
《物联网与嵌入式技术》

大作业课题报告

基于手势识别控制柔性臂

学 生 姓 名：_____李虹江_____

学科、专业：_____力学_____

学 号：_____22303087_____

完 成 日 期：_____2024.5.1_____

大连理工大学

Dalian University of Technology

目 录

1 课题概述.....	1
2 课题背景.....	2
2.1 手势识别技术.....	2
2.2 柔性机械臂.....	3
3 课题内容.....	4
3.1 手势识别的基本原理与关键技术.....	4
3.2 柔性臂建模与制作.....	5
3.3 远程通信.....	5
4 结论.....	6

1 课题概述

本课题是《物联网与嵌入式技术》的大作业，目的是实现通过手势识别控制柔性臂。由熊勇强、马翰飞、阳一凡、王建涛、郑奥、李虹江、刘行、陈龙、赵思橙、杨瑞昕十位同学共同完成。

随着科技的快速发展，人机交互技术已成为现代科技领域的重要研究方向。手势识别技术作为人机交互的一种重要方式，因其直观、自然、易于接受的特点而受到广泛关注。本文旨在探讨基于手势识别控制的柔性臂的设计、实现及其在实际应用中的性能表现。首先，我们将介绍手势识别技术的基本原理和常用方法；接着，详细描述柔性臂的结构特点及其控制系统的设计。自动化、无人化在各行各业中普及开来，机械臂等设备在生产、生活中的应用越来越广泛，在工业、农业、航天、医疗等领域都有着十分广泛的应用。近年来由于人工智能的迅速发展，使得通过手势识别来控制机械臂成为了可能。

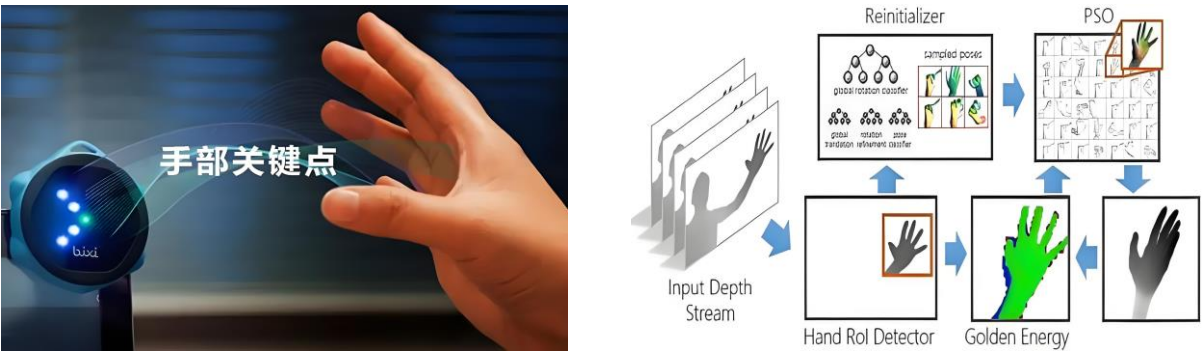
2 课题背景

2.1 手势识别技术

由于人工智能和机器人技术的不断进步，人机交互方式逐渐从传统的键盘、鼠标等物理设备转向更为自然、直观的手势控制方式。手势识别技术通过捕捉和分析人类的手势动作，实现对计算机或机器人等智能设备的控制。这种交互方式不仅提高了操作的便捷性，还丰富了用户的体验。

柔性臂作为一种新型的机器人末端执行器，因其高度的灵活性和适应性而备受关注。它采用柔性材料制成，可以根据需要进行弯曲、扭曲等变形，以适应各种复杂的工作环境和任务需求。将手势识别技术应用于柔性臂的控制，可以实现对柔性臂的精确、高效控制，提高其在工业自动化、医疗康复等领域的应用价值。

