

# インタラクシオンゲームを用いた 自動運転中におけるドライバの周辺環境の注意力の向上

藤本遼太<sup>1</sup> 岡藤勇希<sup>1</sup> 松村耕平<sup>1</sup>

## 概要：

近年、様々な自動運転システムが開発されており、その中でもレベル3の自動運転では、非常事態の際にドライバに対する自動運転から手動運転への引継ぎが要求される。しかしながら、歩行者の急な飛び出しがあった際にはドライバが周辺環境に注意していない場合、手動運転への引継ぎが迅速に実施できない可能性がある。そこでドライバには安全な車両操作の引継ぎを行うために、自動運転中にも周辺環境に注意を払い、認識していることが望まれる。本研究では、ドライバが自動運転中でも周辺環境に注意を払うために、歩行者を利用したインタラクシオンゲームを提案した。提案した手法を、スマートフォン利用を仮定した動画視聴条件、目的なく前方を見る前方注視条件と比較して、飛び出してきた歩行者に対する反応速度を計測した。実験結果は条件間で有意な差は示さなかったが、インタラクシオンゲームが周辺環境への認識により反応速度を向上させる可能性があることが示された。

キーワード：自動運転、インタラクシオンゲーム

## 1. はじめに

近年、ドライバの運転を支援するための様々な自動車の自動運転システム開発が行われている。その中でも、Society of Automotive Engineers (SAE) [1] による自動運転のレベル3は条件付き自動運転とされ、システムによりすべての運転タスクが実行されているが、システムの介入要求によってドライバが運転を引継ぐことが求められる。したがって、自動運転のレベル3においてはドライバは緊急時にシステムの要求に対応する必要があるため、より良い引き継ぎ要求 (Take Over Request: TOR) のためのシステムの開発がされてきた。より迅速かつ安全に車両操作を引き継ぐためには、TORのUser Interface (UI) のデザインが重要であることが指摘されているため [2]、様々なUIによるTORシステムが開発されている。

安全な引き継ぎをするような従来システムとしては、フロントガラス上に警告やイラストが表示される視覚情報を活用したシステムや、音声により警告されるシステムがあり、自動運転車両が緊急時と判断した場合には、それらの警告が手動運転への引継ぎを要求している [3]。視覚的に警告するシステムの具体例としては、Augmented Reality (AR) やフロントガラスを利用し、カーブや他車、霧など

の環境的な障害の前に警告を行うことで、ドライバに注意を促すようなシステムがある [4]。他にもARによりポケモンなどのキャラクターを表示させることで、ドライバにとって興味のあるキャラクターを用いて警告を行うようなシステムがある [5]。

一方、音声情報を用いて緊急時に注意を促し、引継ぎを迅速に行うことを目的とするシステムもある。音声による警告に関しては、音の大きさが増大していくにつれて、より迅速な引き継ぎができることが示されている [6]。また、スマートフォンを見るなどの副次的タスクに集中している場合は、引き継ぎが著しく遅くなるなどのリスクが増大しているという結果が出ている [7]。ドライバがこのような副次的タスクを行っている場合であっても、音声による警告は引き継ぎが迅速に行われる手段となり得ることも示されている。

これらの従来手法では、TOR後に迅速に引き継ぎが行われることを目的としている。しかしながら、TORによってドライバが車両操作を引き継いでも、即座に周辺環境を理解することは難しく、安全な引き継ぎが実施されない可能性がある。一方で近年では、TORが行われる以前からドライバに周辺環境に注意を払わせておくことで、より迅速かつ安全に車両操作の引き継ぎを実施させる手法が提案されている。これは、自動運転中でもドライバが周辺環境

<sup>1</sup> 立命館大学 情報理工学部

を認識することにより、環境もしくは人為的な緊急状態が起きた場合でも、既に周辺環境の認識が行われているため、安全な車両操作の引き継ぎが行われると考えられるためである。

