

# GAN 技术在传统竹编元素生成中的设计

刘淼, 王晨月

(华东理工大学, 上海 200237)

**摘要:** **目的** 探究传统文化元素的生成方法, 将之运用至文创产品的设计实践中, 在传播中华优秀传统文化方面进行尝试。通过技术方法上的创新和运用解决非物质文化遗产传承人不足, 文化元素陈旧匮乏等现实问题。**方法** 以瑞昌竹编的传统文化元素为例, 综合文献研究、田野调查、包括对瑞昌竹编国家级非遗传承人的深度访谈, 将采集的竹编传统文化元素导入模型系统, 利用生成式对抗网络技术训练计算机 GPU, 使其衍生出新的文化元素, 建立瑞昌竹编文化元素库。**结论** 利用生成式对抗网络模型迭代计算出的瑞昌竹编传统文化元素既具有传统纹样的艺术性又兼具信息时代对设计衍生的时效性要求, 同时还符合当代社会对时尚偏好的追求。将其运用于现代文创产品的设计当中, 使文创产品成为传播我国优秀传统文化元素的有效载体。

**关键词:** 生成式对抗网络; 传统文化; 元素生成; 文创产品设计; 瑞昌竹编

**中图分类号:** TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2020)20-0034-07

**DOI:** 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.20.007

## Design of GAN Technology in Generation of Traditional Bamboo Weaving Elements

LIU Miao, WANG Chen-yue

(East China University of Science and Technology, Shanghai 200237, China)

**ABSTRACT:** The work aims to explore the generation methods of traditional cultural elements, apply them into the design of cultural and creative products, and try to spread traditional Chinese culture. It also aims to solve practical problems such as lack of inheritors of intangible cultural heritage and lack of new elements through technological innovation and application. Taking the traditional cultural elements of Ruichang bamboo weaving as an example, through comprehensive literature research, field surveys, including in-depth interviews with national intangible cultural heritage inheritors of Ruichang bamboo weaving, the collected traditional cultural elements of bamboo weaving were imported into the model. The generative adversarial network was used to train GPU to derive new cultural elements and establish a library of cultural elements for Ruichang bamboo weaving. The traditional Ruichang bamboo weaving elements calculated by Generative adversarial networks not only have the artistry of traditional patterns, but also meet the timeliness requirements of design derivation in the information era. If the generated elements are applied to modern cultural and creative design, cultural and creative products would become effective carrier for spreading China's superior traditional culture.

**KEY WORDS:** generative adversarial networks; traditional culture; element generation; cultural and creative product design; Ruichang bamboo weave

我国传统文化历经千年的发展, 蕴含着许多没有被发掘的闪光点, 而传统文化元素即是这些闪光点中最基本的单元。近年来, 由传统文化元素衍生出的文创产品设计层出不穷, 如何利用和传承好这些文化元

素, 一直是设计领域的热点问题。值得关注的是随着计算机信息领域的不断发展, 深度学习模型已经可较快完成基本的文本处理和图像处理。能否将其运用到传统文化元素的图像处理和生成实验中, 进而开展计

收稿日期: 2020-08-30

基金项目: 上海市设计学 IV 类高峰学科资助项目 (DA17014, DB17024, DB19304)

作者简介: 刘淼 (1984—), 男, 浙江人, 博士, 华东理工大学副教授, 主要从事工业设计、计算机辅助设计、感性工学研究。

算机辅助文创产品设计工作值得探究。运用计算机技术开展传统文化元素发掘工作符合跨学科融合方向和数字化时代发展趋势。尤其是我国传统文化元素分布范围广、种类丰富，建立模式化传统文化元素迭代生成方法，可推广应用至更多文化元素上，形成创新的传统文化保护体系。

## 1 研究背景

### 1.1 传统文化元素的重要性日益显著

随着综合国力的逐步增强，中国正向着文化输出国迈进，这使得中华传统文化从内部认可走向被世界认同。党的十九大报告也提出，要坚定文化自信，推动社会主义文化繁荣兴盛。中华传统文化的基本组成部分是传统文化元素，文化元素是弘扬我国传统文化和文化自信不可或缺的一部分。运用人工智能技术开展传统文化元素的创新设计是推动文化产业转型升级和传播优秀传统文化的必然要求，同时以优秀传统文化元素为载体的文化创意产品的设计与传播也是文化输出的重要途径之一。

