

一、专业实践训练整体情况

实践单位名称	湖州大士医疗科技有限公司	
实践单位地点	湖州市南太湖新区红丰路 1366 号	
实践岗位名称	助理工程师	
专业实践训练时间	集中进行	2021 年 08 月 01 日开始 至 2022 年 01 月 31 日结束
		专业实践训练累计 183 天（单位考核前），其中项目研究天数 100 天（单位考核前）
<p>（1）基本概况（含实践单位简介、实习实践内容等）</p> <p>湖州大士医疗科技有限公司是一家专业从事医疗手术机器人系统研发及临床应用的科技公司，实践内容为公司在实践期间实施的项目。</p>		
<p>（2）项目研究概述（含项目名称、项目来源、项目经费、主要研究目标和技术难点等）</p> <p>项目名称为医疗手术机器人手眼系统设计与标定，项目在于研制一种针对肿瘤穿刺手术的新型手术机器人系统，该系统基于机械臂手眼系统对患者进行识别、定位与跟踪，并充分利用机器人高精度、不受辐射影响的优势，可以代替医生在辐射环境下完成肿瘤穿刺工作，从而极大地提高手术的精度与效率，并减少医生在传统手术中所受的辐射伤害。然而，由于加工误差、装配误差、杆件变形等因素，机器人的名义运动学参数和实际运动学参数往往有很大差异，这将极大地影响机器人的绝对定位精度，需要对机械臂进行高精度的运动学标定。</p>		

(3) 项目开展情况（含项目研究内容、研究方案及技术路线，研究团队分工、本人承担任务及完成情况，存在问题与改进建议等，不少于 500 字。）

项目工作内容：1、查阅和收集相关资料，了解国内外手眼系统的发展现状，设计要求，标定算法。2、机械臂机械结构的设计，包括传动方案拟定，机械臂内部管线布局方案拟定，制动系统设计等；3、拟定机械臂末端视觉系统的基本软硬件设计方案；4、对机械臂的零件、元器件等选型、采购、加工、装配、调试；5、对末端视觉系统进行选型、采购、加工、装配、调试；6、通过 MATLAB 仿真实现标定算法的验证，并拟定机械臂标定方案与手眼同步标定方案；7、在机器人实物平台上进行算法实现，并使用标定板测量手眼系统的标定精度。8、另外，需要针对特殊的手术场景为机械臂专门定制设计一种末端视觉系统，以实现视觉伺服与手术定位，该系统直接影响机器人的定位精度与功能实现，需要具有相关研发经验的人员结合其具体需求与使用场景对其进行重点攻关，而末端视觉系统中的相机内外参数、镜头畸变参数等也需要进行高精度的标定，否则将无法精准地实现手术定位。结合我的工作经历和知识基础，项目组安排给我的任务是机械臂的机械结构设计，设计内容包括机械臂传动方案拟定、机械臂内部管线布局方案的拟定、制动系统设计等。在 180 天的实习期内，我完成了机械臂结构打孔细化前的工作，完成了轴承、电磁制动器等关键元器件的选型，初步完成了机械臂内部管线布局方案。设计方案的主要问题在于机械臂内部的管线布局，如何将管线通向显示屏是问题的关键，改进传动方式可能是解决该问题的方法。

二、专业实践训练收获

(一) 围绕考核评价指标体系，举例说明以下收获（不少于 800 字）

在理论知识方面，我通过学习和实践掌握了一部分机器人内部的机械结构、传动方式和管线布局的方式。在最常见的六轴机械臂中，其中管线布局是难点之一，怎么样合理地在狭小的机械臂空间中布置各种管线（六个电机的驱动线、编码器线、刹车线、气管、传感器线等），使其不受关节旋转的影响，是一个值得深度考虑的问题。我学习了其他六轴机器人的管线布局方案，在设计中，采用具有空心结构的电机，使得关节机器人的各种控制管线可以从电机中心直接穿过，无论关节轴怎么旋转，管线不会随着旋转，即使旋转，管线由于布置在旋转轴线上，所以具有较小的旋转半径，这种设计思路给我较大的启发。除此之外，我还学习了如何在机械臂空间中布置轴承的方法以及如何连接机械臂中的各个零件。在这段专业实践时期，项目任务决定了我必须一边学习一边工作，虽然对机械结构设计有相关经验，但对机械臂结构设计比较陌生，对机械臂的内部结构也鲜有了解。在实施项目任务的过程中，我学习了成熟的设计案例，也查阅了相关书籍和文献，这是一个学习、应用，再学习，再应用的过程，提高了学习能力和学以致用能力。例如，医疗机械臂要求足够强度，较小的体积以外，也要求较美观的外型，因此会采用高强度铝切削加工制造机械臂的本体，这种方式也决定了机械臂内部各零件的固定方式和普通机械有所不同，往往会采用再本体上加工通孔以固定内部零件，采用这种方式固定内部零件除了可以优化机械臂内部空间以外，同时可以减小对结构强度的破坏。项目实施同时也要求对信息作筛选，过滤掉无用信息，因此信息搜索有效能力得到提高。专业实践期间，我养成了细致、认真、严格要求的工作习惯，机械臂要求足够的强度，较小体积，较轻的重量，由于是医疗器械，因此也需要较美观的外形，这些设计指标要求设计方案精益求精，项目组提出的意见对设计方案的更进有很大的帮助，有时候一些较小的改动也能带来性能上的提升，这在我之前的工作经历中是没有经历体会到的。

