

令和 2 年 9 月 10 日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2015～2019

課題番号：15H01710

研究課題名(和文) 深層学習を用いたロボットの動作プリミティブの獲得と行動生成

研究課題名(英文) Self-Organizing Motion Primitives for Robots Utilizing Deep Learning

研究代表者

尾形 哲也(Ogata, Tetsuya)

早稲田大学・理工学術院・教授

研究者番号：00318768

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 33,000,000円

研究成果の概要(和文)：近年、深層学習が多様な領域で利用されているが、その適用範囲は電子化されたデータ処理に特化されており、実世界での作業性が十分に得られていない。一方、ロボットを用いた生活支援が強く期待されている。近年は、汎用型のロボットOSを利用した多機能型汎用ロボットの可能性が着目されている。そこで本研究では、ロボットOSと深層学習を用いたロボット動作学習を実現し、ロボットの知能化と開発コスト削減を行った。

具体的には、乳幼児の発達学習に関連した認知発達ロボティクス研究の成果を活用し、模倣学習、予測符号化などの概念を元に、実ロボットのから得られる感覚運動情報(経験)を深層学習によりモデル化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

本研究の成果は「手離れ」がよく、その後、多様な企業との共同研究に展開している。

例えば、デンソーウェーブ、ベッコフオートメーション、そして研究代表者が技術顧問を務めるエクサウィザーズが開発した「マルチモーダルAIロボット」は、タオルの折畳み、サラダの盛り付けなどを実現している

(2017)。また日立製作所では、ドアへの接近、ドア開け、通り抜けという全身動作を、複数の深層学習モデルを用いて学習することに成功した(2018)。デンソーウェーブとエクサウィザーズは、小型ロボットCOBOTTAを利用した粉体秤量を実現した(2018)。

今後、このような多くのロボット応用に発展していくことが期待される。

研究成果の概要(英文)：In recent years, deep learning has been used in a variety of domains, but its application is limited to cyber data processing. It is not sufficiently easy to work in the real world. On the other hand, there is a strong expectation for life support using robots. In recent years, the possibility of general-purpose robots has been attracting attention. In this study, we have developed a novel robot learning model using deep learning. Also we have improved the robot performance for manipulating various materials and reduced the development cost with robot operation system, RT-Middleware.

Specifically, based on the findings of cognitive developmental robotics research which relates to infant developmental learning including imitation learning, predictive coding, etc. we developed multiple robots which are modeling the sensory-motor information (experience) by deep learning.

研究分野：知能ロボティクス、認知発達ロボティクス

キーワード：深層学習 予測学習 マルチモーダル 動作プリミティブ RTミドルウェア

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

超高齢社会への対策と産業創出を目的として「ロボット革命」のもと、ロボットの社会進出への強い要請がある。例えば 80W 規制撤廃により、人間との協調を目指したロボットハード開発が進んでいる。これらのロボットは実際にラインで稼働し、高精度で柔軟な作業を行う能力を示している。また汎用型のロボット OS を利用した多機能型汎用ロボットの可能性が着目されている。しかし従来の産業用ロボットと異なり、人間との協調作業は極めて多様である。現状は設計者が作業ごとに「作り込み」を行っているが、そこには限界がある。この限界を超えるには機械学習に基づく新しいロボット知能へのパラダイムシフトが必要だと考えられる。

ディープラーニング (以下、深層学習) の手法は、画像認識、音声認識、自然言語処理等の分野において従来手法を上回る性能を示している。この手法は、従来手法において人間がタスクに応じて設計していたセンサ特徴量を、学習過程で自動的に獲得することにその特徴がある。しかしその適用範囲は電子化されたデータ処理に特化されており、実世界での作業性が十分に得られていない。

例えばロボットはこのパターン認識結果を直接には利用できない。認識クラスには「動作」に関する情報が含まれていないためである。ロボットの環境認識ではクラス分類ではなく、ロボットの身体との環境において安定して実行可能な「動作プリミティブ」とそれに必要なセンサ特徴量を同時に自己組織化することが重要となるだろう。本提案を行った 2014 年当時、深層学習のロボット応用研究は、国際的にみてもほとんどなかった。一部がロボットビジョンへの応用はあったが、ロボット動作生成をターゲットに含めた深層学習研究はなかったと言える。

2. 研究の目的

以上の背景を受けて、本研究では研究期間内に以下の点について明らかにしていくことを目的とした。

(1) 深層学習による多次元入出力を利用した動作学習

これまでも強化学習などを利用したロボット行動学習研究は数多くあった。しかしその多くは、少学習データ、少次元入出力を対象とした基礎実験にとどまっていた。対して深層学習は、大量データと多次元入出力を直接扱う事ができる。申請者は当時、深層学習を人間型ロボット NAO のマルチモーダル学習に利用する研究を行っていた。[K. Noda, et al., 2013.] 具体的には未加工の視野映像、音響信号、関節角のマルチモーダルのデータを、複数の深層学習モデルで統合する手法であった。しかし当時は、Autoencoder の構造的な拡張に留まっており、コンテキストを扱う時系列学習には至っていなかった。

そこで本研究では、これ迄の成果を複数の RNN (Recurrent Neural Network) モデルへ拡張し、より多次元入出力、大量データの学習に適用する。そして多自由度ロボットの卓上タスクの学習を行う。

(2) 予測学習の応用

2020 年現在にあっても、深層学習研究の多くは、従来の様々な研究 (ネットワーク構造) を網羅的試験し、提案したモデルの性能を評価する、というアプローチが主流である。これに対して、本研究提案では、認知発達ロボティクスなど、過去の身体知研究の成果を有効に活用した。

