

階層的対象物モデルを利用した画像認識におけるモデルマッチング

有田, 大作
九州大学総合理工学研究科

鶴田, 直之
九州大学総合理工学研究科

谷口, 倫一郎
九州大学総合理工学研究科

雨宮, 真人
九州大学総合理工学研究科

<https://hdl.handle.net/2324/5677>

出版情報：電子情報通信学会技術研究報告. PRU, パターン認識・理解. 95 (279), pp.67-72, 1995-09-29. 電子情報通信学会
バージョン：
権利関係：

社団法人 電子情報通信学会
THE INSTITUTE OF ELECTRONICS,
INFORMATION AND COMMUNICATION ENGINEERS

信学技報
TECHNICAL REPORT OF IBICE,
PRU95-132 (1995-09)

階層的対象物モデルを利用した画像認識における モデルマッチング

有田 大作 鶴田 直之
谷口 倫一郎 雨宮 真人

九州大学総合理工学研究科

〒 816 福岡県春日市春日公園 6-1

092-573-9611(ext.435)

{arita,tsuruta,rin,amamiya}@is.kyushu-u.ac.jp

あらまし

我々は例示画像からの知識獲得機能をもった画像認識システムの研究を行っている。システムは対象物の構成領域の2次元特徴とそれらの階層的関係からなる対象物モデルを知識として持ち、対象物の認識を行う。このとき、背景との関係により領域分割の誤りが生じることがあるが、対象物モデルの階層性を利用することによって、この誤りを検出し訂正する。

キーワード 対象物認識 モデルマッチング 木構造モデル

A Model Matching Method for Object Recognition Based on a Hierarchical Object Model

Daisaku ARITA, Naoyuki TSURUTA,
Rin-ichiro TANIGICHI and Makoto AMAMIYA

Graduate School of Engineering Science, Kyushu University

6-1, Kasuga-koen, Kasuga, Fukuoka 816 JAPAN

+81-92-573-9611(ext.435)

{arita,tsuruta,rin,amamiya}@is.kyushu-u.ac.jp

Abstract

We have been developing an image recognition system which has an ability to automatically acquire a model of an object class from image examples. The model is described in hierarchical relationship of segmented regions and 2-D features of the regions. When the system generates the model, the object region is specified by the user. However, when the system recognizes an object, the system should search the object region in a given image. The problem in recognizing an object is that the region segmentation often causes an undesirable result, or mis-segmentation, when its background is not clearly distinguishable from the object. In this paper, we will discuss a strategy of object finding and recognition based on a hierarchical structure of the object model.

key words object recognition, model matching, tree structured model

1 はじめに

画像認識において、画像中のどこに対象物があるかを探索したり、画像中の領域が何であるかを認識するためには、対象物に関する知識をあらかじめシステムが持っている必要がある。これまで提案されている多くの画像認識システムでは、この知識をシステム開発者が構築している。しかし、一つ一つの対象物に対しての知識を開発者が構築するのは限界があるので、対象物に関する知識を自動的に獲得する方法が必要である。

このような観点から、本研究では、ユーザが対象物の例を入力することによって、システムがその対象物についての知識を獲得し [1][2][3]、その知識を利用して対象物を認識する方式を開発することを目指す。これによって、システム開発者は知識を構築する必要がなくなり、ユーザは対象物についての知識を容易にシステムに与えることができるようになる。

本報告では、獲得した知識を利用し、対象物を探索する手法について述べる。対象物探索においても、知識獲得のときと同様にモデルマッチングを行うが、このとき、背景の影響で対応のとれない部分が生じることがある。これを、モデルの階層性を利用し解決する。

2 対象物モデル

2.1 分割木

本研究で使用する対象物モデルは、対象物を構成する領域の2次元特徴と領域間の関係を記述したものである。画像を領域に分割するときには、どの程度の均質さで分割するのかが問題になる。この領域分割の細かさの程度を分割度と呼ぶ。ある画像に対して分割度を小さくしていくとそれまで二つだった領域が一つに統合される。このときの分割度を統合された領域の分割度とする。

