

## CAVEを用いた仮想空間におけるヒトの移動認知に関する予備研究

石原 義大<sup>†</sup>  
Yoshihiro Ishihara

石原 真紀夫<sup>‡</sup>  
Makio Ishihara

## 1. はじめに

近年、没入型仮想現実感を一般家庭で手軽に利用できるようになってきている。ヘッドマウントディスプレイを装着し実空間を移動すると、同時に仮想空間を移動できる。そこで問題となるのが、実空間と仮想空間のサイズの不一致である。一般に、仮想空間は実空間よりも広いことが多い。そこで、限られた実空間のもとで広い仮想空間を自然に移動できる手法が求められる。先行研究[1]では、仮想空間の捻じ曲げにより実空間の移動を誘導し、実質的に移動できる仮想空間を拡張している。しかし、この研究では実空間に合わせた映像を作成しているため、利用者は映像に違和感を覚えてしまう。また、他の先行研究[2]では、性別によって仮想空間での感覚が異なるという結果が出ている。

本研究では、実空間と仮想空間でのヒトの空間認知の差を利用し、違和感を与えず行動を制御することを目的とする。先行研究[1]では仮想空間の提示システムとして CAVE を用いて実験をしており、それとの比較のため本実験でも CAVE を用いた。

## 2. ヒトの移動認知に関する実験

## 2.1 CAVE とは

CAVE とは、没入型立体表示システムであり、本稿では 2m 四方の空間内の正面、左、床の投影面ベースの 3 面 CAVE システムを用いる。原点は CAVE 床の中心にある。座標系は右手前に x 軸、上方向に y 軸、左手前に z 軸となっている (図 1)。例えば、図 1 の手前側の角は単位を(m)として、座標 (1, 0, 1) と表すことができる。



図 1 CAVE システム

## 2.2 実験の概要

本実験では、仮想空間内でのヒトの移動方向の感覚を調査する。移動方向の感覚を利用して、仮想空間の拡張を図るためである。図 2 は実験に用いる仮想空間内の通路である。開始地点から終了地点まで自動で進む視点映像を速度

<sup>†</sup> 福岡工業大学大学院 修士課程

工学研究科 情報工学専攻

<sup>‡</sup> 福岡工業大学 情報工学部 情報工学科

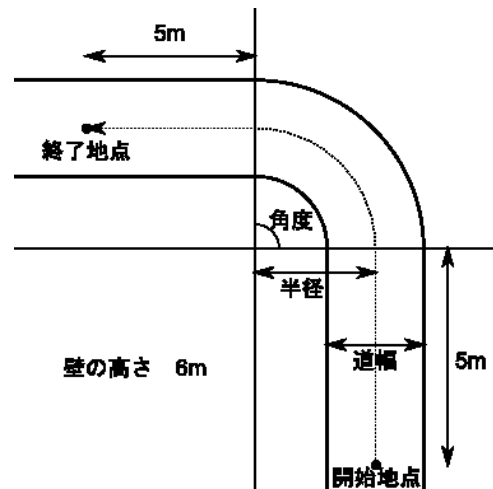


図 2 通路の俯瞰図

や道幅が異なる複数の条件で被験者に提示し、その移動方向の認知度合いをアンケートにより収集する。

## 2.3 実験の内容

被験者は 18~22 歳の男性 10 名である。各被験者に CAVE の座標 (1, 0, 1) から原点の方を見て立ってもらい、合図とともに映像を提示する。その後、どのぐらいの角度を曲がったと感じたのかを回答してもらい。回答方法には図 3 のスマートフォンアプリケーションを用いた。タップした場所と中心との間に線が引かれ、その線と中心から前に引かれた線との間の角度が上部に表示されるので、それを答えてもらう形をとった。

