

起立性調節障害の長期化防止に向けたシリアスゲームの提案

宮崎仁美^{†1} 栗原渉^{†2} 韓旭^{†2} 串山久美子^{†2}

起立時にめまいや動悸などが起きる自律神経の病気である起立性調節障害により、不登校などの深刻な状況を抱える思春期の子どもが増加している。治療方法の一つとして運動療法は有効であると言われているが、モチベーションの維持に課題がある。そこで本研究では運動に対する抵抗感を減らし、モチベーションを維持させるためのシリアスゲームを提案および制作する。ゲーム内では、寝たまま屈伸やペダルを漕ぐ動作などの動作を足に装着したセンサによって検知する。

1. はじめに

起立時にめまいや動悸などが起きる自律神経の病気である起立性調節障害により、不登校などの深刻な状況を抱える思春期の子どもが増加している。理由の一つとして、長期間体を動かさないでいることで運動能力が低下してしまうことを指す、デコンディショニングが指摘されている。そのため、運動療法は有効な治療方法の一つであると言われている。しかし、起立性調節障害を抱える子どもの大半は、眩暈・立ち眩み・頭痛・倦怠感・気分の落ち込みといった症状や、運動以外の娯楽の充実といった社会的要因により、運動に対するモチベーションが低い傾向にあると言われている。これらを踏まえ、本研究では起立性調節障害児の運動に対するモチベーション維持のためのシリアスゲームを提案および制作する。立ち眩み等の症状により、立ち上がって運動をすることが困難であることから、ゲームでは、寝たままでも出来る足の動き（屈伸とペダルを漕ぐ動作）を入力に用いる。6軸モーションセンサが実装されたデバイスである「ORPHE CORE」を用いることでこれらの動きを取得し、それを反映させたゲームを制作した。

2. 関連研究

石崎[1]は、起立性調節障害の重症化を防止するためのエルゴメーターを提案している。また、ここでは重症化する背景についても述べられている。石崎は、近年、起立性調節障害の重症化や長期化が増加していること背景として、立ち眩みや頭痛といった症状だけでなく、ゲームやSNSといった屋内での娯楽の充実が挙げている。数十年前であれば、多少体調が悪くとも、家にいることの退屈さから外出する起立性調節障害児が多かったため、重症化する子どもは少なかった。しかし、近年では、屋内で退屈することが少ないため、起立性調節障害児が外出する機会も少なく、その結果症状が悪化してしまう場合が増えていると石崎は示した。

そもそも起立性調節障害は早期発見が難しいこともあ

り、起立性調節障害が悪化した状態で起立性調節障害だと判明する患者が多い。そのため、発見された段階で既に長期間体を動かさないでいることで運動能力が低下してしまうデコンディショニングに陥ってしまっている。この状況では、立ち上がることで体が困難になっていつたため、外出を促すというよりも、寝たままでも出来る運動でデコンディショニングの解消を図る方が効果的であると考えられる。また、石崎が提案しているモチベーション維持の手法は、運動貯金となっているが、起立性調節障害児の多くがゲームやSNSといった屋内での娯楽によってデコンディショニングに陥っていることから、運動貯金のみでは魅力に欠けることが考えられる。そのため、今回はゲームを用いることでより魅力を高め、モチベーション維持を図った。

松隈ら[2]は、高齢者向けのリハビリテーション用のシリアスゲームを提案している。また、韓ら[3]は、車いす利用者向けのリハビリテーション用のシリアスゲームを提案している。これらの研究では、ゲームを用いることでリハビリテーションに対するモチベーションを高めている。このことから、ゲームを用いることはリハビリや治療に対するモチベーションを高めることに効果的であると考えられる。

これらのことから、本研究では、起立性調節障害児の運動に対するモチベーションを維持するためのシリアスゲームを提案する。

3. 設計

提案するゲーム p5.js で作成し、寝たままの姿勢でできる運動と連動する。運動の検出には ORPHE CORE と ORPHE TRACK Hub（共に株式会社 ORPHE 社製）[4] を用いる。ORPHE CORE とは、6軸モーションセンサ（3軸加速度、3角速度）が搭載されたデバイスであり、取得された6軸データからクォータニオンやオイラー角をデバイス内で算出するものである。ORPHE TRACK Hub とは、ORPHE CORE で取得・算出されたデータを Bluetooth 接続で受け取り、それらのデータを利用したアプリケーション

^{†1} 東京都立大学システムデザイン学部

^{†2} 東京都立大学大学院システムデザイン研究科

ン開発等を可能にする Mac OS 用ソフトウェアである。本研究では ORPHE CORE で取得されたデータを ORPHE TRACK Hub を経由して p5.js に送信し、ゲームに反映する。

3.1 ゲームの体験方法

体験者は寝たままの姿勢でコンピュータの画面を見ながら、ゲームをプレイする。これは、起立性調節障害児の多くに起立時の眩暈といった症状があり、立ったままの運動が困難であるためである。また、重症化している場合には、起き上がることも困難になっていることもある。この状態の患者に対し、デコンディショニングの解消を図るには、寝たままでする運動を用いる手法が効果的であると考えられる。その際、体験者は図. 1 のように布で包んだ ORPHE CORE を右足膝上に装着する。

