

令和 6 年 4 月 30 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K12049

研究課題名（和文）事前知識を導入した深層学習モデルの学習

研究課題名（英文）Training of deep learning models by introducing prior knowledge

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） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：深層学習の学習結果にタスクの制約条件を積極的に取り込むための方法について研究した。具体的には、事前知識を正則化項として取り込む方法、タスクに無関係な情報を学習結果から取り除く方法、事前知識を利用して学習データを水増しする方法等を提案した。提案したアプローチを、画像の識別、画像の領域抽出、物体検出等に応用し、その有効性を実験的に確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

深層学習は訓練データから自動的にモデルのパラメータを推定してくれるため非常に便利であるが得られたモデルにタスクが持つ制約条件が十分に取り入れられていない。本研究では深層学習の学習結果にタスクの制約条件を積極的に取り込むための方法について研究した。これは深層学習の結果を信頼して使うためのひとつのアプローチであると考えられる。

研究成果の概要（英文）：We studied methods for actively incorporating task constraints into the learning results of deep learning. Specifically, we proposed methods for incorporating prior knowledge as a regularization term, removing information irrelevant to the task from the training results, and augmenting the training data using prior knowledge. We applied the proposed approaches to image identification, image region extraction, and object detection, and experimentally confirmed their effectiveness.

研究分野：情報科学

キーワード：深層学習 事前知識 不変特徴抽出 パターン認識

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

ディープラーニングは、訓練用のデータからモデルのパラメータを学習によって決定するため、課題に有効な特徴を人間がプログラムとして陽に記述する従来の方法と比べて、訓練データさえ用意できればモデルの構築が可能であり、人間では思い付かない方法でモデルを実現できるようになった。そのため画像認識等の多くの応用では、従来手法よりも高い性能を実現し、現在の人工知能の中心的な手法となっていた。しかしながら、学習によって訓練用のデータのみから構成したモデルは、何を根拠に結果を導いているのかが不明であり、いわゆるブラックボックスとなってしまっている。説明可能な AI (Explainable AI) では、ディープラーニングのこのような欠点を克服することが重要であるとの観点から、学習済のモデルがどのようなプロセスで予測結果を得ているのかを人間に説明可能する方法が研究されている。また、入力に微小な変動を加えただけで学習済のネットワークの性能が著しく低下する、あるいは、無意味な入力に対しても反応してしまう Adversarial Attack 等の欠点も報告されていた。これらは、ディープラーニングの学習ではタスクを達成するために必要な情報だけでなく、タスクに無関係で不必要な情報をも学習してしまっており、データの背後にあるタスク自体が持つ制約条件が学習済みのモデルに十分に組み込まれていないためであると考えられる。研究代表者等は、科研費基盤研究 (C)「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」(2016 年度～2020 年度)において、文脈情報あるいはトップダウン情報を取り入れた学習法の開発を行ってきた。その中で、文脈情報やトップダウン情報等の訓練データに含まれない情報(事前知識)をも学習に取り込むことの有効性と重要性を痛感していた。

## 2. 研究の目的

本研究では、研究代表者等は、科研費基盤研究 (C)「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」(2016 年度～2020 年度)において行った文脈情報やトップダウン情報等の訓練データに含まれない情報(事前知識)を学習に取り込むというアプローチをさらに進めて、ディープラーニングの学習に事前知識を積極的に取り込む方法について研究する。研究代表者等のこれまでの研究では、事前知識を学習の目的関数に正則化項を加えることで取り込む手法を提案した。本研究課題では、学習に事前知識を取り込む方法を、目的関数に正則化として事前知識を取り込む方法以外に拡大し、事前知識を取り込む学習法の体系化の基盤を作ることを目指す。

## 3. 研究の方法

事前知識の取り込み方法の違いにより、(1)タスクに無関係な変動に対して不変な特徴の抽出による学習の誘導、(2)事前知識を利用して訓練データを生成する手法の2つのサブ課題について研究する。