本文首先介绍了手势识别的基本原理和关键技术，包括手势的采集、预处理、特征提取和分类识别等步骤。机械臂是一种类似于人臂的机器，在工业和制造业中广泛应用。从材料上划分，机械臂大致可分为刚性机械臂和柔性机械臂两类。刚性机械臂由刚性材料制成，结构稳定，适用于重载、高精度的工业应用，但受制于刚性材料的限制，其运动范围和柔性机械臂相比略显狭窄。相比之下，柔性机械臂采用弹性材料制成，具有更大的运动范围和更高的柔性度，适用于需要较高精度和更灵活的应用领域，如医疗手术、电子元器件组装等。



传统的人机交互方式如键盘、鼠标等需要用户进行复杂的操作，而手势识别技术则可以实现更加自然、直观的人机交互。用户可以通过简单的手势动作，如挥动手臂、点击手掌等，轻松实现对设备的控制，使得人机交互更加便捷、高效。虚拟现实与增强现实技术的推动：虚拟现实（VR）和增强现实（AR）技术的快速发展，为手势识别技术的应用提供了更广阔的舞台。在 VR 和 AR 环境中，用户需要更加自然、直观的人机交互。

互方式，而手势识别技术正好能够满足这一需求。用户可以通过手势动作与虚拟环境进行交互，实现更加沉浸式的体验。手势识别技术在医疗健康领域也有广泛的应用前景。例如，通过手势识别技术，医生可以更加精确地控制医疗设备，提高手术的精确度和安全性；同时，患者也可以通过手势识别技术实现自我健康管理，如通过手势动作控制康复设备的运行等。

手势识别，作为其中一种重要的交互方式，以其自然、直观的特点，逐渐应用于各个领域。通过手势识别，我们能更方便和安全的控制机械臂的使用。

2.2 柔性机械臂

柔性机械臂是一种类似于人类手臂的机械臂，具有高度的自由度和灵活性。它由多个自由度的关节、电机、传感器和控制器组成，可以模拟人类手臂的各种动作。相比传统的刚性机械臂，柔性机械臂具有更高的柔性和智能化水平，可以更加灵活地进行精确操作。由于柔性机械臂采用弹性材料制成，较之刚性机械臂具有更大的柔性度。在运动范围上，柔性机械臂比刚性机械臂拥有更广的自由度，可以完成更为灵活的动作。柔性机械臂相较于刚性机械臂在工作时受力平衡更好，撞击人体或其他物体时，其结构会因为弹性而变形，从而减少对人和物体的伤害。这使得柔性机械臂在医疗手术、食品加工等领域得到广泛应用。由于柔性机械臂使用的弹性材料能够缓冲运动时的震动和噪声，并且可以快速响应外界的干扰，并进行调整，因此柔性机械臂精度更高。柔性机械臂能够很好地适应不同形状的工件，应对不同的工艺要求。在电子元器件组装和测试等领域，柔性机械臂能够完成包括焊接、固定、安装等多种任务。



3 课题内容

3.1 手势识别的基本原理与关键技术

手势识别的基本原理是通过采集用户的手势动作，对其进行预处理、特征提取和分类识别等步骤，从而实现对手势的理解和识别。下面分别介绍这些关键技术：

手势采集：手势采集是手势识别的第一步，主要通过摄像头、传感器等设备捕捉用户的手势动作。采集到的手势数据可以是图像序列、深度数据或传感器信号等。

预处理：预处理阶段主要对采集到的手势数据进行去噪、滤波、分割等操作，以提高手势识别的准确性和稳定性。例如，对于图像序列数据，可以通过背景减除、手势分割等方法将手势从背景中分离出来。

特征提取：特征提取是手势识别的核心步骤之一，它通过将手势数据转换为一系列具有区分性的特征向量，以便于后续的分类识别。常用的特征包括形状特征、运动特征、纹理特征等。

分类识别：分类识别阶段将提取到的特征向量与预先训练好的分类器进行匹配，从而实现对手势的识别。常用的分类器包括支持向量机（SVM）、神经网络（NN）、随机森林（RF）等。

本课题通过 `HandTrackingModule` 和 `myapp` 两部分代码实现手部检测和手势控制。其中 `HandTrackingModule` 代码分为 4 部分。