そこで、自動運転中でもドライバが周辺環境を認識している状態を作るために、周辺環境の情報を用いたインタラクティブゲームが提案されている。例として、周囲環境の他車を利用したインタラクティブゲームが提案されている [8]。このインタラクティブゲームでは、Virtual Reality (VR) を用いて自車からボールのようなものを発射して、他車に当てる行為や受け止める行為をするドッジボールゲームや、他車がボールを跳ね返すことで別の他車を狙うビリヤードゲーム、車をデコレーションするようなゲームなどが提案されている。また、他のインタラクティブゲームの例としては、車内の傾きと VR 空間内の動きを連動させたゲームなどがある [9]。これにより、自動運転中であってもドライバはゲームを楽しみつつ暇をつぶすことができ、それと同時に周辺環境に対して注意を払うことが可能である。その結果として、TOR があった場合に迅速に周辺環境の状況を理解できるため、安全な車両操作の引き継ぎが出来るだけでなく、もし緊急時に TOR が起きなくても、引き継ぎが正しく行われることが期待される。

しかし、これらの研究では他車を利用したインタラクティブゲームの提案しか行われていない。周辺環境においても他車だけに注意を払い過ぎた場合、歩行者が飛び出してきた場合などの緊急事態においては、歩行者自体には注意が払われていないため、反応速度が低下する可能性がある。そこで本研究では、歩行者を利用したインタラクティブゲームを設計することで、歩行者の飛び出しにも対応可能な手法を提案する。また提案手法において、ドライバが歩行者だけでなく、周辺環境の他の物体に対しても注意を払っているかを検証した。これにより、インタラクティブゲームが安全な自動運転車両の引き継ぎ手法となり得るかを検討する。

## 2. インタラクティブゲーム

従来の自動運転中のインタラクティブゲームは、多くが他車を利用したゲーム設計であった。これは、周辺環境において他車両が一番重要な物体として考えられていたため、他車を用いたゲームが設計されていた。一方で本研究では、歩行者に注意を向けることを目的としたインタラクティブゲームを設計する。理由としては、他車と比較して歩行者の方が小さく緊急時に注意を向けられにくい存在であることから、インタラクティブゲームとしては歩行者に注意を払わせることの方が重要と考えたためである。歩行者に注意を向けさせるインタラクティブゲームでは、他車に注意を払わせるゲームと違い、歩行者の急な飛び出しが

ある時はより迅速かつ安全な車両操作の引き継ぎが実施されると想定される。

本研究では、このインタラクティブゲームを Unity を用いてシミュレータ環境上に製作した\*1。状況としては、自動運転車が都市上を走行しており、研究対象者がその車両のドライバとして乗車している。この都市には他車や歩行者、動物が 6 頭存在しており、歩行者は様々な服装をしている。都市は Japanese Otaku City\*2、歩行者は Simple People\*3 (図 1) のシリーズ、動物は Farm Animals Set\*4 (図 2) と Golden Tiger\*5 という Unity Asset を使用して作成した。走行中の様子を図 3 に示す。

この状況において、ドライバは「ウォーリーをさがせ!」を模したゲームを行う。具体的には、様々な歩行者がいる中で、警察と消防士の服装をしている人を探すゲームを提案した。この警察と消防士の服装をしている人は多数おり、都市中を移動している。歩行者は合計で 222 人存在し、その中から前半に消防士を 13 人、後半に警察官を 12 人発見することができる。その二つの特殊な見た目の人を見つけた際に、ドライバはステアリングホイールのボタンを押して、どれくらい正確に特定の歩行者を見つけられたかを評



図 1 Simple People を用いた歩行者の例



図 2 Farm Animals を用いた動物の例

\*1 実験画面の動画 (<https://youtu.be/cZfsB-k6E4w>)

\*2 <https://assetstore.unity.com/packages/3d/environments/urban/japanese-otaku-city-20359>

\*3 <https://assetstore.unity.com/packages/3d/characters/humanoids/simple-people-cartoon-characters-15126>

\*4 <https://assetstore.unity.com/packages/3d/farm-animals-set-97945>

\*5 <https://assetstore.unity.com/packages/3d/characters/animals/mammals/golden-tiger-55797>



