

おもてなしのための足取りベクトルによる顧客の状態推定 Estimating Customer Status from Gait Vector to Provide Proactive Hospitality

植村 喜弘[†]
Yoshihiro Uemura

梶原 祐輔[‡]
Yusuke Kajiwara

島川 博光[‡]
Hiromitsu Shimakawa

1. はじめに

近年、訪日外国人観光客が増加し、2013 年度には 1000 万人を超えた [1]。観光立国推進戦略会議では 2020 年までに 2000 万人の訪日外国人観光客を目標とし、高品質な観光を提供するとしている。同時にそのためには観光客がおもてなしを実感できる必要があるとしている [2]。おもてなしとは、顧客の状態や性格を把握し、顧客が求めているサービスを求められる前にその場で提供することである。観光客が日本でたのしみに行っている主な活動としてショッピングが挙げられる [3]。そこで我々は、多くの観光客が訪れるショッピングモールでのおもてなしに着目する。しかし、ショッピングモールを訪れる観光客それぞれにおもてなしを提供することは不可能である。これは顧客に対するおもてなし提供者の育成や配置に多大なコストがかかるからである。したがって ICT を用いて、低コストでおもてなしを提供するシステムが必要である。しかし、ショッピングモールでは、ICT を用いた観光客へのおもてなしは少ない。

そこで、ICT を用いたおもてなしの提供を考える。ショッピングモールでのおもてなしとして、以下を考える。

- ある要因によって荷物に対する不快さに苦しんでいる観光客、疲労している観光客に対する気遣い。
- 注意が散漫になっている観光客に安全に観光して貰うための安心・安全の提供。

例えば、お土産の家電など重い荷物を持っているような観光客には、ロッカーや荷物預かり所を推薦し、エレベータなど移動手段のある場所を通知する。長時間のショッピングで疲労している観光客には、休憩所やカフェ、交通手段を推薦する。スマホや広告を見ながらの余所見歩きをしている観光客は、危険なので注意を促す。また、我々は荷物を持っている際に普段と違う持ち方をすると不快であると考えた。例えば幼児をかかえるため、一方の手で荷物を持たなければならないことがある。これらの場合、提供するサービスも変わると考えられる。よって、より快適なおもてなしを提供するためには、外的な要因などによって、不快な持ち方を強いられている場合を識別する必要がある。

おもてなしは、事前に顧客の状態を把握することで実現されている。本論文では、以降適切なおもてなしを決定するうえで把握すべき顧客の状態のことをユーザ状態と呼ぶことにする。人通りの多い通路や、ショーウィンドウの前など、限られたエリアを想定する。そのエリアでの足の運び方である足取りから、おもてなしの提供に必要な複数のユーザ状態を推定する。本稿では、推定手法及びそれを用いた識別で重要な役割をはたす変数について議論する。また本稿では、荷物の持ち方によってユーザの感じる快適度が変化するか調査した。加えて荷物の持ち方によって、足取りが変化するか調査する。

2. 関連研究

おもてなしに必要なユーザ状態として、荷物を持っている状態（荷物保持状態）、疲労している状態（疲労状態）、歩きスマホをしている状態・広告に注目している状態（注目状態）を考える。これらのユーザ状態を検知するいくつかの既存研究がある。池田らは、Laser Range (LR) センサを複数台用いて、3 次元情報からカートやバックパックなどを識別している [4]。Qi らは、カメラを用いて人物の輪郭を検出し、主軸における左右の比から、歩行時の荷物の有無、バックパックと手荷物を識別している [5]。米川らは、圧力センサを靴の中敷きに設置し、最大圧力の低下や圧力の変遷などから疲労を検知している [6]。Arif らは、加速度センサを用いて疲労が歩行の安定性に影響があることを示した [7]。Music らは、スマートホン内蔵の加速度センサ値の標準偏差から歩きスマホを検知 [8]。Thepvilojanapong らは、LR センサを用いて人の判別や人の移動、滞留判定などから注目度を算出した [9]。Clippingdale らは、TV 内蔵カメラを用いて、顔の向きや表情、上半身の向きなどから注目状態を検出し、興味を推定している [10]。その場でおもてなしを提供するためには位置情報が必要なので、圧力センサや加速度センサだけではおもてなしを実現することはできない。カメラはプライバシー侵害の問題があり、さらに遮蔽物に弱い。今回適用するような人の多い環境には適さない。LR センサは、1 台あたり高額なので、複数台設置することが難しい。したがって、低コストで複数のユーザ状態及び位置を把握するシステムが必要である。荷物や疲労など、ユーザ状態において足取りは異なる [11]。したがって、位置情報を持ち、遮蔽物に強い足取りに着目する。

