

複数人の観光における 休憩の指標を導入した観光支援システムの開発

宗森 純^{1,a)} 小形 紘右² 伊藤 淳子³

受付日 2021年5月10日, 採録日 2021年11月2日

概要: 本研究では, スマートデバイスのセンサを用い, 休憩の指標を導入した複数人で使用する観光支援システムを提案する. 本システムは, 使用者の身体状況を, 心拍数, 位置情報, 歩行数, 標高から判断する. 使用者1人だけではなく, 相手の身体状況も共有し, 把握できる. 使用者が疲労していると判断した際に, 使用者に身体的な疲労を意識させ通知し, 休憩することを促す休憩奨励機能を持つシステムである. また, 慣れない観光地での休憩場所を使用者に分かりやすくするように, 休憩場所を表示する機能を持つシステムである. 提案システムを用いて評価実験を行い, ランダムに通知をする実験と比較した結果, 以下のことが分かった. (1) 通知の時点での休憩場所が写真付きで表示されていることの評価が高かった. (2) 心拍の上昇による通知は平均 6.3 回であった. 同じ条件で行った以前の実験よりも回数が増えていて, 通知が多すぎると指摘された. (3) 歩行数による通知の評価は低かった. これは, 休憩直後に, 歩行数による通知が届くなど, 休憩を考えずに歩行数だけで通知を出した結果だと考えられる. (4) 標高による通知に関しては, 適切なタイミングで通知されて評価が高く, ランダムに通知する場合と比較して有意差があった. (5) 身体情報の把握に関しては, 通知により相手の状態や自分の状態を知ったことと, 常時, 自分と相手の心拍と歩行数が見られることで, 非常に高い評価 (4.3/5.0 から 4.6/5.0) であった.

キーワード: グループウェア, 観光支援システム, 休憩奨励機能, スマートデバイス, 心拍数

Development of a Tourism Support System That Introduces Break Indicators for Tourism of Multiple People

JUN MUNEMORI^{1,a)} KOSUKE OGATA² JUNKO ITOU³

Received: May 10, 2021, Accepted: November 2, 2021

Abstract: In this study, we proposed and developed a tourism support system for multiple people that introduced a break index using a smart device sensor. This system judges the physical condition of the user from heart rate, position information, walking rate, and altitude. The system can share and grasp physical condition not only one user but also the companion. It is a system with a break encouragement function that makes the user aware of physical fatigue and notifies them when they judge that they are tired, and encourages them to take a break. In addition, the system also has a function to display the resting place so that the user can easily understand the resting place in an unfamiliar tourist spot. As a result of conducting an evaluation experiment using the proposed system and comparing it with an experiment in which notifications were given at random, the following was found. (1) It was highly evaluated that the resting place at the time of notification was displayed with a photo. (2) The average number of notifications due to increased heart rate was 6.3 times. It was pointed out that the number of times was increased compared to the previous experiment conducted under the same conditions, and there were too many notifications. (3) The evaluation of the notification based on the number of walks was low. This is thought to be the result of issuing a notification based only on the number of walks without considering the break, such as receiving a notification based on the number of walks immediately after the break. (4) Regarding the notification by altitude, the notification was made at an appropriate timing and the evaluation was high, and there was a significant difference compared to the case of random notification. (5) Regarding the grasp of physical information, it is highly evaluated (4.3/5.0 to 4.6/5.0) because it knows the companion's condition and one's condition by notification, and the heart rate and walking rate of oneself and the companion can be seen at all times.

Keywords: groupware, tourism support system, break encouragement function, smart device, heart rate

1. はじめに

観光庁が発表した、旅行・観光産業の経済効果に関する調査研究によると、2019年の日本人国内延べ旅行者数は約5億8,710万人であり、毎年多くの人が日本を観光していることが分かる [1]。また、日本人だけではなくインバウンドの観光客などの増加も見られている。2019年に日本を訪れた外国人観光客は約3,200万人であり、前年と比較すると2.2%増加している [2]。また、旅行年報によると国内旅行の80%以上は家族旅行や恋人同士などでの2人以上の複数人旅行である [3]。それにともない、観光の際にスマートデバイスの位置情報などのセンサを用いた観光支援アプリも普及している。

しかし、それと同時に、総務省消防庁が発表したデータ [4]によると、観光地などの野外での体調不良者の増加がみられている。また、熱中症による体調不良者も増加傾向にある [4]。熱中症になる前兆として急激に心拍数が上昇することが分かっている [5]。体調不良の原因として、夏場の高温や、慣れない観光地での歩行があげられる。

慣れない観光地で休み場所などが分からないことや、歩行による疲労の蓄積が体調不良を引き起こしている。そのため、観光地では熱中症などの注意喚起を促す看板などを設置しているが、体調不良者の数は減っていない [4]。また、現在の観光を支援するアプリでは観光名所を表示するものは多いが、休憩場所を表示するシステムは少ない (課題 (a))。このことから、使用者に休憩場所を提示する観光支援システムが必要であると考えられる。しかし、休憩場所の提示を行うタイミングが使用者が疲労していないタイミングでは効果が期待できない。使用者の身体状況に合わせて、適切なタイミングで機械側から休憩を促す必要があると考えられる (課題 (b))。また、使用者と相手の身体状況を共有できれば、お互いの身体状況を把握できる。そうすれば、本人の機械側だけの休憩の提示ではなく、相手の身体状況をもとに相手からも休憩を促すようなシステムとなる (課題 (c))。

本研究の目的は、現在の観光支援システムの問題点である上記、課題 (a)、課題 (b)、課題 (c) を解決することである。そこで、スマートデバイスのセンサを用いた休憩の指標を導入した複数人で使用する観光支援システムを開発した。提案システムは Google Maps API を使用したスマー

