

# ライド型 VR コンテンツにおける呈示映像の傾きの増幅と減衰による体験者の認知に関する研究

沼崎優介<sup>1</sup> 兼松祥央<sup>2</sup> 遠藤雅伸<sup>3</sup> 近藤邦雄<sup>2</sup> 三上浩司<sup>2</sup>

**概要:** バーチャルリアリティ (VR) とは現前していないにもかかわらず、観察する者にそこにあると感じさせる技術である。近年では HMD が多数発売され、VR エンターテインメントコンテンツは、より一般的となった。我々は体験者に視覚提示する傾きの情報を実際より増幅した情報を与えたときに違和感なく与えられるようになれば、体験者の身体的安全を確保しながら、体験の質を上げることができ、VR を利用したエンターテインメントコンテンツに寄与できると考えた。そこで我々は体験者に視覚提示する傾き情報を変化させたときに体験者がその変化に気づくかを、階段法を用いて実験を行い調査した。

**キーワード:** デジタルゲーム, Virtual Reality,

## Research on user recognition by amplifying and attenuating the tilt of video displayed in ride-type VR content

YUSUKE NUMAZAKI<sup>†1</sup> YOSHIHISA KANEMATSU<sup>†2</sup>  
MASANOBU ENDO<sup>†H3</sup> KUNIO KONDO<sup>†2</sup> KOJI MIKAMI<sup>†2</sup>

**Abstract:** This manuscript is a guide to produce a final camera-ready manuscript of a PDF to be submitted to IPSJ SIG Technical Report using MS-Word template file (.dot). Since the manuscript itself is produced with the MS-Word template file, it will help you to refer it. [\*\*]

**Keywords:** Digital Game, Virtual Reality,

### 1. はじめに

バーチャルリアリティ (VR) とは現前していないにもかかわらず、観察する者にそこにあると感じさせる技術である [1]。近年ではモーションセンサー付き両眼視差立体視ヘッドマウントディスプレイ (HMD) が多数発売され、HMD を利用した VR コンテンツを提供する商業施設の増加や、一般家庭向けに安価に入手可能な HMD が発売され、VR とそれを利用したエンターテインメントコンテンツは、より一般的となった。

VR コンテンツにおいて重要な要素のひとつに「プレゼンス」 (Sense of Presence) がある [2][3][4][5]。VR ゲーム等におけるプレゼンスとは体験者に実際にそこに「居る」と感じられる体験を提供することを目指している。

ゲームにおいて物理的に安全であることは重要な性質であるとクリス・クロフォードは定義している [6]。この定義は現代においても VR コンテンツの普及に伴いヘッドマウントディスプレイを用いたゲームのガイドライン [7] が出されていることから重要であることが推察できる。また、

HMD を利用した VR 体験によって気分が悪くなる症状 (VR 酔い) がある [8][9]。VR 酔いによってプレゼンスが損なわれると同時に体験者に不快感が生じてしまう。ここから、VR 体験において現実を誇張した表現を行う際に現実とそぐわないことによって VR 酔いが懸念される。

我々は体験者に実際より増幅した情報を違和感なく与えられるようになれば、体験者の身体的安全を確保しながら、体験の質を上げることができ、VR を利用したエンターテインメントコンテンツに寄与できると考えた。

そこで我々は自作したライド型 VR コンテンツを用いて体験者に視覚提示する傾き情報を実際の傾きに対して変化させ、そのときに体験者が気づく傾き具合を調査した。

### 2. 既存研究

本研究と類似した研究に Redirected Walking<sup>1</sup>がある。また、本研究では筆者らが行った体験者の体性感覚を利用したプレゼンス向上手法を使用した。

<sup>1</sup> 東京工科大学院 バイオ・情報メディア研究科メディアサイエンス専攻  
Tokyo University of Technology Graduate School

<sup>2</sup> 東京工科大学  
Tokyo University of Technology

<sup>3</sup> 東京工芸大学  
Tokyo Polytechnic University

## 2.1 Redirected Walking

ルームスケール VR と呼ばれる VR 空間を視覚シミュレートし、VR 空間内を体験者の実際の移動と同期させることで、体験者にあたかも眼前にある空間を自由に動いているような体験を与えるコンテンツがある。ルームスケール VR は広い空間が必要である。Redirected Walking は体験者の移動に対して視覚シミュレートを実際よりずらすことにより、実際の空間よりも広い空間を移動していると錯覚させる手法である [10][11]。