分割度を変化させることで、領域には包含による階層関係ができることになり、この関係を木で表したものを分割木と呼ぶ(図1参照)。

このような画像領域の階層構造を利用すると、領域分割手法の特性を反映した、対象領域の「全

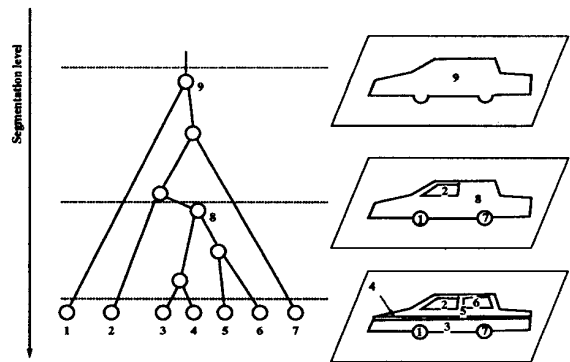


図 1: 分割木

体」と「部分」の関係をきわめて自然に抽出し、記述することができる。

2.2 特徴テーブル

分割木の各ノードには、そのノードに対応する領域の2次元特徴を保持する特徴テーブルが付随する。この特徴テーブルを比較することで、領域どうしの類似性を評価することができ、分割木のノード間の対応関係を求めることができる。

各特徴は、その特徴量を横軸、サンプル数を縦軸とするヒストグラムによって保持される。こうすることで、特徴テーブルの更新は容易になり、領域の特徴の特性(平均、分散など)も表すことができる。

3 対象物モデルの獲得

ユーザはシステムに対し「例示画像」と「対象物の名前」とその画像上での「対象物の領域」を入力する。システムは指示された領域からモデルを作成する。領域分割の結果が例示画像によって異なるので、このようにして得られるモデルの分割木のノードの多くは、再現性がない(その対象物にとって本質的でない)。しかし、共通に得られるノードも存在する。このようなノードをその対象物にとって不可欠なノードと見なし、このようなノードのみによって、モデルが構成されるようにする。

不可欠でないノードを削除するために、新し

い例示画像を与えるたびに、システムはモデルを更新していく。まず、システムは例示画像からモデルを作成する。このモデルをデータモデルと呼ぶ。つぎに、これを対象物モデルデータベースに格納してあるモデル(知識モデル)と比較し、新しいモデルを作成する。これをデータベースに格納することによって、知識モデルを更新する。

モデルの更新の大まかな流れを以下に示す。

1. 二つの木のノードの対応関係を求める。対応関係はノードの持つ特徴量から計算する。
2. 知識モデルの木から対応関係がとれなかったノードを取り除く。それに応じてノード間の枝も付け直す。
3. 各ノードの分割度、及び特徴量を更新する。

このようにして求めたモデルでは、対象物に不可欠で、しかも、利用している領域分割手法によって必ず抽出される領域を表すノードが残る。また、それぞれの特徴テーブルは、より多くの例題からのデータを持つことになるので、そのノードのより一般的な特徴を表すことができるようになる。

4 対象物の探索

対象物探索処理では、システムは対象物の名前と画像を与えられると、その対象物を画像中から探索する。この処理は対象物モデル獲得処理と以下のように類似している。

対象物モデル獲得 システムの持つ知識モデルと、例示画像から得られるデータモデルの間でモデルマッチングを行い、その結果を用いてモデルを更新する。

対象物の探索 システムの持つ知識モデルと、問題画像から得られるデータモデルの間でモデルマッチングを行い、その結果を用いて対象物の位置を求める。

対象物モデル獲得との違いは、背景との関係によって生成されない領域に対して、どのように対応するかが問題になることである。本研究では、分割木による領域の階層構造を利用することで、このような領域の位置を推測し、対象物の探索を可能にする。

4.1 対象物探索の手順

システムは画像全体からデータモデルを作成する。もし、対象物と背景とのコントラストが十分に高ければ、データモデルの中に対象物全体を表すノードが存在し(このノードをWとする)、Wをルートとする部分木の中に知識モデルのすべてのノードが含まれる。このような場合の対象物探索は簡単である。

しかし、対象物と背景とのコントラストがそれほど高くないため、対象物を構成する領域と背景の一部が結合してしまっただ領域が生成される場合がよくある。この場合、データモデルの中にWのようなノードは存在しない。しかし、対象物の部分領域を表すノードは存在するはずである。このようなノードを探索し、それを基に対象物の存在する位置を推測する。

対象物モデル内の階層構造を利用して、領域の位置や大きさを推測するときには、領域間の位置や大きさの関係を利用する。これらの関係はすべて、全体領域を基準とする特徴として保持されている。したがって、まず、全体領域について推測し、それから、求める領域について推測する。

