



ぼっち作業時の集中力維持を支援する システムの構築

桑畑健吾¹⁾, 伊藤雄一²⁾, 上岡玲子³⁾

1) 九州大学大学院 芸術工学府 (〒 815-8540 福岡県福岡市南区塩原 4-9-1, kuwahata.k.141@s.kyushu-u.ac.jp)

2) 大阪大学大学院 情報科学研究科 (〒 565-0871 大阪府吹田市山田丘 1-5, itoh@ist.osaka-u.ac.jp)

3) 九州大学大学院 芸術工学研究院 (〒 815-8540 福岡県福岡市南区塩原 4-9-1, r-ueoka@design.kyushu-u.ac.jp)

概要: 本研究は、錯覚により他者の存在感を提示することで、個人でデスクワークを行う作業者の集中力維持を支援するシステム「ぼっちくん」の構築を目的とする。本論では、座位姿勢の悪化が集中力維持を妨げる可能性に着目し、他者の目を意識することで自ら姿勢を正し結果として集中力維持につながるかを検討した。具体的には重心計測とニューラルネットワークによる姿勢検出と、HollowFaceIllusionによる他者の視線提示の機能を有するプロトタイプシステムを試作し、擬似的な他者の視線が能動的な姿勢改善と集中力維持にある程度有効であることをパイロット実験から示した。

キーワード: 姿勢検出, HollowFaceIllusion, 集中力, 他者の存在感

1. はじめに

情報通信技術の発達により、テレワークなどライフスタイルに合わせた自由な働き方が実現されつつある。テレワークとして行われる業務はデスクワークの割合が高いとされている [1]。テレワークは性質上一人で行うことが多いが、一人で行うデスクワーク (以下、「ぼっち作業」) 中は十分な集中力が発揮できない場合もある。ぼっち作業時の問題の要因として、不良姿勢が及ぼす影響に着目した。不良姿勢が長時間続くことは肩こりや腰痛を引き起こすだけでなく、気分の落ち込みや自尊感情の喪失など精神面へ悪影響を与えうる [2]。従来のオフィスのように周囲に他者がいる環境では、他者の目を意識することが自分の姿勢を改善する動機になると考えられる。一方、ぼっち作業時は不良姿勢が長時間改善できずに心身への負担が増加し、結果として集中力維持が妨げられる可能性があると言える。

そこで本研究では、錯覚により他者の存在感を提示し、ぼっち作業時の集中力維持を支援するシステム「ぼっちくん」の構築を目指す。本論では重心計測とニューラルネットワークによる姿勢検出と、HollowFaceIllusion を用いた擬似的な他者の視線提示を行うプロトタイプシステムを試作し、パイロット実験により能動的な姿勢改善と集中力維持に対する有用性を評価した。

2. 関連研究

ユーザに対し他者の存在を提示するシステムの関連研究として、木下ら [3] による多人数へのアイコンタクトが可能な目玉型アバターが挙げられる。適切なアイコンタクトを送ることで、目玉型アバターへの印象向上効果が得られたと報

告されている。

姿勢改善システムとして、Hong ら [4] らによる花形アバターによる姿勢フィードバックを取り上げる。このシステムでは加速度センサ、近接センサ、圧力センサにより不良姿勢を検出し、姿勢に応じて花型アバターの茎部分を曲げることでユーザへフィードバックを行った。

本研究では、他者の存在感の提示により作業者の注意を違和感なくシステムへ誘導することと同時に、姿勢のフィードバックにより良姿勢を習得させることを試みる。

3. 「ぼっちくん」システム概要

プロトタイプシステムのフローチャートを図 1 に示す。ぼっち作業中の作業者の姿勢をリアルタイムに検出し、不良姿勢が検出された際に HollowFaceIllusion を用いた擬似的な他者の視線を提示する。作業者に「目が合っている」と感じさせることで、作業者のシステムに対する反応を促すことを試みた。装置下部には検出された姿勢状態を表示するディスプレイを搭載しており、姿勢を改善するための手がかりを示した。

