

戦略的創造研究推進事業 AIP 加速研究
(AIP 加速 PRISM 研究)
研究課題「健康貯金のための
運動誘発 AI 基盤構築」

研究終了報告書

研究期間 2018年8月～2021年3月
(新型コロナウイルス感染症の影響を受け2021年9月まで延長)

研究代表者:杉浦裕太
(慶應義塾大学工学部、准教授)

§ 1 研究実施の概要

(1) 実施概要

当該研究の目的は、健康行動の誘発に寄与するインタラクティブ技術の構築である。近年、国の施策レベルで健康ポイントなどの導入が始まっている。これらはインセンティブによる健康行動の誘発が中心であり、また対象の健康行動も比較的単純で、ユーザ自らの入力に頼るものも多い。当該提案は、このようなインセンティブによらない、健康行動変容に寄与するインタラクティブ技術の研究開発を学術研究として取り組み、健康分野を含めて他への再利用可能な知見を蓄積することに主眼を置いている。

当該研究における最終的な研究成果は主に2点である。

- 1 つめは、ソーシャルコミュニケーションを導入することによって、個人で健康行動を実施するよりも、複数人で取り組んだ方がより健康行動が促進されることを明らかにしたことである。これを検証するために、データ駆動型の実証実験プラットフォームを構築し、これをリリースして、複数の場面で運用をした(健康・ベリフィケーショングループ/東京都健康長寿医療センター研究所, 社会還元グループ/都築電気株式会社, 実世界計測グループ/慶應義塾大学)。
- 2 つめは、生活者の知覚を生じさせないレベルでの健康状態の計測と、健康行動変容が可能なインプリシットインタラクション技術を創出したことである。健康状態計測では、日常の生活様式の延長線上で、特定の疾患を推定可能なモバイル端末アプリケーションを開発した(臨床・ベリフィケーショングループ/東京医科歯科大学, 実世界計測グループ/慶應義塾大学)。健康行動変容技術においては、多感覚提示技術によって意識下での運動行動変容を実現した(身体機能ベリフィケーショングループ/産業技術総合研究所, 運動誘発グループ/筑波大学)。またこのインプリシットインタラクション環境を構築可能な IoT モジュール DhaibaDAQ と詳細な身体を再構成するデジタルヒューマン技術を構築した。

新型コロナウイルス感染症の影響で被験者実験やデータセット蓄積が遅延し、結果として研究成果の公開が遅れた。そのため、6ヶ月間研究期間を延長し、その期間では、主にデータの解析と研究成果をまとめるとともに、公開に向けたプレスリリースの準備を進めた。プレスリリースの反響で、多数のメディアより照会を受け、その対応作業やシステムの社会実装を中心に進めた。

(2) 顕著な成果

<優れた基礎研究としての成果>

1.

概要: 開発した食品摂取多様性を記録する食べポ LINEBOT「食べポン」を利用して2019年度は、A社の50名を対象にして実験した。実験では、実験前後に食品摂取多様性や食生活に関するアンケートを実施した。そして実験参加者をA)食べポンあり・競争あり、B)食べポンあり・競争なし、C)食べポンなし・競争なしの3群にわけて実験した。その結果、C群と比較してB群では変化量に差はなかったが、A群では有意に2.4点食品摂取多様性得点が向上した。この結果、食べポンの利用のみでは食品摂取多様性は向上しないが、競争の導入で向上することがわかった。

2.

概要: 頸椎部で脊髄が圧迫されて発症する頸髄症では、巧緻運動障害といわれる手指の運動障害が特徴的である。本疾患は緩徐に進行するために患者は症状を自覚することが少なく、重症化してから気づく。重症化すると歩行障害、膀胱直腸障害などのより生活師匠の大きい症状が出現し手術治療が必要となるため、早期発見が重要である。一方で、巧緻運動障害は患者本人が自覚しにくいだけでなく、経験豊富な整形外科専門医でないと判断が難しい。頸髄症に伴う巧緻運動障害を早期に発見するために、手指運動の解析を行った。手を大きく把握する動作を繰り返し、これをLeap Motionで非接触に計測し、機械学習を行った。結果、80%以上の精度で疾患を特定することができるようになった。

3.

概要:歩行への意識下介入手法として、聴覚フィードバックおよび触覚フィードバックを提案した。聴覚フィードバックについては、歩行テンポよりも少し早いテンポでビープ音を提示することで、歩行速度が有意に向上することを確認した。触覚フィードバックでは、立脚時に足爪へ振動提示することで、重心動揺のばらつきが減少することを確認した。また、左右の振動強度比を操作することで、重心の傾きも変化することを示唆した。これらの成果により、歩行のイベントに応じてビープ音や振動をフィードバックするだけで無意識のうちに運動強度の向上や姿勢・歩容の改善を可能とする基礎技術が構築できた。

4.

概要:大腿部への微弱振動刺激により、膝関節の運動精度を向上させる手法を提案・検証した。大腿部へ知覚閾値以下のホワイトノイズ刺激を行うことで、刺激無し時の関節位置覚精度が低い群に対して優位に向上することを確認した。また、関節位置覚の精度向上に最適な振動強度を同定した。これらの成果により、刺激を意識することなく足の運動に対する支援が可能であることを示唆した。※コロナ延長時の成果

<科学技術イノベーションに大きく寄与する成果>

1.

