

Webカメラを用いた歯磨き支援システムの開発

三上 和真† 田村 仁†

日本工業大学 創造システム工学科†

1. はじめに

十分な歯磨きをするためには、一か所につき最低 10~20 回 5~10mm 程度の間隔で小刻みに歯ブラシを動かし磨く事が必要とされている[1]。しかし十分な歯磨きが出来ている人は少なく、虫歯での来院患者は年々絶えない。これを改善すべく本研究を行う。

本研究は歯磨き動作を定量的に計測し、利用者に対して良い歯磨き動作になるよう提示し、さらにゲーミフィケーションを利用して習慣づけさせることを目的とする。既存のもので加速度センサを用いた歯磨き利用者支援アプリがある[2]が、本研究では Web カメラで歯磨きの動作を認識させる。これによりカメラ付きノートパソコンやスマートフォンなどを所持している人がコストをかけず使う事ができ、利用者の増加が期待出来る。

2. 開発システムの概要

良い歯磨き動作の検査項目は、歯ブラシを動かす回数、距離とする。一か所を往復で 20 回（片道で 1 回とし、合計 40 回）、5~10mm 程度の間隔で小刻みに動かしているかを検査する。検査には PoseNet を用いる。PoseNet とは Google が公開している、Web ブラウザでリアルタイムに人間の姿勢推定が可能な機械学習モデルである。

本研究は 40 回、5~10mm の程度の間隔で歯を磨くとキャラクタに経験値が入るシステムである。

磨いた回数を表示し、40 回溜まるとリセットされ経験値が取得できる。5~10mm 程度で小刻みに磨かないと磨いた回数は増えない。また測定 On、Off を切り替えるスイッチを用意する。On の時は青色、Off の時は赤色に変化する。キャラクタ育成意欲をユーザに与えることで、良い歯磨きの習慣化が期待出来る。図 1 にシステムのイメージを示す。



図 1 システムのイメージ

3. 予備実験

システム製作をするにあたり、カメラの映像が製作可能なフレームレートでブラウザ上に出力されるのかを、公開されている PoseNet のデモを用いて、確認をした。CPU は Intel Core i7-6700 3.40GHz で、実装 RAM は 16GB、GPU は NVIDIA 社製 GeForce GTX 1060 を使用し、Web カメラは LOGICCOOL HD ウェブカメラ C615 を使用した。

PoseNet は PC の環境に合わせてパラメータを設定できる。予備実験で設定したパラメータを図 2 に示す。

PoseNetのパラメータ		
	PC	スマートフォン
algorithm	single-pose	single-pose
mobileNetArchitecture	0.75	0.5
outputStride	16	16
imageScaleFactor	0.5	0.2

図 2 予備実験時の PoseNet のパラメータ

結果、PC では 14~16fps、スマートフォンでは 11~13fps で動作する事が確認出来た。

システム製作をするにあたり、PC での出力されたフレームレートは問題ないことが分かった。スマートフォンでの出力されたフレームレートは問題ない値ではあるが、姿勢推定の精度を低く

Development of toothbrushing support system using camera
Kazuma Mikami†, Hitoshi Tamura†
Nippon Institute of Technology Innovative Systems
Engineering†

しなければならない為、現状ではシステム製作に適していないことが分かった。よって本研究ではPCのみでのシステム製作を行っていく。

4. システム構築

Posenet のデモのソースコード [3] をもとに、ブラッシングを測定するシステムを製作した。手首と目の座標をリアルタイムで取得しブラウザ上に表示させる。1 フレーム前の手首の座標との差から歯ブラシが 5~10mm 程度の間隔で動いているかを測定し、左右の目の座標の差から、利用者と Web カメラとの距離を判断する。これら 3 点の座標から、理想的なブラッシング出来ているかを測定し、出来ていた場合のみ磨いた回数へカウントする。

5. 実験

ブラッシングの回数を正しく測定できるか、システムの動作確認を行った。想定される問題として、Posenet での姿勢推定をする際に、体を動かしてなくても、常に座標が小刻みに揺れる為、実際のブラッシング回数と誤差が生じることや手首を動かしてなくても回数がカウントされてしまうことが予想される。よって本実験ではブラッシング時と静止時の 2 通りをそれぞれ 15fps で 10 秒間の測定を行い、混合率、再現率、正確率を求めた。15fps でカメラ映像が描画され、10 秒間の測定なので、150 枚カメラ映像が描画される。この 150 枚の内、何枚が静止時に回数をカウントしてしまうかで、座標のブレによる誤認識の割合を調査した。また利用者と Web カメラの距離により、座標のブレによる影響が変化することを考え、左右の目の座標の差が 40, 60, 80 の 3 パターンで各 5 回ずつ測定を行った。本実験ではこの目の座標の差を a とする。測定後、混合率、再現率、正確率の平均値を求めシステムの性能評価を行った。実験時の画面を図 3 に示す。



図 3 実験時のシステム動作画面

使用した PC と Posenet のパラメタは予備実

験に使ったものと同じ環境で測定した。理想となるブラッシングをする為、ものさしを固定し、10mm 間隔をあけてストoppaをつけた。歯ブラシにもストoppaをつけ、ストoppa間を行き来するようブラッシングを行った。

6. 実験結果

実験結果のグラフを表 1 に示す。

表 1 3 パターンでの平均値の比較

	混合率	再現率	正確率
a = 40	0.834	0.2	0.667
a = 60	0.832	0.159	0.671
a = 80	0.848	0.115	0.652

静止時の座標のブレによる誤認識は、150 枚の内目の座標の差 40 の時が 0~5 枚、60 の時が 1~10 枚、80 の時が 1~11 枚という結果になった。

7. おわりに

想定していた座標のブレによる誤認識は、余程 Web カメラから離れて測定しない限り問題ないことが分かった。表 1 を見ると 3 パターンとも正確率の平均値は約 70%であった。約 30%の誤測定があった原因として、システム構築で使用したデータ量が不足していたことが原因であると考えられる。また今回の実験で使用したシステムは、前歯を磨いた回数しかカウントすることが出来ない。本研究は正しいブラッシングを習慣化させる歯磨き支援システムの開発を目的としているため、前歯だけではなく、奥歯などあらゆる部分の磨いた回数を測定できるようにならなければならない。今後はさらにデータ量を増やし、多くの部分の測定ができ、より正確な測定が可能なシステムを目指す。

参考文献

- [1] How to Appropriate dentifrice the teeth, <<http://clinica.lion.co.jp/oralcare/hamigaki.htm>> (accessed 2018-6-11)
- [2] G・U・M PLAY, <<http://www.gumplay.jp>> (accessed 2018-4-23)
- [3] <<https://github.com/tensorflow/tfjs-models/tree/master/posenet>> (accessed 2018-6-11)