足取りの検出には、足が接地した位置を高精度で検出する必要がある。Cho らは RFID を用いて自立移動型ロボットの位置を正確に把握している [12]。Wang らは歩行者の位置検出に RFID を用いたハイブリッドセンサを利用している [13]。これらの研究から RFID は高精度の位置検出が可能であることが分かる。RFID を用いた足取りの検出はされていない。

3. RFID を用いた顧客の状態推定手法

3.1 提案手法概要

本研究では安価な RFID を用いた足取りの検出を考える。今回我々は、RFID を用いたユーザ状態を推定するシステムを提案する。単一センサによる推定のため、コストを抑えることができる。しかし、既存研究と本研究の成果を組み合わせることにより、より高精度にユーザ状態を推定することができると考えられる。本手法で提案するシステムを用いたサービス提供例を図 1 に示す。ユーザごとに推定されたユーザ状態に適したサービスを提供する。本システムでは、ユーザは RFID リーダを足に設置する。RFID リーダは 2000 円弱、RFID タグは 1

[†]立命館大学大学院情報理工学研究所

[‡]立命館大学情報理工学部

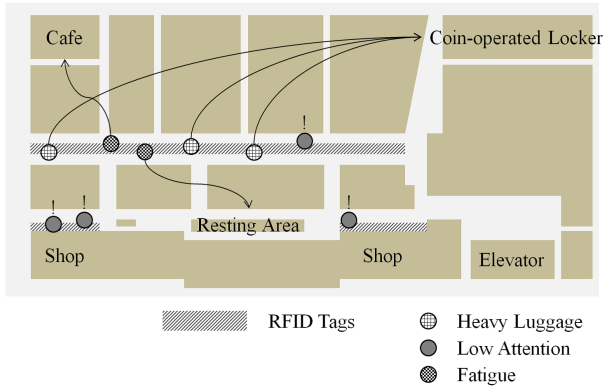


図1: 提案システムを利用したサービス例

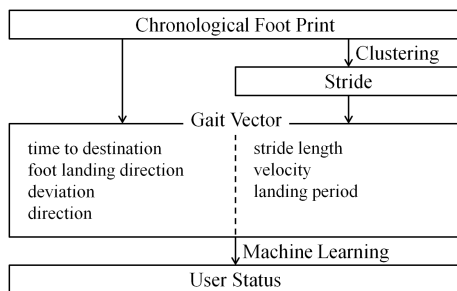


図2: ユーザ状態推定システム

枚当たり数十円と安価である。また、タグの配置のみでシステムの利用範囲が拡大できるため、拡張性が高い。我々は、ショッピングモール側が観光客にアンクレットのような着脱式のリーダを貸し出し、人通りの多い通路やショーウィンドウの前にタグを設置することを想定する。これらにより、ユーザに合った推薦やサービスを提供することで、ユーザは心地よいおもてなしを実感することができる。これはリピータの獲得や、新規顧客の獲得に繋がると考えられる。また、注目状態からユーザの商品に対する注目度が算出できる。これにより、顧客層などが分かり、サービスの向上に繋がれる。

本研究では、ユーザ状態を足取りから推定する。手法概要図を図2に示す。センサを用いて足が地面に接した位置を基に各足取りを時系列順に取得する。その足取りから足取りの特徴を成分とした足取りベクトルを算出する。算出した足取りベクトルの特徴から、ユーザ状態を推定する。足取りには個人差があると考えられるため、個々のユーザに対して学習器を構成する。

3.2 RFIDを用いた着地位置の検出

RFIDとはリーダと固有IDを持つタグによる近距離無線通信技術である[14]。今回は通信距離が数cm程度のHF帯のRFIDを用いる。本手法では、図3のように縦横5.0cmごとに4.5cm四方のタグを敷き詰めたタグシートを床面に敷設する。ユーザは靴のつま先からかかとの方向に5.0cmの位置にリーダを装着して歩行する。リーダが読み込んだタグのUIDから足の着地位置を計算する。歩行したさいは、リーダから取得される着地位置を時系列に従って取得する。