トフォン用のアプリケーションとして開発した。また、提案システムはスマートデバイスのステップセンサ、心拍センサ、GPS、および、高度センサを利用した。使用者は、1人1台、スマートフォンとスマートウォッチを使用する。提案システムを起動させると、自分の現在地が Google Maps 上に表示される。そして、観光中の使用者の心拍数をスマートウォッチで、位置情報、歩数、および標高をスマートフォンで計測する。この際に、使用者とその相手の歩行数と心拍数の身体状況は、画面上で表示され、共有される。そして、その計測結果をもとにして、使用者とその相手が身体的に疲労していると判断した際に、使用者の近辺の休憩できる場所を提示し、使用者に休憩を促す機能を実装する。また、休憩できる場所の位置が使用者の位置からどのあたりにあるのかの表示も行う。これにより、使用者に慣れない観光地でも、休める場所の位置を分かりやすくする。このようにして、慣れない観光地でも、観光客に休憩を促し、休憩することを意識させることが本研究の目的である。

本論文では、2章において関連研究を示し、本研究の位置付けについて述べる。3章では、提案システムの方針と、具体的な提案内容について述べる。4章では、提案システムを用いた評価実験について述べ、5章では考察について述べる。最後に、6章で本研究の結論について述べる。

2. 関連研究

2.1 カルボーネン法について

百瀬らは、カルボーネン法を心拍数によって運動量を評価する計算式の中でも信頼性の高い式であるとしている [6]。カルボーネン法の詳細は式 (1)、式 (2) に示す。式 (1) で最大心拍数を求め、式 (2) で目標心拍数を求める。また、日本健康運動研究所は、運動時の主観的負担度を数字で表した自覚的運動強度 RPE を提示した [7]。自覚的運動強度 RPE の代表的として Borg Scale がある [7]。

$$\text{HRmax} = 220 - \text{age} \quad (1)$$

$$\text{HRtarget} = I * (\text{HRmax} - \text{HRrest}) + \text{HRrest} \quad (2)$$

I: 運動強度, HRmax: 最大心拍数, HRrest: 安静時心拍, HRtarget: 目標心拍数, age: 年齢

2.2 歩行数について

前橋らは、2,500歩 (50歩/分) 程度の運動は疲労感を増加させることを明らかにした [8]。また、Oyabuらは、歩数の限界には個人差があり、1日14,000歩を超えると疲労感を感じるが、1日の歩数の平均は約9,000歩であるということを研究で明らかにした [9]。

2.3 暑さ指標 WBGT

環境省は、熱中症を予防することを目的として1954年

¹ 放送大学和歌山学習センター
Wakayama Study Center, The Open University of Japan,
Wakayama 641-0051, Japan

² 和歌山大学大学院システム工学研究科
Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University,
Wakayama 640-8510, Japan

³ 和歌山大学システム工学部
Faculty of Systems Engineering, Wakayama University,
Wakayama 640-8510, Japan

a) j.munemori@ouj.ac.jp

にアメリカで提案された暑さ指数 WBGT を提示している [10]. 暑さ指数の求め方は以下のような式で求められる. 黒球温度の観測値を T_g , 気温を T_a , 湿球温度 T_w とする.

$$\text{WBGT}(\text{°C}) = 0.7 * T_w + 0.2 * T_g + 0.1 * T_a \quad (3)$$

北園らは, 暑さ指標 WBGT を使用し, 熱中症の危険度を計測し危険度の高いところでの時間経過で警告表示を使用者に提示した [11]. その結果, 時間経過による警告で自分自身で気づけない環境の変化を知ることができた.

2.4 標高について

厚生労働省は, 運動強度の単位である METs を提示している [12]. METs とは, 運動強度の単位で, 安静時を 1 としたときと比較して何倍のエネルギーを消費するかで活動の強度を示したものである. また, 千住らは, 傾斜角度と速度の増加により心肺機能の負荷は増加することを明らかにした [13]. 負荷量を METs からみると傾斜角度が 5% 増加するごとに 1.2 METs, 歩行速度が毎時 2km 速くなるごとに 1.9 METs の負荷量が上昇することが分かっている. また, Norton らは, 自覚的運動強度 RPE と METs との関係を表した [14].

2.5 既存の観光支援システム

ご当地ガイド—観光ガイドブックアプリ [15] とは NTT DOCOMO が開発・提供している観光支援アプリケーションである. 2015 年に開発され現在も更新されていて, インストール数は 50,000 回以上である. このアプリケーションは, スマートフォンに内蔵されている GPS から使用者の現在地の位置情報を取得する. その取得した位置情報をスマートフォン上に表示された観光地図に反映させる. 使用者の位置情報に基づいた観光地のガイドを行うことができる.

このシステムは観光地の案内やルートの提示をしてはいるが, 使用者が疲労した際に, どこで休めるのかなどの情報がない. 使用者の身体的疲労について考慮していないという問題点がある.

観光中に使用されるガイドアプリの 1 つとして Google Maps [16] がある. これは全世界を広域の地図から詳細な地図までズームイン, スムアウトを行うことで調整し, 用途に合わせて使用できる. また, ルート検索や施設などのスポットの検索, 表示, 交通状況・経路案内の利用ができるシステムである. その際に位置情報を取得し, 自分の現在地も地図上に表示される. また, ほかのユーザと位置情報を共有し, お互いの場所を把握する機能もある. この機能を使用することで, 観光中にもお互いの場所が把握できる. グループでの観光に使用する機能などはあるが, 使用者に対しての身体的疲労について考えられていない. そのため, 観光地での疲労が蓄積されてしまうと考えられる.