対象物探索の処理は以下のような手順で行われる。

1. データモデルの全体領域の大きさの推測
2. データモデルの全体領域の位置の推測
3. 求める領域の位置の推測
4. 求める領域の存在の検証

4.2 データモデルの全体領域の大きさの推測

全体領域の大きさの推測には、特徴テーブル中の「全体領域の幅(高さ)に対する領域の幅

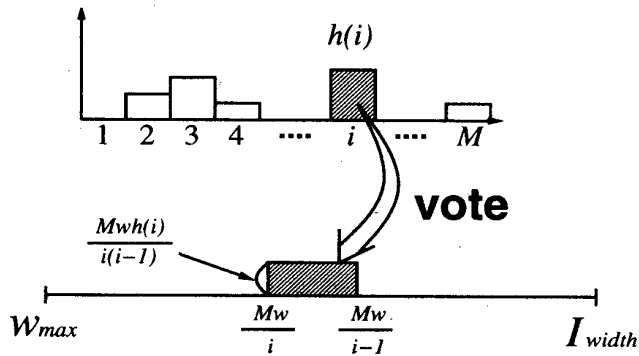


図 2: ヒストグラムからの投票

(高さ)」特徴を利用する。対応のとれたデータモデルのそれぞれの領域が、全体領域の幅 (高さ) を推測し投票する。候補は、対応のとれたデータモデルの領域の最大幅 (最大高) から、画像の幅 (高さ) までの値である。すべての対応のとれた領域が投票を行い、最大得票した幅 (高さ) 候補を全体領域の幅 (高さ) とする。

「全体領域の幅に対する領域の幅」特徴を例にヒストグラムからの投票の方法を説明する (図 2 参照)。この特徴は、全体領域の幅 W 、領域の幅 w としたときの w/W で表され、ヒストグラムの形式で保持されている。ヒストグラムのある階級 i ($i = 1, 2, \dots, M$) の度数 $h(i)$ は、

$$\frac{i-1}{M} \leq \frac{w}{W} < \frac{i}{M}$$

の範囲に特徴の値があったサンプル数を示す。この式から、

$$\frac{Mw}{i} < W \leq \frac{Mw}{i-1}$$

となり、投票空間のこの範囲に対して、

$$\left(\frac{Mw}{i-1} - \frac{Mw}{i}\right)h(i) = \frac{Mwh(i)}{i(i-1)}$$

票ずつ投票する。すべての i について投票することで、ひとつの領域からの投票が終了する。「全体領域の幅に対する領域の高さ」特徴についても同様である。

4.3 データモデルの全体領域の位置の推測

全体領域の位置の推測には、特徴テーブル中の「全体領域の幅 (高さ) に対する領域の中心の

位置」特徴を利用する。対応のとれたデータモデルのそれぞれの領域が、全体領域の外接矩形の位置 (左上の角の座標) を推測し投票する。候補は、0 から画像の幅 (高さ) までの値である。そして最大得票した位置候補を全体領域の位置とする。

「全体領域の幅に対する領域の中心の位置」特徴は、全体領域の幅 W 、全体領域の左端の x 座標 L 、領域の中心の x 座標 c_x としたときの $(c_x - L)/W$ で表される。投票の処理は前節とほぼ同様である。また、「全体領域の高さに対する領域の中心の位置」特徴についても同様である。

4.4 求める領域の位置の推測

求める領域の位置の推測には、これまでに述べた、「全体領域の幅 (高さ) に対する領域の幅 (高さ)」、「全体領域の幅 (高さ) に対する領域の中心の位置」の他に「色」の特徴を利用する。また、先祖や子孫の領域の対応がとれている場合はこれの位置情報も利用する。

求める領域の位置を決定するために、以下に述べるように重み付きで投票する。投票空間は全体領域の外接矩形の内部の画素である。また、このときの求める領域の外接矩形の大きさは、「全体領域の幅 (高さ) に対する領域の幅 (高さ)」特徴から求められる最大の大きさとする。

1. 対応のとれた子孫の領域がある場合は、それを含むような求める領域の外接矩形の内部の画素
2. 対応のとれた先祖の領域がある場合は、それに含まれるような求める領域の外接矩形の内部の画素
3. 「全体領域の幅 (高さ) に対する領域の中心の位置」特徴から求めた可能な中心の位置による外接矩形の内部の画素 (重みは中心の位置の可能性の高さによって決まる)
4. その領域の「色 (RGB) の平均」特徴から求めた領域の平均色に近い画素 (重みは「色 (RGB) の平均」特徴の分散と「色 (RGB) の分散」特徴を基にした平均色への近さによって決まる)