上記したように、深層学習をロボット動作学習に応用するには、実世界から取得する時系列データを学習する必要がある。RNN は大量データの学習からその構造を獲得し生成可能であることが示されている。本研究では、K. Friston が主張する予測最小化原理の思想、J. Tani らのダイナミカルシステムアプローチに基づき、ロボットの感覚運動の時系列データの「予測」を行うモデルを提案する。つまり感覚と運動のマッピングではなく、この二つが一体化した「経験」を学習することで、実世界に対応するモデルである。上記した複数の卓上タスクの動作パターン学習を通して、「動作プリミティブ」が RNN に構造化されることを目指していく。また社会実装を強く意識し、ロボット OS である RT-Middleware と深層学習を用いたロボット動作学習フレームワークを構築し、ロボットの知能化と開発コスト削減を目指す。

3. 研究の方法

上記の(1),(2)の目的を達成するために、深層学習を用いたロボットの感覚運動予測学習のフレームを提案した。概要を図 1 に示す。

ロボットより取得される実画像は高次元・大量のデータセットのため、Convolutional Auto-Encoder (CAE) を用いた表現圧縮の学習を行う。CAE はエンコーダー層とデコーダー層から構成され、入出力が恒等写像となるように学習することで、中間層に入力画像の特徴をよく表す低次元の画像特徴量が獲得される。本研究では入力層近くに畳み込み層を導入することで、高解像度の画像から物体のエッジや形状を効率よく表現することが可能となる。また、画像特徴量から同様に復元するために、畳み込み処理を転置した逆畳み込み層を導入する。抽出された画像特徴量は視覚情報として、次節に示す運動、動作指示との統合学習に用いられる。

前章で述べたように、ロボットは能動的に世界に対して予測、動作を生成しつつ、感覚入力に対する受動的な動作変更が必要となる。本研究では視覚情報、運動情報、動作指示を統合して学習する。ここでの学習データは、設計者である人間によってトップダウン的 (受動的) にラベル付されたものではなく、ロボット自身が能動的に動作することによって取得される。「感覚から運動が生成される」という側面だけでなく「動作から新しい感覚が生成される」という側面が重

要になる。このような身体を基にして感覚と運動が一体化したデータは、通常の入力と出力が明確になっている学習データと区別して「エクスペリエンス（経験）」と表現することが適切ではないかと考えている。

実装においては、応答速度の異なる階層的なニューロン群を持つ Multiple Timescales RNN (MTRNN) [Yamashita, 2008]を用いた。MTRNN は入出力層と異なる発火速度を持つコンテキスト層(Cs/Cf 層) の3 層からなり、それぞれ再帰的な入力を持つ。モデルは BPTT 法 [Werbos, 1990] を用いてパラメータの最適化が行われる。上記に示した各ニューロンの発火速度の違いから、MTRNN は人間による動作指示と物体の形状遷移を含むタスクプロセスを階層的に自己組織化する。

Fast の予測器は、実世界の高次元の感覚と運動のダイナミクスを予測し、その誤差を最小とすように学習パラメータを調整する。ここでは繰り返し現れるパターン(動作プリミティブなど) が自己組織化されていく。これに対して、Slow の予測器はより長い時間の学習に利用される。例えば、Fast が獲得した使用頻度の高いパターンの組み合わせなどを学習することで、長期の未来を予測する。

Fast の予測器がボトムアップに現在の予測誤差を与え、Slow の予測器がトップダウンに将来に期待する予測状態を与え、互いに折衝する。その結果、現時点での予測誤差を最小化するために、i) ボトムアップによる将来の予想状態のリアルタイムの調整、ii) トップダウンによる現在の動作のリアルタイムの調整 (Active Inference), が行われる。このような系は、Friston の予測符号化の原理 (Predictive Coding) と関係づけられると考えられる。

