

令和 4 年 9 月 2 日現在

機関番号：34315

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18H03313

研究課題名（和文）指使いの視触覚統合プロセスモデリングに基づく硬軟物操りの創発型制御

研究課題名（英文）Emergent process modeling of fingering and hard-and-soft object handling based on visual-haptic fusion

研究代表者

島田 伸敬 (Nobutaka, Shimada)

立命館大学・情報理工学部・教授

研究者番号：10294034

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 12,300,000円

研究成果の概要（和文）：力触覚と視覚的変形の二つの情報を整合させた統一的なハンドによる物体操作の自動プロセスモデリングの枠組みを機械学習の枠組みによって構築し、(1)時系列観測に基づく不確かさを考慮した被操作物体形状の遷移型記述モデルの提案、(2)日常生活における人の道具操作をロギングする分散処理システムの構築、(3)物体形状の見えに基づいて把持姿勢を想起する深層モデルの創成方法の提案、(4)物体状態に基づき次の取るべき手順動作を連鎖的に想起するプロセスモデルの提案、(5)超小型触覚センサの開発及び時系列微視的情報によるなぞり触感の分別、の各成果を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

人が日常普通に行う道具の操り操作は現状のロボットにはまだ模倣ができない。その困難を視触覚の統合によるロボット制御によって克服するべく、触覚側では素材識別のためのなぞり行動を素材適応的に生成することで識別性能を向上できる可能性を示し、視覚側では物体形状の記述子、把持姿勢との関連モデリングによる把持想起、巨視的手順のモデリングと模倣といった要素技術を獲得した。これにより本課題の本丸である視触覚統合モデリング課題への取り組みが端緒についた。

研究成果の概要（英文）：We have developed a framework for automatic process modeling of object manipulation by robotic hand that integrates tactile and visual deformation information in a machine learning framework. We proposed (1) a transitional description model of 3-D shape of the manipulated object that sequentially considers uncertain and incomplete observations, (2) a ROS2-based distributed system for logging human activities in daily life, (3) a method for creating a deep model that recalls the grasping posture based on the object shape and appearance, (4) a method for creating a deep model that recursively recalls the next operation to be taken to achieve a goal based on the current object state, and (5) Development of an ultra-compact tactile sensor and classification of tracing tactile sensations based on dynamical tactile information.

研究分野：コンピュータビジョン

キーワード：深層学習 プロセスモデル 把持パターン想起 視触覚統合

1. 研究開始当初の背景

ロボットが道具や物体を人と同じように操るにはいくつかの大きな課題が考えられる。そのひとつはロボット自身の「動作の手順」をどう記述し、いかに適切な状況でそれを再現するか、という大局的なスケールの課題である。また、硬いものだけでなく柔らかく変形しやすい(変形すること自体に意義がある物体)ものも扱うため、ものの変形を力覚的にどうやって制御しながら手順中のワンステップを達成するか、という微視的なスケールの課題も合わせて考慮する必要がある。「正解」である人の操作をつぶさに観察すれば、人の行動と対象物の状態変化の関係を、時間発展を伴うプロセスモデルとして自動獲得できる(フィードフォワード的)。一方、形が連続的に変化する柔軟物をうまく掴んで操作するには、もっと短い時間スパンにおける「変形」と「力覚的な応答性」も考慮する必要がある(フィードバック的)。従来、フィードフォワード要素は予めシステム同定によって得られた「知識」としてシステムや定式化の中に埋め込まれ、ロボット自身の経験や観察から動的に獲得する学習の枠組みとの間に断絶があった。

2. 研究の目的

力触覚と視覚的変形の二つの情報を整合させた統一的なハンドによる物体操作の自動プロセスモデリングの枠組みを機械学習の枠組みを応用して構築できると構想した。ロボットハンドが硬いものと柔らかいものを把持しながら、一連の手順に従ってそれらを状態変化させる操り動作(例: 布の折りたたみ、袋詰め粉体や山積みになった調理済み食品のつまみ上げ、隙間のない箱詰めなど)を行うための、視覚・力触覚を統合した手順=プロセスの記述モデルおよび動作生成モデルをモデリングする枠組みを研究することを目的とした。

3. 研究の方法

物体操作の視覚統合を実現するにあたり、時空間的に大局的な視覚情報と微視的な触覚情報を機械学習の枠組みを使って直接接合しようとしたが、時空間スケールの差が極端に大きいため、取得できる数の限定的な訓練用エピソードがそれぞれ特殊すぎて、いわゆる過学習の疑いの大きい結果になりやすかった。そこであらためて視覚側の時空間スケールを複数の段階に捉え直し、

