

筋力トレーニングを全自動で記録するシステムとデバイスの開発 - 全自動筋トレ記録システム Muscle Supporter -

1 背景

最近の健康志向や在宅・テレワークの普及などに伴い、人々の運動への意識は高まりつつある。その中でも家でもできる筋力トレーニング（以降、筋トレ）が注目されており、実際、筋トレに関連する動画コンテンツやゲーム、記録アプリなどが多く見られるようになってきた。筋トレを行う際、記録をつけることは個人の筋トレの楽しさやモチベーションの向上、継続率の上昇、筋トレコミュニティの活性化など多くの利点がある。しかし、既存の製品では記録にかかる手間や自動記録の際のプライバシーに関わる問題が存在し、ストレスフリーで安心して自動で筋トレを記録するシステムが現在求められている。

2 目的

本プロジェクトでは、モーションセンサーを用いた機械学習によって全自動で筋トレを記録するアプリ、及びシステムの開発を目的とした。開発した iOS・WatchOS アプリは「筋トレ以外に頭を使わない」をコンセプトに、「自動記録」と「自動分析」を特徴とし、ごく少ない操作だけで自身の行った全ての筋トレを記録する。モーションセンサーを用いることでプライバシーの心配は少なく、機械学習を用いた筋トレ判別アルゴリズムによって煩雑な操作は一切なく記録ができる。

3 開発の内容

本プロジェクトでは、ユーザが装着した iPhone, Apple Watch から取得したモーションデータを用いて筋トレを識別し、自動で行った筋トレの種別と回数を記録するアプリ、Muscle Supporter（図 1, 2）を開発した。以下の節ではアプリを構成する 3つの要素について説明する。



図 1: Muscle Supporter

図 2: Muscle Supporter 使用例

3.1 筋トレ記録用アルゴリズム

筋トレの自動記録を行うためには、モーションデータの波形からユーザの行動をリアルタイムに判別するアルゴリズムと、行っている筋トレの回数をカウントするアルゴリズムの2つが必要になる。判別アルゴリズムの判別対象には自動認識を試みる筋トレはもちろん、休憩時の無意識の動作や移動中の歩行など筋トレ以外の動作も含まれる。本プロジェクトでは、既存の論文を参考にCNN（Convolutional Neural Network）を利用した筋トレの判別アルゴリズムを作成した（図3）。100Hzで取得したモーションデータ3秒分をリサンプリングしローパスフィルタをかけたものを入力とし、その3秒分のデータが該当する行動（筋トレや休憩時の動作など）を正解ラベルとしたモデルを学習させることで、8種類の判別対象に対して90%程度の判別精度を達成した（図4）。また、この判別アルゴリズムをアプリに実装する際には後処理で冗長化を行うことで、更なる精度向上を図っている。

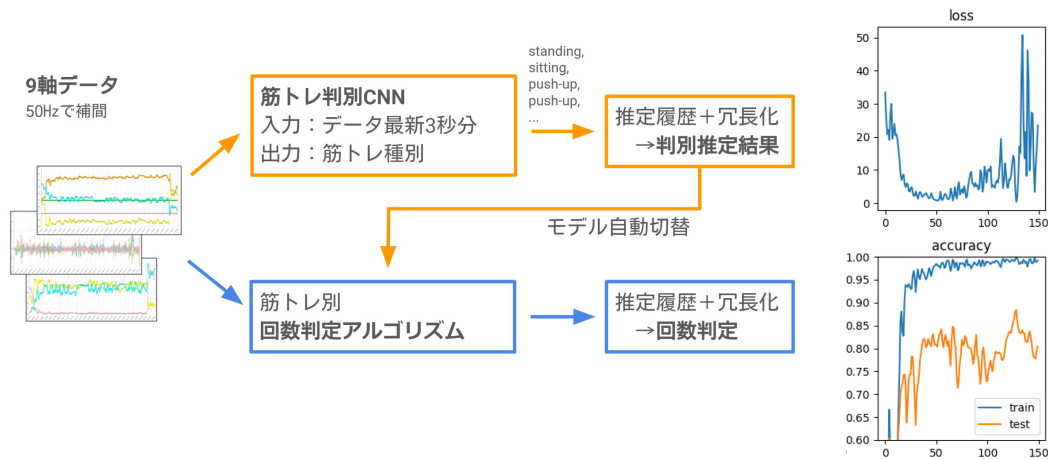


図 3: アルゴリズムの概要

図 4: 学習時の loss と正解率のグラフ

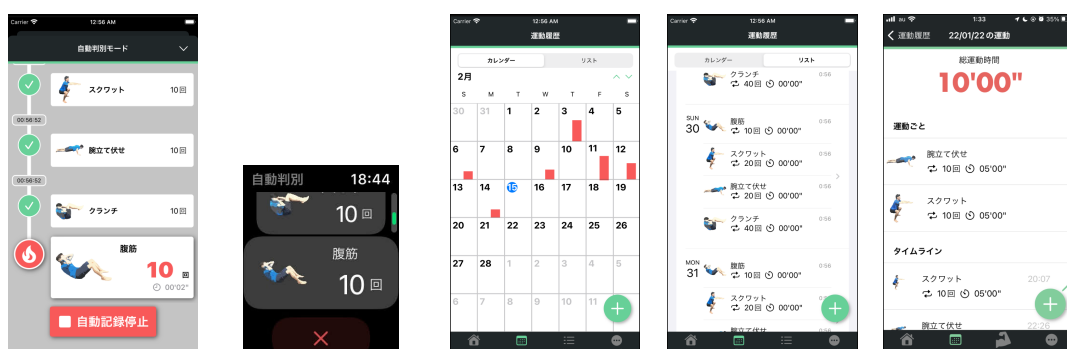
筋トレの回数カウントアルゴリズムはルールベースのアルゴリズムとCNNを使ったアルゴリズムの2つを筋トレによって使い分けている。ルールベースでの判別は、筋トレごとに事前に指定した軸のセンサ値の変動から回数を計測しており、CNNでの回数判定より精度や応答性が良いものの、筋トレの判別結果への依存度が高い。CNNでの回数判定はモーションデータ2秒分を入力し、入力データの一部に筋トレの立ち上がりを含むか否かを正解ラベルとしたモデルを学習させ、推論結果の冗長化をした後に回数を推定する。CNNはルールベースに比べて精度や応答性は落ちるものの、筋トレが正しく判別されていない場合でも安定して稼働するという特徴を持ち、現在は休憩時との区別が付きにくい一部の筋トレでCNNによる回数カウントで採用している。

