

令和 5 年 6 月 5 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18H03233

研究課題名(和文) エナジーハーベスト行動記録システムによるセルフストレスケアの実現

研究課題名(英文) Realization of self-stress care by energy-harvest activity recognition system

研究代表者

荒川 豊 (Arakawa, Yutaka)

九州大学・システム情報科学研究所・教授

研究者番号：30424203

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、労働者メンタルヘルスのセルフケアを実現するため、長期間バッテリーレスで動作可能なライフロギングシステムの開発、これまでアンケート形式で実施されてきた心理状態をセンサで常時推定する手法、さらに、実環境およびslackなどオンラインコミュニケーションツール上での活動計測と介入手法について、幅広く実施した。バッテリーレスの名札型ライフロギングシステムは、Core Rank A*のトップ会議に2019、2022と研究期間中に2度採択され、高く評価された。アンケート分析システムやミーティング分析システムもジャーナルに採択されるなど、当初の計画以上の成果が得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

メンタルヘルスの問題は社会的な問題となっている。今回実現した長期ライフロギングシステムやセンサを用いた心理状態システムを活用することで、自身の活動パターンや心身状態を客観的に把握することが可能となり、本研究の社会的意義は大きい。

学術的な観点では、これまで電源としてのみ使われてきた太陽電池やピエゾ素子などの環境発電素子を場所や行動を計測するセンサとして活用したことは極めて画期的であった。さらに、アンケート操作挙動を用いた心理状態の推定も世界初の試みであり、両者ともイン、その後、他の研究者たちの出版が相次ぎ引用数が増えている。

研究成果の概要(英文)：To realise self-care for workers' mental health, this research has developed an energy-harvest lifelong system that can operate without batteries for a long period of time. Also, we have proposed a method for constantly estimating psychological states using wearable sensors that can alternate questionnaires. Furthermore, we tried to measure and intervene in real office environments and online communication platform such as slack.

Our proposed energy-harvest lifelong system was highly evaluated and accepted by the top Core Rank A* conferences twice during the research period, in 2019 and 2022. The questionnaire analysis system and meeting analysis system were also accepted by the journal.

研究分野：ユビキタスコンピューティング

キーワード：エナジーハーベスト ウェアラブル ライフログ メンタルヘルス 心身状態推定

1. 研究開始当初の背景

研究当初、企業労働者のメンタルヘルス問題が社会問題となり、労働安全衛生法の改正によりメンタルヘルスチェックの義務化や、多様な働き方を認める働き方改革が始まろうとしていた。そうした背景のもと、我々は、労働者自身が生活習慣を見直し、行動を改善していく、セルフストレスケアが重要であると考えていた。生活習慣の把握には、長期的な行動計測が必要となるが、ウェアラブルデバイスなどが市販されている昨今でも、歩数や心拍の計測にとどまっているという状況であった。また、行動改善に対する介入も深呼吸をしましょうなど一般的なアドバイスにとどまっており、根本的な解決になっていなかった。

2. 研究の目的

本研究は、長期的な行動計測を実現するとともに、その技術を土台としたセルフストレスケアを実現することを目的とする。

3. 研究の方法

長期的な行動計測のため、オフィスワーカーが利用する様々なモノ、ツールを行動センシングを行う。具体的には、名札、椅子、イヤフォン、鍵、運動器具、エレベータ、slack(オンラインコミュニケーション)、アンケートシステムを対象としたセンシング手法の研究を行った。特に、名札については、長期的なライフログングのため、バッテリーレスでのセンシングを目指す。その上で、セルフストレスケアについては、センシングデータに基づくメンタル状態の推定やslackを通じた能動的な介入に関する研究を進めた。

