

令和 6 年 6 月 19 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2023

課題番号：18K04041

研究課題名(和文) 睡眠覚醒機能に基づく意識モデルの構築と情報提供移動ロボットへの応用

研究課題名(英文) Consciousness Model Based on Sleep-wake Functions and Its Application to Information Mobile Robot

研究代表者

三河 正彦 (Mikawa, Masahiko)

筑波大学・図書館情報メディア系・教授

研究者番号：40361357

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)：本研究の目的は、利用者に優しい移動ロボットの構築である。適切な行動の実現には、外界センサで収集するロボット周辺の人と環境に関する知覚情報を多数、並列処理する必要がある。本研究の特徴は、人の睡眠覚醒機能を模した意識モデルが並列処理を制御し、必要な処理が必要な時に実行できる新たな処理系にある。研究期間中の新型コロナウイルス発生により、情報提供ロボットから遠隔操作ロボットへ計画変更したが、(1)人とのすれ違い時、ロボットの顔と視線を利用した行動予告機能、(2)睡眠覚醒を利用した人の顔と名前の記憶、名前の呼びかけ機能、(3)ロボットの自己位置推定と周辺地図生成のVisual SLAM機能等を実現した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

睡眠や覚醒を表現する意識モデルにより知覚情報処理系の処理頻度を制御し、計算機資源を有効利用するシステムは、これから知的システムに益々必要となる知覚情報処理分野において学術的独自性が高く、様々な知的システムへの応用が可能で創造性が高い。日本国土の約51%は豪雪地帯で、かつ地方都市の活性化が望まれているにも拘らず、積雪寒冷地で動作するサービスロボットの研究開発は世界的にもほとんど無く、またそれを地方都市活性化に利用する試みも無い。本研究で開発したロボットシステムを北海道稚内市で活用し、新聞等のメディアで報道できた社会的意義は大きい。

研究成果の概要(英文)：The goal of this research is to create a user-friendly mobile robot. To achieve appropriate behavior, it is necessary to process in parallel a large amount of perceptual information about people and the environment around the robot, collected by external sensors. A feature of this research is a new processing system in which a consciousness model that mimics the sleep-wake functions of humans controls parallel processing and executes the necessary processing when necessary. Due to the outbreak of COVID-19 during the research period, plans were changed from an information-providing robot to a remote-controlled robot, and the research team was able to achieve the following: (1) a function to predict actions using the robot's face and gaze when passing by a person, (2) a function to remember people's faces and names and call out their names by using sleep-wake functions, and (3) a Visual SLAM function to estimate the robot's self-position and generate a map of the surrounding area.

研究分野：ロボティクス

キーワード：移動ロボット サービスロボット 積雪寒冷地 遠隔操作 知覚情報処理 省電力

1. 研究開始当初の背景

近年、ディープラーニングをはじめとする人工知能(AI)の進歩が目覚ましい。しかし日常生活環境のような複雑な環境(以降、実環境)下では、動物や子供の知能にすら及ばないのが現状である。ロボットが実環境で活動する際、環境情報の収集に多数の外界センサを利用し、多様な知覚情報処理に基づく状況に応じた適切な判断が必要となるが、多数のセンサと情報処理を柔軟に取り扱えるフレームワークが無く、現状ではタスクと状況に応じてプログラムを切り替えるといったシステムが多い。本研究では、人間が睡眠と覚醒、弛緩と緊張等の意識状態を柔軟に使い分け、限られた脳の資源を効率良く利用することに着目する。

これまで我々は、人間の覚醒や睡眠等の意識状態を表現できる数理 AIM (Activation-Input-Modulation) モデル (図 1)を提案し、複数の外界センサから得られる知覚情報を並列処理する知覚情報処理系の構築と、図書館司書ロボットへの応用を行ってきた。AIM モデルの意識状態に応じて、知覚情報処理の処理頻度や知覚情報の変化(刺激)検出の感度が決定され、処理系の動作が変化する。外界刺激が検出されると覚醒状態となり外界情報処理が優先され、刺激が無くなると、全体の処理頻度が低下するノンレム睡眠や、記憶情報が処理されるレム睡眠に遷移する。つまり、必要な処理が必要な時に実行される知的な知覚情報処理系が実現可能となる。

