

令和 5 年 6 月 12 日現在

機関番号：34315

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2022

課題番号：18K18134

研究課題名（和文）概念のプロトタイプ獲得を可能とするロボットの認知モデルの構築と大規模転移学習

研究課題名（英文）Constructing a Cognitive Model for Robots Enabling the Acquisition of Conceptual Prototypes and Large-Scale Transfer Learning

研究代表者

萩原 良信（Hagiwara, Yoshinobu）

立命館大学・総合科学技術研究機構・准教授

研究者番号：20609416

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）：本研究は、場所の概念を画像、位置、言語等のマルチモーダル情報からボトムアップに獲得する確率的生成モデルを基盤として、場所の概念に基づく転移学習を可能とした。さらに概念におけるプロトタイプ（典型性）を獲得する計算論モデルを構築した。このモデルに基づく転移学習とプロトタイプ獲得の実験をシミュレーション環境で実施し、人間に近い場所の名前の予測が可能である事を明らかにした。さらに、獲得されたプロトタイプに基づく生活支援タスクを実現した。具体的には、構築したモデルによりロボットが獲得した「スポンジはよくバスルームで観測される」といった典型性の知識を活用し、未観測の物体の効率的な探索を可能とした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

人間の認知における概念は、連続的な実世界の離散化を可能とし、言語によるコミュニケーションと深く関係している。概念が感覚運動情報から獲得されるメカニズムの解明は、認知発達ロボティクスにおける重要な挑戦である。本研究は、構成論的アプローチに基づき、概念の転移学習とプロトタイプ（典型）獲得のメカニズムを計算論モデルにより構築し、これを可能とする数理モデルを明らかにした。さらに、この計算論モデルを生活支援ロボットに応用し、人間との言語的なコミュニケーションを通じて現場環境で役に立つ仕事を実現した。この研究成果は、国際的な知能ロボティクス競技会や国際会議において、人工知能学会賞等の多数の賞を受賞した。

研究成果の概要（英文）：This research aimed to construct a computational model that acquires prototypes (typicality) in concepts, enabling transfer learning based on the spatial concepts by utilizing a probabilistic generative model as the foundation to acquire spatial concepts in a bottom-up manner from multimodal information such as images, positions, and language. We conducted experiments on transfer learning and prototype acquisition based on this model in a simulation environment, revealing that it is possible to predict location names similar to those of humans. Furthermore, we implemented daily life support tasks based on the acquired prototypes. Specifically, we realized a task where the robot brings unobserved objects by leveraging typical knowledge acquired through the constructed model, such as the fact that sponges are commonly observed in bathrooms.

研究分野：知能ロボティクス

キーワード：転移学習 記号創発ロボティクス 生成モデル 生活支援ロボット 概念獲得

1. 研究開始当初の背景

人間は、実世界における観測情報をカテゴリに分類することによって効率的に記憶を整理し、未知の事例に対する推論と学習を容易にしている。認知心理学においては、概念はカテゴリの内包であり、プロトタイプ(典型)を中心とした連続的構造を持つと考えられている[1]。従来、言語学や認知心理学において概念のプロトタイプ性に関する根拠が示されてきたが、感覚運動情報から概念が形成され、概念のプロトタイプが獲得される認知過程は明らかになっていない。また、人間と共存するロボットにおいても、人の認知過程に基づく認知モデルを持つ事でコミュニケーションにおける高次の推論が可能になると考えられる。

電気通信大学の Nakamura らは、ロボットの視覚、触覚、聴覚、言語情報から構成される multimodal latent Dirichlet allocation (MLDA) に基づいた物体概念形成モデルを提案し、人と類似する物体のカテゴリ分類を実現している[2]。立命館大学の Taniguchi らは、latticeLM と場所概念形成モデルの統合による語彙と場所概念の同時獲得を実現している[3]。研究代表者は、図 1 のように、マルチモーダル情報から階層的な場所概念を形成する手法を hierarchical MLDA に基づいて構築し、部分語の関係における概念の階層性の獲得を実現した[4]。これらの研究は、概念の抽象性に着目したカテゴリゼーションにより単語の接地問題についての構成論的理解を可能としている。しかしながら、概念の主要な特性の一つである概念のプロトタイプを主体の観測情報からボトムアップに獲得する認知モデルは明らかになっていない。このような学術的背景から、本研究課題では、以下の三つの学術的な「問い」に取り組む。

