

令和 6 年 6 月 14 日現在

機関番号：34406

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2023

課題番号：19K03039

研究課題名(和文) ナッジを用いた健康促進システムの開発と学習効果の検証

研究課題名(英文) The development of a health promotion system based on nudge theory and the learning effectiveness

研究代表者

井上 裕美子 (INOUE, Yumiko)

大阪工業大学・情報科学部・教授

研究者番号：40288767

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、学生の生活習慣の改善や「思わず歩きたくなる大学づくり」のシステムを開発することを目的とした。学生600名に対して、33項目の形態・体力測定と生活アンケートを行い、生活リズム等と学業成績との関連性を示した。運動促進システムの開発では、日常生活のモニタリング方法として、エレベータか、階段の昇降かを判別するアルゴリズムを開発し、複数のサイネージとサーバー間の通信量や処理を分散する検討や、個人情報に極力保存せず個人識別精度を向上させる検証を行った。アバターがユーザーに寄り添うコンテンツや、歩様で年齢を推定することで、歩きたくなる気持ちを後押しするコンテンツ開発を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

企業においては、「健康経営」等の理念のもと、健康維持への投資がされているが、大学における学生の健康に対しては、企業のような健康促進が行われていない。学生においても、健康の促進が、学業への集中力アップ、高いパフォーマンスを生み、退学率減少に繋がると考えられる。本研究では、大学内を丸ごと網羅して、多人数で継続可能なシステムをめざし、健康増進、学習のプラスサイクルづくりとなるシステム開発を行った。本研究の成績向上因子解明の成果は、多くの大学や高校にも波及できる要素があり、開発した健康促進システムの成果は、大学のみならず、企業における「健康経営」にも、応用可能な汎用性のある成果と考えられる。

研究成果の概要(英文)：The aim of this study was to improve the lifestyle habits of students and to develop a system for “Aiming for a University that Makes You Want to Walk around Unintentionally”. To examine the relationship between lifestyle habits and academic performance, 33 physical fitness tests and lifestyle questionnaires were performed on 600 university students. In the development of the exercise promotion system, an algorithm was developed to determine whether a person was ascending or descending an elevator or stairs as a method of monitoring his or her daily life. In addition, we verified how to distribute the amount of communication and processing between multiple signage systems and servers, and how to improve the accuracy of personal identification without storing as much personal information as possible. We developed content in which avatar accompanies users as they exercise, and content that encourages the desire to walk by estimating age based on gait.

研究分野：運動生理学

キーワード：ナッジ 健康増進 歩きたくなる大学づくり デジタルサイネージ

1. 研究開始当初の背景

企業では、「健康経営」と称して、社内にナッジ(nudge)やインセンティブを与えるしかけを設けることで、社員の健康増進、さらには、集中力アップや成績向上を狙う取り組みを始めている。「健康経営」という考え方は、アメリカ経営心理学者ローゼンが始まりである。健康維持への投資が、仕事への集中や、高いパフォーマンス、離職率の低下などのメリットを生むことや、さらに、企業イメージのアップ、保険費の負担減、企業収益のアップにつながるという良い循環が生まれる。実際に日本でも、経済産業省と東京証券取引所が「健康経営銘柄」を選定し、「DBJ健康経営格付」が融資制度に加えられるという流れがある。

しかし、大学における学生の健康に対しては、企業における取り組みのような健康促進が行われていない。学業成績も、企業で働く人と同様、健康促進が学業への集中力アップ、高いパフォーマンスを生み、退学率減少につながると思われる。大学生の健康促進とともに、成績向上につながる仕組みが必要と考えられた。

2. 研究の目的

本研究では、「大学生の成績向上」を目標とし、LA とナッジの両方の戦略を用いた新しい試みを行うこととした。まず、LA として、ほとんど分析されていない生活習慣や健康・運動に関する因子を分析し、その中から学習効果の上がる因子を解明し、次に、その学習効果の上がる因子を強化するため、ナッジを用いたシステム「思わず歩きたくなる大学づくり」を開発することを目的とした。本研究の成績向上因子解明の成果は、多くの大学や高校にも波及できる要素があること、「思わず歩きたくなる大学づくり」の成果は、大学だけでなく、企業における「健康経営」にも応用可能な汎用性があることを狙いとした。

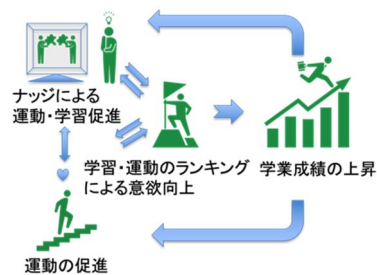


図1「思わずあるきたくなる大学づくり」におけるプラスサイクル

具体的には、次の2つを目的とした。① 1日の生活習慣をモニターし、学習者の運動・行動データを分析し、成績アップを促す因子を解明すること、また、② 身体活動の促進を行うことにより、健康増進を図り、学習のプラスサイクルづくりとして、大学内を丸ごと網羅して、多人数で継続可能なシステム「思わず歩きたくなる大学づくり」を開発することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 学習者の行動から成績アップを促す因子の分析について