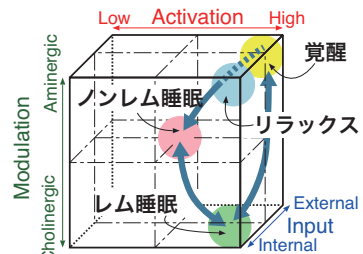


図 1 AIM モデルによる意識状態

一方で、積雪寒冷地において観光客や地域住民(以降、利用者)に対して情報提供を行う移動ロボットの研究を進めるため、その要素技術として、複数カメラ映像から遠隔地の 360 度広視野画像合成、レーザレンジファインダ(以降 LRF)やカメラ画像による歩行者検出、LRF に基づく SLAM (Simultaneous Localization and Mapping: 自己位置推定と周辺地図作成)、利用者とのコミュニケーションのための音声認識とカメラによる顔検出、転倒防止のための傾斜/加速度センサ(IMU)によるロボットの姿勢監視等、情報提供サービスのための基本機能を多数実装してきた。しかし全ての情報処理を同時(並列)に実行するには、最新コンピュータ(以後 PC)でも計算能力が不足し、数理 AIM モデルによる並列処理の実行頻度制御が不可欠となる。特に積雪寒冷地では気温の低下に伴い移動ロボットの動力源であるバッテリー容量が低下するため、AIM モデルの働きにより無駄な知覚情報処理の実行を減少させ、電力消費を抑える必要がある。

また積雪寒冷地である北海道稚内市内における走行実験を通して、重要な課題が判明した。歩道走行時、様々な人とすれ違いますが、子供は興味を持って近づき、成人はその場で見たり、避けたりする傾向がある。サービスロボットとしては、原因を追求し解決しなければならない。

2. 研究の目的

本研究の目的は、知覚情報処理の並列動作制御を数理 AIM モデルにより実現し、利用者に優しい移動ロボットシステムへ応用することである。本研究の課題を以下に示す。

【課題 1】 数理 AIM モデルに基づく意識状態を表現するフレームワークの構築

これまでの研究で表現する意識状態は、覚醒、リラクセス、レム/ノンレム睡眠の 4 状態だった。しかし多様な状況とタスクに対応し、多数のセンサを取り扱うためには、状態を細分化し、並列プロセスの負荷を計算機資源に合わせた配分が必要となる。

【課題 2】 数理 AIM モデルのロボットへの適用と有効性の評価

情報提供ロボットのタスクは、目的地への移動と利用者とのコミュニケーションに大別される。各状況で優先すべき並列プロセスは異なるため、上記課題と合わせて、稚内市内の実環境の状況と提供サービスを考慮したシステム設計と、その有効性の検証が必要となる。

【課題 3】 人が好印象を持ち近づきたくなくなるサービスロボットの実現

人とロボットがコミュニケーションする前段階を重視し、ロボットが目的地に移動する途中、歩道で人とすれ違ったり、角を曲がったりする際、ロボット自身の行動意図を人に分かりやすく示すことにより、人から避けられないのではないかと考えている。

3. 研究の方法

本研究の上記 3 つの課題を実現するために、次に示す方法により研究開発を進める。

【方法 1】 数理 AIM モデルのサービスロボットへの適用

次の 2 点を重点的に進める。1 点目は、タスクと状況に応じた覚醒/リラクセス時の意識状態を表現するために、有限状態マシン(Finite State Machine: 以後 FSM)により状態を表現する。FSM の各状態を設計し、計算機資源の最適配分に基づき、知覚情報処理の優先度を自動的に順位付ける。2 点目は、名前の呼びかけにより、人とのインタラクションが向上するという従来の研究に基づき、覚醒時の遠隔操作により、人とのコミュニケーションを通して顔画像と名前を収集し、睡眠時に処理時間の長い機械学習を AIM モデルにより実行し、次回ロボットの覚醒後、顔画像識別による名前の声かけ機能を実現する。

