

基于机器学习的汉字字体设计探索

曾真¹, 廖祥², 吕曦¹

(1.四川美术学院, 重庆 401331; 2.重庆大学, 重庆 400044)

摘要: **目的** 为应对智能时代汉字字体设计的困境, 思考汉字字体的未来属性, 探索机器学习为字体设计思维与方法带来的多种可能。**方法** 基于 Sternberg 提出的创意三层次, 分别开展初步探索、深入融合与交叉突变三个层级的基于机器学习的汉字字体设计探索。**结果** 通过三个实验分别实现了颜宋体设计、字体族群设计和枯枝体设计三种具有不同目的与功能的设计结果。**结论** 基于不同的设计实验与结果发现, 机器学习不仅可以通过改变汉字字体设计的流程与方法来提高设计效率, 实现传统设计方法不可能完成的字体设计内容, 而且可以与设计师协同探索新的汉字字体设计思维方式, 形成新的设计形态, 满足逐渐多元化的运用情境。

关键词: 机器学习; 汉字字体设计; 生成式对抗网络; 人机协同

中图分类号: J511 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2020)18-0048-05

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.18.006

Exploration of Chinese Characters Font Design Based on Machine Learning

ZENG Zhen¹, LIAO Xiang², LYU Xi¹

(1.Sichuan Fine Arts Institute, Chongqing 401331, China; 2.Chongqing University, Chongqing 400044, China)

ABSTRACT: The paper aims to deal with the predicament of Chinese characters font design in the intelligent era, consider the future attributes of Chinese characters fonts, and explore the many possibilities that Machine Learning brings to font design thinking and methods. Based on the three levels of creativity proposed by Sternberg, three levels of Machine Learning-based Chinese characters font design exploration were carried out respectively: preliminary exploration, deep integration and crossover mutation. Through three experiments, the design results of Yan Song font design, Typeface Family design and Deadwood font design with different purposes and functions are achieved. From different design experiments and results, it can be found that Machine Learning can not only improve design efficiency by changing the process and methods of Chinese characters font design, and realize font design content that cannot be completed by traditional design methods, but also can collaborate with designers to explore new Chinese characters font design thinking mode, form an new design form and meet the diverse application situation of fonts.

KEY WORDS: Machine Learning; Chinese characters font design; Generative adversarial networks; Human-Machine Collaboration

相比于传统平面设计范畴中的其他设计类型, 字体设计拥有悠久的发展历史、严谨的设计原则和规范稳定的管理与运作模式, 也是最具产品属性的类型。

当社会快速推进到智能时代, 字体设计面临着巨大的挑战, 也触碰到了前所未有的机会。传播媒介与载体持续进化, 用户体验需求更加多元而精准, 使得字体

收稿日期: 2020-08-11

基金项目: 2018 年重庆市社会科学规划青年项目《大数据战略下“设计+人工智能”的交叉融合研究》(2018QNYS65); 2019 年重庆市高等教育教学改革研究重点项目《“数字创意产业”与“智能设计服务”双驱动下的数字媒体艺术人才校企联合培养模式改革与实践》(192029)

作者简介: 曾真(1981—), 女, 重庆人, 同济大学博士生, 四川美术学院副教授, 主要研究方向为智能设计和交互设计。

设计的需求场景不断转换。对于比拉丁字体更加庞杂的汉字字体而言,在印刷时代建立起来的设计范式与商业模式已经开始动摇。汉字字符集特有的庞大数据,使得它拥有了与大数据和机器学习进行学科交叉探索的基础条件,呈现出设计与计算融合创新的切入点,并有可能成为传统设计领域中智能化设计的突破口。

1 研究背景与问题

1.1 汉字字体发展概述

汉字出现至今,从文字学意义上看经历了古文字阶段和今文字阶段,前者包括甲骨文、金文、战国文字和小篆;后者包括隶书和楷书。就设计的风格和应用规范来说,汉字的形式(草书和行书)以书写为主要特点,适应印刷要求而产生的印刷字体以及新中国成立后的简化汉字以规范为主要特点^[1]。