4. 研究成果

2018年～2022年までの代表的な研究成果を内容ごとにまとめ、4つに分けて説明する。

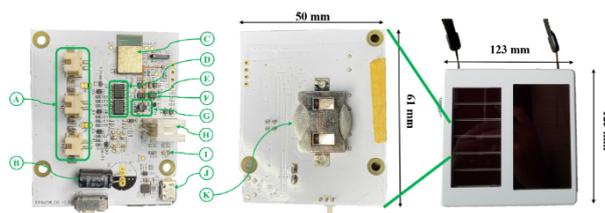
(1) 名札型エネルギーハーベストセンサの開発と長期的な行動認識

長期的な行動記録に向けて、これまでの加速度センサを用いた行動認識手法とは根本的に異なる新しい行動認識手法を提案した。提案手法は、動作から行動を推定するのではなく、発電量から行動を推定する。環境からエネルギーを取り出すことは、環境発電あるいはエネルギーハーベスティングと呼ばれ、代表的な電源として太陽電池、風力、水力、圧電素子、ペルチェ素子、レクテナ(電波)などが知られている。これらを活用して、マイコンや加速度センサを動作させることも可能であるが、20Hz～100Hzでセンサを常時動かすほどの電力を得ることはできず、間欠動作にせざるを得ない。そうした課題に対して、環境発電における発電量が環境に依存することを逆手に取り、その変化量から、場所や行動が把握できるのではないかとという着想に至った。

例えば、太陽電池は、素材によって、光に対する特性が異なり、アモルファスシリコン型太陽電池は可視光域の光に感度があるが暗所に弱い、色素増感型太陽電池は、暗所に強いという特徴がある。当然、いずれの場合も明るさによって発電量は変化する。そのため、素材の異なる太陽電池の発電量を観測することで、その人のいる場所の光環境(波長や明るさ)から、場所を推定できると考えた。

2018年に、上記コンセプトを具現化したプロトタイプを開発し、国内学会DICOM02018で「EHAAS:環境発電素子の発電量に基づくウェアラブル場所推定システム」を発表し、優秀論文賞を受賞した。さらに、場所認識に関する評価を加えた論文は、難関国際会議 IEEE PerCom2019 にフルペーパー採択(採択率:19.8%, Core Rank A*)されるなど

高い評価を受けた。この時点では、各環境発電素子の発電量を計測するために、汎用的なマイコンを利用しており、そのマイコンを駆動するためのリチウムポリマーバッテリーを搭載する必要があった。その後、環境発電で得られた電力だけで発電量を記録するための回路設計を行い、DICOM02019およびIEEE SENSORS2019で発表し、前者ではヤングリサーチャー賞を受賞した。提案手法は、RTCから時刻を読み取りEEPROMに書き込むという最小限の動作に必要な電力を蓄積可能なキャパシタを用意し、キャパシタに電力が貯まるとタイムスタンプを書き込むという動作を繰り返す。そして、単位時間あたりの書き込み回数から大まかな発電量を推定するという手法であり、世界初の方式として特許出願(特願2020-006129)も行った。また、提案手法を実現するために必要な最小限の機能を持つ、超低消費電力のマイコンを用いた回路実装を行い、バッテリーレスで発電量の計測ができること、その計測結果から滞在場所が推定できることを示した論文は、国内学会DPSWS2021で奨励賞および優秀プレゼンテーション賞を受賞するとともに、再び難関国際会議 IEEE PerCom2022 (採択率:10.11%, Core Rank A*)にフルペーパー採択された。



バッテリーレス名札型ライフログングシステム

(2) センサからの心理状態推定と Web アンケート回答時の操作挙動に基づく心理推定

労働安全衛生法により、50 名以上の従業員がいる会社ではストレスチェックが義務化されており、年に 1 度、Web アンケートによるストレスチェックが実施されている。Web アンケートの場合、回答日のバイアス（ボーナス支給直後だと高いなど）が生じたり、面倒に感じて適当に回答して終わらせてしまったり（Satisfice 行動と呼ばれる）という行動が見られることは以前からよく知られている課題である。また、年に 1 度の調査では、日々の落ち込みを把握できないことは自明である。しかしながら、コストの観点から、このような形だけの調査が義務化されているという状況である。