[方法 2] 動作や表情による人に理解しやすい行動意図表現
 タブレット PC には CG による顔インタフェースを表示(図 2)し、その視線を利用し、ロボットの行動意図を人に分かりやすく表出する。またロボット本体の方向転換に先んじて、視線や頭部を進行方向に向ける行動予告により、人に分かりやすい行動意図表現を実現する。

[方法 3] 外装デザインの検討
 行動や表情に加えて、ロボットの外観デザインが人の印象に与える影響も調査する。

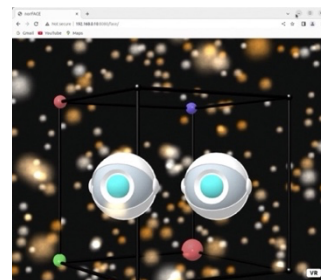


図 2 顔インタフェース試作例

しかしながら 2019 年新型コロナウイルス(COVID-19)の発生に伴い、実験環境として利用してきた北海道稚内市への訪問自粛や、観光地の知能ロボットに対する需要の変化から、現地において地元住民や観光客に対する情報提供移動ロボットから、稚内に設置した移動ロボットを遠隔地から遠隔操作することによる仮想旅行システムへと目的を変更した。

4. 研究成果

〈JR 稚内駅ビル キタカラの実験環境整備〉

JR 稚内駅ビルであるキタカラの管理会社の(株)まちづくり稚内の協力の元、移動ロボットシステムで動作する多数の知覚情報処理のネットワークを介した並列処理と、遠隔操作のための実験専用回線として光回線と Wi-Fi を設置した。また本研究用専用サーバも稚内に常時設置し、図 3 に示す本研究のためのポータルサイトを構築した。

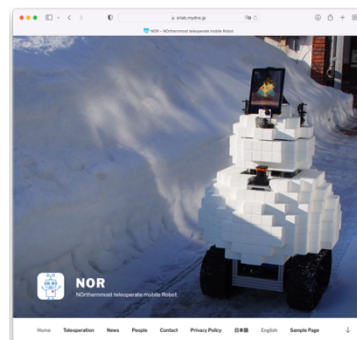


図 3 遠隔操作ロボットポータルサイト

〈遠隔操作半自律移動ロボットシステムの試作〉

JR 稚内駅ビル内に設置した移動ロボットを、遠隔地から利用者が遠隔操作可能なシステム構築した。利用者は、PC やヘッドマウントディスプレイ(以降 HMD)、スマートフォンやタブレット等を用いて移動ロボットを遠隔操作することができる。移動ロボットに搭載された視野約 180 度のカメラの映像やステレオマイクフォンの音響信号は、WebRTC による低遅延配信が可能で、利用者の遠隔操作の違和感が低減される。遠隔操作には、キーボード、ゲームパッド、スマートフォンのタッチパネル等の様々なインタフェースが利用可能である。また移動ロボットにはレーザレンジファインダ(以降 LRF)が搭載されており、ロボット周辺 360 度の障害物等のリアルタイム検出が可能で、遠隔操作時に、カメラの死角に障害物が存在しても、ロボットの自動停止や障害物回避の半自律機能により安全な運用が可能である。HMD や PC に映し出される遠隔操作画面の一例を図 4 に示す。HMD 利用には、約 180 度の広視野で周辺の観察が可能である。

