

令和元年6月17日現在

機関番号：21401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K01121

研究課題名(和文)複合現実感(MR)が拓く高齢歩行者用教育システム

研究課題名(英文)Education system for elderly pedestrians developed by mixed reality

研究代表者

寺田 裕樹(TERATA, YUKI)

秋田県立大学・システム科学技術学部・助教

研究者番号：40360002

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では高齢歩行者を対象として、複合現実を用いて実際の交通環境において、車両のみを仮想的に再現可能なシステムを構築した。また、歩行者が直線の車道を横断し、横断時に仮想車両と衝突する危険が生じた場合、警告可能な車道横断能力教育システムを開発した。この車道横断能力教育システムを用いて、若年者および高齢者を対象として、車道横断検査実験および車道横断教育実験を実施した。その結果、高齢者は若年者と比べ、車道横断能力に統計的な有意差は生じなかった。しかし、高齢者の中には車道横断能力の低下した高齢者が存在し、我々の構築した検査システムが能力の低下した高齢者を検出できることも明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は車道横断中に接近してくる車両が仮想的に再現できるだけでなく、複合現実の技術を用いて仮想的な車両に衝突可能なシステムである。本開発システムは、実際の様々な道路環境において車道横断能力を検査するだけでなく、車道横断時に仮想的な車両と衝突する可能性がある場合、警告を与えることができる。このような複合現実を利用した教育システムはほとんどなく、ましてや高齢者を教育できる本システムを開発できた意義は大きい。

研究成果の概要(英文)：In this study, the system which could reproduce only a vehicle virtually was built in a real traffic environment using mixed reality for elderly pedestrians. This system is a road crossing education system that can warn when a pedestrian crossed a straight road and a danger of collision with a virtual vehicle occurs. The ability to cross the roadway and the educational effect of the ability to cross the roadway were examined by the system for young and elderly pedestrians. As a result, there were no statistically significant differences in the ability to cross roadways in the elderly compared with the young. Among the elderly, there were elderly people with reduced ability to cross the roadway, and it was also revealed that this system can detect elderly people with reduced ability.

研究分野：人間情報学

キーワード：高齢歩行者 拡張現実 複合現実 交通事故 教育システム

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

高齢化社会の到来とともに、交通事故に遭う高齢者の数も増加している。高齢者死者数を状態別の構成率で調べると、歩行中の事故が約6割と最も多くなっている。しかし、高齢者の交通事故防止を目的とした研究は、高齢ドライバーと対象とした研究および高齢歩行者を対象とした統計分析による研究がほとんどである。また、接近車両の間隔と接近速度の目測の誤りによる交通事故、つまり視界にあるはずの車両による被害は多く、人口対比では30歳前半に最も減少し、以後年齢とともに増加し、60歳代に及ぶと30歳代前半の約6倍強になる。

秋田県の65歳以上の老年人口割合は、2005年は26.9%で島根県に次いで2位だったが、2035年には41%にアップし1位になると予想されている。さらに、75歳以上の後期老年人口割合も12.9%から26.8%へと上昇する。4人に1人は75歳以上となる見通しで、著しい高齢化の進展が予想されている。

また、近年、秋田県の交通事故状況では見通しの良い直線道路において、高齢歩行者は車が来ているにもかかわらず直前で横断しようとして事故に遭っているケースがほとんどである。この原因として加齢による感覚機能低下により接近速度を誤って知覚している可能性を考えた。そこで高齢者の知覚特性、特に接近速度弁別機能に着目した。知覚特性の衰えは自覚しにくい。ため、もし知覚機能が低下していたならば、若年者であれば身体機能により回避できるが、身体機能の低下している高齢者は車との衝突を回避できずに事故に遭っていると仮定できる。したがって、視覚を利用した知覚特性を計測できればその原因を明らかにすることができる。さらには、その能力が低下している高齢者には注意を促すことができ、車が接近している道路環境において歩行を停止するといった簡単な動作で交通事故を未然に防ぐことが可能になると考えている。