- (1) 概念のプロトタイプは感覚運動情報からどのような認知モデルによって獲得されるのか？
- (2) 人間の認知に類似する概念のプロトタイプを獲得するために必要な学習条件は何か？
- (3) 人とロボットのコミュニケーションにおいて概念のプロトタイプが有効に機能するか？

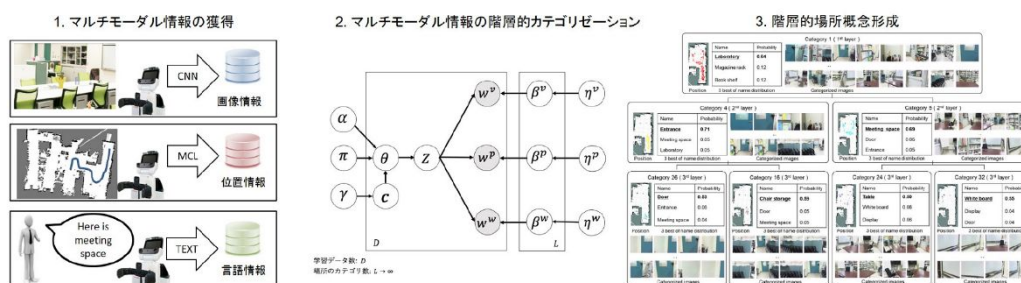


図 1: マルチモーダル情報に基づく階層的場所概念形成手法

2. 研究の目的

本研究の目的は、概念のプロトタイプをマルチモーダルな感覚運動情報の中から獲得する認知モデルを構築し、このモデルを実装したロボットと人による大規模な転移学習とコミュニケーション実験から当該モデルの有効性を示す事である。本研究の独自性は、研究代表者が提案してきた場所概念形成手法の拡張による概念のプロトタイプ獲得のための認知モデルの構築、ヒューマンロボットインタラクションに基づく大規模な場所概念の転移学習への SIGVerse の効果的な活用にある。本研究の創造性は、概念の抽象性に着目した従来のカテゴリゼーションとしての概念形成の研究から、概念の中心性に着目した概念のプロトタイプ獲得を可能とする認知モデル構築への発展にある。本研究により以下が可能となる。

- カテゴリのプロトタイプとの類似性に基づく典型性の計算(例: キッチンらしさ)
- カテゴリを表象する特徴的な属性の予測(例: キッチンの表象はシンクと冷蔵庫にある)
- プロトタイプの属性に基づくロボットの言動(例: 最もキッチンらしい場所への移動)

3. 研究の方法

本研究は、平成 30 年度に、概念のプロトタイプ獲得の認知モデルを、マルチモーダル情報から場所概念のプロトタイプを獲得する計算論モデルとして構築する。平成 31 年度(令和元年度)に、シミュレータを用いた大規模なヒューマンロボットインタラクションに基づく転移学習実験を行い、概念のプロトタイプ獲得における提案モデルの妥当性を検証する。令和 2 年度に、概念のプロトタイプに基づく家庭環境における人とロボットのコミュニケーションを創成する。以下に具体的な研究方法を述べる。

(1) 概念のプロトタイプ獲得のための計算論モデルの構築[平成 30 年度]

「人間がどのようにして概念のプロトタイプを獲得しているか」という問いに対して、視覚、位置、言語情報などの主体的に得られるマルチモーダル情報のみから場所概念のプロトタイプを獲得する計算論モデルを開発する。まず、研究代表者らが提案してきたマルチモーダル情報に基づく場所概念形成モデルを多様な環境での効率的な学習を可能とする転移学習モデルに拡張す

