

ライントレース車椅子

—電動車椅子に動作信号を出力する回路の試作—

Line Trace Wheelchair

—Prototype of a Motion Signals Outputs Circuit to an Wheelchair—

小森谷 吉彦
指導教員 星野 勉

明星大学理工学部総合理工学科

キーワード: 電動車椅子, ライントレース, 自動操舵, 電子回路, ハードウェア

1. はじめに

電動車椅子の走行制御として, GPS を用いて屋外を走行するシステムが提案されている [1]。それに対し, ライントレース車いすは, 病院や介護施設などで, 予め定められたコースを移動するものである。車椅子を自分で操縦することはできないが, 移動命令を出す (押しボタンを押す) ことのできる使用者に向けたものである。前進ボタンを押すことが出来れば, 介助者に頼らずに自らの好むときに移動できるため使用者に, より豊かな生活をもたらすことができる。

当研究室で開発しているライントレース車椅子は, 前進ボタンが押下されると, 予め床に引かれている誘導ラインを検出し, そのラインを辿る様に走行する。車椅子の場合, 1つのセンサをラインに合わせることは容易ではないので, 幅広のライン検出器を開発搭載した。26個のセンサを搭載したので, 信号線数を縮減するため, 多数決回路が採用された [2]。これが本開発プロジェクトの独創的な点である。その後の開発によって, トレースすべきラインが車いすの中央にあるのか, 若干左右にずれているのか, 大幅にずれているのかの信号を取出す回路が作成された [3]。

改造する車椅子はヤマハ発動機株式会社の車いす用電動ユニット JWX-1 を用いて電動化したものである [4-6]。ジョイスティックの前進後退、左右操舵信号 (各 0 ~ 5 V) の代わりに, 制御回路から対応信号を入力することにより, 車椅子を制御する。

今回, 移動ボタンを取り付けたので, その信号から前進信号, 操舵信号を電動化キットに向かって, 出力する回路を付加した。

2. これまでのプロジェクト開発項目

制御回路基板のほかに, ラインセンサへの外光や人影による誤検出を避けるための遮光カバーの開発 [7] を

行った。スロープの通過時など床面へ接触しない高さの工夫などがされた。また, 電動車椅子の蓄電池から制御電源を得るための電源回路 [8] などが行われてきた。移動ボタン取り付けには, 機械工学系の実習指導員の協力元, ジグが設計製作された [10]。

3. 制御基板回路図の変更箇所

先行研究で試作された制御回路は, ライン信号回路 [2], ライン位置回路 [3], 操舵信号演算回路 [9] であった。制御回路は, 26 × 30 の蛇の目基板に実装した。実体配線図を図 1 に示す。同図の H01~R01~R02~O02~O11~A11~A014 がライン信号回路であり, コネクタ (CN3) を介して, 車椅子に実装したセンサと接続してある。P03~Y03~Y12~V12~V16~N16~N12~A12~A07~J07~J10~P10~P03 がライン位置回路であり, コネクタ (CN4) を介して, 制御箱の位置表示 LED と接続してある。E13~L13~L19~E19~E13 が操舵信号演算回路で