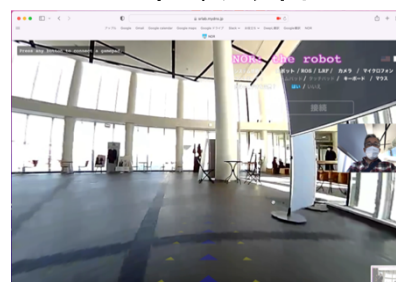


図 4 遠隔操作画面

LRF を利用し移動ロボットの自己位置推定と周辺地図作成を同時に行う SLAM (Simultaneous Localization And Mapping)により JR 稚内駅ビル 1F の地図を作成した。本地図の利用により、遠隔操作時の半自律障害物回避や、目的地への自律走行が可能となる。



図 5 FM ラジオ局による生放送取材

このように試作した遠隔操作移動ロボットシステムは、図 5 に示すように稚内の地元 FM ラジオ局を始め、新聞社等から多数取材を受け、その内容が各種メディアにて報道された。その一覧を主な発表論文等[その他]に示す。

〈3 次元 CG 顔インタフェースを利用した移動ロボットの動作予告〉

人にとってロボットの行動の意図は分かりにくい物が多い。本研究では、図 6 に示すように人とロボットがすれ違う際、移動ロボットに搭載した小型ディスプレイに CG で作成した顔を表示し、その顔と視線の向きにより、移動ロボットが進む方向を事前に予告することにより、円滑なすれ違いの実現する。歩行者とすれ違う際のロボットの顔と視線の向きを決定する一連の流れを図 7 に示す。

実験参加者を募り、動作予告の適切なタイミングの決定と、廊下におけるすれ違い動作の印象評価の実験を実施した。タイミング評価実験の結果、移動ロボットが歩行者に対し回避行動を行う 1.0~1.5 秒前に、顔と視線による動

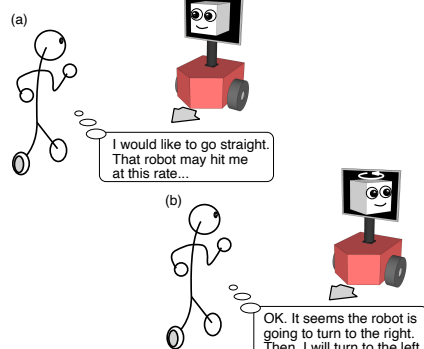


図 6 顔と視線を利用した移動ロボットの動作予告(主な発表論文等[雑誌論文]2件目より引用)

作予告を行うことが適切なタイミングであることが分かった。そのタイミングを用い、歩行者と移動ロボットの廊下におけるすれ違い実験を、次に示す2つの条件で印象評価を行った。

評価実験(1) 動作予告を行う/行わない場合の比較

評価実験(2) 立体の犬型頭部とCGの顔の比較

2つの実験で、ロボットの行動の“Understability(分かりやすさ)”や“Anthropomorphism(人に似た)”, “Animacy(生物らしさ)”, “Likeability(好ましさ)”, “Intelligence(知性)”で提案手法が有意に優れているという結果が得られた。

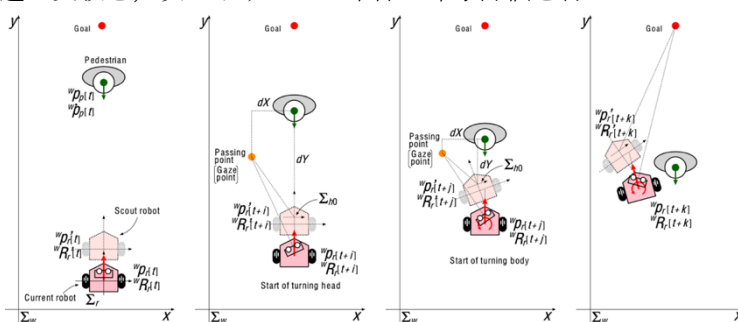


図7 歩行者に対するロボットの顔と視線の方向制御 (主な発表論文等[雑誌論文]2件目より引用)