る。次に、形成された概念間の属性の情動的尺度をモデルに陰に含ませる事によって概念のプロトタイプを獲得する。図2は、場所概念の転移学習とプロトタイプ獲得の概要を示している。ロボットは、既知環境において獲得された知識の一部を新規環境の学習に転移する事によって、多様な環境における場所概念の汎化を行う。転移学習は、観測情報の生成過程となる確率分布のパラメータを環境Eに共通して学習する事で達成される。概念のプロトタイプは、概念間の相互情報量などの情動的尺度に基づく計算により獲得する。

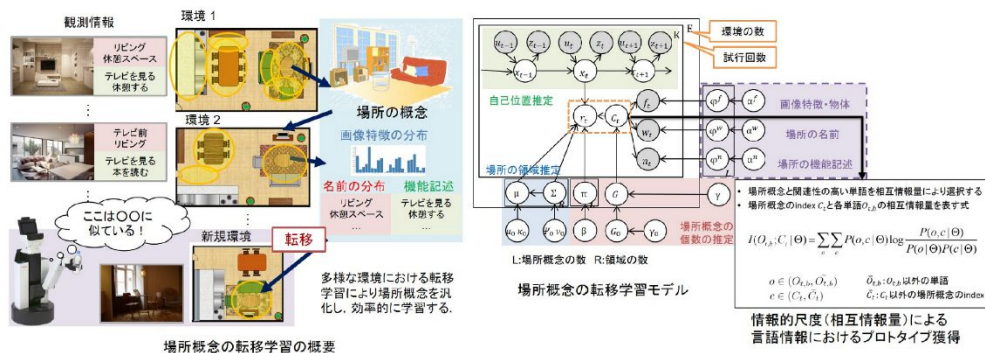


図2: 場所概念の転移学習とプロトタイプ獲得の概要

(2) シミュレータを用いた場所概念のプロトタイプの獲得[平成31年度(令和元年度)]

社会的知能発生学シミュレータ SIGVerse を用いて大規模な場所概念の転移学習によりプロトタイプの獲得を行う。SIGVerseは、没入型インタフェースの使用による実世界の人間と仮想世界のロボットのマルチモーダルなインタラクションが可能である。さらに、インタラクションにおける計測情報のオンラインでの収集が可能であり、同一のデータセットに対する多様なモデルによる評価を行うことができる。ここでは、若手研究Bで構築したマルチモーダル情報に基づく概念学習基盤 SIGVerse+L を用いて、効率的にヒューマンロボットインタラクションに基づく場所概念の大規模転移学習と概念のプロトタイプの獲得を行う。

(3) 被験者実験による提案モデルの妥当性の検証[平成31年度(令和元年度)]

提案モデルの妥当性を検証するため、獲得したプロトタイプに基づく未観測情報の予測を行い、被験者の予測結果との比較を行う。例えば、「リビング」という言語情報が観測された場合に、物体情報や位置情報を予測し、被験者の予測結果と比較する。このとき、どのような情動的尺度を用いる事で人の認知に近いプロトタイプが獲得できるか検証する。実験は、シミュレータを用いたオフラインのプロセスによって実施し、脳科学や認知科学の知見を得ながら提案モデルの推敲と評価を繰り返す。被験者実験には、当該シミュレータを提供している国立情報学研究所の稲邑研究室の協力を得る。

(4) 概念のプロトタイプに基づく人とロボットのコミュニケーション創成[令和2年度]

構築したモデルを実世界のロボットに実装し、概念のプロトタイプに基づく人とロボットのコミュニケーションを創成する。ここでは、プロトタイプの知識を用いた場合と用いなかった場合において、ロボットの言動がどのように変化するのか、人との意思疎通にどのような影響を与えるのか検証する。実施するコミュニケーションは、研究代表者が実行委員を務める知能ロボットの競技会である RoboCup@Home における家庭環境での生活支援タスクを対象とする。ロボットは、同競技会の標準プラットフォームであるトヨタ HSR を使用する。RoboCup の活用により、実世界における提案モデルの有効性を検証すると共に、概念のプロトタイプに基づく人とロボットのコミュニケーションの有用性を示す。

