

分类号 J0-05

密 级

UDC 7.02

学校代码 10500



湖北工业大学
HUBEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

硕士学位论文

(学历教育-学术学位)

题 目： 生成艺术在视觉图像中的系统性研究

英文题目： A systematic study of generative art
in visual image

学位申请人姓名： 仇楚奇

申请学位学科专业： 设计学（视觉传达）

指导教师姓名： 饶鉴；牛旻

二〇二三年五月

分类号 J0-05

密 级

UDC 7.02

学校代码 10500



湖北工业大学
HUBEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

硕士学位论文

题 目 生成艺术在视觉图像中的系统性研究

英文题目 A systematic study of generative art in visual image

研究生姓名 (签名) 仇楚奇

指导教师姓名 (签名) 张涛 职 称 教授; 副教授

申请学位学科名称 设计学 学科代码 130500

论文答辩日期 2023.5.23 学位授予日期 2023.6.30

学院负责人 (签名) 江明

评阅人姓名 李铁南 评阅人姓名 张涛

2023 年 5 月 31 日

湖北工业大学

学位论文原创性声明和使用授权说明

原创性声明

本人郑重声明：所呈交的学位论文，是本人在导师指导下，独立进行研究工作所取得的成果。除文中已经标明引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的研究成果。对本文的研究做出贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本声明的法律结果由本人承担。

学位论文作者签名：仇楚奇

日期：2023年5月31日

学位论文版权使用授权书

本学位论文作者完全了解学校有关保留、使用学位论文的规定，即：学校有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅。本人授权湖北工业大学可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存和汇编本学位论文。

学位论文作者签名：仇楚奇

指导教师签名：张峰、程

日期：2023年5月31日

日期：2023年5月31日

摘要

AIGC (Artificial Intelligence Generated Content) 这一概念是对自动化生成 (智能设计) 的直接反映, 其中生成内容模态之一——“图像/图形生成”更是视觉传达方向最为核心关键的问题。对于概念和技术的研究意义在于掌握对本专业的实际控制力。

本文旨在通过“图片的生成逻辑-生成物的规则逻辑”的比较, 对“生成系统的分类”进行界定。系统性综合目前研究成果, 以图示与图表的形式阐述个人对生成艺术在视觉设计中的理解, 拓展相关教学活动。选择新的视角来研究本专业“图像从何而来”的核心问题, 进一步普及 Processing 代表的创意编程工具, 并从实践路径上检验生成艺术的理论研究等。

研究内容包括系统性地理解并实践生成艺术——综述国内外对生成艺术本体特征、延伸平行概念、微观规则系统、场域软件应用等。聚焦图形/图像这一模态的生成机制探索, 反映到视觉传达的传统项目创新 (标识、字体、海报) 和在服务体验方向新兴课题的综合研析 (展示、品牌宣传、模型生成)。创造力探讨、实践性反思与研究性问题的梳理, 会让生成艺术的求解过程, 成为答案本身。研究方法广泛采用社会调查研究 (百度指数、DiVoMiner 文献计量、问卷发放和从业者访谈)、实验研究 (生成器平台汇总、Processing 创意编程的商业实践探索)、描述性个案研究 (解释大量术语并内化逻辑进行应用) 以及行动研究 (促成视觉传达教学方案的改革, 更新设计选题) 等。

研究成果上, 本文主要使用了“分层求解”的方式, 绘制了“创作者和生成物的关系”“宏观/中观/微观生成系统的构成”“生成艺术绝对和相对自治圈层”“恐怖谷与达克效应线性相似的求证”等图示模型, 提出了“1:1/1:x/x:x 自动化生成能力进阶”“创作范式 HI&AI 进阶转变”“UME 中心设计模型的新解”的理论层级。最终以生成艺术创意编程方式创作主题展示设计。

研究创新点基于视角和技术两方面的创新, 验证了“图片‘生成结果’创意表现的侧重, 逐渐转向图片‘生成规则’的创意制定”, 当它汇聚成为自我沉淀的结构, 就逐步上升到“自治系统”的高度。同时这种生成规则 (元规则) 不局限于计算机领域进行创意发散, 可以从数学/生物学/计算机图形学更多专业方向获取灵感启发。

关键词: 系统论, 生成艺术, 创意编程, 视觉图像, Processing

Abstract

The concept of AIGC (Artificial Intelligence Generated Content) is a direct reflection of automated generation (intelligent design), in which one of the generated content modalities - "image/graphic generation" is the most central and critical issue in the direction of visual communication. The significance of the study of the concepts and techniques is to master the practical control of the profession.

The purpose of this paper is to define the "classification of generative systems" by comparing the "generative logic of pictures and the rule logic of generative objects". This paper is a systematic synthesis of current research results and a graphic and diagrammatic presentation of my understanding of generative art in visual design, which expands the relevant teaching activities. He will choose a new perspective to study the core question of "where do images come from", further popularize the creative programming tools represented by Processing, and test the theoretical research on generative art from a practical perspective.

The research includes a systematic understanding and practice of generative art - an overview of the ontological characteristics of generative art within foreign countries, extended parallel concepts, micro-rule systems, field software applications, etc. Focusing on the exploration of the generative mechanism of the modality of graphics/images, reflected in the innovation of traditional projects of visual communication (logos, typefaces, posters) and the comprehensive study of emerging topics in the direction of service experience (display, branding, model generation). Creativity exploration, practical reflection and research questions are sorted out, which will make the process of generative art solving, the answer itself. Research methods are widely adopted from social research studies (Baidu index, DiVoMiner bibliometrics, questionnaire distribution and practitioner interviews), experimental studies (generator platform aggregation, commercial practice exploration of Processing creative programming), descriptive case studies (explaining a large number of terms and internalizing the logic for application) and action research (leading to reform of visual communication teaching programs, updating design selections), etc.

In terms of research results, this paper mainly uses a "hierarchical solution" approach to map the "relationship between creators and generators", "the composition of macro/meso/micro generative systems", "absolute and relative autonomy of generative art circles", and "linear similarity between the Uncanny Valley and the Dunning-Kruger effect". This paper also proposes "1:1/1:x/x:x automated generative capacity progression", "Creative paradigm HI&AI progression shift", and "New solution of UME central design model" Theoretical layers. Finally, we will create thematic display designs by generating artistic creative programming. The innovation point of the research is based on both perspective and technology, which verifies that "the focus on creative expression of image 'generation results' gradually shifts to creative formulation

of image 'generation rules'". When it converges into a self-precipitating structure, it gradually rises to the level of "autonomous system". At the same time, such generation rules (meta-rules) are not limited to the computer field for creative dispersal, but can be inspired by more professional directions of mathematics/biology/computer graphics.

Keywords: systems theory, generative art, creative coding, visual imaging, Processing

目 录

| | |
|------------------------------------|-----|
| 摘 要 | I |
| Abstract | II |
| 目 录 | IV |
| 图 表 索 引 | VII |
| 第 1 章 引 言 | 1 |
| 1.1 研究背景与意义 | 1 |
| 1.1.1 研究背景 | 1 |
| 1.1.2 研究问题 | 2 |
| 1.1.3 研究意义 | 3 |
| 1.2 研究现状 | 4 |
| 1.2.1 总体现状介绍 | 4 |
| 1.2.2 研究角度分类 | 7 |
| 1.2.3 文献总结评述 | 12 |
| 1.3 研究内容 | 13 |
| 1.3.1 研究方法（量化研究+质化研究+创意编程实践） | 13 |
| 1.3.2 研究创新点 | 14 |
| 1.3.3 研究框架 | 15 |
| 第 2 章 系统论与生成艺术 | 17 |
| 2.1 系统论的相关研究 | 17 |
| 2.1.1 系统论的学科研究 | 17 |
| 2.1.2 系统论在生成艺术中的表现 | 18 |
| 2.2 技术系统与艺术系统 | 20 |
| 2.2.1 技术与艺术的共生关系 | 21 |
| 2.2.2 艺术主体下的技术侧重先例 | 22 |
| 2.2.3 更新技术升级艺术展示体验 | 23 |
| 2.3 生成艺术的含义与技术特性 | 24 |
| 2.3.1 生成艺术的公式化表达 | 24 |
| 2.3.2 生成艺术工具的功能进阶 | 25 |
| 第 3 章 生成艺术的自治/他治系统 | 29 |

| | |
|-------------------------------------|----|
| 3.1 生成艺术的自治系统 | 29 |
| 3.1.1 分形与二方连续 (纹样) | 29 |
| 3.1.2 随机与节奏韵律 (版式) | 30 |
| 3.1.3 遗传算法、人工生命与虚拟形象 (IP) | 31 |
| 3.2 生成艺术的他治系统 | 32 |
| 3.2.1 人为设定的行为指令 (简单的、个性的规则系统) | 32 |
| 3.2.2 人为构建的自治系统 (中观的、整合的规则系统) | 34 |
| 3.2.3 人为整合的序列算法 (复杂的、共性的规则系统) | 36 |
| 3.3 生成艺术视觉化的具体案例应用 | 37 |
| 3.3.1 思考输入与输出模态 (文本/图片/视频/语音) | 37 |
| 3.3.2 传统项目的生成艺术实例 (基础类型) | 39 |
| 3.3.3 创新课题的生成艺术实例 (文化服务) | 40 |
| 3.4 本章小结 | 42 |
| 第 4 章 系统论建构下生成艺术的设计思辨 | 46 |
| 4.1 生成艺术的讨论问题 | 46 |
| 4.1.1 特性共享不等于概念等同 | 46 |
| 4.1.2 人为规则把控概念抽象化的尺度 | 46 |
| 4.1.3 微创新的比较优先级、美的计算与群体认知的磨合 | 47 |
| 4.2 生成艺术的设计伦理 | 49 |
| 4.2.1 恒常变化性 | 49 |
| 4.2.2 真实性表现 | 50 |
| 4.2.3 自治话语权 | 52 |
| 4.3 生成艺术的设计基础概括 | 53 |
| 4.3.1 智能模式转变-HI&AI | 53 |
| 4.3.2 创作范式转变-UME 三种中心 | 54 |
| 4.3.3 内容方式转变-形意的“先验”和“后证” | 55 |
| 4.4 本章小结 | 56 |
| 第 5 章 生成艺术和创意编程项目实践 | 58 |
| 5.1 生成艺术的创意编程设计方法概述 | 58 |
| 5.1.1 编程工具 Processing | 58 |
| 5.1.2 编程组件以及节点拆解 | 58 |
| 5.2 生成艺术的创意编程设计方法创新 | 59 |
| 5.2.1 理解像素: 分布采样 (单元信息) 位图的特性 | 59 |

湖北工业大学硕士学位论文

| | |
|-----------------------------------|----|
| 5.2.2 理解分形：树形图（结构自相似）重复与生长 | 60 |
| 5.2.3 理解粒子系统：像素/向量的相变 | 60 |
| 5.3 生成艺术和创意编程项目实践「人机·人迹」 | 61 |
| 5.3.1 设定规则 自然规律和文本要求的语义重合 | 61 |
| 5.3.2 编写代码 单元零件和全部组件的功能整合 | 61 |
| 结 语 | 75 |
| 参 考 文 献 | 77 |
| 致 谢 | 82 |
| 附 录 | 83 |
| 附（一）发表文章 | 83 |
| 附（二）研究环节 | 83 |
| 附（三）生成器整理汇编（时间为优设网记录年份） | 87 |
| 附（四）参赛作品与实践 | 90 |

图表索引

- 表 1.1 1998-2021 年 GA 会议高频发文量研究 (论文/总件)
- 图 1.2 research rabbit 中重要作者的关联研究人员分布
- 图 1.3 研究创新点: 综合多个系统寻找交集
- 图 2.1 “人”的系统与“人造物”系统的非线性划分
- 图 2.2 “人”与“人造物”下属子系统的层级划分
- 图 2.3 生成产出模式对广义与狭义‘生成’的影响
- 图 2.4 “研究节点金字塔”与“技术艺术具体形态分支的汇总-哲学问题”
- 表 2.5 发展时代的技术代表与艺术功能
- 表 2.6 MANA 平台生成艺术在热门行业应用领域的计量
- 图 2.7 生成艺术流程图逻辑 (来自网络)
- 图 2.8 宏观/中观/微观的生成系统构成
- 图 2.9 使用 AnimeGANv3_ 双城之战 Arcane 风格转化 (来自 AIART 技术团队)
- 图 2.10 OpenPeeps 的手绘组件搭配式生成 (来自网络)
- 图 2.11 使用“强制联系矩阵”对关键词“头脑风暴”的图示分解 (来自网络)
- 图 2.12 DALL·E 基于维米尔画作的扩展生成 (来自网络)
- 图 3.1 曼德博集合、林德麦伊尔系统、科赫曲线、彭罗斯点阵
- 图 3.2 Collage with Squares Arranged According to the Laws of Chance (来自网络)
- 图 3.3 Autumn Rhythm (Number 30) 1950 (来自网络)
- 图 3.4 “纠缠的他物”和遗传生成 (来自网络)
- 图 3.5 Wall Drawing #815 连接墙面五十个点的所有线段 (来自网络)
- 图 3.6 Movement in squares_Bridget Riley (来自网络)
- 图 3.7 Schotter(Gravel stones)_Georg Nees (来自网络)
- 图 3.8 向量的引力模拟与粒子系统 (来自网络)
- 图 3.9 Prisma 风格化与 Memo Akten 的 Learning to see 项目 (来自网络)
- 图 3.10 GauGAN 风景图生成与 Wand 捏脸神器二次元形象生成效果 (来自网络)
- 图 3.11 Disco Diffusion 通过 Prompts 文本标签描述生成图像
- 图 3.12 GSK 药物生成品牌宣传与编程界面 (来自网络)
- 图 3.13 有效复杂性下的生成艺术自治系统 (来自 Philip Galanter 的理论研究)
- 图 3.14 用 Processing 对 MIT 标识的部分步骤还原

- 图 3.15 生成“自治”与“他治”系统的层次分解
- 图 4.1 Christoph Niemann 描述的“抽象标尺”（来自网络）
- 图 4.2 依据覃京燕_慕课 AI 赋能文化遗产_演示课件结合理解
- 图 4.3 数的物化与物的数化（来自网络 by.阿里云设计中心）
- 图 4.4 恐怖谷效应与邓宁克鲁格效应的线性比较
- 图 4.5 创意过程的“起承转合”（来自网络，作者添加中文翻译）
- 图 5.1 Processing 像素滤镜编程和实时图像捕捉
- 图 5.2 Processing 利用圆点分形的人像生成交互
- 图 5.3 Processing 粒子生成器代码与效果执行
- 图 5.4 「人机·人迹」用键盘控制创意单元调取 概念稿汇总
- 表 5.5 「人机·人迹」创意编程单元 No.25 代码执行过程以及释义
- 图 5.6 「人机·人迹」创意编程单元 No.25 效果比较
- 图 5.7 生命体&创意体进化过程绘制
- 图 5.8 O/C 法则秩序性/复杂性在艺术设计案例中的表现
- 图 5.9 分形 理解图示绘制
- 图 5.10 从‘分形’到‘形状语法’理解图示绘制
- 图 5.11 随机 / 对称 / 重复 / 拼贴 理解图示绘制
- 图 5.12 「人机·人迹 | GA·N 次方」作品展视觉折页设计
- 图 5.13 「人机·人迹 | GA·N 次方」作品展视觉物料设计
- 图 5.13 「人机·人迹 | GA·N 次方」作品展视觉效果设计
- 图 5.14、图 5.15 「人机·人迹 | GA·N 次方」作品展创意点周边设计
- 图 5.16 「人机·人迹 | GA·N 次方」作品展整体布置效果

第1章 引言

1.1 研究背景与意义

1.1.1 研究背景

迈入工业 4.0 时代后,关于智能设计、大数据云计算、混合现实等技术性问题的讨论愈发强烈,第四次工业革命更是模糊了物理世界、数字世界和生物世界的边界。“十四五”规划和 2035 年远景目标纲要提出,在类脑智能的前沿科技和产业变革领域,组织实施未来产业孵化与加速计划,谋划布局一批未来产业。以人工智能为代表的未来产业依托新科技的颠覆性突破和产业化,引领并创造新的消费需求,聚集催生新动力新业态新模式,并突破认知极限拓展新发展生存空间。

从 2020AI 元年到 2022AIGC 概念¹,AI 技术正在全面翻新设计教育,所表现出“跨学科项目”的综合平衡,在市场需求和现实项目中仍具有长足的增长力。中国科学院院士张钹教授在「人工智能与艺术创作」专题讲座中说明该领域已提出“问题分层求解”的理论²。(本文基于这一行为方法论对生成艺术展开研究)多学科设计师雪莉·卡巴巴 (Sheryl Cababa) 表示“好的设计基本上是跨学科的,这意味着在一个以设计为导向的公司里,所有的高管都将是设计从业者³。”因此,新生代的设计师基于势能风向和‘大变局’环境,需要在一连串迥异场景(自然生态-人文社会-数字世界)中扮演更具能动性 with 适应力的角色。

技术艺术的术语变化恒常存在,对于新生事物的传播存在一定阻力,同时对于“新”的界定又转瞬即逝,因此研究需要适时的自我质疑、再组织说服与反思总结。《奇点艺术》中,冯·诺伊曼、雷·库兹威尔、凯文·凯利、尤瓦尔·赫拉利等学者对理论定律解释,着眼当下艺术与技术的关系映射人(有机体)与技(无机机械)的关系,说明“开放视野”“接纳观点”“提升认知”与对现实的真实改造并不矛盾冲突,不同专业方向对生成艺术研究议题所呈现形态的解读也将成为其“话语权”的影响力。

生成艺术始自 60 年代往后连同计算机艺术/多媒体艺术/赛博艺术/数字艺术等

¹ AIGC 是继 UGC、PGC 之后新型利用 AI 技术自动生成内容的生产方式

² 清华大学美术学院艺术与人文系列讲座(第二季).人工智能与艺术创作
[EB/OL].<https://www.xuetangx.com/live/live20210318M001/live20210318M001/7415444/10506841>

³ 2021 设计马拉松即兴直播间 / Live Jam. Hanny Wijaya: Cultural Projects in Global Contexts[EB/OL].<https://meia.me/course/170175/?p=6709>

概念共同讨论，替换所造成的语义不一需要被系统化厘清，在已然模糊的边界中加以相对限制并分层讨论研究。生成艺术研究与其他艺术设计课题在微观背景的一致性，即从现代艺术到计算机视觉的文化后现代转向，表现出的多义与隐喻，非线性结构、复杂性范式、自适应系统与涌现机制这些特征的理解，在传统设计教育教学中的鲜有讨论，且随着新一轮 NFT 生成艺术的热潮，其本义的覆盖面与影响程度朝向“唯计算机论”的趋势发展，研究需要重申将生成艺术置为一个早于计算机艺术且不限于计算机艺术的主题。

1.1.2 研究问题

研究题目为“生成艺术在视觉传达中的系统性研究”，需要进一步解释的是——‘生成艺术’在这里是具备实践 a 和理论 b 两方面意义的。将它作为实践 a 来看，过往研究中所支撑‘生成艺术’的理论还包括复杂性理论⁴、自组织理论⁵等，所一并形成的复杂科学这样的体系模块（用 X 理论来研究生成艺术实践 a）。另一方面把它作为理论 b 来看，所获得的检索条目不乏运用到数字媒体/交互/服饰设计等方面，是艺术设计创意的一大重要方法论（用生成艺术理论 b 来研究 X 设计具体活动）。因此需要在具体语境和具体案例中进行辨析说明，规避混为一谈的理解歧义。同时生成艺术在学科领域内多个方向有所应用（环境艺术/产品设计/服饰设计等），本文将它圈定在视觉传达设计中聚焦，以防止研究议题宏大难以驾驭收束。

围绕生成艺术的论述可以通过推动其发展的理论问题来表现。乔恩·麦科马克 (Jon McCormack) 等人提出了以下最重要的问题⁶：

1. 机器能产生任何东西吗？与机器智能相关——机器能否产生新的、有意义的、令人惊讶的、有价值的东西：一首诗、一件艺术品、一个有用的想法、一个解决长期问题的方案？
2. 成为一台制造艺术的电脑是什么感觉？如果计算机可以产生艺术，从计算机的角度来看会是什么样子？
3. 人类的美学可以形式化吗？
4. 计算机使什么新的艺术形式成为可能？许多生成艺术作品并不涉及数字计算

⁴ 复杂性理论 (Complexity Theory) 是理论计算机科学和数学的一个分支，它致力于将可计算问题根据它们本身的复杂性分类，以及将这些类别联系起来。

⁵ 自组织理论 (Self-organizing Theory) 是关于在没有外部指令条件下，系统内部各子系统之间能自行按照某种规则形成一定的结构或功能的自组织现象的一种理论。该理论主要研究系统怎样从混沌无序的初态向稳定有序的终态的演化过程和规律。

⁶ McCormack J, Bown O, Dorin A, et al. Ten questions concerning generative computer art[J]. Leonardo, 2014, 47(2): 135-141.

机,但生成计算机艺术带来了什么新东西?

5. 生成艺术在什么意义上是具象的,它代表什么?
6. 随机性在生成艺术中的作用是什么?例如,随机性的使用说明了意图在艺术创作中的地位?
7. 关于创造力,计算生成艺术能告诉我们什么?生成艺术如何产生新的、令人惊讶的、有价值的人工制品和想法?
8. 好的生成艺术的特征是什么?我们如何对生成艺术形成更批判性的理解?
9. 我们能从生成艺术中学到什么?例如,艺术世界是否可以被认为是一个复杂的生成系统,其中包括许多不受艺术家直接控制的过程,而艺术家是分层的全球艺术市场中的生产代理人?
10. 未来的发展会迫使我们重新思考我们的答案吗?

对于上面提出的问题,作者再度结合自身学力主要研究第9条问题,其他的问题难以回答,但能够作为研究过程中的知识内涵、问题意识发散来实时思考相互佐证。

● 学术研究焦点问题:我们能从生成艺术中学到什么?希望解释或探索什么?

■ 问题1:怎样系统性地理解生成艺术?

- ◆ 研究主题和所在具体领域?哪一个标签最能描述我的研究?
- ◆ 生成艺术的社会现象本质是什么?感兴趣的是社会行动者及其行为;
- ◆ 自动化生成的社会现象在现实中表现为什么?
- ◆ “为什么是生成艺术”的发展型/机制型/因果型问题?

■ 问题2:生成艺术是不是将简单的问题复杂化?

■ 问题3:怎样系统性地实践生成艺术?

