

5B-7

Dempster-Shafer 理論を用いた
画像検索手法の提案

山崎 久代 赤堀 裕志 若見 昇

松下電器産業(株) 中央研究所

1. はじめに

画像検索の手法としては、文献検索と同様に画像の内容を示すキーワードで検索を行う方法、各画像から適当な対象とその特徴量を抽出し、画像をクラス分割することにより検索する方法などが提案されている。[1]

本稿では、画像中の構成要素に注目し画像の照合度を求め、画像を検索する類似画像検索について考える。提案する手法は、2枚の画像間で構成要素ごとに照合を行って類似度・非類似度を求め、それらを画像間の照合の証拠と考える。個々の証拠をDempster-Shafer 理論を用いて統合して2枚の画像間の照合度合とし、類似画像検索を行う。提案する手法はユーザの多様な検索要求に対応できるものである。

2. 類似画像検索手法

2.1 画像検索システムの概要

「右上に山があって、左下に家がある絵」というように、画像中の人、山、家などの構成要素名と位置を手がかりとして、画像を検索する手法を提案する。

ユーザは検索キーとして、構成要素名とその位置を定めた画像(以下、検索キー画像と呼ぶ)を作成する。さらに検索キー画像の構成要素の中で、位置のみでなく類似しているとみなす範囲を指定することもできる(以下、範囲を指定した構成要素を限定要素と呼ぶ)。

次に検索キー画像と画像データベース中の検索対象画像との照合を行う。照合は2枚の画像間で、構成要素名が対応する要素ごとに行う。ここで、類似度と非類似度の概念を定義する。類似度と非類似度は、構成要素の位置の差に基づいてシステムが定めた関数から算出する。通常の構成要素に対しては類似度のみを与える。限定要素に対しては、構成要素間の位置の差が指定した範囲内では類似しているとみなし類似度を与える。一方、範囲外では類似していないとみなし非類似度を与える。また、検索キー画像に存在しない構成要素が検索対象画像にある場合も、類似していないとして非類似度を与える。

構成要素ごとに求めた類似度、非類似度をDempster-Shaferの結合則[2]で統合し、2枚の画像間の照合度合とする。この照合度合により画像データベース中の画像を順位付けする。

このように画像間の照合を行う際に、Dempster-Shafer

rの結合則を用いて類似度と非類似度を取り扱うことにより、ユーザの要求が構成要素ごとに異なるような検索が可能となる。また、検索要求で示した対象物以外のもが含まれる場合には検索順位を低くするという検索も行うことができる。

2.2 画像データベースの作成

検索対象となる画像データベースの作成を以下のようにして行う。

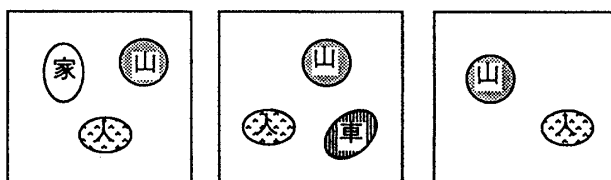


図1 検索対象画像

画像中の構成要素として、図1に示したような山、人、家が存在する画像を画像データベースに格納することを考える。データベースの作成は、作成者が画像中の各構成要素の領域と各構成要素の要素名(山、人、家)を入力する。システムは、作成者によって指定された領域から、各構成要素の領域の中心位置と面積を抽出し、作成者の入力した構成要素名とともにデータベースに登録する。

2.3 画像の照合方法

ユーザの示した検索キー画像と画像データベース中の画像との照合度合の求め方を図2に示す。画像の構成要素を、画像間の照合度合を求めるための証拠と考えると、画像中の構成要素ごとに類似度・非類似度を求め、それらを統合し画像間の照合度合とする。ここで、検索キー画像はN個の構成要素からなり、i番目の構成要素の類似度を s_i 、非類似度 s_i^c とする。

まず、構成要素ごとの類似度・非類似度の算出を行う。検索キー画像の構成要素名と検索対象画像の構成要素名を比較し、構成要素を以下の3つの場合に分け、構成要素の類似度・非類似度を求める。

【1】構成要素が検索キー画像と検索対象画像のどちらにも存在する場合

構成要素が通常の場合の場合は、2枚の画像で対応する構成要素間の類似度 s_i を求める。類似度 s_i は、構成要素の位置の差に基づいて定めた関数から求められる。図3(a)に類似度を求める関数の例を示す。図に示したように構成要素間の位置の差が大きくなるほど小さい値が与えられる。

