

憑依型遠隔ロボット操作

小野歩[†] 豊浦正広^{††} 茅暁陽^{††}

[†]山梨大学工学部 ^{††}山梨大学医学工学研究部

1. はじめに

遠隔ロボット操作とは、オペレータが遠隔地にあるロボットを操作することである。作業場から離れた場所で操作することにより、人間が作業をできないような危険な場所においても、ロボット操作を行うことにより作業に従事できる[1]。オペレータが判断と操作を行う為、ロボットが行う判断よりも高度な判断を要する場合に適している[2]。例えば、原子力発電所事故時において情報収集のために遠隔操作ロボットを使用している[3]。

現在、ロボット操作の多くには専用のコントローラやボタン、操作画面を使って操作している。ロボットの多くは扱いが難しいために実用には操作訓練の実績が必要である。操作方法を瞬間的に理解することは難しく、直感的ではない。どんなに素晴らしいロボットでも、それを操作できるように訓練された人間がいなければ、実用に耐えない。

そこで本研究では、遠隔ロボットの直感的操作のためのシステムを提案する。

2. 提案手法

遠隔ロボット操作のため、HMD (Head Mounted Display) とシートセンサを利用する。HMD の動きからオペレータの首の動作を推定し、首の動作を遠隔ロボットに搭載した首振り可能カメラの動作に反映させる。HMD には遠隔ロボットに搭載したカメラ映像を表示する。そのため、オペレータは遠隔ロボットの目線での操作が可能になる。また、シートセンサでは、オペレータの体重移動を測定し、遠隔ロボットを移動させる。オペレータは遠隔ロボットと一体になっての操作が可能になることから、**憑依型遠隔ロボット操作**と名付けた。

人間の知覚情報を遠隔地に転送するテレイグジスタンス[4]に関する研究は多く存在するが、本研究では既存のロボットを操作する観点からインタフェースを設計した。

2.1. 構成機器

提案手法の構成を図1に示す。

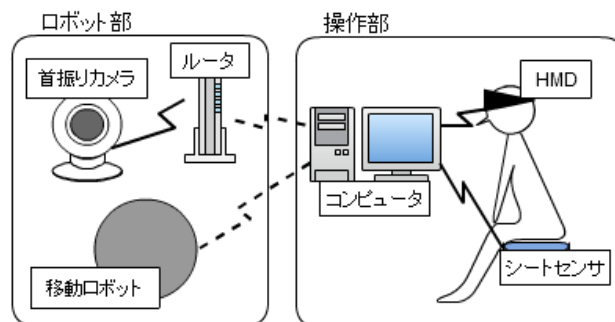


図1 遠隔ロボット操作構成

コンピュータと首振りカメラ間の通信は無線LANを介して行う。そのため、移動ロボットにルータを搭載する。コンピュータと移動カメラ間の通信はBluetoothを介して行う。

2.2. 首振りカメラ動作

首振りカメラの操作には、HMDを使用する。HMDは、ゴーグルのような形状をした頭部に装着できる映像提示装置のことである。

HMDを装着したオペレータが、上下左右に動かした首の動作の向きと量を推定する。推定値を首振りカメラに送信し、首振りカメラの動作に反映させることにより操作を行う。例えば、HMDを装着したオペレータが左を向いた時には、首振りカメラも同様に左を向く、といったように動作する。

また、HMDには遠隔ロボットに搭載した首振りカメラから取得した映像を表示する。これにより、オペレータはロボットの目線での操作が可能になる。

2.3. ロボット移動

ロボット移動にはシートセンサを使用する。シートセンサとは、シート状の圧力センサである。圧力を加えるとその圧力分布を検出でき、足圧や体圧、座圧の変化を検出・可視化することができる。

オペレータはシートセンサの上に座り操作を行う。現在の座圧からオペレータの姿勢を推定

Haunting Style Remote Control of a Robot
Ono Ayumi[†], Masahiro Toyoura^{††}, and Xiaoyang Mao^{††}
[†]Faculty of Engineering, University of Yamanashi
^{††}Interdisciplinary Graduate School of Medical and Engineering, University of Yamanashi

する．姿勢から移動方向と速さを計算，移動方向と速さの値を移動ロボットに送信，移動ロボットを移動させる．シートセンサに座ったオペレータが座圧を前方にかけると移動ロボットは前方に進む．より体重を前かけると移動ロボットをより速く移動させることができる．

