

VDT 作業者の動画視聴におけるサービス品質制御による 姿勢矯正行動誘発システム

山口直史¹ 金井秀明¹

概要：本研究は動画視聴中のユーザを対象としたサービス品質(Quality of Service)低下手法を用いた姿勢誘導に関する研究である。提案手法として、動画視聴中に被験者が前傾姿勢もしくは後傾姿勢を5秒継続した時動画の再生速度を10%ずつ減少していく。この時、姿勢を正しい位置に戻せば再生速度が等倍に戻り、快適な動画再生環境に戻ることができる。また、動画視聴中における再生速度の数値を被験者が分からないようにした。予備実験1ではあらかじめ動画の再生速度を1.5倍速・等倍速・0.5倍速にした3つの動画を被験者に視聴してもらい動画のQoSについて主観評価を行なった。予備実験2では姿勢状況に応じて動画の再生速度が10%ずつ加速・等倍速・10%ずつ減速する動画を30分視聴してもらい、実験中における深度カメラによる距離データおよびスマートフォン内蔵のジャイロセンサを利用した頭部角速度から姿勢状況の推定を行なった。評価実験では予備実験から得られた結果に基づき、提案手法と視覚通知および通知なしの場合と比較した被験者実験を行いシステムの評価を実施した。

キーワード：QoS, 動画, 姿勢誘導, VDT 作業

1. はじめに

1.1 背景

近年、私たちの日常生活はICTサービスの普及と共に目まぐるしく変化している。わが国では1953年からテレビ放送が開始され、その後ニュース・バラエティ・スポーツ番組や映画など一般家庭における情報収集や娯楽のツールとしてテレビの普及が進んでいった。総務省が発表したICTサービスの利用動向が示すように全世代においてICTサービスの利用者数と利用時間は増加傾向にあり、今後も増加していくことが予測される[1]。これらのICTサービスの発展が私たちの日常生活に与える変化の例として、動画視聴環境の変化が挙げられる。インターネットの普及前は家庭や電気屋に設置されたテレビが動画を視聴するための主な手段であったが、インターネットサービスの普及とIoTデバイスの発達および普及によって動画を視聴するための環境はPC、スマートフォン、タブレットへと移行しつつある。この変化は、テレビ放送によるユーザへの一方的な動画の配信による受動メディアから、ユーザがインターネットからアクセスするという双方向に動画を視聴することが可能な能動メディアへと変化していると言える。この変化がもたらえるメリットとして場所や時間に限らず容易に動画を視聴できるという点が挙げられる。例えば、以前は家庭で動画を視聴する環境がテレビを設置している居間などの空間だけであったのに対し、現在ではトイレ、風呂、就寝時のベッドの中に至るまで動画を視聴することが可能となった。その一方で動画視聴時間の長時間化による健康問題がデメリットとして挙げられる。例として、長時間の動画視聴は目の疲れ、頭痛、肩こりといった眼精疲労を招くことや、睡眠前における動画の視聴は脳を覚醒状態とし、睡眠障害

を引き起こす可能性がある[2]。また、動画視聴中における姿勢が健康問題を引き起こす可能性がある。

図1に古典的な分類による理想的な座位と欠陥のある座位の例を示す。理想的な座位姿勢の保持には筋活動が伴い、長時間にわたって維持することは難しいとされている。一方で、欠陥のある座位を習慣的かつ継続的に維持することで、前傾姿勢や後傾姿勢が癖付き、脊柱の安定性が低下する。また、腰部および頸部に大きな負担が発生し腰痛や視力の低下などが生じるリスクを高めることが指摘されている[3]。

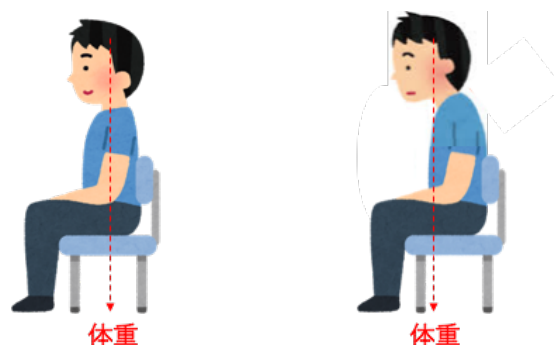


図1 理想的な座位（左）と欠陥のある座位（右）

1.2 目的

本研究では動画視聴中におけるユーザを対象とした、姿勢誘導の手法について比較および検討していく。動画の視聴中における姿勢誘導のより効果的な手法を模索するなかで、QoS(Quality of Service)について着目した。本研究におけるQoSの定義は「ユーザへ提供するサービスの品質」である。そこで、動画配信におけるQoSをユーザの姿勢悪化によって低下させることができた場合、QoSを確保しようとユーザは姿勢を改善するのではないかと仮説を立てた。この仮説を検証するため、まず動画視聴中におけるQoSの