米田らは, 携帯電話とアクティブ RFID を用いて多様な観光客に配慮したプッシュ型情報提供を可能とする UD (ユニバーサルデザイン) 観光情報システムの開発を行った [17]. これは, 使用者の位置情報をもとに, 「トイレ」, 「観光スポット」, 「休憩場所」, 「施設営業」などの情報を使用者に提供するシステムである. 様々な観光客に配慮し, 観光客のニーズにあった情報を提供することを目的としている. 休憩所などの体の休める場所の情報を提供しているが, 提供する判断基準が使用者の位置情報だけである. 位置情報だけの判断では, 使用者が休める場所の情報を求めているのが不確かであり, 使用者に不必要な情報を提供している可能性がある.

工藤らは, 車椅子ユーザや高齢者を対象としたユニバーサルツーリズム安心システムを開発した [18]. このシステムでは, 心拍数や位置情報をもとに, 観光地での「休憩場所」や「観光スポット」を使用者に提示した. しかし, このシステムは, 管理者と使用者に分かれており, 使用者には身体状況の情報が提示されず, 管理者のみにしか情報が提示されない. そのため情報の流れが一方向的であり, 全員で身体情報の共有ができていない.

2.6 スマートデバイスを用いたシステム

桑野らは心拍数と位置情報を測定し, そのデータを利用した運動継続支援システムを開発した [19]. このシステムは, 位置情報を利用し, 使用者が定められた指定の位置に到着すると, システム側から運動を提示する. そして, 心拍数をリアルタイムで取得することにより, 運動中の心拍数の上がりすぎによる過負荷を防ぐ. また, 心拍数の値から, 使用者がどの程度の運動強度で運動しているか判断する. ユーザに合わせて運動できるシステムである. 使用者が無理なく運動を継続することを目的としている. 心拍数から使用者の運動負荷を計測するのに一定の評価が得られた.

前田らは, スマートデバイスセンサから, 心拍数を測定し, 身体的負荷を考慮したウォーキングルートを作成する PC システムを提案した [20]. このシステムは, 使用者の目標歩行距離を設定し, 勾配や心拍数を考慮し, 使用者に適したルートをシステム側から提示してくれる. ルートの中には, 観光地や景色が綺麗な場所も提示する. 使用者の状態を判断し, 使用者が無理なく歩行することを目的としている. この研究から, 身体的負荷を考慮するために, スマートデバイスセンサが有効であると考えられる.

2.7 既存研究の課題

既存の観光支援システムは観光地に興味や関心を引くことを目的にしたシステムが多く, 体調不良者について考えられているシステムは少ない. これらのシステムでは休憩場所の情報がなく疲れた際にどこで休めばいいかが分から

ないという問題点がある。また、休憩場所などの情報を含んでいるシステムもあるが、使用者の身体情報が少なく、位置情報だけの判断では、使用者が休める場所の情報を求めているのが不確かであり、使用者に不必要な情報を提供している可能性がある。システムは使用者の身体情報は多いが、使用者同士での身体情報の共有がなされていない。そのため、情報の流れが一方的であり、グループで観光する際に使用しにくい。

3. 複数人の観光における休憩の指標を導入した観光支援システム

3.1 設計方針

本研究では慣れない観光地でも、観光客に休憩を促し、休憩することを意識させることを目指す。街中や町村の観光地でないところでは休憩場所があるとは限らないため、対象を休憩用のベンチやお茶屋がある観光地とする。また、慣れない観光地とは休憩場所が分からずに休憩ができない場所のことである。慣れている観光地では休憩場所が分かり休憩しやすいためこの問題は発生しにくいと考えられるためである。

そこで本研究では、以下の3点を目的とした観光支援システムを提案する。

- (1) 使用者に休憩場所を写真で提示する観光支援システムとする。これは休憩場所を表示するシステムは少ないことへの対応である（課題(a)に対応）。
- (2) 使用者の身体状況に合わせて、適切なタイミングで機械側から休憩を促す。これは休憩場所の提示を行うタイミングが使用者が疲労していないタイミングでは効果が期待できないことへの対応である（課題(b)に対応）。
- (3) 本人の機械側だけの休憩の提示ではなく、相手の身体状況をもとに人からも休憩を促すようなシステムとする。これは使用者と相手の身体状況を共有することによって、お互いの身体状況を把握できるようにすることへの対応である（課題(c)に対応）。

3.2 システム構成

本システムの構成を図1に示す。本システムは、Google Maps を利用した Android アプリケーションである。スマートフォン NEXUS 5 (LG) の画面に Google Maps と、

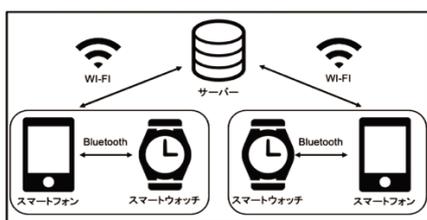


図1 システム構成図

Fig. 1 System constitution.