2019年度の情報系の男子大学生600人に運動、睡眠、食事、ストレス等に関する生活調査アンケートと33項目の形態・体力測定を行った。また、GPA(Grade Point Average)と修得単位数は、2019年度と2020年度の2年分を収集した。GPAの差分に単位数を乗じた値で順位を決定し、上位50名、下位50名について多重応答分析を用いて、特徴的パターンの抽出を行った。2020年度は新型コロナウイルス感染予防のため、大学の授業がオンライン・オンデマンド授業であった。生活習慣の重要性は、通常授業時と比較するとオンデマンド授業やオンライン授業の方が大きいのではないかと考えられたため、通常授業(2019年)とオンライン&オンデマンド授業の比較を行い、オンライン授業で成績が向上した学生、低下した学生について検討した。

(2) 学習および身体活動の促進をめざしたシステム「思わず歩きたくなる大学づくり」の開発について

(2-1) 日常生活のモニタリング法および個人情報取得しない個人識別法の開発

学習者の日常生活のモニタリング方法の検討としては、エレベータの乗降か、階段の登り降りかを判別するアルゴリズムを開発し、Android端末に実装し数名による評価を行った。気圧センサーと加速度センサーを用いて判別を行ったが、気圧センサーを搭載していない端末での精度向上が課題であった。また、大学内での行動であることを判別するために、携帯端末のGPSを利用した。

デジタルサイネージと利用者のスマートフォンのBLEビーコン機能を用いた利用者の人物同定を行うと、そのためだけに利用者のデバイスにアプリケーションをインストールすることになり、利用者に負担を強いることになる。そのため、極力個人情報を取得しない人物同定の手法の検討を行った。学習者のデバイスに依存することなく、利用者の人物同定をするために、Webカメラで得られる動画像のみを利用し、プライバシーを尊重し、前処理として顔、容姿に結びつかない加工を施した後、機械学習済みのデータを用いる人物同定の手法を検討した。Webカメラから得た動画像は、サイネージを想定し、高さ90cmの位置にカメラを



図2 気圧センサーによる階段利用計測

固定し、カメラから 510cm 離れた位置から歩行を開始し、150cm の地点（サイネージの前まで）で歩行を終了する映像データとした。7 人の映像を用いて機械学習モデルの精度評価を行った。

(2-2) サイネージに表示するコンテンツの開発と評価

学習支援コンテンツの開発

サイネージに表示する学習コンテンツの開発の 1 つとして、基本情報技術者試験の学習支援コンテンツの開発を行った。学習する際に、問題と回答を対応させて見るだけで暗記していくコンテンツと実際に解答して覚えるコンテンツを 2 つ、Unity を用いて作成し、比較をすることで、効率的な学習法の検討をした。

身体活動を促進するコンテンツの開発 (1)

身体活動を促進するコンテンツとしては、2 種類のコンテンツを作成した。1 種類目は、ユーザの気持ちに寄り添いながら運動を促し、運動の楽しさやモチベーションの向上を目指すコンテンツとした。アバタを介して、体験者に視覚や聴覚によるフィードバックを提示しながら、スクワットを行うコンテンツとし、Unity を用いて、4 つのコンテンツを開発した。コンテンツ評価は、16 人の男子大学生に 1 分半のコンテンツを 4 種類体験してもらい、体験時の顔表情、アンケート、心電図等を測定し、コンテンツの評価を行った。

身体活動を促進するコンテンツの開発 (2)

2 種類目は、歩行特徴を分析して、フィードバックを行うことにより、歩く意欲を促進するものを考案した。Web カメラを用いて骨格推定を行い、推定された骨格から歩行を分析し、年代を推定する素因を検討した。自分の年齢より高い年齢を提示された場合、もう少し歩いてみようという意欲が湧くことを想定したコンテンツ内容とするため、歩行から年齢推定を行う基礎実験と基礎データの収集を行った。大学生 15 名を対象に、3 つの速度で歩行してもらい、その様子を Web カメラで撮影し、MediaPipe を用いて骨格推定を行い、推定された関節位置から、歩幅、膝関節角度、足首の角度、爪先の高さ、体幹-大腿角度、速度を推定した。

サイネージに表示する際に記憶に残る提示方法の検討

サイネージの提示方法として、記憶に適した文字の位置、色、大きさを明らかにするため、VR 空間にワードクラウド提示して検討を行った。実験参加者は大学生 18 名とした。MetaQuestPro の HMD で視線計測をし、記憶力と視線滞留時間との関係を検討した。

