

ペダル型操縦システムを用いた遠隔操作ロボット

Examination of Pedal Type Operation System for Remote Control Robot

○大野和喜¹, 入江寿弘²*Kazuki Ono¹, Toshihiro Irie²

Abstract: Manufacturing the pedal type controller which can perform the movement of the robot only in a human leg part and examining the shape and usability. In the remote control of the humanoid robot, a motion capture device is used as the means that a human being can operate for an original sense. However, there is a problem for control of the movement to the present thing. Because it use some functions of the human upper body in movably controlling robot, and the function of the upper body cannot utilize for other work enough. I examine a shape and the usability of the pedal type controller. In addition, I am going to perform the examination of the usability when I combined a motion capture device with it.

1. はじめに

働き方改革によるテレワークの増加, 少子高齢化による労働力不足, 危険や困難が伴う作業など, 様々な要因でロボットの需要が高まっており, 人型ロボットが利用される機会が今後は増えると考えられる. このような作業では生産ラインなどの自動化とは異なり, 人間がロボットを遠隔操作して対処する必要が有ると考えられる. その際より直感的に操作できる事で, きめ細かな対応が可能である.

人型ロボットの遠隔操作手法として, センサなどで人間の動きを測定しそのままロボットの動きに反映させられるモーションキャプチャデバイスによる操作方法について, 直感的に操作できるという面で有用性を感じ注目した. 既存研究[1]~[2]や一部で製品化されているものには, 操作者側に広い空間が必要になったり, ロボットの移動操作について上半身の一部(指や腰など)の動きを利用していたりすることが課題だと感じた. 後者については, 人が普段作業をするとき, 頭・腕・手・指・腰などの上半身の機能を最大限活かして作業を行っていることから, ロボットの制御においてもできれば上半身の一部機能でも阻害したくないと考えたためである. 本研究ではモーションキャプチャデバイスの利点を保ちつつそれらの課題を解決することを目的としており, 足で踏むだけでロボットの移動を制御できるようなペダル型のコントローラを作製し, それとモーションキャプチャデバイスを組み合わせた際の操作性について検討していくものである.

2. 作製したペダル型コントローラ

本研究では, ギターに用いられるエクスペッションペダル[3]などの形状を参考にしたペダル型コントロ

ーラを作製し, その中で今回は2つのモデルについて紹介する.

Fig.1の左がモデル1, 右がモデル2の概要図である. モデル1は, ペダルの静止位置を停止とし, つま先側に傾けると角度に応じて速度が増減しながら前進, かかと側に倒しきると一定速度で後退を行う. また, 左右のサイドスイッチを押すことで, 押す方向に応じた一定速度の転回を行う. また, それぞれの動作は独立とし, 同時入力があった場合は停止する. モデル2は, 前進及び後退の制御方法はモデル1と同様で, 左右転回の制御方法が異なる. こちらは, ペダルを左右に傾けることで傾けた方向に応じた一定速度の転回を行う.

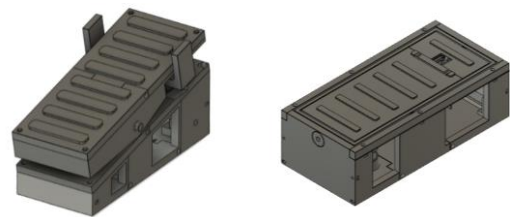


Figure.1 the pedal type controller
(Left: Model 1, Right: Model 2)

3. 実験

・実験1: モデル1を用いた操作性の評価

被験者にペダルによるロボットの操作方法を説明し, その後最大で10分間, それ以内であれば被験者が満足するまでの練習時間を与えた. その後, クランクとS字カーブで構成されたコースを2回走行してもらい, 走行に要した時間を計測し平均を算出した. 走行後にいくつかの項目によるアンケートも行った.

