

# 移動体・インタフェースの知的統合化研究所

研究代表者 宮下 朋之  
(創造理工学部 総合機械工学科 教授)

## 1. 研究課題

移動機能を有する機械の設計については、それを操作するデバイス・装置の設計と一体に進めていくことが、移動体の性能を高く実現することが可能だと考える。近年では生成系 AI の利用が進み操作者の意図を知的に情報処理し、移動体の操作につなげていくことが可能である。

これらの問題はいずれも、操作者の熟練度、能力に依存してしまうという共通課題がある。この課題は身体とかけ離れた構造をロボットはしており、直感的な操作が困難であるためである。従って、エンジニアはトライ・アンド・エラーによる非効率な開発をしている。

上記の課題から、「状況認識・知能化・自動化等の要素技術」を利用するための直感的に操作可能なマンマシンインタフェースのコア技術とそれらを設計開発する手法の構築が必須である。この手法を構築するために、操作者の人体特性に合わせた構造や制御設計をする。熟練者の標準的・共通的な人体特性モデルを抽出し、状況認知、操作の直感性が高いインタフェースを開発する。

## 2. 主な研究成果

本年度は、ドローンの操作やドアの開閉操作を対象としたロボットの遠隔操縦において課題とされる操作性の向上について、人工知能技術の支援を得た操縦インタフェースの開発検討およびその周辺技術の開発を進めた。すなわち、操作性が向上できない原因として、飛行環境の時間変動の即時処理が必要であるが、操作者へフィードバックすべき部分と機体内にて即応すべき部分の情報の判別が必要であること、①操作入力の実感が乏しいこと、②意図した入力がされないこと、③機械や環境の特性が操作時間とともに変化することが挙げられ、これらを解消するため人工知能を活用した技術開発を実施した。LSTM などのニューラルネットワークを活用することにより、操作者にフィードバックすべき情報と機体内で処理すべき情報を判別し、操作者が本質的に寄与する操作に専念できる環境を構築した。ドローンを用いた飛翔実験、ロボットアームの操作実験により提案技術の効果を検討した。また、操作者のデバイスの操作能力が疾患などの影響で乏しい状態を想定し、わずかな操作動作と操作者の意図の関連を判別するニューラルネットを構築し、操作支援についても検討した。さらに、機械的特性が変化する状況として、精密作業を想定し、その作業における機械操作部の発熱による影響をインタフェースで緩和する検討を実施した。

## 3. 共同研究者

菅野 重樹 (創造理工学部・総合機械工学科・教授)

上杉 繁 (創造理工学部・総合機械工学科・教授)

## 4. 研究業績

### 4.1 学術論文

[1] Optimization of Surgical Robotic Configuration Considering Variations in Suturing Accuracy and Muscle Burden Through Virtual Simulation

Satoshi Miura, ..., Tomoyuki Miyashita

IEEE Transactions on Medical Robotics and Bionics 2025 年 8 月

[2] Integrating a 3-Axis Tactile Sensor Array on AIREC Robot for Human-like Radial Pulse Measuring

Reem Almheiri, .., Shigeki Sugano

2026 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII) 293-299 2026 年 1 月 11 日

[3] WAIBO: A Prototype of Water-Pipeline Inspection Robot in Murky Water, Fast Flow, and Small Obstacles

Wenbo Zheng, .., Shigeki Sugano

IEEE/ASME Transactions on Mechatronics 1-13 2026 年

[4] SPIRA: Small Gas Pipeline Inspection Robot With Spiral Leg-Wheel Mechanism and Single Bending Joint

Mitsuhiro Kamezaki, .., Shigeki Sugano

IEEE Robotics and Automation Letters 10(12) 12676-12683 2025 年 12 月, 10.1109/LRA.2025.XXXXXXX

[5] Deep Predictive Learning with Proprioceptive and Visual Attention for Humanoid Robot Repositioning Assistance

Tamon Miyake, .., Shigeki Sugano

2025 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS) 8019-8026 2025 年 10 月 19 日

[6] Automated Repositioning from Supine to Lateral with a Humanoid Robot Based on Body Modeling

Misa Matsumura, .., Shigeki Sugano, 2025 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS) 16658-16664 2025 年 10 月 19 日

[7] TriForce Band: Leveraging Triaxial Tactile Sensing for Wrist Force-Myography Gesture Recognition

Tai Inui, Tamon Miyake, Yushi Wang, Shigeki Sugano

Adjunct Proceedings of the 38th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology 1-3 2025 年 9 月 27 日

[8] Autonomous dialogue generation based on phase boundary detection within continuous motion for domestic robot

Sixia Li, Tamon Miyake, .., Shogo Okada

2025 34th IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN) 1143-1150 2025 年 8 月 25 日

