

令和 5 年 6 月 16 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K11924

研究課題名（和文）労働者の『やる気』は自動計測可能か？～やる気アウェアなスマートオフィスの構築～

研究課題名（英文）Is it possible to automatically measure the "motivation" of workers? - Building a motivation-aware smart office

研究代表者

水本 旭洋（Mizumoto, Teruhiro）

大阪大学・大学院情報科学研究科・特任准教授（常勤）

研究者番号：80780006

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究課題では、労働者のWork Attitude（仕事への態度、やる気）を、客観的なセンサデータのみを用いて持続的に計測し、やる気低下の早期発見や低下の原因を特定できるような仕組みを実現するために、Work Attitudeを評価可能なアンケート調査票を開発し、アンケートに加えてWork Attitudeに関するデータを収集可能な複数のシステムを開発した。アンケート調査票と各システムを用いて、データ収集実験を実施し、Work Attitudeの各尺度を推定するモデルを構築した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、Work Attitude（やる気）を評価可能な主観的な指標を新たに開発すると共に、客観的なセンサデータに基づいてWork Attitudeを推定するモデルを構築できたことに学術的な意義がある。また、本研究で開発したシステムや構築したシステムを用いることで、日々のやる気を記録することが可能であるため、COVID-19の影響により働き方が多様化し企業が労働者の身体・精神的な変化に気づきづらくなった現在において、個人で自身のやる気を理解できることに繋がるという点で社会的な意義も大きい。

研究成果の概要（英文）：In this research project, our objective was to develop a system that can continuously measure the Work Attitude (equivalent to motivation) of workers using objective sensor data alone. The aim was to create a mechanism that enables early detection of decreased motivation and identification of its causes. To achieve this, we developed a questionnaire survey capable of evaluating Work Attitude using scales, as well as multiple systems for collecting data related to Work Attitude. By utilizing the questionnaire survey and these systems, we conducted data collection experiments and constructed models to estimate various scales of Work Attitude.

研究分野：ユビキタスコンピューティング

キーワード：ワークエンゲージメント IoT 生産性向上 働き方改革 ヘルスケア

1. 研究開始当初の背景

我が国をはじめとした先進諸国において、高齢化・人口減少への対応として労働者の生産性の維持・向上が重要な課題となっている。生産性向上のためには、労働者のエンゲージメント(仕事への熱意度)を高めることが重要であるが、日本は28カ国中最下位となっている。近年、企業においてメンタルヘルス対策が実施されているが、バーンアウト(燃え尽き症候群)やストレスなどのネガティブな指標を対象としている。一方で、労働生活の質の向上に心理学的知見を適用することを目的とした産業保健心理学においては、労働者の健康を維持し生産性を高めるためには、活力や熱意などのポジティブな指標も重要であることが指摘されている。そこで我々は、ネガティブ・ポジティブ両要素を含んだ労働者の仕事への態度(Work Attitude)、つまり、「やる気」に着目する。

しかし、既存研究では、複数のアンケート項目に回答する必要があるアンケート調査を用いて単一の指標を診断しているため、複数の指標を診断するには負担が大きい。加えて、主観的なアンケート調査を散発的に実施するため、記憶を思い出す際の正確さの差異(想起バイアス)により評価値が正確とは限らない、個人の状態変化に応じて適切なタイミングで対応が行えないなどの問題がある。

そこで我々は、客観的なセンサデータを用いて「やる気」を持続的に計測できる手法を提案する。類似の取り組みはいくつかあるが、産業保健心理学の知見に基づかない独自指標の構築を目的としていたり、ネガティブな指標のみを対象としていたりなどの問題がある。本研究課題では、産業保健心理学の知見に基づきネガティブ・ポジティブ両要素を包括した「やる気評価指標」を開発し、客観的なセンサデータを用いてやる気を持続的に推定することで、労働者のやる気の変化に気づけるスマートオフィス環境を実現する。