汉字的发展历程不仅是文字符号系统的演变过程,同时也与汉民族政治、经济、技术与文化的发展紧紧交织在一起。在汉字发展的初期,使用汉字是少数人的特权,究其原因一方面在于统治阶层对于信息传递与知识交流的刻意垄断;另一方面在于在生产力低下的时代,书写与保存文字都需要可观的人力与物力。特别是周秦时期,以小篆为代表的汉字书写在笨重的竹简上,其制作、搬运与存储的成本对于普通大众而言都是无法承担的。当社会经济发展到一定程度,商贸扩展引发了人们对于便捷记录与传递信息的需求。汉代的造纸技术降低了汉字记录与传播的物质成本,由隶书和草书凝练而成的平直端正的楷书也迎来了繁荣发展的时期。此时的文字记录仍然依靠毛笔的一笔一画,信息传递只能依靠小规模的书抄,很难实现大规模传播。唐朝雕版印刷术的发明大大地提高了文字记录的速度,使面向大众的知识传播与交流成为可能。汉文化的发展使雕版印刷走向了高峰并扩展至海外,其中的走刀特点与强调效率的制作需求影响着汉字字体的形态,最终于宋明时期形成了整齐刚硬的汉字印刷字体,即宋体。汉字印刷体的出现标志着汉字的书写和使用分流成了以精神表达为主的艺术表现形式、以阅读为主的功能表现形式和以普通记录为主的自由书写形式^[1]。此后汉字字体的发展进入了平稳期,直到近代西方的机械化印刷术传入中国,文字信息制作与传播的速度成几何倍数增长,社会进入了真正的大众传播时代。伴随着经济文化交流的需要,近代汉字印刷体进入了多样化发展时期。

1.2 汉字字体在信息时代的发展之困

在信息时代,一种新的文字信息载体——数字屏幕的出现将汉字字体设计极速地推向了挑战与机遇的尖峰。其挑战在于,字体设计是一项费时费力的工作,汉字巨大的数量与繁多的结构,加之一个基本的

汉字字符集(GB 2312-80 标准)最少也要 6763 个才能够满足常用字数的需求^[2],一笔一画的汉字字体设计方式难以满足数字信息传递的爆发性趋势。其机遇在于,当古老的汉字与当下的信息技术碰撞时会产生意想不到的结果,这对于汉字文化的传承与演变有着不可忽视的作用。由设计师承担起这一继承与创新的责任:一方面优化汉字字体设计的设计方法,将传统经典引入当下的设计语境;另一方面突破传统汉字的范式与限制,探索汉字字体设计的未知领域。因此,小规模汉字设计生产力与大规模的多样化文字体验之间的矛盾,是汉字字体在信息时代发展中需要解决的设计问题。

2 研究目的与框架

2.1 研究目的

汉字的演变与所处时代的文化和技术息息相关。在信息化与智能化的时代,汉字阅读与字体使用的方式已经不再局限于一纸之上的翻阅回味,多元化与多变性将是汉字字体设计的趋势。本次研究将融合古老的汉字设计智慧与前沿的人工智能技术,探索汉字字体设计的新方法,创造信息时代的汉字字体新形态与新体验。

2.2 研究框架

2.2.1 创意的三个层次

Sternberg 在定义创意的类型时确定了八种主要类型,并分为三个层次。第一类是接受当前对象并尝试扩展它们,其中包括复制、重新定义、向前递增和进一步发展。第二类是否定已有对象,并尝试替换它们,这将导致重定向、重构和重新初始化。第三类是对当前对象的高级综合,它与心智模型的集成和组合相关联,以产生整体解决方案,在极少数情况下还可以创建新的范式或领域^[3]。总体来看,第二类和第三类表现出了比第一类更明显的超越性,更需要超越现实的想象力。

