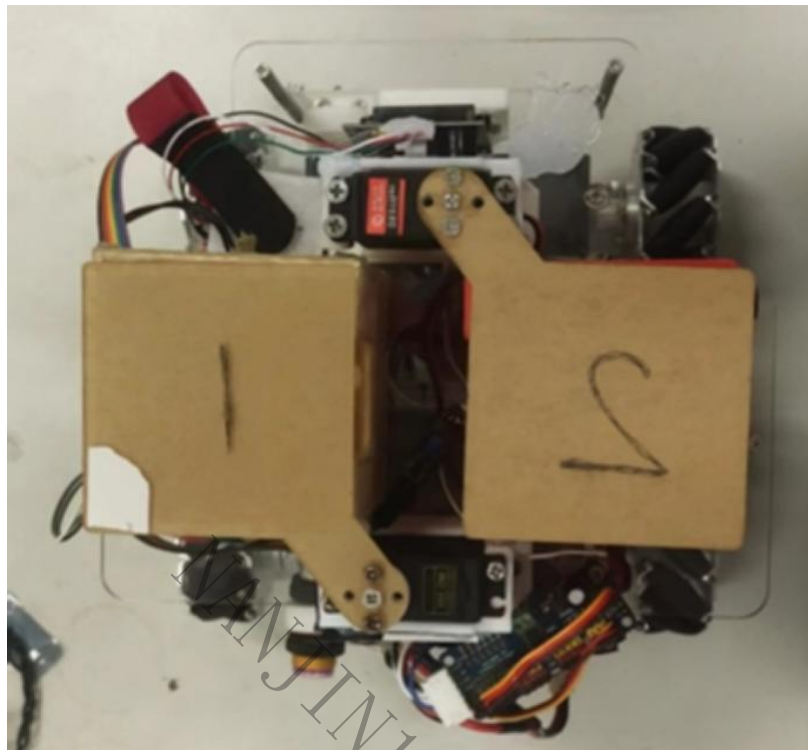
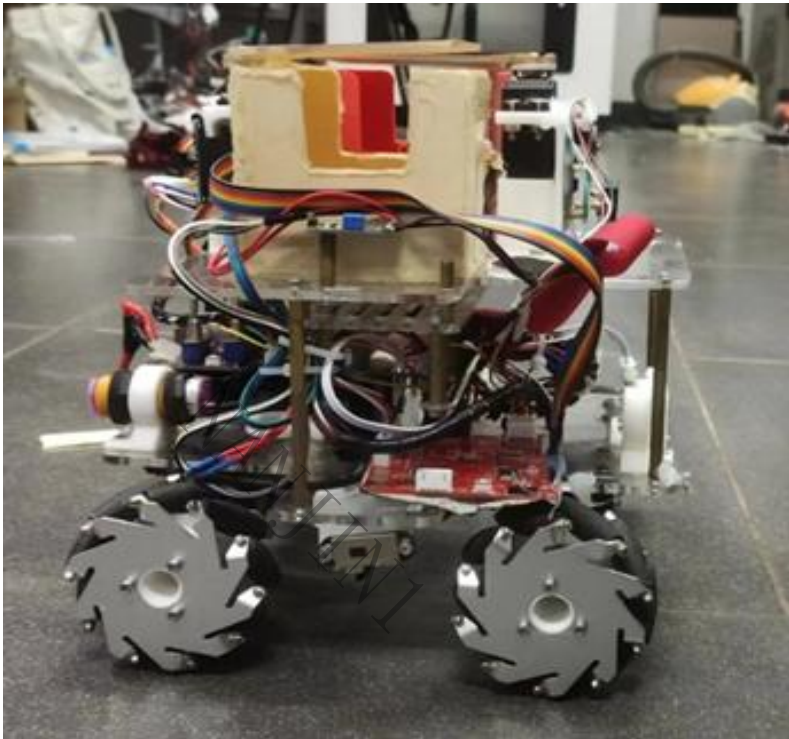


