

令和 5 年 5 月 19 日現在

機関番号：14401

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2022

課題番号：19K20344

研究課題名（和文）深層学習に内在する不確実性の利用と制御によるデータ構造理解と異常検知への応用

研究課題名（英文）Uncertainty in Deep Learning for Understanding Data Mechanism and Anomaly Detection

研究代表者

松原 崇（Matsubara, Takashi）

大阪大学・大学院基礎工学研究科・准教授

研究者番号：70756197

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、深層学習のもつ柔軟性を保ちつつ、以下の問題を解決した。(a1) 深層生成モデルの出力分布を解析し、異常データに対する不適当な汎化を検出し、「何を知らないかを知っている深層学習」を実現した。(a2) 上記成果によって学習が不十分なデータを検出し、一般的な識別問題の学習の高速化、信頼性や解釈性の向上を実現した。(b1) 構造化深層生成モデルを提案することで、新しいデータグループの異常検知(zero-shot 異常検知)を実現した。(b2) これらの知見を他の生成モデルに一般化し、代表的な異常を検出したたりデータの意味を抽出するアルゴリズムやモデル構造を提案した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

深層学習はデータさえ与えれば様々なタスクを実現できる一方、その信頼性や解釈性に対し疑問が投げかけられており、特に上手くいかない場合にデータを集める以外に解決策がないと考えられてきた。本研究は特に異常検知において、深層学習の柔軟性がむしろデメリットとして働くことを示し、そしてそれを解決するための解析方法を提案した。また深層生成モデルの構造化によって、専門家の知識や解析結果を考慮することが可能であることを示した。これらの成果は、深層学習の持つ根本的な問題点を大きく解決するとともに、人とAI技術が安心して共存していく未来社会の実現の一助となるものである。

研究成果の概要（英文）：In this study, I addressed the following problems while maintaining the flexibility of deep learning. (a1) I analyzed the output distribution of deep generative models, detected inappropriate generalizations for anomalous data, and proposed "deep learning that knows what it does not know." (a2) By leveraging the above results, I detected data that deep learning insufficiently learns, leading to accelerated classification learning, as well as enhanced reliability and interpretability. (b1) By proposing a structured deep generative model, I proposed anomaly detection for new data groups (zero-shot anomaly detection). (b2) I generalized these findings to other generative models, proposing algorithms and model structures for detecting representative anomalies and extracting the semantic meaning of dataset.

研究分野：機械学習

キーワード：深層学習 不確実性 異常検知 解釈可能性

1. 研究開始当初の背景

深層学習は柔軟な表現力をもつことから、画像認識や音声処理といった基礎的な課題から強化学習などの応用まで、様々な分野において目覚ましい成果を遂げている。深層学習は高い汎化性能を持ち、少ない手がかりから未知のデータを解釈することができる。このような利点が逆に欠点になる問題が異常検知である。

深層学習の一種である深層生成モデルも、異常検知において一定の成果を挙げている。しかし、深層学習の高すぎる柔軟性は、本来目的としないデータに対しても、高い確信度で何らかの解釈を返してしまい、異常を検出する性能が低い。医療画像を例にすると、人の体型には大きな個人差があるため、全ての個人を学習するためには多くの特徴量（基底関数）が必要である。するとその特徴のいくつかは、本来検出すべき異常な病変に汎化してしまい検出できず、真陽性率が低下する。柔軟性に乏しい従来手法ではこの問題は生じないが、高い性能は望めない。このままでは深層学習システムが異常事態に遭遇したとき、人間の判断を仰いだり緊急停止することができず、信頼性に大きな問題を抱えてしまう。

異常検知は一般に、与えられたデータと正常データ領域との距離（＝異常度）を計測し、距離の大きなデータを「異常」として検出する。そのため、機械学習システムは対象のデータ構造を正しく理解する必要がある。