¹ 北陸先端科学技術大学院大学
Japan Advanced Institute of Science and Technology

低下が発生する手法を確立するための予備実験を行う。予備実験の結果得られた、QoS の低下方法をユーザの姿勢が悪化した場合に再現することで、ユーザの姿勢が誘導されたかについて姿勢の変化量による定量的評価およびアンケート結果による主観評価を行う。また、本手法が姿勢誘導に有効であるかについて比較・評価するため、異なる動画視聴環境を2種類と比較し、ユーザの姿勢の変化量の比較と自発的な行動が促されたかについて評価する。

2. 関連研究

2.1 冷感提示による自発的な覚醒維持行動の促進

倉橋らは運転中におけるドライバーの覚醒状態低下を一時的に防ぐことを目的に、自発的な覚醒維持行動を促進するインタフェースの提案をしている(図2)[4]。本提案では、ドライバーが眠気を覚ますために行う伸びや首のストレッチ運動に着目し、図2に示すヘッドレストとシードバックの間にあるクッションへの項部(首の後ろ)押し当てが発生した時、ドライバー項部への冷感提示を行ない、覚醒維持への効果を評価している。

2.2 VDT 作業者を対象とした自発的な行動誘発の例

東川らは VDT 作業者が自発的に休憩を取るよう誘導する手法を提案している(図3)[5]。この手法では、ユーザが強制的に休憩させられたと印象づけられないよう VDT 作業者が疲労を感じるタイミングを検出し、そのタイミングで休憩が促されるような提示をする。この手法では、ユーザへの提示方法としてコーヒーの沸き立つ音と香りをユーザに認知させており、ユーザが自ら「コーヒーを飲みたい、休憩をしよう」と行動するように意識を向けさせている。

2.3 触覚提示による背部応答を利用した姿勢矯正システム

上岡は人の姿勢状態を深度カメラから判別し、悪姿勢時に背部に触覚刺激を提示することで、生じる反射応答からユーザの能動的な背部運動を誘発させ姿勢を矯正するシステムを提案した[6]。まず、背部刺激に必要な端点形状を3Dプリンターから3種類作成し、反射応答を最も誘発する形状を予備実験から得た。得られた形状から、背部刺激を行う端点先端、背部刺激を水平移動させるためのステッピングモータ、背部刺激確認用の圧力センサから成る姿勢矯正システムを製作した。製作したシステムを用いて図4に示すように視覚提示と触覚提示による比較実験を行なっている。また、図4に青色で示す領域はディスプレイの表示領域である。実験では、ユーザへ30分間のPCを利用した電子書籍を利用した読書などのVDT作業を指示し、VDT作業中におけるユーザの悪姿勢時に視覚刺激を提示した場合と得られた端点形状を用いて背部刺激を提示した場合を比較した。その結果、両刺激ともに頭部の位置変化から姿勢

が変化したことを確認した。



図2 首のストレッチ運動によるドライバーの覚醒維持装置



図3 コーヒーメーカーを用いた自発的行動誘発の提示例 [5]

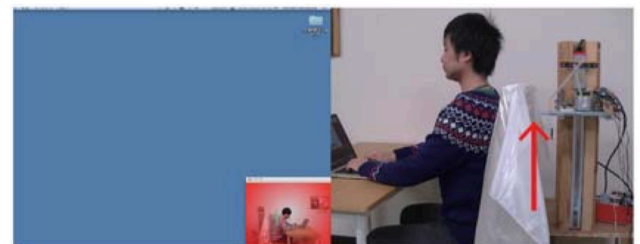


図4 視覚提示(左)と触覚提示(右)

3. 提案手法

3.1 姿勢検知

本章では、提案手法における姿勢検知の手法について述べる。本システムではユーザとディスプレイ間の距離が近づく、もしくは離れたときに姿勢が悪化したと判断する。ユーザとディスプレイ間の距離検知には深度カメラである RealSense を利用した [7]。RealSense の取得可能距離はおよそ 0.40~0.90m あったことから RealSense がユーザの姿勢変化時における距離データを正確に取得できる位置として、ユーザから RealSense までの距離がおよそ 0.65m となる位置に設置した。この 0.65m を基準として今回は表1に示すように距離グループを設けることで動画視聴中におけるユーザの姿勢を3段階に分類した。

関連研究では姿勢変化の指標として耳の位置の変化量を実験中に撮影した動画から算出している[6]。また、過去の多くの研究ではジャイロセンサを用いた姿勢評価の実験

を行なった例が数多くある[8][9]. そこで先行研究に従い, 本手法においても, 頭部の角速度から姿勢の評価を行うことを目的と定めた. ジャイロセンサには身近にあるセンシング機器としてスマートフォン (ASUS 製, Zenfone) を採用し, 頭部への固定方法として頭部固定ベルトを実験に用いた (図 5). 図 6 に頭部運動に関する関節可動域を表した図を示す[10]. ジャイロセンサは座位行動中における屈曲方向を Y 軸マイナス方向, 伸展が Y 軸プラス方向, 右側屈が Z 軸マイナス方向, 左側屈が Z 軸プラス方向, 左回旋が X 軸マイナス方向, 右回旋が X 軸プラス方向となるように設置した. ジャイロセンサ内蔵スマートフォンから角速度値を取得するため, モバイルアプリケーションを Android Studio を用いて製作した. スマートフォンを PC と接続し, Android Studio 上でアプリケーションを実行することでスマートフォンの角速度値を取得した.

