

運動過程をフィードバックする 筋力トレーニング支援システム

2021/02/12

情報システム工学科 椋木研究室

67170290 田邊 英介



研究背景

筋力トレーニングは正しいフォームで行うことが最も重要

- 筋肉を効率的に鍛える
- 怪我をしない

個人でトレーニングを行う際、自分のトレーニングのフォームが正しいかどうか判断することは難しい

研究目的

運動過程を検出してリアルタイムにフィードバック



ユーザが正しいフォームでトレーニングする支援システム

従来のトレーニング支援システム^[1]

体幹トレーニングの姿勢支援を行う

●特徴

- 参考書のトレーニング画像と実際の映像の姿勢から3次元モデルを生成
- 照らし合わせてユーザに示す
- 姿勢の違いをユーザが後から確認

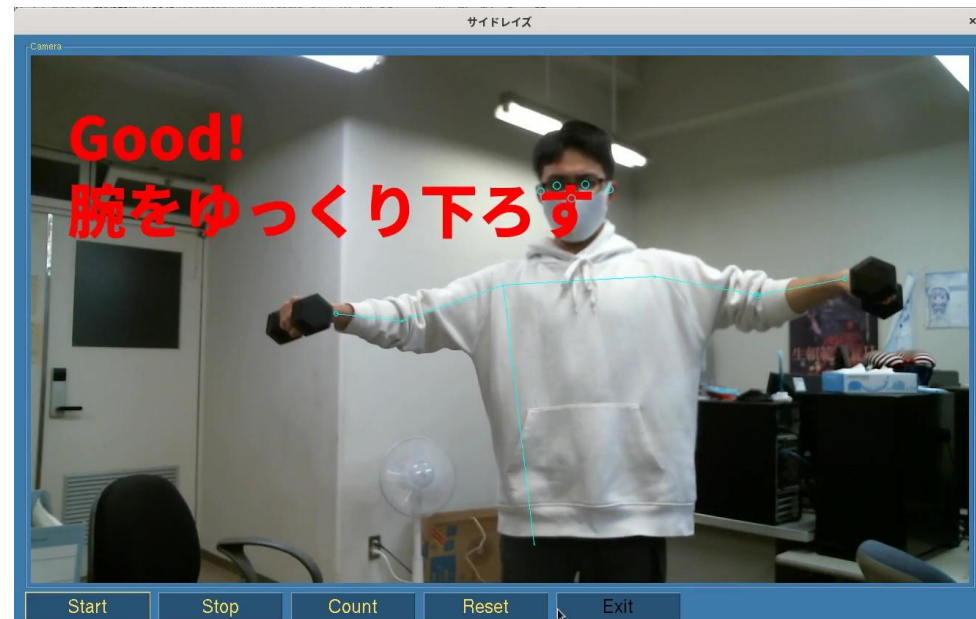


本研究の位置づけ

運動過程をリアルタイムに逐次フィードバック



正しいフォームから外れない
ようにシステムが支援



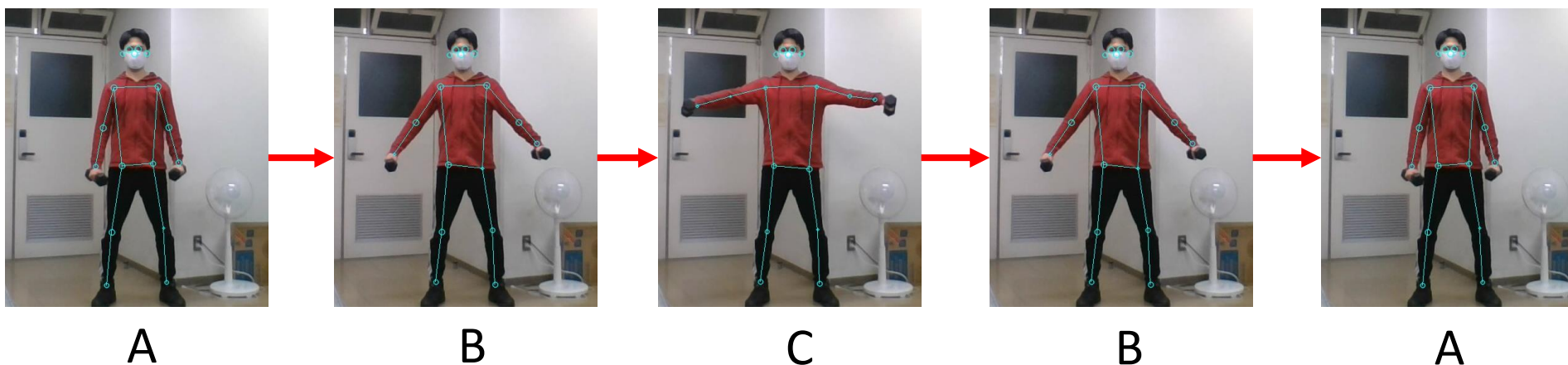
運動過程の利用

運動過程・・・姿勢の段階

筋力トレーニングを運動過程の系列としてモデル化



