

令和 6 年 6 月 10 日現在

機関番号：25406

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19K12142

研究課題名（和文）構造適応型深層学習によるTeacher-Student型逐次的再学習モデルの提案

研究課題名（英文）Teacher-Student Sequential Re-learning Model in Adaptive Structure Deep Learning

研究代表者

市村 匠（Ichimura, Takumi）

県立広島大学・地域創生学部・教授

研究者番号：10295842

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）：学習データに最適なRBMのニューロン数と層の数を自動で定めるAdaptive RBM-DBNと呼ばれる構造適応型学習法は、高い分類精度を示している。医療画像や感情など、曖昧性や矛盾を含む場合には精度の向上が期待できない。この課題に対し2つ以上のモデルを用いたアンサンブル学習として、Teacher-Student(T/S)構造適応型深層学習モデルを提案した。顔感情データ、軽度認知症データに適用したところ、分類性能が向上した。さらに、西日本豪雨災害時の航空画像や衛星画像を用いて、土砂災害による被災した道路を回避しながら避難経路の探索をリアルタイムで発見する方法を提案し、その有効性を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

IoTや医療等、データが収集・蓄積されたデータをそのまま画像解析やデータ分析に使用されている。学習時には出現していなかった特徴をもつデータが混在していることがあり、これらを外れ値やノイズとして処理するのではなく、一つの新たな特徴として処理する必要がある。Teacher-Student構造適応型深層学習モデルは実在するデータを無視するのではなく、再学習した知識を蒸留する形で、適切な構造をもつ深層学習法の一つとして提案した。

研究成果の概要（英文）：An adaptive structural learning method called Adaptive RBM-DBN, which automatically determines the optimal number of RBM neurons and layers for the training data, has shown high classification accuracy. However, the accuracy cannot be expected to improve in the case of ambiguity or inconsistency, such as medical images or emotions. We proposed the Teacher-Student (T/S) adaptive structural deep learning model as an ensemble learning method using two or more models. We applied the model to facial emotion data and dementia data, and found that the classification performance was improved. Furthermore, we proposed a method for real-time discovery of evacuation routes while avoiding roads damaged by landslides using aerial and satellite images during the torrential rain disaster in western Japan, and demonstrated the effectiveness of the proposed method.

研究分野：深層学習

キーワード：構造適応型深層学習 構造適応型RBM 構造適応型DBN Teacher-Student構造適応型深層学習 AffectNet 軽度認知症画像判定

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

深層学習の技術は、データの背後に潜む規則性や特異性を発見することで、人間と同程度あるいはそれ以上の学習能力を実現している。過去の事例・観測データからの学習に基づき、モノやコトの判別・分類、予測、異常検知等の知的な判断をコンピュータで実現している。しかしながら、応用するシステムの対象データと ILSVRC の画像は異なるため、転移学習では高い分類精度が得られていない。このため、我々は、Restricted Boltzmann Machine (RBM) を階層的に積み上げた Deep Belief Network (DBN) において、学習データに最適な RBM のニューロン数を自動で定める構造適応型 RBM (Adaptive RBM) と、事前学習した Adaptive RBM を層とし、自動で階層構造を構築する構造適応型 DBN (Adaptive DBN) を提案し、高い分類能力を示す(学習用データにはほぼ 100%) 学習法を提案した。

2. 研究の目的

我々が独自に開発した Adaptive RBM や Adaptive DBN は、従来の CNN 手法とは異なり、ビッグデータの交差検証により高い分類能力を持つことが示されている。本研究においては、最適な構造と誤差の収束性に関する指標を与え、アンサンブル学習として Teacher-Student (T/S) モデルを構築することで、未知データの誤判定ケースや外れ値、ノイズなどのデータを再学習する方法を究明する。一般的な T/S モデルは、2 つ以上のモデルを用いてアンサンブル学習を行い高計算コストにつながる。本研究では、指標をもとに、学習済の Adaptive RBM や DBN を再学習し、未知データ等の逐次的学習法を実現する。開発したモデルを画像データだけでなく、テキスト、センサーデータ等と同時に学習する手法を用いて、多様なデータでの有効性を検証する。この結果、IoT によりクラウドに新たに収集されるデータに対しても自動で学習でき、多様な分野での実用化を図ることを目的とした。

