

ライドシミュレータ

Development of a Riding simulator

西川智紀¹⁾, 松谷拓実²⁾, 入江寿弘³⁾

Tomoki Nishikawa, Takumi Matsutani and Toshihiro Irie

1) 日本大学大学院 理工学研究科 大学院生(〒 274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1, E-mail: csto23027@g.nihon-u.ac.jp)

2) 日本大学大学院 理工学研究科 大学院生(〒 274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1, E-mail: csta23035@g.nihon-u.ac.jp)

3) 博士(工学)日本大学大学院 理工学研究科 教授(同上, irie.toshihiro@nihon-u.ac.jp)

This paper describes the development of a VR-based simulator, the "Ride Simulator". While research on VR technology has been rapidly advancing and VR simulators have been developed for various purposes, these devices are often limited in their applications and be expensive. To address these issues, we are aiming development of a versatile and cost-effective VR simulator.

Key Words : VR simulators

1. はじめに

近年の VR 技術の発展は目覚ましいものである。[1]しかし、VR 技術を使用した汎用的なシミュレータが開発されたという話は聞えなかった。用途が限られ、VR 技術のほかに外部からの刺激を与える VR シミュレータがほとんどである。そのため、カヌーなどの普段体験できない乗り物やスポーツを疑似的に再現することができる VR シミュレータ、「ライドシミュレータ」を開発する。次の図-1 は先行研究時のものである。[2]



図-1 VR カヌーシミュレータ (2019 年度)

2. 研究背景

スポーツの一種であるカヌーの乗り手の動きを体験することができる機械として、株式会社西川精機製作所にて開発された。カヌーに取り付けた 360 度カメラとスマ

ートフォンに搭載されている加速度センサを用いることで、角度を算出していた。しかし、先行研究の構造では本装置にかなりの負担があり、長時間稼働させ続けた結果モータドライバと制御基板が破損した。私たちはこれが特定の条件でリンクと重心との関係が崩れ一つのモータに過負荷がかかっていたのではないかと考えた。

3. 機構の決定

本研究でのロボットは人を乗せるための安全上負荷容量を高く設計する必要がある。そのためライドシミュレータの平行マニピュレータは、シリアルマニピュレータと比較して作業空間は小さいものの、高剛性、高精度、高速という特徴を有している。[3]以下の表-1 はそれをまとめたものである。