4. 研究成果

人間の認知における概念は、連続的な実世界の離散化を可能とし、言語によるコミュニケーションと深く関係している。概念が感覚運動情報から獲得されるメカニズムの解明は、認知発達ロボティクスにおける重要な挑戦である。本研究は、構成論的アプローチに基づき、概念の転移学習とプロトタイプ(典型)獲得のメカニズムを計算論モデルにより構築し、これを可能とする数理モデルを明らかにした。さらに、この計算論モデルを生活支援ロボットに応用し、人間との言語的なコミュニケーションを通じて現場環境で役に立つ仕事を実現した。この研究の成果は、国際的な知能ロボティクス競技会や国際会議において、人工知能学会賞等の多数の賞を受賞した。本研究は、場所の概念を画像、位置、言語等のマルチモーダル情報からボトムアップに獲得する確率的生成モデルを基盤として、場所の概念に基づく転移学習を可能とした。さらに概念におけるプロトタイプ(典型性)を獲得する計算論モデルを構築した。このモデルに基づく転移学習とプロトタイプ獲得の実験をシミュレーション環境で実施し、人間に近い場所の名前の予測が可能である事を明らかにした。さらに、獲得されたプロトタイプに基づく生活支援タスクを実現し

た．具体的には，構築したモデルによりロボットが獲得した「スポンジはよくバスルームで観測される」といった典型性の知識を活用し，未観測の物体の効率的な探索を可能とした．本研究の成果は，査読付き原著論文 12 件，査読付き国際会議論文 10 件，国内学会発表論文 28 件，学術的な受賞 9 件，書籍 2 冊として結実した．

参考文献

- [1] "Cognitive Representations of Semantic Categories", E. Rosch, Journal of Experimental Psychology: General, Vol.104, No.3, pp.192-233, (1975).
- [2] "Bag of Multimodal LDA Models for Concept Formation", T. Nakamura, T. Nagai, N. Iwahashi, 2011 IEEE International Conference on Robotics and Automation(ICRA'11), pp.6233-6238, (2011).
- [3] "Spatial Concept Acquisition for a Mobile Robot that Integrates Self-Localization and Unsupervised Word Discovery from Spoken Sentences", A. Taniguchi, T. Taniguchi, and T. Inamura, IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems, Vol. 8, No. 4, pp285-297,(2016).
- [4] "Place Concept Learning by hMLDA Based on Position and Vision Information", Y. Hagiwara, M.Inoue and T. Taniguchi, 13th IFAC Symposium on Analysis, Design, and Evaluation of Human-Machine Systems (IFAC-HMS'16), pp.216-220, (2016).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計22件（うち査読付論文 22件／うち国際共著 1件／うちオープンアクセス 13件）

