

運転中におけるドライバの減速タイミングの違いによる運転行動分析

宮下 裕生

指導教員：小栗 宏次

1 研究目的

自動車対、歩行者及び自転車の交通事故は車同士の事故に比べ死亡事故につながりやすいため（平成 28 年事故死者割合 34.9）[1]，ドライバに事前に報知を行う必要がある。しかし，運転中に遭遇する全ての歩行者の存在を警告すると，運転者の集中力低下や苛立ちなどの原因になり，安全な運転を妨げるおそれがあると報告されている [2]。また，従来の予防安全技術は交通事故直前で減速を行うものであり，ヒヤリハットが生じてドライバが危険に感じる事が多いと考えられる。そこで，こうした危険感を感じさせずにすむように従来の予防安全技術より早く適切なタイミングで注意喚起を行うことを目的とする。そのために本研究ではドライバの危険感を推定するモデルの構築を行う。

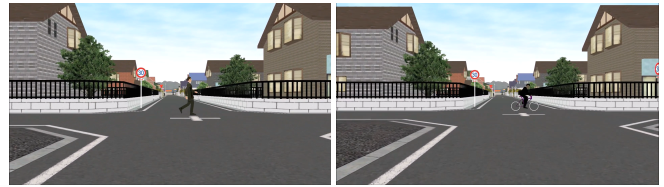
2 危険感調査

どのような条件下においてドライバが横断者を危険に感じるかについて当たり付けをするために危険感調査を行った。まず，調査に用いる横断シーンのドライブレコーダー映像はインターネット上の動画サイトから収集した。運転免許を取得している 8 名に映像を見てもらい危険に感じる要因は何かというコメントをもらった。その結果から，横断に対し危険に感じる要因として，「急な飛び出しである」，「移動速度が速い」といった横断者速度に関するもの，「自車が余裕を持って停止できない」といった自車と横断者との距離，「右車線からの飛び出し」といった横断者の進行方向，「道路や道路周辺の視界が悪い」といった道路の視界の違いが挙げられた。

3 危険感推定モデルの構築

横断者に対する危険感の調査結果に基づき，その要因を細かく調査するために，ドライビングシミュレータ (DS) を用いてドライバの運転行動分析を行った。DS のシナリオにおいて横断者を複数条件で配置し，ドライバ危険に感じている瞬間のデータを計測した。今回の計測ではブレーキを踏まなければいけない時の危険感ではなく，アクセルを離してエンジブレーキで減速して回避しようとする程度の危険感に着目する。取得したデータは被験者 8 名である。DS のサンプリングレートは 100Hz である。計測コースは住宅地で，横断者は交差点において自車の目の前を横断するというシナリオを設定した。シナリオのパラメータとして危険感調査の結果から，横断者速度，自車と横断者との距離，横断者の進行方向，道路の視界の 4 つをさまざまに変更した。横断者速度に関しては 5 km/h(歩行者), 10 km/h(自転車), 15 km/h(自転車) の 3 種類 (図 1)，自車と横断者との距離に関しては対象物までの到達時間である THW を 0.4s から 3.2s までを 0.4s 刻みにした全 8 種類 (図 2)，横断者の進行方向に関しては右から左へ進行するのと左から右へ進行するものの 2 種類，道路の視界は視界の良い道路 A，視界の悪い道路 B の 2 種類とした (図 3)。これらを組み合わせると計 96 個のシナリオを作成した。今回，自車の前を横切った歩行者と自車両の領域を延長したものが交差しなくなる直前の THW を最低値 THW と

した。例えば図 4 のように車両前方を左から右に進行を行う横断者の場合，自車の前方角と横切った横断者を結ぶ線分から最低値 THW が求まる。



(a) 時速 5 km/h 横断歩行者 (b) 時速 10, 15 km/h 横断自転車

図 1: 異なる横断者の速度のシナリオ



(a) 最低値 THW0.4s

(b) 最低値 THW3.2s

図 2: 異なる最低値 THW 比較画像



(a) 道路 A

(b) 道路 B

図 3: 異なる道路のシナリオ

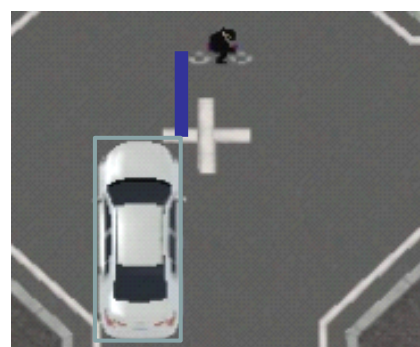


図 4: 最低値 THW

被験者に 96 シナリオすべてを 1 回ずつランダムな順で DS に乗った状態で作成シナリオ映像を見せた。被験者には次のような操作をすることを指示した。映像の開始前にアクセルペダルを軽く踏み，横断者を画面上で認識するまでアクセルペダルを踏んだままにする。そして，横断者を画面上で認識しその横断