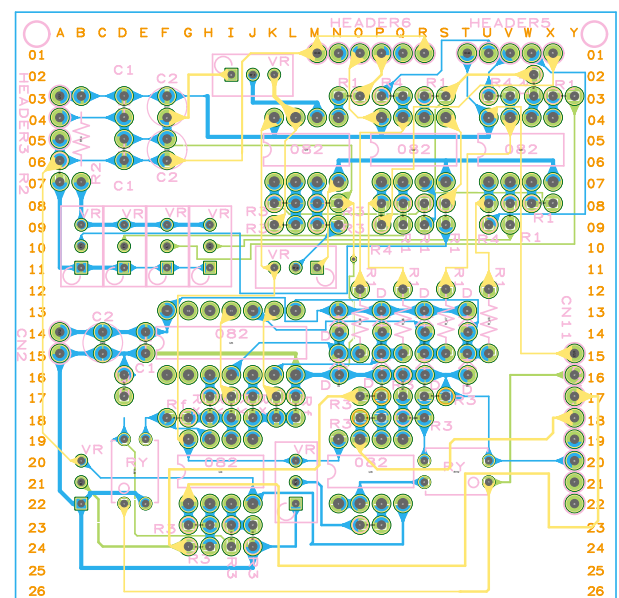


図 1 実体配線図

表 1 制御回路部品表

記号	部品名	値等	数量
R1	カーボン抵抗	10 k Ω	14
R2	金属皮膜抵抗	1.5 k Ω	2
R3	金属皮膜抵抗	10 k Ω	14
R4	カーボン抵抗	220 Ω	4
Rx	金属皮膜抵抗	53 k Ω	2
Ry	金属皮膜抵抗	47 k Ω	2
Rf	金属皮膜抵抗	10 k Ω	2
VR	多回転トリマ抵抗	10 k Ω	8
C1	セラミックコンデンサ	0.1 μ F	3
C2	アルミ電解コンデンサ	4.7 μ F	3
082	OP アンプ	2 回路	6
TTL	74HC04	6NOT	1
SSR	リレー		2
CN1	3P コネクタ		1
CN2	2P コネクタ		1
CN3	6P コネクタ		1
CN4	5P コネクタ		1
CN11	8P コネクタ		1

ある。

今回、移動ボタン信号入力、JWX-1 への信号出力のコネクタ (CN11) で車椅子と接続する。D22 に入る移動ボタン押下信号により、リレー (RY) が動作し、演算増幅器から操舵信号が出力される。U21 に入る移動ボタン押下信号により、リレー (RY) が動作し、演算増幅器から前進信号が出力される。電動ユニット JWX-1 は制御信号 2.5 V の時、静止・操舵中立であるため、リレーが動作しない時には、2.5 V を出力するようレベルシフト回路が入っている。

部品サイズの変更等により、既存部についても先行研究の実体配線図とは若干異なった。実体配線図では 3 層で作図してあるが、実際はジャンパー線によって結線するので、ランドが 1 面にしかないユニバーサル基板を使用している。

表 1 に使用している部品表を示す。表中の記号は図 1 の実体配線図中の記号と同一である。特に Rx, Ry は操舵信号の進行方向を決める信号利得を定めるものである。

一端、実体配線図を作成後、部品をユニバーサル基板に載せ、齟齬がないか確認の上、不具合のあった実体配線図の箇所を修正した。本稿執筆時点では、鋭意製作中

ある。

4. おわりに

ライントレース車椅子は、自分で操舵はできないが、前進ボタンを押すことのできる使用者向けのニッチなものである。ラインの検出センサに始まり、遅々としてではあるが、開発が進められてきた。現在、制御回路試作の最終段階に差し掛かっており、走行試験間近である。

回路設計には、回路 cad ソフトを用いたが、不用意な操作によって、誤配線となることが発生していた。開発プロジェクトにおいても PDCA サイクルの重要性が認識できた。

制御回路の試作を進め、走行試験を行ってゆくが、現行システムの開発に合わせ、今後、障害物の検知、回避、制御回路のデジタル化等、課題発展が期待できる。

先行研究を行ってきた、研究室の先輩諸氏に謝意を表す。

参考文献

- [1] 浜口拓海 中村文一: “制御 Lyapunov 関数を用いた RTK-GPS による電動車いすの軌道追従制御”, 第 65 回自動制御連合講演会, pp. 802 - 808 (2022.11)
- [2] 杉山洋: “ライントレース車椅子 -CdS ライン検知器の製作-”, 明星大学理工学部電気電子システム工学科学士論文 (2011.1.14)
- [3] 高田翔太: “ライントレース車椅子 -ライン位置表示器の試作-”, 明星大学理工学部電気電子システム工学科学士論文 (2013.1.18)
- [4] ヤマハ発動機 (株): “JW アクティブ JWX-1 サービスマニュアル”, X0C-28197-02
- [5] ヤマハ発動機 (株): “JWX-1 JW アクティブ取扱説明書”, X0C-28199-02
- [6] ヤマハ発動機 (株) IM 事業部 JW ビジネス部: “アカデミックパック取扱説明書”, Ver. 1.20 (2012.6)
- [7] 斎藤周平: “ライントレース車椅子 -遮光カバーの特性と制御信号-”, 明星大学理工学部総合理工学科電気電子工学系学士論文 (2016.1.15)
- [8] 渡部颯: “ライントレース車椅子 -制御系用電源の製作と特性-”, 明星大学理工学部総合理工学科電気電子工学系学士論文 (2017.1.13)
- [9] 武田涼: “ライントレース車椅子 -操舵信号回路の実装-”, 明星大学理工学部総合理工学科電気電子工学系学士論文 (2019.1.18)
- [10] 工藤龍一: “ライントレース車椅子 -前進回路系の構築と改良-”, 明星大学理工学部総合理工学科電気電子工学系学士論文 (2022.1.14)