### 1.2 计算机技术助力传统文化元素发展

随着计算机技术的深入应用，计算机图像处理技术与社会各行各业息息相关，极大地推动了这些领域的进步<sup>[1]</sup>，尤其在传统文化与文化元素方面，计算机图像处理技术在处理复杂传统文化元素的图像时更加高效快捷。此外，许多传统文化元素图像在人工智能和计算机的辅助下得以修复、完善和生成，诸如修复古代敦煌壁画等研究，计算机技术的发展使传统文化元素被不断地丰富完善。

### 1.3 现代文创产品中传统文化元素的应用

在电子商务发达的现代社会，消费者需求越来越高，导致产品的迭代和市场导向变化越来越快。为满足这样的需求和导向，伴手礼、旅游产品、纪念品等文创产品更新也更迅速，频繁的产品更新换代使得传统文化元素在文化创意产品中的应用也越来越多。例如，自 2014 年起，故宫曾几度携手周大福推出的文化珠宝系列，传统文化元素的应用也几经更新，品牌忠诚消费者也逐步积累增多。现代文创也正朝着迭代化、快速化、大众化的方向发展。

## 2 文创产品中传统文化元素应用分析

我国的传统文化元素多以生活器物为呈现载体，且在众多文创产品设计的案例之中，有的选择直接应用传统文化元素，有的则先对传统文化元素进行加工处理再完成设计生产。近年来，伴随体验经济的不断升级，传统文化元素的应用趋势也发生着新的变化。

### 2.1 传统文化元素的直接应用

在文创产品中直接应用传统文化元素，可最大程度保留元素本来的面貌和特色，不涉及再处理、再设计等环节。这使传统文化元素价值与产品自身风格和审美价值得到统一，避免因研发人员对元素的理解不足，产生与元素本身价值相悖的认知。在故宫与周大福合作的文化珠宝系列（见图 1）中，设计师直接应用四象的传统文化元素组成四灵神君转运珠（见图 1a），其中包含了青龙、玄武、白虎、朱雀等传统文化元素的直观传统形象，寓意祈福好运平安；花西子“百鸟朝凤”眼影盘（见图 1b），也直接应用凤凰等传统文化元素，凤凰亦是为人们所熟知的吉祥象征，与产品审美价值别无二致。

### 2.2 传统文化元素的间接应用

间接应用需对传统文化元素进行再认知和再设计，并真正理解文化元素内涵。在我国传统思想中，从最初的“师法自然”再到“和谐共生”等，都体现了生命与自然之间的共性，共性的特点贯穿着文化创意产品的始终。传统文化元素要经过选用、再造、组合等步骤才能应用于文化创意产品上，这个过程中首要的是对传统文化元素符号本身的认知，及对文化内涵的分辨<sup>[2]</sup>。故宫文创中出现的雍正皇帝形象可谓间接应用的范例，摒弃以往传统严肃的元素，赋予了雍正皇帝形象年轻幽默的现代元素，既不失文化内涵又颇受大众喜爱。其中“朕不能看透”桑蚕丝遮光眼罩（图 1c）和雍正皇帝剪刀手等视觉形象海报深入人心。