1. 著者名 Hasegawa Shoichi, Taniguchi Akira, Hagiwara Yoshinobu, El Hafi Lotfi, Taniguchi Tadahiro	4. 巻 -
2. 論文標題 Inferring Place-Object Relationships by Integrating Probabilistic Logic and Multimodal Spatial Concepts	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 2023 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII)	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/SII55687.2023.10039318	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 Nakamura Hitoshi, Hafi Lotfi El, Taniguchi Akira, Hagiwara Yoshinobu, Taniguchi Tadahiro	4. 巻 -
2. 論文標題 Multimodal Object Categorization with Reduced User Load through Human-Robot Interaction in Mixed Reality	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 2022 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)	6. 最初と最後の頁 2143-2150
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/IROS47612.2022.9981374	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 Furukawa Kazuma, Taniguchi Akira, Hagiwara Yoshinobu, Taniguchi Tadahiro	4. 巻 -
2. 論文標題 Symbol Emergence as Inter-personal Categorization with Head-to-head Latent Word	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 2022 IEEE International Conference on Development and Learning (ICDL)	6. 最初と最後の頁 60-67
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICDL53763.2022.9962227	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 Katsumata Yuki, Kanechika Akinori, Taniguchi Akira, El Hafi Lotfi, Hagiwara Yoshinobu, Taniguchi Tadahiro	4. 巻 36
2. 論文標題 Map completion from partial observation using the global structure of multiple environmental maps	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Advanced Robotics	6. 最初と最後の頁 279 ~ 290
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/01691864.2022.2029762	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 Hagiwara Yoshinobu, Furukawa Kazuma, Taniguchi Akira, Taniguchi Tadahiro	4. 巻 36
2. 論文標題 Multiagent multimodal categorization for symbol emergence: emergent communication via interpersonal cross-modal inference	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Advanced Robotics	6. 最初と最後の頁 239 ~ 260
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/01691864.2022.2029721	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 Fukumori Takahiro, Cai Chengkai, Zhang Yutao, El Hafi Lotfi, Hagiwara Yoshinobu, Nishiura Takano, Taniguchi Tadahiro	4. 巻 36
2. 論文標題 Optical laser microphone for human-robot interaction: speech recognition in extremely noisy service environments	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Advanced Robotics	6. 最初と最後の頁 304 ~ 317
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/01691864.2021.2023629	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 Hagiwara Yoshinobu, Taguchi Keishiro, Ishibushi Satoshi, Taniguchi Akira, Taniguchi Tadahiro	4. 巻 36
2. 論文標題 Hierarchical Bayesian model for the transfer of knowledge on spatial concepts based on multimodal information	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advanced Robotics	6. 最初と最後の頁 33 ~ 53
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/01691864.2021.2004224	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 Takano	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 Naito Taichi、Hirota Naoya、Hagiwara Yoshinobu、Iwahashi Naoto、Taniguchi Tadahiro	4. 巻 -
2. 論文標題 Action-Feasibility-Based Pragmatic Understanding of Ambiguous Instructions by Service Robots	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 2022 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII)	6. 最初と最後の頁 547-554
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/SII52469.2022.9708746	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 Wang Jing、Hafi Lotfi El、Taniguchi Akira、Hagiwara Yoshinobu、Taniguchi Tadahiro	4. 巻 -
2. 論文標題 Extending HoloGAN by Embedding Image Content into Latent Vectors for Novel View Synthesis	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 2022 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII)	6. 最初と最後の頁 383-389
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/SII52469.2022.9708823	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 Taniguchi Akira、Isobe Shota、El Hafi Lotfi、Hagiwara Yoshinobu、Taniguchi Tadahiro	4. 巻 35
2. 論文標題 Autonomous planning based on spatial concepts to tidy up home environments with service robots	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advanced Robotics	6. 最初と最後の頁 471 ~ 489
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/01691864.2021.1890212	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 Akira、Hagiwara Yoshinobu、Taniguchi Tadahiro、Inamura Tetsunari	4. 巻 34
2. 論文標題 Spatial concept-based navigation with human speech instructions via probabilistic inference on Bayesian generative model	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Advanced Robotics	6. 最初と最後の頁 1213 ~ 1228
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/01691864.2020.1817777	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 Katsumata Yuki, Taniguchi Akira, El Hafi Lotfi, Hagiwara Yoshinobu, Taniguchi Tadahiro	4. 巻 -
2. 論文標題 SpCoMapGAN: Spatial Concept Formation-based Semantic Mapping with Generative Adversarial Networks	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 2020 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)	6. 最初と最後の頁 7927 ~ 7934
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/IROS45743.2020.9341456	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 Hayashi Kaede, Zheng Wenru, Hafi Lotfi El, Hagiwara Yoshinobu, Taniguchi Tadahiro	4. 巻 -
2. 論文標題 Bidirectional Generation of Object Images and Positions using Deep Generative Models for Service Robotics Applications	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 2021 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII)	6. 最初と最後の頁 325 ~ 329
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/IEECONF49454.2021.9382768	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 Hafi Lotfi El, Nakamura Hitoshi, Taniguchi Akira, Hagiwara Yoshinobu, Taniguchi Tadahiro	4. 巻 -
2. 論文標題 Teaching System for Multimodal Object Categorization by Human-Robot Interaction in Mixed Reality	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 2021 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII)	6. 最初と最後の頁 320 ~ 324
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/IEECONF49454.2021.9382607	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 Akira Taniguchi, Yoshinobu Hagiwara, Tadahiro Taniguchi, Tetsunari Inamura	4. 巻 -
2. 論文標題 Improved and Scalable Online Learning of Spatial Concepts and Language Models with Mapping	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Autonomous Robots	6. 最初と最後の頁 1-20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10514-020-09905-0	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 Hagiwara Yoshinobu, Kobayashi Hiroyoshi, Taniguchi Akira, Taniguchi Tadahiro	4. 巻 6
2. 論文標題 Symbol Emergence as an Interpersonal Multimodal Categorization	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Robotics and AI	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) 10.3389/frobt.2019.00134	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 El Hafi L., Isobe S., Tabuchi Y., Katsumata Y., Nakamura H., Fukui T., Matsuo T., Garcia Ricardez G. A., Yamamoto M., Taniguchi A., Hagiwara Y., Taniguchi T.	4. 巻 34
2. 論文標題 System for augmented human-robot interaction through mixed reality and robot training by non-experts in customer service environments	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Advanced Robotics	6. 最初と最後の頁 157 ~ 172
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/01691864.2019.1694068	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 Tangiuchi T., Mochihashi D., Nagai T., Uchida S., Inoue N., Kobayashi I., Nakamura T., Hagiwara Y., Iwahashi N., Inamura T.	4. 巻 33
2. 論文標題 Survey on frontiers of language and robotics	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Advanced Robotics	6. 最初と最後の頁 700 ~ 730
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/01691864.2019.1632223	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 Y. Katsumata, L. El Hafi, A. Taniguchi, Y. Hagiwara, and T. Taniguchi	4. 巻 -
2. 論文標題 Integrating Simultaneous Localization and Mapping with Map Completion Using Generative Adversarial Networks	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IROS2019 Workshop on Deep Probabilistic Generative Models for Cognitive Architecture in Robotics (DPGM-CAR 2019)	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 -

