

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 6 月 3 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2020

課題番号：16K00239

研究課題名(和文)画像認識のための文脈とトップダウン情報を利用した中間表現の獲得に関する研究

研究課題名(英文) A study on acquisition of intermediate representations using context and top-down information for image recognition

研究代表者

栗田 多喜夫 (Kurita, Takio)

広島大学・先進理工系科学研究科(工)・教授

研究者番号：10356941

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)：汎化性能の高いモデルを学習するための方法として、中間層の特徴ベクトルを用いる Mix-up学習法、正準相関分析を用いて学習済みのネットワークや特徴ベクトルを可視化する手法等を提案した。また、血管領域は繋がっているという事前知識を学習に取り込むために、オイラーの多面体定理を利用して血管領域の連結成分数を推定し、それを最小化するように学習を誘導する網膜画像から血管領域の抽出法を提案した。さらに、文脈情報を学習に取り込むために、物体検出のために学習したネットワークの特徴から Triplet Lossを用いた学習により類似画像の検索のための特徴ベクトルを構成する手法を提案した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

深層学習を用いた画像認識の性能や適用領域の拡大を目指して、(1)画像認識に有効な特徴の学習法に関する研究、(2)トップダウン情報を利用した中間表現の獲得に関する研究、(3)文脈情報を利用した中間表現の獲得に関する研究を行い、トップダウン情報や文脈情報を学習に取り込むことの重要性を再確認した。

研究成果の概要(英文)：As methods for learning models with high generalization performance, we proposed a mix-up learning method using feature vectors in the middle layer, and a method for visualizing trained networks and feature vectors using canonical correlation analysis. We also proposed a method for extracting vascular regions from retinal images that uses Euler's polyhedron theorem to estimate the number of connected components and guides learning to minimize it. Furthermore, in order to incorporate contextual information into the learning process, we proposed a method for constructing feature vectors for similar image retrieval by learning from the features of the network learned for object detection using Triplet Loss.

研究分野：情報科学

キーワード：画像認識 機械学習 人工知能 深層学習

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

2012年にDeep Convolutional Neural Network (DCNN)が画像認識のコンペティションで高い性能を出して以来、深層学習を用いた手法が画像認識、物体検出等の画像処理だけでなく、自然言語処理や音声認識でも利用されるようになって来ていた。深層学習を用いた手法の認識性能の高さは、主に計算機の性能向上によってImageNet等の大規模なデータを学習できるようになったことが大きい。また、DCNNは、脳での視覚情報処理を模倣して、ニューラルネットワークの構造に制約を入れることにより認識対象の位置の変動に強い特徴が抽出できるようになり、認識性能が向上したと考えられる。

一方、申請者は、1990年頃より、ニューラルネットワークの学習と脳の視覚情報処理に関する知見を取り入れた画像認識に関する研究に取り組んで来た。例えば、汎化性能の高いモデルを構築するために、情報量基準を用いて隠れ層のニューロン数を決定する方法や中間層にノイズを付加した場合の誤差逆伝搬法の性質に関する研究を行った。また、学習の高速化に関して、フィッシャー情報行列を用いたニュートン法に基づくアルゴリズムを提案した。これは、実質的に後に甘利が提案したNatural Gradientによるアルゴリズムと同じである。さらに、フィッシャー情報行列の各ニューロンのパラメータに関係するブロック対角成分のみを利用してニューロン毎に重み付き最小二乗法でパラメータを更新するアルゴリズムを提案している。脳の視覚情報処理の知見を取り入れた画像認識の研究では、自己連想メモリ(Auto Encoder)と識別記を組み合わせて画像の部分的な隠れに頑健な顔認識アルゴリズムや顔の向きに選択的に反応する識別記をMixture of Expertsを用いて統合することで向きの変化に頑健な顔認識を実現する手法等を提案した。

2. 研究の目的

本研究では、申請者がこれまでのニューラルネットの学習や脳の視覚情報処理を模倣した画像認識に関する研究を進展させ、深層学習を用いた画像認識の性能や適用領域を拡大することを目指す。具体的には、(1)画像認識に有効な特徴の学習法に関する研究、(2)トップダウン情報を利用した中間表現の獲得に関する研究、(3)文脈情報を利用した中間表現の獲得に関する研究の3つの課題を設定して、それぞれについて中間表現の獲得の観点から考察する。

