

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 29 日現在

機関番号：53301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25750260

研究課題名(和文) 感圧ウェアによる感情認識手法の開発と高齢者見守りシステムへの応用

研究課題名(英文) Emotion recognition by pressure-sensitive conductive clothes and applied to the watching system for aged people

研究代表者

越野 亮 (KOSHINO, Makoto)

石川工業高等専門学校・その他部局等・准教授

研究者番号：90369968

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、短時間の強い感情であり行動や生理の変化などに表出される情動について認識を試みた。一般的な服と変わらず扱うことができる感圧導電性衣服を着用することで、非言語的行動である身体の動きを計測した。感情を快適性と覚醒性の2つの軸で表すラッセルの円環モデルにより感情を記録した。計測した身体の動きと記録した感情から、機械学習による感情の認識を行った。

研究成果の概要(英文)：In this study, we tried to recognize the emotion that represents a strong emotional behavior and physiological changes in a short period of time. The body's movements as non-verbal behavior were measured by wearing a pressure-sensitive conductive clothes same as a feeling of common clothes. The emotion was recorded by the circumplex model of Russell represented on two axes of pleasure-unpleasure and arousing-sleepy. Emotion was recognized using machine learning by recording the movement and the emotion.

研究分野：スマートフォンインテリジェンス

キーワード：感圧導電性衣服 情動認識 機械学習 ラッセルの円環モデル

1. 研究開始当初の背景

近年、高齢の独居老人が緊急時に助けを呼べず孤立死するケースが多く発生しており、遠隔地の高齢者が健常かどうかを知りたい、見守りたいというシステムが望まれている。一方、精神的な状態を把握したいという要望もある。すなわち、楽しく生活しているか、充実した生活をしているか、精神的な問題が発生していないかという身体的以外の感情的な面もサポートしたいというものである。

2. 研究の目的

本研究ではこのような感情を認識する方法として、感情心理学の分野におけるラッセルの「感情の円環モデル」を用いる。円環モデルでは、快/不快と覚醒/眠気の2つの軸ですべての感情を分類したものである。本研究では、この心理学のモデル(理論)に基づき、感圧ウェアと、持ち運び可能な超小型かつ省電力なセンシングデバイスを用いて感情を認識するシステムを開発する。

3. 研究の方法

感圧導電性繊維は繊維中に導電性の高い金属や黒鉛を分散する方法やステンレスなど金属繊維を使用する方法、繊維表面を金属で被覆するなど電気を通す性質を得ている。導電性繊維は導電性と伸縮性という性質から静電気の防止や付着した埃の除去、タッチペンの先端部、電磁波シールドなどに用いられている。

感圧導電性繊維に圧力やひずみ加わることによって、混紡された繊維内の導電性繊維同士が接触する。導電性繊維の接触具合の変化により抵抗値が線形的に変化する特性をもつ。感圧導電性繊維で作られた感圧導電性衣服を用いて着用者の動きを計測した。

感圧導電性衣服の電気抵抗は計測箇所を挟むように2箇所電極を取り付け、その電極間の電圧値から抵抗値の変化を計算する。電極として取り外しが容易である金属製のスナップボタンを用いた。感圧導電性衣服を着用し伸び縮みが発生していない平常時では電気抵抗は大きく、伸びが発生すると小さくなる。また縮みが発生すると更に小さくなる。

計測箇所は腕の上下や関節の曲げ伸ばしをすることで服が伸びる部分や布同士が接触する部分として、図1のように左右の肩、肘、腰付近を測定する箇所として選択した。電極間の距離は10cmとして2箇の電極を1つの計測箇所を挟むように取り付けた。

電気抵抗の変化を計測するためにマイコンであるArduinoFioを用いて計測器を製作した。感圧導電性衣服の抵抗と値が変動しない抵抗器を直列に接続し、一定の電圧を常にかけることで電圧値として抵抗値の変化を計測する。計測した値は通信モジュールであるXBeeを介してPCへ送信、記録した。計測箇所ごとに計測回路(図2)を設計し、ArduinoFioのシールドとして製作した。



図1. 感圧導電性衣服

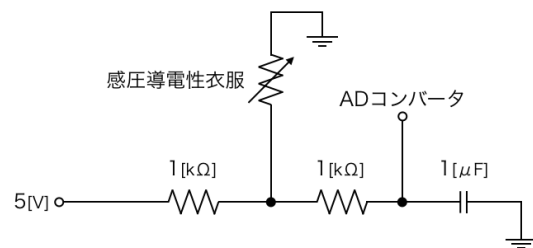


図2. 感圧導電性衣服の計測回路

感圧導電性衣服と計測機器を配線することで計測する。計測時のサンプリング周波数は100Hzとした。

4. 研究成果

感圧導電性衣服を用いた感情認識を行うため評価実験を行った。感圧導電性衣服を用いた身体の動きの計測と、ラッセルの円環モデルと経験抽出法を用いた感情の記録を行った。経験抽出法とはチクセントミハイらが提唱した心理学の調査手法である。一定期間内での自分の感情などの状態を繰り返し自己報告するという方法で、時間の推移による感情の変化を分析することができる。