### 2. 研究の目的

本研究は、様々な道路環境で歩行者に接近してくる車両のみをリアルタイムで複合現実 (Mixed Reality; MR) を利用し呈示させ、安全に交通環境を体験し教育できるシステムの開発を目指す。したがって、以下2項目を本研究の目的とする。

- (1) 没入型バーチャルリアリティ ( ;以後 VR) 環境 (通称 CAVE) において完全 VR 環境で高齢者の車両知覚特性を定量的に明らかにする。
- (2) MR 環境において、様々な道路環境においても、車両のみを呈示し、安全に交通事故防止を教育できるシステムを開発し、そのシステムの有効性を明らかにする。

### 3. 研究の方法

- (1) 本研究では高齢者を対象として、視聴覚機能の低下によって交通事故に遭う危険性のある高齢者を教育できるシステムを構築する。そのために、CAVE を用いてバーチャルな空間に視聴覚刺激を呈示し、交通事故に遭いやすい条件を明らかにし、安全かつ迅速に検査できるようにする。
- (2) MR を用いて実際の交通環境において、車両のみをバーチャルに再現するシステムを構築し、CAVE で得られた結果と MR で得られた結果を比較検討する。これにより、高齢歩行者が交通事故に遭う原因を明らかにするとともに、最新技術を用いた高齢者用の交通事故防止教育システムを開発する。

### 4. 研究成果

- (1) CAVE において 3D アニメーション交通環境を用いて、過去と同様[1]の車両速度の比較課題検査のシステムを構築し、同様の検査を実施して、高齢者の接近する車両に対する速度弁別能力を調べた。その結果、以下のことが明らかになった。本システムは実際の交通環境を再現し、両眼性の奥行き知覚情報を加え、接近速度弁別能力を簡易に評価できる。また、高齢者は若年者と比べ、統計的に接近速度弁別能力が低下していることがわかった。一方、高齢者の接近速度弁別能力は個人差が大きいが、その能力が低下している一部の高齢者を検出できた。接近速度弁別能力の低下している高齢者は両眼視差や輻輳の両眼性の奥行き知覚情報の時間的変化を車両速度の手がかりとして利用できず、車両までの距離を基準として車両の到着時間を推定している。脳機能および身体機能を活用する必要があるが、本検査で検出された一部の高齢者は、自身と車両との位置や速度を認知し、到来時間を推定する大脳皮質連合野における高次機能の衰え等、自身が自覚しにくい疾患が潜んでいる可能性もある。これらの結果を、高齢者にフィードバックすることで、客観的な指標になりうるだろう。
- (2) 続いて、VR 映像を用いて接近する車両に対する接近速度弁別能力を検査するシステムを構築し、日中、薄暮および夜の接近車両に対する若年者および高齢者の接近速度弁別能力を調べた。また、先行研究で構築したシステムと本研究で構築したシステムを用いて実施した検査結果を比較、検討した。その結果、以下のことが明らかになった。本システムにおいて高齢者は若年者に比べほとんどの条件下において速度弁別能力が有意に低下することが明らかになった。特に、速度差が小さく車両速度が速い全ての条件において、高齢者の正答率はチャンスレベル付近またはチャンスレベル以下まで低下していることから車両速度の判別が難しい条件では、高齢者は速度の区別がほとんどできていないか速度を

逆に認識していると考えられる。また、本システムと先行研究を用いて、若年者および高齢者に対して車両速度弁別実験を実施した結果、ほとんどの条件においてビデオ映像および3Dアニメーション映像とVR映像の間に統計的な有意差は認められなかったことから、VR映像はビデオ映像および3Dアニメーション映像の代替として有効であるといえる。