### (1) 識別に無関係な変動に対して不変な特徴の抽出による学習の誘導

パターン認識では認識タスクに無関係な情報を取り除いて認識タスクに必要な情報のみを抽出して利用することが行われてきた。認識対象の平行移動や拡大縮小等の幾何学的な変換に関しては、それらの変換に不変な特徴を抽出する手法(不変特徴抽出)が知られている。心電を用いた心臓病の診断等の医療応用では、患者の個人差に関する情報を捨て、病気の診断に本質的な情報を抽出することが重要である。また、顔画像からの個人識別課題では、表情の変化は不要な情報であり、表情の変化に関する情報を捨て、個人識別に有効な情報を取り出すことが必要である。ディープラーニングの学習において、このような識別に無関係な変動に対して不変な特徴が抽出できるようにするため、(a) Gradient Reversal Layer (GRL)を導入して、タスクに無関係な情報を陽に抑制する方法、および、(b) Siamese Network を利用して、陽に特徴ベクトルの変動を抑制する方法について検討する。具体的には、(a)では、タスクに無関係な課題用のブランチを作成し、Gradient Reversal Layer によってタスクに無関係な課題の識別を抑制するような学習を行う。一方、(b)では、Siamese Network にタスクに無関係な変動を含むペアを入力とし、それらから抽出される特徴ベクトルが近づくように制約をいれることで、タスクに無関係な変動の少ない特徴抽出を実現する。本研究課題では、これらをベースに識別に無関係な変動に対して不変な特徴の抽出による学習の誘導法について検討する。また、陽に変動に関する情報が得られない場合については、ランダム写像の学習のようなタスクに無関係なタスクを利用して、無関係なタスクの学習を抑制するように学習を誘導する方法についても検討する。

### (2) 事前知識を利用して訓練データを生成する手法

機械学習では、訓練データからモデルのパラメータを学習する。したがって、事前知識を利用

して訓練データを作成することができれば、事前知識を取り入れた学習が可能となると考えられる。例えば、SEM（走査型電子顕微鏡）を用いて同一条件で作成した試料を撮影したとき、価格が10分の1の廉価なSEMで撮影した画像は、高価なSEMで撮影した画像に比べてボケた画像しか得られない。ごく少数の廉価なSEMで撮影した画像と高価なSEMで撮影した画像から、画像処理を用いてボケの過程をある程度再現できれば、画像処理により高価なSEMで撮影した画像から廉価なSEMで撮影した画像を模した画像を生成することが可能となり、画素毎の対応が取れた訓練データを作成することができ、これらの訓練データを学習したモデルを構築することができる。これにより、廉価なSEMしか持たない研究者が、高価なSEMを持つ研究者に特定の試料を数枚撮影してもらっただけで、以降は学習したモデルによって手元の廉価なSEMで撮影した画像を高価なSEM並に鮮明化することが可能となる。最近では、敵対的生成ネットワーク（Generative Adversarial Network (GAN)）を利用し、意味的な知識を取り入れて潜在変数を変更することで、かなり現実的な画像を生成することが可能となってきている。本研究課題では、そうした手法も利用して、事前知識を取り入れた訓練画像集合を人工的に生成し、それを学習することで事前知識を取り込んだ学習を実現する方法についても検討する。

#### 4. 研究成果

##### (1) 識別に無関係な変動に対して不変な特徴の抽出による学習の誘導

眼底画像からの血管領域の抽出において、血管領域は繋がっているという知識を積極的に取り込むために、オイラー標数を利用して、検出された血管領域の連結成分の個数を推定し、それを最小化するような正則化を加えた学習法を提案し論文発表した。図1は、事前知識を取り入れて学習した場合とそうでない場合の結果を示している。事前知識をディープラーニングの学習に取り込むことにより、明らかに血管領域が繋がるようになり、細かな血管も精度よく抽出できるようになっていることがわかる。

また、画像は画素が矩形に並んだ構造をしており、隣の画素との関係が重要である。このような画像に関する知識を積極的に学習に取り込むために、教師画像の各画素の値を画素毎に推定するだけでなく、隣接画素との差が推定画像と教師画像とで等しくなるような正則化を加えた学習法を提案し、超解像度画像の推定、眼底画像からの血管領域の推定に適用し、有効性を確認した。隣の画素との関係を利用するというアイデアは他の応用でも有効である。例えば、画像から検出対象の領域を画素レベルで推定するInstance Segmentationにおいても、隣接画素との差が推定画像と教師画像とで等しくなるような正則化を加えた学習法を適用することにより、物体の境界付近での予測結果が改善されることを確認した。また、同じ対象を異なる視点から撮影した複数の画像から任意の視点からの画像を生成するNeRF (Neural Radiance Field)においても、隣接画素との差が推定画像と教師画像とで等しくなるような正則化を導入することで予測性能が改善されることを確認した。

