

カラーセンサを利用した車いすゲームデバイスの開発とそのゲームコンテンツの提案

韓 旭^{1,a)} 串山 久美子^{1,b)}

概要：近年、体を動かしてゲームを楽しめることで運動促進や健康の向上に役に立っている。しかし、ゲームデバイスに注目すると一般的なコントローラでは、障がい者が健常者と同じゲームコンテンツを楽しめるとは言い難い現状がある。そこで、本研究では、誰でも利用できる車いすにデバイスを付加することでゲームデバイスとし、車いすの移動をゲーム入力として考えた。本稿では、車椅子の移動に着目し、床面の色情報と車椅子をセットとしてゲームコントローラとして、著者らがこれまでに開発したカラーセンサを付けた車いすデバイスを利用し、リズム良く走行させるゲームの提案、プロトタイプについて紹介する。

1. はじめに

近年、ゲームデバイスの進化によって、ユーザの身体動作をゲームに取り入れることが可能になった。そのため、多くの世代の人が体を動かしてゲームを楽しめることになったことで運動促進やストレス発散など健康の向上にも役に立っている。また、より多くの人がゲームを楽しめるように、アクセシブル機能が追加されている。例えば、ゲームソフトにゲームコントローラの操作ボタン・キーの再配置 (Remappable keys) 機能を追加することで、コントローラのボタンが届かない障がい者でも自分に合う操作方法でゲームを楽しめることができる。しかし、ゲームデバイスに注目すると、身体運動を使ったゲームデバイスでは、身体運動をそのままゲームに取り入れたため、身体動作が同様な人にとっては同じゲームコンテンツを利用できなくなるという問題がある。そこで本研究では、身体動作とデバイスの関係に着目し、身体運動を利用するゲームデバイスを開発することで、障がい者と健常者とともに楽しめることを目指す。以上のことを目的とし、本研究では、肢体障がい分野での汎用性がある車いすに着目し、車いすを動かす動作をゲーム入力として使うのではなく、車いすを動かす動作による走行をゲーム入力として考えた。本稿では車いすと車いすが走行する床面に着目し、これまでに著者ら [1] が開発した床面の色を利用した車いすデバイスを用いて、車いすの走行速度をコントロールするゲームを提案し、設計とプロトタイプの実装について述べる。

2. 関連研究

車いすにセンサを取り付けて、ゲームデバイスとして利用する研究は GAME^{Wheels} [2], Kinect^{Wheels} [3], 車いすのダンスゲーム [4] が挙げられる。GAME^{Wheels} と Kinect^{Wheels} は車いすの車輪を操作することで、車いすをゲームコントローラとして利用するシステムである。Takeda らが開発した車いすのダンスゲームは車いすに装着されたタブレット端末の指示に従って、車輪を操作することで操作を身につけるゲームである。しかし、これらの研究は車いすの移動に着目していないため、車いすの移動を集中しながら、ゲームコンテンツを楽しむことは難しい。そこで、本稿では車いすの移動性に着目し、音で体験者に色に移動するタイミングを提示することで、車いすの走行速度をコントロールするゲームを提案する。

3. プロトタイプ

3.1 カラーセンサを利用した車いすの説明

著者らが開発した車いすデバイスは車いすの走行練習に着目したため、走行状況の検出と走行状況に対するフィードバックが必要である。望月ら [5] が車椅子にジャイロセンサを取り付けることで走行速度の検出とフィードバックは可能であるが、走行方向と連動するには難しい。そこで、著者らは車いすと床面の関係に着目し、色を検出できるカラーセンサを車いすに取り付けることで床面の色紙と連動する走行練習システム (図 1) を開発した。本システムは色紙、車いすに取り付けたカラーセンサモジュール (図 2) とコンピュータにからなる構成されている。車いす使用者に進行方向と走行速度を知らせるために、色紙と各色の間

¹ 首都大学東京 システムデザイン研究科

^{a)} xhan2125@yahoo.co.jp

^{b)} kushi@tmu.ac.jp

の距離を設計し、視覚情報として提示する。また、車いす使用者に自分がどの操作をしたかを知らせるために、種類が違つた色を音階に対応させ、聴覚情報として提示する。本稿で提案するシステム（図3）は車いすの移動に着目しているため、ゲームデバイスとして利用できると考え、リズムよく走行するゲームを提案する。