### 2.3 传统文化元素应用趋势

随着消费升级，以及体验式、沉浸式文创产品的出现，无论是直接应用或间接应用传统文化元素都更

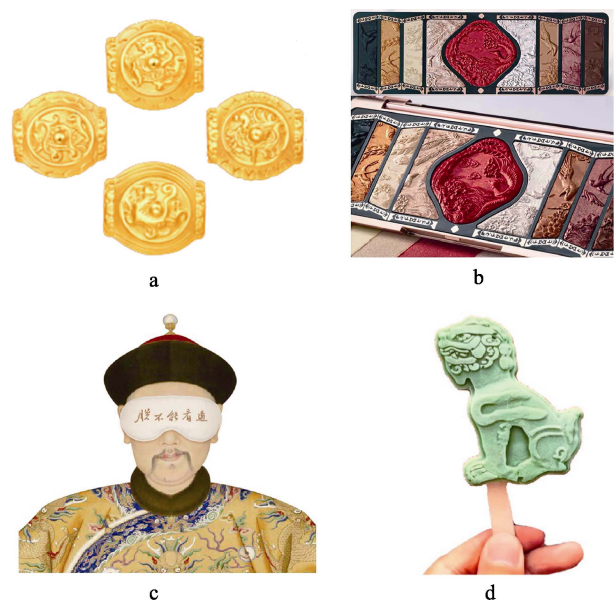


图 1 文创产品中的传统文化元素

Fig.1 Traditional cultural elements in cultural and creative products

依赖于触觉、嗅觉、视觉等五官的直观感受来刺激消费者购买文创产品。苏州博物馆首次将食品作为文创产品推出后,许多博物馆纷纷效仿,四川三星堆博物馆推出了青铜面具饼干,陕西历史博物馆推出开元通宝等一系列文物饼干,近期还与陕西本土餐饮联合打造了虎符小饼干<sup>[3]</sup>,故宫博物院也推出了石狮子雪糕等,将传统文化元素直接应用于雪糕造型上(图1d)。月饼、粽子、青团等食品在传统节日也被打造成为可品尝的体验式文创产品,为市场增添舌尖上的文创味道。打破传统元素的应用方式,体验式应用的新方式亦是未来文化产业发展新趋势。

无论是直接应用还是间接应用传统文化元素,给消费者留下良好体验和五感印象,促成购买行为,这才是传统文化元素与文创产品相辅相成、生存发展的长久之计。

### 3 传统文化元素保护研究分析

#### 3.1 传统文化元素参数化

我国的传统文化元素大多是旋转对称或轴对称的图形。利用这一规律,可将传统文化元素参数化保护后,再运用到实践设计中。对于传统元素最直接的运用就是对这些图形图案进行简单的单向变形设计,这其中常见的变形手法包括缩放、挤压厚度、旋转放样以及球形化等立体化变形<sup>[4]</sup>。除了缩放、挤压厚度、旋转等方法,也可结合德国数理哲学莱布尼兹发现的二进制系统表示传统文化元素。例如,《如果国宝会说话》纪录片第10期的立狮宝花纹锦,首先将基本单元的宝花元素进行对称和旋转后组成新的环形宝花元素,然后运用“1”和“0”代表立狮传统文化元素走线方式,“1”表示上方向,“0”表示下方向,“0110001”就表示狮子元素编织走线的二进制表现形式。这样两步就可还原出立狮宝花纹锦的传统元素。

#### 3.2 辅助生成传统文化元素

利用计算机辅助生成传统文化元素的研究也在稳步发展。蒋凌琳等人<sup>[5]</sup>利用计算机辅助生成剪纸元素。首先,将手工剪纸纹样分为四大类,然后根据纹样的结构设计出对应的线状骨架,在骨架上生成相应的形状,并将纹样的生成控制点分为位置约束点和形状约束参数。该方法捕捉到了剪纸纹样对称性、连通性等特点。

于婷等人<sup>[6]</sup>通过计算机辅助生成传统皮影的基本元素和皮影基本纹样,方法是利用坐标轴和控制点公式绘制 Bezier 曲线,或者利用坐标轴直接计算出纹样的各个坐标点。该研究能简化用户重复绘制相同纹样的工作,减轻用户的创作负担,也是数字化保护皮影艺术的手段之一。