表-1 マニピュレータの特徴比較

	シリアルマニピュレータ	平行マニピュレータ
速度	小さい	大きい
剛性	小さい	大きい
精度	出しにくい	出しやすい
作業空間	大きい	小さい

表-2 平行マニピュレータの特徴比較

	旧型 (平行移動を制限)	新型 (角度変化を制限)
負荷容量	小さい	大きい
乗り手への影響	小さい	大きい

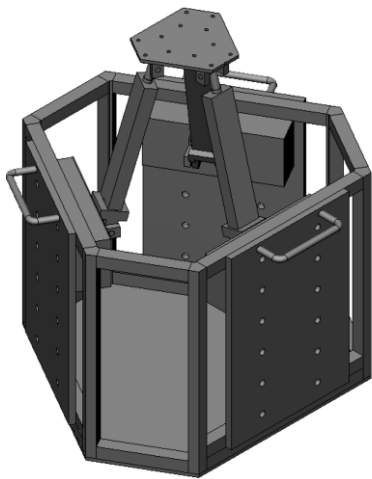


図-2 旧全体図

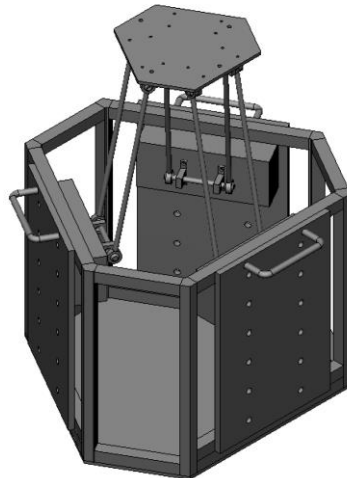


図-3 新全体図

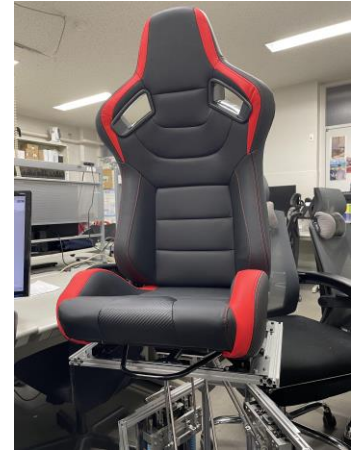


図-4 実物写真

本研究のマニピュレータはボールねじによる直動運動によって制御している。大きく違う点は天板とマニピュレータをつなぐリンク構造にある。図にそれぞれの形状について構造比較図を示す。(図-5) 先行研究にある旧型のパラレルマニピュレータ(図-2)について説明する。中心の移動を制限し角度だけを出力するものとなっており、大きくダイナミックな表現を可能にするが本装置が大きく傾きバランスを崩す恐れがある。また天板に設置するものによって重心自体も大きく変化するためモータへの過負荷が予想される。またその動きを考慮しても身長、座高、体重の違いによって乗り手の安全性が異なるため、シミュレータとして一つの問題になりうると考えた。新規に考案するパラレルマニピュレータ(図-3)は旧型と違い角度変化を制限しテーブルおよび乗り手を平行移動させるものとなっている。近いものとしては地震のようなものを再現することで先行研究とは違った感覚を再現することができる。実際には乗り手を水平に保ちつつ前に投げ出されるような感覚を再現できると考えている。身長差などによる乗り手の違いも大きく出ないと考えたため、これを採用することにした。以下の表-2 にて旧型と新型のパラレルマニピュレータについて特徴の違いをまとめる。

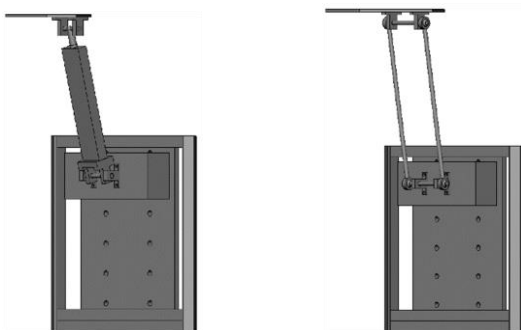


図-5 構造比較

4. XY平面における位置姿勢の近似推定

機械を制御するにあたり平行移動する都合上xy平面から近似させていきたい。(図-6, 図-7)

機械原点から目標値との偏角と距離、駆動限界半径Rから、システムの変数、比重角度 q と比重距離 d を設定する。

本装置の平面移動の限界半径を R 、本装置のテーブル上での中心とリンクをつなぐ距離を P とし目標値と最大値との割合を算出する。

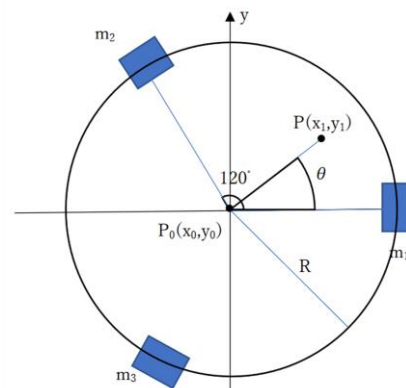


図-6 入力座標とマニピュレータの関係

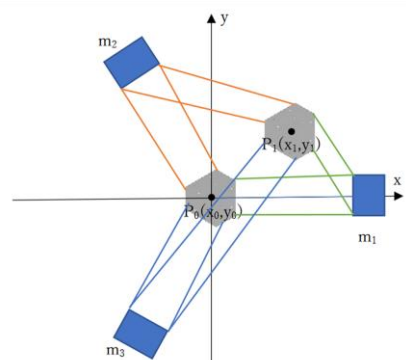


図-7 目標値へ到達後のテーブルとリンクの関係

$$q = \begin{cases} \frac{3}{2\pi} \left(\arctan \left(\frac{y}{x} \right) + \frac{\pi}{2} \right), & 120 \geq \theta > 90 \\ \frac{3}{2\pi} \arctan \frac{y}{x}, & 90 \geq \theta \geq 0 \end{cases} \quad (1)$$

$$d = \frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{R} \quad (2)$$

さらに実際の直動システムの最大移動量を L_{max} とし $m_1 \sim m_3$ を計算する. まず, それぞれのリンクの必要な移動量を算出する.