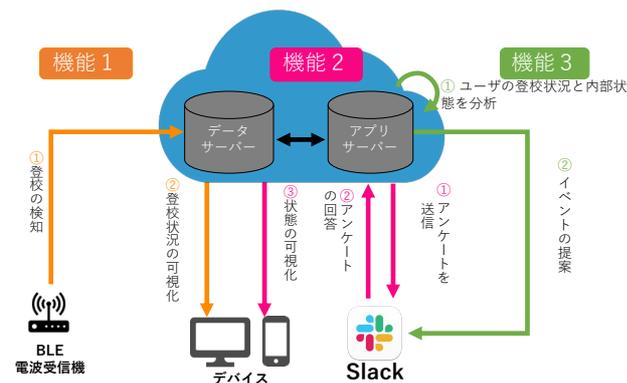
そこで、Web アンケート実施時に、ウェアラブルデバイスを用いて生体データを同時計測し、歩数や心拍などの数値データから Web アンケートの結果を予測する研究に取り組んだ。まず、2018 年から複数の企業と連携し、毎年 60~80 名程度の労働者を対象としたデータ収集を行った。収集されたデータは、労働衛生分野で用いられている複数の質問票に対する回答と、実験期間中に Fitbit を装着してもらって得られたセンサデータである。得られたデータを用い、「オフィスワーカーの睡眠状況と労働衛生指標の関係性分析」（情報処理学会 MBL 研究会、2019 年）や「ウェアラブル心拍センサによるワーク・エンゲイジメントの推定」（DPSWS2021、2021 年）、「Estimating Work Engagement with Wrist-Worn Heart Rate Sensors」（ICMU2021、2021 年）、「Toward the Analysis of Office Worker's Mental Indicators Based on Activity Data」（ABC2021、2021 年）などの成果が得られた。DPSWS2021 では、最優秀論文賞および優秀プレゼンテーション賞を受賞するとともに、ABC2021 においても Best Paper Award を受賞するなど高く評価されている。また、2018 年からデータ収集を継続したことで、コロナ前後の比較を行った「日本人労働者の心身状態に対する Covid-19 の影響度合いの調査」（WSSIT2023、2023 年）の成果も出ている。

派生研究として、このような Web アンケートにおける Satisfice 検知の研究にも取り組んだ。従来手法は、単純に回答時間の短さで検出する手法、引っ掛け問題を用いた手法、不自然な回答パターンを検出する手法などが提案されていたが、我々は回答時の操作挙動に着目した。例えば、選択肢を一度選択した後に変更する、スクロールしたあと一度、逆スクロールして確認しているといった無意識の行動をセンシングすることで、余計な引っ掛け問題を設定することなく、Satisfice を検出できるのではないかと考えた。機械学習を用いた検出手法は「Detection of Careless Responses in Online Surveys Using Answering Behavior on Smartphone」として、IEEE ACCESS に採択されるとともに、統計的手法を用いた検出手法も「オンラインアンケートにおける不適切回答自動検出に向けた回答操作ログの統計分析」として、DEIM2021 で学生プレゼンテーション賞を受賞、さらに、日本データベース学会和文論文誌に採択されている。その後、より心理状態が反映される新しいアンケート回答 UI の提案（情報処理学会 UBI 研究会 2020 年、DPSWS2021、IEEE LifeTech2022）へと発展している。