2. 研究の目的

本研究はベイズモデル化の視点から深層学習の出力の性質を解析することで、「何でもできる深層学習」ではなく、(a)「何を知らないかを知っている深層学習」を提案する。また不要な汎化を抑制し、必要な汎化を与えるため、(b)専門家の持つ抽象的知識を効率よく導入できるような構造化深層生成モデルを提案する。この2つによって、深層学習によって高性能の異常検知システムを構築するとともに、識別問題に代表される一般的な深層学習システムの高性能化・高信頼化をも実現する。

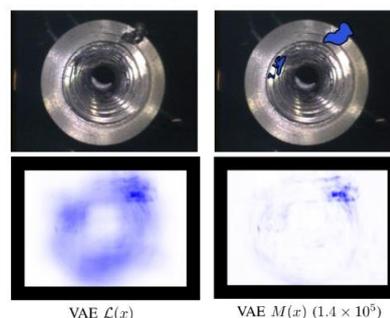
より具体的には以下の通りである。(a1) 深層生成モデルの出力分布を解析し、異常データに対する不適当な汎化を検出し、「何を知らないかを知っている深層学習」を実現する。(a2) 学習が不十分なデータを検出し、一般的な識別問題の学習の高速化、信頼性や解釈性の向上を実現する。(b1) 構造化深層生成モデルを提案することで、新しいデータグループの異常検知(zero-shot 異常検知)を実現する。(b2) これらの知見を他の生成モデルに一般化し、代表的な異常を検出したりデータの意味を抽出するアルゴリズムやモデル構造を提案する。

3. 研究の方法

方法と成果が不可分であるため、「4. 研究成果」にまとめて記載する。

4. 研究成果

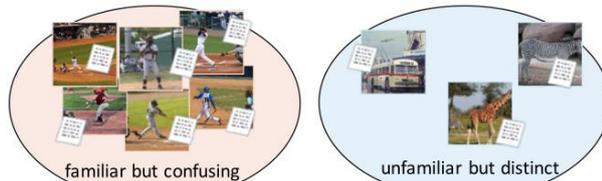
「(a1)何を知らないかを知っている深層学習」とは「知らないものに対して、高い確信度で意思決定することを防ぐ」ことを目的とする。そのためには「知っている」と「知らない」を区別する必要があり、深層学習の出力の不確実性について検討した。成果[1]において、異常検知で広く用いられている変分自己符号化器(variational autoencoder; VAE)の出力を解析した。異常検知では正常なデータでVAEを学習させ、画像の再構成をさせる。異常なデータは数が少ないため、モデルの学習が不十分であり、うまく再構成できない。よって、再構成が失敗した部分が異常であると判定できる。学習不足による不確実性は epistemic uncertainty と呼ばれる。しかし、実際には見た目が複雑な部分が誤検出されることを突き止めた(右図左下パネル青色部分)。このデータそのものに起因する不確実性を aleatoric uncertainty という。つまり、「異常である(モデルが知らない)から正常に処理できない(epistemic)」ことと「知っているが見た目が複雑だから正常に処理できない(aleatoric)」ことの区別がついていない。VAEの出力であるガウス分布の対数尤度を分析し、その分散を見ることで見た目が複雑であり再構成が失敗するケースを検出できることを突き止めた。よって、「予想に反して再構成が失敗する」ことを異常と判定したところ、右下パネルのように、異常を選択的に検出することに成功した。「何を知らないか知っている深層学習」の一つが作成できたと言える。



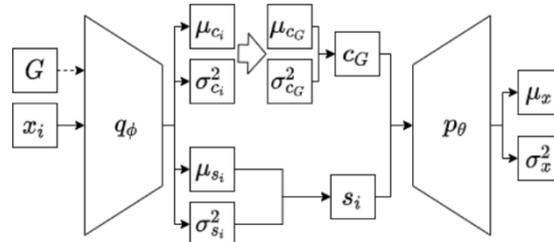
「(a2)学習が不十分なデータを検出し、一般的な識別問題の学習の高速化、信頼性や解釈性の向上する」では成果[2][3]をまとめた。それぞれ画像テキスト間検索と知識グラフ埋め込みを題材に、「知らない(epistemic uncertainty)」と「知っているが難しい(aleatoric uncertainty)」の分離を試みた。これらの手法はデータの持つ意味を、意味空間と呼ばれる抽象的な空間中の座標

