

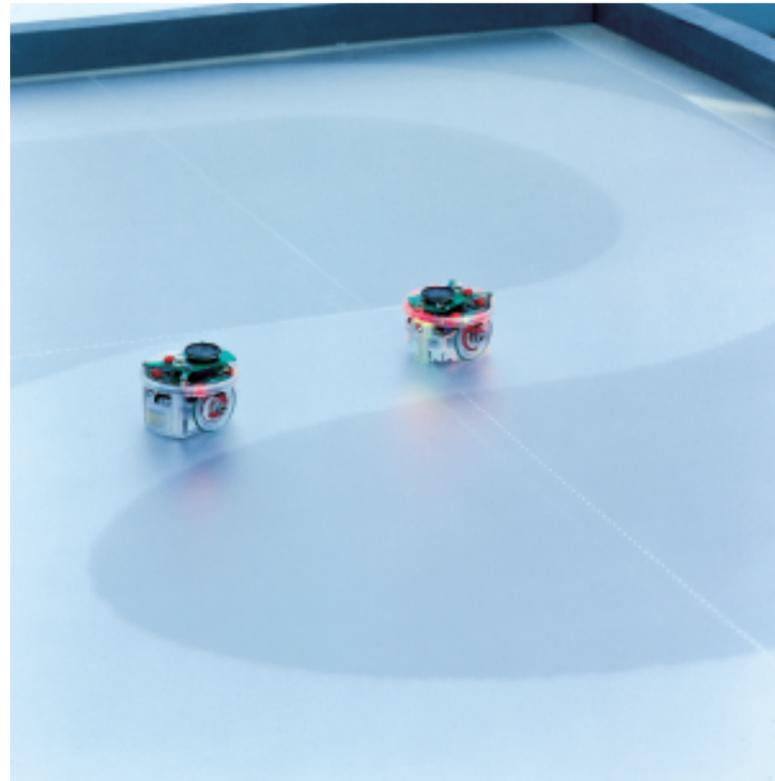


大学院工学研究科准教授
残間 忠直

さんまただなお
博士(工学)
専門分野は、ハイブリッド動的システム

この記事に関連した情報は以下のアドレスでもご覧いただけます。
<http://www.cs.elec.mie-u.ac.jp/>

右図／加速度や間隔制限などの拘束条件を考慮した実時間最適追従制御

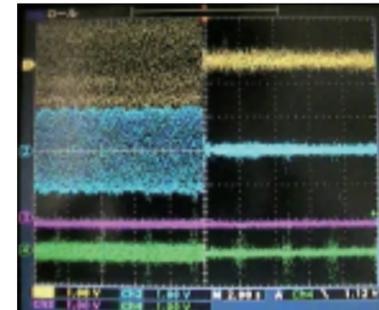


人と機械と環境に優しいシステムの構築を目指して。

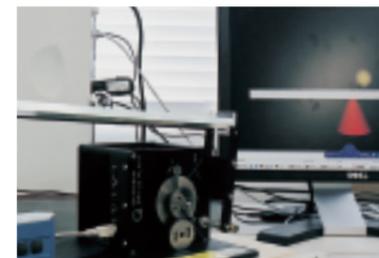
より安全で快適な車社会や安心して暮らせる高齢社会の実現に向け、ロボット開発や制御技術への期待が高まっています。工学研究科では、知能を持ったロボットや環境に優しいモータ、ヒトの操作支援を行うロボット、医療に役立つ制御手法などをテーマに最適性を追求する制御システムの研究を展開しています。

運転の負担を軽減する自律移動ロボットの開発

自律移動ロボットや車両に搭載された適応追従制御は、先行車と適切な距離を保った自動追従走行を可能にし、工場内の無人搬送ロボットの効率化や自動車の運転負担軽減などが期待されています。この制御そのものは一部実用化されていますが、車両の移動範囲が一次元であったり、周囲の環境の変化には未対応であったりと、適用状況が限定されています。重要なのは、状況が変化しても常に先行車との安全な距離を保つことですが、それだけでは乗り心地が十分ではなく、急な加減速を防ぐなどの付随的な条件を課して快適性を向上させる必要があります。さらに、車両の移動は非ホロノミック性と呼ばれる拘束条件によって滑らかな制御が困難であるため、二次元平面への拡張は容易ではありません。そのため本研究室では、自律移動ロボットの移動空間を二次元・三次元空間へと拡張し、起伏のある形状や路面状況の変化にも「常に最適な」追従制御を実験によって明らかにします。これは群知能や自律分散といった既存の研究の後追いではなく、



