

先端科学技術研究科 修士論文要旨

所属研究室 (主指導教員)	ユビキタスコンピューティングシステム (安本 慶一 (教授))					
学籍番号	2411310	提出日	令和8年1月19日			
学生氏名	若山 ことみ					
論文題目	反実仮想を用いた行動変容支援のためのストレスマネジメントシステム					
要旨						
<p>近年、仕事や日常生活で強いストレスを抱える労働者が増加している。実際、厚生労働省の「労働安全衛生調査(実態調査)」によると、現在の仕事や職業生活に関することで、強い不安、悩み、ストレスを感じている労働者の割合は82.7%となっており、極めて深刻な状況にあり、メンタルヘルス不調の早期発見と行動変容を後押しする仕組みが求められている。そこで本研究では、反実仮想機械学習モデルで「もし別の行動を取ったらどうなったか」を推論することで、ストレス改善に最適な行動を1日ごとに提示するシステムを提案する。</p> <p>本システムは、以下の3つのプロセスで構成される。</p> <p>(1)データ収集において、ウェアラブルデバイスから取得したRRI(RR間隔)データをローレンツプロット面積へと変換し、15分ごとのセグメントから8つの統計的な特徴量を抽出する。これに加え、LINEを介して収集した29種類の行動履歴(15分以上継続した活動)と、NASA-TLXに基づいた主観評価を統合する。本研究ではNASA-TLXの「フラストレーション」に着目し、これを教師データ(グランドトゥルース)とした個人最適化ストレス推定モデル(SVR)を構築する。</p> <p>(2)反実仮想機械学習ライブラリであるDiCEを用い、学習済みモデルに対して反実仮想的なシナリオをシミュレートすることで、推定されたフラストレーション値が下がるような代替行動を導出する。具体的には、生体指標や時間的特徴量を固定した状態で活動カテゴリのみを変化させ、フラストレーション低減に寄与する「最適行動」をシミュレートする。</p> <p>(3)専用のストレスマネジメントアプリを通じ、1日のストレスの最大値・最小値やタイムラインとともに、反実仮想的な根拠(例:活動の変更によるスコアの低減予測値)を提示する。さらに大規模言語モデルを用いて、これらの根拠に基づいた自然言語によるフィードバックメッセージを生成・提供する。</p> <p>提案システムの有効性を検証するため、2回の被験者実験を行った。まず、プロトタイプを用いた第1回実験(被験者5名、10日間)を実施し、非制御環境下でのデータ収集の妥当性とシステム受容性の課題を抽出した。これに基づき改良を加えた第2回実験(被験者8名、13日間)では、反実仮想的な説明を用いた活動の提案手法(反実仮想あり条件)と、過去の低ストレスな活動を示す比較手法(反実仮想なし条件)との対照実験を行い、5段階のリッカート尺度を用いたアンケートにより評価した。</p> <p>統計的検定の結果、反実仮想機械学習を用いたフィードバック群は、比較手法と比較して、提案行動の実施において良好な改善傾向を示した。本実験はサンプルサイズが限定的であるため、ノンパラメトリック検定であるwilcoxon符号付順位検定(厳密法、両側)を適用した。</p> <p>まず、「実際に行動を変えたか」という項目においては、5%水準での統計的な有意差には至らなかったものの($p = 0.0625$)、平均スコアにおいて0.875点の向上が確認された。さらに、「システムがストレス軽減に寄与したと感じるか」という主観評価においても、反実仮想フィードバック条件において一貫して高い評価が得られ、平均スコアで1.5点の向上が確認された($p = 0.0625$)。</p> <p>本研究の成果は、生体情報、行動履歴からなるマルチモーダルなデータと反実仮想機械学習を組み合わせることで、単なる現状の可視化に留まらず、労働者一人ひとりに寄り添った具体的な行動変容を誘発できる可能性を示した点にある。本システムのようなセルフケア支援の仕組みが普及することで、メンタルヘルス不調の未然防止や、労働者のウェルビーイング向上に寄与することが期待される。</p>						