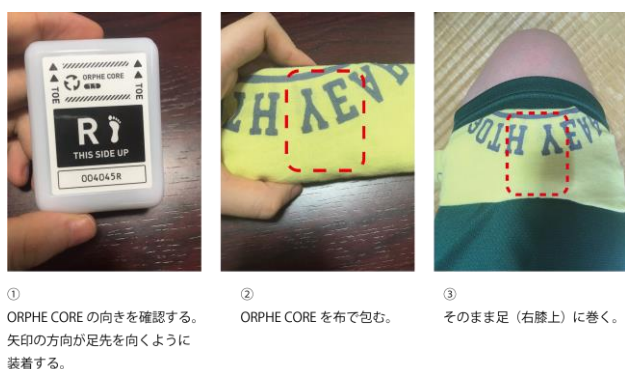


図. 1 デバイスの装着方法と装着箇所

これは、任天堂株式会社はリングフィットアドベンチャー[5]において、左足のみにセンサが内蔵されたコントローラーを装着することで、ある程度正確に寝た姿勢での足を上げる動作や、足を開く動作といった、足の動きを把握していることを参考にしている。この事例から、片足の膝上にジャイロセンサの内蔵されたデバイスを装着することで、ある程度正確に足の動きを把握することができると考えられる。本研究ではこうした事例をもとに、体験者の膝上に6軸モーションセンサの内蔵された ORPHE CORE を装着させる。

3.2 ゲームに使用する動作

入力に使用する動作は、「寝たまま足を漕ぐ動作（図. 2）」「寝たまま足を胸に引き寄せる動作（図. 3）」「寝たまま両足を左右に傾ける動作（図. 4）」の三つである。それぞれの動作に応じ、ゲーム画面内のキャラクターが動作する。



図. 2 寝たまま足を漕ぐ動作



図. 3 寝たまま足を胸に引き寄せる動作

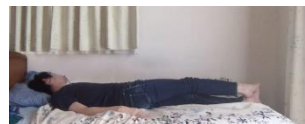


図. 4 寝たまま両足を左右に傾ける動作

4. 実装

ORPHE CORE を用いた足の動きの検出と実装したゲームについて以下に述べる。

4.1 足の動きの検出

まず、「寝たまま足を漕ぐ動作」「寝たまま足を胸に引き寄せる動作」「寝たまま両足を左右に傾ける動作」に関して、ORPHE CORE から送信されたデータを基に検出する。また、今回は「寝たまま足を漕ぐ動作」と「寝たまま両足を左右に傾ける動作」は別のミニゲームで使用するため、それぞれの動作の識別は行う必要はない。

それぞれの動作の際の角度または加速度値を ORPHE TRACK Hub で確認すると、図. 5 から図. 8 のようになる。また、図. 9 に ORPHE CORE の軸を示す。

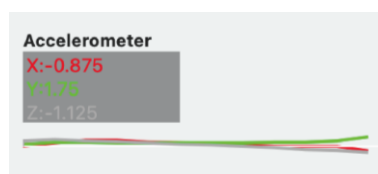


図. 5 寝たまま足を漕ぐ動作の加速度値

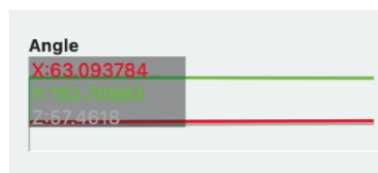


図. 6 寝たまま足を胸に引き寄せる動作の角度値

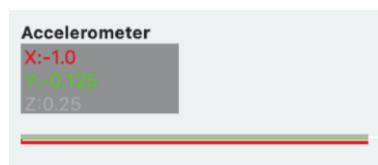


図. 7 寝たまま両足を左に傾ける動作の加速度値

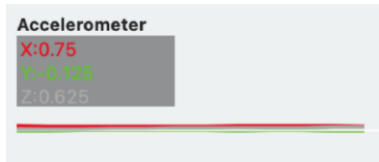


図. 8 寝たまま両足を右に傾ける動作の加速度値

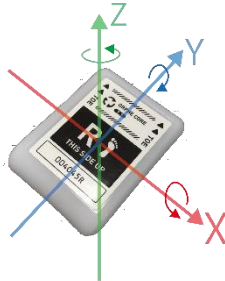


図. 9 ORPHE CORE の軸

ここから、図. 3 の「寝たまま足を漕ぐ動作」では X, Y, Z どの軸においても加速度 (Accelerometer) の絶対値が 0.875~1.75 と大きくなっていることがわかるため、加速度を用いて検出可能である。また、図. 4 の「寝たまま足を胸に引き寄せる動作」では Y 軸方向の角度 (Angle) が 100 以上と大きくなることがわかった。そのため、Y 方向の角度で検出可能である。一方で、図. 5 の「寝たまま両足を左に傾ける動作」では X 軸方向の加速度が負に、図. 6 の「寝たまま両足を右に傾ける動作」では正に変化していることがわかる。そのため、X 軸方向の加速度を用いて検出可能である。