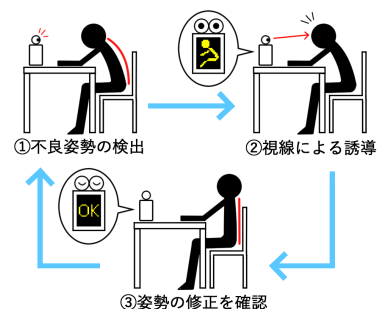


図 1: システムのフローチャート

Kengo KUWAHATA, Yuichi ITO, Ryoko UEOKA

4. ニューラルネットワークによる姿勢検出の検討

4.1 SenseChair による姿勢検出

SenseChair(図 2) は大阪大学伊藤研究室が開発した椅子型デバイスである [5]。座面に圧力センサを備えており、着席中の重心位置と座面にかかる重量を非装着・非侵襲に計測できる。計測データは Bluetooth により送信し、サンプリング周波数は 100Hz に設定した。

4.2 座位姿勢の分類

SenseChair による姿勢検出の可能性を検証するため、図 3 に示す 5 種類の姿勢を取り上げて分類を試みた。良姿勢を除く 4 種の不良姿勢は脊柱起立筋や腹筋をはじめとする抗重力筋をあまり使わない姿勢であり、頸椎や胸部の筋力の低下から肩や首のこりにつながるとされている [6]。各姿勢ごとの重心位置・重量の値から姿勢の分類を行うことが狙いだが、作業者の体格や座り方の違いのため、一様な閾値を定めて分類することは難しいと考えられる。そのため、ニューラルネットワークにより複数の被験者の計測データを学習させて姿勢を分類する手法を検討した。本研究におけるニューラルネットワークモデルは、深層学習ライブラリ chainer を用いて実装している。

4.3 姿勢検出の可能性検討のための実験

4.3.1 データ計測とデータセットの作成

SenseChair とニューラルネットワークによる姿勢分類の可能性を検討するため、図 3 で示した 5 種類の姿勢のデータを各 30 分ずつ計測した (男性 1 名, 22 歳)。本実験では各姿勢の重心位置・重量の特徴を捉えるため、静止した状態で計測を行うものとする。

学習に用いるデータセットの行数は、重心位置 X, Y と重量の 3 行である。リアルタイムな姿勢検出を目標としているため、1 サンプルあたりの列数は 300(約 5 秒分) とした。作成したデータセットは 1889 サンプルであり、そのうち 389 サンプルを検証データとした。

4.3.2 分類結果・考察

前節で述べたニューラルネットワークモデルを用いて、学習を行った結果、検証データに対する分類精度は 500 エポック時点で 75%程度に収束していることが分かった。

精度としては不十分であるため、誤って分類された姿勢に着目して姿勢の分類方法を再検討した。検証データに対する分類結果の詳細を図 4 に示す。赤の列が正解ラベル、青の行が分類結果を示している。この結果より、良姿勢・猫背は互いに誤って分類される割合が高いことが分かる。これ

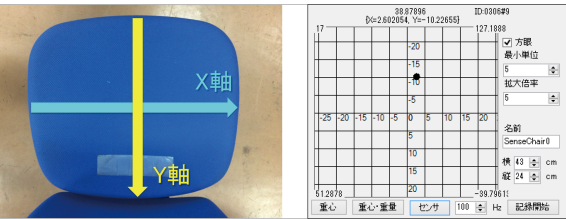


図 2: 左: SenseChair 座面 右: 計測用ソフトウェア



図 3: 良姿勢と 4 種の不良姿勢

は良姿勢と猫背の計測データの差異が、今回実装した学習モデルで分類可能な大きさではなかったことが要因として考えられる。また、反り腰座位・スフィンクス座位に関しても同様に互いを誤って分類する傾向が見られる。ここで、反り腰座位・スフィンクス座位は共に骨盤が前傾する姿勢であることを考える。骨盤が後傾する仙骨座りに対する分類は誤りが見られなかった点を踏まえると、今回の手法では背中曲がり具合の分類は難しい一方、骨盤の傾きに関しては正しく計測できる可能性があると言える。そこで、プロトタイプシステムでは「良姿勢」、「骨盤前傾姿勢」、「骨盤後傾姿勢」の 3 分類を扱うものとした。

