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

小形紘右[1]　伊藤淳子[1]　宗森　純[1]

概要：インバウンドの観光客などの増加に伴い，観光地などの野外で体調を崩す観光客の増加がみられている．その原因として，夏場の高温や，慣れない観光地での歩行が挙げられる．本研究では，野外での観光の際に，スマートデバイスを用いて観光客に身体的な疲労を意識させ，休憩を促すことを目的とする．そのための方法とし，まず，観光中の使用者の心拍数や歩数をスマートデバイスで計測する．その計測結果をもとにして，使用者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．さらに，その休憩できる場所の位置が使用者の位置からどの辺りにあるのかの表示も行う．システムの有無による比較実験を観光地で行い，アンケート結果や心拍数の値により評価を行った．その結果，本システムは，実験中に休めることを意識させ，休める場所がどこにあるかを明確にすることがわかった．

Development of a Sightseeing Support System with the Break Encouragement Function Using the Sensor of the Smart Device

KOSUKE OGATA[1]　JUNKO ITOU[1]　JUN MUNEMORI[1]

1. はじめに

観光庁が 2018 年に発表した，旅行・観光消費動向調査[1]によると，2017 年の日本人国内旅行者数は 6 億 4751 万人である．また，インバウンドの観光客などの増加も見られており，2017 年の外国人観光客数は 2544 万人である[2]．このように，多くの人が日本を観光している．それに伴い，観光の際にスマートデバイスを用いた観光を支援するアプリも普及している．

しかしながら，総務省消防庁が発表した救急搬送状況のデータによると，観光地などの野外で体調を崩す観光客の増加がみられている[3]．その原因として，夏場の高温や，慣れない観光地での歩行が挙げられる．また，観光客は慣れない観光地での歩行で疲れた際に，休める場所が分からないことが多い．その結果，疲労が蓄積され，体調を崩してしまう可能性が高いと考えられる．このように，観光を支援するシステムは普及しているが，観光客の身体的な疲労を考慮しているシステムは少ない．これらのことから，観光客に身体的な疲労を意識させ，休むことを促す観光支援システムが必要であると考えられる．

そこで本研究では，野外での観光の際に，スマートデバイスを用いて観光客に身体的疲労を意識させ，休むことを促す観光支援システムを開発する．本システムは，まず，観光中の使用者の心拍数や歩数をスマートデバイスで計測する．その計測結果をもとにして，使用者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辺りにあるのかの表示も行う．そのようにすることで，使用者に慣れない観光地での休める場所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，観光客に休憩を促すことが本研究の目的である．

2. 観光支援システムとスマートデバイスに関する知見

2.1 既存の観光支援システム

2.1.1 ご当地ガイド-観光ガイドブックアプリ

ご当地ガイド-観光ガイドブックアプリとは 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[4]．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する．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．

この観光支援システムは，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．このことから，この観光支援システムは，使用者の身体的疲労について考慮していない問題点がある．

2.1.2 スマートフォンを用いた観光支援システム

長尾らは，スマートフォンを用いた，観光地の情報を提

1 和歌山大学，Wakayama University

© 2019 Information Processing Society of Japan

供する観光支援システムを提案した[5]．これは，観光地まで足を運ぶ動機付けにスタンプラリーの仕組みを入れた観光支援システムである．観光地の写真撮影をスタンプに見立て，スタンプラリーの仕組みを取りいれている．観光地への興味・関心を喚起することを目的としている．

観光地への興味や関心を喚起することはできているが，2.1.1 でも述べたように，この観光支援システムも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．

2.1.3 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

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 観光情報システムの開発を行った[6]．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かが不確かであり，使用者に不必要な情報を提供している可能性がある．

2.2 既存のスマートデバイスを用いたシステム

2.2.1 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

桑野らは，スマートデバイスセンサから，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[7]．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．この研究から，心拍数は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が，疲労した際の休憩を促進する機能などの配慮がなされていない．

2.2.2 スマート端末からの情報状況で冷蔵庫模型を制御する IoT システムの開発

増野らは，スマートデバイスセンサから，心拍数と位置情報と歩数計を測定し，そのデータを利用した IoT システムを開発した[8]．このシステムは，使用者の現在の状況を位置情報，心拍数，歩数から判断し，冷蔵庫模型の制御を行う．歩数が一定値を超えた際に，または，心拍数が高くなった際には，冷蔵庫の中にあるものを冷却する機能がある．使用者の状態を判断し，機械の制御を行うことを目的としている．

