**毕业论文（设计）**

题 目： 基于视觉识别的医药运输机器人设计与实现

Title： Design and implementation of medical transport

robot based on visual recognition

二级学院：智能制造与电气工程学院

专业班级：20电气2班

姓 名：洪玉龙

学 号：2020020440217

指导教师：汪理

日 期：2024年5月

**诚 信 声 明**

本人声明：

1、本人所呈交的毕业设计（论文）是在老师指导下进行的研究工作及取得的研究成果；

2、据查证，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，毕业设计（论文）中不包含其他人已经公开发表过的研究成果，也不包含为获得其他教育机构的学位而使用过的材料；

3、我承诺，本人提交的毕业设计（论文）中的所有内容均真实、可信。

作者签名： 日期： 年 月 日

**基于视觉识别的****医药运输机器人设计与实现**

**摘要**

随着社会的发展和科技的进步，智能化设备正逐渐融入到各个行业，提升了人们的生活质量。在医疗领域，智能化的应用尤为关键。医院病房中的患者每天都需要按时服药，但护士们常常因为工作繁忙而难以及时分发药物，尤其是对于那些行动不便或无人陪护的患者来说，按时服药成为了一大难题。因此，开发一款医药运输机器人显得尤为迫切，它能够根据医生的处方和患者的用药需求，准时准确地将药物送达指定病房，这不仅大幅节约了人力资源，提高了工作效率，也降低了医疗成本。本文首先概述了当前基于视觉识别的医药运输机器人的研究现状，并分析了开发此类机器人所需的关键技术，探讨了社会对此类机器人的需求。接着，文章详细阐述了机器人的需求分析，明确了系统开发的目标和任务，并进行了整体设计和功能模块划分。本文重点介绍了一款以STM32F103C8T6微控制器为核心的医药运输机器人。该机器人设计用于医院药房与病房间的药品配送，主要由直流电机、编码器、循迹模块、无线通信模块、OpenMV视觉识别模块以及电机驱动模块等组成。经过测试，该系统展现出高识别精度、快速送药和优秀的系统性能，可靠性高，显示出良好的市场潜力和应用价值。

**关键词：**医药运输机器人；视觉识别；循迹

**Design and Implementation of Medical Transport Robot based on Visual Recognition**

**ABSTRACT**

With the development of society and the progress of science and technology, intelligent equipment is gradually integrated into various industries, improving people's quality of life. In the medical field, the application of intelligence is particularly critical. Patients in hospital wards need to take their medications on time every day, but nurses are often too busy to dispense medications on time, especially for patients with mobility problems or unaccompanied patients. Therefore, it is particularly urgent to develop a medical transport robot, which can deliver drugs to designated wards on time and accurately according to the doctor's prescription and the patient's drug needs, which not only greatly saves human resources, improves work efficiency, but also reduces medical costs. This paper first summarizes the current research status of medical transport robots based on visual recognition, analyzes the key technologies needed to develop such robots, and discusses the social demand for such robots. Then, the paper elaborates the demand analysis of the robot, clarifies the goal and task of the system development, and carries on the overall design and function module division. This paper focuses on a medical transport robot based on STM32F103C8T6 microcontroller. The robot is designed for drug distribution between hospital pharmacy and ward. It is mainly composed of DC motor, encoder, tracking module, wireless communication module, OpenMV visual recognition module and motor drive module. After testing, the system shows high recognition accuracy, fast drug delivery and excellent system performance, high reliability, showing good market potential and application value.

**Key words:** Medical transport robot; Visual recognition; tracking

目录

[基于视觉识别的医药运输机器人设计与实现 3](#_Toc1451)

[摘要 3](#_Toc31566)

[关键词：医药运输机器人；视觉识别；循迹 3](#_Toc16327)

[ABSTRACT 4](#_Toc20005)

[1绪论 5](#_Toc27614)

[2 初步设想及拟解决的问题 8](#_Toc25512)

[3系统硬件方案选择 9](#_Toc18206)

[4 系统硬件电路设计 17](#_Toc17197)

[12V转5V电路图 18](#_Toc1756)

[5 系统软件部分设计 23](#_Toc21160)

[6 系统测试 26](#_Toc12136)

[7 结论 28](#_Toc2733)

**1绪论**

* 1. **课题研究背景和意义**

随着人口老龄化的加速和慢性病患病率的持续上升，全球医疗资源正承受着前所未有的压力。传统的人工送药方式存在效率低下、成本高昂以及服务质量参差不齐等问题，已经难以适应医疗需求的快速增长。相较之下，医药运输机器人作为一种创新的医疗服务解决方案，以其高效率、低成本和及时的药物配送能力，预示着在医疗领域将扮演越来越关键的角色。展望未来，随着技术的不断进步，医药运输机器人有望提供更加智能化、便捷化和高效率的服务。这不仅将极大地改善患者的医疗体验，还将显著提升医疗服务的整体水平，为医疗行业带来革命性的变革。

**1.1.1选题背景**

1. 医疗需求的激增：在人口老龄化和慢性病患病率上升的背景下，医疗需求正以前所未有的速度增长。传统的人工药品配送模式已难以适应现代医疗服务的高效要求。在此背景下，医药运输机器人以其创新的药品配送方式，应运而生，满足了医疗行业对效率和可靠性的迫切需求。
2. 技术进步的推动：近年来，人工智能、机器人技术、物联网等前沿科技领域取得了显著的进步。这些技术的发展为医药运输机器人的设计与应用提供了坚实的技术基础。例如，借助机器视觉技术，医药运输机器人得以实现自主导航和药品识别，提升了其在医疗环境中的实用性和效率。

3. 医院管理效率的提升：药品配送和管理是医疗服务中至关重要的环节。传统的管理模式存在诸多不足，如配送延迟、库存积压或短缺等问题。医药运输机器人的应用，使得医院能够对药品实施全程监控和数字化管理，优化配送流程，降低成本，从而提升医院的运营效率和服务质量。

**1.1.2选题意义**

1. 提升医疗服务效率与质量：医药运输机器人利用自动化技术，高效、准确地执行药品的收集、分发和配送任务。这不仅显著降低了传统人工配送所需的人力和时间成本，还提高了药品配送的速度和准确性。此外，机器人的及时送药能力确保了患者能够按时接受治疗，从而加快康复进程，提升了医疗服务的整体满意度。

2. 缓解医护人员工作压力：医药运输机器人具备自主导航和避障功能，能够独立完成药品的收集和配送工作，有效减轻了医护人员的劳动强度。数字化的药品管理方式简化了库存监控流程，使得医护人员可以将更多时间和精力投入到直接的医疗服务中，从而提升了医疗服务的质量。

3. 增强医疗安全性：传统的药品配送方式可能存在药品错误配送、遗失等安全隐患。医药运输机器人通过精确的数字化追踪和监控，大大降低了这些风险。同时，机器人能够实时监测并调控货箱内的温度和湿度，确保药品在配送过程中的环境条件符合要求，进一步保障了医疗安全。 医药运输机器人的引入不仅提升了医院的工作效率，还为医院管理带来了创新的可能性。通过全程的数字化监控和管理，医院能够实时掌握药品库存状况，及时发现并解决药品短缺或积压的问题，从而进一步提高医疗服务的效率和质量。

