

令和 5 年 6 月 15 日現在

機関番号：32682

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19K04444

研究課題名(和文)有限時間可到達集合に基づく不連続システムの解析と設計に関する研究

研究課題名(英文) Analysis and Synthesis of Discontinuous Dynamical Systems Based on Finite-Time Reachable Set

研究代表者

市原 裕之 (Ichihara, Hiroyuki)

明治大学・理工学部・専任教授

研究者番号：70312072

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、動的システムの可到達集合に基づいた不連続入出力を有する制御システムの設計を目的としてきた。主な研究成果は、時変な不確かさや外乱を考慮した誤差システムに関する可到達集合を導入し、自己駆動型モデル予測制御を提案したことである。とくに、モデル予測制御の再帰的な可解性を示すことができた。また、不確かさを有する動的にシステムに対して、機会制約のあるモデル予測制御を考えた。その際に、不確かさをガウス回帰過程の結果から見積もり、確率的な可到達集合を導入し、最終的には二次錐計画問題という効率よく解くことができる問題に帰着できたことも大きな成果である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

動的なシステムには、モデル化の際の不確かさや外乱が存在しており、精度の高い制御系設計の妨げとなっている。本研究では可到達集合に着目し、不確かさや外乱のもとで状態や入力に制約のある制御系の保守性低減を達成することができた点に学術的な意義がある。また、機械学習手法を利用して可到達集合を見積もることができた点にも意義がある。これらの成果は、自動運転をはじめとする物理的な接触や衝突を回避する制御系に応用できる可能性があることに社会的な意義がある。制御系設計の際の計算量を低減できたことから、ある程度の規模の制御系にも適用が可能である。

研究成果の概要(英文)：This research aims to design control systems with discontinuous inputs and outputs based on reachable sets of dynamical systems. The main result of this research is the introduction of reachability sets for error systems that consider time-varying uncertainties and disturbances and the proposal of self-triggered model predictive control. In particular, we have shown the recursive feasibility of model predictive control. We also considered model predictive control with chance constraints for systems with uncertainty. In doing so, we estimated the uncertainty from the Gaussian regression process, introduced a stochastic reachability set, and finally reduced it to a second-order cone programming problem that can be solved efficiently.

研究分野：制御工学

キーワード：制御系設計 可到達集合 不連続システム

1. 研究開始当初の背景

研究開始当初、可到達集合を用いた制御系の設計に関しては、モデル予測制御を利用した基本的な手法が提案され始めていた。不確かさや外乱等を考慮して予測モデルからの隔たりを状態の可到達集合として表現したとき、可到達集合は時刻の経過に伴って一般に大きくなる。実システムに対する制御入力や状態の制約条件を満たすためには、モデルに対する制約条件から可到達集合の影響を差し引く必要がある。モデル予測制御であれば、予測ホライズンが進む方向に従って、縮小するような状態や制御入力の制約を設定する必要が生じる。そのような厳しい制約を課すと、運用の途中で解が見つからなくなる可能性もあるため、制約を厳しくすることはできる限り避けたいという背景がある。そのためには、不確かさをなるべく保守的にならないように見積もる必要がある。また、可到達集合が大きくなるようにする必要もある。このような観点から、モデル予測制御問題の再帰的な可解性が重要となる。また近年、機械学習の視点からモデルの不確かな要素を見積もることができるようになってきた。従来からシステム同定として知られる手法の言い換えに過ぎない側面もあるが、ロボスタ制御における不確かさの見積もりやモデル予測制御における機会制約との相性がよいことも知られるようになっていた。

制御入力や状態といった機械的な制約のほか、近年のマルチエージェントシステムに見られるように通信による情報交換を前提とする複数の制御対象に関する制御では、通信制約が議論の対象になっている。これは通信構造に起因する制約と通信頻度に関する制約に分けることができる。通信頻度に関しては、事象駆動制御や自己駆動制御といった手法が提案されており、これらを前述のモデル予測制御の中で実現することが重要なテーマとなってきた。このような通信制約のもとにおいても、モデル予測制御問題の再帰的な可解性は重要である。