図 3 実験の画面

価するゲームを行う。警察の服装をした人の場合には×ボタン、消防士の服装をした人の場合には○ボタンを押す。押した結果は、図 3 の左上の特定の人をカウントする UI に警察と消防士ごとに表示される。本実験の前半は消防士のみを、後半は警察官のみを探してもらう。このゲームによって、ドライバは自動運転中にゲームを楽しむだけでなく、自動運転であっても歩行者に注意を払うように誘導されるため、歩行者の急な飛び出し時に対しても自動運転車からの TOR の有無にかかわらず迅速な反応をすることが期待される。

### 3. 実験概要

#### 3.1 研究対象者

実験には、20 代の 27 名の研究対象者（男女比 22:5）が参加した。そのうち 23 人が自動車免許を取得していた（平均取得年数 2.4 年）。研究対象者に対しては、30 分あたり 500 円の謝礼金が支払われた。

#### 3.2 実験装置

ドライビングシミュレータの環境は、研究対象者とスクリーンまでの距離は 1.6 [m] であり、スクリーンのサイズは縦 1.36 [m] × 横 2.43 [m]（画角:46.1 × 74.5 [deg]）であった。シミュレーション上の車両操作には、ステアリングホイール (G29, Logitech 社) を用いた。また、3.5.1 節で述べるユーザ状態が動画視聴状態の時に限り、ステアリングホイールの隣にタブレット端末を設置する。タブレット端末のサイズは縦 0.2 [m] × 横 0.5 [m] である。実験の様子に関して、3.5.1 節で述べる動画視聴状態を図 4 に、その状態以外の 2 状態を図 5 に示す。

#### 3.3 実験設計

Unity (ver2019.4.28f1) 内の都市上を 30 [km/h] で自動運転車が走行している状況であり、定期的に歩行者が飛び出してくる。歩行者が飛び出してくる際に車両が警告音を鳴らしている状態を自動運転の TOR が正常に働いている

状態とする。その際、ドライバはブレーキを踏むことで運転操作を引き継ぐことができる。しかし、研究対象者の実験中に一度だけ警告音が鳴らずに歩行者が飛び出してくる緊急状態が存在する。この際、ドライバが周辺環境に注意を払っている場合は、警告音が鳴らずとも迅速にブレーキを踏むことが可能であることが想定される。そのため、警告音がなかった際の緊急状態における反応速度を評価することで、ドライバの周辺環境に対する注意力を検証する。

最後に歩行者以外の周辺環境に対する注意を評価する指標として、すべての走行終了後に周辺環境にいた動物を何種類認識していたかのアンケートをとる。本研究で提案するインタラクティブゲームでは、歩行者を利用したゲームのため、歩行者に対して注意が払われるように設計されている。一方で、歩行者以外の周辺環境に対しても注意が払われていたのかを検証するために、実験の最後に動物を認識した数を評価することで、歩行者以外の周辺環境に対する注意を評価する。

研究対象者には、実験前の段階では警告音が鳴らずに人が飛び出してくることや、周辺環境に動物がいるという情報は伝えずに実験が行われている。そのため、警告音なしの際の歩行者に対する反応速度と動物に対する認識率を評価することで、歩行者とそれ以外の環境に対する注意が正しく検証できると考えられる。