この研究から，位置情報，心拍数，歩数の情報状況に対しての評価が高いことが得られたが，心拍数の値に対する指標が不十分であった．

2.2.3 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

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[9]．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が，このシステムはルート提示に特化している．

3. 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

3.1 設計方針

本研究では，観光客を対象とした，スマートデバイスのセンサを用いた休憩を意識させる観光支援システムを開発する．

2.1.1 項，2.1.2 項，2.1.3 項で述べた既存の観光支援システムの問題を解決する．具体的な方法として，2.2.1 項や 2.2.2 項や 2.2.3 項で述べた，使用者の状態を判断する手段として評価が高かったスマートデバイスセンサを用いる．本システムは，センサのデータをもとに，使用者が身体的に疲労していると判断した際，休息を促す提示を行う機能を実装する．また，どこで休憩できるのかわからないという問題点に関して，本システムは使用者から近い休憩場所の表示を行う．

3.2 システム構成と開発環境

本システムの構成を図 1 に示す．本システムは，Google マップを利用した Android アプリケーションである．心拍の計測には，比較的正確に取得できるスマートウォッチ（LG G Watch R）を使用する[10]．使用者は，スマートフォンとスマートウォッチを携帯し，システムを使用しながら，実際に観光地を歩行する．スマートフォン「NEXUS 5」の画面に Google マップ と，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を，スマートウォッチから心拍の情報を取得する．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 マップの更新を行なっている．Wi-Fi は Pocket Wi-Fi「Speed Wi-Fi NEXT W04」を使用している．

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．

© 2019 Information Processing Society of Japan

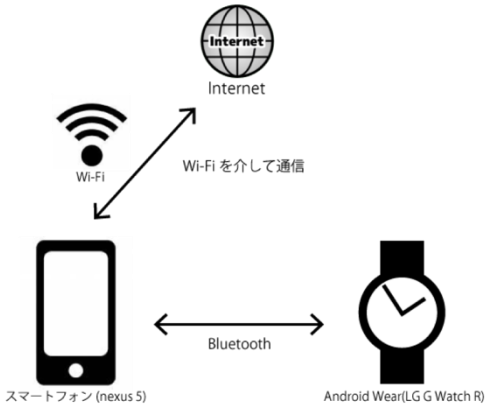

図 1:システム構成図

3.3 機能説明

3.3.1 腕振り操作

本システムは，観光中に使用することを想定している観光支援システムである. 観光中は旅路の荷物を持つことや，天候によっては傘をさすことがあり，片手がふさがっている可能性がある．そのため，簡易的な操作が必要であると考える．そこで，本システムでは，LG G Watch R を装着している腕をひねることにより，操作を可能にした.

3.3.2 観光地のガイドシステム

本システムは，観光中に使用することを想定している観光支援システムである．そのため，観光地への興味・関心を喚起することが必要であると考える．そのための機能として，観光中に使用者が観光スポットに近づいた際に，スマートウォッチにバイブ通知を送り(図 2), 使用者に付近の観光スポットを知らせる．使用者がその情報を必要と感じた際に，3.3.1 項で述べた操作を行うことで，その場所の詳細情報がスマートフォンに表示される. 詳細情報の内容は，その場所の名称，現在地からの方角と距離，その場所の紹介，その場所の画像である．図 3，図 4 が，詳細情報が出た際のスマートフォンの画面例である.

図 2:バイブ通知画面

図 3:詳細情報画面 1

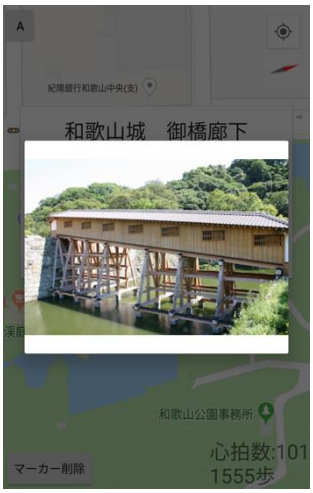

図 4:詳細情報画面 2

3.3.3 システムの疲労判定

使用者の身体的疲労の判断方法には，心拍数はカルボーネン法を使用した．カルボーネン法は，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[11]. 式 1 で最大心拍数を求め，式 2 で目標心拍数を求める．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[12]. 運動強度の設定方法は，運動時の主観的負担度を数字で表したもので，Borg Scale が代表的である表 1 の自覚的運動強度 RPE を使用する[13]. 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，表 1 の標示 9～13 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 90bpm～130bpm と定めた．また，心拍数 40[bpm]以下，140 以上はノイズとして排除した[12].

