YAMAMURO<sup>†</sup>

This paper describes ExSight, a prototype system for content-based image retrieval, which will provide flexible image retrieval facilities based on the indexing of component objects. We present a database centric approach to image retrieval and other techniques necessary to a successful implementation of ExSight. The key points in this approach are (1) automatic image data analysis, emphasizing automatic object extraction from a variety of image media types and (2) high performance data access mechanisms. The experimental result reveals that (1) Object based contents retrieval performs higher retrieval correctness than the color region based retrieval and (2) Multi dimensional data access engine performs real time response.

### 1. はじめに

既存の写真資産のデジタル化やデジタルカメラ等の入力機器の普及により、数十万枚規模の安価なデジタル画像が大量に生成され、流通しつつある。今後はこれら日々生成される大量で安価な画像を簡便に管理・検索できる方法が必要である。我々は日常的な写真を対象として、その中に写されたオブジェクトを冗長性を許しながら自動的に抽出する方式を考案した。抽出したオブジェクトに関して色や形状といった画像特徴量を決定し、多次元インデックスを備えたデータベースに格納する。考案した方式に基づきオブジェクトに基づく高速画像検索を行う ExSight システムを試作し、抽出できる有意なオブジェクト数、検索精度、

検索時間性能を評価した。

### 2. CBR による画像検索の現状と問題点

人手により画像にテキストでタグをつけ、キーワードにより検索する方法に代わって、内容検索技術 (Content Based Retrieval: CBR) が注目されている<sup>1)</sup>。CBR は元画像から色合いや形状といった画像特徴量を抽出し、検索のキー画像と似た特徴を有する画像を検索する技術である。CBR を実装した画像検索システムとしては画像全体の色合いや模様に基づいて検索を行う Illustra & VIR<sup>2),3)</sup> や画像内にある複数の色領域の相対位置に着目した検索を行う VisualSEEK<sup>4)</sup>、画像内にある物 (オブジェクトと呼ぶ) に基づく検索を行う QBIC<sup>5),6)</sup> や VP<sup>7)</sup> がある。しかし、従来技術には以下の問題がある。

- 画像全体の特徴に基づく Illustra & VIR の方式は風景やパターンを検索には有効であるが、たと

<sup>†</sup> NTT 情報通信研究所

NTT Information and Communication Systems Laboratories

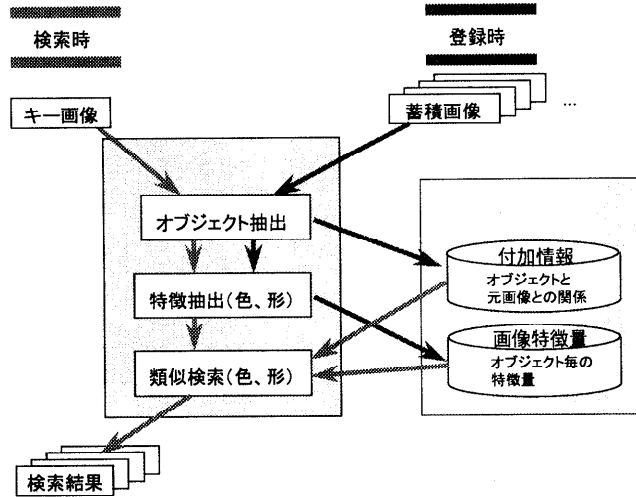


図1 処理の流れ

Fig. 1 Flow of object based retrieval.

例えば「青い服を着た人物が写った写真」といったオブジェクトに基づく精密な検索はできない。

- VisualSEEK, VP, QBIC は、オブジェクトを単位とする検索を指向している。そのためいかに精度良く、かつ人手をかけずにオブジェクトを決定するかについて種々の手法が提案されている。自動化のために、画像内を主に色情報に基づいて複数領域に分割する手法が多く用いられ、クリップアートのように色合いのはっきりした画像については有意なオブジェクトを精度良く抽出している。しかし、一般的な写真を対象とした抽出手法は確立されておらず、たとえば、QBICでは人間がオブジェクトの輪郭等を指定することで切り出しを補助する手段を提供している。

