

令和 3 年 6 月 15 日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K11380

研究課題名(和文) スパースグラフ・ニューラルネットワークによる画像認識および応用

研究課題名(英文) Image recognition using sparse graph neural networks and its application

研究代表者

鎌田 清一郎 (KAMATA, Seiichiro)

早稲田大学・理工学術院(情報生産システム研究科・センター)・教授

研究者番号：00204602

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：近年、ニューラルネットワークの一般化としてグラフNN(GNN)が活発に研究されている。本研究では深層CNNとほぼ同等の認識性能を有するスパースグラフ表現によるGNN(SGNN)を検討した。これは画像より得られた局所特徴を有するスパースグラフを構築し、コンパクトなGNN構造により認識を行うものである。またどのようなスパースグラフが高い認識性能を有するかを検討し、そのスパース条件を明らかにした。さらに現在社会問題となっている調剤過誤を防止するため、これまで研究開発している画像認識による薬剤監査システムに適用して当該社会問題の解決を図り、ヒヤリハット件数の減少につなげることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

画像認識において、スパースグラフ表現によるGNNの内部構造を解析しながら、グラフスパース化などによる高度化を図り、認識能力向上の可能性を探究した。スパースグラフ表現は、以前から注目されている方法論であり、グラフ特徴抽出の一概念である。顔認識による比較評価実験の結果、SGNNによる画像認識手法は、深層CNNのCosFaceとほぼ同等の性能を有することがわかった。また薬剤監査システムの有効性について検討し、薬剤監査システムの評価(フィールドテスト)の結果、調剤過誤のヒヤリハットが数分の一に減らせることが確認でき、社会的問題解決に役立つことが検証できた。

研究成果の概要(英文)：Recently several graph-based convolutional neural networks (GNN) have been proposed to solve the problems of object recognition. These methods take advantage of a fact that objects have the graph structure. However, these methods are weaker than the deep CNN. We reconsider the identification of the graph structure benefit from the development of the GNN. In order to introduce the GNN, objects in an image is modeled as a sparse graph. The major challenge is how to estimate the sparse graph. A generic sparse graph based convolutional networks (SGNN) is proposed, which is almost equivalent to a deep CNN called CosFace. The model implements the projected gradient descent algorithm with structured sparse representation. In the application, in order to reduce a risk of human errors when prescribing medicines, which has been becoming a social problem, a medicine inspection system is created to solve this problem, and it is verified that it can reduce the number of nearly-missed accidents.

研究分野：知能情報学

キーワード：グラフニューラルネットワーク 画像認識 スパースグラフ表現 顔認識 ニューラルネットワーク  
ヒューマンエラー 調剤過誤防止 薬学リスクマネジメント

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 1. 研究開始当初の背景

畳み込みニューラルネットワーク(CNN)に対してより一般化された、グラフそのものを入力としたニューラルネットワークとして、グラフ・ニューラルネットワーク(GNN)が脚光を浴びるようになってきた。GNNは、2005年頃からプロテオミクス、分子解析など、グラフ構造により表現されたデータを扱うために研究されてきたものである。GNNは、一般的なCNNとは異なり、グラフ構造から得られるラプラシアン行列とノード情報を入力とし、層間の畳み込み関数には等価な多項式近似フィルタを用いて、そのフィルタ係数をパラメータとして学習するものである。しかし、対象が画像の場合、GNNによる画像認識に関する研究は少なく、その認識性能は未知数というのが現状であった。画像のようなデータ構造にはCNNが向いているとされていたが、2017年9月英国マシンビジョン国際会議(BMVC)においてスパースグラフ表現によるGNN(SGNN)を用いた顔画像認識が発表された[1]。これは、スパースグラフ表現による特徴抽出として、2016年9月画像処理に関する国際会議ICIPにおいて発表された方式を拡張し[2]、画像からスパースグラフ表現により疎なグラフを構成し、GNNとの融合を図ったものである。

