

特集紹介	.....	2
【特集】 AI 時代の物理的ヒューマン・ロボットインタラクション	.....	5
学生編集委員会企画：第 42 回日本ロボット学会学術講演会レポート	.....	46
会報：第 42 回日本ロボット学会学術講演会	.....	53
論文抄録	.....	55

論文 (本文は J-Stage にてオープンアクセス掲載 <https://www.jstage.jst.go.jp/browse/jrsj/list/~char/ja>
p.61~p.106 は本冊子には掲載されておりません)

- バイロータ飛行ユニットを用いた飛行ヒューマノイドロボットによる
空中物体運搬操作の実現
Achievement of Aerial Object Transportation and Manipulation
by a Flying Humanoid Robot with Bi-rotor Flight Unit

安齋 智紀・岡田 慧・稲葉 雅幸 61
Tomoki Anzai・Kei Okada・Masayuki Inaba
- スパイラル推進機構を用いたロープテザー昇降ロボットのモデリングと姿勢制御
Modeling and Attitude Control of a Rope Tether-Climbing Robot using a Two-Roller Spiral Propulsion Mechanism

野中 祐太郎・江上 正 70
Yutaro Nonaka・Tadashi Egami
- リズムと歩容を自律生成する 4 脚ロボット制御器
—ネコ・後 2 脚步行-走行遷移のシミュレーション—
Quadruped Robot Controller Autonomously Generating Rhythm and Gait
—Simulation of Walking-to-Running Transition of Cat with Hindlimbs—

木村 浩・モフロア クリストフ・古殿 幸大 79
Hiroshi Kimura・Christophe Maufroy・Kodai Kodono
- レター 91
詳細は論文抄録 (p.55~p.60) 参照

ADVANCED ROBOTICS review

- Call For Papers: Special Issue on Methodology for Performance Evaluation
of Field Robots AR 1
- Call For Papers: Special Issue on Technology for food handling automation AR 2
- Call For Papers: Special Issue on Robot and Human Interactive Communication AR 3
- **ADVANCED ROBOTICS** Vol. 38, Issue 18~21 Graphical Abstract AR 4

お知らせ	.....	会告 1
■ カレンダー	.....	会告12
■ 共催・協賛行事のお知らせ	.....	会告13
■ 理事会報告	.....	会告14
■ 刊行物のご案内	.....	会告15
■ 総目次	.....	会告17

【展望】	■ AIとの融合がもたらす 物理的ヒューマン・ロボットインタラクションの将来展望 Future Prospects for Physical Human-Robot Interaction with AI	平田 泰久 Yasuhisa Hirata	..... 5
【解説】	■ 外骨格ロボットの運動学習手法 Robot Learning Methods for Exoskeleton Control	古川 淳一郎・森本 淳 Jun-ichiro Furukawa・Jun Morimoto	..... 11
	■ 物理的インタラクションと人間のモデル化 —接触を伴う物理作用・運動・行動のモデリング— Physical Human-Robot Interaction and Human Model —Modeling Contact-rich Physical Interaction, Motion and Behavior by Humans—	吉田 英一・鮎澤 光 Eiichi Yoshida・Ko Ayusawa	..... 17
	■ ロボティクスが拓く高齢者のモビリティ技術と自立支援 Enhancing Mobility and Longevity in Older People through Robotics	加藤 健治 Kenji Kato	..... 23
	■ アシストデバイスのIoT化・ビッグデータ収集とその活用 Acquisition and Application of Big Data from IoT Assistive Devices	松本 吉央 Yoshio Matsumoto	..... 28
	■ 実時間モデル予測制御によるインタラクション Real-time Model Predictive Control for Interaction	小林 泰介 Taisuke Kobayashi	..... 34
	■ 人とロボットの温熱コミュニケーション Thermal Communication Between Human and Robot	大澤 友紀子 Yukiko Osawa	..... 38
	■ 可変アドミッタンス制御に基づく移動支援インタラクション Physical Interaction for Mobility Aid based on Variable Admittance Control	板寺 駿輝 Shunki Itadera	..... 42