3.3 取得データのクラスタリング

リーダのサンプルレートは1検出あたり0.2~0.25秒である。歩行速度は約4.0 km/h、片足の現在と次の一歩

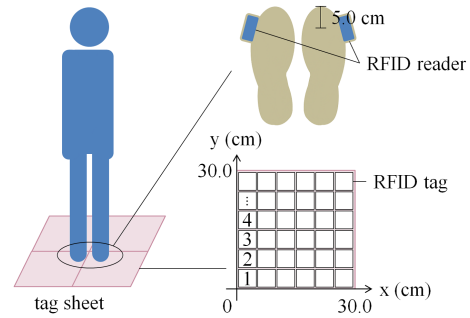


図3: ユーザ状態推定システム

との距離である重複歩距離は約120~180cmである[15]。歩行速度を秒速に直したもので重複歩距離を除算すると、一重複歩あたりにかかる時間が約1.1~1.6秒と算出される。以上のことから本研究のリーダはユーザ状態によって5倍程度歩速が変わった場合まで足取りの測定できる。

通信距離内にタグとリーダが存在した場合、リーダは常にタグを読み続ける。そのため、リーダが地面に対して緩やかな角度で着地・離地する場合、一歩の移動において複数のタグの検出位置が取得される。そこで、タグの検出位置をクラスタリングし、各クラスタをユーザの一歩とする。クラスタリングとして、群内分散と群間分散の比を利用した階層的クラスタ分析手法であるward法[16]を用いる。また、クラスタリングでは、2群の重心間のユークリッド距離が閾値以上のクラスタを一歩とする。これにより一定区間内で歩数が異なった場合にも提案手法は対応可能である。ward法により生成されたクラスタをステップクラスタとする。

3.4 足取りの特徴決定

ユーザ状態での足取りの変化として以下が考えられる。重い荷物によって、以下の特徴が考えられる。

- 重心位置が安定しない。
- 進行方向からずれる。
- 歩幅が小さくなる。
- 歩速が遅くなる。

疲労によって、以下の特徴が考えられる。

- 歩幅が小さくなる。
- 歩速が遅くなる。
- 足が着地している時間が延びる

注目によって、以下の特徴が考えられる。

- 歩速が遅くなる。
- 進行方向からずれる。
- 足が着地している時間が延びる。

本研究では、ユーザ状態を識別するために、足取りの変化として考えられる特徴を成分とした足取りベクトルを定義する。一定区間内の N 個のステップクラスタから歩行時間、タグの総検出数、ぶれ、傾き、着地時間、歩幅、歩速を算出する。算出法を以下に示す。歩行時間 w_t は一定距離における時刻の始点 t_b と終点 t_e との差である。

$$w_t = t_e - t_b$$

$i(1 \leq i \leq N)$ 番目のステップクラスタ $c_w(i)$ の中で j 番目に検出されたタグを考える。 $n_g(i)$ を $c_w(i)$ に含まれ

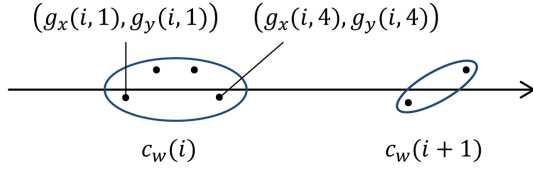


図4: クラスタ内部詳細

る検出されたタグ数とする、タグの総検出数 w_{nd} は以下の式で表される。

$$w_{nd} = \sum_{i=1}^N n_g(i)$$

ユーザの進行方向を y 軸の正方向とし、それを時計回りに 90 回転させた方向が x 軸の正方向とする。検出される座標を $(g_x(i, j), g_y(i, j))$ とすると、ユーザがぶれなく歩いたとき $g_x(i, j) = 0$ なので、ぶれ g_{dev} は検出される x 座標の標準偏差で、以下の式で表される。

$$g_{dev} = \sqrt{\sum_x \sum_y g_x(i, j)^2}$$

y 座標を目的変数、x 座標を説明変数にした回帰直線の傾きを a とおく。 $c_w(i)$ 内の最初のタグの検出時刻を $g_t(i, b)$ 、最後のタグの検出時刻を $g_t(i, e)$ とおく。着地時間 $g_t(i)$ は以下の式で表される。