2.2.2 研究与试验框架

在汉字字体设计中,既有满足传播与阅读需求的功能性字库设计,又有强调个性与观念的创意性字体设计,可见汉字字体设计是具有弹性的设计对象。基于 Sternberg 的创意框架,研究将从三个层面探索智能化的汉字字体设计与创意方法。第一层将基于传统的设计路径,通过机器提升设计效率,优化现有的汉字字体设计形态;第二层将尝试反思汉字字体设计的现状,重新定义字体设计的目的与结果,并借助机器实现新的设计概念;第三层将试探并突破汉字字体设计的边界,设计师与机器协同合作发现更多的汉字字体设计可能性与创造性。

3 初步探索：古今共创的颜宋体

3.1 经典字体的传承困境

汉字不仅承载着记录知识的责任,更是肩负着文化传递的使命,各朝各代名家字体的态与势在一代又一代的书法手中持续传承,当代的字体设计师更是不断地探索如何将名家字体的风骨与韵味转译到数字时代的设计语境中。比如清刻本悦宋、宋刻本秀楷和康熙字典体等参考与借鉴古代碑帖和刻本而设计的复刻字体,是古为今用的典范,也是对古籍、碑刻和书法文化的传承与发扬。但是因为古字数量有限,设计师需要花费大量时间考证和吸收其字形特征才能掌握其精髓,在此基础上还需要花费更多的精力将其形态与韵味扩展到六千多字中去。现有的复刻字体数量非常有限,众多经典汉字字体的神韵仍然沉睡在古籍善本的灰尘之中。

3.2 古今共创字体的设想

传统字体的传承是汉字字体设计面临的重要问题,若要解决这个问题,除了优化设计方法和提升设计效率,还需要面对从传统繁体字向现代简体字转化的具体问题。古字皆为繁体,且同一个字在不同时代的写法不同。在字数本就有限的传统字体中能够直接被转化为简体字的字形很少,古为今用并非易事。

面对宏观的汉字字体传承问题与具体的字体设计实现问题,作者提出了古今共创的设计设想,选取经典的传统字体与典型的现代字体进行融合再造,既保留传统字体的字形与神韵,又满足现代字体使用的标准与习惯。这一设计概念并非新颖,在目前的字体设计中已有前人尝试,但现有设计规模较小,受个人经验影响较多,缺少系统规范。通过设计实践,尝试总结出古为今用的智能化汉字字体设计方法。

3.3 基于 GANs 的颜宋体设计

3.3.1 训练数据选择

颜真卿是中国古代杰出的书法家,他的书法创作大致分为三个时期,五十岁以前属于前期,《千福寺多宝塔碑》是他前期的代表作^[4]。此碑整体秀美刚劲,简洁明快。起笔多露锋,收笔多回锋,转折多顿笔。结体严谨致密,紧凑规整,平稳匀称,学颜体者多从此碑下手,入其堂奥^[5]。多宝塔碑存字数量有 2244 个,虽然相比于其他碑帖而言数量已不算少,但是相对于 GB 2312 字符集标准要求的 6763 个字还相去甚远。作者在碑帖中筛选了三百个兼顾了不同汉字间架结构的字作为古典字体数据库,此外选择了现代汉字印刷字体的典型字体,汉字数量最趋完整的字符集,即宋体作为现代字体数据库。

3.3.2 模型训练

在模型训练中,以“多宝塔碑”作为目标字体,



图1 颜宋体
Fig.1 Yan Song font

以“汉仪大宋简”作为进行转换字体的源字体。“多宝塔碑”训练字体数据集中的每一个字符通过扫描拍摄的图像并将其从中分离出来,然后对字符图像进行了二值化以及图像区域填充操作。在字体实验测试中,采用 CycleGAN 进行非配对的训练,其中模型正则化强度分别设置为 $\lambda_A=10$ 和 $\lambda_B=10$,并使用了批量大小为 50 的 Adam 优化器。在最初的一百个训练期中,神经网络的学习率设置为 0.0002,然后在接下来的一百个训练期中线性衰减到 0。

3.3.3 实验结果

实验最后的结果是经典的颜真卿多宝塔碑帖(楷体)与常用的现代印刷字体(宋体)互相碰撞形成的新的字体。多宝塔碑贴借助宋体标准的字符集扩展出完整的字库规模,宋体吸纳多宝塔碑贴的神形,从而形成兼具古典意蕴与现代形态的新字体——颜宋体,见图1。