で表現し、その近さなどでデータを検索したり、同一視・区別したりする。そこで、意味空間における表現を点ではなく、[1]と同様にガウス分布関数にすることで、aleatoric uncertainty を定量化できることを確認した。これは、意味があいまいなデータは簡単に他のデータとマッチングするため（例えば、写真に動物の一部しか写っていないと、犬か狸か区別できず、どちらともマッチングする）、一つの点で表現できず大きな広がりを持つ。よって、広がりをお自動的に調整すると、広がり大きいデータはあいまいであるということができる。またいくつかの先行研究より、モデルにベイズ的な重み推定を導入することで、epistemic uncertainty（＝知っているが曖昧・難しい）を定量化できることを確認した。ベイズ的な重みを導入すると、深層学習の出力は処理ごとに大きくなるばらつきを持つ。通常、出力が安定するように学習が進むので、ほとんどのデータの出力はばらつきが小さいが、学習不足のデータはばらつきが大きくなるままになる。よってこのばらつきの大きさを確認すれば、学習が不十分なデータ（＝知らない）を検出できる。以下に模式図を添付する。

[2]ではどちらの指標も検索の失敗の検出に役立つが、特に epistemic uncertainty が大事であることを突き止めた。これにより、問題のある検索結果を事前に排除するアルゴリズムを提案した。[3]では、特に aleatoric uncertainty に注目し、不確実性の高いデータを「知っているにも役に立たない」データであると見なし、学習中に自動的に重みを小さくするアルゴリズムを開発し、グラフからの情報検索の高精度化を実現した。



「(b1) 構造化深層生成モデルを提案することで、新しいデータグループの異常検知(zero-shot 異常検知)を実現する」では(a1)で用いた VAE を拡張した。新しいデータグループを処理するため、任意長のデータ（例えば枚数が限定されない画像の集まり）を入力として受け取れるネットワーク構造を用い、そこからデータグループに共通の特徴を取り出し、処理できる機構を追加した。いわば「今新しく知った」知識を利用し、そこから逸脱しているかどうかを判定することができ、まったく新しいデータグループに対しても異常検知が実行可能になった。この成果は[4]にまとめた。



「(b2) これらの知見を他の生成モデルに一般化し、代表的な異常を検出したりデータの意味を抽出するアルゴリズムやモデル構造を提案する」においては、応用として様々な成果につながった。1例として、(a1)で得られた知見を応用し、VAEではなく拡散モデルという異なる生成モデルでの異常検知にも取り組んだ。複雑な形状を細かく検出できるアルゴリズムの開発に繋がり成果[5]にまとめた。また強化学習で用いられる世界モデルというデータから構築されたシミュレータのようなものについて、(b1)で開発した構造化された生成モデルを応用し、データ効率の向上を実現した。これは成果[6]にまとめている。 (a2)で取り組んだ意味空間の解析は、意味空間が持つ幾何学的構造の抽出に繋がり、成果[7]にまとめている。