$$m_1 = \frac{L_{max} d q}{2} \quad (3)$$

$$m_2 = \frac{L_{max} d (1 - q)}{2} \quad (4)$$

$$m_3 = \frac{\sqrt{3} (m_1 + m_2)}{2} \quad (5)$$

となる. z 方向の移動に関してはそれぞれのマニピュレータに一定の数値の増減で表現できるため, ここでは割愛する. 以上でパラレルマニピュレータの近似制御値を算出することが出来た. これらの式を用いて, m_1, m_2 区間内のそれぞれのボールねじの移動量と xy 平面の関係性を等高線を用いてグラフにする. (図-8~10)

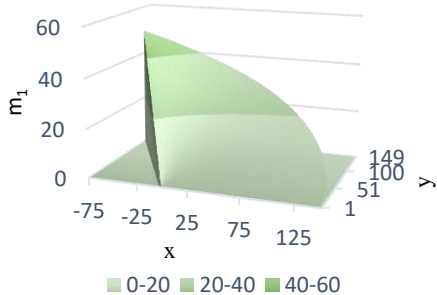


図-8 m_1 の xy 平面上における値

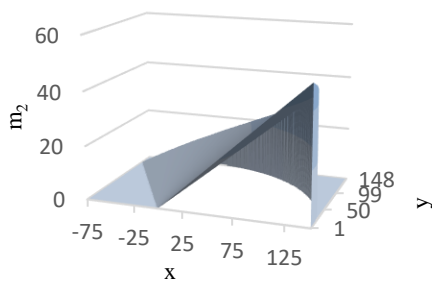


図-9 m_2 の xy 平面上における値

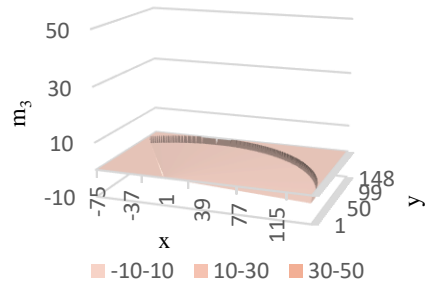


図-10 m_3 の xy 平面上における値

5. おわりに

先行研究にて課題と考えていた構造的な問題点を改善するにあたり, パラレルマニピュレータの運用方法を変更することで解決できるのではないかと考えた. しかし本開発を行うにあたり制御, 駆動方式の検討・安全性の向上について等, 課題の解決に向けてできることは多く残っているため, 次期につながる研究結果となった.

実際の負荷制御の実施はもちろんのこと, 実際にVRを使用した際の動作とその実感をレポートする必要がある. かねてよりパラレルマニピュレータにあった課題を明確化し複数のシミュレートに対応できるように今後は開発していきたい.

付録:

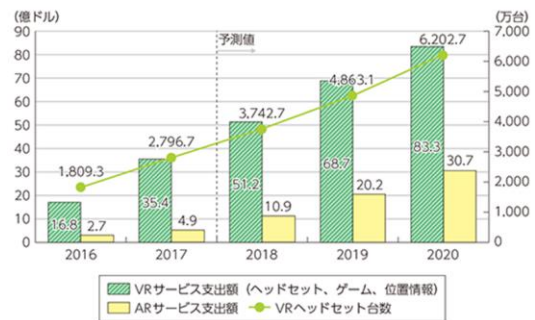


図-11 世界のAR/VR市場規模・VRヘッドセット出荷台数の推移

参考文献

[1] 総務省(2021年9月19日)「平成30年版情報通信白書」第1部特集人口減少時代のICTによる持続的成長
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h30/html/nd111350.html>

[2] しのぎ文化プラザ(2019年10月5日)
<https://www.shinozaki-bunkaplaza.com/staffblog/detail686>

[3] 楠田喜宏:「パラレルメカニズム実用化の展望」日本ロボット学会誌 Vol. 30 No. 2, pp.118~122, 2012
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jrsj/30/2/30_2_118/_pdf