

電動車いすの開発

5年B組 樋口 幸太郎
指導教諭 末谷 健志

1. 要約

今回私は、自動追尾型買い物カートの緻体を製作した経験を生かして、電動車いすの開発を行った。市販の車いすを電動化することで、人を乗せた状態で動作させることに成功した。しかし、左右の駆動車輪の速度差の問題が残ってしまった。今後は、駆動方法の見直しを行い、より実用的な電動車いすを開発していこうと考えた。

キーワード ギヤ、リレー、DC モータ、PIC、Hブリッジ、キックボード、
電動車いす

2. 研究の背景

私は以前、5cm以下のマイクロニ足歩行ロボットやライントレーサ、4足歩行ロボットを0から開発したが、それらは実際に社会で役に立つロボットではなかった。そこで、何か実際に役に立つロボットが作れないかと考えた。そこから、以前開発したPICのシリアル通信とモータ制御技術を組み合わせることで、電動車いすを作ろうと考えた。市販の電動車いすは高価なため、自作すれば安くできると考えたからである。

3. 研究目的

電動車いすを開発する。

《研究1》基礎設計

①ギヤ比

②筐体

《研究2》市販の電動キックボードの利用

《研究3》市販の車いすの利用

4. 研究内容

(1) 研究仮説

《研究1》基礎設計

①ギヤ比

カートの速度とモータの回転速度からギヤ比を計算し、約50cm/sec(人の歩く速さの半分)の速度で動作させることができる。

②筐体の製作

モータとタイヤにギヤを取り付けることで、重いものを乗せてもカートの移動が可

能になり、タイヤの空回りが少なくなる。

《研究2》市販の電動キックボードの利用

市販の電動キックボードを改造して、電動車いすを制作する。

《研究3》市販の車いすの電動化

市販の車いすに駆動車輪を取り付け、人を乗せて動作する。

(2) 研究方法

《研究1》基礎設計

①ギヤ比

カートを約50cm/sec(人の歩く速さの半分)の速度で動作させるために、タイヤの直径とモータの1秒あたりの回転数を求める。

②筐体

(i) 1×4の木材を使用し、本体のフレームを製作する。

(ii) モータとギヤの組み合わせには精度が必要なため製図する。製図にはJw_cadを用いた。

(iii) 図面に基づき駆動部を加工し、組み立てる。

《研究2》市販の電動キックボードの利用

(i) 市販の電動キックボードを2台用意する。

(ii) 電動キックボードを木材で固定し、電動車いすをつくる。

《研究3》市販の車いすの利用

(i) 市販の車いす(電動でない)を用意する。

(ii) 電動キックボードの駆動部を i に取り付ける。

(3) 結果

《研究 1》基礎設計

①ギヤ比

タイヤの直径とモータの回転数を計測した結果、次のようになった。

$$\begin{aligned} \text{タイヤの直径} &= 7.5\text{cm} \\ \text{モータの回転数} &= 2.7 \text{ 回/sec} \\ \text{移動距離} &= 7.5 \times \pi \times 2.7 \\ &= 63.585(\text{cm/sec}) \end{aligned}$$

これは必要な速度（人の歩く速さの半分 $\approx 50\text{cm/sec}$ ）を満たしているため、使用したモータに対するギヤ比は 1 : 1 に決めた。

②筐体の製作

本体のフレームと駆動部を組み立てた。

しかし、実験中に故障が頻発した。これは、ギヤの歯があまりにも小さいために、加エミスや動作中の衝撃によって軸がずれてしまうと、お互いのギヤの噛み合わせが悪くなり、空回りしてタイヤが回らなくなりギヤが擦れ合うことによって起こったものだった。

ギヤの歯を深いものに交換したところ、噛み合わせの部分が大きくなり、確実にカートを動作させることができた。故障も減り、修理の手間も省けるようになった。

《研究 2》市販の電動キックボードの利用

人を乗せた負荷の高い状態で、ある程度の速度で前進と後退ができた。しかしながら、左右に曲がる際にコードが発火した。

《研究 3》市販の車いすの利用

人を乗せた状態で、前進と後退、左右旋回に成功した。また、カーペット上での動作にも成功した。研究 1, 2 に比べて、電動車いすに必要な基礎的な駆動機能は、確保できた。しかし、左右の駆動車輪でわずかながら動作のレスポンスや速度が違うので操作しにくいという欠点があった。