$$\mathrm{HR}max = 220 - age \tag{1}$$

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

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

表 1:RPE と心拍数の相対関係

標示	自覚度	強度 (%)	心拍数 (拍/分)
20	もうだめ	100.0	200
19	非常にきつい	92.9	
18		85.8	180
17	かなりきつい	78.6	
16		71.5	160
15	きつい	64.3	
14		57.2	140
13	ややきつい	50.0	
12		42.9	120
11	楽に感じる	35.7	
10		28.6	100
9	かなり楽に感じる	21.4	
8		14.3	80
7	非常に楽に感じる	7.1	
6	安静	0.0	60

© 2019 Information Processing Society of Japan

3.3.4 休憩推奨機能

本システムでは，2.1.1 項や 2.1.2 項で述べた観光支援システムの問題を解決する．その方法として，まず使用者の心拍数，歩行数のデータを測定する．データがある基準値を超えたならば，使用者が身体的な疲労を感じていると判断し，スマートウォッチに休憩を促すバイブ通知を送る(図 5)．使用者がその情報を必要と感じた際に，3.3.1 項で述べた操作を行うことで，その場所の詳細情報がスマートフォンに表示される．詳細情報の内容は，その場所の名称，現在地からの方角と距離，休むことを促すコメント，その場所の画像である．図 6，図 7 は，詳細情報が出た際のスマートフォンの画面例である．以上の方法から，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，休憩を促す．また，スマートフォンの画面の MAP 上に，休憩場所の位置情報も提示されるため，休憩場所の位置が見つけやすい．

図 5:バイブ通知画面

図 6:詳細情報画面 1
（休憩奨励機能）

図 7:詳細情報画面 2
（休憩奨励機能）

3.4 システムの操作の流れ

本システムは，観光地で使用することを前提としたシステムである．起動時に使用者の現在地をスマートフォンの Google マップ上に示す．システムの操作の流れは以下に示す．

(1) 使用者は，システムを起動した状態で，観光地を歩行する．

(2) 観光地を歩行している際に，使用者の心拍数や歩行数がある基準値を超えると，3.3.4 項で述べた機能が働く．また，使用者が観光スポットに近づいた際に，3.3.2 項で述べた機能が働く．

(3) 使用者がスマートフォンに表示された情報を見る．

(4) 情報が不必要になれば，図 3，図 6 の画面の左下の「マーカー削除」ボタンを押すことで起動時の使用者の現在地をマップ上に示した画面に戻る．

この(1)～(4)の操作を観光中に繰り返す．その流れを図 8 に示す．

図 8:操作の流れ

© 2019 Information Processing Society of Japan

4. 実験と考察

4.1 実験

本節では，システムを使用することで，使用者に身体的な疲労を意識させ，休憩を促しているかを調べるため，システムの有無による比較実験を実施した．また，スマートウォッチによる 3.3.1 項で述べた操作が有用であるかの検討も行なった．

実験では，スマートデバイスセンサの心拍数と位置情報と歩数計を使用したシステムと，休憩奨励機能のない位置情報のみのシステムを使い比較実験を行った．被験者は，システムを使用し，観光地を歩行する．被験者は，実験を始める前に，5 分間椅子に着席し，安静状態を取る．安静状態は椅子に座り，閉眼し他には何もせず静止状態を保つ方法である．5 分間の安静状態後の使用者の心拍数を，実験の安静時心拍数として，3.3.3 項で述べた式に代入し，目標心拍数（90[bpm]～130[bpm]）を求めた．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実施した．被験者は，大学院生 4 名，大学生 6 名の合計 10 名（男性 8 名，女性 2 名）で実施した．実験ルートは以下の(1)～(4)のルートを通り行った．

