

## 肢体不自由児のためのジョイスティック型コントローラの開発

### Development of the Joystick-Type Controller for Physically Disabled Child

○ 比嘉聖 (沖縄高専) 神里志穂子 (沖縄高専)

眞喜志隆 (沖縄高専) 佐竹卓彦 (沖縄高専)

Sho HIGA, National Institute of Technology, Okinawa College  
Shihoko KAMISATO, National Institute of Technology, Okinawa College  
Takashi MAKISHI, National Institute of Technology, Okinawa College  
Takahiko SATAKE, National Institute of Technology, Okinawa College

**Abstract:** In the nearby special school, In order to practice the operation of motorized wheelchair, physically disabled child have towed a wheelchair by radio-controlled car. In this study, child operates radio-controlled car by himself and it is aimed to lead to practice the operation of joystick-type controller. Physically disabled child is required support and adjustment of the equipment that corresponding to disability because come out individual differences into joystick operation by individuality of disabilities. In this paper, we developed the joystick-type controller that can be regulate the reaction angle of the joystick automatically for support to physically disabled child's joystick operation.

**Key Words:** Joystick-Type Controller, Physically Disabled Child, Support Equipment

#### 1. はじめに

近年、特別支援学校において e-AT 機器 (electronic and information technology based assistive technology) を用いた肢体不自由児の活動支援が行われている[1]。近隣の特別支援学校では、将来電動車イスに乗る可能性のある肢体不自由児が電動車イスの操作練習に取り組んでいる。しかし、ジョイスティックを動かす方向と、移動方向がマッチングしづらいために壁に衝突する場合がある。したがって、電動車イスの操作練習を行う一つ前の段階として、市販のラジコンカーと児童を乗せた車イスを繋ぎ、児童が自らラジコンカーをコントローラで操作する取り組みが行われている。取り組みには、ラジコンカーに視線を向けることで手元から前方に注視させ、ジョイスティックの操作方向とラジコンカーの移動方向をマッチングしやすくするといった狙いがある。加えて、コントローラを児童・生徒が自ら利用することでジョイスティック操作の練習につなげたい考えがあるが、市販のジョイスティック型コントローラは上肢に麻痺がある子ども達では操作することが難しい。また、障がいの個別性によって児童達の操作に個人差が出てしまい、各個人の障がいに応じた支援や機器の調整が必要となる。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つなげることを目的として、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コントローラを開発し、機器の改良を行っている[2]。その知見として、児童の上肢動作にジョイスティックの反応角度が合っていない場合、操作が難しくなることが挙げられている。本稿では、肢体不自由児がジョイスティック操作の練習を行うため、反応角度を自動で調節することで児童の操作サポートにつなげられるジョイスティック型コントローラを開発する。

#### 2. ジョイスティックの操作方向と移動方向の整合

肢体不自由児が電動車イスの操作練習に取り組む際に、適切な移動方向の選択ができない、走行中にジョイスティックを操作する手元を注視するなどの行動が見られ、電動

車イスが直線状のコースから外れて壁に衝突する事故が起きる場合がある。これは、児童が意図する方向とは別の方向にジョイスティックを操作してしまい、移動方向の選択が適切でないことに気づかずに進み続けるなど、電動車イスの移動方向とジョイスティックの操作方向の整合が取れていないことで起きると考えられる。整合が取れない原因として、ジョイスティックの操作に不慣れであること、電動車イスによる走行だと自走であるため、児童は自らが進む方向をイメージすることに慣れておらず、移動方向の認識が困難となることが挙げられる。そのため本研究では、ラジコンカーと児童を乗せた車イスを繋ぎ、児童自らラジコンカーをコントローラで操作することで操作方向と移動方向の整合を図る。Fig.1 に示すように、ラジコンカーを児童の前方に配置することで視線を前方に注視させ、移動方向を明確にする狙いがある。ラジコンカーはジョイスティックの操作に応じて動作するため、ジョイスティックの操作方向とラジコンカーの移動方向の整合が取りやすくなる。と考える。

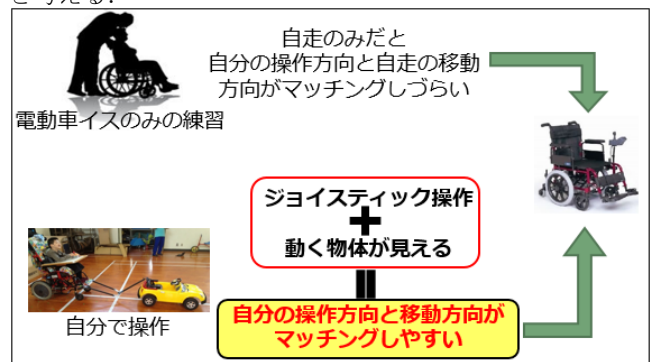


Fig.1 The role of radio control car

#### 3. ジョイスティック型コントローラの開発

ラジコンカーを操作するにはコントローラが必要となる。特別支援学校で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、上肢麻痺がある児童が操作するには難しい場合がある。また、

多くの肢体不自由児は、身体に麻痺の症状があるため特定方向へのジョイスティックの入力を苦手とするなど、操作に個人差が出る。他の児童と同じ活動を行うためのサポートとして、苦手とする操作方向に対するジョイスティックの反応角度を小さくし、わずかな上肢動作でもジョイスティック操作を可能な状態にするなど、使用者の実態動作に応じてジョイスティックの反応角度を調節する必要がある。そこで本研究は、児童の操作サポートにつながるようにジョイスティックの反応角度を自動で調節可能なジョイスティック型コントローラを開発した。