1.1.3 研究意义

生成艺术在早期学科壁垒坚固的情况下被艺术界不予接受,而当下背景采用计算机自主、自动化系统创作的作品,是这个时代最具有代表性的艺术形式。对这一新兴领域的研究有助于丰富其方法论、教学经验以及入门材料——**这是关乎当下主流创作形式个体适应力的问题。**

设备的普及性需要艺术家(设计师)开放思维,与计算机科学家和数学家的合作竞争中发挥主体建设性力量,更好引导人们对艺术创作语义的理解,去回答“谁可以创作、如何创作、生成怎样的形式”等问题。同时即便越来越多研究人员认识到生成性设计方法的重要性,受限于算法增长、人工生命、分形图像等都起源于数学问题,作为设计教育因其融合非传统专业知识带来跨学科挑战。

本文通过对生成艺术的发展概述、系统特性、设计规则等相关问题结合近 10 年来国内外理论与实践作品进行进一步的基础研究。生成艺术与人工智能艺术都伴随着跨学科的思维方式与实践协作,“生成艺术在视觉设计中系统性研究”课题适应新文科建设过程中的课程改革,旨在将现代信息技术融入视觉语言艺术化传达中,提供交叉学科学习环境,扩展学科知识、创新思维和领域底层逻辑的思辨能力。

研究生成艺术的世界观需要对应使用“创意编程”的方法论,在梳理自治与他治的创造系统后,对于信息的“编码”“转码”与“解码”,即在**艺术设计实践中培养的编程思维意识**,谋取智能时代下全栈式设计师的知识与技能。

系统化理解认知生成艺术所代表的复杂科学,构建艺术设计专业方向对计算机视觉信息传达渠道特性的诠释与解读。生成艺术创作目的即感受器交互方式的新体验,赋能数字化展示设计,基于参数化生成的物质能够覆盖更多样的输出结果,提供更为沉浸式的视觉冲击。

创意编程营造的艺术装置(大型激光装置、音画互动表演、商业空间艺术展等),在武汉双年展等不同规模的 GLAM(美术馆、图书馆、档案馆、博物馆)类文化记忆机构应用实践,展现了“熵”的诗意与数学之美,提供数字人文的研究参考。在未来数字化形式平面艺术作品的收集、保存、管理和服务会获得持续关注度,激增创新潜力。

1.2 研究现状

1.2.1 总体现状介绍

如果将自 1998 年开始的意大利米兰生成艺术会议(Generative Art International Conferences)作为生成艺术学术化研讨的起点,它所经历的历时变革还是相对短暂的,但这不影响欧美地区诸多院校(Eindhoven、Kassel、Ghent、Lethbridge)、项目实验室和“美学与运算”研究小组对这样自我革新思维方式的持续关注。国内院校如同济大学、天津大学、香港理工大学以及相关科研机构在同赛道接触已初具时间差,现搜寻到北京服装学院在网易公开课上明确标注开设《生成艺术与设计 Getting to know Generative Art and Design》这一课程⁷,华中科技大学蔡新元教授所指导学生团队也是较早一批从事相关理论与实践研究的对象。文献检索和综述关键资源,探讨生成艺术主题的核心议题包括“创作者(人和机器)的集合”“生

⁷ 北京服装学院:时尚媒体与趋势研究系列讲座-2.生成艺术与设计 Getting to Know Generative Art and Design - 网易公开课[EB/OL].<https://open.163.com/newview/movie/free?pid=MFJCOOCRT&mid=MFJCQCA4R>

成机制（自治系统规则）”“生成物模态与应用”，涵盖“复杂性”理论、“自组织”概念、“认知集合和分布代理”等观点。这一学科的认识论和本体论立场是“技术编程下‘元规则’生成物的产出形态”。

关于“生成艺术”近年来（2001-2021）的相关研究，作者在中国知网展开文献检索，在总库中共收录相关文献 949 篇，其中中文类期刊 564 篇，学位论文 157 篇，会议论文 19 篇；外文类期刊 127 篇，会议论文 5 篇。万方数据同样条件检索到相关文献 150 篇，剔除其中普通期刊，剩余核心期刊 33 篇，进一步限定“生成艺术”在“视觉传达方向”的相关研究精炼有效文献 16 篇。国内检索内容主要集中于对生成艺术应用领域、创作原则和方法的研究（知网-研究层次：应用研究 90 篇，技术研究 31 篇，应用基础研究 22 篇），对生成艺术概念和定义、价值与影响的研究相对较少（知网-研究层次：基础研究 2 篇，学科教育教学 2 篇）。

表 1.1 1998-2021 年 GA 会议高频发文量研究（论文/总件）（黄色为原始总稿数量在前十的作者，橙色为 11-20 排序的作者，这里以论文占比降序分布）

| 作者（论文占比排序） | 论文/ 总稿数 | 占比 | 作者 | 论文/ 总稿数 | 占比 |
|--|------------|--------|--|------------|-------|
| 玛丽-帕斯卡尔-科库夫 Marie-Pascale Corcuff (-) | 13/13 | 100.0% | 菲利普-科赫 Philippe Kocher (-) | 6/8 | 75.0% |
| 阿兰-利奥雷 Alain Lioret (-) | 10/10 | 100.0% | 恩里卡-科拉贝拉 Enrica Colabella (↓) | 24/38 | 63.2% |
| 菲利普-范-罗克 Philip Van Looke (↑) | 7/7 | 100.0% | 宇野达夫 Tatsuo Unemi (↓) | 9/16 | 56.3% |
| 莫莱斯-扎扎尔 Moraes Zarzar (↑) | 7/7 | 100.0% | 塞莱斯蒂诺-索杜 Celestino Soddu (↓) | 24/46 | 52.2% |
| 古伦-卡格达斯 Gulen Cagdas (↑) | 7/7 | 100.0% | 阿部善之 Yoshiyuki Abe (-) | 3/7 | 42.9% |
| 让-保罗-库奇亚 Jean-Paul Curchia (↑) | 7/7 | 100.0% | 丹妮拉-西尔布 Daniela Sirbu (↓) | 7/17 | 41.2% |
| 唐明晰 Ming Xi (↑) | 7/8 | 87.5% | 布里吉德-伯克 Brigid Burke (↓) | 4/11 | 36.4% |
| 翁贝托-朗科罗尼 Umberto Roncoroni (↑) | 6/7 | 85.7% | 阿纳-艾根费尔特 Arne Eigenfeldt (-) | 2/7 | 28.6% |
| 乔纳塔斯-曼佐利 Jônatas Manzolli (-) | 8/10 | 80.0% | 斯拉沃米尔-沃伊茨基维茨 Slawomir Wojtkiewicz (-) | 2/8 | 25.0% |
| 菲利普-加兰特尔 Philip Galanter (-) | 15/19 | 78.9% | 安吉拉-费拉伊洛 Angela Ferraiolo (↓) | 2/9 | 22.2% |

对于后者的一种解释是——研究生成艺术本身即是一个宏大的问题，其中含义重合、概念多样需要多方辩证才能够加以明晰。从国内现有学位论文的题目上《生成艺术研究》（吴晨婧，2020）《生成艺术理论研究》（焦成路，2013）可见一斑。研究者们难以从传统具体的艺术创作形式将它抽离出来予以绝对鲜明的定义，其他躬耕于这一领域方向下具体的应用转化，无论是交互装置、页面网站、新媒体展演需要另作归纳不能够混为一谈。

国外对其在教学方面的研究早在 20 世纪初已有先声，包含子课题的研讨、图示化理解模型等，在国内的相关实践从文献发布结果来看仍具有较大的增量空间。本文主要搜集意大利米兰生成艺术会议（Generative Art International Conferences）始自 1998 年截至 2021 年的历届文章⁸，总计 1190 条记录，其中论文 891 条，设计 299 条。综合文献被引情况和研究方向精炼文献 15 篇，境内投稿单位以同济大学为主。如表 1.1 所示，本文对总投稿数和论文占比重新排布研究者顺序，并主要追踪了菲利普·加兰特尔（Philip Galanter）对生成艺术的研究。

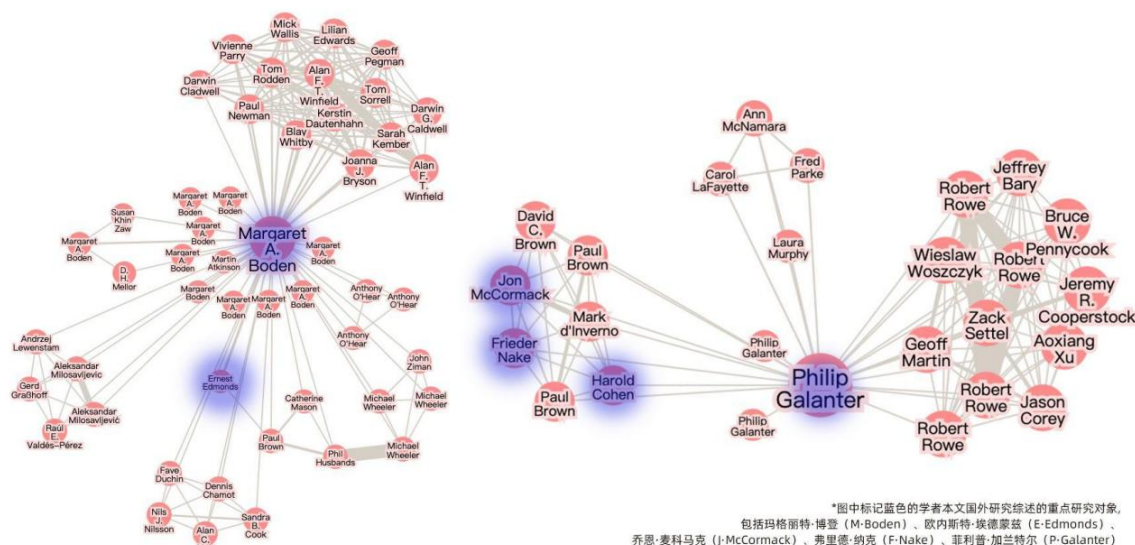


图 1.2 research rabbit 中重要作者的关联研究人员分布 (以 Philip Galanter 和 Margaret Boden 为中心)⁹

如图 1.2 所示，经由 research rabbit 搜索，在视觉图像这一方向还可以收集以下理论与实践的研究者——包括玛格丽特·博登¹⁰、弗里德·纳克¹¹、安德斯·霍夫¹²、

⁸ 米兰生成艺术会议官网[EB/OL].<https://generativeart.com/>

⁹ 研究兔子文献检索[EB/OL].<https://www.researchrabbitapp.com/home>

¹⁰ 玛格丽特·博登（Margaret Boden），英国认知科学家和哲学家，最早人工智能研究者之一，计算机艺术先驱之一

¹¹ 弗里德·纳克（Frieder Nake），德国计算机艺术家和学者，生成艺术的前驱之一，研究涵盖了生成艺术、图

凯西·瑞斯¹³、戈朗·莱文¹⁴、约书亚·戴维斯¹⁵等拥有在生成艺术领域的卓越成就和贡献，对于推动生成艺术的发展和应用具有重要意义。

1.2.2 研究角度分类

现有的研究综述揭示了生成艺术作为一种新兴的艺术形式在视觉传达领域的潜力和挑战，并为研究者和艺术家提供了一些基础知识和技术。本文这里将庞杂巨量头绪繁多的内容分为外部研究和内部研究两个部分撰写。

1.2.2.1 外部研究

1) 生成艺术的创造力探讨：关于“组合式”“探索式”“变革式”的人为创造力借由人工智能来模拟，而计算机是否能够真正具备创造性尚属于哲学问题¹⁶。创造力是风险和潜在回报都高的研究课题，需要鼓励通过多学科深入的纵向案例研究来评估创意支持工具，优化智力资源搜索，反馈评估方案，改善不同身份角色协作模式¹⁷。生成艺术代表的即是计算机科学、HCI、生物学、艺术学相关的学科间的桥梁，也有学者认为目前计算美学仍是未解决的问题¹⁸，人类艺术创造力通常包括自我批判的方面，只有当计算机系统既具有生成性又具有自我批判时，它们才值得被视为真正的创造性¹⁹。升维生成艺术代表创造力的研究，前田约翰 (John Madea) 专著《简单法则》概述了应用至产品到家具陈设构想上的规则，重点在于规则能够单独运用也可搭配分层，这对我们了解接受复杂事物是一种创造力启发。凯瑟琳·海尔斯 (Katherine Hayles) 曾在 2021 上海 aai 艺术与人工智能国际论坛发表题为《谁是艺术家？认知集合体和分布式代理》的演讲²⁰，‘Cognitive Assemblages’这一概念让对回答“谁是创作者”的问题有了更广泛的解释，同理，具备个体差异性的认知集合体让“生成艺术”“人工智能艺术”在每个人心中都

形设计、计算机辅助绘图和计算机美学等领域

¹² 安德斯·霍夫 (Anders Hoff)，挪威艺术家和程序员，是 Cinder 和 openFrameworks 等开源软件的贡献者之一，作品包括生成艺术、数据可视化和计算机图形学等

¹³ 凯西·瑞斯 (Casey Reas)，美国艺术家和程序，Processing 软件的共同创始人之一，作品包括生成艺术、交互式媒体和计算机程序等

¹⁴ 戈朗·莱文 (Golan Levin)，美国艺术家、设计师和教育家，艺术科技学院 STUDIO for Creative Inquiry 创立人，作品同样涵盖了生成艺术、交互式媒体和数字媒体等领域

¹⁵ 约书亚·戴维斯 (Joshua Davis)，美国艺术家和设计师，以他涵盖数字艺术、品牌设计和交互式媒体等领域的生成艺术作品而闻名

¹⁶ Boden M A. Computer models of creativity[J]. AI Magazine, 2009, 30(3): 23-23.

¹⁷ Shneiderman B, Fischer G, Czerwinski M, et al. Creativity support tools: Report from a US National Science Foundation sponsored workshop[J]. International Journal of Human-Computer Interaction, 2006, 20(2): 61-77.

¹⁸ Galanter P. Complexity, neuroaesthetics, and computational aesthetic evaluation[C]//13th International Conference on Generative Art (GA2010). 2010.

¹⁹ Philip Galanter M F A. XEPA: Color And Pattern Algorithms For Intelligent Light Sculptures[J]. GENERATIVE ART 2013, 204.

²⁰ aai 艺术与人工智能国际论坛 2021 / aai International Conference on art(ai)[EB/OL].<https://www.manamana.net/live/liveDetail?id=43#!zh>

有不同的分布式理解。作者认为这样研究是具备认知层面意义的，它也进一步刺激了本文系统性研究生成艺术的写作启示。

2) 生成艺术的实践性反思：生成艺术的本质不是任何的材料而是过程的利用，在艺术史上可以被称为“真实到过程 Truth to Process”。过程即是每日俱增的，在名词和动词转化中，生成艺术一并生成系统本身应该给观众一种动态感，创造活动的美学，以及内在美的“真实到过程”²¹。乔恩·麦柯马克（Jon McCormack）也曾提出研究十问，在于如何激发“生成艺术作为艺术实践有趣之处”富有成效的批判性讨论，同时如何将其与其他实践区分出来，以及未来可能的技术对其作为一种创造性方法论的影响。因为生成艺术的学科和媒介超越了传统的美术界限，使得优点和困难双向俱增——不受个人科学关注、论述和趋势的限制，同时缺乏传统艺术运动的哲学、艺术和批判谱系²²。“生成艺术基于系统的本质”“如何导致复杂性科学的应用”“反作用促成复杂性理论²³的完善”，作者逐年扩展对复杂性理论的探讨，关注生成网络、文化循环以及后现代观念²⁴。作者之死的解构让我们重新审视“人+机器/生成系统”的创作主体，以及人使用系统生成产出的合理性，具有重要意义。

3) 生成艺术的研究性问题：加兰特尔注意到“生成艺术通常被认为是计算机艺术的一种形式”，但他反对这样的界定——生成艺术不是局限于数字手段的实践，因为早在古代利用对称、平铺和图案等基于系统的实践已然产生，是早于计算机发明产生前使用生成系统的²⁵。它所展现的“面”仅仅是语意集合在当下（信息时代/智能时代/计算机时代）所表现出的“技术和艺术结合体”，未来随着新的势能、时代划分仍会改变外在看到的‘物化’存在。这些问题适用于数字和非数字的生成艺术、过去现在和（希望）未来的生成艺术、有序无序和复杂的生成艺术。问题包括“作者问题意图”“唯一性”“真实性”“动力学”“后现代性”“地方性、规范性和可延展性”“创造力”“意义”可以划分生成艺术和非生成艺术²⁶。“复杂”的概念被应用于对艺术对象和事件的审美感知（描述某艺术特性

²¹ Galanter P. Truth to Process-Evolutionary Art and the Aesthetics of Dynamism[C]//International Conference on Generative Art. 2009.

²² McCormack J, Bown O, Dorin A, et al. Ten questions concerning generative computer art[J]. Leonardo, 2014, 47(2): 135-141.

²³ 复杂性理论（complexity theory）是理论计算机科学和数学的一个分支，它致力于将可计算问题根据它们本身的复杂性分类，以及将这些类别联系起来。

²⁴ Galanter P. Complexism and Generative Network Theory in the Arts and Humanities[C]//International Conference on Generative Art. 2015.

²⁵ Galanter P. Generative Art after Computers + artwork: TSP Analytics: solver[C]//International Conference on Generative Art. 2012.

²⁶ Galanter P. Artificial intelligence and problems in generative art theory[J]. Proceedings of EVA London 2019, 2019: 112-118.

是‘复杂’的), 但关于艺术的复杂性概念已经落后于复杂性科学提供的新范式²⁷。跟进新现代的复杂性概念可以整合和改进旧的美学理论, 这可能是改进计算美学评估的道路开始的地方。

4) **生成艺术计算机软件操作:** 模型对图像的任意执行和应用无法获得令人感到有趣的艺术, 且艺术性会随着使用量的增多而减少 (类比“爆款”给人的抵触感), 工具的使用在于本身自带或能够更新模拟元素以获得独特的视觉效果²⁸。生成艺术的非物质特征、抽象的编码概念形式、自然界的模拟与表达、以过程特性来定义不确定的图形。专属艺术家和设计师的程序语言 Processing 进行现代数据视觉化和信息设计并向其他商业领域拓展²⁹, 同时技术性语言泛滥需要创作者具备代码意识平衡好美学与运算。通过连接 Kinect 体感设备与 Arduino 开源电子原型平台等, 增效实现更为丰富的传达效果与感官交互可能性³⁰。

国外集中对 Processing 为代表的工具书介绍³¹。这部分内容侧重使用具体软件做“生成艺术”的过程性说明, 不做逐一赘述。另外尽管实践上 Processing 所表现的商业化水平程度不及新生的 TouchDesigner、openFrameworks 等工具, 但调研反馈意见一致认为它是能够最快上手理解代码的入门型编程语言。

除了业内一些普遍软件, 新的工具也在被开发者研制设计。一个基于生成设计的视觉设计工作流程改善方法已被提出, 并通过该方法具体设计了一种智能化视觉识别设计工具集平台。即运用深度算法训练多种针对视觉识别设计流程的生成设计模型, 并整合成一款工具集式 PC 端应用程序³²。

5) 生成艺术具体方向设计实践:

计算工具的不断新生, 在建筑领域、海报设计领域、影视包装领域的广泛应用, 让‘美的功能性设计和策划’暴露在自动生成、辅助拓展创造的高维度优势下像是一个副产品³³。在计算机图形学领域、音乐创作领域、工业设计领域的应用, 已有文献逐一进行了技术展示和配套案例。对于艺术家而言, 编写代码的能力难以匹敌, 生成艺术与传统计算机的密切联系, 因此开发专用生成软件成为生成艺

²⁷ Galanter P. Complexity, neuroaesthetics, and computational aesthetic evaluation[C]//13th International Conference on Generative Art (GA2010). 2010.

²⁸ 杰森·贝利, 支良, 向帆. 从 FLASH 到神经网络的生成艺术工具[J]. 装饰, 2021(5):66-73

²⁹ 郭开鹤. 计算机生成艺术在图形世界中的意义[J]. 美术观察, 2012(12):124-129.

³⁰ 陈桢, 陈媛媛. 基于 Processing 的新媒体生成艺术交互设计实验研究[J]. 艺术科技, 2021 38(10):4-6

³¹ MIT 出版社的《Processing: A Programming Handbook for Visual Designers and Artists》, 凯西·瑞斯 (Caesy Reas) 和本·弗莱 (Ben Fry) 合著的《Getting Started with Processing》, 马特·皮尔森 (Matt Pearson) 专著《Generative art: a practical guide using Processing》, 丹尼尔·希夫曼 (Daniel Shiffman) 专著《The Nature of Code》《Learning Processing》, 伊拉·格林伯格 (Ira Greenberg) 专著《Processing: Creative Coding and Computational Art: Creative Coding and Computational Art》, 国内学者谭亮编著的《Processing 互动编程艺术》等

³² 翁雨昕. 基于生成设计的视觉识别平台研究[D]. 东南大学, 2020

³³ 张康, 樊桢宝. 计算美学中的生成技术与美学度量[J]. 装饰, 2018(3):47-49.

术研究大众化传播必不可少的议题³⁴。专用的生成软件也再度让位于视觉化呈现效果，将代码组件为手动调控的滑块或修改的参数，以生成器的产品形式让使用者唾手可得。尽管和视觉传达方向弱关联，已有文献从技术和设计两个因素出发，分析对比总结了诸多产品所涉及的具体方法（CAD 参数化、进化计算、形状文法等）。其“人机交互方式对设计范式转变”的翔实相关描述整理，提供了大量的术语便于后续创新型研究³⁵。在视觉展会识别领域中，以“AGI 在高校·江南大学展”的项目设计实践，在经过研究者对比国内外生成艺术后，发掘出新的品牌角度——具体表述为“结构层体系化构建、应用层互动化表达、战略层可持续建设”的 SIS 策略³⁶。

信息层级是视觉传达的核心要求之一。信息可视化、数据挖掘和图形设计等方式，被用来更好地理解数据，但作者认为特定问题的解决仅适用于细分领域，而复杂数据的问题长期未能解决³⁷。生成艺术的简化和图解——关于“信息美学”的变革尝试尚未停止，以信息论、符号论和传播学理论为基础的研究在设计师和艺术教育家群体中获得一定影响力³⁸。在数字生成艺术实践中，最有效的方法之一是使用遗传算法和进化计算。所涉及遗传学和自然选择在生成艺术中通常被认为是隐喻性的。旨在探讨基于基因的生成艺术，需要辨别这样的创作形式是否仅为模拟，又是否真实创造其他复杂化过程的本体论对等物。不能被计算机主宰下的力量所左右，生成艺术置于非计算机形式上的哲学讨论更为严谨，像生化、机械的生成系统就是它们的 DNA 本身，因为生成机制就是存在事实³⁹。

1.2.2.2 内部研究

1) **生成艺术的自治系统**：所谓生成艺术很大一部分在于“使用自主系统”，即通常具有自组织特征的非人类系统，或借鉴生物、化学，用算法模拟这种自组织过程。研究认为大脑功能等自组织神经学是一个强有力的假设，特别是在视觉感知方面，进一步引发在抽象作品中对想象、灵感、随机性、美和秩序的刺激⁴⁰。聚焦视觉艺术中人工创造力理论和控制理论之间的交叉点，重点介绍基于**进化计算 (Evolutionary Computation)** 的方法。通过绘制进化论、创造力、视觉艺术和设计中基本概念，推进视觉设计的人工发展框架，映射概念的正式化，让生成方法

³⁴ 张昆,张松林. 论生成艺术的性质及应用[J]. 计算机工程与应用,2006,42(20):47-50.

