

手信号入力デバイスを用いたロボット操縦方式の評価

Evaluation of a User Interface to input Hand Signals to operate a Mobile Robot

○ 田中 春輝 (日大) 正 内田 康之 (日大)
学 和田 英訓 (日大) 嵩西 祥 (日大)
嶋 一男 (株)リアルビズ)

Haruki TANAKA, Nihon University Yasuyuki UCHIDA, Nihon University
Hidenori WADA, Nihon University Sho TAKENISHI, Nihon University
Kazuo SHIMA, RealViz Incorporated

As for the robot used in a disaster and the terrorism spot, it can be steered remoteness from the safe area where were several hundred meter distant, but there are many cases that it acts with a rescue team, and supports various work from around. In such situation, it loses a unit power that member alone is cut only for the operation of the robot, and it is a problem on work efficiency. Therefore we studied on a method using hand signals to steer the robot only with one hand so that one member could perform the operation of the robot and other work in parallel. In this study, we produced a cheap user interface to input hand signals, and confirmed it was more effective than the steering wheel for operating a robot in the virtual space with a software "Virtual Battle Space2" using serious game technology.

Key Words: Hand signals, User interfaces, Rescue, Virtual battle space

諸言

災害やテロ現場で使用されるロボットは、数百m離れた安全な地域から遠隔操縦されることもあるが、迅速に救助活動を行うために、隊員と共に行動し近傍から各種作業を支援している場合が多い。このような状況では、ロボットの操縦のみに隊員一人が割かれることは、隊力を損失してしまい作業効率上で問題である。そこで、一人の隊員がロボットの操縦と他の作業を並行して行えるように、手信号を用い片手のみで操縦する方式について検討してきた。本研究では、手信号を入力する安価な操縦具を試作し、シリアスゲーム技術を用いたソフトウェアVirtual Battle Space2を用い仮想空間内のロボットを操縦することで、ハンドルよりも有効であることを確認した。

操縦具に求められる機能

片手操縦

- ・第一に自身の安全を確保しなければならない、両手で保持する操縦具では危険回避を遅らせる要因となる。また、機材を把持しなければならない場合も考慮し、操縦に必要なのは片手のみとする。

小型、軽量

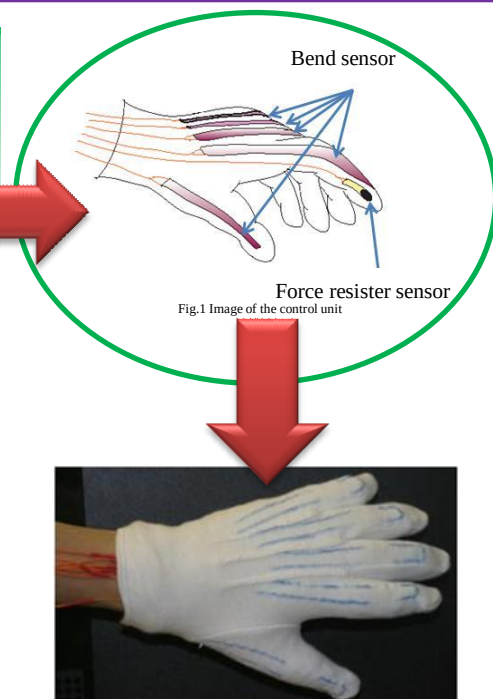
- ・通常任務につく隊員は重装備であり、初期装備の重量も考慮して、隊員が動くのに支障がない重さでなければならない。

行動制約

- ・現場では瓦礫上や水没、また余震や爆発など外乱が発生する環境不安定な場所での作業が想定される。操縦者は種々作業や危険回避をしながら常に行動を行うため、操縦具があってもない時と同等の行動が出来なければならない。

高感度・高応答性

- ・ロボットを操縦するにあたり十分な感度を有すること。安全経路の探索、危険物の搜索を迅速に行えるよう既存の操縦具に劣らない高応答性を有すること。



システム構成

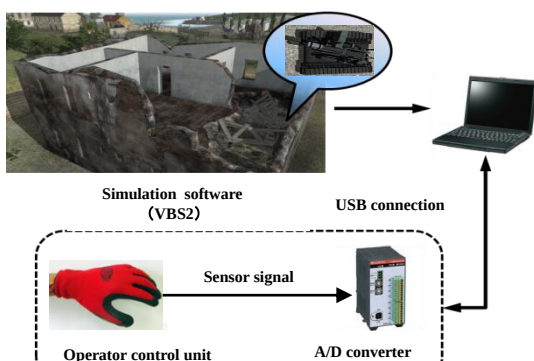
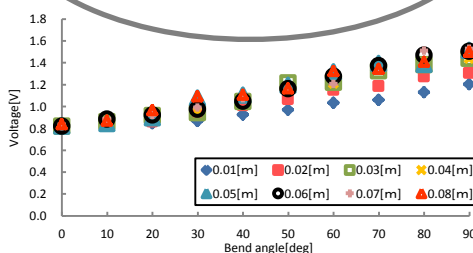


図4から、センサの先端から0.06[m]の位置が最も感度が良いことが確認できるよ？センサは、関節の屈曲順序の影響が小さい、第二関節に高感度部を合わせることにしたよ。回路は、オペアンプで非反転増幅回路を組んで、得られる電圧幅を増幅してるんだからっ！