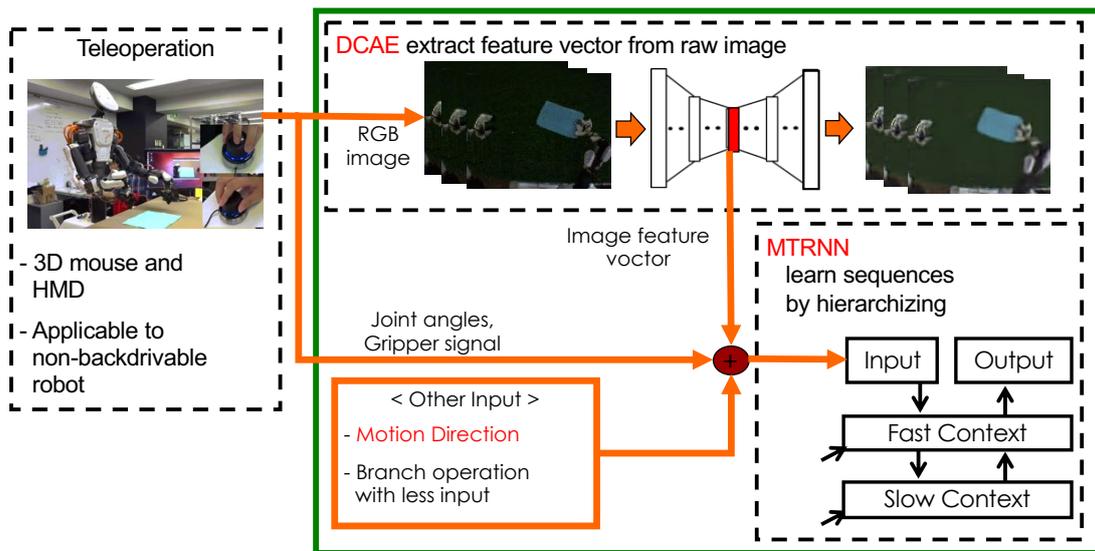


図1 提案する深層予測学習のフレームワーク

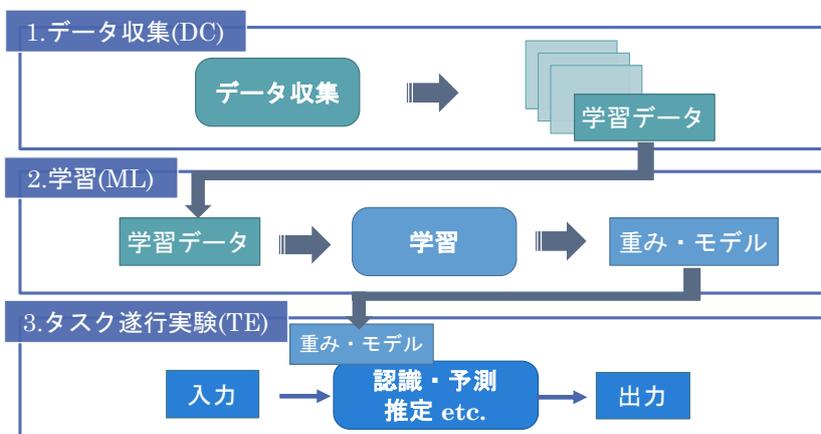


図2 階層型開発モデルの概要

またこのようなロボット開発をサポートするために、特にロボット OS に着目した開発フレームワークを構築した。

深層学習を用いたロボット研究開発に参入するには、情報と機械（ロボティクス）の双方の知識を要する。しかし両学問は現時点では、やや離れた学問領域であり、相互の技術・人材の交流

が困難な現状にある。そこで本研究では、深層学習を用いたロボット開発ツールを開発している。具体的には、深層学習を用いた研究開発プロセス分析を行った。そして学習データの収集を行う「データ収集(Data Collecting, DC)」、学習モデルを生成する学習処理を行う「学習(Machine Learning, ML)」,そして、学習モデルを用いて様々な処理を行う「タスク遂行実験(Task Execution, TE)」を準備し、この3段階から構成される階層型システムを構築した。本システムの概要図を図2に示す。

初学者でも利用できるシステムとするため、ロボットの制御およびシステムの開発には、ロボットミドルウェアである RT-Middleware, 深層学習モデルを構築するための機械学習ライブラリには、Tensorflow と Keras を採用した。また実機を動かす必要がある DC と TE, 2つの段階のシステムを、RT-Middleware を使って構成した。ML では、サンプルスクリプトを提供するのみとした。これにより、ハードウェアの入れ替えやシステムの拡張が容易にできる。

4. 研究成果

人型のロボット Nextage Open を使い、タオルの折り畳み作業の学習を行わせた。この作業はタオルという柔軟物体のハンドリングが必要となり、従来のロボティクスの応用では非常に扱いが困難である。ここでは感覚と運動という経験をベースに学習を行うことでこれを実現することを目指した。学習対象として、厚さ・色・大きさの異なる4種類のタオルを用意した。このタオルは Nextage アームの可動範囲内でランダムに配置し、それぞれ遠隔操作システムを用いて10回ずつ折りたたみ操作のセンサー、モータ系列データを収集した。収集時の動作パターンを図3に示す。



図3 Nextage による柔軟物の折り畳み学習

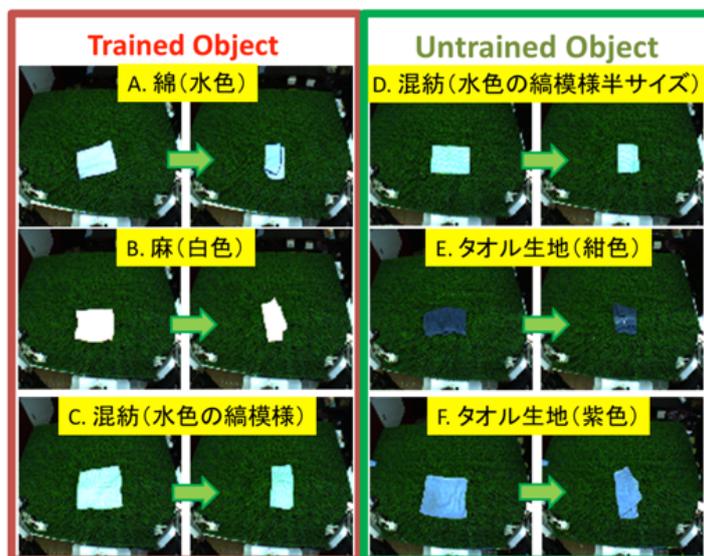


図4. 折り畳み作業を実行した結果の概要

遠隔操作者が Head Mount Display, 3D マウスなどにより Nextage を操縦することで、そのスキルを共有する。まず布の一端を把持、そして他端を固定し (図3の1~3), その状態で折り畳み

動作を実行する (図3の4~5). 作業完了後、初期位置姿勢に戻る (図3の6). 動作制御周期は0.1[s]であり、人間が遠隔操作した際の動作時間長は平均70秒であった.