³⁵ 刘永红,黎文广,季铁,等.国外生成式产品设计研究综述[J].包装工程,2021,42(14):9-27.

³⁶ 郁沁林.生成艺术在视觉识别中的应用[D].江南大学,2021

³⁷ Fry B J. Computational information design[D]. Massachusetts Institute of Technology, 2004.

³⁸ Nake F. Information aesthetics: An heroic experiment[J]. Journal of Mathematics and the Arts, 2012, 6(2-3): 65-75.

³⁹ Galanter P. THE ONTOLOGY OF GENERATIVE ART, INFORMATION, AND UNIVERSAL DARWINISM[C]//24th International Conference on Generative Art (GA2021). 2021.

⁴⁰ Corcuff M P. Self-Organization and Generativity[C]//International Conference on Generative Art. 2019.

探索更多创造性选择⁴¹。自治系统或“自组织系统”(self-organization)是众多生成系统之一,包含生成艺术的本源界定的讨论,说明不同于传统的艺术形式而是一种基于系统理论的艺术。它成为创造艺术作品的直接主体,而艺术家通过构建系统来“得到”作品⁴²。

2) 生成艺术的子概念总结:曼德博的工作让我们接触到自古存在的分形(Fractal),是模拟自然创造美丽图像的好工具,它是一系列创造性人工存在的延续,且最近研究集中在艺术和科学轴边缘的自然艺术上⁴³。程序化建模-形状语法(Shape Grammar)的设计语言被应用到设计过程中,是生成设计方案的特殊操作序列。在唐明晰教授带领的研究中,他将设计转换表述为“过程中使设计向预期状态发展的工具”,生成机制可以看作“动态管理转换过程的工具”⁴⁴。玛丽·P·科库夫质疑“形状语法”和所谈论19世纪的“语法”之间的相关性,据其考证早在20世纪,乔治·斯蒂尼和詹姆斯·吉普斯在1971年引入的“形状语法”与“语法”一词相遇。文章主题之一是检查形状语法和一般生成模型是否预示着以前的语法,企图探寻布尔戈作品中生成过程的前提⁴⁵。当人们提到当代艺术时,最常用也最具争议性的术语就是“随机性(Randomness)”。客观定义随机性、无序性、复杂性、熵这些术语,并面对他们的现实用于对其感知可能性的衡量。使用随机性并非仅图生成的方便,在部分实验中也是过程演变的条件。因为有序配置是一成不变没有进化困难的,而在过程当中加入少量随机/无序就足以扰乱稳定性⁴⁶(这就是随机分形和随机L系统在图示中的对应表现)。“随机性”在数字生成艺术中的运用,以满足惊喜的需要和增强与观众的互动。创作者、观众和作品之间的身份也在随机转换,动态运行无限地外扩着生成艺术能够诠释的本义⁴⁷。“混沌(Chaos)”也已经被讨论为一种生成系统,能够产生形式和时间有序的不可预测事件。它不同于埃尔斯沃思·凯利(Ellsworth Kelly)、约翰·凯奇(John Cage)和威廉·巴斯勒(William Burroughs)等艺术家使用的简单随机系统,具有一定自身结构,是从流体动力学和生化系统表现出的混沌行为。艺术家汉斯·哈克(Hans Haacke)在1963年推出名为“天气立方”的作品即是艺术与物理以及社会系统兴趣碰撞的

⁴¹ Sirbu D. A Framework for Artificial Creativity in Visual Arts[C]//International Conference on Generative Art. 2011.

⁴² 王振飞. 基于复杂理论的生成艺术[J]. 美苑, 2012(2): 34-36.

⁴³ Lioret A. Fractal Being[C]//International Conference on Generative Art. 2017.

⁴⁴ Tang M X, Cui J. Supporting product innovation using 3D shape grammars in a generative design framework[J]. International Journal of Design Engineering, 2014, 5(3): 193-210.

⁴⁵ Corcuff M P. Snowflakes, Grammars, and Generative Processes[C]//International Conference on Generative Art. 2016.

⁴⁶ Corcuff M P, Munch R, Rannou G. Randomness, (Dis) order and Generativity[J]. Generative Art 2014 Proceedings, 2014: 230-248.

⁴⁷ 廖文锦, 关淑. 数字生成艺术创作中的随机性[J]. 科技传播, 2019, 11(13): 89-90.

证据⁴⁸。干介质和“算法复杂性”的计算框架内的处理到无限和“有机复杂性”，通过在意识场中导航。这一艺术愿景通过一系列基于“再现”“处理”和“生成”三个原则的实验性创意项目得到验证，这三个原则通过在计算机系统中重新处理和再生艺术品来重新创造艺术品。连接、沉浸、互动、转换、涌现——“算法复杂性”与“有机复杂性”的意识问题成为后续生成艺术的关键性描述和研究讨论⁴⁹。

就生成艺术的粗略历史而言，进步往往遵循对特定文化中系统的一般理解。简单的高度有序的系统，如网格、瓷砖和对称，是制作生成艺术的第一个系统。直到 20 世纪，高度无序的系统才被约翰·凯奇和威廉·巴勃斯等生成艺术家大量使用。然而，在当代生成艺术中，生成艺术界最感兴趣的主要是自然激发的复杂系统。

1.2.3 文献总结评述

跨学科交叉概念纷繁，容易陷入“用概念解释概念”的黑话陷阱——在当前国内外对此议题的理论或实践研究中，生成艺术形态对交叉学科技术的借用极为广泛（见图-3：中观生成艺术系统“想法”的起始点位置）。这一趋势随着摩尔定律作用下计算机爆发式增长不断缩短对新生事物的周期性界定，大量术语和概念的充斥给传统专业意义上的研究者带来前所未有的挑战，同时在应对陌生的概念时，不全然“百度式”的信息堆砌，抓住研究关键点，建构好结构，结合研究者的身份、优势、甄别意识和思辨能力，形成新的研究脉络是重要且有意义的。

缺乏代表节点的系统化归纳，不同专业背景下对生成艺术的介入难易度不一——艺术形态的“流变”、技术形态的“突变”和设计思维的“演变”，在研究中既成为我们看到“外在视觉”的表象，又暗含映射我们期望探索“内在逻辑”的诱因。当生成性的工具被人为设定好，预处理的功能就已然限制使用者特定想法的实现了。在不考虑非计算机专业研究人员学习成本的情况下，从图形语言到算法代码的推导仍然有限，仅使用效果进行转换，缺乏演绎-归纳的系统性理解。

此外一个眼下的实况是由于 NFT 生成艺术的火热传播，部分信息在标题和内容的撰写上人为“狭隘”了生成艺术的本义——NFT 生成艺术这一话题性和现象级的“能指”，显然难以等价生成艺术的全部“所指”，它所蕴含的，连同现在本文所写的，都是生成艺术“意义集合体”的棱镜一面/冰山一角。停留于计算机领域会加剧“生成所属”的误解，因此需要立足于一定系统被整合理解，接受新课

⁴⁸ Galanter P. Heavy Weather: Meteorological synchronicity in art and science and the aesthetics of chaos[C]//International Conference on Generative Art. 2016.

⁴⁹ Banerjee T, Lioret A. re-prOCesS.iN_(g)_ene/Rate[roman_opalka]: GENERATING A SEQUENCE OF NUMBERS IN A LINEAR PROGRESSION AND THE STUDY OF A SIMPLE SYSTEM IN A DIGITALLY DRY ENVIRONMENT[C]//International Conference on Generative Art. 2020.

题并启发开悟而非直接的转化教学。

1.3 研究内容

学者对“生成艺术”的定义中自治“系统”是理解生成艺术呈现形态和创作过程的关键。面对学术意义越大的选题，越需要研究性阅读，即文献研究法，同时整理桌面与田野工作的各种结构化（学者、发文数量、研究场域等）与非结构化信息（难以被封闭式回答的内容），对应定量与定性研究。围绕生成艺术这一主题在视觉传达方向的图像生成，本文的研究创新点——在于对生成艺术的“内核规则”（系统）放在系统论的中观理论层面内进行补充整理。

1.3.1 研究方法（量化研究+质化研究+创意编程实践）

| | 类 型 | 方 法 | 技 能 |
|------|------|------|-----|
| 桌面工作 | 定量研究 | 个案研究 | 文 献 |
| | 定性研究 | 行动研究 | 访 谈 |
| 田野工作 | 定量研究 | 实验研究 | 观 察 |
| | 定性研究 | 调查研究 | 问 卷 |

桌面工作：生成艺术的产生、发展、演变过程的纵向历时研究（选择在不同时间点上收集文献和实物资料来描述生成艺术及设计思维的发展变化，对涉及相关创新应用概念、理论方法、物化原则等各个层面具体拟解决问题）；学习 Processing 全能开发对生成艺术的实验研究；如何响应艺术技术结合趋势更新选题的行动研究。

1) 定量研究：包括主题代表学者文献量的分析；主题场景应用的热力图统计量化分析；百度指数搜索与 DiVoMiner 文献计量

2) 定性研究：对生成艺术所包含的层层分级进行人为架构的解释性研究；个案代表的描述性研究

田野工作：生成艺术在国内实践代表——上海倩恩教育科技有限公司 OFCOURSE 创意编程课程老师访谈；自填式问卷发放回复率及代表性的判定。

1) 定量研究：学生对艺术与技术当下形式的敏感度，编程学习的卷入度与渗透度，生成艺术概念的传达程度等。定量在过程中辅助演绎推理，对潜在问题的问卷和实验量化资料收集，以态度量表数理统计方式验证研究前后效果。

2) 定性研究：受众行动特性、认知感知与偏好程度在当下时间节点下的横向

截面研究。

1.3.2 研究创新点

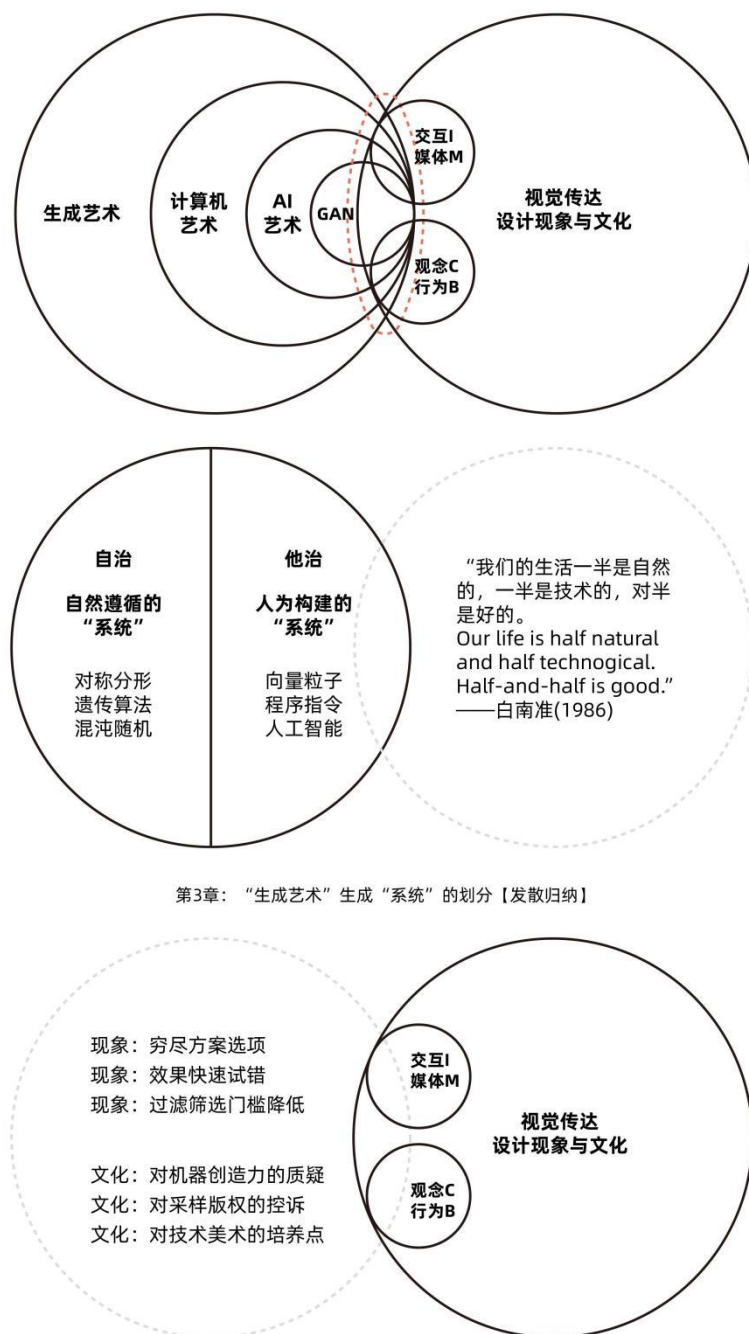


图 1.3 研究创新点：综合多个系统寻找交集

视角创新：运用系统论的研究视角，剖析表层概念下的外部和内部指向，联

系生成艺术上游的复杂科学以及下游的变体应用，全方位辨析宏观/中观/微观的生成系统，分解了“自治系统”的物化圈层，并结合案例说明，改善了过去文章因为题材新颖界定模糊造成的指代不清问题。

技术创新：作者系统学习创意编程工具，通过手写代码的方式来进行图像/图形的生成式创作。实践适应当前 AIGC 趋势下的研究主流，并反思保留以人为单位创作者的本体控制力。对视觉传达中图像生成的传统问题给出新的创作路径，以新的变量因素（键鼠硬件控制、生物信号读取、文字条件满足等）影响图像/图形的信息表达。

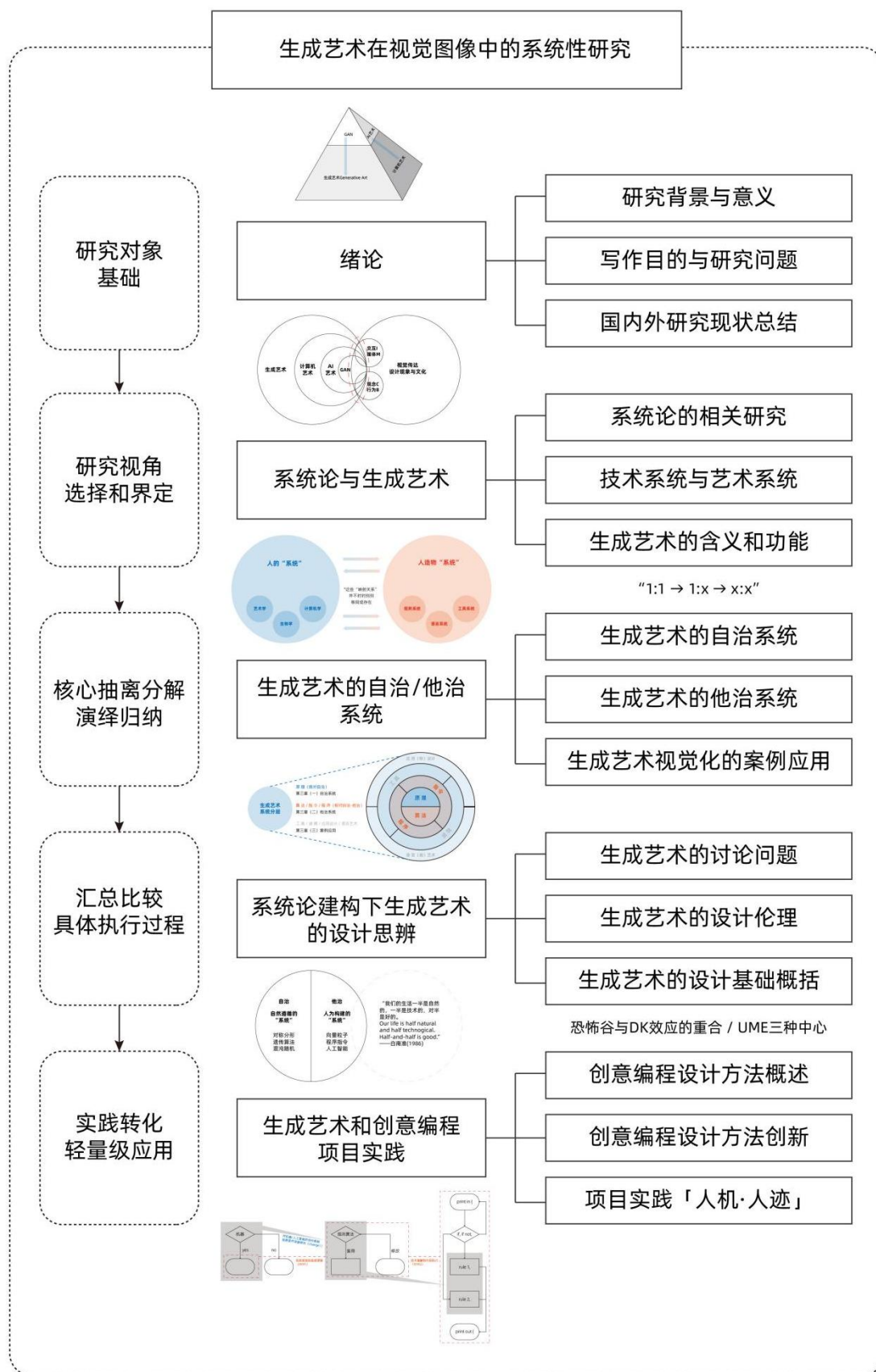
1.3.3 研究框架

第一部分：第二章解释研究视角——系统论与生成艺术，关联系统论的相关研究，映射到生成艺术自动生成“系统”的字面含义，从技术系统和艺术系统两方面匹配关键节点，作证研究的内在逻辑，系统解读生成艺术的含义流变以及技术特性。

第二部分：第三章分解研究核心——生成艺术的自治与他治系统，二分自动生成“系统”的规则与逻辑，具体演绎随机分形、遗传算法、向量粒子、行为指令、人工智能的方式，结合具体案例从呈现出的模态层面对照理解。

第三部分：第四章整合比较具体方向——系统论建构下生成艺术的设计思辨，对上述分散的节点整理归纳，就视觉传达的现象与文化，尝试探索其设计伦理与创新本质，回答生成艺术的问题讨论，并对个体在新议题中的适应力培养进行自主性反思。

第四部分：第五章项目转化应用——生成艺术与创意编程实践，从概述、创新应用、环节步骤等角度，联系 OFCOURSE 生成艺术课程对微观概念和具体项目实际应用展开流程化执行。图示具体研究框架如下：



第2章 系统论与生成艺术

2.1 系统论的相关研究

2.1.1 系统论的学科研究

系统论和信息论、控制论在国内被合称为老三论（尽管国内学者陈平教授对“金观涛、刘青峰编著《走向未来》中‘老三论’和‘新三论’被尊为中国标准的复杂科学的解释”持有不同意见）。它由理论生物学家路德维希·冯·贝塔朗菲（Ludwig Von Bertalanffy）所倡导，以关注逻辑和数学领域的科学为出发点，发散至各个学科，从[系统层次主要阶层非正式一览表]⁵⁰中试图联结不同系统中共同语言和术语，总结出能够用于一切系统的普适性原则，用传播学的概念来说，即寻找“共通的意义空间”⁵¹的过程。具体表述为将事物当作一个整体或系统去研究，强调整体与局部、局部与局部之间的关系。

与老三论相对应的“新三论”包括勒内·托姆的“突变论”、赫尔曼·哈肯的“协同论”与普里戈金的“耗散结构论”。本文提到这些是因为其中的“拓补学语言”“自组织理论⁵²”“随机无序”会不同程度出现在生成艺术作品的创作理念中（在1.2.2国外研究现状中有所提到）。2001年会议论文《生成设计教学》⁵³也简明扼要地说明了对于生成性工具箱的教学更应以广度而非深度来介绍。

“系统”在生物学中出现在有机体的结构层次链条上——细胞→组织→器官→系统（植物没有对应）→动物体/植物。在这样的层级链上，‘系统’的上游是多个‘器官’按照一定‘程序’排列在一起，能共同完成一项或多项生理活动的结构（作者认为这里的‘程序’就是生命体自带的遗传DNA，类比到生成艺术的自治系统中最复杂的基因系统/进化计算）。同时对于任何“系统”而言——动植物会死亡、工业机器会报废、程序像素会损坏、智能数据会入侵/丢失，这些无序性损耗对于人的感受阈值可能是漫长的，但在时间序列上，受自然生成或人为创

⁵⁰ (美) 冯·贝塔朗菲 (Von Bertalanffy, L.) 著; 林康义, 魏宏森译. 一般系统论 基础、发展和应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 1987.06.

⁵¹ 郭庆光著. 传播学教程[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2011.04.

⁵² 自组织理论 (Self-organizing Theory) 是关于在没有外部指令条件下, 系统内部各子系统之间能自行按照某种规则形成一定的结构或功能的自组织现象的一种理论。本文意指创作者系统、自治系统与生成物系统 (包括图像和生成图像的规则机制)

⁵³ Fischer T, Herr C M. Teaching generative design[C]//Proceedings of the 4th Conference on Generative Art. Milan: Politecnico di Milano University, 2001: 147-160.