図1 カラーセンサを利用した車いす

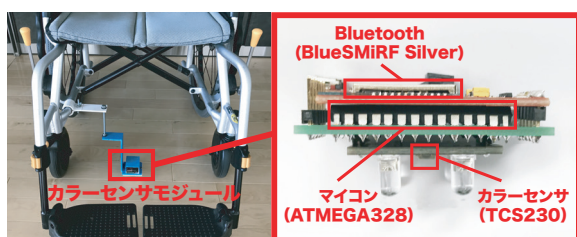


図2 カラーセンサモジュールの実装

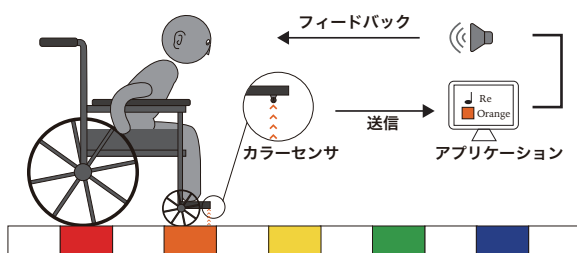


図3 カラーセンサを利用した車いすのシステム図

3.2 ゲームの設計

3.2.1 操作の提示

提案したゲームの走行速度をコントロールする点はリズムゲームのタイミングよく操作を行う点と似ているため、リズムゲームのように一定の時間間隔で提示する方法にした。しかし、リズムゲームでは画面による操作の提示が一般的であるため、ディスプレイを装着することで、注意が画面に向かってしまい、車いすの走行に集中ができなくなる。そこで、本稿では、ゲームアプリから一定のリズムで合図音を流すことにした。また、体験者の操作に対して、指示通り

に操作したら音階が鳴り、操作が間に合わなかった場合は失敗の音が鳴るようにフィードバックを提示する。ゲーム終了後に、音声で体験者に今回の走行に対する評価を知らせる。

3.2.2 ゲームの難易度と走行ルートの設計

障がい者の運動能力に応じて、負荷を抑える必要がある。そこで、提案するゲームでは図4に示すように色と色の間の間隔を固定し、合図音のリズムを変えることで、ゲームの難易度の調整を行う。本稿では、国立障がい者リハビリテーションセンターで行われている体力測定のための「3分間走」の走行データとルール[6]に基づいて提示リズムの設定と走行ルートの設計を行う。

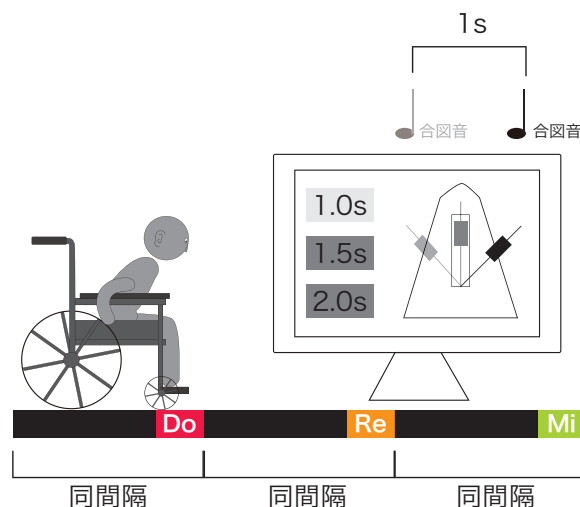


図4 提案ゲームのイメージ

3.3 試作

3.3.1 ゲーム操作の色と色の幅

提案したゲームに精度よく入力するために、「色の種類」、色の幅」の2点を検討した。

(1) 色の選出

車いすのフレームに取り付けたセンサの測定距離は車いすの走行による重心変化に影響されるため、測定距離が変わっても色相値の変化が小さい色且つ体験者が認識しやすい色が好ましい。しかし、使用するカラーセンサのデータシートに測定距離は書いてない。そこで、同じ光環境でPCCSの色相環のVトーンにある24色に対して、使用するカラーセンサで測定した色相値をサンプリングレート50Hzでcsvファイルに保存した。また、同じ光環境を示すために、光センサ(CdSセンサ)の抵抗値も同じように保存した。

