

编号:

哈尔滨工业大学

大一年度项目立项报告

项目名称: 水果精确分拣柔性机械手

项目负责人: 刘禹彤 学号: 1190303414

联系电话 电子邮箱:

专业集群: 智能装备 辅导员: 胡云飞

指导教师: 刘宇 职称: 教授

联系电话 电子邮箱:

院系及专业: 机电工程学院 机器人研究所

哈尔滨工业大学基础学部制表
填表日期: 2019 年 10 月 16 日

一、项目团队成员（包括项目负责人、按顺序）

姓名	性别	所在专业集群	学号	联系电话	本人签字
刘禹彤	女	智能装备	1190303414		
谭立诚	男	智能装备	1190303404		
薛健	男	智能装备	1190303427		

二、指导教师意见

该小组的研究方案参考了既有的研究成果，同时也加入了小组的想法，有一定的结构创新性。该方案考虑了未来的应用背景，其在农业方面具有潜在的商业价值。但方案的内容尚且不够成熟完备，在材料的选取上还需慎重，设计难度较大，实现目标需要较为高深的专业知识和坚持不懈地付出，且成本相比于计划中的低成本还要高，能否为实际生产提供更大效益有待后续研究观察。该方案有可行性与实际应用价值，可以进行后续操作。

签 名：

2019 年 10 月 25 日

三、项目专家组意见

批准经费： 元 组长签名： （ 学部盖章 ）

年 月 日

四、立项报告

水果精确分拣柔性机械手

（一）立项背景

1.机械手的定义

机械手是用来抓取，持握，工件或工具的部件，是重要的执行机构之一。机械手作为机器人关键零部件之一,它是机器人与环境相互作用的最后环节和执行部件,其性能的优劣在很大程度上决定了整个机器人的工作性能。随着科技的不断发展，机械手在水果分拣过程中蓬勃发展。

2.服务于农业生产

水果的市场核心竞争力主要取决于水果品质和水果的产后处理两大因素。当前，我国的水果品质已经接近国际先进水平。造成我国水果国际竞争力低的原因在于我国的水果产后处理能力不足。在上线、清洗、打蜡、烘干、分拣等这些水果产后处理的自动线流程中，除了分拣以外，其他的处理技术一般都是工序的启停等流水线操作，比较容易解决。所以水果的分拣技术才是水果产后处理的关键技术。但是，目前我国的水果检测和分拣技术比较落后，致使我们接近于国际品质的水果没有真正地被分拣出来。这些优质的水果只能以三流水果的价格进行出售，水果的产品附加价值没有得到很好的保证。及时提高我国水果产后，处理能力的关键所在就变成了水果的分拣技术的提高。

（1）传统的对水果进行分拣的技术。

在我国市场上经常能见到的基于这种分拣技术的分拣机，如滚筒筛孔式水果大小分拣机和辊带式水果大小分拣机。^[1]

这类分拣机主要是机械式分拣，它的优点是机械结构简单、价格低廉、分拣速度快，工作效率高，缺点是这种分拣技术在分拣过程中水果在分拣机上受到水果相互之间以及水果与设备之间摩擦力的时间长，水果的外部品质比较容易被破坏，而且当水果的果形不规则的时候，分拣的结果则存在较大偏差。



图一

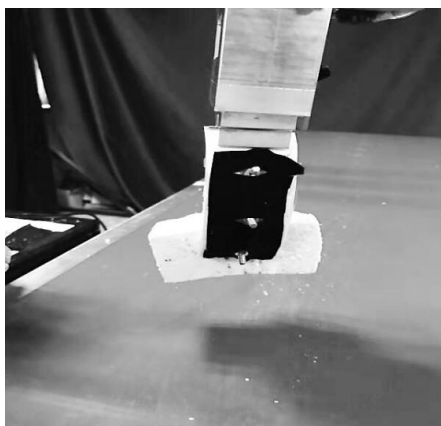
而柔性机械手可以在水果收获时节用于分拣大小不一的水果，可以高效便捷，并且在不伤害水果表皮的前提下完成农产品的初期分类。它是由柔性材料与硬性材料相结合的。

无论是国内还是国外研究这一类分拣机械手的脚步从未停止。但要做到柔性抓取水果，需要做到对力度的精确控制，目前国内对此已经有深入研究。

（2）目前的柔性机械手

例如：国内的中科大研究的“柔性爪”抓豆腐，稳准但不“狠”。

中国科大实验室里，研究人员将玻璃杯、小木块、纸张、松软的蛋糕、细嫩的豆腐等不同物体放置在传送带上，“柔性手爪”识别到之后，都能从传送带上轻松、准确地抓起，再“转身”轻轻放置到指定位置。整个过程中，连最易损的豆腐块，也没有丝毫破碎。



