

## 歩行者の注視点解析に基づく external Human Machine Interface の信頼感評価

岩本 侑哉 指導教員：小栗 宏次

## 1 はじめに

Society of Automotive Engineers の定義する運転自動化レベル 3 以上ではドライバーは読書や会議参加などのセカンドタスクを行うことができるが、そのような状況では交通参加者は不安を感じる事が示されている [1]。ドライバーの代替として図 1 右下のような external Human-Machine Interface (eHMI) が提案されているが、どのような eHMI が適切に信頼感を得ることができるか評価する方法は定まっていない。本研究では歩行者の注視点情報による eHMI の客観的かつ連続的な評価を目指す。

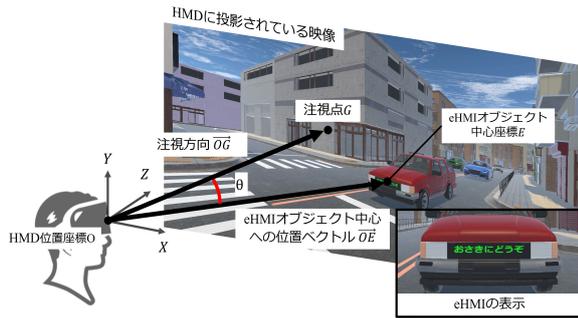


図 1: 3次元空間における HMD と各ベクトルの位置関係

## 2 eHMI の注視方向による評価指標

信号のない横断歩道において車両と歩行者の観察を行った結果、歩行者は車両の意図が分からず信頼度が低い時に車両をより注視する傾向にあった。そこで、eHMI を見ている時間が長いほど eHMI の信頼度が低いという仮説のもと指標を提案する。ここでは中心視野に eHMI が含まれているときに eHMI を注視しているとする。eHMI を注視しているときを 1、注視していないときを 0 とし判定式を書くと、式 (1) のようになる。

$$f(\theta(t)) = \begin{cases} 1 & (\theta \leq \theta_\lambda) \\ 0 & (\theta > \theta_\lambda) \end{cases} \quad (1)$$

$\theta(t)$  は図 1 に示すようにある時刻  $t$  における HMD の位置座標  $O$  からの注視方向  $\vec{OG}$  と eHMI オブジェクトの中心座標  $E$  と  $O$  を結ぶ  $\vec{OE}$  のなす角である。また、 $\theta_\lambda$  は eHMI を注視しているか判定するしきい値である。

$t_{find}$  は自動運転車両が歩行者を認識する時刻（停止線の約 20m 手前を自動運転車両が通過する時刻）、 $t_{cross}$  は被験者が横断を開始した時刻として、時刻  $t_{find}$  から  $t_{cross}$  の間に被験者がどれだけ eHMI を注視したかを計算すると、式 (2) のようになる。

$$S = \int_{t_{find}}^{t_{cross}} f(\theta(t)) dt \quad (2)$$

$t_{find}$  は試行ごとに一定であるが、 $t_{cross}$  の時刻は被験者が横断する判断をためらうほど遅くなるので  $t_{find}$  から  $t_{cross}$  の時間は長くなる。各試行の時刻  $t_{find}$  から  $t_{cross}$  において eHMI を表示しなかった試行における車両前方の中心を注視していた時間  $S_0$  によって各 eHMI を注視していた時間  $S$  を除算することで各被験者ごとの横断判断の遅延による影響を減らし比較を行うようにする。除算  $S/S_0$  を行った結果を注視スコアと呼ぶ。

## 3 検証実験

提案手法の有効性を示すため、条件統制の容易な VR を用いた仮想環境における実験を行った。被験者には交通整理の行われていない片側 1 車線道路の横断歩道を安全だと感じたタイミングで横断するよう指示を行い、試行中の被験者の注視方向の計測を行った。また、各試行ごとに表 1 に示す指標を基に自動運転車両に対する被験者の主観評価を行った。試行は 1 セットにつき 4 回で 3 セット行い、各セットおよび試行ごとに表 2 のように eHMI の表示タイミングと表示内容を変更した。

表 1: 主観評価の指標

評価値	eHMI の評価
1	横断判断を妨げている
2	分かりにくく横断判断をためらった
3	表示なしと変わらない
4	副次的要素として横断判断をした
5	主要要素として横断判断をした

表 2: 各試行ごとの実験設定

eHMI 表示 タイミング	表示内容 (下図の番号と対応)			
	試行 1	試行 2	試行 3	試行 4
減速開始時	I	II	III	IV
減速開始時	III	IV	I	II
停止時	I	II	III	IV



実験の結果、eHMI の表示タイミングが自動運転車両の減速開始時の場合、被験者が余裕をもって横断判断を行う際には主観評価値と注視スコアに相関は見られなかった。一方で eHMI の表示タイミングが自動運転車両の停止時の場合、被験者が迅速な判断を求められる際には主観評価と注視スコアに負の相関が見られた。素早い判断を行う必要がある場合には、信頼度が高いほど eHMI を注視している時間が短いことが示唆された。

## 4 まとめ

本研究では注視点情報を用いた客観的かつ連続的な eHMI の評価指標の提案を行った。実験より迅速な判断を行う必要がある場合には eHMI を注視している時間が短いほど信頼度が高いことが示唆された。今後の課題としてより多くの被験者による提案指標の精度評価や今回提案した指標によるより多くの種類の eHMI の評価などが挙げられる。

## 参考文献

- [1] Hensch et al. Transactions on Transport Sciences Volume 10 Issue 2 p23 (2019).