使用者の現在地を表示する。スマートフォンから使用者の位置情報と歩行数と標高を、スマートウォッチ LG G Watch R (LG) から心拍の情報を取得する。今回使用する LG G Watch R は、従来使われている心拍計と比べて遜色ないことが分かっている [21]。スマートフォンとスマートウォッチは Bluetooth を介して互いに通信している。スマートフォンは Wi-Fi を介してインターネットに接続し、現在地と Google Maps の更新を行っている。また、サーバとの接続を行い、相手との身体状態の情報の共有をリアルタイムで行っている。サーバから得た身体状況の情報はスマートフォンの画面を通じて共有される。開発環境は、Nexus5 側と LG G Watch R 側の両方で Android Studio を使用し、言語は Java を使用した。

3.3 システムの情報処理の流れと操作

提案システムの情報処理の流れを図2に示す。まず、使用者の状況を位置情報、心拍数、歩行数、標高から取得する。取得した値が、基準値を超えた際に使用者全員のスマートフォンに通知を行う。そして使用者が休憩が必要だと判断した際に休憩場所表示のボタンを押し休憩場所をスマートフォンの地図上に表示させる。そして、その休憩場所の情報が不要ではなくなった際に、その情報を消し、マップと現在地だけの表示に戻す。

3.4 休憩を促す指標

提案システムで使用した指標は心拍数、歩行数、暑さ指標 WBGT、標高の4つである。これらの指標を以下のように用いて休憩を通知する機能を休憩奨励機能と呼ぶ。

心拍数の身体的疲労の判断方法には、カルボーネン法を使用した [6], [19]。本システムでは、5分間閉眼し座りその後の心拍数を10回測定し、その中央値を安静時心拍とした [22], [23]。運動強度の設定方法は、自覚的運動強度 RPE を使用する。本システムは、使用者が身体的に苦しいと感じる前に休憩場所を提示する必要がある。したがって、RPE で 10~13 の強度を運動強度の値として定め、式 (2) に代入し目標心拍数を求めた。以上のことから、目標心拍数は 100 拍/分~130 拍/分と定めた。提案システムは、この目標心拍数を基準として使用者に休憩を促す通知を送る。

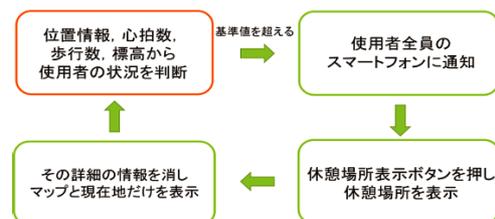


図2 システムの情報処理の流れと操作

Fig. 2 Information processing flow and operation of the system.



図 3 通常時の画面
Fig. 3 Normal screen.



図 4 休憩奨励の通知画面
Fig. 4 Break encouragement notification screen.

歩数については提案システムでは 2,500 歩を基準値として休憩を促す通知を送る。また、今回の研究では 12,000 歩に達しないような実験を行う。

暑さ指数 WBGT を用いる。また、環境庁の WBGT を基準とした運動に関する 5 段階に分類された、注意度合い [10] を使用する。この WBGT の度合いに応じて、経過時間によって使用者に休憩を奨励する機能を提案する。

標高の指標として、運動強度の単位である METs を使用する [12]。長尾ら [24] は傾斜角度が 1% 増加するごとに 0.24 METs の負荷量の増加があるとして計算を行っている。本研究でも、計算した傾斜角度からその角度に対応して増加した METs の計算を行い、その増加分を平坦な道を歩く際の運動強度 3 METs に加算する。傾斜角の増加 (%) を θk とし、式 (4) を使用して疲労度を計測する。本研究では、疲労度 METs が 4 METs 以上の際に休憩を促す機能を実装する。

$$\text{疲労度 METs} = 3 + 0.24 \times \theta k \quad (4)$$

3.5 システム画面

通常時の画面を図 3 に示す。通常時の画面では、左上に天気、中央に自分の現在地、右下に自分と相手の心拍数、自分と相手の歩数が表示されている。なお、今回は表示させていないが、観光名所に近づくとその観光名所の名前とその名所の説明を以下の休憩場所と同様に表示する機能がある [25]。

休憩奨励システムの通知画面を図 4 に示す。パイプと通知音とアラートダイアログで通知を行った。このアラートダイアログの「表示する」のボタンを押すと休憩場所提示画面に切り替わる。また、「表示しない」を押すと図 3 の画面に戻る。

休憩場所提示の画面を図 5 に示す。図 5 の吹き出しの



図 5 休憩場所提示画面
Fig. 5 Break place presentation screen.



図 6 休憩場所の写真の例
Fig. 6 Example of a photo of a break place.



図 7 WBGT の通知画面
Fig. 7 WBGT notification screen.

部分をタッチすると休憩場所の写真が現れる。休憩場所の写真は、事前に休める場所（ベンチのある場所、お茶屋など）をデータとして入力してあり、現在位置から一定距離内の場所が表示される。休憩場所を表示する距離内に複数箇所があれば複数表示する。休憩場所の写真の例を図 6 に示す。休憩場所の情報が必要なくなれば左下のゴミ箱のボタンを押すと図 3 の画面に戻る。

WBGT の度合いに応じて、経過時間によって使用者に休憩を奨励する。使用者に休憩を奨励した通知の画面を図 7 に示す。この通知は、現在の気温と経過時間を表示した通知である。また通知は、パイプと「気温が 28 度の中 30 分歩きましたそろそろ水分補給しませんか」のようなトースト表示で行っている。

4. 実験

4.1 実験目的

複数人の観光における休憩の指標が正確であるかの評価を目的とする。休憩を促すタイミングが適切かどうかを評価するため、心拍数の基準値、歩行数の基準値、標高の基準値を導入したシステムとランダムに休憩を促すシステムでの比較実験を行う。

4.2 実験

本実験では、スマートデバイスセンサの心拍数、位置情報、歩数計、および標高を使用した「休憩奨励機能」を持つシステムと、ランダムに休憩を促すシステムを 2 日に分けて使用した。その 2 つのシステムを使用し、提案システムが休憩を促すタイミングが適切かどうかを評価するため、提案システムとランダムに休憩が出てくるシステムの実験の順を被験者によって変え、先に提案システム使用の実験を行う場合と先にランダムに休憩が出てくる場合の実験の数を同じにして比較実験を行った。実験は 2021 年 1 月に実施された。気温は 5°C から 14°C であった。被験者はシステムを使用し、2 人 1 組のグループで観光地を歩行する。実験地は、距離があり、階段や傾斜の多い和歌山城および和歌山公園で行う。被験者は、大学院生 2 人、大学生 10 人の男性 9 人、女性 3 人（合計 12 人）で行った。大学生（20



図 8 実験地（和歌山城）
Fig. 8 Experimental site (Wakayama Castle).



