

第 1 部分

基 础 知 识

第1章 轮式机器人的基础知识

第2章 机器人的构成

第3章 轮式机器人的软件提升

第 1 章 轮式机器人的基础知识

近年来，越来越多的企业和学校开始注重机器人研究。工业机器人、服务型机器人、特种机器人都出现了小规模“井喷式”发展，新一代人工智能的进步将给机器人行业带来天翻地覆的变化。

1.1 轮式机器人的定义与应用

顾名思义，轮式机器人是指以轮子的形式运动的机器人，相对于人形机器人，其结构更易设计，稳定性更强，应用场景更广。轮式机器人发展到今天，已经有很多的产品出现在大众视野中，酒店和饭店里的送餐、送货、引导机器人，机关单位大厅的办事引导机器人，家庭常用的扫地机器人，大街上的外卖机器人等，如图 1-1 ~图 1-3 所示。



图 1-1 酒店送餐机器人



图 1-2 酒店入住引导机器人



图 1-3 扫地机器人

2019—2021 年，涌现了一批户外消毒机器人和巡检机器人，使机器人几乎成为行业热点。随着老龄化趋势日益加剧，将有一批“新生代机器人”服务于养老行业。机器人行业的人才紧缺，也是近年招聘中出现的难题。

对于轮式机器人，其技术实现原理大同小异，其中定位导航技术是关键。机器人集成了众多传感器、激光雷达、超声波、红外、视觉摄像头、里程计等，通过算法将这些硬件融合到一起，才能实现智能的机器人。

通常户外泥地、沙地、山地机器人使用履带式底盘，室内使用轮式机器人。常用两轮驱动+万向轮、四轮驱动等底盘。机器人感知周围环境依赖激光雷达或者视觉摄像头构建地图，实现实时建图和定位（SLAM），并根据规划好的路线，基于地图数据实现自主路径规划及导航功能。通过雷达和避障算法规避障碍物，遇到边缘、台阶便通过红外传感器防止跌落。

1.2 轮式机器人的结构

本节介绍一个简单的轮式机器人的构成。轮式机器人由一个底盘和若干个轮胎通过车轴和螺丝固定在一起。当然，如果所有的轮式机器人都是这样的结构，那么轮式机器人是没有灵魂的。为什么这么说呢？因为这种结构的轮式机器人，不能实现前进、后退和转向操作。除此之外，轮胎和底盘之间需要一个金属连接轴实现轮胎的转动，实现金属连接轴的固定和转动的部分称为轴承，如图1-4所示。



图 1-4 轴承示意图

有了轴承，当用力推动底盘时，轮胎才会转动。实际上，在轮式机器人中，电动机已经包含了轴承。给电动机提供一个合适的电压，随着电流流过电动机的线圈，中间的金属轴便会转动，然后带动轮胎转动。要搞清其中复杂的原理和控制方法，通常需要一位本科为电动机专业的学生学习1、2年的相关专业课程，故上述只是简单介绍。

对于初学者，以下几个问题需要弄明白：

- (1) 机器人的轮子是如何被电动机驱动的？
- (2) 机器人的两个轮子和电动机轴的连接关系如何？
- (3) 如何控制电动机正、反转？
- (4) 如何控制电动机调速？
- (5) 如何控制机器人走直线？
- (6) 如何控制机器人转弯？或以特定角度转弯？
- (7) PID 调速控制算法是什么？
- (8) 单片机直接控制电动机吗？

这些是非常基础的问题，前几个问题会在下节讲述。本书会用大量篇幅讲解一些比较复杂的问题，例如，

- (1) 机器人如何自主寻找路径？
- (2) 机器人如何沿着路径行驶？
- (3) 机器人如何在行使过程中避障？

.....

