

# 実映像型シミュレータ運転時の注視情報を用いたハザード知覚能力評価システムの構築

跡見 健吾 指導教員：小栗 宏次

## 1 はじめに

我が国の交通死亡事故は全体の約 5 割が高齢者で構成されており、高齢ドライバーによる事故を防ぐことが交通事故の減少に繋がると考えられる。平成 28 年の人的要因別死亡事故数では、年齢が上がるにつれて不注意による事故が増加している。以上より、高齢ドライバーの注意力を維持・向上させることが高齢ドライバーによる事故の低減につながると考えられる。

運転中の注意力を評価する方法の一つとして、ハザード知覚テストがある。ハザード知覚テストは映像中に映る様々な対象の中から交通事故発生に結びつく可能性のある対象・要因であるハザードを知覚できるか測るものである。ハザード知覚テストには、交通状況のイラストを見せ解答用紙に丸を付けるもの [1]、実写動画中のハザードが登場するタイミングでボタンを押すものなどが存在する。しかしながら、いずれの手法も運転操作が含まれておらず、実際の運転では知覚できない場合も考えられる。そこで、本研究ではドライビングシミュレータ (以下、DS と呼ぶ) を用いて、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する。

## 2 実映像型シミュレータを用いたハザード知覚評価

### 2.1 実映像型ドライビングシミュレータ

本研究では、実映像型 DS を用いて運転時の視線データからハザード知覚能力を評価する。図 1 に実映像型 DS を示す。DS は筐体、アクセル・ブレーキペダル、ハンドル、ディスプレイ、PC の 6 つから構成されている。アクセル・ブレーキペダルの制御、映像の再生、ハザード知覚能力の評価を行うアプリケーションを C# を用いて開発した。

本シミュレータでは、ドライバーによるアクセル、ブレーキペダルの操作から、式 (1) による车速計算を行い、式 (2) により、動画のフレームレート (再生速度) を変更させて表示することで、アクセルを踏んだときは加速、ブレーキを踏んだときは減速といった车速の調節を行っている。

$$v_t = \rho v_{t-1} + \alpha A_t - \beta B_t \quad (1)$$

$$f_t = (v_t/c_t) f_0 \quad (2)$$

式 (1) において、 $v_t$  [km/h] は、時刻  $t$  におけるシミュレータの车速、 $A_t$  % は時刻  $t$  におけるアクセルペダルの踏み量、 $B_t$  % はブレーキペダルの踏み量を示す。 $\alpha$  および  $\beta$  はアクセルとブレーキの加減速を調整するパラメータである。また、 $\rho$  はアクセル、ブレーキペダルを踏んでいない状態における抵抗を表すパラメータである。式 (2) において、 $f_t$  [fps] は時刻  $t$  における動画の再生フレームレート、 $c_t$  は撮影時における撮影車両の速度、 $f_0$  [fps] は動画撮影時のフレームレートである。

### 2.2 ハザード知覚能力の評価手法

本シミュレータでは、運転中の注視情報を用いてハザード知覚能力を動的に評価する。図 2 のように評価用コースの走行開始から終了までの間にハザード出現区間を複数設定し、各出現区間内において採対象の領域内に視線が存在するかどうかで評価を行う。