### 3. 目標とする内容検索

- 日常生活で撮影されたスナップ写真のように、分野を問わない一般的な画像を対象として内容検索が行えること
- 画像内にあるオブジェクト（たとえば人の顔や服等）を検索できること
- 大量の画像を簡便に管理できることが必要であり、画像内オブジェクトの決定や索引付けはいっさいの人手が不要で完全自動で行えること
- 実時間内での高速な検索が行えること

## 4. オブジェクトに基づく画像内容検索方式

### 4.1 概要

現状の画像処理技術は特定領域においてドメイン知識を利用したオブジェクト切り出しには成功しているものの、本研究で目標とするような一般的な写真からの有意なオブジェクト抽出はできない。これはドメイン知識なしでは種々雑多な被写体の中から有意なオブジェクトを特定できないことによる。我々は画像処理技術が完全ではないことを前提に、不正確や冗長なものを含めて自動的に切り出せるレベルのオブジェクトをすべて抽出し、データベースに登録することで、オブジェクトの組合せに基づく内容検索を高速に行う方式を採用した<sup>8)</sup>。図1に処理の流れを示す。

抽出したオブジェクトについては色や形状等の画像特徴量を多次元のベクトル量として表現し、データベースに格納する。その際、本方式では有意/無意のオブジェクトを多量に切り出して検索対象とするため、検索精度は向上するが、その代償として検索時間は長くなる。すべてのオブジェクトについて距離計算を行う代わりに、検索結果として上位  $k$  件のみが必要であることを利用し、多次元インデックスによる高速な絞り込みを行う。

### 4.2 しきい値の全域調整によるオブジェクト抽出

検索精度を向上させるためには、蓄積画像内のオブジェクトをもれなく抽出できることが重要である。色情報に基づいて類似色領域を決定する従来の方法は以下の問題があり、種々雑多なオブジェクトが写った写

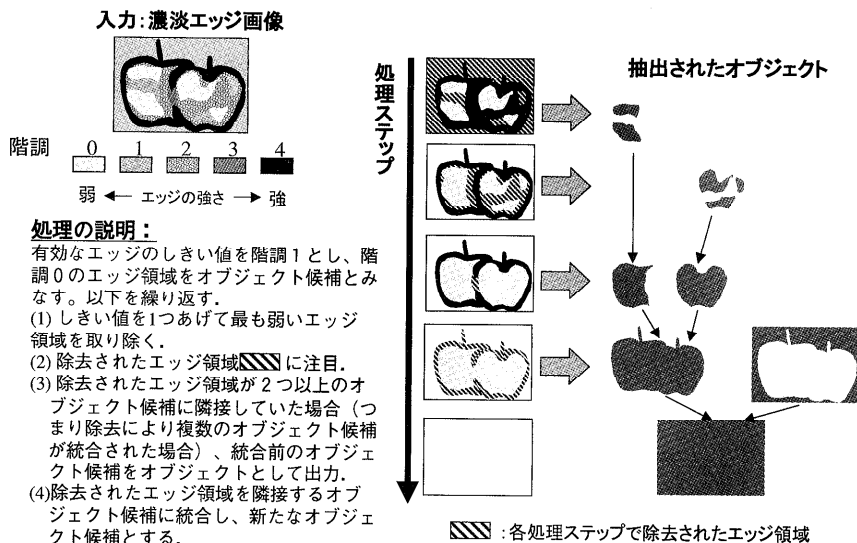


図2 しきい値の全域調整によるオブジェクト抽出

Fig. 2 Object extraction by varying edge magnitude threshold.

真から有意なオブジェクトを抽出することができない。

- 領域の過分割: 光線の具合によって色合いが変化する場合等に, 1つのオブジェクトが複数オブジェクトとして抽出される。
- 領域の過統合: 同種の物体が隣接して写っている場合に個々のオブジェクトを抽出できず, 全体を1つのオブジェクトとして抽出してしまう。

上記問題を解決するためにエッジ情報を利用して色領域を分割/統合する方法が考えられる。しかし対象によらない一般的なしきい値はなく, 汎用的ではない。

我々は有意なオブジェクト以外に冗長なオブジェクトが抽出されることを許容し, エッジの強さを変化させながらさまざまなレベルのオブジェクトを段階的に抽出するしきい値の全域調整によるオブジェクト抽出方式(以降, 全域調整方式と呼ぶ)を考案した<sup>9)</sup>。