3. 研究の方法

深層学習を用いた画像認識の性能や適用領域の拡大を目指して、(1)画像認識に有効な特徴の学習法に関する研究、(2)トップダウン情報を利用した中間表現の獲得に関する研究、(3)文脈情報を利用した中間表現の獲得に関する研究を並行して検討する。

4. 研究成果

(1) 画像認識に有効な特徴の学習法に関する研究

深層学習を用いて汎化性能の高いモデルを学習するために、まず、申請者が過去に行った中間層にノイズを付加した場合の誤差逆伝搬法の性質に関する研究を深層学習に拡張し、各層にAutoencoderを追加した多層パーセプトロンの中間層にノイズを付加することで汎化性能が向上することを確認した。また、Siamese Networksを利用して2つの訓練サンプルから得られた特徴ベクトルを混合した特徴ベクトルを用いるMix-up学習法を開発した。さらには、ネットワークの出力の各ニューロンに判別基準を導入することで認識性能が向上することを確認した。

また、汎化性能の高いモデルを獲得するために、学習済みのニューラルネットワークから不要なニューロンを削除するためのPruning手法や最適なニューラルネットワークの構造を探索する方法について検討した。具体的には、目的関数のテイラー展開を利用してニューロンの有効性を評価する際に、ミニバッチ内での極端な値にも頑健な評価方法を提案し、学習済みのニューラルネットワークから不要なニューロンを削除するPruning手法に利用し、その有効性を確認した。また、階層的なグループLassoを利用して、不要なニューロンのパラメータを無視するように学習する手法を提案し、有効性を確認した。さらには、不要なニューロンを削除だけでなく、必要なニューロンを追加することで、最適なニューラルネットワーク構造を探索する手法についても検討した。その他、学習済みの高性能な大規模ニューラルネットワーク(教師ネットワーク)の振る舞いを小規模なネットワーク(学生ネットワーク)で模倣する学習法(Knowledge Distillation)にTriplet Lossを導入し、入出力を模倣するだけでなく、異なるクラスのサンプルは遠ざけるようにすることで学生ネットワークの認識性能が向上することを確認した。

一般にDCNNは画像認識での有効性が知られているが、必ずしもベクトルデータや時系列データでの利用法は確立されていない。そこで、ベクトルデータに対してもDCNNを利用できるようにするため、1次元コンボリューションとHilbert曲線を利用して、ベクトルを2次元配列に埋め込み、2次元のConvolutional Neural Networkで処理する方法を提案した。

その他、応用として、異常検知についても検討した。具体的には、Convolutional Autoencoderの中間部分に線形のAutoencoderを導入することで、正常サンプルが作る多様体を線形部分空間として表現することで異常検知を行う手法を開発した。また、複数のConvolutional Autoencoderを組み合わせたMixture of expertsを利用して、画像の異常検知を行う手法を提案した。

さらに、学習済みのネットワークや特徴ベクトルを可視化する手法についても検討した。具体的には、正準相関分析を用いて、学習済みのネットワークの2つの中間層の出力の関係を可視化する手法を提案した。この手法により、ネットワークの層間での線形モデルで表現しきれない変動を可視化することが可能となった。また、正順相関分析を用いて学習済みのネットワークの中間層の特徴ベクトルと外部情報との相関を調べることでネットワーク中の情報の大まかな流れを解析する手法を提案した。さらに、高次元データの可視化のための手法として広く利用されている t-SNE の低次元空間での分布を t-分布から q-正規分布に拡張する手法 (q-SNE) を提案し、q を変更することで、様々な可視化結果を得ることができることを示した。

(2) トップダウン情報を利用した中間表現の獲得に関する研究

トップダウン情報として、事前知識を取り込んだ学習を実現する方法について検討した。

第1次視覚野での特徴抽出フィルタがスパース性を導入することで再現できるという先行研究の知見を取り入れて、DCNN の中間層の各ニューロンの出力をスパースにするような正則化を学習の目的関数に追加することで汎化性能の高いモデルが獲得できることを示した。この成果を国際会議 (IJCNN2017) で発表した。その論文は、現在 Google Scholar Citations で引用回数100回以上である。