2. 研究の目的

本研究の目的は、産業保健心理学の知見に基いたネガティブ・ポジティブ両要素を包括する主観的なやる気評価指標を、客観的なセンサデータにより継続的に計測し、好調・不調の要因を特定可能にすることである。この目的を達成するために、研究開始当初は、(1) ポジティブ・ネガティブ両方の要素を包括したやる気評価指標の確立、(2) センサデータ、および、やる気評価指標の収集・管理プラットフォームの構築、(3) センサデータに基づくやる気推定モデルの構築、(4) やる気の向上・低下要因の特定、4つの研究項目を設定した。

研究開始当初の背景に記載したように、当初は各労働者のオフィス環境をスマート化し、継続的にやる気を計測できる仕組みを構築することを目的として研究を進めていた。しかしながら、2020年から始まったCOVID-19パンデミックによる緊急事態宣言および蔓延防止等措置により、企業のオフィスを対象とした研究開発や実験が困難になったため、労働者の働く環境に依存せずに評価が可能な方法を確立することも目的の1つとなった。

3. 研究の方法

(1) 日本語版ワークエンゲージメントスケールの開発者である島津明人教授と協議し、Work Attitudeを評価可能なアンケート調査票を開発する。Work Attitudeは日々変動するため、産業保健の様々な評価尺度を対象とした既存研究の調査結果を基に、日々評価可能なアンケート項目の少ないアンケート調査票を開発する。COVID-19による影響を受け、上記アンケート調査を実施可能なスマートフォンアプリを開発する。

(2) 個人の働き方にフォーカスしてセンシングを行い、データを収集可能なプラットフォームを開発する。集中や身体疲労と関係の深い労働時の姿勢や体動を収集するために、研究代表者が過去に開発したセンシングチェアのシステムを改良する。また、COVID-19による影響を受け、働く場所に依存するIoTデバイスではなく、持ち運びできるIoTデバイスを用いてデータ収集を行える技術を構築する。持ち運びできるIoTデバイスとして、スマートフォン、および、卓上IoTデバイス、スマート歯ブラシを用いた計測システムをそれぞれ構築する。スマートフォンを用いた計測システムでは、朝と夜に10秒ほど定型の動画を収集し、動画データから顔画像と音声の特徴量として抽出するシステムを構築する。卓上IoTデバイスを用いた計測システムでは、研究代表者が所属する研究室で開発している小型LiDARを搭載したIoTデバイスを用いて、LiDARにより収集した3次元点群データを基に姿勢推定を行うシステムを構築する。また、疲れやストレスにより口臭が変化することからガスセンサを搭載したスマート歯ブラシを用いてデータ収集を行えるシステムを構築する。

(3) (1)および(2)で開発したアンケートおよびシステムを用いて、長期間の実験を行いWork Attitude推定モデルを構築し、有効な特徴量および学習アルゴリズムなどを特定する。COVID-19の影響により、本研究期間において、企業のオフィスや労働者を対象に長期間の実験が行う

ことが困難であったため、緊急事態宣言や蔓延防止等措置が発令されていた期間(2020-2021 年度)においては、主に大学院生を対象にデータ収集実験を実施し、2022 年度において、企業を対象としたデータ収集実験を実施し、それらで収集したデータを基に Work Attitude 推定モデルに関する評価を行った。

(4)研究開始当初は、より長期間のデータ収集実験を実施し、収集された時系列のセンサデータや Work Attitude 評価値を用いて、各評価尺度が向上・低下した際のセンサデータの特徴や変化パターンを分析し、変化要因の特定や将来のやる気を予測可能にする予定であったが、COVID-19 への対応や共同研究機関の事業撤退の影響により、長期実験が行えなかったことから研究期間内での実施には至らなかった。