3.2 iOS・WatchOS アプリ

本プロジェクトではiOS アプリ・WatchOS アプリの開発を行なった。以下に主要な機能を取り上げて紹介する。

筋トレの自動記録を開始すると、iPhone は図 5a、Apple Watch は図 5b のような画面に遷移する。それぞれ、自動記録を開始してから判別された筋トレの種目名と回数がリスト形式で表示されるとともに、現在判定中の筋トレの種目名と回数が大きく表示されている。また、各ブロックごとにその筋トレを示すアイコンを表示し、筋トレの種目が視覚的にわかりやすくなるようにした。さらに、iPhone の画面では各筋トレに切り替わった時間や現在の筋トレの継続時間も表示している。また図 5b に示すように、Apple Watch でも筋トレの記録を表示することで、測定中に正しく記録されているかを常に確認することができる。

また、さまざまな画面で履歴を確認することができる (図 6)。図 6a は1日の筋トレ時間の合計を1ヶ月全体に渡って見渡せるカレンダー表示、図 6b はその日の筋トレの種別と回数を時系列に沿って確認できるリスト表示、図 6c はその日の筋トレの詳細とともに運動時間の合計を確認したり、記録を訂正したりできる日付別履歴表示画面である。カレンダー表示とリスト表示はスワイプで切り替えられるようにしたり、カレンダー表示とリスト表示どちらからも日付別履歴表示画面に遷移できるようにしたり、見られる情報を多くすると同時に、それらへアクセスする動作が煩雑にならないようにした。



(a) iPhone (b) Apple Watch (a) カレンダーによる履歴表示 (b) リストによる履歴表示 (c) 日付別の履歴表示

図 5: 自動記録画面

図 6: 履歴表示画面

また、開発した筋トレ記録用アルゴリズムはiOS アプリ内部に実装されているため、インターネットへの接続などを必要とせずiPhone 内部だけで自動記録を行なうことができる。Apple 社が提供する機械学習用フレームワーク CoreML を使い、iPhone の内部で CNN を動作させることによって実現している。筋トレを快適に記録するため、バックグラウンドでも動作するような仕組みとしている。

3.3 継続的なモデルの改善

自動記録において誤判定が発生した場合、ユーザはアプリ内ですぐに訂正することができるが、本アプリでは、訂正したデータを利用し、機械学習の精度向上に活かすことができる。このために、クラウド上にデータ収集とモデル配布のためのシステムの構築を行なった。クラウド上に配置した機械学習モデルをアプリ側がダウンロードする仕組みとなっているため、ユーザはアプリをアップデートすることなく、常に最新のモデルを用いることができる。

4 従来技術との相違

本プロジェクトで作成した全自動筋トレ記録システム Muscle Supporter では、ユーザは筋トレ前にアプリの自動記録機能を開始するだけで、他に一切の操作を必要とせず複数種類の筋トレを自動で記録することができる。現在市場に存在する筋トレ用アプリでは、記録の入力が煩雑、自動記録にカメラ設置などの準備が必要、筋トレの切り替え時に操作が要求されるなど、筋トレの記録をつける際の UX に少なからずストレスを感じる。その点、Muscle Supporter は筋トレ前にアプリを起動し1タップするだけで自動記録が行われ、筋トレに欠かせないものである記録をつけるという行為を誰もが継続できる。

5 期待される効果

現時点では家で自重トレーニングを行う人が、最終的にはジムで行われるウェイトトレーニングなどを行う人も含めたすべての人が、Muscle Supporter を用いて自動記録・記録の管理を行うことを想定している。アプリが自動で記録をつけることで、筋トレ習慣の継続やモチベーションの向上を促すだけでなく、自動測定ならではの測定項目・成長指標を見つけることで、新たな筋トレの方法が確立されることも期待できる。

6 普及の見通し

リリースしたアプリを使用するユーザのフィードバックや現時点での開発予定に基づき、アプリの改善とさらなるユーザの獲得を目指す。アプリの機能追加はもちろん、筋トレ自動認識機能の精度向上や対応筋トレの拡大などを行い、多くのユーザにとって使いやすいアプリを目指していく。それと同時に、ジムのウェイトマシンでの判別や使用重量の自動入力もしくは入力補助装置など、アプリをジムで使用するための開発を広げていくことで、さらなる顧客層にリーチしていくことを考えている。

7 クリエータ名 (所属)

- 山本 恒輔 (東京大学 工学部 電気電子工学科)
- 下島 銀士 (東京大学 工学部 電子情報工学科)
- 海老原 祐輔 (東京大学 工学部 電気電子工学科)

(参考) 関連 URL

Muscle Supporter 公式サイト <https://www.muscle-supporter.com>