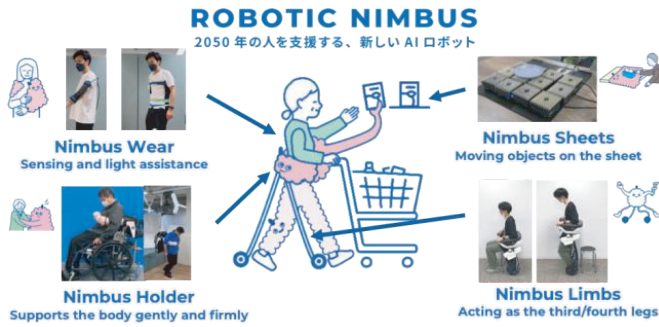
「AI時代の物理的ヒューマン・ロボットインタラクション」特集について

本特集号は、人とロボットの協調形態の一つである物理的なヒューマン・ロボットインタラクション (pHRI) に着目し、近年のAIの発展を踏まえたこれからのpHRIの発展についてご議論いただくことを目的としています。

ロボットはpHRIを通じて人に対して身体ダイナミクスや精神面にポジティブな影響を与えることが期待され、産業・医療など様々な分野で応用を目指した研究が長年行われています。そのなかでも、実環境で人々の安全を守ったり、身体能力を拡張したりするような役割をロボットが果たすための技術として発展してきました。一方で、近年目覚ましい発展を遂げているAI技術は、物理インタラクションを伴わない形で人の知能を補助し社会を変革しようとしています。このような現状のなかで、物理接触を活用することの意義や新たなpHRIの展開を見つめ直すべく本特集号を企画いたしました。

今回、pHRIを学習制御、人のモデル化、ビッグデータ活用、新たなモダリティなど様々な角度のアプローチに関する記事をご寄稿いただきました。本特集号が、これからのpHRI研究への期待について議論するきっかけとなれば幸いです。最後に、本特集号にご寄稿いただきました先生方に心より御礼申し上げます。

(板寺駿輝 産業技術総合研究所)



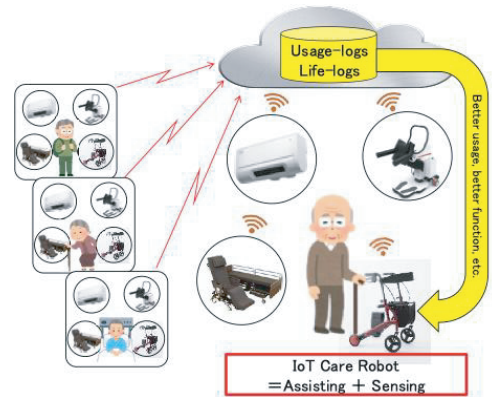
「AI との融合がもたらす物理的ヒューマン・ロボットインタラクションの将来展望」より



