

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

韓旭¹ 劉悦怡¹ 串山久美子¹

概要：車椅子使用者や複合障がいのある方にとって、日常の車椅子使用では運動不足になることによる活動量の低下、車椅子初心者や複合障がいのある方にとって、トレーニングが単調であり意欲の促進にかけることが課題にある。また、健常者にとって、車椅子に興味はあるが体験の場が少なく、障がい者とともに体験できる場がないことに問題があり車椅子や車椅子スポーツに対する意識に乏しい。そこで、本研究では、遊びや楽しみとして音を奏でる「車椅子楽器」を提案しプロトタイプを制作した。

キーワード：車椅子, 楽器, 場所

1. はじめに

近年、運動不足により引き起こされる病気の増加を背景に、どのように運動促進させるかについて研究が多く行われてきたが、障がい者向けの運動促進における研究はまだ少ない。特に車椅子スポーツができない車椅子初心者にとって、スポーツやトレーニングに興味を持っていない、自身の健康を維持するために、無理やりトレーニングを受けている人が実在する。また、健常者の中では車椅子に興味を持っている人がいるが、車椅子を体験できる場所や障がい者と共に車椅子スポーツをする場所がないのが問題として考えられる。近年、自分自身の動きによって音声や映像などコントロールすることで自分を表現し楽しめる作品が注目されている。そこで、本研究では車椅子を進めるトレーニングに着眼し、進行方向を確認しながら車椅子を操作する行為を楽譜を見ながら楽器を演奏する行為に捉え直し、図1に示すように、車椅子使用者や健常者が車椅子を使用することで自分を表現ができる車椅子楽器を提案しプロトタイプを制作した。

2. 関連研究

望月ら [1] は車椅子の車輪を回転する動作に着眼し、車輪を回す動作をDJがレーコードのターンテーブルを回転する動作に定義し車輪の回転速度で音楽の再生スピードを制御する。2つのパフォーマンスや1つの展示によって車

椅子使用者と健常者から好評価もらった。しかし、車輪の回転速度を利用し音階を確実に出すのは難しい。柏木ら [2] は Microsoft 社の Kinect [3] を利用し、ユーザーの体の動きを使って音階を鳴らすギターを制作した。Kinect は車椅子使用者向けのライブラリを提供しているので、車椅子使用者と Kinect の間の距離と車椅子使用者の両肩の座標で車椅子の動きを取れると考えられるが、Kinect の検出範囲が 4.5m しかないため、4.5m 以上の広い空間で車椅子を運転するトレーニングには利用できない。そこで、本研究では、車椅子の進行方向を確認しながら鳴らしたい音階を簡単に鳴らせるように、色がついた紙と色が判別できるセンサを利用し、実際のトレーニングで使用できる車椅子楽器を提案する。

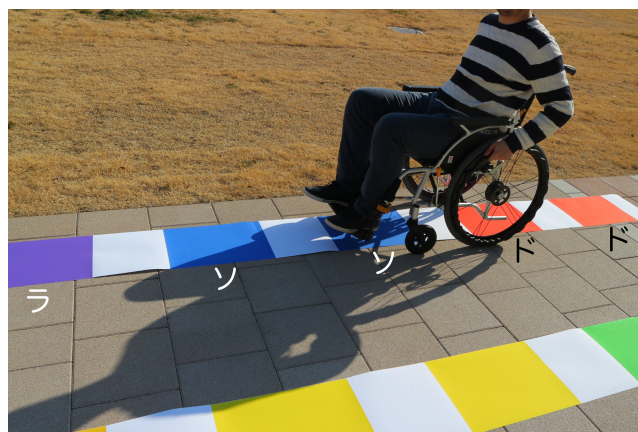


図1 システムイメージ
Fig. 1 System Image

¹ 首都大学東京大学院 システムデザイン研究科
Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University