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

また，実験中は使用者の判断で休息した．そして，実験終了後に，アンケートを行った．実験中の様子を図 9，図 10，図 11 に示す．

図 9:システム使用時の様子

図 10:観光情報が提示された様子

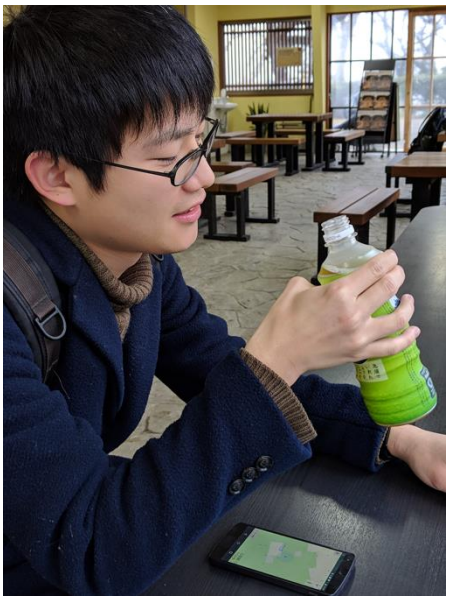

図 11:休憩時の様子

4.2 実験結果

被験者の実験中のログデータの例を図 12 に示す．図 12 の橙色の線は心拍数に基づく休憩を促すバイブ通知の動作時刻，黄緑の線は歩数計による休憩を促すバイブ通知の動作時刻を示す．また，表 2 に被験者全員の機能動作前後の心拍数の平均値を示す．実験の 5 段階評価による評価結果を表 3，表 4，表 5，表 6 に示す．なお，アンケート結果は，特筆した項目を除き，5 段階評価（1：非常に同意しない，2：同意しない，3：どちらともいえない，4：同意する，5：非常に同意する）による評価結果である．時計型のスマートウォッチに情報を送るバイブ通知を「通知情報」，スマートフォンに表示された情報を「詳細情報」とする．

© 2019 Information Processing Society of Japan

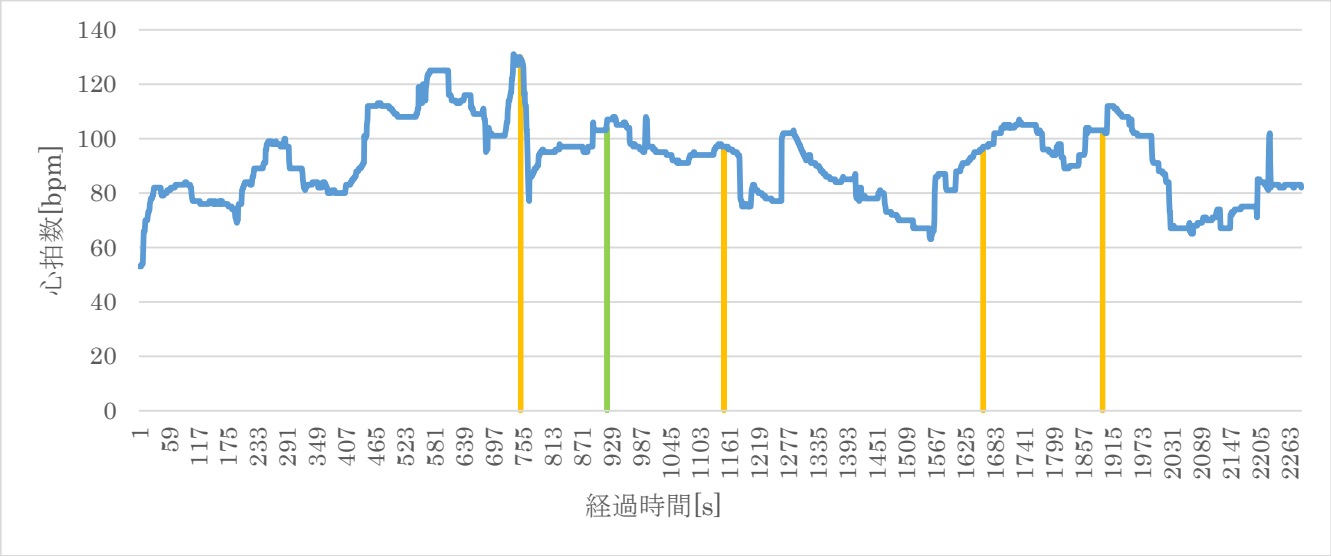

図 12:実験中の心拍数のログデータ

表 2:機能動作前後の心拍数の平均値

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
動作前[bpm]	86.53	95.80	91.08	101.4	82.15	88.20	104.8	83.96	100.8	106.9	90.93	105.0	110.3
動作後[bpm]	106.7	94.96	92.60	104.5	65.85	84.30	103.5	83.90	101.5	90.93	82.96	107.1	97.81
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
動作前[bpm]	99.33	95.00	90.68	97.90	86.08	79.83	89.31	85.35	113.9	80.08	109.5	88.85	97.75
動作後[bpm]	103.8	87.00	101.7	108.1	91.43	93.32	89.28	82.98	108.1	78.51	105.9	102.4	109.8
	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
動作前[bpm]	107.2	83.08	109.4	85.40	83.50	100.9	96.23	87.26	89.45	80.30	91.68	88.88	119.1
動作後[bpm]	98.00	83.31	92.35	93.55	92.70	96.01	97.31	91.95	88.96	99.06	86.56	98.51	97.4
	40												
動作前[bpm]	104.2												
動作後[bpm]	102.4												