ニューラルネットによる分類結果

	良姿勢	猫背	仙骨座り	反り腰座位	スフィンクス座位
良姿勢	28.1	44.9	0.0	27.0	0.0
猫背	20.3	43.5	0.0	26.1	10.1
仙骨座り	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
反り腰座位	0.0	11.2	0.0	51.3	37.5
スフィンクス座位	0.0	3.0	0.0	27.9	69.1

※ 黄色の箇所が正解率を示す
※ 単位はパーセンテージ(%)

図 4: 分類結果の詳細

4.4 3 分類を行う学習モデルの作成

4.4.1 デスクワーク中のデータ計測

システムに導入する学習モデルを作成するため、実際にデスクワークを行っている最中のデータを計測した (男性 4 名, 平均 22.0 歳)。SenseChair に腰かけた状態で、被験者が普段行っているデスクワークを行ってもらった。姿勢の状態は、実験中に撮影した映像をもとに判定する。姿勢の判定の例を図 5 に示す。

今回使用するデータセットは、5 秒分の計測データから重心位置の平均値と分散 (各 X, Y)、重量の中央値を算出したものを 1 サンプルとして扱う。作成したデータセットは 4938 サンプルであり、そのうち 938 サンプルを検証データとした。



図 5: PC 作業中の姿勢の例 (左: 良姿勢 右: 前傾姿勢)

4.4.2 分類結果・考察

2000 エポック学習した段階での分類精度は 90%前後に収束した。分類精度が向上した要因として、分類の数を 5 つから 3 つに減らしたこと、平均や分散のような計測データの特徴を学習に用いたことが考えられる。

5. フィードバックシステムの構成

「ぼっちくん」によるフィードバックは、視線提示を行う目玉と姿勢表示用のディスプレイから構成される。良姿勢検出時はまぶたを閉じた状態となり (図 6 左)、不良姿勢検出時はまぶたを開いた状態となる (図 6 右)。

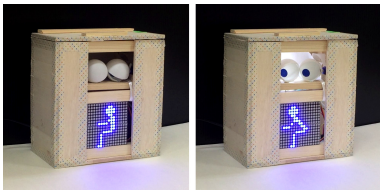


図 6: 左：良姿勢検出時 右：不良姿勢検出時

5.1 HollowFaceIllusion による視線提示

視線提示は HollowFaceIllusion を取り入れて実現した。HollowFaceIllusion とは、顔を模したお面などを裏側から見た時、凹状に知覚されるべき形状を凸状に知覚してしまう錯視である [7]。この錯視を応用することで、「どの角度から見ても目が合う」という効果を期待できる。また、Hollow-FaceIllusion において、陰影の手がかりを逆転させることで錯視量が大きくなるとされている [8] ため、目玉の後方から高輝度白色 LED(OSW57L5B61P) による照明を当てる。

目玉の開閉機構は、直径の異なる 2 つの半球 (44mm, 40mm) を組み合わせたものである。サーボモーター (SG-90) を左右の目玉に組み込み、まぶたに該当する直径 44mm の半球を回転させて目の開閉を実現した。モーターは検出された姿勢に応じた信号を Arduino からシリアル通信することにより制御している。