**1.2国内外发展现状**

医药运输机器人，作为一种融合了人工智能与机器人技术的创新解决方案，致力于提供更加便捷和高效的药品配送服务。这种机器人正逐渐成为国内外研究者和医疗机构关注的焦点，他们正致力于通过不断的技术改进，增强医药运输机器人的性能和功能，以期提升其在药品配送过程中的效率和安全性。随着人工智能和机器人技术的持续进步，我们有理由相信，医药运输机器人在未来将经历进一步的优化，并在医疗领域中开拓出更加广阔的应用前景。这些技术的发展不仅将推动医疗服务的质量提升，还将进一步革新医疗行业的服务模式，为患者带来更加人性化和智能化的医疗体验。

**1.2.1国内研究现状**

在中国，随着医疗信息化和智能化的推进，医药运输机器人的研究与应用正逐渐受到重视。众多大型医院和药店已经开始尝试利用这些机器人来执行药品配送任务。这些机器人装备了激光雷达、摄像头和各类传感器，使得它们能够自主完成导航、避障和定位等关键功能。它们还能够通过语音交互系统与用户进行交流，提供药品信息查询和其他相关服务。国内政策也在积极推动医药运输机器人的发展。例如，国家卫生健康委员会联合其他部门推出了《智慧医疗创新发展行动计划》，旨在鼓励医疗机构采纳人工智能技术，以提高医疗服务的效率和质量。目前，国内的医药运输机器人主要在医院和药店等特定场景中进行试点应用。

同时，众多研究机构和企业正致力于进一步提升医药运输机器人的性能和功能。他们正在研究如何利用深度学习算法来增强机器人的自主导航和避障能力，使其能够更好地适应多变的室内环境。这些努力预示着医药运输机器人在未来将在医疗服务中发挥更加重要的作用，并拥有更广泛的应用前景。

**1.2.2国外研究现状**

在国际舞台上，医药运输机器人同样取得了显著的研究进展，并开始在一些国外医院和药店中得到应用。这些机器人配备了先进的传感器和设备，使得它们能够执行自主导航、避障和定位等任务，与国内的应用情况相似。

国外部分国家已经正式将医药运输机器人定义为医疗设备，并为其发展提供了政策上的支持。以美国为例，食品药品监督管理局（FDA）批准了特定医药运输机器人的生产和销售，并提供了相应的政策扶持。

此外，国际研究者们正在探索如何将医药运输机器人与其他前沿技术相结合，以进一步提升其配送效率和服务质量。 例如，有研究正在探讨利用无人机技术进行远程药品配送的可能性，这一技术若成熟，将有望解决偏远地区药品供应的难题。同时，也有研究致力于运用人工智能算法对药品进行智能管理和监控，旨在确保药品的安全性和质量。这些研究和尝试预示着医药运输机器人在未来的医疗服务中将发挥更加关键的作用，并在全球范围内得到更广泛的应用。

**2 初步设想及拟解决的问题**

医药运输机器人代表了一种融合人工智能与机器人技术的创新解决方案，其核心目标是提供高效且便捷的药品配送服务。这种机器人小车的设计理念是实现自主导航、避障和精准定位，使其能够在医院和药店等特定环境中自动完成药品的配送任务。通过这种方式，医药运输机器人不仅提升了配送的效率，缓解了人力资源的紧张，还确保了药品配送过程的精确度和安全性，从而优化了药品供应链的管理。 随着人工智能和机器人技术的持续进步，我们有理由期待，医药运输机器人将在未来开辟更广泛的应用场景，并在医疗领域中扮演更加关键的角色。这些技术的发展预示着医药运输机器人将为医疗服务带来革命性的改变，为患者和医疗机构提供更加智能化和人性化的服务体验。

**2.1初步设想**

医药运输机器人的首要核心功能在于其自动化导航与药品配送能力。这种机器人小车能够在医院环境中实现精准导航，巧妙避开障碍物，并依据预设路线准时将药品送达目标地点。为确保药品在运输过程中的安全与稳定，机器人还需配备先进的传感器和可靠的控制系统。

进一步地，医药运输机器人应具备药品识别与管理的能力。利用机器视觉和深度学习技术，机器人能够自动识别药品的种类、数量以及有效期等关键信息，并将这些数据实时同步到医院的信息管理系统中。这一功能显著提升了药品管理的精确度，有效预防了药品误用和过期等潜在问题。

此外，医药运输机器人的自动化和智能化特性也是其不可或缺的一部分。这包括了自动规划最优配送路径、智能分配药品资源以及自动监控药品使用情况等功能。这些智能化的功能不仅极大提升了药品配送的效率和准确性，还有助于减轻医护人员的工作压力，使他们能够将更多的时间和精力集中在为病人提供治疗和护理服务上。随着技术的不断进步，医药运输机器人在未来的医疗领域中将发挥更加重要的作用。

**2.2拟解决的问题**

1. 提升配送效率：传统的药品配送依赖人工操作，效率受限。医药运输机器人利用自主导航和避障技术，能够迅速且准确地将药品送达目的地，显著提升配送效率并降低人力成本。
2. 缓解人力不足：面对人口老龄化带来的挑战，医院和药店普遍面临人力短缺。医药运输机器人能够替代部分人工配送任务，减轻员工负担，提升整体工作效率。

3. 便捷药品配送服务：对于行动不便或有特殊医疗需求的患者，医药运输机器人能够提供直接送药到床边的便捷服务，满足患者需求，提升就医体验。

4. 增强配送准确性与安全性：装备了先进传感器的医药运输机器人能够监测药品在配送过程中的温度和湿度等关键参数，确保药品质量。同时，通过语音交互功能，机器人能与用户沟通，提供药品咨询服务，降低配送错误和风险。

5. 优化药品供应链管理：医药运输机器人能与医院和药店的信息系统无缝对接，实现药品库存和配送状态的实时监控，提高供应链效率，减少药品积压和短缺。

6. 支持智能医院建设：在互联网+和大数据技术的推动下，智能医院成为行业发展的趋势。医药运输机器人作为智能医院的重要组成部分，为医院提供数据支持，帮助医院深入了解患者需求，优化服务流程，提升医疗服务质量。此外，机器人的应用还促进了医院信息化建设，为医院的持续发展打下坚实基础。