造的影响，我们亟须了解研究这一系统以合理化的方式对抗熵增⁵⁴。

在设计学科领域，乌尔姆产品系主任汉斯·古格洛特在 20 世纪 50 年代即对应提出了“系统设计原则”，以高度秩序化的设计整顿混乱的人造环境，通过将纷乱的个别物体置于相互联系的环境中，人为构建物体和环境的组织使之具有关联性和系统性。高度秩序化即人为‘规则’的制定，当‘规则’具备普适性和影响力后，它就被抽象为一种‘程序’或‘行为范式’，在这种规则执行下切分的模块相对独立又普遍联系（类比设计项目的进展划分“调研”“设计执行”“效果评估”；作品集制作按照“方法论解释研究”“概念桥接”“落地”等工作流）。

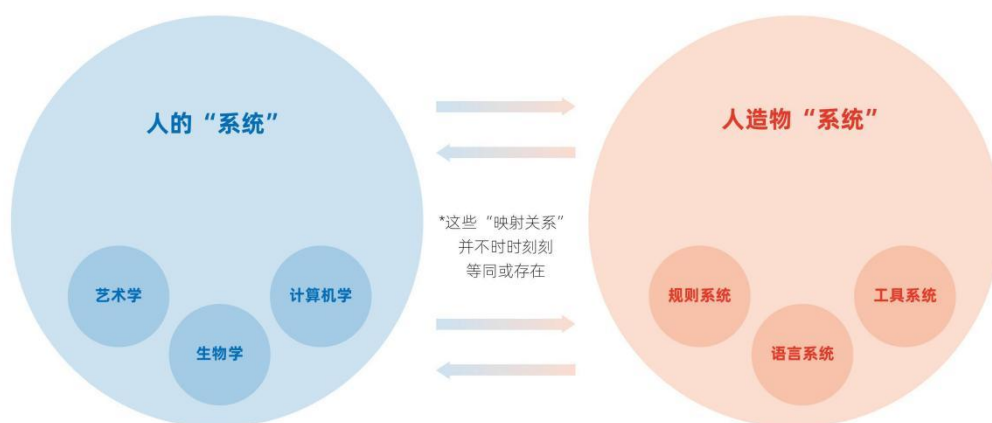


图 2.1 “人”的系统与“人造物”系统的非线性划分

本文划分了“人的系统（author）”和“人造物系统（generator）”两个部分（图 2.1），依据不同的学科专业将‘人的系统’与‘人造物系统’分解为对应的子系统，需要提醒的是——现实环境的动态变化让图示所呈现的“映射关系”（从蓝色集合到橙色集合的子系统）并不是时时刻刻等同或存在、能够非常准确地逐一对应的，比如“人可以拥有多重身份，既是程序员也是艺术家，他对艺术和技术的第一性问题在个体成长的时间阶段上有不同的回答，所开发的工具/规则系统能否兼容不同的程序环境或为外界所接受”都是需要注意的问题。

2.1.2 系统论在生成艺术中的表现

本文溯源系统论并在此构建下研究生成艺术，是因为在后者的传播过程中，鲜明地强调了“自治性系统”这一特征。本文在第三章「生成艺术的自治/他治系统」将结合具体案例应用来进一步解释不同规则系统的生成逻辑。

⁵⁴ 熵和长度一样是一个量化指标，用来测量对象的无序性，如健康有活力的结构细胞有序，反之破败而衰老的则无序。熵增定律则反映了物质无论处于怎样的运动状态，熵只会越来越大，变得越来越混乱无序。

从代表学者对生成艺术的定义来看：克里斯蒂诺·索度将其表述为“它是作为人工事件的遗传代码实现的思想，能够产生无尽变化的动态复杂系统的构建。”艾德里安·沃德则称其“非严格由机器或计算机的自动化，或使用实用指令来定义艺术执行的规则。”在众多的国内外现有研究中，菲利普·加兰特尔的陈述仍是被引量较高的观点。“自然语言规则、计算机程序、机器或其他程序发明，以某种程度自主性推动或导致一个过程性的创作实践。”广义上可以使用化学、生物学、力学和机器人系统、数学、数据映射等方式来创作艺术；狭义上专指通过计算机软件算法或数学/随机自主过程算法生成、合成和构建的艺术作品（见脚注25）。

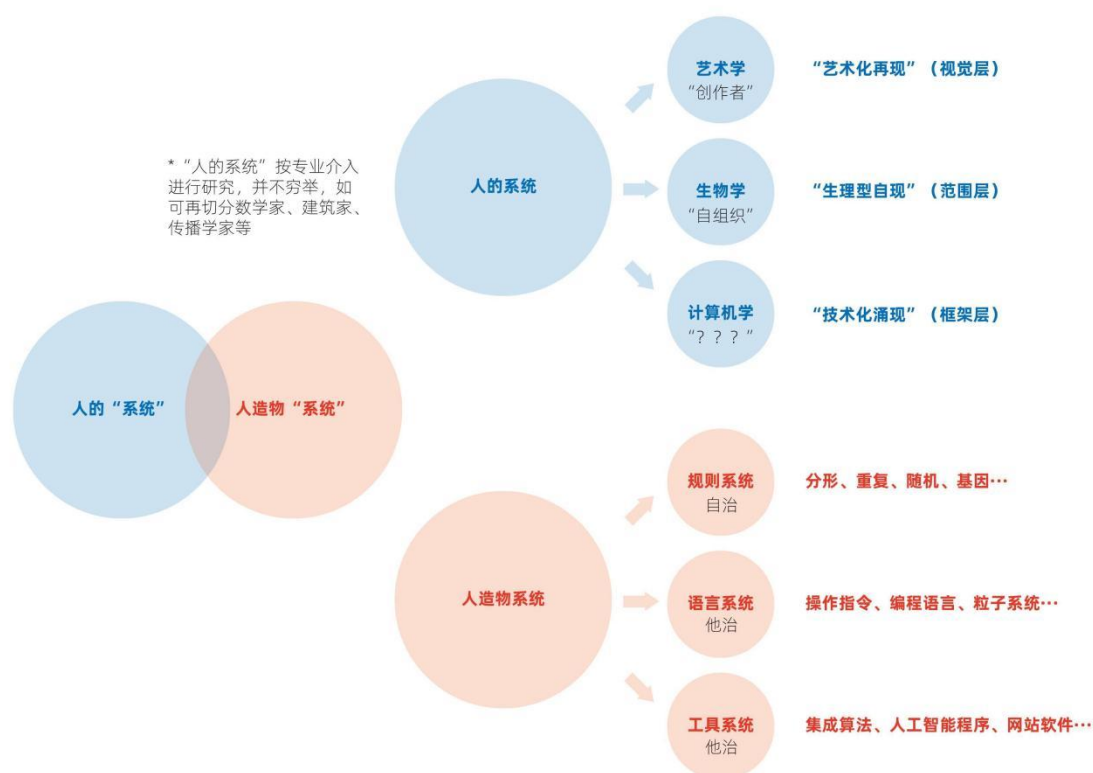


图 2.2 “人”与“人造物”下属子系统的层级划分

“非人类的自主系统”本身也是需要人为赋予其含义与工作特性的（即作者绘制的人造物系统），部分具有自我评判意识的能够独立决定生成物特征（见脚注17），但大部分仍旧依赖艺术家来决定输出端的质量。人类的创作者可能会声称“生成系统”代表了他们自己的艺术理念（将表达式的代码化制定、生成器的设计过程视作艺术创作），而在另一些情况下，这个“系统”直接扮演了创作者的角色（广义作者是生成器本身以及背后开发者，使用者不过用它来生成获取到

一些图片产出) (图 2.2)。

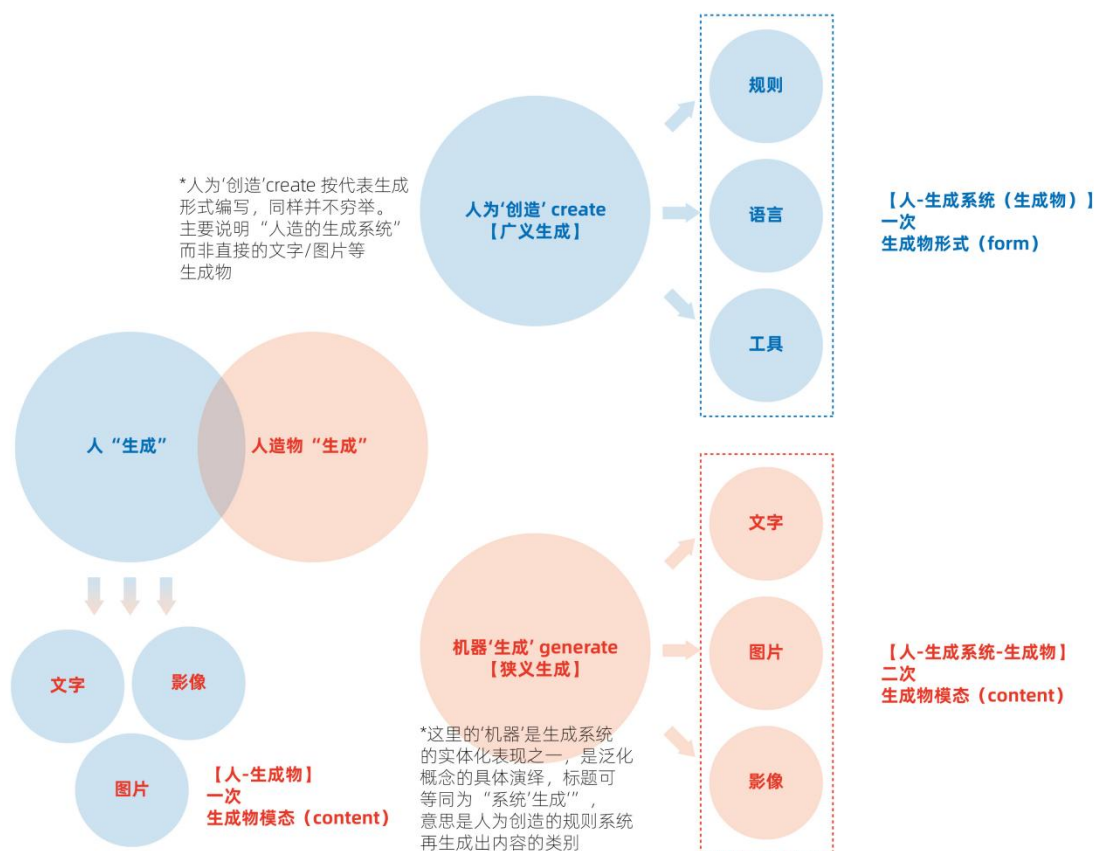


图 2.3 生成产出模式对广义与狭义‘生成’的影响

图 2.3 所示，人与人造物系统的生成过程包括三种产出模式：一是经过一次转化作者直接创作的“文字/图片/影像”，是【人-生成物】的生成物模态（比如波洛克直接绘制的滴彩画）；二是经过一次转化作者设计的“规则/语言/工具”，是【人-生成系统】的生成物形式（比如英伟达公司开发的 GauGAN）；三是经过两次转化【人-生成系统-生成物】的全链路控制（比如本文用 Processing 写的“代码规则”所复刻生成“类似波洛克的滴彩画图片”）。创作者到生成物链条上不同的产出模式，将影响“生成”能够覆盖到的语意范围。现实中“机器生成”“AI 生成”是惯用搭配，直接由人作为主体的动词就变为“创造”，而不会说人‘生成’了某某事物，但就行为来看两者是类似的。

2.2 技术系统与艺术系统

技术和艺术的历史性相遇，在形态呈现和意识表达上的碰撞，让柏拉图发出

“美是难的”的感叹。数字化探索在一个世纪前与各种传统艺术中不断被讨论，本身已成为难以被统一美学作品与实践定义、广泛领域的综合体。同时经历后现代对传统创作形态的反叛以及权威主流文化的消解之后，对于个性化的先锋前卫实验派，大可泛化到“艺术”的讨论范畴。

研究到陌生的技术系统（以人工智能或其他生成算法的逻辑）曾经盲目乐观过分赞誉，赋予其不切实际的光环，困惑误读发生在产出结果和理想的落差，于是放入技术黑箱不予讨论或盲目冠以“智能化”的帽子而受到浅薄的指责，这些行为都是不可取的。如何在平等视野中理解与欣赏，可控范围内最大限度地使用技术概念丰富艺术产出，是生成艺术研究眼下要正视的问题。

2.2.1 技术与艺术的共生关系

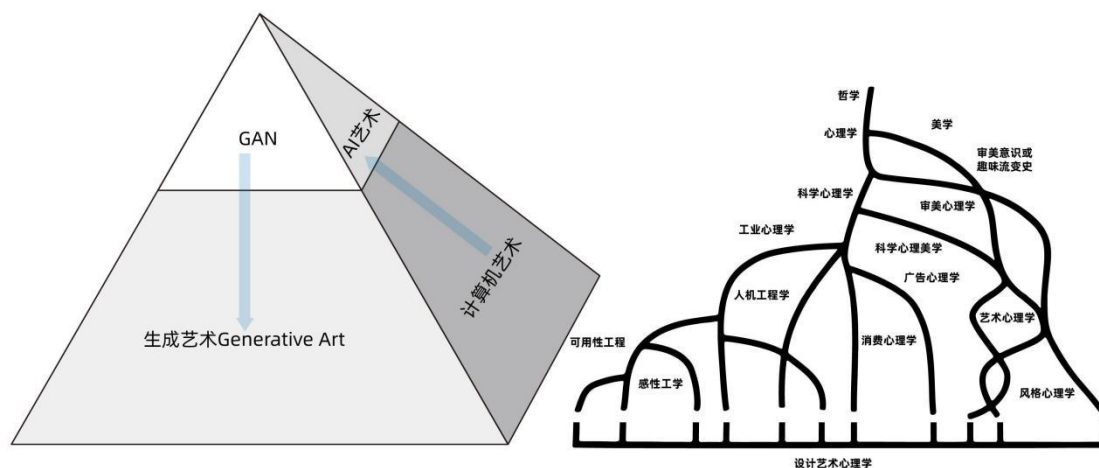


图 2.4 “研究节点金字塔”与“技术艺术具体形态分支的汇总-哲学问题”

法国作家古斯塔夫·福楼拜（Gustave Flaubert）就曾表示“艺术越发展，就越科学，正如科学越艺术一样。在他们的早期阶段分开，当他们达到顶峰时，他们将再次合二为一。”（The more Art develops, the more scientific it will be, just as science will become artistic. Separated in their early stages, the two will become one again when both reach their culmination.）如图 2.4 所示，艺术设计的众多支流都可以溯源到哲学的高度，所形成的结构无论是分叉树形还是三角锥体（计算机艺术到 AI 艺术的分支强化，GAN 到生成艺术的下沉探究，正面与侧面也形成相互支撑关系），技术和艺术的互联共生是长久存在的。

关于艺术和技术的密切联系自古有之，形式和功能是一切经典设计的基石。改变未来的设计，眼下孕育自与智能技术深度融合的艺术创作。关于二者关系的争辩随着“技术奇点”的到来逐渐尘嚣喧上，艺术创作成为技术加持下的特定文化现象，而关于“智能”与“人”的是否如大多数标题所报道渲染的取代关系，

本文更主张谭力勤教授所提观点——“干性数字媒体和湿性生物系统的融合”⁵⁵，即便人作为生物智能的代表根本无法跟上非生物智能（机器）的发展。

表 2.5 发展时代的技术代表与艺术功能

| 时间线 | 农业时代 | 工业时代 | 信息时代 | 数字时代 |
|-------|--------|---------|--------|---------|
| 技术-载体 | 生产-动植物 | 运输-电气石油 | 通讯-互联网 | 分身-人工智能 |
| 艺术功能 | “记录” | “商用” | “表达” | “体验” |

“摩尔定律”揭示了技术呈指数级进化，但艺术内涵本身无进化或退化，它只是随着技术的迭代而更新，因而采用指数思维来转化设计和预测研究未来艺术形态是重要且关键的。技术与艺术的碰撞向我们传递的是在当下“服务体验”的维度更新（表 2.5）：**内容是穷举生成的、形式是虚拟非物质的、立足和服务广大观众的。**我们应该适应并响应数字化世界生活的种种潜在变化。

2.2.2 艺术主体下的技术侧重先例

作为艺术家/设计师，对于技术的偏向或探寻绝非不务正业，在应用艺术的创作历程中不乏对技术问题的关切讨论和详细构建，表现为像“乌尔姆设计学院”以及“高科技风格”这样对技术侧重的实践先例。

20 世纪乌尔姆真正将理性主义和技术美学思想变成现实，通过科学技术基础教育的设计变革，使知识可操作化，以问题导向完成跨学科协作，让“系统化设计思维”技术途径深入贯彻到艺术教育方法论当中⁵⁶。**这些措施与理念与当下对生成艺术创意编程的研究探索保持了一致性，承认艺术主体第一性前提下对技术手段系统化地整理归纳。利用计算机思维以及创作手段理解艺术的必要的，也是沟通连接两个领域唯一途径。**

高科技风格（High-Tech）主要任务是赋予新型结构、材料及创作载体以美学意义。其所展现的对科技发展极为乐观的态度也促成当下对“智能”“算法”等概念包装的有益反思——一种合理的、不妄加炒作的技术需要被时刻警醒。作为创作者也要时时校准这样的前提预设，正如新媒体艺术家白南准所认为的那样**“创作者的责任在于使得技术时刻服务于文化和艺术”**。

⁵⁵ 谭力勤著. 奇点艺术 未来艺术在科技奇点冲击下的蜕变[M]. 北京: 机械工业出版社, 2018.03.

⁵⁶ 何宇. 乌尔姆设计学院科学方法论思想的内涵与冲突[J]. 南京艺术学院学报(美术与设计版), 2022(5):78-83. DOI:10.3969/j.issn.1008-9675.2022.05.015.

技术难度是有目共睹的，想要品尝到技术优势对自身专业提升的红利，需要研究者的深度介入，广泛接触大量涌现性的术语概念，才能拥有和其他跨学科人员合作交流的基础，这是生成艺术研究必备过程和先决条件。个人配备编程思维并驯化相关能力是作者研究较大的创新点和难点，它不同于外部与计算机专业同学沟通、专人分配任务、以外部智囊的方式做专家问询，更像是在生命体上嵌入 win 和 mac 两种系统处理信息语言及文字图像。

2.2.3 更新技术升级艺术展示体验

本文在全球艺术平台 MANA 搜集整理了 20 个热门行业横跨 15 个热门场景的数据（表 2.6）⁵⁷，截至 2022 年 2 月上带有“生成艺术 tag”的作品数量集中在展示交互的应用领域（342，68%），且伴随技术研发进入者的增加向众多延伸场景铺设建构，打造元宇宙下的数字人文，这些“应用场景的精细丰富与多模态”同样证明了新技术涌现助推艺术化再现的强大势能。

表 2.6 MANA 平台生成艺术在热门行业应用领域的计量

| 热门行业 | 应用领域 | 生成艺术标签数量 |
|------|-------|----------|
| 展出展示 | 节日活动 | 225 |
| | 演出空间 | 301 |
| | 社区 | 29 |
| | 公园 | 10 |
| | 酒吧/夜场 | 44 |
| | 餐饮空间 | 12 |
| | 主题公园 | 60 |
| | 旅游景点 | 77 |
| | 办公场所 | 28 |
| | 购物街区 | 93 |
| | 画廊美术馆 | 342 |
| | 住宿酒店 | 13 |
| | 公共交通 | 12 |
| | 广场 | 57 |

⁵⁷ MANA 全球新媒体艺术平台官网
[EB/OL].<https://www.manamana.net/explorevideo?type=1&id&videoOrderBy&searchTagForms=%5B%7B%22topGroupId%22%3A15,%22groupId%22%3A92,%22tagId%22%3A92%7D%5D%1zh>

2.3 生成艺术的含义与技术特性

2.3.1 生成艺术的公式化表达

将相对抽象的生成艺术系统化地从众多创作形态中剥离出来，总结出具体的公式化表达，需要对其发展历史对应梳理和溯源。

在与“计算机艺术”含糊互换的第一阶段，1965 年德国学者乔治·内斯 (Georg Nees) 创造了首个计算机图像，称之为“生成式计算机 grafik”，与同时期的德国学者弗里德·纳克 (Frieder Nake) 展出艺术作品开始，一道成为计算机艺术的鼻祖——这样的描述对应生成艺术在计算机视域下的首个重要节点有较大的传播接受度。“生成艺术”和相关术语在这一时期被包括曼弗雷德·莫尔 (Manfred Mohr) 和肯·诺尔顿 (Ken Knowlton) 的早期计算机艺术家普遍使用。

1972 年保罗·尼古 (Paul Neagu) 在英国创立了生成艺术小组，同年在贝尔法斯特女王大学举办了名为“生成艺术形式”的讲座。至八九十年代，生成艺术家、设计师、音乐家和理论家开始聚集，形成跨学科的视角，迈入更为系统化的新发展阶段——1988 年，克劳泽·H·R (Clauser.H.R) 将“系统自治”方面确定为生成艺术中的一个关键元素：过程（或结构）和变化（或转变）是生成艺术最明确的特征之一，这些特征和术语“生成”意味着动态的发展和相变。

1998 年意大利米兰理工大学举行的首届国际生成艺术会议第一次明确使用了“生成艺术”这个术语，这也成为国内研究文献较多提及的共识性节点。“生成艺术”的意思是动态的艺术系统能够生成多个艺术事件，此外这个术语也被用来描述几何抽象艺术，简单的元素被重复、转换或变化，以产生更复杂的形式。