概要:運動指導と記録が可能な LINE BOT「運動カウンター」を開発した。2020年9月末の時点で、2800名弱のユーザ登録となっている。この運動カウンターの機能が組み込まれた社内健康改善システム「スマートライフチャレンジ」を開発し、現在都築電気社内での運用を開始した。初期アンケートでは調査対象者数1,558名のうち回答者数1,449名であり実施率93%と注目が得られている。

2.

概要:健康行動の中でも、効果が確認されている踵上げ運動に着目し、この運動を促進するためのモバイル端末アプリケーション「フラワーガーデン」を開発、これをアプリストアからリリースした。このアプリは、タブレット端末のみを用いて気軽に踵上げの回数を計測できるようにしたものである。端末のカメラ画像を用いてユーザの顔の動きを検出する。そしてそれによりカウントした結果を画面表示しユーザにフィードバックを返す。ユーザ側へのフィードバックとして実施状況を全国ランキングとして表示をする機能を運用した。2020年9月末現在、370名弱の登録と、9.8万回の運動が行われている。

3.

概要:大型化が容易で、丸めて持ち運べるペーパー型静電触覚ディスプレイを開発した。本ディスプレイは、電極パターンを市販プリンターで印刷して作成するため、低コストである。600V以上の高電圧に対応するための耐圧処理を電極に施すことで、電極上に厚いインク層があっても十分な触覚提示を可能とした。写真やイラストに触れることでその質感を感じられるという新たな体験を提供し、腕の運動誘発、リハビリ、広告など様々な分野から関心が寄せられており、事業化に向けた企業との共同開発を進めている。

<代表的な論文>

1.

概要:iPad用の手根管症候群スクリーニングアプリを開発した。iPadの画面で出現したキャラクタに合わせて母指を12方向に動かすことによって、母指運動を計測する。健常者と患者でデータを取得し、これを機械学習によってモデルを生成することにより80%以上の精度でニクラス分類の疾患推定が可能になった。

Koji Fujita*, Takuro Watanabe*, Tomoyuki Kuroiwa, Toru Sasaki, Akimoto Nimura, and Yuta Sugiura (*Koji Fujita and Takuro Watanabe are joint first authors), A Tablet-Based App for Carpal

Tunnel Syndrome Screening: Diagnostic Case-Control Study, Journal of Medical Internet Research - Mobile Health and Ubiquitous Health, Vol.7, Iss.9, e14172, 2019.

2.

概要:屋内に設置した1台のカメラから,日常生活における居住者の歩行計測を行う方法を提案した.具体的には画像平面と床平面の3次元的な幾何学関係を初期設定で推定しておき,画像の2次元座標と平面と床平面2次元座標の関係を事前に推定する.接地点を決定する際は自由移動カメラによって撮影されたシーンと同じように,各フレームにおいて得られる両足の画像中の2次元座標を床平面座標に変換することにより,床平面における足の接地位置を決定する.

Kentaro Yagi, Yuta Sugiura, Kunihiro Hasegawa, Hideo Saito, Gait Measurement at Home Using A Single RGB Camera, Gait & Posture, Available online 28, Vol. 76, 136-140, 2020.

§ 2 研究実施体制

(1) 研究チームの体制について

① 実世界計測グループ

研究代表者: 杉浦 裕太 (慶應義塾大学工学部情報工学科 准教授)
研究項目: 生活者行動の常時計測に向けた環境・日用品組込型センサの構築

② 身体機能ベリフィケーショングループ

主たる共同研究者: 多田 充徳 (産業技術総合研究所人工知能研究センター 研究チーム長)
研究項目: 装着型センサと身体モデルを用いた運動機能解析技術の確立

③ 健康・ベリフィケーショングループ

主たる共同研究者: 清野 諭 (東京都健康長寿医療センター研究所 研究員)
研究項目: 実環境でのフィジビリティスタディとUX 評価による健康貯金環境の構築

④ クリニカル・ベリフィケーショングループ

主たる共同研究者: 藤田 浩二 (東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科運動器機能形態学 講師)
研究項目: 運動機能低下の評価法確立と動作介入の提唱

⑤ 運動誘発グループ

主たる共同研究者: 橋本 悠希 (筑波大学システム情報系 助教)
研究項目: 意識下で運動を誘発するインプリシット感覚提示技術の確立

⑥ 社会還元グループ

主たる共同研究者: 奥野 洋子 (都築電気(株)コーポレート企画統括部経営企画室)
研究項目: 健康貯金環境のビジネスモデルの検討とテスト環境の構築

(2) 国内外の研究者や産業界等との連携によるネットワーク形成の状況について

- 産業技術総合研究所は、所内人工知能研究センターが運営するコンソーシアム(デジタルヒューマン技術協議会・2018年から2020年までの3年間の延べ会員数: 法人会員33社, 個人会員26名)にて、本研究で開発した運動計測・解析技術に関する情報共有を行った。このうちの2社とは共同研究へと発展した。
- 東京都健康長寿医療センター研究所は、2019年より、都築電気株式会社の健康経営施策としてのフィールドテストを開始、2020年度は、本PRISM研究チームに参加いただくことが確定した。
- 東京医科歯科大学は、ヤマハと母指運動機能計測のための歪センサ開発をすることになった。
- 東京医科歯科大学は、JA共済総合研究所と転倒・骨折予防につながる身体特性の探索をすることになった。
- 筑波大学は、株式会社・川口電機製作所と協力し、ペーパー電気触覚ディスプレイの開発を行っている。