ユーザの姿勢をリアルタイムに運動過程の系列と対応づける



システム実行時の映像



処理の流れ

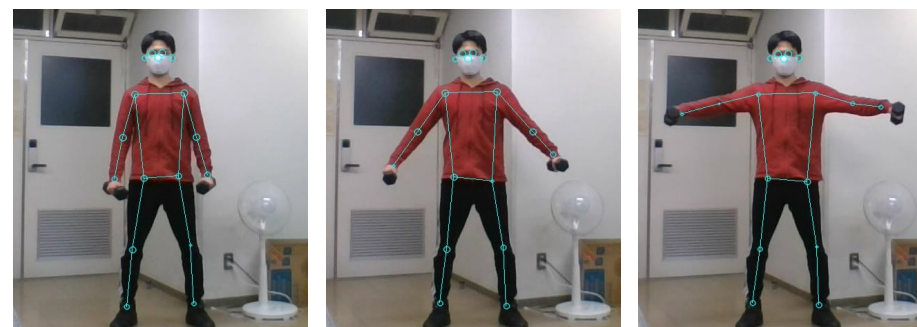
- ①入力映像中の姿勢推定
- ②取得した姿勢の正規化
- ③運動過程の検出
- ④フィードバック情報の提示

③運動過程の検出

サンプル画像の姿勢と入力映像の姿勢を比較

➡ 現在の運動過程を検出

● サンプル画像



A: 最初

B: 途中

C: 終了

姿勢推定

本研究ではPoseNet^[2]を使用

- Googleの機械学習ライブラリTensorflowを用いたリアルタイムに姿勢を推定できる手法
- 17個のキーポイントの座標を検出



姿勢の正規化

姿勢推定を行った入力映像の座標とサンプル画像の座標を直接比較することは困難



入力映像



同じ姿勢でも人物の位置が異なる



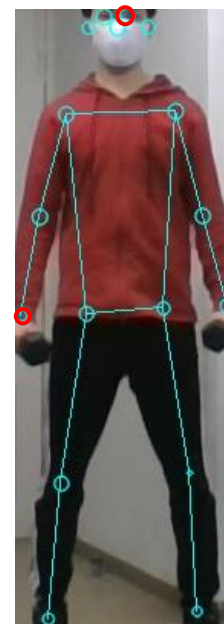
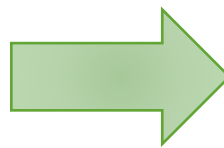
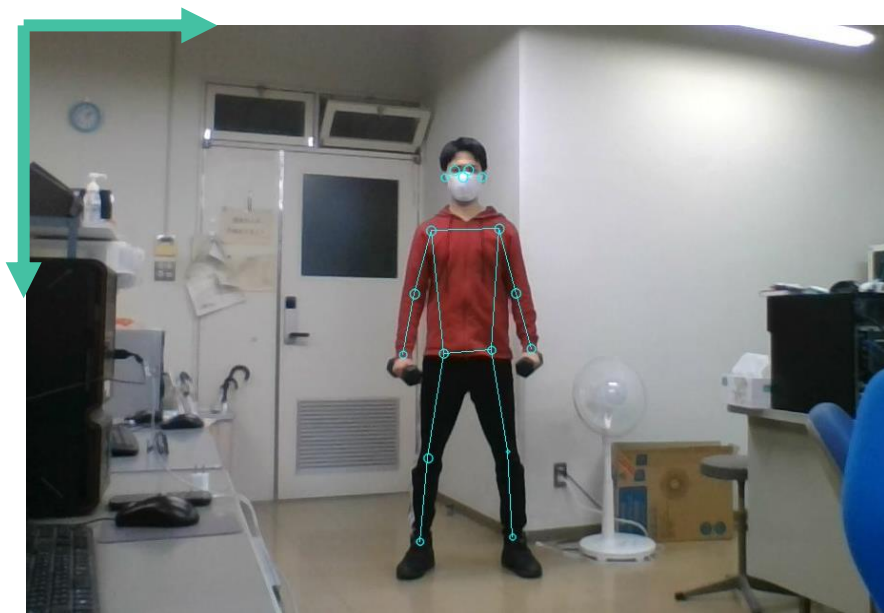
サンプル画像



