

大学生创新训练项目申请书

项目编号 S201910536047

项目名称 草书机器人

项目负责人 杨玉婷 联系电话 15948796147

所在学院 工训中心

学 号 201757050101 专业班级 电子 1701

指导教师 常晗

E-m a i l 3316085505@qq.com

申请日期 2019-05-01

起止年月 2019-05-01 至 2020-05-01

长沙理工大学

填 写 说 明

1、本申请书所列各项内容均须实事求是，认真填写，表达明确严谨，简明扼要

2、申请人可以是个人，也可为创新团队，首页只填负责人。“项目编号”一栏不填。

3、本申请书为大 16 开本（A4），左侧装订成册。可网上下载、自行复印或加页，但格式、内容、大小均须与原件一致。

4、负责人所在学院认真审核，经初评和答辩，签署意见后，将申请书（一式两份）报送××××大学项目管理办公室。

一、基本情况

项目名称	草书机器人				
所属学科	学科一级门:	工学	学科二级类:	电子信息类	
申请金额	2 万元	起止年月	2019 年 5 月至 2020 年 5 月		
负责人姓名	杨玉婷	性别	女	民族	汉
				出生年月	1999 年 07 月
学号	201757050101	联系电话	宅: 15948796147 手机: 15948796147		
指导教师	常晗	联系电话	宅: 13507452631 手机: 13507452631		
负责人曾经参与科研的情况	2018 年参加长沙理工大学第十三届物电杯自制“循迹小车”开幕式展览 2018 年参加长沙理工大学设计艺术学院联合其他高校举办的“染文化之风韵·绘十九大故事”并获得专业组二等奖				
指导教师承担科研课题情况	1. 《湖南第一师范学报》，2008. 1, 《论高校学生党支部工作的有效管理》 2. 《长沙理工大学学报（社会科学版）》，2010. 2, 《教育对湖南经济增长作用的实证分析》 3. 《科技促进发展》，2010. 4, 《教育服务与教育服务业的界定问题研究》 4. 《长沙理工大学学报（社会科学版）》，2014. 9, 《探讨职业生涯规划指导 推进高校学风建设》 2014 年 11 月被评为长沙理工大学“十佳辅导员”，同年 12 月被评为 2014 年度“湖南省高校学生思想教育研究与实践先进个人”。 2018 年，担任长沙理工大学“互联网+”大学生创新创业大赛省赛、国赛领队老师				
指导教师对本项目的支持情况	1. 组织选拔项目成员、指导项目成员按照计划完成各项任务 2. 提供必要物质基础条件给学生，学生遇到问题，积极寻求帮助				
项目组主要成员	姓 名	学号	专业班级	所在学院	项目中的分工
	陈嘉豪	201757050230	电子 1702	电气学院	软件设计
	康梦瑶	201757050201	电子 1702	电气学院	整机调试及文档

二、 立项依据（可加页）

（一） 项目简介

中国汉字书法经历了几千年的沉淀和演变，形成了其独特的艺术形式，其中草书的艺术风格尤为传神。本设计使用 Delta 机器人来完成书写草书体汉字的任务，能够书写出美观、有笔锋的草书体汉字。采用坐标计算的控制方法，首先在字库中选择书写内容，通过算法生成运动轨迹坐标，在平面内的轨迹坐标进行计算，按照预先设定的轨迹、顺序和速度进行动作，完成书写。该技术可延展应用到人们生活的方方面面，对人类文明发展具有重大而深远的意义。

（二） 研究目的

制作一款能实现机器人书写方面所应用的方法和技术，基本上可以满足人们对智能机器人“手”期望所具有的各种操作要求。在本设计中重点研究机器人书写草书的解决方案以及算法设计。

（三） 研究内容

随着科学技术的迅速发展，“人工智能”一时间成为了社会各界人士谈论的焦点，而机器人技术在一定程度上代表了“人工智能”的水平。自上世纪首个机器人诞生以来，机器人大多应用在工业生产领域，这类机器人也就是人们常说的工业机器人。然而，大多数人并不认为它是真正意义上的“机器人”，仅觉得它是一堆冷冰冰的自动化机械装置而已。事实上，工业机器人技术是智能机器人技术的重要基础。为了让机器人更加贴近人们日常生活，越来越多的专家、学者开始研究机器人在文化领域的应用，书法机器人由此应运而生。

