

# VR 体験中のユーザに対する HMD の視野制御を用いた姿勢矯正システムの提案

藤本 康暉

Koki FUJIMOTO

## 1 はじめに

現在、PSVR やスマートフォンを利用したヘッドマウントディスプレイ (HMD) の登場に伴い、仮想現実 (VR) に注目が集まっている。しかし、HMD を利用する際の問題点として、HMD 装着者の首への負荷が報告されている<sup>1)</sup>。

HMD は重量が前方のディスプレイ部分に偏っているため、HMD 装着者の首に負荷がかかる。首への負荷は全身に悪影響を与え、猫背や反り腰の原因になる。また、猫背や反り腰などの悪い姿勢の状態では、良い姿勢の状態に比べて、首への負荷が増加することも報告されている。HMD 装着中の首への負荷を軽減するには、良い姿勢を維持する必要がある。

我々は HMD 装着者が良い姿勢を維持する方法として、視野制限に注目している。視線誘導はユーザの視線を特定の部分に導く手法である。VR 空間ではユーザは自身の視野外の空間を見るために、体を動かす必要がある。HMD 装着中のユーザに対して、姿勢に応じた視野制限を行うことで、姿勢に変化を促せる。

本研究では、VR 空間での視野制御を用いた姿勢矯正システムを提案する。HMD の視野をユーザの頭部の傾きに応じて変化させることで、VR 体験中のユーザの姿勢が悪くならないように誘導し、首への負荷を軽減する。

## 2 視野制御を用いた姿勢矯正システム

### 2.1 システムの概要

本システムでは、VR 体験中のユーザの頭部の傾きを計測し、ユーザの頭部の傾きに応じて視野を増減させることで、VR 体験中のユーザの姿勢が悪くならないように誘導する。システムの仕組みを Fig.1 に示す。

本システムでは、VR 体験中のユーザの頭部の傾きを、HMD のセンサを用いて前傾の場合は正の値で、後傾の場合は負の値で計測する。HMD は頭部の向きに応じて映像を切り替えるために、頭部の傾きを取得するセンサが複数内蔵されている。そのため、HMD は傾き検出の精度が高く、正確に頭部の傾きを取得することが可能である。取得した頭部の傾きから、ユーザの姿勢が前傾状態か正常状態かを判定し、状態に応じて HMD の視野を増減させる。

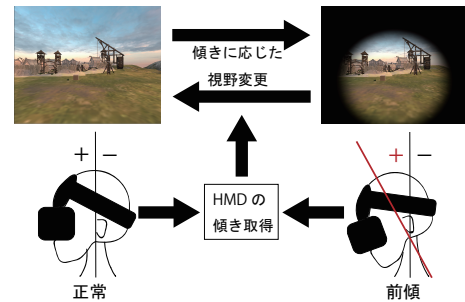


Fig. 1 姿勢評価に用いる座標とベクトル

### 2.2 視野変更のアルゴリズム

本システムでは、HMD の傾きからユーザの現在の姿勢が、正常か前傾かの判定を行う。前傾と判定する条件は、事前に猫背と正しい姿勢の測定を行った結果をもとにしている。事前に 18 人分の姿勢計測を行った結果、頭部の傾きは良い姿勢の場合に平均 $-5$ 度、前傾の場合は平均 $1$ 度だったことから、頭部の傾きが $1$ 度以上の場合に前傾と判定する。

正常、前傾状態の持続時間をカウントし、視野が制限なしの状態、前傾姿勢が $3$ 秒以上続いた場合は視野の縮小を行う。一方、視野が制限ありの状態、正常姿勢が $3$ 秒以上続いた場合は視野の拡大を行う。視野は初期は HMD の視野そのままの $100$ 度で、縮小時は $80$ 度まで減少する。視野の変化は、 $1$ 秒に $2$ 度ずつ緩やかに増減していく。また、視野を狭める際、視野の残す領域を中心より $10$ 度下に設定している。視野を残す領域を下げることで、視野の中心に見たい対象を捉える際に、通常より顔を上げる必要があり、ユーザが頭を上げやすくなるのが事前の予備実験で判明したためである。

## 3 システムの有効性の検証実験

### 3.1 実験概要

本実験では、2種類のコンテンツに姿勢に応じた視野変更システムを導入し、姿勢計測機器にて姿勢の変化を計測する。システムありとなしの場合の姿勢を比較することで、システムの有効性を検証する。