本研究課題のコア部分である(b1)の達成と、それを支える基礎理論である(a1)(a2)の進展、そしてそれらの発展である(b2)の達成と、幅広い成果に繋がった。

参考文献（成果）リスト

- [1] Takashi Matsubara, Kazuki Sato, Kenta Hama, Ryosuke Tachibana, and Kuniaki Uehara, "Deep Generative Model using Unregularized Score for Anomaly Detection with Heterogeneous Complexity," IEEE Transactions on Cybernetics, vol. 52, no. 6, pp. 5161-5173, 2022.
- [2] Kenta Hama, Takashi Matsubara, Kuniaki Uehara, and Jianfei Cai, "Exploring Uncertainty Measures for Image-Caption Embedding-and-Retrieval Task," ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications, vol. 17, no. 2, article no. 46, 2021.
- [3] Kenta Hama, and Takashi Matsubara, "Multi-Modal Entity Alignment Using Uncertainty Quantification for Modality Importance," IEEE Access, 2023.
- [4] Kazuki Sato, Satoshi Nakata, Takashi Matsubara, and Kuniaki Uehara, "Few-shot Anomaly Detection using Deep Generative Models for Grouped Data," IEICE Transactions on Information and Systems, vol.E105-D, no.2, pp.436-440, 2022.
- [5] Yu Kashihara, and Takashi Matsubara, "Application of Denoising Image Restoration to Anomaly Detection," Proc. of 2022 International Symposium on Nonlinear Theory and Its Applications (NOLTA2022), Online, Dec. 2022.
- [6] Rousslan Fernand Julien Dossa, Takashi Matsubara, "Toward Human Cognition-

inspired High-Level Decision Making For Hierarchical Reinforcement Learning Agents,
" ICML2022 Workshop on the Decision Awareness in Reinforcement Learning,
Virtual/Maryland, Jul. 2022.

[7] Takehiro Aoshima and Takashi Matsubara, "Deep Curvilinear Editing: Commutative
and Nonlinear Image Manipulation for Pretrained Deep Generative Model," Proc. of The
IEEE/CVF Computer Vision and Pattern Recognition Conference 2023 (CVPR2023), Jun.
2023.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Kazuki Sato, Satoshi Nakata, Takashi Matsubara, Kuniaki Uehara	4. 巻 E105.D
2. 論文標題 Few-shot Anomaly Detection using Deep Generative Models for Grouped Data	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Information and Systems	6. 最初と最後の頁 436-440
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 オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Kenta Hama, Takashi Matsubara, Kuniaki Uehara, and Jianfei Cai	4. 巻 -
2. 論文標題 Exploring Uncertainty Measures for Image-Caption Embedding-and-Retrieval Task	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, 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） 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 該当する

1. 著者名 Takashi Matsubara	4. 巻 E104.D
2. 論文標題 Target-Oriented Deformation of Visual-Semantic Embedding Space	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Information and Systems	6. 最初と最後の頁 24 ~ 33
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1587/transinf.2020MUP0003	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 Kohei Nakai, Takashi Matsubara, Kuniaki Uehara	4. 巻 E104.D
2. 論文標題 Neural Architecture Search for Convolutional Neural Networks with Attention	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Information and Systems	6. 最初と最後の頁 312 ~ 321
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1587/transinf.2020EDP7111	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 Rousslan F. J. Dossa, Xinyu Lian, Hirokazu Nomoto, Takashi Matsubara, Kuniaki Uehara	4. 巻 E103.D
2. 論文標題 Hybrid of Reinforcement and Imitation Learning for Human-Like Agents	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Information and Systems	6. 最初と最後の頁 1960 ~ 1970
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transinf.2019EDP7298	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 Takashi Matsubara, Kazuki Sato, Kenta Hama, Ryosuke Tachibana, Kuniaki Uehara	4. 巻 -
2. 論文標題 Deep Generative Model Using Unregularized Score for Anomaly Detection With Heterogeneous Complexity	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Cybernetics	6. 最初と最後の頁 1 ~ 13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TCYB.2020.3027724	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 Kazuki Kawamura, Takashi Matsubara, and Kuniaki Uehara	4. 巻 Vol. E103-D, No.06NaN
2. 論文標題 Deep State-Space Model for Noise Tolerant Skeleton-based Action Recognition	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Information and Systems	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) 10.1587/transinf.2019MVP001	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 Hama Kenta, Matsubara Takashi	4. 巻 11
2. 論文標題 Multi-Modal Entity Alignment Using Uncertainty Quantification for Modality Importance	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 28479 ~ 28489
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ACCESS.2023.3259987	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50件(うち招待講演 1件/うち国際学会 17件)

