

立位における上半身姿勢のオンライン可視化および評価

○宮入恭祐*1, 野澤秀隆*2, 白鳥敬日瑚*2, 山崎公俊*1

*1信州大学工学部, *2 マイクロストーン株式会社

要旨：本稿では、立位での上半身姿勢の計測システムおよび、計測結果のオンライン可視化、評価手法について述べる。上半身姿勢の計測システムには、LEDを取り付けた装具と、三次元距離画像センサを用いることとし、背すじの形状状態についてオンライン可視化を行う。評価手法としては、SVMを用いた姿勢の4値分類をし、姿勢の予測を行った。

キーワード：人間の姿勢、ケンダルの姿勢分類、SVM

1. はじめに

近年、日本では寿命伸長が起き、高齢人口が増加している。その中でも、長野県は平均寿命が男性全国第2位、女性全国第1位とトップクラスの長寿県である[1]。しかし、健康上の問題で日常生活が制限されることなく生活できる期間を指す健康寿命では、男性全国第20位、女性全国第27位と高い順位ではない[2]。

健康寿命が短くなる要因の一つに、歩行中に転倒することによりケガを負い、その後寝たきり状態になるケースがある。それを防ぐ方法として、歩行の改善を促す仕組みが提案されてきている。その実現例として、歩行中の人間の腰および背中にモーションセンサを装着させ、歩行している最中の時系列の動き情報から、歩行の質を見出そうとする試みがある[3]。ただし、歩行の質は様々な要因によって決まると考えられる。よって、腰部・背中部の動きだけでわかることには限りがある。

本研究の目的は、上述の歩行計測器に追加すべき新たな機能として、人間の上半身の姿勢を定量的に計測可能にすることである。将来的には、腰部等の動きの特徴と合わせて、歩行の質を評価できる仕組みへと展開したい。また、背すじの形状状態をオンラインで提示して、よりよい姿勢をとるための助言をおこなうシステムなどへの適用も考えられる。

2. 上半身の姿勢推定

2.1. 計測システム

従前の歩行計測器は、被計測者の上半身に装着する装具を用いる。そこで、その装具の背骨に近い位置に複数のLEDを取り付け、画像処理用のマーカとして使用する。一方で、被計測者の背面側に三次元距離画像センサを設置する。すなわち、被計測者の背面を撮影したカラー画像および深度画像を得て、それらから背骨付近の前後方向の形状を推定し、姿勢を数値的に表現する。

実際の取り付け状態を図1に示す。縦に並んだLEDテープを2列取り付け、カラー画像からLED部分の画

像座標を求め、深度画像からその座標の奥行きを求めることで、背すじの計測データを得る。

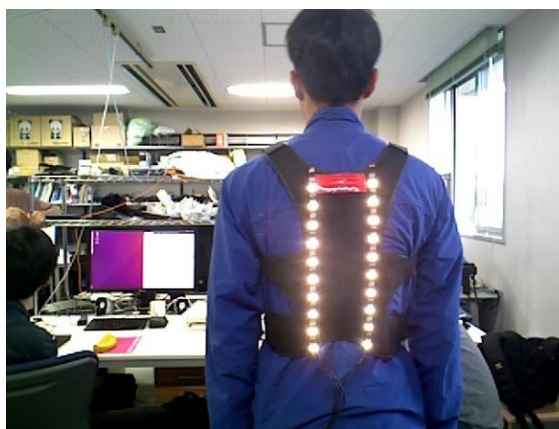


図1 LED取り付け状態

2.2. 姿勢の分類クラス

背すじの計測データを用いて姿勢の分類を行うにあたり、4種類の姿勢を指標とする。この元となるのは、姿勢分類の指標の1つとして知られているケンダルの姿勢分類[4]である。ケンダルの姿勢分類では、骨盤状態を見る必要があるが、本研究では腰より上の部位の計測データしか得られないため、骨盤状態が含まないように簡略化する。そして、分類クラスを「正しい姿勢」「猫背姿勢」「腰つき出し姿勢」「胸つき出し姿勢」の4種類とする。

2.3. 特徴量と分類手法

上記の4クラスの分類を行うために、計測データから特徴ベクトルを得る。手順は次のとおりである。まず、計測データから、センサー被計測者間の距離の平均を求め、LEDの座標の奥行きを平均分だけ平行移動する。こうすることで、得られるベクトルをセンサー被計測者間の距離に対して不変にする。なお、LEDは左右に二列並んでいるので、高さごとに平均を取り、一つの高さにつき一つの値が出るようにする。次に、標準化したのち、主成分分析により次元削減を行う。標準化、主成分分析を行うことで、特徴抽出を容易に

する。これらの処理を行った結果を特徴ベクトルとする。

分類器には、非線形 SVM を利用する。カーネルは RBF とする。分類器の学習には訓練データを必要とするため、上述した 4 つのクラス「正しい姿勢」「猫背姿勢」「腰つき出し姿勢」「胸つき出し姿勢」のそれぞれについて、72 個の背すじの計測データを収集し、訓練データとする。