社会的には、機械学習の観点から自動運転の研究や実装実験が急速に進んだという背景もあった。これらの技術に前述した意味での補償を制御工学の視点から与える必要性は常にある。

2. 研究の目的

本研究では、動的システムの可到達集合に基づいた不連続入出力を有する制御システムの設計を目的としてきた。ここで、不連続入出力とは、制御入力や状態の制約、量子化入出力といった機械的制約を想定している。また、事象駆動制御や自己駆動制御などの通信制約を考慮して、機械的制約を同時に考慮することで、統一して取り扱うことを視野に入れている。事象駆動制御や自己駆動制御の基本的手法の見直しに加えて、マルチエージェントシステムのフォーメーション制御についても基本的手法の見直しとその拡張を行う。

3. 研究の方法

方法1：移動体の軌道追従制御系に対して、その誤差モデルを導入する。このとき、誤差モデルは外乱を含む時変なアフィン系として表すことができる。アフィン項も時変であるため、一般にモデル予測制御においては、サンプリング時刻の時点での状態で時変項を固定して未来の状態を予測する。しかし本研究では、可到達集合の保守性を下げるために、時変のまま可到達集合を見積もる。

方法2：実システムとノミナルモデルである既知モデルの差をガウス回帰過程で見積もる。その結果から誤差モデルの確率的可到達集合を見積もり、モデル予測制御の設計に反映する。可到達集合の性質からモデル予測制御の制約条件も確率的とすることで、確率的な意味で保守性の低い制御系を設計する。

方法3：線形離散時間システムに対する状態フィードバックによる事象駆動制御系の設計は、一般に非凸な設計条件となることが知られている。これに対して、動的なフィルタを導入し、凸な設計条件を導く。そのために、出力フィードバックの設計手法を活用する。

方法4：リーダ・フォロア型フォーメーション制御において、配置の反転を考慮しながら、外乱のもとで目標の相対位置に収束する手法を導く。障害物回避を伴う移動ロボットのフォーメーション制御に応用する。

4. 研究成果

方法1：移動体には、車輪と地面の縦滑りがあると仮定する。この縦滑りがモデルの中の時変なアフィン項として現れる。また、時変項に加えて加法的な外乱を仮定する。軌道追従誤差モデルは、参照軌道と移動ロボットの偏差に基づいて構成した。追従誤差および制御入力に対して一定値の制約を課す自己駆動型モデル予測制御問題を定式化した。この問題を直接解くことは時変項や外乱のために困難であることから、これらを取り除いたノミナルモデルを導入する。また、同時にそれらの影響を可到達集合で表した。予測ステップごとの可到達集合に基づいて tube 制約を図1のように導入することで、ノミナルモデルを予測モデルとして実行可能な tube-based モデル予測制御を定式化した。また、自己駆動制御を実行するためのアルゴリズムを提案した。通信頻度の例を図2に示す。このとき、外乱のもとで軌道追従誤差モデルが本来の一定値の制約条件を満足すること、tube-based モデル予測制御問題の可解性を保証することができた。そのように保証できた背景としては、集合に関するミンコスキー和やポントリャーギン差に関する性質を整備できたことにある。