1. 発表者名 Takahito Yoshida, Takaharu Yaguchi, Takashi Matsubara
2. 発表標題 Imbalance-Aware Learning for Deep Physics Modeling
3. 学会等名 ICLR2022 Workshop on AI for Earth and Space Science (ai4earth) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Rousslan Fern, Julien Dossa, Takashi Matsubara
2. 発表標題 Toward Human Cognition-inspired High-Level Decision Making For Hierarchical Reinforcement Learning Agents
3. 学会等名 The 2021 Nonlinear Science Workshop (NLSW2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takashi Matsubara, Yuto Miyatake, Takaharu Yaguchi
2. 発表標題 Symplectic Adjoint Method for Exact Gradient of Neural ODE with Minimal Memory
3. 学会等名 Advances in Neural Information Processing Systems 35 (NeurIPS2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takumi Kimura, Takashi Matsubara, Kuniaki Uehara
2. 発表標題 ChartPointFlow for Topology-Aware 3D Point Cloud Generation
3. 学会等名 ACM International Conference on Multimedia (ACMMM) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takehiro Aoshima, Takashi Matsubara, Takaharu Yaguchi
2. 発表標題 Deep Discrete-Time Lagrangian Mechanics
3. 学会等名 ICLR2021 Workshop on Deep Learning for Simulation (SimDL) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Range-Equivariant Convolution for Spherical Projection-based Segmentation of LiDAR Point Clouds
2. 発表標題 Hidetaka Marumo, Takashi Matsubara
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告 複雑コミュニケーションサイエンス研究会 (CCS)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Evaluation of Industrial Anomaly Detection using Diffusion Model
2. 発表標題 Yu Kashihara, Takashi Matsuba
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告 複雑コミュニケーションサイエンス研究会 (CCS)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Learning Physical Systems with Imbalance-Aware Deep Learning
2. 発表標題 Takahito Yoshida, Takaharu Yaguchi, Takashi Matsubara
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告 複雑コミュニケーションサイエンス研究会 (CCS)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 シンプレクティック随伴変数法に基づく省メモリなNeural ODEの学習
2. 発表標題 松原崇, 宮武勇登, 谷口隆晴
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告 複雑コミュニケーションサイエンス研究会 (CCS)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Toward Human Cognition-inspired High-Level Decision Making For Hierarchical Reinforcement Learning Agents
2. 発表標題 Rousslan Fern, Julien Dossa, Takashi Matsubara
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告 複雑コミュニケーションサイエンス研究会 (CCS)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 幾何学的構造を考慮した3次元点群のための深層生成モデル
2. 発表標題 木村匠, 松原崇, 上原邦昭
3. 学会等名 第24回情報論的学習理論ワークショップ (IBIS2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 シンプレクティック随伴変数法による高速省メモリなNeural ODEの勾配計算
2. 発表標題 松原崇, 宮武勇登, 谷口隆晴
3. 学会等名 第24回情報論的学習理論ワークショップ (IBIS2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 シンプレクティック数値積分法を用いたNeural ODEの学習
2. 発表標題 松原崇, 宮武勇登, 谷口隆晴
3. 学会等名 電子情報通信学会 情報論的学習理論と機械学習研究会 (IBISML)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 幾何学的構造を考慮した深層学習による3次元点群生成
2. 発表標題 木村匠, 松原崇, 上原邦昭
3. 学会等名 第35回人工知能学会全国大会 (JSAI 2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 変分自己符号化器による分布外検知のための潜在変数分布
2. 発表標題 中作勇介, 松原崇
3. 学会等名 第35回人工知能学会全国大会 (JSAI 2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 物理現象のエネルギー挙動を離散時間で保証する深層学習シミュレーション
