

3D 打印技术在教育行业的应用发展前景研究 *

邱望洁¹, 李昊阳²

(1. 教育部教育装备研究与发展中心 信息中心, 北京 100080;

2. 北京航空航天大学 数学与系统科学学院, 北京 100191)

摘 要:3D 打印技术被称为“具有工业革命意义的制造技术”, 是《中国制造 2025》突破发展的重点领域。该技术在教育行业的应用已崭露头角。然而 3D 打印作为创新技术如何与教学活动有机融合一直以来困扰着该项技术在教育领域的广泛应用, 缺乏行业标准与应用规范、缺乏面向不同教育阶段的分层课程、缺乏硬件环境配备条件成为三大亟待解决的问题, 本文给出了解决 3D 打印技术教育行业应用的具体方法。

关键词:3D 打印; 标准; 教学应用; 云平台

中图分类号:G434

文献标志码:A

文章编号:1673-8454(2017)05-0011-04

一、引言

3D 打印技术作为一项对传统制造业具有颠覆意义的技术, 近年来在世界范围内受到广泛关注, 其主要生成流程包括两大步骤: 基于计算机辅助软件设计立体模型, 并通过 3D 打印机基于熔融、光固化等工艺逐层打印成品。^[1]近年来, 作为“增材制造”的主要实现形式, 3D 打印技术受到了我国政府的高度重视。进一步地, 针对 3D

打印等新型数字化制造技术的研发和产业化, 我国政府出台了《国家增材制造产业发展推进计划(2015-2016)》。此计划将 3D 打印技术发展规划提高到了国家战略发展的高度, 不仅强调了 3D 打印教育的推广和普及, 更强调了 3D 打印技术人才的培养。随后, 在中国政府实施制造强国战略第一个十年的行动纲领《中国制造 2025》中, 3D 打印被列为突破发展的重点领域。更为引人注目的

* 基金项目: 2014 年度教育部教育装备研究与发展中心基本科研业务经费支持项目“教育装备公共服务平台若干子平台研发”(科 06-2014)。

with linked data for learning analytics: motivation, case study and directions [C]. International Conference on Learning Analytics & Knowledge. ACM, 2013:155-164.

[19]Robinson J, Stan J, Ribière M. Using Linked Data to Reduce Learning Latency for e-Book Readers[M]. The Semantic Web: ESWC 2011 Workshops. Springer Berlin Heidelberg, 2012:28-34.

[20]Vega-Gorgojo G., Tiropanis T., Millard D. E.. The Opportunity of Linked Data for the European Higher Education Area[EB/OL]. [2015-11-09]. http://eprints.soton.ac.uk/369954/1/659-JR156.pdf_sequence%3D1.

[21]David C, Kohlhase M, Lange C, et al. Publishing math lecture notes as linked data [M]. The Semantic Web: Research and Applications. Springer Berlin Heidelberg, 2010: 370-375.

[22]Afuan F, Ashari A. The Development of Semantic

Web to Search Student Final Study Collections (Work Practice and Final Project)[J]. International Journal of Computer Applications.2016,135(3),10-14.

[23]R. Maturana, M. Alvarado, S. L'opez-Sola, M. Ibañez, and L. Ruiz El'osegui (2013). Linked data based applications for learning analytics research: faceted searches, enriched contexts, graph browsing and dynamic graphic visualisation of data[EB/OL]. [2015-11-06]. http://www.ceur-ws.org/Vol-974/lakdatachallenge2013_03.pdf.

[24]Agbo F. J, Sunday K. Employing Semantic Web Technologies to Leverage Learning and Research[J]. International Journal of Computer and Information Technology, 2015,4(4):669-674.

[25]Open Data Service[EB/OL]. [2015-11-06]. <http://data.southampton.ac.uk/>.

(编辑: 王晓明)