画像内の全ピクセルに関して隣接する8つのピクセルとの間で色相, 輝度, 彩度の差を計算し, その座標でのエッジの強さと見なす。これにより, 各点におけるエッジの強さを階調とした濃淡エッジ画像を作成できる(図2参照)。図2に示すように階調1以上のエッジを有効にした段階から, 順次弱いエッジを削除していくと, 分割された領域が徐々に統合されていく。2領域以上がエッジの除去により統合された場合には, 統合前の各領域をオブジェクトとして抽出する。この方法により, 冗長なオブジェクトも抽出されるが, 可能性のあるオブジェクトを多く抽出できる。なお, 重なりによってオブジェクトの一部が欠けている場合に

は, その部分が欠落したままのオブジェクトと見なされる。したがって, 図2の一部が欠けたリンゴは, その形状をしたオブジェクトとして扱われる。このため完全な形のリンゴとは形状的には類似していないと判断される。本抽出方式では意味的な取扱いはしないため, このような誤差が発生する。

#### 4.3 各オブジェクトに対する特徴量の決定

オブジェクトの特徴は計75次元の以下のベクトル量で表現する。

##### ● 色情報

色情報としてはHSI尺度を用いる。H, S, Iそれぞれについて256段階の階調を有するピクセルの個数を階調ごとに積算すると, ピクセル数を高さとした256次元のヒストグラムが得られる。色による類似検索の場合は256次元をそのまま適用すると似通った色でも異なったものと判断されるため, 各尺度を16次元に縮退し, 計48次元を利用する。

##### ● 形状情報

オブジェクトに基づく検索では形状が類似性を判断する重要な尺度となる。形状を表す方法としては, あらかじめ登録した代表図形との間の差分距離を用いる方法がある<sup>10)</sup>。我々はオブジェクトの外接円を唯一の代表図形とし, 形状情報は外接円から各オブジェクトの輪郭までの距離で表す方式を採用した。図3に示すように, オブジェクトの重心を中心とする外接円を描き, 円周上の点から中心へ向かう直線上でオブジェクトと最初に接する点までの距離(外接距離と呼ぶ)を

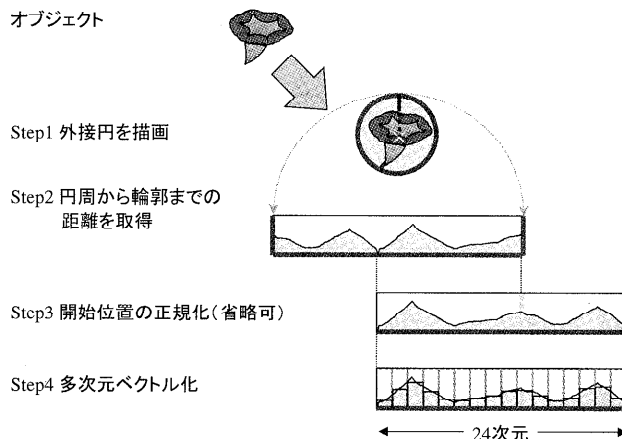


図3 外接円からの距離による形状の表現

Fig. 3 Representation of the contour as a distance from the outermost circle.

計算する。回転に対応するために外接距離が最小の点を原点とし、 $n$ 次元（実装では24次元）に正規化する。この方法により、代表図形の事前登録が困難な一般写真に対して一意な方法で形状情報を決定している。

#### ● オブジェクトの大きさと位置

異なった大きさや位置のオブジェクトを検索できることは色領域に基づく検索に比べて優位な点である。オブジェクトの大きさは元画像との相対的大きさとして1次元のベクトル量で、また、位置は元画像の縦横比を正規化したうえで2次元のベクトル量で表現する。

#### 4.4 多次元空間インデックスを用いた高速検索

検索においては、キーとして与えられるオブジェクトとあらかじめ蓄積したオブジェクトとの間で特徴量を比較し、類似した順に上位  $k$  件を返却することが行われる。上位  $k$  件検索は、多次元ベクトル空間内でキーに対応するベクトル点の  $k$  近傍を求めることに対応する。最も単純な方法は、キーに対応するベクトルとデータベース中のすべてのベクトルとの距離計算を行い、上位  $k$  件を求めるものである（全件検索）。しかし、ベクトル間の距離計算にはコストがかかるため、全件検索では比較対象となるデータ数が増えると検索時間が長くなる問題がある。このため、全件検索を回避して  $k$  近傍検索を行うために、多次元空間インデックスが提案されてきている。

