琉球大学学術リポジトリ

中学生向け速度制御機能付きロボットコントローラの設計

メタデータ	言語: ja 出版者: 琉球大学教育学部 公開日: 2022-04-07 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 新垣, 学 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24564/0002017879

中学生向け速度制御機能付きロボットコントローラの設計

新垣　学*

Design of Robot Controller with Speed Control System for Junior High

Manabu ARAKAKI*

１．はじめに

沖縄県では毎年、創造アイデアロボットコンテスト中学生大会の県大会が行われており、筆者もしばしば審査員として招かれている。参加しているロボットを観察すると、目的達成のために様々な機構が考え出されているが、コントローラに関しては市販のキットか、トグルスイッチを利用した自作品である。どちらも基本的には図１に示す回路となっており、トグルスイッチによるON・OFF制御でモータに供給する電池の極性を切換え、モータを正転、逆転させている。勝敗への意識からか、作品にはできるだけ強力なモータと高速型のギヤボックスが選択される傾向がある。そのため、細かい動作が必要とされるボール拾いの際にはスイッチを高速に切り替えてロボットの位置を調整している姿が見受けられる。結果的に、ロボットの性能というより、操作の上手が勝敗につながっているようである。そこで、本研究では、強力なロボットを操作しやすくするために、従来のスイッチ機構に加えて、トランジスタによる速度制御機能を備えたコントローラを中学校技術のレベルで実現する方法を示す。

２．設計

中学校で使用されている教科書では図２に示すような暗くなるとLEDが点灯する回路が掲載されている。トランジスタの基本的な動作を利用したもので、ベースに約0.6V以上の電圧がかかることでコレクタからエミッタに電流が流れ、LEDが点灯するというものである。ベースにかかる電圧はCdS（暗くなると抵抗値が大きくなる）と、それに接続している抵抗の抵抗値の比率による電源電圧の分圧に影響を受けるため、目的の暗さで電圧が約0.6Vとなるように抵抗の抵抗値を設計するか、抵抗を半固定抵抗にする。ここで、分圧に影響を受けると表現したのは、トランジスタのベースに接続しなければ分圧による電圧は、明るさによって連続的に変化するものだからである。

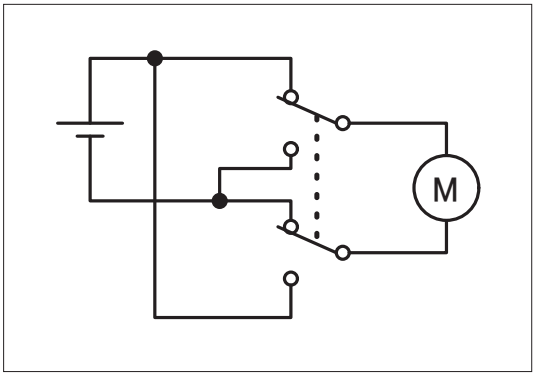

図１　一般的なロボットコントローラ

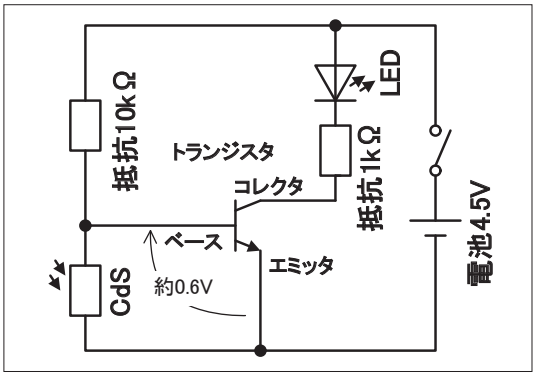

図２　暗くなると点灯する回路

* 琉球大学教育学部技術教育専修　講師

トランジスタがスイッチONとして電流を流しているとき、ベース・エミッタ間の電圧は約0.6Vとされており、図２の回路においては、エミッタが電池の負極（電圧では０V）に接続されているため、ベース電圧は約0.6V以上にはならないのである。