$$g_t(i) = g_t(i, e) - g_t(i, b)$$

ここで歩幅の算出方法は複数考えられる。

w_{w_1} : ステップクラスタの中心間の距離
 w_{w_2} : ステップクラスタの着地位置間の距離
 w_{w_3} : ステップクラスタの離地位置間の距離
 w_{w_4} : ステップクラスタの着地位置から離地位置の距離
 w_{w_5} : ステップクラスタの離地位置から着地位置の距離
 $c_w(i)$ 内の検出されたタグのそれぞれから算出された座標には、検出された時刻が関係づけられる。クラスタの内部詳細を図4に示す。

任意の n 番目及び $n+1$ 番目のクラスタ間でのそれぞれの算出方法を以下に示す。 $w_{w_1}(i)$ は、ステップクラスタ中心間のユークリッド距離である。 $w_{w_2}(i)$ は、クラスタ内で時刻がともに最小値である座標のユークリッド距離。 $w_{w_3}(i)$ は、クラスタ内で時刻がともに最大である座標のユークリッド距離。 $w_{w_4}(i)$ は、 n 番目のクラスタ内の時刻が最小の座標と、 $n+1$ 番目のクラスタ内の時刻が最大である座標のユークリッド距離。 $w_{w_5}(i)$ は、 n 番目のクラスタ内の時刻が最大の座標と、 $n+1$ 番目のクラスタ内の時刻が最小である座標のユークリッド距離。

同様に歩速の算出方法も複数考えられる。 w_{v_1} は、ステップクラスタの中心間の歩速。 w_{v_2} は、ステップクラスタの着地位置間の歩速。 w_{v_3} は、ステップクラスタの離地位置間の歩速。クラスタ数及び歩行時間、歩幅を用いて以下の式で算出される ($p = 1, 2, 3$)。

$$w_{v_p} = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} w_{w_p}(i)}{w_t}$$

本手法では両足についてこの足取りベクトルを拡張する。

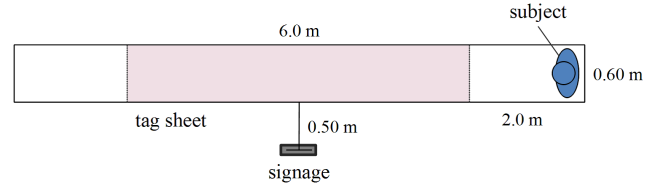


図5: 実験環境

3.5 足取りの学習及び識別

足取りベクトルがどのようなユーザ状態に対応しているかを見つける。足取りベクトルを機械学習手法 Random Forest (以下 RF) [17] を用いて学習、識別する。RF は樹木モデルを用いた集団学習法で、説明変数が複数ある場合の解析に向いている。RF を適用するには学習フェーズと識別フェーズが必要である。学習フェーズでは、ユーザの歩行から 3.4 節で挙げた足取りベクトルを教師信号として、樹木モデルを作成する。識別フェーズでは、学習フェーズで作成された樹木モデルを用いて足取りベクトルに対応するユーザ状態を識別する。

4. ユーザ状態検出の評価

4.1 実験目的と概要

ここでは、歩行時の足取りの乱れによる、荷物保持状態・注目状態・疲労状態の識別を目的とし、実験した。今回使用する RFID は ASI4000USB, HF 帯 (13.56Mhz) で通信距離は 3.0cm である。また、ステップクラスタにおけるクラスタリングの閾値は 100 とする。被験者は 21 ~ 24 歳の男性 11 名、女性 3 名。床面にタグを敷設し、被験者の靴のつま先部にリーダを装着した。また、リーダは USB ケーブルで膝部、腰部を經由し計算機へ接続した。歩行区間は 10.0m とし、前後 2.0m を除く 6.0m をタグ検出区間とした。以下の動作を歩行中に行い、各 50 回ずつのデータを 4.2 節の疲労動作前後で取得した。