「外骨格ロボットの運動学習手法」より



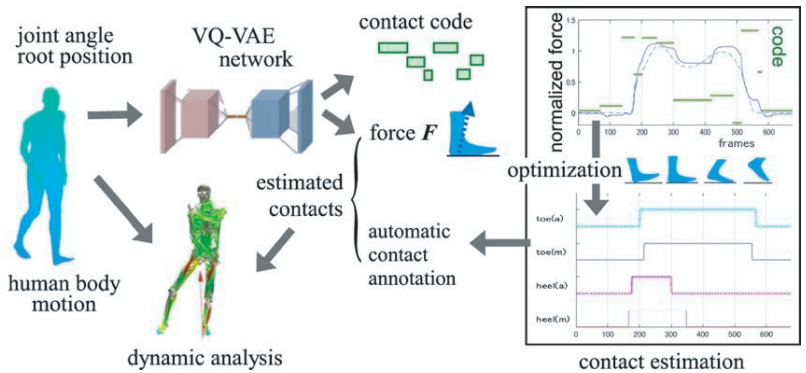
「ロボティクスが拓く高齢者のモビリティ技術と自立支援」より



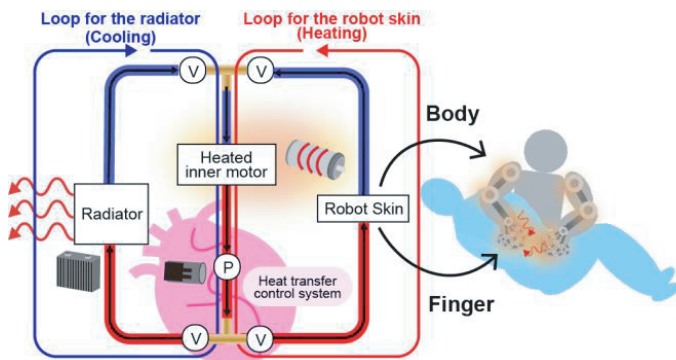
「アシストデバイスの IoT 化・ビッグデータ収集とその活用」より



「実時間モデル予測制御によるインタラクション」より



「物理的インタラクションと人間のモデル化」より



「人とロボットの温熱コミュニケーション」より









「可変アドミタンス制御に基づく移動支援インタラクション」より

一般社団法人 日本ロボット学会 賛助会員のご紹介(50音順)

本学会をご支援頂いている賛助会員の皆様をご紹介します。

本学会 web サイト(<http://www.rsj.or.jp/about/supporter/>)にて会員の皆様の HP ヘリンクを貼らせて頂いております。

- IHI** (株)IHI
 (株)アールティ
 (株)アドイン研究所
 (株)アトックス技術開発センター
 アナログ・デバイス(株)
 **ISHIDA** (株)イシダ
 **indexPro** (株)インデックスプロ社
 (株)インフィテック
 NECプラットフォームズ
 NTN(株)
 **ELSA** (株)エルザ ジャパン
 オリンパス(株)
 **Kawasaki** 川崎重工業(株)
 **KAWADA Robotics** カワダロボティクス(株)
 キャタピラー・ジャパン(同)
 **kudan** Kudan(株)
 クレスコ(株)
 **コーンズテクノロジー株式会社** コーンズテクノロジー(株)
 **kokoro** (株)ココロ
 (株)小松製作所 CTO 室技術統括部
 (株)サイバーエージェント
 **CYBERDYNE** CYBERDYNE(株)
Metoree ZAZA(株) (産業用製品メーカー比較のメトリー)
 **JFE** JFE スチール(株)
 (株)ジェイテクト
 (株)システムインフロンティア
 **isp** (株)システム計画研究所
 (株)シュールド設計
 (国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構
 **人機一体**
 **FAULHABER** 新光電子(株)
 **SINFONIA** シンフォニアテクノロジー(株)
ShinMaywa 新明和工業(株)
 **SUZUKI** スズキ(株)横浜研究所
EPSON セイコーエプソン(株)
 (一財)製造科学技術センター
 (株)せとうちシステム
 セントラル警備保障(株)
 総合警備保障(株)セキュリティ科学研究所
 ソニーグループ(株)
 (株)ソミックマネージメントホールディングス
 ダイヤライト(株)
 **TsukArm Robotics** TsukArm Robotics(株)
 (株)チトセロボティクス
 (株)データベース
 **THK** THK(株)
 **Tegara** テガラ(株)
 TechShare(株)
 (株)テムザック
 **DENSO** (株)デンソーウェーブ
 (株)電通国際情報サービス
 東海旅客鉄道(株)
 東急建設(株)
- (地独)東京都立産業技術研究センター
 **TokyoRobotics** 東京ロボティクス(株)
 (株)東芝
Decom, Tech 東双みらいテクノロジー(株)
 戸田建設(株)
 特許庁
 トヨタ自動車(株)
 トヨタテクニカルディベロップメント(株)
 ナゴヤホカンファシリティーズ(株)
 **NANOSEED** (株)ナノシード
 ナブテスコ(株)
 (株)日刊工業新聞社
 NiKKi Fron(株)
NIKKI Robotics (株)日経 BP/日経 Robotics
 日産自動車 車両生産技術開発本部
NITTOSEIKO 日東精工(株)
 日本航空電子工業(株)
 日本精工(株)
 (一財)日本品質保証機構
 (一社)日本ロボット工業会
 **NEST LAB.** (株)NEST EdLAB
 (株)ハーモニック・ドライブ・システムズ
 パナソニック(株)エレクトリックワークス社
 パナソニックホールディングス(株)
 **Piezo Sonic** (株)Piezo Sonic
 日立建機(株)
HITACHI (株)日立製作所/
 サステナビリティ研究統括本部
Hirata 平田機工(株)
 ファナック(株)
 **PHENIX CONTACT** (株)フェニックスコンタクト
 (株)不二越
 富士ソフト(株)
 富士通(株)
 古河電気工業(株)生産技術部
 (株)本田技術研究所/基礎技術研究センター
 前田建設工業(株)技術研究所
 (株)マキタ
 マクソンジャパン(株)
 (株)豆蔵
 三井化学(株)
 三菱重工業(株)
 三菱電機(株)
muRata (株)村田製作所
 (株)明電舎
 **movensys** モベンス(株)
YASKAWA (株)安川電機
 **YAMAHA** ヤマハ発動機(株)
YAMABIKO (株)やまびこ
 **YANMAR** ヤンマーホールディングス(株)
 (株)リアルビズ
 (株)リコー
 **ROBOTIS** (株)ロボティズ

