

バーチャルリアリティ技術を用いた高齢者の交通事故・転倒 のリスク評価装置の開発

Development of risk evaluation system for traffic accidents and falls on virtual reality system

2151901



研究代表者	兵庫県立大学大学院 シミュレーション学研究科	教授	大野 暢 亮
共同研究者	兵庫県立大学 環境人間学部	教授	内 田 勇 人

[研究の目的]

高齢化が進行する日本において、高齢者の交通事故が問題になっている。警察庁交通局の年齢層別の統計によると、平成27年の死亡事故者数は75歳以上が最も多く、65歳以上の死亡事故者数は全体の50%を超える。高齢者の死亡事故の状況に関しては、歩行中の事故が最も多い。それゆえ、歩行中の高齢者が交通事故にあう原因を解明することは重要である。高齢者の“寝たきり”も、介護の問題と絡み高齢化社会では重要な問題である。高齢者が寝たきりになる原因の1つに、転倒による怪我がある。この転倒の要因の解析も、同様に重要である。

交通事故や転倒の要因を調査するにあたり、実験が不可欠になる。しかし、そもそも重大な結果を招く事故であるので、実地でこれらの実験をおこなうのは危険が伴う。また、自動車関係の実験は、必然的に屋外でおこなうことになり、実験の条件を一致させることは困難である。例えば、天候や自動車の速度である。天候については、同一日であっても時間帯により、日のさし方等に変化がみられる。また自動車を一定速度で走行させるのは困難であるし、複数台の自動車を走行させる実験であれば、なおさらである。

本研究の目的は、バーチャルリアリティ(VR)装置の中でも没入感が高いCAVEシス

テムを用いて、安全に、かつ同一条件で交通事故及び転倒要因の調査が可能なシミュレータを開発し、事故要因の研究をおこなうとともに、高齢者に対して啓発を行うことである。

[研究の内容, 成果]

研究の内容, 成果1: CAVE システム

本研究では、没入型のVR装置であるCAVEシステム上でシミュレータを開発する。兵庫県立大学神戸情報科学キャンパスに設置されているCAVEシステムは主に、

- ・スクリーン×4 (正面, 床, 右, 左)
- ・プロジェクター (10,000 アンシルーメン)×4
- ・2.1 ch ステレオスピーカー
- ・光学トラッキング装置
- ・3Dメガネ, コントローラー

で構成される。

スクリーンで囲まれたVR空間は3.2m(幅)×2m(高さ)×2m(奥行)である。CAVEシステムを図1に、3Dメガネ・コントローラーを図2に示す。ユーザーは、3DメガネをかけてCAVEシステム内に入ると、立体映像を見ることができる。また、トラッキング装置により3Dメガネの位置や方向を常時監視し、常にユーザーの位置・視線方向に応じた角度や大きさで立体映像を投影するので、ユーザーは立体映像への深い没入感をえる。



図1 CAVE システム外観

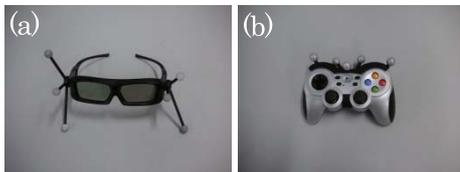


図2 (a) 3D メガネ, (b) コントローラー メガネとコントローラーに装着されている球体は、トラッキング装置用のマーカーである。

研究の内容, 成果 2: シミュレーターの開発 自動車走行

2 種類のリスク評価シミュレータを作成した。

1. 150 m 前方から (正面スクリーン方向から) 自動車が 1 台ずつ走行してくる
2. 左右両方向から複数の自動車が走行する
交通事故は、生活道路で多く発生しているので、背景の街並みは住宅地とした (図 3(a) 参照)。

シミュレータ 1 では、自動車の車種 (普通自動車, 大型トラック), 普通自動車の色 (白, 青), 時間帯 (昼, 夕) を変更できる (図 3(b)-(d) 参照)。このシミュレータで、自動車の速度や距離をどの程度認識できるか調査する。

シミュレータ 2 では、3 パターンの自動車走行を作成した。①単純に左右から自動車が走行するパターン, ②大型トラックが路上駐車して奥が見えにくいパターン, ③走行する自動車がクラクションを鳴らすパターンである。