3. 研究の方法

本研究を次の 6 段階に分け、それぞれ研究を行った。

構造適応型深層学習アルゴリズムの理論的研究

生成されたニューロンが処理する各事例に対し、入力から出力まで発火するニューロンを結合したパスをクラスタリングし、データの分布との関係を調べることで、事例が関係するネットワーク内の信号の流れを調査した。これによって、ニューロンを生成することで、分類できなかった事例を正確に分類できることが分かった。このことを応用して、曖昧性や矛盾のあるデータの分類を行う手法を研究した。

構造適応型 DBN による物体検出アルゴリズムの研究

矩形検出のみならず、セグメンテーション法も適用できるようにするため、feature map や一致度を示すヒートマップ生成方法と同等な手法を探求する。

構造適応型深層学習による Teacher-Student (T/S) 型学習モデルの解明

学習済みのネットワークを Teacher モデル、再学習のための新しいネットワークを Student モデルとし、新たな Student モデルの学習を行う。2 つのモデルの KL 情報量 (Kullback-Leibler divergence) を測り、Student モデルの分類能力と KL 情報量の変化の関係を明確にする。

T/S 型学習モデルの KL 情報量に基づく構造適応型深層学習の再学習法

KL 情報量をもとに新しいデータに対する再学習法を研究する。一般的なアンサンブル学習は、複数のモデルを組み合わせることで性能の向上を図るアプローチとして知られている。構造適応型深層学習は、単体のモデルにおいて高い性能を示すことができているため、複数のモデルを組み合わせても、それほど高い性能の向上は見られないと考えられる。T/S 構造適応型深層学習モデル

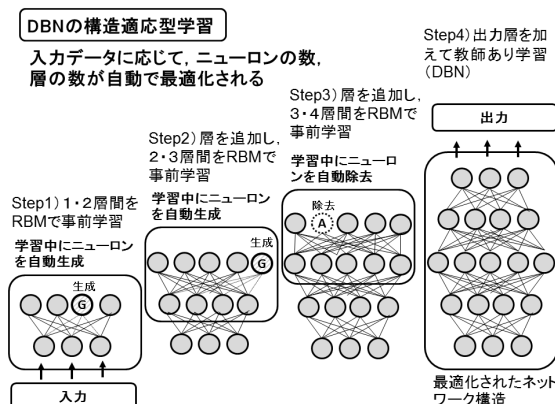


図 1 : Adaptive DBN

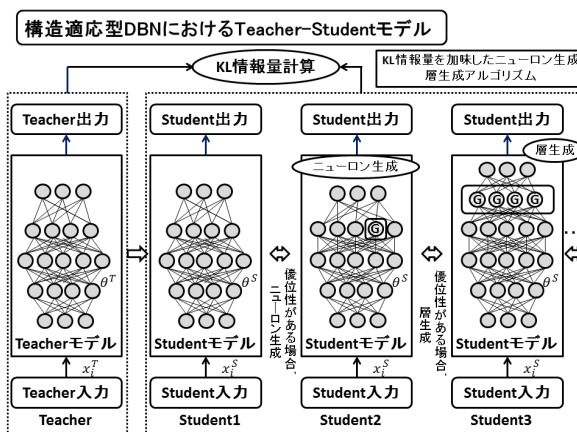


図 2 : Adaptive DBN における T/S モデル

KL 情報量を T/S 構造適応型深層学習モデルに適用する条件について研究する。

ビッグデータによる性能調査

入力と同じで、出力が異なる教師信号を学習するケースは、実際のビッグデータセットには見られる現象である。これらは人間のそれまでの知識や感性によって与えられたものであるため、どちらが正しく、他方が誤りであることではなく、どちらも正しいという考えのもとデータにラベルが付与されている。このような事例は医療データや感情を含むデータに多く見られるため、AffectNet(顔感情データベース)[1]や ADNI(認知症画像データベース)[2]データに適用する。

時系列データにおける有効性の調査

同手法を動画や時系列データに適用し、精度を調査する。RAVDESS データに適用し、音声及び動画から感情を判定する。

4. 研究成果

構造適応型深層学習は、単体のモデルにおいて高い性能を示すことができているため、複数のモデルを組み合わせても、それほど高い性能の向上は見られないと考えられる。しかしながら、入力と同じで、出力が異なる教師信号を学習するケースが複数あり、それらがどちらも正解とする場合、その出現確率を評価することで、正解を導くことができるモデルとなると考えられる。

