

1. 担当 PM

五十嵐 悠紀（明治大学 総合数理学部 先端メディアサイエンス学科 専任講師）

2. 契約者氏名

クリエイター：板摺 貴大（早稲田大学 大学院）

3. 委託金支払額

2,304,000 円

4. テーマ名

音楽で楽しくスポーツを上達させるためのソフトウェア

5. 関連 Web サイト

なし

6. テーマ概要

本プロジェクトでは、音を聞きながら練習することでスポーツを上達させるためのスマートフォンアプリケーションを開発した。本プロジェクトの特徴は運動を音に変換する可聴化技術と運動に合った楽曲の推薦技術であり、本プロジェクトの成果では音楽にノリながら楽しくスポーツのタイミングを習得することが可能となった。

7. 採択理由

本提案は音楽のリズムをスポーツの基礎練習のリズムにあわせて用いることでモチベーションを保ちながら、楽しく基礎練習に励み、スポーツの上達を促すことを目標とするシステムの提案である。また、オープンエデュケーションとして普及させることで、場所や時間を問わない練習環境を実現することを目標としていた。

本システムの対象者は高齢者などを含めたスポーツ初学者としていた。既にプロトタイプシステムの実装を始めており、課題などの洗い出しも進めていたことから実現可能性はあると判断した。プロトタイプシステムでは、ユーザの動

きに対するリズムのタイミングの検出および抽出や正解データの構築などを手動で行っていた。老若男女を対象として、本当に初学者が使えるシステムにしていくためには、技術の考案や自動化、ユーザインタフェースの工夫などが必要となり、これが技術的な課題でもある。誰でも簡単に手軽に使ってもらえるようなシステムとして完成させ、既存のリズムゲームを超えた、新たなスポーツ上達ソフトになることを期待した。

世の中の動向としては、2020年の東京オリンピックの開催を控えており、また今年度は2018年平昌オリンピックが開催された年度でもあり、スポーツに興味をもつ人口は増えているとされていた。また昨今では、コンピュータグラフィックス (Computer Graphics : CG) や拡張現実 (Augmented Reality : AR)、複合現実 (Mixed Reality : MR) によるスポーツ支援も研究・開発が急速に進んできており、注目されている分野である。こういった背景のもと、新たなスポーツを始める際には基礎練習が欠かせないが、そのともすれば単調になりがちな基礎練習を対象として、楽しみながら上達させることのできるシステムになることを期待した。指導が難しいとされていたスポーツにおけるリズムの教育現場においても、このようなシステムを導入することで、新しいスポーツ教育の在り方が生まれることも期待されると考えた。

8. 開発目標

スポーツの上達において、リズムやタイミングを身に付けることは非常に重要である。リズムを学習するための方法としてよく用いられるものに、リズムトレーニング、ラダートレーニング、縄跳びが挙げられる。しかし、これらのトレーニング方法には、「モチベーションの維持が困難であること」や「普段の練習への直結性が不足していること」といった問題点がある。またコーチングの分野では、即時フィードバックを行うことで上達速度が速くなるとされている。

そこで本プロジェクトでは、以下の3点に着目し、音楽を用いたスポーツの上達を促すソフトウェアを開発することとした。

- ① 普段行っている練習に適用可能なトレーニングを提供する。
- ② 練習のリズムに同期する音楽を、ユーザが候補として指定した楽曲データベースの中から推薦する。
- ③ ユーザの動きに対して、音を用いて即時フィードバックを行う。

本ソフトウェアでは、目標となる運動からリズムを抽出し、そのリズムに合った楽曲を推薦した後、練習時のリズムが目標のリズムに合っているかをリアルタイムでユーザへフィードバックする。単調な動作の繰り返しである基礎練習においても、本ソフトウェアを用いることでモチベーションを維持しながら素早くスポーツを上達させることができる。またオープンエデュケーションとし

て普及させることで、場所や時間を問わない練習環境を実現する。更に、指導が難しいとされていたスポーツにおけるリズムの教育を確立させることで、新しいスポーツ教育の在り方が生まれることが期待される。