●御入会またはロゴの掲載をご希望の場合は、下記にお問い合わせください。
 一般社団法人日本ロボット学会 事務局 会員係 TEL 03(3812)7594, FAX 03(3812)4628, E-mail:service@rsj.or.jp

論文抄録

【学術・技術論文】

■バイロータ飛行ユニットを用いた飛行ヒューマノイドロボットによる 空中物体運搬操作の実現

Achievement of Aerial Object Transportation and Manipulation by a Flying Humanoid Robot
with Bi-rotor Flight Unit

安齋 智紀・岡田 慧・稲葉 雅幸

Tomoki Anzai・Kei Okada・Masayuki Inaba

(抄録) 57

(論文) 61

■スパイラル推進機構を用いたロープテザー昇降ロボットのモデリングと姿勢制御

Modeling and Attitude Control of a Rope Tether-Climbing Robot Using a Two-Roller Spiral Propulsion Mechanism

野中 祐太郎・江上 正

Yutaro Nonaka・Tadashi Egami

(抄録) 57

(論文) 70

■リズムと歩容を自律生成する4脚ロボット制御器

—ネコ・後2脚步行—走行遷移のシミュレーション—

Quadruped Robot Controller Autonomously Generating Rhythm and Gait

—Simulation of Walking-to-Running Transition of Cat with Hindlimbs—

木村 浩・モフロア クリストフ・古殿 幸大

Hiroshi Kimura・Christophe Maufroy・Kodai Kodono

(抄録) 58

(論文) 79

【レター】

■非対称行列を用いた多自由度ロボットのアドミッタンス制御

Admittance Control of a Multi-degree-of-freedom Robot using an Asymmetric Matrix

辻 俊明・加藤 泰大

Toshiaki Tsuji・Yasuhiro Kato

(抄録) 58

(論文) 91

■協生農法環境における農作業支援ロボットの開発 —第8報：アーム先端部で交換可能な複数種対応の種植え機構および種子団子製造機の開発—

Development of the Agricultural Robot in Synecoculture™ Environment —8th Report, Development of Seed Planting Mechanism for Multiple Seeds Interchangeable at the End of the Arm and Seed Dumpling Making Machine—

土井 瑛人・前田 菜夏香・田中 大雅・
政谷 巧樹・青竹 峻太郎・船橋 真俊・
三木 浩・大谷 拓也・高西 淳夫
Akito Doi・Nanaka Maeda・Taiga Tanaka・
Koki Masaya・Shuntaro Aotake・Masatoshi Funabashi・
Hiroshi Miki・Takuya Otani・Atsuo Takanishi

(抄録) 59
(論文) 95

■車輪ロボットの移動性能を可視化する可操縦性だ円体の提案

Fundamental Analysis on Maneuverability Ellipsoid for Representing Mobility Performance of Wheeled Robots