本研究ではこれらの性質を利用し、モータの速度制御を行う。トランジスタのエミッタを負極に接続せず、ある程度の抵抗を接続すれば、ベース電圧は明るさに応じて連続的に変化し、それに伴いエミッタ電圧はベース電圧－約0.6Vで連続的に変化するようになる。モータ（中学校で一般的に使われっているDCモータ）は印加する電圧で回転数が変化するので、エミッタに接続する抵抗分をモータとすることで、明るさによりモータの速度制御を行うことができる。図３に回路を示す。図２に対して図３では、ベース電圧を作る抵抗とCdSを入れ替えている。明るくなるとモータが動き出すようにするためである。CdSへの光源として図３の左に示すLEDを用意している。実際には、CdSの直上に配置する。CdSとLEDの間にレバーを入れることでレバーの傾きにより光の量を調整する。

ブレッドボード上での試作回路では、電源電圧３VにおいてCdSに入る光の調整によりモータにかかる電圧を0.8～2.4Vの間で調整できた。

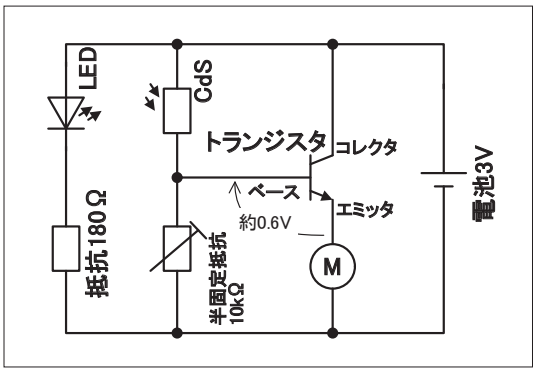

図３　明るさで速度制御を行う回路

３．試作

図４に、図１と図３の回路を合体させ、ユニバーサル基板上に実現した配置図を、図５にプロトタイプの写真を示す。図４ではレバーは中立の位置にある。

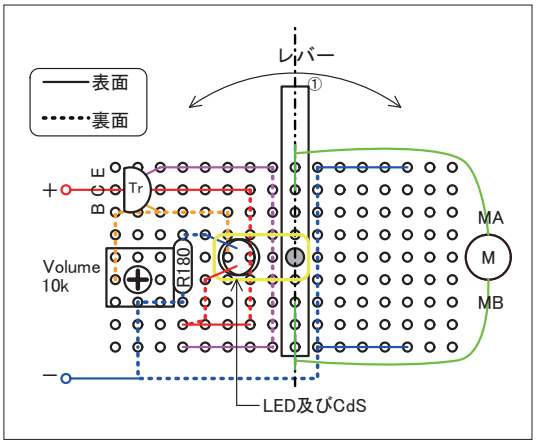

図４　配置図

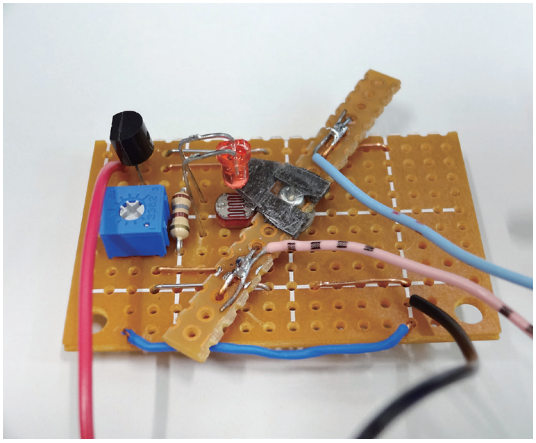

図５　プロトタイプの写真

赤で示す線は電池の正極へ、青で示す線は電池の負極に接続される。紫で示す線はトランジスタのエミッタに接続される。配置図ではLEDとCdSが重なっているが、写真でわかるように上下にずれており、その間に黄色で示す遮光板がレバーに固定されている。レバーには軸を中心に上下対称の位置に電極があり、それぞれモータに接続される。ここではモータの上側を線MA、下側を線MBと呼ぶことにする。図６に示すように、レバーを矢印の左側に倒（状態②）した場合、線MAが正極に、線MBが負極に接続される。レバーを矢印の右側に倒す（状態③）した場合、線MAとMBは先と逆に接続される。これにより、図１の回路が実現されている。

