

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. H26年度の研究成果

2.1 リスクポテンシャルを用いた運転者特性抽出

前年に制作した実験車両について、車両周辺の環境情報検出アルゴリズムの構築を行い、走行路における自車位置検出、障害物位置・運動検出を可能とした。また、これら計測結果を用いた運転者特性の抽出手法として、リスクポテンシャルを利用したドライバの走行目標経路決定について検討し、リスクポテンシャルパラメータによって運転者特性抽出のための実験を行った。その結果、障害物のリスクポテンシャルパラメータの調整により運転者の運転行動を再現することが出来、このパラメータが運転者特性を表現する指標の一つと考えられることを示唆した。

2.2 運動特性可変車両を用いたドライバの弁別・適応特性の計測

同様に前年制作した実験車両の操舵制御アルゴリズムを改良し、より一般的な車両特

性変化として操舵入力に対する車両平面運動の周波数特性を可変とした。この実験車両を用い、レーンチェンジ走行において車両特性を変化させた場合のドライバの弁別と適応について主観評価と車両状態量により検討した。その結果、運転者は車両運動特性が変化しても目標経路を走行するために適応を行うこと、その車両運動特性変化には受容されやすいものと走でないものがあること、ドライバが目標とする走行経路にはドライバ毎に特徴が見られることを明らかにした。

2.3 研究成果の公表

これらの研究成果は以下の学会等において公表を行った。

- ・金子 哲也，ガイ ウンテン，北澤 章平：混在交通下リスクポテンシャル空間と車両運動性能を考慮した自動運転経路生成，第 15 回 計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演会
- ・ガイ ウンテン，北澤 章平，金子 哲也：自律走行車両のための複数移動物体存在下での目標軌跡生成に関する研究，日本機械学会 第 23 回交通・物流部門大会 (TRANSLOG2014)
- ・北澤 章平，金子 哲也：レーンチェンジ時の車両応答特性に対するドライバの受容性に関する検討，日本機械学会 第 23 回交通・物流部門大会 (TRANSLOG2014)

3. 今後の課題

これまで行ってきた研究成果を基礎として、実験条件の一般化を行い、データの収集と評価を行う。すなわち、計測した周辺環境情報からリスクポテンシャルのパラメータを推定し、実際に走行した経路および車両状態量の関連を調べることで、走行環境と運転動作の相関性を明らかにするとともに、運転者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運転行動の特徴抽出から得られる結果との関連について検討を行う。

特に次年度が研究期間の 3 年目であるため、研究成果の関連性について整理し、成果発表を行う予定である。

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 26 年度においては実験車両を用いた走行実験により、運転者の運転行動の特徴抽出について検討を行った。実験車両には周辺環境情報を得るためのレーザ測距装置および小型カメラを搭載し、これにより自己位置および障害物の位置および運動の検出を行った。測距情報と映像の融合イメージを図 1 に示す。また、この情報を俯瞰した場合の環境情報の例を図 2 に示す。このように壁面および自車周辺の障害物を検出することが可能である。

次に、ドライバーは交通環境下の様々な物体から影響を受けて走行経路を生成し、これを追従するように運転していると考えられる。そこで得られた情報と自車両の運動状態から、ドライバーが感受していると考えられる各物体からの危険感をマップ上に設定し、合成した例を図 3 および図 4 に示す。基本的に危険感のもっとも小さい点を走行すると思われるが、ド