5.2 姿勢表示ディスプレイ

装置下部のディスプレイは、検出された姿勢をピクトグラムで表示する (図 7)。このディスプレイは 4 つの 8 × 8 ドットマトリクス LED(OSL641501-AB) から構成され、表示パターンの更新はモーターと同様 Arduino によるシリアル通信を用いる。このディスプレイは検出された姿勢に加え、作業者に休憩を促すためのアニメーションを表示する機能を持つ。

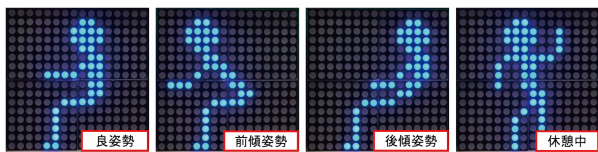


図 7: 表示するピクトグラム

6. システム評価実験

試作したプロトタイプシステムの有用性を評価するためのパイロット実験を、被験者 8 名 (男性 8 名、平均 21.4 歳) に対して行った。

6.1 実験方法

実験環境を図 8 に示す。SenseChair に着席した被験者に 45 分 2 セットで任意のデスクワークを行ってもらった。セット間の休憩時間 (5 分) を除き、視線提示と姿勢状態の表示をリアルタイムに行った。実験中は検出された姿勢のログを記録し、主観評価のため実験の前後に 7 段階のリッカート尺度を用いたアンケートを実施した。被験者が実験中にを行った作業内容を表 1 に示す。



図 8: 実験環境

表 1: 被験者の行ったデスクワーク

被験者 A	PC 作業
被験者 B	PC 作業
被験者 C	原稿執筆 (手描き)
被験者 D	PC 作業
被験者 E	PC 作業, 読み物
被験者 F	PC 作業
被験者 G	PC 作業
被験者 H	PC 作業

6.2 実験結果・考察

6.2.1 視線提示に関する評価

視線提示の効果を評価するため、実験前アンケートの「普段から他人の目が気になる方だ」という設問に対して「非常に当てはまる」「当てはまる」と回答した 4 名の被験者と、「どちらともいえない」「あまり当てはまらない」と回答した 2 名の被験者に着目した。実験後アンケートの「ぼっちくん (装置) からの視線を感じた」に対する回答結果の各グループの平均値を図 9 に示す。この結果から、日常的に他者からの視線を意識する傾向のある被験者は、システムから提示される擬似的な視線に対しても反応しやすい傾向にあることが示唆された。

6.2.2 姿勢改善に関する評価

実験前と実験後のアンケートの比較により、システムの利用が姿勢に対する意識にどの程度影響を与えたかを検証

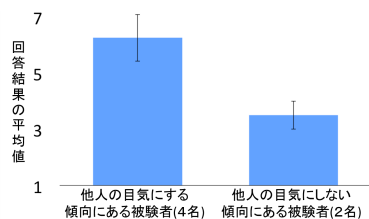


図 9: 視線提示の評価の比較

するため、実験前アンケートの設問「普段からデスクワーク中の姿勢を意識している」に対し「当てはまらない」「まったく当てはまらない」と回答した3名の被験者に着目した。実験後アンケートの設問「自分の姿勢が客観視できるようになった」に対するこの3名の回答結果の平均値を図10に示す。自分の姿勢に意識を向けることが姿勢の客観視につながると考えると、システムの利用によって姿勢に対する意識が向上した可能性があると推測できる。

実験中に記録した姿勢検出の結果を図 11 に示す。骨盤前傾姿勢を青、骨盤後傾姿勢を赤のマーカーで示しており、マーカーがつながっている区間を不良姿勢が連続した区間として扱う。不良姿勢が連続する傾向は、被験者 C(原稿執筆)や被験者 E(読み物)に見られた。これは必然的に前傾姿勢になりやすい作業を行っていたことや、手元を注視していたためにフィードバックが視界に入りにくかったことが要因として考えられる。一方、その他の被験者はフィードバックを受けてから比較的短時間で姿勢を改善する傾向が見られた。このことから、フィードバックによる能動的な姿勢改善はある程度可能であると考えられる。