深層学習モデルへの入力には Nextage 頭部に搭載された1つのカメラから取得したカラー画像 (112×112 pixel), また2つのアーム6自由度とグリッパの1自由度のデータを用いた。これらのデータを一部加工した上で、学習を行った後で評価実験を行った。

未学習の位置と角度で布を置き、折り畳み作業を実行した結果の概要を図4に示す。学習時の調整により、一回の折り畳み実行を10秒程度にまで短縮できることを確認している。Nextageは前方に置かれた布をたたむ動作を繰り返し実行すること、その成功率がほぼ80%程度であることを確認した。また布の代わりに本(未学習)を閉じる動作も同様に可能になることを確認した。

また階層型の開発ツールにおいては、DNNを用いたロボットによる物体把持操作システムに適用および実装を行い (図5), システムの運用方法に関するマニュアルを加え完成させ、HP上で公開している。

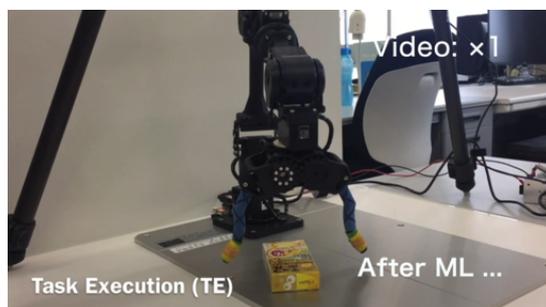


図5 深層学習と RT-Middleware を用いたピッキング学習

本研究の成果は、同一のロボットハードウェア、深層学習モデルで、データを変えるのみで多様な作業を効率的に実現できることを示している。よってこれらの成果は研究期間内で大きく産業化への応用が進んだことが大きな成果の一つと言える。

例えば、デンソーウェーブ、ベッコフオートメーション、そして研究代表者が技術顧問を務めるエクサウィザーズが開発した「マルチモーダル AI ロボット」は、タオルの折畳み、サラダの盛り付け、物体のピッキングなどを実現し、国際ロボット展 2017, NVIDIA GTC 2017, Science Robotics Symposium など複数の展示会でデモンストレーションを行った。また日立製作所では、同じ技術を複数の深層学習モデル協調へ拡張させ、ドアへの接近、ドア開け、通り抜けという全身動作を、複数の深層学習モデルを用いて学習することに成功した。この成果は NVIDIA GTC 2018, さらに複数回の社内外の展示で公開され、200回以上にわたるドア開けのデモンストレーションが行われた。さらにデンソーウェーブとエクサウィザーズは、小型ロボット COBOTTA を利用した粉体秤量を実現した。深層予測学習を用いることにより、採り過ぎ時などのリカバリー動作も容易に学習できる。これらも NVIDIA GTC 2018 や国際ロボット展 2019 など複数の展示会でその性能を示した。2社はこれらの技術を“COREVERY”というライブラリとして製品化する方向で開発を進めている。

また RT-Middleware を用いた開発環境の研究においても、株式会社セックとの共同研究に展開しており、同社の“AirGraph”として公開をおこなった (<https://sec-airgraph.github.io/AirGraph-doc/>)。

以下に全体をまとめる。

1章で述べたように本研究を提案した2014年当時は、深層学習のロボット応用の研究はほとんどなかった。しかし2016、2017年頃から米国を中心に急激に発展をしている。具体的には、ネットワーク上の大量データと AI 技術を背景に、サイバー空間 (シミュレーション) における AI ロボット研究において、圧倒的多数の論文が毎年量産されている。しかしながら実ロボットへの応用例は極めて少なく、対象タスクも、物体のプッシングやピッキングなどの動作に限定しているケースが多い。また現在の物理シミュレータでは多様な材質の物体とロボットハンドの接触状態を再現することは極めて困難である。よって、これらのシミュレーション研究は学術的に興味深い知見を提供するが、実ロボットへの適用には大きな溝があると考えられる。

本研究では柔軟物ハンドリングなどのチャレンジングなタスクを模倣学習 (予測学習) により実ロボットで実現した点に大きな特徴がある。

今後、我々のモデルを発展させるためには、2章で述べたように、さらなる人間の認知機構の理解が求められると考える。これはロボットと深層学習を用いた人間のシミュレートという構成論的アプローチを大きく前進させるものになると期待している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Suzuki Kanata, Mori Hiroki, Ogata Tetsuya	4. 巻 3
2. 論文標題 Motion Switching With Sensory and Instruction Signals by Designing Dynamical Systems Using Deep Neural Network	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE Robotics and Automation Letters	6. 最初と最後の頁 3481 ~ 3488
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/LRA.2018.2853651	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 Kase Kei, Suzuki Kanata, Yang Pin-Chu, Mori Hiroki, Ogata Tetsuya	4. 巻 1
2. 論文標題 Put-in-Box Task Generated from Multiple Discrete Tasks by aHumanoid Robot Using Deep Learning	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of 2018 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA 2018)	6. 最初と最後の頁 6447-6452
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/icra.2018.8460623	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 Sasaki Kazuma, Ogata Tetsuya	4. 巻 11
2. 論文標題 Adaptive Drawing Behavior by Visuomotor Learning Using Recurrent Neural Networks	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems	6. 最初と最後の頁 119 - 128
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) DOI: 10.1109/TCDS.2018.2868160	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 Sasaki Kazuma, Ogata Tetsuya	4. 巻 1
2. 論文標題 End-to-End Visuomotor Learning of Drawing Sequences using Recurrent Neural Networks	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of The 2018 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN 2018)	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/IJCNN.2018.8489744	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 Kuniyuki Takahashi, Kitae Kim, Tetsuya Ogata, and Shigeki Sugano	4. 巻 91
2. 論文標題 Tool-body Assimilation Model Considering Grasping Motion through Deep Learning	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Robotics and Autonomous Systems	6. 最初と最後の頁 115-127
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.robot.2017.01.002	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 Kuniyuki Takahashi, Tetsuya Ogata, Jun Nakanishi, Gordon Cheng, and Shigeki Sugano	4. 巻 31
2. 論文標題 Dynamic Motion Learning for Multi-DOF Flexible-Joint Robots Using Active-Passive Motor Babbling through Deep Learning	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Advanced Robotics	6. 最初と最後の頁 1002-1015
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/01691864.2017.1383939	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 Shingo Murata, Yuxi Li, Hiroaki Arie, Tetsuya Ogata, and Shigeki Sugano	4. 巻 10
2. 論文標題 Learning to Achieve Different Levels of Adaptability for Human - Robot Collaboration Utilizing a Neuro-dynamical System	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems	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) 10.1109/TCDS.2018.2797260	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 Pin-Chu Yang, Kazuma Sasaki, Kanata Suzuki, Kei Kase, Shigeki Sugano, and Tetsuya Ogata	4. 巻 2
2. 論文標題 Repeatable Folding Task by Humanoid Robot Worker using Deep Learning	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 IEEE Robotics and Automation Letters	6. 最初と最後の頁 397-403
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/LRA.2016.2633383	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 Kazuma Sasaki, Kuniaki Noda, and Tetsuya Ogata	4. 巻 86
2. 論文標題 Visual Motor Integration of Robot 's Drawing Behavior using Recurrent Neural Network	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Robotics and Autonomous Systems	6. 最初と最後の頁 184-195
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.robot.2016.08.022	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 Kuniyuki Takahashi, Kanata Suzuki, Tetsuya Ogata, Hadi Tjandra and Shigeki Sugano	4. 巻 9491
2. 論文標題 Efficient Motor Babbling Using Variance Predictions from a Recurrent Neural Network	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 26-33
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-26555-1_4	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106件(うち招待講演 64件/うち国際学会 20件)