[9] Self-Healing Fiber-Reinforced Composite Metallic Material Utilizing Melting-Solidification and Capillary Action

Shota Miyake, .., Shigeki Sugano

Journal of Materials Research and Technology 2025 年 8 月

[10] Development of a Rotating Light-Based Defect Detection System for Small Gas Pipelines

Wenbo Zheng, .., Shigeki Sugano

2025 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM) 1-6  
2025 年 7 月 14 日

[11]Development of a Two-DoF Three-Parallelogram Aerial Manipulator for Pipeline Crack Repair Using a Two-Tool End-Effector and Onboard Sensor-Based Localization

Ezeldin N. ..., Shigeki Sugano

2025 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM) 1-7  
2025 年 7 月 14 日

[12]A Battery-Free Unintentional-Fall Detection System Utilizing TENG Insoles.

Haruki Higoshi, ..., Shigeki Sugano, Hiroki Shigemune

Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society.  
IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Annual International Conference 2025 1-5  
2025 年 7 月

[13]Close-Fitting Dressing Assistance Based on State Estimation of Feet and Garments with Semantic-based Visual Attention.

Takuma Tsukakoshi, ..., Shigeki Sugano

CoRR abs/2505.03400 2025 年 5 月

[14]Predictive Energy Stability Margin: Prediction of Heavy Machine Overturning Considering Rotation and Translation

Mitsuhiro Kamezaki, ..., Shigeki Sugano

IEEE Robotics and Automation Letters 10(4) 3286-3293 2025 年 4 月 ,  
10.1109/LRA.2025.XXXXXXX

[15]Developing a Framework for Natural Human Movement Mimicry of Low-Dynamic Motions in Mobile

Simon Gormuzov, ..., Shigeki Sugano

2025 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII) 942-948 2025 年 1 月 21  
日

[1]Optimization of Surgical Robotic Configuration Considering Variations in Suturing Accuracy and Muscle Burden Through Virtual Simulation

Satoshi Miura, ..., Tomoyuki Miyashita

IEEE Transactions on Medical Robotics and Bionics 2025 年 8 月

[2]Integrating a 3-Axis Tactile Sensor Array on AIREC Robot for Human-like Radial Pulse Measuring

Reem Almheiri, .. , Shigeki Sugano

2026 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII) 293-299 2026 年 1 月 11  
日

[3]WAIBO: A Prototype of Water-Pipeline Inspection Robot in Murky Water, Fast Flow, and Small Obstacles

Wenbo Zheng, .. , Shigeki Sugano

IEEE/ASME Transactions on Mechatronics 1-13 2026 年

[4]SPIRA: Small Gas Pipeline Inspection Robot With Spiral Leg-Wheel Mechanism and Single Bending Joint

Mitsuhiro Kamezaki, ..., Shigeki Sugano

IEEE Robotics and Automation Letters 10(12) 12676-12683 2025 年 12 月 ,  
10.1109/LRA.2025.XXXXXXX

[5]Deep Predictive Learning with Proprioceptive and Visual Attention for Humanoid Robot Repositioning Assistance

Tamon Miyake, ..., Shigeki Sugano  
2025 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS) 8019-8026  
2025 年 10 月 19 日

[6]Automated Repositioning from Supine to Lateral with a Humanoid Robot Based on Body Modeling

Misa Matsumura, ..., Shigeki Sugano, 2025 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS) 16658-16664 2025 年 10 月 19 日

[7]TriForce Band: Leveraging Triaxial Tactile Sensing for Wrist Force-Myography Gesture Recognition

Tai Inui, Tamon Miyake, Yushi Wang, Shigeki Sugano

Adjunct Proceedings of the 38th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology 1-3 2025 年 9 月 27 日

[8]Autonomous dialogue generation based on phase boundary detection within continuous motion for domestic robot

Sixia Li, Tamon Miyake, ..., Shogo Okada

2025 34th IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN) 1143-1150 2025 年 8 月 25 日

[9]Self-Healing Fiber-Reinforced Composite Metallic Material Utilizing Melting–Solidification and Capillary Action

Shota Miyake, ..., Shigeki Sugano

Journal of Materials Research and Technology 2025 年 8 月

[10]Development of a Rotating Light-Based Defect Detection System for Small Gas Pipelines

Wenbo Zheng, ..., Shigeki Sugano

2025 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM) 1-6  
2025 年 7 月 14 日

[11]Development of a Two-DoF Three-Parallelogram Aerial Manipulator for Pipeline Crack Repair Using a Two-Tool End-Effector and Onboard Sensor-Based Localization

Ezeldin N. ..., Shigeki Sugano

2025 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM) 1-7  
2025 年 7 月 14 日

[12]A Battery-Free Unintentional-Fall Detection System Utilizing TENG Insoles.