タスクに無関係な変動に対して頑健な特徴を抽出するための手法としては、Gradient Reversal Layer (GRL) を導入して、タスクに無関係な情報を陽に抑制する方法、および Siamese Network を利用して特徴ベクトルの変動を抑制する方法を提案した。特に、GRL を利用する手法については、心電を用いた心臓疾患の診断に応用し、その結果を国際会議で発表した。

また、Self-Supervised Learning で利用されている手法と識別器を組み合わせ、変動の影響を受けにくい識別器が学習できることを確かめた。具体的には、各サンプル画像に二つの異なる変動を加え、二つの画像を入力としたネットワークの特徴ベクトルがなるべく同じになるように誘導する正則化項 (Barlow Twin Loss) を識別のための損失関数に加えた目的関数を最適化する識別器の学習法を提案した。

さらに、U-Net を用いた領域分割においても、Self-Supervised Learning で利用されている方法を導入して、変動を加えた画像ペアの特徴ベクトルをなるべく近づけるように学習する領域分割手法を提案し、医療画像の領域分割課題において、ノイズなどの変動に頑健な画像の領域分

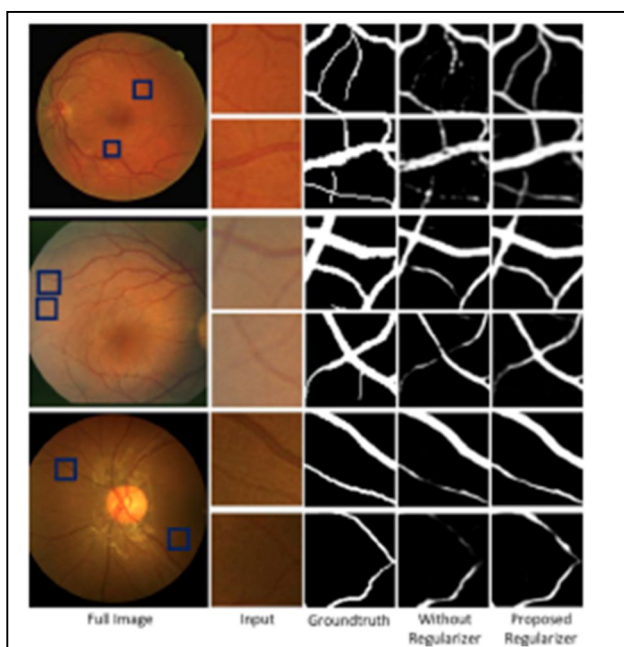


図1 眼底画像からの血管領域の抽出結果（右列から提案手法の結果，従来法の結果，専門家が手動で抽出した結果）

割が可能であることを確認した。

その他、教師信号として検出枠のみが与えられた場合の画素レベルの検出対象の領域の推定 (Box-supervised Instance Segmentation) において、検出枠の境界の画素と検出枠内の各画素との類似度を利用し、背景領域の抽出性能を向上させる方法を提案した。

(2) 事前知識を利用して訓練データを生成する手法については、

高価な SEM で撮影した画像から画像処理により人工的に廉価な SEM で撮影した画像を作成し、人工的に作成したボケた画像から元の高価な SEM で撮影した画像を復元するように深層学習モデルを学習させることで、廉価な SEM で撮影した画像から高価な SEM で撮影したようなきれいな画像を推定することが可能であることを確認した。図 2 は、学習した深層学習モデルにより廉価な SEM で撮影した画像の画質を改善した例である。左端のボケた画像から右端のようなきれいな画像が推定できていることがわかる。

また、敵対的生成ネットワーク (Generative Adversarial Network (GAN)) を利用した画像の生成において、望みの変動を加えた画像を生成できるように特徴空間を制御する方法を提案し、年齢や髪型などの変動を加えた自然な顔画像の生成が可能であることを確認した。これにより、事前知識に基づいた画像を生成することが可能となり、それをディープラーニングに学習させることで事前知識を取り入れた学習が可能となる。

さらに、物体検出において、Instance Segmentation により推定した検出対象の画素レベルでの対象領域の情報を付加することで、物体検出の性能が向上することを確認した。これは、事前知識として Instance Segmentation の結果を利用した手法と考えることができる。

