

遺伝的アルゴリズムを用いた類似検索規準の学習

Learning of Similarity-Based Retrieval Criteria using Genetic Algorithm

北本朝展

Asanobu KITAMOTO

東京大学生産技術研究所

Institute of Industrial Science, University of Tokyo

高木幹雄

Mikio TAKAGI

1 はじめに

画像の内容をキーとしてそれに類似した画像を検索する手法を類似検索という。画像データベースが大規模化するとともに、画像内容に基づいた検索手法は必須となりつつあるが、類似検索は中でも有力な技術の一つである。本論文は検索システムが人間の類似検索規準を自動的に学習する手法を研究する。すなわち、ある1枚のキー画像と、人間が主観的に見て類似していると判断したサンプル画像とをシステムに提示することにより、システムが帰納的に類似検索規準を学習するものである。なお本研究で用いている画像のモデルについては文献[1]を参照してほしい。また遺伝的アルゴリズム(GA)の説明は省略する。

2 類似検索規準の定式化

本研究では画像を、パラメータ p_1, \dots, p_n を用いてパラメトリックに表現する。すると検索時には、キー画像のパラメータと蓄積画像のパラメータの間でマッチングが行なわれ、そのマッチングコストを画像間の類似度 S と定義することになる。ここで各パラメータの重要度を表す重み係数 w_1, \dots, w_n を導入する。すると類似度は $S = f(w_i)$ と、重み係数の関数になる。

ここで類似検索の「検索結果のよさ」を表す規準を設定する。そしてこの規準を最大限満たすように重み係数を最適化する問題を考える。そこで、従来の研究で用いられてきた規準をここに整理してみよう。

1. キー画像と類似した画像に大きい類似度を与える。
2. キー画像と類似した画像を上位に検索する。
3. 少ない検索回数で満足のいく検索結果を得る。

この中では2の規準が、従来の研究では一番多く用いられている。そこで本研究でもこの規準を中心として類似検索規準を設定する。すなわち規準 E を

$$E = \sum_{j=1}^N [H_j + ae^{-bS_j}] \quad (1)$$

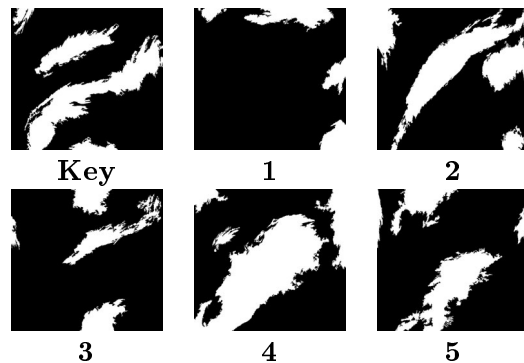
と定義する。ここで式(1)は、ある重み係数の組で類似検索をした後、検索順位の上位 N 枚の画像に対して適用するものとする。また H_j はキー画像とその画像との主観的な類似度を $0 \sim 9$ の点数で評価したものであり、 S_j はキー画像とその画像とのマッチングコスト、 a と b は定数である。すなわち式(1)は、「主観的類似度が大きく、かつマッチングコストが小さければよい」という規準を定式化したものである。 E が大きいことは検索結果が人間の主観評価に近いことを意味するため、結局のところ類似検索規準の学習は、関数 $E(w_i)$ の最大化問題に帰着する。なお本研究では $a = 2.0$ 、 $b = 0.01$ としたが、これらの値の設定は学習結果にそれほど影響を与えない。

3 類似検索規準の学習方法

E の最大化問題の解法として、従来は多変量解析やニューラルネットワークなどが利用されてきた。しかしこの問題の探索空間は非常に非線形性が強いいため、さらに大域的探索に優れたアルゴリズムが必要である。そこで本研究では探索アルゴリズムとしてGAを用いた。ここで染色体は、各重み係数の値を $0 \sim 16$ の間で 0.5 きざみに 5 ビットに離散化してコード化したものである。また個体数は 20 とした。そして交差については、重み係数が破壊されないように、重み係数間の切れ目を利用して 1 点交差をおこなった。交差の生起確率は 40% 、突然変異率は 1% としたが、これらの値は試行錯誤により求めた。

さて式(1)の H_j は検索前に与えてもよいが、検索時に評価する方法を採れば対話的な類似検索も可能となる[2]。ここでの対話的な類似検索とは、検索結果を随時表示しながらその結果に対して人間が点数を付与していく方法である。この方法により、検索途中での類似検索規準の変更といったさらに柔軟な検索も可能となる。しかしこの場合でも、高い点数を得た個体を残し低い点数しか得られない個体を淘汰するという解釈でGAを自然に導入できる。すなわちこの利点が、本研究でGAを用いるもう一つのねらいである。

4 実験結果



学習済みの重み係数を用いて、163枚の衛星雲画像からKeyに類似した画像を検索した結果を示す。ここでは主観的類似度は検索前に与えて学習させた。またGAは約100世代で収束している。その結果、配置や形状がKeyに類似した画像を上位に検索できた。

本論文では遺伝的アルゴリズムを用いた類似検索規準の学習について述べた。類似検索規準の値を個体の適応度と解釈することにより、定式化が自然で容易となる点が、GAを用いる利点であると考えている。

[1] 北本朝展, 高木幹雄. 最適化原理に基づいた衛星雲画像の類似検索. 信学技報, Vol. PRU94-49, pp. 15-22, 1994.

[2] C. Caldwell and V.S. Johnston. Tracking a Criminal Suspect through Face-Space with a Genetic Algorithm. In Proc. of Int. Conf. on Genetic Algorithm, pp. 416-421, 1991.