汉字书写是一种很复杂很精细的工作，它对机器人“手”在复杂环境下的灵活性、稳定性以及协调性等控制要求十分严格。书写作为人类一项特有的技能，不仅需要人类的手能灵活地抓取所要使用的工具，而且需要通过感官观察和感受，以此协调手的各部分动作和所书写的内容，以及时调整书写的动作和力度，还能将自己的情感表达出来。因此，机器人书写可以让智能机器人应用手眼协调技术来参与到人类社会的认识和实践中来。并且，实现机器人书写方面所应用的方法和技术，可以满足人们对智能机器人“手”期望所具有的各种操作要求，不仅能够实现智能机器人划时代的突破，所使用的硬件结构设计、控制算法、参数模型等技术理论，也可应用于人类社会生产生活中的各个领域，其标志性的意义深远且重大。

通过查阅资料发现，绝大部分书法机器人的构造，都是采用末端执笔的机械臂，通过接收 PC 端的控制指令来完成书写的动作[6-9]。书法机器人书写流程如图 1.1 所示。



图 1.1 书法机器人书写流程

本次设计将使用 Delta 机器人来完成书写草书体汉字的任务，期望目标是能够书写出美观、有笔锋的草书体汉字。笔者拟采用坐标计算的控制方法，首先在字库中选择书写内容，通过算法生成运动轨迹坐标，机器人在平面内的轨迹坐标进行计算，按照预先设定的轨迹、顺序和速度重复进行动作，完成书写。

本次设计最大的难点在于草书字库的建立，建立汉字数据库本身就是一项十分繁琐、复杂的工作，像常规的楷书、隶书还可以拆分为部首和笔画进行字符信息提取，但草书字体不具备这样的条件，所以需要重新构想出一个可行的解决方案。草书是书法中最难写的书体，其显著特点是跳跃参差、极尽变化，这就要求机器人在书写过程中笔画宽度能够灵活变换，这也是本设计的难点之一。书写笔画宽度取决于毛笔的按笔深度（Z 坐标）和停留时间，笔者拟采用建立数学模型的方法，研究出它们之间的函数关系。

本次设计最关键的在于书写算法的设计，它直接决定了机器人最终的书写效果，笔者将会结合草书的书写要旨来设计书写算法。由于本设计采用的是坐标计算的控制方法，草书机器人在书写过程中可能会出现一些轨迹偏差，为了消除这一偏差，笔者拟将笔尖末端位置的校正作为本设计的研究重点之一。

（四）国、内外研究现状和发展动态

随着“中国文化热”的浪潮，国外研究机器人的专家、学者开始涉足书法机器人这一领域，近几年也取得了重大科研成果，笔者将在下文介绍几款比较有代表性的国外书法机器人。

1. 机器人发展

机器人最早诞生于美国[1]，而当时的美国比较重视基础研究，所以机器人技术当时并没有广泛应用于生产、生活中。直到上世纪 80 年代末期，美国政府开始重视机器人的研发，并提出了鼓励政策，经过几十年的积累发展，美国的机器人技术现已居世界领先地位。1967 年日本从美国引进了机器人技术，并将机器人技术与本国的经济发展和社会需求相结合，通过经济带动，日本的机器人技术上得到了飞速发展。到上世纪 80 年代中期，日本已发展成为名副其实的“机器人王国”，拥有全世界近六成的高级工业机器人，截止目前为止，它仍然保持工业机器人的

产量、安装数量居世界第一。德国的机器人技术起步略晚，但凭借其强大的科研技术及工艺水平，再加上政府强有力的政策推动，德国很快便在机器人领域占据了重要地位。2013年，德国政府正式推出“工业4.0”战略，所谓的工业4.0是指利用物联信息系统(Cyber—Physical System简称CPS)将生产中的供应，制造，销售信息数据化、智慧化，最后达到快速、有效、个人化的产品供应。“工业4.0”的推出势必会掀起一股工业转型的狂潮，机器人的应用将会更加广泛，机器人技术也会由此上升一个台阶。

随着中国国际地位的提高，中国文化也逐渐在国外流行起来，越来越多的外国人学习汉语、中国功夫和中国书法。随着这股“中国文化热”的浪潮，国外研究机器人的专家、学者开始涉足书法机器人这一领域，近几年也取得了重大科研成果，笔者将在下文介绍几款比较有代表性的国外书法机器人。

