

ドライバの運転支援に対する弁別・適応特性に関する研究

Drivers Discriminative Properties and Adaptation for Driver Support Systems

主任研究員名：金子 哲也

分担研究員名：北澤 章平

1. 研究背景と目的

近年、アクティブセーフティを目的とした様々な運転支援システムの開発や市販車両への実装が行われているが、これらのシステムが想定するドライバの運転行動や操作特性は平均的運転者であり、個々のドライバの状態を把握し十分に対応が出来ているとは必ずしもいえない。また近年の電子制御技術の発展やフェールセーフ等の規格整備により、自動車ではバイワイヤ（X-By-Wire）化が急速に進んでおり、これによってドライバの操作から車両応答までの伝達関数を自由にデザインし、かつ常時変化させることが可能となることから、その特性を走行環境や車両運動状態、ドライバの属性や操作状況により変化させることによって、より多様な場面で高度な運転支援を実現することができるものとする。その際に特に考慮すべきは、これらの操作系や制御対象の制御の介入は、それを操作するドライバに対して違和感のないものでなくてはならない。しかしながら運転支援制御に対する要求や介入に対する感受性は運転者個人によって大きく異なる。これらことから本研究組織では①運転者特性抽出のための評価法確立②ドライバの運転支援に対する弁別・適応特性の計測を行い、車両運動制御介入に対する個人ドライバ適応特性モデルの構築を行う。これにより、構築されたドライバ特性モデルと運転支援手法との相互干渉を評価し、個々の運転者に対する最適運転支援領域、支援手法の推定手法構築を目指す。

2. H25 年度の研究成果

2.1 実験装置の製作

実験装置として、2 台の小型電気自動車に対して改修を施した。実験車両 1 には車両周辺環境計測装置としてレーザ測距装置を搭載し、DSP による操舵を実現するため、サーボモータによる操舵機構の製作を行った。実験車両 2 には精度の高い目標車両運動追従性を得るため、実舵角測定装置の製作および操舵機構の改修を行った。また、検討する車両運動特性変化を実現するための制御アルゴリズムとそのパラメータ同定を行った。

2.2 実験内容と成果

これらの実験車両を用いて以下の研究を実施した。

- ① レーザ測距装置を用いた車両周辺環境の計測実験を行い、車両停止時および走行時に周辺に存在する障害物の検出アルゴリズムを確立した。また、ICP-SLAM 手法により、車両状態量から推定される自車位置を周辺地図情報により補償することによって高精度な自車位

置推定アルゴリズムの作成，検証を行った。

- ② アクティブ操舵車両を用いたドライバの弁別特性に関する実験を行い，旋回時における車両平面運動特性変化について，ヨー運動と横運動の変化がドライバに弁別される様子を観測し，また適応行動が行われることを定量化し，そのときのドライバの生理反応変化との関連について検討した。また，レーンチェンジにおける操舵行動について，車両状態量から前方注視モデルを用いた操舵パラメータを推定し，ドライバのその他のパラメータとの関連を調べることにより，ドライバの属性分類を行う手法を検討した。

3. 今後の課題

収集した結果からドライバの経路生成について検討を行う。すなわち，計測した周辺環境情報から危険感ポテンシャルモデルのパラメータを逆推定することが可能と考えられることから，ドライバの制御動作モデルである危険感ポテンシャルモデルにより生成される経路と実際に走行した経路および車両状態量の関連を調べ，走行環境と運転動作の相関性を明らかにし，その検証実験を行うことでドライバの特徴や運転技能の定量化を目指す。また，車両運動特性変化に対するドライバの運転行動については，より詳細な車両運動の変化パターンに対するドライバの弁別と適応操作を調べ，ドライバの車両応答や車両状態量の弁別能力等からドライバモデルの構築を行い，同様にドライバの特徴を記述するパラメータ推定を行う。

運転者特性抽出のための評価法確立

金子 哲也 (工学部交通機械工学科)

研究概要

近年の電子制御技術により運転支援システムの採用が一般的となり、今後もさらに展開するものと考えられる。このとき、支援システムの制御介入はドライバーにとって違和感なく受け入れられることが望ましい。一方で自動車を運転するドライバーは性別、年齢、運転歴などその特性はさまざまであり、運転行動や車両運動の認知特性は個々に異なる。そのため、自動車の特性設計にあたっては一般のドライバーに受容され得るよう配慮されなければならない、車両運動特性の変化に対する一般ドライバーの認知特性を考慮することが重要である。そこで、ドライバーが操行経路を決定する過程に着目し、危険感ポテンシャルドライバーモデルと車両周辺環境および車両状態量からドライバーの特徴を抽出し、ドライバーの属性の定量化パラメータの選定とこれを用いて特定環境における個々の運転行動の特徴を記述出来る数学モデルの提案を目指す。

平成 25 年度においては実験に用いる実験車両の構築と、車両周辺環境情報の取得および自車位置推定アルゴリズムの構築を行った。実験車両には操舵系に改修を施し、外部からの制御により実舵角を自由に操舵できる機構を備えた小型電気自動車を用いた。また、車両周辺環境の検出にはレーザ測距装置を用いた。レーザ測距装置から得られる周辺情報は図 1 に示すように、レーザの反射から自車両と周辺物体の距離にすぎないため、周辺物体の形状を推定し、地図データと参照することで自車両位置の補正を行うことにより、正確な自車位置推定を行う必要がある。本研究では ICP-SLAM を用いた。ICP-SLAM は図 2 に示すように、比較的簡単に計測できる車両の状態量として車速とヨーレートから簡易的な走行軌跡を算出し、これを地図データ上の特徴点によって補正することで位置補正を行うものである。構築したアルゴリズムを検証するため、図 3 に示す実験条件において確認実験を行った結果、正確に自車位置が推定されていることが確認できた。