3-1 ジョイスティック型コントローラの特徴

Fig.2 にコントローラの特徴を示す。開発したジョイスティック型コントローラは反応角度を自動で調節可能としており、児童でも操作できるように小さな力(80mN・m)で操作できるジョイスティックを使用している。また、児童は後方を確認することができない場合があり、後進は危険が及ぶ可能性がある。そのため、ジョイスティックの入力方向は前方向、右方向、左方向に制限している。

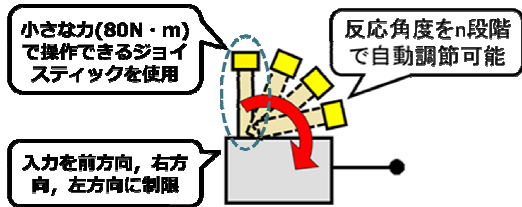


Fig.2 Features of the controller

次に、Fig.3 に回路の概略図を示す。ジョイスティックの縦軸と横軸には 10kΩ の可変抵抗器が取り付けられており、ジョイスティックを傾けることで抵抗値と電圧が変化する。ジョイスティックに印加される電圧をマイコンが読み込み、A/D 変換を行う。児童にジョイスティックを複数回入力してもらい、マイコン側で閾値を決定する。閾値決定後、ジョイスティックを入力し、閾値を超えたときに信号が送信され、ラジコンカーが動作する。

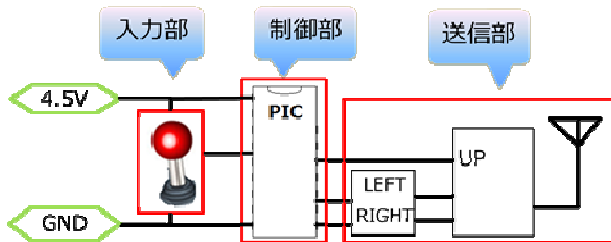


Fig.3 Schematic block diagram

3-2 ジョイスティックの反応角度の自動調節

本節では、ジョイスティックの反応角度の自動調節について述べる。反応角度を調節するために閾値を用いることとし、入力の最大値の平均を閾値とする。Fig.4 に閾値決定アルゴリズムを示す。ジョイスティックを入力したときに印加される電圧 V はマイコンにて A/D 変換され続け、メモリに格納された後、最大入力値と逐次比較される。入力値が最大入力値より大きい場合、最大入力値は更新される。ジョイスティックを元の位置に戻したときに 1 回分の入力とみなし、最大入力値を別の配列に格納することでリセットする。ジョイスティックを 3 回入力したとき、3 回分の最大入力値の平均を算出し閾値とする。この操作を各方向に対して行う。

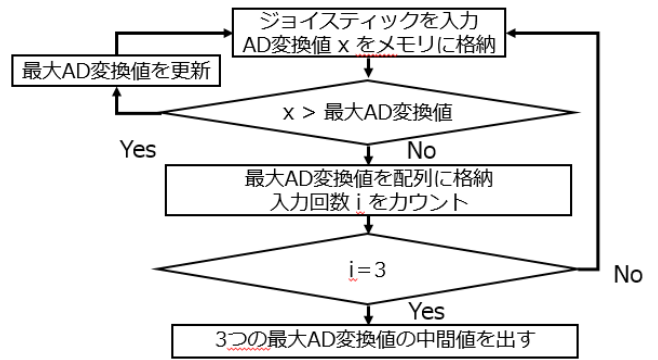


Fig.4 Threshold determination algorithm

決定した閾値をジョイスティックへ対応させると Fig.5 のようになる。X 軸はジョイスティックの縦方向、Y 軸はジョイスティックの横方向、X\_F, Y\_L, Y\_R はそれぞれ前方向、左方向、右方向の閾値を表す。着色された箇所は閾値を超えた領域を表しており、動作領域と呼称することとする。ジョイスティックが動作領域に進入すると各方向に対応した信号が発信される。各方向の動作領域の重なり合いを避けるため、ジョイスティックの Y 軸が 1900 > Y > 3100, Y\_L > Y > Y\_R のときは前進しない。また、児童達は走行中、時間経過による疲労から操作性が変化する可能性があるため、時変性を考慮した閾値調節を行う必要がある。そのため、疲労によってジョイスティックが閾値に到達するまで時間がかかる場合、閾値を下げることで操作性の改善を図る。

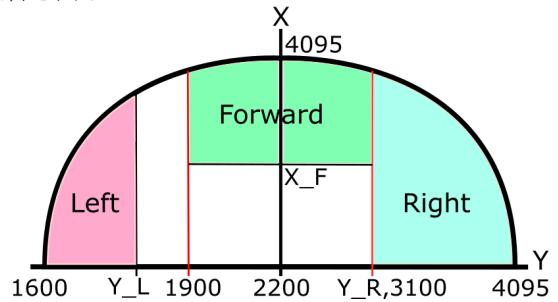


Fig.5. Automatic adjustment of the threshold

4. まとめ

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つなげることを目的としている。本稿では児童の操作サポートにつながるように、ジョイスティックの反応角度を自動で調節可能なジョイスティック型コントローラを開発した。ジョイスティックの操作練習につなげるためにジョイスティックの操作状態を児童へフィードバックする必要がある。そのため今後は、開発したジョイスティック型コントローラの操作性の評価や移動方向の認知ができていないかを確認する

参考文献

- (1) 秋本公志, “静岡県内の特別支援学校における支援機器の活用について”, 静岡大学教育学部研究報告(人文・社会・自然科学篇), No.60, pp.121-132, 2010.
- (2) 比嘉聖, 神里志穂子, 眞喜志隆, 佐竹卓彦, ”ジョイスティック型コントローラ操作における上肢動作の可視化”, 電子情報通信学会福祉情報工學予稿集, pp47-50,2014