邢璐等人<sup>[7]</sup>在计算机辅助生成京剧脸谱剪纸一文中深入分析了剪纸作品的造型后,将剪纸元素分为两大类,一类是独立元素,另一类是复合元素。利用

Bezier 曲线细分独立元素库,在独立元素库的建立基础上采用图像构成法生成复合元素库,使传统文化元素的修复和生成更高效和智能化。

#### 3.3 传统文化元素虚拟体验

新媒体时代为文创产品线上数字保护开创了新途径,涌现出了多种虚拟体验与传统文化元素结合的文创产品。许王旭宇等人<sup>[8]</sup>利用虚拟现实技术提取热贡唐卡元素,在传统平面展示的基础上增加互动体验,聚合用户的兴趣,打破单一的保护方式,提升了唐卡的利用与开发价值。传统文化元素虚拟填色,虚拟沉浸式文化体验等拓宽了传统文化元素的应用领域。另外,程淑娟、李俊等人提出利用图像学原理对中国传统文化艺术类进行赏析与分析总结,可相对定量分析一些感性文化特征的规律。

参数化、辅助生成和虚拟现实技术为传统文化元素的传承和保护提供了物质基础。分析目前传统文化元素研究发现,计算机生成传统文化元素的方法大多为将元素数学化、坐标化、平面化,通过数学计算和 Bezier 曲线来实现生成。与之不同的是本研究立足于计算机技术与传统文化元素的结合点,利用生成式对抗网络模型生成,首先让计算机学习原有瑞昌竹编的传统文化元素,通过大量训练,使计算机可以自主生成新元素,利用人工智能改变传统纹样生成的方法,为传统文化的保护和传承提供新措施。

### 4 传统文化元素生成研究

通过分析文创产品中的传统文化元素应用与传统文化元素参数化数字化保护的案例,明确了本次研究的方向是基于竹编传统文化元素的文创设计,围绕传统文化元素调研、传统文化元素生成实验、传统文化元素文创设计应用等三方面开展。

#### 4.1 传统文化元素研究对象甄选

利用生成式对抗网络生成传统文化元素图像,首先需选择合适的传统文化元素样本。纵观中国各省区市,东部、西部地区形象明显,城市形象深入人心。东南部地区形象模糊,缺乏特色。寻找东南部城市文

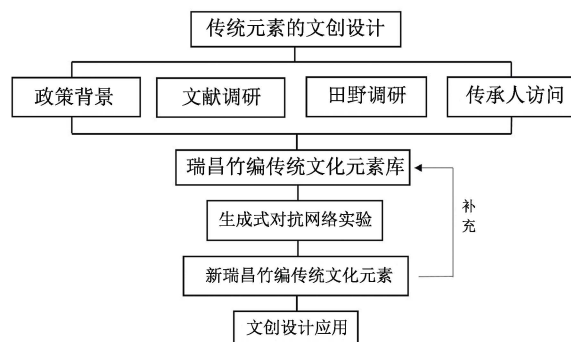


图2 研究框架

Fig.2 Research framework

化和人文有特色且具有丰富传统文化元素的地区，利用设计使传统文化元素焕发新活力。江西省具有丰富的传统文化元素，共有国家级非遗代表性名录项目七十项。其中，以瑞昌竹编和景德镇陶瓷为代表的传统文化元素较丰富，但景德镇陶瓷多为立体元素，实验样本提取较为复杂，故本次研究聚焦瑞昌竹编这一传统文化元素的文创设计研究。

### 4.2 传统文化元素调研

研究团队前往江西瑞昌开展瑞昌竹编传统文化元素田野调查、瑞昌竹编工艺流程调研、瑞昌竹编产品样本采集。在江西调研的十几天，有幸向国家级非物质文化遗产瑞昌竹编传承人田先敏老先生学习了竹编编制方法与技艺，了解竹编纹样和文化元素的内涵。从当地竹编传承人、竹编工厂、民俗馆和村民家收集竹编传统文化元素样本并拍照取样。

### 4.3 生成式对抗网络实验

实验运用到的生成式对抗网络模型——GAN (Generative Adversarial Networks) 是一种通过对抗的方式，去学习数据分布的生成式模型。

GAN 主要由生成模型和判别模型组成。其工作原理<sup>[9]</sup>见图 3，首先让判别器学习真实样本，当判别器对真实样本有了一定了解之后用判别器来观察加入随机噪声  $z$  生成的样本  $G(z)$ ，然后判断生成样本  $G(z)$  是否为真实样本。生成模型  $G$  通过判别器  $D$  判别真假来不断提高自己生成接近真实样本的能力，而判别器  $D$  通过不断学习真实样本而不断提高自己判别生成样本真伪的能力，两个网络通过相互博弈来不断提高各自的性能，直到生成模型和判别模型无法提升自己，这样生成模型就会成为一个比较完美的模型<sup>[9]</sup>。生成式对抗网络的出现为计算机视觉应用提供了新