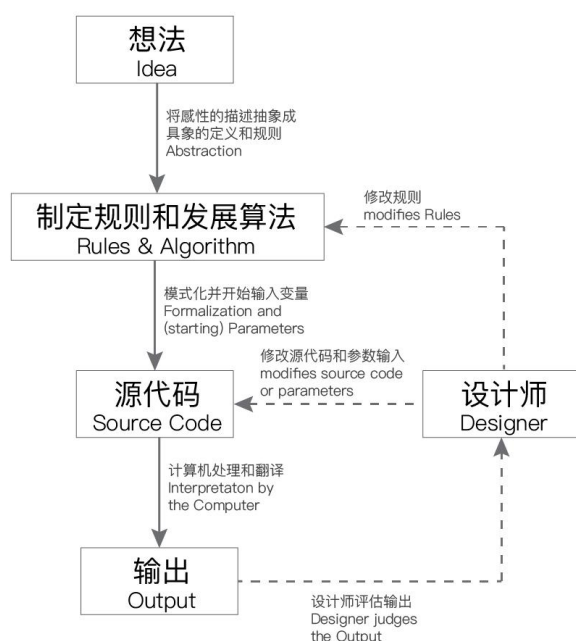
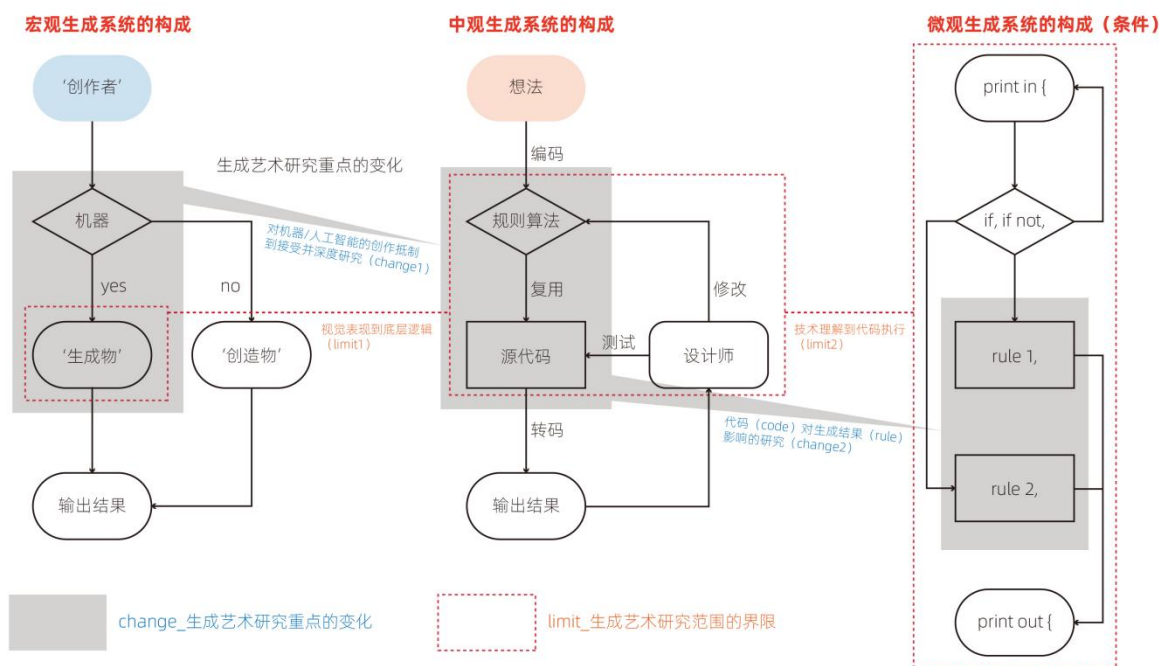


图 2.7 生成艺术流程图逻辑（来自网络⁵⁸）

玛格丽特·博登在《什么是生成艺术？》一文中具体分析了上面提及的不同

⁵⁸ 设计系列四：与机器共同创作 —— 衍生设计 (艺术)[EB/OL].https://www.sohu.com/a/397968722_611290

艺术创作系统，尽管“生成艺术”一词在 20 世纪 60 年代自动化计算机图形的大背景下同“计算机艺术”串联使用并或多或少互换，但生成艺术不需要仅限制在使用电脑的地方，同时一些基于规则的艺术不是生成性的，这将生成艺术同计算机艺术（C-art）、数字艺术（D-art）、基于进化的艺术（Evo-art）等技术词汇进



行了区别，在本土化传播过程中逐渐获得共识。因此如图 2.7 所示，生成艺术的公式化表达更多指向一个“由艺术家构设出的自我沉淀结构（元规则）”。

图 2.8 宏观/中观/微观的生成系统构成

依据图 2.7 的工作流，作者尝试在宏观与微观上绘制生成艺术的公式化表达（图 2.8），研究重点经过“创作者接受机器生成”和“深度研究代码对生成结果影响”的两个环节，研究界限突破感性的视觉表现，进而理解技术并优化代码的执行条件，是“生成物裁定-生成规则制定-生成代码迭代”的全链路过程性参与，集中反映了生成艺术“过程设定大于结果输出”的特征。

2.3.2 生成艺术工具的功能进阶

1) 浅层自动化生成-改变已有 (1:1)

浅层次的自动化生成可以限定在已有对象的风格化转变，呈现出“加效果滤镜”的印象认知。用 1:1 的对应关系，来说明输入和输出内容是明确的、已知的、可控的。例如 Photoshop 中配置的“半调图案”“马赛克拼贴”“调色刀”等操作，

即是被设定好的特定风格图像的自动化生成（效果达到工作预期仍需干预调试）。再举例魔漫相机、拟我表情等应用提供的图像风格定向化转码，同样属于既定对象在另一艺术空间特设风格下的数字化映射。生成工具在眼下升维到人工智能的高度，诸如 AnimeGANv3 代表的风格迁移，在新海诚风格、双城之战风格、迪士尼卡通及美漫风格对输入图像的“滤镜式”转化，以生成新的图像（图 2.9）。获取以上的结果在视觉层是转瞬间能够实现的，技术重点与难点转移到生成效果的指令化表达上，且随着精准识别的深入需要，信号与噪声的分离在实践中不断迭代，以解决部分艺术风格转化时边界生硬的问题，保持越界笔触和扩散效果完整性成为后续研究的内容。现在的技术完全支持我们一比一复刻出经典的大师之作，但我们都知道从结果上看，“图像”的“生成”与成为艺术家的过程不是对等的。原作的艺术情思和观念主张是第一性的，但生成的便捷性、仿真性站在了另一个维度讨论“虚无-具体”的映射过程。



图 2.9 使用 AnimeGANv3_ 双城之战 Arcane 风格转化（来自 AIART 技术团队⁵⁹）

2) 中层自动化生成-优化已有 (1:x)

进阶的自动化生成类比“选衣裤搭配”的游戏环节，相比较前者单一滤镜的贴合，在这里会提供多个输出结果以选择效果更为良好的最优解，用 1:x 来形容这种生成关系，输入端是可观、可感、可控的，输出端是不确定的、多样化的。将“卫衣 a1”“衬衫 a2”“夹克 a3”“运动裤 b1”“牛仔裤 b2”……等等影响结果的单元抽象为多个变量，这个数值的上限也会随着计算机的算力与程序提供的样

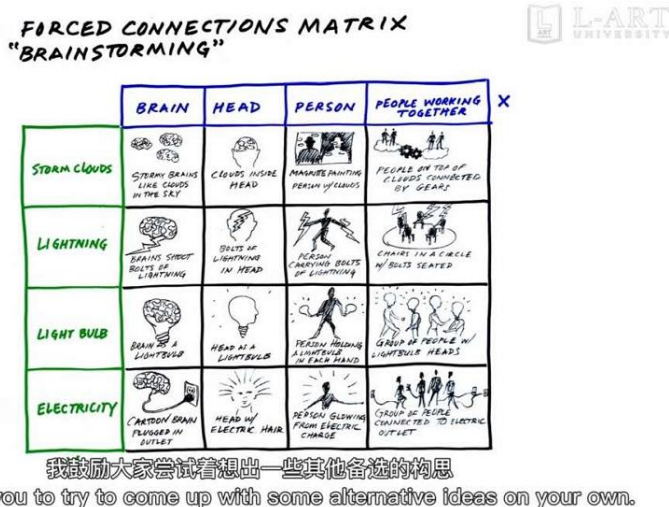
⁵⁹ AnimeGANv3[EB/OL].<https://github.com/TachibanaYoshino/AnimeGANv3>

本池容量增加以强化输出多样性结果之间的差异化跨度。OpenPeeps 近 60 万种可商用人物涂鸦素材为一定范围的视觉传达项目增加了用户的获取便捷性与选择性（图 2.10）。变量间所交织形成的意义之网与卷积神经网络所构建的图示相仿，这种非线性结构能够帮助理解人工智能驱动下的自动化生成。



图 2.10 OpenPeeps 的手绘组件搭配式生成（来自网络⁶⁰）

从使用排列组合，穷尽所有潜在结果的方式，在艺术设计学中同一理念早有对应。Chermayeff & Geismar 工作室创意总监迈克尔·卢斯（Michael·Loos）在那特艺术平台课程中曾讲解他的“强制联系矩阵（Forced Connection Matrix）”。它可以理解为创意元的神经网络（或许受到卷积神经网络运作模式的启发，本文尚未找到文献予以佐证），将横纵轴的元素逐一排列组合，直到寻找到最合适创意视觉综合体。



⁶⁰ OpenPeeps 官网[EB/OL].<https://www.openpeeps.com/>

图 2.11 使用“强制联系矩阵”对关键词“头脑风暴”的图示分解（来自网络⁶¹）

3) 深层自动化生成-创造未有 (x:x)

最深度的自动化生成，本文将之与强人工智能联系，能够从不同维度学习样本，结合潜在关系“给相关推送”并创造未有之物，用 $x:x$ 来描述输入和输出端的差异性，随着使用对象的不同，存储横向 \times 纵向 \times 深度最大的变体容量。



图 2.12 DALL·E 基于维米尔画作的扩展生成（来自网络⁶²）

以 DALL·E2 为代表深度生成工具见证了生成艺术当下的最强音（图 2.11）——它可以根据自然语言标题对现有图像进行逼真的编辑——扩展或裁切原有画布，在添加和删除元素，组合概念、属性与样式的同时考虑阴影、反射和纹理。从参数化设计到生成式设计、辅助设计到人机协同，诸多理论实践表明理想状况无限趋近于深度自动化生成，但脱离不了已知既定的影子，能够孑然踏入强人工智能的范畴。创造前所未有的模型来提升拟真水平，是技术发展下问题解决方案的叠加，亦是通往深层自动化生成的必由之路。

⁶¹ 平面设计：创意思维成长

[EB/OL].https://appavp5fbov6922.h5.xiaoeknow.com/v1/goods/goods_detail/p_5de8ad170bf78_aNzZbyVr?type=3

⁶² DALL·E 官网[EB/OL].<https://openai.com/blog/dall-e-introducing-outpainting>

第3章 生成艺术的自治/他治系统

3.1 生成艺术的自治系统

第一部分集中论述非计算机的、自然原生的规则系统（绝对自治系统）。此处需要注意辨析——即使下面这些概念能够通过计算机这个媒介载体还原出来，它最初的生物学或数学原理更早地留在历史长河中。同时关于函数的自组织类型，因其具备的艺术特性暂且算作艺术范畴论述，这也是关于元设计（原点/源点）等终极问题的讨论。

3.1.1 分形与二方连续（纹样）

不同于微积分的核心设想“一切外表看起来光滑的物体都建立在放大到足够尺度的基础上”，分形具有不规则、支离破碎意义。它被描述为非整数维形式填充空间的形态特征，理解“他们的质量如何随着缩放而改变”是掌握分形维度的关键。以“可分成多个部分的几何形状”出现，且每个部分“等同”或“近似”整体缩小后的形状。“等同形状”和“近似形状”分别对应“自相似”与“非自相似”的分形，非自相似分形不同于自相似分形为了美，而追求“准确地描述自然界的粗糙度”。

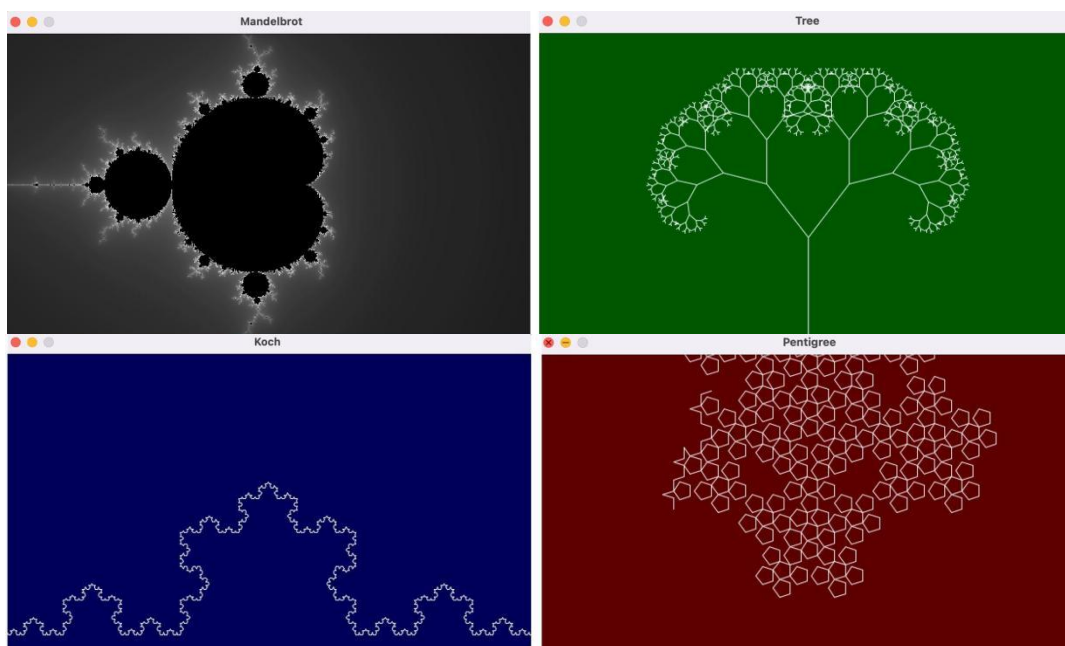


图 3.1 曼德博集合、林登麦伊尔系统、科赫曲线、彭罗斯点阵

自相似图形可以作为描述某些粗糙度的简单模板，尤以曼德博集合 (Mandelbrot set)、林登麦伊尔系统 (L-system)、科赫曲线 (Koch curve) 等被明确注明的分形图案 (图 3.1)。《Batik Fractal: Traditional Art to Modern Complexity》研究了蜡染生产具有分形特征蜡染图案的工艺过程⁶³，蜡染分形维数表明在传统工艺的复杂性，因其遵守了象征意义、和谐、对称等规则，这些是抽象感受化的视觉语言，使用分形系统让图像纹理化生长是具体的视觉化方法。

青铜器或陶器表面二方连续或四方连续的装饰可以视作分形理念下阶段性的实践创作。图案或花纹 (几何形状) 有规律有频次地重复排列出现以布满器物对应的装饰位置。二方是骨骼，四方为单位。纹样元素的图形组合，涉及了平面构成中的解构和重构，拆解次方连续和四方连续等纹样组成的图案单位，实际上是一种追求数理和谐的程序性复杂纹理，从简单的规则中可以得到有机的生命力和复杂的结果。

3.1.2 随机与节奏韵律 (版式)

随机一词介于“高度复杂性”和“结构不可识别”两种含义表示。它属于或关于一个集合或集合中的一个元素，且每个元素都有相等的出现概率。对于随机性的非正式概念在传播中会导致歧义与误解，因为主观复杂性是经验的。同时尽管引入随机数生成器可以产生分布良好的值，但可以通过更简单的过程实现视觉丰富和“随机”的结果。

《依照偶然性组成的拼贴》(图 3.2, 1916~1917, 撕纸拼贴, 49*35cm, 纽约现代美术馆) 由法国艺术家让·阿尔普创作，展示其对混沌理想的承诺。他将撕碎的彩色纸片抛在空中，然后依照它们自然而然落在地上的样子，把它们安排成一幅拼贴画。这种忠于偶然性，摆脱理性介入的创作方式，由于排除了美术家有意识控制的因素，无疑体现了达达和超现实主义者们迷恋自发性与潜意识的特点⁶⁴。



图 3.2 Collage with Squares Arranged According to the Laws of Chance (来自网络⁶⁵)

⁶³ Lukman M, Hariadi Y, Achmad H D. Batik Fractal: Traditional Art to Modern Complexity[J]. 2007.

⁶⁴ 本文注：我们谈及阿尔普时会将他纳入达达主义/超现实主义艺术家，而不会称他生成艺术家，尽管偶发性和随机性是生成艺术的特性之一，艺术家追求的观念早于生成艺术被明确提出的时间点，却也为后者提出了一大重要且复杂的规则系统。

⁶⁵ 阿尔普作品[EB/OL].<https://www.theartstory.org/artist/arp-hans/>



图 3.3 Autumn Rhythm
(Number 30) 1950 (来自网络⁶⁶)

波洛克的滴色画不同于传统具象画风，他将画布平放在地面上，自己绕着画布或走入画布，把颜料或滴或浇或泼到画布上，再从布满厚厚颜料的画布中裁下“合适的部分”作为最终作品。尽管这种创作看起来无拘无束，可以自由发挥领略偶然的效果，但作者需要在其中加入画家的感觉、修养和艺术本能（人的控制力）方才“生成”《秋天的节奏》（图 3.3，1950，画布油画，266*525cm，纽约大都会艺术博物馆）这样极为酣畅淋漓的色彩、线条和斑块。这里艺术家的“系统”和“手势”控制创作过程是内在的、复杂的、抽象的、随机的且混沌的规则系统。

3.1.3 遗传算法、人工生命与虚拟形象（IP）

自然生成到人工孕育的发展过程说明了人类对生物“生产”“生成”的进化过程，两者属于“自然形成 Forming”到“干预变型 Transforming”的对抗。遗传算法使用的即是活生生的世界的规则，就像大自然的一面镜子，它是由一种诗意生成语言定义的，用于设计梦幻场景，遗传哲学走在逻辑上，表现在将现实转化为可能可识别的创造性进化的能力上。生成艺术在这一系统中成为长期被忽视的人类生活需求的一个基本回答——每个人造物体都反映出每个人的独特性和不可重复性。在一个不断尝试克隆自然存在的时代，在非线性动态系统等先进技术领域，设计回归到人工生命和人工智能的概念，通过计算机系统对生物过程或有机体及其行为的复制，重新发现自然的过程和特征的审美和伦理乐趣。

“纠缠的他物”（Entangled Others）是艺术家费莱肯·麦考密克（Feileacan McCormick）和索非亚·克雷斯波（Sofia Crespo）共同创作的工作室项目。在数字空间中，以生成式艺术的创作方法，赋予珊瑚与水母等动物生命超越人类的新形态，即不满足人造物表层关系的模拟，更深入使用生物学启发的技术——遗传算法，来研究生态自然及生物多样性的意识问题（图 3.4）。

⁶⁶ 波洛克作品[EB/OL].<https://www.theartstory.org/artist/pollock-jackson/>

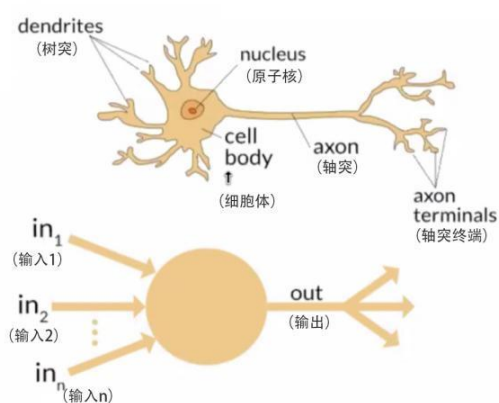


图 3.4 “纠缠的他物”和遗传生成（来自网络）

乔恩·麦科马克 (Jon McCormack) 同样使用进化算法来创造几乎不可能直接设计的人工生命形式，他的作品《Fifty Sisters》展示了植物形态合成的物化生成⁶⁷——一种通过计算机算法生长、大型装置演绎的创作途径——且每个类似植物的形式都源自石油公司徽标的起始图形元素。

如果说寻常的动植物人工生成尚可预见，当人造生命体上升到更为高阶的类人至今依然会诱发恐怖谷效应（在 4.2.2 真实性表现对应解释），“克隆人”是生物学的范畴具有挑战难度，“复制人”在数字化世界中不乏不同形式的“分身”avatar，以 IP 设计到虚拟形象 Vtuber 的综合体。“生成艺术-人工生命-虚拟形象生成”的具象化演绎过程，在《论个人主页的民俗化气质》一文中也有对用户第二层皮肤在数字化平台诞生与重生的思考。

3.2 生成艺术的他治系统

第二部分集中论述人为设定的、建立在计算机上的规则系统（相对自治系统）。辩证地说‘他治’仍然有‘自治’的成分，机器的控制力与对结果的定向实现，在创作者更为深入的干预影响下，能够以相对较少的代价解决更为复杂的拟真仿生问题。人工智能元年的到来让更多的“一键生成”去探索试验效果的完善，进一步降低了用户触及生成艺术的门槛，更多生成式设计程序、软件、应用、网页支持更多元化的艺术再造场域之中。

3.2.1 人为设定的行为指令（简单的、个性的规则系统）

人为设定的行为指令，意指简单的、文字表述的、没有特别功能性的、为艺术家个性概念的规则系统，所以生成艺术在 20 世纪 60 年代也有被称之为“基于

⁶⁷ 美的计算 | 生成艺术创新设计的边界[EB/OL].<https://isux.tencent.com/articles/generative-art.html>

指令的艺术” (Instruction-Based Art), 存在于激浪派的时代背景下, 将之与观念艺术整理成为一种说明。两者全然等同于生成艺术的概念显得不妥, 在这一段落中因为语言的广泛性难以被公式化约束, 本文会结合具体作品来陈述人为规定的指令系统。

1) 索尔·李维特 (Sol LeWitt)

美国观念艺术家索尔·李维特设定了如下指令“在墙壁表面上, 任意一段连续的墙壁, 用一支硬铅笔, 随意地放置五十个点。这些点应该均匀地分布在墙面上。所有的点都应该用直线连接。”在 2012 年波士顿博物馆这幅墙绘 (装置) 经由团队若干天时间完成。图片的原始问题模型在早期探索中相较简单, 属于高度秩序化的系统。这一过程让渡原作者的手工绘制, 即不经由原作者直接创作的、能够

按照具体指令交接给其他团队执行的特性。画作即使拥有很多变量 (手绘深浅度、粗细) 但仍然可以复制, 输出的结果多样统一。这是作者尝试用文字说明指导绘图者在墙上构建形状的一系列绘画之一, 诸如 Wall Drawing #815 (图 3.5) #305 这些作品也被称为位置图, 用蜡笔强调的几何图形, 预示着绘画的过程是一种解决问题的机制。