表 1 被験者-ディスプレイ間の距離グループ定義

距離グループ	被験者-ディスプレイ間の距離
D1	~0.60m
D2	0.60m~0.70m
D3	0.7m~



図 5 頭部固定ベルト(左)およびジャイロセンサ内蔵スマートフォン(右)

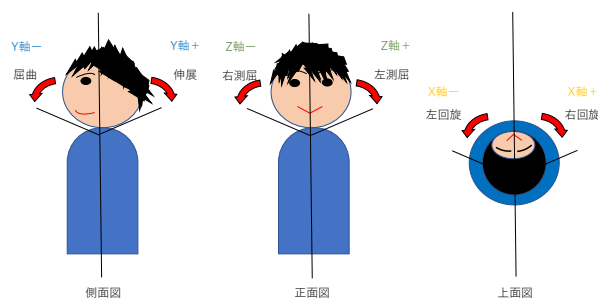


図 6 関節可動域

3.2 動画配信サービスと QoS 低下手法

提案手法ではユーザが動画を視聴している状態における姿勢改善を目的としてシステム構築を行っている. そこで本章では, ユーザの動画視聴環境の紹介と姿勢検知システムから得られた情報から動画の QoS を低下する手法について述べていく. 本研究における VDT 作業者の位置づ

けとして, 動画視聴中におけるユーザを対象としている. 動画視聴環境として Amazon が提供しているストリーミングサービスである prime video を採択した. 理由としてユーザが視聴する動画については各人の好きな動画を選択してもらうことが背景にあり, 動画コンテンツの多様性と動画本数が豊富である prime video が妥当と判断した.

本研究における動画配信サービスの QoS 低下手法として「Video Speed Controller」を利用した[11]. Video Speed Controller は HTML5 に対応している動画の再生速度を任意に変更できる Google Chrome ブラウザ専用の拡張機能であり, 再生速度については動画左上部に表示される.

姿勢検知システムと Video Speed Controller を利用した姿勢状況に応じた再生速度変更システムを C++ で作成した. 作成したシステムでは, ユーザが動画視聴中における姿勢が前傾もしくは後傾姿勢であることを自分で判断ができるようにする. そこで, 動画の再生速度が良姿勢と定義している距離グループ D2 時には動画の再生速度を等倍に設定した. 上体が前傾している状態である距離グループ D1 時が 10 秒継続した時, 動画の再生速度を 10% ずつ減少するように設定した. 最後に, 上体が後傾している状態である距離グループ D3 時が 10 秒継続した時, 動画の再生速度を 10% ずつ増加するように設定した. 一方, 後述する予備実験結果から本実験ではグループ D1, D3 時が 5 秒継続した時において動画の再生速度を 10% ずつ減少するように設定した.

4. 予備実験

4.1 はじめに

本章では本研究の目的である, QoS 低下手法によるユーザの姿勢誘導を目的とした実験について述べていく. まず予備実験 1 ではあらかじめ動画の再生速度を 1.5 倍速・等倍速・0.5 倍速にした 3 つの動画を被験者に視聴してもらい動画の QoS について主観評価を行なった. 予備実験 2 では姿勢状況に応じて動画の再生速度が 10% ずつ加速・等倍速・10% ずつ減速する動画を 30 分視聴してもらい, 実験中における RealSense による距離データおよびスマートフォン内蔵のジャイロセンサを利用した頭部角速度から姿勢状況の推定について実験を行なった. 評価実験では予備実験から得られた結果に基づきシステムを構築し直し, 被験者実験を行いシステムの評価を実施した.

4.2 予備実験 1

4.2.1 目的

予備実験 1 の目的は動画の再生速度が QoS の低下に繋がるかについて検証することである. そこで, 予備実験 1 では以下の項目について調査を実施した.

