

運転手視線予測用動的顕著性マップに基づいた  
対称物体誘目性定量評価法の検証

Validation of Quantification Method for Visual Attention of Target Objects  
based on Dynamic Saliency Maps for Predicting Driver's Gazing Points

稲川 巧巳<sup>†</sup> 水野 倫太郎<sup>†</sup> 中田 洋平<sup>†</sup>  
Takumi Inagawa Rintaro Mizuno Yohei Nakada

### 1. はじめに

自動車事故を減らす為に、様々な運転支援技術の開発・導入が行われている。そのような運転支援技術の一つに、フロントガラスに警告を表示することで危険物に注意を向けさせる技術がある。その発展に貢献することを最終的な目標として、著者らのグループでは、運転手視点予測用の動的顕著性マップ構築法の研究[1][2]や、多様な運転状況を 3DCG により再現できる車載カメラ動画画像シミュレータ[3]の試作を行ってきた。そして、著者らはそれらを活用し歩行者や対向車など、対象物体に対する運転手の目の行きやすさを定量評価する手法[4]の研究も実施してきている。しかし、これまでの検証では、自動車が直進し、単一の人物が飛び出してくる場面でのみ定量評価を行っていた。そこで、本稿では、本定量評価法の更なる検証のため、上記シミュレータ[3]を用いて、複数の対象物体が存在する運転状況における車載カメラ動画を再現し、再現された車載カメラ動画画像により検証実験を行う。

### 2. 誘目性定量評価法

本稿にて検証する誘目性定量法[4]では、適切な手段で算出し正規化された顕著性マップを、運転手の誘目性を示す 2 次元確率分布と見做している。評価したい領域を  $D$  とした時、その領域  $D$  の確率値は、2 次元確率分布  $p(x, y)$  に関する以下のような積分式で示される。

$$P(D) = \iint_D p(x, y) dx dy \quad (1)$$

ここで、自然数  $i$  と  $j$  は各々水平と垂直方向の画素番号、 $N$  と  $M$  は水平と垂直方向の画素数とする。正規化後の顕著性マップの画素値  $p_{ij} \in [0, 1]$  と対象物体の領域  $D$  を指定する画素値  $m_{ij} \in \{0, 1\}$  が与えられれば、確率値  $P(D)$  は次式のように近似できる。

$$P(D) \approx \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M p_{ij} m_{ij} \quad (2)$$

すなわち、本稿で検証する定量評価法は、算出された顕著性マップを正規化し、対象物体の領域を指定するマスク画像を組み合わせて、確率値を対象物体への誘目性定量評価値として算出している。

なお、顕著性マップの算出には、前述した動的顕著性マップ構築法[1][2]を用いている。この方法は、確率統計的な枠組みを用いて動的顕著性マップを算出しており、顕著性マップを運転手の誘目性を示す確率分布と見做す、本誘目性定量評価法[4]における仮定に、即したものとなっている。