走行音については、いずれのシミュレータでも通過時におよそ 72db とした。また、当研究室では過去に 1. のタイプの実験で、20 km/h,



図3 (a) 住宅地の道路を想定した街並 (b) 白い自動車 (c) 青い自動車 (d) 大型トラック

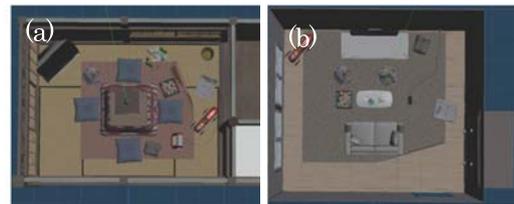


図4 (a) 和室 (b) 洋室 いずれの部屋も“散らかって”おり、転倒のリスクがある



図5 両足測定用のマーカー。両面テープで足に張り付ける。

30 km/h, 40 km/h で走行する自動車について、実地と CAVE システムで若年者の被験者が 30 km/h, 40 km/h で同様の反応を示すことを確認している。なお、本シミュレータを作成するにあたり、兵庫県交通安全協会の方に多くの助言をいただきました。この場で、感謝の意を記します。

転倒リスクのある部屋

和室および洋室の部屋のモデルを作成した (図 4 参照)。部屋には電気コードや絨毯のめくれなど、転倒の原因となる障害物が含まれている。

障害物と足との位置関係を調査するため、両足にトラッキング装置用のマーカーを装着して、足の位置を測定可能にした (図 5 参照)。

研究の内容, 成果 3: シミュレータを用いた実験
すべての実験で高齢者の被験者の平均年齢は

70.6±3.4 歳で、男性 14 名、女性 6 名である。

交通実験 1

高齢者および若年者それぞれ 20 名を被験者として、自動車走行シミュレータ 1 を用いて実験をおこなった。若年者の平均年齢は 23.1±1.8 歳で、男性 18 名、女性 2 名である。実験の条件は、

- ・自動車の速度：30 km/h および 50 km/h
- ・車種及び色：普通自動車・白 / 青および大型トラック
- ・時間帯：昼および夕方

の合計 12 パターンである。白（昼：30 km/h, 50 km/h → 夕：30 km/h, 50 km/h）→ 青（昼：30 km/h, 50 km/h → 夕：30 km/h, 50 km/h）→ 大型トラック（昼：30 km/h, 50 km/h → 夕：30 km/h, 50 km/h）の順に実験を行った。1 台ずつ被験者の前方から走行させ、被験者が道路を横断できると考える自動車との限界の距離を測定した。1 パターンにつき 3 台分の距離を測定し、平均値をその被験者の距離とした。結果を図 6（高齢者）および図 7（若年者）に示す。

若年者と高齢者では、全体的に若年者の方が限界の距離は短い傾向がみられた。次に、t 検定を用いて結果の解析を行った。主な分析結果は、

1. 速度の違い：同じ車種・同じ時間帯において異なる速度での比較をおこなったところ、高齢者では昼の普通自動車・白のみ有意差が認められたが ($P < 0.01$)、若年者ではすべてに有意差が認められた ($P < 0.01$)
2. 自動車の大きさの違い：同じ時間帯・同じ速度において異なる普通自動車・白 / 青と大型トラックで比較をおこなったところ、高齢者 ($P < 0.01$) および若年者 ($P < 0.05$) で有意差が認められた

自動車の速度が異なっても、高齢者は横断可能と判断する限界の距離が一部を除き差がないという結果が出た。これは先行研究 [1] を支持する結果で、色や大きさを変化させても同じ

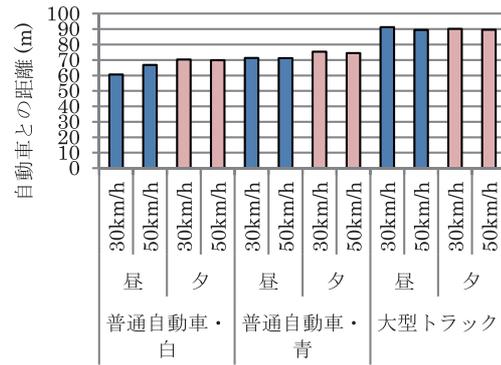


図 6 高齢者の結果

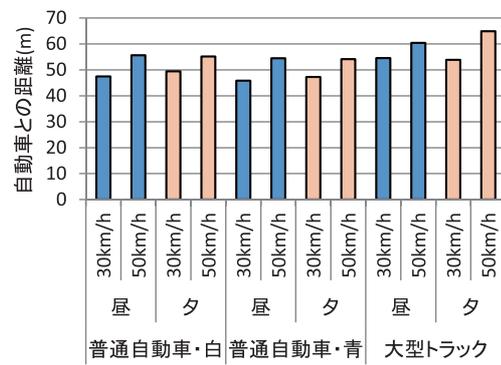


図 7 若年者の結果

傾向があることが分かった。これは、若年者にはない傾向で、高齢者の道路横断に危険をもたらす重要な要素である。また、昼間の普通自動車・白という、周囲とコントラストが高い色の普通自動車の場合は、速度の違いで限界の距離に有意な差が認められ、速度や距離の認知がうまく機能する可能性がある。本件は、さらに検証を進める必要がある。

