

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 6 日現在

機関番号：15201

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500149

研究課題名(和文) 足圧分布からの感情・心理状態の推定とそのシステム応用に関する研究

研究課題名(英文) A Study on Emotion Recognition based on Foot-Floor Pressure Distribution Patterns in Walking and its Application

研究代表者

平川 正人 (Hirakawa, Masahito)

島根大学・総合理工学研究科(研究院)・教授

研究者番号：30173222

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円、(間接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)：二本足で歩くという能力は人間であることの大きな証である。歩行パターンからは歩行者の年齢層や性別、更には心理状態の推定が可能と言われており、新たな応用展開も期待できる。本研究課題では、センサマット上の靴を履いた複数歩行者の靴領域を識別・追跡する手法を確立するとともに、歩行者の感情推定について取り組んだ。更にデジタルサイネージへの新たな応用展開について検討した。

研究成果の概要(英文)：The ability to walk upright is one of the hallmarks of being human. Gait patterns convey complex states of mind as well as age and sex, and there is a potential to develop a new application domain. We have conducted research in gait detection and tracking of footsteps of multiple persons who may wear shoes, and in analysis to recognize a pedestrian's emotion. An application of the system to digital signage was also investigated.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学、メディア情報学・データベース

キーワード：ユーザインタフェース 歩行 感情推定 フロアマットセンサ デジタルサイネージ

## 1. 研究開始当初の背景

アンビエント環境（人間・環境に適応する情報基盤）の実現を図るため、特に人間の利便性・サービスおよび環境への適応性を向上させるパーソナル情報の安全な収集・解析技術の開発は、科学技術・学術審議会の基本計画特別委員会（第4期科学技術基本計画）で議論され、我が国の中長期を展望した科学技術のひとつとして、その達成が強く求められている。

従来の研究においては、手足や頭部など身体の直接的な3次元動作に着目し、その獲得にあたってはカメラを用いるものが主であり、そのような想定の下でのシステムは一部実用化も始まっている。但し、特に顔画像を捉えてシステム利用するという手法についてはプライバシー侵害の問題も指摘されるなど、その活用にあたっては十分な配慮が求められる。今後は別の発想の下に新たな展開が期待されている。

そのような試みのひとつとして、足によって床部に加えられる圧力を取得できるようなセンサが格子状に多数配置されたセンサマットを用いる手法は、人間に一切の負担を課すことなくデータ取得でき、しかもプライバシーにやさしい技術として有望である。

歩くという動作は、視覚や平衡感覚などから入ってきたさまざまな情報を脳で処理し、そのフィードバックが神経をたどって筋肉などに伝えられることで実現される。歩容（歩いている時の身体運動の様子）には、二足歩行の原則として必然的で画一的であるべき部分と、その乱れ、あるいは個々の状態に応じて変化する多様性があり、そのパターンから性別、年齢層、障害の有無、疲労程度、更には心理状態の推定が可能と言われている。ラバンの提唱した身体動作表現理論を始め、広範囲のさまざまな提案がなされている。

しかしながら、センサマットを歩行動作解析の用途に用いる従来研究にあっては、靴底の形状の違いを考慮しなくてもよいように、裸足を仮定するアプローチが大多数である。実用面からは言うまでもなく、靴を履いた状態での足圧データから必要な特徴を取得できるようにする必要がある。更に、画像パターンの認識処理は一般に処理コストが膨大となるが、デジタルサイネージなどといったインタラクティブシステムの開発を念頭にすれば、実時間解析処理の実現は必要不可欠である。

研究責任者は新しいパーソナル情報の収集・解析に向け、人間の足の挙動に着目した研究を5年前から取り組んでいる。具体的には、センサマットから取得される靴の2次元圧力分布データに対し、2次元DPマッチングを基礎とする手法を用い、人間の体重、重心、足の向きなどといった歩行特徴を実時間で解析する基本技術を開発してきた。歩行にあたっては素足である必要はなく、靴を履い

て歩行して構わない。これまでに蓄積された技術の上に、新たなアンビエント環境サービスの実現を図る。

## 2. 研究の目的

本研究課題においては、センサマットから取得される歩行者の足圧分布データから歩容を推定し、その結果に基づいて利用者の感情を獲得するとともに、その応用展開について取り組むことにより、新たな情報基盤構築の可能性を明らかにすることを目的とする。

研究責任者らが本研究課題の取り組み以前に実装した歩行特徴のトラッキング技術にあっては、靴の向きについては平均で70.1%の認識率に止まっていた。安定的に高い精度が獲得できるように新たな技法を開発する必要がある。しかもそれは複数の歩行者が同一センサマット上にあるような状況にあっても保持される必要がある。

また獲得した歩行特徴データから、対象とする人間の歩容の推定に取り組む。脚部を直接観察することなく歩容が獲得できれば、その応用範囲は極めて高い。プライバシー保護の観点からも、実現すればきわめて有望な技術といえる。

