

バーチャル空間における自動車運転シミュレータの忠実性に関する考察

齋藤芳明[†] 川島一将[†] 平川正人[†]

島根大学大学院総合理工学研究科[†]

1. はじめに

モノづくりにおける品質向上やリードタイムの短縮にシミュレーションはなくてはならないものになってきている。特に自動車業界においてはモデルベース開発(Model Based Development)が一般的になってきており、年々高度化、複雑化する要求へ対応している[1]。また、シミュレータの活用によって現実世界では、安全性の観点から実際には試行することが難しい事案の評価が可能になったり、現実では取得が難しいデータが容易に得られるようになったりと、バーチャル開発が益々進んできているが、人間の認識に関する評価には依然として課題が残されている[2]。シミュレータにおける人間の認識や行動に関する研究[3]も報告されてきており、それらの研究の積み重ねによって、シミュレータを用いた官能評価も可能になることが期待される。

シミュレータと現実世界での利用者行動の差異はシミュレータの忠実性(Fidelity)欠落の結果とされている[4]。しかしながら現実世界での行動とシミュレータでの行動との差を単純に忠実度の差異と捉えるのではなく、人間の行動に影響する要素が現実世界とシミュレータでは差異があったからであると考えたい。本研究では、仮想現実(VR)環境上に構築したシミュレータを用いて被験者に指定ルートを自動車に乗って走行してもらい、モデリング要素を変化させた時の運転行動の変化を考察する。

2. 実験

2.1 実験装置

実験に用いたアプリケーションは Unity Technologies 社の Unity2017.2.1.f1 (64-bit)を用いて作成し、Oculus 社製の Oculus Rift HMD (CV 1)にて VR 映像を被験者に提示した。作成したアプリケーション内の自動車の運転操作には Logicool LPRC-15000を利用し、ステアリング操作、アクセル操作、ブレーキ操作、前後進切り替え操作を行えるように作成した (Figure 1)。



Figure 1 Driving simulator

Figure 2 は運転席からのビューである。本実験では右ハンドル車を採用し、市街地を想定したコースを被験者に走行させた。コースの順路は一方通行標識および進入禁止標識によって被験者に提示した。また、コース内には速度規制標識、一時停止標識、信号を配置するとともに、実験ステージによっては他車両が走行している。被験者には速度規制標識に準拠して走行させるために、自車両の速度をヘッドアップディスプレイに表示して提示した。また、前後進のギア状態 (D/R) もヘッドアップディスプレイに表示した。



Figure 2 Seat view

本実験においては、3つのステージを各被験者に走行させた。第1のステージは道路脇に壁がなく、車幅線のみコースであり (Figure 3)、他車両も走行していない。第2のステージは、第1のステージと同様に道路上には車幅線のみであるが、他車両を走行させた。第3のステージは車幅線に加えて道路の両側に壁を設けた上で、他車両も走行させた (Figure 4)。

A Consideration of the Fidelity for Driving Simulator in Virtual Space

[†]Yoshiaki Saito, Kazumasa Kawashima, Masahito Hirakawa
Shimane University
Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering



Figure 3 1st and 2nd stage



Figure 4 3rd stage

2.2 実験方法

被験者に本実験では3つのステージを走行してもらうことを事前に説明し、それらの違いも事前に通知した。また、日本の交通ルールに従って走行してほしいこと、実験の途中で気分が悪くなったら直ちに実験を中断してよいことを説明した。さらに本番の実験を開始する前に、練習用に第1のステージと同様のコースを走行させた。実験に参加した被験者は21歳から24歳(平均22.6, 標準偏差1.0)までの5名(男性4名, 女性1名)である。

3. 結果

全走行行程のうち、中央線のない道路の走行に注目して分析を実施した。分析は3つのそれぞれのステージについて、直線走行部分の自車両の走行レーン上での横方向位置を分散分析した(Table 1)。結果は有意であり、5%水準にて多重比較を実施した結果、3ステージ全てで有意であった。

Table 1 ANOVA table (Lateral position of all path)

	Sum Sq.	df	Mean Sq.	F	p-value
Stage	19891.7	2	9945.87	17047.64	0.000
Error	37605.9	64458	0.58		
Total	57497.6	64460			

3ステージの横方向位置の平均と標準偏差をTable 2に示す。横方向位置については車線中央をゼロとし、右方向(左方向)を正(負)とする。他車両の存在によって車両位置は左寄りになり、さらに壁がある場合は左寄りの傾向が更に強く現われている。

Table 2 Mean and standard deviation (Lateral position of all path)

水準		Mean [m]	Standard deviation [m]
他車両	壁		
なし	なし	-0.162	0.838
あり	なし	-1.215	0.740
あり	あり	-1.271	0.719

次に、反対車線上の他車両(Non-player car)とすれ違うときの自車両の横方向位置について分散分析を実施した。他車両の大きさの違いには有意差はなく、壁の有無にのみ有意差が認められた(Table 3)。

Table 3 ANOVA table (Lateral position beside the Non-player car)

	Sum Sq.	df	Mean Sq.	F	p-value
Wall	2.1918	1	2.19180	4.9	0.029
Non player car	1.6953	2	0.84767	1.9	0.155
Error	48.2923	108	0.44715		
Total	52.1736	111			

有意差のあった壁の有無による車両位置の平均と標準偏差をTable 4に示す。Table 2の結果同様に壁がある場合は左寄りになっているが、他車両の横を通過するときはさらに左寄りになっている。

Table 4 Mean and standard deviation (Lateral position beside the Non-player car)

水準	Mean [m]	Standard deviation [m]
壁		
なし	-1.234	0.675
あり	-1.513	0.674

4. 考察・まとめ

壁の存在が左寄り傾向を阻害すると想定していたが、結果としてさらなる左寄り傾向を示したことから、壁の存在が被験者に対して左側への距離推定の補助になっていたと判断する。

シミュレータを産業利用する際に忠実性を重視する見解が多いが、人間が認識、判断、行動をする刺激が何なのかを明確にすることなく、ただ単に忠実性を議論してもモノづくりの現場にVRを有効活用することはできない。

参考文献

- [1] 今田 道宏, 小森 賢, “エンジン制御システム開発技術”, 計測と制御, 2014, Vol. 53 No. 8, pp. 702-709.
- [2] Joost C.F. de Winter, Peter M. van Leeuwen, Riender Happee, “Advantages and Disadvantages of Driving Simulators: A Discussion”, *Proceedings of Measuring Behavior Conference*, 2012, pp.47-50.
- [3] 村瀬健二, 武田雄策, 原利宏, 金子寛彦, “自動車運転時の周辺対象認知における東部と眼球運動”, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 2018, Vol. 23 No.3 pp.207-216.
- [4] Ambar Yadav, Arti Singh, “Driving Simulator”, *IOSR Journal of Computer Engineering*, 2014, Vol. 16 No.3 pp.33-38.