図 9 実験実施状況
Fig. 9 Experiment implementation status.

代）を被験者に選んだ理由は観光・リクリエーションの国内宿泊旅行者数の旅行平均回数が一番多く [26]、大学生を含む成人が熱中症による緊急搬送数の割合が高齢者に次いで多いからである [27]。

実験ルートは以下のとおりである。

- (1) 傾斜の緩やかな道 800 m
- (2) 登り階段や傾斜の急な登り坂 300 m
- (3) 下り階段や傾斜の急な下り坂 240 m
- (4) 傾斜の緩やかな道 350 m

また、実験中は被験者の判断で休憩した。休憩場所は 18 カ所用意している。実験地の外観を図 8 に、実験の実施状況を図 9 に示す。腕にスマートウォッチを付け、手にスマートフォンを持っている。実験後の被験者のアンケート結果と実験中の身体情報のログで評価した。

比較実験として、ランダムに休憩を促すシステムを使用した。過去のシステム [25], [28] の実験の通知回数を参考に、ランダムなタイミングで休憩奨励機能を作動させた。過去の実験の平均の通知回数が 3 回もしくは 4 回であった。そのため、ランダムに休憩を促すシステムの通知回数は、心拍数の通知 2 回、歩数の通知 1 回、標高の通知 2 回をランダムなタイミングで通知した。評価を正確に行うため通知回数の内訳は被験者全員で統一した。

4.3 実験結果

実際に休憩したのは大部分が 1 回で、0 回も 2 組あった。被験者ごとの心拍数の通知回数を表 1 に示す。

実験後の 5 段階評価のアンケート結果を表 2, 表 3, 表 4, 表 5, 表 6 に示す。評価は、1:まったくあてはまらない、2:あてはまらない、3:どちらでもない、4:あてはまる、5:とてもあてはまる、とした。

表 1 被験者ごとの心拍数の通知回数

Table 1 Heart rate notifications for each subject.

被験者	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	平均回数
心拍数の通知の回数	3	3	10	10	5	3	7	6	10	7	7	4	6.3

表 2 心拍数の通知に対する評価

Table 2 Rating for heart rate notification.

項目	質問内容		評価の分布	平均値
			1 2 3 4 5	
1	心拍数の休憩を促す通知がきたとき自分は疲れを感じていた	堤	0 1 2 7 2	3.8
		ラ	1 2 3 6 0	3.2
2	心拍数の休憩を促す通知を見て休憩することを意識した	堤	0 2 1 5 4	3.9
		ラ	0 3 1 7 1	3.5
3	心拍数の休憩を促す通知の回数は適切であった	堤	0 5 0 6 1	3.3
		ラ	0 3 1 8 0	3.4

表 3 歩数の通知に対する評価

Table 3 Evaluation of step count notification.

項目	質問内容		評価の分布	平均値
			1 2 3 4 5	
1	歩数の休憩を促す通知がきたとき自分は疲れを感じていた	堤	1 3 3 5 0	3.0
		ラ	0 7 3 2 0	2.6
2	歩数の休憩を促す通知を見て休憩することを意識した	堤	1 3 2 5 1	3.2
		ラ	0 5 1 6 0	3.1
3	歩数の休憩を促す通知の回数は適切であった	堤	0 1 1 7 3	4.0
		ラ	0 2 2 8 0	3.5

表 4 標高の通知に対する評価

Table 4 Evaluation of altitude notification.

項目	質問内容		評価の分布	平均値
			1 2 3 4 5	
1	標高の休憩を促す通知がきたとき自分は疲れを感じていた	堤	0 1 1 9 1	3.8
		ラ	1 6 2 3 0	2.6
2	標高の休憩を促す通知を見て休憩することを意識した	堤	0 2 0 9 1	3.8
		ラ	1 8 0 3 0	2.4
3	標高の休憩を促す通知の回数は適切であった	堤	0 2 1 6 3	3.8
		ラ	0 4 2 6 0	3.2

表 5 自分と相手の身体状況に対する評価

Table 5 Evaluation of the physical condition of yourself and the other person.

項目	質問内容		評価の分布	平均値
			1 2 3 4 5	
1	本システムを使用して実験中の自分の心拍数を意識した	堤	0 0 0 5 7	4.6
		ラ	0 1 0 8 3	4.1
2	本システムを使用して実験中の相手の心拍数を意識した	堤	0 0 2 4 6	4.3
		ラ	0 4 0 5 3	3.6
3	本システムを使用して実験中の自分の歩数を意識した	堤	0 0 0 7 5	4.4
		ラ	0 2 0 5 5	4.1
4	本システムを使用して実験中の相手の歩数を意識した	堤	0 0 0 6 6	4.5
		ラ	0 4 0 3 5	3.8

表 6 システム自体に対する評価

Table 6 Evaluation of the system itself.

