



Research Center for Smart Vehicles

スマートビークル 研究センター



学校法人 トヨタ学園
豊田工業大学
進むなら、足跡のない方へ。



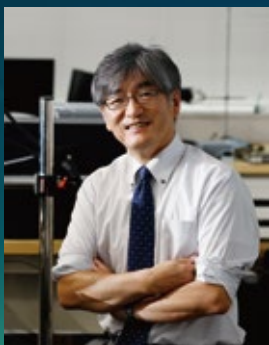
学長 保立 和夫

次世代スマートビークルを目指した学際・融合研究の展開

本学では、機械システム、電子情報、物質工学分野を専門とする研究室が研究・教育を展開し、各分野でのフロンティア開拓と学術基盤の深化を図っています。これら活動に並走させ、本学は研究分野間の学際・融合領域における新たな工学の創成も目指しています。4つの研究センターを設置しております。

2010年に開設したスマートビークル研究センターでは、自動走行車技術の開発を中核に、機械技術と情報技術を融合させた要素技術とシステム化の研究を推進してきました。AI技術に関しては、本分野に秀でた豊田工業大学シカゴ校との連携も深めています。

ここ数年は、本センターの scope を広げ、自動走行技術、AI中心の情報技術、制御システム技術に加え、最適構造の設計や造形・加工技術、ビークル周りの流体能動制御技術、モーター高機能化技術なども包含させています。空飛ぶ自動車といった次世代スマートビークルの研究へと進展することを期待しています。



センター長 下田 昌利

地球にやさしいスマートビークルで豊かな未来社会を

“ビークル(乗り物)”は人を運ぶための機械として発達してきました。その時代の技術を基に目的や用途に応じた種々のビークルが開発され、進化を遂げてきました。時代のニーズに応じて大型もしくは小型化、高速化、高機能化、高度化が要求されてきましたが、近年ではそれらに加え、知能化、省資源化(グリーン化)、軽量化、低コスト化、高付加価値化、安心安全化が強く要求されています。更に、未来社会のビークルではこうした要求とAIを利用した高度な知能化が一層進むと考えられます。

本研究センターでは、研究対象を「車のみ」ではなくドローンや移動ロボットも含む様々な環境で使用される「移動体全般」としています。高度な知能化を含み、機能や安全性に関する様々な課題や人や地球への負荷をなくし、持続発展するための未来の移動体技術に関する研究を進めていきます。

スマートな移動体において、ハードウェアとソフトウェアは両輪であり、ハードウェアに関する研究とそれを動作、制御するためのソフトウェアの研究を、基礎と応用の両面から行っていきます。そして、確立した要素技術や基盤技術を含む研究成果を世の中に発信していきます。

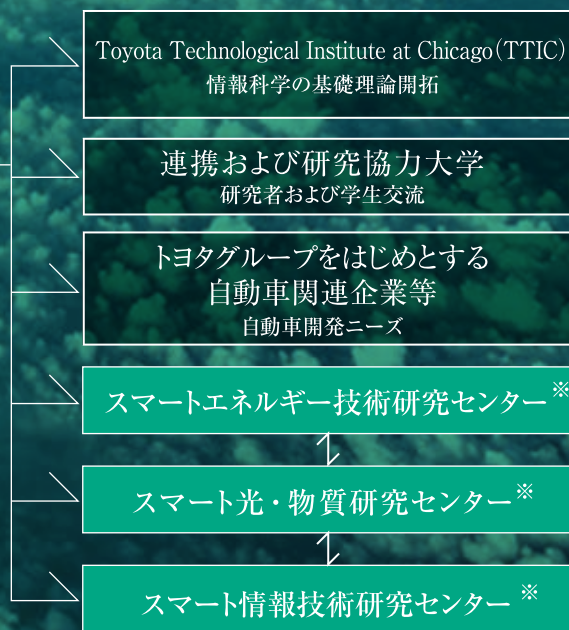
COMPONENT LABORATORY 【構成研究室】



スマートな移動体とその要素技術
(例えば、環境認識や運動制御、軽量構造)
に関する基礎及び応用研究

☒ 構成研究室

- 流体工学研究室
- 固体力学研究室
- 設計工学研究室
- 機械創成研究室
- マイクロメカトロニクス研究室
- 機械システム分野
- 制御システム研究室
- 知能数理研究室
- 知能情報メディア研究室
- 知識データ工学研究室
- 電子情報分野