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 深層学習によるロボットシステム自動化に向けて
3. 学会等名 砥粒加工学会, 研磨の基礎科学とイノベーション化専門委員会研究会(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 予測不確実性に基づく認知と行動変化ーニューロロボティクスの視点から
3. 学会等名 「深層学習の先にあるもの-記号推論との融合を目指して(2)」公開シンポジウム(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 ディープラーニングのロボット応用のアプローチと応用事例
3. 学会等名 日本監査役協会講演会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 AI（深層学習）とロボットの統合研究と今後の展望
3. 学会等名 名城大学平成30年度先端科学セミナー（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tetsuya Ogata
2. 発表標題 Robot Behavior Learning with Deep Neural Networks
3. 学会等名 Engineering Applications of Artificial Intelligence Conference (EAAIC 2018)（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 ディープラーニングによる新しい実世界システムに向けて - ロボット研究を事例として
3. 学会等名 スイス・リー アニュアルフォーラム 2018（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 ロボットへの深層学習利用による福祉応用の可能性
3. 学会等名 やまくち介護・福祉機器研究会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 深層予測学習の活用による多様なロボット動作学習
3. 学会等名 第3回電子デバイス事業化フォーラム（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tetsuya Ogata
2. 発表標題 Deep neural models for robot manipulation based on predictive learning
3. 学会等名 Workshop on From Robotic Dexterous Manipulation to Manual Intelligence, IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots 2018（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 深層予測学習を利用したロボットの適応的動作生成 - 様々なロボットへの応用 -
3. 学会等名 『TSC Foresight』セミナー（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 ディープラーニングがロボットを変える, その先にある未来
3. 学会等名 NTTテクノクロスフェア2018 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tetsuya Ogata
2. 発表標題 Neural models for linguistic and behavioral integration learning in robots
3. 学会等名 Symposium 1 at the 28th Annual Conference of the Japanese Neural Network Society (JNNS2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tetsuya Ogata
2. 発表標題 Deep Neural Models for Robot Systems based on Predictive Learning
3. 学会等名 The 28th Annual Conference of the Japanese Neural Network Society (JNNS2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tetsuya Ogata
2. 発表標題 AI Robot Technology for the Ageing Society
3. 学会等名 MIRAI Seminar 2018 Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tetsuya Ogata
2. 発表標題 Recurrent Neural Models for Translation between Robot Actions and Language
3. 学会等名 Workshop on Language and Robotics, The 2018 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2018) (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 ディープニューラルネットの力学系構造設計による複数動作の統合
3. 学会等名 GTC Japan 2018 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 ディープラーニングはロボット動作をどう変えるか
3. 学会等名 IGPI Tech Day 2018 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 ディープラーニングの基礎とロボットの環境認識・行動学習への応用
3. 学会等名 サイエンス&テクノロジー (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 深層学習による実ロボットの効率的な動作教示
3. 学会等名 とやまロボット技術研究会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 深層学習によるロボット動作の予測・模倣学習
3. 学会等名 CEDEC2018（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 深層学習の概説と、" Deep Cognitive Systems " による認知ロボティクスについて
3. 学会等名 丸の内AI倶楽部（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tetsuya Ogata
2. 発表標題 Dynamical Integration of Language and Robot Actions by Deep Learning
3. 学会等名 Second International Workshop on Symbolic-Neural Learning (SNL-2018)（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 深層学習によるロボットの能動知覚と物体ハンドリング
3. 学会等名 パターン認識・メディア理解研究会 (PRMU) (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tetsuya Ogata
2. 発表標題 Emerging applications: humanoid robotics for multiple tasks and communication
3. 学会等名 VLSI Friday Forum (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 深層学習モデルによるロボットの多様な動作学習
3. 学会等名 テクノロジーNEXT2018 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 深層学習によるロボットの活用と展開
3. 学会等名 北関東地区化学技術懇話会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 深層学習・予測学習を規範としたロボット行動学習
3. 学会等名 第111回ロボット工学セミナー（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 End-to-End学習に基づくロボットの動作生成
3. 学会等名 AI・人工知能EXPO（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 後藤守規, 伊藤洋, 森裕紀, 山本健次郎, 尾形哲也
2. 発表標題 深層学習を用いた実機ロボットアームの高精度動作生成
3. 学会等名 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会S12018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 金村杏美, 菅佑樹, 尾形 哲也
2. 発表標題 深層学習を用いたロボットシステム開発の基礎学習キット
3. 学会等名 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会S12018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 村田祐樹, 菅佑樹, 尾形哲也
2. 発表標題 ARとロボットミドルウェアを用いたロボットシステム構築法の開発
3. 学会等名 日本ロボット学会第36回学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shingo Murata, Wataru Masuda, Saki Tomioka, Tetsuya Ogata, and Shigeki Sugano