(二) 取得成效

肿瘤的穿刺活检，是诊断肿瘤良性、恶性的非常重要的手段。肿瘤的穿刺活检通常是在 CT 或者超声的引导之下进行的，当确定肿瘤的位置之后使用活检针穿刺到肿瘤组织内取出适当的肿瘤组织，递送病理检查后来确定是良性肿瘤还是恶性肿瘤，并给予进一步的治疗。因此肿瘤穿刺技术在医学诊断中具有重要意义，在临床得到广泛应用，但该技术也有其缺点，由于肿瘤的穿刺活检通常是在 CT 等放射性设备的引导下进行的，操作肿瘤穿刺的医生不得不直接暴露在放射环境下，对医生的身体健康和手术操作精度都有一定的影响，因此研制一种针对肿瘤穿刺手术的新型手术机器人系统，替医生在辐射环境下完成肿瘤穿刺工作，既可以避免放射线对医生的伤害，又可以提高手术的精度与效率，具有迫切的市场需求与较高的学术研究价值，有较好的社会效益和可预见的经济价值。然而，由于加工误差、装配误差、杆件变形等因素，用于肿瘤穿刺的机器人的名义运动学参数和实际运动学参数往往有很大差异，这将极大

地影响机器人的绝对定位精度，因此需要对机械臂进行高精度的运动学标定。另外，需要针对特殊的手术场景为机械臂专门定制设计一种末端视觉系统，以实现视觉伺服与手术定位，该系统直接影响机器人的定位精度与功能实现，需要具有相关研发经验的人员结合其具体需求与使用场景对其进行重点攻关，而末端视觉系统中的相机内外参数、镜头畸变参数等也需要进行高精度的标定，否则将无法精准地实现手术定位。专业实践期间，我在项目组中负责机械臂的机械结构设计，设计内容包括机械臂传动方案拟定、机械臂内部管线布局方案的拟定、制动系统设计等。我的论文方向是喷涂机器人的轨迹规划，用到的机器人是 UR5 六轴机器人，在给定曲面区域内规划恰当的喷涂路径，这需要对所应用机器人的机械性能、工作原理有所了解。专业实践的过程中，为了配合其他项目组成员，设计符合要求的机械臂结构，我查询检索了相关资料。加深了对机械臂的认识，对学位论文的撰写有相当的帮助，具有一定相关性。

3. 在校期间主要研究成果【含产品与样机、专利（含申请）、著作、软件著作权、论文、标准、获奖、成果转化等】

成果名称	类别[含产品与样机、专利（含申请）、著作、软件著作权、论文、标准、获奖、成果转化等]	发表时间/授权或申请时间等	刊物名称/专利授权或申请号等	本人排名/总人数	学校排名/总参与单位数
------	--	---------------	----------------	----------	-------------

本人承诺

在专业实践训练及考核报告撰写过程中，如实提供材料，严守学术道德、遵循学术规范。

签字：王基力

2022 年 6 月 5 日

三、考核评价

校外合作 导师(或现 场导师) 评价	<p>重点对研究生项目研究开展情况、职业素养、行业知识掌握、环境和岗位适应能力、工程实践能力、团队协作能力，以及通过技术创新、成果转化、解决工程实际问题等取得的经济和社会效益等方面的评价：</p> <p>该生行业知识较为丰富，环境和岗位适应能力强，具有较好的职业素养，能够主动承担项目组中的相关工作，善于学习理论知识解决工程实际问题。</p> <p>校外合作导师（或现场导师）签字：周春斌 2022年6月5日</p>
校内导师 评价	<p>重点对研究生科学素质、基础及专业知识掌握、技术创新能力、取得的研究成果、项目研究与学位论文撰写的相关程度等方面的评价：</p> <p>该生对专业知识掌握较好，有一定的技术创新能力，在专业实践中参与的项目研究内容与学位论文有一定相关性。</p> <p>校内导师签字：周春斌 2022年6月6日</p>

<p>实践单位 过程考核 意见</p>	<p>实际实践开始时间：2021年 8 月 1 日 实际实践结束时间：2022年 1 月 31 日</p> <p>专业实践训练累计天数： 183 其中项目研究天数： 100</p> <p>实践单位过程考核结果：<input checked="" type="checkbox"/>优秀 <input type="checkbox"/>良好 <input type="checkbox"/>合格 <input type="checkbox"/>不合格</p> <p>审核签字并盖公章： 2022年 6 月 6 日</p> 
<p>最终考核 结果审核 备案</p>	<p>考核总成绩（由现场答辩考核成绩 90%+单位过程考核成绩 10%组成）：</p> <p>是否重修：<input type="checkbox"/>是 <input type="checkbox"/>否</p> <p>教学管理部（或相关分院）审核签字（公章）： 年 月 日</p>

四、相关支撑材料

在校期间主要研究成果【含产品与样机、专利（含申请）、著作、软件著作权、论文、标准、获奖、成果转化等】证明材料原件扫描件，具体提交要求如下：

1. 产品与样机扫描件包含企业证明材料（含产品与样机功能及创新性介绍、社会经济效益、个人贡献说明及相关照片等）。

2. 授权专利扫描件包含专利证书授权页；未授权专利扫描件包含专利受理书扫描件和专利请求书扫描件。

3. 著作扫描件包含封面、封底和版权页。

4. 软件著作权扫描件包含著作权证书和登记申请表。

5. 论文扫描件包含封面、封底、目录和论文全文（含收录证明）。

6. 标准扫描件包含封面、版权页、发布公告、前言和目次。

7. 获奖扫描件包含显示单位和个人排名的获奖证书。

8. 成果转化扫描件包含企业证明材料（含成果技术说明、社会经济效益、个人贡献说明及相关照片等）。