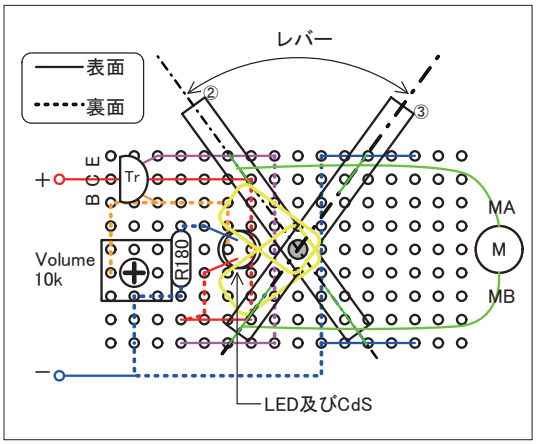

図６　図１の回路の実現

図７に示すようにレバーを中立の位置からどちらに倒しても線MAあるいはMBが正極に接触する前に紫で示すエミッタへの線に接続され、図３の回路が働く。レバーが中立の位置ではCdSは完全に遮光されるが、レバーを倒す角度に応じて遮光板がずれ、CdSにLEDの光が照射されるようになる。

プロトタイプによる実験では、電源３Vに対してモータの電圧を0.8～1.8Vの範囲で可変でき、モータを低速から中速まで可変できることを確認した。

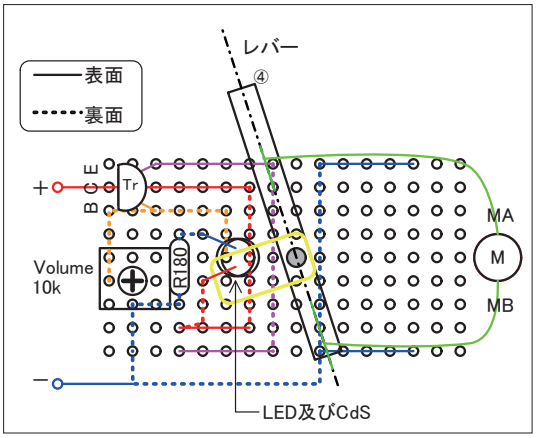

図７　図３の回路の実現

４．結果と考察

遮光板を直接操作したブレッドボード上での実験ではモータの電圧を0.8～2.4Vの範囲で可変できたが、プロトタイプでは0.8～1.8Vであったのは、遮光板が開ききる前にレバーの電極が正極に接したためである。正極あるいはCdSの位置を調整し、レバーの電極が正極に接触するまでに遮光板が完全に開くように設計することで速度制御の範囲を広げることができる。

しかし、本研究の目的はモータを低速で操れることなので今回のように中速まで制御できれば目的は達成されたと考える。

また、プロトタイプではユニバーサル基板上に銅線を配置して電極としたため、レバーをセンターから倒していくと導通する位置で銅線への引っかかりを強く感じた。エミッタからの線(紫)と電池の負極からの線（青）をショートさせないようにユニバーサル基板上で間をあけて配置したため、レバーがセンター近くに位置する場合には、レバーの電極はどの銅線にも接することがなく、動かすのに抵抗がなかったことが原因である。製作後気づいたことだが、レバーがセンターにある時、光は遮断されているためエミッタには電流が流れない。レバーの電極によりエミッタ線と負極線がショートしても問題はない。よって、エミッタ線と負極線が直接接しないように図において上下方向にずらした上で、レバーのセンターの所まで延長することで、レバーの電極は常に銅線に接し、スムーズに動かせるようになると考える。

５．おわりに

一般的に、正転・逆転できる速度制御回路は複数のトランジスタを使い複雑になるが、ここでは、レバーによるメカニカルなスイッチと、教科書に掲載される程度のトランジスタ回路で構成した光量による速度制御回路を組み合わせることでシンプルに実現することができた。

今後、スムーズなレバー操作ができるように改善した上で、中学生に使用感を聞いてみるとともに、生徒が作れそうか現場の教員に意見を聞いてみる必要がある。