一方、必要な機能や性能は応用によって変わり得る。本研究においては同技術をインタラクティブシステムに応用することを目指しており、必然的に実時間で必要な処理が完了するように技術を磨く必要がある。近年注目を集めているデジタルサイネージを具体的な応用に据え、研究内容の検証に取り組む。

## 3. 研究の方法

### (1) 歩行追跡手法の改善

研究責任者らがこれまでの取り組みで用いたフロアマットデバイスはサイズが108cm四方であり、人間の歩容を把握するに十分な歩行データを確保することができない。よりサイズの大きいフロアマットデバイスを準備した上で、実用に近い環境にあっても所望の歩行動作認識性能が得られるように機能改善を行う必要がある。

なお歩行領域が広くなれば、その上を歩行する人数も多くなる。他の歩行者との距離が接近しても、それぞれの靴を正しく区別しながら歩行動作を追跡することが不可欠である。言うまでもなく、一般的には踵部分の接地から始まり、靴底全体が接地した後は次第に接地部分が減少し、つま先部分を最後に床から完全に離れるといった具合に足領域は時系列的に変化する。また靴底の違いによって接地領域の形状は様々である。ひとつの靴底が単一の連続領域だけからなると仮定することはできず、複数の領域をひとつの靴（足）領域として統合・判別する必要がある。

## (2) 感情抽出の実現

歩行領域の追跡結果から歩行に係る特徴データを収集し、それに基づいて人間の感情の推定に取り組む。基本的な考え方は次の通りである。

まず既存の研究をサーベイし、感情や心理状態の推定に使用できる可能性のある身体動作を選出する。下肢動作に注目した感情推定の知見を利用するために、身体動作モデルの記述を行なうとともに、それを踏まえた下肢動作推定を実現する。下肢動作と足圧分布特徴との対応付けについて検証するための準備として、身体動作のモーションキャプチャデータを足圧分布データと共に記録するシステムを実装する。これらに加えて、被験者から収集する歩行データを基に、感情推定に係る足圧分布特徴を整理するとともに、具体的なシステムの実現に取り組む。

## (3) デジタルサイネージ応用への展開

歩行インタフェースの有用性を実証するために、歩行者を対象にした新たなデジタルサイネージシステムの開発に取り組む。デジタルサイネージは公共スペースでの新たな広告媒体として期待されており、従来の紙媒体による広告とは異なる動的・対話的機能の実現が図られている。しかしながら、これまでのシステムにあってはシステムに向かって直立している人間を対象としている。これに対して、本研究では歩行中の人間を対象とすることで、質的に異なる新たなサービスの実現を目指す。

## (4) 成果の公表

成果の社会・国民への公開を図るために、得られた結果は論文として順次取りまとめ、成果発表を行なう。また、展示会への出展等を通して、広く一般社会に技術の公表・還元を図る。単に研究室レベルでの閉じた研究として止めるのではなく、実用化研究につなげるべく行動する。

## 4. 研究成果

### (1) 歩行追跡手法の改善

多数の人々が歩行するという現実的環境下にあつて、他の歩行者との距離が接近してもそれぞれの靴を正しく区別しながら歩行動作を着実に追跡することを可能にする技術の実現に取り組んだ。具体的には次の通りである。

複数の人間が同時にマット上を任意方向に歩行している場合にも、それぞれの靴を判別し、トラッキングできるように機能改良した。これまで代表研究者らは2次元DPアルゴリズムを用いていたが、歩行者が対象領域に進入してきた最初の時点で靴のモデルを自動取得する必要がある、また靴底面が完全に接地しなければマッチングが遂行できないという制約があった。そこでパーティクル

フィルタを用いた新たな靴領域検出・追跡アルゴリズムを実装した。歩行者同士が30cm程度までの近接距離であれば識別可能になった。また、複数人が同時にマット上を歩行する環境下にあつて、各人の靴ペア（すなわち歩行者個人個人の判定）を正しく区別できるようにシステム機能を拡張した（図1）。判別性能92%を達成した。

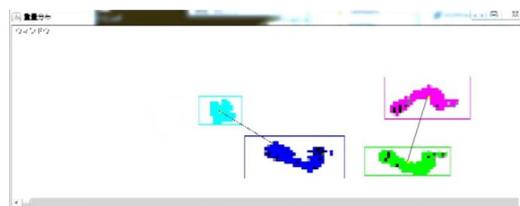


図1 歩行者靴領域ペアの判別

更に、Walker's alias method を適用することにより、パーティクルフィルタの実行速度を47%改善し、インタラクティブシステム環境での利用に耐え得るものとした。

### (2) 感情抽出の実現

1) 既存の関連研究についてサーベイを行い、感情抽出の目標に見合った身体運動について検討を行った。

2) 歩行者の感情識別の実現と検証・評価に活用するための歩行データの取得を行った。各種の感情下にある被験者から実際に歩行データを収集できることが理想であるが、現実的には困難なため、関連研究を参考にして、劇団に所属する劇団員に依頼し、平常（ニュートラル）を含めた合計7つの感情を表現した歩行データを収集・記録した。