認識したい人物位置の影響を軽減するために**クリッピング**と**L2正規化**を行う

クリッピング

人物のキーポイントを含む外接矩形で画像を切り取る

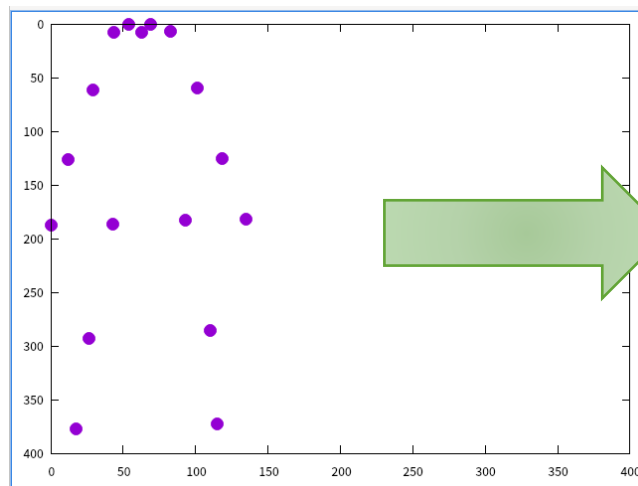


L2正規化

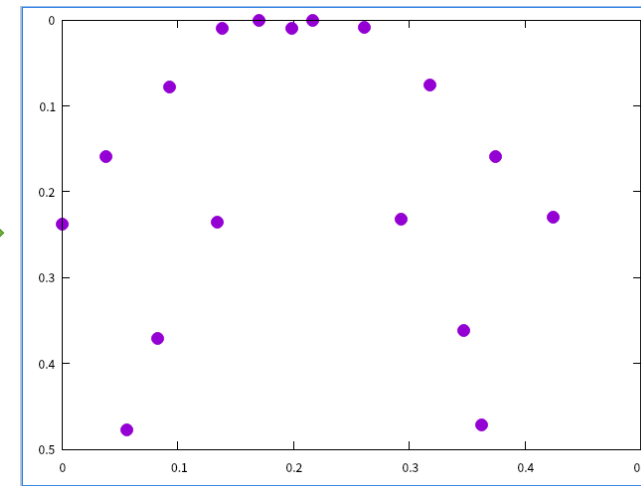
クリッピング結果のキーポイント座標をベクトルとして扱う
ベクトルが単位ノルムになるようにスケーリングを行う

キーポイント: $(x_i, y_i) (i = 1 \sim 17)$
 x 座標を並べたベクトル: $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_{17})$

$$\text{L2正規化: } \mathbf{x}_{L2\text{ norm}} = \frac{\mathbf{x}}{\|\mathbf{x}\|_2}$$