また、深層学習モデルを構築するために1つであっても長時間の学習時間が必要となる。複数個のモデルを学習することは、多くの計算機リソースが必要となり、現実的な問題には適用しづらい。そこで、我々が提案した T/S 構造適応型深層学習は、最初に1つのモデル(親モデル T)を学習し、テスト事例の評価時に作成できるクラスごとの混合行列をもとに、誤判定を行った事例の多いクラス順に、新しい深層学習モデルで学習を行う。少数の事例に対するクラスごとの学習になるので、高い精度をもつ深層学習モデルの構築が期待できる。これを子モデル S とする。次に、子モデルと親モデルを式(1)に示す KL 情報量及びネットワーク構造や重みの大きさを比較することで、同じ入力信号を与えときに層ごとに発火するニューロンを追跡した信号の流れの違いを明確にすることができた。

$$D_{KL}(T, S) = \sum_i P_T(x_i) \log \left(\frac{P_T(x_i)}{P_S(x_i)} \right) \quad (1)$$

異なるニューロンの発火が認められれば、そのニューロンに関する属性等を親モデルにコピーし、微小振動を与え、再学習を行う。この再学習によって、元のニューロンと子モデルで生成されたニューロンを同時に1つのモデルに存在させることができ、判定の際、矛盾や曖昧性のある事例も区別した出力を行うことができた。図3は、ADNI に対する2つのモデルを比較したもので、学習後、発火するニューロンが異なっていた。

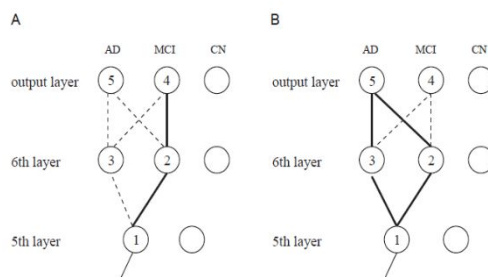


図3 T/S Adaptive DBN におけるモデルの比較

これら方法を AffectNet[1]、ADNI[2]、Roadtracer[3]のデータセットに適用した結果がそれぞれ表1~表3になり、提案手法の精度は従来の手法と比べ最も高かった。

表1 AffectNet に対する分類精度[4]

Category	Adaptive DBN	ensemble method
Neutral	87.8	93.2
Happy	92.4	93.6
Sad	84.2	91.4
Surprise	85.8	92.4
Fear	90.4	90.8
Disgust	92.4	92.4
Anger	78.4	91.4
Contempt	87.6	91.4
Total	87.4	92.5

表2 ADNI (MRI) に対する分類精度[5]

Category	Train	Test
CN	99.9%	99.5%
MCI	99.6%	98.2%
AD	99.7%	97.3%
Total	99.7%	98.3%

表3 RoadTracer の都市探索精度(7都市)[6]

City	Model	Searching time				Detection Accuracy			
		Ave.	Std.	Max	Min	Ave.	Std.	Max	Min
London	Adaptive DBN	8310.10	1193.68	9384	5168	16.7%	0.0264	18.8%	9.5%
	Adaptive DBN + TB	31663.40	107.05	31830	31530	73.6%	0.0345	77.9%	65.8%
	Adaptive DBN + TB + TS	37498.30	876.74	39514	36773	85.3%	0.0242	89.8%	82.7%
Louisville	Adaptive DBN	21979.30	6413.03	31656	17680	44.7%	0.1314	64.2%	35.5%
	Adaptive DBN + TB	21663.60	593.93	22474	20278	61.0%	0.0231	65.5%	58.7%
	Adaptive DBN + TB + TS	54742.20	890.94	56200	53642	92.1%	0.0435	98.8%	84.1%
New York	Adaptive DBN	5808.50	1795.10	6693	907	14.1%	0.0436	17.4%	2.4%
	Adaptive DBN + TB	32067.10	578.05	33075	31093	83.0%	0.0212	85.9%	79.5%
	Adaptive DBN + TB + TS	49845.80	784.74	51802	49065	90.8%	0.0559	98.6%	82.9%
Tokyo	Adaptive DBN	25103.50	15810.10	35231	1378	29.3%	0.1913	42.0%	1.1%
	Adaptive DBN + TB	53187.50	999.13	54545	50994	71.0%	0.0442	78.6%	64.3%
	Adaptive DBN + TB + TS	64100.30	1052.39	65182	62361	86.4%	0.0286	91.7%	82.4%
Amsterdam	Adaptive DBN	28505.10	1249.82	30061	26818	49.1%	0.0280	52.1%	45.2%
	Adaptive DBN + TB	38983.00	882.59	40238	37883	72.8%	0.0384	79.9%	68.0%
	Adaptive DBN + TB + TS	50739.90	995.05	52061	48911	88.0%	0.0228	91.5%	84.5%
Vancouver	Adaptive DBN	28346.70	10047.51	32993	31	61.2%	0.2175	72.1%	0.1%
	Adaptive DBN + TB	36957.00	919.96	38577	35487	80.5%	0.0421	87.8%	76.3%
	Adaptive DBN + TB + TS	47259.80	937.39	48350	45330	88.9%	0.0322	93.0%	83.1%
Montreal	Adaptive DBN	36081.80	16403.24	46595	718	64.6%	0.2759	81.5%	0.6%
	Adaptive DBN + TB	46031.30	1250.75	48138	44007	83.1%	0.0639	92.9%	75.3%
	Adaptive DBN + TB + TS	55341.60	600.30	56070	54063	91.4%	0.0356	95.9%	86.2%

