

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 22 日現在

機関番号：33919

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24700178

研究課題名(和文) 適応的な認識法に基づく画像理解の研究

研究課題名(英文) Image Recognition and Understanding Based on Adaptive Recognition Method

研究代表者

堀田 一弘 (KAZUHIRO, HOTTA)

名城大学・理工学部・准教授

研究者番号：40345426

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：状況に応じた処理により認識をする方法について研究し、画像理解の1つである画像の全画素にクラスラベルを割り当てる画像ラベリング、顕微鏡画像からのアスベスト検出、静止画像中に写る動作をしている人の検出などで高い精度を得た。また、動画にも応用し、行動認識では特徴抽出マスクを自動的に生成した後、検証データを基にマスクの選択を行うことにより、精度を高めた。さらに、顕微鏡画像中の粒子追跡では誤りの可能性を考慮することにより精度を高めた。

研究成果の概要(英文)：We propose recognition methods based on the processing according to the situation. The proposed method is applied to image labeling, asbestos detection in microscope images and human detection with pose and partial occlusion. In action recognition, the masks for feature extraction are selected from a classificational viewpoint, and the accuracy is improved. In particle tracking, the accuracy is improved by considering the possibility of mis-tracking.

研究分野：パターン認識 コンピュータビジョン

キーワード：画像認識 画像理解 対象追跡 対象計数 画像ラベリング

1. 研究開始当初の背景

1990年代は、人間の顔のような特定の対象を検出・識別する問題が精力的に解かれ、向きや隠れに強い方法も提案された。2000年代に入り、機械学習理論を利用した方法が標準となり、多種類の対象を識別する一般物体認識やシーン識別問題等が中心的に扱われた。まだ実用に十分な精度は得られていないが、研究当初よりも精度が向上している。今後は多種類の対象検出や識別の結果を基に画像の内容を理解する問題が扱われると考えられる。

しかし、単なる対象の識別問題とは異なり、理解という問題では明確なクラスを定義し難い上、人による解釈のずれもあり、難しい。このようなあいまい性を含む問題は、今までのように大量の教師付きサンプルを用いて機械学習により識別器を構成し、テストの際にも学習時と全く同じ特徴抽出と識別器を利用した単純なフィードフォワードな処理による識別だけでは不十分であろう。あいまい性を含む高度な認識問題では、状況に応じて適応的に特徴量を選択したり、識別器自体を変化させていくような処理が必要であると考えられる。つまり、何か新しい認識の枠組みが必要となる。

2. 研究の目的

最近、「適応」という単語がタイトルに含まれた論文が少ずつ出始めている。例えば、学習サンプルとテストサンプルの分布の違いを埋めるために、双方の教師付き学習サンプルを基に分布間の補間する方法が提案されている。しかし、実際の環境下では教師付きのテストサンプルを得ること自体が難しい場合もあり、これはあまり現実的な解法とは言えない。これを教師なしで行う方法も提案されている。こちらの方が現実的に則しているが、学習とテストの間を補間に基づく方法であり、必ずうまく適応できる保証はない。

一方、申請者はシーン識別に於いて、適応的に類似度の重み付けを行う方法を提案した。シーン識別では、構図のような大局的な情報が有効な場合と位置に依らない局所的な情報が有効な場合がある。どちらが有効であるかは事前には分からないので、テストサンプルから得られるフィードフォワード情報を基に重み空間での確率分布を推定し、確率が高くなるように画像中の各場所でどちらの情報を優先すべきかをフィードバックした。テストサンプル毎に適応的に重みを決めることにより、13シーンのデータベースを用いて評価した中で最も高い識別精度が得られた。今後はこの研究成果を手がかりとして、利用する特徴量、(時)空間の位置、識別器等を状況に応じて統合や処理しながら推論を深めていく方法の研究を行う。

3. 研究の方法

画像中の全画素にクラスラベルを割り当てていく画像ラベリングは画像理解のための第一段階と考えられている。ここでは画像ラベリングの問題に対し、局所特徴や大局情報を統合することにより精度を高める方法を研究する。

また、こうしたアプローチは画像ラベリング問題だけではなく、顕微鏡画像からアスベストやその他の粒子を検出する問題にも利用できる。アスベストの形に応じた適応的な処理を行うことにより精度を高める。また、粒子の計数法についても検討する。

さらに、静止画像中に写っている人の行動を理解する問題では、まず人を検出する必要があるが、様々な動きをしているため、従来の歩行者検出法ではうまくいかない。そこで、局所特徴の Bag-of-visual words 法で人を記述し、テストの時には領域を適応的に組み合わせさせて類似度を測ることにより、大きさや位置によらずに複雑な動きをした人の検出を行った。

こうした枠組みを動画からの人の行動認識にも利用した。特徴抽出フィルタを学習データから自動的に作成し、そこから検証用データに対する精度を用いて識別に有効な特徴抽出フィルタを選び出す。これにより、精度の改善を図った。