〈数理 AIM モデルを利用した顔と名前記憶と名前の呼びかけ機能によるロボットの印象評価〉

人とロボットが共存する環境では、ロボットが人に与える印象を向上指させる必要がある。

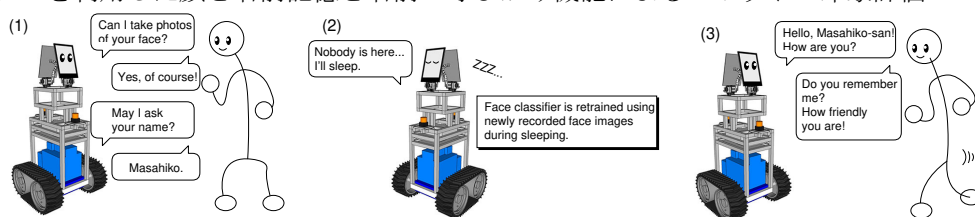


図8 人の顔と名前の記憶と名前の呼びかけ機能 (主な発表論文等[雑誌論文]1件目より引用)

そこで図8に示すように、初めて出会った人の顔と名前を機械学習により記憶し、次に会った時にはその顔を正しく識別し、その人の名前を呼びかける機能を実現する。しかし新しい顔画像が追加されると、顔識別のために多くの処理時間が必要となる再学習を行わなければならない。そこで本システムでは、人の睡眠覚醒機能を模した数理 AIM モデルを利用し、周りに人が居ない時にシステムは睡眠状態に移行し、顔画像の(再)学習機能を実行する。

これらの基本機能を実装し実験室環境において、実験参加者を募り印象評価実験を行った。人に名前を呼びかける条件と代名詞で呼びかける条件を比較したところ、“Likeability(好ましさ)”で提案手法が有意に優れているという結果が得られた。

また AIM モデルの働きにより並列動作する画像処理の実行頻度を制御した場合と AIM モデルを用いない場合の比較実験を行った。AIM モデルを用いないと、ロボットの周囲に人が居ても居なくても画像処理プログラムが実時間処理され、無駄な電力を消費する。その一例を図9に示す。AIM モデルを用いた画像処理システムの方が、移動ロボットに搭載されたバッテリーの消費を抑えていることが分かり、本研究の提案である AIM モデルの有効性を示すことができた。

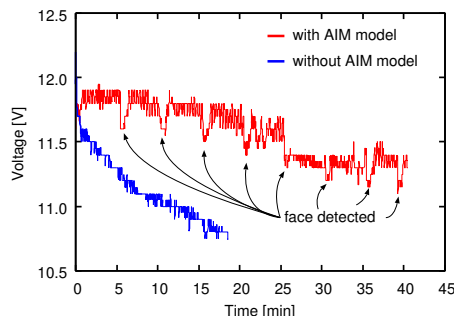


図9 AIM モデルによるバッテリー消費評価実験 (主な発表論文等[雑誌論文]1件目より引用)

〈Visual SLAM〉

移動ロボットの SLAM には主に LRF を用いているが、カメラを利用した Visual SLAM の基礎研究も進めている。LRF だけでは得られない情報もカメラから得ることができ、現在盛んに研究されている技術の一つである。しかし人や車等の移動物体が地図と位置姿勢推定の誤差の原因となる。

本研究では、画像の各画素にラベル付けし領域分割するセマンティックセグメンテーションを利用し、移動物体である人の画像特徴を SLAM のための特徴点から除外し、カメラの位置姿勢推定精度向上を実現する。図10(a)に従来の Visual SLAM 手法で用いられる画像特徴点を示す。移動する人の特徴点が SLAM の精度を低下させる。図10(b)に示すように、本提案であるセマンティックセグメンテーションを利用したマスク処理により、人の領域に含まれる特徴点が除外されていることが分かる。

