

運転能力測定シミュレータ走行後のリプレイ教示による能力向上効果検証

鳥居 耕太 指導教員：小栗 宏次

1 はじめに

運転能力低下を自覚させ向上させる安全教育手法の一つにハザード知覚テストが存在する [1, 2]. ハザード知覚テストは運転能力を評価することのできる手法である. これまで複数のテスト手法が提案されているが, いずれも静止画を用いた方式であるため, 実際の運転で知覚していない箇所が回答できてしまう問題点がある. そこで我々は, 図 1 に示すドライビングシミュレータを開発し, コース運転時の視線データからハザード知覚能力を動的に評価する方法を提案した [3]. シミュレータ走行後に視線評価結果を教示する.

従来システムでは, 教示が静止画により行われるため, 教示内容と自身の走行が結びつきにくいといった問題点があった. また, 注意すべき対象であるハザードの教示が多すぎるため, すべての教示を頭に入れることが困難であった.

以上の問題点を改善するため, 本研究ではより教示対象を絞った, リプレイ教示画面を用いた教示インターフェースを検討し, 効果検証を行う.

2 運転能力測定シミュレータの開発

2.1 ハザード知覚非知覚判定手法

本研究では, ハザードの種類を「駐車車両」, 「走行車両」, 「駐車場」, 「歩行者」, 「交差点」, 「横断歩道」の 6 種類に分類する.

各ハザードについて, 視線計測器を用いてそのハザードを知覚したかどうかの判定を行う. 人が物体をみてからその物体が何であるかを認知するまで約 0.2 秒かかることが報告されているため [4], 定義されたハザード範囲内に視線が 0.2 秒以上停留したか否かで判定を行う.

2.2 指導員の視線情報に基づく教示対象ハザードの選定

列挙されたハザードに対して教示を優先すべきハザードか否かを定義することで, 特に重要なハザードに対してのみの教示が可能となる. そこで, 各ハザードに対して重み付けを行うため, 教習所の指導員の視線情報を用いて教示対象ハザードを定義する.

自動車学校の指導員 6 名のコース動画再生時における視線を計測した. 指導員ごとの各ハザードに対する知覚非知覚を 1 および 0 であらわしたものを $I_A, I_B, I_C, \dots, I_F$ とする. 式 (1) の



図 1 実写映像ドライビングシミュレータ

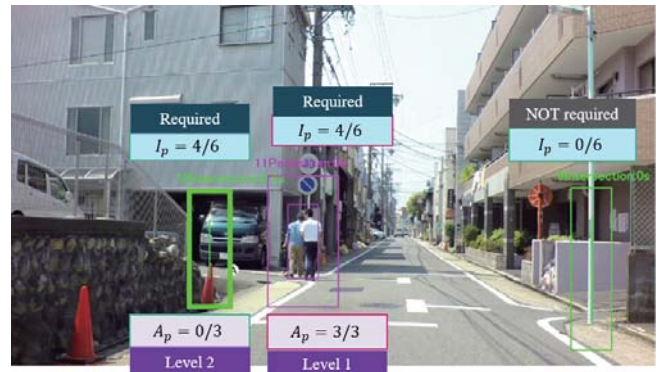


図 2 評価対象ハザードの選定およびレベル定義

ようにハザードごとの指導員全体での知覚割合 (I_p) を算出し, I_p が 0.5 以上であった場合に教示対象ハザードとした.

$$I_p = \frac{I_A + I_B + \dots + I_F}{6} \quad (1)$$

また, ハザードに対して難易度を定義するために, 一般ドライバ 3 名の視線データを同様の手法で計測した. 一般ドライバ毎の各ハザードに対する知覚非知覚を 1 および 0 であらわしたものを A_G, A_H および A_I とする. 式 (2) のようにハザードごとの一般ドライバ全体での知覚割合 (A_p) を算出し, A_p が 0.5 以上であった場合には知覚しやすいハザードとしてレベル 1 と定義した. 反対に, A_p が I_p より小さい場合には見落としがちなハザードとしてレベル 2 と定義した.

$$A_p = \frac{A_G + A_H + A_I}{3} \quad (2)$$

教示対象ハザードおよびレベル定義の例を図 2 に示す. 右側の交差点ハザードは知覚人数が 0 人であるため教示対象とならない. 左側の交差点および歩行者については教示対象ハザードと定義される. さらに教示対象ハザードの中から, 一般ドライバが 3 名知覚した歩行者ハザードはレベル 1, 1 名も知覚していない交差点ハザードはレベル 2 と定義される.