S_N 無負荷、何も持っていない

S_{LB} 両手に荷物 5.0 kg の入った手提げかばんを持つ

S_{LO} 右手に荷物 5.0 kg の入った手提げかばんを持つ

S_T 携帯端末 (スマホ) でウェブサイトを開覧する

S_A 中間地点にあるディスプレイの広告に注目する

動作の間には 30 分程度の休憩を入れ、1 日あたりのデータ取得は 100 回以下とする。また、全動作終了後、最も不快な動作を聞く。

4.2 疲労動作

人為的に疲労状態を作るために、以下の疲労動作を実施する。疲労の基準に、以下に示す Karvonen 法により算出される運動強度 H (単位: %HRR) を用いる [7]。

$$H = \frac{C - R}{M - R} \times 100$$

最大心拍数 M は $220 - \text{年齢}$ (単位: bpm) で算出し、安静時心拍数 R (単位: bpm) は、30 分間の着席安静状態後に計測する。現在の心拍数 C (単位: bpm) は秒単位で取得し、算出される H が 60%HRR を超えた回数が 600 回になるまで実施した。

表 1: 5種のユーザ状態の識別

	S_N	S_{LB}	S_{LO}	S_T	S_A
S_N	960	157	242	46	37
S_{LB}	175	907	271	67	30
S_{LO}	191	259	796	74	36
S_T	41	62	64	1084	167
S_A	33	15	27	129	1130
p	0.666	0.626	0.587	0.764	0.847
r	0.686	0.648	0.569	0.774	0.807
f	0.676	0.636	0.578	0.769	0.827

表 2: 疲労の識別

	men		women	
	S_{NF}	S_F	S_{NF}	S_F
S_{NF}	1746	877	561	228
S_F	1004	1873	189	522
p	0.666	0.651	0.711	0.734
r	0.635	0.681	0.748	0.696
f	0.650	0.666	0.729	0.715

4.3 結果

入力データを10分割し、うち9群を学習データ、1群を識別データとしてRFを用いて10-fold Cross-validationする。適合率 p 、再現率 r を求め、以下の式から算出されるF値 f で評価する。

$$f = \frac{2 \cdot p \cdot r}{p + r}$$

今回は4.1節で挙げた5種の動作及び疲労の有無について識別した。結果を表1、表2に示す。縦が入力で、横が識別結果である(単位は回)。それぞれ識別できていることが分かる。また全動作終了後、14名中11名が動作 S_{LO} がもっとも不快だと答えた。

4.4 考察

実験後の被験者の意見と識別結果を照らし合わせると、ユーザにとって不快な動作の識別率が必ずしも高いわけではない。これより、不快だからといって足取りに明らかな特徴が出るわけではないと考えられる。加えて表1において、誤分類に着目すると、無負荷・両手荷物・片手荷物のグループ内と歩きスマホ・広告のグループ内で誤分類が多い。それぞれのグループ内の動作の特徴が似ていると考えられる。表2の男女の識別率を比較すると女性の方が識別率が高い。よって女性の方が男性より疲労が足取りに表れやすいことが示唆される。

次に、各結果に対する変数重要度を表3に示す。簡略化のため平均値を M 、標準偏差を SD とする。5種のユーザ状態の識別では歩速、歩行時間が平均値よりもかなり大きい。よってこれらが重要な成分となっていると考えられる。疲労の識別では、標準偏差が低い。よってそれぞれの成分に疲労の特徴が表れていると考えられる。

加えて、各成分について相関分析を用いて考察する。今回、歩速同士・歩幅同士は距離の算出法を変えただけなので、相関があることは自明である。よってそれ以外の相関が0.8より高かった成分について主に無負荷 S_N と比較して考察する(図6)。また、図6に被験者の各成分平均値の全体平均、標準偏差を示す。A~Jは表4の組み合わせに対応している。

表 3: 変数重要度

variable	5 behavior	S_{NF} and S_F
w_t	13.899	6.023
w_{nd}	5.499	3.757
g_{dev}	9.592	6.768
M of $g_t(i)$	5.375	4.413
SD of $g_t(i)$	4.672	4.779
w_{v1}	30.005	8.571
w_{v2}	17.407	6.383
w_{v3}	17.899	6.507
M of w_{w1}	5.763	5.040
M of w_{w2}	5.553	4.662
M of w_{w3}	5.317	4.670
M of w_{w4}	4.365	4.547
M of w_{w5}	7.464	5.352
SD of w_{w1}	4.205	4.686
SD of w_{w2}	4.375	4.796
SD of w_{w3}	4.253	4.628
SD of w_{w4}	4.243	4.286
SD of w_{w5}	4.207	4.723
a	5.503	5.161
mean	8.400	5.250
standard deviation	6.638	1.107