従来の複数の Visual SLAM 手法と提案手法を、カメラの推定位置精度と計算時間で比較した結果を表1と2にそれぞれ示す。赤で囲った FCH-SLAM が本研究の提案手法である。表1に示す位置精度では、Dyna-SLAM, FAN et al., PSPNet-SLAM と比べて精度が悪いが、表2に示す計算時間では、提案手法は Dyna-SLAM, FAN et al., PSPNet-SLAM と比べて短い結果が得られた。リアル



図10 抽出された特徴点 (主な発表論文等[学会発表]3件目より引用)

タイム処理が望まれる移動ロボットへの適用を考慮すると、位置推定精度と計算時間のバランスの良い Visual SLAM を実現できたと言える。

表 1 提案手法 (FCH-SLAM) と他の SLAM 手法との精度比較 (主な発表論文等 [学会発表] 3 件目より引用)

SLAM system	ATE [m] in each sequence			
	W_{xyz}	W_{half}	W_{rpy}	W_{static}
ORB-SLAM2	0.467	0.372	0.574	0.378
DOTMask	0.245	0.145	0.228	0.107
DS-SLAM	0.025	0.030	0.444	0.008
FCH-SLAM	0.018	0.026	0.219	0.008
Dyna-SLAM	0.015	0.025	0.035	0.006
FAN et al.	0.015	0.024	0.045	0.008
PSPNet-SLAM	0.015	0.026	0.033	0.007

表 2 提案手法 (FCH-SLAM) と他の SLAM 手法との計算時間比較 (主な発表論文等 [学会発表] 3 件目より引用)

SLAM system	Processing time per frame [ms]
ORB-SLAM2	20.0
DOTMask	70.0
FCH-SLAM	75.2
DS-SLAM	121.0
FAN et al.	162.9
Dyna-SLAM	476.7
PSPNet-SLAM	658.5

〈深層学習に基づく画像生成手法の基礎検討〉

遠隔操作移動ロボットを仮想旅行システムとして活用することにより、遠隔操作者に対して積雪寒冷地(北海道稚内市)の観光地としての魅力を発信するにあたり、夏季に冬季の積雪の様子や、冬季に夏季の風景を見せたりするサービス提供を検討した。それを実現するための技術の検討として、深層学習に基づく画像生成手法の研究を行った。複雑な風景画像の生成のための習作として、ここでは顔画像の生成手法をまず検討した。

深層学習には大規模なデータセットが必要であることが知られているが、本研究では、特定の集団の顔画像からなる小規模なデータセットを用い、その集団の特徴を持つ高品質な顔画像の生成手法を提案する。図 11 に提案する生成手法の概要を示す。画像生成手法 GAN (Generative Adversarial Networks) Inversion の一つである Pivotal Tuning と、画像から特徴を抽出し次元圧縮する主成分分析 (PCA) から構成される。

男性格闘家, 男性アイドル, 女性アイドルの 3 つの集団のデータセットを作成し、学習及び画像生成を行ったところ、それぞれの集団の特徴を有する画像が生成されたことが確認できた。また、生成された画像を品質と計算時間で評価した。品質の評価には、評価指標 FID_{CLIP} (FID: Fréchet Inception Distance) を用いた。従来手法の FastGAN や ProjectedGAN 等と比較し、 FID_{CLIP} と計算時間の両方で提案手法の有効性が確認できた。

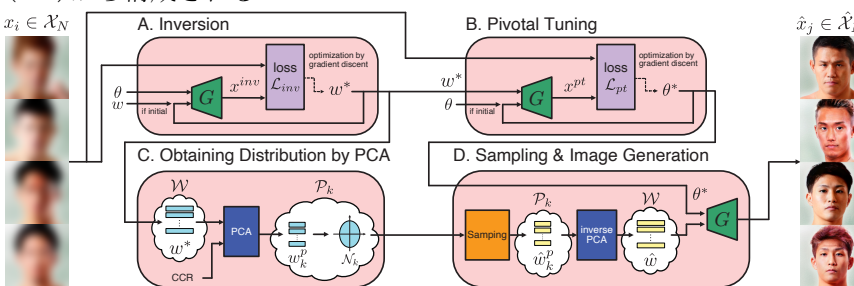


図 11 顔画像生成手法 (主な発表論文等 [学会発表] 2 件目より一部修正の上引用)

