

平成 30 年 6 月 12 日現在

機関番号：33919

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00252

研究課題名(和文) テストサンプルの観点を用いた画像認識法の研究

研究課題名(英文) Research on Image Recognition Using The Viewpoint of Test Sample

研究代表者

堀田 一弘 (Hotta, Kazuhiro)

名城大学・理工学部・教授

研究者番号：40345426

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：我々は複数のCNNを適応統合する方法を提案した。CNNは大きな見えの変動が含まれている場合、十分な性能が得られない。そこで、仕事を割り振るgating CNNと割り振られた見えを処理するexpert CNN群を用いる方法を提案した。実験により提案手法の有効性を示した。動画中の対象を追跡する課題では、対象が他の対象に隠れてしまう時に精度が低下してしまう。そこで、隠れが起きているかどうかを判定し、隠れの場合には学習係数を変えながら追跡をした結果、従来法よりも高い精度で追跡できるようになった。

研究成果の概要(英文)：We proposed adaptive integration method of multiple CNNs. When there is large appearance changes, the accuracy tend to drop. We used gating CNN and expert CNNs. Gating CNN is for assigning sub-task to expert CNNs. Expert CNN trained images assigned by the gating CNN. The effectiveness of the proposed method is shown by experiments.

In the task on object tracking in a video, the tracking accuracy drops when occlusion occurs. We proposed a method to predict whether occlusion occurs or not. When occlusion occurs, the learning rate of tracking model is changed. Our method can track object under the occlusion with higher accuracy in comparison with conventional method.

研究分野：画像認識

キーワード：ディープラーニング 適応的

1. 研究開始当初の背景

現在は多くの人が高解像度の携帯カメラを身に付け、簡単に(動)画像を撮影できるようになったことから、インターネット上には大量の静止画像や動画が溢れかえり、その数は日々増え続けている。本来は(動)画像の内容を基に自動検索、分類したいのだが、精度の問題で実現しておらず、キーワードによる検索が未だに主流である。

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主流となり、多種類の対象を識別する一般物体認識やシーン認識のようなより難しい問題が扱われるようになった。2012年以降は、ディープラーニングの画像認識への有効性が多数報告されており、1000カテゴリの識別問題の精度も飛躍的に向上している。従来は人間が考案した特徴抽出法と機械学習を用いた識別法との組み合わせが利用されていたが、ディープラーニングを用いて識別タスクに適した特徴抽出系を学習的に獲得することが精度向上の秘訣である。

一般物体認識の認識精度は飛躍的に向上しているが、我々人間と比べるとコンピュータの認識精度まだまだ低い。特に画像の内容理解では天と地ほどの差がある。特徴抽出系を学習することにより精度が向上したが、識別法は以前と全く同じであり、ここにも何らかのブレークスルーが必要と考えるのは自然である。

ディープラーニングを含む従来の画像認識法は、学習サンプルを基にクラス間の識別に有効な特徴量の発見、重み付けを行い、テストの際には学習時に得られた各特徴量の重みをそのまま用いて識別する。この方法は学習サンプル中によく出現するようなパターンに対しては有効であるが、学習サンプルにあまり含まれていないパターンに対する精度は当然ながら低下する。人間であれば、空を飛んでいるジャンボジェット機と飛行場にある小さなプロペラ機を同じ飛行機カテゴリとして認識できる。しかし、これらは背景も対象自体の見えも異なるので、コンピュータにとっては難しい問題である。

2. 研究の目的

近年、転移学習やドメイン適応と呼ばれる方法が画像認識に利用され、成果を挙げている。これは学習とテストの環境の差を埋めるために、テストの環境から得たサンプルを用いて学習済みの識別器を環境適応させ、精度を向上させるものである。これもテストの観点を利用した1つの方法と言える。しかし、テストの環境を事前に知る必要があったり、その環境下で撮影したサンプルが必要となる。これは大きな制約であり、例えば画像検索で

