

ジョイスティック型コントローラ操作における

肢体不自由児の上肢動作解析

Analysis of Physically Disabled Child's arm motion in operate joystick controller

比嘉 聖†
Sho Higa

神里 志穂子†
Shihoko Kamisato

眞喜志 隆†
Takashi Makishi

佐竹 卓彦†
Takahiko Satake

1. はじめに

近年、特別支援学校では様々な e-AT 機器(electronic and information technology based assistive technology)が活用されており、児童の自立的活動の支援に役立てられている。肢体不自由児は e-AT 機器を用いることで、介助者の手を借りて行っていた活動を自力で実行することが可能になり、達成感や満足感を得ることができる [1]。これまで我々は、特別支援学校の教員からの意見を参考にジョイスティック型マウスを作製し、機器の改良を行ってきた[2][3]。また、ジョイスティック型の入力装置を利用することにより、電動車イスの操作練習に繋げることを模索しており、PC 操作の他にも近隣の特別支援学校では、ラジコンカーと車イスを繋いで生徒を車イスに乗せ、ラジコンカーをコントローラで操作する遊びが行われている。ラジコンのコントローラを児童・生徒が利用し、自分で移動することや、行きたい方向を自分で選択できる体験に繋がりたいと考えているが、市販のコントローラでは、上肢に麻痺がある子ども達では自分で操作することが難しいという問題があった。そこで本研究は、児童・生徒が自らラジコンカーを操作することで、遊びを通してジョイスティック型コントローラの操作練習に繋げることを目的としている。これまでに、肢体不自由児が操作可能なジョイスティック型コントローラを作製した。また、障がいの症状や程度によってジョイスティックを倒しにくくなることもあるため、ジョイスティックの反応角度を3段階で変更可能にした。しかし、上肢のどのような状態がジョイスティックを操作しやすい状態となっているのか定量的に示すことができていない。作製しているジョイスティック型コントローラは、重複障がいを持つ児童・生徒の利用も検討しているため、操作のしやすさを周りのサポート者が評価できることが望ましい。そこで本稿では、まず健常者を対象に、ジョイスティック型コントローラを操作しているときの上肢の動作範囲を光学式モーションキャプチャで計測し、その状態をコントローラの操作性評価に用いる提案をしている。

2. ジョイスティック型コントローラの作製

特別支援学校では一般的に市販されているラジコンカーのコントローラを使用している。市販のコントローラは2つのレバーで操作する型が多く、指先での操作になるため、上肢に麻痺がある場合など操作することが困難である。障がいによっては片手のみでしか操作できない児童もいる。このような背景を踏まえ、本研究ではマイコンとポテンシ

ョメータを利用し、ジョイスティック型コントローラを新たに作製した。以下に作製したジョイスティック型コントローラの特徴を示す。

1. 倒しやすいジョイスティックを使用
2. ジョイスティックの反応角度を3段階で調節可能
3. 3方向に入力を制限



図1 ジョイスティック型コントローラ



図2 ジョイスティック型コントローラの反応角度の調節



図3 ラジコンの進行方向の制限

4. ジョイスティック型コントローラ操作時の上肢動作の解析

ジョイスティック型コントローラ操作時の上肢動作の状態を把握するため、健常者を被験者としてジョイスティック型コントローラ操作時の上肢動作を光学式モーションキャプチャを用いて計測する。

4.1 実験条件

ジョイスティック型コントローラ操作時の上肢動作を安全かつ正確に計測できるか確認するために、健常者(男性, 20歳)1名を被験者として予備実験を行った。実験環境を図4に示す。ジョイスティック型コントローラを操作している手元の動画を取るために、車イスの上部に小型カメラを

†沖縄工業高等専門学校, Okinawa National College of Technology

取り付ける。肢体不自由児は肘を机に乗せてジョイスティック型コントローラを操作しているため上腕はあまり動かず、前腕と手が動く。よって、上肢の中でも前腕と手の動作を計測するために被験者には指の第3関節・手首・肘にマーカーを付ける。走行するコースを図5に示す。コントローラの反応角度を1段階、2段階、3段階に分け、右腕で各反応段階を操作してコースを走行し、走行にかかる時間と上肢動作を計測する。また操作しやすい反応段階についてアンケートを取った。