- (1) 動画再生速度を加速・減速し QoS が低下するか
- (2) 動画内容の理解について速度の影響が現れるか

(3) 動画再生速度によって慣れが生じるか

4.2.2 実験手順

次に実験手順について述べる。被験者には 3.2 章で述べた Video Speed Controller を用いて再生速度を 1.5 倍速再生、等倍速再生、0.5 倍速再生に調整した 3 種類の動画をそれぞれ視聴してもらう。被験者が視聴する動画については等倍再生 5 分以内で内容が完結しているオムニバス形式の動画を採用した。また、各条件の動画を視聴後にアンケート調査を実施した。

4.2.3 結果

本節ではアンケート結果を述べていく。目的(1)に関して、等倍再生と 1.5 倍速再生を比較した場合、動画の品質が変わらないまたは、ほとんど変わらないという結果を得た。一方、0.5 倍速再生の動画では動画の品質がやや下がった、下がったという回答を得られた。この結果から動画の再生速度の低下によって QoS が低下する傾向にあると考えられる。目的(2)に関しては、動画の内容理解については動画の再生速度は影響を及ぼさないという結果を得た。目的(3)に関しては、1.5 倍速再生の動画は視聴に慣れてしまうのに対し、0.5 倍速再生の動画は慣れにくい傾向が出ることが明らかとなった。以上の結果から動画の再生速度が高速化した場合では、QoS は低下せず慣れてしまうことからユーザは不快感を感じることなくそのまま見続けてしまうと考えられる。一方で、動画の再生速度を低速化した場合、QoS が低下しユーザが不快感を感じ動画視聴環境に悪影響を及ぼすことが示唆された。

4.3 予備実験 2

4.3.1 目的

予備実験 2 では 3.2 節で述べた制作システムについて被験者実験を通じ評価実験を行った。本実験の目的は以下の項目について調査を実施した。

- (1) ジャイロセンサによって姿勢推定が可能であるか
- (2) RealSense によって姿勢推定が可能であるか

4.3.2 実験手順

提案手法の条件で動画の再生速度が変化するシステムを制作し、動画視聴中の姿勢誘導について被験者実験を実施した。最初に、図 1 で示した理想的な座位姿勢を被験者に維持してもらいその状態において RealSense を被験者までの距離が 0.65m となるように設置することでキャリブレーションを行なった。実験時間は 30 分であり、実験中は RealSense から距離データを取得した。さらに、図 8 に示すように頭部に設置したジャイロセンサを搭載したスマートフォンから頭部の角速度値を Android Studio の Logcat に出力した。また、実験の被験者は 2 名である。



図 7 動画視聴中の被験者

4.3.3 結果

以下に、提案手法を用いて 30 分動画を視聴した時における被験者 1 人分の角速度と距離データを示す。被験者 A は実験開始前のキャリブレーションを終えた直後に姿勢を崩してしまったので、今回は被験者 A のみキャリブレーション中も実験の結果内に加えた。被験者 A は実験開始直後に頭部を動かしていることが図 8 から図 11 において分かる。これは、キャリブレーション直後において被験者が楽な姿勢である後傾姿勢となる時に、伸展および左回旋をしたことが図 8、図 9 から読み取れる。次に、実験開始 1000 秒から 1200 秒において姿勢の変化が見られたところを桃色で示す。この間における X 軸角速度の正負におけるピーク値は $\pm 0.4 \text{ rad/sec}$ であり、動画を視聴中の姿勢変化によって左回旋から右回旋もしくは右回旋から左回旋を行なったことが分かる。しかしながら角速度の変化量が正負においてほぼ同値であるため、姿勢を動かす前と同じ姿勢に戻ったということが出来る。一方、Y 軸角速度の正負におけるピーク値は -0.3 rad/sec と 0.4 rad/sec であることから姿勢が少し伸展した可能性がある。また、Z 軸角速度の正負それぞれのピーク値は -0.7 rad/sec 、 0.9 rad/sec であり、左測屈に姿勢が変化したと考えられる。図 11 から図 8、図 9、図 10 と同様に実験開始直後において姿勢の悪化が見られる。この時、動画再生速度が 10 秒ごとに 10% ずつ加速しているにも関わらず、被験者は後傾姿勢を維持し続けていることが図から読み取れる。実験開始 1000 秒後には動画の再生速度が 7 倍速を超える状態で再生されていたが、被験者が姿勢を正したことで動画の再生速度が元に戻ったことが推測される。その後も動画の再生速度が変化しない位置で姿勢を維持し続けていることが結果から分かる。

ここまでジャイロセンサおよび RealSense による姿勢変化の結果について述べてきた。その結果として目的(1)(2)についてジャイロセンサと RealSense を併用してセンシングを行うことで、被験者の姿勢変化を詳細に推定することができることが確認できた。さらに、本手法において頭部の傾き方向を詳しく知ることによってジャイロセンサは有効であるが、RealSense 単体でもおよそその姿勢検知が可能であっ