※豊田工業大学独自センター



知能情報メディア研究室 【ソフトウェア】



浮田 宗伯

1 ビークル搭載カメラによる周辺状況の認識と予測

安心・安全な移動体のためには、移動体周辺の状況認識が必須であり、スマートビークル実現のために長年にわたって広く研究されているテーマの一つである。我々のグループは、安心・安全性を更に向上させるため「遠方における状況の認識」と「現時刻よりも数秒先の状況予測」を研究している。

2 ドライバー・搭乗者の動作や状態の認識

IT化されてくる車内環境においては、搭乗者の状態に適応した快適な自動運転・運転支援・車内環境制御や、安全で分かりやすい機器操作の重要性が増してくる。我々のグループは、このような搭乗者の動作や状態の認識を、搭乗者に負担を与えない非接触センシング(例:光学カメラ)により実現するための技術を研究している。



遠方の歩行者検出



遠方の鳥の検出

電子情報分野【ハードウェア】



藤崎 敬介

1 EV用モータ駆動システムの研究

電気自動車をはじめとしたパワーエレクトロニクス・モータ駆動システムの研究を行っており、パワーエレクトロニクス制御と合わせて、その電磁材料・機器への影響評価も行う。また、モータ駆動システムにおける磁性材料・半導体の融合についても研究を行っており、材料の製造プロセスからその機器さらにはシステム応用まで一貫した融合学の創出とそれによる小型高効率モータ駆動システムの実現を目指している。

特に、インバータ励磁によるモータコア損の増加特性は重要でそのために、以下の研究課題を遂行している。①リング試料によるインバータ励磁による鉄損特性、②モータシミュレータによるインバータ励磁によるモータコア損特性、③インバータとしてSi-IGBT、GaN-FET、SiC-FETといった半導体の材料・特性によるコア損特性、④モータコア材として現行のNO材だけではなくGO材、アモルファス材、ナノ結晶材を用いたモータのコア損特性

コア損を計測する
モータシミュレータ



GaN-FET
インバータ

ナノ結晶
モータコア



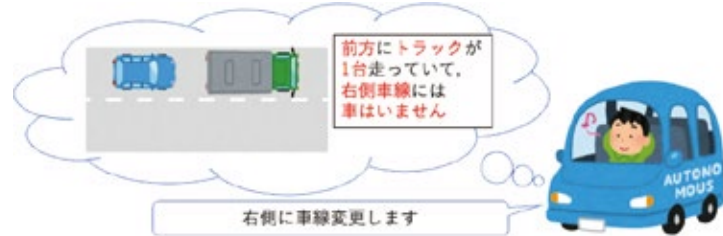
知識データ工学研究室 【ソフトウェア】



三輪 誠

1 知識・データを利用した大規模言語モデルによる状況判断

従来のルールや機械学習・強化学習を用いた判断手法を補強する、もしくは、そのような手法に置き換わる可能性のある技術として、大規模言語モデルを用いた状況判断がその性能や汎用性から注目されている。本研究では、知識やデータを用いて、この大規模言語モデルの判断性能を向上する手法の実現を目指している。



2 運転状況を説明するテキストへの付加情報の追加

運転の状況を記述したテキストには、物体情報や数値情報など様々な情報が含まれている。本研究では、このテキストの内容を把握したり、判断のヒントとなるような似た運転情報を利用したりするために、テキスト内の状況を把握する手がかりとなる表現を適切に選択・明示し、関連知識・情報を付加する手法を開発している。

航空機の環境性能に 革新を起こすデバイスを 世界へ羽ばたかせる。

関連する
研究プロジェクト



国立研究開発法人
新エネルギー・産業技術総合開発機構

NEDO先導研究プログラム/
エネルギー環境分野における革新的技術の国際共同研究開発/
航空機の高効率・高性能化を目指した気流制御デバイスの国際共同研究開発

2023年度開始
研究代表者 教授 半田 太郎 流体工学研究室

流体工学研究室【ハードウェア】



半田 太郎、渡邊 保真

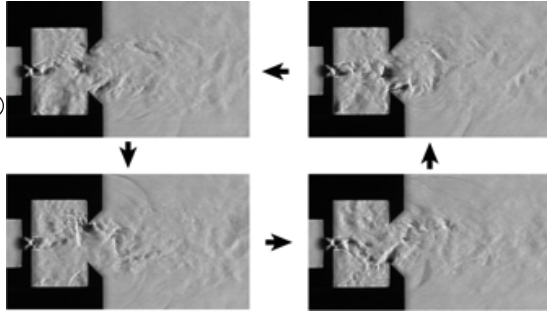
1 高速気流能動制御技術の開発

高速で移動する航空機や宇宙船および地上輸送機の高効率化・高性能化を実現するためには、流れを能動的に制御する技術が必要である。本研究では高速気流を能動制御するためのデバイスを開発するとともに、数十m/s から数km/sの幅広い速度域の流れを能動制御するための新しい技術を考案する。