実験方法



Fig.5 Test field

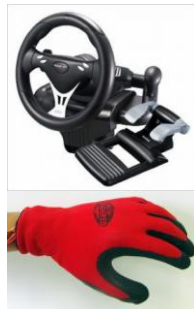


Fig.6 Each Controllers

- 計測項目
- ・機体の位置座標[X,Y,Z]
 - ・機体の方位
 - ・タスク達成時間
 - ・操縦員からの入力データ

被験者数: 20人
実験回数: 各操縦具2回、計4回
操縦条件: 学習時間1分、左手操縦

Table 1 Hand signals

Forward	Right spin turn	Left spin turn	Back

3次元の模擬訓練環境内に模擬車両をモデル化し、ポイントを通りゴールまで走行する。被験者20名の共通項として、事前に実験内容の説明を行い、手信号を覚える学習時間は1分間とした。今回は従来方式であるステアリング(Saitek社、R660GT)と、試作した操縦具の比較を行った。各操縦具で2つのコース、計4回の実験を行い、目標軌跡からの誤差やタスク達成時間を算出した。実験を行った後に15個の形容詞対を用いた7段階で評価をするアンケート(SD法: Semantic Differential method)を行い、実験結果との相関を確認した。用いた手信号形状は別に行った比較実験で最も評価の高かった表1の形状を使用した。手信号は指の屈曲の組み合わせにより各動作モードに切り替え、人差し指の屈曲具合により、各動作のパラメータを変更する形式である。

実験結果

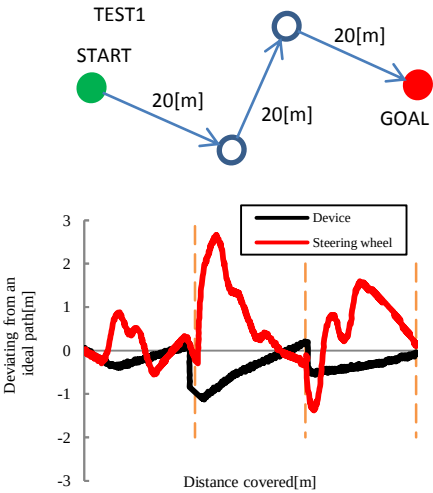


Fig.7 Test course and Deviating from an ideal path

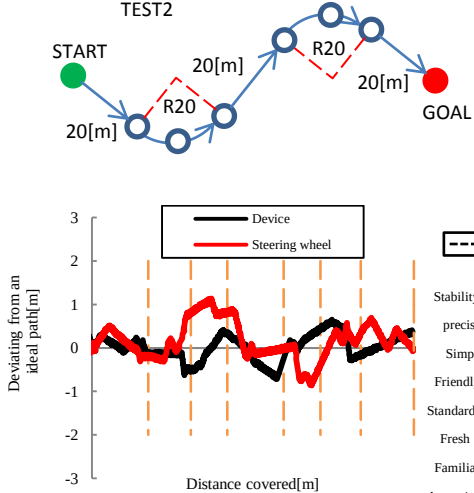


Table 2 Result data

	Error[m ²]	Time[s]	Distance covered[m]	Error + Time
Test1 S	41.940	29.649	78.189	71.589
Test1 D	20.159	43.824	70.016	63.983
Test2 S	38.545	52.497	140.848	91.042
Test2 D	25.287	74.162	134.458	99.449

S : Steering wheel D : Device

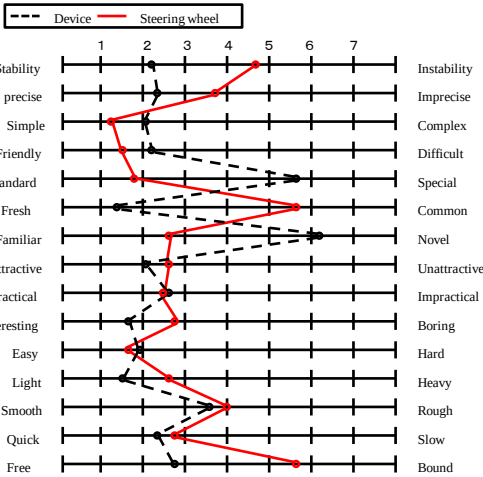


Fig.8 Semantic profile

実験1の結果からは、試作した操縦具、ステアリングどちらも曲がるポイントで誤差が大きい。特にステアリングは、1つ目のポイントでとても大きな誤差が出ていることが読み取れる。実験2では、試作した操縦具、ステアリングともにあまり大きな誤差は見られない。

図7より、試作した操縦具は、どちらの実験でも誤差ではステアリングに優っていたが、タイムでは劣っていた。総走行距離も試作した操縦具の方が優っていた。また、誤差と総走行距離が少ないことから、提示された移動ルートを正確に走行できることがわかる。

図8のプロフィール曲線より、論理性評価の特殊な、感性的評価のありがちな、なみのない、の項目は試作した操縦具とステアリングで、正反対の結果となった。また、力量性評価(軽い、自由ななど)については、全てにおいてステアリングを上回る結果となった。

考察

いずれの実験でもステアリングよりゴールまでの到達時間が長かったが誤差は少なかった。

総合的にみると、本操縦方式がステアリングと同等以上の操縦性があることが読み取れる。

SD法では、「軽い」、「自由な」などの力量性評価はステアリングより高いことが見られたため、操縦具の要求機能を達成することができたと考える。

結言

従来方式との比較評価において、試作した操縦具でも十分な応答性と感度があることが確認された。今後は他の操縦方式との比較を実施していくとともに、車両モデル以外のプラットフォームでも活用できるかを検証していく予定である。



Fig.9 Other controller



Fig.10 Other platform