上田 凌・石上 玄也
Ryo Ueda・Genya Ishigami

(抄録) 59
(論文) 99

■Transformer を用いたオクルージョン箇所の画像補完によるオブジェクト認識率の改善

Improvement of Object Recognition Rate by Image Completion of Occlusion Location using Transformer

松浦 智哉・中山 学之
Tomoya Matsuura・Takayuki Nakayama

(抄録) 60
(論文) 103

【論文投稿について】

本印刷冊子には、抄録のみが収録されています。
論文は J-stage でご覧ください (パスワード不要)。
<https://www.jstage.jst.go.jp/browse/jrsj/-char/ja>

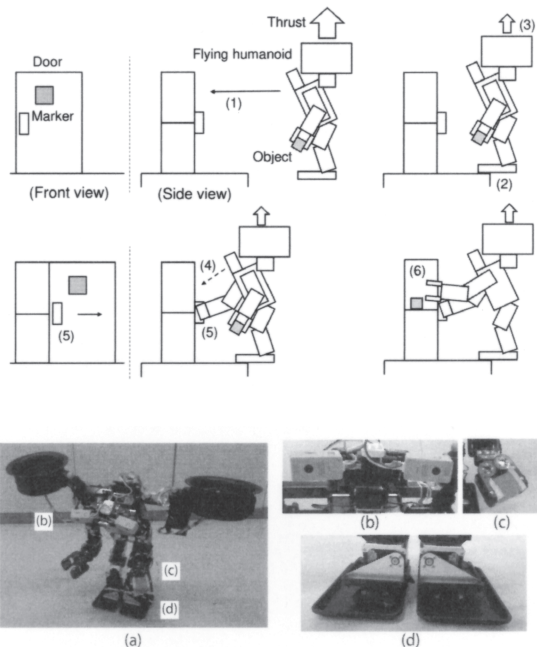
論文投稿の詳細は、<https://www.rsj.or.jp/pub/jrsj/info/toukou.html> をご参照ください。

本誌に掲載する論文には「総合論文」「学術・技術論文」「解説論文」「レター」「討論」の5種類があります。このうち、「学術・技術論文」「レター」の2種類はオンラインのみの掲載となり、印刷冊子には論文抄録が掲載されます。それ以外の種別については論文本体が印刷冊子に掲載されます。

本誌では、投稿される論文に対して5つの査読カテゴリ（要素，システム設計・構築，人材育成，実証実験，人文社会）を設けて査読を行っており，著者は投稿時にいずれかのカテゴリを選んで投稿します。ロボット学に関連する幅広い内容を取り扱えるよう，カテゴリごとに異なる査読基準を設け評価を行っています。他学会誌では評価されにくい論文であっても評価しうる仕組みを整えていますので，積極的にご投稿ください。

バイロータ飛行ユニットを用いた飛行ヒューマノイドロボットによる空中物体運搬操作の実現

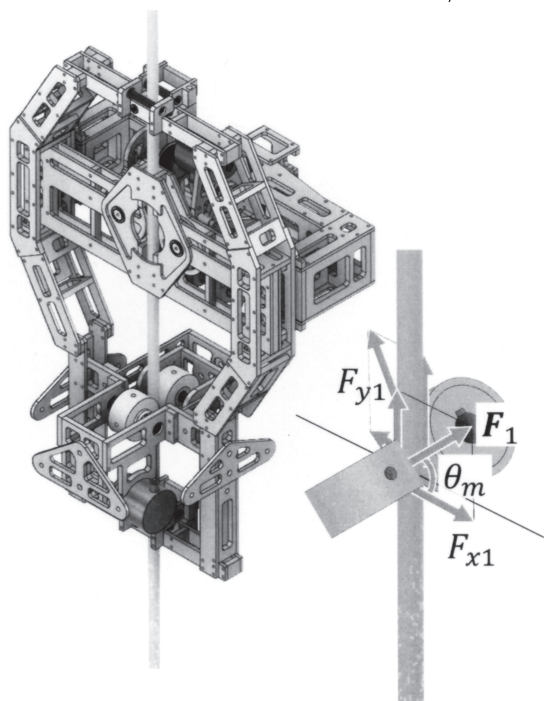
安齋 智紀¹, 岡田 慧¹, 稲葉 雅幸¹
¹ 東京大学大学院情報理工学系研究科
 Vol. 42, No. 10, pp. 997-1005 (2024)



