

画像もしくは画像の一部をキーとする類似画像検索*

永島 浩平[†]

東京工科大学

コンピュータサイエンス学部

中田 正雄[‡]

東京工科大学大学院

バイオ情報メディア研究科

長名 優子[§]

東京工科大学

コンピュータサイエンス学部

1 はじめに

オフィスや家庭、インターネット上で、画像データを扱う機会が非常に増えており、それに伴い、画像の検索に対するニーズも高まってきている。

そのようななかで、ニューラルネットワークの持つ柔軟な情報処理機能を利用して、類似画像検索を行う研究も盛んに行われている [1]。そのようなモデルの1つとして、画像の特徴量を利用した類似画像検索とキーワード検索、印象語による検索 [2]などを組み合わせた不応性の項を有する自己組織化特徴マップを用いた類似画像検索システム [3]が提案されている。しかし、キーとして画像全体を使うことを前提としており、画像の一部をキーとして利用することはできない。

本研究では、不応性の項を有する自己組織化特徴マップ [3]を用いた画像の一部をキーとした検索が行える類似画像検索システムを提案する。提案システムでは、色の空間分布に基づいて画像を複数の領域に分割し、各領域における色情報を特徴量として用いることで、画像の部分的な特徴に着目した検索を実現する。

2 不応性を有する自己組織化特徴マップ

不応性を有する自己組織化特徴マップ [3]は、自己組織化特徴マップ [4]に基づいたモデルである。このモデルでは、マップ層のニューロンにおいて不応性を考慮することで、入力データに類似した重みを持つ複数のニューロンが順次発火できるようになっている。このモデルは入力層とマップ層の2つの層から構成されており、入力層のニューロンとマップ層のニューロンは結合重みで結合されている。

2.1 動作

不応性の項を有する自己組織化特徴マップでは、入力層のニューロンにデータ x が入力されると、時刻 t におけるマップ層のニューロン i の内部状態 $u_i(t)$ は以下のよ

うに表される。

$$u_i(t) = 1 - \frac{D(w_i, x)}{\sqrt{N}} - \alpha \sum_{d=0}^t k_r^d x_i^{MAP}(t-d) \quad (1)$$

ここで、 w_i はマップ層のニューロン i に結合する重みベクトル、 x は入力パターン、 N は入力層のニューロン数である。また、 α は不応性の項のスケールリングファクタ、 k_r ($0 < k_r < 1$) は時間減衰定数、 $x_i^{MAP}(t)$ は時刻 t におけるマップ層のニューロン i の出力、 $D(\cdot)$ は入力データベクトルと重みベクトルのユークリッド距離である。式 (1) によってマップ層の各ニューロンの内部状態 $u_i(t)$ を求め、その値が最大になるニューロン c が勝ちニューロンとして選択される。このとき、ニューロン c の出力のみが1となり、それ以外のニューロンの出力は0となる。このような作用を競合という。

なお、学習時には不応性を持たせる必要がないため、式 (1) から不応性の項を除いた式を用いて内部状態は計算される。

2.2 学習

不応性の項を有する自己組織化特徴マップの学習では、競合に勝ち残ったニューロンだけでなく、その近傍に位置するニューロンも含めて従来の自己組織化特徴マップ [4]の学習アルゴリズムに基づいて学習が行われる。

3 画像もしくは画像の一部をキーとする類似画像検索

提案システムでは、2で述べた不応性の項を有する自己組織化特徴マップ [3]を用いて類似画像検索を行う。

3.1 構造

提案システムは、不応性の項を有する自己組織化特徴マップと同様に入力層とマップ層の2層から構成されている。入力層は、(1) 画像全体の色情報、(2) 各領域の色情報、(3) 画像全体のスペクトル、(4) 印象語、(5) キーワードを表す5つの特徴量を表す特徴ベクトルを入力する部分から構成されている。ここで領域とは色情報の空間分布に基づいた画像分割 [5]によって分割された画像片のことを指す。提案システムにおいて検索を行う場合には、検索のキーとして入力した画像に対する特徴量ベクトルを生成し、それを入力する。特徴量ベクトルの生成については3.2、3.3で述べる。

*Similarity based on Image Retrieval using Image or Part of Image as Key

[†]Kohei Nagashima, School of Computer Science, Tokyo University of Technology

[‡]Masao Nakada, Graduate School of Bionics, Computer and Media Science School of Computer Science, Tokyo University of Technology