2. 発表標題 松原崇, 青嶋雄大, 石川歩惟, 谷口隆晴
3. 学会等名 第35回人工知能学会全国大会 (JSAI 2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kohei Nakai, Takashi Matsubara and Kuniaki Uehara
2. 発表標題 Att-DARTS: Differentiable Neural Architecture Search for Attention
3. 学会等名 The 2020 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN2020), (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takashi Matsubara, Ai Ishikawa, Takaharu Yaguchi
2. 発表標題 Deep Energy-Based Discrete-Time Physics
3. 学会等名 Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 木村匠, 松原崇, 上原邦昭
2. 発表標題 トポロジーを考慮した3次元点群深層生成モデル
3. 学会等名 情報処理学会 コンピュータビジョンとイメージメディア研究会(CVIM2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 綿岡晃輝, 松原崇, 上原邦昭
2. 発表標題 Counterfactual Image Generation using GAN for Fairness
3. 学会等名 情報処理学会 コンピュータビジョンとイメージメディア研究会(CVIM2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤岡和暉, 松原崇, 上原邦昭
2. 発表標題 ペア入力を用いた敵対的学習による医用画像スタイル変換
3. 学会等名 医用画像研究会(MI2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 草野航希, 松原崇, 上原邦昭
2. 発表標題 属性情報を分離したfMRI 画像の深層状態空間モデル
3. 学会等名 医用画像研究会(MI2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐藤 一輝, 中田 智史, 松原 崇, 上原 邦昭
2. 発表標題 集合データの共通特徴抽出を利用したFew-shot異常検知
3. 学会等名 情報論的学習理論と機械学習研究会 (IBISML2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐藤 一輝, 松原 崇, 上原 邦昭
2. 発表標題 画像データを対象とした異常検知の動向と今後の展望
3. 学会等名 複雑コミュニケーションサイエンス研究会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中井 康平, 松原 崇, 上原 邦昭
2. 発表標題 注意機構を持った深層ニューラルネットワークの勾配探索
3. 学会等名 第34回人工知能学会全国大会 (JSAI2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 綿岡晃輝, 松原 崇, 上原 邦昭
2. 発表標題 公平性により生じる敵対的攻撃に対する脆弱性
3. 学会等名 第34回人工知能学会全国大会 (JSAI2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松原崇, 石川歩惟, 谷口隆晴,
2. 発表標題 エネルギー保存則・散逸則を保証する深層物理シミュレーション
3. 学会等名 第23回情報論的学習理論ワークショップ (IBIS2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 濱健太, 松原崇, 上原邦昭
2. 発表標題 知識グラフ上の経路クエリの横断評価モデル
3. 学会等名 第34回人工知能学会全国大会 (JSAI2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Boqian Zhou, Hirokazu Nomoto, Takashi Matsubara, and Kuniaki Uehara
2. 発表標題 Training Pedestrians' Detector Based on Hybrid Loss with Weak Annotations
3. 学会等名 The 8th Korea-Japan Joint Workshop on Complex Communication Sciences (KJCCS) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kohei Nakai, Takashi Matsubara, and Kuniaki Uehara
2. 発表標題 Att-DARTS: Differentiable Neural Architecture Search for Attention
3. 学会等名 The 2020 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 濱健太, 松原崇, 上原邦昭
2. 発表標題 ベイズ的深層学習を用いた画像テキスト検索における信頼性評価
3. 学会等名 電子情報通信学会 情報論的学習理論と機械学習研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤岡和暉, 松原崇, 上原邦昭
2. 発表標題 自動運転向け物体検出システムのための敵対的昼夜変換
3. 学会等名 電子情報通信学会 情報論的学習理論と機械学習研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤一輝, 濱健太, 松原崇, 上原邦昭
2. 発表標題 深層教師なし異常部分検知のための偶然的不確かさを考慮した異常度
3. 学会等名 電子情報通信学会 情報論的学習理論と機械学習研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 草野航希, 田代哲生, 松原崇, 上原邦昭
2. 発表標題 深層特権属性モデルによるfMRI画像に基づく精神疾患診断
3. 学会等名 電子情報通信学会 ニューロコンピューティング研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉田和輝, 松原崇, 上原邦昭
2. 発表標題 データセットシフト下における深層学習の確信度の較正
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告 複雑コミュニケーションサイエンス研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤一輝, 濱健太, 松原崇, 上原邦昭