クリッピング



L2正規化

運動過程の検出

フォームの最初(A)、途中(B)、終了(C)の3段階の画像をサンプル画像として用意
サンプル画像中の人物の姿勢と入力映像中のユーザの姿勢を比較

➡ ユーザの姿勢をA、B、Cのいずれかに分類



入力映像

比較



A: 最初

B: 途中

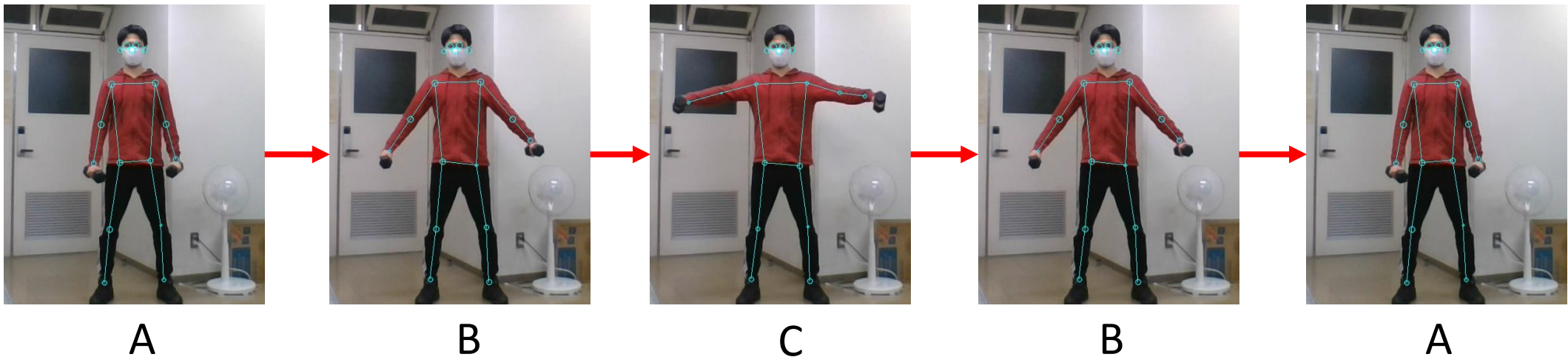
C: 終了

サンプル画像

運動過程の検出

分類結果を運動過程の系列に当てはめる

➡ 現在の分類と姿勢の遷移から運動過程の状態を決定



フィードバック情報の提示

検出された運動過程に応じたフィードバック情報を提示

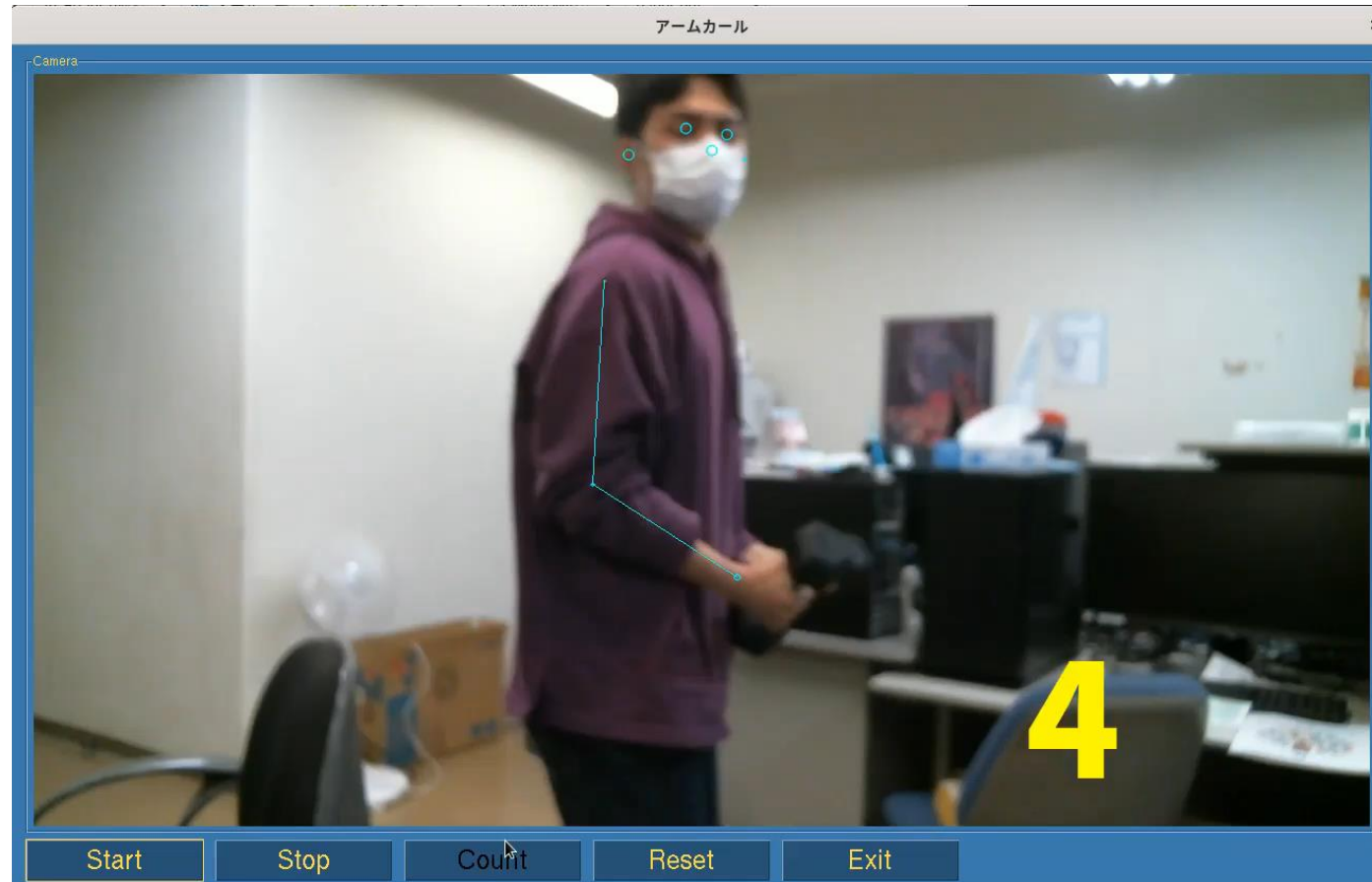