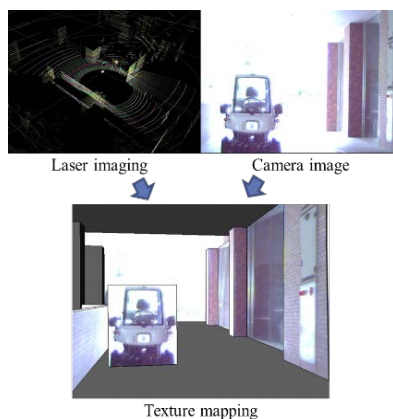


Fig.1 An example of fusion of LIDAR information and camera image

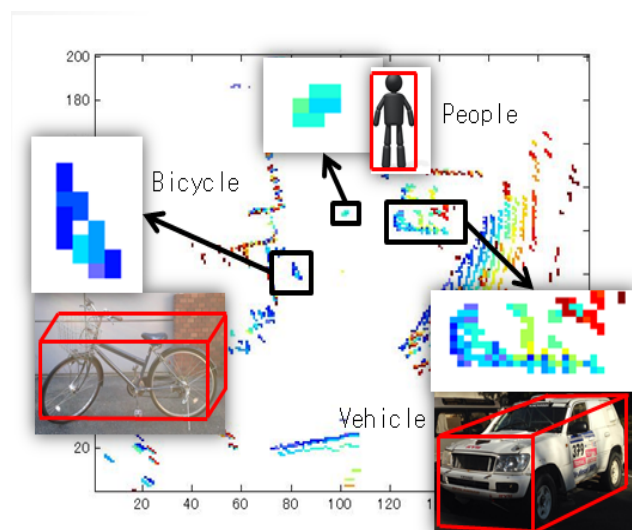


Fig.2 Some Objects Recognition

ライバの運転経験や技量などにより各物体から受ける危険感の影響は異なると考えられることから、ドライバが走行した経路から危険感パラメータを推定することにより、ドライバの特徴記述が可能になると考えられる。具体的には、図3 ①のような複雑な走行条件下において走行した場合、前走車の追い越しや歩行者の回避に際して、ドライバ毎に異なる運転行動が行われると考えられる。このときの走行軌跡は図3 ②のようになる。次に、この走行軌跡となるような、各障害物からの危険感となるよう危険感パラメータを設定し、合成したものが図4 ①であり、そのときの危険感の最下点が図4 ②となる。これを走行位置毎に更新し、実際の走行軌跡と比較することによりドライバの運転行動の特徴抽出を行うことが可能と考えられる。

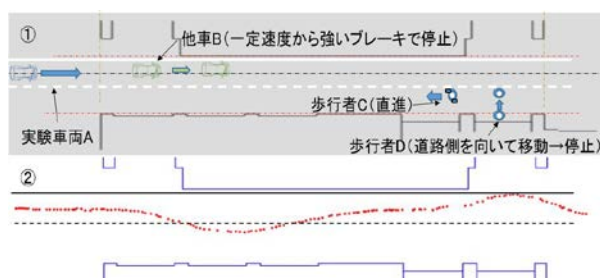


Fig.3 Experimental situation and traveling locus

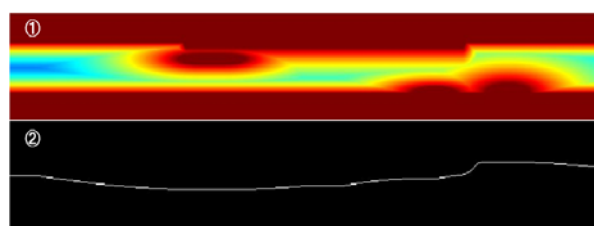


Fig.4 Risk potential map and minimum risk path

主要購入物品

- 車両周辺情報計測装置 NB-CIT-45

研究発表

- 金子 哲也, ガイ ウンテン, 北澤 章平: 混在交通下リスクポテンシャル空間と車両運動性能を考慮した自動運転経路生成, 第 15 回 計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演会
- ガイ ウンテン, 北澤 章平, 金子 哲也: 自律走行車両のための複数移動物体存在下での目標軌跡生成に関する研究, 日本機械学会 第 23 回交通・物流部門大会 (TRANSLOG2014)

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検討した。

車両特性変動をより一般化し、前年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の定常ゲイン変化を周波数応答変化とするため、平面運動の固有振動数 ω および減衰比 ζ についてそれぞれ K_{ω}

gain , K_{ζ} gain を乗じて出力することが出来る制御アルゴリズムに変更した。各パラメータにおける応答の変化を図1に示す。この実験車両を用いてレーンチェンジにおける車両運動特性が変化した場合のドライバーの弁別と適応行動、ドライバーごとの特徴量抽出について主観評価と運転行動により検討した。その結果、主観評価とレーンチェンジ中のヨー角、操舵行動には相関が見られ、主観評価の裏

付けとなっていると思われること、車両応答を変化させた操舵特性比較により、今回の実験条件において減衰比の小さい操舵特性では主観評価が低下し、位相遅れ変化は受容されること、車両の操舵特性にかかわらず、レーンチェンジ時の車線と車体の相対ヨー角にはドライバー毎の適値があると考えられることを明らかにした。

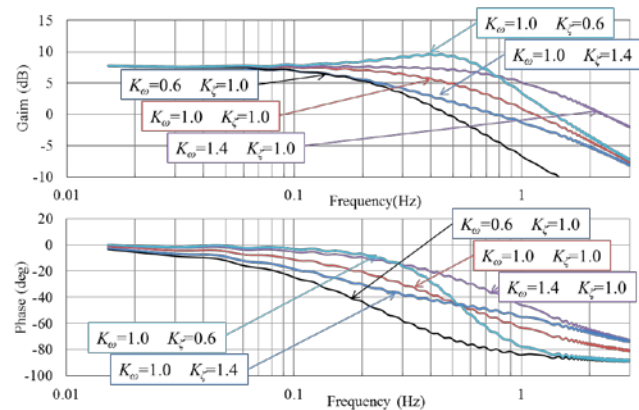


Fig.1 Comparison of yaw rate frequency responses

研究発表

- 北澤 章平, 金子 哲也: レーンチェンジ時の車両応答特性に対するドライバーの受容性に関する検討, 日本機械学会 第23回交通・物流部門大会 (TRANSLOG2014)