4 深度融合：一字千面的字体族群

4.1 千字一面的困顿

汉字的设计与制作经历了从多元到单一的演变。在古代,信息交换的体量与频率都处于较低的水平,手工的书写与刻铸能够满足这一时期的需求。一笔一画的设计方法使得每一种字体以族群的方式存在,意味着在一种字体中同样的一个字虽然每次呈现出不同的形态,但是它们有着相似的间架结构、笔形写法和重心字面,这成就了汉字字体虽然千变万化但是却不离其中的一字千面的审美特点。进入工业时代,出于大规模消费带来的信息传播需求,也得益于计算机辅助的字体设计工具,同样的字只需要设计一次就可以无限次地在任何媒介上进行传播,这种千字一面的设计方法降低了信息传播的成本,加快了信息传播的速度,但同时也抹灭了汉字一字千面的美。而在大数据时代,由于各种信息设备能够精确地采集用户数据与精确分析用户需求,越来越多的产品与服务能够提供千人千面的个性化体验。在这样的精准化设计趋势下,千字一面的汉字体验状态应该如何面对千人千面的阅读与审美需求?

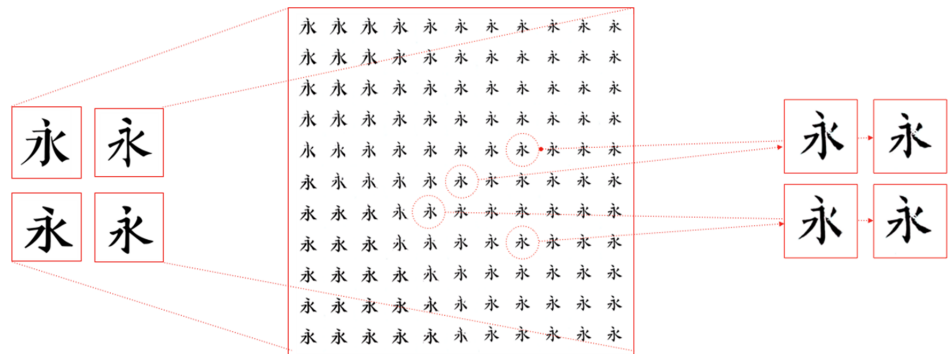


图 2 字体族群
Fig.2 Typeface Family

回望历史，曾经的“一字千面”正好契合了大数据时代千人千面的文化体验需求，用相对统一但却细微不同的间架结构与笔形写法构建字体族群，即每个字对应多个相似的形态，突破字体设计长久以来追求的稳定单一形态，呈现“一字千面”的状态，为用户提供动态性与多样化的文字体验。

4.2 一字千面的设想

在上述问题的驱动下，本文试图寻找一种能够进行字体族群设计的方法，这种方法既要满足多样化的设计需求，又要具有大规模字体设计的生产力。在数据时代，人工智能在处理大量信息上的优势是无可替代的，毫无疑问它强大的学习与计算能力将大大提高字体设计的生产力，但是对当下运用人工智能开展设计工作的案例进行观察，不难发现人工智能往往只能基于已有的设计数据进行学习与生成，很难产生新的设计形态，如何能够举一反三是智能设计中的普遍性难题。面对人工智能在生产力上的优势与创意性上的劣势，本文提出设计师与人工智能协同工作完成汉字字体族群设计的假设，探索一字千面的设计可能性。

4.3 基于 GANs 的字体族群设计

4.3.1 训练数据选择

在汉字字体设计中结合两种字体的结构与笔形特点是设计师最为经典的设计思路，在第一个实验中就是运用了这一思路。当面对两种字体时，设计师能够找到两者之间某种微妙的融合关系，但是当面对两种以上的字体时，人的认知能力变得力不从心，这也是在传统的字体设计中很少出现融合两种以上字体风格情况的原因。在这次实验中，为了获得更加多样化与动态化的字体风格，决定选取四种类型的字体作为训练数据。这四种字体为汉字字体中最具代表性的四个类型，其中一种字体为核心字体——宋体，其余三种字体是与宋体在结构与笔形属性上具有相似或相反特点的字体。

