

201 イネーブル装置の操作性に関する考察

Study on Usability of Enabling Device

安藤 嘉則・群馬大学

Yoshinori ANDO, Gunma University

<石田 貴一・㈱ミツバ>

< Takakazu ISHIDA, Mitsuba Corp.>

Key Words: *Enabling Device, 3-Position Switch, Response Time, Usability*

Abstract: In teaching and maintenance of industrial robots, a operator have to approach a hazardous space. Then, a operator have to bring a 3-position enabling device because they are exposed to danger by robot. 3-position enabling device is able to shut down a power of robot, when emergency has happened to operator. We experiment about work of teaching for research on usability of 3-position enabling device. We obtained a characteristic for 3-position enabling device.

1. はじめに

産業現場では産業用ロボットや各種の自動化された機械が生産には不可欠な存在であり、人間がこれらの機械と同じラインで作業をしており、ロボットを柵などで囲うことにより人間の安全を確保している。このような柵や囲いによって隔離を行なっても、設備立ち上げやティーチング作業などの非常作業時にはどうしても人間と機械が対峙しなければならない。そのような場合、停止の原則に基づき危険を感じたらロボットを停止させられるイネーブル装置を持つての作業が必要である。しかし、人間は突然の状況において持っているものを握ったり離したりする。このため、離すだけの2ポジションスイッチよりも3ポジションスイッチが有効であると言われ、使用されてきた。

本研究では、非常作業時に用いられる3ポジションイネーブルスイッチを使用し、被験者に非常作業であるティーチング作業を模擬的に行ってもらうことで、スイッチ操作の傾向及びスイッチ操作までの反応時間を調べ、どういった操作性であれば突然の状況に対応できるのか検証を行ない、操作性の向上のための指針を得る。

2. 実験方法

実験は以下のような手順で行なった。操作1として

- 1) 作業は利き手でない方の手(逆手)でイネーブルスイッチを握る。このときスイッチはON(Position2)の位置で握る。
- 2) 実際のティーチング作業の替わりに1～9の数字をパソコンの画面上に表示し、スイッチをONの握ったままの状態保持し、作業者は表示された数字と同じ数字をテンキーより入力する。
- 3) 1～2の作業中に突然、危険状態の画面として作業画面と異

なる画面を表示する。

- 4) 画面が突然変わったらスイッチを離すか握り込む。
- 5) 画面が変わってからスイッチ操作の状態フラグとスイッチを操作するまでの応答時間、実験開始より画面が変更するまでの時間を計測した。

次に操作2として、左右の手によってスイッチ操作に違いが出るのか調べるため、スイッチを利き手に持ち替え、同様の実験を行なった。実験の制限時間は10分以内とする。

3. 実験結果

3.1 操作1、操作2でのスイッチ操作

画面変更時のスイッチ操作の結果をFig.1, Fig.2に示す。操作1におけるスイッチ操作では離すという割合は56%, 握り込む割合は31%と離す割合が多い結果となっている。操作2におけるスイッチ操作では、スイッチを離す割合は48%, 握り込む割合は36%とこちらもスイッチを離す傾向にある。また、操作2でのスイッチ操作では途中で離すという割合が13%と操作1に比べ多い。これは利き手ではない慣れない手でのキーボード入力のため、テンキーを打つ方の手に集中がいったために、次第にイネーブルスイッチを操作している手が緩んでしまったと考えられる。男女別の操作で見ると、男性の場合は操作1では強く握り込むという割合は33%, 離す割合は54%と離す操作が多く、操作2でのスイッチ操作では離す、強く握り込む割合が共に40%と同じ結果であった。これに対して、女性の場合では、操作1では離した割合は78%, 握り込んだ割合は22%, 操作2では離す割合が60%強く握り込む割合は20%と離す傾向が強く見られた。

3.2 操作1,2における反応時間の変化

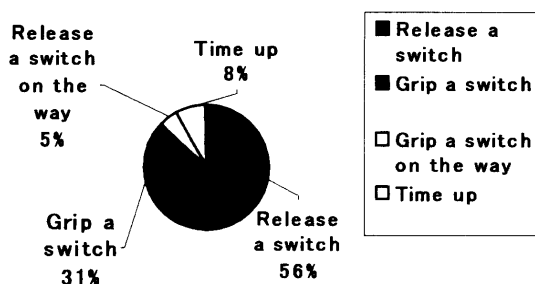


Fig.1 Operation1 in reserve hand

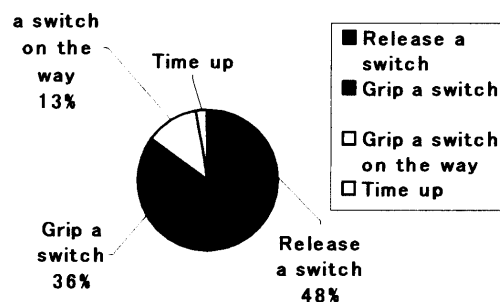


Fig.2 Operation2 in dominant hand

Fig3 と Fig4 に操作1, 操作2でのスイッチ操作までの反応時間について示す。また, その反応時間の平均値を Table1 に示す。スイッチ操作の反応時間は強く握り込んだ場合では0.8sec, スイッチを離した場合での平均値は0.91sec となった。