本研究では、被験者を19歳から22歳の男性5名とし、研究室内で感圧導電性衣服を着用しながら、10分毎にスマートフォンのアラームを鳴らし、スマートフォンに快適性(快適-不快)と覚醒性(覚醒-不快)の値と、感圧導電性衣服の計測値を、1人あたり5時間、記録した(図3)。

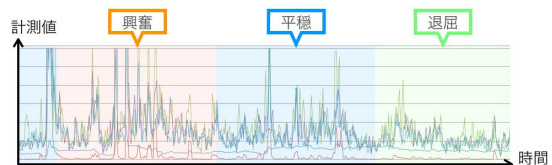


図3. 感圧導電性衣服と感情の記録結果

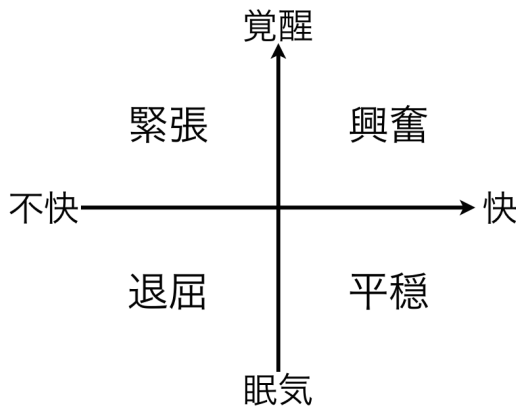


図4. 4つに分類したラッセルの円環モデル

記録した快適性と覚醒性から、図4のようなラッセルの円環モデルの平面上において左上を興奮、左下を平穩、右下を退屈、右上を緊張という4種類の感情に分類した。本研究では4つの感情認識を対象としたため、4つの感情に分類できない境界線上(快適性と覚醒性のどちらか片方でも0)となるデータは除外した。5名の被験者が5時間の間で10分毎に記録したため、記録件数は合計150件となった。1件のデータは1つの感情を記録した10分間の感圧導電性衣服による計測値である。150件の内訳は、興奮が66件、平穩が20件、退屈が16件、緊張が21件、境界線上が27件であった。なお、興奮に多く分類された理由は、研究室室内での活動において快適かつ覚醒している感情になることが多くあったためと考えられる。感情ごとの記録件数のばらつきをなくすために、感情ごとに10件ランダムに選択し、合計40件とした。

機械学習の前処理として特徴量を計算した。感圧導電性衣服の6箇所の計測値から、平均、分散、周波数成分(4種類)、零点交差率、積分という計8つの特徴量を計算した。これらの特徴量は行動認識の研究で一般的に用いられているものである。周波数成分はハミング窓をかけ高速フーリエ変換による周波数分析を行った。周波数分析の結果から5Hz~8Hz, 9Hz~16Hz, 17Hz~32Hz, 33Hz~64Hzという4つの範囲に分け周波数成分を計算した。

10分間の記録件数1件における学習データ数は10分×60秒×100Hz=60,000個である。学習データは40件にしたため、学習データの個数は40件×60,000=2,400,000個となった。

なお、特徴量計算には行動情報処理ツールであるHASC Toolを用いた。記録結果と計測結果の特徴量から機械学習を行った。決定木、Random Forest、Multilayer Perceptron (MLP)、サポートベクターマシン(SVM)による機械学習を行い、交差検証(交差数10)による精度評価と比較を行った。機械学習にはWekaを使用し、パラメータはすべてデフォルト値で行った。MLPのパラメータとしては、入力変

