

無人自動運転車における複数歩行者に向けた視線制御

錢寅飛 吳在強 桂新月 戸田光紀 張家銘 五十嵐健夫

1 視線を提示できる車の「目」

- 自動運転車は人が運転する車と違い、周囲の人とのコミュニケーション(運転手へのアイコンタクト等)が取れず、歩行者を初めとした道路利用者がその意図を推測しづらいという課題がある。歩行者に視線やアイコンタクトで意図を伝える「目」が提案され(図1)，合理的かつ自動的に歩行者を見ることが重要な課題となっている。
- 複数の歩行者が車に接近している場合、どのように視線を制御すればよいかは自明ではない。本研究では、複数歩行者に対応した視線制御アルゴリズムを開発した。

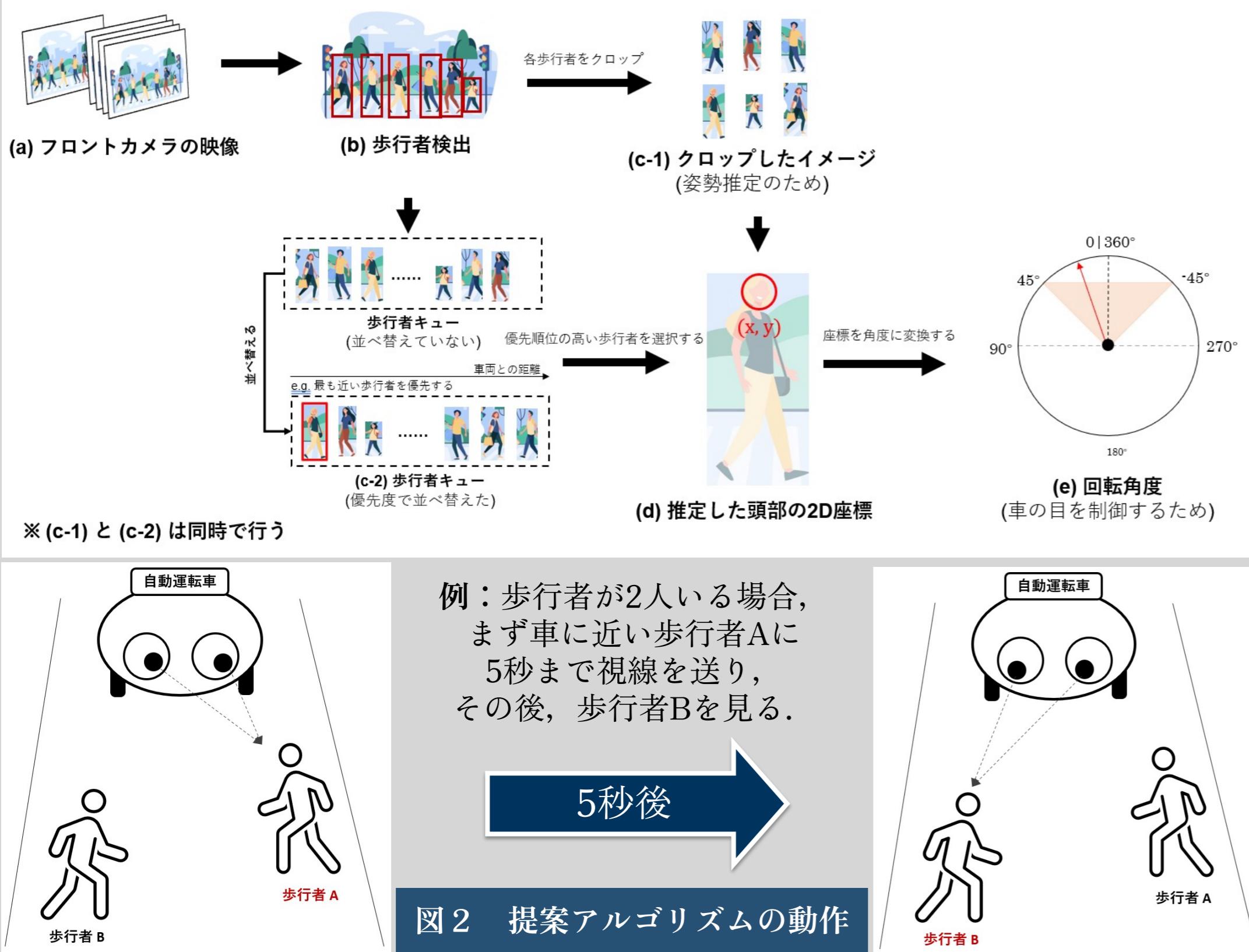


図1 「目が付いている車」

2 視線制御アルゴリズムの構成

図2に示すように、歩行者検出と視線制御で構成される。

- カメラから取得した映像に、物体検出アルゴリズムのYolov4-Tiny[1]を利用し歩行者を検出。
- 各歩行者から車両までの距離を推定し、その順に視線を向ける。
- 対象歩行者の座標を線形写像で回転角度に変換し、「目」を制御する。



3 視線制御アルゴリズムの動作

具体的には、以下のルールを設けている。

- 車に最も近い歩行者を優先して、一度に5秒まで視線を送る。
 - 車に向かって歩いている歩行者、移動速度の速い歩行者、車に向かって手を振っている歩行者を優先的に見る。
- ※MediaPipe[2]を用いて歩行者の姿勢を推定することで、手振りや向きなどを検出。



図3 姿勢推定で手振りを検出

4 視線制御アルゴリズム搭載の実車プロトタイプ

- 機械式の「目」一対を作製し、本実験車両に搭載した。
- 各眼球は2つのサーボモーターで駆動され、縦横各軸の最大回転角度は45度である。



主な貢献

- 車の目の視線制御アルゴリズムを開発することで、複数の歩行者が車に接近している場合、視線移動の効果について研究した。
- よりリアルタイムに近い動作をさせるために、アルゴリズムの最適化を行い、GPU上での並列処理を可能にした。



既存の制限

- 遅延は平均800ms程度
- 低照度の場合は不安定
- 6人以上の場合は遅延が上昇
- 歩行者が重なっている場合は検知が不安定になりやすい

5 今後の課題

- 頂いた多くのフィードバックを参考に開発を継続し、システムの性能を向上させていく予定
