

令和 2 年 5 月 28 日現在

機関番号：32665

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01800

研究課題名(和文) 音声入力によるウェアラブル端末を用いた身体活動評価法の開発

研究課題名(英文) Development of physical activity evaluation method using wearable device by voice input

研究代表者

難波 秀行(難波秀行)(NAMBA, Hideyuki)

日本大学・理工学部・准教授

研究者番号：80559790

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：WEBによる身体活動測定は多数のデータを同時一斉に簡易に収集することができる。本研究の目的は、音声認識による行動記録アプリケーションを開発し、その妥当性や課題について明らかにすることであった。音声認識行動記録システムを開発し、3軸加速度計を身体活動測定システムの妥当性の基準とした。対象者は20人(男性14人、女性6人)、平均年齢 19.1 ± 0.9 歳であった。音声記録が10時間以上の条件で、 $r = 0.545$ ($p < 0.05$)、14時間以上の条件で $r = 0.750$ ($p < 0.05$)の有意な関連がみられた。本研究は、スマートフォンの音声認識技術を用いた身体活動評価の可能性を示唆した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

開発したスマートフォンを用いた音声入力による行動記録法は、多数の身体活動を簡便に精度よく評価することができるため、疫学研究などに応用できる可能性がある。さらに、自身の身体活動量を加速度計など高価な機器を用いなくても評価できるため、身体不活動が原因となる疾患の予防や健康づくりに役立てられる可能性がある。精度よく評価するためには、正しく入力を行うことが重要であることが研究結果より示された。

研究成果の概要(英文)：The use of Web-based physical activity systems has been proposed as an easy method for collecting physical activity data. Objective of this study was to develop a behavior-recording application (APP) using voice recognition. The results from our developed APP were compared with objective data from a 3-axis accelerometer to assess the strengths and weaknesses of the new measurement system. A total of 20 participants (14 men, 6 women, 19.1 (SD 0.9) years of age) wore a 3-axis accelerometer and inputted behavioral data into their smartphones for a period of 7 days. The measure of intensity was metabolic equivalents (METs). The Pearson correlations for the METs between the two methods were all positive and significant when the analysis was for over 10 hours, $r = 0.545$ ($P = .017$), and for over 14 hours with voice input, $r = 0.750$ ($P = .008$). Voice recognition APP appear to be useful for assessing physical activity with high accuracy. However, voice input compliance is an important factor.

研究分野：健康科学，スポーツ科学

キーワード：身体活動 音声認識 行動記録 スマートフォン 加速度計 METs

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

ウェアラブル端末(身につけて持ち歩く情報端末の総称)は著しい進歩を遂げ、身体活動や睡眠といった生活習慣(ライフログ)を客観的に記録する機器が注目されている。その代表的なものとして各社のスマートフォン、腕時計型の行動記録センサーなどが公表されている。これらのようなウェアラブル端末は、多くの人々に対する身体活動の促進に貢献することが期待されている。モバイルヘルスソリューションの世界市場予測 2015-2022 年によると、世界のモバイルヘルスの市場規模は 2017 年の 211 億ドルから 2022 年に 904 億ドルに達すると予想され、IoT(モノのインターネット)やビッグデータ解析は第 4 次産業革命としてわが国の成長戦略としても重要な位置づけになっている。身体活動不足は日本人の死因 3 番目のリスクであるにも関わらず、我が国の身体活動はこの 10 年で減少傾向が報告されている。

加速度計や GPS などのウェアラブル端末が普及してきたが、同時一斉に多人数の身体活動を精度よく評価するためには、同一機種を全員が持つ必要があるので困難である。そこでわれわれは誰もが使える身体活動評価として 24 時間行動記録法による身体活動量測定システムを開発し、その妥当性を検証したところエネルギー消費量の測定精度は、二重標識水(DLW)法によるエネルギー消費量と平均値でほぼ合致し、非常に高い関連を認めた¹⁾。この開発した身体活動測定システムを用いて数千人規模のデータを収集し、地域比較などの疫学研究を行ってきた²⁾。このシステムは多人数の身体活動を同時一斉に低コストで、しかも一定の精度で評価できる点では非常に優れているが、課題として自身の 1 日を振り返り 15 分毎の行動を 24 時間分入力する過程を経るため手間を有することに加え、15 分に満たない短時間の行動は身体活動データに反映しにくいことが挙げられた。

近年 Siri(Apple 社)にみられるように音声認識を利用したテキスト化、あるいは、OK Google(Google 社)の音声認識を用いた検索エンジンなど音声認識機能は著しく進歩している。そこでこれらの課題を解決するために、本研究では音声認識を利用した行動記録法の開発を試みた。