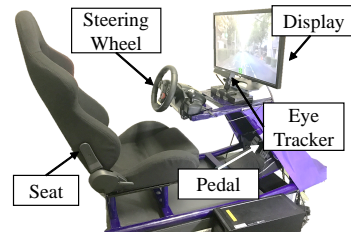


図 1: 実映像型ドライビングシミュレータ

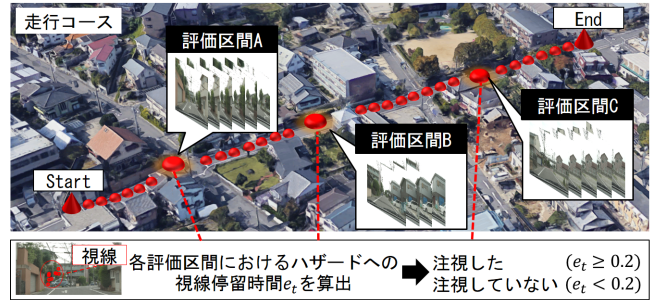
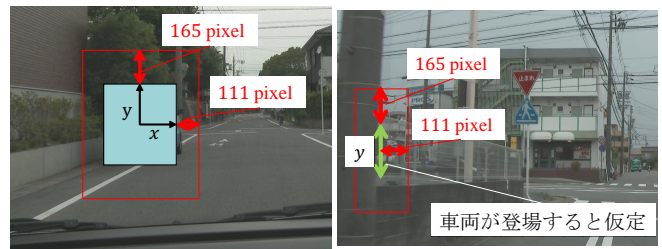


図 2: 評価区間の設定



(a) 対象物あり

(b) 対象物なし

図 3: 採対象の領域設定

採対象の領域 (以下、検出範囲と呼ぶ) は歩行者や駐停車車両のような対象物が存在する場合と交差点や丁字路のような対象物が存在しない場合の 2 つに分けて設定する。対象物が存在する場合は図 3(a) のように対象物の大きさに合わせて横方向に  $x$  [pixel]、縦方向に  $y$  [pixel] の矩形を設定する。また対象物が存在しない場合は図 3(b) のように走行車線と交差する道路が視認できなくなる境界を注視対象とし、車両が登場すると仮定して縦幅  $y$  [pixel] の境界線を設定する。それぞれの注視対象の範囲に対し、視線計測器のばらつきを考慮し、上下 165 pixel、左右 111 pixel のマージンを加えたものが検出範囲となる。本 DS では、この採対象の領域を各評価区間の画像毎に設定する。多田らの研究 [2] を基に、評価区間において検出範囲に対する視線停留時間  $e_t$  が 0.2 s 以上の場合に「注視した」と判断する。

### 2.3 評価用コースの撮影・評価区間の抽出

本シミュレータでは路上で走行映像を撮影し、評価用コースとして使用する。図 4 のように撮影車両のフロントガラス内側にカメラを設置し、車両走行時の正面映像を撮影した。撮影した動画から 2 本のコース (C1, C2) を作成した。C1 は 48 s, C2



図 4: 撮影車両に設置したカメラの様子

は 58 s の動画である。

学生 14 名の意見を基に, C1, C2 から評価箇所, 評価区間の設定を行った。C1 からは 23 個, C2 からは 21 個の評価箇所を抽出した。抽出した評価箇所に対し, 検出範囲を設定した。

#### 2.4 評価結果の教示

本研究では, 評価結果を教示し, 高齢ドライバーがハザードに関する知識を得ることを訓練とする。そこで, 評価結果を教示するための助言インタフェースを作成した。C1, C2 の評価箇所を走行車両, 駐車車両, 交差点, 歩行者, 駐車場の 5 種類に分類し, 各種ハザードの総数中いくつ注視できたかを教示する。加えて, 注視できなかった箇所については評価区間内の視線情報を提供する。また, 注視できなかった箇所とそれに対する助言をコメントとして記載した。

### 3 高齢ドライバー訓練効果検証実験

実映像型 DS 運転時の視線情報を用いてハザード知覚能力を評価し訓練効果の検証を行った。中部日本自動車学校協力の下, 高齢者講習受講者を対象に実験を行った。被験者は 9 名 (78.4 ± 3.2 歳) であった。DS 運転時の視線情報, ペダル情報を取得した。視線情報は EyeTracking 社製 FX3 を使用し取得した。

まず, 実験説明と練習走行の後に評価用コースの 1 次走行を行った。1 次走行について評価結果を教示した後, 2 次走行を行った。1 次走行では C1, C2 いずれかのコースを走行し, 2 次走行では 1 次走行で使用しなかったコースを走行した。

