

モビリティにおける計測と制御 –機械生体システム制御工学–

生産技術研究所 中野（公）研究室

1. 研究室の概要

機械工学の知識を基に、アクティブ振動制御，エネルギーハーベスティング（振動発電），状態監視，生体信号計測，力覚支援操舵，車内交通信号，自動車と鉄道の統合的交通制御，自動車のヒューマン・マシーン・インターフェース評価など，モビリティにおける計測と制御に関する研究を行っています。

2. 研究内容

2. 1 ドライバ主導の運転引継のためのヒューマン・マシーン・インターフェース

運転支援（運転の自動化レベル2）においては，ドライバーはシステムの機能限界を理解し，目の前で起きる事象に適切に応答する必要があります。今後，一般道にもレベル2の運転支援が展開される場合は，このドライバー主導の運転引継ぎを適切に行うメンタルモデルを醸成する，ヒューマン・マシーン・インターフェース（HMI）が必要になります。HMIの提案とドライビングシミュレータを用いた有効性の評価を行っています。



2. 2 シェアード・コントロール

シェアード・コントロールとは，機械と人間が一緒になって制御を行うシステムを指し，自動車の運転支援技術の一部がこれに該当します。理想とする軌道からの偏差に応じた操舵反力をハンドルに与えることによって，操舵を支援する力覚支援操舵を例にして，シェアード・コントロールの研究を行っています。人間の筋骨格系のモデル化，ドライビングシミュレータ実験などを通じて，シェアード・コントロールの有効性を検討しています。

2. 3 表面筋電位による操舵制御

腕の表面筋電位を用いて自動車の操舵を制御することを試みています。手に障害のある人に向けての運転支援となること，また，健常者にとっても手で操作するよりも早い応答が可能なインターフェースになることが期待されています。



2. 4 車内交通信号が運転行動に与える影響

車車間，路車間通信の利用を想定した時，車内で交通信号を表示することが可能になります。交差点において，到達時間を予測して信号現示を行うことにより，ドライバーにスムーズな加減速を促すことができることをドライビングシミュレータおよび，実車実験によって示しました。視線計測も行い，ドライバーの前方注視への妨げとなっていないことを確認しながら，進めています。



2. 5 自動運転バスの制御系設計

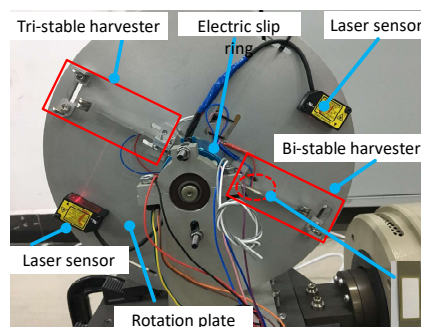
バスの自動走行を実現する制御器の設計を行っています。自己位置推定を含めた車両運動制御系の設計手法を縦方向と横方向の制御に分けて論じ，センサおよび磁気マーカ等インフラ情報が，制御系設計と性能に及ぼす影響を明らかにしました。本成果は自動運転バスの実証実験に活かされています。

2. 6 自動運転車両の縮退運転システム

レベル4以上の自動運転を行う場合は、自動運転機能に故障があった場合は、最小のリスクで自動車を止める必要があります。その運転過程は縮退運転と呼ばれています。重要な技術ですが、あまり学術的に議論されてこなかった縮退運転の制御手法を提案し、数値計算を通じて妥当性の検討を行っています。

2. 7 回転体におけるエネルギー・ハーベスティング

タイヤにセンサを設置することができれば、空気圧、接地状態のモニタリング等が可能になり、より安全な自動車の走行が可能になります。ただし、回転しているため、電源供給が困難です。非線形振動を利用して振動を増幅し、圧電素子を利用して回転体内で発電することを試んでいます。数値計算、実車実験を通じて、発電性能の計測を行っています。



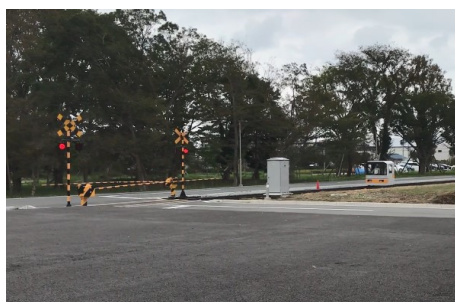
2. 8 降雪時における鉄道車両の減速度低下検知

鉄道車両上で計測した加速度とブレーキノッチから、減速度低下を検知することを試んでいます。減速度低下は降雪時等においてよく起きる現象であり、安全運転の妨げになります。これが可能になれば、タブレット等により、その情報を他車両の運転士と共有することにより、運転を支援することができます。

2. 9 PQ 輪軸測定値からのレール・車輪間摩擦係数の推定

車輪の垂直荷重と横圧（車輪の横方向に作用する力）を測定可能なPQ輪軸は、脱線係数を求め、脱線の危険性を評価する際に用いられます。アタック角、摩擦係数などの脱線係数以外の数値をPQ輪軸によって推定することを試んでいます。

2. 10 鉄道車両と自動車の統合型交通制御システム



鉄道車両の位置情報を、携帯電話回線を用いてセンターサーバーに送信し、踏切警報機・遮断機を制御するシステムが株式会社京三製作所より提案されています。そのシステムを拡張すれば、自動車、交通信号機への信号の送信も可能になり、交通信号機および、自動運転・運転支援車両を含めた、多モードの交通車両の制御が可能になります。柏キャンパスでの鉄道試験線と ITS 実験フィールドを用いた実験により、実現可能性を検討しています。

2. 11 ELSI を踏まえた自動運転技術の現場に即した社会実装手法の構築

ELSI とは、Ethical, Legal and Social Issues の略で、倫理的、法的、社会的課題を指します。当研究室では、自動運転バスの実証実験に関わってきましたが、社会実装をするためには、技術的課題の解決だけでなく、ELSI の解決も必要です。そのような考えから、柏 ITS 推進協議会を実施主体として運行している柏の葉キャンパス駅と東京大学柏キャンパス間の自動運転バスの実証実験を例に、明治大学自動運転社会総合研究所および筑波大学公共心理研究室と共同で、ELSI を踏まえた自動運転技術の社会実装手法の構築に取り組んでいます。