图二

中科大在“柔性爪”的研究中突破了传统思路，以独创的“容差性”为指导思想，在手爪硬件组成、工作原理和控制原理上进行了原始创新，形成了“刚柔合一”的新技术。这也为解决服务机器人、智能制造机器人末端加持器瓶颈问题，开辟了一条新途径。“容差性”是一种原理上的技术创新，这使得“手爪”既不需要那么高精度的传感要求，又能实现多方面抓取性能的提升。

再如：来自美国哈佛大学、美国东北大学、北京航空航天大学等高等院校的核心团队经过多年潜心研发，推出了柔性夹爪系列产品，该产品拥有多项国内外专利，抓持动作轻柔，尤其适合于抓取易损伤或软质不定形物体，其应用布局将使生产线自动化向前迈出飞跃性的一步。

在工厂的抓取作业中，目前普遍采用的是机械夹爪、真空吸盘等传统夹具。对物品进行抓取，经常会受到产品不同形状、材质、位置的影响，导致无法顺利抓取。而他们推出的基于柔性机器人技术的柔性夹爪，可以完美攻克这一工业难题。



图三

柔性夹爪具有特殊的气囊结构，随着气动控制器输入气压的不同产生不同的动作。输入正压，夹爪将自适应物体外表体征，呈握紧趋势，完成抓取动作；输入负压，夹爪张开，释放物体；在某些场合也可起到内支撑抓取效果。

3.对当下的分拣机械手分析

- 1.国外水果分选机械手的价格比较昂贵，使得国内厂家无法真正使用。
- 2.目前市场上的水果分拣机都只是采用某一单一形式的分拣，分拣的目标过于单一，对水果的多个品质指标进行检测时，处理速度较慢。
- 3.当前的机器人，更多的关注于机械的手臂，而在整个机器人的应用中机械手的柔性性与硬性的结合才是难点。
- 4.大多数机械手对相对柔软的物质依然未能做到抓取稳准手到擒拿。

4.设计目标

- 1.流畅完整实现柔性机械手的屈伸，抓取，运送水果，并且在过程中既不滑脱，也不因用力过大而使水果变形。
- 2.通过指令，机械手可以按规定拿取相应水果和规定大小的水果。
- 3.尽量做到结构简单，手指灵活，降低生产成本。

（二）项目研究内容及实施方案

1、研究内容

- （1）**重点突破：**设计机械手的视觉效果和爪子的伸缩，使其能稳定抓取大小不一种类不同的水果。
- （2）**细节优化：**1.减轻了机械臂的负载，从而使手爪能够提取更重的物体，提高了工作机构承受大负载的能力。2.使机械手的重复定位精度更高，可实现接近 360°的全方位的水果抓取。

2、实施方案

（1）总体实施规划

了解已有特别是水果抓取机械手的机械结构设计，总结前人的设计经验，比对各种成熟设计的优缺点，结合自己的需要进行修改。最重要的是，结合现在的需要进行创新结构设计。首先提出最初概念设计稿。在此基础上，设计具体结构，分析结构的合理性，并不断修改。设计结束时，产品应当能实现所需要的各种特性。

（2）细节实施规划：

设计部分：

- 1.搜集并了解现有的机械手结构设计、机械手驱动方式。
- 2.熟知现有的农业园中的水果抓取工作模式。
- 3.细化机械手抓取动作的每个步骤的细节。

制作部分：

- 1.统一学习 Inventor 和相关机械知识，学习视频剪辑渲染软件的使用。
- 2.分工合作，不同任务的组员强化对应部分的软件和知识的学习。
- 3.不断对原有设计进行优化，制作中总结经验，修改不足。

3、初步的结构设计

(1) 机械结构设计——三爪结构设计+索柔传动结构

机械手仿照了人的工作模式，在日常工作生活中，三爪可以完成正常五指的 80% 以上的动作，能完成稳定抓取水果的任务。同时，三爪结构简单，耗材较少，在生产时可以达到节省材料，简化加工流程的目的，从而减少工业上的成本。

抓取技术该装置的特点之一是控制各关节的电机统一放在底座上，各关节运动的转速和转矩通过底座的电动机带动钢丝绳传递，减轻了机械臂的负载，从而使手爪能够提取更重的物体，提高了工作机构承受大负载的能力。将电机从机械手关节部位分离，使机械臂的结构轻巧，安装体积小，能够实现狭小空间物料的抓取，提高了整个装置的稳定性，提高了性价比。使用该结构的机械手，抓取时对水果损伤小，保证了水果的品质。

(2) 材料结构设计

原材料柔性机械手为保证柔性弯曲和一定支撑刚性的特性，采用两种不同的硅橡胶材料，其中，以硬度较大的硅橡胶为芯部材料，以起到控制变形和支撑的作用，以特殊的软橡胶为外层壳体以保证其在低压下能产生足够大的弯曲，制备柔性机械手。

(3) 控制系统设计

舵机控制

舵机控制板通过控制电机的正反转对各个关节进行控制。按下无线手柄相应按键发出指令，通过无线模块将指令传输给舵机控制板，接收指令之后执行命令动作并且实时监测各个关节位置，保证动作按要求完成。