**3系统硬件方案选择**

本章节主要介绍系统所用到的器件的选择与对比，进行综合的对比考虑选择出最适合本设计的一组方案。

**3.1硬件方案的选择**

在搭建硬件电路之前，必须明确设计方案，通过比较各个模块之间的优劣并选择最适合本设计的硬件，以充分发挥器件的最大功效。

**3.1.1 主控板的选择**

方案一：

选择STM32F103C8T6单片机作为主控芯片。该单片机基于ARM Cortex-M3内核，工作频率高达72MHz，能够处理复杂的实时任务，非常适合需要较高处理能力的应用。此外，它还提供了丰富的外设接口，如GPIO、ADC、DAC、USART、SPI、I2C等，支持多种通信协议，使得它可以轻松集成到各种硬件系统中。 STM32F103C8T6单片机还具有多种低功耗模式，可以在保持性能的同时降低能耗，非常适合需要长时间运行的设备。此外，STM32系列单片机拥有丰富的资料和教程，开发板和开发工具也很容易获取，降低了学习和开发的门槛。同时，ST公司提供的固件库简化了外设的配置过程，有助于缩短开发周期。此外，STM32拥有庞大的用户群体和活跃的开发者社区，这意味着在遇到问题时，可以很容易地找到解决方案或获得帮助。 STM32F103C8T6不仅性能强大，而且成本相对较低，能够提供高性能和成本之间的良好平衡。此外，它以其可靠性和稳定性而闻名，非常适合用于需要长期稳定运行的产品。因此，选择STM32F103C8T6作为主控芯片可以确保项目在性能、成本、开发便利性和可靠性等方面达到良好的平衡。

方案二：

选择STC89C52单片机作为主控芯片。STC89C52是一款基于8051内核的8位微控制器，价格相对较低，非常适合预算有限的项目。它支持大多数8051指令集，具有广泛的通用性，并且易于与其他8051兼容设备集成。此外，它还支持在线编程（ISP）和在应用编程（IAP），使得程序的更新和升级更加方便。STC89C52单片机提供了多个I/O端口、定时器/计数器、串行通信接口等，适合多种应用场景。它还具有多种低功耗模式，适合电池供电或需要长时间运行的应用。由于8051架构的普及，这意味着有大量的学习资源和开发工具可用，如Keil、IAR等，降低了学习门槛。然而，需要注意的是，STC89C52单片机的主频相对较低，最高为33MHz，可能不适合高性能要求的应用。它的Flash存储空间通常为8KB，RAM为512字节，对于需要大量存储空间的应用可能不够。此外，相对于其他一些微控制器，STC89C52的开发工具和支持可能较少。它可能缺少一些现代微控制器的高级功能，如USB接口、高级通信协议支持等。虽然它具有低功耗模式，但在某些情况下，其功耗可能高于其他更现代的微控制器。因此，在市场上出现了性能更强、功能更丰富的微控制器时，STC89C52在某些应用场景中可能被认为相对过时。

在权衡了资源利用效率、成本效益以及开发难度等因素之后，我们最终选择了ST公司生产的STM32F103C8T6芯片作为项目的核心控制单元。这一决策基于对该芯片性能与成本的综合评估，确保了项目在资源配置和开发进程中的优化。

**3.1.2 数字识别模块的选择**

方案一：

选择OpenMV作为数字识别的核心模块，这款视觉开发板专为机器视觉应用而设计，以其低成本和高度可扩展性著称。OpenMV旨在打造成为机器视觉界的Arduino，提供一个既简单易用又功能全面的开发平台，使得开发者和爱好者能够轻松地实现各种视觉处理任务。该模块支持多种视频格式，包括高达SXGA的分辨率，确保图像清晰度满足高质量要求的应用场景。其对颜色的高度敏感性，特别适合于需要精确颜色辨识的场合。OpenMV还支持Python编程语言，这极大地降低了编程的门槛，使得即使是初学者也能快速上手，非常适合快速原型开发。它的设计注重资源的高效利用，例如，通过串口输出来节约资源。然而，OpenMV的计算能力有限，这可能限制了它在执行复杂图像处理或神经网络计算等高负荷任务上的应用。作为单片机，OpenMV在处理更为复杂的应用时可能会遇到局限，尤其是在多任务处理和资源分配方面。在某些情况下，为了处理更复杂的任务，可能需要将OpenMV与其他微控制器（例如STM32）结合使用，尽管这可能会带来系统复杂性和成本的增加。

方案二： K210模块

选用 K210芯片作为数字识别模块的核心，这是一款集机器视觉与听觉于一体的系统级芯片。K210芯片由嘉楠科技自主研发，搭载了基于RISC-V架构的双核64位处理器，并采用了台积电的28纳米先进制程技术。这款芯片专为AI与IoT市场量身定制，旨在为用户提供零门槛的开发体验，以便快速地将技术应用于各类产品中。K210芯片内嵌了自主研发的神经网络硬件加速器KPU，这一特性使其在执行卷积神经网络运算时表现出色，尤其适合那些需要机器学习或深度学习技术的应用场景。此外，K210硬件模块配备了多种接口，包括Type-C用于串口调试，TF卡槽用于扩展存储，以及Wifi接口等，这些接口极大地方便了模块的扩展和集成。基于开源的RISC-V指令集架构，K210以其简洁高效的特点，有助于降低整体的开发成本并提升开发的灵活性。然而，K210在运行过程中可能会产生较高热量，这可能对设备的稳定性和使用寿命造成影响。此外，K210的内置Flash容量有限，这可能限制了固件的体积，有时会导致在刷写大型固件时出现卡顿或失败的情况。同时，考虑到内置的高速SRAM资源有限，开发者可能需要在软件层面进行优化，以适应大型模型的运行需求。

在对医药运输机器人的数字识别模块进行深入评估后，我们发现OpenMV在处理视觉识别任务方面表现出色。因此，经过综合考量，我们决定将OpenMV作为医药运输机器人的视觉识别核心模块。这一选择基于OpenMV在视觉识别领域的高效性能和易用性，确保了机器人在执行任务时的准确性和可靠性。

**3.1.3 电机驱动模块的选择**

方案一：

选择TB6612模块来驱动电机，这一模块以其高达1.2A的电流输出能力而著称，非常适合驱动各类小型直流电机。它的优势在于维持较低的电压降，这不仅提升了能效，也优化了性能表现。得益于其精巧设计，TB6612在长时间运行时产生的热量较少，有助于维持系统的稳定运行。此外，TB6612模块内置了过热和过流保护功能，这些安全特性能够在检测到电机或驱动器异常时自动切断电源，有效防止进一步损坏，从而增强了系统的可靠性。模块对PWM信号的支持使用户能够通过调整PWM信号的占空比来实现电机速度的精确控制，这对于需要精细速度调节的应用至关重要。TB6612模块支持多种控制模式，包括正转、反转、制动和停止，为不同应用场景提供了灵活的电机控制解决方案。其高集成度减少了对外部元件的依赖，简化了电路设计，降低了系统的复杂度。虽然TB6612模块的成本可能略高于市场上的其他驱动器，但其卓越的功能和性能通常使其成为一个性价比极高的选择。TB6612模块在市场上的可获得性高，且提供多种封装选项，使得开发者能够根据项目的具体需求挑选合适的模块。这些特点使得TB6612成为了电机驱动的优选方案。