また、画像のアノテーション課題での不正確・不十分な教師ラベルしか与えられない場合の学習法についても検討した。具体的には、ラベル間の共起情報を制約条件として取り入れる手法や Wikipedia の文書情報から word2vec を用いて単語の分散表現を獲得し、ラベル間の近さの情報を制約条件として利用する手法を開発した。トップダウン情報として Wikipedia の文書情報を不完全な教師ラベルでの学習に利用する手法は、国際会議 (IW-FCV2018) で Best Student Paper Award を受賞した。また、ラベル間の共起情報を Boltzmann Machine を利用して学習することで、不完全なラベル情報を予測し、予測したラベルを学習に用いる手法も開発した。

画像のセグメンテーションにトップダウン情報を利用する方法についても検討した。網膜画像中の血管領域の抽出課題では、血管領域は繋がったひとつの領域として抽出されるべきである。そのため、オイラーの多面体定理を利用してセグメンテーション結果の画像から血管領域の連結成分数を推定し、それを最小化するように学習を誘導することで、細い血管も抽出できるようになることを確認した。また、教師信号の血管領域と背景領域、それぞれの画素間の隣接関係をグラフとして表現し、隣接画素に対応する予測値がそれぞれの領域内で近づくような正則化項を学習の目的関数に追加する学習法を提案し、その有効性を実験的に確認した。さらには、U-Net を利用して細胞のスライス画像から細胞の内部構造を推定する手法も開発した。

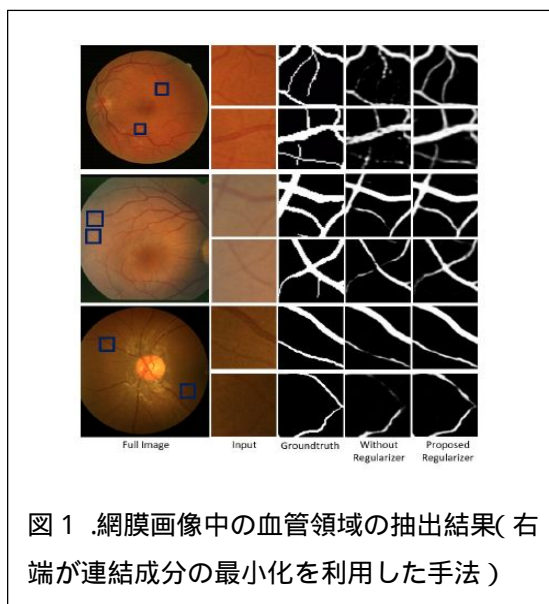


図1 .網膜画像中の血管領域の抽出結果(右端が連結成分の最小化を利用した手法)

(3) 文脈情報を利用した中間表現の獲得に関する研究

文脈情報を利用した中間表現の獲得に関する研究の基礎として、深層学習で獲得した中間表現を利用して、新しい画像認識タスクを少数の訓練データで学習できるようにする転移学習について検討し、DCNN に複数のタスクを同時に学習させて得られた中間表現を別のタスクに適用する際、新しいタスクに対する再学習が必要なネットワーク内の位置を詳細に解析した。また、新しいタスクと学習させたタスクの性質(文脈)の違いによる再学習の有効性等についても解析した。その結果、複数のタスクを学習する方が転移学習に有向であること、DCNN の初段の層の結合係数は新しいタスクに対して再学習する必要はほとんど無いこと等を確認した。

また、類似画像検索において、文脈情報を利用するために、物体検出のために学習したネットワークの特徴を利用し、それから Triplet Loss を用いた学習により類似画像の検索のための特徴ベクトルを構成する手法を提案した。また、動作の認識のために、形状情報と動き情報を適応的に選択して利用する手法や動画画像中の対象の検出結果を利用した動画画像のシーンを認識する手法等を提案した。

さらに、表情が変化する顔の動画画像から抽出した画像の表情の強さの大小関係のみから、Siamese network を利用して感情の強さを推定する学習法を開発した。また、教師信号として年代しか与えられていない場合の顔画像からの年齢推定の手法として、Triplet Network を用いた手法を提案した。これらの手法は、大小関係や年代等の不完全な教師情報を文脈情報(表情の強さの変化等)を利用して補完する手法である。

また、Graph Label Propagation を利用して、教師ラベルに誤りを含む場合の学習法を提案した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計17件（うち査読付論文 17件 / うち国際共著 8件 / うちオープンアクセス 11件）