スイッチ操作2での反応時間平均値を見ると握り込んだ場合では0.69sec, スイッチを離した場合での平均値は0.79sec となった。また, 操作1, 2での見ると握り込んだ場合ではスイッチ操作時間はほぼ同じであるのに対して離した場合には0.22sec と差が生じている事がわかる。

また, 300sec を超えてからのスイッチ操作では操作1では離す傾向が見られるが操作2では握り込む傾向が見られる結果となった。

3.3 男女別でのスイッチ操作の違いについて

Fig.5, Fig.6 に男女別での操作反応時間の変化について示す。Fig.5 から男性のスイッチ操作1での反応時間の平均値は0.69sec, 女性の場合では1.0sec となった。Fig.6 から男性のスイッチ操作が操作2の場合, 反応時間の平均値は0.69sec, 女性の場合では0.83sec となった。操作1, 操作2共に男性の反応時間のほうが早い結果であった。また, この平均値よりも高いところの値について見ると, 男女共に40,50代の年齢の人たちが多く見られる傾向にあった。

4. 実験結果, 及び考察

今回の実験結果から次の傾向が見られた。

- 1) スイッチ操作は男女ともにスイッチを離す傾向が多く見

られた。特に女性は, スイッチを離す傾向が多く見られた。

- 2) 操作1, 操作2共に男性の反応時間の方が早い。この要因として, スイッチ自体が女性の手には大きく操作しにくかったためと思われる。さらに, 大きすぎる事が反応時間の遅れにもつながったと考えられる。
- 3) 300sec を超えてからのスイッチ操作において, 操作1ではスイッチを離す/握るの操作はほぼ同じに見られたが, 操作2ではスイッチを強く握る傾向が見られた。
- 4) 操作2では途中でスイッチを離す傾向が見られた。
- 5) 反応時間を見てみると, 操作1では強く握り込む操作が早い結果となり, 操作2では離した場合の方が早い結果となった。
- 6) Position1~Position2 におけるスイッチの操作荷重が約15(N)では作業の集中や手の緩みなどからスイッチが離されてしまい操作荷重が重い
- 7) Position2~Position3 での操作荷重については通常作業時に握り込みすぎる操作はなかったため適切な荷重である。

5. 結言

スイッチを操作する手や性別によってスイッチ操作, 反応時間にも違いが見られることがわかった。また, スイッチ操作や反応時間にはスイッチの操作荷重, 形状, 大きさが影響を及ぼす。そのため, それらの値を今後, さらに検討することで操作性の向上につながり安全を確保できる。

Table 1 Average value of reaction time by the difference in switch operation

	Reaction time when release a switch(sec)	Reaction time when grip a switch (sec)
Operation1	0.91	0.80
Operation2	0.69	0.79

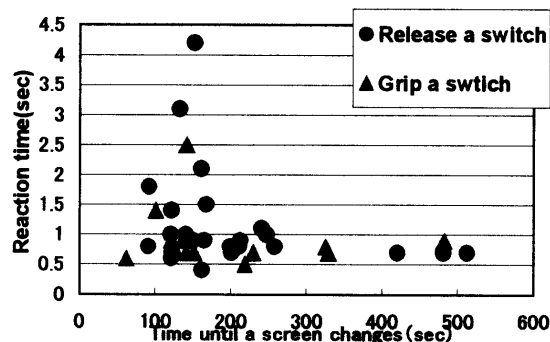


Fig.3 Change of reaction time in operation1

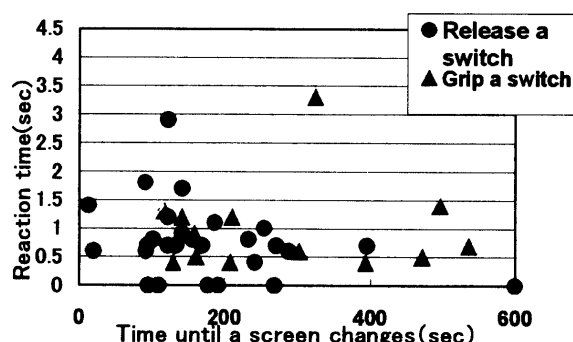


Fig.4 Change of reaction time in operation2

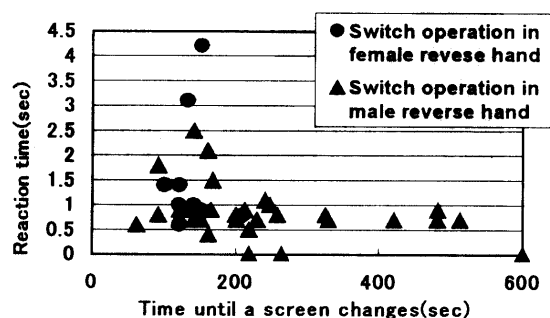


Fig.5 Change of reaction time according to sex

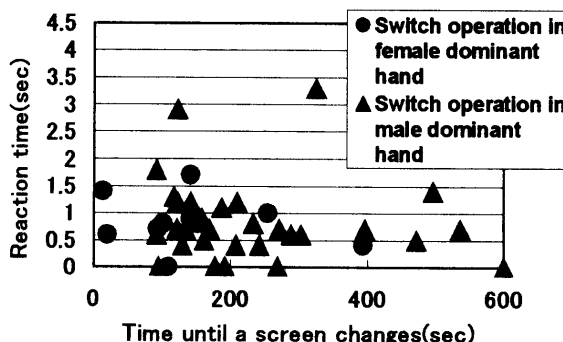


Fig.6 Change of reaction time according to sex