的技术和手段，以独特的零和博弈与对抗训练的思想生成高质量的样本，具有比传统机器学习算法更强大的特征学习和特征表达能力。目前在计算机视觉领域尤其是样本生成领域取得了显著的成功<sup>[10]</sup>。生成对抗网络具备大量的应用程序，可以学习模拟几乎任何类型的数据分布，此外还可以用于处理超低分辨率的图像以及多种类型的图像生成等。

通过田野调研拍照收集竹编传统文化元素样本共二百一十个（见图 4）。首先将图片分为九个区域，每个区域为  $1 \times 1$  比例的正方形，分辨率为  $1420 \times 1420$  的不同文化元素子图片（见图 5）。处理样本须保证每张样本图片的尺寸、分辨率完全一致。处理后的有效样本图片共计三百张。

在实验过程中，计算机采用 Windows 系统。由于主板的支持，计算机搭载两块显卡，主显卡为 NVidia GTX1080Ti，副显卡为 NVidia GTX1070，运行内存为 32GB，CPU 为 Intel i7-9700K。

软件及 IDE 配置：编程语言选用近年来占主流趋势的 Python，版本号为 Python3.7.3，发行日期为 2019 年 3 月 25 日；本次使用的 TensorFlow 版本为 TensorFlow 2.0 Alpha，发行日期为 2019 年 3 月 7 日。Python 的 IDE 选择为 Pycharm community edition，2019 年 1 月 1 日发行。