方案二：

选用L298N模块作为直流电机的驱动单元。这种模块是一种双H桥集成电路，能够承受高达46V的工作电压和提供最大2A的持续电流输出，使其能够适配并驱动多种直流电机。L298N模块通过接收PWM（脉宽调制）信号，能够实现对电机转速的精确调控。通过简单地改变输入端的逻辑电平，模块便能控制电机进行正转或反转。为了降低电机对控制电路的干扰，L298N模块通常配备了光电隔离功能，这一设计提升了系统的稳定性和可靠性。模块的接口设计直观易懂，便于与单片机等控制单元相连，简化了电机控制的过程。然而，L298N模块在承受高负载时可能会产生较多热量，因此需要采取适当的散热措施以保持其正常工作。与其他紧凑型电机驱动模块相比，L298N的体积较大，这可能限制了其在空间受限的环境中的应用。此外，L298N模块在运行时的功耗相对较高，特别是在高负载状态下。由于需要外部电源供电，这可能会对电路设计带来额外的复杂性。尽管如此，L298N模块因其强大的驱动能力和易于使用的接口，在电机驱动应用中仍然是一个非常受欢迎的选择。

经过对医药运输机器人应用需求的全面评估，我们确定TB6612模块完全符合对精确控制与高可靠性的期望。基于这一考量，我们选择将TB6612模块作为医药运输机器人的电机驱动组件。这一决策确保了机器人在执行关键任务时的精确性和稳定性，同时也提升了整体系统的信赖度。

**3.1.4药品检测****模块的选择**

方案一：

选用反射式红外传感器作为药品检测模块的关键组件。这种传感器利用红外线进行非接触式测量，其核心由一个红外发射器和一个红外接收器构成，这两个组件通常被设计为一体化结构。工作时，发射器发出的红外光束在遇到物体表面后会产生反射，而接收器则负责捕捉这些反射光。当有物体穿过传感器的监测区域，反射光的路径会随之改变，导致接收器检测到的光强度发生相应的变化。这一变化被传感器内部的电路所识别，并转换为电信号输出，通常表现为一个开关信号。反射式传感器的优势在于其对不同表面类型的适应性，无论是光滑还是粗糙的表面，都能有效地工作，这使得它们在多样化的环境中表现出色。由于发射器和接收器的集成设计，安装过程变得简便，无需复杂的对准操作。与对射式传感器相比，反射式传感器的成本效益更高，这得益于其更为简洁的结构设计。此外，一些高级的反射式传感器还具备额外的功能，如颜色识别和物体尺寸测量，进一步扩展了其应用范围。

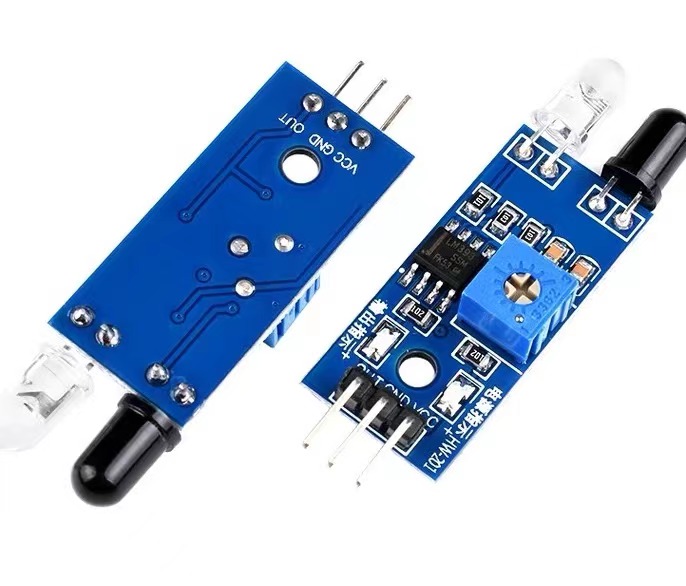
****

图3.1 反射式红外传感器实物图

方案二：

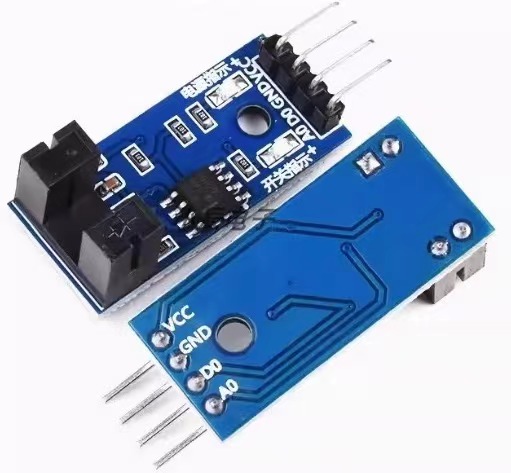
在药品检测模块中使用对射式红外传感器，这是一种基于红外技术的传感器系统。它由两个关键组件组成：一个红外发射器和一个红外接收器，分别位于检测路径的两端，共同构成了一个直线光束。在无物体遮挡的情况下，发射器发出的光束直接对准接收器，接收器持续接收信号。然而，一旦有物体穿过这一光束，红外光束就会被阻断或部分阻断，导致接收器检测到的光强度减少。这种变化被传感器内部电路所捕捉，并触发一个输出信号，通常表现为电路的开或关状态的切换。 对射式传感器的优势在于其能够提供极为精确的检测区域，特别适合于对精确控制有严格要求的应用场景，例如自动门和安全系统。得益于传感器之间的直接视线，它们对环境因素如灰尘和雾气的抗干扰能力较强。然而，这种传感器的安装需要精确对准发射器和接收器，这可能会增加安装的时间和成本。此外，任何穿过发射器和接收器之间光束的物体都可能触发传感器，这在有移动物体的环境中可能导致误报。相较于反射式传感器，对射式传感器的成本通常更高，因为它们由两个独立的组件构成。尽管如此，对射式传感器在精确性和可靠性方的高表现使其成为许多高精度检测应用的理想选择。****

图3.2 反射式红外传感器实物图

在细致评估了医药运输机器人的药品检测需求后，我们认为反射式红外传感器的非接触式检测特性及其对不同表面环境的适应能力，是实现药品检测的关键优势。基于这些考量，我们选定反射式红外传感器作为医药运输机器人的药品检测模块，以确保检测过程的精确性和可靠性。

**3.2系统总体方案**

经过对众多模块的性能和适用性进行全面的评估与比较，我们最终确定了本设计的核心组件。作为项目的核心控制器，我们选用了性能卓越的STM32F103C8T6芯片。为了赋予医药运输机器人高效的数字识别能力，我们引入了OpenMV模块。在电机驱动方面，我们选择了功能强大的TB6612模块作为核心部件。在药品检测环节，反射式红外传感器以其精准的特性被选用。此外，为了构建机器人的循迹导航系统，我们配备了五路灰度传感器，确保机器人在复杂环境中的稳定运行和精确导航。这些精心挑选的模块将共同协作，提升整个医药运输机器人系统的性能和可靠性。本设计的具体系统方案详见图3.3。

