**南方科技大学本科生毕业设计（论文）开题报告**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 设计（论文）题目 | 双通道内窥镜柔性手术机器人操纵端设计 | | | | |
| 学生姓名 | 李奥齐 | 学号 | 11910413 | 专业 | 机器人工程 |
| 题目类型 | B | 题目来源 | A | 指导教师 | 付成龙 |
| 开题报告内容（国内外研究概况，研究目的和意义、研究方法、思路与预期成果；任务完成的阶段内容及时间安排；完成毕业设计（论文）所具备的条件因素等）：   1. **课题的背景及研究的目的和意义**   柔性内窥镜广泛的应用于医疗领域，以微创的方式对人体内部进行可视化检测，并课实现微创手术(MIS)和内窥镜检查，带来了外科领域一场全面的革命。相比于传统的开放手术，内窥镜手术通过人体自然腔道到达病变部位，避免了对人体的创伤，更安全，更便宜，患者也能更快的恢复[1]。但是目前市面上的内窥镜手术器械结构简单，能实现的功能单一，适用面狭窄，仅适用于少数手术[2]，因此研发一款灵活的，可在人体狭窄空间安全执行手术任务的柔性手术机器人，是机器人领域一个值得研究的方向。  主从控制(Master-Slave Control)在远程交互式操纵(Teleoperation)机器人的应用中具有重要意义，尤其是在环境较为恶劣和要求较为严苛的条件下[3]。安全性、可靠性和人迹界面是设计手术机器人首要需要考虑的目标，相较于其他机器人的控制方式，人脑作为主要决策源是目前最为安全可靠的方式，因此现阶段主流的手术机器人控制方式仍是主从控制[4]。在典型的主从式手术机器人系统中，外科医生坐在手术室外的主控台，通过通讯渠道发送出控制指令以操纵从设备上的手术末端执行器，同时将视觉、触觉等数据反馈到外科医生。  借助主从控制的理念，通过合理的结构设计，可以捕捉手术人员手部的执行动作，并将采集的电信号转化为控制手术机器人的指令，从而实现跨越空间限制的同步直觉控制。目前许多手术机器人平台采用商用的主从设备作为操控器，虽然商用产品功能丰富且设计紧凑，但是由于不同手术机器人运动学结构的不同，存在失去直觉性控制的风险，导致医生手术难度的增加[5]。目前商用操控器主要面向微创手术中配备刚性执行器的手术机器人，而没有一款成熟的对应柔性执行器的操纵器，因此设计这样一款可以应用于柔性手术机器人的操纵端是有意义的。  总而言之，本项目计划设计一种内窥镜末端搭载两个微型连续体机械臂的手术机器人操控器，采用主从控制方式，将外科手术医生手臂与手的动作以直觉的方式映射为柔性臂及其末端夹持机构的动作，结合内窥镜提供的高清视频图像，协助外科外科医生开展消化道的微创手术。   1. **国内外研究概况**   远程操纵的思想自20世纪70年就已经出现，远程操纵的目的是使操纵员能够在难以进入或危险的环境中进行精确的工作，例如核电站中的放射性区域，加压水域和太空环境中。出于技术限制，当时对自适应机器人编程是完全不可行的，相反让人类从远处操控机器人的技术要求更容易实现[6], 这样的优点是利用人类的适应性，能更好的应对非结构化环境。但是如果控制界面设计不当，会使得控制系统十分难用，如使用键盘控制结构和功能较为复杂的机器人时，需要大量的培训才能使得人类操作员流畅有效的操纵机器人。  主从控制作为远程操纵中最热门的研究方向，主从控制系统通常由主机器人和从机器人两部分组成，远端的从机器人通过准确的复制主机器人读取的动作，实现远程精准控制。[7]1971年，苏联科学院科学家Serafini, P提出一种应用于放射性区域的主从式机械手臂，并在文中指出，“由于操作者手的空间位置和机械手臂的抓地力之间有着明确的对应关系，因此能够以极高的精度执行复杂的技术操作”[8]，这一特性完全符合外科手术医生的需求，因此 —— 首次提出将主从式机器人应用于临床手术中。在过去的四十年里，手术机器人技术取得了显著的发展，在许多方面取得了关键性突破，对手术结果产生了可衡量的积极影响。  **国外研究概况**  国外------Da Vinci 手术系统(Intuitive Surgical)在2000年树立了机器人辅助手术的标杆，现已发展成了最为常用的手术机器人系统之一。截至2018年，全球已有超过4000多部达芬奇手术机器人系统。[9]自成立以来，该系统已经获批用于各种手术，包括心脏，结肠，妇科，胸腔等外科手术。  Fig. 1  达芬奇手术系统主控台（上图）的设计充分考虑了外科医生的需求，操纵者将手指与指环连接，通过高精度的串联连杆结构可以捕捉指尖的位置和位置，并将位置关系映射到末端的手术器械；主控台的中心是配备高分辨率的3D可视化界面，模拟操作者真实手术的感觉；为了满足人体工程学设计，主控台中还配备有可以调节的指环、可调节眼内距离功能，以及带垫衬的头枕和扶手。在安全性上，该系统通过高分辨率摄像头、震颤过滤、运动缩放和舒适的界面实现其精度。[10]  达芬奇手术机器人系统非常适合作为讨论手术机器人的原型，并在目前核心技术、临床应用、产生的程序数据和整体文献量中远远超过其他竞争对手。但是类似于达芬奇手术机器人控制台的设计也存在两个较为致命的问题：第一，达芬奇手术机器人的成本过于昂贵，无论是设备还是维护的成本都非一般的民众所能负担的；第二，高精度的代价是设备所需要占用大量的位置和空间，同时设备过于笨重，不能灵活的进行转运，使得达芬奇手术机器人目前无法应用于手术室以外的环境。  