

聴覚的フィードバックによる 筋力トレーニングのモチベーション向上

弘部 大知^{1,a)} 渡辺 啓太郎^{1,b)} 東 大晟^{1,c)} 西村 諒^{1,d)} 根角 友徳^{1,e)}

概要： 健康やボディビルに興味を持つ人物を除けば、疲労を伴う単調な筋力トレーニングを苦痛と感じる人間は少なくない。よって、本研究では視覚的・聴覚的の刺激を用いて報酬系を刺激し、筋力トレーニングと同様の動作に快感を与える方法を提案する。本論文では荷重のある器具を用いた上腕二頭筋のトレーニング（ダンベルカール）に着目し、同様の動作を用いてユーザが音楽を演奏するシステムを試作し、その効果を検証する。

キーワード： 聴覚的フィードバック, 筋力トレーニング, モチベーション

1. はじめに

筋肉は運動機能を司る、人体にとっては重要な器官である。したがって、筋肉を鍛える筋力トレーニングは運動機能の強化に繋がる事はもちろんのこと、IQの上昇、不安症やうつ病の改善 [1][2] の改善にも繋がる研究も存在する。このような背景を前提に、任天堂によるリングフィットアドベンチャー [7] のような、筋力トレーニングのモチベーションを高めることを目的とするエンターテインメントの需要が高まっている。本研究ではこれと同様に、聴覚的・視覚的の刺激を用いて筋力トレーニングを行う意欲を高める手法を検討する。

本研究では、特に聴覚的の刺激に着目した手法を取り扱う。本研究では腕に装着するスマートフォン付きブレスレットとスピーカーを内包した装置を用意する。ブレスレットを装着した状態のユーザがダンベルを持った状態で腕を曲げ、伸ばす筋力トレーニングを行うことで、ユーザに対する音楽の聴覚提示が行われる。ブレスレットに装着されたスマートフォンはユーザが腕を曲げ、伸ばすペースを感知し、本体のPCへ送信する。ユーザが定められた一定のリズムで腕の曲げ伸ばしを行う場合、音楽は想定されたリズムで流れる。一方、疲労などでユーザの運動ペースが落ちる場合、流れる音楽は徐々に失速する。

本研究では上に述べる聴覚的の刺激を中心に、ユーザの運動ペースに付随する視覚的の刺激やフィードバックを与え、エンターテインメントとして筋力トレーニングを楽しむ為の手法を考察、実装する。

2. 関連研究

2.1 聴覚フィードバックを用いたシステム

本章で取り上げるシステムは、一定の動作をテンポ [4] のような聴覚情報をフィードバックすることでユーザに正しい動作へと促すように知覚させるものである。

奥川らの研究 [5] では、聴覚フィードバックを用いた自転車のケイデンス維持支援システムを提案している。このシステムでは、ユーザのペダリングテンポのフィードバック音とクラシック音楽が一致するようにペダルを漕ぐことで正しい一定のペースを保つことができる。

Murofushi らの研究 [3] では、9軸のモーションセンサを開発しシステムを構築している。具体的には、ハンマー投げのターン動作に対して、ハンマーに取り付けたセンサで取得した回転の角速度情報を音の高低に変換し可聴化するシステムを提案している。

2.2 筋肉トレーニングの視覚支援

視覚的なフィードバックの提示によって、筋肉トレーニングをはじめとする身体的、精神的に負荷のかかる動作のモチベーションを維持する効果を期待できる。高久らの研究 [6] では、トレーニングの適切な視覚的フォーム提示と、ゲーム要素の追加によって筋肉トレーニングの効率とモチベーション維持を支援するシステムを提案している。

¹ 大阪大学大学院情報科学研究科

a) hirobe.daichi@ist.osaka-u.ac.jp

b) k-watanabe@ist.osaka-u.ac.jp

c) u809821g@ecs.osaka-u.ac.jp

d) nishimura.ryo@ist.osaka-u.ac.jp

e) nesumi.tomonori@lab.ime.cmc.osaka-u.ac.jp

このシステムでは、モーションセンサを用いて、現在のトレーニングフォームと理想のフォームの差分を視覚提示することで、フォームを分析し改善することができる。またトレーニング動作を行うたびにキャラクターが動作し、得点を得られるゲーム性を加えることで動作を行う理由を与え、楽しくトレーニングの継続が行える。

2.3 本研究の位置付け

関連研究を、筋肉トレーニングとして代表的なイメージのある上腕二頭筋のダンベルを用いたトレーニングに適応した場合、重要であるトレーニングスピードの維持を達成するための情報が足りていない。また、単純にゲーム要素を加えるだけでは動作の必然性にかけるという欠点がある。

本研究では関連研究を踏まえ、聴覚、視覚両面からの提示を行なった理想速度の理解とモチベーション支援をおこなう。また上腕二頭筋のトレーニングである必然性をもったシステム設計を目指す。

3. 提案手法

3.1 聴覚フィードバック提示

今回は、普段聴いているクラシックやPOPのような音楽に対して変化させることでユーザのモチベーションを向上させる。これは、奥川らの研究 [5] において、聴覚フィードバックをする際にメトロノームのような無機質な音をフィードバックするよりも、クラシックなどの音楽を用いたフィードバックのほうがユーザの集中力を妨げない傾向が示されていたため採用した。