[§]Yuko Osana, School of Computer Science, Tokyo University of Technology

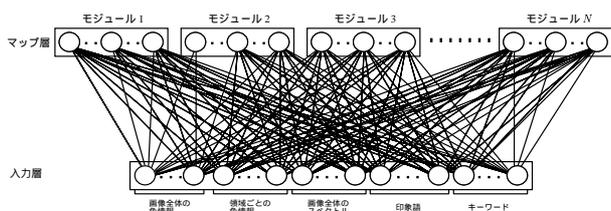


図 1: 画像検索システムの構造

3.2 画像蓄積過程

画像蓄積過程ではシステムに記憶させる画像の特徴量を学習させる。画像蓄積過程は (1) 特徴量ベクトルの生成と (2) 不応性の項を有する自己組織化特徴マップの学習の 2 つの段階からなる。

3.2.1 特徴量ベクトル

提案システムでは、画像の特徴を特徴量ベクトルとして表現し、それをを用いて学習や検索を行う。特徴量ベクトルは、3.1 で述べた 5 つの特徴量から構成される。

3.2.2 不応性の項を有する自己組織化特徴マップの学習

3.2.1 で作成した特徴量ベクトルを学習ベクトルとして不応性の項を有する自己組織化特徴マップの学習を 2.2 で述べたアルゴリズムに基づいて行う。

3.3 画像検索過程

画像検索過程では、検索キーとなる画像の特徴量ベクトルを生成し、それをを用いて検索を行う。提案システムでは、ユーザの要求を 3 つの場合に分け、要求に応じた特徴量ベクトルを生成することで検索を行う。なお、印象語とキーワードについてはキーとして利用するかどうかをユーザが選択することができる。

検索要件 1 入力する画像全体もしくは一部と全体が似ている画像の検索

3.2.1 で述べたすべての特徴量を用いて特徴量ベクトルを生成し、それをを用いて検索を行う。

検索要件 2 入力する画像の一部と一部が似ている画像の検索

画像全体での色情報の分布を反映した特徴量である画像全体の色情報を特徴量として用いないことで、画像の一部のみが類似した画像の検索を実現する。

検索要件 3 入力する画像の一部と同じ位置の特徴が似ている画像の検索

画像全体の色情報のうち、ユーザがキーとして指定した部分を含む領域の特徴量のみを用いることで、位置も考慮した検索を実現する。なお、領域ごとの色情報やスベクトルに関しては (1), (2) と同様に利用する。

提案システムでは、検索要求に応じて作成された特徴量ベクトルが入力層に入力されることで画像検索が行われる。提案システムで用いる不応性の項を有する自己組織化特徴マップでは、ニューロンの不応性を考慮している



検索キー 検索結果



検索キー 検索結果



検索キー 結果結果

図 2: 検索要件 1



検索キー 検索結果

図 3: 検索要件 2



検索キー 検索結果

図 4: 検索要件 3

ため 1 つのニューロンが発火し続けることなく、入力された画像に類似した画像を表す複数のマップ層のニューロンが順次発火することになる。

4 計算機実験

検索要件ごとの検索結果を図 2~4 に示す。ここで検索キーに含まれる赤枠はユーザの指定した領域である。図 2 より、一部から全体が似ている画像を検索した場合には、野原の部分を指定した場合は緑が全体に含まれる森などの画像が検索され、青空の部分を指定した場合は全体的に青い画像が検索されている。また、図 3 では、青空の部分が含まれる画像が検索される。また、図 4 では、下側に緑が含まれる画像が検索されている。

5 まとめ

本研究では画像もしくは画像の一部をキーとする類似画像検索を提案し、その有効性について示した。

参考文献

- [1] Y. Osana: "Improved chaotic associative memory using distributed patterns for image retrieval, Proceedings of IEEE International Joint Conference on Neural Networks, Portland, 2003.
- [2] T. Hayashi and M. Hagiwara: "Image query by impression words — the IQI system," IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol.44, No.2, pp.347-352, 1998.
- [3] H. Mogami, M. Otake, N. Kouno and Y. Osana: "Self-organizing map with refractoriness and its application to image retrieval," Proceedings of IEEE International Joint Conference on Neural Networks, Vancouver, 2006.
- [4] T. Kohonen: Self-Organizing Maps, Springer, 1994.
- [5] 山本英典, 岩佐英彦, 竹村治雄, 横矢直和: "色情報の空間分布を考慮した類似画像検索," 電子情報通信学会技術報告, EID98-171, IE98-162, pp.45-49, 1999.