従来提案されている多次元空間インデックスは主に R-tree<sup>11)</sup>か k-d tree<sup>12)</sup>の拡張や改良版である。それらの中で、VAMSplit R-tree<sup>13)</sup>は検索時間性能が最も優れたものの1つであると報告されている。このインデックスでは k-d tree と同様な、空間の分割を基本にした木の構築を行うことで R-tree のノード重複問題を解決して性能向上をはかっている。しかしこの空間

分割のために中間ノードに対応する MBR (Minimum Bounding Rectangle) の各次元の長さは不均一になり、近傍検索に不利になっているという問題がある（形状不均整問題）。

ここで提案する C-tree<sup>14)</sup>はボトムアップで要素をクラスタリングしつつ木構造を構築するアプローチをとる。構築における各レベルでの初期クラスタを得るために VAMSplit R-tree の構築ルーチンを利用するが、先に述べた MBR の不均整形状問題に対処するために、各レベルごとにクラスタの再配置を行う。これにより形状不均整を解消し、検索時間性能の向上をはかっている。C-tree の構築法を以下に示す。

- (1) VAMSplit R-tree を構築し、リーフノードの直上の中間ノード群を、リーフノードを要素とする第1レベルのクラスタとする。
- (2) 第1レベルのクラスタについて、Wishart<sup>15)</sup>に基づいた再配置を行う。すなわち、ある基準を超えて他の要素から離れているものの再配置（他のクラスタへの帰属替え）を行う。この際、あるしきい値を超えてどのクラスタからも離れていると判定された要素はどのクラスタにも組み込まずに、保留リストに加える。
- (3) 再配置した第1レベルの各クラスタの代表点と保留リストにある要素を対象として、(1)、(2)を繰り返す。クラスタ数が特定の数以下になったら、それをルートとして終了する。

C-tree では、このように各レベルでクラスタの見直しをして中間ノードをできるだけ均整にする（球に近い形にする）ことで、検索時間性能を向上している。

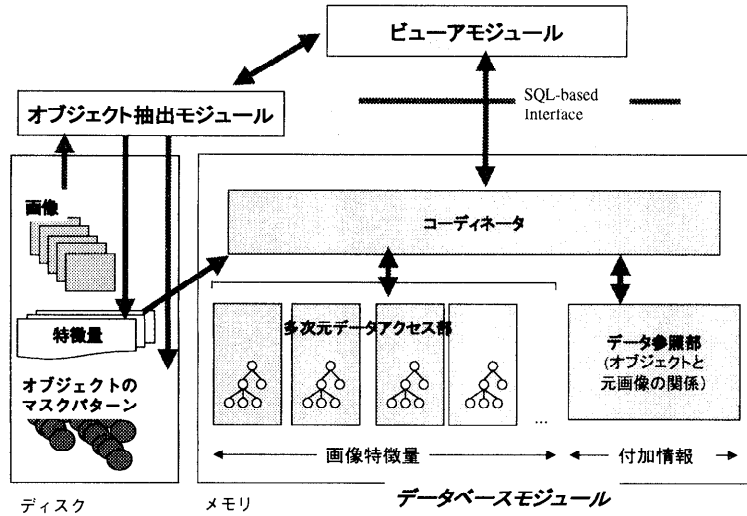


図 4 システム構成  
Fig. 4 System configuration.

5. ExSight システムの構成

図 1 に示す処理フローに従い、画像検索システム ExSight を試作した。図 4 にシステム構成を示す。ExSight はクライアントサーバ型のシステムであり、サーバに置くオブジェクト抽出モジュールとデータベースモジュール、およびクライアントに置くビューアモジュールから構成される。

5.1 オブジェクト抽出モジュール

デジタル画像情報を入力し、しきい値の全域調整によるオブジェクト抽出を行う。その後、個々のオブジェクトについて色、形状等の画像特徴量を計算し、画像 ID とそれに含まれるオブジェクト ID の関係、および各オブジェクト ID ごとの特徴量をデータベースに格納する。以上の処理は完全自動で行われる。