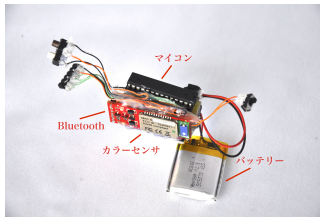


図 2 カラーセンサ
Fig. 2 color sensor



図 3 実装
Fig. 3 Installation

3. プロトタイプ

本研究で提案した車椅子楽器は色がついた紙、車椅子（松永社、NEXT-11B）に付けたカラーセンサとスピーカからなる構成され、図 2、図 3 に示すよう、簡単に取り付けられるようにプロトタイプを制作した。楽譜を見ながら楽器を演奏する行為を利用するためとトレーニング中で進行方向を確認する必要があるため、楽譜の役割として目で確認できる色がついた紙を使用した。また、この色がついた紙は車椅子が認識し音階を鳴らせるように、色センサを使用した。車椅子使用者が色を確認してすぐ音階を鳴らせるために、車椅子の最先端である足の踏み台の裏にカラーセンサ（TCS230）を地面から約 2,3cm 離れるように取り付けた。カラーセンサが地面に貼り付けた色紙から取得した R, G, B の周波数をそれぞれ 0 ~ 255 にマッピングした。カラーセンサは環境に影響されやすいので、正しくマッピングできるように、新しい環境で使用する前に、カラーセンサがその環境での黒色（R:0, G:0, B:0）と白色（R:255, G:255, B:255）の R, G, B 値を登録できる黒と白のタクトスイッチを取り付けた。そして、R, G, B の値はそれぞれが最大値になった場合に以下の式によって色相を換算し BlueTooth に介してパソコンに送信した。

$$H = 60 \times ((G - B) \div (MAX - MIN)) \quad (1)$$

$$H = 60 \times ((B - R) \div (MAX - MIN)) + 120 \quad (2)$$

$$H = 60 \times ((R - G) \div (MAX - MIN)) + 240 \quad (3)$$

最後はパソコンに繋がるスピーカで音を鳴らす。色情報と音階の対応関係については、車椅子に取り付けた状態でしっかり分けられる色を使用し、パソコン側のソフト Pure Data[4] にてこれらの色を音階にそれぞれ対応する。今回は「赤」、「オレンジ」、「黄色」、「緑」、「青」、「紫」の色を「ド」、「レ」、「ミ」、「ファ」、「ソ」、「ラ」に対応すると設定し、「キラキラ星」を演奏できるように、色がついた紙と色がついてない紙を並んで直線に進むトレーニングに適用した。

4. おわりに

国立障害者リハビリテーションセンター研究所・自立支援

局が主催した支援機器開発の促進を図ることを目的とした自立支援機器の展示会であるニーズ&アイデアフォーラム（すみだ産業会館、2017年3月5日）において展示を行った。展示の様子は図 4 に示す。色がついた紙で作られた楽譜は車椅子使用者と健常者が一緒に体験できる場所とし、車椅子の直線練習しながら「キラキラ星」を演奏することでトレーニングを楽しめる様子を確認したので、車椅子楽器は車椅子の運転のトレーニング上で有効すると評価された。また、来場者の中でリハビリテーションの専門家から「介護老人保険施設や小児施設でも使え、脊髄損傷の方などにも適用できる」「白色の長さをコントロールすることでスピードの調整ができ、車椅子トレーニングにはすごく需要である」などのコメントはもらった。また、今回使用した色を認識するカラーセンサが環境や地面から離れる距離などに大きく影響されたことがあったので、ウェブカメラや JPEG カメラを使ったらこの問題を解決できると考えて、今後の改良を進める。

謝辞 今回のプロジェクトの貴重な参加機会をいただき、国立障害者リハビリテーションセンターの方々や協力いただいた皆様に深謝する。特に、同じ班である塩沢伸一郎先生が今回の活動のスケジュールの調整や資料の制作などのご協力いただいたこと、医療系の学生笠井和代、山本夏美、野内駿伍から車椅子使用者における専門の知識の支援することや展示の説明していただいたことを深謝する。

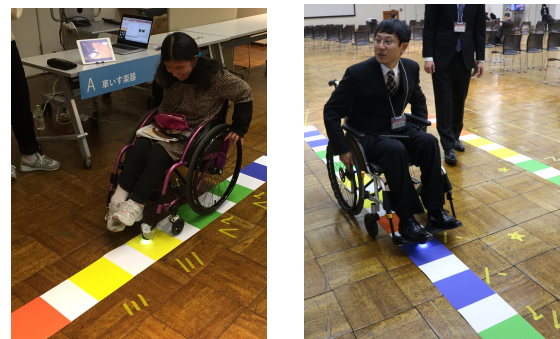


図 4 展示の様子

Fig. 4 Exhibition of NIF

参考文献

- [1] 望月茂徳, 目次護: 車椅子 DJ: 車輪回転速度に連動した音楽再生車椅子の開発, インタラクシオン 2016 (162B40), 2016.3.3
- [2] 柏木喜貴, 越智洋司: Kinect を用いたギター演奏認識システムの開発, 教育システム情報学会 2015 年度学生研究発表会, 2015.
- [3] Kinect: kinect ハードウェアの主な特徴と利点 (online), 入手先 (<https://developer.microsoft.com/ja-jp/windows/kinect/hardware>) (2017.07.14)
- [4] Pure Data: Pure Datato Arduino Over Serial (online), 入手先 (http://fabacademy.org/archives/content/tutorials/12_Interface_and_Application_Programming/PD_to_Arduino_Over_Serial.html) (2017.07.14)