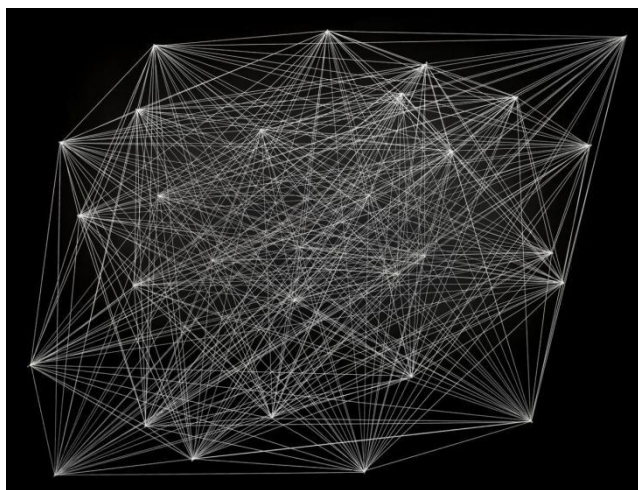


图 3.5 Wall Drawing #815 连接墙面五十个点的所有线段 (来自网络⁶⁸)

2) 布里奇特·莱利 (Bridgett Riley)

方形运动 (Movement in squares) 是将一块平面划分为 25*25 格的矩阵, 并间隔填充黑色与白色, 以形成近似马赛克的视觉效果 (图 3.6)。莱利将正方形作为基本单位, 然后在画布上进行调节, 保持其高度但改变其宽度。“正方形的宽度向画布中心缩小, 直到变成一条细线, 然后又向右边缘增加。”这就像两个平面走到一起, 互相弯曲, 不像一本装订好的书页被打开。形状的进展不断加强, 达到高潮, 然后减弱, 促使观众面对他们的感知感官以及他们对“稳定性和不稳定性, 确定性和不确定性”的想法。莱利对“我们如何看”的探索是植根于她自己的经验和实验, 需要提醒的是这种生成艺术来自艺术家的直觉而非光学理论。

⁶⁸ WALL DRAWING 305[EB/OL].<https://massmoca.org/event/walldrawing305/>

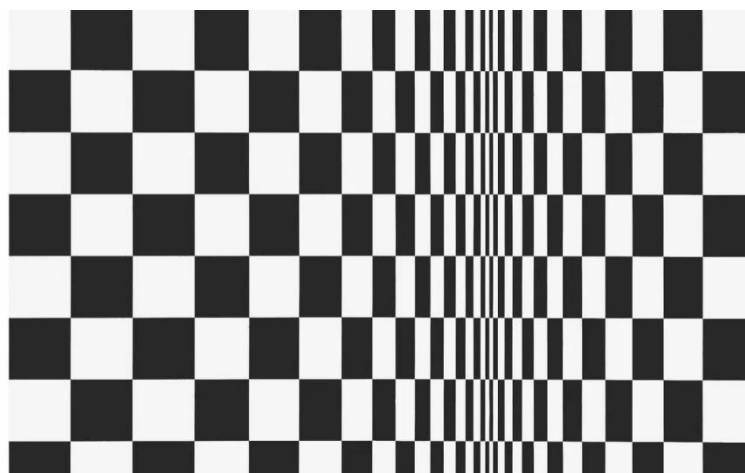
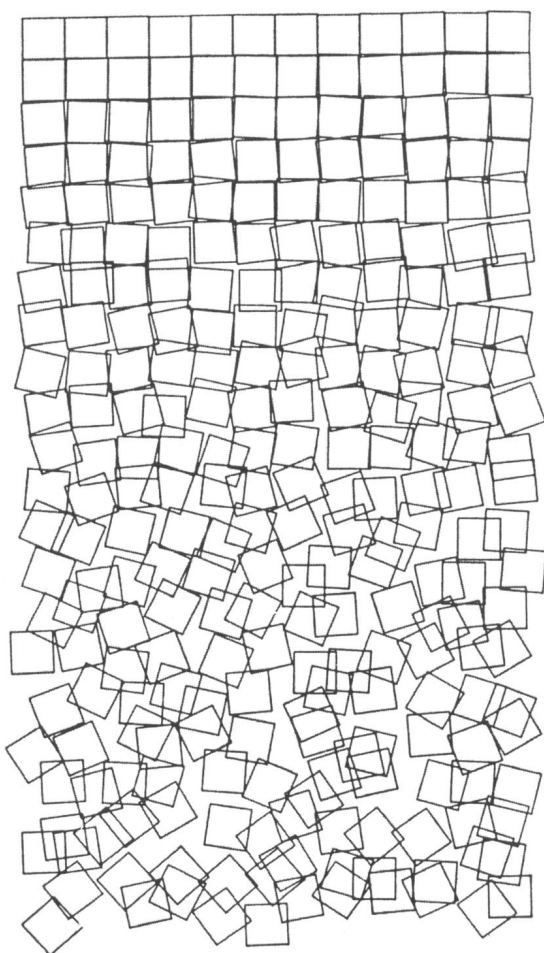


图 3.6 Movement in squares_Bridget Riley (来自网络⁶⁹)

3) 乔治·内斯 (Georg Nees)



Schotter 是 20 世纪 60 年代的一个计算机图形，由随机生成器的结构化操作产生，导致新图像的发现。这个图形直观地显示了秩序和无序之间的关系，以及变化的影响。在最初的 Schotter 作品中，内斯创造了一个横 12 竖 22 的方格子 (图 3.7)。随着方格的绘制从上到下的进展，无序的数量增加。这种无序有两种形式。首先是每个方块的位置，其次是它的旋转。Plastik 1 同样使用方格排布画面，从最上方依次递减单个方格的大小，尽管最终实现效果借用了计算机程序，但优先级还是以他对计算机处理要求的规则设定，在欧普艺术 (OP Art) 视幻觉效果中被进一步广泛应用。

图 3.7 Schotter(Gravel stones)_Georg Nees (来自网络⁷⁰)

3.2.2 人为构建的自治系统 (中观的、整合的规则系统)

⁶⁹ 莱利作品[EB/OL].<https://www.theartstory.org/artist/riley-bridget/>

⁷⁰ 内斯作品 Schotter[EB/OL].<https://collections.vam.ac.uk/item/O221321/schotter-print-nees-georg/>

1) 元胞自动机与康威生命游戏

元胞自动机 (cellular automata)⁷¹是一组相同编程的“细胞”(简单计算单元),每个细胞都遵循自己的规则并相互作用。通过在细胞自动机中建立适当的规则,人们可以模拟许多复杂的行为,从流体的运动到生命体的运动⁷²。到目前为止,基于细胞自动机的设计策略主要被应用于装饰性设计方面,产生视觉图案的变化。香港大学的克里斯蒂安·赫尔 (Christiane M. Herr) 采用它来进行高密度建筑规划设计以达到外观的多样性,因为计算单元可以构建简单的规则产生看似“混乱”却有规律可循的结构,每个单元依据临近状态不断演变。

英国数学家约翰·康威 (John H. Conway) 在 1970 年设计了一种专属性的、更具特定意义的元胞自动机,命名为“康威生命游戏”。(这种关系作者认为可以类比“三角形”的普遍含义与“潘洛斯三角”的个别专指) 编译器(创作者)通过创建一个初始配置(像 Processing 中的 setup、Photoshop 中的新建文档-预设详细信息)来观察它作为一个“自组织”进行演变和互动,可以模拟通用构造器或其他数学模型意味着它具备图灵完备性。在生命游戏中,结果会随着原始物种的不同而表现出差异性——当进度很快时,生命游戏中的细胞会全部死亡;当局部细胞群趋于稳定时,会影响整体相对静止不再突变;生成结果的多数情形是时间序列上单一结构“生长”出无穷无尽的分支和子集。这也说明了生成艺术的恒常变化性与相对永动性⁷³。

2) 向量与粒子系统

从零开始介绍运动建模的基本组件——向量 (Vector), 并运用代码和牛顿运动定律模拟自然世界中外力交互作用, 涉及风力、摩擦力、引力、斥力等⁷⁴。以三角函数运算为核心的波形曲线算法实现单一或多个向量的振荡, 调用物理函数库实现碰撞检测, 且当多个向量汇聚到一定量级时粒子系统便产生了。“粒子系统最早是在 1983 年由 Willian T.Reeves 在论文《粒子系统——一种非清晰轮廓物体建模的方法》(Particle Systems — A Technique for Modeling a Class of Fuzzy Object) 中提出。”⁷⁵这一系统为了模拟自然界中没有清晰边缘的元素(云雾、雨雪、火焰、烟尘等), 填补了传统多边形建模的缺陷, 能够使得动态结构的组织运动更加自然且平滑。其系统内的每一个粒子(向量)都是可以运动变化的实体元素, 共同

⁷¹ 一种时间、空间、状态都离散, 空间相互作用和时间因果关系为局部的网格动力学模型, 具有模拟复杂系统时空演化过程的能力。

⁷² Herr C M. Using cellular automata to challenge cookie-cutter architecture[C]//The 6th International Conference on Generative Art. 2003: 72-81.

⁷³ 康威的生命游戏[J]. 智慧数学, 2015(7): 70-73.

⁷⁴ (美) 丹尼尔·希夫曼著. 代码本色 用编程模拟自然系统[M]. 北京: 人民邮电出版社. 2015.

⁷⁵ 王征. 点的魅力——粒子系统在数码艺术作品中的应用[D]. 上海: 上海大学, 2004.

组成有内在联系的集合体（图 3.8）。

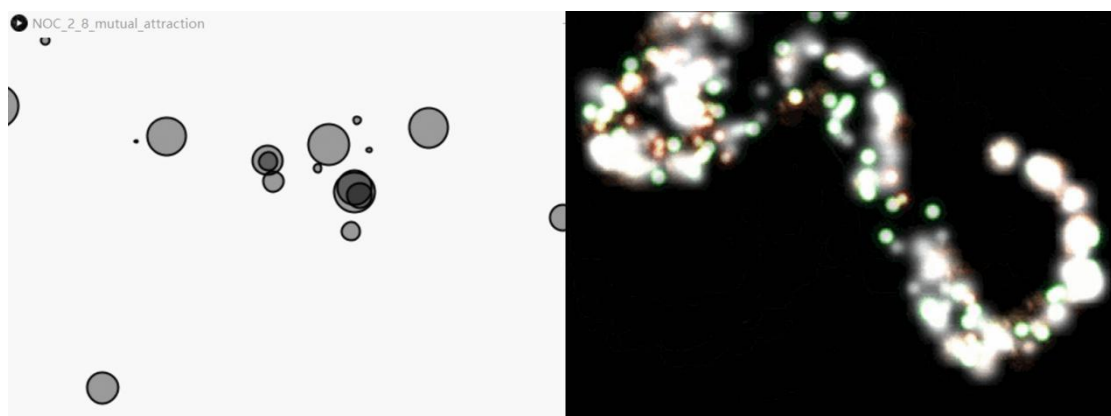


图 3.8 向量的引力模拟与粒子系统（来自网络⁷⁶）

3.2.3 人为整合的序列算法（复杂的、共性的规则系统）

人为设定的序列算法，就更明确地指向用计算机驱动的、复杂的、能够实现特定功能的、具有应用共性的规则系统。这一块与计算机艺术（Computer Art）、计算艺术（Computational Art）等术语更具关联性。以 GAN 与 Diffusion 模型所代表的深度学习算法，即可理解为“按顺序流程打包好、可以复用的行为序列”（类比 Photoshop 的“动作”指令），在计算机视觉领域如日中天发展。

1) GAN 生成对抗网络（2016）

通过“生成器”和“判别器”的对抗博弈，以迭代生成效果更好的图片产出。生成对抗网络基于“生成器”与“判别器”两个部分——生成器用来生成图片，判别器用来判断图片质量，两者相互对抗、相互平衡之后得到更高真实度与准确度的结果。GANs 能够以最小的对抗代价函数从潜在噪声中合成图像，它模拟了复杂分布的采样过程，这是以对抗方式学习的。在这之后可随意从近似模型中生成新的样本。缺点则意味着这一模型下对输出结果的控制力较弱，容易产生随机图像，且分辨率比较低。传统的 GAN 不能摆脱 AI 深度模型的问题——无法理解“逻辑”和“常识”。它虽然能够依据文本关键词将元素堆叠在一起，但因为无法理解隐藏在自然语言背后的逻辑关系。灵感取自印象派画家保罗·高更 (Paul Gauguin) 的 GauGAN 于 2019 年迎来了升级，在第一版语义图生成的基础上，第二版增量了文本生成图像 (Text to Image)、分段映射 (segmentation mapping) 等技术，两版本有着较明显的不同。

2) Diffusion Mode 扩散模型（2020）

⁷⁶ 书籍推荐 | Processing 经典教程书籍《The Nature of Code》[EB/OL].<https://zhuanlan.zhihu.com/p/59654741>

能够处理跨模态的物质媒介，扩大了原本“以图产图”的生成方式。根据 Understanding Diffusion Models 这篇综述，可以将扩散算法看作是与变分自编码器 (VAE)、生成式对抗网络 (GAN) 师出同门的深度生成模型。扩散算法通过增加噪声破坏训练数据来学习，然后找出如何逆转这种噪声过程以恢复原始图像。这类模型会通过给定数据集 x 来学习如何生成符合真实数据分布的 $P(x)$ 的虚拟数据。经过训练，该模型可以应用这些去噪方法，从随机输入中合成新的“干净”数据。好比我们在一幅画中逐渐加入白色噪点，直到整个画面都变成白噪声，记录并颠倒这个过程让 AI 学习——所以扩散算法的核心就是学习简单前向过程对应的逆过程的每一小步。扩散算法自 2015 年提出以来默默发展，直到近两年和多模态等技术结合才成了生成式领域画龙点睛的一笔。在 Disco Diffusion 这一工具中，以文本输入，根据 Prompt 的描述，将画画投射成 AI 去噪的过程。在这一技术驱动下带火了今年北美最具争议性的画作《Theatre D'opéra Spatial 太空歌剧院》，画家使用 Midjourney 这一核心工具获得了科罗拉多州数字艺术金奖。

3.3 生成艺术视觉化的具体案例应用

生成艺术应用包含了不同层级系统下的具体案例，其中不乏创作作品使工具出圈，或工具经过迭代还未能对应极具代表性的生成艺术作品。这些时间差强化了生成艺术系统下诸多要素的微观差异，但还是可以按照本文的研究对应到上一文段“自治/他治系统”中进行归纳理解。

3.3.1 思考输入与输出模态（文本/图片/视频/语音）

1) 位图（真实图）- 位图（真实图）的图像生成

AnimeGAN（参见 2.3.2）在与 Prisma 所代表的风格迁移是计算机视觉的一种基本方法。这款应用的滤镜是艺术性的，就 PRISMA 这个词的定义而言是绘画性的。2016 年上线时，程序提供了 20 种不同的滤镜且每天都会新增，用户上传图片并选择对应效果将图片转换为偏好的艺术风格。不像其他照片编辑应用程序在既定图像上添加图层，Prisma 分层渲染并重建图像，较早使用人工智能与神经网络来丰富艺术特效的逼真性。相比较 Prisma 面向庞大活跃用户群这样的商业应用，创意技术专家梅莫·艾克腾 (Memo Akten) 的作品《学习看见 Learning to see》即反映了艺术家个体对于“机器学习从位图到位图”的另一种理解，输入与输出差异性被进一步强化，以致具有戏剧性，这个过程和传统教学中图形创意的教学流程极为相似。真实图的妙处在于输入与输出端都是有现实逻辑的，观感几近随意

拍摄照片的截图一角（图 3.9）。

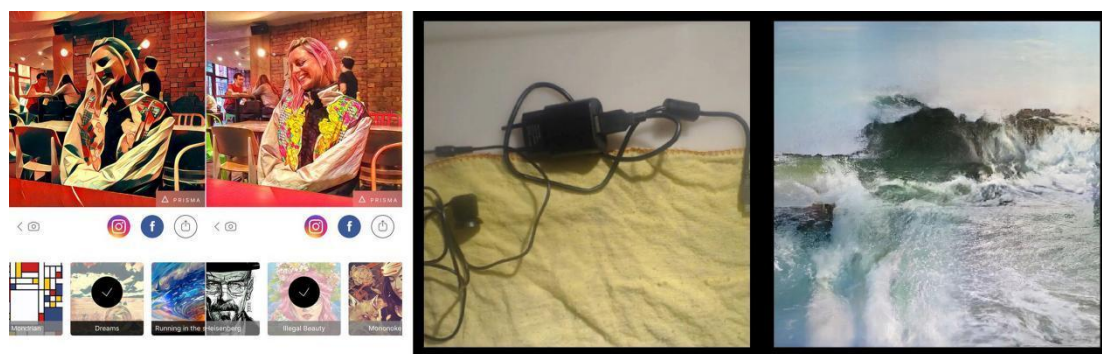


图 3.9 Prisma 风格化与 Memo Akten 的 Learning to see 项目（来自网络⁷⁷）

2) 语义图 - 位图（真实图）的图像生成

通过语意图生成逼真的风景或人物形象，本文分别找到代表性的工具：国外英伟达的 GauGAN 和国内影眸科技研发的 WAND。两者的内部逻辑依旧是生成对抗网络算法，广泛地为创意设计从业者（景观/城市规划/游戏开发等方向）在生成虚拟场景或角色时提供了强大的工具加持。WAND 一经发布就广受好评，在抖音、B 站、微博等平台使用 WAND 创作内容收获超千万的浏览量。采用简单色块生成无限风格图片的创作方式让原型想法呈现能够更快获得反馈评议，满足快节奏的创造力生产过程（图 3.10）。

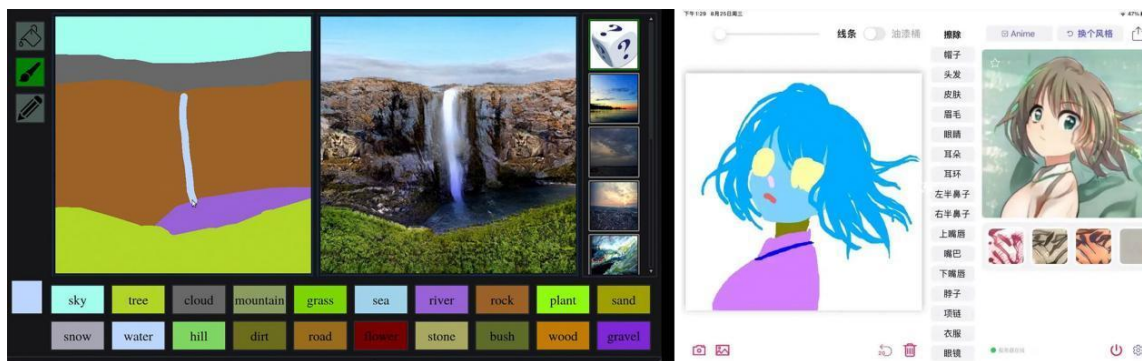


图 3.10 GauGAN 风景图生成与 Wand 捏脸神器二次元形象生成效果（来自网络⁷⁸）

3) 文本 - 位图（真实图）的跨模态图像生成

⁷⁷ Prisma Art Effect Photo

Editor[EB/OL].https://play.google.com/store/apps/details?id=com.neuralprisma&hl=en_US&pli=1

Learning to See (2017)[EB/OL].<https://www.memo.tv/works/learning-to-see/>

⁷⁸ Stroke of Genius: GauGAN Turns Doodles into Stunning, Photorealistic Landscapes[EB/OL].<https://blogs.nvidia.com/blog/2019/03/18/gaugan-photorealistic-landscapes-nvidia-research/>
Wand 应用商店[EB/OL].<https://apps.apple.com/us/app/wand/id1574341319>

Midjourney 则展示了由“文字”到“图片”跨模态的、更为激进的图像生成过程。这一媲美 DALL·E2 和 Stable Diffusion 的 AI 绘画工具，经由输入文字修改限定词，影响优化生成的最终结果，并在短时间内批量化地获取近似描述的生成图片。Disco Diffusion 较早解放了输入端的模态限制，同类比较上面两者保持“图片”格式，这里的图像生成是以“文本”输入完成后的输出结果。跨模态性能的大幅提升也使得 AIGC 继 UGC 与 PGC 之后新型的全能生成业态，在文化影视、时尚消费、产品软件等方面持续获得关注度和变体创意性。

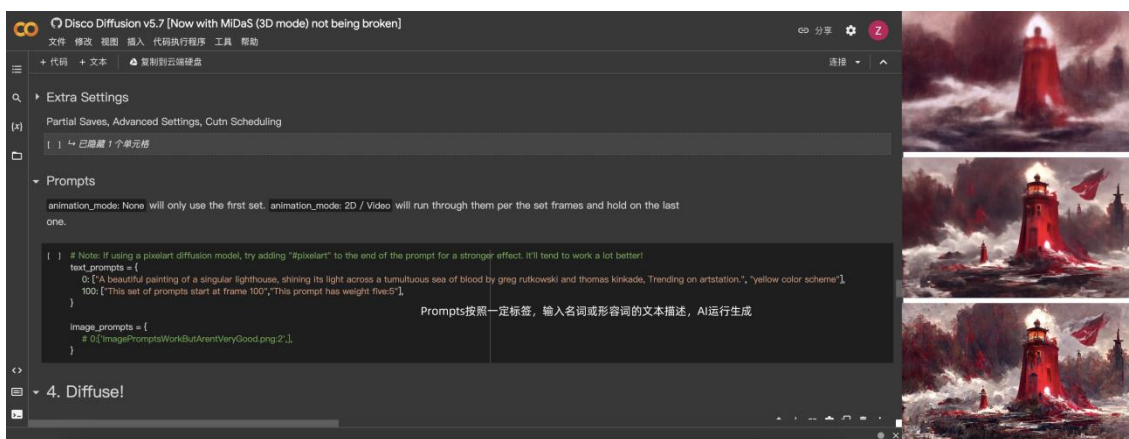


图 3.11 Disco Diffusion 通过 Prompts 文本标签描述生成图像⁷⁹

3.3.2 传统项目的生成艺术实例（基础类型）

1) 标识：MIT Media Lab 的标志生成

麻省理工学院实验室的标识分别经历了 1962-2010、2010-2012、2012 至今三个时段的更迭。其中 2010 年所使用的即为生成设计方法，这个 logo 的基本想法是，有三个相交的聚光灯，可以用一种自定义算法组织 12 种不同的颜色排列创建 40000 种徽标形状，计划为媒体实验室提供了估计可以使用 25 年的个性化名片（尽管三年后 MIT 回到了更为稳定的传统包豪斯风格），以适应实验室不断变化的环境。这些聚光灯向媒体实验室的“交叉授粉”精神致敬，每个聚光灯都象征着一个个体。主创设计师理查德·哲（Richard The）旨在表达来自不同背景的人们（工程师、科学家、艺术家、设计师）思考、观察和工作方式的不同，却能在如此有魔力的实验室相互交流合作、相互激励。这一识别系统所要传达的另一层面在于——研究人员的工作领域从人机交互到神经生物学或纳米技术，实验室新标志“使用算法捕捉创造活力超越传统媒体”的概念主张。

⁷⁹ Disco Diffusion 工作界面

[EB/OL].https://colab.research.google.com/github/alembics/disco-diffusion/blob/main/Disco_Diffusion.ipynb#scrollTo=DoTheRun

2) 字体: Fontjoy 生成器

由帕森斯设计学院的教师与研究所组成的跨学科创意者集体开发的 Fontjoy, 是他们对于创意人在艺术和专业实践中如何使用智能工具的探索。在 Fontjoy 上, 用户可以通过从侧边栏的选项中选择样式来设置字体配对。只需通过调整网站顶部的比例来选择想要的字体的相似度或对比度, 然后点击生成就可以立即找到匹配的字体。用深度学习生成字体组合——字体配对的目标是选择那些共享一个总体主题同时获得令人愉悦的对比度的字体。哪些字体可以一起使用在很大程度上是一个直觉问题, 但开发人员使用一个神经网络让这个问题适应性地被解决。

3) 海报: 鹿班系统

对于鹿班系统的图片自动化生成作者认为已无需进行赘述, 生成艺术在这一工具上的思考在于——就图片类型跨度而言(会场图、海报图、Banner 图等是更精微的分层系统), 如何再拓展现有类型的广度以获得更高的工作效率。这一系统的开发使得“海报/字体/图片生成器”的范式被逐步确立, 用户的变量在于自选“风格(style)”设定“尺寸(size)”等, 这些非结构化或结构化的信息是系统开发者应予考虑覆盖的。这一经典案例发展至今也带动了国内互联网巨头在智能设计上的生态布局。腾讯的 CoDesign、京东的玲珑、58 同城的斑马, 此外还有稿定设计、爱设计、创客贴等创业项目, 越来越多场景下的设计需求变得自动化生成一样简便。

3.3.3 创新课题的生成艺术实例(文化服务)

1) 展示体验: TeamLab 沉浸式演出

更为开放式的创作契机, 让生成艺术活化了视觉传达展示设计, 计算机编程代码成为一种必要且非线性的集体行为。日本新媒体艺术团队 TeamLab 所创作的生成艺术作品模糊了艺术与科技的界限⁸⁰, 被赋予“身体沉浸”“数字化自然”等标签, 大型虚拟现实交互装饰艺术展览成为生成艺术应用艺术教育的成功案例。2022 年北京朝阳大悦城展出的“TeamLab Massless 无相”, 作品群构成即是一个超越物质的世界。观者会重新审视轮廓是与空间及周围环境相连续且模糊的认知, “沉浸式”让身体与作品的边界变得模糊, 随之意识也从作品本身扩大到了周围的环境中。本文需要提醒的是本文的关注重点在于展出体验中的专题画面是生成性的, 而它借助数字屏幕的载体被划归到“交互艺术”或“装置艺术”、在沉浸式的场域中被划归到“数字艺术”或“新媒体艺术”需要弱化管理。它的实现方式为 Unity、Ventuz 之类或公司内测软件, 这一点就它所呈现的结果来说“执行了

⁸⁰ 张学而. 生成艺术在儿童艺术教育中的应用及启示[J]. 教育观察, 2020(4).

