

# 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

横山 真哉† 寺田 裕樹† 猿田 和樹† 張 興国† 陳 国躍†

秋田県立大学大学院システム科学技術研究科† 秋田県立大学システム科学技術学部†

## 1. はじめに

平成 29 年度の交通事故における状態別死者数は歩行者が最も多く[1], 約 7 割が車道横断中の事故である[2]ことが明らかになっている。また, 歩行者死亡事故では高齢者が犠牲になるケースが多い[3]。以上のことから, 我々は過去に高齢者が遭遇する交通事故を低減するための取り組みとして車道横断能力検査システムを開発した。[青山の論文を参考文献に追加]検査システムでは横断体験を現実感があるものにするため, 拡張現実(以下, AR)を用いて実際の道路環境に仮想的な車両(以下, 仮想車両)を重ねし, 交通環境を再現した。しかし, 検査システムに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。そこで本研究では, 屋外で使用可能な AR を用いた車道横断能力教育システムを開発し, 車道横断能力教育効果実験によってシステムの教育効果を評価することを目的とし, 若年健常者を対象とした評価結果について検討した。

## 2. 車道横断能力教育システムの提案

### 2.1 システムの概要と使用環境

拡張現実(以下, AR)にはロケーションベース型, マーカー型およびマーカーレス型の 3 種類が存在する。しかし, ロケーションベース型では仮想物体の重畳精度が低くなる恐れがあり, マーカー型とマーカーレス型でもカメラを使用するため, システムの屋外使用を想定すると高輝度が障害になって重畳精度が低下する恐れがある。そこで, 本研究ではこれらの手法を用いずにノンマーカーな AR を実現する。

使用機器はノート PC とシースルー型 HMD である。シースルー型 HMD は Windows10 搭載のホログラフィックコンピュータである Microsoft 社の Hololens を使用する。システムは Unity2017.2.1f1 を用いて Hololens アプリケーションとして開発する。

Hololens アプリケーションは起動した時点における Hololens の位置と向きを起点に Unity で作成した仮想空間が展開する。この仕組みを利用し, システムを起動する前にシースルー型 HMD を装着した被験者の位置や向きを調整することで現実環境に違和感なく仮想物体を重ねる。

システムの使用環境を図 1 に示す。システムはノート PC およびシースルー型 HMD で構成する。システムは AR を用いて実際の道路環境に対して走行する仮想車両を重ねることによって, 車道は現実, 車両は仮想という疑似的な交通環境を構築する。仮想車両の制御等はノート PC で処理し, レンダリングデータを Wi-Fi 経由でシースルー型 HMD に投影する。使用者はシースルー型 HMD を装着した状態で仮想車両が行き交う疑似的な交

通環境を横断する。

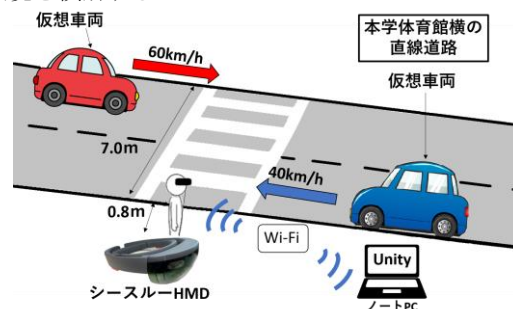


図 1. システムの使用環境

### 2.2 システムの動作

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①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, ②左側車線の先頭車両が横断歩道に到達するまでの時間, を比較して②の方が短い場合に警告を提示する。

## 3. 車道横断能力教育効果検証実験

### 3.1 実験条件

実験の被験者は 19 歳から 22 歳の若年者 10 名および 65 歳以上の高齢者 10 名とした。年齢層別に教育あり 5 名と教育なし 5 名のグループに分け, 各グループの検査結果を比較する。教育ありグループ(以降, 教育あり)は教育モードで横断を 10 回, 検査モードで横断を 20 回行い, 教育なしグループ(以降, 教育なし)は検査モードで横断を 30 回行う。ただし, 評価対象にするのは検査における最終 20 試行における結果とする。教育なしにおける最初の検査 10 回は両グループの横断試行の回数を揃えるために行うものであり, 被験者に対して横断の成否をフィードバックしない。各グループの検査結果を比較することでシステムの教育効果を評価する。

### 3.2 実験条件

左側, 右側車線を走行する車両は各 6 台ずつの計 12 台であり, 社則は左側が 60km/h, 右側が 40km/h である。すべての車両は歩道から 150m の位置に出現し, 300m 直進して消失する。走行車両のサイクルは車両が出現してから次に同じ車両が出現するまでの 40 秒間であり, シ

システム実行中はこれをループする。なお、本実験では車道横断時の視覚による判断に基づいて車道横断能力を検査するため、車両の走行音は付与していない。

図2に仮想車両の出現条件を示す。横軸が時間の経過、縦軸が横断歩道と車両の距離を、そして奇数番号が右側、偶数番号が左側の車両を示す。色付きの部分は(青)：被験者が安全に横断できるタイミング、(黄)：危険が伴うが横断可能なタイミング、(赤)：横断を開始すると車両と衝突してしまうタイミングを示す。1サイクル中の(青)は合計で3.5秒間とした。また、縦軸方向の破線で区切られた色付きの部分は、横断を開始するタイミングの危険度を示す。例としてAの時点が示す車道状況は(a)車両⑩が右側90mに位置し、(b)車両①が右側150mに出現しており、(c)車両⑩が左側15mに位置することを示す。これらすべての車両が(青)の地点に位置しているため、Aの時点における横断は安全である。なお、車両の出現間隔を設定するにあたり、被験者の歩行速度を1.1m/sとし、使用する道路幅を7.0mとした。