図4 実験環境

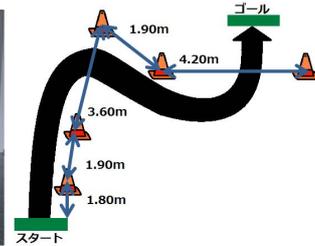


図5 走行するコース

4.1 実験結果・考察

設定したコースを各反応段階で走行しているときの上肢動作を光学式モーションキャプチャで計測した。図6～図8に各反応段階における上肢動作のスティック図を、表1に走行にかかった時間を示す。また、図9に指・手首・肘の移動距離を示す。表1より、走行に要した時間について大きな差は見られなかったが、図6～図8のスティック図と図9のグラフにおいて上肢の動作に差が見られた。被験者の右腕の移動距離は指の第3関節・手首・肘の順に1段階は989.04・758.11・619.03[mm]、2段階は791.08・703.50・542.22[mm]、3段階は925.74・807.34・667.55[mm]となっており、2段階が最も移動距離が少ないことがわかる。また、図6～図8のスティック図より、2段階が最も動作範囲が小さい。このことより、移動距離・動作範囲が最も小さい2段階が被験者にとって操作しやすい反応角度であると考えられる。更にアンケートの結果では、2段階が最も使いやすいとの評価があり、計測結果と一致している。以上の実験結果から、上肢の移動距離と動作範囲が小さいほどジョイスティック型コントローラを操作しやすいという知見を得られ、光学式モーションキャプチャによる上肢の動作範囲の計測結果をコントローラの操作性評価に用いることができた。

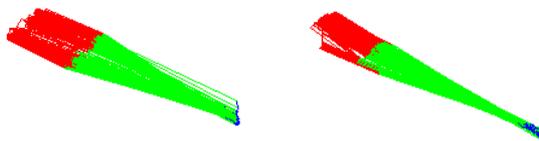


図6 スティック図(1段階) 図7 スティック図(2段階)

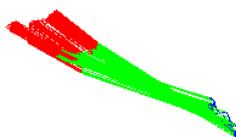


図8 スティック図(3段階)

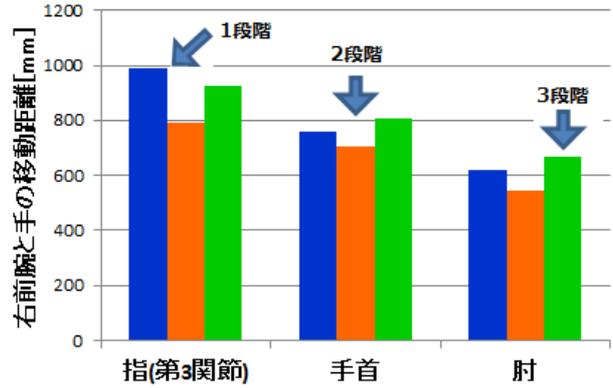


図9 指・手首・肘の移動距離

表1 各反応段階での走行に要した時間

	1段階	2段階	3段階
走行時間[sec]	26	25	28

5. まとめ

本研究では、児童・生徒が自らラジコンカーを操作することで、遊びを通してジョイスティック型コントローラの操作練習に繋げることを目的としている。今回は、ジョイスティック型コントローラ操作時の上肢動作の状態を把握し、その状態をコントローラの操作性評価に用いるために健常者を対象に予備実験を行った。実験では、ジョイスティック型コントローラ操作時の上肢の動作範囲を光学式モーションキャプチャで計測した。実験結果より、上肢の移動距離と動作範囲が小さいほどジョイスティック型コントローラを操作しやすいという知見を得られ、光学式モーションキャプチャによる上肢の動作範囲の計測結果をコントローラの操作性評価に用いることができた。今後は、実験環境の再検討を行った後、肢体不自由児を対象とした本実験を行い、上肢の動作範囲と移動距離を定量的に示す。

6. 謝辞

本研究で作製した機器の評価、貴重なご助言およびご指導など、ご協力頂いた桜野特別支援学校の生徒の皆さん及び先生方に心より感謝申し上げます。また、本研究会の一部は、科学研究費補助金(若手研究(B), 25750262)によって遂行された。

参考文献

- 1) 具志堅翔, 神里志穂子, 野口健太郎, 佐竹卓彦, 石田好輝, “レバーの感度調節によるジョイスティックの操作性改善”, 情報科学技術フォーラム講演論文集 10(3), 21-24, 2011-09-07
- 2) 具志堅一生, 神里志穂子, 野口健太郎, 佐竹卓彦, 具志堅翔, “拡大代替コミュニケーションのためのジョイスティック型マウスの開発”, “情報処理学会全国大会講演論文集, 6ZG-1, 2010.
- 3) 具志堅翔, 神里志穂子, 野口健太郎, 佐竹卓彦, 石田好輝, “動作解析を用いたAAC教材の操作性評価” 第31回バイオメカニズム学術講演会, pp.61-64, 2010.