

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

論題(和文)	HOT患者の外出支援のための伴走型搬送カート 剛体ハンドルによる動作制御の検討
Title(English)	Escort type robotic cart development to support HOT patients' going out -Study on motion control of the cart by rigid handle interface and force control-
著者(和文)	入部正継, 上殿泰生, 遠藤玄, 田窪敏夫
Authors(English)	Masatsugu Iribe, Yasuo Uedono, Gen Endo, Toshio Takubo
出典(和文)	ロボティクス・メカトロニクス講演会2015講演論文集, , , 2A2-J09
Citation(English)	Proceedings of the 2015 JSME Conference on Robotics and Mechatronics, , , 2A2-J09
発行日 / Pub. date	2015, 5

# HOT 患者の外出支援のための伴走型搬送カート —剛体ハンドルによる動作制御の検討—

Escort type robotic cart development to support HOT patients' going out  
- Study on motion control of the cart by rigid handle interface and force control-

正 入部 正継 (阪電通大) ○学 上殿 泰生 (阪電通大)  
正 遠藤 玄 (医科歯科大) 非 田窪 敏夫 (女子医大)

Masatsugu IRIBE, Yasuo UEDONO, O.E.C.U., 18-8, Hatsucho, Neyagawa, Osaka  
Gen ENDO, Tokyo Medical and Dental University  
Toshio TAKUBO, Tokyo Woman's Medical University

Home Oxygen Therapy (HOT) patients need portable oxygen equipment at the time of going out. However, the currently-used oxygen equipment is enough heavy to discourage HOT patients from their going out. Therefore we try to develop the power assist robotic cart which supports HOT patients' going out. Especially we try to develop the side-moving type cart which moves next to the users. We propose new operation interface device which has high reliability and capability of easy-understandable operation, and then we verify its validity by dynamical simulation applying Open Dynamics Engine. In this paper, we report the result and show the effectiveness of our proposed interface device.

**Key Words:** Home Oxygen Therapy, Support going out life, Person following, Power assist

## 1. 緒言

慢性閉塞性肺疾患などの肺疾患に対する対症療法として在宅酸素療法 (Home Oxygen Therapy; HOT) が施される。HOT 加療中の患者は外出時に酸素ボンベ、または酸素濃縮機を搬送用カートに搭載して携帯することで日常生活を送ることが可能となる。また、HOT 患者は体力維持のために散歩等の運動が推奨されているが、現行のカートは付属品等を合わせると質量が約 4~5[kg]となり、心肺機能が低下している HOT 患者にとっては肉体的にも精神的にも大きな負担となる[1]。

そこで本研究では、HOT 患者の肉体的、精神的な負担を軽減し、体力維持を目的とした運動 (外出) を促すためにパワーアシストによる移動支援が可能な酸素機器搬送カートの開発を試みる。この開発を行うにあたり、従来研究[2][3][4]を参考に、従来よりも操作が簡単で、患者が移動する方向をより正確に伝えることが可能な操作インターフェイス (I/F) の開発を試みる。

## 2. 操作インターフェイス装置の開発

### 2.1 操作 I/F 装置の概要

本研究では、現在流通しているスーツケースやキャリーバックなどと操作方法が似ており、不意に体の姿勢が維持できなくなったときには体重を預けて杖代わりになることが可能となる、人間の横に位置して移動する伴走型移動体カートの操作 I/F 装置を開発する。特に参考にする従来研究例[2]で提案された伴走型カートの操作 I/F 装置の動作原理を図 1 に示す。ユーザが操作するハンドルの支持部分の内部の 4 方向に圧力センサが設置されており、ユーザがハンドルを把持して移動するときにハンドル部がユーザの移動方向のセンサに接触することで、ユーザの進行方向の力センサに力がかわり、その加えた力に比例した速度でカート移動体が動作することが可能になっている。しかしこの I/F では、ハンドル部と支持部は微小なクリアランスの中で動作するようになっていることから、ハンドル部をひねる動作を行ったときに取付け

部で部品が突然固定 (ロック) されてしまう問題を内包している。一方で、この操作方式は微小な力で操作する事が可能であり、操作者が意識をして操作を行うことなく、操作を行うことが可能である。しかし、キャリーバッグやスーツケース等の市場に出回っている市販品等を操作する際、操作者は積極的にカートの姿勢制御・速度の維持を行っている。このことからこのような伴走型のカートは、より積極的に操作をする操作 I/F で操作すべきであると考えられる。したがって、この方式よりも信頼性高く操作が簡単で、操作者の意図する動きを正確に検知することが可能な、操作 I/F 装置が必要だと考えられる。