生成艺术”，集中本意对其的探索相对较弱，但不影响其作为一个重要的案例对创新课题在展示体验方面的启发意义。

2) 品牌运营：Variable-GSK 医学制药项目

位于伦敦的数字工作室 Variable 团队，在全球范围内与品牌、研究团体和组织合作，研究体验数据的新方法；从概念构思和艺术指导，到原型设计和生产。他们设计并建立了一个代表 GSK 在现代药物开发过程中使用的先进技术的生成性品牌宣传活动。因为药物开发背后的技术，随着大数据和机器学习的兴起同位迅速发展，让人类看到这些模式和联系并与之沟通，是研究团队生成复杂系统的现实任务和实际需求。Variable 团队构造了一个以算法“表面处理”数据为核心的技术单元系统。对于数据可视化、外观开发、生成系统与算法原型制作，使用了内部创意编码工具 Nodes。其他复杂的模拟、几何构造和最终成型，使用 SideFX Houdini 和 Maxons Redshift 渲染器（图 3.12）。在创作最终图像的过程中，研究人员决定每一种技术都可以成为独立的数据单元，以形成自己独特的身份并反映出它们互异的系统。这些单元在很大程度上关注的是相同的遗传数据。通过保持数据颗粒和颜色的相同来反映这一点，借由生成的优雅有机运动，以显示 GSK 药物公司干净无菌技术外观的品牌认知。

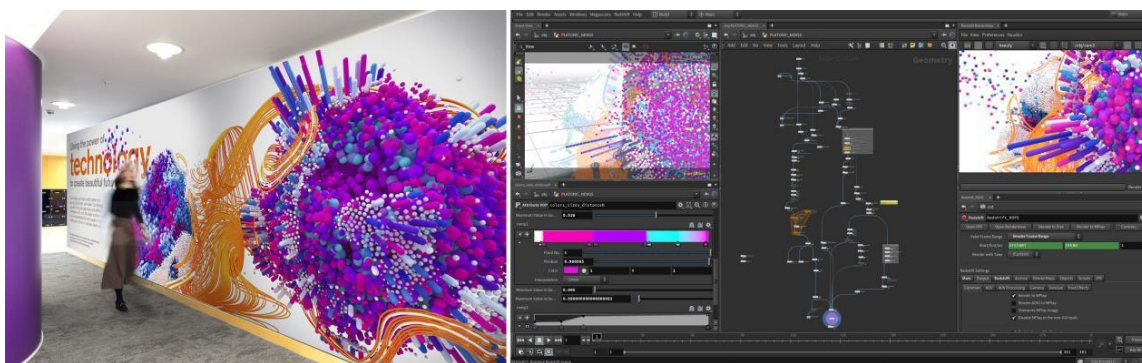


图 3.12 GSK 药物生成品牌宣传与编程界面（来自网络⁸¹）

3) 模型生成：大悲宇宙-X'Diptera：虚拟蝴蝶

「X' Diptera：虚拟蝴蝶」由艺术家大悲宇宙（林琨皓）自 2019 年立项，基于 GAN 与 CFD 算法与艺术家的意识筛选所生成虚拟蝴蝶的演化程序。这些数据合成昆虫在每日更新中体现了作者对“生命精密仪器在虚拟中完成物种进化”的创作意图，同时纹理繁复、色彩鲜艳的新物种诞生，速度和体量都远超现实世界的自然法则限定。从创新度和艺术性来看，它所展现量化规则，不仅仅是计算现实的科技，也具备超越现实演化的可能性——通过人为控制力（艺术家的观测、筛

⁸¹ GSK. Visualising Advanced Technology[EB/OL].<https://variable.io/gsk-visualising-advanced-technology/>

选与自主意识) 介入人工智能运作中, 诠释艺术家的抽象语境和审美体系, 并不断调整融合两者以形成协同的数字化自然生态。

3.4 本章小结

本章主要通过案例说明的方式分析了生成艺术的“自治系统”与“他治系统”, 其中自治系统早在加兰特尔教授数篇文章中被不断整理完善, 并对应“复杂性理论 (Complexism)”来描述, 后续引用了莫里·盖尔曼和塞斯·劳埃德的“有效复杂性”的概念。在这种观点下, 高度有序和高度无序的生成艺术都可以被视为简单的 (如图 3.13, 复杂性图的绘制 Galanter 在数次投稿文章中均有完善⁸²)。高度有序的生成艺术使熵最小化, 允许最大的数据压缩, 而高度无序的生成艺术使熵最大化, 不允许显著的数据压缩。最复杂的生成艺术以一种类似于生物生命的方式混合了秩序和无序, 事实上, 受生物启发的方法最常用于创建复杂的生成艺术。

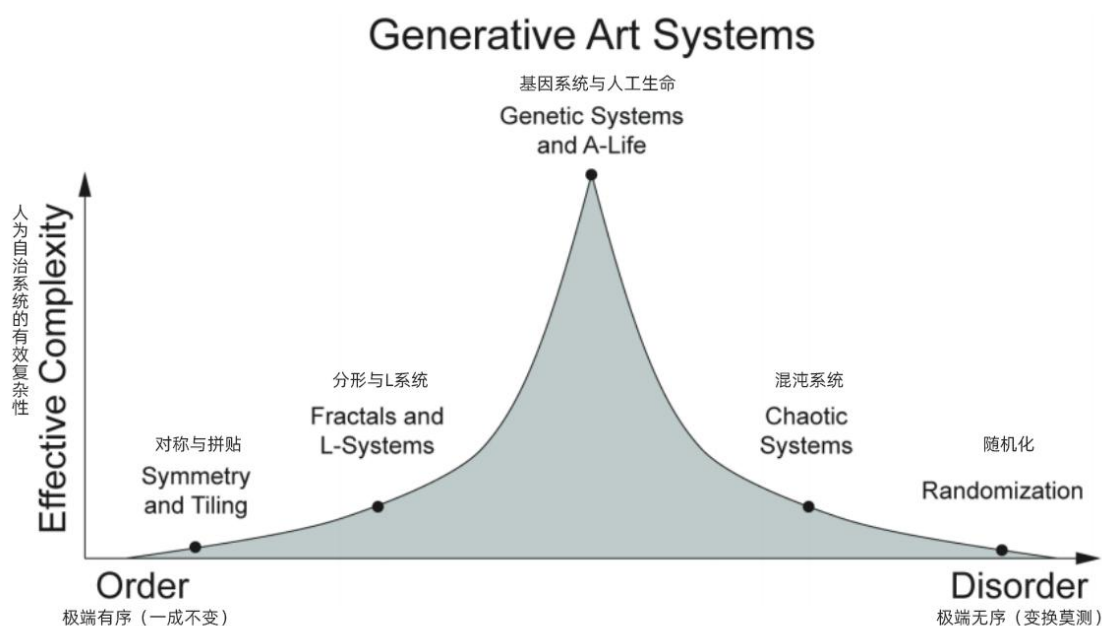


图 3.13 有效复杂性下的生成艺术自治系统 (来自 Philip Galanter 的理论研究)

生成艺术自治系统 (分形、混沌、遗传算法) 这些法则与传统视觉设计法则

⁸² 参见【Galanter P. What is generative art? Complexity theory as a context for art theory[C]//In GA2003 – 6th Generative Art Conference. 2003.】【Galanter P. Complexity, neuroaesthetics, and computational aesthetic evaluation[C]//13th International Conference on Generative Art (GA2010). 2010.】【Galanter P. Philip Galanter Paper: Generative Art after Computers[J]. Digital Creativity, 1921, 20: 46.】

(对比、对齐、重复、亲密性)⁸³的有不同程度互文关系，之间规则的相互照应形成不同的领域系统。研究的价值意义在于联通不同视域下对现象的专业语义表达，学科之间的破壁能够平等地理解术语的传达理念，尽管跨学科过程是道阻且长的。

受“自组织理论”启发（复杂性理论、自组织理论和涌现理论等），配对“自治系统”，本文将不同的图片生成形式相应整理了“他治系统”——它不完全脱离“自治”规则，更多让渡到人为具体设计的生成系统，为体现人对机器/自然的控制力或创造力，且已经实体化与规模化，受众或用户看到的不再是抽象的数学原理或个性的美学表达。因为具有人为干预或预处理的前置条件，在最终呈现结果上多了一层“交互艺术”“数字艺术”或“新媒体艺术”的泛化外衣。

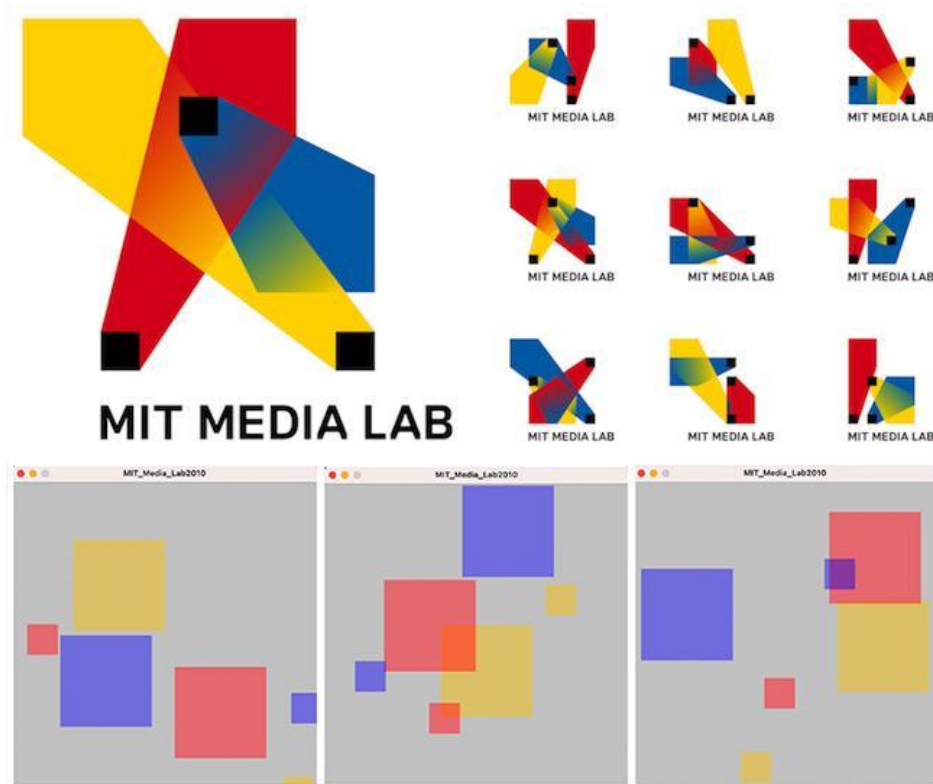


图 3.14 用 Processing 对 MIT 标识的部分步骤还原

在 3.3.2MIT 标识的案例中，作者可以感受到人为设定的行为指令在面对一些简单视觉效果时可以还原执行，但在处理系统结构更为复杂的画作上，还需要引入更多组件进行叠加。就生成对象的应用层次上，gif 动画和简单的线面肌理还是提供了启发性的想法。作者尝试使用 Processing 进行过程分解（图 3.14）：

- ①在预设的画布上随机生成三个对象；②分别填充红色(255,0,0,90)、黄色

⁸³ (美) RobinWilliams 著. 写给大家看的设计书 第 3 版[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2009.01.

(255,255,0,90)、蓝色(0,0,255,90)且不透明度为 90%；③限定随机生成三个对象为正方形 $\text{rect}(\text{random}(0,\text{size}),\text{random}(0,\text{size}),50,50)$ ；④在此基础上再随机轴心点位置生成三个延长边长的正方形对象，可设置为初始边长的倍数 $\text{rect}(\text{random}(0,\text{size}),\text{random}(0,\text{size}),200,200)$ ；⑤对应点连接颜色相同、大小不同的正方形形成异化六边形⁸⁴

这一过程还没具体设置分布限制、边缘碰撞检测等后续细节，当这些工作也被完成后可以进一步过滤掉输出效果不理想的“生成物废案”。目前已然可以按照这样的思路交给计算机重复执行，且技术的实现在知道具体操作后是很快可以实现的，难点在于其思想的传达。“先验”在于艺术化思想在前，再使用算法技术实体化设定方案。而自我分解的过程现在看起来像一个“后证”的过程，是先有了随机化分布的结果后，再为之赋予高精尖领域交叉研究的文案说明。这两者顺序的相互启发也是生成艺术研究的一大哲学议题。回到具体的这一时期标识识别方案上，尽管使用的时长远低于前后方案，但它所引入的生成艺术算法设计启发了我们对于创作手段的更新升级。

第三部分生成艺术的设计应用案例——包含了对输入输出对象模态的思考，同时就生成艺术在视觉传达方向的传统项目（标识、字体、海报）与创新课题（展出体验、品牌运营、模型生成）发散讨论。生成设计和传统标识设计不是对立的。生成式设计不是一种趋势，它是一种普遍的思维过程和思维方式，提供了有关如何确保传统标识设计中的变化和重复之间的正确剂量的见解。

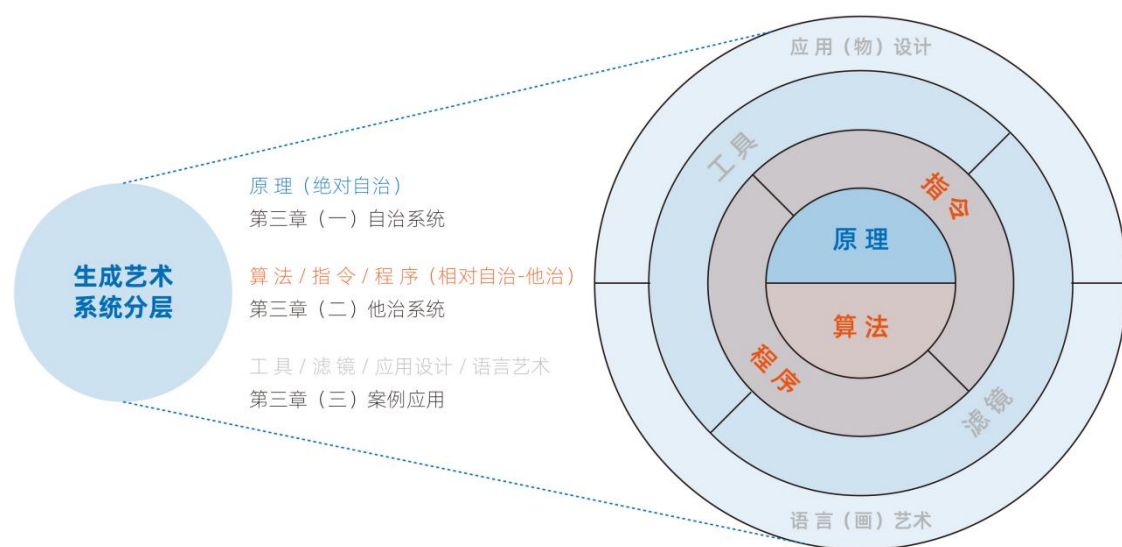


图 3.15 生成“自治”与“他治”系统的层次分解

⁸⁴ 类似 Adobe Illustrator 中的“混合”工具的功能实现

系统论在生成艺术中的表现，如图 3.15 所示，宏观指向最外层的应用物设计以及绘画艺术，是人直接创作（生成）的。中观指向包括“工具/滤镜/程序/指令”等内部圈层，是人借助或软件，或机器，或人工智能（自治系统）的间接创作，结果可以是“生成物”或者“生成方法（元规则）”，根据人或自治系统的影响力来鉴别属于“广义的人为创作”还是“狭义的机器生成”。微观的表现为机器直接读取的编码条件，表现出的核心原理以及算法序列。**对象的生成在具体软件/网页/插件/工具（产品形式）间的差异性较大，这也造成了这一部分论述点状分布较为分散，这对应到生成艺术除“复杂性”外，“非线性”“涌现性”的特质——大量简单，组成复杂。**因此通过分级标题具体讨论是必要的，这也是‘系统方法’研究‘问题系统’的具体执行。

第4章 系统论建构下生成艺术的设计思辨

4.1 生成艺术的讨论问题

4.1.1 特性共享不等于概念等同

生成艺术注重“规则系统”——不管是自然系统的，还是人文法则的；不管是运作者自带的，还是创作者构建的；不管是简单而重复的，还是复杂且随机的都所属生成艺术的范畴。

新媒体艺术注重“新”——是相对已有主流的尖端小众的“新”的媒体媒介从事艺术实践：网络相比纸媒是“新媒体”；现成物相比手工打造的是“新媒体”；H5 交互相比 Flash 动画是“新媒体”；AI 工具相比 Adobe 软件是“新媒体”，摩尔定律使得现实世界的“新”每日都在增量，新媒体的“具体所指”同样难以某一时段下的装置/交互/影像来完全等同，对于后者也是生成艺术创作形式的异化表现，再一次模糊了人们辨析的感官视野。

计算机艺术注重“计算机”主体，围绕以计算机为核心的采集输入和转化输出。作者认为计算机艺术可以纳入到生成艺术的子集，而若生成艺术全然代替计算机艺术就狭隘了“规则系统”本身，即便在当下人工智能大火、元宇宙艺术形态蓬勃、NFT 生成艺术搜索量显著的环境下，它也绝不仅仅是使用计算机工具的纯技术概念。经过深入探索广义上生成艺术包含了很多形式内容才显得复杂，而不能因为粗浅理解复杂的设计实践，随便冠以“生成艺术”或“算法艺术”的标签，含糊其辞地消化。就像生成艺术的理论支撑概念——复杂性高不意味着其中是一片混沌的全随机状态。

4.1.2 人为规则把控概念抽象化的尺度

当回溯一张具体图像的生成过程时，它的上一个状态停留在不知所名的噪点图中。其间的差异计算机术语称为损失函数，这一过程可以类比我们熟悉的风格派美学特征——将绘画雕塑等作品的特征完全剥除，使之成为具有鲜明可视性和相对独立性的简单几何单体。计算机生成图像减少噪点的过程（清晰化）类似于架上绘画丰富细节的过程（层次塑造）。克里斯托弗·尼尔曼（Christoph Niemann）在《抽象：设计的艺术》中图示过抽象标尺，表形与表意的折衷点需要我们调试

使之恰到好处（图 4.1），这同样适用于生成艺术的创作中——我们看到屏幕上显示的线条方圆在谋划意义的统摄时，需要协调主观世界和自然世界联动一致的接受度和认可度，缺乏语义文化根基的急性创作还是会陷落到“被粗泛解读——被妄加标签——被囫圇定义”的生成物怪圈当中。