针对第一个问题（机器人的轮子是如何被电动机驱动的），目前电动机和轮胎一般通过减速齿轮连接，这样的好处是可以将扭矩增大，也就是所说的动力会增强。如图1-5所示，伸长的部分（伸出的轴和贴有白色标签的部分）是减速电动机，里面是齿轮。仔细观察会发现，电动机的一端有安装固定用的螺丝孔，通过这些螺丝孔是可以安装到车体上。



图 1-5 带减速器的电动机

针对第二个问题（机器人的两个轮子和电动机轴的连接关系如何），两个轮胎如果不用电动机驱动，机器人是没有动力的，所以电动机一般通过联轴器和轮胎连接。图 1-6 中间的管状器件为金属联轴器，其一端为六角形，另一端由螺丝通过圆孔来固定金属连接轴。

组装好的轮胎电动机套装如图 1-7 所示。到此为止，读者已经了解了电动机和轮胎的驱动连接关系，DIY 机器人的基础已经有了。



图 1-6 使用联轴器连接电动机和轮胎



图 1-7 联轴器套装

针对第三个问题（如何控制电动机正、反转），这其实与电动机有关，前面讲解的是直流有刷电动机，一般用两根线就可以驱动电动机运转起来。假如定义电动机的两根线为 A 线和 B 线，将 A 线和电源正极连接，B 线和电源负极连接，如果电动机顺时针旋转即为正转，逆时针旋转为反转。

针对第四个问题（如何控制电动机调速），如何调速也与电动机特性有关，当电动机朝某一个方向转动时，若加载在电极上的电压越来越大，速度就会越来越大，后面会讲解如何用 PWM 的方法实现调速。

其他几个问题会在后面的章节中逐步介绍。

1.3 机器人的驱动方式

电动机是将电能转换成动能的一种电磁装置。

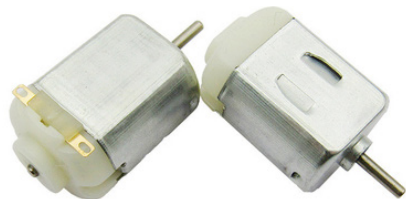


图 1-8 直流电动机

电动机根据不同标准可以划分为很多类。例如，可分为交流、直流电动机，有刷、无刷电动机，单相和多相电动机等，图 1-8 所示为直流电动机。在本书中，不会接触太复杂的电动机。在弱电领域中，会用到常见的直流电动机。

电动机是一种电磁装置，在电动机的金属壳中会有两片半圆的磁铁贴合在电动机金属壳内壁。有的读者可能会感到奇怪，为什么这里会提到电动机内部的构造呢？

实际上电动机的磁性是可以影响到后期指南针电子罗盘系统设计的，因此电子罗盘的位置不能离电动机太近，否则测量不准确。

接下来做一个简单的实验对这个问题进行验证。准备两部智能手机，打开手机自带的电子罗盘功能，每部手机经过画“8”字校准后，可以看到指南针的指示方向几乎一样，如图 1-9 所示。

若将一个直流电动机放到手机旁边，可以明显看到其中一部手机受到干扰，提示重新校准，如图 1-10 所示。



图 1-9 正常显示的指南针



图 1-10 受干扰的指南针

电动机的转子（图 1-11）是由漆包线（材质一般为铜）按一定的顺序和匝数缠绕而成的，电流经过线圈时产生的磁场和电动机本身自带磁铁的磁场，会产生异性相吸，同性相斥的物理作用。这里的关键是铜线是一种感性材料，电流经过时产生的电动势会阻碍电流的经过，这也是电动机不能直接与控制器（单片机）的 IO 引脚直接连接的原因。因为电动势很大时，会反向击穿 IO 引脚，烧坏单片机控制器，所以单片机控制器与电动机之间要用专用的电动机驱动模块，这也是问题（单片机能直接控制电动机吗）的答案，本书会介绍 L298N 和 TB6612FNG 两种驱动模块。

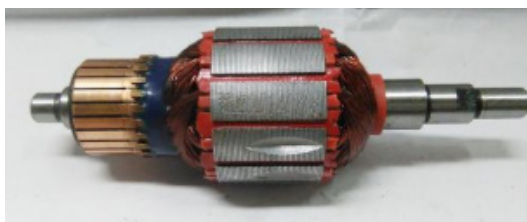


图 1-11 电动机转子

书中会使用 GA370 直流减速编码电动机作为机器人的驱动。

1.4 本章总结

本章介绍了大环境下机器人的实际应用。面对新手小白，笔者提出问题，希望读者带着这些问题阅读本书。