また、顕微鏡画像中の粒子の追跡問題も扱った。粒子の追跡に限らず、対象の追跡問題では一度追跡に失敗すると復帰が難しいという問題がある。そこで、追跡の誤りの可能性をいくつかの指標により検証し、状況に応じて追跡結果を修正する。

4. 研究成果

画像ラベリング問題では、局所特徴と大局情報を統合することにより、従来研究よりも高い精度がえられた。

顕微鏡画像からアスベストやその他の粒子を検出する問題では、背景差分とロバスト統計を用いた方法により粒子を検出した。アスベスト検出ではアスベストの形状に応じて適応的に結果を統合することにより、従来のアスベスト検出法よりも高い精度を得ることができた。また、粒子の計数においては回帰分析を利用した領域内の個数推定や検出器による推定を行った。

静止画像中から行動している人を検出する問題では、局所特徴の Bag-of-visual words 法を利用することにより、部分的な隠れやポーズ変化へのロバスト性を実現した。従来研究の中で変動に強いと言われている Deformable Part Model と比較して高い検出精度を得ることができた。

動画中の人の行動認識問題では、クラスタリングを用いて自動的に生成した局所的な特徴抽出フィルタを検証用データに対する精度により選択することにより、精度を向

上させた。これにより、従来研究で利用されていた固定のマスクパターンよりも精度が向上することが分かった。

また、顕微鏡画像中の粒子の追跡問題では、急激な動きや大きさの変化に加え、時間を逆順に追跡した時に元に戻るかなどいくつかの検証を基に、状況に応じて追跡結果を修正する方法を提案し、従来の粒子追跡法よりも高い追跡精度を得ることができた。

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 8 件)

1. S.Kumagai and K.Hotta, "Particle detection in intracellular images and radius estimation by circle fitting," TEEJ Transactions on Electronics, Information and Systems, 査読有, Vol.10, No.2 pp.181-185, Mar. 2015.
2. 熊谷章平, 堀田一弘, "Partial Least Squares 回帰及び複数特徴量間HLAC特徴を用いた細胞内画像中の粒子計数," 電気学会論文誌C, 査読有, Vol. 135, No.2, pp.236-243, Feb. 2015.
3. T.Okabe and K.Hotta, "Melanosome Tracking Using Automatic Error Correction," IEICE Trans. on Information and Systems, 査読有, Vol.E97-D, No.12, pp.3201-3209, Dec. 2014.
4. 丹羽 貴也, 堀田一弘, "文脈情報を用いた教師付データが少ない場合に有効な細胞内画像からの輝点検出," 電気学会論文誌C, 査読有, Vol. 134, No. 11, pp.1731-1737, Nov. 2014.
5. T.Omiya and K.Hotta, "Image Labeling by Integration of Local Co-occurrence Histogram and Global Features," Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, 査読有, Vol.18, No.4, pp.511-517, Apr. 2014.
6. K.Chigusa and K.Hotta, "An Asbestos Counting Method in Building Materials by Integrating Various Kinds of Classifiers," Journal of Signal Processing, 査読有, Vol.18, No.

1, pp.57-62, Jan. 2014.

7. 熊谷章平, 堀田一弘, "識別器を用いた細胞内画像からの輝点計数," 電子情報通信学会論文誌D, 査読有, Vol.J96-D, No.4, pp.904-908, Apr. 2013 .
8. K.Hotta, "Local co-occurrence features in subspace obtained by KPCA of local blob visual words for scene classification", Pattern Recognition, 査読有, Vol.45, No.10, pp. 3687-3694, Oct. 2012.

[学会発表](計 26 件)

1. T.Omiya, T.Ishida and K.Hotta, "Image Labeling by Integrating Global Information by 7 Patches and Local Information," International Conference on Computer Vision Theory and Applications (VISAPP2015), 査読有, Berlin, Germany, Mar.11-14 2015.
2. Y.Tani and K.Hotta, "Robust Human Detection Using Bag-of-Words and Segmentation," International Conference on Computer Vision Theory and Applications (VISAPP2015), 査読有, Berlin, Germany, Mar.11-14 2015.
3. S.Kumagai and K.Hotta, "HLAC between Cells of HOG Feature for Crowd Counting," International Symposium on Visual Computing (ISVC2014), Lecture Notes in Computer Science, 査読有, Vol.8887, pp.688-697, Las Vegas, USA, Dec.8-10 2014.
4. Y.Tani and K.Hotta, "Robust Human Detection to Pose and Occlusion Using Bag-of-Words," International Conference on Pattern Recognition (ICPR2014), 査読有, pp.4376-4381, Sweden, Aug.24-28 2014.
5. 堀田一弘, Larry S.Davis, "テスト画像の識別に有効な特徴量の強調による対象識別," 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2014), SS2-35, 岡山, Jul.28-30 2014.
6. 谷雄太, 堀田一弘, "Bag of Words に基