表 3:休息に関するアンケート

項目	質問内容		評価分布					平均値	中央値	最頻値
			1	2	3	4	5			
1	実験中体を休めることを意識した	有	0	0	3	3	4	4.1	4	5
		無	1	3	4	2	0	2.7	3	3
2	実験中，実験地に休める場所がどこにあるのかわかりやすかった	有	0	0	1	5	4	4.3	4	4
		無	3	2	4	1	0	2.3	2.5	3
3	実験中，通知情報の頻度は適切であったか	有	0	0	1	4	5	4.4	4.5	5
		無	0	0	0	6	4	4.4	4	4

© 2019 Information Processing Society of Japan

表 4:休憩奨励機能に対するアンケート

項目	質問内容	評価分布					平均値	中央値	最頻値
		1	2	3	4	5			
1	休める場所の通知情報は体を休めるきっかけになった	0	0	2	2	6	4.4	5	5
2	休める場所の通知情報は体を休めることを意識させた	0	0	0	4	6	4.6	5	5
3	詳細情報の休める場所のある位置は理解しやすかった	1	0	3	3	3	3.7	4	3,4,5
4	休める場所の通知情報が届いたとき疲れを感じていた	0	1	0	6	3	4.1	4	4
5	休める場所の通知情報の詳細情報の場所は現在地から近い情報であったか	0	1	0	8	1	3.9	4	4

表 5:スマートウォッチ(Android Wear)に対する五段階評価

項目	質問内容	評価分布					平均値	中央値	最頻値
		1	2	3	4	5			
1	Android Wear を装着することに負荷を感じなかった	0	0	1	4	5	4.4	5	5
2	Android Wear を使って通知情報の詳細情報が意図した動作(手首をひねる)で表示された	0	0	1	7	2	4.1	4	4
3	通知情報の詳細情報を表示する動作(手首をひねる)にストレスを感じなかった	0	0	2	6	2	4.0	4	4
4	手首をひねる動作で操作することは操作しやすかった	0	0	0	7	3	4.3	4	4

表 6:システム全体に対する五段階評価

項目	質問内容	評価分布					平均値	中央値	最頻値
		1	2	3	4	5			
1	本システムの GPS を使用した位置情報を用いたガイドシステムは実用的であった	0	0	0	2	8	4.4	5	5
2	本システムの心拍情報を用いたガイドシステムは実用的であった	0	0	1	3	6	4.5	5	5
3	本システムの歩数計を用いたガイドシステムは実用的であった	0	0	2	5	3	4.1	4	4

4.3 考察

本項では，GPS，心拍数，歩行数のすべての機能を使った実験と GPS 機能だけを使った実験の 4.2 節の結果を比較する．休憩奨励機能に関してのみ有意差があった．これらの結果を踏まえ，実験の考察を以下に述べる．

(1) 休憩奨励機能について

表 7 の機能動作前後の心拍数を見ると，作動した回数は被験者全員で 40 回であり，そのうちの 22 回は作動後に心拍数が下がっていた．

また，休憩奨励機能の有無での質問項目に対しては，マンホイットニーの U 検定を用いて有意差があるか検証した．その結果を表 7 に示す．各実験の値はそれぞれの質問項目の平均値を示す．検定の欄の記号について，「**」は有意水準 1%で有意差があること，「*」は有意水準 5%で有意差があること，「n.s.」は有意差が見られないことを示す．表 7 の結果から，「実験中，休めることを意識した」と「実験中，実験地に休める場所がどこにあるのか分かりやすかった」に有意差が見られた．このことから，休憩奨励機能が有りのシステムは無しのシステムに比べ，使用者に休憩を意識させたことがわかる．表 4 の「休める場所の通知情報は体を休めるきっかけになった」，「休める場所の通知情報は体を休めることを意識させた」の質問の結果で，休憩奨励機能は高い評価得ている．また，記述式アンケート結果に“高低差を考慮した情報通知”とある．これは，提示された場所が，高低差があり，移動距離で考えると遠い場所が提示されたと推測する．これら