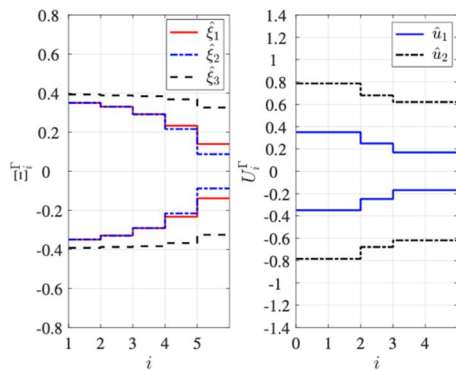


図1 Tube 制約

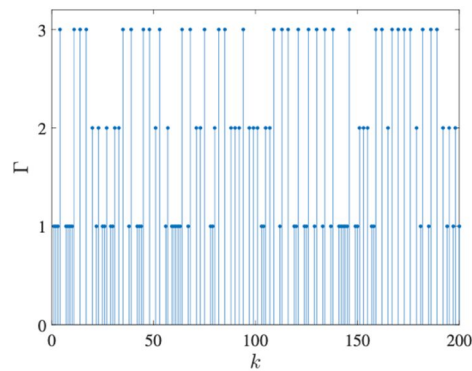


図2 通信頻度

方法2：未知ダイナミクスと外乱を受ける線形システムに対して、実システムと既知モデルとの間の不確かさをガウス過程と考え、ガウス過程の平均を未知ダイナミクス、分散を外乱とした推定した。このとき、推定した不確かさをを用いて線形のシステムモデルを更新し、そのモデルに基づいた確率的モデル予測制御を提案した。平均や分散は図3に示すような非線形関数であるため、推定した不確かさを表すガウス分布を平衡点近傍で線形化する。モデル予測制御の予測区間における状態に関する予測分布の更新式を導出し、確率的可到達集合に基づいた tube 機会制約を導入することで、実システムが本来の制約条件を確率的に満たすことを保証できた。また、不確かさの共分散行列の性質を用いることで、機会制約を確定的な制約に書き直すことができた。とくに、この確定的な制約条件を二次錐制約条件に帰着することができたので、数値的に効率よくモデル予測制御問題を解くことができるようになった。数値例により、機会制約の保守性を調整できることを図4のように検証することができた。

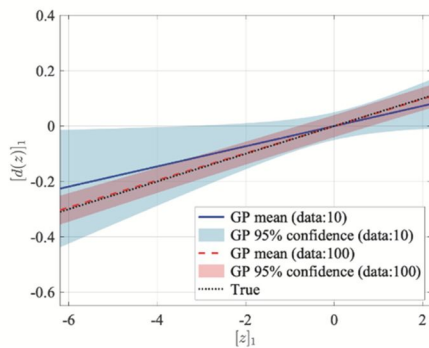


図3 ガウス回帰過程による推定

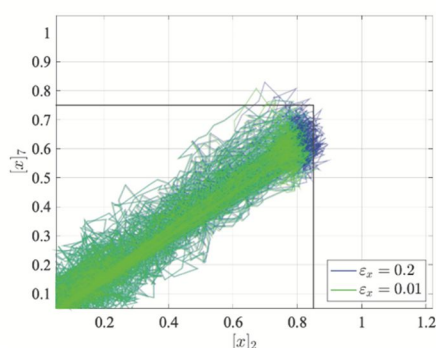


図4 機会制約の検証

方法3：出力フィードバックの設計手法を活用すると、非凸条件となる状態フィードバック事象駆動制御系を凸条件となる動的フィルタ付き状態フィードバック事象駆動制御系にすることが可能になった。