4. 研究成果

(1) 協議の結果、仕事に対する活力、熱意、没頭を評価するワークエンゲージメント、ストレス負荷から回復するための活動を、離脱性、リラクゼーション、仕事以外での挑戦、余暇の制御という4つの尺度で評価するリカバリー経験、睡眠の長さや質を主観的に評価する睡眠状態、余暇や睡眠を通じた身体的および精神的な回復の結果を評価するリカバリー状態、そしてポジティブ/ネガティブな気分を評価する感情を Work Attitude 尺度としたデイリーアンケート調査票を開発した。そして、朝に回復に関係する、リカバリー経験、リカバリー状態、睡眠状態を回答し、夜にその日の仕事に対する評価を行うワークエンゲージメントを回答するアンケート回収アプリケーション(図1左図)を開発した。



図1 データ収集用アプリケーション

(2)(1)のアンケート回答を含めてスマートフォンを用いて10秒程度の動画を取得するアプリケーション(図1右図)、および、取得した動画データから、顔画像、音声、テキストなどの特徴量を抽出するシステムを開発した。

COVID-19による影響を受け、テレワークやハイブリッド型勤務など働く場所が多様化したことで、持ち運びが難しいセンシングチェアによる姿勢推定ではなく、持ち運びが可能なIoTデバイスを用いて姿勢推定が行える手法を開発した。提案手法では、図2のように、持ち運びが容易な小型LiDARセンサ搭載IoTデバイスHi tonavi-μを用いて計測した3次元点群データを用いて、研究代表者が開発してきたセンシングチェアと同種類の姿勢を推定するモデルを構築した。2021年度では、単純な構造のモデルによりF値87%で推定が可能であることを確認したが、2022年度にモデルの改良を行いF値95%の精度で推定が可能になった。



図2 卓上IoTデバイスを使った姿勢推定システム

働く場所が多様化したとしても、労働者は自宅や宿泊場所で朝と夜に洗面行動を行うと仮定し、歯磨き前に口臭データをガスセンサ搭載のスマート歯ブラシ(図3)を用いて収集するシステムをベンチャー企業とともに開発した。

(3) 緊急事態宣言や蔓延防止等措置が発令されていた期間(2020-2021 年度)においては、主に学生を対象にデータ収集実験を実施し、2022 年においては、協力企業の社員を対象にデータ収集実験を実施し、それぞれ、収集したデータを用いて Work Attitude を推定可能なモデルを構築した。

2020 年度では、スマートフォンアプリケーションを用いて、10 日間に渡り 9 人の被験者から動画データ及びライフログデータとアンケートを収集し、機械学習により、Work Attitude の各尺度を 3 値分類で推定するモデルを構築した結果、F 値 0.35~0.63 という結果が得られた。2020 年度では精度の高いモデルを構築できなかったが、各尺度の推定に



図3 口臭が計測可能なスマート歯ブラシ SMASH

有効な特徴量を確認することができた。

2021年度には、口臭を計測可能なスマート歯ブラシを加え、2ヶ月間14人の被験者からデータを収集し、機械学習により Work Attitude の各尺度について、2値分類で推定するモデルを構築した結果、リカバリー経験について F 値 0.69、リカバリー状態について F 値 0.73、エンゲージメントについて F 値 0.8 以上の精度で各尺度を推定可能であることを確認できた。