- ヒューマノイドロボットの通常の移動方法は歩行であるが、歩行による移動のみでは達成が難しいタスクは多く存在する。本研究の目的は、飛行により移動能力が拡張された多様なタスクを実行可能な飛行ヒューマノイドロボットの開発と実証である。
- 飛行ヒューマノイドロボットの構成法として飛行ロボットを飛行ユニットとしてヒューマノイドロボットに装着することを提案する。重心位置の移動が可能なバイロータ飛行ユニットを搭載した飛行ヒューマノイドロボットを提案し、その飛行制御と実機の構成を示す。
- 実機実験により、飛行制御、飛行により拡張された移動能力、空中物体運搬操作の実現可能性を示す。

スパイラル推進機構を用いたロープテザー昇降ロボットのモデリングと姿勢制御

野中 祐太郎¹, 江上 正¹
¹ 神奈川大学大学院工学研究科
 Vol. 42, No. 10, pp. 1006-1014 (2024)



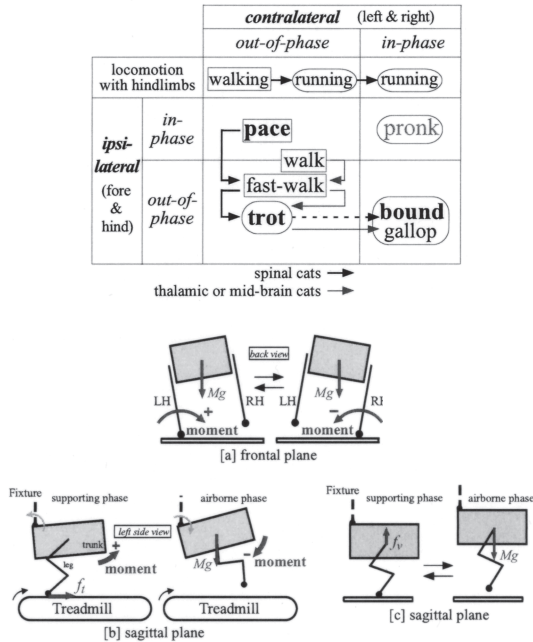
- スパイラル推進機構
 - ロープを挟み込む駆動ローラを傾け、ロープに直交した方向にも摩擦力が発生
- モデリング
 - 駆動ローラの回転、ロボットの昇降、ロープ周りの回転についてモデリング
- 制御手法
 - 2つの駆動ローラを最適速度同期化制御により同期
 - 最適位置速度制御によりロボットの昇降位置と速度を制御
 - 最適角度角速度制御によりロープ周りのロボット姿勢を制御

リズムと歩容を自律生成する4脚ロボット制御器 —ネコ・後2脚步行—走行遷移のシミュレーション—

木村 浩¹, モフロア クリストフ², 古殿 幸大¹

¹ 京都工芸繊維大学, ² フラウンホーファー研究所バイオメカトロニック部門

Vol. 42, No. 10, pp. 1015-1026 (2024)



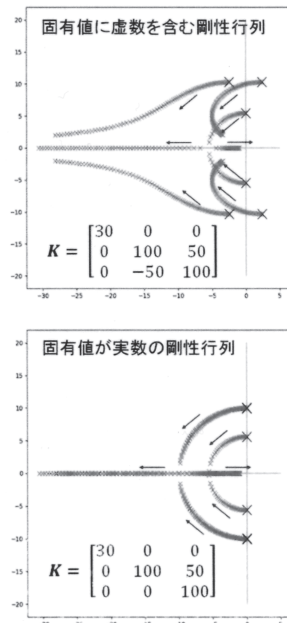
- 研究目的 (明らかにしたいこと)
 - 4脚ロボモーションの原理
 - 制御系・身体と環境の相互作用によるパターン創発のメカニズム
 - 脊髄・感覚-運動機能と「リズム・歩容の自律生成・遷移」の関係
- トレッドミル上での後2脚ロボット・シミュレーション
 - 胴体ロール運動による左右逆位相でのリズムと歩容の自律生成
 - 速度上昇時の胴体ピッチ運動による歩行から走行への自律遷移
- 得られた知見
 - 脚相遷移により現れる各相では重力や床反力による復元力が働き、胴体・自励振動が発生する (左下図)
 - 胴体・自励振動は脚負荷パターンに影響を与える
 - 脚相遷移判定のための感覚情報に脚負荷を用いたとき、脚負荷パターンはリズムと歩容を支配する
 - 脚相遷移 (リズム生成器と脚運動)、胴体・自励振動、脚負荷パターンの相互作用が4脚ロボモーション創発の原理である
- 今後の課題
 - 上位の推進力増加指令と4脚ロボットのリズムと歩容の自律遷移