たと言える。

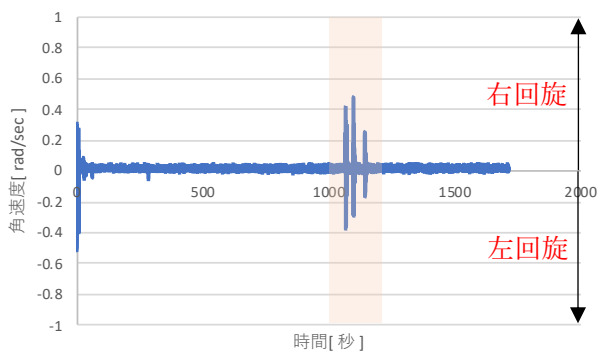


図8 被験者 A の X 軸角速度

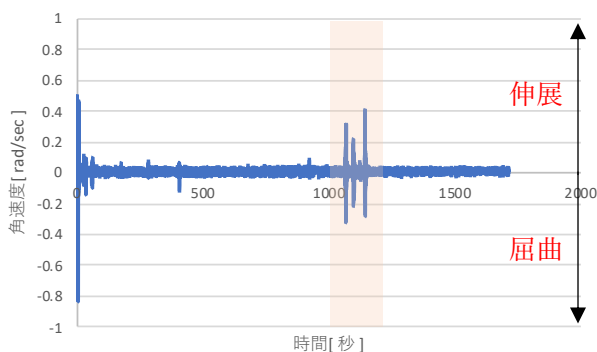


図9 被験者 A の Y 軸角速度

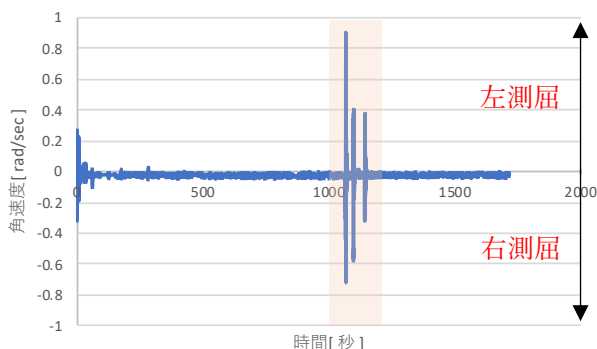


図10 被験者 A の Z 軸角速度

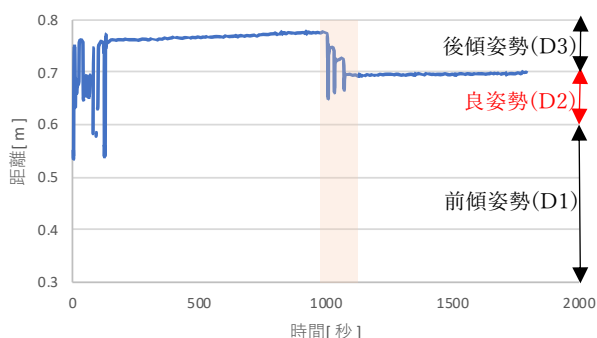


図11 被験者 A の様子

4.4 まとめ

予備実験 1 から動画再生速度は 1.5 倍速や等倍速で再生

される動画は QoS に大きな変化は見られなかった。また、1.5 倍速の動画は再生速度に慣れてしまうことがわかった。しかし、0.5 倍速で再生される動画では QoS が下がり、動画の再生速度へも慣れづらいことがわかった。全体を通して再生速度の違いによる動画の内容の理解度には差が生じなかった。

予備実験 2 から RealSense を利用した姿勢の推定が可能となったことが得られた。先行研究でも紹介したように頭部に設置したジャイロセンサから姿勢推定は可能であったが、被験者から「頭部にスマートフォンをベルトで固定した状態でヘッドフォンをつけていたせいか頭痛がする」という意見が得られたこと、また RealSense のみを用いて姿勢推定を行うことも可能であったことから、評価実験ではジャイロセンサによる頭部の角速度測定をやめ、RealSense による距離データを評価する手法に切り替えた。

5. 評価実験

5.1 目的

予備実験の結果から、動画再生速度が速い動画よりも遅い動画において QoS が低下することが明らかとなった。そこで本実験では予備実験の結果を踏まえて QoS 低下手法を用いた姿勢誘導システムを改めて構築しなおし、被験者実験を行なった。本実験結果から、QoS 低下手法が姿勢誘導に有効であるかについて検証する。

5.2 実験手順

被験者には最初に 1 日の座位時間および VDT 作業時間とその利用目的についてアンケート調査を実施した。その後、被験者が動画を見やすい位置にモニターの位置を調整し、音量の確認、被験者が視聴する動画の選定、初期姿勢のキャリブレーションを実施した。本実験では、興味のない動画を視聴することによる退屈が原因となる姿勢の変化は考慮しないため、被験者ごとに興味のある動画について各自で選定した。初期姿勢のキャリブレーションでは、予備実験と同様に、被験者の姿勢を図 1 で示した理想的な座位姿勢を被験者が維持した状態で 0.65m となるように RealSense を設置した。提案する通知システムの目的は動画視聴を可能としつつ、姿勢誘導を行うことである。そこで、異なる他の通知手法を用意し比較することで評価実験を行なった。評価実験は以下の内容であり、実験時間は各手法 30 分間の動画視聴にキャリブレーションおよびアンケート回答の時間を含め 2 時間程度であった。また、被験者は男性 8 名(平均年齢 24.6 歳)であった。