本研究では体験者が自由に空間を動くことができないライド型 VR コンテンツにおいて、体験者の自己主体感に伴う体性感覚刺激に対しても同様の錯覚が起こせると考えた。

## 2.2 ライド型 VR コンテンツのための筐体の触覚と座面の不安定性を利用したプレゼンス向上手法

筆者らが行った研究にライド型 VR コンテンツにおいて触覚と自己主体感の伴った体性感覚刺激を用いたプレゼンスの向上に関する研究がある[12]。結果として触覚と体性感覚への刺激はプレゼンス向上に有効であることが示されている。

本研究では自己主体感の伴う体性感覚への刺激に加え視覚から与える傾き量を変化させることで、体験者のプレゼンスを低下させることなく体験を変化させることができるのではないかと考え、調査を行った。

## 3. 実験方法

本研究ではプレゼンスを考慮した体性感覚に自己主体感に伴う刺激を与えるライド型 VR システムにおいて、視覚から得られる傾きを実際の傾きに対して増減させた。そのとき、体験者の回答が視覚提示した情報によってどのように変化するかに着目し、提示した傾きの増減に気づくか調査した。

被験者に自作した VR システムに搭乗してもらい、体勢を傾けてもらった。その際に視覚から得られる傾きを増減させ、傾きを増減させる度に回答を得た。

### 3.1 制作した VR システム

エアマット上に専用の木製装置を置き、そこに体験者が搭乗して、HTC Vive で出力されたコンテンツを提供する VR システムを実験用に作成した。

#### 3.1.1 ハードウェア

Unreal Engine を用いて、HTC Vive から体験者の視覚に映像出力している。体験者は HMD とヘッドホンを着用し、インタラクション用に VIVE コントローラ 1 台を持つ。舟ユニットには VIVE トラッカーを装着した。これにより舟ユニットの位置角度情報を取得し、体験者の視覚からの映像に反映した。

装置全体は位置検出用のベースステーションの設定が

必要なため、3m 四方程度となった。また搭乗時は体験者が HMD を装着しているため、プレイテストでは安全確保のために補助員が誘導した。VR システムの全景を図 1 に、VIVE トラッカーを装着した様子を図 2 に示す。



図 1 VR システムの全景



図 2 VIVE トラッカー装着

#### 3.1.2 コンテンツ

夜の川を小舟でゆっくりと下っていくシーンをシミュレートした約 5 分のコンテンツ『Ideal Vacation』を実装した。コンテンツ内には体験者が体勢を傾け、コントローラを下方向に動かすことで水面に触れることができるものを用意した。実際のコンテンツによる視覚シミュレーション画面を図 3 に、体験者が水面に触れている様子とその時の視覚シミュレーションを図 4 に示す。



図 3 「Ideal Vacation」の視覚シミュレーション画像

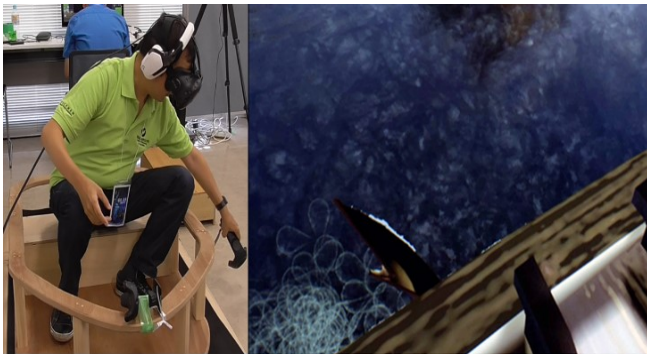


図 4 水面に触れる体験者とシミュレーション画像

### 3.2 実験方法

本実験では被験者がコンテンツ内の水面を触ることで体勢を傾けてもらう。その際に、実物の筐体の傾きに対して、提示する映像の傾きを増減させた。そして、実際の傾きより視覚から与えられる傾きが増幅されているか減少されているかを体験者に回答してもらった。

視覚提示する傾きは実際の傾きを 1.0 とし、0.2 倍から 1.8 倍までの間を 0.2 刻みの 9 段階に設定した。これらを次の順序で体験させ、変化させた都度回答を得た。

#### (1) 実験, コンテンツの遊び方の説明

体験者に本実験で使用するコンテンツの遊び方と、本実験の説明、回答の方法をした。

#### (2) VR システムへの搭乗, HMD の装着

ソフトウェアを起動した後、体験者に HMD を装着し、舟型ユニットに搭乗してもらった。

このとき、体験者の安全確保のため、手引をし、搭乗の補佐を行った。

#### (3) 傾きの設定

最初に 1.0 倍の傾きを体験してもらった。

#### (4) 体勢を傾けてもらう

このとき、実際の傾きが毎回ほぼ同様になるようにコンテンツ内の水面に触れてもらうことで傾ける指示をした。

#### (5) 回答

体勢を戻してもらい、実際の傾きと比べて視覚からの傾きは増加させたものか減少させたものかを答えてもらった。

このときに体験者が前の体験に比した傾きを回答しないよう、実際の傾きと比べて増加させたものか減少させたものかを都度聞いた。

#### (6) 傾きを変化

次に 1.2 倍の傾きを体験させた。

以降傾きを変化させるときは次の条件で行った

- 不正解の場合、体験した傾きが増加方向の場合は更に増加、減少方向の場合は更に減少
- 正解した場合、体験した傾きが増加方向の場合は減少方向に、減少方向の場合は増加方向に変化