方法4：外乱の影響を低減し配置反転を防ぐフォーメーション制御系を構成することができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Shotaro Shibahara, Takuma Wakasa, Kenji Sawada	4. 巻 Vol.15
2. 論文標題 Network weight and time-varying potential function for obstacle avoidance of swarm robots in column formation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 SICE Journal of Control, Measurement, and System Integration	6. 最初と最後の頁 24/35
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1080/18824889.2022.2032542	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 若狭拓馬, 澤田賢治	4. 巻 Vol.142
2. 論文標題 車群位置推定のための補間型分散協調オブザーバとオンライン更新	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 電気学会論文誌C	6. 最初と最後の頁 239/250
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1541/ieejeiss.142.239	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 Takuma WAKASA, Kenji SAWADA	4. 巻 E104.A
2. 論文標題 Multi-Rate Switched Pinning Control for Velocity Control of Vehicle Platoons	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences	6. 最初と最後の頁 1461/1469
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1587/transfun.2020KEP0009	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 望月優加理, 澤田賢治	4. 巻 Vol.34
2. 論文標題 ヘテロジニアスなエージェント群のグラフ探索における役割交換と探索効率の関係	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 システム制御情報学会論文集	6. 最初と最後の頁 269/278
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5687/iscie.34.269	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 花房 直人, 市原 裕之	4. 巻 Vol.57
2. 論文標題 相対的な目標位置を利用した距離に基づく移動ロボットのリーダー・フォロア型フォーメーション制御	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 計測自動制御学会論文集	6. 最初と最後の頁 542/551
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.9746/sicetr.57.542	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 Tatsuki Ashida, Hiroyuki Ichihara	4. 巻 Vo.14
2. 論文標題 Policy iteration-based integral reinforcement learning for online adaptive trajectory tracking of mobile robot	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 SICE Journal of Control, Measurement, and System Integration	6. 最初と最後の頁 233/241
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/18824889.2021.1972266	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 市原裕之, 山本将史, 澤田賢治	4. 巻 56
2. 論文標題 拡大系に対する周期的事象駆動制御系の設計	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 計測自動制御学会論文集	6. 最初と最後の頁 236 ~ 242
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.9746/sicetr.56.236	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 Nakai Yuki, Ichihara Hiroyuki	4. 巻 32
2. 論文標題 Initial Configuration Analysis of Multi-Agent Systems that Converge to Evenly Spacing Points on Unit Circle	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Transactions of the Institute of Systems, Control and Information Engineers	6. 最初と最後の頁 294 ~ 300
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5687/iscie.32.294	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 SHIRAIISHI Daisuke、ICHIHARA Hiroyuki	4. 巻 56
2. 論文標題 Obstacle Avoidance of a Quadrotor Based on Potential Field Method with Deep Reinforcement Learning	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Transactions of the Society of Instrument and Control Engineers	6. 最初と最後の頁 156 ~ 166
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.9746/sicetr.56.156	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69件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 28件)