1. 著者名 Novanto Yudistira and Takio Kurita	4. 巻 91
2. 論文標題 Deep Packet Flow : Action recognition via multiresolution deep wavelet packet of local dense optical flows	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Journal of Signal Processing Systems for Signal, Image, and Video Technology	6. 最初と最後の頁 609-625
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11265-018-1363-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Fariza Arna, Arifin Agus, Astuti Eha, Kurita Takio	4. 巻 12
2. 論文標題 Segmenting Tooth Components in Dental X-Ray Images Using Gaussian Kernel- Based Conditional Spatial Fuzzy C-Means Clustering Algorithm	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Intelligent Engineering and Systems	6. 最初と最後の頁 108 ~ 117
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.22266/ijies2019.0630.12	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Indraswari Rarasmaya, Arifin Agus, Suciati Nanik, Astuti Eha, Kurita Takio	4. 巻 12
2. 論文標題 Automatic Segmentation of Mandibular Cortical Bone on Cone-Beam CT Images Based on Histogram Thresholding and Polynomial Fitting	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Intelligent Engineering and Systems	6. 最初と最後の頁 130 ~ 141
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.22266/ijies2019.0831.13	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Indraswari Rarasmaya, Kurita Takio, Arifin Agus Zainal, Suciati Nanik, Astuti Eha Renwi	4. 巻 125
2. 論文標題 Multi-projection deep learning network for segmentation of 3D medical images	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Pattern Recognition Letters	6. 最初と最後の頁 791 ~ 797
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.patrec.2019.08.003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Yudistira Novanto, Kavitha Muthusubash, Itabashi Takeshi, Iwane Atsuko H., Kurita Takio	4. 巻 10
2. 論文標題 Prediction of Sequential Organelles Localization under Imbalance using A Balanced Deep U-Net	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1-1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-59285-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Yudistira Novanto, Kurita Takio	4. 巻 82
2. 論文標題 Correlation Net: Spatiotemporal multimodal deep learning for action recognition	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Signal Processing: Image Communication	6. 最初と最後の頁 115731 ~ 115731
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.image.2019.115731	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Shimono, Eri; Inoue, Katsuya; Kurita, Takio; Ichiraku, Yoji	4. 巻 47
2. 論文標題 Logistic regression analysis for the material design of chiral crystals	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 611-612
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.171233	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Novanto Yudistira and Takio Kurita	4. 巻 -
2. 論文標題 Deep Packet Flow : Action recognition via multiresolution deep wavelet packet of local dense optical flows	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Journal of Signal Processing Systems for Signal, Image, and Video Technology	6. 最初と最後の頁 1-17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11265-018-1363-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 井手秀徳, 栗田多喜夫	4. 巻 J101-D
2. 論文標題 CNNにおけるReLU活性化関数に対するスパース正則化の適用と分析	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 電子情報通信学会論文誌	6. 最初と最後の頁 1110-1119
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14923/transinfj.2017IUP0005	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Motaz Sabri and Takio Kurita	4. 巻 313
2. 論文標題 Facial Expression Intensity Estimation using Siamese and triplet networks	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Neurocomputing	6. 最初と最後の頁 143-154
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neucom.2018.06.054	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Shohei Kumagai, Kazuhiro Hotta, and Takio Kurita	4. 巻 29
2. 論文標題 Mixture of Counting CNNs	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Machine Vision and Applications	6. 最初と最後の頁 1119--1126
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00138-018-0955-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Tsubasa Hirakawa, Toru Tamaki, Takio Kurita, Bisser Raytchev, Kazufumi Kaneda, Chaohui Wang, Laurent Najman	4. 巻 5
2. 論文標題 Tree-wise Discriminative Subtree Selection for Texture Image Labeling	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 13617-13634
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ACCESS.2017.2725319	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Motaz Sabri, and Takio Kurita	4. 巻 E100-D
2. 論文標題 Effect of Additive Noise for Multi-layered Perceptron with AutoEncoders	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 IEICE Trans. on Information and Systems	6. 最初と最後の頁 1494-1504
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transinf.2016EDP7468	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Novanto Yudistira and Takio Kurita	4. 巻 85
2. 論文標題 Gated spatio and temporal CNN for Action Recognition: Towards Gated Multimodal Deep Learning	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 EURASIP Journal on Image and Video Processing	6. 最初と最後の頁 1-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s13640-017-0235-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Akinori Hidaka and Takio Kurita	4. 巻 31
2. 論文標題 Data Visualization for Deep Neural Networks Based on Interlayer Canonical Correlation Analysis	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Trans. of the Institute of Systems, Control and Information Engineers	6. 最初と最後の頁 10-20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Motaz Sabri, and Takio Kurita	4. 巻 17
2. 論文標題 Improvement of feature localization for facial expressions by adding noise	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Affective Engineering	6. 最初と最後の頁 27-37
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5057/ijae.IJAE-D-17-00031	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fangda Zhao, Toru Tamaki, Takio Kurita, Bisser Raytchev, Kazufumi Kaneda	4. 巻 70
2. 論文標題 Marker-based non-overlapping camera calibration methods with additional support camera views	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Image and Vision Computing	6. 最初と最後の頁 46-54
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.imavis.2017.12.006	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計25件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 22件)