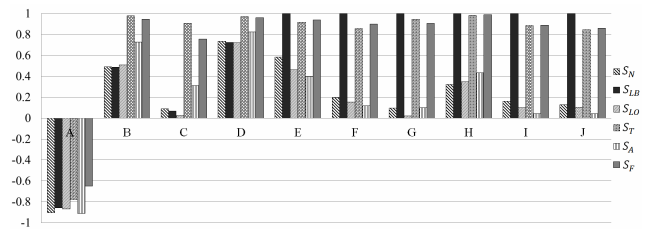


図 6: 相関の高い成分

表 4: 成分の組み合わせ

	Combination	
A	w_t	w_{v1}
B	w_t	M of $g_t(t)$
C	w_t	SD of $g_t(t)$
D	w_t	w_{nd}
E	w_{v1}	M of $w_{w1}(i)$
F	w_{v1}	SD of $w_{w1}(i)$
G	w_{v1}	a
H	M of $w_{w1}(i)$	SD of $w_{w1}(i)$
I	M of $w_{w1}(i)$	a
J	SD of $w_{w1}(i)$	a

S_{LB} について、歩行時間と歩速に負の相関がある。また、歩速、歩幅平均、歩幅標準偏差、傾きに正の相関がある。 S_N と比較して歩幅が小さくなっているが、他の成分は変わらないことから、歩行周期を短くしていると考えられる。 S_{LO} について、歩行時間と歩速に負の相関がある。 S_N と比較して平均値、標準偏差には明らかな差がない。しかしある程度識別できていることから、個人ごとに感じる負荷が違ふと考えられる。 S_T について、歩速、歩幅平均、歩幅標準偏差、傾きに正の相関がある。

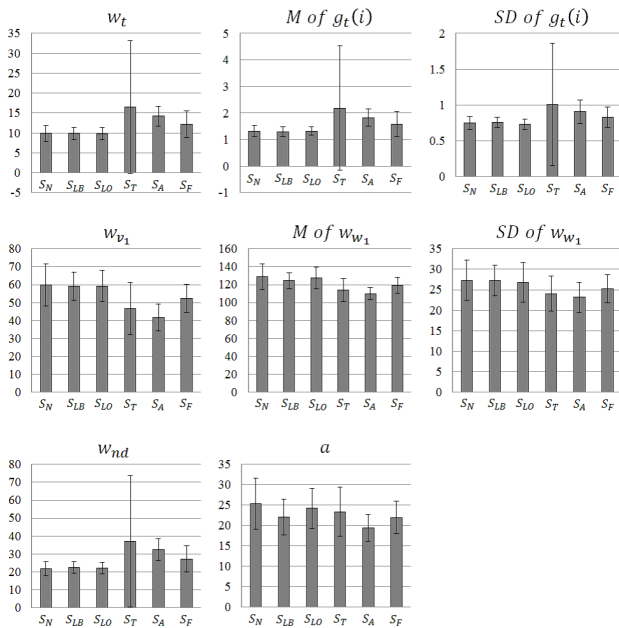


図 7: 各成分の平均値・標準偏差

また、歩行時間、総検出数、着地時間平均、着地時間標準偏差に正の相関がある。加えて標準偏差が他よりも圧倒的に高い成分がある。SNと比較して決まった伸び幅では無いが、足の接地時間が伸び歩幅が小さくなっていると考えられる。これにより歩速が遅くなっていると考えられる。そして歩きスマホの方法は人によって違うと考えられる。SAについて、歩行時間と歩速に負の相関がある。また、歩行時間と総検出数に正の相関がある。SNと比較して、歩速が遅くなり、検出数が増えていると考えられる。また、相関関係は大きくないものの成分の平均値から歩幅が小さいことが分かる。したがって、一定の歩幅で移動していると考えられる。SFについて、歩行時間、総検出数、着地時間に正の相関がある。また、歩速、歩幅平均、歩幅標準偏差、傾きに正の相関がある。SNと比較して、歩幅が小さくなり、歩速が遅くなっていると考えられる。したがって、おもてなしの必要な複数の状態は識別可能である。