● 通知なし

被験者には通知がない状態における姿勢状況を計測した。

● 視覚通知

被験者が前屈姿勢もしくは後傾姿勢が 20 秒継続した時

メッセージボックスを表示することで被験者に姿勢の悪化を通知する。通知が発生した場合、被験者にはキーボードのエンターキーを入力してもらうことでメッセージボックスを消し、動画の視聴を継続する。

● 提案手法

提案手法におけるシステム構成を図 12 に示す。動画視聴中に被験者が前傾姿勢もしくは後傾姿勢が 5 秒継続した時動画の再生速度を 10% ずつ減少していく。この時、姿勢を正しい位置に戻せば再生速度が等倍に戻り、快適な動画再生環境に戻ることができる。また、動画視聴中における再生速度の数値を被験者が分からないようにした。

被験者は以上の 3 条件下で動画を視聴した。この時、通知条件の順番が結果に左右されないように被験者には通知する手法についてはランダムに実験を行なった。次に、実験から得られた、距離データおよびアンケート結果から提案手法が動画視聴中の姿勢誘導に有効であるかについて評価する。まず、得られた距離データから表 1 で分類した姿勢グループを参考に、動画視聴中の 30 分間における姿勢を評価した。評価方法は、動画視聴中における姿勢変化後に姿勢が維持されているかについて比較および検討を定量的に行なった。また、実験中に発生した通知回数を算出し動画視聴における妨害度をアンケート結果も考慮し検討する。

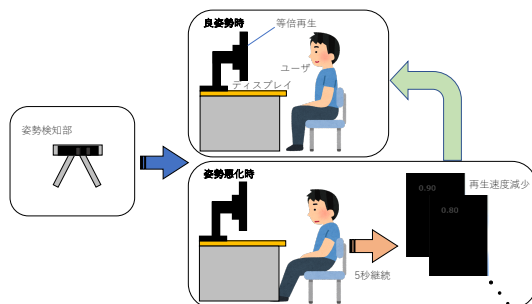


図 12 システム構成 (提案手法)

5.3 結果

評価実験の結果、被験者によって一定の傾向が得られることが明らかとなった。被験者の傾向から 3 種類の結果についてそれぞれ述べていく。また、今回は各グループの代表例だけ述べる。

● 通知手法によって姿勢を変えるグループ

被験者 C は通知なしの場合、実験開始直後に後傾姿勢となり最終的には基準値である 0.65m から 0.17m 離れたことがグラフから分かる。25 分経過後に一時的に姿勢を基準値 +0.02m まで戻したがすぐに後傾姿勢に戻ったことが図 13 から分かる。一方、視覚通知および提案手法を用いた通知を被験者に与えた場合、実験中の時間内においては基準値 ±0.05m 以内に収まっていることが見て取れる。

● 通知手法に関係がなく姿勢に大きな変化が見られないグループ

図 14 に示す被験者 A は通知なし、視覚通知、提案手法

のそれぞれの条件で姿勢変化が発生した時間がほぼ共通していたことから、通知手法による姿勢変化ではなく、時間による姿勢の変化がもたらせられたと考えられる。

● 姿勢を無視し姿勢を良くしないグループ

被験者 D は通知なしの場合、実験開始直後から 0.05m 基準値から離れ、実験開始 4 分後には基準値から 0.10m 離れた位置に変化し姿勢が悪化したことが図 15 から見て取れる。実験開始 18 分後には一時的に基準値 +0.03m まで姿勢が改善したが、その後段階的に姿勢が悪化していることが見て取れる。次に視覚通知においては実験開始直後に基準値から 0.1m ほど姿勢が悪化し、通知が発生しているにも関わらず、その姿勢を維持している。実験開始 10 分から 20 分の間にかけてはますます後傾姿勢となり、基準値から 0.2m ほど姿勢が悪化していることが読み取れる。また、再生速度が加速する場合があった予備実験では図 12 に示したように再生速度が増加していても通知を無視し、姿勢を直そうとしなかった被験者がいたのに対し、評価実験で用いた提案手法では通知を無視する被験者は今回現れなかった。以上の結果から、視覚通知および提案手法については通知なしの場合と比べ姿勢誘導が行われたと結論づけられる。しかし、視覚通知と提案手法の間に有意な差があったかについては議論を続ける必要がある。