1. 著者名 Yuki Katsumata, Akira Taniguchi, Yoshinobu Hagiwara, Tadahiro Taniguchi	4. 巻 -
2. 論文標題 Semantic Mapping Based on Spatial Concepts for Grounding Words Related to Places in Daily Environments	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Robotics and AI	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) 10.3389/frobt.2019.00031	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 Jeffrey Too Chuan Tan, Yoshiaki Mizuchi, Yoshinobu Hagiwara, Tetsunari Inamura	4. 巻 -
2. 論文標題 Representation of Embodied Collaborative Behaviors in Cyber-Physical Human-Robot Interaction with Immersive User Interfaces	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Companion of the 2018 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction	6. 最初と最後の頁 251-252
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3173386.3176993	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

[学会発表] 計28件(うち招待講演 2件/うち国際学会 1件)

1. 発表者名 大山瑛, 長谷川翔一, 中川光, 谷口彰, 萩原良信, 谷口忠大
2. 発表標題 実世界のマルチモーダル情報に基づく指示語を含んだ言語指示の外部照応解析
3. 学会等名 言語処理学会第29回年次大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 萩原良信, 升谷保博, 出村公成, タンジェフリートウチュアン, 伊藤昌樹
2. 発表標題 ROS2とPythonを使ったAIロボット入門教材 趣旨・音声認識/合成・プランニング
3. 学会等名 第40回 日本ロボット学会 学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 古川和磨, 萩原良信, 谷口彰, 谷口忠大
2. 発表標題 語彙の合成性を有するマルチモーダル記号創発
3. 学会等名 第36回人工知能学会全国大会 (JSAI 2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吉田悠人, 萩原良信, 谷口彰, 谷口忠大
2. 発表標題 変分オートエンコーダを活用した実画像からの記号創発
3. 学会等名 第36回人工知能学会全国大会 (JSAI 2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 長谷川翔一, 萩原良信, 谷口彰, エフハフィロトフィ, 谷口忠大
2. 発表標題 確率論理と場所概念を結合したモデルによる場所の学習コストの削減
3. 学会等名 第36回人工知能学会全国大会 (JSAI 2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 出村 公成, 萩原 良信, 升谷 保博, タン ジェフリー トゥ チュアン
2. 発表標題 ROS2とPythonを使ったAIロボット入門教材の開発
3. 学会等名 ロボティクス・メカトロニクス講演会2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中島 毅士、谷口 彰、エル ハフィ ロトフィ、萩原 良信、谷口 忠大
2. 発表標題 場所概念獲得がLoop Closure性能に及ぼす影響評価
3. 学会等名 第39回 日本ロボット学会 学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 兼近 晃徳、エル ハフィ ロトフィ、谷口 彰、萩原 良信、谷口 忠大
2. 発表標題 自然な発話文教示に基づく弱教師あり物体領域分割の検証
3. 学会等名 第39回日本ロボット学会学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長谷川 翔一、谷口 彰、萩原 良信、エル ハフィ ロトフィ、中島 毅士、谷口 忠大
2. 発表標題 確率論理と場所概念モデルの結合による確率的プランニング
3. 学会等名 第39回日本ロボット学会学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 古川和磨, 萩原良信, 谷口彰, 谷口忠大
2. 発表標題 Head-to-Head型のマルチエージェントマルチモーダルカテゴリ形成による記号創発システムの表現
3. 学会等名 第35回人工知能学会全国大会(JSAI2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 勝又勇貴, 兼近晃徳, 谷口彰, エルハフィロトフィ, 萩原良信, 谷口忠大
2. 発表標題 深層生成モデルを用いた地図補完とSLAMの統合
3. 学会等名 第38回日本ロボット学会学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田口慶志郎, 谷口彰, 萩原良信, 谷口忠大
2. 発表標題 異なる環境の知識転移を行う場所概念形成モデルにおける新規環境での適応的学習