カラーセンサの仕様調査に当たって、使用するカラーセンサモジュールはLEDがあるため、センサ部から色紙まで1cmがある。そこで、1cmで測定した色の値を基準値とし、測定距離は1.5cm、2cm、2.5cmと3cmの色相値と基準

値の差を調べた。調査の結果（図5）に基づいて、体験者が認識しやすい且つ測定距離の変化に影響しにくい基準でVトーンの2, 6, 10, 14, 19, 22番目の色をゲーム入力として選出した。

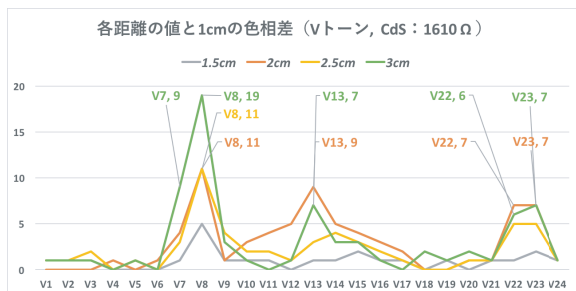


図5 測定距離と色相値の変化

入力成功となる。そうでない場合は入力失敗となる。操作数は合図音の総数と同じになったら、ゲーム終了となり、走行に対する評価を音声で知らせる。

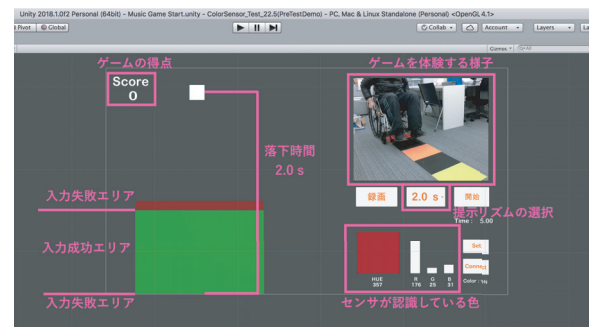


図7 制御アプリの画面構成

(2) 色の幅

図6に示すように、カラーセンサ取り付けた場所で認識している色と体験者が目視で認識している色は一致していないため、体験者が入力タイミングの把握が難しい。そこで、色の幅はカラーセンサの位置からフットサポートの先までの距離にした。