2. 研究の目的

従来の行動振り返り法に加えリアルタイムに簡便に短時間の行動も含めて評価ができるため、身体活動評価の妥当性を高められることに加え、ユーザビリティの向上が期待できる。音声認識による行動記録アプリケーションを開発し、その妥当性や課題について明らかにすることとした。

3. 研究の方法

(1) 一般健康な 20 人の学生(男性 14 人、女性 6 人)、平均年齢 19.1±0.9 歳を対象とした。開発した音声認識アプリを各自のスマートフォンにダウンロードして、1 週間の行動記録を入力させた。本調査実施にあたりヘルシンキ宣言の倫理的原則に従い、対象者に対し本調査の趣旨、参加は自由意思であること、プライバシーと匿名性は厳守されることを説明し同意を得て行った。

(2) 3 軸加速度計 Active Style Pro(HJA-750C, オムロンヘルスケア, 京都)を身体活動測定システムの入力日に合わせて 1 週間、腰部に装着させた。睡眠時および入浴時以外は常に装着するように指示をした。加速度計から得られたデータ処理の条件設定として、Epoch length(何秒単位でデータを収集するかという条件)は 10 秒とした。10 秒単位で収集された鉛直方向、前後方向、左右方向の合成加速度から推定された活動強度(METs)の分析条件として、「60 分以上のゼロカウント(検出閾値以下の活動強度)が続いた時間を非装着時間」とし、装着時間は 24 時間から非装着時間を減ずることで求め、1 日の装着時間が 10 時間以上であるデータを採用した。24 時間の平均 METs の算出には、計測データなしを 0.9METs として求めた。

(3) 1 日当たりの平均 METs は平均値±標準偏差で示した。音声認識アプリと 3 軸加速度計から得られた METs の平均値の比較には対応のある t 検定を行った。音声認識アプリと 3 軸加速度計から得られた METs の相関関係を検討するために、Pearson の相関係数を算出した。なお、音声認識の記録が 10 時間以上の場合と、14 時間以上の場合の両方において、METs の平均値の比較および相関係数を算出した。統計解析は SPSS ver.25 IBM(IBM Corporation, Somers, NY, USA)を用い、統計学的有意水準を 5%未満とした。

4. 研究成果

(1) 音声認識による身体活動評価アプリケーションの開発

音声認識 API(アプリケーションプログラミングインターフェース)を導入し、音声認識機能を備えた行動記録システムを開発した(図 1)。図 2 に開発した音声認識アプリの画面を示した。マイクボタンを押してスマートフォンに向かって、何時から何時まで何をしていたかを話すと、音声認識されてテキストデータ化される仕組みである(図 2 左)。キーとなる言葉として、「開始」、「終了」、「から」、「まで」、「しました」を設定して単語を区切り、機械学習機能により時間単位に何をしていたかを一覧にする機能を搭載した(図 2 右)。「今から〇〇開始」というようにリアルタイムに利用することに加え、その日の過去にさかのぼり「〇〇時 分 開始、時 分終了」というように振り返り音声入力することも可能となっている。音声認識により得

られたテキストデータについて、行動と運動強度の対応表より運動強度を決定した。1つずつの行動に対して、運動強度と時間の積を求め、1日当たりのMETs×時間を求め、行動時間の合計で除すことで1日当たりの平均METsを求めた。

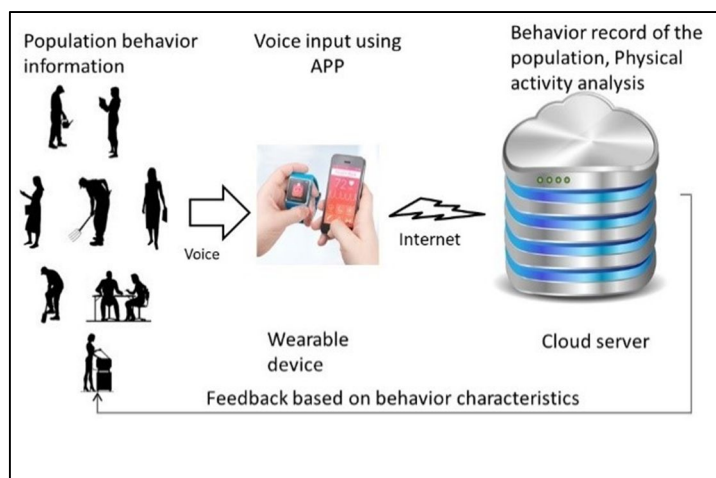


図1 音声認識行動記録の概要図



図2 開発した音声認識アプリケーション

(2) 開発したアプリケーションの妥当性

表1に音声認識アプリケーションおよび加速度計の平均METsを示した。音声認識データの採用条件を10時間以上の記録があることとした場合、36日分のデータが採用された。一方、採用条件を14時間以上とした場合は16日分のデータが採用された。音声認識データが10時間以上、14時間以上のそれぞれの条件で、 1.56 ± 0.24 METs、 1.58 ± 0.28 METs に対して、加速度計による平均METsは、 1.47 ± 0.23 METs、 1.48 ± 0.24 METs でいずれの抽出条件においても、音声認識による平均METsの値は、加速度計よりも有意に高い値であった。