3) 取得した靴領域データから、インバースキネマティクスを用いて歩行者の下肢動作を推定する基本機能、ならびに推定結果の確認・評価に供するための可視化ツールを実装した（図2、3）。これと併せ、身体運動と歩行（足圧分布）特徴との対応付けについて検証するための準備として、Kinect センサを用いて身体運動のモーションキャプチャを行い、同データを足圧分布データと共に記録するシステムの実装を行った。

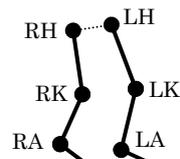


図2 下肢モデル

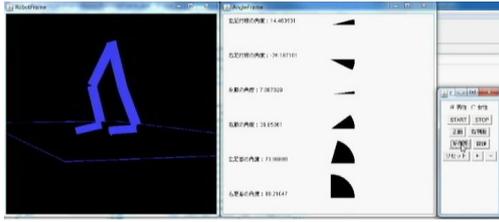


図3 下肢動作推定結果の可視化

4) 2)で取得した歩行データを用い、歩行時の足圧データから感情抽出に活用できる特徴について分析を行った。歩行領域の正規化を行うソフトウェアを実装するとともに、5つの歩行データ特徴（重心点移動の加速度、踵接地から最大足圧到達までの時間など）に注目し、感情推定を実現するソフトウェアシステムの構築にあたった（図4）。

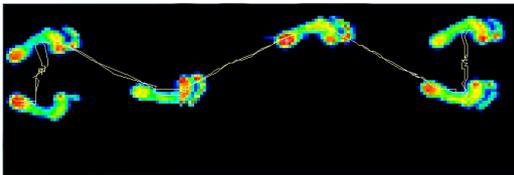


図4 歩行特徴（重心移動）

#### (3) デジタルサイネージ応用への展開

研究開発に取り組んできた歩行者感情の活用シナリオとして、デジタルサイネージにおける、歩行移動する人間と並進するような情報提示モデルを考案した。

これまでのデジタルサイネージシステムにあっては立ち止まり対面している人間への情報提示に限られていた。歩行中にも有用な情報を提示することの応用可能性、さらにはそのような場面で求められる技術的項目を整理した。具体的には、歩行者の体格や相対位置関係を手がかりに、提示する情報をカスタマイズするといったインタラクティブメディアをデザインし、実装に取り組んだ。これによってデジタルサイネージの新たな可能性を示すことができた。

#### (4) 成果の公表

学術論文発表の他、一般市民に向けた発表の機会として、しまね情報分野産学交流会2012、HISS2012シンポジウムでの研究室展示（図5）、中学生を対象にした研究活動紹介イベント（2014年）において、デモンストレーションを含む成果の紹介を行った。

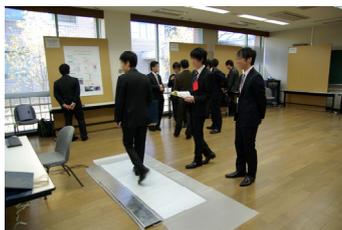


図5 システム展示

## 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 2件）

① K. Ibara, K. Kanetsuna, and M. Hirakawa, "Identifying Individuals' Footsteps Walking on a Floor Sensor Device," Lecture Notes in Computer Science, Volume 8210, Springer, pp. 56-63, 2013. DOI: 10.1007/978-3-319-02750-0\_6

② M. Oikawa, N. Tanijiri, and M. Hirakawa, "Estimation of Lower Body Motion during Walking on a Floor Sensor Device," ICIC Express Letters, Vol. 6, No. 12, pp. 3027-3031, 2012. URL: <http://www.ijicic.org/el-6%2812%29.htm>

〔学会発表〕（計 4件）

① M. Hirakawa, "Multimodal + Multimedia + Sensors = Pleasant Interfaces," Proc., 2013 International Conference on Advances in ICT for Emerging Regions, pp. 272-276, 2013年12月11日～12月15日, コロンボ市（スリランカ）（招待講演）。

② 井原熙隆, 兼綱健太, 下村優矢, 平川正人, "フロアセンサ上を移動する歩行者の靴領域追跡ならびに下肢動作の推定," HISSシンポジウム, 2012年11月17日～11月18日, 岡山県立大学（総社市）。

③ M. Oikawa, N. Tanijiri, and M. Hirakawa, "Human Gait Estimation by Footstep Tracking on a Floor Sensor Device," Proc., apCHI2012, pp. 379-387, Vol. 2, 2012年8月28日～8月31日, くにびきメッセ（島根県）。

④ 平川正人, 多様な入力様式を用いたシステム対話技術, しまね情報分野産学交流会, 2012年3月15日, くにびきメッセ（島根県）。

〔図書〕（計 0件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

○取得状況（計 0件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：

取得年月日：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.cis.shimane-u.ac.jp/~hirakawa/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

平川 正人 (HIRAKAWA, Masahito)

島根大学・大学院総合理工学研究科・教授

研究者番号：30173222

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号：

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：