2.3 リプレイ教示画面の実装

リプレイ教示画面ではドライバが先程運転していた際の視線情報を表示させる. その瞬間においてドライバが実際にどこを見ていたかを表示することにより, ドライバに対して教示の納得



図 3 実装したリプレイ教示画面

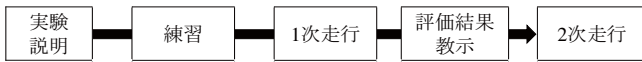


図 4 実験の流れ

感をもたせることができる他、同席しているオペレーターに対してもドライバが実際に見ていた場所を知らせることができる。

図 3 に非知覚ハザードのリプレイ教示画面の典型的場面を示す。図の緑色の十字がその瞬間における被験者の視線の振り返りを表す。知覚ハザードおよび非知覚ハザードについて矩形により教示を行う。図 3 のように知覚ハザードは緑色の矩形で表示され、非知覚ハザードは赤色の矩形で表示される。

2.4 おさらい画面の実装

エピソード記憶能力が低下した高齢者に効率的に情報を記憶させるためには、思い出すための手がかりを提供するのが有効である [5]。本システムではリプレイ教示画面の後におさらい画面を表示する。

おさらい画面には点数および苦手ハザードの教示が行われる。点数は、シナリオ上でどの程度ハザードを確認できたかを表しており、式 (3) および式 (4) により点数化される。式 (3) に示す P_n はその被験者のハザード番号 n における得点を表している。もともとのハザードの知覚非知覚を H_n により 0 から 1 で表し、それに対して難易度係数 α をかけ合わせる。続いて、そのシナリオにあったすべてのハザードの合計点 (P_n) を、満点で割ったものを得点 S として画面に表示する。

$$P_n = \alpha_n \cdot H_n \{0, 1\} \quad (3)$$

$$S = 100 \sum_{k=1}^M \frac{P_k}{\alpha_k} \quad (4)$$

苦手ハザードとして、最も得点率の低かった類型 2 つに対して再び表示する。

3 高齢ドライバに対する非知覚ハザード教示効果評価検証

高齢ドライバに対して本システムを用い、一定の教示効果が得られるかどうかを検証する。提案する種々の教示の中でどの教示が最も効果的であるかがわかれば、高齢ドライバの運転能力向上に寄与しやすいシステムが構築可能になると考えられるため、おさらい画面の有無や教示方法の違いにより複数パターンのシミュレータを作成し、教示効果の差について検証する。

3.1 実験プロトコル

高齢者 28 名 (69 ± 4.2 歳 男性 8 名 女性 20 名) に対して計測を実施する。実験の流れを図 4 に示す。ドライバは練習走行を行った後、2 つの評価コースを走行する。それぞれの走行後に、走行時に取得された視線情報をもとに教示を行う。各画面ではオペレーターによる口頭での補足説明が行われる。教示を行っていない状態で走行する 1 次走行と教示を一度行ってから走行する 2 次走行で得点が向上するか確認する。運転中にどこを注視しているかを示すドライバの注視行動に着目する。ドライバの視線情報を用いた評価として、Fixation Map を用いて対象物の注視評価を行う。有限の標本点から全体の分布を推定する 2 次元カーネル密度推定を用いて注視点分布を作成する。

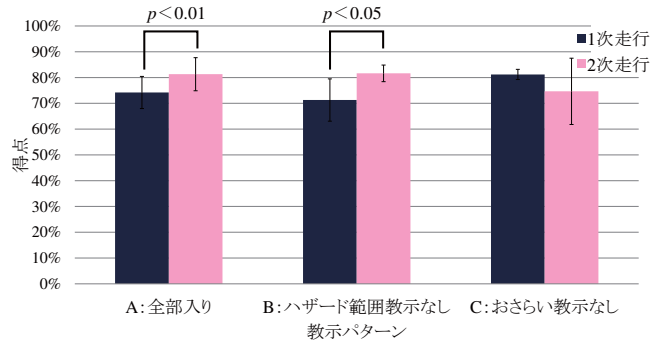


図 5 2 走行の得点推移



図 6 1 次走行 Fixation Map

図 7 2 次走行 Fixation Map

3.2 結果

図 5 に 2 走行の各群の得点推移を示す。図の縦棒は被験者間のばらつきを表す標準偏差を表示している。それぞれの群で 1 次走行と 2 次走行の間で t 検定を行ったところ、A の全部入り群と、B のハザード範囲教示なし群について有意差が見られた。一方で C のおさらい教示なし群については有意差が見られず、得点が低下する被験者も居た。以上の結果から、高齢者のハザード知覚能力向上にはおさらい教示が特に有効であることが示唆された。

次に、Fixation Map 解析の結果の例を図 6 および図 7 に示す。この被験者は全体の点数が 77 点から 84 点に向上しており、Fixation Map から特に交差点について左右確認ができるようになっていたことが伺えた。

4 おわりに

ドライバの事故を減らすための安全教育手法として、視線情報のリプレイ教示を導入したシミュレータの活用を提案した。まず、シミュレータ内で教示対象とするハザードを、計測した自動車教習所の指導員の視線情報を用いて定義した。また口頭による教示を補助するための「リプレイ教示画面」および「おさらい画面」を実装した。構築したシステムについて、高齢ドライバ 28 名に対して効果検証を行った。教示前後におけるハザード得点率を比較した結果、おさらい画面を提示した群に有意な得点向上が見られた。また、Fixation Map を解析した結果交差点における視線の広がりが見られたため、本システムの有効性が示された。

参考文献

- [1] 蓮花一己 他, 応用心理学研究, Vol.39, No.3, pp.182-196, 2014.
- [2] 多田昌裕 他, 交通工学論文集, Vol.2, pp.A75-A84, 2016.
- [3] 跡見健吾 他, 計測自動制御学会 LE シンポジウム 2017, 2017.
- [4] Saul Sternberg, Acta Psychologica, Vol.30, pp.276-315, 1969.
- [5] 増本康平 他, “エイジング心理学ハンドブック”, 北大路書房, pp.151-164, 2008.