4. 研究成果

(1) 学習者の行動から成績アップを促す因子の分析について

就寝時間、生活リズム、ストレス、朝食といった項目に成績向上群と低下群で特徴的なパターンが示された。1 日の運動時間には、特徴的なパターンは見出せなかった。就寝時間と学業成績のパターンから、就寝時間が 0-1 時の間の学生がストレスも少なく、学業成績も向上するという傾向が示されたことから、生活習慣の中でも、生活リズムを整えること、睡眠の質を上げるためにも、日中の運動促進の必要性が推察された。

(2) 学習および身体活動の促進をめざしたシステム「思わず歩きたくなる大学づくり」の開発について

(2-1) 日常生活のモニタリング法および個人情報に極力取得しない個人識別法の開発

歩行を行う人物のスケルトンデータを多クラス分類することで個人を特定することを試みた。3 次元骨格推定モデルの選定として、mmpose の 3 次元姿勢推定モデル（以後 mmpose）と Pre-Trained Spatial Temporal Many-to-One Model for 3D Human Pose Estimation（以後 P-STMO）の 2 つを用いて歩行時の右足のポイントの動きから推定した結果、mmpose では、非連続な遷移となり、P-STMO の方が連続した遷移となり、結果が良かったため、骨格推定モデルとして P-STMO が使用可能であることが示された。P-STMO を使用して作成したスケルトンデータを機械学習に利用した。機械学習モデルは、51 次元の LSTM 層と全結合層 1 層を繋げたものを使用し、多クラス分類として、教師あり学習をさせた。その結果、Macro-F1 スコアは 0.30 とあまり良いスコアではないが、学習が行えたことが示された。問題点としては、冬場は厚着のために特徴点が隠れてしまうこと、歩行を正面から撮った映像のため、個人差が出にくいことが、良いスコアが出な



図 3 アバタを用いた運動促進コンテンツの評価実験風景

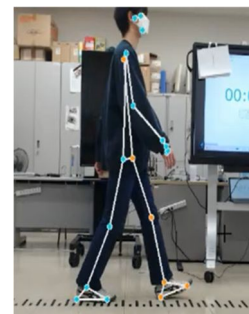


図 4 リアルタイム歩行分析の実験風景

かった理由と考えられる。この点については、今後、更なる検討をする必要があると思われた。

(2-2) サイネージに表示するコンテンツの開発

基本情報技術者試験の学習支援コンテンツの構成は、練習問題 30 問、暗記 30 問、テスト 50 問をメインのコンテンツとした。コンテンツの評価として、大学生 8 名を 4 名ずつ 2 グループに分け、暗記グループと練習問題グループとした。実際に問題を解いた練習問題グループと暗記グループの正答率を比較すると、解答を見て暗記したグループの方が若干正答率は低いものの有意差は示されず、学習前後では、正答率が上がることが示された。サイネージ等で問題と解答、解説を見るだけでも、いくらか学習効果が得られることが推察された。

アバタを用いた運動促進コンテンツ体験時には、心拍数は、100~105 拍/分と安静時に比べ 10 拍程度増加し、程よい運動となることが示された。また、カメラ映像から運動時の顔表情認識を行った結果、図 5 に示すように、neutral が 60%、happy が 20%と負の感情は少ないことが示された。アンケート結果からは、アバタが応援または一緒にスクワットをしてくれた方が、運動が楽しく、モチベーションが上がるといった傾向があり、楽しく運動促進するためにアバタの行動も、体験者に寄り添うものがより良いということが示唆された。

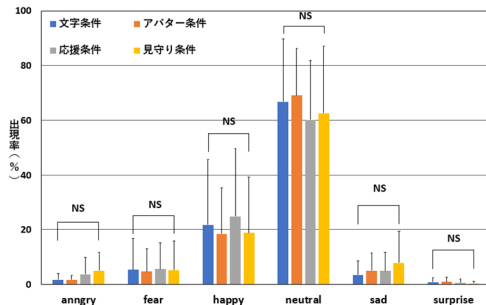


図 5 アバタ運動促進コンテンツ体験時の顔表情

2 種類目の体験者に歩行情報や歩様から得た推定年齢をフィードバックするコンテンツを作成するために、リアルタイムにカメラ映像から歩行分析する検討を行った結果、歩行速度が速くなれば、地面を蹴る力が大きくなり、それに伴い膝関節角度と体幹-大腿角度が小さくなり、歩幅が長くなる傾向が示された(図 6)。高齢になるに従い、歩幅が小さくなること、歩行のピッチが遅くなることなどから、これらの因子が、歩行から年齢を推定するのに重要であることが示された。