・実験2: モデル1とモデル2の使用感比較

練習時間の条件は実験1と同様, コースは実験1の

1: 日大理工・院(前)・精機 2: 日大理工・教員・精機

コースのクランク部分を用い、2つのモデルそれぞれを使ってロボットを2回ずつ走行させ、走行に要した時間を計測し平均を算出した。また、それぞれのコントローラを手で操作した場合の時間も測り、平均を求め足操作の場合と比較した。なお、実験1とは違うロボットを用いて行った。

4. 実験結果と考察

・実験1：コース走行の所要時間を Table 1 に、アンケートの項目を Table 2 に、アンケート結果を Fig.3 に示す。走行時間については最大約 28 秒の差があり、個人差が大きいことが分かった。この中で、普段から自動車の運転をしている人は比較的所要時間が短く、操作性についてもおおむね好評であった。アンケートにおいても、Q5 の項目で肯定的な意見だった人のうち、3 人は普段から自動車の運転を行っていたことから、足でのペダル操作経験が今回のペダル操作にも役立ったと考えられる。逆に、ペダルの操作はある程度練習すれば所要時間を短縮でき、平均所要時間も短くできるとも考えられる。Q6 の項目では否定的な意見が多かったが、これは実験中の通信のラグや、ペダルのニュートラルの位置が分かりにくく他の操作への切り替えがやりにくかったという意見があり、ペダル設計を見直すことで解決できると考えている。

Table 1. The time required of the course run in test 1

Subject	Average[s]
A	42.54
B	47.16
C	33.72
D	19.32
E	27.74
F	47.25
G	27.25
H	31.40
Total	34.55

Table 2. Questionnaire item in test 1

Number	Item
Q.1	Intuitive operation
Q.2	Easy to operate of moving back and forward
Q.3	Easy to operate of revolve
Q.4	Appropriate movement speed
Q.5	The exercise is not necessary
Q.6	Can move it as expected

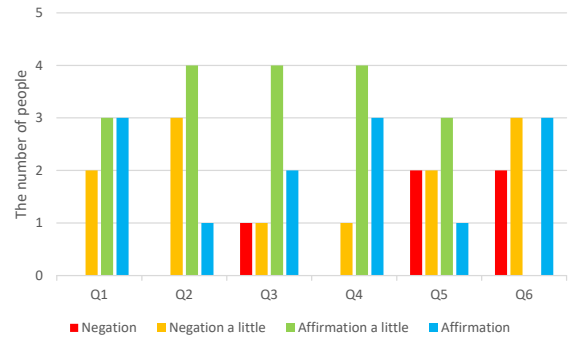


Figure.2 Questionnaire result in test 1

・実験2：各ペダルでの所要時間と、手で操作した場合の時間を Table 3 に示す。まだ被験者は一人ではあるが現状について紹介する。モデルごとの所要時間を比較すると、モデル2が約 25 秒短くなった。使用感もよくなったように感じ、正式な実験としてではないが他2名にもモデル2を使用してもらったところ両社とも肯定的な意見であった。特に左右旋回のやり易さが一番良くなった点であると考えている。また、手で操作する場合と比較して、モデル2は短く、モデル1は長いという結果だった。現状では手と足（モデル2の場合）のそれぞれの操作での所要時間の差が少なく、足操作も有用性があると期待できる。

Table 3. The time required of the course run in test 2

Subject	Model 1[s]	Model 2[s]	Hand[s]
A	85.17	60.09	63.00

5. 今後の課題と展望

現状の大きな課題としては、やはりデータが少ないことであるので、今後はより実験を活発に進め多くのデータを集めた上で、どのような形状のペダルが使いやすいのか、どれくらいの所要時間でロボットを動かせるかなどの検討・評価を重ね、ペダル型操縦システムの有用性を見出していきたい。また、今回はペダル単体での使用感の実験を紹介したが、今後はモーションキャプチャデバイスと組み合わせた際の人型ロボットの制御についても実験を進めていきたい。

6. 参考文献

- [1] 石渡彪流, 山本竜也, 渡辺香祐:「モーションキャプチャデバイスを用いた等身大ロボットの研究」, 2019.
- [2] 中島洋人, 田中拓也, 入江寿弘:「モーションキャプチャと慣性センサを用いた動作解析システムの開発」, 第53回自動制御連合講演会, 2010.
- [3] 1996-185177号:「電子楽器のエクスペリションペダル装置」, 1996.