次に、長年社会問題となっている薬学リスクマネジメントにおける調剤過誤防止に取り組んできた。ジェネリック薬など外観の酷似した薬剤が多く販売されており、特に調剤薬局においては、先発薬とジェネリック薬が同じ薬棚に入っておりシート包装(図1のように一種類の錠剤がシートに入ったもので、PTP(Press Through Package)と呼ばれる)剤型、色ともに類似しているため調剤過誤に結びつく危険が指摘されていた。また3,4年前は、PTPを対象とした画像認識による薬剤監査システムの研究開発があまりなされていない状況であった。



図1 シート包装の表裏

## 2. 研究の目的

本研究の第1の目的は、画像認識におけるスパースグラフ表現のSGNNの内部構造を解析しながら、グラフ表現のスパース性の検討による高度化を図り、認識能力向上の可能性を探究することである。また本研究の第2の目的は、PTP薬剤の画像認識による薬剤監査システムに対してSGNNを適用した場合に、実際の薬局においてどの程度の認識性能を示し、またヒヤリハットがどの程度減るのかを調査することである。

## 3. 研究の方法

(1)SGNNのスパースグラフ解析: どのようなスパースグラフがGNNによる認識にとって最適化かを検討する必要がある。顔画像やPTP薬剤画像などを対象とし、スパースグラフの内部構造の可視化を行いながら最適性を考察する。ここで、スパースグラフは、大量の画像に対してすべての特徴点をノードとし、ノード間のリンクを特徴記述子の類似性によって表現する大規模なものである。標準顔画像データセットLFWやYouTubeFace、そしてPTP薬剤画像などを用いて比較評価実験を行い、認識精度の観点からその性能を明らかにする。次にグラフスペクトルや多項式近似フィルタなどを解析し、より最適なSGNNによる画像認識の方法論を検討する。GNNの学習には畳み込み計算と等価な多項式近似フィルタを利用するが、フィルタ設計および誤差逆伝搬学習におけるロス関数は大きな問題である。本研究では、精度面と計算量の観点から従来手法との比較評価を行い、本手法の有効性を明らかにする。

(2)PTP薬剤のSGNN画像認識応用: PTP薬剤を実際に画像で収集し、画像認識による薬剤監査システムを稼働させ、ヒヤリハットの発生件数を調査する。薬局では、ヒヤリハット発生時には必ず記録がなされているので、本手法による薬剤監査システムの導入前後での比較評価が可能である。薬局において収集するPTP薬剤画像データセットを用いて、従来手法と比較して精度面に関する評価を行う。そして調剤事故に繋がるヒヤリハットの件数がどの程度削減できるのかを明らかにする。

## 4. 研究成果

(1) GNNによる認識においてスパースグラフ表現の最適性について検討した。まず画像内のオブジェクトの特徴点をベースとしてグラフを図2のように構築し、様々な条件のもとにスパースグラフを構築した。スパースグラフ表現は画像行列を  $Y=(y_1^1, y_1^2, \dots, y_1^l)$ 、共通辞書を  $D = (d_1, d_2, \dots, d_N)$ 、スパース行列を  $S=(s_1^1, s_1^2, \dots, s_1^l)$  とすると、 $Y$  を  $DS$  で表現し、次式により求められる。

$$\min_{S, Y, \lambda} \frac{1}{2} \|Y - DS\|_F^2 + \lambda \|S\|_{2,1} + \gamma \|S \Delta S^T\|_{Tr} \quad (1)$$