そこで本研究では、図 2 に示す方式の操作 I/F 装置を提案する。表 1 にその仕様の詳細を示す。ユーザがハンドル部を操作する際の前後方向へのハンドルへの入力 (押力) を前後方向に配置した圧力センサで検知し、旋回方向の操作入力はハンドル部の回転角度をロータリエンコーダを使用して検知する。この 2 種類のセンサを用いて前後方向、旋回方向の 2 つの要素を検知し、車体駆動の制御を行う。

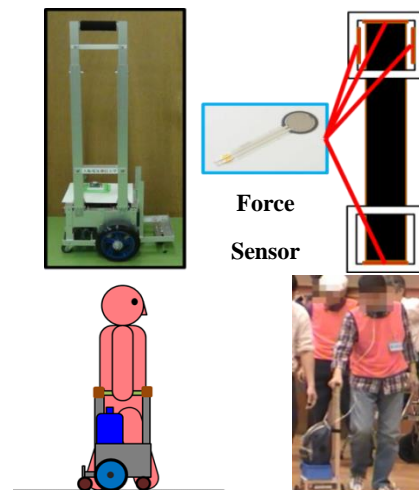


Fig.1 Side by side type robot and handle

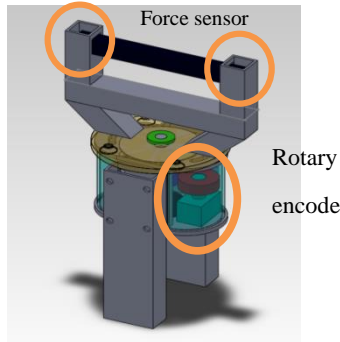


Fig.2-(a) Operational interface

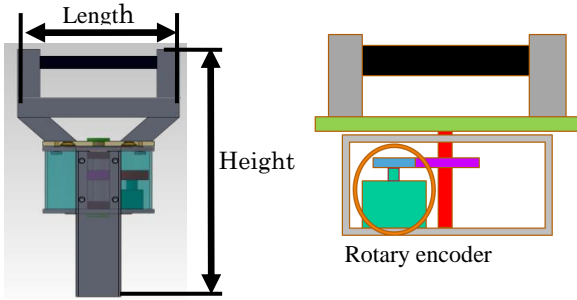


Fig.2-(b) Side view

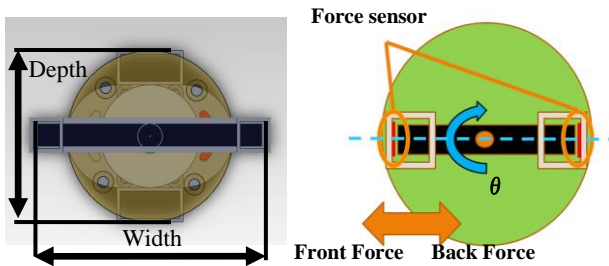


Fig.2-(c) Ground view

Tab.1 Operational I/F Spec

Height	255[mm]
Width	145[mm]
Depth	100[mm]
Setting Weight	2[Kg]
Length	105[mm]
Diameter	Φ 15[mm]
Movable scope	-0.4 ~ 0.4[rad]

## 2.2 提案する操作 I/F 装置による動作制御

2.1 節で提案した操作 I/F 装置を使用したカート移動体の動作制御方式について述べる。図 3 に示すように、制御対象のカート移動体は左右対称の位置に車輪があり、左右それぞれが独立して駆動し異なる回転速度で動作することが可能な差動駆動機構を有している。動作時にユーザが操作 I/F 装置に入力するパラメータは、前後方向に配置した圧力センサで検知する力（押力） $F$  [N]と、ハンドル部に取り付けたロータリエンコーダで検知する旋回角度 $\theta$ [rad]である。この操作 I/F 装置への入力信号をもとに、左右の車輪の回転角度 $\theta_R$ 、 $\theta_L$ と左右

車輪による移動速度  $V_R$ 、 $V_L$ を設定する。移動速度  $V_R$ 、 $V_L$ の値は以下の(1)式で算出する。

$$\begin{cases} V_R = K_S F + K_T \theta \\ V_L = K_S F - K_T \theta \end{cases} \quad \dots (1)$$

(1)式にある係数  $K_S$ 、 $K_T$ は、それぞれ直進動作と旋回動作の感度を調整するパラメータである。この(1)式を使用したカート動作のシミュレーションを行い、提案する操作方式の効果を検討する。シミュレーションには動力学シミュレーション環境 Open Dynamics Engine (ODE) を使用する。