なお、ADNI では、システムと専門医による判定結果を比較したところ、60 件中 8 件が異なった判定結果だった。これらの事例をさらに調査したところ、1 件は医師の判定に修正が必要だった事例であり、7 件については画像判定ではなく、問診結果を重視していたため判定結果が異なったことがわかった。

また、西日本豪雨災害では、広島地区で土砂災害により道路が寸断された事象が見られた。衛星画像から土砂で利用できなくなった道路を除き、利用できる道路を発見することができた。ドローンで撮影した画像からリアルタイムで検出できる技術（特許出願済）と、本研究で開発した手法を用いれば、検出時間が短いため、リアルタイムで避難経路を検出できることがわかった。

時系列データにおける有効性の調査については、RAVDESS データに適用し、音声及び動画から感情を判定し、マルチモーダル深層学習としても精度の向上が見られた。

これらの手法は、企業との共同研究にも応用されることになり、現在、システムの開発が行われているところである。

参考文献)

- [1] A.Mollahosseini, B.Hasani, M.H.Mahoor: AffectNet: A Database for Facial Expression, Valence, and Arousal Computing in the Wild, IEEE Transactions on Affective Computing, vol.10, No.1 pp.18-31 (2017).
- [2] ADNI, 2021. Alzheimer's disease neuroimaging initiative. <http://adni.loni.usc.edu/>.
- [3] F. Bastani et al., "RoadTracer: Automatic extraction of road networks from aerial images," 2018, arXiv:1802.03680.
- [4] T.Ichimura and S.Kamada, "An Ensemble Learning Method of Adaptive Structural Deep Belief Network for AffectNet", International Journal of Smart Computing and Artificial Intelligence, Vol.6, No.1, pp.1-17 (2022).
- [5] T.Ichimura, S.Kamada, T.Harada and K.Inoue, "A Teacher-Student based Adaptive Structural Deep learning Model and Its Estimating Uncertainty of Image Data", Arni S. R. Srinivasa Rao, C. R. Rao, Steven Krantz eds., "Handbook of Statistics 49: Artificial Intelligence", Elsevier, pp.129-149(2023)
- [6] S.Kamada and T.Ichimura, "Automatic Extraction of Road Networks by using Teacher-Student Adaptive Structural Deep Belief Network and Its Application to Landslide Disaster", IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, Vol.16, pp.6310-6324 (2023)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Ichimura Takumi, Kamada Shin	4. 巻 6
2. 論文標題 An Ensemble Learning Method of Adaptive Structural Deep Belief Network for AffectNet	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Journal of Smart Computing and Artificial Intelligence	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） 10.52731/ijscai.v6.i1.640	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 Kamada Shin, Ichimura Takumi	4. 巻 -
2. 論文標題 Adaptive Structural Learning of Deep Belief Network and Its Application to Real Time Crack Detection of Concrete Structure Using Drone	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Handbook on Artificial Intelligence-empowered Applied Software Engineering: VOL.2: Smart Software Applications in Cyber-Physical Systems	6. 最初と最後の頁 187~206
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/978-3-031-07650-3_11	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 Kamada Shin, Ichimura Takumi	4. 巻 10
2. 論文標題 A video prediction method by using long short-term memory-based adaptive structural learning of deep belief network and its investigation of input sequence length for data structure	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Computational Intelligence Studies	6. 最初と最後の頁 198~198
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1504/IJCISTUDIES.2021.115432	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 Ichimura Takumi, Kamada Shin, Harada Toshihide, Inoue Ken	4. 巻 -
2. 論文標題 A Teacher-Student-based adaptive structural deep learning model and its estimating uncertainty of image data	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Handbook of Statistics 49: Artificial Intelligence, Elsevier	6. 最初と最後の頁 129~149
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/bs.host.2023.04.001	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 Kamada Shin, Ichimura Takumi	4. 巻 16
2. 論文標題 Automatic Extraction of Road Networks by Using Teacher-Student Adaptive Structural Deep Belief Network and Its Application to Landslide Disaster	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing	6. 最初と最後の頁 6310 ~ 6324
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/JSTARS.2023.3293593	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 Kamada Shin, Ichimura Takumi	4. 巻 -
2. 論文標題 3D Lung Tumor Segmentation System using Adaptive Structural Deep Belief Network	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 "Intelligent Systems Reference Library: Advances in Intelligent Disease Diagnosis and Treatment", Springer	6. 最初と最後の頁 18pages
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 -