非対称行列を用いた多自由度ロボットのアドミッタンス制御

辻 俊明¹, 加藤 泰大¹

¹ 埼玉大学 大学院

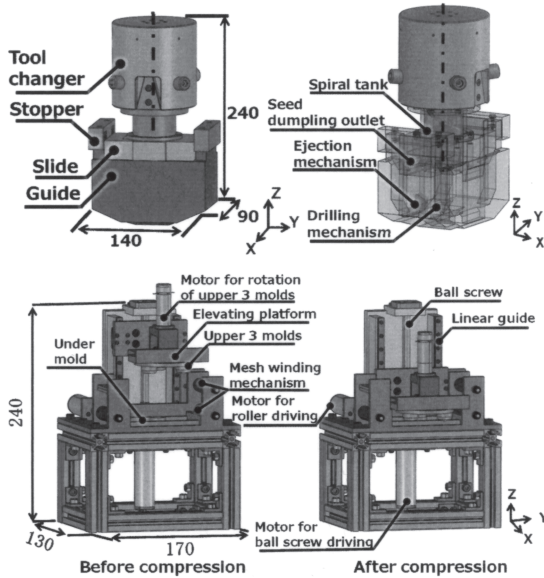
Vol. 42, No. 10, pp. 1027-1030 (2024)



- 位置誤差の補正に使用されるRCC 機構に対し、剛性制御を利用した手法は、容易にパラメータが調整可能であり、かつ設定範囲が広がる
- 非対称行列を剛性行列として採用することでさらにその設計自由度は拡張されるが、受動性が示せないことが主な課題であった
- 以上を踏まえ、本論文では根軌跡法に基づく安定解析を行い、その結果に基づき 3次元の空間における剛性行列と粘性行列のパラメータを設計する手法を提案した
- 非対称部は回転力場を生成し、これが不安定化の原因となり得るが、剛性行列の固有値に虚数成分が含まれない範囲で非対称部を設計することで回転力場に起因する振動は生じなくなることが示された

協生農法環境における農作業支援ロボットの開発 —第8報：アーム先端部で交換可能な複数種対応の 植え機構および種子団子製造機の開発—

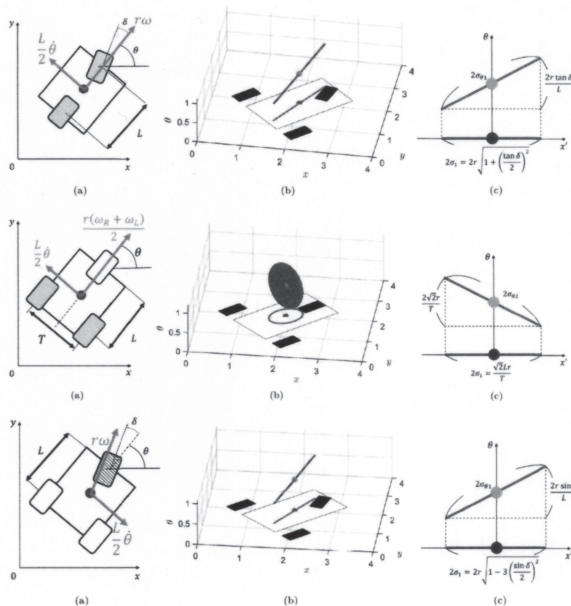
土井 瑛人¹, 前田 菜夏¹, 田中 大雅¹, 政谷 巧樹¹,
 青竹 峻太郎^{1,2}, 船橋 真俊^{2,3}, 三木 浩⁴, 大谷 拓也⁵, 高西 淳夫^{1,6}
¹早稲田大学理工学術院, ²(株)ソニーコンピュータサイエンス研究所
³京都大学, ⁴サステナジー(株)
⁵早稲田大学理工学術院総合研究所, ⁶早稲田大学ヒューマノイド研究所
 Vol. 42, No. 10, pp. 1031-1034 (2024)