是在国务院关于3D打印增材制造的专题讲座后,李克强总理表示要在国内多个重点行业加速3D打印的装备和运用。

在教育行业发展领域中,3D打印技术的相关应用已经逐步引起国内外政府以及相关组织的高度重视。现阶段,针对3D打印教育价值的一系列探索性研究以及实践工作正在逐步开展中,并已取得了一些基础成果。国内,上海、青岛等教育发展先进地区已经成功地将3D打印引入基础教育领域。目前,上述先进地区通常在青少年活动中心配备3D打印机和扫描仪,同时定期邀请技术专家开设包括CAD建模和3D打印机操作实践等相关课程,最终以指导学生打印出自己设计的产品为基础教育阶段的教育实践目标。国外,在“人类学习可以通过制造和分享过程产生”的理念下,英国教育部与英国物理学会、英国全国数学教学创优中心和3D打印机厂商协调合作,进一步保障使用3D技术的学校可以得到良好的理论指导及技术支持。另外,为培养高中生的工程技术能力并激发学生对工程、设计、制造和科学相关课程的兴趣,美国以项目推进形式在高中大力推广3D打印机,例如,美国国防高级研究计划局制作实验和拓展项目等。不仅如此,作为预测影响全球教育领域的教学、学习和创造性探究新兴技术的权威报告,新媒体联盟地平线报告在基础教育、高等教育和图书馆教育的三个版本中,连续两年将教育应用中主流技术的重要进展聚焦到3D打印上。

3D打印技术涵盖包括信息技术、机械加工技术和新材料技术等多个学科领域的先进技术。在日常教育场景中,3D打印主要体现出以下三方面教育特性:其一,便于塑造可重用的多态教育对象,且可快速打印用于教学辅助的模型、标本等教具;其二,作为蕴涵“设计思维”的个性化创造工具,可以满足不同教育层次的学习者以专业制造水平实现个性化创意设计的产品化需求;其三,便于打造虚实结合的教育创新应用平台,并可以基于3D打印技术建立创新实验室和创客空间,实现互联网和智能制造技术的协同创新。尽管目前3D打印技术在教育行业的创新性应用蓬勃发展,但是3D打印作为教育装备用于教育实践活动开展尚存在几点无法回避的关键性问题:

(1)3D打印作为教育领域的一种新技术,其教育行业的标准尚未建立,目前教育行业流通的3D打印机质量参差不齐,导致3D打印教学实践活动的质量、安全和教育适用性等方面无法保障;

(2)3D打印技术与教育理论严重脱节,包括教学案例、教学模型库在内的教育资源缺乏,如何体系化地借助3D打印技术辅助基础教育、高等教育和职业教育的教育实践活动成为关键性问题;

(3)3D打印软件环境和硬件环境的配备费用均较高,具体地说,3D打印机和专业的三维建模软件价格都比较高而且对使用场地要求较高,从而导致仅有少部分重点学校有能力配备,无法满足教育均衡发展的需求。

二、3D打印行业应用的突破途径

本文重点围绕上述关键性问题,提出解决方案,主要包含以下三条突破途径:

(1)研究并起草3D打印技术的教育行业标准及规范

3D打印系统按功能分为五大模块,即三维模型获取模块、三维模型处理模块、三维模型分层模块、三维模型打印模块和三维模型后处理模块,依托多个学科领域的尖端技术,包括信息技术、机械制造技术和材料技术。技术归根到底服务于教育,3D打印技术涉及制定相应标准,其意义在于通过对技术的规范化提升产品质量,保障教学活动参与者的人身安全,提升3D打印的教育适用性。

(2)从教育理论出发面向不同教育阶段系统化建立3D打印的教学应用体系架构

对于不同教育阶段的学生,3D打印技术具有不同的内涵和外延。对于基础教育来说,3D打印作为认知工具,用于快速制造与课程配套的模型;对于高等教育,3D打印作为创新平台,用于快速实现创新性的设计思想;对于职业教育,3D打印作为教学目标和学习内容,形成了面向中国制造2025的职业技能知识体系。因此,要将3D打印技术深度融合于不同教育阶段的教学实践活动中,必须探索3D打印技术和教育理论的契合点,系统化地建立面向基础教育、高等教育和职业教育的个性化教学应用体系架构,涵盖3D打印的核心课程、资源库、教材、实训资源等。

(3)基于互联网建立3D打印的服务云平台

3D打印作为新技术在教育领域的应用案例均取得了有目共睹的效果,激发了学生的学习热情,极大地发掘了学生的创造力。然而,3D打印技术在国内学校的普及程度还不够高,该技术无法普惠于全国所有学生。因此,为实现3D打印技术在教育领域的均衡化发展,实现资源共享和资源整合,本项目将基于互联网建立3D打印的服务云平台架构。该平台可整合市场上的3D打印机资源、设计资源和材料资源。学生可以通过云平台选

择3D打印的材料、3D模型和3D打印机提供商,实现个性化产品的远程打印。^[2]