- (1) 時系列観測に基づく不確かさを考慮した被操作物体形状の遷移型記述モデル
- (2) 日常生活における人の道具操りのロギングによるデータ収集
- (3) 物体形状の見えとそれを把持する手指姿勢・形状=把持パタンの想起
- (4) 物体状態に基づき次に取るべき手順動作を連鎖的に想起するプロセスモデリング
- (5) 超小型触覚センサの開発及び時系列微視的情報によるなぞり触感の分別

のような個別問題の解決から仕切り直すこととなった。

4. 研究成果

- (1) 時系列観測に基づく不確かさを考慮した被操作物体形状の遷移型記述モデル(文献1)

把持される対象物の形状は現時点の観測だけで認知されるのではなく、手指による把持方法と関連づけられてモデリングされていれば、ある方向から観測された不完全な形状情された全体像に基づく適切な把持行動をロボットに発現させられると考えた。そこで、凹凸のある多様な3

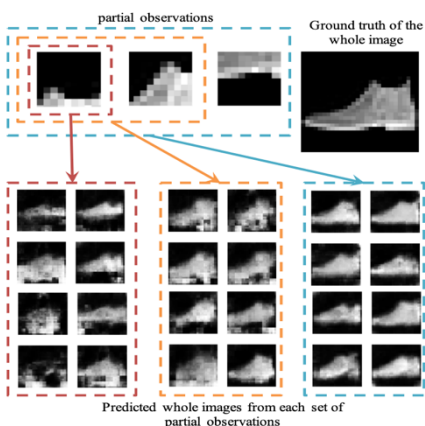


図1 部分観測を満たす記述子集合の想起(2-D)

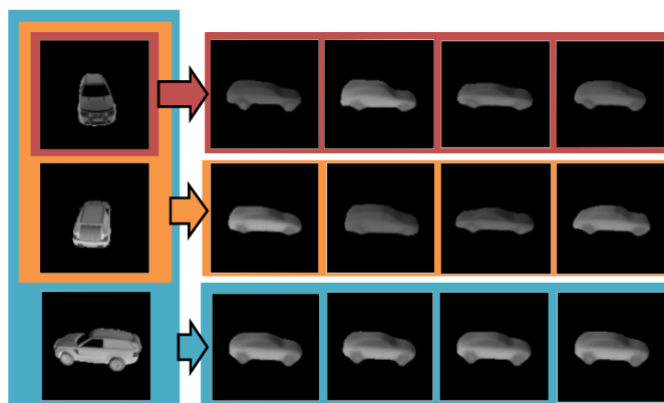


図2 部分観測を満たす記述し集合の想起(3-D)

次元の物体形状を表現する記述子空間を考え、部分的な観測情報と整合する記述子空間の部分集合（矩形領域）を出力する深層モデルの考えを提案した。CG や実物体の 3-D 形状をエンコードした記述子から元の形状を復元できる自己符号化器を、妥当性・整合性・再生性の条件を導入した新しい損失関数を用いて構成した。本手法で生成される記述子空間は、同じ対象に対する不完全観測から得られた記述子部分集合の積集合を取ることで曖昧さを減らし整合された三次元形状を得ることを可能にする（図 1、2）。

(2) 日常生活における人の道具操りのロギングによるデータ収集(文献 2)

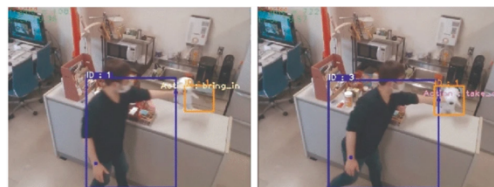
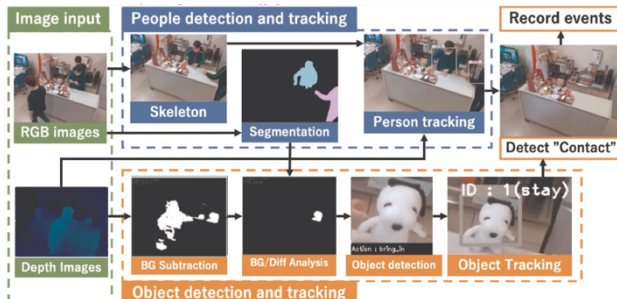


図 4 物体の持ち込み・接触 検知の様子

図 3 ROS2 ベースシーン変遷ロギングシステム

日常生活において人がさまざまな道具を操るシーンを自動的に記録収集できれば、物体の把持や操作の仕方を自然な形で取得して、機械学習等の枠組みを用いてロボットが模倣を行う際の手助けになりうる。そこで従来から報告者のグループで開発している室内シーン変遷ロギングシステムを人の仔細な行動・動作の記録に拡張して応用することを試みた。C++をネイティブに利用したモノリシックな従来システムから、ロボット制御向け分散プラットフォーム ROS2 を用いた疎結合的システムとすることにより、最新の深層学習モデルの組み込みや入れ替えが容易になる構成に変更した。また GPU を始めとした計算リソースの拡充と環境構築を効率的にするため、仮想コンテナ環境である Docker 上に ROS2 プラットフォームを構成し、可搬性の高い構成を実現した。分散ノードを LAN によって結合することで GPU を必要とする深層モデルを用いた画像認識モジュールを比較的安価な PC を複数組み合わせたりリソース上で実稼働でき、物体の持ち込み・持ち去り、人の行動や物体を操作する手先の操作を検知・記録した(図 3、4)。このシステムは GitHub 上にて近日中に公開予定である。