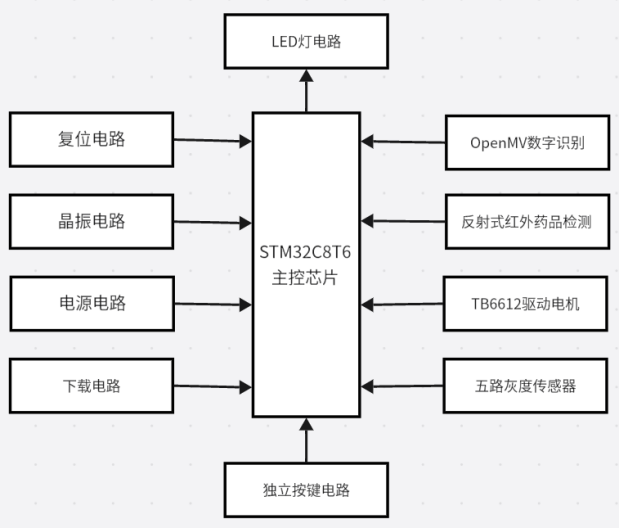


图3.3 系统方案图

**4 系统硬件电路设计**

本节的目的是详细解释本设计中各个电路组件的设计基础。通过深入探讨每个模块的功能和特性，揭示它们的工作机制以及在整体设计方案中扮演的关键角色，共同构成一个高效、可靠的系统。

## **4.1 STM32F103C8T6单片机系统设计**

### **4.1.1 STM32F103C8T6的概述**

STM32F103C8T6是意法半导体生产的32位微控制器，属于STM32F1系列产品线。这款微控制器搭载了高效的ARM Cortex-M3内核，其最高运行频率可达72MHz，提供出色的1.25 DMIPS/MHz性能。它配备了64KB的Flash程序存储器和20KB的SRAM数据存储器，以满足不同应用的存储需求。STM32F103C8T6能够在2.0V至3.6V的宽工作电压范围内运行，并支持多种低功耗模式，使其非常适合于电池供电的便携式应用。此外，该微控制器提供了一系列丰富的外设接口，包括37个GPIO端口、2个12位ADC、多个定时器，以及USART、SPI、I2C和USB等多种通信接口，极大地扩展了其应用范围。为了开发者的便利，STM32F103C8T6支持串行线调试（SWD）和JTAG接口，使得程序调试和开发过程更加高效。采用LQFP48封装，具有48个引脚，这款微控制器不仅适合紧凑型设计，而且能够在-40°C至85°C的广泛环境温度范围内稳定工作。内置的96位唯一ID进一步增强了设备识别和安全性，使其成为多种应用环境的理想选择。

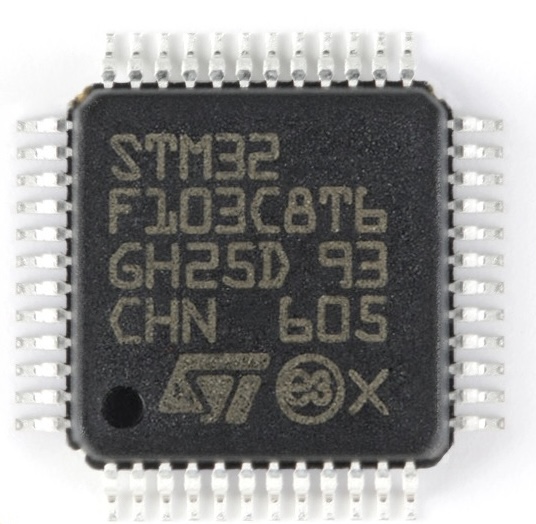


图4.1 STM32F103C8T6单片机

### **4.1.2 STC89C52单片机的最小系统**

简而言之，单片机的最小系统是指使用最基本的元件构成的，足以让单片机正常运行的电路系统。接下来，我们将深入探讨构建STM32F103C8T6单片机最小系统所必需的主要组件，以及它们各自的作用和重要性。

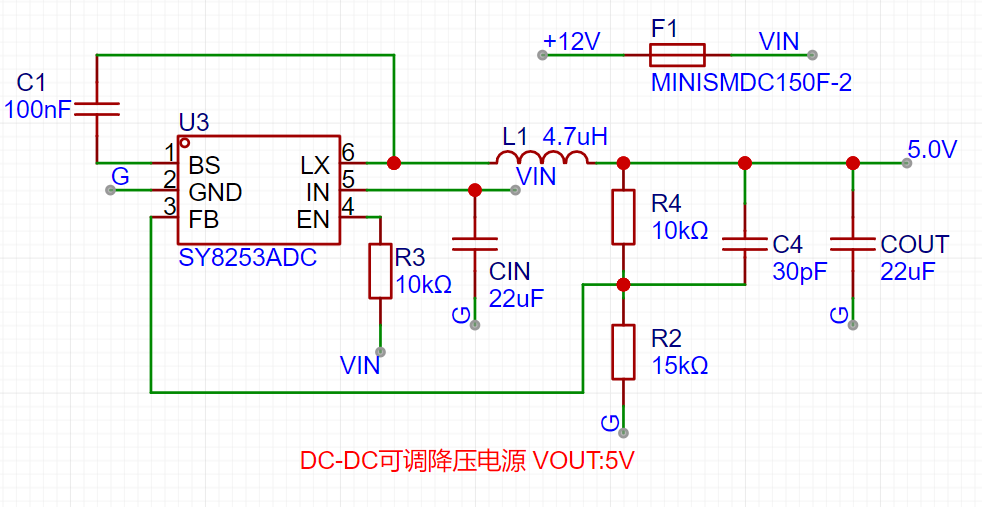
电源是电子设备中至关重要的部分，它确保系统能够稳定地接收到所需的能量以维持正常运作。在为单片机供电时，通常需要一个稳压器来将较高的输入电压（如12V）降压至单片机所需的电压水平（一般为5.0V或3.3V）。同时，为了消除电源线上可能存在的噪声干扰，去耦电容的使用也是必不可少的。 

图4.2 12V转5V电路图

晶振电路在电子系统中扮演着提供时钟信号的关键角色，它为主控芯片设定了系统运行的节奏，就像是系统的“心跳”。晶振通常由石英晶体构成，而石英晶体之所以能够作为振荡器，是因为它具有压电效应。当在晶片的两端施加电场时，晶体会发生机械形变；若在石英晶片上施加交变电压，晶体便会产生机械振动，这种振动反过来又会产生交变电场，尽管产生的电场强度很弱，但其振荡频率却极为稳定。当外部施加的交变电压频率与晶片的固有频率（这一频率取决于晶片的尺寸和形状）匹配时，机械振动的幅度会显著增强，这种现象被称为“压电谐振”。因此，晶振电路确保了CPU和所有外设都能同步地基于这一稳定的时钟信号进行工作。