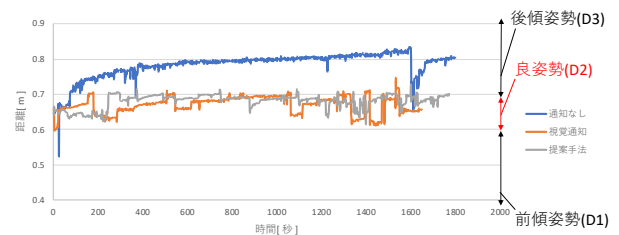


図 13 被験者 C の様子

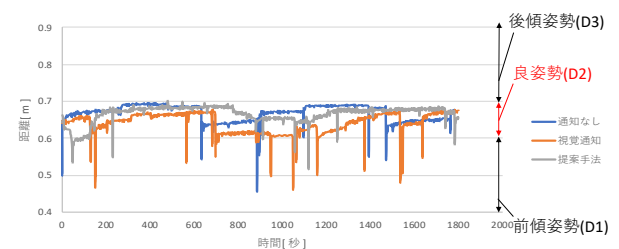


図 14 被験者 A の様子

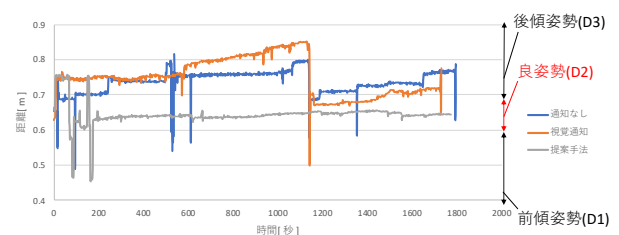


図 15 被験者 D の様子

5.4 アンケート結果

5.3 節の結果から視覚通知と提案手法について有意な差があったかについてアンケート調査を実施することで評価を行なった。

アンケート結果から視覚通知は被験者全員が気づいたのに対し、提案手法には気がつかなかった被験者が1名いた。この1名については、提案手法における通知回数が0回であったことから、もし通知が発生していれば他の被験者同様に通知に気がつく可能性がある。次に、通知条件に気が付いた被験者は提案手法よりも視覚通知の方が2名多かった。動画の再生速度が減速した場合に姿勢を正しい位置に戻すことで動画の再生速度が等倍となることに気がついていないはずであるが、通知条件には気がつかないと回答している。次に、視覚通知が妨げになったと回答した人数は4人であるのに対し、提案手法では2人であった。また、通知なしにおいて姿勢を正そうと思わなかった、あまり思わなかったと回答した被験者は5人であった。また、視覚通知では3人であり、提案手法では2人だけであった。姿勢を正そうと思った、少し思ったと回答した回答者は通知なしが3人、視覚通知が4名、提案手法が6名であった。この結果から、提案手法が姿勢誘導に有効であると確認できた。次に、視覚通知と提案手法の場合を比較してみる。視覚通知と比べ提案手法の方が姿勢を正そうと思った、少し思ったと回答した人数は6名であった。一方、思わなかったと回答した人数は2名のみであった。この結果から、提案手法の方が視覚通知と比べより姿勢を正そうと感じた被験者が多いことが分かる。最後に視覚通知と提案手法それぞれで姿勢を維持しようと思ったかという質問では、提案手法が7名、視覚通知では6名が姿勢を維持しようと思ったと回答した。この結果から、姿勢の維持についても提案手法が有効であると確認できた。

以上の結果から、提案手法を視覚通知と比較した場合に動画視聴の妨害、姿勢誘導と維持の点で優れていると判断できると考えられる。

本章では、本研究のまとめと今後の展望について述べる。本研究で行なった実験から、QoS低下によるユーザの姿勢誘導について姿勢状況を測定し、アンケート調査を実施した。その結果、提案手法ではユーザの姿勢誘導が促進され、姿勢の維持が発生する傾向が見られた。しかしながら、本研究には考慮すべき課題全てに対応していないことから議論を続ける必要がある。

6. おわりに

6.1 まとめ

本研究は動画視聴中のユーザを対象とした QoS 低下手法を用いた姿勢誘導に関する研究である。提案手法として、RealSense を用いた被験者—ディスプレイ間の距離情報を3

種類に分類し、被験者—ディスプレイ間の距離が 0.60m 未満（距離グループ D1）かつその姿勢が 10 秒継続した時動画の再生速度が 10% ずつ減少、被験者—ディスプレイ間の距離が 0.60m～0.70m 以内（距離グループ D2）なら等倍再生、被験者—ディスプレイ間の距離が 0.70m より大きい（距離グループ D3）かつその姿勢が 10 秒継続した時動画の再生速度が 10% ずつ加速するプログラムを実装した。その後予備実験から、再生速度を加速することで被験者に慣れが生じ、QoS の低下が生じないことが明らかとなった。そこで実装したプログラムでは D2 時には等倍再生、D1 もしくは D3 時かつ 5 秒継続した時動画再生速度が 10% ずつ減少するようにプログラムを実装し、評価実験を行なった。評価実験では被験者への通知を行わず距離データのみを取得するプログラム、姿勢の悪化を検知した場合メッセージボックスをディスプレイ上に表示するプログラムを用意し、提案手法との比較を行なった。その結果、以下の3グループに分かれることが明らかとなった。

- 通知手法によって姿勢を変えるグループ
- 通知手法に関係がなく姿勢に大きな変化が見られないグループ
- 通知を無視し姿勢を良くしないグループ

また、通知なしの場合と比べ視覚通知および提案手法では姿勢の改善が見られた。さらに、視覚通知および提案手法に有意差があったかについてアンケート調査を行なった。その結果、視覚通知と比べ提案手法では動画視聴の妨げを感じたと回答した被験者は減少した一方で、姿勢を正そうと思った、少し思ったと回答した被験者が6名となり提案手法が姿勢誘導とその維持に有効であることが明らかとなった。