図 1 用いている人物モデル

### 3. 複数の人物モデルが映る運転状況での検証実験

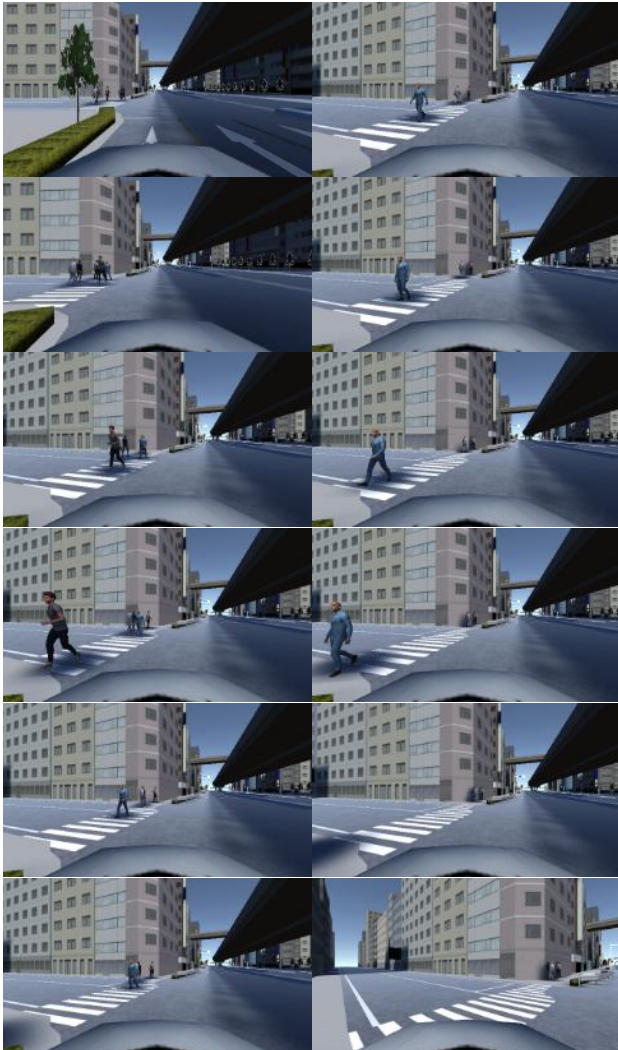
本検証実験では、文献[4]と同様に車載カメラ動画画像シミュレータ[3]を用いて再現した車載カメラ動画画像に対して、誘目性定量評価法[4]を適用する。ただし、本検証実験では、文献[4]に示す実験とは異なり、単数ではなく複数の人物モデルが映る車載カメラ動画を再現し、各モデルの評価値を算出することで本定量評価法の検証を行う。なお、文献[3]にも示される通り、本シミュレータは、Unity [5]を用いて作成されている。また、株式会社ゼンリンが公開している都市モデル [6]や、RenderPeople [7]の人物モデル、アニメーションを使用することで、リアルな車載カメラ動画を再現することを可能としている。

より具体的に述べれば、この車載カメラ動画画像では、図 1 に示される複数の人物モデルが登場する。ここでの全てのモデルは、自車から見て左側の歩道、あるいは、横断歩道の上を移動している。モデル III とモデル V は手前方向に、他のモデルは奥方向へと進行している。また、自車は交差点に差し掛かり左折しようとしたときに、横断歩道を渡る複数の人物モデルに遭遇する。そして、人物モデルが横断歩道を渡るのを待たため、自車は停止し、その後左折を再開するような動きをするものとなっている。図 2 は、このような運転手視点動画画像での 20 フレーム毎の画像を示している。

図 3 は、誘目性定量評価法[4]で得られた各人物モデルに対する誘目性定量評価値の推移を表している。この図を見ると、全体を通して動的顕著性マップ構築法[1][2]で用いられているセンターバイアス処理の影響から、どの人物モデルも、おおそ画面中心部の近さに連動したような定量評価値となっている。例えば、220 フレーム辺りでは、最も画面中心部に近かったモデル III の評価値が最も高くなる。そして、モデル III はその後中心部から離れていく動きをするため、その評価値が徐々に減少している傾向が確認できる。逆方向に進行しているモデル I は、停車時の 220 フレームには画面中央左におり、途中、モデル III に遮蔽される 260 フレーム辺り以外では、画面中心付近に近づくにつれて評価値が高くなっていく傾向が見て取れる。

また、モデル I とモデル II はモデル III によって 260 フレーム辺りに遮蔽され、モデル II はモデル I によって 320 フ

<sup>†</sup> 明治大学大学院 先端数理科学研究科  
Graduate School of Advanced Mathematical Sciences, Meiji University



180 から 280 フレーム      300 から 400 フレーム  
 図 2 対象とする車載カメラ動画像 (20 フレーム毎)

フレーム辺りで再度遮蔽されている。これらの遮蔽による評価値の変化から、画面上に写る面積の大きさの評価値への影響が見て取れる。

そして、モデル IV は、画面奥に向かって歩いており、260 フレーム辺りで画面中心付近に至り、320 フレーム辺りで完全に画面中心に到達し、それ以降、380 フレーム辺りまでその画面上の位置はほとんど変化しない。ただし、奥に向かって歩いているため、少しずつ画面上の面積は小さくなっていく。そのため、その評価値は、260 フレーム辺りから 320 フレーム辺りまで横ばいの傾向が続き、その後、徐々に減少していく傾向が見える。