© 2019 Information Processing Society of Japan

のことから，休憩奨励機能は使用者に身体的な疲労を意識させ，休むことを促し，休憩を意識させたと考えられる．また，休める場所を提示する方法は今後改善する必要がある．

表 7:休憩奨励機能に対する評価比較

質問内容	機能有	機能無	p 値
実験中，休めることを意識した	4.1	2.7	0.0061**
実験中，実験地に休める場所がどこにあるのか分かりやすかった	4.3	2.3	0.0005**

(2) スマートウォッチについて

表 5 の「Android Wear を装着することに負荷を感じなかった」,「通知情報の詳細情報を表示する動作にストレスを感じなかった」に関して，平均値は順に，4.4，4.0 と評価が高かった．そのため，スマートウォッチによる操作は，使用者にとって負荷の少ない操作であると考えられる．このことから，腕をひねる動作でシステムを操作することは，使用者にとって容易な動作であると考えられる．

5. まとめ

本研究では，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を提案し開発を行った．本システムは，使用者の状態を，心拍数，位置情報，歩行数から判断する．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，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．休憩奨励機能付きのシステムと機能無しのシステムで比較実験を行い，五段階評価と実験中の被験者の心拍数のログデータから，以下のことが確認できた．

(1) 休息奨励機能は，休憩奨励機能がないときに比べて，「体を休めることを意識した」と「実験地に休める場所がどこにあるのか分かりやすかった」の項目で，有意差があった．そのため，使用者に身体的な疲労を意識させ，休める場所を分かりやすくすることで，休憩を促したと推測できる．ただし，休憩奨励機能の動作前後での心拍数は変わらないもの，下がるもの，上がるものがあった．

(2) スマートウォッチの腕をひねる動作でシステムを操作することは，4.2 節の表 5 の「通知情報の詳細情報を表示する動作にストレスを感じなかった」の平均値が 4.0 である．このことから，スマートウォッチの腕をひねる動作でシステムを操作することは，使用者にとって負荷の少ない操作であった．

これらの結果から，本システムは，観光地での体調不良者の減少に期待ができる．

今後の展望として，自由記述より，休める場所を使用者側の操作で提示する機能や，複数人で使えるシステムといった意見があり，使用者側の操作の拡張や使用者の状態を詳しく使用者自身または観光に同行する人にも知らせる機能が求められていると考えられる．

参考文献

[1] 国土交通省　観光庁:旅行・消費動向調査(2018 年)，入手先"http://www.mlit.go.jp/common/001242375.pdf"(2019.5.7 確認).

[2] 日本政府観光局:訪日外客数(オンライン)；入手先"https://www.jnto.go.jp/jpn/statistics/tourists_2017df.pdf"(2019.5.7 確認).

[3] 総務省消防庁:平成 30 年(5 月から 9 月)の熱中症による救急搬送状況,入手先"http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/houdou/h30/10/301025_houdou_3.pdf"(2019.5.7 確認).

[4] NTT DOCOMO,INC: ご当地ガイド-観光ガイドブックアプリ，https://www.nttdocomo.co.jp/service/map_navi/feature/local_gguid/(2019.5.7 最終閲覧).

[5] 長尾　聡輝，加藤　福乙，浦田　真由，安田　孝美：スマートフォンを用いた観光支援システムの開発，2013PC カンファレンス，PC カンファレンス論文集，pp.321-324(2013).

[6] 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，pp45-57(2008).

[7] 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).

[8] 増野　宏一，伊藤　淳子，宗森　純：スマート端末からの情報状況で小型冷蔵庫を制御する IoT システム“KADEN”の開発，情報処理学会論文誌，Vol.60，No.2，pp.1-11(2019).

[9] 前田　幸道，桐生　拓海，Panote Siriaraya，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).

[10] Phan, Dung, et al.:Smartwatch: Performance evaluation for long-term heart rate monitoring, Bioelectronics and Bioinformatics (ISBB), 2015 International Symposium on IEEE,pp144-147(2015).

[11] 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).

[12] 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 pp1835-1844(2016).

[13] 日本健康運動研究所，健康づくりに役立つ運動,”http://www.jhei.net/exer/walking/wa02.html”(2019.5.7 確認)

© 2019 Information Processing Society of Japan