想定している音の変化は、ユーザが誤ったテンポでダンベルを動かしているとき、音楽のテンポを変化させる。そうすることでユーザに正しいテンポとのズレを知覚させる。

3.2 視覚フィードバック提示

今回は、トレーニング中ダンベルを動かしている動作から計測したデータを用いて、サーボモータについた針を制御することで、角度の変化を視覚的に提示する。ユーザは自身が正しいテンポで動かしているのかを知覚することができる。

4. システム構成

提案システムの概略図を図 1 に示す。トレーニングを行うユーザの前腕部にスマートフォンを取り付けておき、ブラウザを介してスマートフォンと WebSocket サーバを接続する。スマートフォンは自身の姿勢情報 (3 軸のオイラー角) をリアルタイムで WebSocket サーバに送信し続け、WebSocket サーバは事前にシステム本体の制御 PC ともコネクションを確立しておき、スマートフォンから受信したデータを PC に送信する。

PC は受け取った姿勢データを元にユーザの腕の上げ下

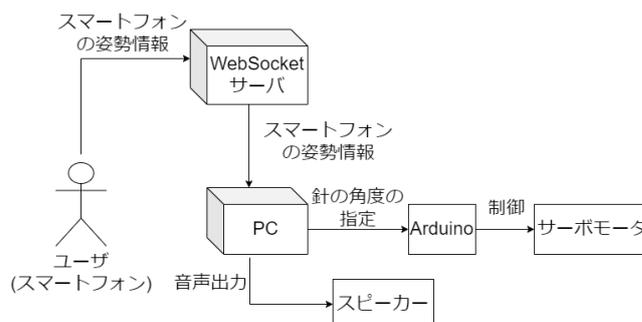


図 1 システム構成図

げを検知し、ユーザの腕の上下運動のテンポを計算する。その後、計算したテンポとトレーニングで最適なテンポとのズレの度合いに応じてスピーカーから流れる音楽のピッチを変えたり、Arduino を介してサーボモータを回転させ、視覚フィードバック用の針の角度を変更する。

5. まとめと今後展望

本研究は、筋力トレーニングの支援手法に着目し、与える聴覚、視覚両面からのフィードバックを変化させることで、筋力トレーニングにおけるダンベルの正しい速さの往復動作の知覚、モチベーションの向上支援を想定したシステムの構築を目的としている。

今後の展望としては、本研究で取り扱ったシステムの拡張を検討している。本研究で扱ったシステムは運動のペースによって音楽のリズムが変化するというものだが、将来的には音量、曲調、その他ハプティクスの変化などをフィードバックとして実装してもよい。入力デバイスを追加し、ユーザが音楽を演奏するような形で音楽の曲調へ影響できる形とすることでユーザ視点での操作性を上げ、より相互作用性を高めることも考えられる。また、筋力トレーニングを楽しむというコンセプトはそのままに、体験の内容を変える案も検討されている。例として、動かすデバイスをダンベルではなく持ち手の付いたロープのような形に変え、ふたりのユーザが相互に引っ張り合うことでお互いの力加減をフィードバックとして味わう協力型の体験とするなどが考えられる。

謝辞

本研究にて様々なご助力、ご助言を賜りました、大阪大学大学院情報科学研究科の古川 正紘先生、前田 太郎先生、竹村 治雄先生、講座「インタラクティブ創成工学演習」の TA の先生方に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- [1] Agudelo, L. Z., Femenía, T., Orhan, F., Porsmyr-Palmertz, M., Goiny, M., Martinez-Redondo, V., Correia, J. C., Izadi, M., Bhat, M., Schuppe-Koistinen, I. et al.: Skeletal muscle PGC-1 α 1 modulates kynurenine

- metabolism and mediates resilience to stress-induced depression, *Cell*, Vol. 159, No. 1, pp. 33–45 (2014).
- [2] Gordon, B. R., McDowell, C. P., Lyons, M. and Herring, M. P.: The effects of resistance exercise training on anxiety: a meta-analysis and meta-regression analysis of randomized controlled trials, *Sports Medicine*, Vol. 47, No. 12, pp. 2521–2532 (2017).
- [3] MUROFUSHI, K., Sakurai, S., Umegaki, K. and Kobayashi, K.: Development of a System to Measure Radius of Curvature and Speed of Hammer Head during Turns in Hammer Throw, *International Journal of Sport and Health Science*, Vol. 3, pp. 116–128 (online), DOI: 10.5432/ijshs.3.116 (2005).
- [4] 吉岡杏奈, 藤波 努: 聴覚フィードバックを用いたランニング練習支援システム, 人工知能学会第二種研究会資料, Vol. 2018, No. SKL-26, p. 01 (オンライン), DOI: 10.11517/jsaisigtwo.2018.SKL-26_01 (2018).
- [5] 奥川遼, 村尾和哉, 寺田努, 塚本昌彦: 聴覚フィードバックを利用したペダリングトレーニングシステム, コンピュータソフトウェア, Vol. 33, No. 1, pp. 1.41–1.51 (2016).
- [6] 高久大輔, 中島克人: Kinect を用いた筋力トレーニング支援システム, 第 77 回全国大会講演論文集, Vol. 2015, No. 1, pp. 437–438 (2015).
- [7] 任天堂: リングフィットアドベンチャー, , 入手先 (<https://www.nintendo.co.jp/ring/>)