

VR 空間での視野制御を用いた姿勢矯正システムの提案

藤本 康暉
Fujimoto Koki

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挙げられる¹⁾。

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。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、視野制限による視線誘導に注目している。視線誘導はユーザーの視線を特定の部分に導く手法である。VR 空間では、ユーザー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 装着中のユーザーに対して、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 の視野をユーザーの頭部の傾きに応じて変化させることで、VR 体験中のユーザーの姿勢が悪くならないように誘導し、体への負荷を軽減する。

2 VR 空間での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 体験中のユーザーの頭部の傾きを計測し、ユーザーの頭部の傾きに応じて視野を増減させることで、VR 体験中のユーザー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図 1 に示す。

本システムでは、VR 体験中のユーザーの頭部の傾きを、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

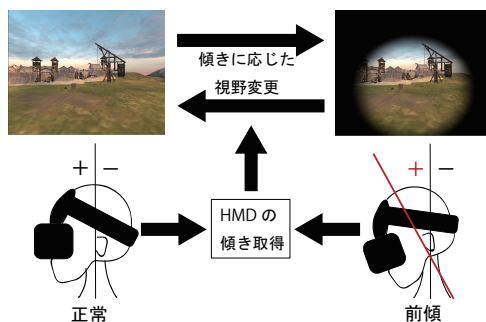


Fig.1 姿勢評価に用いる座標とベクトル

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、ユーザー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。

2.2 視野変更のアルゴリズム

本システムでは、HMD の傾きからユーザーの現在の姿勢が、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、正常姿勢の場合は平均 -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では、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では、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、ユーザーが頭を上げやすくなるためである。

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 6 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、Fig.3 の 2 つのベクトルを取得する。取得した 2 つのベクトルの、鉛直方向からの角度を算出し、算出した角度をもとに姿勢の評価を行う。

3.2 姿勢の評価方法

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.3 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を算出する。本研究では首にかかる負荷の軽減を目的としているため、首から頭にかけての評価を行う。

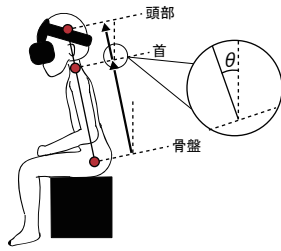


Fig.2 姿勢評価に用いる座標とベクトル

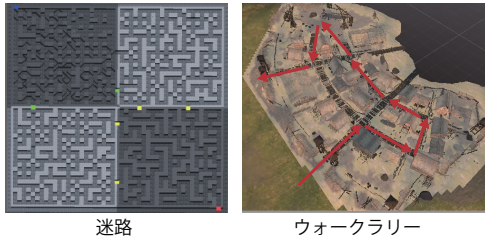


Fig.3 実験で扱うコンテンツ

3.3 実験方法

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。2種類のコンテンツを Fig.?? に示す。

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、迷路は複雑な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。

ウォークラリーの実験では、ユーザが全てのチェックポイントを回るまでの姿勢変化を計測する。一方、迷路ではユーザごとのゴールにたどり着くまでの時間差が、大幅に発生すると考えられるため、実験時間を3分で区切り実験を行う。2種類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。

3.4 実験結果

検証実験によって得られた、被験者6人の頭部の傾きの計測結果を Fig.4 に示す。Fig.4 の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。グラフは被験者ごとの、実験を通しての頭の傾きの平均を表している。

Fig.4 の迷路実験では被験者 A, B が、ウォークラリー実験では被験者 A, B, C, D が、システムなしの場合でも良い姿勢である。特に、システムありの場合では被験者 A, B の視野の変化がほとんど発生しなかった。本実験は、視野変更システムが姿勢矯正に有効であるかの検証を目的としているため、システムがほとんど稼働しない被験者 A, B を除いた、被験者 C, D, E, F について注目する。

迷路の計測結果では、被験者 C, D, E, F がシステムありの時に頭の傾きが減少している。また、ウォークラリー

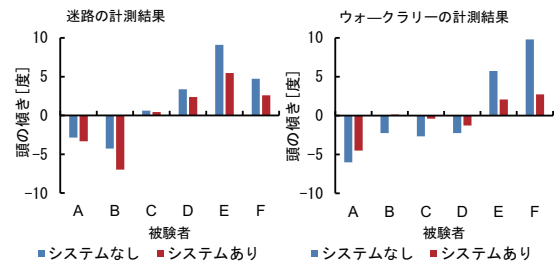


Fig.4 被験者6人の頭の傾きの計測結果

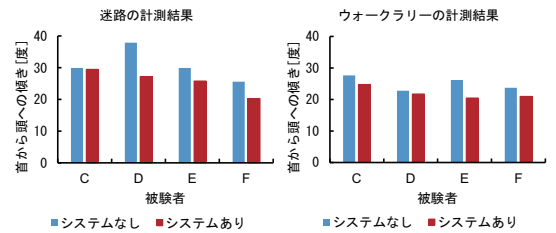


Fig.5 首から頭にかけての計測結果を傾きの計測結果

の実験ではシステムなしの時に姿勢が悪かった被験者 E, F が、システムなしの時に頭の傾きが減少している。一方、被験者 C, D はシステムなしのときに比べてシステムありの方が数値が高いが、前傾ではないため悪い姿勢ではないと判断できる。

次に、姿勢計測機器で計測した、被験者 C, D, E, F の首から頭への傾き θ の計測結果を Fig.5 に示す。

Fig.5 を見ると、迷路の実験では被験者 C, D, E に関して、システムありの方が、システムなしに比べて姿勢が良くなっている。また、ウォークラリーの実験では被験者 D, E に関して、システムありの方がなしの場合に比べて姿勢が良くなっている。一方、システムありとなしで姿勢にあまり差がない被験者もいるが、その被験者はシステムなしの場合でもあまり前傾していない。以上より、システムを導入することによって、普段姿勢が悪い人の姿勢を矯正することが可能であると考えられる。

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、普段姿勢が悪い人に関しては姿勢を改善できる可能性を示した。今後の展望としては、まだ被験者数が少ないので、被験者数を増やしてのデータの収集と、長時間 VR 体験に対するシステムの有効性を検証する。

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.