

# 目の付与による自動運転車-歩行者間のコミュニケーション手法の提案

戸田 光紀\* 張 家銘\* 坂本 大介† 五十嵐 健夫\* 宮田 正浩‡ 小林 保洋‡

**概要.** 自動運転に関する技術はここ数年で数多く開発され検証されてきたが、自動運転車と歩行者とのコミュニケーションに着目した研究は限られている。本研究では、ヘッドライト部に目を装着し、歩行者と車とのアイコンタクトによるコミュニケーションを確立する”Eyes on a Car”を提案する。システムは装着された目を歩行者へ向けることで、車が停車する意思を示す。また、歩行者の道路横断場面を想定した VR シミュレータを開発して提案手法の効果を検証するユーザスタディを実施した。この結果、本提案手法が歩行者の横断の正しい判断を早め、より歩行者の安心感が強いという結果が示された。

## 1 序論

自動運転技術の開発が進む中、歩行者と自動運転車のコミュニケーションは注目されつつある[2]。本研究では、信号や標識がない状況での車の接近時における、歩行者の道路横断に着目した。アイコンタクトは歩行者が運転手へ横断の意思を示す合図となる[4]が、人が運転をしない場合は成立しない。本研究では、自動運転車と歩行者のコミュニケーション用インタフェース”Eyes on a Car”を提案する。本提案手法の「目」は、歩行者への注意と停止の意思を伝達する。本提案手法を検証するため、VR シミュレータによるユーザスタディを実施した。なお、本研究は AutoUI '17 で採択済[3]である。

## 2 関連研究

横断可能を提示する手法として、Semcon 社のディスプレイ[4]、Mercedes-Benz 社のプロジェクト[6]、BMW 社のライト[1]などが挙げられる。いずれも日中での視認が難しく、特定の人や方向への情報提示はできない。落合らの Homunculus では運転手の目線に追従するロボット眼球が提案された[6]が、プロトタイプ開発と性能評価にとどまる点が本研究と異なる。疑似的な運転席を使ったユーザ評価[4]も行われている。本研究では実車より安価に開発でき、安全に実験可能な VR シミュレータで評価する。

## 3 提案手法

### 3.1 デザインスタディ

本研究では、自動車と歩行者とのアイコンタクトによるコミュニケーションを図り、歩行者への注意と停止の意思の伝達を目的とする(図 1)。停車する

時は歩行者を、通過する時は進行方向を注視することで、歩行者に注意を向けていることを提示する。

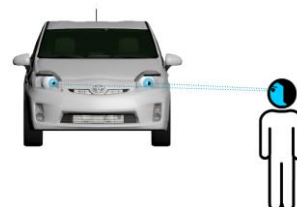


図 1. アイコンタクトによる車と人とのコミュニケーション

### 3.2 VR シミュレータの開発

開発には Unity と HTC Vive を用いた。

参加者は HMD を装着し、VR シミュレータ内で車の走行中の映像を見ながら HTC Vive 用コントローラーを使い横断を判断する(図 2)。

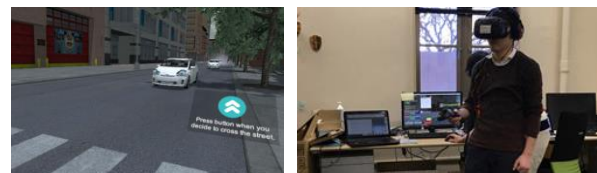


図 2. VR 実験の様子

全ての車は、3 秒ごとにユーザから 68m 右に離れた場所から、目の前の道路を最高 35km/h で走行する。

## 4 ユーザスタディ

参加者は 15 人(男性 7 人、女性 8 人、20~40 歳、平均 30.7 歳、s.d. 6.2 歳)で、VR 実験、アンケート、インタビューを記述順に実施した。

VR 実験では、参加者には安全に渡れると判断した時点で道路の横断を判断することをタスクに課した。実験では車が接近してからボタンを押すまでを判断時間、停車しない車で横断をした割合をエラー率として測定した。実験前に操作方法とタスクの説明を行い、各シナリオで練習を 1 回ずつ行わせた。シミュレータで出現する車は 2 タイプある(図 3)。

Copyright is held by the author(s).

\*東京大学, †北海道大学, ‡トヨタ自動車株式会社



図 3. 車のタイプ 1:目なし(左)とタイプ 2:目あり(右)

VR 実験では以下のシナリオを用意した (表 1).