逆方向へと進んでいるモデル V は、走っている人物モデルであり、その評価値が最もピークに達するのが速いことが見て取れる。しかし、全般的に画像中心付近から離れた場所に位置するため、評価値が全体的に低くなってしまっていることも確認できる。また、このモデル V は 220 フレーム辺りでは、300 フレーム辺りのモデル III とほぼ同様の位置に写っている。そこで、各々のフレーム付近での両モデルの評価値を比較すると、モデル V の評価値は 220 フレーム目の少し後にピークを取っており、モデル V の 220 フレーム

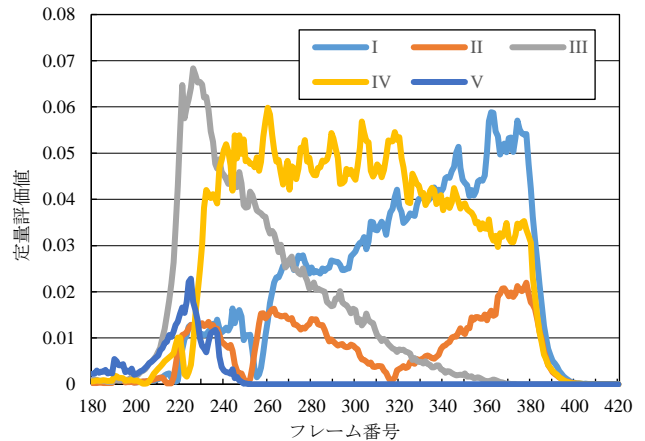


図 3 誘目性定量評価値の推移

ム辺りの評価値の方が、300 フレーム辺りのモデル III の評価値よりも、大きい値を取っていることが分かる。この点から、移動速度も評価値に反映されていると考えられる。

以上のことから、複数の人物モデルが映る車載カメラ動画画像においても、対象物体の写る面積の大小や移動速度、視覚的特性であるセンターバイアスを踏まえ、妥当と言える結果を示している。

#### 4. まとめと今後の課題

本稿では、車載カメラ動画画像シミュレータ[3]を用いて、複数の対象物体が存在する車載カメラ動画画像を再現し、誘目性定量評価法[4]に対する検証実験を実施した。その結果、複数の対象物体がいる車載カメラ動画画像においても、本定量評価法の妥当性が確認された。現在は、同定量評価法で得られた評価値が、実際の目の行きやすさに対応しているかを検証するべく、アイマークカメラを用いた計測実験を進めている。また、今後は、人物モデルのみの運転状況ではなく移動する他車やバイクなども存在する場合においても検証を行う必要があると考えている。

#### 参考文献

- [1] S. Nakazawa, S. Ushijima, and Y. Nakada, "An EM Algorithm based Method for Constructing Dynamic Saliency Maps considering Characteristics while Driving", Proc. of the 10th International Symposium on Information and Communication Technology, pp. 314-321 (2019).
- [2] S. Nakazawa and Y. Nakada, "Improvement of Mixture-of-Experts-Type Model to Construct Dynamic Saliency Maps for Predicting Drivers' Attention", Proc. of 2020 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence, pp. 2008-2015 (2020).
- [3] R. Mizuno, S. Nakazawa, and Y. Nakada, "Simulator of Vehicle-mounted Camera Video to Verify Dynamic Saliency Maps for Predicting Drivers' Gaze Points", Proc. of the 2020 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence, pp. 1-6 (2021).
- [4] 稲川 巧巳, 水野 倫太郎, 中田 洋平, "運転手視線予測用動的顕著性マップを用いた対称物体に対する誘目性の定量評価法の検討", 第 20 回情報科学技術フォーラム (2021).
- [5] Unity Technologies, Unity: <https://unity.com/ja>
- [6] 株式会社ゼンリン, Unity 向け 3D 都市モデルデータ : ZENRIN City Asset Series, <https://www.zenrin.co.jp/contents/product/service/3d/asset/index.html>
- [7] Renderpeople, レンダリング用 3D 人体モデル, <https://renderpeople.com/jp/>