項目	質問内容		評価の分布	平均値
			1 2 3 4 5	
1	システムを実際の観光中に使用したいと思った	堤	0 2 1 6 3	3.8
		ラ	0 2 2 7 1	3.6
2	システムを利用することで休憩場所がどこにあるか分かりやすかった	堤	0 0 4 5 3	3.9
		ラ	0 1 2 5 4	4.0
3	システムを利用することで相手の身体状況を把握できた	堤	0 1 0 7 4	4.2
		ラ	0 2 2 6 2	3.7

5. 考察

実験結果を、(1)心拍数の通知の観点、(2)歩数の通知の観点、(3)標高の通知の観点、(4)自分と相手の身体状況に関する観点、(5)システム自体に関する観点、から考察を行った。表 7 に提案システムとランダムに休憩場所を促したシステムとのアンケート結果を比較する。また、本システムを使った場合とランダムに各種通知を送った場合に有意な差はあるのかを検定するため、ウィルコクソンの符号付き順位検定を使用し検定を行った。その結果を表 7 に加える。「*」は p 値が 5%以下で有意差がある、「**」は p 値が 1%以下で有意差があることを示す。

5.1 心拍数の通知の観点

心拍数の通知関係(表 7 項目 1 から 3)では、項目 3(心拍数の休憩を促す通知の回数は適切であった)のみが低評価(3.3/5.0)であった。過去に同じ通知の条件下で実験を

表 7 本システム使用とランダム時との比較

Table 7 Comparison between using this system and random.

項目	質問内容	提案システム	ランダム
1	心拍数の休憩を促す通知がきたとき自分は疲労を感じていた	3.8	3.2
2	心拍数の休憩を促す通知を見て休憩することを意識した	3.9	3.5
3	心拍数の休憩を促す通知の回数は適切であった	3.3	3.4
4	歩数の休憩を促す通知がきた時自分は疲労を感じていたか	3.0	2.6
5	歩数の休憩を促す通知を見て休憩することを意識した	3.2	3.1
6	歩数の休憩を促す通知の回数は適切であった	4.0	3.5
7	標高の休憩を促す通知がきた時に自分は疲れを感じていた	3.8*	2.6
8	標高の休憩を促す通知を見て休憩することを意識した	3.8**	2.4
9	標高の休憩を促す通知の回数は適切であった	3.8	3.2
10	本システムを使用して、実験中の自分の心拍数を意識した	4.6	4.1
11	本システムを使用して、実験中の相手の心拍数を意識した	4.3	3.6
12	本システムを使用して、実験中の自分の歩数を意識した	4.4	4.1
13	本システムを使用して、実験中の相手の歩数を意識した	4.5	3.8
14	本システムを実際の観光中に使用したいと思った	3.8	3.6
15	本システムを利用することで休憩場所がどこにあるか分かりやすかった	3.9	4.0
16	本システムを利用することで、相手の身体状況を把握できた	4.2	3.7

行ったときは、通知は3回から4回であったが[25], [28], 今回は平均回数6.3回と心拍による通知が増えている。アンケートの記述部分にも「通知回数が少し多すぎる」という記述が5人にあった(課題(b)に対応)。

項目1から3までに提案システム使用時とランダム時で有意差はなかった。これはアンケートにも記述されているように、提案システムの通知回数が少し多すぎ、適切ではなかったことが関係していると考えられる。

以前の実験[25], [28]ではマスクをしていなかったが、今回はマスクをしているので心拍による通知が増えた可能性

がある。厚生労働省のホームページ[29]にはマスクにより心拍数が上がる可能性が示されていることから、マスクをすることによる通知回数の増加が低い評価につながった可能性も捨てきれない。

5.2 歩行数の通知の観点

実験で歩く距離が地図上で1,690mなので、1歩の距離がおおよそ70cmとすると2,414歩に相当し、通知は2,500歩を基準としているので、あちこち観光したり、階段の上り下りなどを加味すると1度は歩行数による通知が来る計算になる。歩行数の通知関係(表7項目4から6)の中で項目4(3.0/5.0)と項目5(3.2/5.0)の評価が低い。この原因をアンケートで調べると、6人が休憩後に、「疲れていないのに、すぐに歩数で休憩通知が来る」と書いていた。また、「通知数が多くないので歩数への意識が少なかった」という意見もあった。1度休憩すれば歩数をリセットする機能などが必要と考える。

項目4から6までに提案システム使用時とランダム時で有意差はなかった。これは、アンケートにも記述されているように、ある一定の歩数になると疲れていない休憩の直後でもこの通知が来るためランダムと差が出なかったと考えられる。

5.3 標高の通知の観点

標高の通知関係(表7の項目7から項目9)はいずれも評価が高く(いずれも3.8/5.0)、ランダムの場合と比較すると項目7(標高の休憩を促す通知がきたときに自分は疲れを感じていた)と項目8(標高の休憩を促す通知を見て休憩することを意識した)で有意差があった。評価の高い理由として、アンケートには、「階段を登っていて疲れたときに通知が来たのでちょうど良かった」とあった(課題(b)に対応)。この通知がきっかけで休憩を決心した人もいた。

5.4 身体情報の把握の観点

身体情報の把握関係(表7の項目10から項目13)はいずれも非常に高い評価であった(各々4.6/5.0, 4.3/5.0, 4.4/5.0, 4.5/5.0)。その原因としては2つ考えられる。1つは各種の通知から相手の状況が分かることである。アンケートには「相手が疲れている可能性がある通知が来ると、休憩を意識する」とあった。また、逆に、「自分の心拍が上がったことは通知で初めて知る」とあった。

もう1つは、自分と相手の心拍数と歩数が常時見られることである(図3)。アンケートに、「心拍数は普段意識しない」が、本システムにより「心拍が上がっているから、気づかないうちに疲れていると思い休憩を意識した」ことや、「相手の歩数と自分の歩数を見ながら、休憩をするかどうかを考えるので、すごく参考になりました」とあった(課題(c)に対応)。