1. 発表者名 芦田樹, 市原裕之
2. 発表標題 ガウス過程回帰を用いた不確かさの学習による確率的線形モデル予測制御
3. 学会等名 第64回自動制御連合講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Haruki Taniyama, Hiroyuki Ichihara
2. 発表標題 Event-Triggered Leader-Follower Formation Tracking Control of Mobile Robot Using Relative Information
3. 学会等名 SICE Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kazuki Nakai, Hiroyuki Ichihara
2. 発表標題 Application of Formation Control to Wheeled Robots Based on Relative Positions
3. 学会等名 SICE Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kenta Ogahara, Hiroyuki Ichihara, Naoto Abe
2. 発表標題 Formation Control of Mobile Robots Using Coordinate Transformation
3. 学会等名 SICE Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 akuya Kawasaki, Hiroyuki Ichihara, Naoto Abe
2. 発表標題 Tube-based Model Predictive Control for Attitude of Quadrotor
3. 学会等名 SICE Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tomoki Yuhara, Hiroyuki Ichihara
2. 発表標題 Output Feedback Event-Triggered Control for Quadrotor Servo Systems
3. 学会等名 SICE Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Asuka Nakayama, Hiroyuki Ichihara
2. 発表標題 Model Predictive Control of Bicycle Model for Collision Avoidance via Lagrange Dual Problem
3. 学会等名 SICE Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 谷山晴紀, 市原裕之, 澤田賢治
2. 発表標題 切替を伴うマルチエージェントシステムの分散型 Receding Horizon Total Control
3. 学会等名 第9回計測自動制御学会 制御部門マルチシンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 孫根吉聖, 市原裕之
2. 発表標題 ニューラルネットワーク・リアプノフ関数を用いた入力飽和制御系の漸近安定領域の拡大
3. 学会等名 第9回計測自動制御学会 制御部門マルチシンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中山飛鳥, 市原裕之
2. 発表標題 双対性を利用したモデル予測制御による車両の衝突回避
3. 学会等名 第9回計測自動制御学会 制御部門マルチシンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 油原智貴, 市原裕之
2. 発表標題 ゲインスケジューリング型事象駆動制御系の設計
3. 学会等名 第9回計測自動制御学会 制御部門マルチシンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中井一貴, 市原裕之
2. 発表標題 距離センサを用いた移動体のリーダー・フォロア型フォーメーション制御,
3. 学会等名 第9回計測自動制御学会 制御部門マルチシンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐藤海斗, 澤田賢治
2. 発表標題 離散化主双対勾配アルゴリズムによるReceding-Horizon Estimationの提案
3. 学会等名 MSCS2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 堀内柚那, 澤田賢治
2. 発表標題 ドライバの予見動作に応じた切替型Shared Controlに関する研究
3. 学会等名 MSCS2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤本拓磨, 澤田賢治, 山藤勝彦
2. 発表標題 予測ガバナによる前方車両の一時停止を考慮したACCの設計
3. 学会等名 MSCS2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 望月優加理, 澤田賢治
2. 発表標題 自動運転車両の利他的な車線変更に起因する渋滞とその解消速度の評価
3. 学会等名 MSCS2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松下遥香, 澤田賢治
2. 発表標題 Human-In-The-Loop Systemによるドライバ個性を反映したAdaptive Cruise Control
3. 学会等名 第64回自動制御連合講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 堀内柚那, 澤田賢治, 山藤勝彦
2. 発表標題 ドライバの予見動作を支援するMPC型自動運転システムに関する研究
3. 学会等名 2021年電気学会電子・情報・システム部門大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 柴原将太郎, 澤田賢治
2. 発表標題 複数列縦隊移動するロボット大群の障害物回避のためのネットワーク重み関数
3. 学会等名 2021年電気学会電子・情報・システム部門大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Haruka Matsushita, Kenji Sawada
2. 発表標題 Adaptive Cruise Control to reflect driver individuality via Human-In-the-loop-system
3. 学会等名 AROB 27th 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shotaro Shibahara, Kenji Sawada
2. 発表標題 Polygon-Wall based Obstacle Avoidance for Swarm Robots in Column Formation,
3. 学会等名 AROB 27th 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shotaro Shibahara, Takuma Wakasa, Kenji Sawada
2. 発表標題 Network Weight Function for Obstacle Avoidance of Swarm Robots in Column Formation
3. 学会等名 SICE Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuzuna Horiuchi, Katsuhiko Sando, Kenji Sawada
2. 発表標題 On MPC-based Driver Assistance System for Driver Preview Action
3. 学会等名 SICE Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takuma Wakasa, Kenji Sawada
2. 発表標題 A Sparse Pinning Control for Vehicle Platoon via Sequential L1 Optimization