(3) 物体形状の見えとそれを把持する手指姿勢・形状＝把持パタンの想起(文献 3)

物体の形状とその物体のもつ固有の機能や物体を把持・運搬の際の手指の把持姿勢の間には強い関連があることが、心理学の分野で繰り返し指摘されている。これに倣い、人が物体をどのように扱うのかをロボットに模倣させることを目標として、物体の把持姿勢を想起する深層モデルの枠組みについて研究した。日々現れる新しい形状の物体について把持を自動追加できるように、前述のシーン変遷ロギングシステムを用いて記録された、日常生活にて人が物体操作の様子を教師データとし、物体の形状（RGB-D 画像）とそれを把持する手指の姿勢の共起性をモデリングする。その際、物体を運ぶのか、その固有機能（飲み物を入れる、蓋を開けるなど）を発現させるためなのか、その意図に応じて複数の把持可能部位と把持姿勢がありうる。しかし日常生活の記録データでは可能なすべての把持が観測できるわけではない。そこで、学習しながら自発的に複数の把持方法をクラスタリングしつつ形状との関連をモデリングする深層モデルを提案した(図 5)。コップのような既知のものだけでなく、複雑な取手形状を持つものについても複数の掴み方を自動的にモデルに組み込んで、把持姿勢候補を複数想起できることを示した(図 6、7、8)。

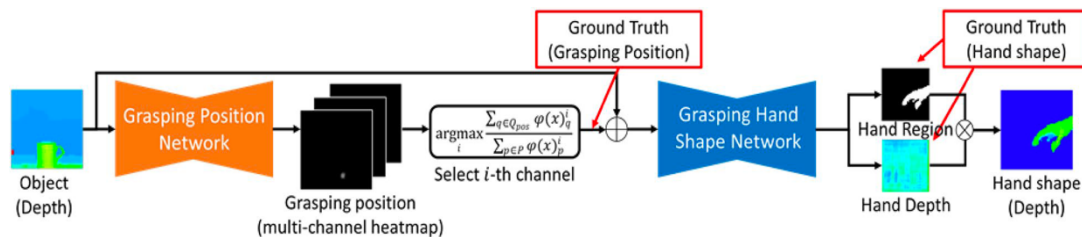


図 5 物体形状から複数の把持姿勢を想起する深層モデル

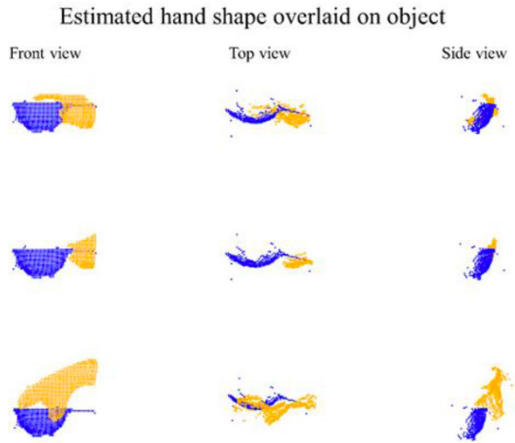


図 6 想起された把持姿勢と物体の 3-D 形状

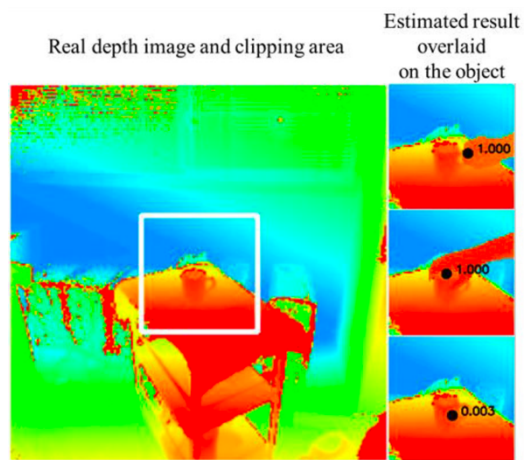


図 7 実シーン中のマグカップに対する把持パターンの想起 (右端の 3 つ)