その他、最近の物体検出手法の多くでは、高速化のために Grid を利用しているが、それらの手法では Grid 境界で検出スコアが周期的に減少することを発見し、それを抑制するために Grid 境界付近のデータを水増しすることで、検出性能を改善する方法を提案した。これは、Grid 境界付近で物体検出器の性能が急激に低下するという現在の物体検出器の欠点を補うために Grid 境界付近のデータを水増しして学習させることの有効性を示したものである。

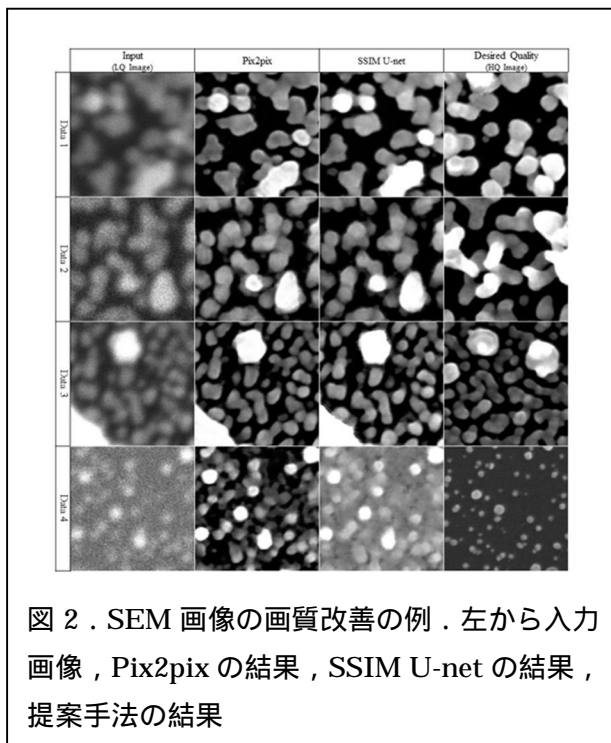


図 2 . SEM 画像の画質改善の例 . 左から入力画像 , Pix2pix の結果 , SSIM U-net の結果 , 提案手法の結果

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 16件 / うち国際共著 10件 / うちオープンアクセス 14件）