2. 発表標題 偶然的な不確かさに頑健な深層教師なし欠陥領域セグメンテーション
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告 複雑コミュニケーションサイエンス研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 草野航希, 田代哲生, 松原崇, 上原邦昭
2. 発表標題 属性を考慮した深層生成モデルによるfMRI画像に基づく精神疾患診断
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告 複雑コミュニケーションサイエンス研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 濱健太, 松原崇, 上原邦昭
2. 発表標題 遷移関数とスコア関数の分離による知識グラフの補完
3. 学会等名 電子情報通信学会 情報論的学習理論と機械学習研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 綿岡晃輝, 松原崇, 上原邦昭
2. 発表標題 公平性が引き起こす敵対的攻撃に対する脆弱性
3. 学会等名 電子情報通信学会 情報論的学習理論と機械学習研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 綿岡晃輝, 松原崇, 上原邦昭
2. 発表標題 敵対的攻撃に対する公平な分類器の脆弱性
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会講演論文集
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉田和輝, 松原崇, 上原邦昭
2. 発表標題 深層学習におけるモデルの信頼性評価指標の検討
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会講演論文集
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 木村匠, 松原崇, 上原邦昭
2. 発表標題 Neural ODEを用いた超解像ニューラルネットワークの高精度化
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会講演論文集
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takehiro Aoshima, Takashi Matsubara
2. 発表標題 Deep Curvilinear Editing: Commutative and Nonlinear Image Manipulation for Pretrained Deep Generative Model
3. 学会等名 The IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Takashi Matsubara, Takaharu Yaguchi
2. 発表標題 FINDE: Neural Differential Equations for Finding and Preserving Invariant Quantities
3. 学会等名 The Eleventh International Conference on Learning Representations (ICLR2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yu Kashihara, Takashi Matsubara
2. 発表標題 Inverse Heat Dissipation Model for Image Segmentation
3. 学会等名 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Takehiro Aoshima, Takashi Matsubara
2. 発表標題 Learning Attribute Curvilinear Coordinates for Pretrained Deep Generative Model
3. 学会等名 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yu Kashihara, Takashi Matsubara
2. 発表標題 Application of Denoising Image Restoration to Anomaly Detection
3. 学会等名 International Symposium on Nonlinear Theory and Its Applications (NOLTA2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kenta Hama, Takashi Matsubara
2. 発表標題 Common Space Learning with Gaussian Embedding for Multi-Modal Entity Alignment
3. 学会等名 International Symposium on Nonlinear Theory and Its Applications (NOLTA2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takehiro Aoshima, Takashi Matsubara
2. 発表標題 Nonlinear and Commutative Editing in Pretrained GAN Latent Space
3. 学会等名 NeurIPS 2022 Workshop on Symmetry and Geometry in Neural Representations (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takahito Yoshida, Takashi Matsubara
2. 発表標題 On Loss Function for Deep Learning of Physical Systems
3. 学会等名 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 未知のデータにも再学習せずに適応できる異常検知アルゴリズム	発明者 松原崇, 上原邦昭, 佐藤一輝, 中田智史	権利者 株式会社三菱ケ ミカルホール ディングス, 国
産業財産権の種類、番号 特許、2020-175584	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔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
---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------