このシミュレーション環境内で差動駆動方式の移動体モデルを作成し、ハンドル部に押力  $F$  [N]と回転角度 $\theta$ [rad]を数値的に与え、感度パラメータである  $K_S$ 、 $K_T$ を変化させた時の動作の様子を調べる。評価するのは移動体モデルの重心位置の時系列軌道と姿勢角度とする。図 4 に使用する移動体モデルとシミュレーション実験の概要を、表 3 に感度パラメータである  $K_S$ 、 $K_T$ の値の組み合わせを示す。

Tab.2 Input and output signal list

$V_R$	Moving velocity of right wheel
$V_L$	Moving velocity of left wheel
$F$	Output force
$\theta_R$	Turn angle of right tire
$\theta_L$	Left angle of left tire
$\theta$	Output rotation angle

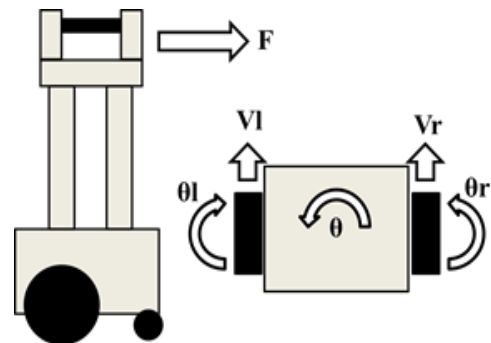


Fig.3 Drive unit used in simulation

Tab.3 Set parameters list

	$K_S$	$K_T$
Pattern A	1.60	14.5
Pattern B	2.00	14.5
Pattern C	1.60	20.0

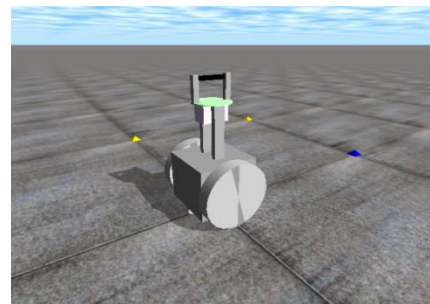


Fig.4 ODE model

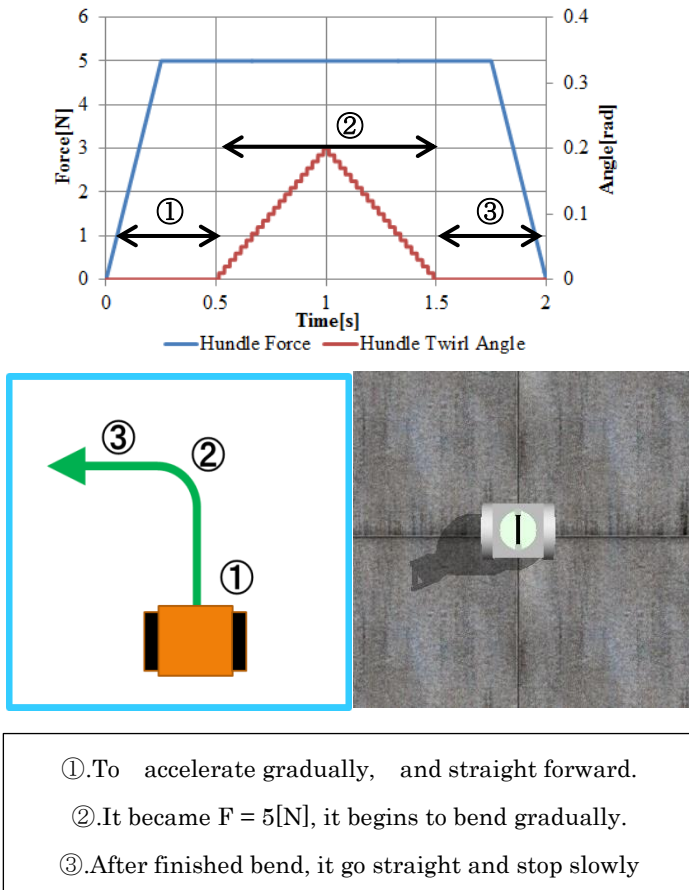


Fig.5 State of the experiment

実験で得た駆動部が動作した軌跡データと走行区間毎の平均車体速度  $V[m/s]$ を 図 6 に示す. これらの実験データから, 感度パラメータである  $K_t$  と  $K_s$  の 2 つの係数を組み合わせることで, 決められた値の中でも多様な動作を行うことが可能であると言える. このことから, 現在考案を行っているこの操作 I/F 装置は, 設定次第で操作者が意図する動作を実現することが可能であるということが判明した. 以後の実験では今回行ったパラメータパターン以外の組み合わせでシミュレーションによる実験を行う.