5.2 データベースモジュール

データベースモジュールは特徴量に基づく類似検索を行う多次元データアクセス部、オブジェクトと元画像間の関係等のメタ情報を検索するデータ参照部、それらを統括するコーディネータから構成される。それぞれの多次元データアクセス部は C-tree を実装したもので、木構造の空間インデックスに基づき、各特徴量ごとの類似検索を行う。色や形状等の特徴量のうち、どれを優先するかは検索ごとに指定される。このため、コーディネータは特徴量に対応する各アクセス部を起動してその特徴量に関する類似度（距離）を取得した後、利用者の指定する重み付けに従って総合的な類似度を計算し、その結果から指定された件数だけ上位のものを求める。最終的にデータ参照部によりオブジェ

■ : 全域調整方式で抽出できた有意オブジェクト数を1とする場合の色クラスタリングで抽出できた有意オブジェクト数の割合

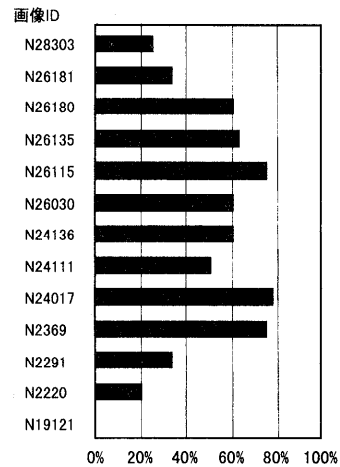


図 5 抽出できた有意オブジェクト数の比較  
Fig. 5 Comparison of extracted object.

クトの属する元画像を決定し、類似順に返却する。

5.3 ビューアモジュール

検索のキーとなる画像の指定、特徴量の重み付け調整、検索結果画像の表示等の機能を持つ GUI であり、JAVA-applet により実装している。

6. 評価

6.1 比較対象とする色クラスタリング方式

QBIC, VisualSEEk 等では画像内をお互いに重複しない複数の色領域に分割し、検索対象としている。VisualSEEk ではあらかじめ定められた色集合に基づい





図6 抽出されたオブジェクトの例  
Fig. 6 Example of extracted object.

検索キー画像	検索結果(上位6件のみ)						
 (青い空)	全域調整方式						
	色クラスタリング方式						
 (ナイフ)	全域調整方式						
	色クラスタリング方式						

図7 検索結果の例  
Fig. 7 Example of image retrieval.

てバックプロジェクションにより色領域を決定する<sup>4)</sup>。QBICでは画像内の各ピクセルを色と位置情報によってクラスタリングすることで色領域を決定する<sup>6)</sup>。本評価ではQBICと類似の方式(色クラスタリング方式と呼ぶ)により、以下の手順で色領域を決定した。

- (1) 元画像内の全ピクセルをHSI値3次元とX、Y座標2次元で表される計5次元の空間にマッピングし、クラスタを構成する。
- (2) クラスタリングされたピクセル群をもとに元画

- 像上でラベリングを行い、色領域を決定する。
- (3) 各色領域について4.3節で述べた特徴量を計算する。

## 6.2 抽出できた有意なオブジェクト数の評価

PhotoDisc<sup>\*</sup>の写真を使用し、複数のジャンルから選んだ種類の異なる13種類の写真をもとに、両方式で何個の有意なオブジェクトを抽出できたかを評価し

<sup>\*</sup> <http://www.photodisc.com>, PhotoDisc, Inc.