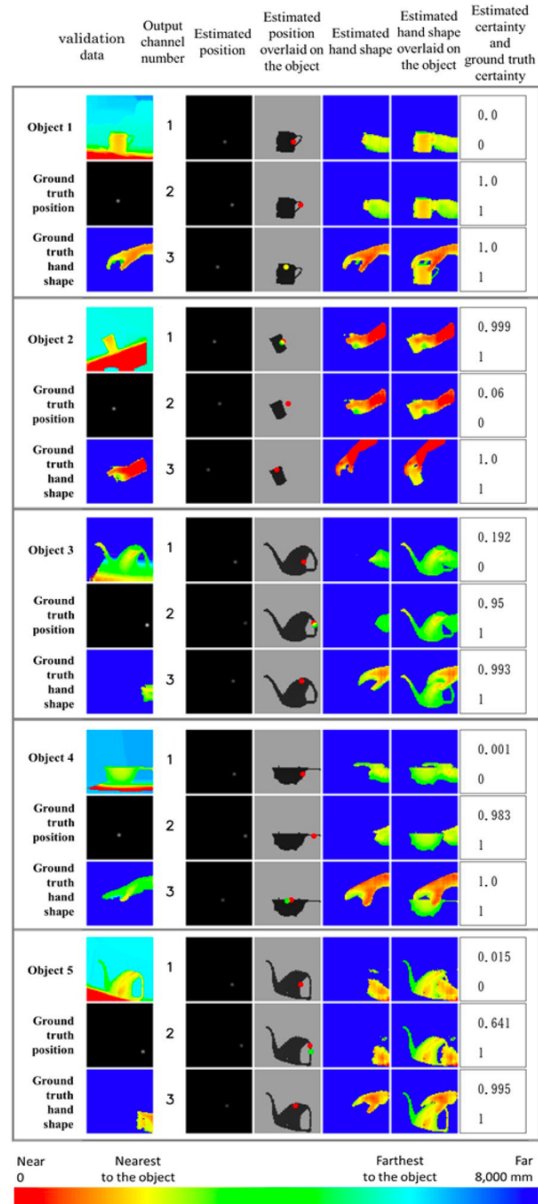


図 8 様々な物体に対する把持姿勢の想起例

(4) 物体状態に基づき次に取るべき手順動作を連鎖的に想起するプロセスモデリング(文献 4)

一般に物体の操作にはその物体の機能を適切に発現させる目的があり、ある操作によって物体の状態が期待した状況に遷移したことを確認しながら次の操作を行う一連の連鎖になっていることが多い。この操作手順をロボット自身と対象物体双方の状態遷移プロセスとして記述し、期待した状態遷移をもたらす操作系列を生成するモデルの構築を試みた(図 9)。グリップ付き 6 自由度アームを用いて色キューブを並べ直す視覚作業タスクを題材とした。人が順に 3 つのキューブを並べる作業をロボットに見せるとその作業を再現する。掴む・移動する・離すなどの基本動作によって起きうるシーン画像の変化を CG シミュレーションによって再現しておき、現在のシーン状況と人の教示によるゴール状況を照合して次に行うべき動作を連鎖的に生成する深層モデルを構成した。作業途中で状況を壊す邪魔をしても、目の前の状況をもとにそこからゴール到達に必要な動作を想起して以後の手順を実行しゴールに到達できた(図 10)。

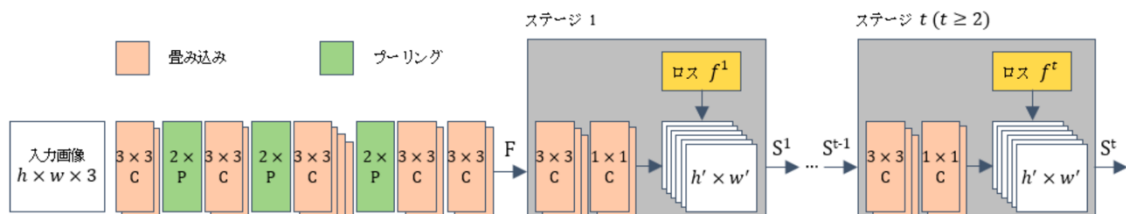

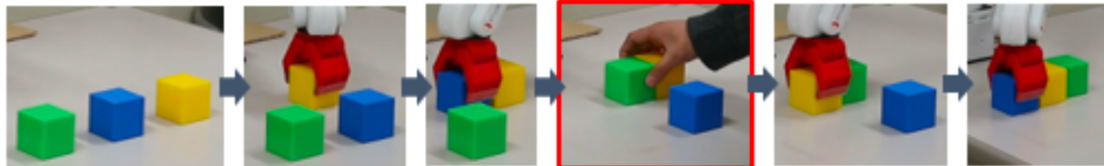


図 9 誤りや妨害に頑健な作業プロセスの生成深層モデル

ロボットの模倣プロセス (目標状態: )