2. 国外方面：

2. 1 KUKA 书法机器人

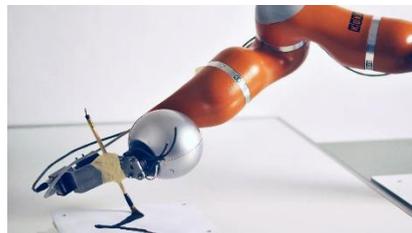


图 1.2

如图 1.2 所示，2012 年，IEEE/RSJ 智能机器人与系统国际会议在葡萄牙的维拉摩拉召开，Nico Huebel 在会议上介绍了一种书法机器人，它是由 KUKA 轻型机器人、Prosilica GC 655C 相机和毛笔组成[2]。它建立了一个关于如何绘制笔画以及如何将它们组合为字符的数据库，绘图节点获取这些描述并将它们转换为轨迹，然后由机器人执行。在绘制完字符后，机器人将相机定位在纸张上方，通过将构成机器人轨迹的位置投影到纸平面上，计算参考字符和绘制字符之间的误差，然后根据误差自调节书写轨迹。

2.2 Hoap-2 人形机器人



图 1.3

如图 1.3 所示，2013 年，Sugiyama S 等在纽约斯普林格发表了最新的研究成果，他们开发出了一个写日文的人形机器人 Hoap-2[3]，它包含了一个使用虚拟触觉接口的指令系统，书写轨迹便是由该指令系统给出。Hoap-2 人形机器人的亮点在于它是一款专用于写字的机器人，而不仅限于机械臂上，所以该机器人可以通过整体运动写出比它体型大的字符，拓展了传统写字机器人的应用范围。

3.1 国内发展概况

我国机器人领域起步较晚，在机器人技术方面也远远落后于国际先进水平。我国从上世纪八十年代才开始展开对机器人的研究，当时的覆盖面较小，仅有部分高校和科研单位参与研究，发展速度比较缓慢。1985 年后，国家将机器人技术列入国家发展计划，特别是在国家第七、八、九个“五年计划”和“863”高新技术发展计划的重点支持下，我国的机器人在近 30 年取得了不少优秀的科研成果。通过查阅资料发现，在世界工业机器人产业全球前十五位重要专利申请人中，有 11 位来自日本企业，而我国的专利申请则无一上榜，这表明我国的机器人技术实力较国际顶尖水平还存在很大的差距，同时也说明了我国在机器人技术领域还有很大的发展前景和研究价值。

虽然我国机器人技术的综合水平远落后于国际领先水平，但是在书法机器人这一领域的应用还是有相当多的亮点，这可能是得益于我们几千年的文化积淀。笔者选择了两款国内自主研发的、具有标志意义的书法机器人在下文进行图文介绍。

3.2 机器人书法大师

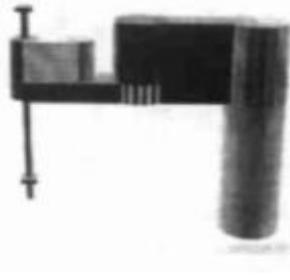


图 1.4

2000年,北京航空航天大学景兴碧教授等开发了我国第一台专门用于中国软笔书法的机器人——“机器人书法大师”。[4]该软笔书法机器人系统是为中国科学技术馆二期工程而研制的展品之一,可自动完成换笔、上纸、润笔、书写、盖章及切纸等动作。软笔书法机器人系统启动后,可以在电脑屏幕上选择机器人书写的内容(该内容必须是机器人书写字库中的文字)。值得一提的是,字库中的每一个文字都可以选择不同的字体,该书法机器人支持楷书、隶书、草书、魏碑等字体。该机器人可根据所选择的书写字数的多少,自动确定字体的大小和版式(横排或竖排),以保证书写作品完整、美观。还有一大亮点便是,在连续书写一段时间后,机器人能够自动完成润笔等动作。在书写完成后,机器人会将毛笔放回毛笔架上,然后抓取印章,为所书作品盖章。整个流程完全自动化,无需人介入辅助,完成了人类书写过程中的绝大部分细节。

3.3 Callibot 书法机器人

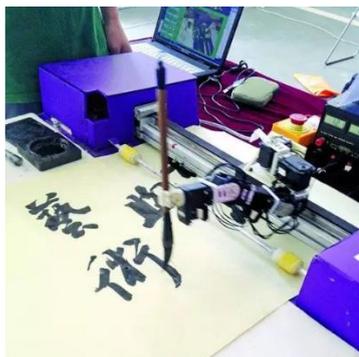


图 1.5

2013年12月,在中国深圳召开的IEEE机器人与仿生学国际会议上,孙远东、徐扬生教授在会议上介绍了他们最近的研究成果——Callibot书法机器人,它是由一个6自由度机器人臂、一条直线轨道和一个送纸器组成[5]。Callibot机器人相较以往书法机器人,大大扩大了手臂的工作空间,很大程度是提高了书写轨迹精度。它采用的是一种演示回放方式,机器人的动作如同人写字一般流畅潇洒。这不仅能增强其观赏效果,还能增添更多的审美趣味。机器人与人类最大的区别