2023 年广东省工科大学生综合实验技能竞赛	控制系统设计报告	共 2 页	第 1 页	竞赛项目：终端配送机器人
		编 号		NANJIN1
	<h3>1、检测及控制设计思路</h3> <p>根据比赛要求，我们需要在规定时间内准确地将物料送达目的地并返回起始区域。为了实现这一目标，我们采取了以下措施：</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 路径规划：通过读取二维码模块返回的信息，主控芯片可以进行路径规划。二维码模块提供场地布局和目标位置等信息，使得机器人能够根据实时环境选择最优路径。路径规划算法可以考虑机器人的运动限制、避障策略以及最短路径等因素，以确保机器人能够高效地到达目标位置。</li><li>2. 物料装载检测：机器人舱内安装了红外传感器以确保物料被正确地装载到机器人上。</li><li>3. 姿态稳定控制：为了保持机器人在运行过程中的姿态稳定，陀螺仪被用作监控传感器来获取车身姿态信息。通过监测陀螺仪的状态，主控芯片可以生成相应的控制指令，例如调整电机转速或改变车轮转向，以维持机器人的姿态稳定。这样可以确保机器人在行驶过程中保持平衡，避免倾倒或失去控制。</li><li>4. 多传感器融合定位：为了确保机器人在场地中行走时的稳定性和安全性，我们团队在基于底层 PID 控制算法的基础上，增加了激光、超声波、红外等多种传感器。通过融合这些传感器的数据，我们能够准确地定位机器人的当前位置，并避免出现控制漂移的情况。</li><li>5. 打滑修正控制：为了减少机器人在场地上打滑的可能性，我们的传感器还参与决策打滑程度，并输出控制量来修正打滑对控制带来的误差。这样可以提高机器人的稳定性和控制精度。</li></ol> <p>通过以上措施的综合应用，我们能够有效地实现物料运输任务的要求，保证机器人在规定时间内准确地完成任务，并具备稳定性和安全性。</p>			
	<h3>2、器件选择及实施方案</h3> <ol style="list-style-type: none"><li>1. STM32F103RCT6 芯片 *2：其中一块作为机器人的主控芯片，作为机器人的中心决策大脑，决定机器人的输出指令，并将指令分配到其他传感器。是信息的汇总、处理、发出中心。第二块是作为拓展板使用，由于加入了较多的外置传感器，直接接入到主控将使主控接线变得杂乱臃肿，因此采用拓展板的形式对传感器信息进行采集进行编码后发送到主控，简化了主控的信息采集流程。</li><li>2. 电源部分器件：电源部分，由于使用了较多的舵机和电机等较高功耗外设，为了增强系统的稳定性和电源的稳定性，采用 XL4005 和 MP1584 两路 DCDC 模块分别为单片机和其他外设提供电源输入，两开关分别控制，分别控制电机和单片机及其外设。又因为单片机和各芯片需要 3.3V 作为，供电，所以采用了具有较高精度和稳定性能的 662k 线性稳压器来为单片机与各类芯片作为电源，LDO 的输入源来自 MP1584，能够通过对 DCDC 模块的开关实现控制。</li><li>3. 电机及驱动器件：对于直流减速电机的驱动，我们选择了 4 路 TB67H450 电机驱动模块，来同时驱动多个电机，利用双路方波控制电机的转向，通过改变方波的占空比实现对电机速度的调控。电机方面，采用带编码器的直流减速电机作为机器人的动力来源，其额定扭矩为 1 kg. cm，其以满足机器人的运行需求。结合 PID 算法控制算法可以很好地实现机器人移动的控制。</li></ol>			