[学会発表] 計32件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 9件)

1. 発表者名 鎌田真, 市村匠, 河原大輔
2. 発表標題 構造適応型深層学習を用いた肺腫瘍セグメンテーション手法の開発
3. 学会等名 計測自動制御学会第21回コンピューショナル・インテリジェンス研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 市村匠, 鎌田真
2. 発表標題 Teacher-Student型構造適応型深層学習モデルにおける複数GPU計算機の自動計算
3. 学会等名 2022 IEEE SMC Hiroshima Chapter Young Researchers WorkShop
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kamada Shin and Ichimura Takumi
2. 発表標題 Automatic Extraction of Road Networks from Satellite Images by using Adaptive Structural Deep Belief Network
3. 学会等名 Proc. of 2021 Joint 10th International Conference on Informatics, Electronics & Vision (ICIEV) and 2021 5th International Conference on Imaging, Vision & Pattern Recognition (ICIVPR) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kamada Shin、Ichimura Takumi、Harada Toshihide
2. 発表標題 Image-Based Early Detection of Alzheimer ' s Disease by Using Adaptive Structural Deep Learning
3. 学会等名 Proc. of 13th International Conference on Intelligent Decision Technologies (KES IDT 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ichimura Takumi、Kamada Shin
2. 発表標題 Adaptive Structural Deep Learning to Recognize Kinship Using Families in Wild Multimedia
3. 学会等名 Proc. of 13th International Conference on Intelligent Decision Technologies (KES IDT 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鎌田真, 市村匠
2. 発表標題 構造適応型深層学習を用いた道路網認識手法 RoadTracer による土砂検出の試み
3. 学会等名 第20回インテリジェントシステムシンポジウム2021(FAN2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 市村匠, 鎌田真, 原田俊英, 井上健
2. 発表標題 Teacher-Studentモデルに基づく構造適応型深層学習法による認知症MRI画像判定システム
3. 学会等名 第33回日本老年医学会 中国地方会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鎌田真, 市村匠, 原田俊英
2. 発表標題 Teacher-Student構造適応型深層学習によるアンサンブル学習と認知症MRI画像診断への応用
3. 学会等名 2021 IEEE SMC Hiroshima Chapter Young Researchers WorkShop
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 市村匠, 鎌田真
2. 発表標題 構造適応型深層学習法によるRoadTracerの道路検出に対する一考察
3. 学会等名 2021 IEEE SMC Hiroshima Chapter Young Researchers WorkShop
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takumi Ichimura, Shin Kamada
2. 発表標題 A Distillation Learning Model of Adaptive Structural Deep Belief Network for AffectNet: Facial Expression Image Database
3. 学会等名 Proc. of the 9th International Congress on Advanced Applied Informatics(IIAI AAI 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shin Kamada, Takumi Ichimura
2. 発表標題 An Embedded System for Image-based Crack Detection by using Fine-Tuning model of Adaptive Structural Learning of Deep Belief Network"
3. 学会等名 Proc. of 2020 IEEE Region 10 Conference (TENCON2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鎌田真, 市村匠, 原田俊英
2. 発表標題 認知症早期判定のための構造適応型深層学習によるMRI/PET画像の分類
3. 学会等名 計測自動制御学会 システム・情報部門 学術講演会 2020 (SSI2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鎌田真, 市村匠, 岩崎貴志
2. 発表標題 コンクリート構造物のひび割れ検出構造適応型深層学習システムの開発～広島県橋梁・砂防ダム・湾岸施設の検査システム～
3. 学会等名 計測自動制御学会 システム・情報部門 学術講演会 2020 (SSI2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鎌田真, 市村匠
2. 発表標題 構造適応型深層学習の再学習法を用いたAffectNet顔表情画像の分析
3. 学会等名 2020 IEEE SMC Hiroshima Chapter Young Researchers WorkShop
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 市村匠, 鎌田真
2. 発表標題 構造適応型深層学習による親族間の顔画像データベースの学習