4.2 センサ情報の入力

本システムのシステム図を図. 10 に示す。

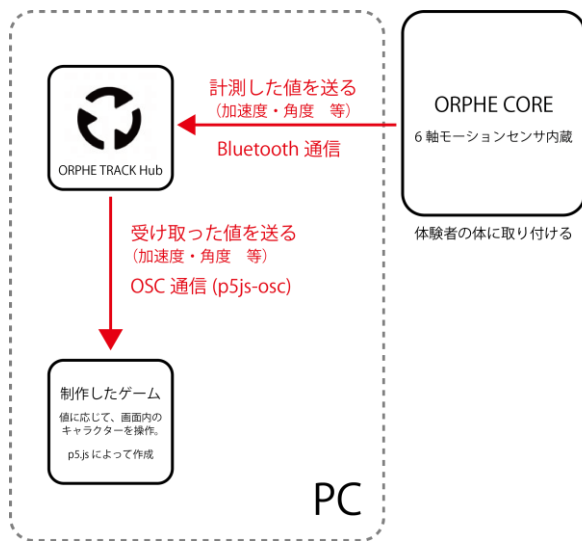


図. 10 システム図

体験者の体に取り付けた ORPHE CORE から、角度や加速度といった数値を ORPHE TRACK Hub に対してリアルタイムに送信する。また、ORPHE CORE とコンピュータは Bluetooth 接続している。

ORPHE TRACK Hub, p5js-osc[6]を使用することにより、ORPHE TRACK Hub と p5.js 間での OSC (Open Sound Control) 通信を実装した。p5js-osc は Gene Kogan による p5.js の非公式ライブラリであり、p5.js での OSC 通信を可能にしている。OSC 通信により、ORPHE TRACK Hub が受け取った数値を p5.js に送信し、ゲームに反映している。

4.3 ゲームの実装

本研究では、p5.js による二種類のミニゲームを収録したミニゲーム集を作成した。



図. 11 制作したミニゲーム「Run Run Run！」

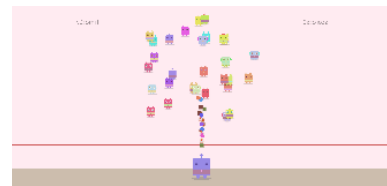


図. 12 制作したミニゲーム「Okashi pass」

それぞれのミニゲームの入力に使用する動作とルールは以下の通りである。

I. Run Run Run! (図. 11)

「足を漕ぐ動作」でプレイヤーキャラクターが進み、「足を胸に引き寄せる動作」でプレイヤーキャラクターがジャンプする。別のキャラクターに当たらないように、制限時間内にお菓子をなるべく多く集めるというルールで、画面左の赤線部にキャラクターが当たってしまうと、ゲームオーバーになる。

II. Okashi pass (図. 12)

「寝たまま両足を左右に傾ける動作」でプレイヤーキャラクターが左右に移動し、「足を胸に引き寄せる動作」でお菓子を発射する。プレイヤー以外のキャラクターにお菓子を当て、画面外に移動させるとポイントが加算される。プレイヤーキャラクター上部の赤線にキャラクターが当たってしまうとゲームオーバーになる。制限時間内なるべく多くのポイントを集めるゲームとなっている。

5. おわりに

本研究では起立性調節障害児の運動に対するモチベーション維持のための足の動きを使ったシリアスゲームを提案および制作した。制作したゲームは現在コンピュータを用いて体験する必要があるが、寝たままの姿勢でコンピュータの画面を見ながらではプレイしづらいと考えられるため、スマートフォンで体験可能にすることでユーザがプレイしやすくなると考えられる。

また、体験者のモチベーションを維持させるためのゲーミフィケーション手法の検討とユーザ体験を計画している。

参考文献

- [1] 石崎優子. 起立性調節障害児の正しい運動のためのエルゴメーターの開発. ライフサイエンス新技術説明会. 2019
https://shingi.jst.go.jp/list/igakubu/2019_igakubu.html
- [2] 松隈 浩之. 起立一着席訓練のためのリハビリテーション用シリアスゲームの研究開発. 情報処理学会論文誌 53(3), 1041-1049, 2012-03-15
- [3] 韓 旭, 劉 悦怡, 串山 久美子. 車椅子楽器: 色認識を用いた車椅子の操作練習支援システムの提案. エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2017 論文集, pp392 - 393, 2017
- [4] 株式会社 ORPHE (オルフェ). ORPHE. <https://orphe.io/about>
- [5] 任天堂株式会社. リングフィットアドベンチャー.
<https://www.nintendo.co.jp/ring/>
- [6] Gene Kogan. p5js-osc. GitHub - genekogan/p5js-osc: OSC for p5.js with examples