数の数は計測箇所×特徴量の種類 = 6 × 8 = 48, 出力のカテゴリ数は4種類の感情のため4つ、隠れ層のユニット数は(入力変数の数+出力のカテゴリ数)/2 = (48 + 4)/2 = 26, 学習率は0.3, 繰り返し回数は500である。SVMはLibSVMを使用した。デフォルトのパラメータとして、コストパラメータは1.0, ガンマ値は1/入力変数の数=1/48であった。このとき、精度は適合率46.8%, 再現率は45.5%, F値は45.2%となった。デフォルトのパラメータでは、比較的低い精度になったため、パラメータの最適化を行った。まずは、コストパラメータを 10^{-5} から 10^{15} の範囲、ガンマ値を 10^{-13} から 10^3 の範囲で、いずれも 10^2 ごとにパラメータを変更して学習した結果、最も精度が良かったコストパラメータは 10^5 , ガンマ値は 10^{-5} であった。この最も精度が良かったパラメータ付近をさらに細かく、コストパラメータを 10^4 から $10^{6.5}$ の範囲、ガンマ値を 10^{-6} から $10^{-4.5}$ の範囲で、いずれも $10^{0.5}$ ごとに変更して学習した結果、本実験における最適なパラメータとして、コストパラメータは 10^5 , ガンマ値は 10^{-5} を得た。

5人の学習データをまとめて、4種類の感情について機械学習、交差検証を行った結果を表1に示す。

表1. 識別器ごとの感情の分類精度[%]

	適合率	再現率	F値
決定木	78.7	78.5	78.5
Random Forest	74.2	74.1	74.2
MLP	63.4	62.8	62.5
SVM	55.6	54.4	54.0

4種類の感情の分類精度はF値は決定木が78.5%と最も高く、次にRandom Forestの74.2%, MLPの62.5%, SVMの54.0%となった。

SVMではパラメータのチューニングは行っているが、48種類すべての特徴量を使ったものであり、最適な特徴量に絞り込むことで、より一層精度が向上すると考えられる。また、Random Forestについてもパラメータをチューニングすることで、精度は向上する可能性がある。

最も高い精度となった決定木について、4種類の感情それぞれの適合率、再現率、F値を表2に示す。

表2. 4種類の感情に対する分類精度[%]

	適合率	再現率	F値
興奮	75.7	72.8	74.2
平穩	87.2	76.6	81.6
退屈	81.1	87.3	84.1
緊張	72.9	75.4	74.1
平均	78.7	78.5	78.5

また、生成された決定木について、深さを3までとし図5に示す。

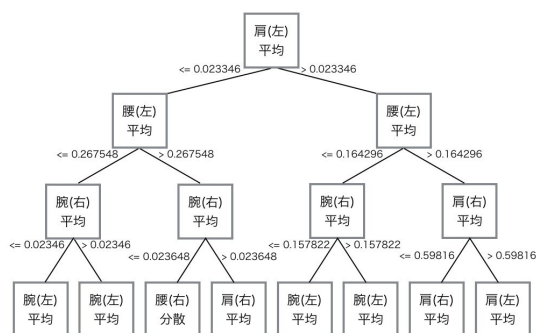


図5. 感情を分類する決定木 (深さ3まで)

決定木は分類能力の高いノードがなるべくルート付近になるように生成されるため、図5に生成された決定木から、感情の認識には特徴量として平均値が特に重要であることがわかった。図5より、計測部位としては主に身体の左側の部位が重要であるように思われるが、5人まとめた学習データではなく、各自それぞれの決定木を生成すると右利き4人のうち2人は右側、残り2人は左側の部位が多く選ばれ、利き腕の反対側の部位が重要ということではなかった。

計測した身体の動きから求めた平均値が有効だったことから、周波数成分や零点交差率といった動きの速さやリズムに比べ、身体の姿勢の方が感情認識には有効であると考えられる。この理由として、研究室内で実験を行ったため、歩くなどの動作は比較的少なく、あまり動作が少ない姿勢が感情に大きく影響していると考えられる。

本研究の結果では、科学的根拠はいえないが、ある程度の姿勢と感情についての関係性を示すことができた。

今後の課題として、Random Forest や SVM において、最適な特徴選択やパラメータ選択をすることで、より一層の精度向上を目指す。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)

越野 亮, 山本晃平, "感圧導電性衣服と機械学習による情動認識", 知能と情報, 査読あり, 2015.12. (採録決定)

〔学会発表〕(計 3 件)

山本 晃平, 越野 亮, "感圧導電性衣服による活動状況の認識", 日本経営工学会北陸支部・学生研究発表会, 2014年2月22日, 金沢

山本 晃平, 越野 亮, "感圧導電性衣服を用いた感情認識の取り組み", ファジィシステムシンポジウム, 2014年9月2日, 高知

山本 晃平, 越野 亮, "感圧導電性衣服を用いた感情認識", 日本知能情報ファ

ジイ学会 / 第3回人間共生システムデザインコンテスト & 第18回HSS研究会, (ポスター & インタラクティブセッション) 「クリエイティブ賞受賞」, 2015年3月10日, 富山

6. 研究組織

(1) 研究代表者

越野 亮 (KOSHINO, Makoto)

石川工業高等専門学校・その他部局等・准教授

研究者番号: 90369968