

## ドライバの視線情報にもとづく運転意図推定

石正 幸大<sup>†</sup> 島田 秀輝<sup>†</sup> 佐藤 健哉<sup>††</sup>

<sup>†</sup>同志社大学理工学部情報システムデザイン学科 <sup>††</sup>同志社大学大学院工学研究科情報工学専攻

### 1 はじめに

近年、安全運転支援システムの研究・開発が行われている。車外の周辺情報を検出してドライバの運転を支援するような、外部情報を用いた安全運転支援システムが普及している。しかし、自動車事故はドライバの運転時における、注意不足や運転操作ミスといったような、人為的な原因によるものが大部分を占める。したがって今後は、自動車がドライバの状態や行動を分析して、ドライバの運転行動を予測することで自動車事故を防止するような、安全支援システムが期待される。

本研究では、ドライバの状態の分析に、視線情報を使用する。ドライバの運転行動は、「認知」、「判断」、「操作」の3つの手順の繰り返しによって構成されている。この認知段階において、ドライバは主に視覚情報をもとに周囲の情報を認知する。よって視線情報から、ドライバの運転意図を推定し、直後の運転操作の予測を行う。

### 2 運転行動予測

#### 2.1 運転行動の分類

本研究では、運転行動を右折、左折、右車線変更、左車線変更に分類して、この4つ運転行動の予測を行う。ドライバは、右折・左折などの運転行動を行う前に、周囲の安全確認を行う。右折時は、右サイドミラーと右前方の対向車と歩行者の安全確認を行う。一方、左折時は、左サイドミラーとバックミラーで安全確認をしつつ、左の歩行者にも注意を向ける。このように、右折・左折などの運転行動ごとに、注意を向ける点が異なる。したがって、各運転行動の直前のドライバの視線情報の特徴を抽出することで、その後に行われる運転行動の予測が可能であると考えられる。

本研究では、SVM(Support Vector Machine)を用いて、視線データから各運転行動の特徴を抽出することで、クラス分類する識別器を作成し、予測を行う。

#### 2.2 視線データの取得条件

本研究では右折・左折などの運転行動の直前の数秒間の視線データを用いて、行動予測を行う。ドライバは、目や耳で障害物を認知して、適切な運転行動を判断し、ハンドルやアクセル・ブレーキ操作を行う。このような、認知から操作の手順の間にかかる時間を、反応時間と呼ぶ。反応時間は、一般的に約1秒とされており、これは周囲の環境によって増減する。本研究では、認知段階の視線データを使用するにあたり、この反応時間を考慮し、視線データを取得する時間帯を、1秒前と0.5秒前で設定して計測を行う。

運転行動開始の条件は、右折時は対向車線に侵入時、左折時は左折後の横断歩道侵入時、右車線変更・左車線変更はハンドルが進行方向から変更車線側へ傾いた瞬間に設定する。

#### 2.3 視線検出

視線検出装置は、カメラによる動画と被験者の注視点の座標データ(左上を原点とするXY座標)を出力する。人間は、物体を注視するとき、視野の中心の解像度の高い中心視に注視物を置いて眼球運動を停止する。停止時間は0.2~0.5秒ほどで、これを注視時間と呼ぶ[1]。本研究では、注視の定義として、視線座標の1フレーム内での移動距離が15ピクセル以内の状態が0.2秒以上続いたときと定義する。また、ドライバの視野を図1のように、バックミラー、左方、前方、右方、左サイドミラー、下、右サイドミラーの7つの領域に分割し、運転行動時の各領域の注視回数、注視時間を計測し学習入力データとして使用する。

#### 2.4 学習方法

分割した領域ごとの注視回数と注視時間を学習に用いる。学習データは式1で示される。図1で示される番号順に、バックミラーなどの視野の領域を $i(i=1,2,\dots,7)$ で表し、 $T_i$ は領域ごとの注視時間を、 $N_i$ は領域ごとの注視回数とする。またクラスの分類をするため、運転行動ごとに番号を割り当てて、学習データを作成した。割り当ては、1:右折、2:左折、3:右車線変更、4:左車線変更とする。

$$(\text{運転行動番号} \parallel T_1, T_2, \dots, T_7, N_1, N_2, \dots, N_7) \quad (1)$$

Estimation of driving intention using driver's gaze information

<sup>†</sup> Yukihiro ISHIMASA, Hideki SHIMADA

<sup>††</sup> Kenya SATO

Department of Information Systems Design, Doshisha University (<sup>†</sup>)  
Graduate School of Information and Computer Science, Doshisha University (<sup>††</sup>)