3. 評価実験

3.1. 実験方法

提案手法の直感性を調べるため被験者 6 名に提案手法と従来方法との評価実験を行った．従来方法には，ロボット移動操作にコントローラを，首振りカメラの操作に操作画面を使用した．被験者はロボットを 2 つのコースで操作した．2 つのコースを図 2 に示す．慣れによる誤差を減少させるため，被験者は 5 分ほど練習を行い，実験を行った．

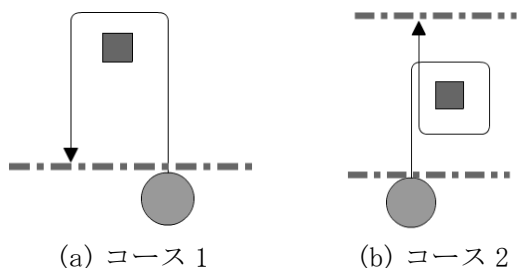
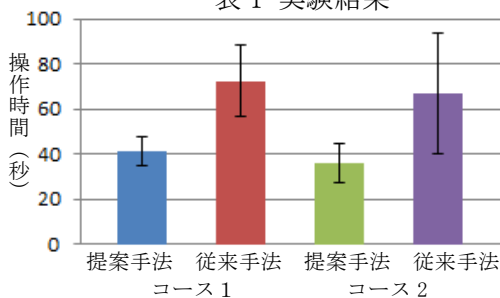


図 2 実験コース

3.2. 実験結果

各被験者の各コースの操作時間の平均と標準偏差を表 1 に示す．

表 1 実験結果



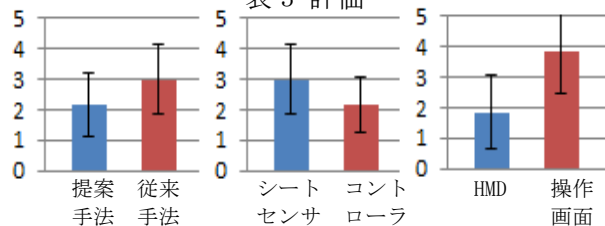
分散分析を行うと $F=0.91 < F(0.10)$ となり，手法の違いによる有意差は見られなかった．

また，操作方法が直感的かどうかを表 2 の 5 段階で評価した．各被験者の評価の平均と標準偏差を表 3 に示す．

表 2 評価指標

- | |
|-------------------|
| 1: 直感的である |
| 2: どちらかといえば直感的である |
| 3: どちらともいえない |
| 4: どちらかといえば直感的でない |
| 5: 直感的でない |

表 3 評価



提案手法と従来手法，シートセンサとコントローラ，HMD と操作画面で分散分析を行った．この結果から提案手法と従来手法との評価に有意差はなかった．また，シートセンサとコントローラ間の評価にも有意差はなかった．HMD と操作画面の評価は $F=8.72 > F(0.05)$ となり，有意である．操作画面で操作するよりも HMD を利用した操作のほうが直感的であるといえる．

自由記述に「シートセンサの細かい調節が難しい」「シートセンサの感度が悪い」とあり，思ったようにロボットが操作できていないようだった．これは，座圧から姿勢推定の方法を調整することにより，改善できると考えられる．

4. まとめ

HMD とシートセンサを使用する憑依型遠隔ロボット操作方法を提案した．シートセンサを用いて移動ロボットを操作し，また，HMD を用いて首振りカメラを操作することにより，オペレータは遠隔ロボットの目線で操作を行うことができるようになった．これにより，オペレータは遠隔ロボットと一体になったような操作を実現した．

参考文献

- [1] 吉田和哉，清川清，八木康史，足立忠司，齋藤浩明，田中紘幸，大野浩之，“遠隔ロボットを用いた災害時マルチメディア情報収集技術の研究（遠隔移動ロボットおよび視覚・提示系の開発），”ロボティクスシンポジウム予稿集，pp. 435-440, 2005.
- [2] 小森谷清，澤田一哉，井床利之，井上幸三，“HRP 遠隔操作プラットフォーム，”日本ロボット学会，Vol. 19, No. 1, pp. 16-27, 2001.
- [3] 中山準平，杉本雅彦，“原子力施設事故時の情報遠隔収集ロボット，”神戸製鋼技報，Vol. 53, No. 3, pp. 89-91, 2003.
- [4] 舘暲，川上直樹，梶本裕之，“レイグジスタンスの研究（第 35 報）相互レイグジスタンスロボット TELESAR II の構想，”計測自動制御学会講演会論文集，pp. 590-591, 2003.