

機関番号：11301

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2010

課題番号：20500150

研究課題名（和文） 多項式表現を用いた幾何学的変形を許容する高速画像探索

研究課題名（英文） Fast Retrieval of Deformed Images with Polynomial Representation

研究代表者

大町 真一郎 (OMACHI SHINICHIRO)

東北大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：30250856

研究成果の概要（和文）：

テンプレートマッチング法による幾何学的変形を受けた画像の高速な探索を実現することを目的とし、画像を多項式で近似し、指定された位置とアスペクト比の部分画像のみを対象とすることで高速な探索を実現できる手法を開発した。また、本研究課題の応用として、実時間で画像を取得しながら物体を探索するシステムを構築した。具体的には高度道路交通システムへの応用を想定し、交通信号の自動検出および識別のためのシステムを構築した。

研究成果の概要（英文）：

In order to retrieve deformed images fast, we developed a method for approximating an image by a polynomial and realizing high-speed template matching with fixed position and aspect ratio. As an application of the developed method, a real-time system for acquiring images and retrieving objects was constructed. In concrete, as an intelligent transportation system, a system for detecting and recognizing a traffic light was developed.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2009年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：パターン認識

科研費の分科・細目：情報学・知覚情報処理・知能ロボティクス

キーワード：画像探索、画像認識、テンプレートマッチング、多項式

1. 研究開始当初の背景

実環境中の物体の探索には様々なアプリケーションがある。物体の探索は、その物体を表す画像と似た領域（類似度の大きい領域）を入力画像から見つけ出すこと、すなわち、画像の探索により実現できる。

画像探索の方法としては、探索する物体の画像（テンプレート）をそのまま用いて入力画像からテンプレートと最も似ている部分領域を抽出する方法（テンプレートマッ

チング法）と、テンプレートから二次的な特徴を抽出して入力画像中の各部分領域から抽出された特徴と比較する方法がある。テンプレートマッチング法では物体全体の形状やテクスチャの情報を有効に利用した高精度な探索が期待できる。しかし、探索に時間がかかり、物体の見え方の変化（幾何学的変形）に弱いという2つの大きな問題点が知られていた。

2. 研究の目的

本研究課題では、テンプレートマッチングにおける上記の問題点を解決し、幾何学的変形を許容する高速な画像探索を実現する手法を開発する。また、開発した手法の応用として、ビデオカメラからの映像を用いて実時間で物体の探索を行うシステムを構築することを目的とする。

3. 研究の方法

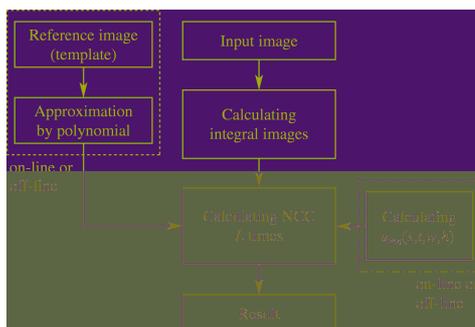
上記の目的を達成するために、画像を多項式で表すことでテンプレートマッチングを高速化する手法を開発する。そして、開発されたアルゴリズムをもとに、ビデオカメラと組み合わせた物体探索システムのプロトタイプを構築する。合わせて、手法の改善および評価を行なう。