図 4 動画視聴状態の実験の様子



図 5 前方注視状態とインタラクティブゲーム状態の実験の様子

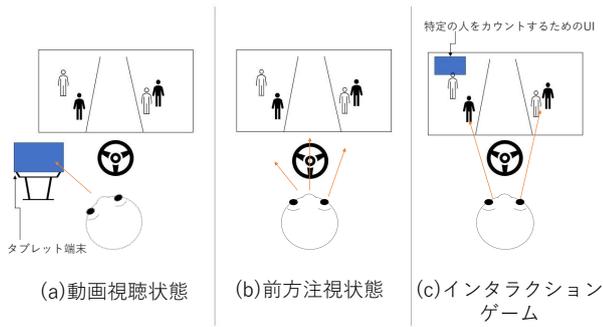


図 6 状態別の概要図

### 3.4 実験手順

本実験は、チュートリアル 3 分、実験本番 10 分、質疑応答という順で行われた。チュートリアルでは、本番とは違うコース環境を用いてブレーキ操作の説明を行い、研究対象者は基本的にブレーキ操作のみを行う。人が出てくる際に警告音が鳴るようにしている状態を自動運転が正常に働いているとして、警告音が鳴った際にブレーキを踏んでもらうよう説明を行う。この動作の練習をチュートリアルで試行した後、実験本番でも行ってもらう。また、この時点で自身の判断で危険だと認識した場合でも、実験本番においてブレーキを踏んでもらうよう説明する。これは、実際には警告音なしで出てくる人が存在するが、その情報を伝えないためである。また、この際に研究対象者には警告音なしで人が出てくる状況があるとは伝えていない。さらに、動物が出てくるという状況と、その動物を見つける必要があるということも伝えていない。その後、実験本番において 3 つのユーザ状態ごとの実験に取り組んでもらい、質疑応答を行い、本実験を終了とする。質疑応答では、発見した動物の情報と、運転経験に関する質問を行い、3.5.1 節で述べる動画視聴状態の研究対象者にのみ視聴動画に関する「奄美群島は何個の島で形成されているでしょうか？」などの動画内に答えがでるクイズを 5 問行う。

### 3.5 実験条件

#### 3.5.1 自動運転中の研究対象者の行動

本実験では、(a) 自動運転中のスマートフォンの利用を仮定した「動画視聴状態」、(b) 周辺に注意を払うため、自動運転中の従来システムの指示等により目的なく前方を見ている「前方注視状態」、(c) 今回の提案手法であるゲームを行っている「インタラクションゲーム状態」、の 3 つのユーザ状態を用意した。この違いを図にしたものを図 6 に示す。

動画視聴状態では、ステアリングホイールの左隣の机にタブレットを設置し、そこに YouTube 上の「奄美群島 PR 動画「Sound of AMAMI」(10 分版)」[10]. の動画を流す。この動画は方言が多く聞き取りにくいことから、映像に注目されることが多いと考えられるため選定した。また、実

験後に動画に関しての問題を出すと予告し、全問正解者には報酬を支払うと言うことで動画に集中してもらうように促した。インタラクションを行いながらの状態では、インタラクションゲームを行ってもらい、前方注視状態では上の 2 状態とは異なり、スクリーンを注視している以外は何もしていない状態で実験を行う。

#### 3.5.2 歩行者の飛び出し位置

自動運転のスタートからゴールまでの区間は約 10 分間である。その区間で、警告音が鳴り歩行者が飛び出してくるポイントが 3 つ、警告音が鳴らずに歩行者が飛び出してくるポイントが 1 つ存在する。また、警告音が鳴らずに歩行者が飛び出してくるポイントは前半・中盤・後半の 3 地点存在し、一人の研究対象者当たり 3 地点のうちどこかから飛び出してくる。警告音が鳴る場合の飛び出しポイントの 1 つ目は 1 分 10 秒ごろ、2 つ目は 2 分 50 秒ごろ、3 つ目は 4 分 50 秒ごろである。警告音が鳴らない場合の飛び出しポイントの 1 つ目は 2 分ごろ、2 つ目は 3 分 20 秒ごろ、3 つ目は 6 分ごろに飛び出してくる。警告音が鳴らない場合は、1 研究対象者当たり、3 つのうちどれか一つのみ歩行者が飛び出してくる。歩行者の飛び出し位置のタイミングを図 7 に示す。

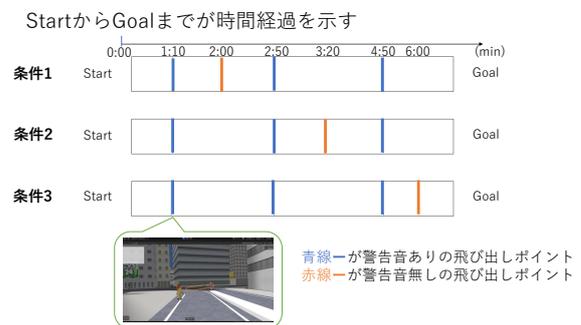


図 7 飛び出し地点の概要

したがって、ユーザ状態の違う 3 つのパターンと警告音が鳴らずに歩行者が飛び出してくる 3 つのポイント、合計 9 パターンの条件が存在する。それぞれのパターンには研究対象者が 3 人ずつ割り当てられ、それぞれのユーザ状態におけるブレーキを踏むまでの反応速度を検証する。