3. 姿勢の可視化および予測の実験結果と考察

3.1. 姿勢の可視化

LED に番号を付け、各列頭側から 1 番、腰側を 10 番とした。4 つの姿勢を意識してとったときの計測データを図 2 の (a) (b) (c) (d) に示す。(a) が「正しい姿勢」、(b) が「猫背姿勢」、(c) が「腰つき出し姿勢」、(d) が「胸つき出し姿勢」である。左の写真が実際の姿勢であり、右のグラフは、LED 番号 10 番を基準とした、背すじの形状である。縦軸は LED 番号であり、横軸は各 LED における背すじの水平方向の計測値 [mm] である。

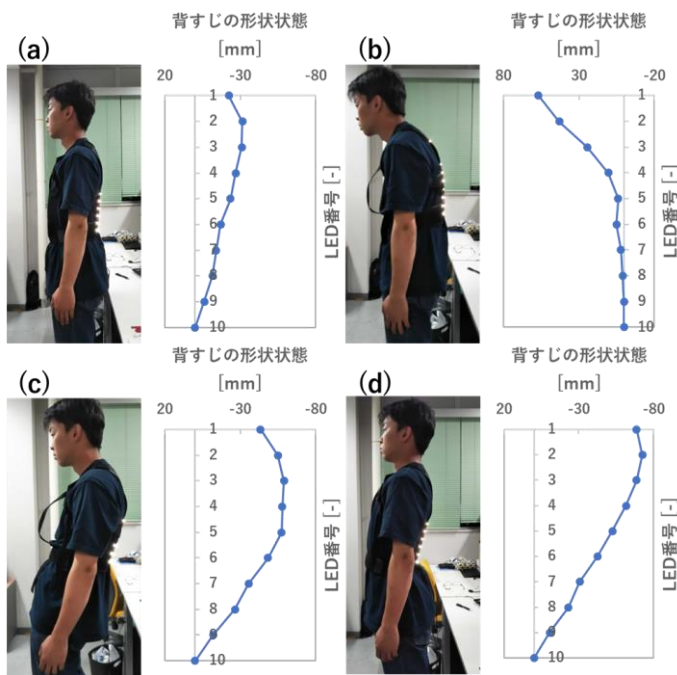


図 2 各入力姿勢と背すじの形状状態

3.2. 姿勢の予測

図 3 は、学習済みの SVM が持つ分類境界を可視化したものである。四角がラベル 1 の「正しい姿勢」、三角がラベル 2 の「猫背姿勢」、丸がラベル 3 の「腰つき出し姿勢」、バツ印がラベル 4 の「胸つき出し姿勢」を示している。また、色付きのマークが学習データであり、黒色のマークで示しているものが、図 2 の (a) から (d) の状態のときのデータである。図 3 から分か

るように、各姿勢を意識した入力に対して、予測の結果が当たっていることがわかる。

3.3. 実験結果の考察

姿勢の可視化については、2.1 節で述べた計測システムで行うことが可能であると分かった。姿勢の予測については、今回の実験で作成した学習データを用いた場合、分類をした 4 姿勢のどれかに近い入力姿勢をとったときには、予測の結果が当たることが多かったが、学習データにないような姿勢をとったときには、「腰つき出し姿勢」と予測された。原因は、学習データの「腰つき出し姿勢」のデータのばらつきが大きいと考えられる。図 3 から分かるように、腰つき出し姿勢と予測される領域が大きくなっている。解決策としては、各姿勢のデータ数を増やし、より汎化させることが考えられる。

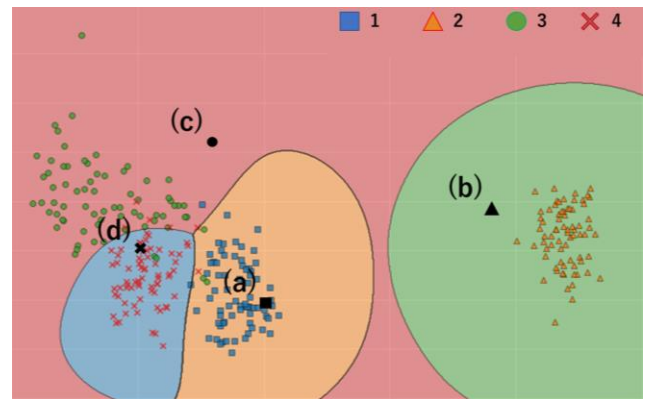


図 3 姿勢の予測結果

4. まとめ

本稿では、LED が取り付けられた装具と三次元距離画像センサを用いた計測システムにより、背すじの形状状態を数値的に表現することが可能であることを確認した。また、数値化した形状状態を用いて、姿勢の分類、予測を行った。

参考文献

- [1] 2017 年厚生労働省「平成 27 年都道府県別生命表の概況」
- [2] 2018 年厚生労働省「第 11 回健康日本 21（第二次）推進専門委員会 資料」
- [3] マイクロストーン株式会社、歩行ケア
- [4] ケンダル、マクレアリー、プロバンス著、栢森良二監訳、ケンダル筋:機能とテスト：姿勢と痛み、西村書店、2006