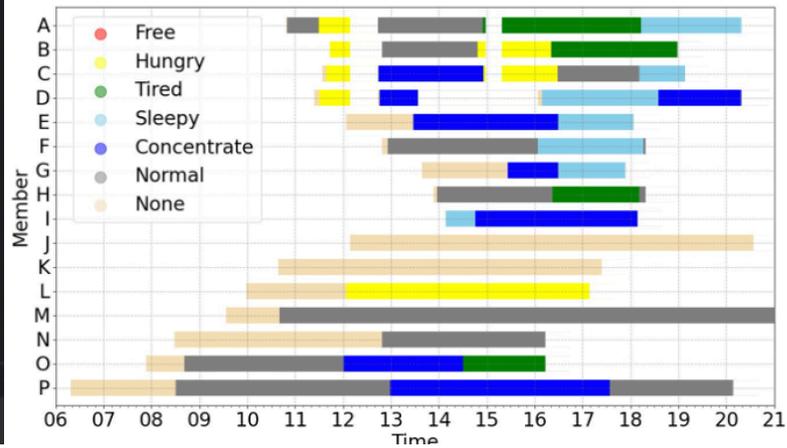
(3) オンラインコミュニケーションの分析と介入

この数年、メールに代わる社内コミュニケーション手段として、slack や workplace など、チャット型のサービスの利用が広がっている。我々の研究室でも、2016 年頃から利用を始め、なくてはならないツールとなっている。しかしながら、これらのツールは、対面でのコミュニケーションが前提としてあり、あくまでもその足りない部分を補完するものであった。そのため、(1) ではオフィスでの行動認識を前提とした研究を進めていた。ところが、コロナ禍が広がり、フルオンラインやハイブリッドワークが広がるようになり、行動認識の対象として、オフィスだけではなく、こうしたサイバー空間上にまで広げる必要があると考えた。そこで我々は、ハイブリッドワークを前提とし、物理的空間（研究室の部屋）とサイバー空間（研究室 slack）の両方をセンシングする研究を開始した。サイバー空間を利用することで、可視化などを容易に反映できるため、介入がしやすいというメリットもある。

国内会議 DPSWS2021 で発表した「連れ立ち行動促進システムの提案」は、ハイブリッドワークの問題点を解決するシステムである。ハイブリッドワークの場合、誰がいつ職場に来るかがわからないため、せっかく職場にいても誰もコミュニケーションを取らないといったことが起きていた。そこで、全員に 500 円玉サイズの



物理空間+サイバー空間のハイブリッドセンシング



slack ボットによる状態センシング例 (左：定期的に質問、右：メンバの状態)

BLE ビーコンを配布し、誰が来ているのかを slack 上に可視化する。同時に、コミュニケーションマネージャーの役割をする AI チャットボットを用意し、定期的に、心身状態を質問したり、エアコンの暑い寒いをヒアリングしたりする。そして、職場に来ている人たちに対して「一緒にランチは？」と聞いてみたり、ヒアリングに対して「眠たい」の選択が増えてくると、「コーヒーでもどう？」といった提案をする。これにより、対面時に存在したセレンディピティな会話を誘発するという介入である。この研究は、説得工学に関する国際会議 Persuasive Technology2022 に採択されている。



slack ボットによる介入例 (ランチ)

上記に加えて、いろいろ質問するボットの効果測定も行った。コロナ前であれば、同僚の趣味や好きな食べ物、過去の話といった仕事に関係のない話は、飲み会や雑談で得られていたが、宴会や雑談がなくなったことで、こうした情報交換の場がなくなってしまっていた。そこで、いろいろな質問を投げかけ、回答を全員にシェアするチャットボットを導入し、導入前後での意識変化などを計測した。その結果、Read-only だったユーザの一部がボタンリアクションを始めたり、友人の思わぬ一面を知ってより仲が深まると言った影響が見られた。



slack ボットによる介入例 (珈琲)

コロナ禍により、チャットコミュニケーションだけではなく、Web 会議も大幅に増加した。特に、コロナ禍当初、通信帯域の圧迫やプライバシー保護を理由としたカメラオフの習慣が浸透してしまったことで、多くの会議でカメラオフが常態化している。その結果、相手の反応がわからず話ずらいといった弊害も生まれている。その問題に対して、我々はカメラ映像を解析し、顔回数や発話量だけを数値化するシステムを提案し、「Quantitative Evaluation System for Online Meetings Based on Multimodal Microbehavior Analysis」として Sensors and Materials Journal に採択された。また、表情から読み取った感情ラベルを可視化し、共有するシステムに関する研究「リアルタイム感情フィードバックによるカメラオフ会議でのコミュニケーションの円滑化」は DPSWS2022 において最優秀プレゼンテーション賞を受賞するなど高く評価されている。

(4) その他

その他の研究成果として、姿勢計測可能なオフィスチェアに関する研究「単一の加速度センサによる座位姿勢認識チェアの検討」(情報処理学会全国大会 2020) や、腕時計の傾きで作業状態を推定する研究「就業中における作業・非作業状態の推定手法の提案」(情報処理学会全国大会 2021) および「Distinguishing Working State by Palm Orientation」(IEEE LifeTech2021)、サーカディアンリズム照明と睡眠・ストレスとの関係性を調査した研究「Effect of Circadian Rhythm Control Light on Sleep State and Mental Health of Students」(Sensors and Materials Journal, 2022)、エレベータの混雑度情報を元にビル内での階段利用を促進する研究「エレベータ利用に関する意思決定を支援する状況センシングシステムの設計と開発」(DPSWS2021)、デスク作業時の集中度を高める音制御に関する研究「作業中の音楽の音量減衰が知的集中度に与える影響」(情報処理学会 UBI 研究会, 2022 年) など、オフィスワーカーの行動認識とセルフストレスケアのための介入に関して、多角的に研究を進めた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Chen Chenhao, Arakawa Yutaka, Watanabe Ko, Ishimaru Shoya	4. 巻 34
2. 論文標題 Quantitative Evaluation System for Online Meetings Based on Multimodal Microbehavior Analysis	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Sensors and Materials	6. 最初と最後の頁 3017～3017
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.18494/SAM3959	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 -