2022年度では、(4)の実現のため2021年度の手法と踏襲し、より長期間のデータ収集を行うことを予定していたが、共同研究を行っていたベンチャー企業の事業撤退を受け、スマート歯ブラシを継続して用いることが難しくなったことから、2020年度と同様にスマートフォンアプリケーションのみを用いて Work Attitude を推定する手法を取ることにした。この際、2020年度では、画像、音声、テキスト等マルチモーダルな特徴量を用いていたが、結果として推定精度が低い結果となっていたため、2023年度では、出勤時と退勤時の顔画像について、疲れや回復が色濃く表れる目元に着目し、開閉度合いを特徴づける Eye Aspect Ratio(EAR)のヒストグラムを特徴量としてモデルを構築する手法を考案した。協力企業の社員9人に対して2週間のデータ収集実験を行い、2値分類で推定するモデルを構築した結果、リカバリー状態に関しては F 値 0.95、リカバリー状態に関しては F 値 0.75、エンゲージメントに関しては、0.50(熱意に関しては0.95)以上の精度が確認できた。2020年度のデータと比べて全体的に精度の向上が確認できたが、2022年の被験者は入社したてでやる気に満ちた中途採用者であったことから回答に偏りが見られたため、極端な精度になったと考えられる。但し、偏りが少ない尺度に関しては、F 値 0.9 以上の高い推定精度を確認できているため、今後も継続的にデータ収集を行い精度の向上に努める予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 MIZUMOTO Teruhiro, OTODA Yasuhiro, NAKAJIMA Chihiro, KOHANA Mitsuhiro, UENISHI Motohiro, YASUMOTO Keiichi, ARAKAWA Yutaka	4. 巻 E103.D
2. 論文標題 Design and Implementation of Sensor-Embedded Chair for Continuous Sitting Posture Recognition	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Information and Systems	6. 最初と最後の頁 1067 ~ 1077
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1587/transinf.2019EDP7226	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計9件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 Satoshi Yoshimura, Teruhiro Mizumoto, Yuki Matsuda, Keita Ueda, Akira Takeyama
2. 発表標題 Daily Health Condition Estimation using a Smart Toothbrush with Halitosis Sensor
3. 学会等名 18th EAI International Conference, MobiQuitous 2021 and affiliated events (IWSST)（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉村 啓, 水本 旭洋, Viktor Erdelyi, 東野 輝夫
2. 発表標題 洗面行動のモニタリングによる疲労回復度推定手法の提案
3. 学会等名 マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOM02021) シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鳥羽望海, 藤本まなと, 諏訪博彦, 酒井元気, 酒造正樹, 安本慶一
2. 発表標題 遠隔会議サービスを用いたWork Attitude推定手法の検討
3. 学会等名 2021年度 情報処理学会関西支部 支部大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鳥羽望海, 藤本まなと, 諏訪博彦, 酒井元気, 酒造正樹, 安本慶一
2. 発表標題 マルチモーダルデータを用いたオンラインミーティング参加者の感情推定
3. 学会等名 社会システムと情報技術研究ウィーク (WSSIT '22)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Satoshi Yoshimura, Teruhiro Mizumoto, Yuki Matsuda, Keita Ueda and Akira Takeyama
2. 発表標題 Measuring Health Conditions Every Morning using a Smart Toothbrush with a Gas Sensor
3. 学会等名 18th International Conference on Intelligent Environments and affiliated events (WISHWell) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hikaru Katayama, Teruhiro Mizumoto, Hamada Rizk and Hirozumi Yamaguchi
2. 発表標題 You Work We Care: Sitting Posture Assessment Based on Point Cloud Data
3. 学会等名 the 2022 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops and other Affiliated Events: Demos (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 前川哲志, 水本旭洋, 諏訪博彦, 島津明人, 安本慶一
2. 発表標題 労働者の精神衛生モニタリングに向けたデータ収集と分析
3. 学会等名 第13回行動変容と社会システム研究会 (BCSS) / 社会システムと情報技術研究ウィーク (RST '21)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 前川 哲志, 水本 旭洋, 諏訪 博彦, 島津明人, 安本慶一
2. 発表標題 労働者のPLR収集基盤構築に向けたデータ収集と分析
3. 学会等名 人工知能学会 合同研究会2020 第39回 社会におけるAI研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 前川哲志, 水本旭洋, 諏訪博彦, 島津明人, 安本慶一
2. 発表標題 Work Attitude PLR収集基盤の設計
3. 学会等名 第26回社会情報システム学シンポジウム
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	安本 慶一 (Yasumoto Keiichi) (40273396)	奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・教授 (14603)	
研究 分担者	諏訪 博彦 (Suwa Hirohiko) (70447580)	奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・准教授 (14603)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------