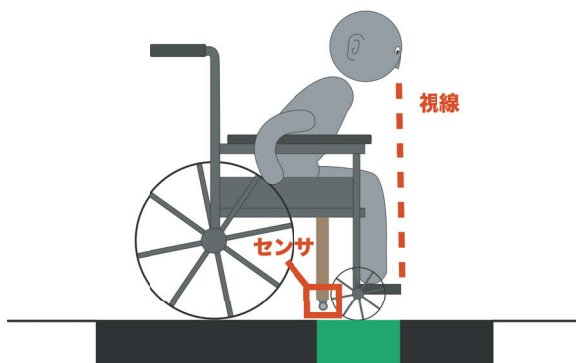


図6 色の幅の決定

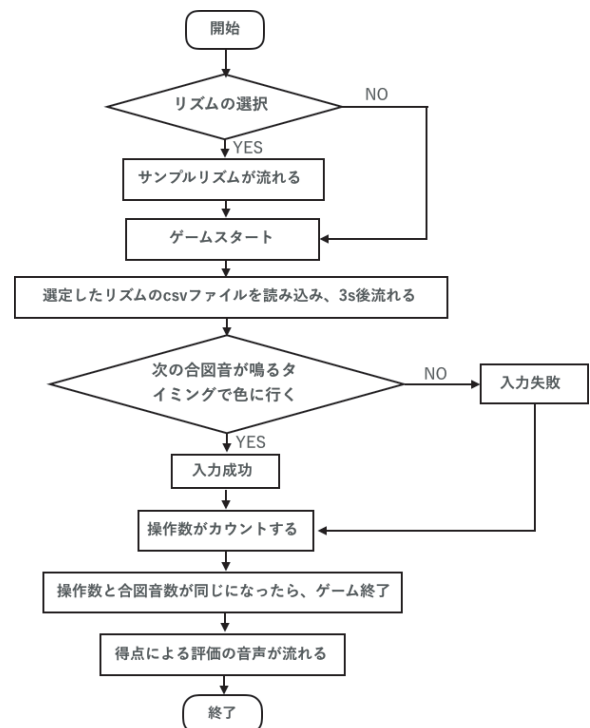


図8 フローチャート

3.3.2 制御アプリ

制御アプリはUnity 2018.1.0f2を利用して開発を行った。提案したゲームは画面による提示はないですが、機能を実現する方法を説明するために図7に示すように制作した。画面の左上にある白い正方形が生成の位置から下に落ち、落下時間でセンサが色を認識したら、認識したタイミングによって、入力の可否を判定する。また、開発したアプリは正方形の落下位置を変えることで、体験者が選択している提示リズムによって落下時間が変わる機能を実現した。

ゲームの流れは図8に示すように開発した。体験者は遊びたい提示リズムを選択したら、提示リズムのサンプルが勝手に流れる。リズムの把握ができれば、スタートボタンを押してゲームが開始する。3s後、走行開始の合図音が鳴る。次の合図音が鳴るタイミングに合わせて、色を認識したら

3.3.3 ユーザー体験

国立障害者リハビリテーションセンタ研究所・自立支援局が主催したニーズ&アイデアフォーラム（KFC ホールアネックス, 2018年12月20日）において、提案したゲームは5mの直線ルートに適用し、来場者に体験してもらった（図9）。理学療法士からは「脊髄損傷の方などのリハビリに適用できる」、「色と音の提示があるため、デュアルタスクトレーニングとして有効であるかも」、一般の方からは「合図音に引っ張られて走行すると感じた」、「強弱の合図音があった方がいい」といったコメントをいただいた。

4. おわりに

本稿は、車いすの移動性に着目し、床面の色とカラーセンサを用いた車いすをゲームデバイスとし、リズムよく走行するゲームの提案、設計とプロトタイプの実装について述べた。今後は改良したゲームを車いす使用者に体験してもらい、システムに対して評価する。また、車いすバスケットや車いすスラロームといった訓練に基づいて体験ルートの種類を増やす。

謝辞 NIF プロジェクトにデモを展示する機会をいただき、国立障がい者リハビリテーションセンター研究所の小野榮一所長、東祐二部長と協力いただいた皆様に深謝する。

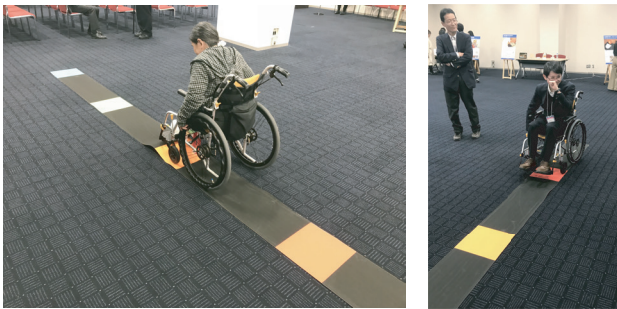


図 9 展示の様子

参考文献

- [1] 韓旭, 劉悦怡, 串山久美子: カラーセンサを利用した車椅子操作練習支援システムの提案, 研究報告アクセシビリティ (AAC), 2017-AAC-4
- [2] Fitzgerald, S.G., Cooper, R.A., Zipfel, E., Spaeth, D.M., Puhlman, J., Kelleher, A., Cooper, R., and Guo, S.: The development and preliminary evaluation of a training device for wheelchair users: The GAME^{Wheels} System, Disability and Rehabilitation: Assistive Technology 1 (1-2), (2006), 129-139.
- [3] Kathrin M.Gerling, Michael R.Kalyn, Regan L.Mandryk: KINECT^{Wheels}: Wheelchair-Accessible Motion-Based Game Interaction, CHI2013 Extended Abstracts, 2013
- [4] Minato Takeda, Shigenori Mochizuki, Kouta Minamizawa: Development of Wheelchair Dance Game using Wheel Rotation Speed as Input, VRIC '17 Proceedings of Virtual Reality International Conference - Laval Virtual 2017, 2017
- [5] 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, インタラクション 2016 (162B40), 2016
- [6] 北村昭子・藤本茂記・梅崎多美: 脊髄損傷の体力標準値(推定値)の検討, 入手先<<http://www.rehab.go.jp/achievements/japanese/19th/paper10.html>> (2018.12.23)