## 4. 結果

実験参加者 27 人の反応速度の結果を表 1、動物の発見数に関する結果を表 2、各ユーザ状態における反応速度の箱ひげ図を図 8、各ユーザ状態における動物発見数の箱ひげ図を図 9 に示す。また、動画視聴状態におけるクイズの正答数と飛び出しに対する反応速度の散布図を図 10 に示す。

表 1 に示す反応速度の結果において、前方注視状態のみ、一度だけ飛び出してくる歩行者に気づかず人と衝突して

表 1 ユーザ状態ごとの反応速度の結果

ユーザ状態	飛び出しポイント	27 人の反応速度 [s]			反応速度の平均 [s]
動画視聴	ポイント 1	1.57	1.27	1.40	1.21
	ポイント 2	0.81	0.87	0.64	
	ポイント 3	0.88	1.67	1.77	
前方注視	ポイント 1	1.54	1.03	1.46	1.06
	ポイント 2	-	0.61	0.63	
	ポイント 3	2.20	0.23	0.74	
インタラクション	ポイント 1	1.47	1.01	1.73	0.89
	ポイント 2	0.70	0.57	0.64	
	ポイント 3	0.68	0.74	0.46	

表 2 ユーザ状態ごとの動物発見数の結果

ユーザ状態	飛び出しポイント	27 人の動物の正答数 (発見数)			動物の平均正答数 (発見数)
動画視聴	ポイント 1	1 (1)	0 (2)	0 (1)	1.00 (1.33)
	ポイント 2	1 (1)	1 (1)	1 (1)	
	ポイント 3	1 (1)	2 (2)	2 (2)	
前方注視	ポイント 1	2 (2)	2 (2)	1 (1)	1.89 (2.00)
	ポイント 2	2 (2)	2 (2)	3 (3)	
	ポイント 3	1 (1)	2 (2)	2 (3)	
インタラクション	ポイント 1	0 (0)	1 (3)	1 (1)	1.33 (1.67)
	ポイント 2	0 (0)	2 (3)	1 (1)	
	ポイント 3	2 (2)	3 (3)	2 (2)	

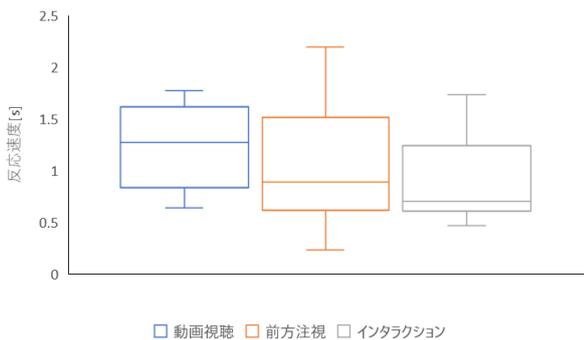


図 8 各ユーザ状態における反応速度の箱ひげ図

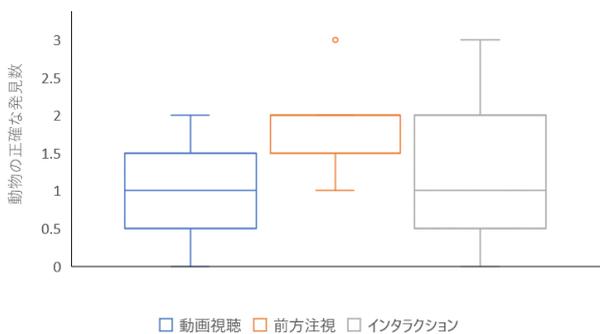


図 9 各ユーザ状態における動物の正解数の分布

しまっている。そのため、平均を計算する際はこのデータは除外して計算している。各ユーザ状態における平均反応速度を比較すると、インタラクション状態が一番早く、動画視聴状態が一番遅いことが分かる。しかしながら、これらの結果を、1元配置分散分析法 (1-way Factorial ANOVA)