- (3) 高齢歩行者の危機回避能力を評価しようとした研究は存在する[2-3]。しかし、これらのシステムには2つの問題点がある。第1に3DCGでは実在の道路環境を完全に再現することは難しく、現実感が損なわれる可能性がある点、第2に体験できる場所が限られている上、装置が大がかりでコストがかかる点である。そこで、本研究では、3DCGではなく拡張現実(Augmented Reality; AR)を用いて、現実環境に仮想の車両を提示することで疑似的に交通環境を作り出し、低コストかつ気軽に道路の横断を体験、評価することができる歩行者用車道横断能力検査システムを構築した。
- (4) 本研究では、従来の歩行環境シミュレータの問題点を改善するため、ARを用いた車道横断能力検査システムを構築した。構築したシステムは、コンパクトで利用場所に限りがなく、より現実に近い環境で道路横断が体験できるシステムである。また、構築したシステムを用いて若年者および高齢者の計16名の車道横断能力、事故発生率および横断時の特性を調査した。全被験者の平均車道横断達成回数を基準に車道横断能力を評価した結果、全被験者の中で能力が欠如していないものは、若年被験者8名および高齢被験者3名であった。
- (5) ARを用いた車道横断能力検査システムは、屋外のような高輝度の環境で使用すると仮想車両の重畳精度が低下してしまうという課題があり、屋外で使用するのは困難であった。また、デスクトップPCを使用するため可搬性が低く、電源の確保が困難であった。そこで、図1に示すような、屋外で使用可能なMRを用いた車道横断能力教育システムを構築した。このシステムには2種類のモードを実装した。1つ目は検査モードである。検査が開始すると仮想車両が提示され、横断試行が開始する。横断試行1回とは「被験者が既定の位置から横断を始め、車道を渡り終えて横断前の位置に戻るまで」である。システムは横断の成否を検知し、結果をフィードバックする上、検査結果を記録する。このフローを

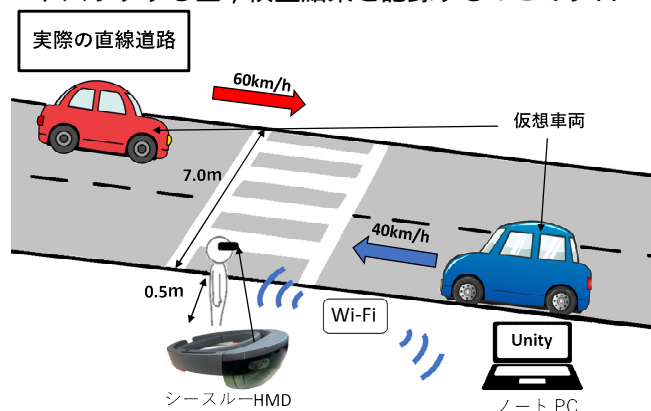


図1 MRを用いた車道横断教育システム

を繰り返して、規定回数の横断試行が終了するとシステムが終了する。次に、教育モードについて述べる。教育モードは基本的に検査モードと同様のフローを辿るが横断の成否の検知、結果のフィードバックおよび検査結果の記録はしない。しかし、横断中の被験者に対して左側の車両と衝突する可能性がある場合に警告を提示する機能を実装する。警告を提示するのは被験者の位置から1.1m/sの速さで車道を渡り終えるまでにかかる時間、左側車線の先頭車両が横断歩道に

- (6) 開発した車道横断能力教育システムを用いて、若年者10名、高齢者10名の計20名を対象に車道横断能力の教育や検査を実施し、教育の有無が左右確認傾向や事故発生率に与える影響を年齢層ごとに調査した。その結果、教育の有無による横断特性の変化が確認できず、本システムで採用した方法には教育効果が認められなかった。また、年齢および本システムによる道路横断教育の2要因が横断特性に与える影響について統計的に分析した結果、横断前の平均右側確認時間には本システムの教育による有意差が、横断中の左側確認回数には年齢層による有意差が認められた。そして、本研究と先行研究の車道横断成功率を比較し、両年齢層ともに本研究の車道横断成功率が高くなったことを確認した。