### 3. 結言

今回は操作 I/F 装置の設計と, 動力学シミュレーション ODE 内にて操作 I/F 装置を用いた駆動部の動作観察を行った. これらの結果から操作 I/F 装置を運用する際に設定するパラメータの組み合わせによって多様な動作が可能であることが判明した. 今後は ODE 内のシミュレーション環境を実世界に近いものにして更なるデータの取得を行い, 操作 I/F 装置の製造を行った後に実世界での運用および, 駆動部と接続することで実験を行っていくものである.

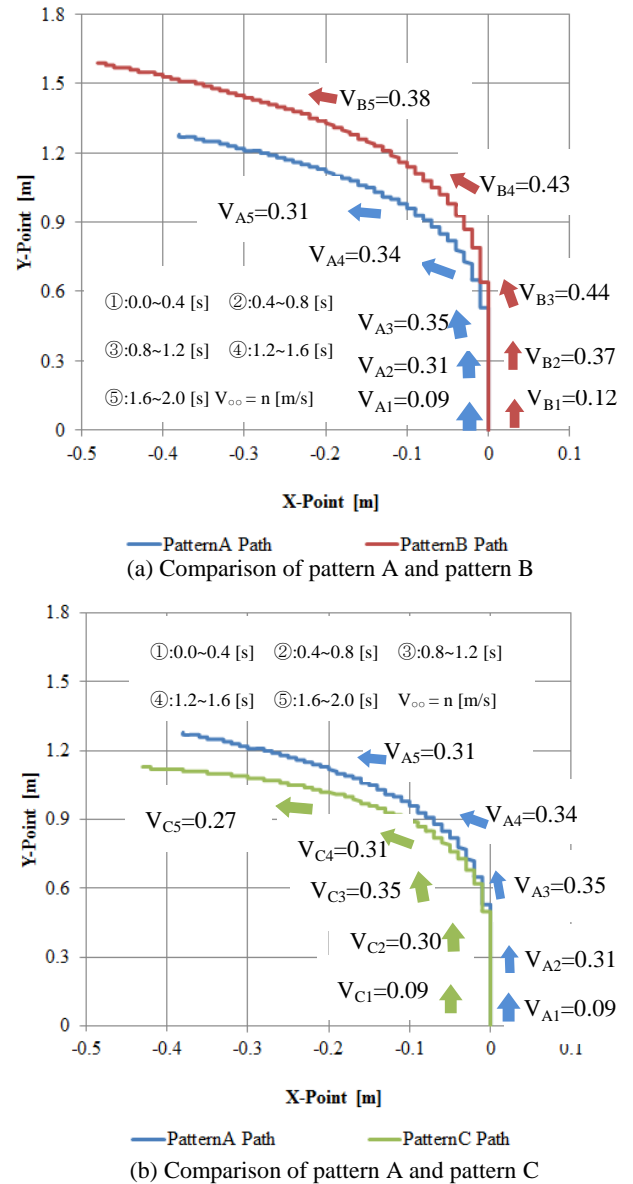


Fig.6 Difference of due to the sensitivity parameters

### 文 献

- [1] 松本, 本野, 笠本, 里, 清水, 塩塚, “HOT 患者の外出に対するアンケート調査”, 理学療法学, Vo.26, No.supple(19990523), p.117, 1999
- [2] 入部 正継, 池田 遼太, 前田 直人, 大西 幸平, 遠藤 玄, 田窪 敏夫, 大平 峰子. HOT 患者の外出支援のための酸素ボンベ搬送カート開発 -力制御による伴走型搬送カートの実現-, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2013, 2A1-C07, 2013 年 5 月, つくば, (DVD-ROM).
- [3] 入部 正継, 前田 直人, 大西 幸平, 池田 遼太, 遠藤 玄, 田窪 敏夫, 大平 峰子. HOT 患者の外出支援のための酸素ボンベ搬送カート開発 -前方支持 I/F による搬送カートの力制御-, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2013, 2A1-C09, 2013 年 5 月, つくば, (DVD-ROM).
- [4] 前田, 入部, 遠藤, 田窪, 大平, “HOT 患者の外出支援のための先端型移動ロボット”, 平成 25 年度計測自動制御学会関西支部・システム制御情報学会若手研究発表会論文集, p1-4, 2014 1 月, 大阪
- [5] 出村公成, “簡単!実践!ロボットシミュレーション”, 森北出版株式会社, 2007, May