4.3.2 模型训练

这里使用的神经网络基于“zi2zi”模型^[6]，它

基于三个 GAN 的基础^[7-9]，用于字体到字体的迁移，即从一种汉字形态到另一种汉字形态。zi2zi 模型运行于端到端的流程中，从数千个字符中提取抽象结构信息并生成所需的输出。神经网络模型基于 TensorFlow 实现。用四种不同的字体训练模型，每种字体五千个例子，批量大小简单地设置为 16。训练从 0.001 的学习率开始，然后在每十个时期之后将其减少一半。其他模型参数保留为默认值。在单个 GPU 上花费大约 10 h 来训练超过三十个时期的模型。

4.3.3 设计结果

最终，机器根据四种字体生成了具有四种不同字体的共性的汉字字体族群。族群中的字体在整体的字形结构上具有较为统一的规律性，但是在局部的笔法上又有各自的变化性，实现了“一字千面”的设计目的。这一实验结果一方面可以为大量文字排版设计带来动态化的阅读体验，也可以为不同的用户审美需求提供精准化文字体验的可能性，见图 2。

5 交叉突变：字图合一的创意字体

5.1 汉字创意字体的缺失

在现代印刷字体设计中，除了满足功能性阅读的字体的，还有一类用于创意趣味与个性表达的字体，但是汉字创意字体的多元化与丰富程度远远低于拉丁字体。一方面是因为拉丁字母数量少，设计一套字体的成本相对较低；另一方面是因为汉字字体本身的笔画复杂多变，间架结构稳定，设计一套兼具创意性与统一性的字体难度较高。因此，提升汉字创意字体设计的类型与品质是字体设计领域的一大难题。

5.2 自然之字的设想

汉字起源于象形，为了适用于更多的情境与表达，逐渐融合了指事、形声与会意。自然之物给予了古人造字的灵感，自然之美也奠定了汉字的形态，汉字在数千年的演变中不断融合与持续简化，逐渐成为一种自然形态与人造形态共融的创造物。既然汉字本身源于自然界中的千姿百态，也常常感叹自然界中的

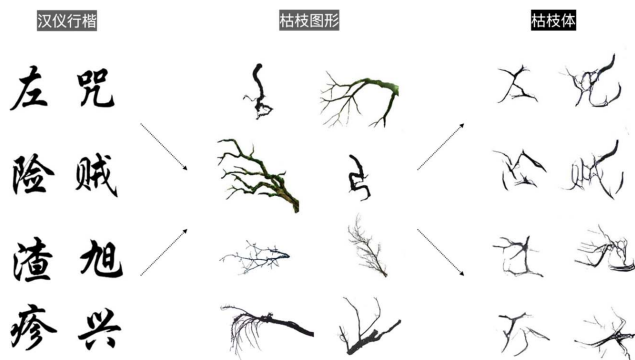


图3 枯枝体
Fig.3 Deadwood font

生物、地质与各种现象的鬼斧神工，往往超出了人类的想象力，那么重新将自然形态吸纳进字体的形态之中，是否可以成为汉字创意字体设计的一条新路径？

5.3 基于 GANs 的枯枝体设计

5.3.1 训练数据选择与模型训练

在中国传统的书画文化中枯枝是一种表达孤寂、悲怆和顽强的文化意象。苏轼仕途坎坷，借枯木顽石寄情遣兴创作了《枯木竹石图》，他摆脱了形似的束缚，画出了心中的枯木和怪石，是“不求形似”而求“象外”之意的真谛^[10]。枯枝形态蜿蜒，似是而非，与追求行云流水的草书和行书有异曲同工的审美意趣。枯枝在意象与形态上与汉字都具有一定的共性，枯枝体的灵感由此而来。设计师从自己的审美倾向出发收集并挑选了二百八十七张枯树枝图片，形成了枯枝图形数据库。同时，选择了一款兼具行书与楷书特点的字体“汉仪行楷简”，作为字体数据库。在模型训练中，以“树枝图形”作为目标字体，以“汉仪行楷简”作为进行转换字体的源字体，并采用 CycleGAN 进行非配对的训练。其训练过程与颜宋体设计实验类似，因此不再赘述。