4. 研究成果

(1) 多項式を用いた類似度高速計算法の開発

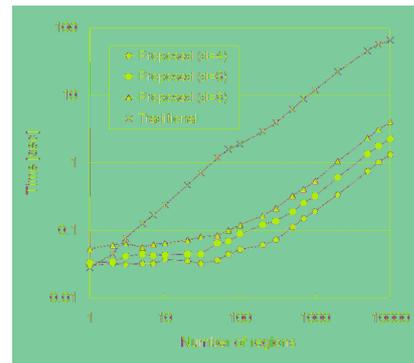
多項式を用いて画像を近似することにより画像どうしの類似度計算を高速に行う手法を開発した。申請者の以前の研究で開発した手法は、入力画像中のすべての部分画像と参照画像の類似度を、多項式を用いることで高速に計算するものであった。この手法は、探索したい領域が入力画像のどの部分にあるのか不明で、しかも参照画像のアスペクト比が入力画像中の部分画像のアスペクト比と異なる場合には極めて有効である。しかし、実際に画像を探索する際には、アスペクト比は固定と考えて良い場合が多い。また、色情報を用いた探索等の方法を用いることで、入力画像中のどの部分に参照画像と似た部分画像が存在しているかがあらかじめ絞り込める場合がある。そのような場合には、全ての部分画像との類似度を計算する手法は効率が悪い。そこで、全ての部分画像との類似度を計算するのではなく、指定された位置とアスペクト比の部分画像のみを対象とした場合にも高速な類似度計算法を開発した。

提案手法の流れを下図に示す。入力画像と参照画像が与えられたとき、参照画像と最も類似した入力画像中の領域を見つけることが目的である。参照画像はあらかじめ多項式



で近似しておく。入力画像の方は、integral images と呼ばれる値を計算しておく。そして、多項式の係数と integral images の値のみを用いて画像間の類似度を計算する。

提案手法と従来手法の処理時間を比較した実験結果を下図に示す。横軸は探索する画像の数、 d は多項式の次数である。図から、提案手法は従来手法と比較して探索時間が大幅に短縮されていること、探索する画像が多くなるほど提案手法はより有効であることが分かる。



(2) 実際の問題への応用

開発したアルゴリズムをもとに、カメラと組み合わせて物体探索システムのプロトタイプを構築した。USB 接続によるカメラを用い、ノートパソコン上に実時間で物体探索を行なうことのできるプロトタイプシステムを構築した。さらに、提案手法を実際の問題に適用するための手法について検討した。提案手法は比較的単純な形状で大きさが不明な物体を探索することを最も得意とすることから、実時間で画像を取得しながら物体を探索するシステムを想定し、高度道路交通システムへの応用を想定し、交通信号の自動検出および識別のためのシステムを構築した。そして、実際のシステムを想定し、車載カメラを用いて道路環境を撮影する研究環境を構築し、画像を収集してその性能を評価した。その結果、従来法と比較して大幅に検出速度を向上させることに成功した。

(3) 本研究課題の理論拡張の可能性の検討

本研究課題は静止画を対象とし、静止画からテンプレートと似た領域を高速に抽出することに関して一定の成果が得られた。しかし、ロボット視覚等に適用する場合は動画を扱うほうが一般的である。動画の場合モーションブラーが発生する等のデメリットがあるが、時系列画像を扱える利点もある。本研究課題の理論を、動画画像を扱うように拡張するための方法について基礎的な検討を行なった。今後さらに具体的なアルゴリズムの開発を行なっていく予定である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 24 件)