によって検証した結果、「 $F(2, 23) = 0.91, p = 0.42$ 」となり、有意差は確認されなかった。これらの結果の箱ひげ図を図 8 に示す。

表 2 においては、動物発見数とそのうち正答数を示している。前方注視状態が最も正答数が多く、動画視聴状態が正答数が少ない結果となった。これらの結果を、1元配置分散分析法 (1-way Factorial ANOVA) によって検証した結果、「 $F(2, 24) = 0.99, p = 0.39$ 」となり、有意差は確認されなかった。これらの結果の箱ひげ図を図 9 に示す。

また、動画視聴状態において、動画に対する集中度合いと反応速度の関係を確認するために、動画に対するクイズの正答数と反応速度の散布図を図 10 に示した。これらの 2 つの相関は 0.47 となり、やや相関がある結果となった。

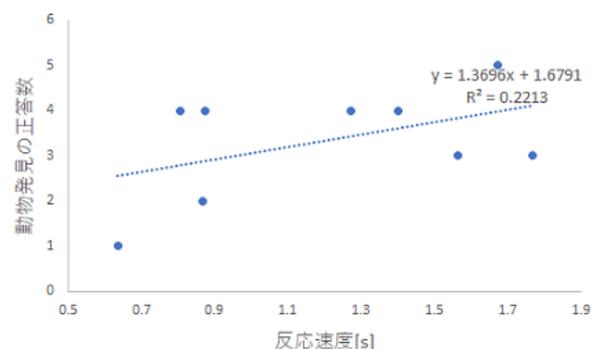


図 10 動画視聴状態における反応速度とクイズ正答数の散布図 (相関係数: 0.47)

## 5. 考察

本研究で提案したインタラクシヨンゲームを行う状態では、歩行者全体に注意を向けているため、歩行者が飛び出てきた際の反応速度は早い結果が得られた。前方注視状態と動画視聴状態と比較をした際に有意差はみられなかったものの、実験設計次第では、反応速度が向上する可能性がみられた。本実験において各条件の差が確認できなかった。原因としては、自動運転車の速度が30 [km/h]と遅かったことが考えられる。自動運転の速度が遅いと、ドライバーが感じるオプティカルフローの総量が小さいため、飛び出してくる歩行者によって発生するオプティカルフローが相対的に大きくなり、どの条件でも歩行者を発見しやすくなったと考えられる [11]。そこで、自動運転車の移動速度が大きくなると、歩行者の飛び出しに気づきにくくなるのが想定されるため、インタラクシヨンゲームによる反応速度の向上が期待される。

また、前方注視状態とインタラクシヨン状態でも反応速度の差が出る可能性があることが特徴としてあげられる。周辺環境に注意を向けるために、ドライバーは前方を注視するように指示されることがあるが、それだけでは足りない可能性があるということが示唆される。特に前方注視状態では、前を向いていたにも関わらず、他の状態の研究対象者と異なりブレーキを失敗している研究対象者もいる。したがって、単に前方を注視させるだけではなく、歩行者や他車両に対してより注意や意識を向けさせる工夫が必要であることが示唆される。

また本研究では、歩行者に注意を払っている状態において、周辺環境の他の物体に対する注意度合いをはかる指標として、認識した動物の正答数で評価した。結果としては、動画視聴状態とインタラクシヨン状態では、有意差は確認できなかったものの、前方注視状態よりも正答率が低くなる可能性が示された。動画視聴状態では、そもそもスクリーンから目を離していることが多いため、正答率が低くなるのが考えられる。一方でインタラクシヨンゲームにおいては、ゲームによって特定の物体を注意させる場合、周辺環境全体に対しては注意を払っていないことを示唆している。したがって、ドライバーに周辺環境全体に対して注意を向けさせるためには、現在のインタラクシヨンゲームの設計では不十分であり、注意を向けるべき歩行者や車両などのすべての物体を利用したインタラクシヨンゲームか、それに相当する仕組みが必要であると考えられる。

最後に、動画視聴状態における反応速度とクイズの正答数には、やや相関がある結果となった。つまり、動画に集中しているほど歩行者の反応速度が遅れる傾向がある。つまりは、レベル3の自動運転においては、運転に関係のない副次的なタスクを行っているほど、引き継ぎが遅れるな