3. 学会等名 ISIE2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 芦田樹, 市原裕之
2. 発表標題 ガウス過程回帰を用いたロボストモデル予測制御
3. 学会等名 MSCS2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山根弓弦, 市原裕之
2. 発表標題 積分強化学習を用いた移動ロボットの軌道追従制御
3. 学会等名 MSCS2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岡本拓也, 市原裕之
2. 発表標題 Q-learning型深層強化学習に対する関数近似誤差の抑制
3. 学会等名 MSCS2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐藤海斗, 澤田賢治, 井上正樹
2. 発表標題 連続時間最適化アルゴリズムによる線形モデル予測制御と受動性に基づく収束性解析
3. 学会等名 MSCS2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 若狭拓馬, 澤田賢治
2. 発表標題 車群速度制御のためのスパースピニング制御
3. 学会等名 MSCS2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 柴原将太郎, 若狭拓馬, 澤田賢治
2. 発表標題 複数列縦隊移動するロボット群の障害物回避のためのネットワーク重み関数
3. 学会等名 MSCS2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 堀内柚那, 山藤勝彦, 澤田賢治
2. 発表標題 ドライバの予見動作を支援するMPC型自動運転システムに関する研究
3. 学会等名 MSCS2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 永井駿斗, 市原裕之
2. 発表標題 確率的 Tube-based 自己駆動型 MPC による移動ロボットの障害物回避
3. 学会等名 第63回自動制御連合講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 花房直人, 市原裕之
2. 発表標題 相対情報を利用した移動ロボットの リーダ・フォロワ型フォーメーション制御
3. 学会等名 第63回自動制御連合講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 澤田賢治
2. 発表標題 小型マイクログリッドにおける協調給電プロトコルと正当 性検証のためのモデル化
3. 学会等名 第63回自動制御連合講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 若狭拓馬, 澤田賢治
2. 発表標題 分散協調部分状態オブザーバを用いた車群位置推定 における補間関数のスパースモデリング手法
3. 学会等名 第63回自動制御連合講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐藤海斗, 澤田賢治, 井上正樹
2. 発表標題 連続時間最適化アルゴリズムによる非線形モデル予測 制御の提案
3. 学会等名 第63回自動制御連合講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 若狭拓馬, 武藤僚佑, 澤田賢治
2. 発表標題 プラトーン走行における分散協調オブザーバを用いた位置推定
3. 学会等名 第64回システム制御情報学会研究発表講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐藤海斗, 澤田賢治, 井上正樹
2. 発表標題 非線形システムに対するinstant iterative learning MPCの提案
3. 学会等名 第64回システム制御情報学会研究発表講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松下遥香, 佐藤海斗, 佐倉衛, 澤田賢治, 新誠一, 井上正樹
2. 発表標題 Human-In-The-Loop Systemによるドライバー個性を反映した後輪操舵制御
3. 学会等名 第64回システム制御情報学会研究発表講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yukari Mochizuki, Kenji Sawada
2. 発表標題 An analysis of expansion and reduction speeds of traffic jams on graph exploration
3. 学会等名 AROB 26th 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takuma Wakasa, Kenji Sawada
2. 発表標題 Distributed Cooperative Partial-State Observer for Position Estimation of Vehicle Platoon
3. 学会等名 IECON2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Haruka Matsushita, Kaito Sato, Mamoru Sakura, Kenji Sawada, Seiichi Shin, Masaki Inoue
2. 発表標題 Rear-wheel steering control reflecting driver personality via Human-In-The-Loop System
3. 学会等名 SMC2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kazuma Magai, Jun-ichi Toji, Hiroyuki Ichihara
2. 発表標題 Implementation of a Feedback Linearization Control Law for Quadrotors
3. 学会等名 SICE Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tatsuki Ashida, Hiroyuki Ichihara
2. 発表標題 Online Adaptive Trajectory Tracking for Mobile Robot Using Integral Reinforcement Learning
3. 学会等名 SICE Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kaito Sato, Kenji Sawada, Masaki Inoue,
2. 発表標題 On the Instant Iterative Learning MPC for Nonlinear Systems
3. 学会等名 SICE Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takuma Wakasa, Kenji Sawada
2. 発表標題 Path Planning and Tracking Method for Multiple Platoons via Switched Pinning Control
3. 学会等名 SICE Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hiroyuki Ichihara, Kenji Sawada, Koichi Kobayashi, Sophie Tarbouriech
2. 発表標題 Event-Triggered Control for Extended Plants of Discrete-Time Linear Systems
3. 学会等名 IFACWC2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takuma Wakasa, Kenji Sawada, Seiichi Shin
2. 発表標題 Event-Triggered Switched Pinning Control for Merging or Splitting Vehicle Platoons