`HandDetector` 类初始化了手部检测器，包括设置检测模式、最大检测手数、检测和追踪阈值等参数。`findHands` 方法用于在图像中找到手部。它首先将图像从 BGR 格式转换为 RGB 格式，然后使用 `Mediapipe` 找到手的位置。对于每个检测到的手，提取了手部关键点的坐标、边界框信息、手的中心点坐标以及手的类型（左手或右手）。如果设置了 `draw` 参数为 `True`，则会在图像上绘制手部关键点和边界框。`fingersUp` 方法用于计算手指的伸展情况。它通过计算手指指尖与手掌中心之间的向量角度来判断手指是否伸展开。`getDirection` 方法用于获取手指指向的方向。它计算了手指指向大拇指的向量角度，并根据角度范围来确定手指指向的方向，包括上、下、左、右。

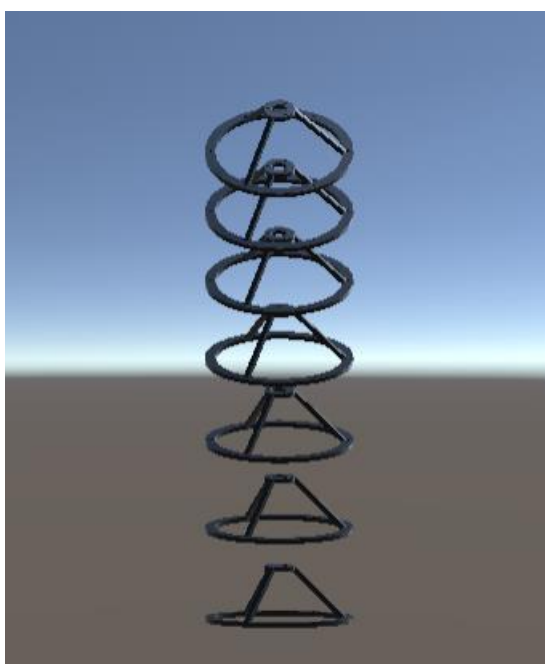
`myapp` 这代码是一个手势控制器，可以通过手部的姿势来控制指定的操作。首先是导入必要的库和手部检测器 `HandDetector`。然后设置摄像头并初始化手部检测器，设置参数包括检测模式、最大检测手数、检测和追踪阈值。然后初始化一些变量，包括上一帧和当前帧的手指状态、累计帧数、最大速度、加速度等。在一个循环中，不断地从摄像头获取图像帧。对图像帧进行水平翻转，以便与摄像头中的自己呈镜像关系。使用手

部检测器检测手部关键点，并绘制关键点在图像帧上。获取手部信息，包括手部关键点坐标和手掌中心坐标。通过检测手指的伸展情况，确定当前手势状态。根据当前手势状态，确定对应的操作指令。仅伸出拇指，拇指指向方向为 上下左右则对应上下左右的方向， 伸出整个手掌则为向后，比出 yes 手势则为向前，握拳表示停止。

3.2 柔性臂建模与制作

利用 unity 软件进行柔性臂的 3D 建模，模拟柔性臂在实际使用过程中的运动姿态，分析柔性臂的各个部分动作的同步性。

柔性机械臂主体结构使用了 PLA 材料，由 3D 打印而成，共有 7 节。节与节之间使用 3 根弹簧进行连接，外部通过弹性小，摩擦力大的尼龙绳进行串联，通过控制尼龙绳，实现机械臂的运动。



3.3 远程通信

本课题采用 EQMX 搭建服务器，使用 MQTT 通讯，用 python 编程将手势识别的消息发送给机械臂，将机械臂的采集到的参数转发给订阅端，以此来实现手势识别对机械臂的控制。

4 结论

本课题通过手势识别初步实现了对柔性臂的控制，成功验证了课题的可行性。手势识别技术作为一种重要的人机交互方式，具有广泛的应用前景和潜力。随着技术的不断进步和应用领域的拓展，手势识别技术将为用户带来更加便捷、智能的交互体验。未来，我们期待手势识别技术在更多领域发挥重要作用，推动人机交互技术的持续发展和创新。