5.3.2 设计结果

枯枝条充满了意外之美，时而蜿蜒，时而笔直，时而奔放又时而收敛，没有人工雕琢的刻意与扭捏，呈现了大自然的大开大合与随意任性。行楷字体以楷体为骨架，行书为笔法，端正中蕴含洒脱，飘逸中不乏稳定，呈现出了众多汉字字体中的中庸之美。枯枝的形态特征吸附于行楷的骨架结构之上，行楷的字形特征穿梭于枯枝的细枝末节之中，两者在冲突中融合，在进化中突变，形成了介于图形与文字之间的创意字体。

6 结语

在中国文化发展的漫长进程中，汉字的造字方法从纯粹的象形扩展为六书之法，汉字的字体从繁复的

篆书简化为现代的印刷体，汉字的载体从笨重的竹简演变为轻便纸张与屏幕。可见，汉字的发展是与社会需求、技术趋势和文化潮流紧密关联的动态过程，汉字字体的形态也是上述因素综合作用的结果。因此，当时代的步伐来到了信息化与智能化的沸点，生产与生活方式正在发生革命性的转变，汉字字体设计需要主动转型，借助机器学习技术探索新的设计方法，为中国传统艺术形式在智能时代的传承与创新中找到一条可行的路径。

参考文献：

- [1] 刘钊. 汉字印刷字体发展、设计与应用研究[D]. 北京: 中央美术学院, 2007.
LIU Zhao. Development, Design and Application of Printing Chinese Character[D]. Beijing: Central Academy of Fine Arts, 2007.
- [2] 杨林青. 中文字体应用手册 I: 方正字库(1986-2017) [M]. 南宁: 广西师范大学出版社, 2017.
YANG Lin-qing. Application Manual of Chinese Character Font I: Founder Character Library (1986-2017) [M]. Nanning: Guangxi Normal University Press Group, 2017.
- [3] STERNBERG R J. The Nature of Creativity[J]. Creativity Research Journal, 2006, 18(1): 87.
- [4] 金开诚. 颜真卿的书法[J]. 文物, 1977, (10): 41.
JIN Kai-cheng. Calligraphy of YAN Zhen-qing[J]. Cultural Relics, 1977, (10): 41.
- [5] 万应均. 颜真卿《多宝塔碑》[M]. 长沙: 湖南人民出版社, 2010.
WAN Ying-jun. Duobao Pagoda Inscription by YAN Zhen-qing[M]. Changsha: Hunan People's Publishing House, 2010.
- [6] YU Chen-tian. Learning Chinese Character Style with Conditional GANs[EB/OL]. (2019-08-09)[2020-07-20]. <https://github.com/kaonashi-tyc/zi2zi>.
- [7] ISOLA P, ZHU J Y, ZHOU T, et al. Image-to-Image Translation with Conditional Adversarial Networks [EB/OL]. (2018-11-26)[2019-01-20]. <http://arxiv.org/abs/1611.07004>.
- [8] ODENA A, OLAH C, SHLENS J. Conditional Image Synthesis with Auxiliary Classifier GANs[EB/OL]. (2017-07-20)[2019-01-20]. <https://arxiv.org/abs/1610.09585>.
- [9] TAIGMAN Y, POLYAK A, WOLF L. Unsupervised Cross-Domain Image Generation[EB/OL]. (2019-11-07) [2020-07-20]. <https://arxiv.org/abs/1611.02200>.
- [10] 王水清. 中国画中枯树意象演变[J]. 美与时代(下), 2019, (1): 64-69.
WANG Shui-qing. Evolution of Withered Tree in Chinese Paintings[J]. Beauty & Times (II), 2019, (1): 64-69.