3. 学会等名 IFACWC2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 福永秀樹, 澤田賢治, 新誠一, 濱田吉郎
2. 発表標題 航空機の上下加速度に対する最悪突風の外乱解析—Generic Transport Modelを用いて—
3. 学会等名 第57回飛行機シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 若狭拓馬, 永谷禎基, 澤田賢治, 新誠一
2. 発表標題 車群合流および分離のための切り替え型ピンニング制御
3. 学会等名 第62回自動制御連合講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤海斗, 藤司純一, 澤田賢治, 市原裕之, 新誠一
2. 発表標題 クアドロータの線形化における反復学習的モデル誤差抑制
3. 学会等名 第62回自動制御連合講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 福永秀樹, 澤田賢治, 新誠一, 濱田吉郎
2. 発表標題 Generic Transport Modelを用いた航空機の上下加速度に対する有限時間最悪外乱解析
3. 学会等名 第62回自動制御連合講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 横田修太, 市原裕之
2. 発表標題 部分多様体上へのフォーメーション制御に関する考察
3. 学会等名 第62回自動制御連合講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高野航一, 市原裕之
2. 発表標題 不感帯のある全方向移動ロボットの Control Allocation
3. 学会等名 第62回自動制御連合講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 阪田恒晟, 藤田真太郎, 澤田賢治, 新 誠一, 前田一平, 細川 嵩
2. 発表標題 サイバー攻撃に対する可用性を考慮した第三者監視システム
3. 学会等名 システム・情報部門学術講演会(SS12019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 新倉拓也, 澤田賢治, 新誠一
2. 発表標題 Node-REDにおけるアプリケーション開発のための動的プロファイル適用型モデル検証
3. 学会等名 システム・情報部門学術講演会 (SSI2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松下遥香, 佐藤海斗, 佐倉衛, 澤田賢治, 新誠一
2. 発表標題 Human-In-the-Loop Systemによるドライバー個性を反映した自動運転に関する研究
3. 学会等名 MSCS2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 若狭拓馬, 澤田賢治, 新誠一
2. 発表標題 切り替え型ピニング制御を用いた複数車群の経路計画と経路追従
3. 学会等名 MSCS2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 福永秀樹, 澤田賢治, 新誠一, 濱田吉郎
2. 発表標題 航空機の下加加速度に対する有限時間の最悪外乱と最適入力
3. 学会等名 MSCS2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 花房直人, 市原裕之
2. 発表標題 相対情報を利用した移動ロボットのフォーメーション制御
3. 学会等名 MSCS2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 横田修太, 市原裕之
2. 発表標題 限量記号消去法によるモデル予測制御の終端領域設計
3. 学会等名 MSCS2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kaito Sato, Jun-ichi Toji, Kenji Sawada, Hiroyuki Ichihara, Seiichi Shin
2. 発表標題 Event Triggered Model Predictive Control for Descending Drone
3. 学会等名 SICE Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takuya Niikura, Kenji Sawada, Seiichi Shin
2. 発表標題 Dynamic Profile Modeling for Node Connectivity Verification on Node-RED
3. 学会等名 SICE Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuzuru Yamane, Hayato Nagai, Hiroyuki Ichihara
2. 発表標題 A Building Process for Mobile Robots with Wireless Communication Using MINDSTORMS EV3
3. 学会等名 SICE Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takuya Okamoto, Jun-ichi Toji, Hiroyuki Ichihara
2. 発表標題 Experimental Verification of Quaternion Control of a Quadrotor
3. 学会等名 SICE Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hayato Nagai, Hiroyuki Ichihara
2. 発表標題 Recursive Feasibility of a Tube-Based MPC Problem for Trajectory Tracking Control of Mobile Robot
3. 学会等名 SICE Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Naoto Hanabusa, Yuzuru Yamane, Hiroyuki Ichihara
2. 発表標題 Formation Control of Mobile Robots Based on Interconnected Positive Systems with Collision Avoidance
3. 学会等名 SICE Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mamoru Sakura, Kenji Sawada, Seiichi Shin, Osama Kaneko, Isao Matsuda
2. 発表標題 The Energy-Based Auto-Verification focused on Hierarchical Model Structure for Model Based Development
3. 学会等名 IECON2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takuma Wakasa, Yoshiki Nagatani, Kenji Sawada, Seiichi Shin
2. 発表標題 Switched Pinning Control for Vehicle Platoons via Mixed Logical Dynamical System Modeling
3. 学会等名 SII2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

DO-LAAS Research Fellows https://www.laas.fr/public/en/do-laas-research-fellows

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	澤田 賢治 (Sawada Kenji) (80550946)	電気通信大学・i - パワードエネルギー・システム研究センター・准教授 (12612)	

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