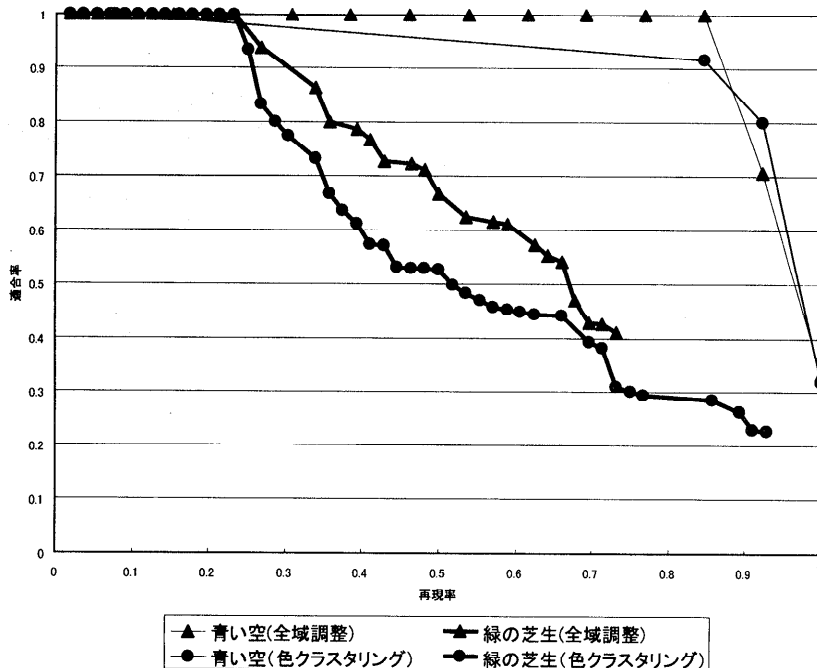


図8 大きな色領域での検索精度  
Fig. 8 Retrieval correctness based on big color region.

た. 全域調整方式により抽出できた有意オブジェクト数を1とした場合の両方式の比較を図5に示す. なお, 有意なオブジェクトかどうかは人間が判断した.

全域調整方式は平均で2.1倍の数の有意オブジェクトを抽出している. 従来の色クラスタリングではまったくオブジェクトが抽出できなかった類似色の多い画像からの抽出例を図6に示す. 一意なしきい値をとる色クラスタリングでは過度な統合が発生しているのに対し, 全域調整方式では有意なオブジェクトを多く抽出でき, 一般的な写真への適用に有効である.

### 6.3 検索精度

PhotoDisc から無作為に抽出した1000枚の写真を対象に, 大きな色領域として「青い空」, 「緑の芝生」, 任意なオブジェクトとして「赤いリンゴ」, 「白い皿」, 「ナイフ」の計5種類のキー画像を選び, 検索精度を評価した. まず, 3人の被験者によりキーと類似なオブジェクトが写っている写真を選んでもらい, 2人以上が正解とした写真を正解集合とした. 次に色クラスタリング方式と全域調整方式について同種の特徴量に基づいて別個に作成したデータベースから検索を行い, 結果を正解集合と比較して適合率, 再現率を求めた. これを検索件数が1件から再現率が1.0になるまで変化(増加)させて行い, 各結果の適合率と再現率をプロットすることで適合率-再現率グラフ<sup>16)</sup>を求め

た. なお, 各検索での特徴量の重み付けについては上位数件の中に希望する画像が返されるよう個別に調整した.

検索結果の例を図7に, 評価結果を図8, 図9に示す. 図8に示す「青い空」や「芝生」のように様な色領域の場合には, 両方式ともオブジェクトとしての抽出に成功しているため, 同程度の検索精度であった. これに対し, 図9に示す任意オブジェクトの検索において全域調整方式は適合率, 再現率ともに色クラスタリング方式と同程度かそれを上回っている. 特に「ナイフ」や「白い皿」の場合, 色クラスタリング方式ではテーブルクロス等の類似した色合いの背景からの各オブジェクトの分離に失敗しているために, 検索精度が低下している. これに対し, 全域調整方式では, 有意なオブジェクトとそれが背景に融合したオブジェクトの両方を抽出しており, 前者により検索に成功している.

### 6.4 検索時間性能

検索対象とするオブジェクトの増加は検索時間の増加につながる. これを多次元空間インデックスによりどの程度おさえられるかを実測した. 結果を表1に示す. 平均するとPhotoDiscの写真一枚から全域調整, 色クラスタリングのそれぞれで96個, 46個のオブジェクトを抽出した. 表1よりオブジェクト総数が