ミスが起こったタイミング

図 10 途中で妨害 (赤枠) があっても作業を適応的に作業再開の様子

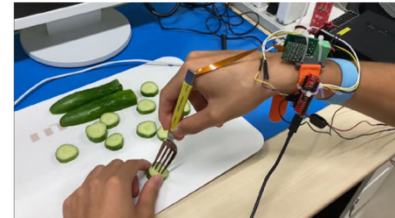
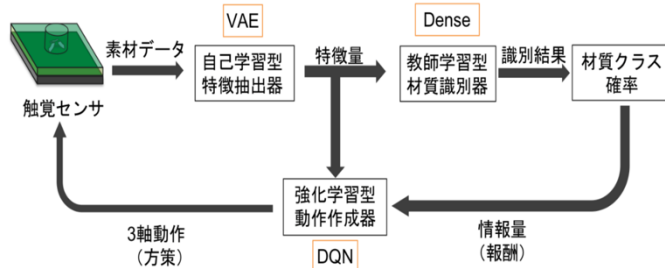


図 12 穿刺時の触覚情報に基づく食材の判別

図 11 対象の触覚情報に応じて適応的ななぞり素材識別 づく食材の判別

(5) シリコン上マルチカンチレバー型触覚センサによるなぞり触感の取得及び分別(文献5、6)

シリコン上に成形したマルチカンチレバー型の触覚センサを独自開発した。これを用いて時系列で対象物体や道具の微細な変形情報を取得し、触り動作と触覚が相互に関係した人工触覚モデルを、素材識別率を報酬とする触り動作学習により構築した(図 11)。特徴抽出器として VAE モデルを採用したところ、素材毎になぞり速度別に得意不得意があった。そこでなぞり時のセンサ情報をもとに適切ななぞり速度を自動的に選んでなぞり動作を行うと 67.9%の識別率となり、動作学習を行わないモデルと比較して 6.2 ポイント向上した。素材識別率向上の観点からは、従来手法より向上したと言いが、教師なしの学習によって抽出した中間特徴量を用いて 6.2%の素材識別率の向上を図る事ができたこと、なぞり速度をパラメータとしたなぞり動作の創成が素材識別の性能向上に寄与する可能性を示唆したことが成果である。またこの技術が食材の自動識別課題にも応用できることを示した(図 12)。

(6) まとめ

人の繊細な物体操作をロボットに模倣させることを目標に、視覚・触覚それぞれに人・ロボットの行動との関連をモデリングする手法を、微視的・巨視的なスケールにおいて提案し一定の成果を得た。しかし本来目指した物体操作の視触覚統合モデリングについては課題期間内に明確には達成できなかった。しかし、触覚側では素材識別のためのなぞり行動を素材適応的に生成することで識別性能を向上できる可能性を示し視覚側では物体形状の記述子、把持姿勢との関連モデリングによる把持想起、巨視的手順のモデリングと模倣といった要素技術が整い、本題である視触覚統合課題が端緒についたと考える。これについては令和 3 年度より実施中の科研費基盤研究 C にて継続課題として遂行中である。

引用文献

1. T.Fukui et al., "Scene Descriptor Expressing Ambiguity in Information Recovery Based on Incomplete Partial Observation," 2021 IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems (IROS2021), DOI: [10.1109/IROS51168.2021.9636576](https://doi.org/10.1109/IROS51168.2021.9636576), 2021.
2. K.Yoshida et al., "ROS2-based Distributed System Implementation for Logging Indoor Human Activities," Int. Conf. on Intelligent Computing (ICIC2021), Springer LNCS 12836, Vol.1, pp.862-873, DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-84522-3_70, 2021.
3. M.Sanada, "Recalling Candidates of Grasping Method from an Object Image using Neural Network," IEEE/RSJ Int.Conf on Intelligent Robots and Systems (IROS 2019), TuAT16.4, pp.634-639, [10.1109/IROS40897.2019.8968155](https://doi.org/10.1109/IROS40897.2019.8968155), 2019.
4. チャン他, "深層学習による失敗自動対応可能な人間の作業プロセスのモデル化", ロボティクス・メカトロニクス講演会 2020, 2P2-J17, 2020.
5. 坪倉他, "MEMS 触覚センサを用いたフォークによる食材刺突時の把持力に基づく食材判別", 第 26 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, 2E1-5, 2021.
6. 岡田他, "ヒトを模した人工触覚の触り動作における素材識別率を向上させる学習モデルの研究", 情報処理学会インタラクション 2020 論文集, No. INT20015, pp.133-142, 2020.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4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 Zhou Yutong, Shimada Nobutaka	4. 巻 1
2. 論文標題 Rain Streaks and Snowflakes Removal for Video Sequences via Motion Compensation and Matrix Completion	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 SN Computer Science	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/s42979-020-00333-6	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 Sanada Makoto, Matsuo Tadashi, Shimada Nobutaka, Shirai Yoshiaki	4. 巻 8
2. 論文標題 Recalling of multiple grasping methods from an object image with a convolutional neural network	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ROBOMECH Journal	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） 10.1186/s40648-021-00206-4	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 Taniguchi Tadahiro, El Hafi Lotfi, Hagiwara Yoshinobu, Taniguchi Akira, Shimada Nobutaka, Nishiura Takanobu	4. 巻 35
2. 論文標題 Semiotically adaptive cognition: toward the realization of remotely-operated service robots for the new normal symbiotic society	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advanced Robotics	6. 最初と最後の頁 664 ~ 674
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1080/01691864.2021.1928552	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 Dinh Tuan Tran, Hirotake Yamazoe, Joo-Ho Lee	4. 巻 Vol.50
2. 論文標題 Multi-Scale Affined-HOF and Dimension Selection for View-Unconstrained Action Recognition	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Applied Intelligence	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） 10.1007/s10489-019-01572-8	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54件(うち招待講演 0件/うち国際学会 24件)