9. 進捗概要

本プロジェクトでは、

- ① 運動を音に変換する可聴化
- ② 目標の運動に合った楽曲の推薦を行うソフトウェア

を開発した（図 1）。可聴化機能では、体に固定したスマートフォンの加速度センサから得られた加速度データを音に変換する。楽曲推薦機能では、スマートフォンのミュージックライブラリ内の楽曲から、目標とする運動に合った楽曲の一部を推薦する。本ソフトウェアにより、推薦された楽曲や可聴化された音を聞きながら練習を行うことで、運動のタイミングを習得することが可能となる。また本プロジェクトのメインターゲットである学生でも容易に利用可能にするため、iOS アプリケーションとして開発を行った。



図 1. 開発したシステムの主要機能

本システムは、タイミングの定量的な指導と、基礎練習におけるモチベーションの維持を実現可能とするシステムである。この 2 つの目的を実現するための手段として「音」に着目して開発を進めていった。また、基礎練習を必要とする人たちは初心者であり、初心者の多くは部活動等でスポーツを始める中学生や高校生などの学生である。そこで、本プロジェクトでは学生をメインターゲットとし、学生でも手軽に利用することが可能なシステムとして、スマートフォンアプリケーションとして実装することにした。これを「RhythMo」と名付けたので以降、システム名で説明する。

「RhythMo」はユーザの動きをスマートフォンに搭載されている加速度セン

サで取得するため、スマートフォンユーザはスマートフォンを自分の体に固定した状態で利用する（図 2）。本アプリケーションは大きく可聴化と楽曲推薦の2つの機能がある。



図 2. 腰部にスマートフォンを固定した場合

本システムへ導入した「可聴化 (sonification)」は、本来音の要素を持たないデータを音に変換することを指し、学術領域でも注目されている分野の一つである。板摺氏はプロジェクト期間開始時点で既に、プロトタイプをもとに様々な分野の文献調査を重ねており、6 月半ばという早い段階で、可聴化のアイデアを出していた。聴覚は視覚に比べて時間分解能が断然に良いため、タイミング学習には特に優れているとの結果も研究により示されており、本システムにぜひ導入すべきと検討を進めていった。

本システムでは体に固定したスマートフォンの加速度センサから得られた加速度データを音に変換した（図 3）。実際の練習においては、予め収録した目標の運動を可聴化した音を聞くフェーズと自分の運動がリアルタイムに可聴化される状態で実際に運動を行うフェーズを交互に繰り返す。