5. 持ち方による足取りの違い

5.1 実験目的と概要

本研究では不快な荷物の持ち方を外的要因によって強いられている場合を見つけるため、これらの成分で定義される足取りベクトルを使い、荷物の持ち方を推定する。また荷物の持ち方や運び心地によって足取りの違いが現れるか調査する。被験者は19~22歳男性1名、女性11名。実験環境は4.1節と同様である。以下の動作を歩行中に行い、各10回ずつのデータを取得した。

- SLH 右手に荷物4kgの入った手提げ鞆を持つ
 - SLE 右肘に荷物4kgの入った手提げ鞆を下げる
 - SLS 右肩に荷物4kgの入った手提げ鞆を掛ける
- 各動作の間には約5分間の休憩を入れる。また、全動作終了後アンケートを実施し、相対評価で快適な動作、不快な動作を聞く。

表 5: 持ち方別の識別結果

	SLH	SLE	SLS
SLH	68	22	17
SLE	28	63	33
SLS	24	35	70
p	0.636	0.508	0.543
r	0.567	0.525	0.583
f	0.599	0.516	0.562

表 6: Classification result of comfort

	uncomfortable	comfortable
uncomfortable	8426	4381
comfortable	3574	7619
p	0.658	0.681
r	0.702	0.635
f	0.679	0.657

5.2 結果

4.3節と同様の評価手法で評価する。SLH, SLE, SLSそれぞれの識別結果を表5に示す。fの標準偏差が0.178と算出され、個人ごとに大きな差が見られた。変数重要度に関して、ぶれと歩速が高いパターンと、ぶれと歩幅が高いパターンに2分された。したがって、これらの成分が識別に対して需要だと分かるが個人差がある。また、アンケート結果では全員がSLSを快適と答え、SLH, SLEを不快と答えた。このことから不快なSLH, SLEと快適なSLSを識別する。SLH, SLEのデータ数の方が多いため、ランダムにサンプリングし(100回識別する)、SLSのデータ数に合わせた。結果を表7に示す。fより、それぞれ識別できていることが分かる。変数重要度は、ぶれ、歩速、歩幅が高かった。荷物の持ち方、運び心地は足取りの特徴として現れる。本章の実験のSLHは4章の実験のSLOにあたる。よって、不快な動作が他の動作とも識別できていることがわかる。

5.3 考察

アンケートから、肩に掛ける荷物が最も体への負担が少ないと考えられる。個人ごとに結果に差が見られたのは、短期的なデータのみを用いて識別したためであると考えられる。加えてユーザによって、普段の鞆の持ち方と違うためであると考えられる。例えば、普段から不快な持ち方をする場合があるといったことが考えられる。変数重要度の結果から、荷物の持ち方により体の重心が安定せず、この不快さを歩速を遅くしたり、歩幅を小さくしたりして緩和していると考えられる。

6. 実環境への適用

本論文では、2章で関連研究のコスト、識別能力について問題点を挙げた。コストに関して、リーダは2000円弱、タグは1枚当たり数十円と安価である。また、タグの配置のみでシステムの利用範囲が拡大できるため、拡張性が高い。識別能力に関して、本論文では、RFIDのみで複数のユーザ状態及びパーソナリティを推定できることを示した。本手法をショッピングモール内に適用することで、顧客の状態を把握し、適切なおもてなしを提供することができる。ショッピングモール側が観光客にアンクレットのような着脱式のリーダを貸し出し、人

通りの多い通路にタグシートを設置する。ショッピングモール内の個々の店舗もタグシートを設置することで、3章で述べたような恩恵を受けることができる。

各状態について、考察より想定サービスを以下に示す。 S_{LB} について、複数の成分を変化させていることから、体は比較的状态に対して対応していると考えられる。したがって、早く目的地へ到着する経路を推薦する。 S_{LO} について、成分の変化が一定なものが少ないため、かなり体への負担が大きいと考えられる。したがって、休憩所、乗り物の推薦。 S_T , S_A について、注意を促す。 S_A について、注目対象について詳細な情報を提供する。 S_F について、休憩所や乗り物を推薦する。これにより、観光客は満足度の高い観光を体感でき、観光客の増加が期待できる。今回の被験者は20代男女だったが、歩行特徴は20代~60代で変わらないという研究がある[18]。また、訪日外国人の世代別の割合は30代男性が17.7%で最も大きく、次いで20代女性、40代男性、20代男性である[3]。したがって、多くの訪日外国人に適用できる。