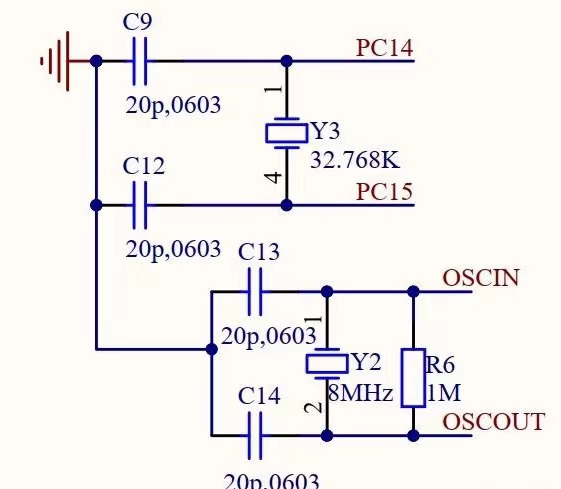


图4.3 晶振电路图

接下来关注的是复位电路，它对于主控芯片来说至关重要，因为低电平触发复位（通过NRST引脚）。硬件按键复位是系统复位手段之一，除此之外，还有软件复位和看门狗定时器复位等多种方式。在复位电路中，电容C2起到了消除按键抖动的作用。这种抖动通常发生在按键接触或断开的瞬间，大约持续10毫秒，对于主控芯片的I/O控制而言，这段时间相当漫长，足以导致多次复位操作。由于电容的电压变化是渐进的，因此采用电容滤波技术可以有效避免因抖动引起的误复位动作。

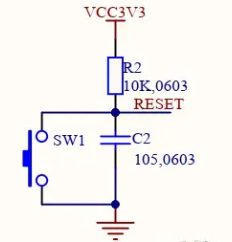


图4.4 复位电路图

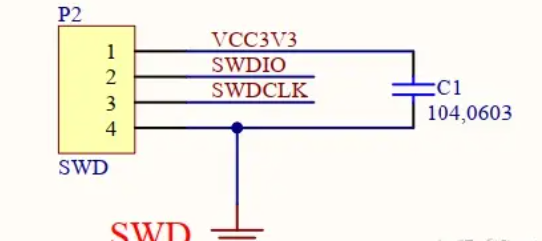
最后，调试接口在程序开发过程中扮演着不可或缺的角色。它不仅用于下载bin或hex文件到设备中，还支持在线仿真和调试。通常，开发者可以选择使用SWD或JTAG接口来进行这些操作。相较于JTAG，SWD模式在高速传输中更为可靠，且仅需4个引脚连接，因此在实际开发中，SWD方式被广泛采用。在JTAG接口中，时钟线CLK负责同步Jlink调试器与芯片之间的时钟信号。通常情况下，这个频率被设定在4MHz，但根据具体的调试需求和环境，频率是可以进行调整的。这种调试接口的设计极大地便利了开发流程，使得程序的调试和优化更加高效。

图4.5 调试接口电路图

## **4.2 TB6612电机驱动模块的介绍**

**4.2.1 TB6612模块的概述**

TB6612FNG是东芝半导体公司推出的一款高效直流电机驱动器件，它采用了强大的MOSFET-H桥结构，能够带来双通道的电路输出能力，使得两个直流电机得以同时被驱动。这款驱动模块因其高度集成、充足的输出电流以及出色的运行效率，在机器人技术、自动化控制系统以及其他电机驱动需求领域广受推崇。它的设计确保了在各种应用中都能提供稳定而高效的电机控制解决方案。

**4.2.2 TB6612模块的工作原理**

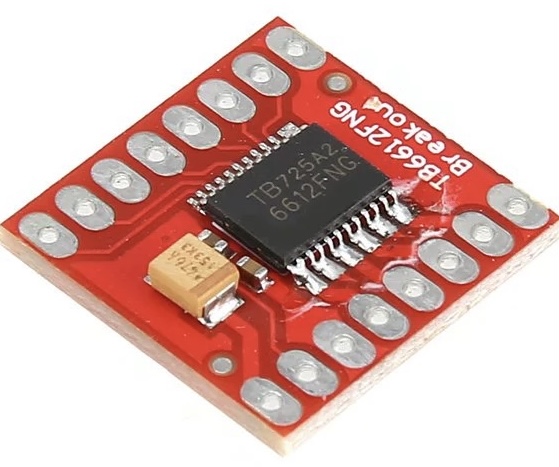
TB6612模块利用AIN1、AIN2、BIN1和BIN2这四个输入引脚的不同高低电平组合，来精确控制电机的运转状态。这些引脚与单片机或其他逻辑电路相连接，根据接收到的信号来调节电机的运动。具体来说，当AIN1为高电平而AIN2为低电平时，电机正转；当AIN1为低电平而AIN2为高电平时，电机反转；当AIN1和AIN2同时为高电平时，电机制动；而当两者同时为低电平时，电机停止运转。此外，通过PWMA和PWMB这两个PWM（脉冲宽度调制）输入引脚，TB6612模块能够实现对电机速度的精细调控。PWM信号的占空比—即高电平的持续时间占整个周期的百分比—决定了电机的平均电压水平，进而影响电机的转速。较大的占空比会导致电机转速提升，而较小的占空比则会使电机转速降低。这种设计使得TB6612模块在需要精确控制电机速度的应用中极具价值。

图4.6 TB6612模块实物图

## **4.3 TCRT5000L 五路循迹传感器的介绍**

**4.3.1TCRT5000L五路循迹传感器的概述**

TCRT5000L五路循迹传感器模块是一款集成了五个TCRT5000L传感器的高精度模块，专为机器人循迹和其他多点距离检测应用而设计。该模块利用五个独立的传感器单元，精准地检测机器人或小车相对于黑线等颜色标记的位置，确保了路径跟踪的准确性和可靠性。通过这种多点检测，机器人能够更好地识别和跟随预设的线路，优化导航性能。

**4.3.2TCRT5000L五路循迹传感器的原理**

## TCRT5000L五路循迹传感器模块运作基于红外光电传感技术，通过发射和接收红外光来探测物体的位置，尤其适用于检测如黑色线条等标记。这种传感器模块在机器人循迹领域中广泛应用，因为它能够提供精确的路径跟踪和位置检测功能。该模块配备了五个红外发射二极管，它们持续地发射红外光束。当这些光束触及物体表面，便会产生反射。与每个发射二极管相邻的是一个光敏接收器（通常是光敏三极管），其作用是捕捉反射回来的光线。不同颜色和材质的表面对光线的反射和吸收程度各异：黑色或深色表面倾向于吸收光线，导致较少的反射光返回接收器；相反，白色或浅色表面则会反射更多的光线。接收器将检测到的反射光强度转换为电信号。根据设定的阈值，如果反射光强度足以触发传感器，输出信号为高电平（通常表示检测到黑线）；若反射光强度不足以达到阈值，则传感器输出低电平。此外，TCRT5000L模块还具备灵敏度调节功能，用户可以通过电位器等组件调整传感器的灵敏度，使其更好地适应不同的环境条件和检测要求。**4.4 OpenMV数字识别模块的介绍**

**4.4 .1 OpenMV的概述**

OpenMV是一款集成了STM32微控制器的紧凑型摄像头模块，专为机器视觉应用而设计。它具备充足的计算能力来执行复杂的图像处理算法，并且运行MicroPython，这是一种为微控制器优化的Python编程语言的轻量级版本。这样的设计使得开发者能够利用熟悉的Python语言来编写图像处理脚本，极大地提高了开发效率和便捷性。OpenMV模块内置了丰富的图像处理功能，如颜色追踪、边缘检测和特征匹配等，旨在简化机器视觉任务的开发流程。它的设计理念是降低机器视觉技术的门槛，使得即使是没有深入图像处理经验的开发者也能够轻松上手，实现创新的视觉项目。通过OpenMV，机器视觉的潜力得以释放，为各种应用带来智能化的解决方案。