表 1 音声認識と加速度計の平均 METs の比較

	音声認識アプリ 平均METs	加速度計 平均METs	t 検定 p値	データ数
音声認識データ採用条件				
10時間以上記録	1.56 ± 0.24	1.47 ± 0.23	0.018	36
14時間以上記録	1.58 ± 0.28	1.48 ± 0.24	0.036	16

図 3 に音声認識と加速度計による平均 METs の相関図を示した。A は音声記録が 10 時間以上、B は 14 時間以上の条件を示している。音声認識から得られた平均 METs と加速度計による平均 METs の間に A,B それぞれの条件で、 $r = 0.545$ ($p < 0.05$)、および $r = 0.750$ ($p < 0.05$) の有意な関連がみられた。

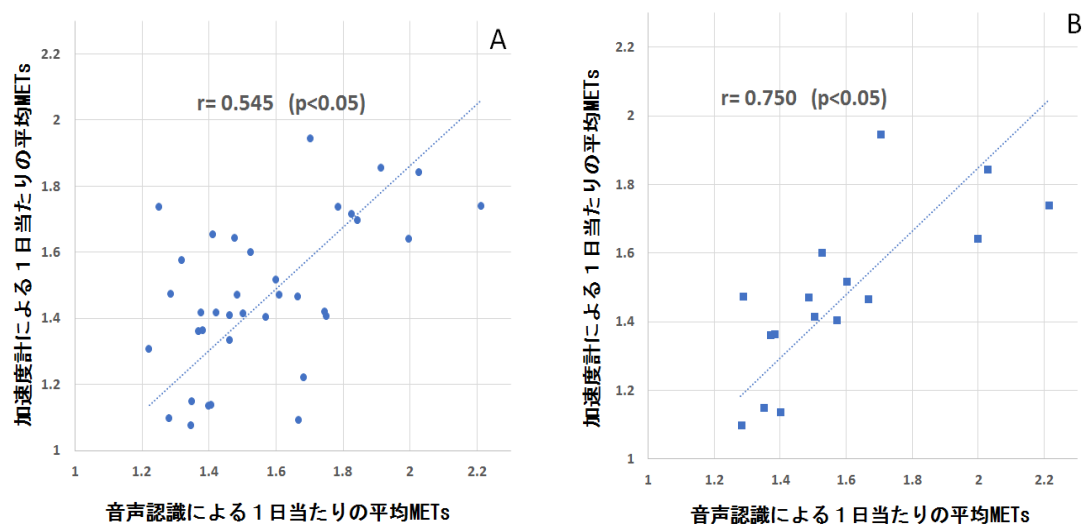


図 3 音声認識および加速度計による平均 METs の相関図
(A: 10 時間以上記録の条件, B: 14 時間以上記録の条件)

本研究では、音声認識を利用した行動記録アプリケーションを開発し、その妥当性について加速度計を用いて検証した。音声認識アプリケーションを用いて、収集した行動記録データから、運動強度を推定し、1日の平均運動強度を算出することができた。さらに、その妥当性について加速度計を用いて検証したところ、行動記録データが 14 時間以上の条件では、中高程度の相関関係がみられ、10 時間以上の条件では中程度の相関がみられた。一方、両測定法の平均 METs の比較では、いずれの条件においても音声認識アプリによる測定値は、加速度計よりも有意に高い値を示した。身体活動量の推定法において、データ収集のコンプライアンスと妥当性は正の相関関係にあるが、コンプライアンスを厳しくすると除外データが増加する危険がある。音声認識を用いた身体活動評価をする上でコンプライアンスを如何にして高めるかは、最も重要なファクターであると考えられる。本研究は、スマートフォンの音声認識技術を用いた身体活動評価の可能性を示唆した。