ここで、画像行列  $Y$  はROI 部分画像から構築したグラフ上の各頂点が持つ  $M \times M$  次元ベクトルにより構成されており、共通辞書  $D$  は、ImageNet自然画像データセットから生成した基底関数を共通辞書としたものである。また  $\lambda$  はラプラシアン行列であり、 $\gamma$  は正則化パラメータである。 $\|\cdot\|_F$  はFrobeniusノルムであり、 $\|\cdot\|_{Tr}$  はTraceノルムであり、 $\|\cdot\|_{2,1}$  は行列の列ベクトルのユークリッドノルムの和である。 $\|\cdot\|_{2,1}$  の計算例を次式に示す。

$$\|A\|_{2,1} = \sum_{j=1}^n \|a_j\|_2 = \sum_{j=1}^n \left( \sum_{i=1}^n |a_{ij}|^2 \right)^{1/2} \quad (2)$$

スパース行列  $S$  が求まると、次式により特徴行列が計算できる。

$$\hat{Y} = DS, \quad Y \cong \hat{Y} \quad (3)$$

特徴行列はスパースグラフの各ノード付与したグラフ信号(特徴ベクトル)を行列化したものである。グラフフーリエ変換を利用したグラフ畳込(Graph Convolution) は、(6)式により計算した。グラフのラプラシアン行列  $L$  は、スペクトル分解により

$$L = U \Lambda U^T \quad (4)$$

で求められる。またラプラシアン行列  $L$  に対して、ラプラシアン行列の固有ベクトルから成る行列は、グラフフーリエ基底  $U = [u_0, u_1, \dots, u_{N-1}]$  と表される。またグラフラプラシアン行列の固有値から成る行列はグラフの周波数にあたり、

$$\Lambda = \text{diag}[\lambda_0, \lambda_1, \dots, \lambda_{N-1}], \quad (0 = \lambda_0 < \lambda_1 \leq \dots \leq \lambda_{N-1} (= \lambda_{\max}))$$

と表現できる。このように、グラフ上の頂点集合に割り当てられたグラフ信号  $y$  ( $y \in \mathbb{R}^K$ ) に対するグラフフーリエ変換は、ラプラシアン行列の固有ベクトル行列  $U$  を使い、次のようになる。

$$F(\lambda_j) \equiv \langle y, u_j \rangle = \sum_{k=0}^{K-1} y_k u_{j,k} = U^T y \quad (5)$$

したがって、グラフ信号に対するグラフフーリエ変換を用いて、グラフ畳込みは、ネットワーク  $k$  層の頂点のインデックスを  $p$  ( $p = 1, 2, \dots, P$ ) とし、 $(k+1)$  層の頂点のインデックスを  $q$  ( $q = 1, 2, \dots, Q$ ) とすると、次式で表わすことができる。

$$\hat{y}_{k+1}^q = \rho \left( \sum_{p=1}^P U F_{k,p,q} U^T \hat{y}_k^p \right) \quad (6)$$

ここで、 $F_{k,p,q}$  は一種のフィルタであり、 $\rho$  はプーリング操作である。ここではフィルタとして Chebyshev filter、Cayley filterなどを検討した。またプーリングはグラフの頂点の個数を減らして情報をmax poolingを利用している。 $\hat{y}_k^p$  と  $\hat{y}_k^q$  は  $p$  番目と  $q$  番目の頂点がつグラフ信号の  $k$  番目の要素である。スパースグラフ畳込の例を図3に示す。

