



手動・自動運転車が混在する交通環境における 車－歩行者間コミュニケーション

新田玲士¹⁾, 神原誠之²⁾

1) 甲南大学 知能情報学部 (〒 658-8501 兵庫県神戸市東灘区岡本 8-9-1, s2271010@s.konan-u.ac.jp)

2) 甲南大学 知能情報学部 (〒 658-8501 兵庫県神戸市東灘区岡本 8-9-1, kanbara@konan-u.ac.jp)

概要: 近年、自動走行車両では、車と歩行者間のコミュニケーションに新たなアプローチが様々提案されているが、従来のように車(運転者)と歩行者間のコミュニケーションとはアプローチが大きく異なる。そのため、手動運転車と自動運転車が混在する交通環境では、歩行者はその車が手動走行なのか、自動走行なのかを判断する必要がある、円滑な意思疎通が困難となる。本研究では、手動・自動走行に関わらず、歩行者が車(運転者)と円滑に意思疎通が可能なコミュニケーション手法を提案する。具体的には、運転席の人物の位置に CG で生成した人物像を重畳表示可能なシステムを開発し、手動走行時には歩行者は直接運転者と、自動走行時は人物の上に重畳表示された CG の人物とコミュニケーションを行う。本手法により、運転モードにかかわらず直感的な歩行者とのコミュニケーションが可能となる。

キーワード: 自動走行車、車－歩行者間コミュニケーション、手動・自動運転車混在

1. はじめに

近年、自動運転技術の急速な進展により、完全自動走行に近い機能を備えた車両が実用化されつつあり、社会全体としても自動運転車の導入が現実味を帯びてきている。その一方で、すべての車両が一斉に自動運転へ移行するわけではなく、当面の間は手動運転車と自動運転車が混在する「移行期」の交通環境が続くことが予想される。このような混在環境においては、従来の交通行動において自然に行われていた「人と人とのコミュニケーション」が大きく変容する可能性がある。従来の手動運転環境においては、運転者と歩行者の間でアイコンタクトやジェスチャーといった非言語的なコミュニケーションが行われ、道路横断の意思疎通や道を譲る行為が自然に成立していた。しかし、自動運転車では運転者が操作に関与しないため、歩行者が自動車の意図を判断することが困難になるという課題がある。

2. 先行研究

先行研究では、車両前面に「目」のような表示を設け、視線の方向で歩行者への注意を示すことで安心感を与える手法 [1] や、LED やディスプレイによって「横断してもよい」などの明示的なメッセージを表示する方法がある [3]。また、プロジェクタを用いて道路上に仮想の横断歩道や矢印を投影し、車両の意図を空間的に伝達する試みもある [2]。しかし、これらの手法はいずれも、運転モード(手動か自動か)を明示しないまま歩行者に情報を提示するため、移行期における手動・自動運転の混在する環境において歩行者は「どこを見ればよいのか」という判断が困難になり、混乱を招く可能性がある。実際、運転者が同乗していても操作には関与していない場合、歩行者は「この人物に注目すべきか、それとも車両の表示を見るべきか」と迷う状況が想定される。

本研究では、手動運転車と自動運転車が混在する中で、運転モードに関わらず歩行者が従来のように直感的に車(運転者)とコミュニケーションを行うことが可能になることを目指す。

3. 手法

本研究では、自動運転車と手動運転車が混在する環境において、歩行者が車両の意図を直感的に把握できる新たな視覚的インターフェースの手法を詳述する。車両の運転席に CG で生成された CG 人物を表示し、運転者が運転に関与していない場合でも、歩行者に対して「車内にいる運転者がこちらを見ている」という感覚を与え、安心感と行動判断の支援を図る。

CG 人物の表示には、車両の天井部分を前方に延長した部位に下向きのディスプレイを設置し、ハーフミラーとして利用するフロントガラスに映像を反射させる。これにより、運転席位置に CG 人物が浮かび上がるように見える反射型構造を実現する。運転者側からは CG の映像が視界を妨げることなく透過的に見える一方、外部から見ると運転者に CG 人物を重ねて視認することができる。

図 1:a は手動運転モード時の様子を示している。この場合、CG 人物の表示は行われず、実際の運転者が歩行者に対して視線やジェスチャーを送ることで、従来の対人コミュニケーションによる意思疎通がなされる。

一方、図 1:b は、自動運転モード時における実際の運転者の行動を反映しない CG 人物の表示構造と、歩行者とのインタラクションの様子を示す。歩行者はフロントガラスに反射するディスプレイ映像を見ることで CG 人物が「運転者がこちらを見ている」と認識しやすく、安心して横断の判断を行うことが可能となる。