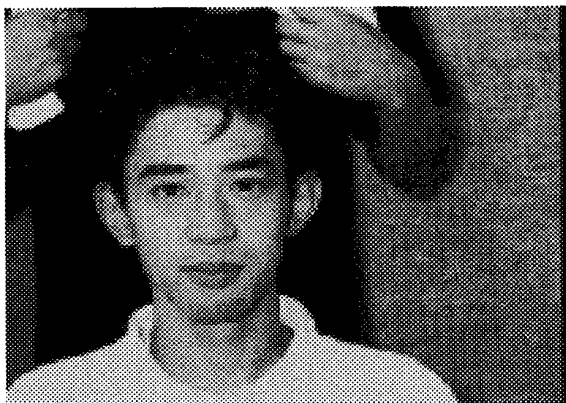


図 3: 原画像

得票の多い画素が集まっている部分を領域候補とする。

4.5 求める領域の存在の検証

領域候補が求める領域であるかの検証は、分割木の構造との整合性を確認することによって行う。確認のポイントは以下の2点である。

- 領域の包含関係を満足すること
- 先祖・子孫以外の領域と重なりがないこと

これらは、実際に画像上に領域を置いていくことによって確認する。

5 予備実験

ここで、本手法の妥当性を評価するために行った予備実験について述べる。図 3に示す原画像(カラー、 120×160)は、背景が黒いため、髪の毛の部分の領域分割がうまくいかない。この画像に対して、人間の頭部(髪の毛+顔+首)を探索させると、図 4に示すような知識モデルの領域との対応がとれなかった。

ここで、対応がとれた領域の情報から、本稿で述べた手法によって、全体領域の大きさと位置を推測すると、図 5のような外接矩形が得られた。

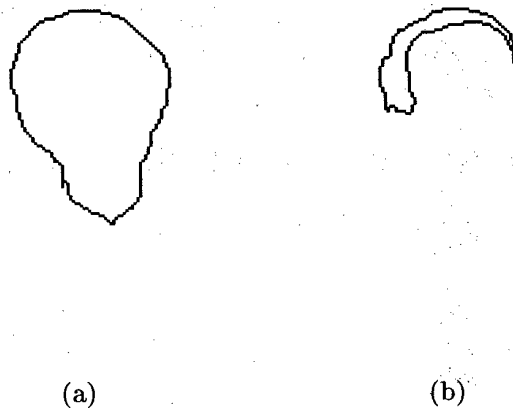


図 4: 対応しなかった領域の例

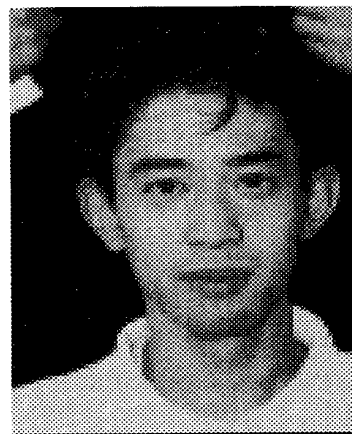


図 5: 全体領域の外接矩形

6 おわりに

本稿では、知識獲得機能をもった画像認識システムにおける、対象物モデルの階層性を利用したモデルマッチング手法について述べた。ここでは、対象物探索時のモデルマッチングにおいて、モデルの階層性を利用した推測によって、背景の影響による領域分割の間違いのために生成されなかった領域を見つけ出すことができた。

今後の課題としては、

- 本稿で報告した対象物探索・認識の改良
- 様々な視点からの対象物探索・認識

などがあるが、その他に、

- 対象物モデルの獲得や対象物の探索は分割木のノードの対応をとる必要があるが、この処理は組合せ問題であり、多くの計算量を必要とするので、並列処理による処理時間の短縮、
- 実験において、獲得された対象物モデルの評価や、ノード対応の評価などを円滑に行うために、膨大なデータを扱える可視化ツール

を実現する必要がある。

参考文献

- [1] 有田 大作, 鶴田 直之, 谷口 倫一郎, 雨宮 真人: “画像認識システムにおける例示による対象物モデルの獲得の一手法”, 信学技報 PRU93-141, pp.41-48, 1994.
- [2] D.Arita, N.Tsuruta, R.Taniguchi and M.Amamiya: “A Model Generation Method for Object Recognition Task by Pictorial Examples”, ICIP, Vol.1, pp.233-237, 1994.
- [3] 有田 大作, 鶴田 直之, 谷口 倫一郎, 雨宮 真人: “領域の階層構造を利用した画像認識システムにおけるモデルマッチング”, 第49回情報処理学会全国大会, 分冊 2, pp.153-154, 1994.