南洋理工大学Phee等人另辟蹊径设计了一种增强型内窥镜手术系统MASTER，与重点关注微创手术的达芬奇手术机器人不同，该系统专门为自然孔道腔内镜手术和内窥镜黏膜剥离手术而设计。[11]其主控台如下图所示，它可以视作一个多自由度的操作杆，将用户的偏转运动映射到末端执行器，对于平移自由度，需要通过操作者推拉手套控制，末端执行器为一个钩子和电烙铁，通过主控台底部的踏板控制。相比于达芬奇手术系统，主控台的尺寸得到了很大程度上的压缩，大约为30x60x100 cm3大，制造的成本也大大降低，但是在用户体验上，类似于操作杆的设计失去了操作时同直觉体验，会给医生手术带来困难，同时带来了手术的风险。  图 6：- 主控制台 技术 06 00008 g002 550  随着动态捕捉和VR技术的发展，有学者提出使用动态捕捉技术代替传统的连杆结构记录操作者的手部动作。意大利比萨大学的学者Santos, L.提出一种使用一种给予纺织品的传感手套应用于腹腔手术的机器人控制，目的是识别外科医生的手部在患者腹腔内发出的指令，并引导协作机器人。[12]这种手套结合了压阻式传感器，可以持续捕捉外科医生的弯曲程度。这种技术被认为在未来是一种可行的方法，但是目前主流手术机器人控制器仍沿用连杆结构，因为动态捕捉在精度上和传统机械结构仍存在较大的差距，无法避免较大的噪声干扰。  K-flex 很好，很全面，但是没有关注三角性  **国内研究概况**  天津大学  上面这些都适用于6自由度的，但是柔性连续体机器人由于其独特性，自由度比较少，因此直接套用存在冗余的问题，所以需要设计新的控制器？  机器人医疗和手术平台的使用和需求正在增加，   1. **研究方法**   研究主要分为四个模块，即操控器的机械结构设计、操作者手部姿态传感设计、操作段与执行段运动学模型的建立，以及最终控制效果仿真平台的搭建：  3.1机械结构设计  设计不影响手术医生上肢自由运动的运动采集机构，使得柔性手术机械臂及其末端夹持器的运动能通过人体的肘关节、腕关节以及手指的运动直觉控制，也即人体肘、手腕动作与手指开闭动作能同步按比例映射到柔性臂及其末端执行器的运动，协助手术医生更安全、方便的开展消化道微创手术。  3.2传感与驱动模块设计：  通过在机械结构设计的基础上，在关节处添加旋转编码器，检测每个转动关节实时转动的角度，对于平动自由度，可通过结构设计将平动的距离转变为编码器转动的角度。使用单片机STM32作为数据收集器，将编码器测得的数据通过串口等通讯方式发送到工控机。  手部运动检测模块主要需要满足两个指标：  设计运动采集机构的传感方式，高灵敏度、高精度地采集测量手术医生肘关节、腕关节和手指的动作；  同时引入滤波算法，过滤到人肢体不自主的抖动，按映射关系转化为电机驱动系统的控制指令，实现柔性机械臂和末端执行器与操纵端的同步运动。  3.3 主从端运动学模型建立  3.4   1. 发   Kumar, A., Yadav, N., Singh, S., & Chauhan, N. (2016). Minimally invasive (endoscopic-computer assisted) surgery: Technique and review. *Annals of maxillofacial surgery*, *6*(2), 159. ---1  Walker, A. S., & Steele, S. R. (2016, September). The future of robotic instruments in colon and rectal surgery. In *Seminars in Colon and Rectal Surgery* (Vol. 27, No. 3, pp. 144-149). WB Saunders.---2  Gupta, G. S., Mukhopadhyay, S. C., Messom, C. H., & Demidenko, S. N. (2006). Master–slave control of a teleoperated anthropomorphic robotic arm with gripping force sensing. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, *55*(6), 2136-2145. --4  J. Batlle, P. Ridao and J. Salvi, "Integration of a teleoperated robotic arm with vision systems using CORBA compatible software", Proc. 30th Int. Symp. Automot. Technol. and Autom., pp. 371-378, 1997-Jun.  W. Uttal, "Teleoperators", Sci. Amer., vol. 261, pp. 74-79, Dec. 1989. --- 6  Miyazaki, F., Matsubayashi, S., Yoshimi, T., & Arimoto, S. (1986, April). A new control methodology toward advanced teleoperation of master-slave robot systems. In *Proceedings. 