上:加速度センサを利用したモータの振動抑制
下:オシロスコープによる効果的な振動抑制結果
(黄色)全振動成分 (水色)6f成分
(桃色)12f成分 (緑色)18f成分



上:ヒトの手動操作によるボール位置制御スキルのモデル化
下:スキルモデルを実機に移植してヒトと同様の制御を実現

数理的な最適性の概念に保証されたモデル予測制御によって実現されます。この手法が確立されれば、複数の車両が環境変化に柔軟に対応して、最適に自動走行できることになるでしょう。

快適性と静粛性をもたらすモータの振動抑制

生産ロボットをはじめ、電車、自動車、民生機器に至るまで、モータは人々の生活を支える電力変換装置として、さまざまな形で使用されています。しかしながら、モータは回転時に振動を発生し、機械系の劣化や騒音の発生を招きます。これは人や環境に悪影響を及ぼすため、振動抑制の対策が望まれています。そこで本研究室では、モータ回転時に生じる振動を効果的に抑制する制御手法を提案し、その有効性を明らかにしました。既存の振動抑制手法は振動を打ち消すための新たな装置が必要となりますが、本手法は電流制御のみで振動抑制を実現する点が特長です。この簡易かつ低コストの制御技術により、生産ロボットや電車・電気自動車、精密測定機器や通信機器など、あらゆる場所に埋め込まれたモータの振動を効果的に抑制し、人と機械と環境に優しい高性能な制御系を実現することができます。

ヒトの作業スキルの解析とロボットへの移植

ヒトは一定の行動を行う際、初めは失敗や困難を伴いながらも経験を積むことで、その行動に慣れ、次第に無理なく行うことができるようになります。自動車の運転を例にとると、初めはほとんどの人がハンドル操作や加減速を滑らかに行うことができませんが、次第に前方の車両と適切な間隔を保ったり、障害物を適切に回避して再度車線に戻ったりする運転が滑らかにできるようになります。本研究室では、そのようなヒトの作業スキルを解析してモデル化し、スキルがどのような条件によって切り替えられ実現されるのかを明らかにします。このモデルをロボットなどに移植することで、ヒトの作業負担の低減が期待され、ロボットがヒトのように自律的に判断し行動できるようになります。実際、ラジコンカーにヒトの運転の作業を移植して、さまざまな道路形状を柔軟に走行できることを明らかにしました。本研究はロボットの自律化はもちろん、ヒトのスキルの向上支援や操作支援などにも応用が期待されています。

遠隔治療のための、通信を介した量子化フィードバック制御

医療や福祉分野への参入が進むロボティクス技術の中でも、画像を利用したビジュアルフィードバックによってロボットが自ら判断・行動する技術は、さまざまな発展が期待されています。しかし、逐次変化する状況に対し、固定の解像度による画像では、ロボットの制御性能に制限を設けることとなるため、画像データの処理方法は私たちが解決すべき問題となっています。情報量が多過ぎては通信路を占有してしまいますし、逆に少な過ぎても高精度な制御を実現できません。そこで本研究室では、動的に画像の解像度を変化させ、必要な情報を過不足なく送受信して高精度な制御性能を実現するメカトロニクス手法を開発しています。これは、今後の医療技術や宇宙開発技術への展開が期待されています。これまで本研究室では、制御に必要な情報を最適かつ動的に量子化する量子化フィードバック安定化手法を開発し、実機検証によりその有効性を明らかにしました。これにより、量子化された画像データを送受信する場合に、装置駆動のための電圧飽和やパケット損失などがあっても安定性を保証し、かつ高精度な制御性能を満たすメカトロニクス制御が実現できます。