5. 考察

《研究 1》基礎設計

①ギヤ比

結果から、ギヤ比を計算したことによってカートを必要な速度で動かすことができ、目的を達成できた。

②筐体の製作

本体を製作した結果、ギヤを用いることによって安定してカートを動作させることに成功した。設計を改良することで PC のセッティングを楽にし、小さく軽くできないかと考えている。

《研究 2》市販の電動キックボードの利用

コードが発火した原因は 5 つあると考えられる。

①駆動部にキックボードを使ったから

キックボードの駆動部の減速比が小さかったため、トルクが十分に出なかった。したがって、規定値以上の負荷がかかってしまったと考えられる。

②バッテリーの接続に耐圧の低い DC コネクタを使ったから。

モータの駆動中にモータの軸が強制的に止められると、過電流が流れる。それによってコネクタ及び導線が発熱したと考えられる。

③本体が重かった

本体部分だけで 30kg の重量があり、規定値以上の負荷がかかった。軽量化につとめたが、本体底面の補強に木を多く使い、重くなってしまった。

④駆動車輪の幅が狭かったから。

駆動車輪の幅が狭いほど、曲がる時に駆動部が多くを必要とする。本体を小さく作ろうとするあまり、幅を狭くしすぎた。

⑤駆動車輪の直径が小さかったから。

キックボードの駆動車輪は直径が 14cm であり、自転車（直径約 70cm）の 1/5 の大きさだった。一般に駆動車輪の直径が小さいほど、車輪は多くの力を必要とする。よって、動かなかった。

《研究3》市販の車いすの利用

左右の駆動車輪で速度が違った原因は、利用した市販されているキックボードの個体差が大きかったことによる。また、キックボードの車輪と車いすの車輪が時折はずれてしまい、これも動作を不安定にさせた。

個体差に対する補正とキックボードの車輪と車いすの車輪を密着させる部分にさらなる改良が必要となった。

6. まとめと今後の課題

自動追尾型買い物カートの筐体を製作した経験を生かして、安価な電動車いすの開発を行った。

その結果、市販の車いすを電動キックボードと組み合わせることで、人を乗せることの出来る、安価な電動車いすを実現できる道筋を得た。

しかしながら、より現実的な電動車いすを実現するためには、駆動部分にさらなる構造的改良が必要であることが分かった。

7. 参考文献

[1]「エコ電気自動車のしくみと製作」、日本太陽エネルギー学会編、オーム社(2006)

8. 謝辞

ご指導頂いた末谷先生、ありがとうございました。

9. 資料

電動車いす

- ・キックボードの改造
- ・市販の車いすの電動化

図2 研究の全体像②



図3 《研究1》基礎設計

図3のように、別の研究である「自動追尾型買い物カート」として製作した筐体を改良した。

自動追尾型 買い物カート

- ・ギヤ比の計算
- ・筐体の製作
- ・ギヤの改良

図1 研究の全体像①



図4 《研究2》市販のキックボードの利用



図4 《研究3》市販の車いすの利用

図4のように、市販の車いすにそれぞれ電動キックボードを密着させ、電動化を試みた。

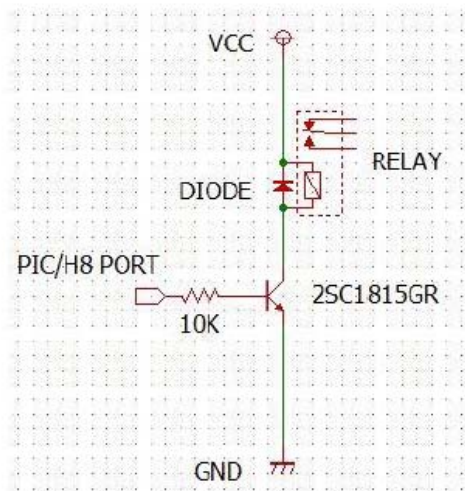


図5 駆動系の回路図

駆動系の回路には、図5のように、モータの直接制御にはリレー回路を、リレーに対する動作信号は、PICを用いた