2. 発表標題 Mixing Actual and Predicted Sensory States based on Uncertainty Estimation for Flexible and Robust Robot Behavior
3. 学会等名 In Artificial Neural Networks and Machine Learning, ICANN 2017, Lecture Notes in Computer Science (LNCS) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hayato Idei, Shingo Murata, Yiwen Chen, Yuichi Yamashita, Jun Tani and Tetsuya Ogata
2. 発表標題 Reduced Behavioral Flexibility by Aberrant Sensory Precision in Autism Spectrum Disorder: A Neurorobotics Experiment
3. 学会等名 IEEE International Conference on Development and Learning and on Epigenetic Robotics (ICDL-Epirob 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 ディープラーニングのロボティクス応用の可能性
3. 学会等名 LSIとシステムのワークショップ2017 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tetsuya Ogata
2. 発表標題 End to End Learning Models for Robot Object Manipulation
3. 学会等名 Workshop on "AI in Automation", IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA 2017) (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 ディープラーニングを用いたロボットの行動計画
3. 学会等名 画像センシングシンポジウム2017 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 深層学習によるロボットマニピュレーション
3. 学会等名 新潟県工業技術総合研究所 研究成果発表会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 深層学習によるロボットの動作模倣学習と今後の展望
3. 学会等名 第4回脳型人工知能とその応用 Mini Workshop (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tetsuya Ogata
2. 発表標題 Mirror neuron-like deep learning model implemented in humanoid robots
3. 学会等名 Brain Challenge 2017-the 20th Annual Meeting of the Korean Society for Brain and Neural Science (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tetsuya Ogata
2. 発表標題 Deep Learning for Robotics toward Deep Cognitive Systems
3. 学会等名 RSJ Tutorial, IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2017) (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tetsuya Ogata
2. 発表標題 End to End Approach for Behavior Generation and Language Understanding in Robot Systems
3. 学会等名 Workshop on "Representation Learning for Human and Robot Cognition", 5th International Conference on Human-Agent Interaction (HAI 2017) (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 ディープラーニングの実世界応用と今後の可能性
3. 学会等名 データサイエンティスト協会4thシンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tetsuya Ogata
2. 発表標題 Robot Behavior Generation Based on End-to-End Learning
3. 学会等名 ETRI Workshop (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 ディープラーニングによるロボットの今後の展開
3. 学会等名 日刊工業新聞社主催ワークショップ, 国際ロボット展2017 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 ロボティクスと AI の融合へ向けて
3. 学会等名 GTC Japan 2017 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 深層学習による動作と言語の統合学習
3. 学会等名 「深層学習の先にあるもの, 記号推論との融合を目指して」公開シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 ディープラーニングによるロボットの知能化と展開
3. 学会等名 第163回産学交流サロン「ひびきのサロン」(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 End-to-end learning for combining multiple robot actions
3. 学会等名 産業技術研究所人工知能研究センター国際シンポジウム "AI collaborating with Humans in the real world" (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 深層学習による予測に基づくロボットの動作生成
3. 学会等名 Science Robotics Meeting in Japan (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 加瀬敬唯、鈴木彼方、陽品駒、尾形哲也
2. 発表標題 深層学習を用いた多自由度ロボットの動作の組合せと片付けタスク実行
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクスメカトロニクス講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 増田航、村田真悟、富岡咲希、尾形哲也、菅野重樹
2. 発表標題 神経回路モデルを用いた感覚不確実性の予測による 状況変化に対する適応的行動生成
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクスメカトロニクス講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 太田博己、安里太緒、菅佑樹、尾形哲也
2. 発表標題 ロボットモデルウェアにおける物体認識・リーチングのためのフレームワークの提案
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクスメカトロニクス講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大西直、佐々木一磨、本吉俊之、菅佑樹、尾形哲也
2. 発表標題 ロボットシミュレーション環境構築フレームワーク「RTM-Unity Sim」の開発
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクスメカトロニクス講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鈴木彼方、加瀬敬唯、尾形哲也
2. 発表標題 深層学習モデルによる動作指示に基づく衣服折り畳みタスク学習
3. 学会等名 第31回人工知能学会全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 本吉俊之, 佐々木一磨, 大西直, 曾田尚宏, 尾形哲也
2. 発表標題 時系列情報を入力とするCNNを用いた自動運転ステアリング・アクセル学習
3. 学会等名 日本ロボット学会第35回学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 太田博己, 村田祐樹, 菅佑樹, 尾形哲也
2. 発表標題 RTミドルウェアを用いたロボット操縦とセンサ情報の体験を伴うVRゲーム
3. 学会等名 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会S12017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 張耀宇, 中條亨一, 山田竜郎, 村田真悟, 有江浩明, 尾形哲也
2. 発表標題 神経回路モデルにおける追加学習手法に関する検討
3. 学会等名 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会S12017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中島佳昭, 加瀬敬唯, 中條亨一, 尾形哲也
2. 発表標題 複数神経回路モデルの部分共有による複数同時動作の学習とロボットへの応用
3. 学会等名 情報処理学会第80回全国大会
4. 発表年 2018年