2 非接触高速気流計測技術の開発

気流の詳細な情報を得る技術は、各種流体機器の高効率化・高性能化には不可欠である。本研究では、分子の蛍光や燐光を利用して数百m/s以上の気流を高時間・高空間分解能で非接触計測するための手法を開発する。

高速気流能動制御用デバイス (数十kHzフラッシング噴流発生デバイス)



プラズマによる気流の制御 (超音速・極超音速気流の高速制御)



(a) プラズマON

(b) プラズマOFF

(c) 放電の様子

設計工学研究室【ハードウェア】



小林 正和

1 力覚提示装置を用いたUAVの遠隔操作技術

災害現場における捜索活動のように、障害物の多い環境においてUAVを安全に遠隔操作することは難しい。本研究では、力覚提示装置をUAVのコントローラとして用い、障害物までの距離に基づく操作反力を提示することで、視覚によらない直感的な距離認識を可能にし、安全な遠隔操作を可能にする。

2 脳波測定に基づく製品の快適性評価

快適性は自動車や椅子、エアコンなど多くの製品において重要な評価項目である。一般に快適性はアンケートなどの主観評価により測定されるが、被験者の主観によらない客観的な評価が求められることがある。本研究では、被験者の生体信号の1つである脳波を測定、分析することで被験者が感じている快適性を推定し、設計に利用する方法の検討を行う。

3 深層学習を用いた顧客の感性評価に基づく製品設計

4 機械学習を用いた効率的な構造最適化



固体力学研究室【ハードウェア】



下田 昌利

1 マルチマテリアル構造の形態最適化手法の開発とその応用

構造特性の向上と軽量化を両立させるため、複数の材料を適所に配置するマルチマテリアル構造が注目されている。本研究ではその配置と界面形状の最適化やCFRPの曲線状材料配向の最適化を行い、単一材料では得られない構造特性の実現を図る。

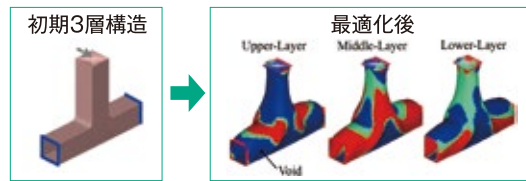
2 周期性マイクロ構造を利用した構造体のマルチスケール最適化手法

多孔質や異種材料からなるマイクロ構造を構造材料として利用することにより、軽量で力学特性に優れたメタ構造体の実現が期待されている。マイクロ構造はマクロ構造に影響を与え、マクロ構造もマイクロ構造に影響を与える。本研究ではマイクロ構造に周期性を仮定し、均質化法を利用しながら、マイクロとマクロの両構造形態を同時に最適化するための手法の開発を行う。