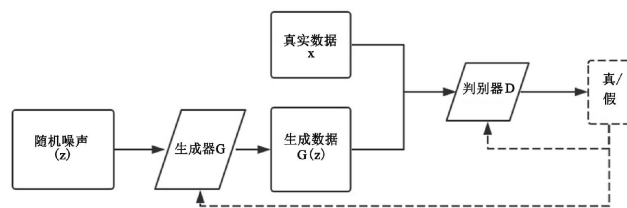


图 3 GAN 的基本工作原理  
Fig.3 Basic working principle of GAN

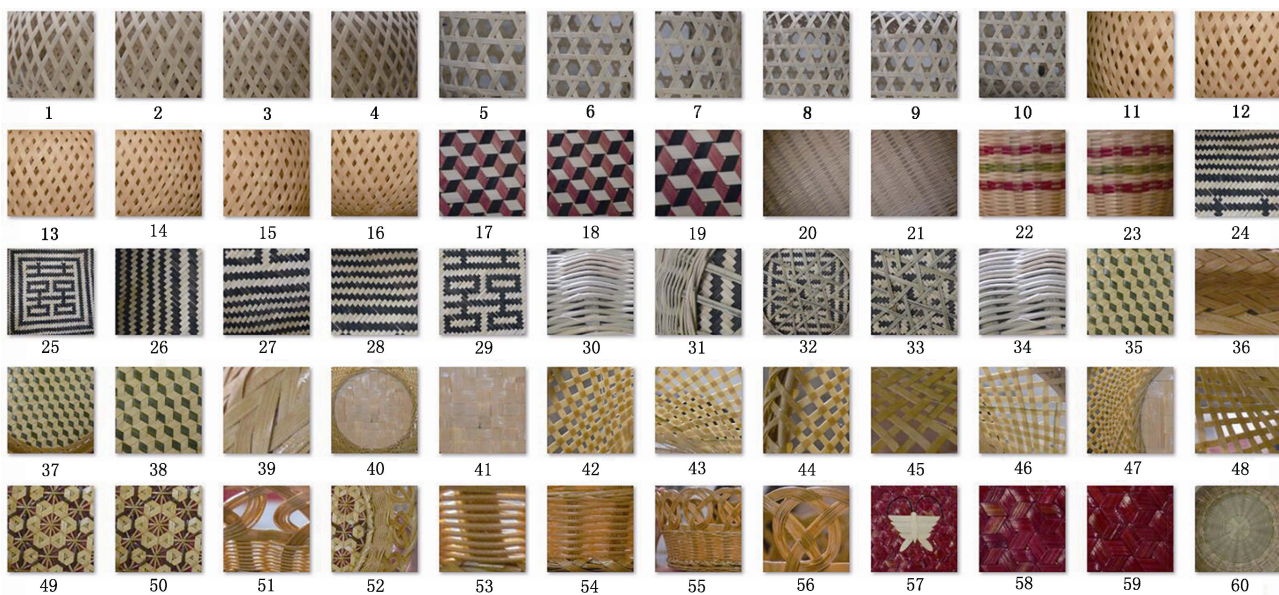


图 4 竹编文化元素样本  
Fig.4 Samples of bamboo weaving cultural elements

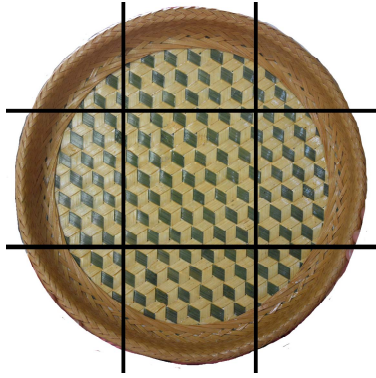


图5 竹编文化元素样本分区

Fig.5 Sample zonings of bamboo weaving cultural elements

计算机训练过程: 在文件 model.py 中, 首先定义 DCGAN 类。在类中, 定义的方法有 build\_model(self), sigmoid\_cross\_entropy\_with\_logits(x, y), train(self, config), discriminator(self, image, y=None, reuse=False), generator(self, z, y=None), sampler(self, z, y=None), load(self, checkpoint\_dir)。

准备数据集: (1) 在 DCGAN 工程根目录新建一个名为 data 的文件夹; (2) 在该文件夹中再建立一个名为 TRAIN\_DATA 的文件夹; (3) 将用于训练的瑞昌竹编图片拷贝至 TRAIN\_DATA 文件夹中。

在终端输入命令: python main.py --dataset TRAIN\_DATA--train 进行网络训练。其中: ——dataset TRAIN\_

DATA 表示使用 TRAIN\_DATA 文件夹中的数据进行训练; ——train 表示对 DCGAN 进行训练, 不在此参数表示对 DCGAN 进行测试。

main.py 文件中用以下代码输出 DCGAN 生成的图片:

```
142     if FLAGS.visualize;
143         OPTION = 1
144         visualizs(sess, dcgan, FLAGS,
OPTION, FLAGS.sample_dir)
```

在定义 DCGAN 类时, 内部的参数无需调整, 其各参数已在主程序 main.py 中写入。

#### 4.4 实验结果

使用 DCGAN 训练 GPU 五百轮后, 计算机生成新的瑞昌竹编传统元素的图像共有一百一十三张。DCGAN 输出图像的分辨率为  $64 \times 64$ , 生成的图像中多数出现了竹编文化元素, 例如麻花元素、条纹元素, 但图像质量不高, 元素轮廓不明显 (见图 6)。

#### 4.5 改进实验

由于生成后的竹编传统文化元素轮廓不明显, 图像质量不高, 为了改进生成的文化元素图像效果, 对实验进行改良。从田野调研拍照采样的竹编照片中, 手绘十张竹编传统文化基本元素图形 (见图 7), 将这十张基本元素与上一轮实验使用的三百张样本一起进行生成实验, 依旧对 GPU 进行五百轮训练 (见图 8)。