6.2.3 集中力維持に関する評価

実験後アンケートの設問「作業がいつもより進んでいると感じた」に対して、被験者の87.5%が「非常に当てはまる」「当てはまる」と回答している。ただし、これは95分間の限られた時間、実験環境で作業を行ったことが結果に影響していると考えられる。また、今回の実験ではデスクワークの内容を統一していないため、システムの集中力維持に対する有用性を検証するには追加の実験が必要である。

7. まとめと今後の展望

本論では「ぼっちくん」プロトタイプシステムを試作し、パイロット実験により有用性を評価した。実験結果より、HollowFaceIllusion による擬似的な視線提示が能動的な姿

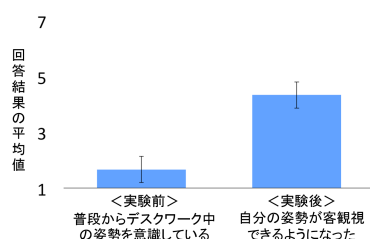


図 10: 姿勢に対する意識の比較

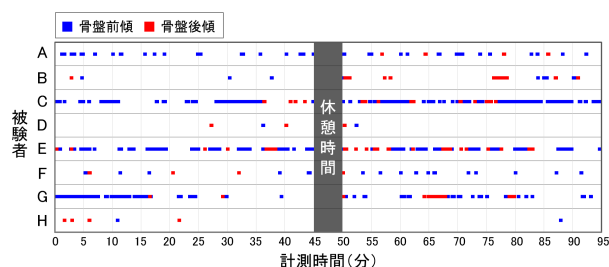


図 11: 姿勢検出結果

勢改善と集中力維持にある程度有効である可能性を示すことができた。今回作成した学習モデルは、PC 作業を行った被験者の姿勢は比較的正しく検出できる一方、それ以外の作業を行った被験者の姿勢検出には適さないことが分かった。また、実験では限られた時間内の作業しか行っていないため、長期的なシステムの利用による作業への影響を検証することはできなかった。

今後は作業ごとに適した姿勢の特徴を分析した上で、姿勢検出用の学習モデルを実装する。フィードバックの提示方法も引き続き検討し、ぼっち作業時に能動的な姿勢改善を習慣化させ、集中力維持を支援できる「ぼっちくん」システムの構築を目指す。

謝辞 本研究の一部は東北大学電気通信研究所 共同プロジェクト研究による。

参考文献

- [1] 国土交通省:平成 29 年度テレワーク人口実態調査調査結果の概要, <http://www.mlit.go.jp/common/001227706.pdf>(2018 年 7 月閲覧), 2018.
- [2] Pablo Brinol, Richard E. Petty, Benjamin Wagner: Body posture effects on selfevaluation: A self-validation approach, *Eur.J.Soc.Psychol.*39, pp. 1053–1064, 2009.
- [3] 木下由貴, 横山正典: テレプレゼンスアバターにおける眼球の凹凸による視線の印象向上効果の検証, 第 21 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文誌, pp. 32F-02 2016.
- [4] Jeong ki Hong, Sunghyum Song, Jundong Chovand, and Andrea Bianchi: Better posture awareness through flower-shaped ambient avatar, *9th Int’l Conf, Tangible, Embedded, and Embodied Interaction*(TEI ’15), pp. 337–340, 2015.
- [5] 宮崎陽平, 伊藤雄一: SenseChair による対話者間の同調傾向検出, 情報処理学会, pp. 47–53, 2015.
- [6] 竹井仁: 姿勢の教科書, ナツメ社, pp. 202–207, 2016.
- [7] 北岡明佳: 錯視入門, 朝倉書店, pp. 194–195, 2010.
- [8] 吉川弘司: Hollow-face 錯視における顔テクスチャ・提示方向・光源位置の効果, 広島大学大学院教育学研究科紀要 第三部 第 55 号, pp. 321–329, 2006.