

開眼片足立ち測定 of 自動化

小穴 純豊[†] 藤田 悠[†] 芦田 和毅[†] 寺沢 宏次[‡]

長野工業高等専門学校 電子情報工学科[†] 信州大学 教育学部[‡]

1 はじめに

現在、世界中で健康教育と呼ばれる、地域住民の健康寿命を延ばすための取り組みが行われている[1]。日本では健康教育の一環として、65歳から79歳の高齢者を対象に握力測定、長座体前屈、上体起こし、開眼片足立ち、10メートル障害歩行、6分間歩行の6種類の体力測定が行われている。現状では、記録の測定や入力が手作業で行われているため、正確さや時間の面で様々な問題点がある。

体力測定の一項目である開眼片足立ち[2]の測定は、実際に測定を受ける被測定者と、測定が正しく行われているかを確認する測定者からなる。測定者は、被測定者の手が腰から離れていないか、軸足の位置がずれていないか、上げた足が軸足や床に触れていないか、の3つの条件を常に確認する必要がある。これらの条件の判定は測定者の裁量によって変わってしまうため、記録にばらつきが出てしまうことや、確認項目が多いことから測定者の負担が大きいことが問題である。

本稿では、測定用の台と OpenCV の機能を用いたプログラムを組み合わせることによって軸足がずれていないかの確認を自動化する手法を検討する。

2 本研究の位置付け

本研究は、本校で開発を行っている6種類の体力測定の結果を集約するシステムのうち、開眼片足立ちに関する取り組みである。

このシステムは体力テストの測定結果を各測定器に接続されている、TWELITE と呼ばれる無線マイコンモジュールを用いて中央コンピュータに集約し、Excel ワークシートとして出力する。各測定器と中央コンピュータ間の通信が可能になっており、現在は測定器から送信された測定結果を変換し、書き込む処理の実装段階である。

Automate the Measurement of One-leg Standing Test

[†]Sumito OANA [†]Yutaka FUJITA [†]Kazuki ASHIDA

[†]Department of Electronics and Computer Science, National Institute of Technology, Nagano College

[‡]Koji TERASAWA

[‡]Faculty of Education, Shinshu University



図1 測定用の台

3 計測の方法

図1に示すような縦22cm、横36cm、高さ11cmの台を用意し、その上で計測する。被測定者が高齢であるため、バランスを崩したときの安全を確保する必要がある。そこで、広い範囲を撮影することのできる広角レンズを装着したカメラモジュールを2台用いることによって台の高さを可能な限り低く設計した。上板として半透明の亚克力を用いることで、靴底以外の不要な映像を映り込みにくくしてある。

本研究では次のような手順で測定する。

- 手順1. 台の底に設置した2台のカメラモジュールを用いて靴底を前後に分けて撮影する。
- 手順2. 画像をグレースケール画像に変換する。
- 手順3. グレースケール画像に対し二値化処理を行う。
- 手順4. 二値化した画像から靴底の輪郭を取得し、輪郭を包含するような矩形を描画する。
- 手順5. 輪郭内の面積と、矩形の対角にある2点の座標を取得する。
- 手順6. 面積と点の座標を1つ前の画像のものと比較する。
- 手順7. 計測開始から120秒経過するか、比較結果が一定の基準を満たしたときに軸足の位置がずれたと判断して計測を終了する。

4 課題と解決方法

撮影した画像には照明の位置や光の強さによって影が映り込んでしまうことがある。映り込んでしまった影に対して処理を施さなかった場合、影の位置や濃さによっては靴底として認識されてしまい、実際の輪郭とは異なる輪郭が取

得されてしまう。そのため、OpenCV の関数を用いて二値化する際に、適切な閾値を与える必要がある。そこで、関数に与える閾値の算出方法を2種類考案した。考案した手法を以下に示す。

(1) 濃度の平均値を用いて閾値を算出する手法

靴底の中心付近の1点と、そこから等距離の上下左右斜め8点の濃度を取得し、平均値を閾値とする。本稿ではこの手法を平均法と呼ぶ。

(2) 同心円状に走査し、閾値を算出する手法

靴底の中心付近の1点から外側に向かって濃度を確認していき、濃度が大きく変化したら走査を中止する。その後、走査中に観測した濃度の値をもとに閾値を算出する。本稿ではこの手法を走査法と呼ぶ。

5 検証実験

考案した手法の効果を確認するため、蛍光灯の真下で靴のみを置き、体の影が映り込まない環境で撮影した画像(以降基準画像)と、通常の撮影画像を二値化し、靴底の輪郭内の面積を比較した。対象とした靴は、図2のように靴底が単純な模様と、図3のように複雑な模様である。靴底を蛍光灯の点灯と消灯を切り換え、照明の有無を変えて撮影した、それぞれ100枚の計400枚にて検証した。



図2 単純な模様



図3 複雑な模様

考案した手法の比較対象として OpenCV に用意されている、THRESH_OTSU オプションを用いる。THRESH_OTSU オプションは天津の方法と呼ばれるアルゴリズムを用いて、閾値を自動で導出することができる。

表1のような実行環境で平均法、走査法および THRESH_OTSU オプションを用いて二値化処理を行った。このとき、解像度が 640×480 の画像一枚に対する処理速度は 30[ms]から 60[ms]程度であった。

表1 実行環境

CPU	i5-7200U 2.50GHz
OS	Windows 10
メモリ	8GB

二値化処理による輪郭抽出の正解率を表2に示す。本検証実験では輪郭内の面積の誤差が基準

表2 各手法の正解率

手法		平均法		走査法		OTSU	
		有	無	有	無	有	無
模様	単純	92%	73%	96%	83%	95%	82%
	複雑	45%	34%	46%	39%	54%	31%

画像の1%以内であれば正解とした。いずれの場合でも、照明の有無を比較すると照明が無いときの正解率が低くなっていることがわかる。また、靴底が複雑な形状をしている場合の正解率が低くなっていることから、閾値が適切に導出されにくいことがわかる。

6 考察

検証実験の結果より、濃い影が映り込んだ場合に、靴底として認識されてしまうため算出精度が悪くなることがわかった。そのため、影を薄くする、映り込みを防ぐ等の工夫が必要である。また、靴底の模様が複雑な靴では、それが単純な場合と比較してグレースケール化した際、靴底の輪郭内の濃度にばらつきがある。考案した手法は濃度にばらつきがあると適切な閾値を設定しにくくなるため、何らかの処理を施して靴底を単純な模様近づける必要がある。

7 今後の展望

測定用の台に光源としてLEDテープを設置し、影を薄くする、あるいは映り込ませないようにして精度の向上を試みる。台の底面、天板の上面、側面などにLEDテープを貼り付けて同様に撮影を行ったところ、天板の側面に貼り付けたとき、閾値の算出精度に向上が見られた。今後はLEDの色や明るさを変更して閾値の算出精度が向上するかどうかを確認する。

さらに、足が動いたかどうかを判断するプログラムを実装する。靴底の面積と座標を取得できているため、それらを用いてずれを導出する手法を考案し、実装する。

参考文献

- [1] Kickbusch I, "Health promotion: a global perspective", Canadian Journal of Public Health 77, pp. 321-327 (1986).
 [2] 新体力テスト実施要項 (65歳~79歳対象)
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/spor_sp/detail/_icsFiles/afieldfile/2010/07/30/1295079_04.pdf