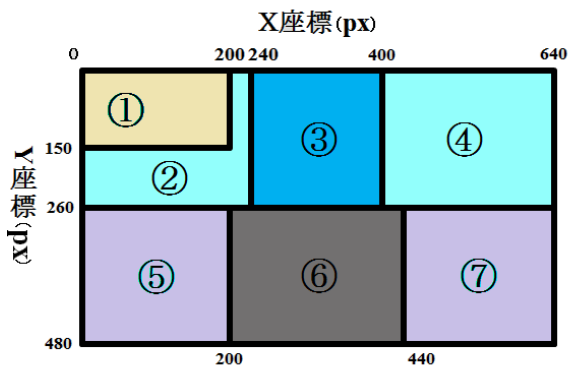


図 1: ドライバーの視野の領域分割

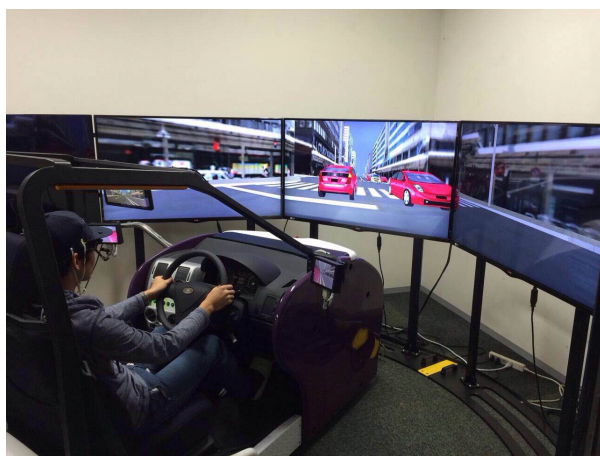


図 2: ドライビングシミュレータ概観

### 3 実験

#### 3.1 実験設備

本実験はドライビングシミュレータと視線検出装置を用いてドライバーの視線データを取得した。ドライビングシミュレータは、フォーラムエイト社の「UC-win/load」を使用した。図 2 にその概観を示す。計測データのサンプリング回数は 30[Hz] で行った。

視線検出には、ナックイメージテクノロジー社のモバイル型アイマークレコーダ「EMR-9」を使用した。アイマークレコーダの検出角は 92°, サンプリング回数は 60[Hz] で行った。

#### 3.2 実験条件

走行環境は、シミュレータの京都市内のデータを使用し、ドライバーは、あらかじめ決められた道順に沿って 30 分程度運転した。被験者は、日常生活に車を使用しており、ある程度京都市内に土地勘のある男性 3 人で行った。被験者は、最初にアイマークレコーダを装着し、シミュレータでの運転に慣れるため、10 分程度の自由走行を行ってから、実験に臨んだ。

### 3.3 実験結果

実験では、実際にドライバーが行った運転行動と、視線情報による運転行動予測から得られた予測結果を照らし合わせ、その合否の割合を認識率とした。運転行動予測に使用する計測区間を行動予測区間とし、115 区間を学習データ、45 区間をテストデータとして使用した。計測区間は、運転行動開始時刻の 1 秒前と 0.5 秒前を終了時刻として、それぞれ 2 秒間と 3 秒間に設定した。実験結果を表 1 に示す。

また本実験では、学習データと、認識率を求める際に使用したテストデータには、同じ被験者の視線データを使用した。

表 1: 計測区間ごとの認識率

計測終了時刻 (秒)	計測区間 (秒)	認識率 (%)
0.5 秒前	2.0 秒	61.36%
	3.0 秒	61.36%
1.0 秒前	2.0 秒	68.18%
	3.0 秒	61.36%

### 4 考察

計測区間が 1~3 秒前の認識率 (68.18%) が、最も高くなった。その他の計測区間においては、認識率の精度に差は見られなかった。右折を右レーン変更、左折を左レーン変更と誤認識することが多かった。また、いずれの計測区間においても、同箇所と同様の誤認識が多かった。本実験に用いた手法は、計測区間の調整によって、認識率を上げることが示すことが出来た。より精度を高い行動予測を実現するためには、右折を右レーン変更のような、多く見られた誤認識を減らす必要がある。

本実験では、視線データから、一定の精度の運転行動予測が可能であることを示した。今後、運転行動予測の認識精度を上げるためには、視線データ以外にアクセル、ブレーキ、車の速度などの情報も加えて学習するなどの手法が挙げられる。

### 5 まとめ

本研究では、ドライバーの視線情報を用いて、ドライバーの運転行動を推定する実験を行った。学習には、ドライバーの注視時間と注視回数を使用し、認識率は約 68% であった。今後の課題として、アクセルやブレーキや車載情報なども利用して、認識率を改善することなどが挙げられる。

#### 参考文献

- [1] 三浦利章: 注意と眼球運動, 労研維持会資料, No1295-1297(1991)