被験者は $20$ 代前半の男性 $16$ 名である。実験では、頭部の傾きを HMD のセンサで計測するのは別に、姿勢

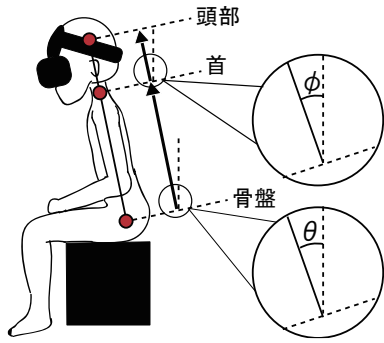


Fig. 2 姿勢評価に用いる座標とベクトル

を計測する機器として Kinect v2 を用いる。実験中、被験者の姿勢を Kinect v2 で計測し、システムありとなしの場合の姿勢の評価を行う。

### 3.2 実験内容

本実験で扱うコンテンツは、ウォークラリーと迷路の2種類である。ウォークラリーは、MAP 中にあるチェックポイントを決められた順で回っていくコンテンツである。一方、迷路は複雑の迷路内をスタートからゴールに向けて探索するコンテンツである。2種類のコンテンツは共に、VR の実験でよく利用されるコンテンツであり、移動や方向転換などの VR の基本的な動作のみ導入している。

実験時間は、2種類の実験とも3分である。2種のコンテンツにおいて、システムありとなしの場合の合計4種類の実験を行い、実験中のユーザの姿勢と頭部の傾きを計測し姿勢の評価を行う。本研究では、被験者の姿勢を機器を用いて評価する。姿勢の評価に用いる座標とベクトルを Fig.2 に示す。

評価の手順として、最初に頭部、首、骨盤の3つの座標を取得する。次に、取得した座標のから、骨盤から首と首から頭部へのベクトルの2つのベクトルを求める。最後に、2つのベクトルの鉛直方向からの角度  $\theta$  と  $\phi$  を算出する。算出した角度が0に近いほど良い姿勢であると判断する。

### 3.3 実験結果

検証実験によって得られた、被験者16人のHMDによる頭部の傾きの計測結果を Fig.3 に示す。左のグラフが迷路のコンテンツでの実験結果を、右のグラフがウォークラリーのコンテンツでの実験結果を表す。

Fig.3の迷路実験では被験者AからJが、ウォークラリー実験では被験者AからFが、システムありの時になしの時と比べて頭部の傾きが減少している。一方、迷路実験の被験者KからPと、ウォークラリー実験の被験者GからPは、システムの有無にかかわらず頭部が

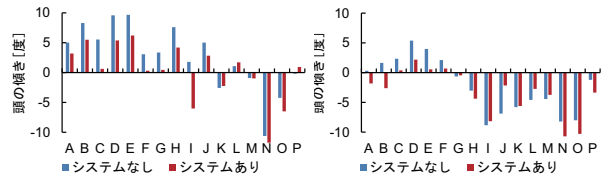


Fig. 3 被験者16人の頭の傾きの計測結果

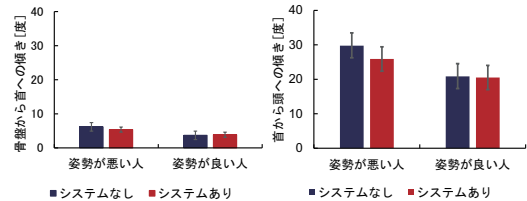


Fig. 4 首から頭にかけての計測結果を傾きの計測結果

後傾している。以上より、姿勢が悪い人に関しては、システムありの時に頭部の傾きが減少することがわかる。

次に、姿勢計測機器で計測した、骨盤から首への傾き  $\theta$  と首から頭への傾き  $\phi$  の計測結果を Fig.4 に示す。Fig.4の姿勢が悪い人は Fig.3で頭部が前傾していた人を、Fig.4の姿勢が良い人は Fig.3で頭部が後傾していた人を表す。

Fig.4を見ると、骨盤から首への傾きに関しては、システムありとなしでありあまり差がないことがわかる。一方、首から頭への傾きに関しては、システムありのときになしのと比べて減少していることがわかる。姿勢が悪い人は、システムありの時になしの時と比べて、傾きが30%減少している。また、首から頭への傾きが悪かった被験者に関して、t検定を行った結果、有意水準5%を満たしており、システムのありとなしの場合で有意差があることが確認できた。以上より、提案する姿勢矯正システムを用いることで、姿勢が悪い人に関しては、姿勢を良くできる。

## 4 結論と今後の展望

本研究では、VR体験中のユーザの頭の傾きにに応じて、視野を変化させることで姿勢を矯正するシステムを提案した。検証実験では、提案するシステムの有効性の検証を行い、システムを用いることで、普段姿勢が悪い人に関しては姿勢を改善できることを示した。

### 参考文献

- 1) Knight, J.F. and Baber, C.: Neck Muscle Activity and Perceived Pain and Discomfort Due to Variations of Head Load and Posture, Aviation, Space, and Environmental Medicine, Vol. 75, No. 2, pp. 123-131, 2004.