

阿部慎也 伊藤哲郎

大分大学工学部知能情報システム工学科

1. まえがき

近年、インターネット上では、テキスト、画像などの多様なメディアが混在したマルチメディア情報の利用が盛んになってきた。これに伴い、画像の検索技術に対する関心が高まっている。

検索とはユーザの概念的な要求に見合う対象を選び出すことであるため、画像検索についても概念に基づいた方法が重要である。しかしながら、従来の研究は画像から特徴を抽出しベクトルとして表現した上で、質間画像と候補となる画像との間の形式的な類似度を距離やコサイン関数等を用いて算出し、適合／不適合を決定する手法が一般的であり、ユーザの持つ概念を考慮していない。本研究では、ユーザの持つ概念に着目した検索手法を提案する。

2. 画像検索への概念の導入

画像検索へ概念を導入することの利点として、以下が挙げられる。

- ・ユーザは特定の画像ではなく、ユーザが持っている概念に適合する画像を欲すると考えられる。
- ・画像一つ一つは扱いづらいが、画像を概念的にまとめて扱うことでユーザが画像を扱いやすくなる。
- ・概念階層を用いた柔軟な方法が利用できる。
- ・文書中には主に単語の羅列と画像が含まれる。単語は概念の表象であり、画像の検索もその概念につけた名前を用いて行うことで、単語と画像を同様に扱える。

3. 概念に基づく画像検索システム

3.1 概要

本システムは、概念形成のための学習例を与える段階と検索を行う段階の2つからなる。

[学習例を与える段階]

- (S1) ユーザ自身が持つある概念に適合する画像とその名前をシステムに与え、システムはこれらを蓄積する。

- (S2) ユーザは「りんご」や「みかん」は「くだもの」であるといった名前の階層関係を指定する。

[検索を行う段階]

- (S1a) 検索したい画像の名前を指定する。
- (S1b) 階層関係中で、指定された名前およびその下位の名前が与えられた蓄積画像が検索したい概念クラスに属するとする。他の蓄積画像は名前ごとに1つの概念クラスとする。
- (S1c) 決定木を構築することで、蓄積画像の特徴づけを行う。
- (S1d) 決定木から検索対象画像が概念クラスに属するか否かを判定するルールを生成する。
- (S2) 検索対象の部分画像が要求する画像であればよいので、部分画像の位置、大きさを変化させてルールを適用し適合／不適合を決定する。

3.2 特徴抽出

画像の特徴づけには、高次局所自己相関係数[1]と色ヒストグラムを用いる。前者は25の3×3の局所的なパターンが画像中に存在する数であり、形に関する特徴量となる。本システムでは、ウェーブレット変換により縮小画像と輪郭画像を生成し両方について値を求めるので、50の特徴量が得られる。後者は色空間を分割し、各部分空間に属する画素を求めたもので、色に関する特徴量となる。本システムではHSV色空間を用いて色相により16の部分空間に分割する。

3.3 決定木

画像と名前の階層関係により形成された概念は人間のためのものであり、システムが直接利用することはできない。この画像概念の形式的な特徴づけを既存の概念形成システム C4.5[2]を用いて決定木を構築することで行う。決定木から望む概念クラスに属するか否かを判断するルールを生成する。このルールを用いることで、システムは検索を行うことが

```

|  +--[-][<00> | 0.237559 - 0.550000]
|      |--[+][<00> | 0.550000 - 0.600000]
|          |--[+]corn(1)
|          +--[-]basketball(1)
|          +--[-]himawari(1)
+--[-][<56> | 0.037255 - 0.048227]
    |--[+][<00> | 0.324710 - 0.602641]
    |   |--[+]soccerball(1)
    |   +--[-]cosmos(2)
+--[-][<55> | 0.000904 - 0.001037]
    |--[+][<00> | 0.411867 - 0.427789]
    |   |--[+][<54> | 0.004128 - 0.004444]
    |   |   |--[+][<52> | 0.002334 - 0.003306]
    |   |   |   |--[+]fruit(7)

```

図 1 決定木(一部)

出来る。

特徴空間を用いて対象の適合／不適合を判別する手法として、質問と対象とのユークリッド距離等を用いるものがあるが、これらの手法は画像の持つすべての特徴を利用する。決定木から生成されたルールを用いた適合／不適合の判断はその一部で充分である。画像からの特徴抽出は一般に多くの計算量を必要とするため、この長所は重要である。

ある概念についての検索の際に、その下位概念の例しか与えられていない場合は、各下位概念に属する画像を個別に検索し、得られた画像を統合する方法でも可能であるが、本システムでは、階層関係を用いて検索したい概念の例を動的に決定し、検索対象が望む概念クラスに属するか否かを一度で判別するルールを生成する。これは決定木が高速に構築できるため、ユーザの要求が出された時点で決定木を動的に生成し利用することが可能であるためである。

4. 実験

本手法について実験を行った。学習例として「りんご」「みかん」等の 27 個の名前とそれらの名前が与えられた 88 枚の画像、「りんご」と「みかん」は「くだもの」であるという階層関係を与えた。

ユーザの検索要求を「くだもの」の画像とした。階層関係で「くだもの」の下位にあたる「りんご」と「みかん」という名前が与えられた画像が、ユーザが検索したい概念の例となり、1 つの概念クラスに属する。図 1 に示す決定木を構築し、図 2 に示すルールを生成した。

```

if 特徴 52 < 0.054961 and
   特徴 50 > 0.032908 and
   特徴 54 < 0.046068 and
   特徴 55 < 0.005781 and
   特徴 56 < 0.048227 and
   特徴 55 > 0.000904 and
   特徴 00 > 0.411867 and
   特徴 54 > 0.004128 and
   特徴 52 > 0.002334 then
この画像は「くだもの」である

```

図 2 ルール(一部)

表 1 適用結果

	検索 候補	適合と判断 された画像	不適合と判断 された画像
適合画像	24	13	11
不適合画像	76	11	65
計	100	24	76

探索対象データとして、WWW 上の検索エンジンで、「りんご」、「みかん」で検索を行った結果のページに含まれている画像を用いた。得られた 100 枚の画像中、24 枚が「りんご」または「みかん」の画像であった。これらの画像に図 2 のルールを適用した結果を表 1 に示す。

全 66 の特徴のうち、ルール生成に必要な特徴の数が 6 であった。不要な特徴抽出を省略でき、効率的な処理が可能になったと言える。

「りんご」、「みかん」を個別に検索するためのルールを生成すると、それぞれ 5, 6 の特徴量を要した。概念階層を用いることで、2 種類の画像を検索するルールを少ない特徴数で生成できた。

システムは 100 枚中 24 枚が適合すると判断したが、その 24 枚中の 13 枚が実際に適合していた。

5. まとめ

画像検索に概念を導入した。決定木と概念階層の利用により、不要な特徴抽出の省略とユーザの検索要求に応じた複数の種類の画像を検索するルールの生成が可能になり、柔軟で効率的な処理が実現できた。今後の課題としてテキストとの協調処理の実現、特徴抽出の検討、評価方法の定式化が挙げられる。

参考文献

- [1] 小早川倫広, 星守, 大森匡, 照井武彦: ウェブレット変換を用いた対話的類似画像検索と民俗資料データベースへの適用, 情報処理学会論文誌, Vol.40, No.3, pp.899-911(1999)
- [2] J.R.キンラン: AI によるデータ解析, トッパン(1995)