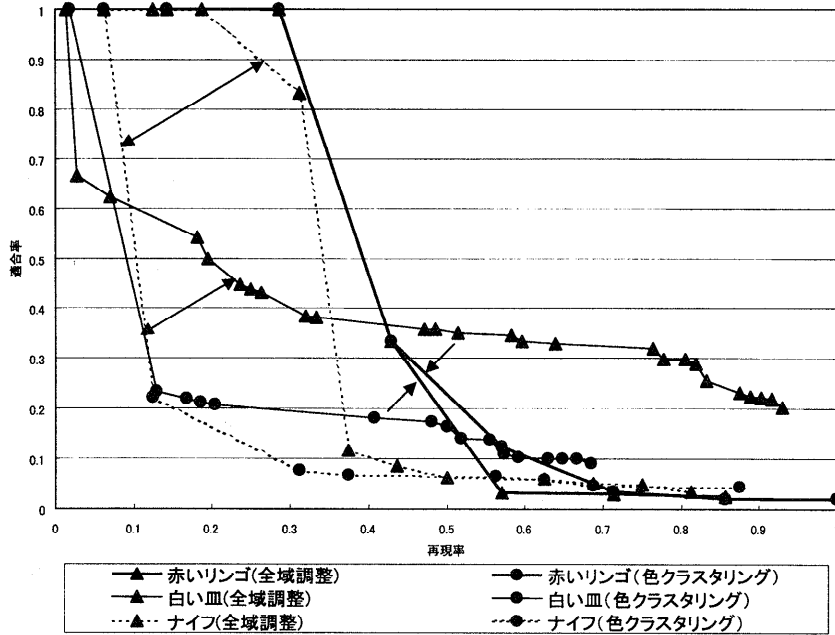


図9 任意オブジェクトでの検索精度  
 Fig. 9 Retrieval correctness based on arbitrary object.

表1 検索時間性能  
 Table 1 Retrieval time performance.

比較項目		オブジェクトの抽出方法	
		色クラスタリング方式	全域調整方式
オブジェクトの数	抽出したオブジェクトの総数 [個]	46080	96481
	1 写真あたりの平均 [個]	46	96
	色クラスタリングを1とした場合の比	1:2.1	
検索時間	検索時間 [秒]	0.69	0.82
	色クラスタリングを1とした場合の比	1:1.19	

測定はSun Ultra-30上で75次元の特徴量を有するデータベースから上位700件を検索して行った。表示等の時間は含まない。

約2倍に増加したにもかかわらず、検索時間性能は約2割の劣化におさえることができた。Sun Ultra30による計測では1000枚の写真(オブジェクト数96481個)に対する検索時間は1秒以内であり、リアルタイムな検索が可能である。

7. おわりに

一般的な写真から冗長性を許容しながらオブジェクト切り出しを行い、データベース格納することで任意オブジェクトに基づく写真からの高速な内容検索が可能な方式を考案し、一部機能の試作と主観的正解デー

タを用いた検索精度の評価を行った。その結果、考案した全域調整方式により、従来の色クラスタリング方式に比べ、(1)約2倍の数の有意オブジェクトを抽出でき、一般的な写真のように背景に紛れやすいオブジェクトが多く含まれる場合に検索精度向上が図れること、(2)冗長性を許した抽出により約2倍の数のオブジェクトが生成されるが、多次元空間インデックスにより検索時間性能は2割の劣化におさえることができ、約10万個のオブジェクトから1秒以内での検索が可能であることを示した。今後はオブジェクト切り出しの精度向上を図るとともに、数万枚規模の画像に対応す