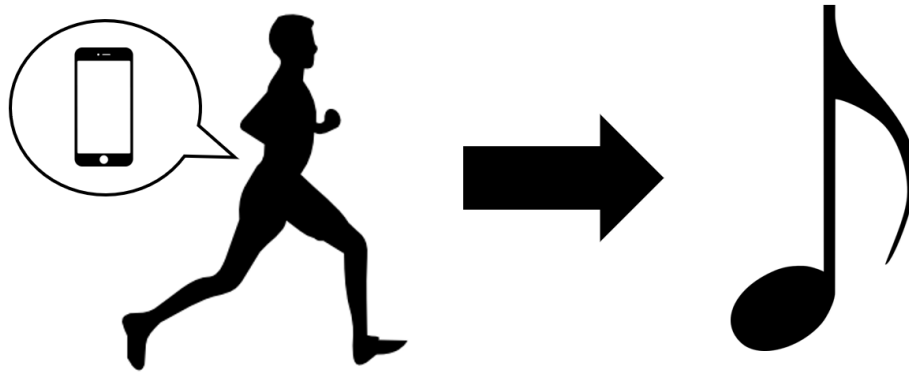


図 3. 可聴化のイメージ図

可聴化にあたっては、本来音ではないデータを音に変換するためにどのようにしたらよいか検討を重ね、プロトタイプを実装した。また、様々な動きに対して可聴化させた音をテストしていった。そもそも、研究で報告されている可聴化システムはモーションキャプチャシステムや特殊なセンサを用いたり、PC上で実装されていたりするため、本プロジェクトのメインターゲットである学生は気軽に利用することができない。そのため、板摺氏は本システムをスマートフォンアプリケーションとして実装することを決め、学生でも手軽に利用することを目標に据えていった。運動の可聴化の経験がある人はほとんどいないため、直感的に理解しやすい可聴化方法の策定を行った。人間の直感は物理空間で得た経験によって構築されるため、物理的に矛盾の少ない可聴化方法を試みた。具体的には、運動と音をエネルギーという観点から結び付け、加速度が大きいほど可聴化音の音量と音高が大きくなる構造になっている。

板摺氏の開発は修士課程での配属研究室で行っている研究とは全く違うテーマでもあるため、夏にはコンピュータグラフィックス関連の国内外の学会が多々重なる時期があり、所属研究室での研究成果発表等で国内外を飛び回る状況でもあった。そのため、なかなか進捗がでない様子の期間もあった。8月末に進捗打ち合わせを行うことにし、締め切りを設定することで、ある程度必須で進捗を出してもらうよう促すこととした。

9月以降は動きのリズム抽出と音楽のリズム抽出、推薦機能の開発を中心に行った。

楽曲推薦機能は、スマートフォンのミュージックライブラリ内の楽曲から、目標とする運動に合った楽曲の一部を推薦する機能である(図4)。実際の練習においては、推薦された楽曲と目標とする運動が可聴化された音を聞くフェーズと、推薦された楽曲に可聴化音を合わせるように実際に運動を行うフェーズを交互に繰り返す。

楽曲推薦機能は、加速度の大きさと楽曲の音量の相互相関が大きくなるような楽曲の一部分を推薦する。楽曲推薦によって得られる効果としては、ユーザは

自分の知っている楽曲と運動の可聴化音がセッションするような形で練習するため、練習自体をゲームのような感覚で楽しく行うことができる。その結果、モチベーションの維持が可能となる。また全くの初心者であっても推薦された楽曲をユーザは知っているため、何も指標がない場合と比べて、運動のタイミングを習得しやすい。

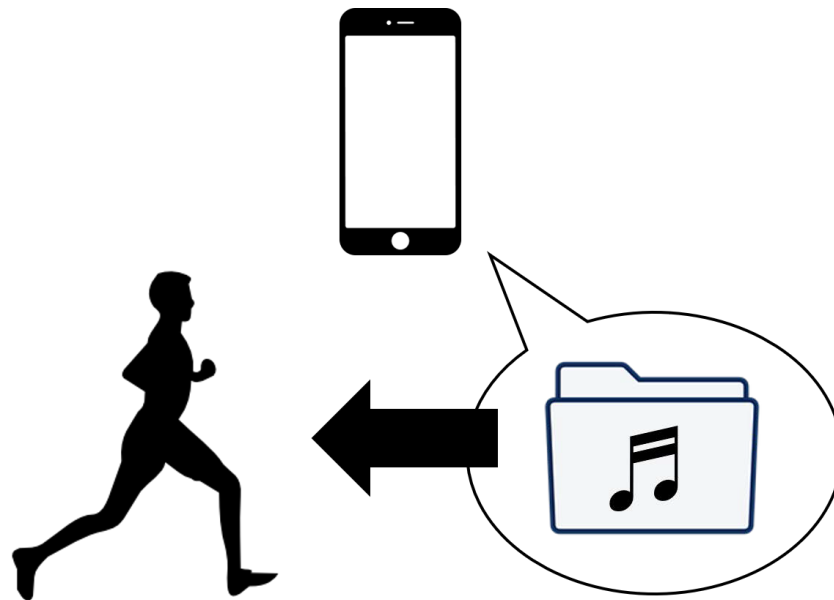


図 4. 楽曲推薦のイメージ図

視覚を用いたフィードバックに比べて、聴覚を用いたフィードバックは運動に制約を与えることなくリアルタイムにフィードバックを与えることができる。その結果、ユーザは自分の体の動きの記憶が残っている内にフィードバックを受けられることができるため、学習効果が高くなる。また視覚を用いた練習方法では、運動全体が映るようにカメラ位置を調整する手間がかかることに加え、その範囲内でしか運動できない一方で、本アプリケーションは体の一部にスマートフォンを固定するだけでよいため、調整などの手間は少なく、運動する空間を限定されることがない。