1. 発表者名 Yutong Zhou, Nobutaka Shimada
2. 発表標題 Spatial and Channel-wise Attention in Generative Adversarial Networks for Text to Face Synthesis
3. 学会等名 The 1st International Workshop on Intelligent Systems(IWIS 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 福井 尚卿, 松尾 直志, 島田 伸敬
2. 発表標題 不完全な観測情報に基づく 3D再構成の曖昧さを表現する空間形状記述子の提案
3. 学会等名 第21回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
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 チャン・ディン・トゥアン, 李周浩, 島田伸敬
2. 発表標題 深層学習による失敗自動対応可能な人間の作業プロセスのモデル化
3. 学会等名 ロボティクス・メカトロニクス講演会 2020 (ROBOMECH 2020 in KANAZAWA)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 三宅雄大, 松尾直志, 島田伸敬
2. 発表標題 リハビリテーションのための親指先端可動域の計測と可視化
3. 学会等名 ロボティクス・メカトロニクス講演会 2020 (ROBOMECH 2020 in KANAZAWA)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yutong Zhou and Nobutaka Shimada
2. 発表標題 Generative Adversarial Network for Text-to-Face Synthesis and Manipulation with Pretrained BERT Model
3. 学会等名 IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition 2021 (FG2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takaaki FUKUI, Tadashi MATSUO and Nobutaka SHIMADA
2. 発表標題 Scene Descriptor Expressing Ambiguity in Information Recovery Based on Incomplete Partial Observation
3. 学会等名 2021 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kyohei Yoshida, Tadashi Matsuo, Nobutaka Shimada
2. 発表標題 ROS2-based Distributed System Implementation for Logging Indoor Human Activities
3. 学会等名 International Conference on Intelligent Computing (ICIC2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Erika Aoki, Tadashi Matsuo, Nobutaka Shimada
2. 発表標題 Non-tactile Thumb Tip Measurement System for Encouraging Rehabilitation After Surgery
3. 学会等名 International Conference on Intelligent Computing (ICIC2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yutong Zhou, Nobutaka Shimada
2. 発表標題 Generative Adversarial Network for Text-to-Face Synthesis and Manipulation with Pretrained BERT Model
3. 学会等名 第24回画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉田享平、島田伸敬、松尾直志
2. 発表標題 ROS2 を用いた室内シーン変遷ロギングシステムの実装
3. 学会等名 ロボティクス・メカトロニクス 講演会 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 前田 康佑, 野村 朋哉, 島田 伸敬, 松尾 直志
2. 発表標題 オペラブルリアリティのためのMRにおける収納家具の対話的取り込み
3. 学会等名 2021年電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 青木 映里香, 島田 伸敬, 松尾 直志
2. 発表標題 リハビリ支援のための拇指先端可動域計測および可視化アプリ
3. 学会等名 2021年電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 有本 光希, 島田 伸敬, 松尾 直志
2. 発表標題 日常的な物体操作の自動記録と解析に基づく物体把持方法の想起
3. 学会等名 2021年電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 福井 尚卿, 松尾 直志, 島田 伸敬
2. 発表標題 不完全な部分観測情報に基づく情報復元の曖昧さを表現する状況記述子の提案
3. 学会等名 第225回コンピュータビジョンとイメージメディア研究発表会 (CVIM225)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yutong Zhou, Nobutaka Shimada
2. 発表標題 Spatial and Channel-wise Attention in Generative Adversarial Network for Text-to-Face Synthesis and Manipulation
3. 学会等名 第225回コンピュータビジョンとイメージメディア研究発表会 (CVIM225)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yusei Oozono, Hirotake Yamazoe, Joo-Ho Lee
2. 発表標題 Pointing Direction Estimation for Attention Target Extraction Using Body-Mounted Camera
3. 学会等名 2020 17TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON UBIQUITOUS ROBOTS (UR) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Akimichi Kojima, Hirotake Yamazoe, Joo-Ho Lee
2. 発表標題 Improvement of Passive Joint in Wearable Robot Arm
3. 学会等名 2020 17TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON UBIQUITOUS ROBOTS (UR) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Keita Kishima, Hirotake Yamazoe, Joo-Ho Lee
2. 発表標題 Emotion Estimation for Automatic Generation of 3D Avatar Motions Based on Dialog Texts
3. 学会等名 2020 17TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON UBIQUITOUS ROBOTS (UR) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 梶山 主税、李 美蘭、山添 大丈、李 周浩
2. 発表標題 介護練習用ロボットの為の表情による痛み再現システム