A	「Ready!」と次に行う動作手順
B	「OK!」
C	「Good!」と次に行う動作手順

その他の機能

- フォームの正しくない部分を検出し、フィードバック情報を提示
- トレーニングを行った回数をカウント



システム実行時の映像



評価実験

提案したシステムを5人の被験者に使用してもらい評価

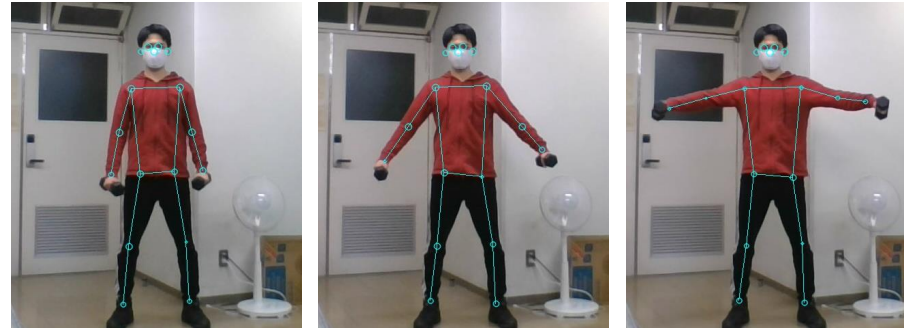
- ① 運動過程に応じた正しいフィードバック情報が提示されるか
- ② 提案したシステムがトレーニングを正しく行うことに役立つかアンケート調査

トレーニングについて

2種類のトレーニングを実装

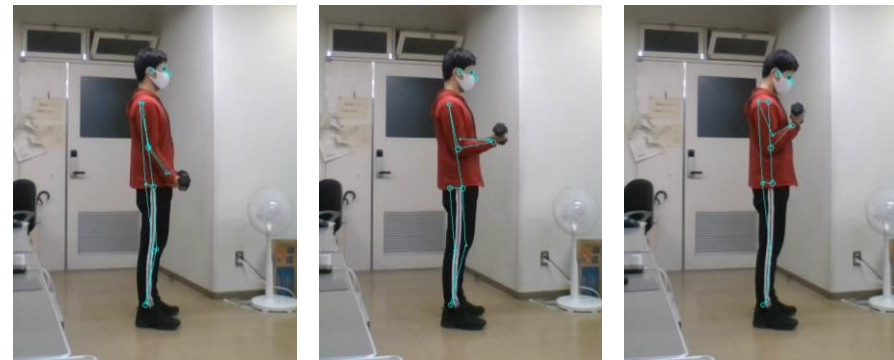
- サイドレイズ

(三角筋のトレーニング)