項目 10 から 13 までに提案システム使用時とランダム時で有意差はなかった。これはいずれの場合も自分と相手の心拍数と歩数が常時表示されているため、状況を把握しようと思えばできたからと考えられる。

5.5 システム自体の観点

システム関係 (表 7 項目 14 から項目 16) はいずれも評価が高い (各々 3.8/5.0, 3.9/5.0, 4.2/5.0)。アンケートのシステムの長所および短所によると、常時自分と相手の心拍数や歩数が表示されているため、大部分の人は相手や自分の状況を把握できることに大きなメリットを感じている。一方、休憩を促す通知が多いことが指摘されている。

項目 15 はランダムの場合の評価と同等であるが、その理由として、ランダムの場合も通知の時点での休憩場所が写真付きで表示されていることがあげられている (課題 (a) に対応)。

項目 14 から 16 までに提案システム使用時とランダム時で有意差はなかった。これは先に述べたように本システム使用時でもランダム時でも自分と相手の心拍数が表示されているため相手の状況が把握できたためと考えられる。また、ランダムに休憩を促すシステムの通知回数は 5 回あるためおおよそその休憩場所は把握されたと考えられる。

6. おわりに

本研究では、スマートデバイスのセンサを用いた休憩の指標を導入した複数人で使用する観光支援システムを提案し、開発した。本システムを使用した場合とランダムに通知を出した場合の実験を観光地で行った。その結果、以下のことが分かった。

- (1) 通知の時点での休憩場所が写真付きで表示されていることの評価が本システム使用して通知した場合もランダムに通知した場合も評価が高かった (課題 (a) に対応)。
 - (2) 心拍の上昇による通知は平均 6.3 回であった。同じ条件で行った以前の実験よりも回数が増えていて、通知が多すぎると指摘された。この原因として、マスクの着用が推測される (課題 (b) に対応)。
 - (3) 歩行数による通知の評価は低かった。これは、休憩直後に、歩行数による通知が届くなど、休憩を考えずに歩行数だけで通知を出した結果だと考えられる。休憩による歩数のリセットが考えられる (課題 (b) に対応)。
 - (4) 標高による通知は評価が高く、ランダムの場合と比較して有意差があった。坂の登りの適切なタイミングで通知が出たことが理由と考えられる (課題 (b) に対応)。
 - (5) 身体情報の把握に関しては非常に高い評価 (4.3/5.0 から 4.6/5.0) であった。通知により相手の状態や自分の状態を知ったことと、常時、自分と相手の心拍と歩数が見られることの効果が大きいと考えられた (課題 (c) に対応)。
- 今後の展望としては以下のことが考えられる。

- 様々なパラメータを使用すると休憩の通知が過多になる可能性があり、これを適切な範囲内で調整する必要がある。
- マスクをして歩くと心拍数が上昇する可能性があり、これに対処する必要がある。
- 相手と自分との歩数差が休憩するかどうかのパラメータになる可能性があり、対処する機能が必要である。
- 歩数に関してはいったん休憩するとリセットするなど変更する必要がある。
- 従来のシステムは平地での歩数がパラメータのことが多いが、標高も疲労に考慮する必要がある。

参考文献

- [1] 国土交通省 観光庁：旅行・観光消費動向調査 2019 年 年間値 (確報), 入手先 (<https://www.mlit.go.jp/kankochou/siryu/toukei/content/001342441.pdf>) (参照 2021-05-08)。
- [2] 日本政府：観光客訪日外客数年表 (総数), 入手先 (https://www.jnto.go.jp/jpn/statistics/since2003_visitor_arrivals.pdf) (参照 2020-05-08)。
- [3] 公益財団法人日本交通公社：旅行年報 2018 年, 入手先 (<https://www.jtb.or.jp/wp-content/uploads/2018/10/Annual-Report-all-2018.pdf>) (参照 2021-05-08)。
- [4] 総務省消防庁：令和元年 (5 月から 9 月) の熱中症による救急搬送状況, 入手先 (<https://www.fdma.go.jp/disaster/heatstroke/items/heatstroke.geppou.2019.pdf>) (参照 2021-05-08)。
- [5] 厚生労働省：職場における熱中症予防対策マニュアル, 入手先 (<https://www.mhlw.go.jp/content/11200000/000636115.pdf>) (参照 2021-08-22)。
- [6] 百瀬英哉, 小林英敏, 坂口正雄, 小野伸幸, 大橋俊夫：適正運動量指示装置の開発とその応用, 信学技法 IEICE Technical Report, MBE2005-60 (2005)。
- [7] 日本健康運動研究所：健康づくりに役立つ運動, 入手先 (<http://www.jhei.net/exer/walking/wa02.html>) (参照 2021-05-08)。
- [8] 前橋 明, 寺坂鋭子, 中永征太郎：身体活動量 (歩数) 別にみた体育授業前後の疲労スコアと生体機能の変動, 日本体育学会大会号, Vol.47, p.584 (1996)。
- [9] Oyabu, T., Kimura, H. and Liu, A.: Health care by walking in an aging society and encouragement for tourism, *Journal of Global Tourism Research*, Vol.2 No.1, pp.25–31 (2017)。
- [10] 環境省：暑さ指数 WBGT について, 入手先 (https://www.wbgt.env.go.jp/wbgt_lp.php) (参照 2021-05-08)。
- [11] 北園優希, 溝田直也, 中島翔太：WBGT を用いた熱中症予防アプリケーションの提案, 産業応用工学会論文誌, Vol.1, No.1, pp.3–9 (2013)。
- [12] 厚生労働省：メッツ/METs について, 入手先 (<https://www.e-healthnet.mhlw.go.jp/information/dictionary/exercise/ys-004.html>) (参照 2021-05-08)。
- [13] 千住秀明, 佐藤 豪, 安永尚美：運動負荷に対する心肺機能の反応 (第 2 報) 坂道の傾斜角度・歩行速度, 長崎大学医療技術短期大学部紀要, Vol.2, pp.105–116 (1989)。
- [14] Norton, K., Norton, L. and Sadgrove, D.: Position statement on physical activity and exercise intensity terminology, *Journal of Science and Medicine in Sport*, Vol.13, No.5, pp.496–502 (2010)。
- [15] ご当地ガイド—観光ガイドブックアプリ, 入手先 (<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.nttdocomo>)。