- 多様な植物を混生密生させ、機能的な生態系を人為的に作る協生農法が注目
 - 砂漠等の荒廃地域の緑化, 食糧不足・飢餓問題への解決
- 複数種に対応可能な植えツールの開発
 - アームの伸縮動作を利用したモーターレスな機構
 - ツール自体の交換により任意の種への切り替えが可能
- 種子団子製造機の開発
 - 昇降機構による圧縮作業の自動化
 - メッシュの引張りで種子団子の型からの取り外しを実現
- 自動製造した種子団子の植えに成功
 - 農地での植えツールの有用性を確認
 - 種子団子製造を効率化

車輪ロボットの移動性能を可視化する可操縦性だ円体の提案

上田 凌¹, 石上 玄也¹
¹慶応義塾大学
 Vol. 42, No. 10, pp. 1035-1038 (2024)



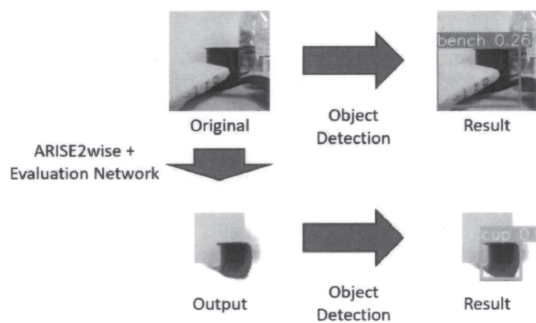
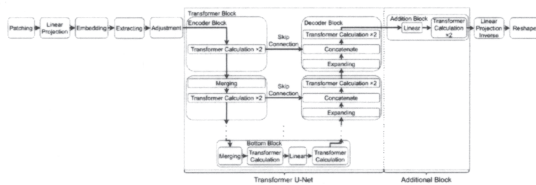
- 複数の駆動輪や操舵輪といった多様な車輪構成における車輪ロボットの移動性能の定量化は未解明である
- ロボットアームの可操縦性だ円体を車輪ロボットに拡張した可操縦性だ円体を定義し、ロボット位置および車体方位角も含めた移動性能の定量化を可能とした
- 可操縦性だ円体に基づいて3種類の車輪ロボットモデルにおける移動性能を比較し、駆動輪・操舵輪の配置ならびに車輪間距離に基づいた移動性能を定量化することを示した
- 今後は有用性の観点から可操縦性だ円体を評価し、それに基づいた車輪ロボットの移動性能の定量化手法の一般化ならびに可操縦性だ円体の動作計画への応用に着手する予定である

Transformerを用いたオクルージョン箇所の画像補完による オブジェクト認識率の改善

松浦 智哉¹, 中山 学之¹

¹大阪工業大学

Vol. 42, No. 10, pp. 1039-1042 (2024)



• オクルージョンがある画像におけるオブジェクト認識率の向上

- オクルージョンがある画像内の一部分から画像補完によって物体の隠れた部分を推定
- CNNによって欠損領域が大きい画像を補完した画像の品質は低く、オクルージョンがある物体の認識に用いるには不十分
- Transformerを用いたU-Net型の画像補完ネットワークモデル (ARISE2wise) を提案

• オクルージョン画像に対する画像補完実験

- 提案手法を用いてオクルージョン画像から補完画像を生成し、整合性の最も高い補完画像を選出
- 提案手法によって生成及び選出された画像に対してYOLOv8を用いた物体認識
- 画像全50枚中17枚の画像において元画像では検出できなかった物体が出力画像で検出されることを確認