既存の楽曲推薦を行うアプリケーションはランニング等の周期的な運動に対してテンポの合った楽曲を推薦するものである一方で、本アプリケーションは非周期的な運動に対してリズム構造の合った楽曲の一部を推薦するものである。つまり、既存アプリケーションでは楽曲推薦が行えなかった非周期的な運動に対して、楽曲推薦が行えるようになっている。

学術領域における運動の可聴化に関する研究の多くは、モーションキャプチャシステムや様々なセンサを利用しており、一般人が容易に利用することが困難な機材を使っていることがほとんどであり、本プロジェクトのターゲットユーザである中学生や高校生などの学生が利用することができない。それに対し

て、本アプリケーションはスマートフォンとスマートフォンを体に固定するための器具だけでよいため、学生や一般の方でも手軽に利用可能できるシステムが完成した。

最後に心残りな点も挙げておく。板摺氏との打ち合わせでは実際に作成したプロトタイプシステムを用いて、何度かワークショップやユーザスタディを繰り返すことでシステムをブラッシュアップしていくよう何度も促してきた。また、その方針に板摺氏も同意していたのだが、実際には期間終了間近に実験をしたのみになってしまう、実験結果で得られたフィードバックをシステムへ反映することができなくなった。これには、未成年を対象とした実験であることもあり、学校の先生へのコンタクトに始まり、親御さんへの同意書作成および配布、その許可が下りるまで始められない、といった点も大きかった。一方で、やはりもう少し早めに動いていれば実験を行って、その結果をシステムに反映して、さらに実験を行って、とシステムをブラッシュアップしていくことができたのではないかと、その点が心残りである。

10. プロジェクト評価

開発システムで導入した「可聴化 (sonification)」は、学術領域でも注目されている分野の一つであり、板摺氏はプロジェクト開始直後にその可聴化のアイデアを見出していた。聴覚は視覚に比べて時間分解能が優れるため、タイミング学習には特に秀でていることから、本システムへの導入を決め実装を進めた。本来音ではないデータを音に変換するためにどのようにしたらよいか検討を重ね、プロトタイプを実装、実験を行った。また、提案システムのターゲットである一般ユーザが手軽に利用できることを目標に、スマートフォンアプリケーションとして実装した。その結果、スポーツの運動を直観的に理解しやすい音の変化で表すことができ、プロ選手の音と自分の音の違いを認識できるシステムを作ることができた点を評価する。

一般ユーザを対象とした実験では、本プロジェクト期間終了間近の実験のみになってしまったため、実験で得られたフィードバックをシステムへ反映してより良いシステムへと改善する過程を本プロジェクト期間中に十分できなかった点が残念である。

11. 今後の課題

本システムは現在、スマートフォンアプリ「RhythMo」としてApp Storeでのリリース申請中である。運動に対して楽曲を推薦する機能を持つアプリケーションは既に存在するが、既存のアプリケーションは周期的な運動に対してテンポが合った楽曲を推薦するものである。一方で RhythMo は非周期的な運動に対してリズム構造が類似した楽曲の一部を推薦するものであり、既存アプリケーションで楽曲を推薦することができなかった運動に利用することができる。

今後有用性の実験を行ったり、より使いやすいものへとブラッシュアップさせたりしながら、基礎練習に広く使われるシステムにして欲しい。また、このシステムにより、スポーツ界の基礎練習の在り方が変わったり、スポーツ人口の底上げにつながったりすることを期待する。