- android.local.guide02&hl=ja) (参照 2021-05-08).
- [16] Google Maps, available from (<https://www.google.com/maps/>) (accessed 2021-05-08).
- [17] 米田信之, 阿部昭博, 狩野 徹, 加藤 誠, 大信田康統: 携帯電話とアクティブ RFID による UD 観光情報システムの開発と社会実験, 情報処理学会論文誌, Vol.49, No.1, pp.45-57 (2008).
- [18] 工藤 彰, 狩野 徹, 阿部昭博: ユニバーサルツーリズム安心システムの改良とフィールド実験, 第 79 回全国大会講演論文集, No1, pp.493-494 (2017).
- [19] 桑野優基, 伊藤淳子, 宗森 純: 位置情報と心拍数を利用した運動継続支援システムの開発, 情報処理学会論文誌, コンシューマ・デバイス&システム, Vol.3, No.1, pp.1-9 (2013).
- [20] 前田幸道, 桐生拓海, Siriaraya, P., 河合由起子, 中島伸介: 運動負荷および心理的負荷を考慮したスマートウォーキングナビの提案, *Deim Forum*, H3-5 (2018).
- [21] Phan, D., et al.: Smartwatch: Performance evaluation for long-term heart rate monitoring, *2015 International Symposium on Bioelectronics and Bioinformatics (ISBB)*, IEEE, pp.144-147 (2015).
- [22] 角田啓介, 千葉昭宏, 千明 裕, 浦 哲也, 渡部智樹, 水野理: 心拍変動を用いた認知能力変化の推定, 情報処理学会論文誌, Vol.57, No.8, pp.1835-1844 (2016).
- [23] 三宅晋司 (監修), 日本人間工学会 PIE 研究部会 (編集): 商品開発・評価のための生理計測とデータ解析ノウハウ—生理指標の特徴, 測り方, 実験計画, データの解釈・評価方法, エヌティーエス (2017).
- [24] 長尾聡輝, 新谷虎松, 大園忠親, 白松 俊: 高低差に基づく疲労度を考慮した徒歩ルート推薦システムの実装, 情報処理学会第 74 回全国大会講演論文集, pp.301-302 (2012).
- [25] 小形紘右, 伊藤淳子, 宗森 純: スマートデバイスのセンサを用いた休憩奨励機能を持つ観光支援システムの開発, マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2019 論文集, pp.1212-1219 (2019).
- [26] 日本交通公社: 旅行年報 2020, 入手先 (https://www.jtb.or.jp/wp-content/uploads/2020/10/nenpo2020_1-2.pdf) (参照 2021-08-22).
- [27] 熱中症とは何か—3. 熱中症はどれくらい起こっているのか, 入手先 (https://www.wbgt.env.go.jp/pdf/manual/heatillness_manual_1-3.pdf) (参照 2021-08-22).
- [28] 小形紘右, 伊藤淳子, 宗森 純: 観光客の心拍等状況情報を用いた休憩奨励機能を持つ観光支援システムの開発, 2019 年度情報処理学会関西支部支部大会, C-01, pp.1-3 (2019).
- [29] 厚生労働省: 「新しい生活様式」における熱中症予防行動のポイント, 入手先 (https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000121431_coronanettyuu.html) (参照 2021-05-08).



宗森 純 (正会員)

1979 年名古屋工業大学電気工学科卒業。1981 年名古屋工業大学大学院工学研究科修士課程修了。1984 年東北大学大学院工学研究科電気及通信工学専攻博士課程修了。工学博士。同年三菱電機(株)入社。鹿児島大学工学部

助教授, 大阪大学基礎工学部助教授, 和歌山大学システム情報学センター教授を経て, 2002 年同大学システム工学部デザイン情報学科教授。2017 年同大学システム工学部長。2021 年放送大学和歌山学習センター特任教授(所長)。1997 年度本会山下記念研究賞, 1998 年度本会論文賞, 2005 年 KES'05 Best Paper Award, 2014 年度日本創造学会論文賞をそれぞれ受賞。本会グループウェアとネットワークサービス研究会主査, 本会理事等を歴任。本会フェロー。グループウェア, 形式的記述技法, 神経生理学等の研究に従事。IEEE, ACM, 電子情報通信学会, 日本創造学会各会員。



小形 紘右

2021 年和歌山大学大学院システム工学研究科博士前期課程修了。同年株式会社ヴァル研究所入社。2019 年度および 2020 年度情報処理学会関西支部支部大会支部大会奨励賞受賞。在学中旅行支援システムに関する研究に

従事。



伊藤 淳子 (正会員)

2001 年大阪大学大学院基礎工学研究科情報数理系専攻博士前期課程修了。2005 年京都大学大学院情報学研究科知能情報学専攻博士課程単位取得退学。同年和歌山大学システム工学部助手。2007 年より同大学助教。2019 年

大阪大学博士(工学)。2006 年度本会第 63 回 GN 研究会優秀発表賞, 2014 年度日本創造学会論文賞をそれぞれ受賞。対人コミュニケーション, 対話における非言語情報とその表現, モバイルグループウェアに関する研究に従事。