7. おわりに

本論文では、高品質なおもてなしの提供のために、RFIDによって取得されたユーザの足取りの特徴から、ユーザ状態を推定する手法を提案した。実験では、足取りの特徴から個人ごとにユーザ状態を識別できることを示した。加えて、別の実験ではユーザにとって不快な荷物の持ち方を識別できることを示した。しかし、荷物保持状態に関しての識別率が他の状態と比較して低い。また、個々人に対してシステムを構成する必要がある。したがって、今後の課題として識別精度向上及びシステムの一般化が考えられる。また、RFIDの形状や、より具体的なサービスの提供手法などを考察する必要がある。

参考文献

- [1] 日本政府観光局：国・地域別/目的別 訪日外客数，日本政府観光局 (online)，http://www.jnto.go.jp/jpn/reference/tourism_data/visitor_trends/data_zantei.html(2015.04.08).
- [2] 首相官邸：観光立国推進戦略会議，首相官邸 (online)，<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kanko2/suisin/index.html>(2015.04.08).
- [3] 観光庁：訪日外国人の消費動向 平成25年 年次報告書，観光庁 (online)，<http://www.mlit.go.jp/common/001032143.pdf>(2015.04.08).
- [4] Ikeda, T., Chigodo, Y., Kishino, F., et al.: A Method to Recognize 3D Shapes of Moving Targets based on Integration of Inclined 2D Range Scans, IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2011, pp.1237-1240.
- [5] Qi, Y., Huang, G., Wang, Y.: Carrying Object Detection and Tracking Based On Body Main Axis, IEEE International Conference on Wavelet Analysis and Pattern Recognition, 2007, pp.1237-1240.
- [6] Yonekawa, K., Yonezawa, T., Nakazawa, J., et al.: FASH: Detecting Tiredness of Walking People Using Pressure Sensors, Mobile and Ubiquitous Systems: Networking & Services, 2009, pp.1-6.
- [7] Arif, M., Ohtaki, Y., Nagatomi, R., et al.: Analysis of the effect of fatigue on walking gait using acceleration sensor placed on the waist, International Journal of Engineering Intelligent Systems, 2010, pp.93-103.
- [8] Music, J., Stancic, I., Zanchi, V.: Is it Possible to Detect Mobile Phone User's Attention Based on Accelerometer Measurement of Gait Pattern?, IEEE Symposium on Computers and Communications, 2013, pp.522-527.
- [9] Thepvilojanapong, N., Yakiyama, Y., Mihirogi, O., et al.: Evaluating People's Attention in the Real World, ICROS-SICE International Joint Conference, 2009, pp.3702-3709.
- [10] Clippingdale, S., Okada, M., Takahashi, M.: Level-of-Interest Estimation for Personalized TV Program Recommendation, IEEE International Conference on Consumer Electronics, 2013, pp.11-14.
- [11] 安彦鉄平, 村田伸, 山 康平ほか: 運搬方法が歩行パラメータに与える影響, 理学療法科学学会, 2014, pp. 147-149.
- [12] Choi, B., Lee, J., Lee, J., et al.: A Hierarchical Algorithm for Indoor Mobile Robot Localization Using RFID Sensor Fusion, IEEE Transactions on Industrial Electronics, 2011, Vol.58, No.6, pp.2226-2235.
- [13] Wang, H., Bauer, G., Kirsch, Fabian., et al.: Hybrid RFID System-based Pedestrian Localization: A Case Study, 10th Workshop on Positioning, Navigation and Communication, 2013, pp.1-6.
- [14] R. Weinstein: RFID: a technical overview and its application to the enterprise, IT Professional, 2005, Vol.7, No.3, pp.27-33.
- [15] Perry, J., Burnfield, J: Gait Analysis: Normal and Pathological Function, Chapter 20, Slack Inc (2010).
- [16] Ward, J.H.: Hierarchical grouping to optimize an objective function, Journal of the American Statistical Association, 1963, vol. 58, no. 301, pp.236-244.
- [17] Breiman, L: Random Forests, Journal of Machine Learning, 2001, vol.45, pp.5-32.
- [18] Jin, B., Thu, T., Baek, E., et al.: Walking-Age Analyzer for Healthcare Applications, IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, 2014, pp.1034-1042.