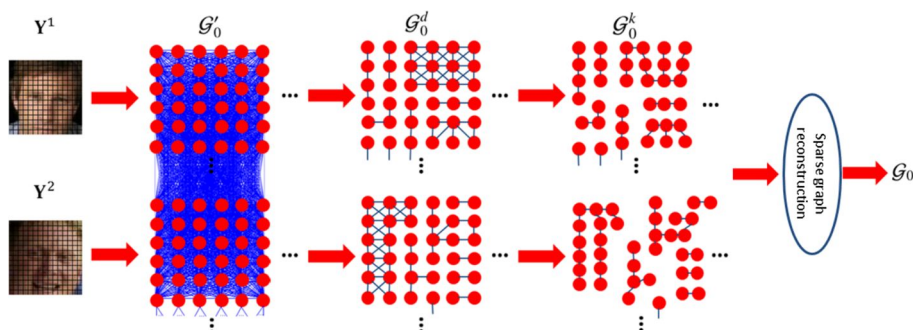


図2 スパースグラフの構築

(2) GNNに向けたスパースグラフをどのように構築すればよいか、どのようなスパース拘束条件が必要か、などいくつかの課題がある。これらを解決するために、スパース拘束条件として、(1)グラフの頂点数に関する条件、(2)グラフのエッジ数に関する拘束条件、(3)結合性に関する条件などを含んだ拘束条件を導入し、相互  $k$ -NN (Nearest Neighbor) と組み合わせた  $k3$  スパースグラフを提案した。これをベースとして新たな Loss 評価関数および Pooling 法を用いた、図 4 のようなネットワークを導入した  $k3$  S G N N やその拡張として Generic S G N N を考案し、顔画像の識別に適用した。標準顔画像データセット LFW (Labeled Faces in the Wild) などを使用した比較評価実験では、表 1 のように S G N N が超多層の深層学習モデル CosFace とほぼ同等の認識精度を示した。

(3) S G N N の応用研究として、眼底画像の重症度識別による糖尿病網膜症の早期発見を行うため、眼底画像に対してスパースグラフを構築し、上述の S G N N を適用した。国際会議におけるアルゴリズムチャレンジ「Diabetic Retinopathy: Segmentation and Grading Challenge」において、そのデータセットが公開されたので、そのデータセットを利用し、当該コンテストで第 1 位の方式との性能比較評価を行ったところ、提案手法の認識精度が数%向上することを確認した。

(4) 薬学リスクマネジメントにおける調剤過誤防止実現のため、薬剤画像の識別問題に取り組んでおり、3年間でヒューマンエラーによるヒヤリハット発生件数 20 万を超える調査を行った。また P T P 薬剤監査システムを試作し、これまで薬局で収集した薬剤画像データによる認識実験を行った結果、約 98% の認識精度を得ることができた。

表 1 S G N N の顔画像認識結果

Method	Accuracy (LFW) (%)	Accuracy (YTF) (%)
FaceNet (2015)	99.63	95.12
Parkhi 's approach (2015)	98.65	97.30
CosFace (2018)	99.73	97.60
ArcFace (2019)	99.82	98.02
Our method	99.73	97.65