条件	タイプ 1 (目:なし)	タイプ 2 (目:あり)	(目の動作)
シナリオ 1	停止 (不規則)	通過	全て前方を見つめる
シナリオ 2	通過	停止 (不規則)	[停止]前方を見つめる [通過]歩行者を注視

表 1. シミュレーション実験条件

また, VR 実験は 2 パートに分かれる (表 2).

	参加者への実験説明	共通項
パート 1	目の事前通告なし	シナリオ各 10 回
パート 2	目の存在を示唆	ランダムな順番で実施

表 2. シミュレーションの実施パート

## 5 結果

横断の判断時間は, 目のある場合, パート 1 で参加者の 66.6%, パート 2 で 86.6%が早くなった. 判断時間とエラー率の平均はパート 1 で目なし: (2.56 秒, 5%), 目あり: (2.49 秒, 5%), パート 2 で目なし: (2.32 秒, 0%), 目あり: (2.03 秒, 5%) との結果が得られた. 平均時間について t 検定を実施し, 有意差はパート 1 ( $t(14)=1.157, p=0.267$ ) ではないが, パート 2 ( $t(14)=2.971, *p<.05$ ) では確認された. また, アンケートによる主観的評価で得られた, 目とその挙動への参加者の認知を図 4 に, 目よる横断の判断への影響と安心感を図 5 に示す.

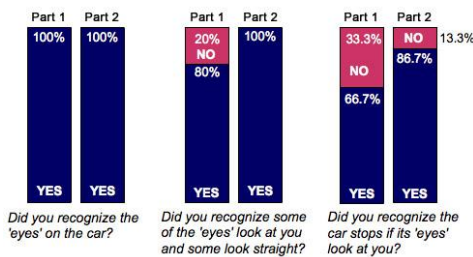


図 4. 存在の認知(左), 動きの認知(中央), 意味の認識(右)

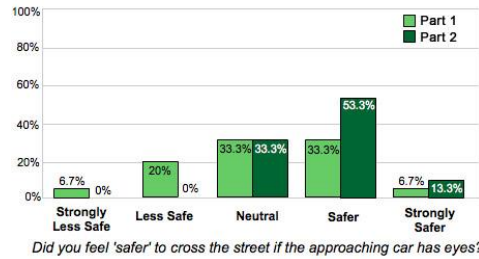
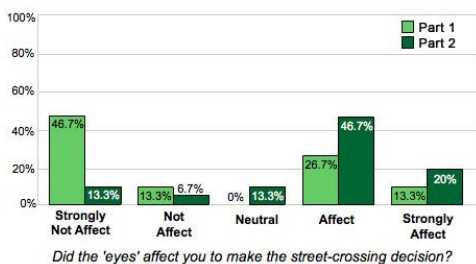


図 5. 横断の判断に対する目の影響(上)と安心感(下)

参加者へのインタビューでは, こちらを注意しているとわかる, 安心するといった意見の一方で, 初見では理解しづらい, 横断に関わる情報(車速や距離など)が表示されないといった意見もあった.

## 6 結論

本研究では, 自動運転車と歩行者のアイコンタクトによるコミュニケーション手法“Eyes on a Car”を提案し, 提案手法の評価に車の道路横断を判断する状況を再現した VR シミュレータを開発した. ユーザスタディの結果, 本提案手法により歩行者が「より早く」「安心して」正しい横断の判断ができる事が確認された. しかし, より現実的な交通環境に必要なコミュニケーションの提案と実験, 他の提示手法との比較による優位性の明示が必要であると考えられる. また, 双方向の対話や非言語的な情報提示による新たな形のコミュニケーションを模索したい.

## 参考文献

- [1] BMW, 2016. BMW Vision Next 100.
- [2] Broek, Sander Maas, Ellen van Nunen, and Han Zwijnenberg, 2010. Definition of necessary vehicle and infrastructure systems for Automated Driving. SMART European Commission Study Report.
- [3] Chia-Ming Chang, Koki Toda, Daisuke Sakamoto, and Takeo Igarashi. 2017. Eyes on a Car: an Interface Design for Communication between an Autonomous Car and a Pedestrian. AutoUI '17.
- [4] Lagstrom, T. and Victor Malmsten Lundgren, 2015. AVIP- Autonomous vehicles interaction with pedestrians. Doctoral Dissertation, Chalmers University of Technology, Gothenburg.
- [5] Semcon, 2016. The Smiling Car.
- [6] The Mercedes-Benz, 2015. The Mercedes-Benz F 015 Luxury in Motion.
- [7] Youichi Ochiai, and Keisuke Toyoshima. Homunculus: the Vehicle as Augmented Clothes, ACM Augmented Human 2011. March, 2011.