1 . 発表者名 Yumi Nishimura, Yuki Suga, Tetsuya Ogata
2 . 発表標題 An Effective Visual Programming Tool for Learning and Using Robotics Middleware
3 . 学会等名 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII2016) (国際学会)
4 . 発表年 2016年

1 . 発表者名 Tao Asato, Yuki Suga, Tetsuya Ogata
2 . 発表標題 A Reusability-based Hierarchical Fault-detection Architecture for Robot Middleware and its Implementation in an Autonomous Mobile Robot System
3 . 学会等名 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII2016) (国際学会)
4 . 発表年 2016年

1 . 発表者名 Kuniyuki Takahashi, Hadi Tjandra, Tetsuya Ogata, and Shigeki Sugano
2 . 発表標題 Body Model Transition by Tool Grasping During Motor Babbling using Deep Learning and RNN
3 . 学会等名 International Conference on Artificial Neural Networks (ICANN 2016) (国際学会)
4 . 発表年 2016年

1 . 発表者名 Kazuma Sasaki, Madoka Yamakawa, Kana Sekiguchi, and Tetsuya Ogata
2 . 発表標題 Classification of Photo and Sketch Images using Convolutional Neural Networks
3 . 学会等名 International Conference on Artificial Neural Networks (ICANN 2016) (国際学会)
4 . 発表年 2016年

