電動車椅子の各種操作方法による走行実験

A Running Experiment on The Various Operation Methods of An Electric Wheelchair

○正 浅川 貴史 (神奈川工科大)
正 西原 主計 (神奈川工科大)

正 吉留 忠史 (神奈川工科大)

Takashi ASAKAWA, Kanagawa-Institute of Technology, t-asa@asap-sys.co.jp
Tadashi YOSHIDOME, Kanagawa Institute of Technology
Kazue NISHIHARA, Kanagawa-Institute of Technology

This study conducted the running experiment on the various operation methods of the electric wheelchair. There are a joystick type, a push-button type, and a voice control type in the operation methods of an electric wheelchair. The joystick type used what is generally marketed, and the push-button type and the voice control type were made as an experiment newly. In the experiment, it ran the course using above-mentioned operation methods, and measured transit time and the turning counts.

Key Words: Wheelchair, Voice control

1. はじめに

現在、電動車椅子の操作方法には、ジョイスティックを用いたものが一般的であり、その他に重度肢体障がい者向けの「前後左右」の押しボタンを使用するものや、研究段階ではあるが音声制御を用いたものがある。これらの操作方法には、操作になれるまでに時間がかかったり、細かな方向の操作がむずかしいなどの問題があるため、使用者や使用する場所などの状況を考え、各操作方法の特徴を把握することが重要である。

特に音声認識を利用した制御方法は、いろいろな場面で活用され始め、福祉の分野でも注目が集まっている。しかしながら、これまでの操作方法をそのまま音声制御に置き換えることは多くの問題を引き起こす可能性がある。

そこで本研究では、ジョイスティック式・押しボタン式・音声制御式の3つの方法について、同じ環境下で実際に走行実験を行い、動作の完了度を測定した。

ジョイスティック式は、一般的に市販されているものを使用した。押しボタン式は、ボタンを押している間だけ動作するタイプと押しボタンを一度押すと動作を開始し、ストップボタンで停止するタイプの2種類を試作した。また、音声制御式は、音声命令のみで動作するタイプと、音声命令で動作を開始し、ストップボタンで停止するタイプの2種類を試作した。以上の3タイプ5種類の操作方法を用意し実験を行った。

2. システムの構成

2.1 ジョイスティック式

ジョイスティック式のシステムは、一般に市販されているものを使用した。市販の電動車椅子には電動専用の車体を持つものと、通常の手動式車椅子に電動ユニットを付加したものがあるが、今回は後者タイプを使用した。

車椅子本体、電動ユニットから構成される使用機材を表1

に、車椅子の全体図を図1に示す。

Table 1 Used equipments of a joystick type

Equipment	Maker and Model
Wheelchair	Kawamura Cycle BM22-40
Electric power unit	Yamaha JW-1

Fig.1 Electric Wheelchair

2.2 押しボタン式

押しボタン式のシステムは、ジョイスティック式電動車椅子のジョイスティックユニット部分をマイコン制御ユニットに置き換え、更に図2の押しボタン操作パネルを追加したシステムで構成されている。図2のように押しボタンには前後左右のそれぞれのボタンと停止ボタンがある。

操作方法には、ボタンを押している間だけ動作する「Aモード」と、ボタンを押すと動作を開始しストップボタンで停止する「Bモード」があり、マイコン制御ユニットにより制

御している。

車椅子本体とジョイスティックユニット以外の電動ユニットはジョイスティック式のものをそのまま流用している。

追加の使用機材を表 2 に、マイコン制御ユニットを図 3 に示す。

Fig.2 Push-button type

Table 2 Used equipments of a joystick type

Equipment	Maker and Model
Micro computer module	ASAP system
Electric power unit	Yoneyama works