本実験では評価結果教示前の 1 次走行と教示後の 2 次走行を比較する。C1 と C2 ではハザードの数異なるため各種ハザードにおける得点率を算出した。得点率  $h$  は式 (3) を用いて表される。

$$h = \frac{c}{d} \times 100 \quad (3)$$

式 (3) において,  $c$  は被験者毎の各種ハザードの合計得点である。  $d$  はコースごとの各種ハザードの数である。各種ハザードについて被験者ごとの 1 次走行と 2 次走行の得点率を図 5~9 に示す。横軸が被験者, 縦軸が得点率を表している。白色が 1 次走行, 黒色が 2 次走行のグラフである。交差点・丁字路と歩行者・自転車において半数以上の得点率向上を確認した。被験者ごとに, コースの走行順がランダムであることから, 得点率の向上はコースによるものではなく, 被験者の能力向上によるものと考えられる。

加えて, 得点率以外の指標についても評価を行った。コース走行全体の平均速度を図 10 に示す。こちらは縦軸が平均速度を表している。1 次走行に比べ 2 次走行では平均速度が減少した。教示では減速について言及しておらず, 被験者の意思によりハ

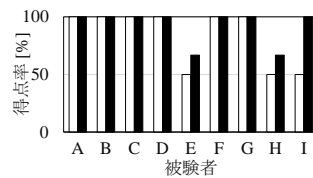


図 5: 得点率: 走行車両

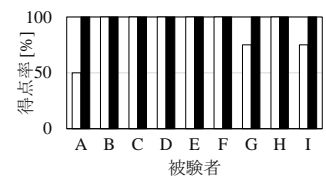


図 6: 得点率: 駐車車両

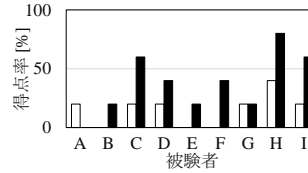


図 7: 得点率: 交差点

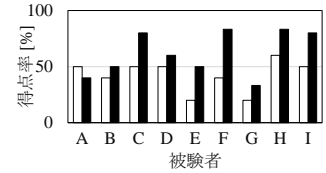


図 8: 得点率: 歩行者

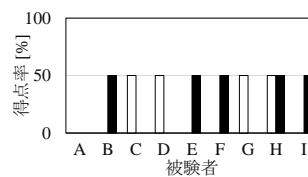


図 9: 得点率: 駐車場

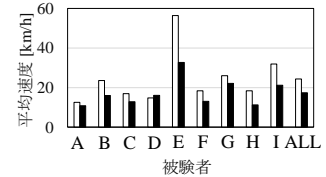


図 10: 平均速度

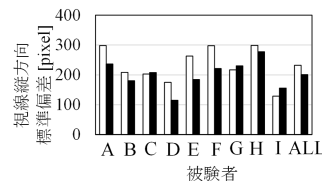


図 11: 視線横方向標準偏差

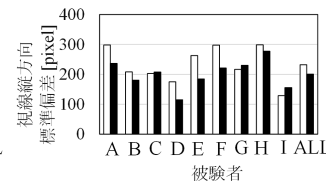


図 12: 視線縦方向標準偏差

ザードを確認するために減速行動をとったものと考えられる。

コース走行全体の視線横方向, 縦方向の標準偏差を図 11, 12 に示す。こちらは縦軸が標準偏差値を表している。横方向では標準偏差の上昇が見られたことから横方向を広く見るようになったと考えられる。しかしながら縦方向は標準偏差の減少が見られた。これは, バックミラーや信号機といった上方向に存在する物体が少ないことが原因であると考えられる。

#### 4 おわりに

高齢者の運転時ハザード知覚能力を評価・訓練するために, 本研究では実映像型 DS を使用し, DS 運転時の視線情報を用いた動的評価手法を提案した。高齢者に対し訓練効果検証を行った結果, 交差点・丁字路や歩行者・自転車において評価結果教示後の走行において得点率が向上した。加えて, 平均速度の減少や横方向の注視範囲拡大が見られた。以上より, 本手法を用いた運転時ハザード知覚能力評価・訓練の有効性を示した。

#### 参考文献

- [1] 蓮花 他, 応用心理学研究, Vol.39, No.3, pp.182-196, 2014.
- [2] 多田 他, 交通工学論文集, Vol.2, pp.A75-A84, 2016.