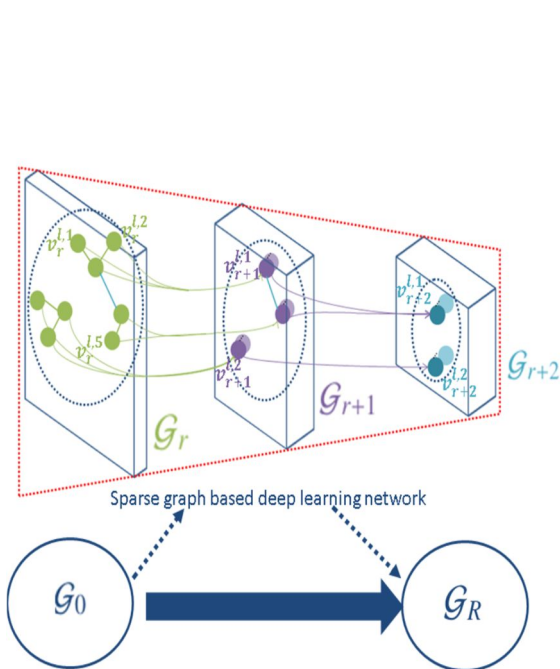


図 3 スパースグラフ畳込の概要

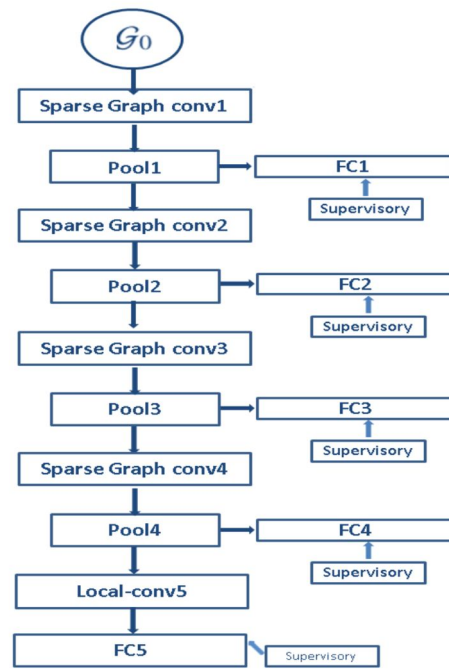


図 4 S G N N の概要

<引用文献>

[1] Renjie WU, Sei-ichiro KAMATA, Toby BRECKON, Face Recognition via Deep Sparse Graph Neural Networks, Workshop on Deep Learning on Irregular Domains in Proc. of British Machine Vision Conference 2017, London, pp.1-8, Sep. 2017.  
 [2] Renjie WU and Sei-ichiro KAMATA, A Jointly Local Structured Sparse Deep Learning Network for Face Recognition, Proc. of IEEE International Conference on Image Processing, Poenix, pp.3026-3030, Sep.2016.



## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計25件（うち査読付論文 25件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Wu Renjie, Kamata Sei-ichiro	4. 巻 28
2. 論文標題 Generic Sparse Graph Based Convolution Neural Networks for Face Recognition	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proc. IEEE International Conference on Image Processing	6. 最初と最後の頁 1-5
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 Luo Zengbo, Kamata Sei-ichiro, Sun Zitang	4. 巻 28
2. 論文標題 Transformer and Node-Compressed DNN Based Dual-Path System for Manipulated Face Detection	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proc. IEEE International Conference on Image Processing	6. 最初と最後の頁 1-5
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 Sumiya Yuto, Fukushima Norishige, Sugimoto Kenjiro, Kamata Sei-ichiro	4. 巻 27
2. 論文標題 Extending Compressive Bilateral Filtering For Arbitrary Range Kernel	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proc. IEEE International Conference on Image Processing	6. 最初と最後の頁 1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICIP40778.2020.9191123	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 Sun Zeyu, Kamata Sei-ichiro	4. 巻 4
2. 論文標題 Second-Order Estimation Based Attention Network for Metric Learning	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proc. IEEE International Conference on Imaging, Vision and Pattern Recognition	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICIEVICIVPR48672.2020.9306560	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 Sun Zitang, Kamata Sei-Ichiro, Wang Ruoqing	4. 巻 25
2. 論文標題 Semantic Segmentation Refinement Using Entropy and Boundary-guided Monte Carlo Sampling and Directed Regional Search	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proc. IEEE International Conference on Pattern Recognition	6. 最初と最後の頁 3931-3938
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICPR48806.2021.9413099	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 Xue Xi, Kamata Sei-ichiro, Luo Daming	4. 巻 25
2. 論文標題 Skin Lesion Classification Using Weakly-supervised Fine-grained Method	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proc. IEEE International Conference on Pattern Recognition	6. 最初と最後の頁 9083-9090
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICPR48806.2021.9412042	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 Ryu Jegoon, Kamata Sei-ichiro	4. 巻 114
2. 論文標題 An efficient computational algorithm for Hausdorff distance based on points-ruling-out and systematic random sampling	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Pattern Recognition	6. 最初と最後の頁 107857 ~ 107857
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.patcog.2021.107857	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 Peng Shenhui, Kamata Sei-ichiro, Breckon Toby P.	4. 巻 26
2. 論文標題 A Ranking Based Attention Approach for Visual Tracking	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. IEEE International Conference on Image Processing	6. 最初と最後の頁 3073-3077
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICIP.2019.8803358	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 Wang Tianyi, Kamata Sei-ichiro	4. 巻 26
2. 論文標題 Classification of Structural MRI Images in Adhd Using 3D Fractal Dimension Complexity Map	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc.IEEE International Conference on Image Processing	6. 最初と最後の頁 215-219
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICIP.2019.8802930	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 Sugimotoy Kenjiro, Fukushimazy Norishige, Kamatay Sei-ichiro	4. 巻 26
2. 論文標題 200 FPS Constant-Time Bilateral Filter Using SVD and Tiling Strategy	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc.IEEE International Conference on Image Processing	6. 最初と最後の頁 190-194
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICIP.2019.8802927	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 Li Yuqi, Kamata Sei-Ichiro, Liu Haoran	4. 巻 6
2. 論文標題 Edge-guided Hierarchically Nested Network for Real-time Semantic Segmentation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc.IEEE International Conference on Signal and Image Processing Applications	6. 最初と最後の頁 296-301
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICSIPA45851.2019.8977788	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 Liu Haoran, Kamata Sei-Ichiro, Li Yuqi	4. 巻 6
2. 論文標題 Hybrid Featured based Pyramid Structured CNN for Texture Classification	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc.IEEE International Conference on Signal and Image Processing Applications	6. 最初と最後の頁 170-175
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICSIPA45851.2019.8977773	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 Wu Yanan, Kamata Sei-ichiro	4. 巻 3
2. 論文標題 Video Super-Resolution Using Wave-Shape Network	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. International Conference on Video and Image Processing	6. 最初と最後の頁 132-136
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3376067.3376079	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 Luo Daming, Kamata Sei-ichiro	4. 巻 4
2. 論文標題 Diabetic retinopathy grading based on Lesion correlation graph	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proc. IEEE International Conference on Imaging, Vision and Pattern Recognition	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICIEVicIVPR48672.2020.9306664	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 Renjie WU, Sei-ichiro KAMATA	4. 巻 E101-D
2. 論文標題 Sparse Graph based Deep Learning Networks for Face Recognition	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Information and Systems	6. 最初と最後の頁 2209-2219
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transinf.2017PCP0012	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 Yueyu Wang, Sei-ichiro Kamata	4. 巻 1
2. 論文標題 Character Recognition in Japanese Historical Documents via Adaptive Multi-Region Model	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE Proceedings of Joint 7th International Conference on Informatics, Electronics & Vision (ICIEV)	6. 最初と最後の頁 404-409
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICIEV.2018.8640960	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 Mingyao Li, Sei-ichiro Kamata	4. 巻 1
2. 論文標題 Deep Neural Networks with Mixture of Experts Layers for Complex Event Recognition from Images	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 I E E E Proceedings of Joint 7th International Conference on Informatics, Electronics & Vision (ICIEV)	6. 最初と最後の頁 410-415
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICIEV.2018.8641027	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 Mingyang Yu, Sei-ichiro Kamata	4. 巻 1
2. 論文標題 Deep Metric Learning with Online Hard and Soft Selection for Person Re-identification	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 I E E E Proceedings of Joint 7th International Conference on Informatics, Electronics & Vision (ICIEV)	6. 最初と最後の頁 426-431
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICIEV.2018.8641037	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 Wenyun Zou, Sei-ichiro Kamata	4. 巻 1
2. 論文標題 Frontal Gait Recognition from Incomplete RGB-D Streams Using Gait Cycle Analysis	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 I E E E Proceedings of Joint 7th International Conference on Informatics, Electronics & Vision (ICIEV)	6. 最初と最後の頁 453-458
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICIEV.2018.8640960	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 Rui WANG, Sei-ichiro KAMATA	4. 巻 1
2. 論文標題 Nuclei Segmentation of Cervical Cell Images based on Intermediate Segment Qualifier	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE Proceedings of International Conference on Pattern Recognition (ICPR2018)	6. 最初と最後の頁 3941-3946
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICPR.2018.8546215	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 Ziyue DONG, Sei-ichiro KAMATA and Toby BRECKON	4. 巻 1
2. 論文標題 Infrared Image Colorization Using a S-Shape Network	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE Proceedings of International Conference on Image Processing	6. 最初と最後の頁 2242-2246
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICIP.2018.8451230	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 Renjie WU, Sei-ichiro KAMATA	4. 巻 1
2. 論文標題 K3-Sparse Graph Convolutional Networks for Face Recognition	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE Proceedings of 2018 15th International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision	6. 最初と最後の頁 174-179
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICARCV.2018.8581214	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 Koichi YANO, Kenjiro SUGIMOTO, Sei-ichiro KAMATA	4. 巻 1
2. 論文標題 GPU-friendly Approximate Bilateral Filter for 3D Volume Data	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE Proceedings of 2018 Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA ASC)	6. 最初と最後の頁 2054-2058
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.23919/APSIPA.2018.8659773	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 Aiki SAKAGUCHI and Sei-ichiro KAMATA	4. 巻 1
2. 論文標題 Fundus Image Classification for Diabetic Retinopathy Using Disease Severity Grading	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACM Proceedings of 9th International Conference on Biomedical Engineering and Technology (ICBET 2019)	6. 最初と最後の頁 190-196
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3326172.3326198	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 Toshiki KAGE, Kenjiro SUGIMOTO and Sei-ichiro KAMATA	4. 巻 1
2. 論文標題 PCA based Guided Bilateral Filter for Medical Color Images	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACM Proceedings of 9th International Conference on Biomedical Engineering and Technology (ICBET 2019)	6. 最初と最後の頁 142-148
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3326172.3326201	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 -

