

上野 祐亮 助教
博士(工学)

Yusuke Ueno

✉ yusuke.ueno@komatsu-u.ac.jp

研究
Keyword

工作機械、ロボットアーム、振動抑制

プロフィール

2020年 金沢大学大学院 自然科学研究科 機械科学専攻 博士後期課程 修了

2021年 公立小松大学 生産システム科学部 生産システム科学科 助教

研究分野

振動工学 / 工作機械 / ロボット工学

所属学協会

日本機械学会

日本設計工学会

専門分野・研究分野

産業機械の小形化・知能化による
コンパクトファクトリーの開発

近年、スマートフォンやタブレットなどの身の回りの製品の小型化が進んでおり、小型な機械部品の製造が重要視されています。これらの部品の製造には、大形な工作機械やロボットアームが使用されていますが、製造部品の寸法に対して過大形状であることが多く、製造ラインのサイズや維持コストの増大が問題となっています。そこで、製造ラインを省スペース化、省エネルギー化し、機械の再配置性の向上や維持コストの低減を実現できる小形工作機械の開発およびその知能化に取り組んでいます。また、消費エネルギー削減や残留振動抑制を目的としたロボットアームの動作最適化にも取り組んでいます。これらを組み合わせることで、多品種変量生産に対応できるフレキシブルなコンパクトファクトリーの実現を目指しています。

研究内容

機械本体の変形や振動などの計測情報を利用して
機械自らが動作条件を最適化

工作機械はその小型化にともない、剛性が低下するため、びびり振動が生じやすくなり、鋼材などの硬い材料の高精度な加工が難しくなる。従来では、作業者が加工面を観察、評価して数値解析などを用いながら切削条件を繰り返し調整していた。しかし、切削に関する知識や経験、工作機械の諸元が必須となり、迅速かつ適切な切削条件の決定は容易ではない。そこで、本研究では、工作機械に生じる機体変形や機体振動などの測定量を直接、評価し、発見的手法を用いて切削条件を容易に最適化する手法を提案している(図1)。発見的手法は、設定した評価値が最良となる複数の変数の最適な組み合わせの値を探索するアルゴリズムであり、比較的短時間で最適解と同等の解を得ることができる。提案手法では、機体の経年劣化の考慮や稼働中の最適化が可能になる。同手法により、最適化された切削条件では、標準的な条件に比べて小形工作機械に生じる加速度を59%低減できることを示している(図2)。

さらに、同手法をロボットアームの軌道最適化に適用することで、構築が難しいロボットの動力学モデルを使用せず、消費エネルギーや残留振動を低減できる軌道の生成方法を提案している。提案手法により、ロボット自身が加速減速を調整し、残留振動が抑制する軌道を発見し、実際の位置決め時間を98%低減できることを示している(図3)。

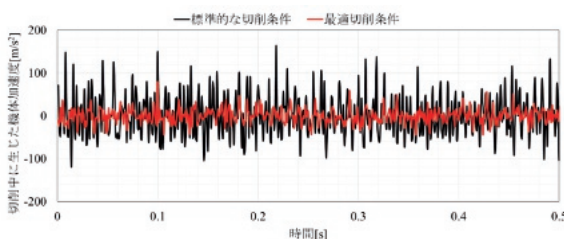
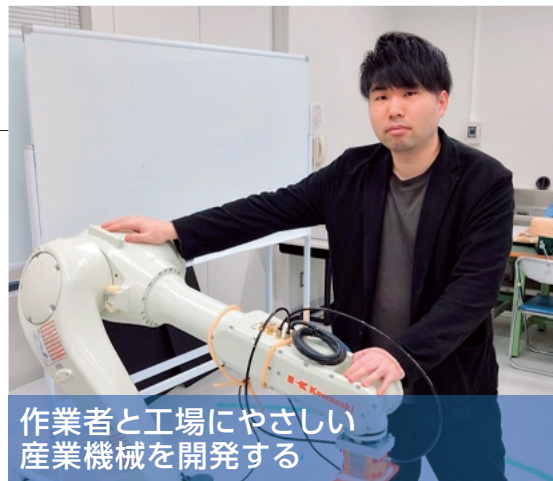


図2. エンドミルでの側面切削における最適切削条件と標準的な切削条件での機体加速度の比較

作業者と工場にやさしい
産業機械を開発する

シーズ・地域連携テーマ例

- 小形工作機械の開発
- ロボットアームの運動最適化

論文

- Damping effect by contacting a piezoelectric element on an object in perpendicular direction of vibration, Yusuke Ueno, Hiroshi Tachiya, Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing, Vol. 13, No. 4 (2019), pp. 1-14
- Suppressing residual vibration caused in objects carried by robots using a heuristic algorithm, Precision Engineering, Yusuke Ueno, Hiroshi Tachiya, Vol.80 (2023), pp. 1-9

講演・口頭発表等

- デスクトップ工作機械の加工精度向上に関する研究, 2020年度精密工学会北陸信越支部学術講演会(2020), 上野祐亮, 立矢宏, 梅北浩志, 北村春樹, 鈴木直彦, 金子義幸
- 機械工作実習の教育支援を目的としたDX教材の製作, 日本設計工学会北陸支部(2023), 坂本一磨, 上野祐亮, 舟瀬真一, 香川博之, 酒井忍, 木村繁男
- 小形CNC 旋盤に生じる熱変形挙動の分類, 2024年度精密工学会北陸信越支部学術講演会, 2024年11月
- Suppressing of Multi-Axial Vibration Caused in Carried Objects by Robot Using a Heuristic Algorithm Based on Evaluation Actual Machine Information, International Conference on Artificial Life and Robotics (ICAROB2025), 2025年2月

競争的資金等の研究課題として

- ロボットによる搬送物の残留振動を実時間で抑制する発見と学習による方法の開発, 日本学術振興会: 科学研究費助成事業(若手研究), 2024年-現在
- デジタルツインによる工作機械の熱変形制御, 石川県産業創出支援機構ISICO: 令和5年度成長戦略ファンド, 2023年-現在

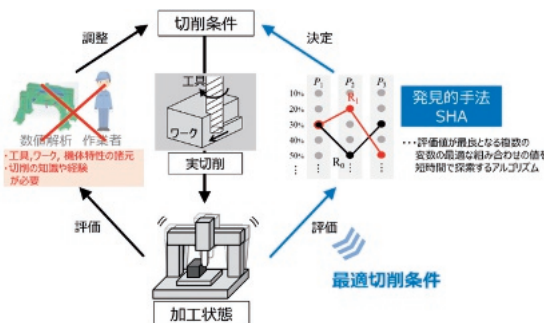


図1. 発見的手法を用いた小形工作機械の切削条件の最適化手法

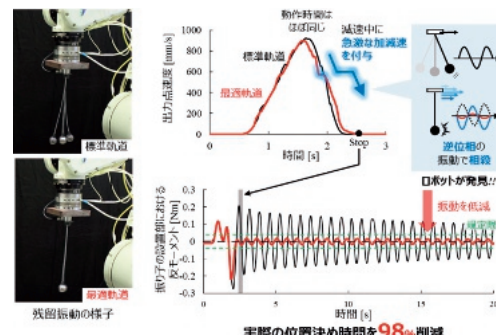


図3. 直線動作するロボットアームへの発見的手法の適用結果