〈数理 AIM モデルの応用〉

数理 AIM モデルの基本的な機能と有効性は、主な発表論文等 [雑誌論文] 1 件目で示すことができたが、優れた知覚情報処理手法は益々多く提案され続けている。本研究においても機能向上のため、新たな画像処理を取り入れ続けている。図 12 と 13 に、人の顔の向きや視線方向の推定まで含めた顔検出処理と、多くの種類の物体検出が可能な画像処理を実装した様子を示す。共に優れた検出性能を有しているが、従来手法に比べて計算量が多く、これら 2 つの処理だけで、ロボットに搭載 PC の CPU 使用率は 100% となり、実時間処理も困難である (図 12)。AIM モデルを用いないと、部屋が有人でも無人でもこの状態が続くが、AIM モデルの導入により、無人で部屋が消灯された図 20 に示す状態では、AIM モデルが睡眠状態となり、処理する画像サイズの縮小や処理頻度の減少により、CPU 使用率も減少させることが可能である。この CPU の余裕を活かして機械学習の実行も可能となる。



図 12 覚醒状態の AIM モデルと CPU 利用率



図 13 睡眠状態の AIM モデルと CPU 利用率

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2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 1)Masahiko Mikawa, Haolin Chen, Makoto Fujisawa, Wasuke Hiiragi, Toyoyuki Ishibashi	4. 巻 20
2. 論文標題 Face Memorization Using AIM model for Mobile Robot and its Application to Name Calling Function	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sensors	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） 10.3390/s20226629	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 Masahiko Mikawa, Jiayi Lyu, Makoto Fujisawa, Wasuke Hiiragi, Toyoyuki Ishibashi	4. 巻 32
2. 論文標題 Previous Announcement Method Using 3D CG Face Interface for Mobile Robot	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Robotics and Mechatronics	6. 最初と最後の頁 97, 112
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20965/jrm.2020.p0097	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15件（うち招待講演 0件/うち国際学会 7件）