#### <引用文献>

- 寺田裕樹, 高齢者を対象とした薄暮前後の接近車両速度弁別能力の評価, 日本交通科学協議会誌, 8(1), pp.8-17, 2008
- Gordon Simpson, Lucy Johnston and Michael Richardson, An investigation of road crossing in a virtual environment, Accident Analysis and Pre-vention, Vol.35, pp.787-796, 2003
- Regis Lobjois and Viola Cavallo, Age-related differences in street-crossing decisions, Accident Analysis and Prevention, Vol.39, pp.934-943, 2007

#### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 3 件)

青山真也, 寺田裕樹, 猿田和樹, 陳国躍, 拡張現実を用いた車道横断能力検査システムの開発とその能力の評価, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 査読有, Vol.22, No.3, pp.395-404, 2017

[https://doi.org/10.18974/tvrsj.22.3\\_395](https://doi.org/10.18974/tvrsj.22.3_395)

Shin-ya Aoyama, Yuki Terata, Kazuki Saruta and Guoyue Chen, The simulated experience road crossing using AR, Proceedings of the 26th International Conference on Artificial Reality and Telexistence and the 21st Eurographics Symposium on Virtual Environments: Posters and Demos, 査読有, pp.17-18, 2016

Shin-ya Aoyama, Yuki Terata, Kazuki Saruta and Guoyue Chen, Proposed VR simulator with ability to discriminate velocity of approaching car, Proceedings of the 26th International Conference on Artificial Reality and Telexistence and the 21st Eurographics Symposium on Virtual Environments: Posters and Demos, 査読有, pp.23-24, 2016

〔学会発表〕(計 9 件)

横山真哉, 寺田裕樹, 猿田和樹, 陳国躍, 張興国, 拡張現実を用いた車道横断能力教育システムの開発とその性能の評価, 情報処理学会第 81 回全国大会講演論文集, 6ZB-07, 2019

横山真哉, 寺田裕樹, 猿田和樹, 陳国躍, 張興国, シースルー型 HMD による AR を用いた車道横断能力検査システムの開発とその能力の評価, 第 23 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, 21D-3, 2018

寺田裕樹, 猿田和樹, 陳国躍, 仮想現実空間を用いた道路横断時の危険認知の年齢差, 日本交通科学学会誌, Vol.18(Suppl), G6-5, p.81, 2018

横山真哉, 寺田裕樹, 猿田和樹, 陳国躍, 拡張現実を用いた薄暮前後の接近車両速度弁別能力の評価, 第 22 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, 2E2-03, 2017

寺田裕樹, 道路横断判断に関する高齢運転者・高齢歩行者の意識差, 第 1 回秋田ヒューマン・エネルギー研究会, 2017

稲見圭祐, 寺田裕樹, 村松秀平, 猿田和樹, 陳国躍, 仮想現実空間を用いた道路横断危険認知差, 平成 29 年度電気関係学会東北支部連合大会講演論文集, 1E-08, 2017

寺田裕樹, 村松秀平, 猿田和樹, 陳国躍, 道路横断時の歩行者および運転者の意識の違い, 日本交通科学学会誌, Vol.17(Suppl), G7-4, p.97, 2017

青山真也, 寺田裕樹, 猿田和樹, 陳国躍, AR 技術を利用した車道横断能力検査システムの開発およびその能力の評価, 電子情報通信学会 2017 年総合大会講演論文集, H-3-1, p256, 2017

寺田裕樹, 高橋由樹, 猿田和樹, 陳国躍, 水戸部一孝, 機械学習を用いた接近車両警報システムの開発, 日本交通科学学会誌, Vol.16, G4-3, pp.112-113, 2016

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年:  
国内外の別:

取得状況(計 0 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
取得年:  
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

## 6 . 研究組織

### (1)研究分担者

研究分担者氏名：猿田 和樹

ローマ字氏名：Kazuki Saruta

所属研究機関名：秋田県立大学

部局名：システム科学技術学部

職名：准教授

研究者番号（8桁）：80282193

### (2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。