Fig.3 Micro computer module

2.3 音声制御式

音声制御式のシステムは、押しボタン式電動車椅子に音声認識・合成ユニットを追加した構成となっている。

使用者は、図 4 のようにヘッドセットを使用し音声命令により車椅子を操作する。

Fig.4 A Headset for a voice control

音声命令は、「まえ」「うしろ」「みぎ」「ひだり」「とまれ」の 5 つの命令を音声認識・合成ユニットに登録した。

音声制御式の操作方法には、音声命令のみで操作する「A

モード」と音声命令で動作を開始しボタン操作パネルのストップボタンで停止する「B モード」がある。

追加の使用機材を表 3 に音声認識・合成ユニットを図 5 に示す。

Table 3 Used equipments of a joystick type

Equipment	Maker and Model
Voice recognize unit	TOSHIBA IT Control systems
Headset	Audio-technica AT-810F

Fig.5 Voice Recognize unit

3. 走行実験

3.1 実験条件

走行実験は、室内での操作を想定した図 6 に示されるコースにより行なった。コース幅の 1.2[m]は、JIS 規格の電動車椅子の最大全長が 1.2[m]であり、電動車椅子がコーナー部分で無理なく回転できる広さとして決定した。

被験者には、電動車椅子のそれぞれの操作方法に慣れてもらうためにあらかじめコースを試走してもらい、その後の走行で走行完了時間と、方向転換の回数を測定した。

Fig.6 Layout of a testing course

通常のジョイスティック式電動車椅子の走行速度は最高 4[km/h]で、ジョイスティックの操作により操作者が速度を変換することが可能である。しかし、今回実験を行う他の操作

方法では、速度を任意に可変する機構がないため、衝突などの安全性を考慮して最高速度を 1[km/h]とし、ジョイスティック式も調整して最高速度を同じ速度に変更した。

方向転換の回数は、車椅子が前進から旋回または旋回から前進に転換した回数を累積した。また、同じ動作でも間に停止動作がある場合には同様に累積した。

最も少ないと思われる方向転換の回数は「まえーひだりーまえーみぎーまえ」の 5 回である。

3.2 実験結果

走行実験での測定結果を図 7 に示し、測定値の平均を表 4 に示す。

Fig.7 Result of the running test

Table 4 Average Value of the running test

Control Type	Average time of Transit time	Average count of turning counts
Joystick	17.9[sec]	6.7
Push Button(A)	22.9[sec]	7.3
Push Button(B)	21.9[sec]	7.5
Voice Control(A)	40.8[sec]	8.4
Voice Control(B)	32.6[sec]	6.0

走行実験の結果、ジョイスティック式が最も短時間に走行することができた。方向転換の回数も少なかった。

押しボタン式は、ジョイスティック式に比べ走行時間がか

かっている。これは、ジョイスティック式がアナログ的な角度調整ができるため図 6 の点線のように滑らかに走行することができることに比べ、押しボタン式では「前後左右」の 4 つの方向のみで制御を行なう必要があるために、直線と回転により方向を制御する必要があるためと思われる。

押しボタン式では「A モード」と「B モード」による結果の大きな違いはなかった。

音声制御式は「A モード」で、非常に時間がかかり方向転換の回数も多くなっている。また、図 7 から走行時間のばらつきが目立っている。方向転換の回数も多いことから、方向転換に手間取っていることが分かる。

一方「B モード」では、時間は他の方式に比べかかっているが、走行時間のばらつきも「A モード」に比べ小さく、方向転換の回数は最も少なくなっている。

今回の実験から操作方法による走行時間のばらつきを式(1)の平方和と、式(2)の標本標準偏差を用いて調べた。結果を表 5 に示す。

$$s^2 = \sum (x_i - \bar{x})^2 \quad (1)$$

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

表 5 の計算結果からも音声制御式の「A モード」の走行時間は、他の方式に比べ極端にばらつきが大きいことがわかる。

Table 5 Calculate of Sample standard deviation

Control Type	Square sum	Sample standard deviation
Joystick	65.7	2.17
Push Button(A)	75.9	2.33
Push Button(B)	35.7	1.60
Voice Control(A)	1206.4	9.28
Voice Control(B)	161.6	3.40

4. 実験結果の考察

電動車椅子の操作方法として一般に使われているジョイスティック式は、今回の走行実験でも最も短い時間で走行でき、

方向転換の回数も少なく、操作性がよいことが確認できた。

しかし、ジョイスティックを使用したことがない操作者には、押しボタン式の方が移動する方向が分かりやすいという意見もあった。走行時間のばらつきを見てもジョイスティック式と同じ程度ばらつきであり、操作上は問題なく使用できると思われる。