- 実際の自動運転における認識エンジンと結合する
- 歩道や屋内で走行する小型無人搬送車両における適用
- 定量的・定性的なユーザー調査を行い、本システムの有効性を分析することで、自動運転車と歩行者のコミュニケーション分野へ貢献していきたい

本研究室「目のある車」プロジェクト代表的な研究成果：

- X. Gui, K. Toda, S.H. Seo, C.M. Chang and T. Igarashi, 2022, "I am going this way": Gazing Eyes on Self-Driving Car Show Multiple Moving Directions. AutomotiveUI 2022. (自動運転車からの視線提示による詳細な進行方向提示)
- C.M. Chang, K. Toda, X. Gui, S.H. Seo and T. Igarashi, 2022, Can Eyes on a Car Reduce Traffic Accidents?. AutomotiveUI 2022. (自動運転車からの視線提示による交通事故の低減)

参考文献：

- [1] Zicong Jiang, Liquan Zhao, Shuaiyang Li and Yanfei jia. 2020. Real-time object detection based on improved YOLOv4-tiny DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2011.04244>
- [2] Camillo.L, Jiuqiang.T, Hadon.N, Chris.M, Esha.U, Michael.H, Fan.Z, Chuo.L.C, Ming.G.Y, Juhyun.L, Wan-The Chang, We.H, Manfre.G, Matthias.G. 2019. MediaPipe: A Framework for Building Perception Pipelines DOI: arxiv.org/abs/1906.08172

謝辞 本研究はJST CREST JPMJCR17A1の支援を受けたものである。また、車両は株式会社ティアフォーから提供されたものである。加えて、「目」のハードウェア開発を株式会社カラクリプロダクツに委託した。