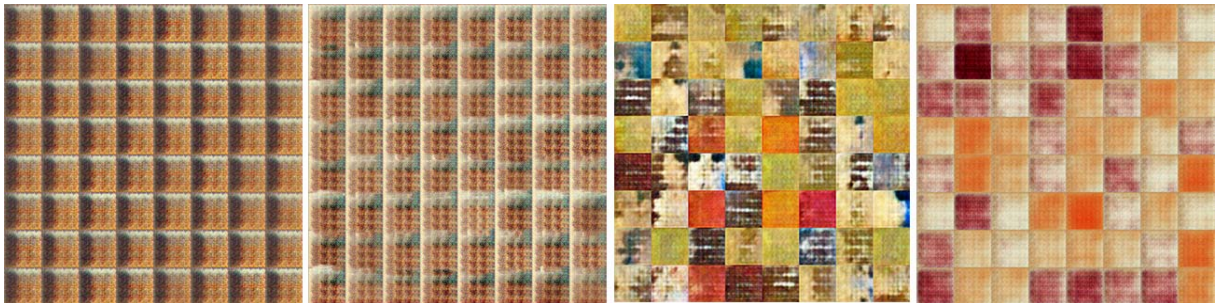


图6 DCGAN 输出实验结果 (实验生成)

Fig.6 DCGAN output experiment results (generated in experiments)

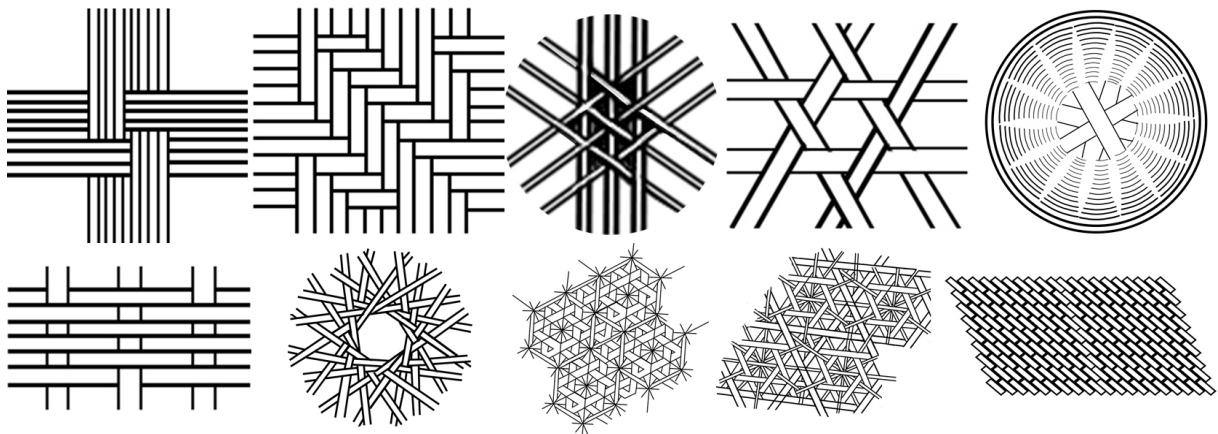


图7 传统文化元素图形

Fig.7 Traditional cultural elements



## 6 结语

本研究分析传统文化元素应用于文创设计的理论和案例,利用生成式对抗网络模型生成竹编传统文化元素,加快计算机技术在传统文化领域的应用,加强我国优秀传统文化元素的传播范围。

新生成的竹编传统文化元素可通过产学协同的方式广泛应用于文化产业和经济产业的方方面面,为江西省瑞昌市的竹编工厂和手工作坊有效、快捷地生产更多的竹编传统文化元素产品提供帮助。本研究设计的竹篾礼盒可用于当地民俗馆和博物馆等实体文创单位。后续生成的新元素也可应用于传统文化元素虚拟体验、虚拟编织体验等方面。在传播优秀传统文化的同时,吸引游客带来提高旅游经济效益。

此外,扩充的新的设计元素也在一定程度上丰富了瑞昌竹编的素材库储备。本研究尝试将生成式对抗网络运用于传统文化元素发展与非物质文化遗产保护中,为传统文化元素在文创产品中的设计应用提供了新方法和新思路。