角度传感器

舵机电路板发出控制信号，电机转动带动机械手运动，置于关节部位的角度传感器检测信号并反馈到舵机电路板，这样角度传感器、舵机电路板和舵机控制板构成闭环控制系统。经实验，加装闭环系统的机械手的精度和重复精度都比开环系统高很多，机械手运动的稳定性和可靠性也得到了提高。

无线电路

考虑到操控应该简洁明了，并可在一定的空间范围内方便操作，因此设计中添加了无线模块，同时也可以在上位机上进行运动路径规划以及单关节和多关节运动。^[2]

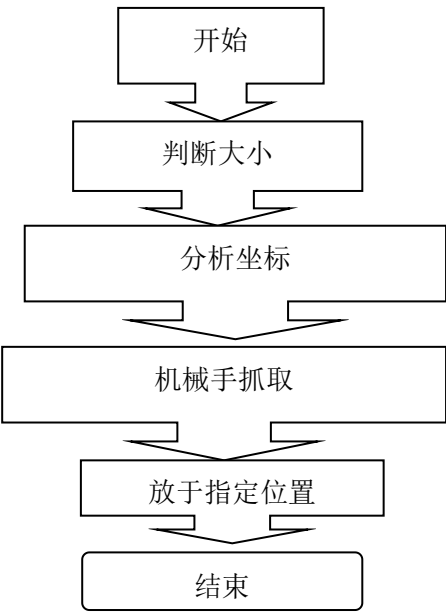
(4) 图像处理设计——视觉处理技术 视觉传感器

设计的机械手中设有视觉传感器，利用视觉探测器进行扫描，检测水果外形大小，事先编程来划分水果大小的标准。当信号从视觉系统传达机械手处，机械手可执行分拣对应大小的水果。基于 CMOS 图像传感器，利用高清高速摄像头拍摄识别，将拍摄被检测的图像与划分标准比较，最终分拣。分拣主要利用颜色、形状、纹理和近红外反射从背景中区分，多数研究是在室内和可控光照条件下进行的。以苹果为例，苹果横径大小，分为 3 级：80mm 以上为 1 级；70mm 以上为 2 级，65mm 以上为 3 级。山东省规定 75mm 以上为优级，70-74mm 为 1 级，65—69mm 为 2 级。

(5) 定位系统设计

基于视觉识别的直角坐标机械手由工控机、下位机控制单元、工业相机、机器人执行机构、传送带、机械手组成。利用工业相机对纸盒进行拍照，将拍照后的图片传送至上位机进行图像处理，得到形状尺寸坐标值；然后根据操作者设置参数进行处理，将控制信号发送到下位机控制单元，控制执行机构电机进行相应动作。该平台可以有效地解决水果在传输带运行过程中出现的位置偏差，使流水线水果抓取成为可能。^[3]

4、机械手工作流程规划



图四

(三) 进度安排及小组分工
进度安排表

进度安排				
时间（立项后开始）		工作任务	长期任务	
11 月	第 3 周	安装所需软件,制定学习计划和明确学习内容	学习建模软件和视频编辑软件和相关机械知识。	
	第 4 周	做出第一份设计草图		
12 月	第 1 周	简单划分建模任务,按照草图一边学习软件一边制作，不断修改设计。		
	第 2 周			
	第 3 周			
	第 4 周			
	第 5 周	确定设计，确定相关参数，做出最终建模的图纸。		
1 月	第 3 周	划分任务，制定寒假工作计划		
	第 4 周	完成建模		
2 月		并制作出基本动画		
3 月				
4 月		视频渲染，细节优化		
5-7 月		自由安排		

表一

	11, 1	11, 2	11, 3	11, 4	12, 1	12, 2	12, 3	12, 4	1, 1	1, 2	1, 3	1, 4
安装软件，学习建模												
做出设计草图												
分配建模任务，修改草图												
确认参数，做出第一份成稿												
分配寒假任务												

表二

人员分工表

小组分工	
刘禹彤	建模，信息搜集，过程记录
薛健	建模，答辩，ppt 制作
谭立诚	建模，视频制作渲染

表三

（四）中期与结题预期目标

中期预期目标:产品能够完成最初的要求，建模组装完成，并完成相关动画的初步制作。

结题预期目标:根据中期的成果进一步优化，完成最终动画，完成结题 ppt。

（五）经费使用

1. 在沐风网上购买相应建模视频教程。
2. 在校区之间打车的路费。
3. 买相关机械原理类的书籍。

（六）参考资料

- [1]李梅 水果分拣技术的研究现状与发展 江苏理工学院学报 2018 年 4 月第二十四卷第二期 1-2
- [2]王晓丽 黄大志 赵伟名 高力 邓海洋 基于柔索传动的香菇分拣机械手研究 2018 年 6 月第 46 卷第 11 期 24
- [3]任彬 张中然 张无极 冯彪 高翔 王洪旭 高松 方辉 基于视觉识别的点胶用直角坐标系机械手 2018 年 10 月第 5 期 168