1. 著者名 Harashima Haruki, Matsuo Shuta, Arakawa Yutaka	4. 巻 34
2. 論文標題 Effect of Circadian Rhythm Control Light on Sleep State and Mental Health of Students	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Sensors and Materials	6. 最初と最後の頁 2973～2973
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.18494/SAM3952	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 -

1. 著者名 後上正樹, 松田裕貴, 荒川豊, 安本慶一	4. 巻 20-J
2. 論文標題 オンラインアンケートにおける不適切回答自動検出に向けた回答操作ログの統計分析	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本データベース学会和文論文誌	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	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28件（うち招待講演 3件／うち国際学会 8件）

1. 発表者名 荒川豊
2. 発表標題 Fitbitを使った一般人からの生体データセンシング
3. 学会等名 マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム DICO2020（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 林健太, 石田繁巳, 荒川豊
2. 発表標題 単一の加速度センサによる座位姿勢認識チェアの検討
3. 学会等名 情報処理学会第82回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 有田充, 石田繁巳, 荒川豊
2. 発表標題 エネルギーハーベストな名札による屋内場所推定システムの開発
3. 学会等名 情報処理学会第83回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kenta Hayashi, Shingo Kumazoe, Shigemi Ishida, Yutaka Arakawa
2. 発表標題 Distinguishing Working State by Palm Orientation
3. 学会等名 IEEE 3rd Global Conference on Life Sciences and Technologies (LifeTech 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 本松大夢, 中村優吾, 荒川豊
2. 発表標題 Slackにおける能動型質問ボットの効果検証
3. 学会等名 情報処理学会モバイルコンピューティングと新社会システム研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田中宏和, 本松大夢, 中村優吾, 荒川豊
2. 発表標題 連れ立ち行動促進システムの提案
3. 学会等名 第29回 マルチメディア通信と分散処理ワークショップ (DPSWS2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 有田充, 中村優吾, 石田繁巳, 荒川豊
2. 発表標題 充電不要なライフログ記録システムの提案と実用環境での性能検証
3. 学会等名 第29回 マルチメディア通信と分散処理ワークショップ (DPSWS2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 原嶋春輝, 荒川豊, 石田繁巳, 中村優吾
2. 発表標題 ウェアラブル心拍センサによるワーク・エンゲイジメントの推定
3. 学会等名 第29回 マルチメディア通信と分散処理ワークショップ (DPSWS2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 難波洸也, 中村優吾, 荒川豊
2. 発表標題 懸垂マシンを用いた筋トレにおけるデバイスフリー種目推定
3. 学会等名 第29回 マルチメディア通信と分散処理ワークショップ (DPSWS2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中川嵩章, 荒川豊, 中村優吾
2. 発表標題 Webアンケート回答時のタッチ操作に基づく深層心理推定に向けた回答UIの提案
3. 学会等名 第29回 マルチメディア通信と分散処理ワークショップ (DPSWS2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松尾周汰, 原嶋春輝, 荒川豊
2. 発表標題 室内照明が与える睡眠状態やメンタルヘルスへの影響
3. 学会等名 情報処理学会第188回マルチメディア通信と分散処理研究会 (DPS)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 林健太, 熊副慎吾, 石田繁巳, 荒川豊
2. 発表標題 就業中における作業・非作業状態の推定手法の提案
3. 学会等名 情報処理学会第83回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Haruki Harashima, Yutaka Arakawa, Shigemi Ishida, Yugo Nakamura
2. 発表標題 Estimating Work Engagement with Wrist-Worn Heart Rate Sensors
3. 学会等名 The 13th International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking (ICMU2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Mitsuru Arita, Yugo Nakamura, Shigemi Ishida, Yutaka Arakawa
2. 発表標題 ZEL: Net-Zero-Energy Lifelogging System using Heterogeneous Energy Harvesters
3. 学会等名 The 20th International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中川高章, 荒川豊, 中村優吾
2. 発表標題 Web アンケート回答時のタッチ操作に基づく深層心理推定に向けた新しい回答 UIの提案
3. 学会等名 情報処理学会第73回ユビキタスコンピューティングシステム研究会,
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 久保彰悟, 荒川豊, 中村優吾
2. 発表標題 作業中の音楽の音量減衰が知的集中力に与える影響
3. 学会等名 情報処理学会第73回ユビキタスコンピューティングシステム研究会,
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yuito Sugata, Yutaka Arakawa, Keiichi Yasumoto
2. 発表標題 Battery-less Place Recognition System using Multiple Energy Harvesting Elements
3. 学会等名 IEEE SENSORS, 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 菅田唯仁, 荒川豊, 安本慶一
2. 発表標題 複数種類の太陽電池を用いたバッテリーレス場所推定システム
3. 学会等名 マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICO2019) シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshinori Umetsu, Yugo Nakamura, Yutaka, Arakawa, Manato Fujimoto, Hirohiko Suwa
2. 発表標題 EHAAS: Energy Harvesters As A Sensor for Place Recognition on Wearables
3. 学会等名 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 梅津吉雅, 中村優吾, 荒川豊, 藤本まなと, 安本慶一
2. 発表標題 EHAAS: 環境発電素子の発電量に基づくウェアラブル場所推定システム
3. 学会等名 マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICO2018) シンポジウム
4. 発表年 2018年~2019年