6.2 今後の課題

本研究では VDT 作業者として PC の利用者を対象に評価実験を行った。しかし、スマートフォンやタブレットの普及が浸透しつつある現代では、座位姿勢に限らず様々な姿勢で動画が視聴できる環境が整備されている。例えば、立位姿勢時や寝姿勢時におけるスマートフォン・タブレット利用中の場合にも動画を視聴する機会は数多くあり、このような場合でもスマートフォン・タブレット内蔵のカメラなどでユーザの姿勢をセンシングし姿勢評価をすることが可能になると考えられる。

今回、姿勢検知では被験者—ディスプレイ間距離を D1、D2、D3 の3グループに分け、D1、D3 が継続した場合に被験者へ通知するという手法を用いた。予備実験の段階では被験者—ディスプレイ間距離とジャイロセンサ搭載スマートフォンを組み合わせることで実験を行うことで姿勢推定が可能であったが、本実験では被験者の意見に合わせて今回はジャイロセンサの採用を見送った。今後は小型のジャイロセンサを利用した被験者実験が望まれる。

予備実験では被験者が基準点を分かるように D1 時に動画再生速度を 10%ずつ減少, D2 時は動画の再生速度を等倍再生, D3 時に動画再生速度を 10%ずつ加速することで通知を行っていた。しかし, 動画再生速度を 10%ずつ増加した場合は, 被験者へ十分な QoS 低下をもたらすことができなかった。その結果として, 予備実験で QoS 低下が確認できた手法を用いて評価実験 D1, D3 時における通知手法は同じとした。これでは被験者が前傾・後傾姿勢のどちらで姿勢が悪化しているか判断に困る場合があると想定される。D3 時に動画の再生速度を 10%ではなく, 20%や 50%ずつ加速していくことで QoS 低下をもたらす姿勢誘導につながる可能性がある。

動画視聴環境下における QoS 低下手法を用いて今回は被験者の姿勢誘導を行なったが, 動画の再生速度を変更することに限らず QoS を低下させる手法はいくつか存在する。例えば, 姿勢の悪化に伴い動画の画質を低画質化させてしまふ, 動画の表示領域を姿勢に応じて大きくしたり小さくしたりするなど, 多種多様な方法があり, そのような手法を用いた場合にも同様の結果が得られるか検討する必要がある。

参考文献

- 1) “ICT サービスの利用動向”, 2018,
https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h30/pdf/n5_200000.pdf, (参照 2019-12-11)
- 2) 大関慎, 村松幹男. VDT 労働と健康障害. 北海道女子短期大学研究紀要, 1987, vol.22, p. 121-136
- 3) 北川薫. 健康・スポーツ科学テキスト 機能解剖・バイオメカニクス. 分光堂光堂, 2011, p. 123-126
- 4) 倉橋哲郎, 前田智祐, 柿崎勝, 自発的な覚醒維持行動を促す運転支援インターフェースの提案. 自動車技術会論文集, 2019, vol. 50, no. 6, p. 1653-1658
- 5) 東川知生, 山本景子, 倉本到, 辻野嘉宏. デスクワーク時における瞬目に基づく疲労蓄積の検出と適切な休憩タイミングの提示. 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI), 2012, vol. 146, no. 1, p. 1-6
- 6) 上岡玲子. 触覚提示による背部応答を利用した座位作業時の姿勢矯正システムの構築と評価. 立石科学技術振興財団助成研究成果週, 2016, no. 25, p. 71-75
- 7) “RealSense Depth Camera D415” .
<https://ark.intel.com/content/www/jp/ja/ark/products/128256/intel-realsense-depth-camera-d415.html>, (参照 2020-02-03)
- 8) 白山晋, 藤森文也. 行動センシングデータを利用した造船作業計測法. 人工知能学会研究会資料, 2016, vol.28, no.2, p. 1-6
- 9) 沢田健介, 花田雄一, 森信一郎, 佐々木重信. 歩行軌跡形状を歩行者用道路トポロジ情報から検索する屋内歩行者位置推定法. 情報処理学会論文誌, 2013, vol.54, no.1, p. 237-248
- 10) 米本恭三, 石神重信, 近藤徹. 関節可動域表示ならびに測定法. リハビリテーション医学, 1995, vol.32, no.4, p. 207-217
- 11) “Video Speed Controller” .
<https://chrome.google.com/webstore/detail/video-speed-controller/nfaoalbilbmmfghbngppjihopabppdk?hl=ja>, (参照 2020-01-20).
- 12) 菊川真理子, 金井秀明. 行動の長期的結果提示による癖の矯正効果の検討. 情報処理学会インタラクション, 2012, vol. 2012, no. 3, p. 695-700