3. 学会等名 ロボティクス・メカトロニクス講演会 2020 (ROBOMECH 2020 in KANAZAWA)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小林 叶佳、山添 大丈、李 周浩
2. 発表標題 知能化空間における人間の位置及び行動に基づく異常の検出
3. 学会等名 ロボティクス・メカトロニクス講演会 2020 (ROBOMECH 2020 in KANAZAWA)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 梶山 主税, 山添 大丈, 李 周浩
2. 発表標題 介護練習用ロボットの為の表情による痛み再現システム
3. 学会等名 第18回高齢社会デザイン (ASD) 研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 今在家 拓哉, Tran Dinh, Tuan, 李 周浩
2. 発表標題 ドローンによる夜間警備のための赤外線カメラを用いた人間の行動認識
3. 学会等名 第21回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 (SI2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山本 凌司, チャン ディン トゥアン, 李 周浩
2. 発表標題 卓上作業支援ロボットにおけるジェスチャ操作の評価
3. 学会等名 第21回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 (SI2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 青木雅典, 土橋嬉真花, 安藤潤人, 寒川雅之, 秋田純一, 野間春生
2. 発表標題 MEMS 触覚センサ向け機械学習のためのFPGA によるSNN パーセプトロン実装
3. 学会等名 第26回バーチャルリアリティ学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 坪倉 奏太, 安藤 潤人, 北野 勝則, 野間 春生, 寒川 雅之, 秋田 純一
2. 発表標題 MEMS 触覚センサを用いたフォークの把持力に基づく食材判別へのリザバーコンピューティングの応用
3. 学会等名 ハプティクス研究委員会第28回研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高橋佑司, 高橋拓海, 安部隆, 野間春生, 寒川雅之
2. 発表標題 物理的・化学的耐久性を兼備するフッ素エラストマ積層コーティングPDMS封止カンチレバー型触覚センサ
3. 学会等名 第38回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yutong Zhou, Nobutaka Shimada
2. 発表標題 Using Motion Compensation and Matrix Completion Algorithm to Remove Rain Streaks and Snow for Video Sequences
3. 学会等名 The 5th Asian Conference on Pattern Recognition (ACPR 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Dinh Tuan Tran, Hirotake Yamazoe, Nobutaka Shimada, Joo-Ho Lee
2. 発表標題 A Feature Extraction Approach to Handle Variations in Camera Viewpoint for Computer Vision Tasks
3. 学会等名 The 15th Joint Workshop on Machine Perception and Robotics (MPR2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 LI Yitian, SHIMADA Nobutaka
2. 発表標題 Discovery of Image Pixels Highly Contributing to CNN regression
3. 学会等名 The 15th Joint Workshop on Machine Perception and Robotics (MPR2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 FUKUI Takaaki, SHIMADA Nobutaka, MATSUO Tadashi
2. 発表標題 Detection of Unstable Objects by Using Deep Learning for Domestic Environment
3. 学会等名 The 15th Joint Workshop on Machine Perception and Robotics (MPR2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Makoto Sanada, Tadashi Matsuo, Nobutaka Shimada, Yoshiaki Shirai
2. 発表標題 Recalling Candidates of Grasping Method from an Object Image using Neural Network
3. 学会等名 The 2019 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hirotake Yamazoe, Kenta Miki, Takuya Imazaike, Yume Matsushita, Jaemin Chun, Youngsun Kim, Joo-Ho Lee
2. 発表標題 Analysis of robot's motion impressions for designing behaviors of home service robots
3. 学会等名 The 1st IFAC Workshop on Robot Control (WROCO 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sasuke Yamane, Hirotake Yamazoe, Joo-Ho Lee
2. 発表標題 Human motion generation based on GAN toward unsupervised 3D human pose estimation
3. 学会等名 The 5th Asian Conference on Pattern Recognition (ACPR 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野村 朋哉, 有本 光希, 松尾 直志, 島田 伸敬
2. 発表標題 オペラブルリアリティ: 棚内物体の仮想操作インタフェース
3. 学会等名 2020年電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 河盛 真波, 島田 伸敬
2. 発表標題 受信者の状態に応じた部分情報を重畳するARゲームの提案
3. 学会等名 第24回バーチャルリアリティ学会大会 (VRSJ2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Li Xi, Nobutaka Shimada
2. 発表標題 Inferring Task Plans from Visual Demonstration with Recurrent Neural Networks
3. 学会等名 第22回画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yutong Zhou, Nobutaka Shimada
2. 発表標題 Using Motion Compensation and Matrix Completion Algorithm to Remove Rain Streaks and Snow for Video Sequence
3. 学会等名 第22回画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 福井 尚卿, 松尾 直志, 島田 伸敬
2. 発表標題 力入力に対する剛体群の運動応答予測と静力学的構造安定性の推定