<引用文献>

H.Namba, Y.Yamaguchi, Y.Yamada, S. Tokushima, Y.Hatamoto, H.Sagayama, M.Kimura, Y.Higaki, H.Tanaka (2012) : “Validation of Web-based physical activity measurement systems using doubly labeled water”, J. Med. Internet Res., Vol.14, No.5, e123.
H.Namba, Y.Yamada, M.Ishida, H.Takase, M.Kimura (2015) : “Use of a Web-based physical activity record system to analyze behavior in a large population: cross-sectional study”, J. Med. Internet Res., Vol.17, No.3, e74.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2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 難波秀行	4. 巻 107
2. 論文標題 大学初年次における体力特性と月齢の関係 - スマートフォンを用いた入力システムの活用 -	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本大学理工学部一般教育教室彙報	6. 最初と最後の頁 11-20
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 -

1. 著者名 小清水孝子, 難波秀行, 畑本陽一, 吉田司, 中潟崇, 有賀雅史, 高田由基, 山田陽介	4. 巻 29
2. 論文標題 アスリートの利用可能エネルギー不足アセスメントツールの開発と妥当性の検討	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 人間生活文化研究	6. 最初と最後の頁 845-850
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 -

〔学会発表〕 計15件（うち招待講演 1件/うち国際学会 3件）

1. 発表者名 櫻井洋一, 難波秀行, 王堂哲, 長谷川由美
2. 発表標題 運動負荷前後におけるL-カルニチン単独, BCAA併用投与後の蛋白代謝, 骨格筋保護に関する検討
3. 学会等名 第33回日本静脈経腸栄養学会学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 櫻井洋一, 長谷川由美, 難波秀行, 王堂哲
2. 発表標題 運動負荷前後におけるL-カルニチン+BCAA持続併用投与後のエネルギー基質代謝, 骨格筋保護に関する検討
3. 学会等名 第34回日本静脈経腸栄養学会学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 櫻井洋一, 難波秀行, 王堂哲
2. 発表標題 L-カルニチン単独・BCAA持続単回 / 併用投与後のinsulinotropic actionに関する検討
3. 学会等名 第34回日本静脈経腸栄養学会学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 難波秀行, 北村勝朗, 重城哲, 高橋亮輔, 安住文子, 沖和磨, 服部英恵
2. 発表標題 大学初年次における体力の変化と月齢の関係
3. 学会等名 第7回大学体育スポーツ研究フォーラム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 難波秀行
2. 発表標題 大学初年次における体力特性と月齢の関係 - スマートフォンを用いた入力システムの活用 -
3. 学会等名 日本体育学会第70回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 難波秀行
2. 発表標題 音声認識アプリケーションを用いた身体活動評価システムの試作
3. 学会等名 第74回日本体力医学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hideyuki Namba
2. 発表標題 Validation of Smartphone APP Voice Recognition Physical Activity Systems using Tri-axial Accelerometer
3. 学会等名 European College of Sport Science (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hideyuki Namba
2. 発表標題 Comparison of objective and subjective physical activity data for physical activity promotion
3. 学会等名 7th International Society for Physical Activity and Health Congress (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 難波秀行
2. 発表標題 理工系一般学生を対象とした学生スポーツの推進に関する意識調査
3. 学会等名 第3回 するみるささえるスポーツ教育研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 難波秀行, 長谷川由美, 永田真弓, 櫻井洋一
2. 発表標題 有酸素性運動と筋トレ後の感情変化とカテコラミン分泌の関係
3. 学会等名 第73回 日本体力医学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 難波秀行
2. 発表標題 身体活動記録アプリの活用
3. 学会等名 第一回するみるささえるスポーツ教育研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 難波秀行, 長谷川由美, 永田真弓, 櫻井洋一
2. 発表標題 一過性の有酸素性運動と筋力トレーニングによる感情およびホルモンの変動
3. 学会等名 第72回日本体力医学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hideyuki Namba
2. 発表標題 Educational Practice Using Physical Activity Application Based on Behavior Record
3. 学会等名 2018Hawaii International Conference on Education (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 難波秀行, 高橋亮輔, 北村勝朗
2. 発表標題 音声認識デジタルペンを用いた体育実技授業における実践応用
3. 学会等名 第6回大学体育研究フォーラム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 難波秀行
2. 発表標題 ICTを用いた身体活動測定の可能性（ICTを健康支援に活かす！）
3. 学会等名 第19回日本健康支援学会（招待講演）
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>ACTRA https://itunes.apple.com/jp/app/actra/id1408664814?mt=8 Lifestyle24 身体活動測定システム http://lifestyle24.jp/hp/ Lifestyle24 https://itunes.apple.com/jp/app/lifestyle24/id1242812012?mt=8 Lifestyle24 https://play.google.com/store/apps/details?id=jp.lifestyle.yonefu</p>
--

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