

手信号を用いたロボット操縦言語に関する研究

Study on Command Language using Hand Signals to Operate a Mobile Robot

○和田 英訓(日本大学), 内田 康之(日本大学), 嶋 一男((株)リアルビズ), 嵩西 祥(日本大学), 田中 春輝(日本大学)

○Hidenori WADA(Nihon University), Yasuyuki UCHIDA(Nihon University), Kazuo SHIMA(RealViz.Inc.)
Sho TAKENISHI(Nihon University), Haruki TANAKA(Nihon University)

Abstract

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 have 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 investigated the optimum hand signals pattern by operating a robot in the virtual space with a software "Virtual Battle Space2" using serious game technology.

諸言

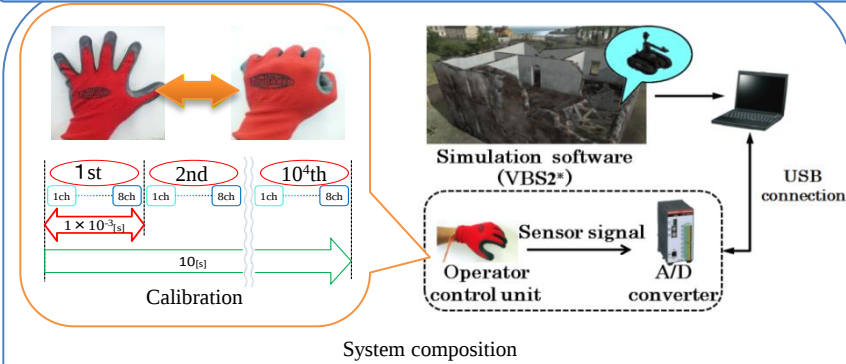
災害やテロ現場で使用されるロボットは、数百m離れた安全な地域から遠隔操縦されることもあるが、迅速に救助活動を行うために、隊員と共に行動し近傍から各種作業を支援している場合が多い。このような状況では、ロボットの操縦のみに隊員一人が割かれることは、隊力を損失してしまい作業効率上で問題である。そこで、一人の隊員がロボットの操縦と他の作業を並行して行えるように、手信号を用い片手のみで操縦する方式について検討してきた。本研究では、シリアスゲーム技術を用いたソフトウェアVirtual Battle Space2を用い構築した仮想空間内のロボットを、試作した手信号入力のための操縦具で操縦することで、ロボット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



Come Watch Stop

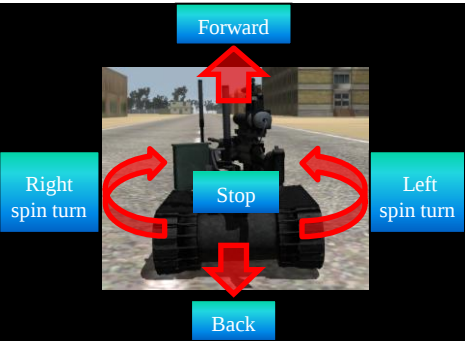
Example of hand signals

システム構成

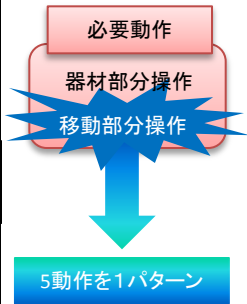


仮想空間(コンピュータ)内に3次元の模擬訓練環境と作業器材を搭載できる模擬車両をモデル化する。そして、上図に示すような構成で、操縦具とシミュレーションソフトウェア内の仮想モデルとを接続し、操縦具のセンサから入力された手信号による操縦指令に従い、模擬車両を動作させ、タスク達成時間、移動軌跡、操縦具からの入力データなどを計測する。

手信号形状考案における条件



Minimum requirement motion for moving mobile robot



Grasp object

片手で表現できる形状は $2^5=32$ 通り

人間工学的視点から可能な形状

器材を把持していることを想定

カメラ・マニピレータの動作を考慮

手信号の考案

Example of operation (Pattern3)

	Thumb	middle finger	ring finger	little finger	forefinger (Voltage:x)
Stop	0	0	0	0	$x \leq 1$
Forward	0	0	0	0	$x > 1$
Back	0	1	0	0	$x > 1$
Right spin turn	1	0	0	0	$x > 1$
Left spin turn	0	0	0	1	$x > 1$

Switching mode

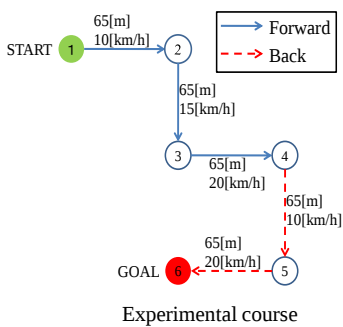
Command

	Forward	Right spin turn	Left spin turn	Back
Pattern1				
Pattern2				
Pattern3				
Pattern4				
Pattern5				

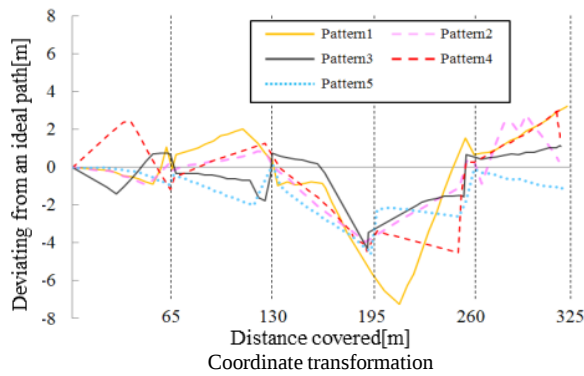
手信号形状の比較実験



Image



Experimental course



Coordinate transformation

被験者数:20名
実験回数:各形状1回 計5回
操縦条件:学習時間1分,左手操縦
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,操縦具からの入力データ