1. 発表者名 Jonathan Mojoo, Motaz Sabri and Takio Kurita
2. 発表標題 Video Super Resolution with Estimation of Motion Information by Using Higher Resolution Images Obtained by Single Image Super Resolution
3. 学会等名 The 2019 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nasrulloh R.B.S.Loka, Muthusubash Kavitha and Takio Kurita
2. 発表標題 Hilbert Vector Convolutional Neural Network: Two-Dimensional Neural Network on One-Dimensional Data
3. 学会等名 The 28th International Conference on Artificial Neural Networks (ICANN2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Qien Yu, Muthusubash Kavitha, and Takio Kurita
2. 発表標題 Detection of one dimensional anomalies using a vector-based convolutional autoencoder
3. 学会等名 The 5th Asian Conference on Pattern Recognition (ACPR2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hideki Oki, Junichi Miyao, and Takio Kurita
2. 発表標題 Siamese Network for Classification with Optimization of ROC-AUC
3. 学会等名 26th International Conference on Neural Information Processing of the Asia-Pacific Neural Network Society (ICONIP2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Jonathan Mojoo, Yu Zhao, Muthushbash Kavitha, Junichi Miyao, and Takio Kurita
2. 発表標題 Learning with incomplete labels for multi-label image annotation using CNN and restricted Boltzmann machines
3. 学会等名 26th International Conference on Neural Information Processing of the Asia-Pacific Neural Network Society (ICONIP2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Lukman Hakim, Novanto Yudistira, Muthusubash Kavitha, and Takio Kurita
2. 発表標題 U-Net with Graph Based Smoothing Regularizer for Small Vessel Segmentation on Fundus Images
3. 学会等名 26th International Conference on Neural Information Processing of the Asia-Pacific Neural Network Society (ICONIP2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Keijiro Kanda, Muthusubash Kavitha, Junichi Miyao and Takio Kurita
2. 発表標題 Analysis of Information Flow in Hidden Layers of the Trained Neural Network by Canonical Correlation Analysis
3. 学会等名 The International Workshop on Frontiers of Computer Vision (IW-FCV2020) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Xiaohan Wang, Junichi Miyao and Takio Kurita
2. 発表標題 Short-Term Action Recognition by 3D Convolutional Neural Network with Pixel-Wise Evidences
3. 学会等名 The International Workshop on Frontiers of Computer Vision (IW-FCV2020) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryusuke Yamada, Hidenori Ide, Novanto Yudistira, and Takio Kurita
2. 発表標題 Texture Segmentation using Siamese Network and Hierarchical Region Merging
3. 学会等名 The 24th International Conference on Pattern Recognition in Beijing, China, August 2018 (ICPR2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hidenori Ide and Takio Kurita
2. 発表標題 Convolutional Neural Network with Discriminant Criterion for Input of each Neuron in Output Layer
3. 学会等名 25th International Conference on Neural Information Processing (ICONIP2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hideki Oki and Takio Kurita
2. 発表標題 Mixup of Feature Maps in a Hidden Layer for Training of Convolutional Neural Network
3. 学会等名 25th International Conference on Neural Information Processing (ICONIP2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1 . 発表者名	Rarasmaya Indraswari, Takio Kurita, Agus Zainal Arifin, Nanik Suciati, Eha Renwi Astuti and Dini Adni Navastara
2 . 発表標題	3D Region Merging for Segmentation of Teeth on Cone-Beam Computed Tomography Images
3 . 学会等名	Joint 10th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems (SCIS-ISIS2018) (国際学会)
4 . 発表年	2018年

