

交差点出会い頭に用いるリスク評価指標の提案

情報科学科 谷 昌樹

指導教員：小栗 宏次

1 はじめに

現在自動運転に関する研究は数多くなされている。しかし、未だ十分な研究が進んでいない技術区分として外界の情報が得られていない未来の危険性を先読みし、危険回避する技術が挙げられる [1]。特に、交差点において事故を減らすための有効な指標は提案されていない。そこで、本研究では交差点において進入してくる車両に対するリスク評価指標を提案する。

2 提案指標

本研究において用いる変数を図 1 に示す。交差点において、ある時刻 t の自車位置を $P_s(t)$ [m], 速度を $v_s(t)$ [m/sec], X 軸と車両の中心線となる角であるヨー角を $\psi_s(t)$ [rad] とする。また、自車両が時刻 t の速さを $|v_s(t)|$ で等速直線運動を仮定した場合、 n 秒後の自車両の位置 $L_s(t, n)$ [m] を式 (1) から導出する。

$$L_s(t, n) = P_s(t) + |v_s(t)| \cdot n \begin{pmatrix} \cos \psi_s(t) \\ \sin \psi_s(t) \end{pmatrix} \quad (1)$$

同様に、交差点に進入する車両の位置を $P_a(t)$ [m] とし、速度 $v_a(t)$ [m/sec], ヨー角 $\psi_a(t)$ [rad], n 秒後の進入車両の位置を $L_a(t, n)$ [m] とすると、 n 秒後の自車両と進入車両の距離 $D(t, n)$ [m] は式 (2) により示される。

$$D(t, n) = |\overrightarrow{L_s(t, n) - L_a(t, n)}| \quad (2)$$

ここで、最も接近する時間 T_L は $T_L = \arg \min_k D(t, k)$ より導出する。また、自車両と進入車両の軌跡の交点を $C(t)$ とし、各車両が $C(t)$ までに到達する時間を $T_{cs}(t)$, $T_{ca}(t)$ とする。ここで、最も接近するまでの時間 T_L と各車両の軌跡交点に到達するまでの時間 $T_{cs}(t)$ と $T_{ca}(t)$ を用いて式 (3) より Approach Risk: $R(t)$ を算出する。

$$R(t) = \begin{cases} \frac{1}{1 + T_L(t)} & \text{if } 0 \leq T_{cs}(t) \text{ and } 0 \leq T_{ca}(t) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

事故を起こした走行と事故を起こしていない走行の $T_L(t), R(t)$, および、アクセルを放した時刻とブレーキを踏み始めた時刻を図 2 に示す。この図より $T_L(t)$ が少なくなるほど $R(t)$ が大きくなる。

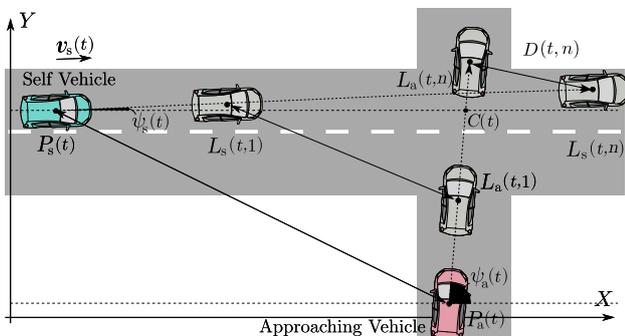


図 1: 交差点出会い頭の状況

3 実験

無信号交差点出会い頭のシーンにおいて提案した指標が妥当かどうか検証することを目的とし、ドライブシミュレータ (DS) を用いた実験を行った。12 名 (男性 10 名, 女性 2 名, 22.5 ± 1.4 歳) の被験者に対して実車型の DS を用いて運転情報と車両の位

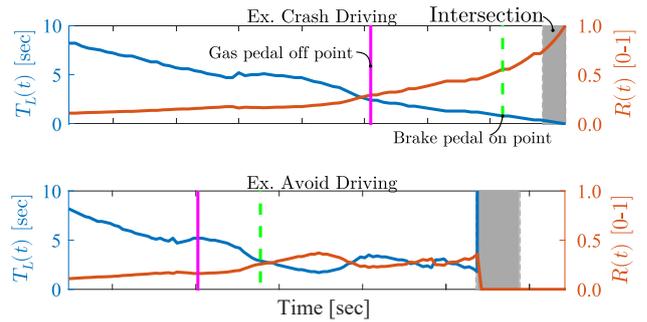


図 2: 事故走行と事故を回避した走行の $T_L(t), R(t)$

置情報を取得した。また、各被験者は運転スタイルチェックシート、及び運転負担感受性チェックシートを回答した。被験者には市街地コースを走行し、実際の交通規制に従い普段通りの運転をするように指示した。

交差点出会い頭において事故を起こした走行を Crash, 起こしていない走行を Avoid とする。また、チェックシートより取得した心配性的傾向の尺度が平均より高い被験者群に対して、 X 軸が $R(t)$ の最大値を標準化した値, Y 軸が $R(t)$ を平均値の標準化した値について混合ガウスモデルを構築しクラスタリングした結果を図 3 に示す。ただし、アクセルを放した時刻を γ , ブレーキを踏む時刻を β とし, $\gamma \leq t \leq \beta$ とする。この図より, Crash は Avoid より $R(t)$ の最大値, $R(t)$ の平均値がともに高い傾向があった。また, Cluster1 は 2 個中 2 個, Cluster2 は 14 個中 13 個事故を起こした走行と事故を起こしていない走行を正しくクラスタリングできた。

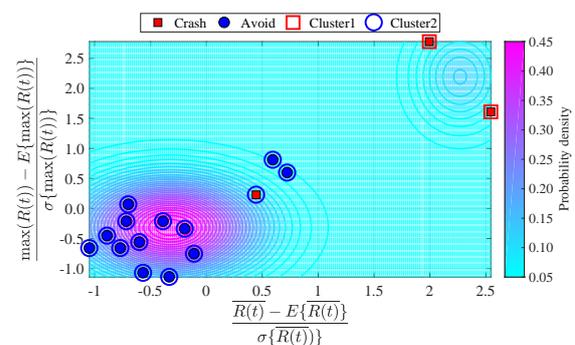


図 3: Crash と Avoid の混合ガウスモデル

4 結論

本研究では交差点において進入車両に対するリスク評価指標を提案した。ドライバーの運転スタイルによって被験者を 2 群に分けたところ、最も接近するまでの時間 T_L と各車両の軌跡交点に到達するまでの時間 $T_{cs}(t)$, $T_{ca}(t)$ を用いて導出した Approach Risk: $R(t)$ を用いることで事故を起こしている走行と事故を起こしていない走行に分布が分かると考えられる。これより、提案したリスク指標は交差点出会い頭事故を客観的に評価する指標として妥当であることを示唆した。

参考文献

[1] 我妻 広明, 計測と制御, Vol.54, No.11, pp.808-815, 2015