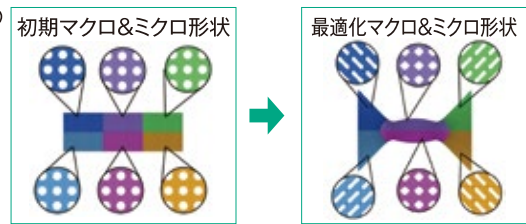
3 ニューラルネットワークの構造最適設計への応用

4 生物に学ぶ構造設計

3層2材料シェルの形状とトポロジー同時最適化の計算例



マクロとマイクロ構造の同時最適化の計算例



機械創成研究室【ハードウェア】



古谷 克司

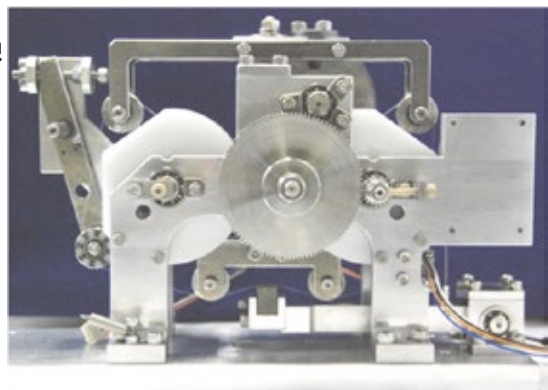
1 放電を利用した三次元積層造形法

新たな加工技術を開発、既存の加工技術を高度化することで、これまで使われてこなかった材料を用いた高機能な要素やデバイスを試作・製作することを目指している。そのために、放電を用いて層状に粉末を固化することで三次元形状を創成する方法を開発する。自由な形状が製作できれば、新たな形のモータコア試作も可能になると考えられる。さらに、月・惑星上での資源を利用するIn-situ Resource Utilization (ISRU)のための基礎技術としても期待できる。加工の安定化のために、放電点制御のための精密位置決め機構のほか、加工状態のモニタリング技術も開発する。

2 硬ぜい材料の除去加工法

月惑星探査に用いられる岩石試料採集装置は、遠隔操作もしくは自律動作ができるだけでなく、真空中でも動作でき、小型・軽量で消費電力が少ないものが望ましい。ワイヤソー切断装置や表面研磨装置では、加工状態をモニタリングしながら加工条件を変更することで、効率のかつ安定した加工を目指している。

ワイヤソー切断装置の外観



マイクロメカトロニクス研究室

【ハードウェア】

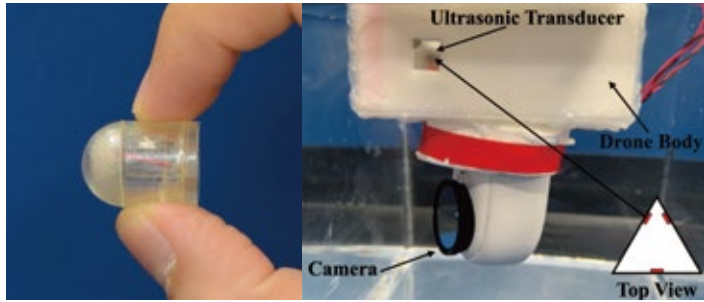


孔 徳卿

1 水中ドローン(Underwater Vehicle)向けの音響推進システムの開発

水中ドローン(Underwater Vehicle)の駆動方式においては、主にヒレやスクルーの実用例があるが、機械的に大きく動く部分が存在し、微小化が難しい。そこで本研究では、超音波振動子と液体の境界面の微小振動を推進力発生源とし、全く新しい液中推進源として、高周波化によりマイクロ化が容易であり、微小化しても単位面積当たりの推進力は低下せず、高推力の実現も可能であると注目している。これは、単純構造、高推力、小型化と低コストの利点を持ち、様々な振動子の検討、出力特性評価法の提出、多自由度特性の試作を含む、全く新しい技術分野である。将来的には、5GやIoTなどを用いた遠隔操縦支援システムでの多自由度水中ドローンやパイプ内ロボットなどを展開し、様々な分野の液中での作業や調査などに威力を発揮することが期待される。

音響推進システムによる水中ドローン



制御システム研究室【ソフトウェア】



川西 通裕

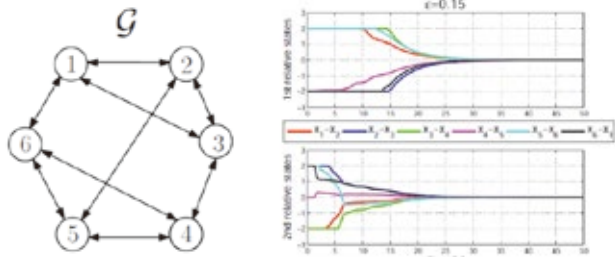
1 ロバストマルチエージェント制御理論によるビーグル群の制御

通信ネットワークを活用して自律ビーグル群を制御する際、時間遅れや飽和など不確かさや制約に対する補償が重要となる。本研究では、従来のマルチエージェント制御理論をロバスト化することで、外乱が存在する未知環境下で自律ビーグル群を安定に協調制御する知的制御手法を実現し、実システムに応用する。