どのリスクが増大していることを意味しており、先行研究と同様の結果を示している [7]。つまりは、レベル3の自動運転においては、ドライバーが実施できるタスクは可能な限り現在の運転状況と関連させるような仕組みを作ることが求められる。

## 6. 終わりに

本研究では、ドライバーがレベル3の自動運転中でも周辺環境に注意を払うために、歩行者を利用したインタラクシヨンゲームを提案した。スマートフォン利用を仮定した動画視聴状態、目的なく前方を見る前方注視状態と比較した結果、有意な差は確認出来なかったものの、インタラクシヨンゲームによって歩行者に対して注意を向けやすくなり、緊急の飛び出しに対しても迅速に反応することが出来る可能性が示唆された。しかし、インタラクシヨンゲームによって歩行者のみに注意を向けてしまうため、周辺環境全体に対する注意は、前方注視状態と比較して減少する可能性が示された。したがって、今後は歩行者と他車などの注意を向けるすべての物体に対応するインタラクシヨンゲームかそれに相当する仕組みが必要であり、そのようなインタラクシヨンゲームを開発すること必要がある。そのようなインタラクシヨンゲームの開発により、周辺環境全体に対する注意力が向上し、より迅速かつ安全に車両操作を引き継げるような状況を作り出せることが期待される。

## 参考文献

- [1] SAE, T.: Definitions for terms related to driving automation systems for on-road motor vehicles, *SAE Standard J3016* (2016).
- [2] Borojeni, S. S., Weber, L., Heuten, W. and Boll, S.: From Reading to Driving: Priming Mobile Users for Take-over Situations in Highly Automated Driving, *Proceedings of the 20th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services*, MobileHCI '18, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, (online), DOI: 10.1145/3229434.3229464 (2018).
- [3] Walch, M., Lange, K., Baumann, M. and Weber, M.: Autonomous Driving: Investigating the Feasibility of Car-Driver Handover Assistance, *Proceedings of the 7th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications*, AutomotiveUI '15, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 11-18 (online), DOI: 10.1145/2799250.2799268 (2015).
- [4] Carlmeier, B., Schlangen, D. and Wrede, B.: "Look at Me!": Self-Interruptions as Attention Booster?, *Proceedings of the Fourth International Conference on Human Agent Interaction*, HAI '16, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 221-224 (online), DOI: 10.1145/2974804.2980488 (2016).
- [5] Schroeter, R. and Steinberger, F.: PokéMon DRIVE: Towards Increased Situational Awareness in Semi-Automated Driving, *Proceedings of the 28th Australian Conference on Computer-Human Interaction*, OzCHI '16, New York, NY, USA, Association

- for Computing Machinery, p. 25–29 (online), DOI: 10.1145/3010915.3010973 (2016).
- [6] van der Heiden, R. M., Iqbal, S. T. and Janssen, C. P.: Priming Drivers before Handover in Semi-Autonomous Cars, *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '17, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 392–404 (online), DOI: 10.1145/3025453.3025507 (2017).
- [7] Zeeb, K., Buchner, A. and Schrauf, M.: What determines the take-over time? An integrated model approach of driver take-over after automated driving., *Accident; analysis and prevention*, Vol. 78, pp. 212–221 (2015).
- [8] Lakier, M., Nacke, L. E., Igarashi, T. and Vogel, D.: Cross-Car, Multiplayer Games for Semi-Autonomous Driving, *Proceedings of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, CHI PLAY '19, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 467–480 (online), DOI: 10.1145/3311350.3347166 (2019).
- [9] Hock, P., Benedikter, S., Gugenheimer, J. and Rukzio, E.: CarVR: Enabling In-Car Virtual Reality Entertainment, *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '17, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 4034–4044 (online), DOI: 10.1145/3025453.3025665 (2017).
- [10] 鹿児島県公式チャンネル：奄美群島 PR 動画「Sound of AMAMI」(10分版) - YouTube, <https://www.youtube.com/watch?v=eEhkDLJQx2c>. (Accessed on 11/29/2021).
- [11] Wolfe, J. M. and Horowitz, T. S.: What attributes guide the deployment of visual attention and how do they do it?, *Nature reviews neuroscience*, Vol. 5, No. 6, pp. 495–501 (2004).