交通実験 2

実験 1 と異なり両方向から自動車が走行する。被験者は左右を確認し横断可能なタイミングを判断する。若年者の被験者の平均年齢は 23.0±1.9 歳で男性 19 名、女性 2 名の 21 名である。

VR 実験前に、被験者の歩行速度を計測した。シミュレータの結果と歩行速度を基に被験者が横断可能と判断したタイミングを「安全な横断」、「やや危険な横断」、「危険な横断」に分類した。

高齢者と若年者で「安全な横断」をした人数に関してカイ二乗検定をおこなったが、有意な

差は認められなかった ($P>0.1$)。

高齢者、若年者ともに「安全な横断」をした被験者ほど、左右の確認時間が長い傾向にあったので、「安全な横断」をした被験者とそれ以外の被験者の左右の確認時間についてt検定をおこなった。結果、有意な差が認められた ($P<0.01$)。これより、確認時間が長いほうが、被験者と自動車との距離や走行速度を良く把握でき、安全な横断につながると考えられる。

屋内転倒実験

若年者の被験者の平均年齢は 24.3 ± 0.29 歳で男性 12 名、女性 1 名の 13 名である。被験者は、両足にセンサー (図 5 参照) を装着し、部屋の中を指定の経路に沿って、障害物を避けながら歩行する。足の位置はセンサーにより計測され、保存される。実験後ただちに足の軌跡を CAVE システム内に表示し、被験者に自身と障害物との接触の有無など確認していただき、転倒リスクの啓発を行った (図 8 参照)。

結果の一例を示すと、和室において、電源コードにまたいでかつ衝突したと判定を受けた被験者は、高齢者 17 人中 8 名、若年者が 12 名中 5 名であった。衝突していない被験者がまたぐときに挙げた足の高さを比較したところ有意差は認められなかった。

実験は兵庫県立大学環境人間学部の研究倫理委員会の承認を受け、2016 年 12 月～2017 年 1 月に実施した。被験者には、「個人情報の保護」や「実験協力の任意性と辞退の自由」などを事前に説明し、実験協力の同意を得ている。また、高齢者は、主に A 市の社会福祉協議会を通じ

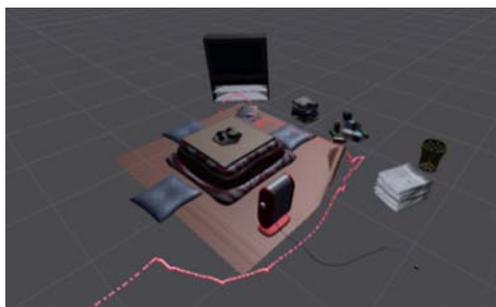


図 8 部屋と足の軌跡を同時に表示。足の位置を赤い点で表示している。この図はパソコン上で表示している。

て募集した。若年者は、情報関係を専攻する大学生および大学院生である。

[今後の研究の方向, 課題]

交通シミュレータに関しては、異なる条件での実験をおこない、速度と距離の認知機能をさらに詳しく調べる。また、後期高齢者の被験者を増やし、前期高齢者との違いを考察する。転倒シミュレータについては、現状のトラッキング装置の測定では、データのとりが起きやすいので、シミュレータの改良が必要である。また現実の部屋と VR との違いも検討する必要がある。

[参考文献]

- [1] 桜井良太, 藤原佳典, 内田勇人: 高齢者は安全かつ正確に道路を横断できるか?: 自己身体能力認識と速度知覚からの行動科学的検討, 研究結果報告集: 交通安全等・高齢者福祉 16, pp.19-22, 2010

[成果の発表, 論文等]

- [1] N. Takehara, R. Sasakura, N. Ohno, Y. Tamura, R. Varadhan, H. Uchida: Evaluations of Traffic-Related Cognitive Function of Japanese Older Adults with Traffic Simulator on Virtual Reality System, The 21st IAGG World Congress of Gerontology and Geriatrics, San Francisco, California, U. S. A. (2017 年 7 月発表予定)
- [2] 武原進拓, 篠倉良真, 大野暢亮, 田村祐一, 内田勇人: 没入型 VR 装置による高齢者を対象とした距離認知実験, 先進的描画技術を用いた可視化表現法の研究会, 2017 年 1 月
- [3] 篠倉良真, 武原進拓, 大野暢亮, 田村祐一, 内田勇人: 没入型 VR 装置による道路横断時の高齢者の判断力に関する研究, 先進的描画技術を用いた可視化表現法の研究会, 2017 年 1 月
- [4] 小寺慧, 大野暢亮, 田村祐一, 内田勇人: CAVE を用いた VR 高齢者転倒予防支援システムの基礎的検討, 先進的描画技術を用いた可視化表現法の研究会, 2017 年 1 月

このほか、5 件の国内発表