Haruki Higoshi, ..., Shigeki Sugano, Hiroki Shigemune

Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Annual International Conference 2025 1-5  
2025 年 7 月

[13]Close-Fitting Dressing Assistance Based on State Estimation of Feet and Garments with Semantic-based Visual Attention.

Takuma Tsukakoshi, ..., Shigeki Sugano

CoRR abs/2505.03400 2025 年 5 月

[14]Predictive Energy Stability Margin: Prediction of Heavy Machine Overturning Considering Rotation and Translation

Mitsuhiro Kamezaki, ..., Shigeki Sugano

IEEE Robotics and Automation Letters 10(4) 3286-3293 2025 年 4 月 ,  
10.1109/LRA.2025.XXXXXXX

[15]Developing a Framework for Natural Human Movement Mimicry of Low-Dynamic Motions in Mobile

Simon Gormuzov, ..., Shigeki Sugano

2025 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII) 942-948 2025 年 1 月 21 日

[1] 気球搭載ペイロードの高度な姿勢制御の研究 I —研究計画の全体像と粗姿勢系—  
栗木, 久光; .. 宮下, 朋之; 他、 大気球シンポジウム: 2025 年度 2025-10

[2] 大気球飛翔環境下での高精度変位計測装置の実証報告 (DREAM4) および天体観測実験への適用に向けた展望  
定村, 嵐; .. 宮下, 朋之; 他 大気球シンポジウム: 2025 年度 2025-10

[3] 空気圧を用いて感度と柔軟性を調整可能な永久磁石エラストマー触覚センサの開発  
王 語詩; デベシュ アブヤンカル; 岩本 悠宏; 菅野 重樹; 亀崎 允啓 ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集 2025 (0), 1A2-R02-, 2025

[4] 冷却機構がモータの効率に及ぼす影響の評価手法の提案  
長濱 峻介; 中尾 文哉; 三宅 章太; 菅野 重樹 ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集 2025 (0), 1P1-S09-, 2025

[5] 特殊形状スィベルジョイントを有する 4 指油圧ロボットハンドの開発  
中島 悠翔; 菅野 重樹; 亀崎 允啓; 壹岐 勇河 ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集 2025 (0), 1A2-M04-, 2025

[6] 人間と衣服の状態推定に基づく密着衣支援についての研究  
塚越 巧真; 尾形 哲也; 王 語詩; 三宅 太文; 菅野 重樹; 赤石 拓海 ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集 2025 (0), 1P1-G03-, 2025

[7] 予測分散最小化による動的 position 変化を伴う柔軟物体の把持動作生成  
蔡 賢博; 尾形 哲也; 伊藤 洋; 菅野 重樹; 河田 璃子; 昼間 彪吾 ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集 2025 (0), 1P1-N01-, 2025

[8] シールレス化・エンコーダ内蔵化による高効率小型油圧ベーンアクチュエータの開発  
磯部 清介; 有川 実利; 菅野 重樹; 亀崎 允啓 ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集 2025 (0), 1A2-G08-, 2025

[9] SARNN を用いた深層学習によるロボットアームの配索動作の自動修正の実現  
船橋 賢; 趙 浩宇; 楊 斯程; 月田 裕樹; 尾形 哲也; 王 語詩; 松本 治; 簡 培峻; 横田 平志; 菅野 重樹; 三宅 太文 ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集 2025 (0), 1A1-M04-, 2025

[10] ヒューマノイドロボットによる起立介助のための被介助者の動作予測に基づいたリーチング手法の構築  
三宅 太文; 赤石 拓海; 王 語詩; 菅野 重樹 ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集 2025 (0), 1P1-G02-, 2025

[11] 階層型深層予測学習モデルを用いた双腕協調動作の生成  
鹿田 玄輝; 青木 駿介; 伊藤 洋; 尾形 哲也; 菅野 重樹 ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集 2025 (0), 1P1-N03-, 2025

[12] 領域分類と物体検知を用いたパーソナルモビリティの通行容易性推定および情報支援システムの開発  
植田 歴; 速見 玲雄; 菅野 重樹; 亀崎 允啓; 林 弘昭 ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集 2025 (0), 2A1-L01-, 2025

[13] 動的タスク割り振りと協働者の意図推定に基づく譲り合いを考慮した協働ロボットの行動決定システム  
大石 雄暉; 山口 皓大; 今西 優登; 三宅 太文; 菅野 重樹; 亀崎 允啓 ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集 2025 (0), 1P1-N02-, 2025

## 5. 研究活動の課題と展望

操作者の意図する操作指示に対して、操作者の誤操作や意図しない操作が混入することもあり、その分離を実現することも重要であり継続して取り組んでいく。本研究の知見を活かし、機械学習等を用い操作性能を向上し操作者の負担を軽減した操作技術を開発していく。