1. 著者名 Yudistira Novanto, Kavitha Muthu Subash, Kurita Takio	4. 巻 130
2. 論文標題 Weakly-Supervised Action Localization, and Action Recognition Using Global-Local Attention of 3D CNN	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Journal of Computer Vision	6. 最初と最後の頁 2349 ~ 2363
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11263-022-01649-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 Kavitha Muthu Subash, Gangadaran Prakash, Jackson Aurelia, Venmathi Maran Balu Alagar, Kurita Takio, Ahn Byeong-Cheol	4. 巻 14
2. 論文標題 Deep Neural Network Models for Colon Cancer Screening	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Cancers	6. 最初と最後の頁 3707 ~ 3707
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cancers14153707	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 NOMURA Yuichiro, KURITA Takio	4. 巻 E105.D
2. 論文標題 Sample Selection Approach with Number of False Predictions for Learning with Noisy Labels	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Information and Systems	6. 最初と最後の頁 1759 ~ 1768
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transinf.2022EDP7033	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 Nomura Yuichiro, Kurita Takio	4. 巻 32
2. 論文標題 Data Expansion Approach with Attention Mechanism for Learning with Noisy Labels	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 International Journal on Artificial Intelligence Tools	6. 最初と最後の頁 1~19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S0218213023500276	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 Yudistira Novanto, Kavitha Muthu Subash, Rajan Jeny, Kurita Takio	4. 巻 17
2. 論文標題 Attention-effective multiple instance learning on weakly stem cell colony segmentation	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Intelligent Systems with Applications	6. 最初と最後の頁 200187 ~ 200187
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.iswa.2023.200187	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 MOJOO Jonathan, KURITA Takio	4. 巻 E104.D
2. 論文標題 Deep Metric Learning for Multi-Label and Multi-Object Image Retrieval	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Information and Systems	6. 最初と最後の頁 873 ~ 880
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transinf.2020EDP7226	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 Yu Qien, Kavitha Muthu Subash, Kurita Takio	4. 巻 33
2. 論文標題 Extensive framework based on novel convolutional and variational autoencoder based on maximization of mutual information for anomaly detection	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Neural Computing and Applications	6. 最初と最後の頁 13785 ~ 13807
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00521-021-06017-3	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 Yu Qien, Kavitha Muthusubash, Kurita Takio	4. 巻 450
2. 論文標題 Autoencoder framework based on orthogonal projection constraints improves anomalies detection	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Neurocomputing	6. 最初と最後の頁 372 ~ 388
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neucom.2021.04.033	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 Hakim Lukman, Kavitha Muthu Subash, Yudistira Novanto, Kurita Takio	4. 巻 149
2. 論文標題 Regularizer based on Euler characteristic for retinal blood vessel segmentation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Pattern Recognition Letters	6. 最初と最後の頁 83 ~ 90
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.patrec.2021.05.023	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 Kavitha Muthu Subash, Yudistira Novanto, Ahn Byeong-Cheol, Kurita Takio	4. 巻 41
2. 論文標題 Leveraging network using controlled weight learning approach for thyroid cancer lymph node detection	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Biocybernetics and Biomedical Engineering	6. 最初と最後の頁 1589 ~ 1600
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbe.2021.10.003	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 Lukman HAKIM, Huipeng ZHEN, and Takio KURITA	4. 巻 15
2. 論文標題 Graph Laplacian Regularization based on the Differences of Neighboring Pixels for Anime-like Images Super-Resolution and Fundus Image Segmentation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Journal of Intelligent Engineering and Systems	6. 最初と最後の頁 95-105
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.22266/ijies2022.0228.10	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 NOMURA Yuichiro, KURITA Takio	4. 巻 E105.D
2. 論文標題 Consistency Regularization on Clean Samples for Learning with Noisy Labels	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Information and Systems	6. 最初と最後の頁 387 ~ 395
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transinf.2021EDP7127	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 Yu Qien, Li Chen, Zhu Ye, Kurita Takio	4. 巻 214
2. 論文標題 Convolutional autoencoder based on latent subspace projection for anomaly detection	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Methods	6. 最初と最後の頁 48 ~ 59
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ymeth.2023.04.007	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 Uchinoura Shinji, Miyao Junichi, Kurita Takio	4. 巻 27
2. 論文標題 An Object Detection Method Using Probability Maps for Instance Segmentation to Mask Background	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics	6. 最初と最後の頁 886 ~ 895
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20965/jaciii.2023.p0886	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 UCHINOURA Shinji, KURITA Takio	4. 巻 E107.D
2. 論文標題 Improved Head and Data Augmentation to Reduce Artifacts at Grid Boundaries in Object Detection	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Information and Systems	6. 最初と最後の頁 115 ~ 124
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transinf.2023EDP7079	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 Abe Motoshi, Nomura Yuichiro, Kurita Takio	4. 巻 27
2. 論文標題 Nonlinear dimensionality reduction with q-Gaussian distribution	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Pattern Analysis and Applications	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10044-024-01210-1	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19件(うち招待講演 0件/うち国際学会 19件)