1. Masako Omachi, Shinichiro Omachi, Hiroto Aso, and Tsuneo Saito, Pattern recognition using boundary data of component distributions, Computers & Industrial Engineering, 査読有, 60 巻, 2011 年, 466-472
2. Masako Omachi and Shinichiro Omachi, Pattern Recognition with Gaussian Mixture Models of Marginal Distributions, IEICE Transactions on Information and Systems, 査読有, D94-D 巻, 2011 年, 317-324
3. 張 放, 菅谷至寛, 大町真一郎, 阿曾弘具, 部分空間法と高速フーリエ変換を用いた傾斜文字認識, 画像電子学会誌, 査読有, 39 巻, 2010 年, 598-605
4. 熊田太一, 大町真一郎, 阿曾弘具, 枝刈り可能量の予測と探索開始点の考慮による色ヒストグラムを用いた画像探索の高速化, 情報処理学会論文誌, 査読有, 51 巻, 2010 年, 1469-1477
5. 松田友輔, 大町真一郎, 阿曾弘具, 2 値化とエッジ抽出による情景画像からの高精度文字列検出, 電子情報通信学会論文誌, 査読有, J93-D 巻, 2010 年, 336-344
6. Masako Omachi, Shinichiro Omachi, and Hiroto Aso, Construction of Multi-Template Dictionary for Pattern Recognition by Decreasing Region Overlaps, 画像電子学会誌, 査読有, 38 巻, 2009 年, 883-889
7. Kazuho Watanabe, Shotaro Akaho, Shinichiro Omachi, and Masato Okada, Variational Bayesian Mixture Model on a Subspace of Exponential Family Distributions, IEEE Transactions on Neural Networks, 査読有, 20 巻, 2009 年, 1783-1796
8. 大町方子, 大町真一郎, 色情報とエッジ情報を用いた信号機の高速度検出, 画像電子学会誌, 査読有, 38 巻, 2009 年, 673-679
9. 大町方子, 大町真一郎, 多項式近似に基づく高速な指定領域でのテンプレートマッチング, 画像電子学会誌, 査読有, 38 巻, 2009 年, 648-655
10. 宮崎 智, 大町真一郎, 阿曾弘具, 重み付き最小共通スーパーグラフを用いたシルエット画像認識, 画像電子学会誌, 査読有, 38 巻, 2009 年, 640-647
11. 張 明明, 大町真一郎, 阿曾弘具, ベクトル空間へのグラフの埋め込みによるシルエット画像認識, 画像電子学会誌, 査読有, 38 巻, 2009 年, 634-639
12. Ruiqi Guo, Shinichiro Omachi, and Hiroto Aso, Segmenting Shape Using Deformation Information, IEICE Transactions on Information and Systems, 査読有, E92-D 巻, 2009 年, 1296-1303
13. 野本篤則, 大町真一郎, 阿曾弘具, モーフィングによる生成パターンを用いたシルエット図形認識, 電子情報通信学会論文誌 D, 査読有, J91-D 巻, 2008 年, 2988-2991
14. 大町真一郎, 齋藤耕介, 阿曾弘具, 笠原 紳, 山田 聡, 木村幸平, 輪郭の伝搬による CT 画像からの歯の半自動形状復元, 査読有, J91-D 巻, 2008 年, 2426-2429
15. 富樫由美子, 大町真一郎, 阿曾弘具, ガンマ変換を用いた照明変動に頑健な物体検出, 電子情報通信学会論文誌 D, 査読有, J91-D 巻, 2008 年, 2188-2191
16. 大町真一郎, 大町方子, 多項式近似を用いた部分空間法による高速画像探索, 電子情報通信学会論文誌 D, 査読有, J91-D 巻, 2008 年, 1561-1568
17. 大町真一郎, 大町方子, 多項式を用いた画像探索 —多項式を用いた画像の近似と類似度の効率的計算法—, 画像ラボ, 査読無, 19 巻(11), 2008 年, 20-24

[学会発表] (計 59 件)

1. Shinichiro Omachi, Extraction of 3D Shape of a Tooth from Dental CT Images with Region Growing Method, Fourth International Conference on Computational Forensics, 2010 年 11 月 11 日, 東京
2. Masako Omachi, Detection of Traffic Light Using Structural Information, IEEE 10th International Conference on Signal Processing, 2010 年 10 月 26 日, 北京(中国)
3. Tomo Miyazaki, Fast Method for Extracting Representative Graph from Decorative Character Images, 2010 IEEE International Conference on Network Infrastructures and Digital Content, 2010 年 9 月 25 日, 北京(中国)
4. Mingming Zhang, Measuring Tree Structure by Mapping on Its Power Set, 2010 IEEE International Conference on Network Infrastructures and Digital Content, 2010 年 9 月 25 日, 北京(中国)
5. Mingming Zhang, Indexing Tree and Subtree by using a Structure Network,