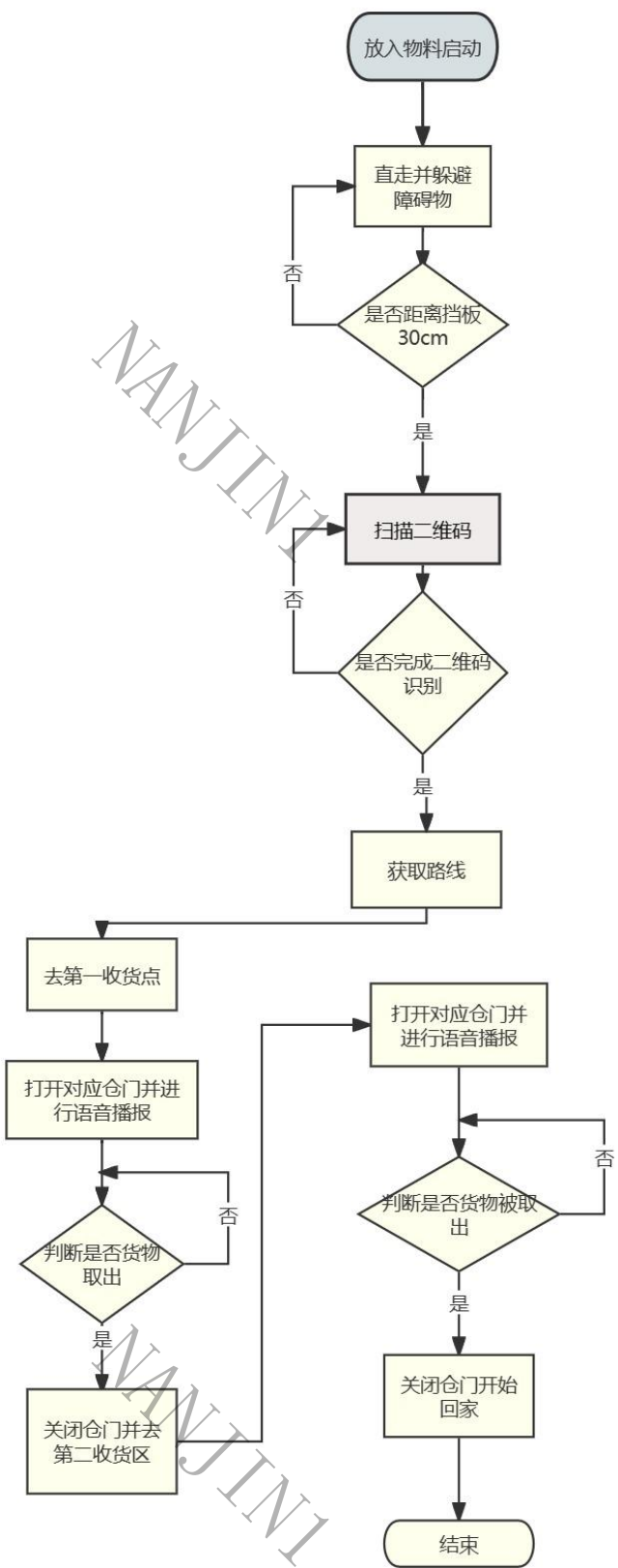


- 舵机及驱动器件：选取 pca9685 通过 iic 协议输出占空比可调的方波控制 MG995 舵机旋转特定角度。
- 辅助用最小系统版，为了尽可能的提高作品精度和完成任务目标，我们额外采用了一块有 STM32F103C8T6 绘制的最小系统板，用来收集传感器采集回的信息，并将数据发送返回至主控，如超声波传感器，激光测距模块。同时主控也通过最小系统对一部分外设进行控制，如 SPI 屏幕等。
- 语音播报模块：预先往语音模块录入不同的曲目，通过不同的电平组合控制曲目的播放，实现语音播报功能。
- 二维码模块：在扫描到二维码之后，二维码模块在识别到的二维码信息中加入帧头和帧尾使其封装成数据帧，通过串口将数据帧发送给主控，主控收到数据帧之后对信息进行解析后实现对路径的规划。
- 陀螺仪器件：陀螺仪器件我们选用了 JY61 姿态角度传感器，配合动态卡尔曼滤波算法，能提供准确的方位、水平、位置、速度和加速度等信号，实现对车身姿态的实时监测并基于姿态数据得出偏差修正的控制指令。。
- 红外/激光模块：本方案采用了多个红外模块以及激光传感器，实现了，物料仓库的自动开关和避障功能。通过红外传感器实现对装填物料和障碍物的检测，当红外传感器检测到有物料放入(或取出)时，红外传感器 GPIO 输出引脚的电平将发生变化，触发主控的中断，实现对仓门的开关。同理，为了实现对障碍物的检测功能以及对车身位置的辅助确定，，通过读取其返回值可以获知其当前的开关状态，在此基础上再增加一个激光模块，用以辅助测距，进一步提高对车身位置的确定。
- 超声波模块：由于本机器人的运行场地周边存在挡板，且其最大距离仍在超声波模块的检测范围内，因此可以使用超声波模块用于检测机器人与边界挡板的距离用于确定机器人的实时位置。

### 3. 总结和体会

为了满足比赛项目要求，我们自主设计了一块高度集成的主控板，并在电路设计和电子器件的焊接过程中体会到了优秀电路设计对系统控制的便利性。例如，我们在主控板上内置了电机驱动并提供了接口，这样可以减少外部元件的使用，降低了接线复杂度，并增加了连接的稳定性。

在进行 PID 调参时，我们深刻认识到了系统动态特性与控制参数之间的关系。不同的应用场景可能对控制响应速度、稳定性和抗干扰能力有不同的要求。因此，在进行 PID 调参时，我们首先进行了系统的建模和参数估计，以便更好地理解系统的动态行为。然后，我们采用了经典的试错法和自适应算法来调整 PID 参数。另外，我们也尝试了一些自适应算法来实现 PID 参数的在线调整。自适应算法可以根据实时的系统状态和性能指标，自动调整 PID 参数，以适应不同工况下的控制需求。例如，我们使用了基于模型参考自适应控制的方法，通过在线辨识系统模型和参数调整策略，来实现 PID 参数的自适应调整。这种方法可以提高系统的鲁棒性和适应性，使得系统在不同工况下都能保持良好的控制性能。



说 明

当智能终端配送机器人放入出发区后，机器人会打开仓门并通过语音提示参赛队员装入物料。一旦物料装载完成，机器人会自动启动，并开始沿着预定路径前进。

在行进过程中，机器人会利用红外传感器检测右侧是否存在障碍物。如果有障碍物，机器人会自动向左躲避，以避免碰撞。这样的设计可以确保机器人在运输过程中避免与障碍物发生碰撞，保证安全性和顺利进行任务。

同时，机器人还会利用编码器来判断小车向前行驶的距离，以确定是否到达二维码识别区。一旦机器人到达二维码识别区，它会使用相应的识别算法来读取二维码信息。通过二维码的识别结果，机器人能够确定运输货物的顺序以及开仓门的顺序。

在识别到二维码后，机器人会利用编码盘测量行驶距离，以判断是否已经到达收货点。一旦机器人到达收货区，它会自动打开仓门，并通过语音提示参赛队员取出物料。取出物料后，机器人会按照原路返回出发点。

程序流程图及说明	比 例	1： 1
2023 年广东省工科大学生综合实验技能竞赛	共 2 页	第 2 页