在于机器人能够准确地记录演示动作。因此,虽然 Callibot 没有任何的学习过程,但是它能够写书写出有艺术感的书法字。如图 1.5 所示,Callibot 书法机器人能够写出一幅巨大的具有艺术感书法作品。

4. 总结

书法机器人着重于对机器人手臂的控制,这样更接近人们对于智能机器人“手”的控制期望。伴随着智能机器人的发展,人们更加期望机器人能够通过不断学习来完成复杂的写字工作,其重点在于学习,能够让机器人通过学习来完成复杂书写动作的控制也成为了近年来的研究热点。书法是一项手眼协调的工作,而机器人手眼协调的发展一直伴随着智能机器人的发展,在尝试对书法机器人写毛笔字改进和提高的过程中,也势必会促进智能机器人的发展和研究。

2. 参考文献

[1] 余德泉. 国内外工业机器人发展现状与趋势[J]. 大众用电, 2017, 32(09):20-21.

[2] Nico Huebel, Elias Mueggler, Markus Waibel, and Raffaello D' Andrea. Towards Robotic Calligraphy[C]//Proceedings of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. Vilamoura, Algarve, Portugal, 2012.

[3] Sugiyama S, Oshita I, Yoshikawa T. Japanese calligraphy using whole body motion of a humanoid robot[M]//Intelligent Technologies and Engineering Systems. Springer New York, 2013:345-355

[4] 景兴碧, 万仁明, 张以都, 李秀琴. 软笔书法机器人[J]. 机器人技术与应用, 2000(06):21-23.

[5] Yuandong Sun and Yangsheng Xu: A Calligraphy Robot- Callibot: Design, Analysis and Applications International [C] //Proceedings of the IEEE Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO) Shenzhen, China, December 2013

[6] 宫晓博, 王建平. IRB140 型工业机器人连续轨迹控制的汉字绘制[J]. 现代制造工程, 2010(02):135-137.

[7] 曾兴吉. 机器人技术在毛笔书法中的应用研究[J]. 科技创新与应用, 2018(31):152-153.

- [8] 杜同春. 写字机器人感知与推理方法研究[D]. 哈尔滨工程大学, 2017.
- [9] 俞凯. 计算机书法若干关键技术研究[D]. 浙江大学, 2010.
- [10] 曾华琳, 黄雨轩, 晁飞, 周昌乐. 书写机器人研究综述[J]. 智能系统学报, 2016, 11(01):15-26.
- [11] 张学文, 陈小安, 梁锡昌. 写字机器人运动学分析及仿真[J]. 现代制造工程, 2009(10):142-145.
- [12] 黄雨轩. 智能机器人自主书写方法的研究[D]. 厦门大学, 2017.
- [13] 宁倬修, 王中天, 许晓飞. 软笔书写机器人的研究与设计[J]. 电子技术, 2017, 46(07):72-74.
- [14] 王光建, 梁锡昌. 写字机器人的文字矢量化及应用[J]. 现代制造工程, 2004(07):40-42.
- [15] 曲波. 一种具有环境自适应能力的毛笔机器人[J]. 微型电脑应用, 2004(10):42-44+2-3.
- [16] 于建均, 门玉森, 阮晓钢, 徐骢驰. 在书写任务中的基于轨迹匹配的模仿学习[J]. 北京工业大学学报, 2016, 42(08):1144-1152.
- [17] 赖啸. 智能制造机器人机构空间轨迹规划和运动仿真设计[J]. 南方农机, 2018, 49(17):31+42.
- [18] 闫林林, 徐方, 贾凯, 邹风山. Delta 机器人运动控制及图形轨迹的动态仿真[J]. 计算机工程与设计, 2015, 36(08):2196-2200.