押しボタン式の走行時間がジョイスティック式に比べかかっている原因として、前項でも触れたコース上の走行ルートにある。ジョイスティック式が全方向に無制限で方向転換でき、更に速度の加減ができることにに対し、今回の実験に使用した押しボタン式の場合は、直線と回転だけで走行しなければならないため、回転をしながら前に進むことができない。

そのため、図8の(a)(b)に示される2種類の走行ルートが最もよく用いられ、方向転換の回数は(a)が5回、(b)の9回となる。そのため、ジョイスティック式よりも若干時間がかかることと同時に方向転換の回数も多くなっていると考えられる。

Fig.8 Trace line using Push-button system

前者2つの方式に比べ音声認識式は、多くの問題をかかえている。まず、「Aモード」の走行時間の平均値は、ジョイスティック式や押しボタン式の2倍以上であり、特に表5からもわかるようにばらつきが大きい。これは、音声命令に費やす時間が大きく起因していると思われる。

音声命令には、今回の命令語「まえ、みぎ、ひだり、とまれ」の場合、約1[sec]かかる。方向転換ごとにこの時間がかかり、押しボタン式と同じ走行ルートを使用したとすると、押しボタン式の走行時間に7[sec]から8[sec]を加えた値にな

ると予想され、図7からも35[sec]前後の時間が最も多くなっている。

しかし、さらに最大60[sec]かかる場合もあり、一度操作者の希望する方向からずれてしまうと、方向修正を行なうために多くの時間が必要である。実験の様子から「とまれ」という音声命令に1[sec]程度かかることが細かな修正を行なう場合に問題であることが分かった。この時間は、回転角度で約30[deg]から45[deg]であり、音声命令だけではこの角度以下の細かな制御はむずかしい。

そこで、音声制御式の「Bモード」では、「とまれ」の音声命令の代わりに押しボタン式「Bモード」で使用した「STOP」ボタンを使用した。その結果は、走行時間は押しボタン式に音声命令に必要な時間を加えた値とほぼ同じとなり、ばらつきも小さくなった。操作者からも、非常に扱いやすくなったという意見が出された。

本来、音声制御式は、ジョイスティックや押しボタンなどの操作に不慣れた高齢者や、障がいにより他の操作方法が困難な場合に使用されることが想定され、「STOP」ボタンがしようにできない場合もあるので、操作補助として筆者らが研究しているRFタグによる位置・方位検出システムとの組み合わせは、大いに期待できると考えている。

5. まとめ

本研究の結果を以下にまとめる。

- (1) 電動車椅子の操作方法として押しボタン式と音声制御式を試作した。
- (2) ジョイスティック式、押しボタン(A,B)式、音声制御(A,B)式の5種類の操作方法を用いて電動車椅子の走行実験を行い走行時間と方向転換回数を測定した。
- (3) ジョイスティック式は、速度と方向を同時に制御できるため操作がしやすいことを確認した。
- (4) 押しボタン(A,B)式は、時間的にはジョイスティック式に及ばないが、操作性についてはジョイスティック式と同等であった。
- (5) 音声制御(A)式は、他の方法と比較すると操作がむずかしく走行時間がかかりばらつきも多いが、音声制御(B)式では停止にストップボタンを使用することにより走行時間・方向転換ともに大きく改善できた。

今後は、さらに多くの被験者により実験を行なうとともに、RFタグなどを用いたシステムと組み合わせ、誰もが使いやすい電動車椅子の操作方法と操作補助について研究する予定である。

文 献

- [1] ユニバーサルデザイン研究会編:ユニバーサルデザイン、日本工業出版、ISBN4-8190-1506-0
- [2] 高強、西原主計:音声制御の車椅子、Technical Report of IECE.SSS2003(2003-05)
- [3] 橋場参生、中島康博:音声操作型電動車椅子の開発と評価、Technical Report of IEICE.WIT2002-66(2002-12)