1. 発表者名 Yuichiro Nomura and Takio Kurita
2. 発表標題 Summary of Works on Image Classification with Noisy Labels
3. 学会等名 2022 International Power Electronics Conference, IPEC-Himeji 2022 -ECCE Asia- (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Lukman Hakim and Takio Kurita
2. 発表標題 Pixel Relationships-Based Regularizer for Retinal Vessel Image Segmentation
3. 学会等名 2022 International Power Electronics Conference, IPEC-Himeji 2022 -ECCE Asia- (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shinji Uchinoura and Takio Kurita
2. 発表標題 Graph Laplacian Regularization based on the Differences of Neighboring Pixels for Conditional Convolutions for Instance Segmentation
3. 学会等名 2022 26th International Conference on Pattern Recognition (ICPR), (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ramyaa Murugan, Jonathan Mojoo and Takio Kurita
2. 発表標題 Supervised Learning for Convolutional Neural Network with Barlow Twins
3. 学会等名 Artificial Neural Networks and Machine Learning (ICANN 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Jiazhou Zheng, Hiroaki Aizawa and Takio Kurita
2. 発表標題 Additional Learning for Joint Probability Distribution Matching in BiGAN
3. 学会等名 The 29th International Conference on Neural Information Processing (ICONIP) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yuta Konishi and Takio Kurita
2. 発表標題 Improvement of Robustness to Noise for Medical Image Segmentation by using Self-Supervised Learning Approach
3. 学会等名 The 29th International Workshop on Frontiers of Computer Vision (IW-FCV2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Motoshi Abe and Takio Kurita
2. 発表標題 q-Softplus Function: Extensions of Activation Function and Loss Function by using q-Space
3. 学会等名 the 6th Asian Conference on Pattern Recognition (ACPR2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Motoshi Abe and Takio Kurita
2. 発表標題 PatchNet: Patching Trained Model by Additional Neural Network
3. 学会等名 The 28th International Workshop on Frontiers of Computer Vision (IW-FCV) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Simin Liu, Yuta Konishi, Junichi Miyao and Takio Kurita
2. 発表標題 Optimization of Re-ranking based on k-reciprocal for Vehicle Re-identification
3. 学会等名 The 28th International Workshop on Frontiers of Computer Vision (IW-FCV) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hidenori Ide, Hiromu Fujishige, Junichi Miyao and Takio Kurita
2. 発表標題 Decomposition of Invariant and Variant Features by using Convolutional Autoencoder
3. 学会等名 The 28th International Workshop on Frontiers of Computer Vision (IW-FCV) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Motoshi Abe, Junichi Miyao and Takio Kurita
2. 発表標題 Parametric q-Gaussian distributed stochastic neighbor embedding with Convolutional Neural Network
3. 学会等名 2021 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Michiaki Ueda, Keijiro Kanda, Junichi Miyao, Shogo Miyamoto, Yukiko Nakano and Takio Kurita
2. 発表標題 Invariant Feature Extraction for CNN Classifier by using Gradient Reversal Layer
3. 学会等名 2021 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Huipeng Zheng, Lukman Hakim, Takio Kurita and Junichi Miyao
2. 発表標題 Single-Image Super-Resolution Reconstruction based on the Differences of Neighboring Pixels
3. 学会等名 Neural Information Processing. ICONIP 2021. Communications in Computer and Information Science (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Koshiro Nagano, Yoshiharu Mukouyama, Takashi Nishimura, Hiroyuki Fujioka, Kenji Watanabe, Takio Kurita, Akinori Hidaka
2. 発表標題 Noise Reduction of SEM Images using U-net with SSIM Loss Function
3. 学会等名 The ISCTE International Symposium on Stochastic Systems Theory and its Applications (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Jiazhou Zheng, Hiroaki Aizawa and Prof. Takio Kurita
2. 発表標題 Facial Image Manipulation via Discriminative Decomposition of Semantic Space
3. 学会等名 2023 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kohei Fukuda, Takio Kurita, and Hiroaki Aizawa
2. 発表標題 Neural Radiance Fields with Regularizer Based on Differences of Neighboring Pixels
3. 学会等名 2023 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Wang, Y., Aizawa, H., Kurita, T.
2. 発表標題 Image Inpainting for Large and Irregular Mask Based on Partial Convolution and Cross Semantic Attention
3. 学会等名 The 7th Asian Conference on Pattern Recognition (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Zhicheng Zhang and Takio Kurita
2. 発表標題 Tackling Background Misclassification in Box-supervised Segmentation
3. 学会等名 International Workshop on Frontiers of Computer Vision (IW-FCV) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Eito Tada and Takio Kurita
2. 発表標題 Clustering of Face Images in Video by Using Deep Learning
3. 学会等名 International Workshop on Frontiers of Computer Vision (IW-FCV) (国際学会)
4. 発表年 2024年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>国際会議での受賞3件</p> <p>2022年 International Workshop on Frontiers of Computer Vision (IW-FCV2022) Best Presentation Award, Hidenori Ide, Hiromu Fujishige, Junichi Miyao and Takio Kurita, "Decomposition of Invariant and Variant Features by using Convolutional Autoencoder" 2022.02.21.</p> <p>2024年 International Workshop on Frontiers of Computer Vision (IW-FCV2024) Best Paper Award, Zhicheng Zhang and Takio Kurita, "Tackling Background Misclassification in Box-supervised Segmentation: A Background Constraint Approach," 2024.02.20.</p> <p>2024年 International Workshop on Frontiers of Computer Vision (IW-FCV2024) Excellent Student Paper Award, Eito Tada and Takio Kurita, "Clustering of Face Images in Video by Using Deep Learning," 2024.02.20.</p>
---

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