1 . 発表者名	Ziang Ye, Muthusubash Kavitha, Junichi Miyao and Takio Kurita
2 . 発表標題	Music score estimation algorithm using octave hierarchy defined on logarithmic frequency
3 . 学会等名	25th International Workshop on Frontiers of Computer Vision (IW-FCV2019), (国際学会)
4 . 発表年	2018年

1 . 発表者名	Siyi Shuai, Muthusubash Kavitha, Junichi Miyao and Takio Kurita
2 . 発表標題	Action Classification Based on 2D Coordinates Obtained by Real-time Pose Estimation
3 . 学会等名	25th International Workshop on Frontiers of Computer Vision (IW-FCV2019) (国際学会)
4 . 発表年	2018年

1 . 発表者名	Hidenori Ide and Takio Kurita
2 . 発表標題	Improvement of Learning for CNN with ReLU Activation by Sparse Regularization
3 . 学会等名	the International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN2017), May 14-19, Anchorage, Alaska (国際学会)
4 . 発表年	2017年

1. 発表者名 Novanto Yudistira and Takio Kurita
2. 発表標題 Temporal evolution of motion superpixel for video classification
3. 学会等名 The 3rd IEEE International Conference on Cybernetics (CYBCONF-2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Mojo Jonathan, Keiichi Kurosawa, and Takio Kurita
2. 発表標題 Deep CNN with Graph Laplacian Regularization for Multi-label Image Annotation
3. 学会等名 14th International Conference on Image Analysis and Recognition (ICIAR2017), July 5-7, 2017, Montreal, Canada. (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiromu Fujishige, Junichi Miyao and Takio Kurita
2. 発表標題 Image Inpainting by Recursive Estimation using Neural Network and Wavelet Transformation
3. 学会等名 International Conference on Neural Information Processing (ICONIP2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Zhao Yu, Miyao Junichi and Kurita Takio
2. 発表標題 Multi-label Image Annotation via CNN with Graph Laplacian Regularization based on Word2Vec
3. 学会等名 the International Workshop on Frontiers of Computer Vision (IW-FCV 2018), Hakodate, Japan, February 21-23, 2018
4. 発表年 2018年

1 . 発表者名 Siyi Shuai, Junichi Miyao and Takio Kurita
2 . 発表標題 Scene Classification based on Histogram of Detected Objects
3 . 学会等名 the International Workshop on Frontiers of Computer Vision (IW-FCV 2018), Hakodate, Japan, February 21-23, 2018
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Sayo Sushida, Junichi Miyao and Takio Kurita
2 . 発表標題 Removal of Unimportant Pixels for Classification with Deep Convolutional Neural Network
3 . 学会等名 the International Workshop on Frontiers of Computer Vision (IW-FCV 2018), Hakodate, Japan, February 21-23, 2018
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 H. Ide and T. Kurita
2 . 発表標題 Low Level Visual Extraction by Learning of Multiple Tasks for Convolutional Neural Networks
3 . 学会等名 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN2016), in IEEE World Congress on Computational Intelligence (国際学会)
4 . 発表年 2016年

1 . 発表者名 F.Zhao, T.Tamaki, T.Kurita, B.Raytchev, and K.Kaneda
2 . 発表標題 Marker based simple non-overlapping camera calibration
3 . 学会等名 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP2016) (国際学会)
4 . 発表年 2016年

1. 発表者名 A.Hidaka, and T.Kurita
2. 発表標題 Consecutive Dimensionality Reduction by Canonical Correlation Analysis for Visualization of Convolutional Neural Networks
3. 学会等名 The 48th ISCIE International Symposium on Stochastic Systems Theory and Its Applications (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Motaz Sabri and Takio Kurita
2. 発表標題 Self-Validating and Adjusting Pupil Tracker by Gabor filter tuning
3. 学会等名 the 23rd International Workshop on Frontiers of Computer Vision (FCV2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 栗田多喜夫, 日高章理	4. 発行年 2019年
2. 出版社 コロナ社	5. 総ページ数 236
3. 書名 統計的パターン認識と判別分析	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	日高 章理 (Hidaka Akinori) (70553519)	東京電機大学・理工学部・准教授 (32657)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------