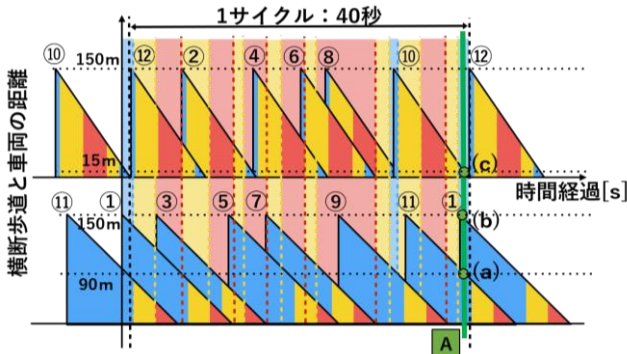


図2. 仮想車両の出現間隔

### 3.3 評価方法

検査結果は横断試行10回における横断成功回数を横断成功率として百分率で示した。横断成功率と各横断試行における横断前および横断中の左右確認回数と左右確認時間の平均値によって評価する。

### 3.4 若年被験者の検査結果

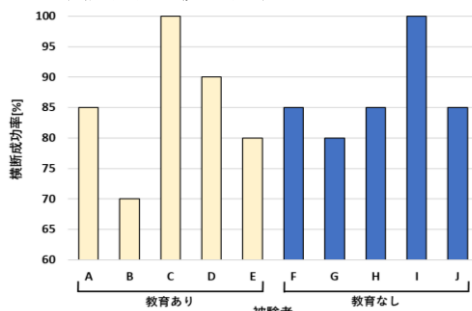


図3. 若年被験者の横断成功率

図3は若年被験者の横断成功率を示す。横軸のアルファベットは被験者を示し、縦軸は横断成功率を示す。A-Eは教育あり、F-Jは教育なしの被験者である。若年者の平均横断成功率は86%であり、グループ別では教育なしが85%、教育ありが86%とほぼ同等であった。

また、表1は若年被験者の左右確認比率を示す。左右確認比率は左右確認の偏りを示す指標として定めたものであり、左右を均等に確認するほど比率は1に近づく。

$$\text{左右確認回数比率} = \text{右側確認回数} / \text{左側確認回数}$$

$$\text{左右確認時間比率} = \text{右側確認時間} / \text{左側確認時間}$$

横断中の左右確認比率が0になっている部分は被験者が

横断中に左右を1度も確認しなかったことを示す。両グループを比較すると、横断前の回数比率の平均にはほとんど差は見られないが、時間比率の平均は教育なしが大幅に上回った。よって、両グループの確認回数は同様な傾向にあるが、教育なしの方が右側の確認に長い時間をかける傾向があるといえる。また、横断中に左右を確認した被験者は3名のみであり、3名の左右確認比率から横断中は左側により注意を向けているといえる。

表1. 若年被験者の左右確認比率

被験者	横断前		横断中	
	回数比率	時間比率	回数比率	時間比率
A	0.68	1.51	0	0
B	1.26	1.67	0	0
C	1.18	2.27	0	0
D	1.0	2.96	0.19	0.05
E	0.88	1.07	0.19	0.18
平均	1.0	1.90	0.08	0.05
F	0.94	4.81	0	0
G	0.83	1.16	0	0
H	0.88	1.03	0.1	0.04
I	0.87	0.53	0	0
J	1.96	12.4	0	0
平均	1.1	3.99	0.02	0.01

## 4. 考察

被験者群の各検査結果における両グループ間の有意差を確認するために①横断成功率、②横断前の左右確認回数の平均、③横断中の左右確認回数の平均、④横断前の左右確認時間の平均、⑤横断中の左右確認時間の平均、の5項目について独立2群の2標本t検定を行った結果、いずれも有意差は認められなかった。よって、システムの若年者に対する教育は横断成功率と左右確認の傾向に影響を与えなかったと考える。ただし、若年者は身体機能の衰えやそれに伴う判断能力の低下といったハンディキャップがなく、システムによって教育を施す以前から車道横断能力に問題はなかったと考えられるため、システムの教育効果を評価するには高齢者に対する教育効果を検討することが重要であると考えられる。

## 5. おわりに

ARを用いた車道横断能力教育システムを開発し、若年者に対して車道横断能力教育効果検証実験を行ったが、教育効果は認められなかった。今後は、高齢者に対する同様な実験により教育効果について検討する予定である。

## 謝辞

本研究はJSPS科研費JP16K01121の助成を受けたものです。

## 参考文献

- [1]警察庁：平成29年中の交通事故の発生状況，2017.
- [2]交通事故総合分析センター：自動車と歩行者の事故，イタルダイナフオメーション，No. 83，2010.
- [3]警察庁交通局：平成28年における交通死亡事故について，2016.
- [4]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，日本バーチャリアリティ学会論文誌，Vol.22，No. 3，2017.