以上の手順で体験者が 6 回正答するまで行った。

## 4. 結果

9 名の被験者から回答を得た。

得られた結果を表 1, 図 5 に示す。

表 1 被験者が体験した傾き

		体験者								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
体験した傾き	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	3	0.8	0.8	1.4	1.4	0.8	1.4	1.4	0.8	1.4
	4	0.6	0.6	1.2	1.6	1.2	1.2	1.6	1.2	1.2
	5	0.4	0.8	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	0.8	0.8
	6	0.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.6	1.2	1.2	0.6
	7	0.4	0.8	0.8	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	0.4
	8	0.2	0.6	1.2	1.2	1.6	1.2	1.6	1.2	0.2
	9	0.4	0.4	0.8	1.4	1.4	1.4	1.8		0.2
	10	0.6	0.2		1.6		1.6	1.6		0.2
	11	0.8	0.2		1.8		1.4	1.8		0.4
	12	0.6	0.4		1.6			1.6		0.6
	13		0.6							0.4
	14		0.8							0.6
	15		1.2							0.8
	16									1.2

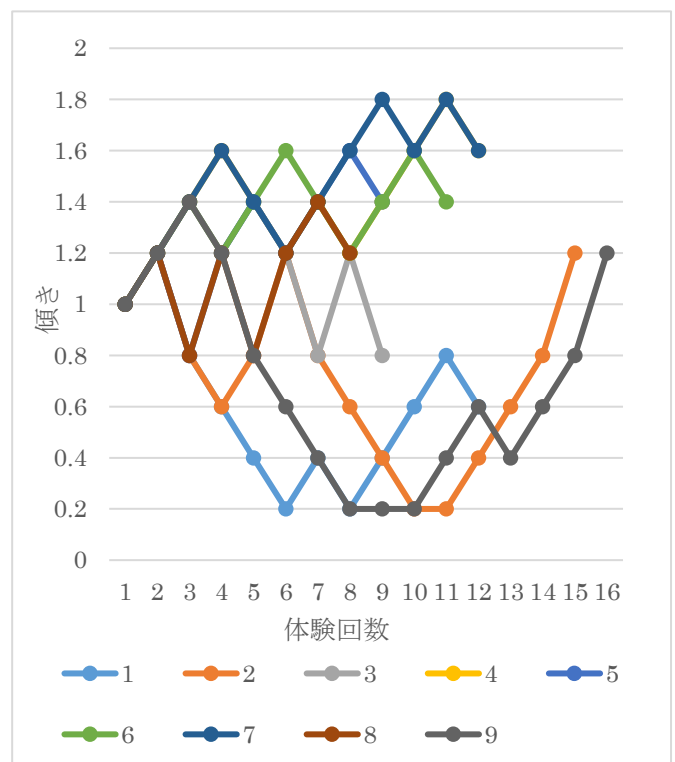


図 5 被験者が体験した傾きの変位

## 5. 考察

事前に行ったアンケートから体験者全員が本実験以外で以前に VR 体験があることがわかった。得られた結果から体験者を次のように分類した。

### 5.1 実際との変化に気づきやすい

比較的回答する回数が少なく終わった被験者の 3,5,8 が該当する。その中でも被験者 8 は VR コンテンツの開発を行っており、日常的に HMD を用いて VR コンテンツ開発を行っていた。また、事前に行ったアンケートから 3 名とも乗り物酔いが起こりやすいと自覚していることがわかった。このことから VR の経験が多い人は実際との差に気づきやすく、また乗り物酔いが起こりやすい人が実際との変化に気づきやすいことが考えられる。

### 5.2 増加方向の変化に気づきにくい

増加させた変化に対する回答回数が多かった被験者 4,6,7 が該当する。これらの被験者は実際よりも大きい傾きを提示しても気づきづらく、筆者の狙う体験である実際よりも大きい傾きに対して違和感なく体験が行えた被験者だった。これらの被験者に特徴的な共通点は見られなかったが、被験者 4,7 は体験時に裸眼で行っていた。また、被験者 4 は乗り物酔いが起きた経験がないとアンケートからわかった。本実験では増減させた傾きを実際の 2 倍まで用意した。しかし被験者の中で 2 倍を体験したものはなかった。ここから増加方向の変化に気づきにくい体験者でも実際の 1.8 倍の傾きを与えると気づく可能性があることが考えられる。