算出項目
タスク達成時間
目標軌跡からの誤差
目標速度からの誤差
総走行距離

実験で得られた機体の移動軌跡を座標変換し、目標軌跡からの誤差を算出した。なおグラフは被験者1名分(手信号5種類)の結果を重ねたものである。縦軸は目標軌跡からの誤差、横軸が総走行距離を示し、横軸と縦の点線が交わった部分がコース上のポイントを示している。

定量的分析結果

被験者20名のタスク達成時間、目標軌跡に対する誤差の積分(絶対値)、目標速度に対する誤差の積分(絶対値)、総走行距離を表にし、星取表としてまとめた。点数の高いものを最良とし、その結果、Pattern3が最良であることがわかった。

Result data

	Time[s]	Path error[m ²]	Speed error ×10 ³ [m ² /h]	Distance covered[m]
Pattern1	4660	12322	18007	7588
Pattern2	4352	11279	15997	7495
Pattern3	2957	9579	14408	7297
Pattern4	3036	12212	17488	7911
Pattern5	3196	12012	14832	7237

	Time[s]	Path error[m ²]	Speed error ×10 ³ [m ² /h]	Distance covered[m]	Total score
Pattern1	×	×	×	△	-7
Pattern2	△	◎	○	○	0
Pattern3	☆	☆	☆	◎	7
Pattern4	◎	△	△	×	-3
Pattern5	○	○	◎	☆	3

☆:2point ◎:1point ○:0point △:-1point ×:-2point

利き手による比較

今回は特に結果に大きく差の出たPattern1とPattern3において、利き手ごとに平均値を算出し考察を行った。左手操縦であるため、右利きの被験者よりも左利きの被験者の方が、全ての項目において優れた結果が示された。この結果から、比較的難解な形状であっても、使い慣れた利き手であれば表現できることが分かった。

言い換えれば、訓練次第で操作性は高まり、また、操縦者の手信号形状のバリエーションも増やすことが出来ると言える。さらに、Pattern1とPattern3の手信号形状の違いによる比較を行ったところ、Pattern1では利き手による差が大きく出たのに対し、Pattern3では、その差が少ないことが分かった。

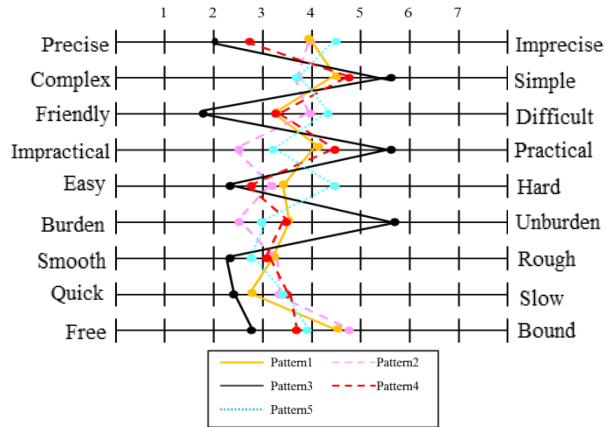
なお、今回の実験において被験者20名のうち、6名が左利きであった。

	Time[s]	Path error[m ²]	Speed error ×10 ³ [m ² /h]	Distance covered[m]
Pattern1 (Right hander)	219	677	1035	385
Pattern1 (Left hander)	150	450	562	368
Pattern3 (Right hander)	154	474	591	367
Pattern3 (Left hander)	148	456	455	360

SD法

SD法(Semantic Differential method)とは、心理学的測定法の一つである。ある事柄に対して個人が抱く印象を相反する形容詞の対を用いて測定するもので、それぞれの形容詞対に尺度を持たせ、その尺度の度合いによって対象事項の意味構造を明らかにしようとするものである。今回は9つの形容詞対を用意し、それぞれの項目を7段階で評価し、20名分のデータの平均値をプロフィール曲線としてまとめた。

この結果より、主観的評価においても、Pattern3が最も良い結果を示した。また、Pattern1とPattern4は数値的には低めだが、Pattern3と似た曲線を描いたのに対し、Pattern2とPattern5に関しては、Pattern3と正反対の結果を示し、悪い評価であることが分かった



結言

手信号形状の入れ替えや、動作モードの割り当てを変えただけで、操作性が顕著に変わることが確認された。さらに、利き手による比較から、訓練次第で操縦性は上がることも確認されたが、より優れた手信号であれば訓練期間の短縮や新たな手信号の習得も可能であることがわかった。今回は走行指示のみに焦点を当てて実験を行ったが、情報収集ロボットの場合に、ロボットに搭載された、カメラやマイク、コンピュータなどの器材の操作についても考慮する必要がある。

実際の現場においては様々な場面が想定されるため、把持する器材の形状、重さ等によっても得られる結果が変わることが予想される。

上記のことを踏まえ、今後はより有効な手信号形状の確認を進めるとともにキャリブレーション時、操縦時の条件を変えて検討を行い、実機でも適用できるか検証していきたい。将来的には、片手で複数のロボットを操縦できるような手信号を用いた、操縦方法の検討を行っていくと考えている。



©Bohemia Interactive(Virtual Battle Space2)