### 参考文献:

- [1] 刘翠芳. 计算机图像处理技术应用分析[J]. 数字技术与应用, 2019, 37(10): 76-77.  
LIU Cui-fang. Application Analysis of Computer Image Processing Technology[J]. Digital Technology and Application, 2019, 37(10): 76-77.
- [2] 蒋芝芝. 传统文化元素符号在文化创意产品设计中的应用研究[J]. 品牌研究, 2020(1): 91-93.  
JIANG Yi-zhi. Research on the Application of Traditional Cultural Elements and Symbols in the Design of Cultural and Creative Products[J]. Brand Research, 2020(1): 91-93.
- [3] 程祎珣. 中国传统文化元素在文创产品中的应用研究[J]. 戏剧之家, 2020(13): 130-131.  
CHENG Yi-xun. Research on the Application of Chinese Traditional Cultural Elements in Cultural and Creative Products[J]. Home Darma, 2020(13): 130-131.
- [4] 姜一. 探讨传统元素在空间设计中的运用形式[J]. 现代装饰(理论), 2016(7): 81.  
JIANG Yi. Discuss the Application Form of Traditional Elements in Space Design[J]. Modern Decoration(Theory), 2016(7): 81.
- [5] 蒋凌琳. 计算机辅助生成剪纸形象[D]. 桂林: 广西师范大学, 2005.  
JIANG Ling-lin. Computer-aided Generation of Paper-cut Image[D]. Guilin: Guangxi Normal University, 2005.
- [6] 于婷, 刘晓丹, 孙庆杰. 皮影基本纹样的生成算法[C]//西南财经大学信息技术应用研究所, 《计算机科学》杂志社. 2008'中国信息技术与应用学术论坛论文集(二). 成都: 西南财经大学信息技术应用研究所、《计算机科学》杂志社, 2008: 246-248.  
YU Ting, LIU Xiao-dan, SUN Qing-jie. Algorithm for Generating Basic Patterns of Shadow Play[C]// Information Technology Application Institute of Southwest University of Finance and Economics, "Computer Science" Magazine. Proceedings of the China Information Technology and Application Academic Forum(2). Chengdu: Information Technology Application Institute of Southwest University of Finance and Economics, "Computer Science" Magazine, 2008: 246-248.
- [7] 邢璐. 计算机辅助生成京剧脸谱剪纸[D]. 大连: 辽宁师范大学, 2017.  
XING Lu. Computer-aided Generation of Peking Opera Facebook Paper-cut[D]. Dalian: Liaoning Normal University, 2017.
- [8] 许王旭宇, 储蕾芳. 基于虚拟现实技术的热贡唐卡创新开发设计[J]. 设计, 2019, 32(12): 130-131.  
XU Wang-xuyu, CHU Lei-fang. Innovative Development Design of Regong Thangka Based on Virtual Reality Technology[J]. Design, 2019, 32(12): 130-131.
- [9] 葛生国, 范宝杰, 尹哲. 基于生成对抗网络的研究综述[J]. 电脑知识与技术, 2019, 15(25): 197-198.  
GE Sheng-guo, FAN Bao-jie, YIN Zhe. Review of Research Based on Generative Adversarial Networks[J]. Computer Knowledge and Technology, 2019, 15(25): 197-198.
- [10] 曹仰杰, 贾丽丽, 陈永霞, 等. 生成式对抗网络及其计算机视觉应用研究综述[J]. 中国图象图形学报, 2018, 23(10): 1433-1449.  
CAO Yang-jie, JIA Li-li, CHEN Yong-xia, et al. Research on Generative Adversarial Networks and Their Computer Vision Applications[J]. Journal of Image and Graphics, 2018, 23(10): 1433-1449.
- [11] 温强. 江西非物质文化遗产产生存困境及数字化对策[J]. 老区建设, 2020(4): 57-62.  
WEN Qiang. Jiangxi Intangible Cultural Heritage Survival Dilemma and Digital Countermeasures[J]. Construction of Old Districts, 2020(4): 57-62.
- [12] 张楠. 以食为媒: 饮食文化传播与国家形象建构[J]. 新闻爱好者, 2020(4): 61-64.  
ZHANG Nan. Taking Food as a Medium: Food Culture Communication and National Image Construction[J]. Journalists, 2020(4): 61-64.