**4.4 .2 OpenMV的原理**

启动OpenMV时，其图像传感器便开始工作，将捕获的光线转换成数字图像数据。这些数据随后被传输至微控制器，用户通过编写的MicroPython脚本来对图像数据进行处理。处理过程可能涉及图像滤波、边缘检测、颜色识别、特征提取等多种操作，而处理得到的结果能够用来控制其他硬件组件，例如电机，以实现自动跟踪、避障等智能功能。此外，这些结果还能通过串口、I2C或SPI等通信接口输出，发送给其他设备进行进一步的应用。OpenMV内置了多种图像处理算法，包括颜色跟踪、形状检测、人脸识别等，用户可以直接使用这些预设的算法，或者根据需要编写自定义算法。这种灵活性极大地扩展了OpenMV在机器视觉领域的应用范围，使其成为开发者实现创意和解决实际问题的强大工具。

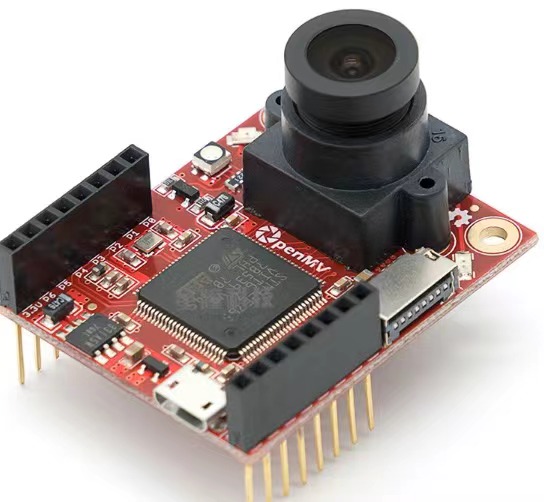
****

图4.7 OpenMV实物图

# **5 系统软件部分设计**

## **5.1 软件开发环境的介绍**

本设计利用Keil μVision5作为编程实现的平台，这是一款由Keil Software开发的集成开发环境（IDE），专为基于ARM Cortex-M系列微控制器的嵌入式系统开发而设计。它整合了一个完整的开发工具链，涵盖了代码编辑、编译、调试和仿真等多个环节，使得开发人员能够在一个统一的环境中完成整个开发流程。Keil μVision5支持C、C++以及汇编语言的编程，为开发人员提供了多样化的编程选项，以适应他们的个人偏好和项目需求。此外，它兼容多种ARM Cortex-M微控制器，包括Cortex-M0、Cortex-M3、Cortex-M4等不同系列，确保了广泛的适用性。同时，Keil μVision5还支持多种调试接口，如JTAG、SWD、ETM和ITM，进一步增强了调试过程的灵活性和便捷性。

图5.1 Keil5软件

## **5.2 系统重要函数的介绍**

### 5.2.1 主函数的设计

在单片机程序中，void main()作为程序的入口函数，承担着核心的角色。一个完备的单片机程序始终以这个主函数为起点。在`main()`函数的初始阶段，通常要进行一系列的初始化设置。这涉及到对单片机自身以及其连接的外围设备的配置，确保系统的正常启动和运行。同时，可能还需对某些变量进行初始化赋值，为后续程序逻辑的执行打下基础。初始化的任务可能包括设置中断优先级、定时器的配置、编码器的初始化、PWM的设定、电机与PID控制的准备等。一旦初始化完成，程序便会进入一个`while(1)`的无限循环，这是单片机程序设计中的一个典型模式，它保证了程序的持续运行和实时任务处理。在编程设计中，建议避免在主任务中堆砌过多代码。为了提升代码的可读性和可维护性，推荐的做法是将不同功能封装成独立的函数。这样一来，每个函数都明确地执行特定的任务或功能模块，而主函数则负责调度这些函数。这种方法使得程序结构更加条理清晰，各函数职责明确，不仅便于程序员理解、修改代码，也简化了后续的维护和升级工作。此外，通过函数封装，还能促进代码的复用，同一个函数可以在多个项目中被重用，从而提升开发效率。

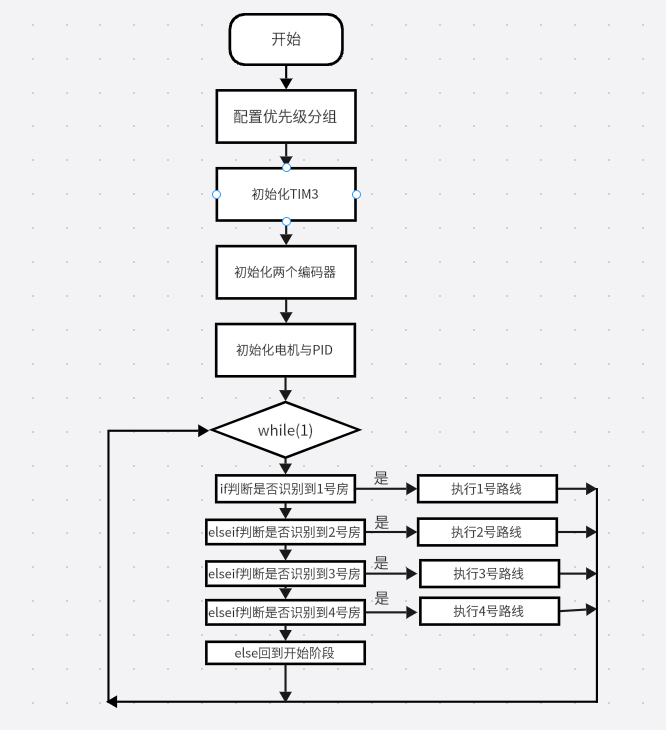


图5.2 程序执行流程图

### **5.2.2 OpenMV数字识别子函数的设计**

OpenMV通过串口通信协议与STM32单片机建立连接，实现双向通讯。在OpenMV成功识别数字之后，它会主动将识别结果通过串口发送给STM32单片机。一旦STM32单片机接收到来自OpenMV的数据，它将依据预先设定的程序逻辑进行相应的处理和操作。这种协同工作机制使得两者能够有效地交换信息，共同完成复杂的任务。OpenMV数字识别子函数流程图如5.3所示。

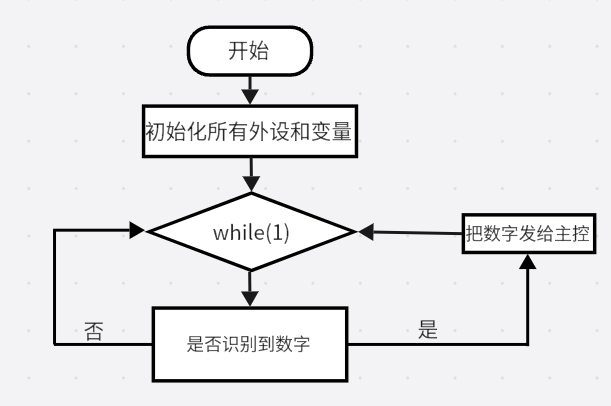


图5.3 OpenMV数字识别子函数流程图

# **6 系统测试**

### 6.1 系统软件测试

测试所需的工具：Keil5、硬件、STLINK下载器等。

系统的软件方面通过Keil5软件进行编写，将编写好的程序通过STLINK下载器下载到STM32中。通过观察整个系统运行的状态，然后进行反复的修改调试程序，最终得到一个完善的程序。