図 5: ドライビングシミュレータを使用した危険間推定実験

者に対し危険を感じて減速することが必要と感じた時にアクセルペダルを離す。ただし、この時映像上において自車両は減速せずそのまま進む。さらに横断者に対し接近し、このままでは衝突を避けられないと感じたらブレーキペダルを踏む。そして、衝突の危険性がなくなったと感じたらブレーキペダルを離し、再びアクセルペダルを踏む。

次に得られたデータを元に危険感を推定するモデルを構築した。ここでいう「推定」とは DS のサンプリングレートにより 0.01 秒毎にドライバーが危険を感じているかどうかという推定を個人毎に行うことである。推定に使用する特徴量は次のようにして求める。

まずここで、THW(Time-Head-Way:車間時間)は、現在の自車速度で先行車の位置に到達するまでの時間を示す指標である。先行車の位置を x_p [m]、自車の位置、速度、をそれぞれ x_f [m]、 v_f [m/s] と表すと THW は (1) 式で定義する。

$$THW = -\frac{x_f - x_p}{v_f} \quad (1)$$

横断者の進行方向の直線と自車の進行方向の直線の交点を A とし、自車が A へ到達するのにかかる時間を自車 THW とする。横断者が A へ到達するのにかかる時間を横断者 THW とする。また、横断者 THW の絶対値の逆数と自車 THW の絶対値の逆数を利用する。なぜなら、一部のドライバーは横断者と自車の距離が遠くても横断者が車道に出て自車の進行方向の延長線上に来るときにアクセルを離すほどの危険を感じたケースがあったためである。横断者 THW の絶対値の逆数は、横断者が自車に近づいたときに来たときに値が大きくなる指標である、また、自車 THW の絶対値の逆数は自車が横断者の進行方向の延長線上に来たときに値が大きくなる指標である。さらに、自車と横断者の水平距離、垂直距離、ユークリッド距離を加えた 7 種類を特徴として用いる (図 6)。それぞれに窓枠 0.1 秒で平均値、最大値、最小値、標準偏差、中央値を求め、特徴量は全部で 35 種類とした。

以上の特徴量を説明変数候補としてロジスティック回帰分析により危険感推定モデルを構築する。特徴量は Stepwise 選択法で最適なものを選び出し、説明変数とする。目的変数はアクセルペダルを踏んでいるときに危険感なしとして 0、アクセルペダルを踏んでいる時を危険感ありとして +1 にする。

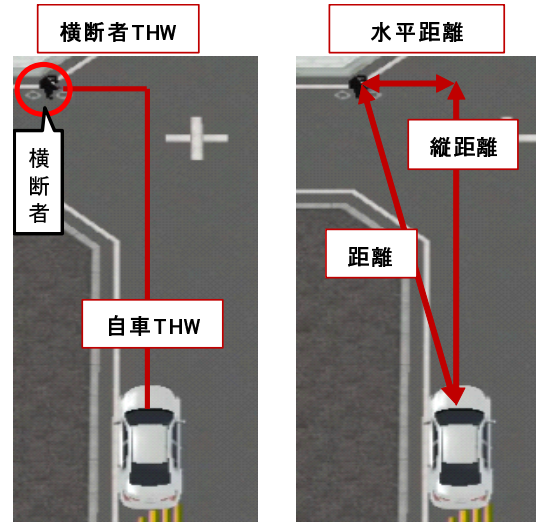


図 6: 特徴量抽出情報

4 危険感推定

表 1 は危険間推定の結果である。全被験者の平均で ON 性能 (再現率) は 90.4, OFF 性能は 79.0, 適合率は 78.4, F 値は 81.3 であった。

表 1: 危険感推定結果

	ON 性能 (再現率) 平均値	OFF 性能 平均値	適合率 平均値	F 値 平均値
Sub.A	95.0	76.0	75.9	81.3
Sub.B	92.9	89.1	90.4	88.7
Sub.C	92.3	78.5	81.0	82.4
Sub.D	92.5	79.4	80.6	83.2
Sub.E	91.9	81.3	85.0	84.2
Sub.F	88.1	65.3	68.6	68.6
Sub.G	80.4	76.6	60.3	76.7
Sub.H	89.6	85.9	85.7	85.2
全被験者	90.4	79.0	78.4	81.3

5 まとめ

横断者に対するドライバーの危険感推定を行うことを目的として、横断者に対して危険に感じる要因を調査し、危険感推定をするモデルを構築した。そのモデルにより、ドライバーの危険感を 8 割程度推定できることを確認した。

参考文献

- [1] 内閣府政策統括官 (共生社会政策担当), “平成 29 年版交通安全白書全文”, 2017.
- [2] 谷繁龍之介, “運転時の人間視野特性を考慮した歩行者見落とやすさ推定手法”, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J99-D, No.1, pp.56-66, 2016.