### 5.3 減少方向の変化に気づきにくい

減少させた変化に対する回答に対して回答回数が多かった被験者 1,2,9 が該当する。これらの被験者は実際より小さい傾きに対して違和感があまりなかったと回答した被験者だった。特に被験者 2 と被験者 9 は実際よりも小さな傾きに対して気づきにくく、本実験で減少させた傾きを実際の 0.2 倍までしか用意していなかったが、0.2 倍を複数回体験しないと実際よりも小さく変化させた傾きだと気づかなかった。ここから複数回の体験によって実際よりも小さな傾きの体験には気づいてしまうことが考えられる。また、実際よりも小さな傾きを与える体験は 0.2 倍よりも小さな傾きでも気づかないことが考えられる。

## 6. まとめ

本研究では体験者の体性によって体性感覚刺激を与えることができる舟型 VR システムを用いて体験中に傾きを変化させ、階段法を用いて体験者から回答を得た。得られた回答から体験者の種類を 3 つに分類し調査した。

そこから得られた結果として、乗り物酔いをしやすいと感じている体験者は実際と異なる傾きの変化に対して敏感に気づいてしまうことがわかった。

実際よりも増加させた傾きを与えたときに気づかない体験者がいた。これらの体験者に対しては筆者の狙った体験を作り提供することができた。ここから体験者の動きを小さくしながらも体験の質を損なわないコンテンツ表現の可能性が示唆された。

実際よりも小さな傾きに対して気づかない体験者がいたが、これらの体験者は実際よりも 0.2 倍の大きさでも気づかず、複数回体験することで実際よりも小さく変化させた傾きだと気づいたと考えられる。ここから体験者に実際よりも体を大きく動かす体験を作りたいときに有効的に活用できると考えられる。しかし、0.2 倍程度でも気づかれませんが、複数回体験することで気づかれしまう可能性があることが考えられる。

今後の展望として本研究で行った実験の被験者の数を増やすことでより体験者の分類やその特性を明らかにしたいと考えている。

**謝辞** 本研究は JSPS 科研費 JP17K00734, 18K19844 の助成を受けたものです。

## 参考文献

- [1] 舘暉, 佐藤誠, 廣瀬通孝, 日本バーチャルリアリティ学会. バーチャルリアリティ学. コロナ社,2001,7p.
- [2] IJsselstein,W.A. et al.. Presence: Concept, determinants and measurement. Human Vision and Electronic Imaging V, 2000, Vol. 3959, p. 520-529.
- [3] Bystrom, K. E. et al.. A conceptual model of the sense of presence in virtual environments. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 1999, Vol.8 No. 2, p.241-244.
- [4] B Herbelin et al.. Sense of presence in virtual reality exposures therapy. Proceedings of the 1st International Workshop on Virtual Reality Rehabilitation, Lausanne, Switzerland. Citeseer, 2002.
- [5] Tanaka, N. and Takagi,H .. Virtual reality environment design of managing both presence and virtual reality sickness. Journal of physiological anthropology and applied human science, 2004, Vol. 23, No. 6, p. 313-317.
- [6] Chris Crawford. Chris Crawford on game design. New Riders, 2003, 31p.
- [7] "一般社団法人ロケーションベース VR 協会 / 運営上の注意事項ワーキンググループ検討成果"  
".https://lva.or.jp/pdf/guidelines.pdf(参照 2019-10-09)
- [8] Howarth P.A. et al.. The occurrence of virtual simulation sickness symptoms when an HMD was used as a personal viewing system. Displays, 1997, Vol. 18, p. 107-116.
- [9] Singla A. et al.. Measuring and Comparing QoE and Simulator Sickness of Omnidirectional Videos in Different Head Mounted Displays. Ninth International Conference on Quality of Multimedia Experience (QoMEX), 2017, p.1-6.
- [10] Razzaque S, et al.. Redirected walking. EUROGRAPHICS, 2001, vol.9, p. 4914.
- [11] Matsumoto K, et al.. Unlimited corridor: redirected walking techniques using visuo haptic interaction. ACM SIGGRAPH 2016 Emerging Technologies, 2016, p. 20.
- [12] 沼崎優介,中垣孝太,川島優暉,鳴海拓志,遠藤雅伸. ライド型 VR コンテンツのための筐体の触覚と座面の不安定性を利用したプレゼンス向上手法. EC2017, 2017,p. 23-28.