は、与えられた1つの画像しか存在しないので、検索画像を撮影した環境に適応することは難しい。そこで、ここでは与えられたテストサンプルの観点から識別に有効な情報の取捨選択を行うことを考える。こうした新しい枠組みの実現が研究の目的である。

3. 研究の方法

まずは研究の基礎となるディープラーニング法の研究を行う。画像認識ではConvolutional Neural Network(CNN)の有効性が知られているので、CNNに基づいて発展させる研究およびCNNとは別のディープラーニング法の研究を行う。

次に、ディープラーニングを用いてテスト画像毎に適応的に処理を変える方法の研究を行う。まずは静止画像の認識問題においてその有効性を確認する。その後、動画認識の問題において状況に応じて処理を変える方法の有効性を確認する。

4. 研究成果

ディープラーニングの1種であるCNNは学習により得られた局所的なフィルタを階層的に処理することにより、識別タスクに適した特徴量を抽出する。これにより従来よりも高い精度を実現している。CNNでなくても学習的に得られたフィルタ処理を階層的に行えば、精度が向上するのではないかと考えられる。そこで、統計手法の1つであるPartial Least Squares 回帰を用いて識別タスクに適した局所フィルタを作成した。これを複数回行うことにより、CNNと同等の認識精度を得ることができた。また、CNNを用いた認識法の研究も行い、セグメンテーション等において有効性を示した。

また、テスト画像に応じて処理を変える研究として、複数のCNNを状況に応じて適応統合する方法を提案した。CNNは強力な方法であるが、学習サンプル中に大きな見えや大きさの変動が含まれている場合、十分な性能が得られない。そこで、仕事を割り振るgating CNNと割り振られた見えを処理するexpert CNN群を用いる方法を提案した。入力画像は全CNNに渡され、gating CNNが見えに応じてexpert CNNに仕事を割り振る。つまり、テスト画像の見えに応じて識別の方法を変えることになる。人間が仕事を割り振るわけではなく、gating CNNがexpert CNNに自動的に仕事を割り振る点が面白い所である。提案手法を静止画像中に何人写っているかを計数する課題に適用した。実験により、1つのCNNを用いる場合よりもテスト画像に応じて適応的に複数CNNを統合する方法の有効性を示した。

次に、動画認識にも取り組んだ。動画中の対象を追跡する課題を研究した。対象追

跡では対象が他の対象に隠れてしまう時や大きさの変動があった時に精度が低下してしまう。そこで、隠れが起きているかどうかを判定する方法を提案した。隠れの場合には学習係数を変えながら追跡をした結果、従来法よりも高い精度で追跡できるようになった。最近では対象追跡でも Deep learning を使うようになってきている。そこで、Deep learning を用いた方法と先に提案した追跡法を状況に応じて組み合わせながら追跡する方法も提案し、隠れのある環境下で有効性を示した。

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3件)