3. 学会等名 ロボティクス・メカトロニクス講演会2019(ROBOMECH2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山根 佐介, 山添 大丈, 李 周浩
2. 発表標題 GANを用いた姿勢既知の教師データを必要としない3次元人物姿勢推定
3. 学会等名 第22回 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川田智晴, 岡田一志, 大井翔, 松村耕平, 寒川雅之, 野間春生
2. 発表標題 包丁手技訓練を目的とした把持力信号の自動ストローク切り出し手法の検討
3. 学会等名 インタラクシオン2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 阿部 由杜, 菅 史賢, 安部 隆, 野間 春生, 寒川 雅之
2. 発表標題 エラストマ封止カンチレバー型触覚センサの検出エリア評価
3. 学会等名 第36回 センサ・マイクロマシンと応用システム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kazushi Okada, Sho Ooi, Kohei Matsumura, Haruo Noma
2. 発表標題 Gripping Force based Signature Verification Measured by Tactile Sensors
3. 学会等名 IEEE World Haptics 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tadashi Matsuo, Nobutaka Shimada
2. 発表標題 Auto-encoder factorizing into transform invariants and transform parameters
3. 学会等名 The 25th International Workshop on Frontiers of Computer Vision (IW-FCV2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 眞田慎, 松尾直志, 島田伸敬, 白井良明
2. 発表標題 ニューラルネットワークを用いた物体画像から把持方法候補の想起
3. 学会等名 パターン認識・メディア理解研究会2019年1月研究会 (PRMU)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 ZHAO YUJIAN, Tadashi Matsuo, Nobutaka Shimada
2. 発表標題 Development of a hand robot that can imitate the procedure of object manipulation accompanied with object state transition,
3. 学会等名 The 14th Joint Workshop on Machine Perception and Robotics (MPR2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ZHOU YUTONG, Tadashi Matsuo, Nobutaka Shimada
2. 発表標題 Rain Streaks Detection and Removal Using Temporal Correlation and EM-Based Low-Rank Matrix Completion for Video Sequences
3. 学会等名 The 14th Joint Workshop on Machine Perception and Robotics (MPR2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tadashi Matsuo, Nobutaka Shimada
2. 発表標題 Auto-encoder for generating a transform invariant descriptor and transform parameters
3. 学会等名 第21回画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tadashi Matsuo, Takuya Kawakami, Yoko Ogawa, Nobutaka Shimada,
2. 発表標題 Inference of Grasping Pattern from Object Image Based on Interaction Descriptor,
3. 学会等名 The 27th IEEE International Symposium on Industrial Electronics (IEEE-ISIE2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡田 一志, 大井 翔, 松村 耕平, 野間 春生
2. 発表標題 ペングリッブ型デバイスを用いた個人認証の提案
3. 学会等名 インタラクシオン2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大園 愉生, 山添 大丈, 李 周浩
2. 発表標題 胸部装着カメラによる注目対象抽出のための指差し方向推定
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2018 (ROBOMECH2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 施 真琴, 内海 章, 山添 大丈, 萩田 紀博, 李 周浩
2. 発表標題 CNN を用いた眼球中心・虹彩中心推定に基づく視線検出手法の検討
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2018 (ROBOMECH2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Makoto Sei, Akira Utsumi, Hirotake Yamazoe, Norihiro Hagita, Joo-Ho Lee
2. 発表標題 Investigation of gaze detection method based on eyeball center and iris center estimation using CNN
3. 学会等名 The 14th joint Workshop on Machine Perception and Robotics (MPR2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yusei Oozono, Hirotake Yamazoe, Joo-Ho Lee
2. 発表標題 Pointing direction estimation for attention target extraction by using a chest mounted camera
3. 学会等名 The 14th joint Workshop on Machine Perception and Robotics (MPR2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 DINH TUAN TRAN, Hirotake Yamazoe, Joo-Ho Lee
2. 発表標題 View-Invariant Human Activity Recognition Using Topic Model on Combined ORB-OF Feature
3. 学会等名 2019 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (国際学会)
4. 発表年 2019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
研究分担者	野間 春生 (Noma Haruo) (00374108)	立命館大学・情報理工学部・教授 (34315)	
研究分担者	李 周浩 (Lee Joo Ho) (80366434)	立命館大学・情報理工学部・教授 (34315)	
研究分担者	松尾 直志 (Matsuo Tadashi) (80449545)	立命館大学・情報理工学部・助教 (34315)	

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