1986 IEEE International Conference on Robotics and Automation* (Vol. 3, pp. 997-1002). IEEE. ---7  Serafini, P., Guazzelli, E., Schrefler, B., Pfeiffer, F., Rammerstorfer, F. G., Popov, E. P., & Lakota, N. A. (1974). Design of Master-Slave Manipulators: Biotechnical Aspects. *On Theory and Practice of Robots and Manipulators: Volume I*, 231-240. ---8  Simorov, A., Otte, R. S., Kopietz, C. M., & Oleynikov, D. (2012). Review of surgical robotics user interface: what is the best way to control robotic surgery?. *Surgical endoscopy*, *26*, 2117-2125.---9  Hanly, E. J., & Talamini, M. A. (2004). Robotic abdominal surgery. *The American journal of surgery*, *188*(4), 19-26. ---10  Phee, S. J., Low, S. C., Huynh, V. A., Kencana, A. P., Sun, Z. L., & Yang, K. (2009, September). Master and slave transluminal endoscopic robot (MASTER) for natural orifice transluminal endoscopic surgery. In *2009 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society* (pp. 1192-1195). IEEE. ---11  Santos, L., Carbonaro, N., Tognetti, A., González, J. L., De la Fuente, E., Fraile, J. C., & Pérez-Turiel, J. (2018). Dynamic gesture recognition using a smart glove in hand-assisted laparoscopic surgery. *Technologies*, *6*(1), 8. ----12  O. M. Omisore, S. Han, J. Xiong, H. Li, Z. Li and L. Wang, "A Review on Flexible Robotic Systems for Minimally Invasive Surgery," in IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, vol. 52, no. 1, pp. 631-644, Jan. 2022, doi: 10.1109/TSMC.2020.3026174.[13-tmp]  填写说明：  一、表头内容填写和格式要求  **论文题目应与之前填写的材料保持一致，若有变动，请提交毕设修改申请。**  【腾讯文档】机械系2023届本科生毕设信息公示  https://docs.qq.com/sheet/DTWdBZXB2UEtpdnNB?tab=BB08J2  **表头内容格式均为仿宋小四，不区分中英文。**  二、题目简介内容和格式要求  此处需要包含**国内外研究概况，研究目的和意义、研究方法、思路与预期成果；任务完成的阶段内容及时间安排；完成毕业设计（论文）所具备的条件因素等。**此项填写完需指导老师审核通过后方可提交。  此部分格式要求为仿宋、小四、1倍行距；英文和数字需用Times New Roman。若有小标题，则应采用仿宋、四号、加粗字体。  末尾处需有学生本人手写版签名及落款日期。  \*若论文的撰写语言为英文，则题目简介应全篇用英文撰写。表头内容除论文题目外，仍保留用中文填写。  三、指导老师意见  指导老师意见应对开题内容作将要评论，不仅仅只有含“同意”二字。  如因特殊情况无法手写，可以电子签名，请补上落款日期。  四、审定意见  “系/研究中心毕业设计（论文）工作小组审定意见”一栏无需填写。  五、篇幅及打印要求  选题申报表内容应**不少于3面**（page）。  正反双面打印。  六、提交时请删除以上红色部分填写说明。  学生（签名）：  年 月 日 | | | | | |
| 指导教师意见：  指导教师（签名）：  年 月 日 | | | | | |
| 系/研究中心毕业设计（论文）工作小组审定意见：  主任（签名）：  年 月 日 | | | | | |

备注：题目类型：A 理论研究；B 应用研究；C 综合训练。

题目来源：A 指导教师出题 ； B 学生自定、自拟。