サイネージの表示で、記憶に残りやすい位置については、視線滞留時間や正解数が、中央、左上、が多く、左下、右下、右上は少ないことが示された。色については、視線滞留時間には、有意差が示されなかったが、正解数は、紫や緑、赤が多く、橙は少ない事が示された。文字の大きさについては、14pt、18pt、22pt、26pt、30pt の正解数を比較したところ、30pt と 14pt に有意差が示された。22pt から 30pt までは、文字が大きいほど正解数が多くなり、記憶に残りやすい傾向があるものの、14pt と 18pt の差は少なく、ある程度文字が小さくなると正解数が一定水準に下がる傾向が示された(図 7)。白背景の場合、認識しにくい橙色 (RGB の和が高く白色に近い色) は避け、文字の大きさは、22pt 以上、中央及び左上に重要なコンテンツを表示することが、記憶に残りやすいサイネージコンテンツとなることが示された。

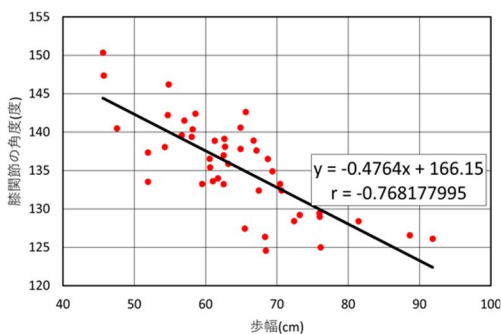


図 6 歩幅と膝関節角度の相関

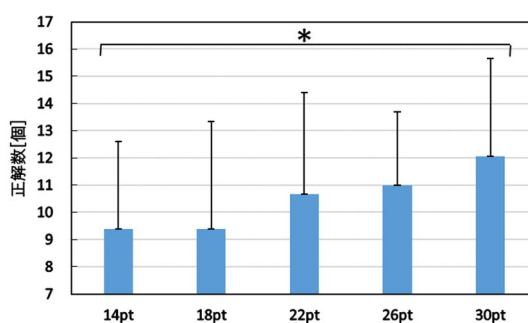


図 7 記憶に残りやすい文字の大きさ

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 2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 INOUE, Y., KOBAYASHI, T., YASUTOME, S. | 4. 巻 2023 |
| 2. 論文標題 Gait analysis using pose estimation - Basic research for development of interactive health promotion system- | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 28th Annual Congress of the European college of sports science 2023 Book of Abstracts | 6. 最初と最後の頁 596 |
| 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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |
| 1. 著者名 Inoue Yumiko, Tomonari Hyugo, Yasutome Seigo | 4. 巻 - |
| 2. 論文標題 Development of a system aimed at improving motivation for squat training | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 27th Anniversary Congress of the European College of Sport Science | 6. 最初と最後の頁 wp1191596 |
| 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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |
| 1. 著者名 池田 優哉, 安留 誠吾, 井上 裕美子 | 4. 巻 - |
| 2. 論文標題 デジタルサイネージ間の連携を想定した人物同定手法の提案 | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 2022年度教育システム情報学会 学生研究発表会予稿集 | 6. 最初と最後の頁 A07 |
| 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 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |
| 1. 著者名 Yumiko Inoue, Seigo Yasutome | 4. 巻 10 |
| 2. 論文標題 Relationship between college students' life-styles and their grades-Ability to adapt to on-demand and online classes- | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine | 6. 最初と最後の頁 381 |
| 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 無 |
| 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4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

| |
|---|
| 1. 発表者名 INOUE, Y., KOBAYASHI, T., YASUTOME, S. |
| 2. 発表標題 Gait analysis using pose estimation - Basic research for development of interactive health promotion system- |
| 3. 学会等名 28th Annual Congress of European college of sport science (国際学会) |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Inoue Yumiko, Tomonari Hyugo, Yasutome Seigo |
| 2. 発表標題 Development of a system aimed at improving motivation for squat training |
| 3. 学会等名 27th Anniversary Congress of the European College of Sport Science (国際学会) |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 池田 優哉, 安留 誠吾, 井上 裕美子 |
| 2. 発表標題 デジタルサイネージ間の連携を想定した人物同定手法の提案 |
| 3. 学会等名 2022年度教育システム情報学会 学生研究発表会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 井上裕美子, 安留誠吾 |
| 2. 発表標題 大学生の成績と生活習慣との関連 オンデマンド授業やオンライン授業に強い学生 |
| 3. 学会等名 日本体力医学会 |
| 4. 発表年 2021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 | 安留 誠吾 (YASUTOME Seigo) (50252721) | 大阪工業大学・情報科学部・教授 (34406) | |

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 |
|---------|---------|
|---------|---------|