3. 学会等名 2020 IEEE SMC Hiroshima Chapter Young Researchers WorkShop
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鎌田真, 市村匠
2. 発表標題 組み込みPCを用いたコンクリート構造物のひび割れ検出構造適応型深層学習システムの高速化
3. 学会等名 2020 IEEE SMC Hiroshima Chapter Young Researchers WorkShop
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 寒竹夏水, 鎌田真, 市村匠
2. 発表標題 航空写真を用いた深層学習による道路網認識手法RoadTracerの動作パラメタ実験
3. 学会等名 2020 IEEE SMC Hiroshima Chapter Young Researchers WorkShop
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鎌田真, 市村匠
2. 発表標題 構造適応型深層学習を用いた道路網認識手法RoadTracerへの適用
3. 学会等名 計測自動制御学会第17回コンピューテーショナル・インテリジェンス研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kamada Shin, Ichimura Takumi
2. 発表標題 An Object Detection by using Adaptive Structural Learning of Deep Belief Network
3. 学会等名 Proc. of The International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN 2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ichimura Takumi, Kamada Shin
2. 発表標題 Re-learning of Child Model for Misclassified data by using KL Divergence in AffectNet: A Database for Facial Expressio
3. 学会等名 Proc. of 2019 IEEE 11th International Workshop on Computational Intelligence and Applications (IWCIA 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kamada Shin, Ichimura Takumi
2. 発表標題 A Video Recognition Method by using Adaptive Structural Learning of Long Short Term Memory based Deep Belief Network
3. 学会等名 Proc. of 2019 IEEE 11th International Workshop on Computational Intelligence and Applications (IWCIA 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kamada Shin, Ichimura Takumi, Iwasaki Takashi
2. 発表標題 An Adaptive Structural Learning of Deep Belief Network for Image-based Crack Detection in Concrete Structures Using SDNET2018
3. 学会等名 Proc. of 2020 International Conference on Image Processing and Robotics (ICIPRoB 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鎌田真, 市村匠
2. 発表標題 AffectNet: 顔表情データベースの構造適応型 DBN による感情モデルの KL 情報量を用いた精度向上
3. 学会等名 計測自動制御学会第15回コンピューテーショナル・インテリジェンス研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鎌田真, 市村匠
2. 発表標題 SDNET2018: コンクリート構造物画像データセットを用いたひび割れ検出構造適応型深層学習システム
3. 学会等名 計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 市村匠, 鎌田真, 多羅尾直, 山口亮
2. 発表標題 構造適応型DBNの物体検出法におけるパラメタ自動調整と建築設備図面における図面記号への適用
3. 学会等名 計測自動制御学会第16回コンピューテーショナル・インテリジェンス研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鎌田真, 市村匠
2. 発表標題 KL情報量に基づく学習後の構造適応型DBNにおけるニューロン付加手法の提案と顔表情画像への適用
3. 学会等名 計測自動制御学会第16回コンピューテーショナル・インテリジェンス研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 市村匠, 鎌田真, 石川ますみ, 小川諒, 河野利治
2. 発表標題 構造適応型DBNによる眼底画像データセットOptosの分類
3. 学会等名 計測自動制御学会第47回知能システムシンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鎌田真, 市村匠
2. 発表標題 組み込みPCによるコンクリートひび割れ検出構造適応型深層学習システムの開発
3. 学会等名 計測自動制御学会第47回知能システムシンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kamada Shin, Ichimura Takumi
2. 発表標題 A Segmentation Method of Lung Tumor by using Adaptive Structural Deep Belief Network
3. 学会等名 Proc. of The SICE Annual Conference 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 鎌田真, 市村匠
2. 発表標題 マルチモーダル構造適応型深層学習による RAVDESS データセットの感情分類
3. 学会等名 第51回知能システムシンポジウム
4. 発表年 2024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
--	---------------------------	-----------------------	----

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