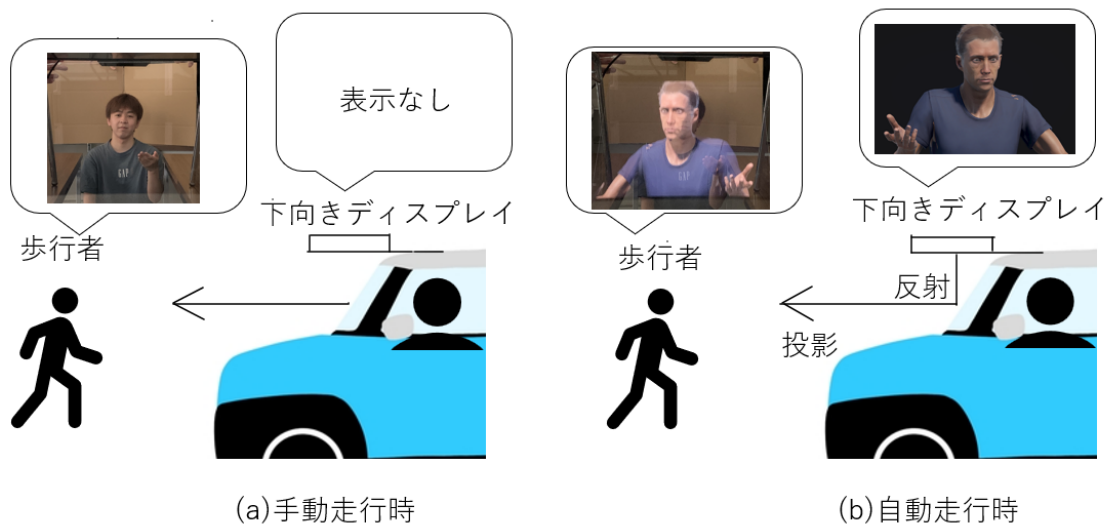


図 1: 車（運転者）と歩行者のインタラクションの図

これにより、CG 表示と運転モードの整合性が保たれ、歩行者が「誰を見ればよいか」で混乱しないよう配慮されている。CG 人物は、車両前方に歩行者を検知すると、手動走行時の運転者と同様に視線を向ける、軽くうなずく、手を振るといった非言語的な動作を行い、「認識している」「譲る意思がある」といった意図を明示する。これにより、歩行者が横断可能かどうかを直感的に判断できる状況を作り出すことが期待される。さらに、本手法では運転モードとの整合性にも配慮しており、CG 人物は自動運転モード時のみに表示される設計とすることで、手動運転時には実際の運転者を視認対象とし、自動運転時には CG 人物が代替するという形で、運転モードに応じた一貫した視線誘導と情報提示が可能となる。

以上の手法により、車両が自動運転中かつ運転者が操作に関与していない状況であっても、歩行者は視覚的、直感的に「運転者がこちらを見てくれている」と感じられるようになり、安心して横断の判断ができる。

4. 予備実験

今回は、提案手法の基本的な視認性および表示効果を確認するため、アクリル板を使った簡易的なプロトタイプ環境を構築し、予備的な実験を行った。図 2 にアクリル板の反射によって歩行者から見える人物像の例を示す。人物の前方に斜めに立てかけたアクリル板と、その上部に設置された下向きの通常の液晶ディスプレイを用いることで、CG 人物像の反射表示を再現している。アクリル板を通して CG 人物像を映し出し、その自然さや視認性について確認した。部屋をやや暗くした状態で実施したが、表示された CG 人物は明瞭にアクリル板上に浮かび上がるように視認され、実際に運転席に人物が存在しているかのような印象を与えることが確認された。



図 2: アクリル板による人物重畳表示の例

5. まとめ

本研究では、手動・自動走行に関わらず、歩行者が車（運転者）と円滑に意思疎通が可能なコミュニケーション手法を提案した。具体的には、運転席の人物の位置に CG で生成した人物像を重畳表示可能なシステムを開発し、手動走行時には歩行者は直接運転者と、自動走行時には人物の上に重畳表示された CG の人物とコミュニケーションを行うことで、歩行者は手動・自動走行に関わらず同じアプローチで意思疎通が可能となる。自動走行時には、歩行者はフロントガラス上部に下向きに設置したディスプレイに CG で描画された人物を、ハーフミラーとして利用するフロントガラスに反射した映像を見ることで、歩行者からは CG の人物が運転席に実在しているかのように見える。本手法により、運転モードにかかわらず直感的な歩行者とのコミュニケーションが可能となることを示した。

今後の課題として、フロントガラスの湾曲により CG 人物の映像が歪む可能性があるため、表示の歪みを抑えるための補正技術や設置角度の最適化が必要となる。また、車両前方のどの位置にいる歩行者に対しても CG 人物が自然に視認されるよう、映像の見え方を調整する表示手法の検討が必要である。

謝辞 本研究の一部は、JSPS 科研費 JP24K02978、および、甲南デジタルツイン研究所の助成による。

参考文献

- [1] Praveen Singh, Chia-Ming Chang, and Takeo Igarashi: I See You: Eye Control Mechanisms for Robotic Eyes on an Autonomous Car, In Adjunct Proceedings of the 14th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications (AutomotiveUI '22), pp. 15–19, 2022.
- [2] Trung Thanh Nguyen, Kai Holländer, Marius Hoggenmueller, Callum Parker, and Martin Tomitsch: Designing for Projection-based Communication between Autonomous Vehicles and Pedestrians. In Proceedings of the 11th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications (AutomotiveUI '19), pp. 284–294, 2019.
- [3] Melanie Schmidt-Wolf and David Feil-Seifer: Vehicle-To-Pedestrian Communication Feedback Module: A Study on Increasing Legibility, Public Acceptance and Trust, In Cavallo, F. et al. (eds.): Social Robotics. International Conference on Social Robotics (ICSR 2022), Lecture Notes in Computer Science, vol. 13817, pp. 14–23, 2023.
- [4] 矢野 伸裕, 森 健二: 無信号横断歩道における歩行者-運転者間コミュニケーション, -運転者の譲り合図が歩行者の横断判断に及ぼす効果-, Vol. 33, No. 1, pp. 13-27, 2017.