3. 学会等名 第38回日本ロボット学会学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中村仁, エルハフィロトフィ, 谷口彰, 萩原良信, 谷口忠大
2. 発表標題 拡張現実を用いたロボットの物体カテゴリ分類教示システムの提案
3. 学会等名 第38回日本ロボット学会学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 古川和磨, 萩原良信, 谷口忠大
2. 発表標題 エージェント間のマルチモーダルカテゴリ形成における記号的コミュニケーションの影響について
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 内藤太智、廣田直也、萩原良信、岩橋直人、谷口忠大
2. 発表標題 環境情報を陽に考慮した家庭用ロボットの発話命令理解
3. 学会等名 第34回人工知能学会全国大会 (JSAI 2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 谷口彰、田淵義基、エル ハフィ ロトフィ、萩原良信、谷口忠大
2. 発表標題 環境の能動的な探索による効率的な場所概念の形成
3. 学会等名 第34回人工知能学会全国大会 (JSAI 2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 勝又勇貴、谷口彰、エル ハフィ ロトフィ、萩原良信、谷口忠大
2. 発表標題 Generative Adversarial Networksと場所概念形成の確率モデルの融合に基づくSemantic Mapping
3. 学会等名 第34回人工知能学会全国大会 (JSAI 2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 萩原良信
2. 発表標題 概念や語彙を獲得する自律移動ロボットの人工知能技術
3. 学会等名 R-GIRO「次世代人工知能と記号学の国際融合研究拠点」中間報告会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 萩原良信, 田口慶志郎
2. 発表標題 転移学習による生活支援ロボットのための場所概念形成の効率化
3. 学会等名 第37回日本ロボット学会学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田口慶志郎, 浅田和弥, 石伏智, 萩原良信, 谷口忠大
2. 発表標題 場所概念転移学習モデルの名前・位置予測における大規模性能評価実験
3. 学会等名 第33回人工知能学会全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 谷口彰, 萩原良信, 谷口忠大, 稲邑哲也
2. 発表標題 場所概念に基づく確率推論による音声命令からのパスプランニング
3. 学会等名 第33回人工知能学会全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村仁, エルハフィロトフィ, 萩原良信, 谷口忠大
2. 発表標題 複合現実によるロボットの空間認識可視化のためのSemantic-ICPを用いたキャリブレーション
3. 学会等名 第33回人工知能学会全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Lotfi El Hafi, Yoshinobu Hagiwara, Tadahiro Taniguchi
2. 発表標題 Abstraction-Rich Workflow for Agile Collaborative Development and Deployment of Robotic Solutions
3. 学会等名 第36回日本ロボット学会学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 谷口彰, 萩原良信, 谷口忠大, 稲邑哲也
2. 発表標題 場所概念と地図と言語モデルのスケラブルなオンライン学習
3. 学会等名 第36回日本ロボット学会学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 勝又勇貴, 谷口彰, 萩原良信, 谷口忠大
2. 発表標題 場所概念形成に基づいた空間のsemantic mapping
3. 学会等名 第32回人工知能学会全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田淵義基, 谷口彰, 萩原良信, 谷口忠大
2. 発表標題 家庭環境における移動ロボットの能動的地図生成と場所概念形成
3. 学会等名 第32回人工知能学会全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshinobu Hagiwara
2. 発表標題 Large Scale Learning System of Multimodal Spatial Concept using Immersive VR Environments
3. 学会等名 The 27th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN) workshop on Human-Robot Interaction through Virtual Reality (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田淵義基, 萩原良信
2. 発表標題 ユーザとの言語コミュニケーションに基づく環境に適応的な生活支援ロボット
3. 学会等名 第9回インテリジェントホームロボティクス研究会(日本ロボット学会)(招待講演)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 著: アンジェロ カンジェロシ, マシュー シュレシンジャー, 翻訳: 岡田 浩之, 谷口 忠大, 萩原 良信, 荒川 直哉, 長井 隆行, 尾形 哲也, 稲邑 哲也, 岩橋 直人, 杉浦 孔明, 牧野 武文	4. 発行年 2019年
2. 出版社 福村出版	5. 総ページ数 416
3. 書名 発達ロボティクスハンドブック	