1. 発表者名 梅津 吉雅, 中村 優吾, 荒川 豊, 藤本 まなと, 諏訪 博彦, 安本 慶一
2. 発表標題 環境発電素子の発電量に基づく行動認識手法の提案
3. 学会等名 情報処理学会第87回モバイルコンピューティングとパーベイスブシステム (MBL) 研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 荒川豊
2. 発表標題 センサとAIによる行動認識技術
3. 学会等名 第107回MCPC勉強会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 荒川豊
2. 発表標題 センサによるコンテキスト認識と行動変容 - 情報技術によるスマートオフィスの実現に向けて -
3. 学会等名 第26回日本産業ストレス学会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nakagawa Takaaki, Yutaka Arakawa, Yugo Nakamura
2. 発表標題 Augmented Web Survey with enhanced response UI for Touch-based Psychological State Estimation
3. 学会等名 IEEE 4th Global Conference on Life Sciences and Technologies (LifeTech2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yuta Ohira, Yugo Nakamura, Yutaka Arakawa
2. 発表標題 Design and development of dependable elevator monitoring system to nudge people behavior change
3. 学会等名 10th International Workshop on Behavior Change Support Systems (BCSS 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hirokazu Tanaka, Hiromu Motomatsu, Yugo Nakamura, Yutaka Arakawa
2. 発表標題 Context-Aware Chatbot based on Cyber-Physical Sensing for promoting Serendipitous Face-to-Face Communication in COVID-19
3. 学会等名 The 17th International Conference on Persuasive Technology (Persuasive 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 久保彰悟, 田中宏和, 中村優吾, 荒川豊
2. 発表標題 ユーザアクティビティに応じた機能制限によるPC作業時の健康支援システムの提案
3. 学会等名 情報処理学会IoT行動変容学研究グループ 第2回研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 徳永大空, 中村優吾, 荒川豊
2. 発表標題 日本人労働者の心身状態に対するCovid-19の影響度合いの調査
3. 学会等名 社会情報学会関西支部研究会 in WSSIT 2023
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計0件

〔取得〕 計2件

産業財産権の名称 センサおよび電子機器	発明者 福井篤、清水智之、 京田祐樹、吉江智 寿、菅田唯仁、荒川	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、WO/2021/166966	取得年 2021年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 SENSOR AND ELECTRONIC DEVICE	発明者 福井篤、清水智之、 京田祐樹、吉江智 寿、菅田唯仁、荒川	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2021/005967	取得年 2021年	国内・外国の別 外国

〔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	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・特任准教授 (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