1. R.Hasegawa and K.Hotta, “PLSNet: Hierarchical Feature Extraction using Partial Least Squares Regression for Image Classification,” IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering, Vol. 12, No. S2, pp.S91-S96, Dec. 2017. (査読有)
 2. 高田大雅, 堀田一弘, “三つのモデルの統合と適応的学習による群衆中の人追跡,” 電気学会論文誌C, Vol. 137, No.9, pp.1258-1265, Sept. 2017. (査読有)
 3. 熊谷章平, 大西正輝, 堀田一弘, “学習画像の適応選択による動画像中の群衆領域の推定,” 電子情報通信学会論文誌D, Vol.J99-D, No.8, pp.757-768, Aug. 2016. (査読有)
 4. S.Kumagai, K.Hotta and T.Kurita, “Mixture of Counting CNNs: Adaptive Integration of CNNs Specialized to Specific Appearance for Crowd Counting,” Arxiv, Mar. 2017. (査読無)
- [学会発表](計30件)
- 国際会議(計12件)
1. T.Komiyama, K.Hotta, K.Oda, S.Kakuta and M.Sano, “Semantic Segmentation in Red Relief Image Map by UX-Net,” International Conference on Pattern Recognition Applications and Methods (ICPRAM2018), pp.597-602, Jan.16-18, 2018.
 2. R.Kamiya, K.Hotta, K.Oda and S.Kakuta, “Road Detection From Satellite Images by Improving U-net with Difference of Features,” International Conference on Pattern Recognition Applications and Methods (ICPRAM2018), pp.603-607, Jan.16-18, 2018.
 3. M.Umemura, K.Hotta, K.Oda and H.Nonaka, “Segmentation of LiDAR Intensity Using Weighted Fusion Based on Appropriate Region Size,” International Conference on Pattern Recognition Applications and Methods (ICPRAM2018), pp.608-613, Jan.16-18, 2018.
 4. K.Adachi and K.Hotta, “Model Free Object Tracking Using CNN features and Color information,” International Symposium on Nonlinear Theory and Its Applications (NOLTA2017), pp.688-691, Dec.4-7 2017.
 5. T.Takeshita and K.Hotta, “Action Recognition on Using Motion Emphasis and Video Divisions,” International Symposium on Nonlinear Theory and Its Applications (NOLTA2017), pp.696-699, Dec.4-7 2017.
 6. M.Umemura and K.Hotta, K.Oda and H.Nonaka “Segmentation of LiDAR Intensity Using CNN feature Based on Weighted Voting,” International Conference on Image Analysis and Recognition (ICIAR2017), Lecture Notes in Computer Science Vol.10317, pp.578-585, Springer, Canada, 2017.
 7. R.Hasegawa and K.Hotta, “Hierarchical Feature Extraction Using Partial Least Squares Regression and Clustering for Image Classification,” International Conference on Computer Vision Theory and Applications (VISAP

- P2017), pp390-395, Portugal, Feb.27-Mar.1 2017.
8. K.Toyoda and **K.Hotta**, "Abnormal Detection by Iterative Reconstruction," International Symposium on Visual Computing (ISVC2016), Lecture Notes in Computer Science, Vol.10072, pp.443-453, Las Vegas, USA, Dec.12-14 2016.
 9. K.Nishida and **K.Hotta**, "Particle Detection in Crowd Regions Using Cumulative Score of CNN," International Symposium on Visual Computing (ISVC2016), Lecture Notes in Computer Science, Vol.10072, pp.566-575, Las Vegas, USA, Dec.12-14 2016.
 10. H.Takada, **K.Hotta** and P.Janney, "Human Tracking in Crowded Scenes Using Target Information at Previous Frames," International Conference on Pattern Recognition (ICPR2016), pp.1810-1815, IEEE, Cancun, Dec.4-8 2016.
 11. R.Hasegawa and **K.Hotta**, "PLSNet: A Simple Network Using Partial Least Squares Regression for Image Classification," International Conference on Pattern Recognition (ICPR2016), pp.1602-1607, IEEE, Cancun, Dec.4-8 2016.
 12. M.Umemura, **K.Hotta**, H.Nonaka and K.Oda, "Image Labeling For LiDAR Intensity Image Using K-NN of Feature Obtained by Convolutional Neural Network," ISPRS Congress, pp.931-935, Prague, Jul.12-19 2016.
- 国内会議** (計18件)
13. 神谷涼介, **堀田一弘**, 野中秀樹, 織田和夫, 角田里美, "特徴の差分により改良したU-Netを用いた衛星画像からの道路検出," リモートセンシング学会, PS, 札幌, U-3, Nov.21-22 2017.
 14. 小見山知也, **堀田一弘**, 野中秀樹, 織田和夫, 佐野実可子, 角田里美, "UX-Netによる赤色立体地図中のセグメンテーション," リモートセンシング学会, PS, 札幌, U-6, Nov.21-22 2017.
 15. 竹下琢郎, **堀田一弘**, "3分割したビデオのCNNによる行動認識," 平成29年度電気・電子・情報関係学会, Sep.7-8 2017.
 16. 足立慧一郎, **堀田一弘**, "CNN特徴と色ヒストグラムを用いた隠れに頑健な対象追跡," 平成29年度電気・電子・情報関係学会, Sep.7-8 2017.
 17. 梅村将生, **堀田一弘**, 野中秀樹, 織田和夫, "適切な局所領域サイズによる重み付け統合を用いた反射強度オルソ画像中の対象認識," 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2017), PS2-24, 広島, Aug.7-10 2017.
 18. 熊谷章平, 神谷涼介, **堀田一弘**, 野中秀樹, 織田和夫, 角田里美, "U-netの改良による衛星画像からの道路検出," 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2017), PS3-25, 広島, Aug.7-10 2017.
 19. 小見山知也, **堀田一弘**, 野中秀樹, 織田和夫, 佐野実可子, 角田里美, "UX-Netによる画像内のノイズ削除," 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2017), PS1-23, 広島, Aug.7-10 2017.
 20. 飯島佑樹, 梅村将生, **堀田一弘**, "文脈情報を用いた車の検出と t-SNE による可視化," SSI12017, 横浜, June 7-9 2017.
 21. 高橋真央, 竹下琢郎, **堀田一弘**, "CNNを用いた画像に応じた特徴量選択による対象識別," SSI12017, 横浜, June 7-9 2017.
 22. 長谷川凌馬, **堀田一弘**, "PLS 回帰とクラスタリングを利用したネットワークによる画像識別" 動的画像処理実利用