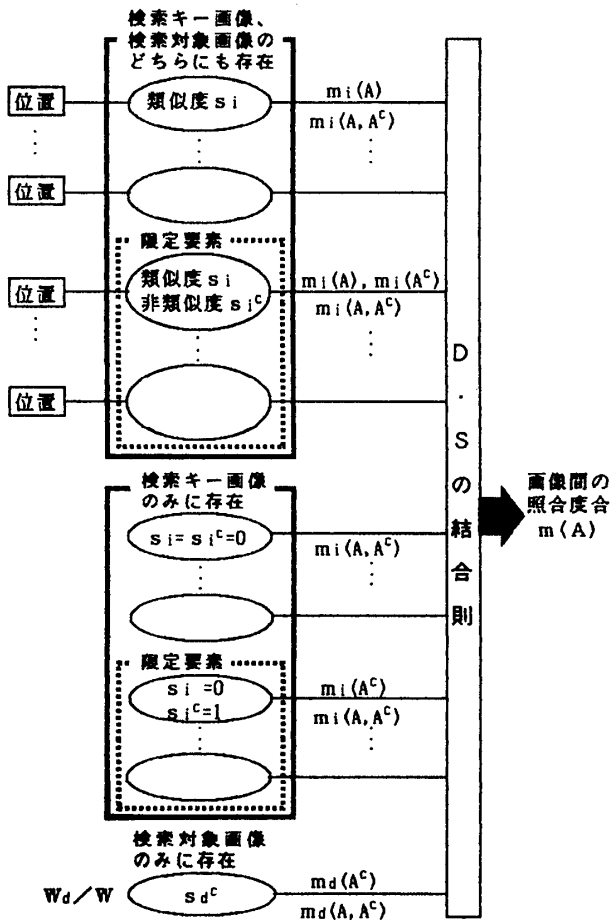


図2 画像間の照合度合の求め方

構成要素が限定要素の場合は、類似度と非類似度が与えられる。この関数の例を図3(b)に示す。図3(b)において実線は類似度 s_i 、破線は非類似度 s_i^c を表しており、ユーザの範囲指定によって類似度と非類似度の交点が決定される。図3(b)の関数でユーザの指定した範囲内では類似度 s_i が求まり、範囲外では非類似度 s_i^c が求まる。すなわち限定要素は、範囲が限定されているので、限定した範囲内に存在するものは指定した位置に近いほど類似度 s_i が高くなり、限定した範囲外に存在するものは遠くなるほど非類似度 s_i^c が高くなる。

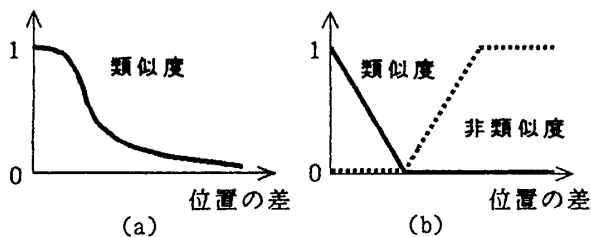


図3 類似度・非類似度を求める関数

【2】構成要素が検索キー画像のみに存在する場合

検索キー画像の構成要素が通常の要素のとき、同じ要素名を持つ構成要素が検索対象画像中に存在しないならば、この構成要素からは類似しているか、類似していないのか判断できないので、類似度 s_i 、非類似度 s_i^c を 0 とする。

検索キー画像の構成要素が限定要素のとき、同じ要素名を持つ構成要素が検索対象画像中に存在しないならば、その画像は検索者が希望する画像に類似していないとみなし、非類似度 s_i^c を 1 とする。

【3】構成要素が検索対象画像のみに存在する場合

検索対象画像のみに存在する構成要素は、検索者の要求しない余分な要素と考えられる。したがって、その画像は、検索キー画像と類似していないと考え、非類似度を与える。非類似度 s_d^c は、検索対象画像のみに存在する要素の面積の総和 W_d と、画像全体の面積 W から、式 1 により求める。

$$s_d^c = W_d / W \quad (1)$$

次に、構成要素ごとの類似度・非類似度の統合を行う。

【1】【2】で検索キー画像の構成要素すべてについて求められた s_i あるいは $s_i^c (i=1 \sim N)$ を画像間の照合度合を求める証拠と考える。画像が類似していることを A 、類似していないことを A^c とし、類似している基本確率 $m_i(A)$ 、類似していない基本確率 $m_i(A^c)$ を、式 2、式 3 のように s_i, s_i^c を構成要素の個数 N で割ったものとする。ただし、通常の要素の場合は、 s_i^c を 0 とする。また、無知量 $m_i(A, A^c)$ は、式 4 によって求める。

$$m_i(A) = s_i / N \quad (2)$$

$$m_i(A^c) = s_i^c / N \quad (3)$$

$$m_i(A, A^c) = 1 - m_i(A) - m_i(A^c) \quad (4)$$

また、【3】で求められた余分な要素についての非類似度 s_d^c を、式 5 のように画像が類似していない基本確率 $m_d(A^c)$ と考え、無知量 $m_d(A, A^c)$ は、式 6 より求める。

$$m_d(A^c) = s_d^c \quad (5)$$

$$m_d(A, A^c) = 1 - m_d(A^c) \quad (6)$$

以上のようにして求めた $m_i(A), m_i(A^c), m_i(A, A^c) (i=1 \sim N)$ 及び $m_d(A^c), m_d(A, A^c)$ を Dempster-Shafer の結合則に基づいて統合し、求められた $m(A)$ を画像間の照合度合とする。

以上の方法で、データベースに格納されているすべての画像に対して、検索キー画像との照合度合を求め、照合度合が高い順に検索結果の画像として、ユーザに提示する。

3. おわりに

本稿では、画像中の構成要素に注目し、Dempster-Shafer 理論を用いた画像検索手法について提案した。

今後は、提案した手法を用い実際の画像に適用し、その有効性を検討していく。

参考文献

[1] 坂内正夫：画像検索技術，電子情報通信学会誌 9/88 Vol.71, No.9, pp911-914(1988)
 [2] 石塚満：Dempster & Shafer の確率理論，電子通信学会誌 9/83 Vol.66, No.9, pp900-903(1983)