在系统软件调试上主要遇到如下问题：

1. 程序下载失败

在keil5编译好程序后，点击下载图标，显示下载失败。最后发现是SWDIO、SWDCLK两个下载先接反。

（2）程序下载后不能正常运行

下载完成之后，整个硬件不能按照已设计好的思路运行，只有按下一次复位键后，硬件才可以正确执行。最后通过查找资料，发现在Flash Download中勾选Reset and Run，这样程序一下载进去然后硬件就可以按照设计的程序运行。

### **6.2 实物测试**

在完成STM32微控制器的完整代码编写之后，接下来的步骤是将代码烧录到微控制器中。这一过程通常涉及到使用专门的编程器或调试器，确保代码正确无误地被加载到STM32的闪存中。烧录完成后，为了验证代码的实际运行效果和性能，需要进行实地测试。具体测试机器人往返病房时间数据如表6.1。

**表6.1 机器人往返病房时间数据**

|  |  |
| --- | --- |
| - | 往返时间 |
| 1号病房 | 20S |
| 2号病房 | 20S |
| 3号病房 | 35S |
| 4号病房 | 35S |

# **7 结论**

经过一段时间充满挑战的设计和制作，我基本上完成了本设计方案的任务。尽管如此，我也认识到最终作品仍有一些地方未能完全达到预期，这些不足将成为我未来工作中持续改进和努力的重点。通过这次实践，我积累了宝贵的经验，我的实际操作技能得到了显著提高。在实际操作过程中，我面临了一连串的问题，这些问题促使我进行了深入的分析，并逐步找到了解决之道。总结来说，这次设计经历不仅促进了我的专业技能发展，还教会了我如何在遭遇困难和挑战时保持镇定，有效地解决问题。我将珍视这段经历，将其视为职业生涯中的一笔财富，并在未来的工作中继续学习、不断进步。

# **参考文献**

[1]肖光亚.基于Arduino的医药运输机器人[J].南方农机,2022,53(2):184-186.

[2]赵晓玉,李宇,朱新玉,等.一种医药运输机器人的设计研究[J].科技风,2020(19):13.

[3]李栋,张学强,王路遥.基于PLC控制的智能药房送药系统设计[J].机电信息,2016(32):34-37.

[5]张文青,龙奕帆.基于OpenMV视觉模块的智能小车巡线系统设计[J].集成电路应用,2021,38(10):232-233.

[6]赵昕晨,杨楠.基于头部姿态分析的摄像头视线追踪系统优化[J].计算机应用,2020,40(11):3295-3299.

[7] 王浩楠,黄宇新,唐金荣,等.基于STM32单片机的医药运输机器人系统设计[J].电子制作,2022(15):74-76.

[8] 廖冠中,叶膳维,庄朝淳.基于STM32的医药运输机器人[J].电脑编程技巧与维护,2022(5):131-133.

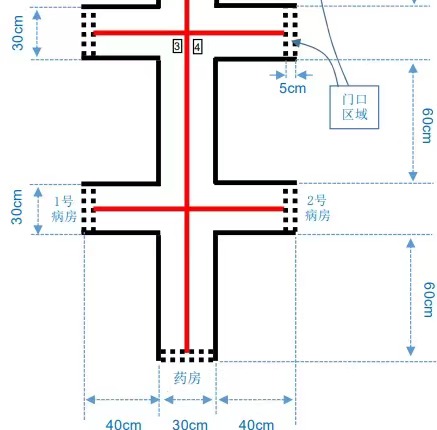
[9] Luo, Y., Li, X., & Wang, Z. (2020). Design and Control of an Automated Medication Delivery System. Journal of Medical Systems, 44(8), 1-10.

[10] Wang, H., Zhang, L., & Chen, Y. (2019). Development of a Smart Medicine Delivery Robot. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 59, 281-293.

# **致谢**

在我论文旅程的每一步，我都深感荣幸能获得众多人士的支持与帮助。在此，我要向他们表达我最诚挚的谢意。首先，我必须向我的导师汪理教授表达深深的敬意和感激。您在我整个毕业设计完成过程中不仅提供了耐心的指导，还给予了我宝贵的建议。您的严谨学术精神和对细节的精益求精，对我产生了深远的影响，使我在学术追求上更加坚定不移和自信。我还要向所有在我完成毕业设计过程中给予帮助的老师和同学表示感谢。你们在学术探讨和日常生活中的慷慨支持与鼓励，对我完成这项研究工作至关重要。你们提出的建议和反馈，极大地丰富了我的研究内容，提升了我的工作质量。同时，我要向我的家人表达最深的感激，特别是我的父母。你们无条件的爱与支持是我不断前进的动力，你们的理解与鼓励让我在追求学术成就的道路上勇往直前。

# **附录****A 医院架构图**



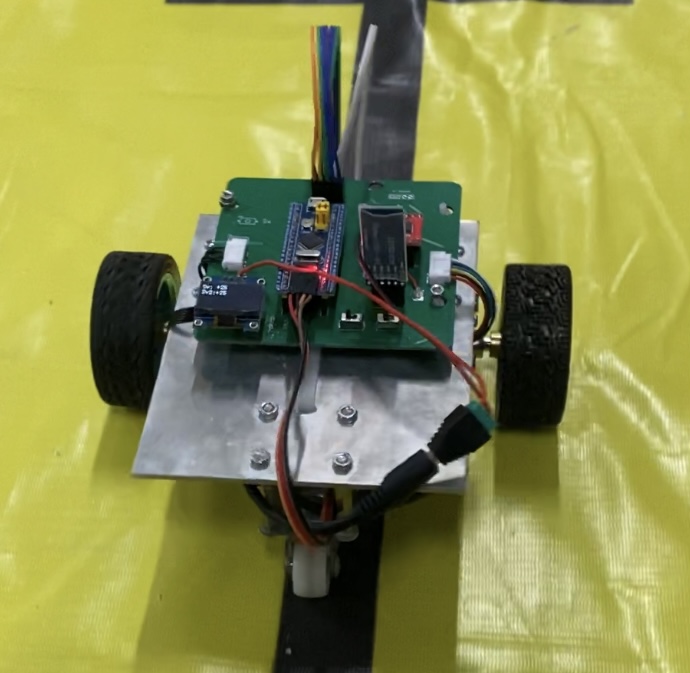
图A1 医院架构图

**附录****B 电机控制程序图**



图B1 电机控制程序图

# **附录C 医药运输机器人实物图**



图C1 医药运输机器人实物图