るためのエンジン部分の強化を行う。

謝辞 本研究について多くの有益なご意見をいただいたNTTヒューマンインタフェース研究所の倉掛正治氏に感謝します。

### 参考文献

- 1) De marsicoi, M., et al.: Indexing pictorial documents by their content: A survey of current techniques, *Image and Vision Computing*, Vol.15, pp.119-141 (1997).
- 2) Gupta, A.: *Visual Information Retrieval Technology A Virage Perspective*, info@virage.com (1995).
- 3) Gupta, A. and Jain, R.: Visual Information Retrieval, *Comm. ACM*, Vol.40, No.5 (1997).
- 4) Smith, J.R. and Chang, S.F.: VisualSEEK: A Fully Automated Content-Based Image Query System, *Proc. ACM International Conference on Multimedia*, pp.87-93 (1996).
- 5) Flickner, M., et al.: Query by Image and Video Content: The QBIC System, *IEEE Computer*, Vol.28, No.9 (1995).
- 6) Ashley, J., et al.: Automatic and Semi-automatic Methods for Image Annotation and Retrieval in QBIC, *Proc. Storage and Retrieval for Image and Video Databases III*, Vol.2420, SPIE (1995).
- 7) 金原, 佐藤, 浜田: プリミティブ分解による多様な検索条件を扱いうるカラー画像検索, 情報処理学会論文誌, Vol.37, No.11, pp.1989-2000 (1996).
- 8) 山室, 串間, 木本: 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, 第54回情報処理学会全国大会論文集, 3Q-01 (1997).
- 9) 赤間, 紺谷, 三井, 串間: 画像内オブジェクトの自動抽出を使った画像検索システム ExSight—写真 (PhotoDisc) への適用, 情報処理学会研究報告, 97-DBS-113, pp.161-166 (1997).
- 10) 田邊, 大谷: 形状類似画像検索における類似尺度の検討, 電子情報通信学会技術報告, PRU88-68, pp.65-72 (1988).
- 11) Guttman, A.: R-tree: A Dynamic Index Structure for Spatial Searching, *Proc. ACM SIGMOD*, Boston, pp.44-57 (1984).
- 12) Bentley, J.L.: Multidimensional Binary Search Trees used for Associative Searching, *Comm. ACM*, Vol.18, No.9, pp.509-517 (1990).
- 13) White, D.A. and Jain, R.: Similarity Indexing: Algorithms and Performance, *Proc. SPIE IV*, San Jose, Vol.2670, pp.62-75 (1994).
- 14) カーティス, 中川, 谷口, 山室: Similarity Indexing in High Dimensional Image Space, 情報処理学会研究報告, 97-MPS-82-18, pp.99-104

(1997).

- 15) Anderberg, M.R.: *Cluster Analysis for Applications*, Academic Press (1973).
- 16) Harman, D.K.: Overview of the Third Text REtrieval Conference (TREC-3), Gaithersburg, MD20899-0001, National Institute of Standard and Technology, Special Publication 500-255 (1995).

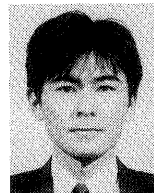
(平成9年12月1日受付)

(平成10年11月9日採録)



串間 和彦 (正会員)

1980年京都大学工学部電子工学科卒業。同年日本電信電話公社(現NTT)入社。知識処理用プログラミング環境の研究, 大規模クライアントサーバシステムの実用化等を経て, 現在はマルチメディアデータベースの研究開発に従事。



赤間 浩樹 (正会員)

1988年東海大学理学部情報数理学科卒業。1990年同大学院理学研究科数学専攻修士課程修了。同年日本電信電話(株)入社。以来, インテリジェント・ネットワーク向けDBMSの開発, ニュース・オン・デマンドの研究開発等を経て, 現在はマルチメディア情報検索の研究開発に従事。人工知能学会, 日本ソフトウェア科学会, ACM各会員。

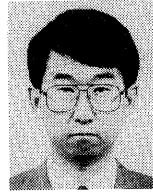


紺谷 精一

1988年北海道大学工学部電子工学科卒業。1990年同大学院工学研究科電子工学専攻修士課程修了。同年日本電信電話(株)入社。現在NTT情報通信研究所データベース部研究主任。マルチメディア情報検索の研究に従事。電子情報通信学会, IEEE-CS, ACM各会員。

**木本 晴夫（正会員）**

1973年大阪大学基礎工学部制御工学科卒業。1975年同大学院基礎工学研究科物理系専攻修士課程修了。工学博士。同年日本電信電話公社（現NTT）入社。以来、電気通信設備の計画・設計業務、光ファイバーケーブル接続技術、自動索引技術、情報検索技術、マルチメディアDB検索技術の研究開発に従事。現在、NTT情報通信研究所主幹研究員、東海大学大学院非常勤講師、情報処理学会情報学基礎研究会主査、ACM/SIGIR95, 96, 97, 98プログラム委員、47thFID国際会議プログラム委員。情報処理学会平成10年度山下記念研究賞受賞。電子情報通信学会、人工知能学会、ACM各会員。

**山室 雅司**

1985年早稲田大学理工学部数学科卒業。1987年同大学院数学専攻修士課程修了。1990年コロンビア大学大学院電気工学専攻修士課程修了。1987年日本電信電話（株）入社。以来、ネットワークオペレーション情報モデル化・ビジュアル化、データベース設計法の研究に従事。現在、マルチメディア情報検索の研究に従事。NTT情報通信研究所主任研究員。1994年電子情報通信学会学術奨励賞受賞。電子情報通信学会、日本ソフトウェア科学会、IEEE-CS各会員。