主要購入物品

- レーザ測定センサ SICK 社製 LMS511
- 実舵制御用モータ オリエンタルモータ製 RKS564AA-TS30

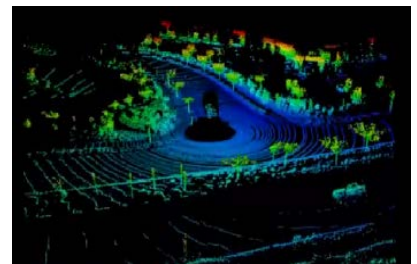


Fig.1 Example of laser reflection intensity

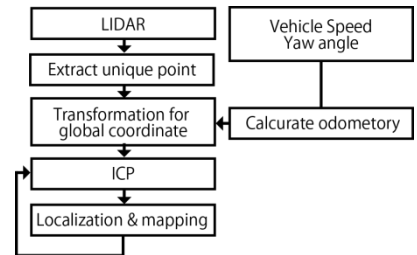


Fig.2 ICP-SLAM Method

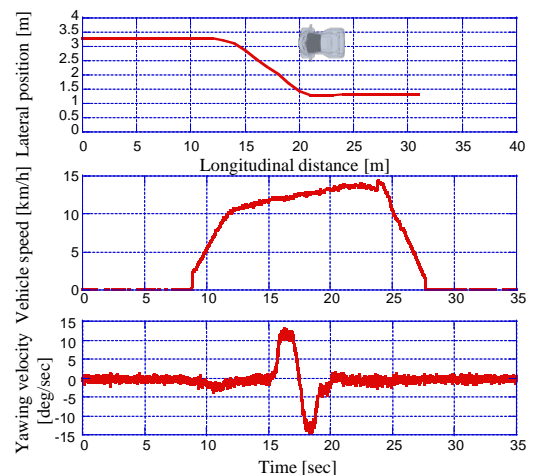


Fig.3 Experimental Condition

車両運動制御介入に対する運転者の弁別特性、適応特性の計測

北澤 章平 (短期大学部自動車工学科)

研究概要

近年の電子制御技術により、車両運動特性設計の自由度は拡大し、車両安定化制御や緊急回避制御など運転支援システムの採用が一般的となり、今後もさらに展開するものと考えられる。このとき、支援システムの制御介入はドライバーにとって違和感なく受け入れられることが望ましい。一方で自動車を運転するドライバーは性別、年齢、運転歴などその特性はさまざまであり、運転行動や車両運動の認知特性は個々に異なる。そのため、自動車の特性設計にあたっては一般のドライバーに受容され得るよう配慮されなければならない、車両運動特性の変化に対する一般ドライバーの認知特性を考慮することが重要である。この検討の一つとしてドライバーの車両特性変動に対する弁別と適応行動について以下の方法により検討した。

ドライバーの操舵入力に対する車両応答である横運動とヨー運動について、それぞれの出力に定常ゲイン K_{β_gain} , K_{γ_gain} を乗じて出力することが出来る制御アルゴリズムを構築し、同じく実際の運動として高精度に出力することが出来る実験車両を製作した。構築した車両の車両運動応答は図 1 に示すように、操舵入力に対する本来の車両応答に対して、適切な大きさの運動が得られている。

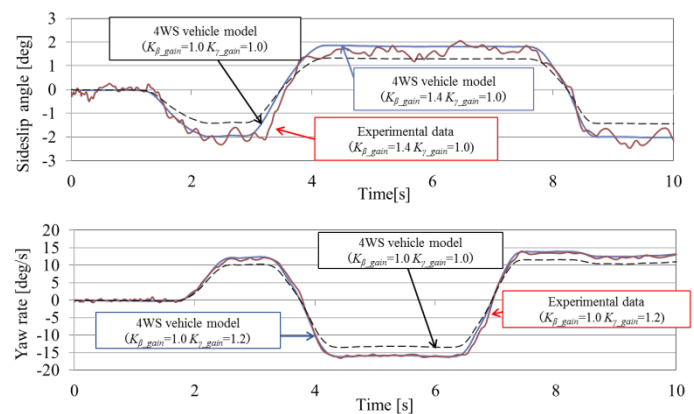


Fig.1 Comparison of Vehicle Dynamics

この車両を用いてレーンチェンジにおける車両運動が変化した場合のドライバーの弁別と適応行動について検討した結果、車両応答が変化した場合でも運転操作に有意な差が現れないドライバーがあること、初心運転者では運転のしやすさに対する主観的評価と運転操作の荒さに明確な相関が見られないこと、熟練運転者と初心運転者では前方注視モデルを用いたパラメータ同定により、予見時間に差が見られることがわかった。これらのことから、ドライバーの特徴を定量的に示すパラメータとなる可能性を示すことができた。

主要購入物品

- 実舵角用コンパクトレーザ変位センサ オプテックス・エフエー製 CD22-15