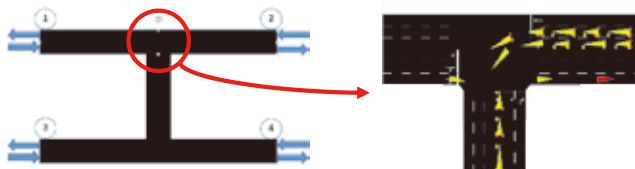
2 交通流制御

道路網の信号制御システムについて、群知能(粒子群最適化)と機械学習および強化学習に基づく制御手法を開発し、最適な交通流を実現する。

ロバストマルチエージェント制御理論による合意制御



交通流シミュレーションによる渋滞の解析と制御



総合研究教育ユニット【ハードウェア】

(機械システム分野)



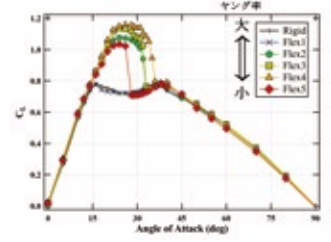
瓜田 明

1 緊急時高空気力発生装置の開発

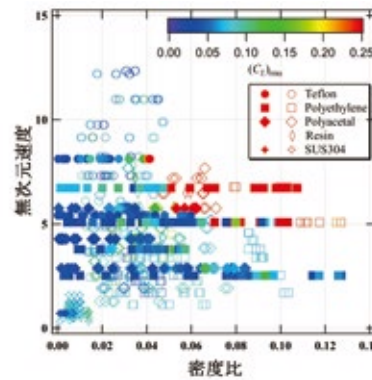
近年、「空飛ぶクルマ」と呼ばれる小型の航空機が話題に上ることが多いが、このような小型航空機は建築物が密集した都市部で多数の機体を同時に運用することが想定され、障害物や他の機体との衝突を回避するために緊急時には高い運動性が必要とされる。本研究では、柔軟な翼が自励振動する際に生じる大きな空気力に着目し、これを利用するために、自励振動の有無を翼の物性や平面形、翼型によらず統一的に表現できる無次元パラメータを新たに導入してその有用性を検証し、緊急時に大きな空気力を発生させることのできる高性能翼の設計指針を確立する。



流れ中で自励振動する柔軟翼



翼の剛性と発生する空気力



2つの無次元パラメータと翼の自励振動の発生

知能数理研究室【ソフトウェア】



佐々木 裕

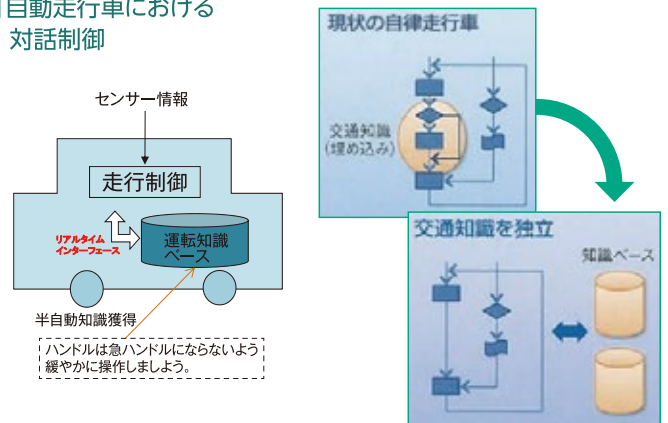
1 運転知識ベース構築

完全自動走行車の公道走行を認可するためには、人間が運転免許を交付されるときと同様な安全性を持つことが保障されている必要がある。さらに、現実問題として、交通法規を守るだけではなく、運転マナーにも沿った運転を実現する必要がある。これらを実現するためには、完全自動走行車が交通に関する十分な知識を有することが必要となる。知能数理研究室では、交通オントロジー(知識ベース)を独自に構築するとともに、交通オントロジーに基づく運転推論システムを実装し、実機を含めた走行実験を行っている。

2 運転免許試験問題の自動解法

知能数理研究室では、交通知識ベースの品質を検証するひとつの方法として、運転免許試験問題を利用して、知識ベースが問題を解くのに十分な交通に関する知識を含むかどうかを判定する検証方法を世界に先駆けて提案している。

3 自動走行車における対話制御





※南門は、徒歩及び自転車のみ通行可能です。



〒468-8511 名古屋市天白区久方二丁目12-1 Tel:052-802-1111 Fax:052-809-1721
 2-12-1 Hisakata, Tempaku-ku, Nagoya 468-8511, Japan Tel:+81-52-802-1111 Fax:+81-52-809-1721



toyota-ti.ac.jp