三、3D教育行业应用突破的具体路线

1.研究并起草3D打印技术的教育行业标准及规范的具体路线

3D打印技术以多个学科领域的先进技术为依托,其中最根本的三个方面为信息技术、精密机械技术和材料科学。在信息技术方面,需要实现相应的先进设计软件和数字化工具,以辅助设计人员完成对产品三维数字模型的制作,并根据模型完成打印工序的自动分析以及打印器材走向的自动控制。在精密机械技术方面,基于“每次的叠加”的加工方式,3D打印技术必须通过对打印设备的稳定性和精准程度的高要求,从而满足对打印产品进行高精度实现的生产要求。在材料科学方面,3D打印技术对打印原材料有以下两点特殊要求:首先,材料需要具有可液化、粉末化以及丝化的特性;其次,在打印进程完成后,经过以上三态变化后的材料能够重新结合在一起。

3D打印技术在教育领域的应用成效取决于能否通过对技术的标准化和规范化保障使用者的安全,提高教育适用性。从安全角度,打印材料的选择和精密机械技术中的温控系统设计尤为关键。首先,3D打印材料包括石膏材料、工程塑料、光敏树脂、尼龙、金属、石蜡、橡胶、生物材料等,不同材料具备差异化的物理和化学属性。我们应当对材料进行分类研究,针对各个学段标定适用材料范围,在杜绝有毒有害材料对学生健康侵害的前提下,选择满足课程仿真模拟需求的新材料。其次,3D打印温控系统工作温度达到200-300摄氏度,我们应当标准化3D打印机的安全防护系统,以避免学生被烫伤。

另一方面,从教育适用性角度,信息技术中3D建模软件、精密机械技术中的工艺技术和步进电机系统直接影响教学质量。首先,3D建模软件种类繁多,繁简不一,如Autocad、3DSMAX等,我们应当针对各个学段,按照认知规律标定3D建模软件的适用范围。其次,3D打印的工艺技术呈多样化发展,包括分层实体制造工艺、光固化工艺、熔融挤出工艺和激光烧结技术。鉴于不同工艺的生产成本、工艺精细度不同,我们应当针对各个学段与课程设置的需求,标定工艺技术的适用范围。最后,由于步进电机系统影响3D打印的速度,为保证教育实践活动的实时性和高效性,我们应当标准化步进电机及其控制系统的相关参数,保证其在稳定的前提下,尽可

能提高打印效率。

2.建立教学应用体系架构的具体路线

建立3D打印教学应用体系的前提是研究3D打印和教学之间的关系,用以指导在教学实践过程中3D打印的教学辅助功能。教育学家曾经深入研究教学媒体在教学实践活动中的效果,并提出了经典的“经验之塔”模型。在该模型中,学者总结出了学生获得经验的三大途径,分别为细致观察、具体操作和逻辑抽象。在基于3D打印的教学实践活动中,学生通过3D打印模型感知提升细致观察的能力;通过3D打印上机实操提高具体操作的能力;通过3D打印编程提高逻辑抽象的能力。以教育理论为出发点,3D打印技术提供了多个维度的教学辅助功能。由此,形成了支撑3D打印技术教育价值的理论依据和建立3D打印的教学应用体系架构的理论基础。

面向基础教育,3D打印主要作为认知工具,辅助学生对知识体系的感知和验证。在一些教学实训项目中,学生通过3D打印技术实现自己的奇思妙想,构建了感性认知到科学认知的有效过渡途径。以小学物理课为例,学生为认知力学原理,分组设计了多种基于不同力学结构的桥梁模型,并通过3D打印机生成PVC塑料实物模型,在此基础上对实物模型进行力学测试,归纳总结力学规律。由此可见,我们有必要建立以课堂认知和中小学创新实验室为核心的教学应用体系。^[3]

面向高等教育,3D打印技术作为创新平台,大幅提升了科研效率。3D打印机已逐步在国内高校普及应用,特别在航空设计、医学、建筑、机械制造等专业领域大放异彩。高校学生利用3D打印技术跨越了理论到实践的鸿沟,在不借助模具的情况下快速实现并验证自身的科研成果。在航空航天专业,3D打印机能够打印具有特殊功能与性能的飞行器核心部件;在医学专业,3D打印机能够高度还原人类骨骼特性,打印替代器官;在机械制造专业,3D打印为学生提供三维设计建模和成型平台,使学生可以多方位评估自己的设计方案。高等教育中,3D打印和学科结合的案例不胜枚举。因此,我们应当以实际应用为出发点,结合高校课程设置,标定以“创客”为核心的3D打印的教学应用体系。^[4]