- づく大きさ違いによるノイズを軽減した人検出,” 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2014), SS2-55, 岡山, Jul.28-30 2014.
7. 尾宮匠人, 石田貴大, **堀田一弘**, “K-NNによる大域情報と局所情報を統合した画像ラベリング” 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2014), SS1-40, 岡山, Jul.28-30 2014.
 8. 熊谷章平, **堀田一弘**, “PLSにより生成された回帰に有効な部分空間を用いた群衆計数,” 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2014), SS3-19, 岡山, Jul.28-30 2014.
 9. 熊谷章平, **堀田一弘**, “HOG特徴量間の高次局所自己相関とPLS回帰を用いた監視カメラ中の群衆計数,” SS112014, 横浜, June 11-13 2014.
 10. 熊谷章平, **堀田一弘**, “性質の異なる計数手法を用いた細胞内画像中の粒子計数,” バイオイメージインフォマティクス, June 9-10 2014.
 11. T.Hayashi and **K.Hotta**, “Action Recognition Using Effective Mask Patterns Selected from a Classificational Viewpoint,” IEEE International Symposium on Multimedia (ISM 2013), 査読有, pp.140-146, IEEE, Dec.9-11 2013.
 12. S.Kumagai and **K.Hotta**, “Light Spot Counting in Intracellular Images using Partial Least Squares Regression and Correlation between Features,” 1st International Workshop on BioImage Recognition (BIR2013), 査読有, pp.275-280, IEEE, Matsuyama, Dec.4-6 2013.
 13. T.Okabe and **K.Hotta**, “Accuracy Improvement of Melanosome Tracking by Error Correction,” International Conference on Digital Image Computing: Techniques and Applications (DICTA2013), 査読有, pp.320-327, IEEE, Australia, Nov.26-28 2013.
 14. 熊谷章平, **堀田一弘**, “複数特徴量とPartial Least Squares 回帰による細胞内画像中の輝点計数,” 東海支部大会, J2-5, 静岡大学, Sept.24-25 2013.
 15. 谷雄太, **堀田一弘**, “Bag of Words を用いた人領域の検出,” 東海支部大会, J2-6, 静岡大学, Sept.24-25 2013.
 16. 丹羽貴也, **堀田一弘**, “文脈情報を用いた細胞内画像からの輝点検出,” 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2013), 東京, Jul.30-Aug.1, 2013.
 17. 林巧, **堀田一弘**, “変数選択法により選択された有効なマスクパターンを用いた行動認識,” 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2013), 東京, Jul.30-Aug.1, 2013.
 18. 熊谷章平, **堀田一弘**, “細胞内画像中の輝点検出と円当てはめによる最適な半径の推定,” 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2013), 東京, Jul.30-Aug.1, 2013.
 19. 尾宮匠人, **堀田一弘**, “Bag-of-Wordsを用いた共起ヒストグラムによる画像ラベリング,” 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2013), 東京, Jul.30-Aug.1, 2013.
 20. 千種健司, **堀田一弘**, “建築材料中のアスベスト及びその他の粒子の自動検出,” 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2013), 東京, Jul.30-Aug.1, 2013.
 21. K.Chigusa and **K.Hotta**, “Asbestos Counting in Building Materials by Integrating Various Kinds of Classifiers,” 2012 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits and Signal Processing (NCSP2012), 査読有, pp.576-579, Hawaii, USA, Mar.4-7 2013.
 22. T.Omiya and **K.Hotta**, “Image Labeling Using Integration of Local and Global Features,” International Conference on Pattern Recognition Applications and Methods (ICPRAM2013), 査読有, pp.613-618, Spain, Feb.15-17 2013.

23. T.Niwa and **K.Hotta**, "Unsupervised Light Spot Detection Using Background Subtraction," International Conference on Pattern Recognition Applications and Methods (ICPRAM2013), 査読有, pp.518-521, Spain, Feb. 15-17 2013.
24. M.Shimomura and **K.Hotta**, "Melanosome Tracking Using Prediction by Support Vector regression and Revision by Appearance Features," 10th International Conference on Signal Processing (SPPRA2013), 査読有, pp.452-457, Austria, Feb.12-14 2013.
25. S.Ito, T.Hayashi and **K.Hotta**, "Unsupervised Mask Patterns Generation for Extracting Action Specific Motion Features," 8th International Conference on SIGNAL IMAGE TECHNOLOGY & INTERNET BASED SYSTEMS (SITIS2012), 査読有, pp.351-358, IEEE, Italy, Nov.25-29 2012.
26. S.Kumagai and **K.Hotta**, "Counting and Radius Estimation of Liquid Droplet in Intracellular Images," IEEE International Conference on System, Man and Cybernetics, 査読有, pp.67-71, IEEE, Korea, Sept.14-17 2012.

〔図書〕(計 1 件)

堀田一弘, "画像からの対象検出," in 「Computer Graphics Gems JP 2013」, Aug. 2013.

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：
 発明者：
 権利者：
 種類：
 番号：
 出願年月日：
 国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：
 発明者：

権利者：
 種類：
 番号：
 出願年月日：
 取得年月日：
 国内外の別：

〔その他〕
 ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

堀田 一弘 (HOTTA, Kazuhiro)
 名城大学・理工学部・准教授
 研究者番号：40345426

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：