- 化ワークショップ(DIA2017), OS1-4, pp.23-27, Mar.9-10 2017.
23. 豊田 健太, **堀田一弘**, "機械学習法による自動検査技術の開発 - 再学習法とフィルタリングによる異常箇所検出の高精度化 - " 動的画像処理実利用化ワークショップ(DIA2017), OS4-3, pp.209-213, Mar.9-10 2017.
24. 豊田健太, **堀田一弘**, "良品画像への置き換えと復元の繰り返しによる異常箇所の特定," 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2016), PS1-12, 浜松, Aug.1-4 2016.
25. 熊谷章平, **堀田一弘**, "複数のConvolutional Neural Networkの適応統合による群衆計数," 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2016), PS2-23, 浜松, Aug.1-4 2016.
26. 竹下琢郎, **堀田一弘**, "色と動きのCNN特徴の差分に基づく行動認識," 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2016), PS3-56, 浜松, Aug.1-4 2016.
27. 長谷川 凌馬, **堀田一弘**, "Deep PLSNet: PLS 回帰を利用したネットワークの多層化による画像識別," SSII2016, IS1-30, 横浜, June 8-10 2016.
28. 高田 大雅, **堀田一弘**, Janney Pranam, "過去の対象情報を利用した群衆中の人追跡," SSII2016, IS2-02, 横浜, June 8-10 2016.
29. 熊谷 章平, **堀田一弘**, "特定の見えに特化したCNNの統合による画像中の対象計数," SSII2016, IS3-06, 横浜, June 8-10 2016.
30. 梅村将生, **堀田一弘**, 織田和夫, 野中秀樹, "Convolutional Neural Networkによる特徴抽出とK-最近傍法を用いたオルソ画像中の対象認識," 写真

測量学会平成28年度年次学術講演会, May 2016.

〔図書〕(計1件)

1. **堀田一弘**, 第2章第6節 "画像認識技術でここまでできる," in 「人工知能関連技術(機械学習・ディープラーニング等)活用資料集」, 情報機構, 2016.

〔産業財産権〕

出願状況(計 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 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
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・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:

(4) 研究協力者 ()