(五) 创新点与项目特色

1. 机器自主学习

通过笔画自主生成算法, 实现机器人的自主笔画学习并书写汉字, 在“看到”新的汉字(字库中没有的)汉字之后, 像人类一样通过已经学会的笔画将这个汉字书写出来, 并能有自己的风格。

2. 模仿学习

汉字的书写过程中涉及了很多重复性的笔画运动, 因此可以利用在先前相同笔画运动轨迹中收集得到的数据来优化后面的笔画。

3. 智能控制

加入语音识别系统，可以通过人的声音来控制书法机器人的书写内容和字体风格。

4. 书法作品的布局与呼应

在真正的书法作品中，书法字的排布是错落有致的，同时前后书法字之间往往有一些呼应关系，如何表达这些呼应关系从而得到更美观的书法字布局将是一项非常有意义的研究。

（六）技术路线、拟解决的问题及预期成果

主要问题：

1. 书写效果单一

就目前的书法机器人而言，基本上都能够自主书写出具有美感的书法字，书写轨迹精度相较初代书法机器人有了极大的提升。但是，现有的各类书法机器人都存在一定的局限性。采用对现有字库进行编程的书法机器人，则只能书写字库中的汉字，且书写效果单一。

2. 书写较多时出现问题

当它书写字数较多的作品时，便会出现两个问题：

（1）PC 端处理速度太慢，需要很长的时间规划书写轨迹，甚至部分字出错。

（2）作品没有整体艺术感。

3. 书法水平及延展应用方面受限

跟随书写机器人需要依靠人的介入辅助，并不能很好地体现机器人自主书写的的能力，其书写效果很大程度上取决于书写者的书法水平，笔画难以通过自主学习来进行自我优化。这种模仿式、非完全自主的书法机器人不适用于较重的或大型的机械臂，所以在延展应用方面也更为局限。

（七）项目研究进度安排

（一）准备阶段

1. 2019 年 3 月，熟悉 OpenCV 软件、课题任务及要求。

2. 2019年4月，查阅60篇以上有关delta机器人、书写机器人的中英文文献资料。

3. 2019年6月至2019年10月，基于所查阅的相关文献资料，完成文献综述，并让老师指导审阅。

(二) 设计阶段

4. 2019年10月，熟悉草书的书写方法和要旨。

5. 2019年10月至2020年1月，完成草书字库的设计。

6. 2020年1月，建立数学模型，研究书写笔画宽度与按笔深度、笔尖停留时间之间的函数关系。

7. 2020年2月，完成草书机器人算法的设计以及书写功能的实现。

8. 2020年3月，对草书机器人进行测试并完成专利和论文的初稿。

(三) 答辩阶段

9. 2020年4月，完成专利和论文定稿。

10. 2020年5月，制作PPT并准备答辩、结题。

(八) 已有基础

1. 与本项目有关的研究积累和已取得的成绩

1. 参加“塞伯睿创业团队”，具备机器人操作经验教训；
2. 参加校级实验室组织的全国大学生电子设计竞赛训练，具备软硬件设计能力。

2. 已具备的条件，尚缺少条件及解决方法

已具备的条件：DELTA机器人及其编程接口

尚缺少条件：草书书写规律及轨迹算法

解决方法：调研、重新建模分析，归纳总结，提取成为字库，然后按照规律进行字库重建，以期达到目标。

三、 经费预算

开支科目	预算经费 (元)	主要用途	阶段下达经费计划 (元)	
			前半阶段	后半阶段
预算经费总额	20000 元		13000	7000
1. 业务费	5000 元	计算、分析测试、 差旅、文献检索 和论文初版	3000	2000
(1) 计算、分析、测试费	1000 元	计算运动轨迹与 草书字体关系	1000	0
(2) 能源动力费	0		0	0
(3) 会议、差旅费	1000 元	前往调查地区的 路费和住宿	1000	0
(4) 文献检索费	2000 元	重要外文资料的 检索、专利文献 检索	1000	1000
(5) 论文出版费	1000 元	审核和版面费用	0	1000
2. 仪器设备购置费	3000 元	采购小型万用 表、电感表、阻 抗绝缘测试、千 分尺等仪器设备	2000	1000
3. 实验装置试制费	3000 元	加工制作机械 臂、控制器所需 要的实验测试装 置	2000	1000
4. 材料费	9000 元	采购和制作机械 臂、控制器及外 观设计所需要的 零件	8000	1000
学校批准经费	20000 元			

四、 指导教师意见

本项目研究草书机器人，项目负责人杨玉婷带领其团队成员陈嘉豪、康梦瑶进行项目研究，研究过程中勤奋努力，克服了许多技术难关，最终使项目具备可行性，同意指导。

导师（签章）：

年 月 日

五、 院系大学生创新创业训练计划专家组意见

推荐校级项目

专家组组长（签章）：

年 月 日

六、 学校大学生创新创业训练计划专家组意见

负责人（签章）：

年 月 日

七、 大学生创新创业训练计划领导小组审批意见

负责人（签章）：

年 月 日