

摘 要

参考文献^[1]

关键词：L^AT_EX；论文

Abstract

Keywords: L^AT_EX; Paper

目 录

摘 要	I
Abstract	II
第一章 绪论	1
1.1 研究背景和意义	1
1.2 国内外研究现状	1
1.2.1 机器人示教方法研究现状	1
1.2.2 动态运动原语研究现状	2
1.2.3 汉字笔画提取研究现状	2
1.3 研究内容和安排	2
第二章 第二章	3
第三章 第三章	4
第四章 第四章	5
结 论	6
参考文献	7
附 录	8
致 谢	9

第一章 绪论

1.1 研究背景和意义

1.2 国内外研究现状

1.2.1 机器人示教方法研究现状

尽管如今机器人在社会上的应用越来越广泛，在技术上也取得了许多重大的突破，但对于机器人大部分运动任务的编程方式仍然以手工编程为主^[2]。机器人示教方法的研究从 20 世纪 80 年代开始发展至今，相关研究成果已经相当成熟，其目的就是要实现对机器人运动的自动编程^[3]。根据示教方法来进行分类，机器人示教主要分为三种：基于物理交互的示教方法，基于遥操作的示教方法和基于视觉的示教方法^[4]。下面将分别介绍三种示教方法的现状与优劣。

1) 基于物理交互的示教方法

对于这种示教方法，示教者通常会与机器人进行直接接触，通过拖动机械臂末端等方式进行示教编程。早在 1984 年，Hogan 基于阻抗控制的方法设计出的机械臂动力学模型，就能在无力矩传感器的情形下进行物理交互示教^[5]。而根据 Goto 等人的工作，通过对重力和摩擦力进行补偿，对于高齿轮比的工业机器人示教者也能轻松的实现牵引拖动^[6]。这种示教方法可以让示教者和机械臂有直接的力交互，示教过程相当直观。不过，由于这种示教方法需要示教者和机器人进行近距离的接触，在操作上会受到限制^[4]。对于大动力机械臂的示教，近距离的接触也存在一定的安全隐患^[7]。在某些恶劣的、高风险的应用场景下，这种示教方法实现起来也相当困难。

2) 基于遥操作的示教方法

基于遥操作的示教方法与上述方法的差异是，示教者通常不会和机器人有直接的接触，而是借助遥操作装置实现对机器人的控制。遥操作设备的形式多种多样，Fang 等人通过佩戴可穿戴设备将人类手臂的动作映射到七自由度的 Baxter 机器人上^[8]，Lee 等人利用外骨骼实现对双臂机器人的控制^[9]，Monferrer 等人将虚拟现实技术（Virtual Reality, VR）和机器人的遥操作结合起来，实现对水下移动机器人的控制，兼具沉浸感和可操作性^[10]。这种示教方法弥补了基于物理交互示教方法的缺点，可以实现在恶劣的环境下对机器人进行示教学习，例如水下或高温环境。但这种方法存在延时和震颤问题^[11]，导致跟踪误差的存在。

3) 基于视觉的示教方法

1.2.2 动态运动原语研究现状

1.2.3 汉字笔画提取研究现状

1.3 研究内容和安排

第二章 第二章

第三章 第三章

第四章 第四章

结 论

参考文献

- [1] Li X, Yang C, Feng Y. The Generalization of Robot Skills Based on Dynamic Movement Primitives[J]. IFAC-PapersOnLine. 3rd IFAC Workshop on Cyber-Physical & Human Systems CPHS 2020 2020, 53(5): 265-270.
- [2] 宋才伟. 基于示教学习和任务约束的机器人作业规划研究[D]. 哈尔滨工业大学, 2021.
- [3] 陈垂泽. 人机技能传递系统及方法研究[D]. In collab. with 杨 辰. 华南理工大学, 2020.
- [4] 曾超. 人-机器人技能传递技术研究[D]. In collab. with 杨 辰. 华南理工大学, 2019.
- [5] Hogan N. Impedance Control: An Approach to Manipulation[C]//1984 American Control Conference. 1984: 304-313.
- [6] Goto S, Nakamura M, Kyura N. Property of Force-Free Control with Independent Compensation for Inertia, Friction and Gravity of Industrial Articulated Robot Arm[C]//Proceedings of the 41st SICE Annual Conference. SICE 2002. Vol. 1. 2002: 408-412 vol.1.
- [7] Li X, Dai S L, Yang C. Vision-Based Robot Handwriting Skill Reproduction and Generalization[C]//2021 27th International Conference on Mechatronics and Machine Vision in Practice (M2VIP). 2021: 469-474.
- [8] Fang B, Wei X, Sun F, et al. Skill Learning for Human-Robot Interaction Using Wearable Device[J]. Tsinghua Science and Technology, 2019, 24(6): 654-662.
- [9] Lee H, Kim J, Kim T. A Robot Teaching Framework for a Redundant Dual Arm Manipulator with Teleoperation from Exoskeleton Motion Data[C]//2014 IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots. 2014: 1057-1062.
- [10] Monferrer A, Bonyuet D. Cooperative Robot Teleoperation through Virtual Reality Interfaces[C]//Proceedings Sixth International Conference on Information Visualisation. 2002: 243-248.
- [11] Yang C, Jiang Y, Li Z, et al. Neural Control of Bimanual Robots With Guaranteed Global Stability and Motion Precision[J]. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 2017, 13(3): 1162-1171.

附 录

致 谢