- アームカール

(上腕二頭筋のトレーニング)



運動過程の検出評価

運動過程に応じた正しいフィードバック情報が提示されているか
主観的評価によって著者本人が行う

- 評価基準

4: 提示される


3: ほとんど提示されるが一部問題あり

2: ほとんど提示されない

1: 提示されない

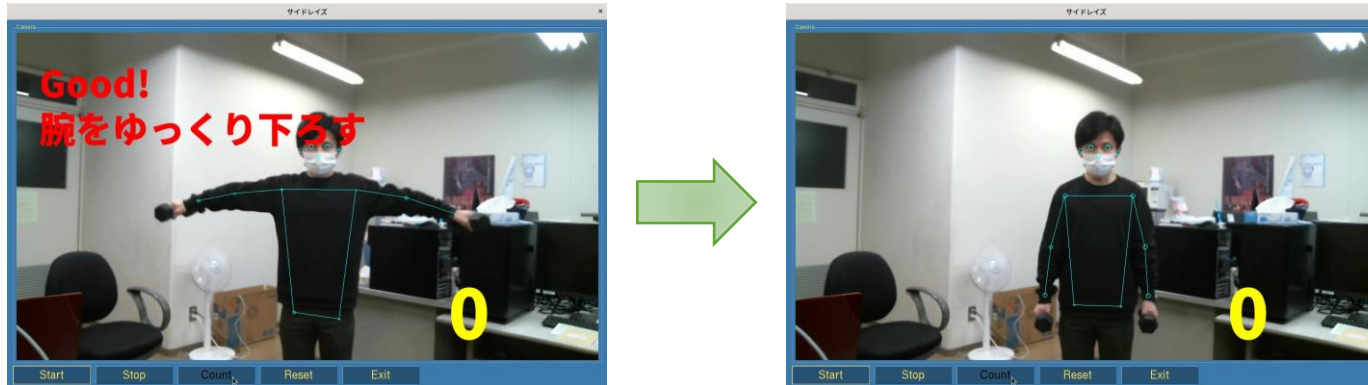
運動過程の検出結果

被験者	A	B	C	D	E
サイドレイズ	4	4	3	4	4
アームカール	3	4	4	4	4

 運動過程に応じたフィードバック情報概ね正しく提示することができた

運動過程の検出結果

- 検出がうまくいかない例



➡ ユーザの体格の違いや運動のスピードの速さなどが原因

アンケート調査

提案したシステムがトレーニングを正しく行うことに役立つか
被験者5人がアンケート回答

- アンケート項目

- ① 運動過程のフィードバックがトレーニングに役立つか
- ② 正しくないフォームを指摘するフィードバックは役立つか
- ③ カウント機能は役立つか

アンケート調査

- 評価基準

4: 役立つ

3: ある程度役立つ

2: あまり役立たない

1: 役立たない

アンケート結果

被験者	A	B	C	D	E
項目①	4	4	4	3	4
項目②	3	3	4	4	4
項目③	4	3	3	4	3

 提案した機能は概ねトレーニング支援に役立つ

アンケート結果

- 被験者からの意見

「運動のスピードに関するフィードバックがほしい」

「運動過程を検出したら文字を表示するだけでなく音声も流してほしい」

まとめ

- 筋カトレーニングを運動過程の系列としてモデル化した
- ユーザの姿勢を運動過程の系列に対応づけることでリアルタイムに逐次フィードバックを行った
- アンケート調査からフィードバックがトレーニングを正しく行うことに役立つという結果が得られた

今後の課題

- 運動のスピードに関する機能
- 音声機能