1. 発表者名 吉澤瑞輝, 照井 章, 三河正彦
2. 発表標題 包括的グレイプナー基底系計算に基づく限量子消去を用いたロボットの逆運動学問題および経路計画問題の解法と実装
3. 学会等名 日本数式処理学会第32回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yuichi Kato, Masahiko Mikawa, Makoto Fujisawa
2. 発表標題 Faster Few-Shot Face Image Generation with Features of Specific Group Using Pivotal Tuning Inversion and PCA
3. 学会等名 the 5th International Conference on Artificial Intelligence in Information and Communication (ICAIIIC 2023)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Youwei Wang, Masahiko Mikawa, Makoto Fujisawa
2. 発表標題 FCH-SLAM: A SLAM Method for Dynamic Environments using Semantic Segmentation
3. 学会等名 2nd International Conference on Image Processing and Robotics (ICIPRoB2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yuichi Kato, Masahiko Mikawa, Makoto Fujisawa
2. 発表標題 Face Image Generation with Features of Specific Group from Small Dataset
3. 学会等名 2021 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 三河 正彦, 照井 章, 藤澤 誠
2. 発表標題 積雪寒冷地における遠隔操作移動ロボットを利用した取り組み
3. 学会等名 第13回日本ロボット学会北海道ロボット技術研究専門委員会学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 三河 正彦, 照井 章
2. 発表標題 LEGO 3D CGモデルのジョイントを考慮したURDF変換ツール
3. 学会等名 ROSCon JP 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 周東 拓哉, 三河 正彦, 藤澤 誠, 加藤 優一
2. 発表標題 深層生成モデルを用いた顔分布の獲得と顔サンプルの生成
3. 学会等名 第25回日本顔学会大会 (フォーラム顔学2020)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 三河 正彦, 藤澤 誠, 柊 和佑, 石橋 豊之
2. 発表標題 寒冷積雪地における情報提供/収集移動ロボット
3. 学会等名 日本知能情報ファジィ学会 合同シンポジウム2019 第28回北信越シンポジウム & 第27回人間共生システム研究会HAIシンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Liayi Lyu, Masahiko Mikawa, Makoto Fujisawa, Wasuke Hiiragi
2. 発表標題 Mobile Robot with Previous Announcement of Upcoming Operation Using Face Interface
3. 学会等名 2019 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Haolin Chen, Masahiko Mikawa, Makoto Fujisawa, Wasuke Hiiragi
2. 発表標題 Face Memorization System Using the Mathematical AIM Model for Mobile Robot
3. 学会等名 2019 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Morito Sato, Masahiko Mikawa, Makoto Fujisawa, Wasuke Hiiragi
2. 発表標題 Social Norm Based Collision Avoidance in Human-Robot Coexistence Environment
3. 学会等名 The 44th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON'18) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 王 有為, 三河 正彦, 藤澤 誠, 柊 和佑, 石橋 豊之
2. 発表標題 視覚情報を利用したSLAM地図生成時の人の影響の軽減
3. 学会等名 HAIシンポジウム2018
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<ul style="list-style-type: none"> ・受賞 (1) ICAICC2023 Excellent Paper Award, 主な発表論文等[学会発表]2件目 ・新聞等メディア報道 (1) "移動ロボ「NOR」行きます!", 北海道新聞, 2023/5/18 (2) "筑波大が疑似旅行体験ロボットで、安定したバッテリー効果の研究", 稚内プレス, 2023/5/2 (3) "エコを重視 筑波大学三河准教授 稚内でロボット研究 低炭素社会実現へ", 日刊宗谷, 2023/4/29 (4) 睡眠覚醒機能を有する遠隔操作移動ロボットシステム概要紹介(ラジオ取材), FMわっぴ~, イブニングタイムス, 2023/4/29(17:30~18:00) (5) "安全性が向上 筑波大学三河准教授 夏に一般公開 キタカラでロボット研究", 日刊宗谷, 2022/4/1 (6) "稚内発進ロボ 開発着々", 北海道新聞, 2021/11/10 (7) "寒冷地対応ロボ 筑波大三河, 照井両准教授 稚内で研究開発", 日刊宗谷, 2021/10/29 (8) "筑波大が疑似旅行体験研究 キタカラでロボット使い", 稚内プレス, 2021/10/28 (9) 遠隔操作移動ロボットシステム概要紹介(ラジオ取材/生放送), FMわっぴ~, わっぴ~最北ちゃんねる, 2021/10/28 (12:05~12:20). (10) "筑波大学三河准教授 稚内で研究 寒冷地対応のロボット", 日刊宗谷, 2021/5/14 (11) "滞在1週目 宗谷のアナザーストーリー", ローカルフレンズ滞在記, ほっとニュース北海道, 日本放送協会(NHK), 2021/4/13 (12) "地域情報収集の術に", 稚内プレス, 2019/8/24 (13) 移動ロボットを用いた地域情報収集実験概要紹介(ラジオ取材/生放送), FMわっぴ~, ぐるっとおでかけ DonDon 土曜日, 2019/8/24(10~11時). (14) "北星など3大がロボットで実施", 稚内プレス, 2019/8/23 ・ホームページ ソーシャルロボット研究室, https://mikawalab.org ソーシャルロボット研究室, https://slis.tsukuba.ac.jp/~mikawa.masahiko.ka/
--

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