1. 著者名 出村 公成, 萩原 良信, 升谷 保博, タン ジェフリー トウ チュアン	4. 発行年 2022年
2. 出版社 講談社	5. 総ページ数 320
3. 書名 ROS2とPythonで作って学ぶAIロボット入門	

〔産業財産権〕

〔その他〕

「次世代人工知能と記号学の国際融合研究拠点」に参画の研究室がWRSトライアル競技会にて優勝
<http://www.ritsumei.ac.jp/news/detail/?id=1662>
 R-GIRO「次世代人工知能と記号学の国際融合研究拠点」がロボカップジャパンオープン2019で入賞
<http://www.ritsumei.ac.jp/news/detail/?id=1495>
 解説記事：萩原良信,「人とのコミュニケーションから言葉、知識を獲得していく人工知能を開発」
https://alumni.ritsumei.jp/wp/wp-content/themes/alumni/img/ritsumei/ritsu_278/278.pdf
 RESEARCH Yoshinobu Hagiwara's web site
<https://hagiwara-robotvision.jimdo.com/research/>
 R-GIRO「次世代人工知能と記号学の国際融合研究拠点」がワールドロボットサミットの競技会で入賞
<http://www.ritsumei.ac.jp/news/detail/?id=1212>
 人間の子どもと同じように言葉や概念を獲得していく人工知能
http://www.ritsumei.ac.jp/research/radiant/robot_ai/story10.html/
 RESEARCH Yoshinobu Hagiwara's web site
<https://hagiwara-robotvision.jimdo.com/research/>

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