- Joint IAPR International Workshop on Structural and Syntactic Pattern Recognition and Statistical Pattern Recognition, 2010年8月18日, イズミル(トルコ)
6. Yutaka Katsuyama A New Pre-classification Method based on Associative Matching Method, IS&T/SPIE 22nd Annual Symposium on Electronic Imaging, 2010年1月18日, サンノゼ(アメリカ)
 7. MingMing Zhang, A Graph Representation for Silhouette Based on Multiscale Analysis, First CJK Joint Workshop on Pattern Recognition, 2009年11月4日, 南京(中国)
 8. Tomo Miyazaki, Extraction of Representative Structure of Decorative Character Images, First CJK Joint Workshop on Pattern Recognition, 2009年11月4日, 南京(中国)
 9. 大町真一郎, 文字パターンへの情報埋め込みの試み, 情報科学技術フォーラム, 2009年9月2日, 仙台
 10. 大町真一郎, 多項式を用いた画像の近似精度の実験的評価, 電気関係学会東北支部連合大会, 2009年8月21日, 仙台
 11. Masako Omachi, Traffic Light Detection with Color and Edge Information, 2nd IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology, 2009年8月9日, 北京(中国)
 12. Shinichiro Omachi, Character Image Extraction from a Scene Image Using Color Information and Multiscale Analysis, Third International Workshop on Camera-Based Document Analysis and Recognition, 2009年7月25日, バルセロナ(スペイン)
 13. 柳沢龍一, 歯の構造的特徴を用いた歯科 CT 画像からの歯の3次元形状自動抽出, 画像の認識・理解シンポジウム, 2009年7月22日, 松江
 14. 杉渕慶, AdaBoost アルゴリズムを用いた複数の識別手法に由来する識別器の統合, 画像の認識・理解シンポジウム, 2009年7月21日, 松江
 15. 宮崎 智, 共通拡大グラフによる飾り文字画像群からの文字構造抽出, 画像の認識・理解シンポジウム, 2009年7月20日, 松江
 16. 松田友輔, NAT 法とエッジ情報を利用した情景画像中の文字列検出, 電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会, 2009年2月20日, 東京
 17. Shinichiro Omachi, Information Embedment with Cross Ratio of Areas for Accurate Camera-Based Character Recognition, Third Korea-Japan Joint Workshop on Pattern Recognition, 2008年11月14日, ソウル(韓国)
 18. Tomo Miyazaki, Silhouette Image Recognition, Third Korea-Japan Joint Workshop on Pattern Recognition, 2008年11月13日, ソウル(韓国)
 19. Masako Omachi, Parameter Estimation of Gaussian Mixture Model Utilizing Boundary Data, 38th International Conference on Computers and Industrial Engineering, 2008年11月2日, 北京(中国)
 20. Masako Omachi, Fast Two-Dimensional Template Matching with Fixed Aspect Ratio Based on Polynomial Approximation, The 9th International Conference on Signal Processing, 2008年10月28日, 北京(中国)
 21. 宮崎 智, 重み付き最小共通スーパーグラフによるシルエット画像の構造抽出, 画像の認識・理解シンポジウム, 2008年7月31日, 軽井沢
 22. 久納敬史, 色情報と SIFT 特徴量を用いた高速物体検出, 画像の認識・理解シンポジウム, 2008年7月30日, 軽井沢
 23. 松田友輔, 色情報とマルチスケール解析を利用した情景画像中の文字抽出, 画像の認識・理解シンポジウム, 2008年7月29日, 軽井沢
- [図書] (計0件)
 [産業財産権]
 ○出願状況 (計0件)
 ○取得状況 (計0件)
6. 研究組織
 (1)研究代表者
 大町 真一郎 (OMACHI SHINICHIRO)
 東北大学・大学院工学研究科・教授
 研究者番号: 30250856
- (2)研究分担者 なし
 (3)連携研究者 なし