面向职业教育,3D打印技术是一项符合国家重大需求的专业技能。在我国职业教育课程体系发展过程中,3D打印技术相关课程体系正处于形成并完善的过

程中,该课程体系主要以3D打印的设计课程、建模课程、编程过程和操作课程为学习内容,以培养掌握材料科学、光电技术、机械技术、计算机技术和数控技术的新型专业人才为教学目标。随着中国制造2025工程的深入推进和智能制造技术的不断发展,未来3D打印的专业技术人才缺口庞大。因此,我们应当建立3D打印的职业技能培养应用体系。

3.基于互联网建立3D打印的服务云平台的具体路线

本文从云平台的数据库、工作流程、体系结构和功能四个方面建立3D打印的服务云平台架构。

其一,云平台包含四大核心数据库,即用户数据库、打印机数据库、模型设计库和材料库。云平台旨在整合3D打印的优质社会资源为教育实践活动服务,其中,用户数据库包括注册成云平台的师生,打印机数据库包括通过互联网连接到云平台的各种不同技术特征的3D打印机,模型设计库包括社会上优秀设计者上传的3D模型,而材料库包括所有可以用于3D打印的材料。上述四大数据库均处于实时动态的数据更替中。

其二,云平台的工作流程总结如下:教师或者学生用户通过互联网登录平台,注册成为有效用户,进入用户数据库;提交3D打印任务申请;用户选定3D模型,可自行设计上传,亦可选取模型设计库中的3D模型,部分自行上传的优秀3D模型被收录在模型设计库中;用户从材料库中选定3D打印材料;用户确定3D打印工艺技术,并据此从3D打印机数据库中选择用于本次打印的3D打印设备,由此云平台生成一个3D打印任务,该任务标明任务申请人、待打印的3D模型信息、材料及材料提供商、3D打印机及3D打印机提供商等数据;3D打印材料供应商将材料通过物流发送给3D打印机提供商,3D打印机提供商则使用该材料完全按照3D打印任务打印3D模型,并通过物流发送给任务申请人。

其三,云平台体系采用分布式组件结构,分为线下物理层、数据库层、线上应用逻辑层和网络层。第一层:线下物理层,包括所有连接到云平台的3D打印设备;第二层:数据库层,包括用户数据库、打印机数据库、模型设计库和材料库,支持用户间交流的数据通信服务;第三层:线上应用逻辑层,处理任务请求,并将任务发送给

任务参与者;第四层,网络层,用于和客户端实时通信;第五层,用户层,为任务参与者提供基于浏览器的管理功能。

其四,云平台的功能包括3D打印学习中心、技术研究、服务系统工具集、远程制造服务、3D打印交流中心和用户管理。其中,3D打印学习中心主要功能是提供给用户一个学习3D打印基本技术和了解前沿技术的平台,具体包括基础知识、开发工具推荐、3D打印模型制作技巧和典型案例4部分;技术研究提供最新技术成果及难题,由专业人员将近期有关3D打印方面的技术现状、技术进展、技术突破以及3D打印存在的难题和不足发布在平台上;服务系统工具集包括在线设计工具、在线动态预览、工艺筛选器、材料筛选器;远程制造服务包括制造任务管理、制造资源管理和制造过程管理;3D打印交流中心分为意见与技术难题反馈、硬件讨论区和软件讨论区等板块;用户管理主要包括用户信息及任务状态监控。

四、小结

面向3D打印技术在教育行业应用的关键性问题,本文针对性地提出了突破途径,通过建立3D打印教育行业标准及规范,保障教学应用的安全性和适用性;通过建立面向基础教育、职业教育和高等教的教学应用体系,增加教学应用的针对性和高效性;基于互联网建立3D打印的服务云平台,提高教学应用的普及性和多样性。希望通过上述方法,最终顺利完成我国政府关于3D打印教育推广和普及以及3D打印技术人才培养的任务。

参考文献:

- [1]李青,王青.3D打印:一种新兴的学习技术[J].远程教育杂志,2013(4):29-35.
- [2]刘雪梅,黄剑锋.面向教育的3D打印及其网络化交流平台的研究[J].中国工程机械学报,2015(1):82-87.
- [3]孙江山,吴永和,任友群.3D打印教育创新:创客空间、创新实验室和STEAM[J].现代远程教育研究,2015(4):96-103.
- [4]王美,王良辉,刘中晓,陈渊渊.基于3D打印技术的特色课程研究——以“3D打印创意工作室”课程为例[J].现代教育技术,2015(8):120-126.

(编辑:王天鹏)