1. 発表者名 菅佑樹, 尾形哲也
2. 発表標題 RTミドルウェアを用いた開発の課題とサポートツールの開発
3. 学会等名 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会S12016
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 金杞泰, 高橋城志, 尾形哲也, 菅野重樹
2. 発表標題 Deep Learningによる把持動作を考慮した道具身体化モデルの学習と動作生成
3. 学会等名 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会S12016
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 高橋城志, 尾形哲也, 中西淳, Gordon Cheng, 菅野重樹
2. 発表標題 多自由度柔軟関節ロボットのためのモーターバブリングを用いた効率的な動的動作の学習
3. 学会等名 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会S12016
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 鈴木彼方, 陽品駒, 加瀬敬唯, 尾形哲也
2. 発表標題 W0Z法を用いた動作教示を利用したRNNによるオンライン動作生成
3. 学会等名 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会S12016
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 金杞泰, 高橋城志, 尾形哲也, 菅野重樹
2. 発表標題 Deep Learningによるロボット道具使用のための把持を考慮した道具身体化モデル
3. 学会等名 日本ロボット学会第34回学術講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 陽品駒, 佐々木一磨, 鈴木彼方, 加瀬敬唯, 高橋城志, 菅野重樹, 尾形哲也
2. 発表標題 Wizard of Ozと深層学習によるロボットの柔軟物折り畳み作業
3. 学会等名 日本ロボット学会第34回学術講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 西村優美, 菅佑樹, 尾形哲也
2. 発表標題 ロボットミドルウェア学習のためのビジュアルプログラミングツールの開発
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクスメカトロニクス講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 安里太緒, ビグスジェフ, 安藤慶昭, 原功, 菅佑樹, 尾形哲也
2. 発表標題 ロボットミドルウェアのダイナミックワイヤリングを利用したホットスタンバイアーキテクチャの提案
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクスメカトロニクス講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 鈴木彼方, 新古真純, 陽品駒, 高橋城志, 菅野重樹, 尾形哲也
2. 発表標題 CNNによる二次元物体画像から実ロボットでの把持動作生成
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクスメカトロニクス講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 山田浩貴, 下栗逸爾, 高橋城志, Hadi Tjandra, 菅野重樹, 尾形哲也
2. 発表標題 道具機能表現を分類するための道具身体化モデルの転移学習
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクスメカトロニクス講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 金紀泰, 高橋城志, Hadi Tjandra, 尾形哲也, 菅野重樹
2. 発表標題 ディープニューラルネットワークとリカレントニューラルネットワークによる把持位置を考慮した道具使用モデル
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクスメカトロニクス講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Tetsuya Ogata
2. 発表標題 Deep Neural Models for Multimodal Integration in Robot System
3. 学会等名 3rd mini-symposium on Computations, Brains and Machines (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 Deep Learning技術のロボティクスへの応用と今後の展望
3. 学会等名 CAE計算環境研究会第7回シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 ディープラーニングのロボット応用と今後の展望
3. 学会等名 精密工学会第380会講習会（招待講演）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 ディープラーニングによる実ロボットの行動学習
3. 学会等名 情報処理学会連続セミナー第1回：実世界に埋め込まれる人工知能（招待講演）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 神経回路モデルによるロボットの運動と言語の学習
3. 学会等名 「機械の日・機械週間」記念行事（招待講演）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 神経回路モデルによるロボットの身体モデル学習～ダイナミックな運動の学習と応用～
3. 学会等名 日本体育学会第67回大会（招待講演）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 ロボットにおけるディープラーニングによるマルチモーダル情報の統合
3. 学会等名 Prometech Simulation Conference 2016（招待講演）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Tetsuya Ogata
2. 発表標題 Robot system handling unknown objects by deep learning
3. 学会等名 Japan-France Symposium on Deep Learning and Artificial Intelligence（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 深層学習モデルによるロボット行動・言語学習
3. 学会等名 CBI学会2016年大会（招待講演）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 深層学習によるロボットの物体操作と言語の学習
3. 学会等名 日本機械学会 情報・知能・精密機器部門 機械と社会を変える人工知能 (AI) 基礎講座 (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 深層学習とロボティクス
3. 学会等名 京都大学大学院情報学研究科第18回情報学シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tetsuya Ogata
2. 発表標題 Deep Neural Models for Object Manipulation and Communication of Robots
3. 学会等名 International Symposium on Robotic and Human Cognition and Brain Development (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tetsuya Ogata
2. 発表標題 Deep Neural Models for Object Manipulation and Communication of Robots
3. 学会等名 International Symposium on Cognitive Neuroscience Robotics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 深層学習とロボットの融合
3. 学会等名 日本音響学会2017年春季研究発表会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kuniyuki Takahashi, Tetsuya Ogata, Hiroki Yamada, Hadi Tjandra, and Shigeki Sugano
2. 発表標題 Effective Motion Learning for a Flexible-Joint Robot using Motor Babbling
3. 学会等名 IEEE/RAS International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2015) (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Kazuma Sasaki, Hadi Tjandra, Kuniaki Noda, Kuniyuki Takahashi, and Tetsuya Ogata
2. 発表標題 Neural Network based Model for Visual-motor Integration Learning of Robot 's Drawing Behavior
3. 学会等名 IEEE/RAS International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2015) (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 金杞泰, 高橋城志, Hadi Tjandra, 尾形哲也, 菅野重樹
2. 発表標題 モーターバブリングと神経回路モデルを用いた道具身体化-複数道具把持動作による身体遷移過程の学習と生成
3. 学会等名 情報処理学会第78回全国大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 鈴木彼方, 高橋城志, ゴードンチェン, 尾形哲也
2. 発表標題 深層学習を用いた多自由度ロボットによる柔軟物の折り畳み動作生成
3. 学会等名 情報処理学会第78回全国大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 菅佑樹, 尾形哲也
2. 発表標題 RTコンポーネントを用いたシステム開発用フレームワーク「wasanbon」の開発
3. 学会等名 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会S12015
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Tjandra Hadi, 高橋城志, 尾形哲也, 菅野重樹
2. 発表標題 ロボットを用いた身体モデル変調による道具身体化モデル
3. 学会等名 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会S12015
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 陽品駒, 高橋城志, 尾形哲也, 菅佑樹, 菅野重樹
2. 発表標題 RTCによる深層学習モデルと柔軟関節ロボットの統合
3. 学会等名 日本ロボット学会第33回学術講演会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 安里太緒, 菅佑樹, 尾形哲也
2. 発表標題 ロボットミドルウェアにおける障害検出フレームワークの提案とRTミドルウェアでの実装
3. 学会等名 日本ロボット学会第33回学術講演会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Kuniyuki Takahashi, Tetsuya Ogata, Shigeki Sugano, Gordon Cheng
2. 発表標題 Dynamic Motion Learning for a Flexible-Joint Robot using Active-Passive Motor Babbling
3. 学会等名 日本ロボット学会第33回学術講演会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 山田浩貴, 高橋城志, 尾形哲也, Hadi Tjandra, 菅野重樹
2. 発表標題 受動的な動作を含むモータバブリングによる柔軟関節を有するロボットの動作学習
3. 学会等名 日本ロボット学会第33回学術講演会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 鈴木彼方, 高橋城志, Hadi Tjandra, 村田真悟, 菅野重樹, 尾形哲也
2. 発表標題 再帰神経回路モデルによる分散予測を用いた柔軟関節ロボットの身体ダイナミクスの探索
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクスメカトロニクス講演会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 菅佑樹, 尾形哲也
2. 発表標題 RTミドルウェアのためのRTC・RTSリポジトリ管理フレームワークwasanbon
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクスメカトロニクス講演会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 安里太緒, 菅佑樹, 尾形哲也
2. 発表標題 自律移動ロボットフレームワークの提案とRTミドルウェアへの実装
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクスメカトロニクス講演会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Tetsuya Ogata
2. 発表標題 Neuro-dynamical Models for Human Robot Interaction
3. 学会等名 French-Japanese-German Workshop On Human Centric Robotics (招待講演)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 ニューラルネットモデルと知能ロボットへの応用
3. 学会等名 スーパーコンピューティング技術産業応用協議会 (招待講演)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 神経回路モデルによるマルチモーダル学習とロボット行動生成
3. 学会等名 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会SI2015 (招待講演)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 尾形哲也
2. 発表標題 深層学習による自律ロボットのマルチモーダル学習
3. 学会等名 STARCアドバンスドセミナー (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Tetsuya Ogata
2. 発表標題 Robot Behavior Learning utilizing Deep Neural Networks
3. 学会等名 The 2nd International Workshop on Cognitive Neuroscience Robotics (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Tetsuya Ogata
2. 発表標題 Deep Neural Models for Multimodal Integration in Robot System
3. 学会等名 The 3rd mini-symposium on Computations, Brains and Machines (招待講演)
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 独立行政法人情報処理推進機構 AI白書編集委員会	4. 発行年 2017年
2. 出版社 KADOKAWA	5. 総ページ数 360
3. 書名 AI白書2017	

1. 著者名 尾形哲也	4. 発行年 2017年
2. 出版社 日刊工業新聞社	5. 総ページ数 192
3. 書名 ディープラーニングがロボットを変える	

1. 著者名 Editor: Ambarish Goswami, and Prahlad Vadakkepat,	4. 発行年 2017年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 2650
3. 書名 Humanoid Robotics: A Reference	

〔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	有江 浩明 (Arie Hiroaki) (20424814)	早稲田大学・次世代ロボット研究機構・その他(招聘研究員) (32689)	