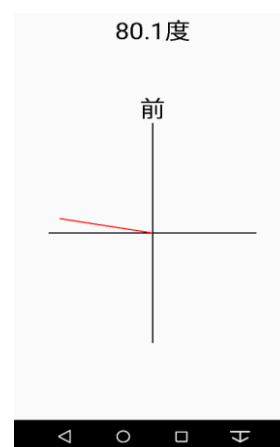


図 3 回答アプリケーション

条件のパターンは表 1 のとおりである。これらの条件は、事前に道幅や半径などをいろいろなパターンで試して設定したものである。

表 1 条件内容

条件項目	条件内容
道幅	1.5m、2.5m
半径	2m、4m
速度	4m/s、6m/s
角度	-135°、-90°、-45° 45°、90°、135°

各被験者は全条件の組み合わせをランダム順に合計 48 回行う。

10 名 × 2 道幅 × 2 半径 × 2 速度 × 6 角度 = 480 試行 (1)  
なお、角度はプラスが左方向、マイナスが右方向である。

### 3. 実験結果

実験結果を図 4 に示す。横軸が設定した角度 (設定角度) であり、縦軸が被験者から取得された角度 (取得角度) である。右方向の設定角度の平均 (設定平均) は -90.00、取得角度の平均 (取得平均) は -76.45 であった。また、右方向の設定角度の標準偏差 (設定標準偏差) は 36.82、取得角度の標準偏差 (取得標準偏差) は 37.90 であった。この時、設定平均と取得平均の間に有意な差があった [ $t(239) = -5.90, p = 0.01$ ]。左方向の設定平均は 90.00、取得平均は 79.06、設定標準偏差は 36.82、取得標準偏差は 40.27 であった。この時も設定平均と取得平均の間に有意な差があった [ $t(239) = 4.20, p = 0.01$ ]。ここで、右方向の平均の差は 13.55、左方向の平均の差は -10.94 であり、映像よりも曲がった感覚が小さくなっている。

設定角度毎の設定平均と取得平均の間の有意差を表 2 に示す。角度の大きな -135 度、135 度では差が 35 度近くあり設定角度より小さく感じている。-90 度、90 度では差が 10 度程度であり設定角度より少し小さく感じている。角度の小さな -45 度、45 度では差が 5~10 度程度であり、設定角度より大きく感じている。

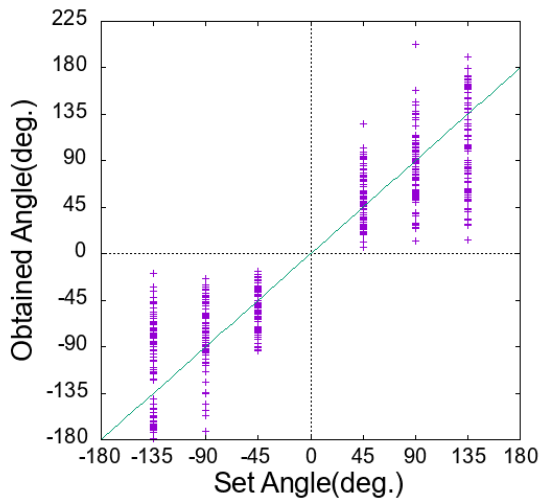


図 4 全体の実験結果

表 2 設定平均と取得平均の比較

設定平均 (度)	取得平均 (度)	平均の差 (度)	有意水準
-135	-101.52	33.48	0.01
-90	-76.92	13.08	0.01
-45	-50.91	-5.91	0.01
45	55.19	10.19	0.01
90	81.91	-8.09	0.05
135	100.08	-34.92	0.01

### 4. まとめ

表 2 より設定角度と取得角度の差を平均すると約 1.31 度となる。このことから、全体的にヒトは設定された角度よりも少し左向きに感じる事が分かる。これは、利き手の向きのほうが正確に認識しやすいからと考えている。本実験内で、被験者すべてはスマートフォンを右手で操作しており、右利きと推測される。また、標準偏差は左方向より右方向が小さくなっている。このことから、利き手の向きのほうが正確に認識しやすいと考えられる。

ほかにも、本実験結果を利用するために、例えば仮想空間で 90 度の曲がり道を曲がる状況を考える。この時、90 度の映像を 100 度に引き伸ばし、この映像を提示すれば利用者は 90 度程度に感じ、仮想空間上も 90 度移動することになる。さらに、実空間では 100 度程度移動しているため、利用者は 90 度の時よりさらに内側に移動することが可能になる。このことから、利用者に仮想空間の角度よりも大きく移動させることで、実空間内をより内側に移動させることができる可能性があると考えられる。

最後に、本実験では道を曲がった時の感覚について調査した。本実験によって、実空間におけるヒトの行動を、違和感なく制御することが可能であると感ずることができた。今後の課題は、ヒトの行動制御を行うシステムの実装、直線の道を歩いた時の感覚の調査があげられる。また 1 章はじめに、でも述べたように、性別によって仮想空間での感覚が異なるという結果があった。今回の被験者は男性の 20 歳前後であったので、対象を女性やより年齢の高い人にも広げていきたい。

### 参考文献

- [1] Qi Sun, Li-Yi Wei, Arie Kaufman, "Mapping Virtual and Physical Reality", ACM Transactions on Graphics, Vol.35, No.4, pp.64:1-64:12, July, 2016.
- [2] Christos Paraskeva, George Alex Koulieris, Matthew Coxon, Katerina Mania, "Gender Differences in Spatial Awareness in Immersive Virtual Environments: A Preliminary Investigation", Proceedings of the 11th ACM SIGGRAPH International Conference on Virtual-Reality Continuum and its Applications in Industry, pp.95-98, December, 2012.