〔学会発表〕 計9件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 5件)

1. 発表者名 杉本 憲治郎
2. 発表標題 複素スティラブルピラミッドの位相抽出の効率化による高速なMotion Magnification
3. 学会等名 第35回信号処理シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tomoki Otsuka
2. 発表標題 Optimization of Sliding-DCT Based Gaussian Filtering for Hardware Accelerator
3. 学会等名 IEEE International Conference on Visual Communication and Image Processing (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 杉本 憲治郎
2. 発表標題 スライディング変換を用いた定数時間ガボールフィルタ
3. 学会等名 信号処理シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 杉本 憲治郎
2. 発表標題 ガウシアン周辺化を用いた非等方ガウシアンフィルタのカーネル分解
3. 学会等名 信号処理シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomohiro SASAKI
2. 発表標題 Constant-Time Gaussian Filtering for Acceleration of Structure Similarity
3. 学会等名 International Conference on Image Processing and Robotics (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Xiao LIANG and Sei-ichiro KAMATA
2. 発表標題 Hybrid Connection Network for Semantic Segmentation
3. 学会等名 10th International Conference on Digital Image Processing (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 矢野光一, 杉本憲治郎, 鎌田清一郎
2. 発表標題 GPU 処理に適した三次元画像の高速近似バイラテラルフィルタ
3. 学会等名 第24回画像センシングシンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Luyue WANG and Sei-ichiro KAMATA
2. 発表標題 Forgery Image Detection via Mask Filter Banks based CNN
3. 学会等名 11th International Conference on Graphics and Image Processing (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Zebang SONG and Sei-ichiro KAMATA
2. 発表標題 Densely Connected AutoEncoders for Image Compression
3. 学会等名 2nd International Conference on Image and Graphics Processing (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔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
研究協力者	杉本 憲治郎  (Sugimoto Kenjiro)		
研究協力者	呉 仁杰  (Wu Renjie)		
研究協力者	阪口 愛紀  (Sakaguchi Aiki)		

6. 研究組織（つづき）

	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
研究協力者	矢野 光一  (Yano Koichi)		
研究協力者	孫 子棠  (Sun Zitang)		
研究協力者	羅 達明  (Luo Daming)		

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			
英国	Durham University			