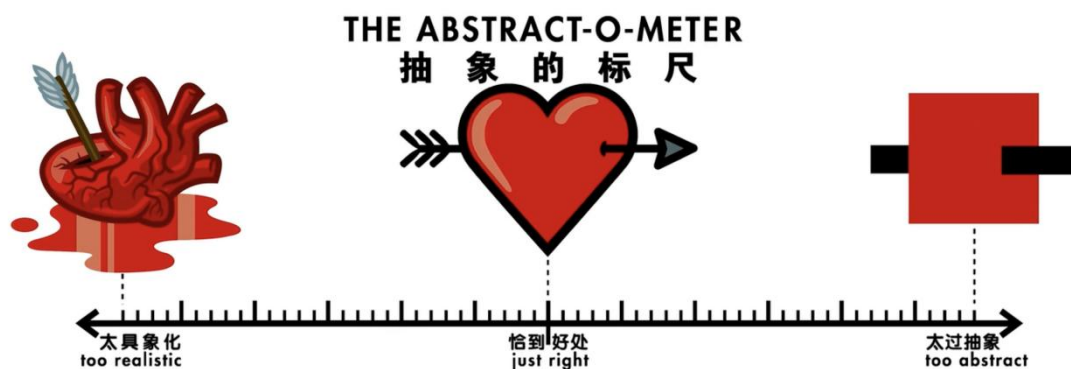


图 4.1 Christoph Niemann 描述的“抽象标尺”（来自网络⁸⁵）

生成结果的判断受到受众后天的知识、价值观、经验、所处环境；与先天的性格、感官天赋及动物本能影响，形成个别的主观差异。创作者若有意诱发全新的体验，就必须考虑沟通对象的符号经验，理清影响其团体判断的后天性质。生成艺术人为规则的修订，会影响概念想法抽象化的表达，其中映射出的作品内涵能否与受众获得共通的意义空间，也是对事物背景的认识。环境则是对事物呈现情境的经营，在自然界显得突兀的建筑坐落于城市群能够引发共鸣；某些“现成品”放在美术馆里面是经典之作，在生活场域也许毫无意义。

4.1.3 微创新的比较优先级、美的计算与群体认知的磨合

微创新的比较优先级——个体创新的结果的评级，需要和自己比较创新水平，还是在“知沟”理论下，追逐同院校/同专业/同国家研究团队的创新能力？自己找参考书学习编程敲代码算创新吗？把已解决的问题（键鼠交互动画）换一种工具运作算创新吗？套用既定研究范式用同风格类型（StyleGAN）更换样本题材（唐/宋/元山水/花鸟/人物画生成）算创新吗？这些都是在研究性阅读和过程性实践生成艺术的新问题。

⁸⁵ 【抽象：设计的艺术】双语字幕 全 8 集 Christoph Niemann - Illustration 插画
[EB/OL].https://www.bilibili.com/video/BV1wx411a7nF/?spm_id_from=333.337.search-card.all.click&vd_source=f608c0fc6a4a7d3bc6dfbd443e24971c

生成艺术在文献中被抽象为“美的计算”来理解（人类的美学可以形式化吗？）美感经验普遍来自五感刺激，如视觉上的顺眼感觉，听觉上的悦耳，触觉上的细微层次。在感官之外，美亦经常发生于想像，不一定存在具体形式。透过文字引导，或只是对某个情境的联想，便足以激起美的触动。感觉到美的瞬间亦是美的。若假设美独立于感觉之外，美便应该能够施加于客观事物之中并完整传达，被全体以相同方式理解（我们知道这不可能发生）；而无法融入多数人赞扬的美学即是丑陋。

生成物给人带来美的感受，不同于生成物信息本身，它是不依附于本体而在人类对其加工过程中触及的神经冲动。将美的概念从事物中抽离，正视人类的心神转化，我们才能进一步讨论是什么创造了美。人在体验事物的过程中，透过审美能力进行判断而触发感觉，产生美感经验。（生成艺术沉浸式展演、生成艺术动植物形态模拟、生成艺术光影交互等）**短期内这部分美的计算尚未积累成型，但随着后续研究者的进入，对其相似经验的丰富探索将为其建立系统化的知识，发展成对应的美学门派（理解道-法-学-术）。现实存在着主流价值观与非主流的反抗、存在着相对客观的美感，作者称为美的共识。**

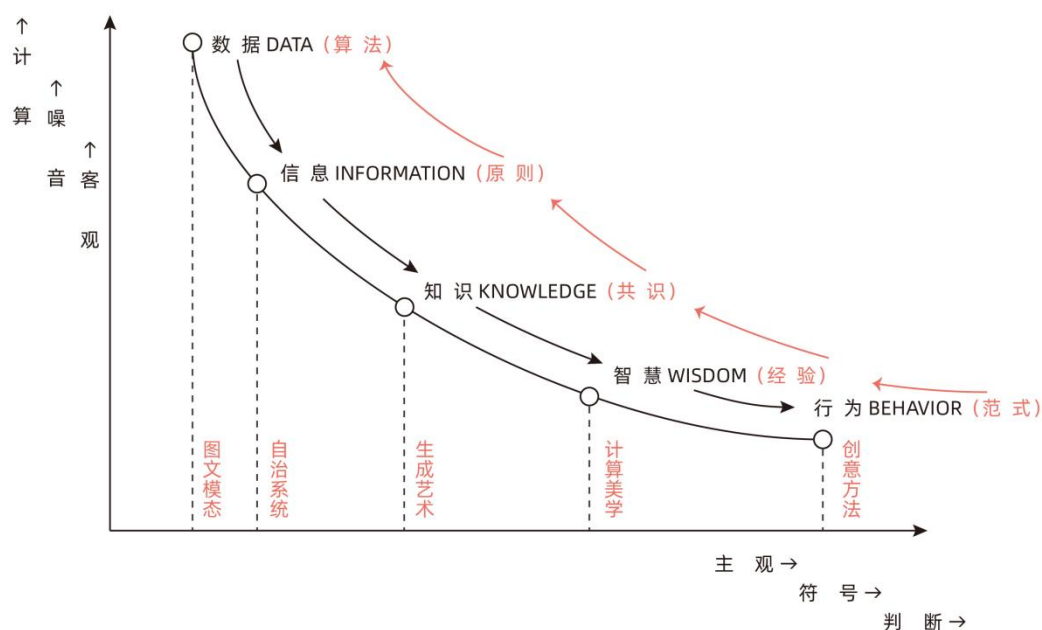


图 4.2 依据覃京燕_慕课 AI 赋能文化遗产_演示课件结合理解⁸⁶

试着将‘美的知识’抽象为‘发展线型上的节点’，欣赏者只能单向地认识

⁸⁶ 中国大学 MOOC 人工智能与创新设计

[EB/OL].<https://www.icourse163.org/learn/USTB-1206874802?tid=1463954450#/learn/content>

美，而创作者能够重新进行元素组织，利用个性化的行为培养全新的行为范式倒推创作。持续的节点流向与互动，反复产生新的经验，影响群体的审美判断（图4.2）。人类文化的多元性便能看作是基本需求受到社会保护而得以满足创新特质的结果。与其说成品味，美的认同更像是人在无数共识团块中寻找依据的过程。设计工作者经常误解美学为“提供正向美感经验”，将不相容的意见视为仇敌，却忽略这样的美只是自己与共识圈的主观感觉。因此本文认为生成艺术需要建立个性化且有共识性的自治系统——“人类对美学的处理可以形式化（个体美感），但美学‘总体大于部分之和’难以被形式化（群体美学）”与美相关的议题讨论应建立在哲学与社会学的客观范畴，避免过度简化、去除脉络而造成美学上的反智。

4.2 生成艺术的设计伦理

4.2.1 恒常变化性

恒常变化性表现为“长时间多样化缓慢进化”还是“单体断崖式涌现突进”——对于类似生成艺术的新课题，一方面就其发展的前期底蕴（理论研究支撑，技术成型支持等）是长时间的、多样化的，在国内外研究综述中已有体现。另一方面就其雨后春笋般现实表现，经过技术奇点洗礼后，艺术单体的媒介跨度、表达方式丰富性已经日新月异。突变式、涌现式的新知识、新成果让沉浸于传统框架内的老学究猝不及防。对于恒常变化、缺乏相对稳定性的新事物，虽然凸显了智人主宰的虚构故事能力，但在分化的世界中新旧交替的阻力仍然长久存在⁸⁷——对旧的故事失去兴趣和信心，也没有培养起新故事的普遍共识。

复杂性科学研究复杂系统内在的自组织行为即涌现行为，为创造基于涌现过程的生成艺术提供了理论和技术基础，同时我们需要辨析“文采来自思想而不是词藻”“艺术性来自人为创造力而不是仿真再现”。生成对象是人类在时间与空间上具体的历史遗留物，横亘漫长的发展历程来看无疑是遍布多样的缓慢进化。纵然有“人工智能”这样技术加持，也尽是当下时间最好加以盛名化的一种模态。视觉“形”的要素经由深度学习归类整理并予以分辨，是后期视觉认知形态创新的发展关键。

生成艺术具体的设计研究在上述内容提及“分形”“随机”“人工生命”“粒子系统”“自组织”等单体概念却是需要在短时间快速了解的（第三章内容），是若干简单规则在高层次上具备复杂性的涌现系统。看似是技术现象的“生成艺

⁸⁷ （以色列）尤瓦尔·赫拉利著；林俊宏译. 今日简史 人类命运大议题[M]. 北京：中信出版社, 2018.08.

术”已然突进到一种理论层次，通过系统内部主体运动与交互，系统的宏观层面上的行为便不再是个体的线性相加，而呈现出整体的涌现行为，同时系统的宏观属性依赖于内部结构的行为，规模性也是促成涌现的必要条件之一⁸⁸。

4.2.2 真实性表现

真实性表现为思辨内容生成是“真实（物理世界）的虚拟”还是“虚拟（数字世界）的真实”。

1) “真实”仿生设计与“虚拟”生成艺术

真实与虚拟都伴随着双向模拟——自然的 (Natural) 物体数字化 (Digitalization)、人造的 (Artificial) 物体真实化 (Actualization)（图 4.3）。师法自然是人类存在的重要方式，自然形态之美满足仿生造物的功能与审美需求。仿生设计学的中级阶段：建立在模糊、差异与多义的抽象仿生，且属于高迪、吉马德、柯布西耶、卡拉特瓦拉等人为代表的现代抽象；高级阶段即为跨学科的范畴，涉足生物学、艺术学、材料学、心理学、社会学等，从整体与局部、静态与动态、具象与抽象、动植物微生物与人类或非生命体等程度对象切入，对外形结构与能量转换进行信息传递。仿生拟真在这里仅是手段而不能作为生成艺术的目的——优化得几近完美而显得不真实，因为真实是有缺陷的。



图 4.3 数的物化与物的数化（来自网络 by.阿里云设计中心）

2) “虚拟”恐怖谷理论与“真实”邓宁·克鲁格效应的线型重合

⁸⁸ 吴晨婧.生成艺术研究[D].武汉:华中科技大学,2020

在生成艺术研究过程中，作者发现“恐怖谷理论⁸⁹”和“邓宁·克鲁格效应⁹⁰”在线型上具有自相似性，并尝试以此用来解释原生与克隆、模仿与复制、哲学与技术之间的认知失衡。

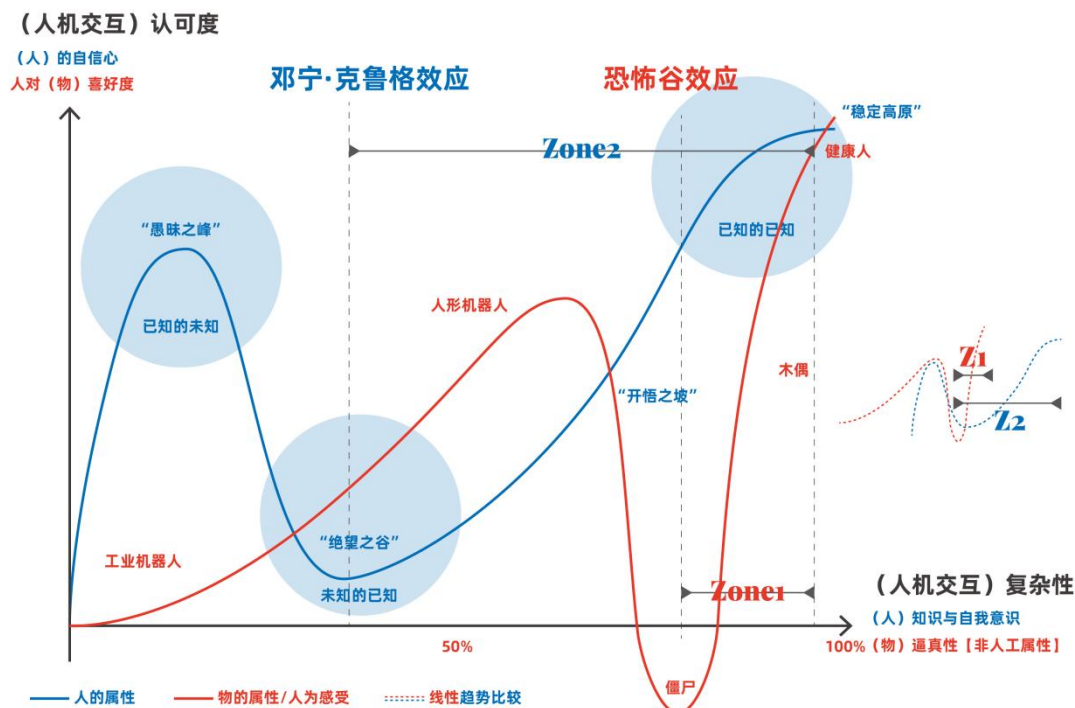


图 4.4 恐怖谷效应与邓宁克鲁格效应的线性比较

如图 4.4 所示，“恐怖谷效应”的纵轴是人对“人造生成物”的喜好度，横轴是“人造生成物”的自然性；“达克效应”的纵轴是人对自信的认知，横轴是人的“知识与自我意识”。在纵轴上两条线在经历一个峰值后，都有急剧跌落的朝向，非生命体（图像）的良好有序可以在短时间内得到弥补（Z1 区间），但人作为创作者步入化境的周期相比会更长（Z2 区间）。走向第三阶段的“开悟之坡”，完善理论与实践平衡的生成艺术教学体系完成数字化转型——比作品更有趣的是自发性，即一种乐于挑战自己体系的意愿，计算工具和算法模型的研究让这些成为可能。

马里奥·克林格曼作品《路人的记忆 1》受训的 GANs 倾向生成贴近密切、充满对抗性、令人不安、离奇怪诞的肖像，以至于我们看到的大量图像都具有略微

⁸⁹ 日本机器人专家森昌弘提出关于人类对机器人和非人类物体的感觉的假设。本文意指所有包括机器人、虚拟人、数字人等图像生成物。

⁹⁰ 能力欠缺的人在自己欠考虑的决定的基础上得出错误结论，但是无法正确认识到自身的不足，辨别错误行为，是一种认知偏差现象。本文意指生成艺术代表的新事物进入自身专业后的认知过程。

变形和恐怖面孔的 GAN 式美学⁹¹。作者认为这种“语义过载所造成的恐惧”是人为干预后赋予的，与“GAN 早期生成物发展不成熟结果古怪”这一历史必然并不冲突，或者说它将技术模型的缺陷作为艺术化表达的一个自带特性加以印证。观众对“技术精湛”和“视觉复杂性”等品质的感知可以被视为对观众的接受有着特殊的影响⁹²。

当获得上述两种品质刺激下所生成的更高质量结果时（比如虚拟偶像和仿生人）伴随着无限趋近现实的非真实感，同时不完全认知和大众传播的情绪渲染也加重了对生成物的视听恐惧。自然人是一种被普遍认可的、常态化的“真”，通过智能处理技术优化能够达到仿真的层次，但无限趋近不意味着百分百的一致和可替代。这一层痛苦还建立在学科界限内部，非对应专业下理解陌生概念、培养编程能力的学习者身上。

4.2.3 自治话语权

自治话语权的争辩在于“人机人类移动性的交互合作”还是“控制失控领导力”——生成艺术所代表的计算设计已经推翻了“速度、价格、质量只能三选一”的说法，其应用意味着乏味的工作可以被自动化。应对“机械失控”被自动化替代的危机，所有人的第一想法——**逆境趋势会引发恐惧，解决方式就是自主提升个体适应力（对自动化替代这种恐惧的“逃避”或“斗争”）**，体现在对人工智能的控制力上的韧性。

“改变小屋”最早由瑞典心理学家克莱斯·杨森（Claes Janssen）在 20 世纪 70 年代提出，它是通过把一个有多个房间的房子作为隐喻，将改变的概念引入到生活当中。发达工业社会成功地压制了人们心中的否定性、批判性、超越性的向度，使这个社会成为单向度的社会。生活在其中的个体就成了丧失了自由和创造力、不再想象差异化的单向度人⁹³。我们不乐于预见“人的低效率劳作”或“机器的全方位全领域替代”的单向性结果，因此想要获得技术的红利，也要浅尝技术的苦果，电脑升级的同时考虑增加人的成本，否则机械全然会替代人类。

不确定性的程度曲线显示了四种状态：已知的已知（我懂，我也能搞定）——已知的未知（我只知道我对此一无所知）——未知的已知（我不懂，但有人懂，去找他）——未知的未知：（？？发生了什么？？）⁹⁴。人为控制力在于尽可能减

⁹¹ Bailey, J, DOING THINGS WITH COMPUTERS:AN ILLUSTRATED QUARTERLY MAGAZINE. Art in America, 108, 34. [J], 2020

⁹² Fry C. Enchanting Algorithms: How The Reception of Generative Artworks Is Shaped By The Audience's Understanding of The Experience[J]. 2018

⁹³ (美)赫伯特·马尔库塞著;刘继译. 单向度的人 发达工业社会意识形态研究[M]. 重庆: 重庆出版社, 2016.12.

⁹⁴ 报告发布 | 全球科技与设计领域的重磅研究成果《2022 适应力技术报告》

少未知的未知，以至陷入一种不可知的混沌状态。有了种种生成器的加持，为什么还要学习汇编语言呢？或者更具体说，为什么还需要编程思维呢？我们都愿意在工具技术上徘徊，因为它是实在的、摸得着的、符合商业属性的、拿来就能显现出成果的。但从工具技术出发，永远是跟着别人的技术路线和策略走，对“生成器”的介入和依赖不能够帮助我们解析“生成艺术”的自主性探索，仍不具备创作者主体的自我意识。时刻把握控制力就在于突破舒适圈，积极去适应这个世界上“未知的已知”，将它们内化为“已知的已知”。研究条件、研究限制，根据变化目标系统思辨地组织事物外部内部因素，是生成物变得灵性、创作者再上更高境界的表现。生理需求保障人的生存，心理需求为人的生存增添意义。意义指的是认为“他人依赖我，对我感兴趣，关心我的命运，或把我当作自我的延伸，并极大地影响了我的行为。”在生成艺术创作中即时警惕主体的把控力，消化机械革命带来的压力，恢复人性的关键运作并培养在瞬息万变环境中及时适应的能力。

4.3 生成艺术的设计基础概括

4.3.1 智能模式转变-HI&AI

生成艺术的实践可以剥离出人类智慧与类人智慧的双线关系，因为眼下主流的自治系统来到人工智能主导的时代。自然的生存来自生物的多样性，社会的生存来自文化的多样性，人类物种的生存来自思维的多样性。人类智能 HI 与人工智能 AI 之下所形成的融合智能的状态，后者不断通过模拟和仿真的方式向我们人类的智能进行学习，人工智能所具有新的存在本身就是有别于人类智能的一种存在和创新。由人工智能所形成的智能体和我们的人类智能所形成的自然的人类相互之间的关系，被比喻为“零和博弈⁹⁵”或“非零和博弈”的关系⁹⁶。融合智能有别于传统的认知焦点模式，能在聚焦和失焦视野下培养双重特性的认知模式，这里将包括但不限于图像（原始艺术作品、手工艺产品等）的生成分解为三重进度，以整体理解“创作者”“创作过程”“创作生成物”的内核与外延。

一层：（“who”）creates（“what”）——HI 架上作画

二层：（“what”）generates（“what”）——AI 图像生成

[EB/OL].<https://ixdc.org/act/11/news/1798>

⁹⁵ 零和博弈（zero-sum game），与非零和博弈相对，是博弈论的一个概念，属非合作博弈。是指参与博弈的各方在严格竞争下，一方的收益必然意味着另一方的损失，博弈各方的收益和损失相加总和永远为“零”，故双方不存在合作的可能。本文此处意指人与人工智能（自治系统）的一种博弈关系。

⁹⁶ 覃京燕.人工智能对交互设计的影响研究.包装工程.2017年10月刊

三层：（ “ who + what ” ） creates/generates （ “ who / what ” ） —— HI & AI 人+自治系统协同

4.3.2 创作范式转变-UME 三种中心

1) 以人为中心的设计 UCD (User-Center Design)

无论从设计者还是使用者而言，对人的主体地位的考虑是毋庸置疑的。这种双向的平衡随着社会分工与现实语境的多样化不断被具体分析，满足使用者的个性化需求，实现设计者的批量化指标，生成器是用户触手可及且易于操作的，生成系统的开发是研发人员使用友好型、封装便于复用的。对于编程能力的要求，也在生成软件的开发中被不断降低新手入门的限制，即对计算机的汇编语言不作专业要求，在基础掌握一些代码编写后，人性化地同步屏幕显示以“读图”的方式呈现，支持实时反馈验证效果，这些都是生成艺术诞生过程中以人为中心、使用者友好型的微观体现。

2) 以意义为中心的设计 MCD (Meaning-Center Design)

生成艺术以意义为中心会影响作者身份所属问题。在传统作品中，作者身份因为它要么是一个历史事实，要么至少是一个系统的历史研究问题，至少是被明确定义的而显得对其质疑微不足道。但是同样的条件下，直接讨论艺术家和艺术作品之间的简单关系，随着生成系统的插入产生了问题，并使一些人怀疑是否应该将直接原因（即计算机或其他系统）归因于作者。大多数生成性艺术实践可以通过在作者和读者之间插入计算机来在网络中描绘。生成艺术家/作者创建了一个恰好是计算机程序的文本。然后，计算机使用该程序生成发送给读者的艺术品。作者有大量传入链接作为意义影响。但是计算机有一个单一的输入链接，那就是计算机程序，它是程序员创造力和观点的表达。分配作者的是意义的附件，而不是计算机程序节点的顺序。通过分辨意义链接多数指向程序员（人）还是计算机（机器），来界定相互作用的影响力，判定生成物的所属问题。这也是传统设计中将作品与人直接相连，而不会说 Photoshop 这样的工具是作品的作者。因此以意义为中心的生成艺术设计在这里具备了拔高创作立意、规范所属界定的内外驱动力。

3) 以效率为中心的设计 ECD (Efficiency-Center Design)

以数字编码传播媒体为主流的现有业态环境，建立在计算机创建、浏览、分享、修改和存储的流程性工作上。当设计师创作过程被极度简化，就得到“需求-构想-产出”的瀑布流结果，但正常的任务交付并不遵循这种完美近乎理想化的工作流程（图 4.5），而是经过各种混乱循环反复后迫于截止日期妥协产出的“起承转合”。

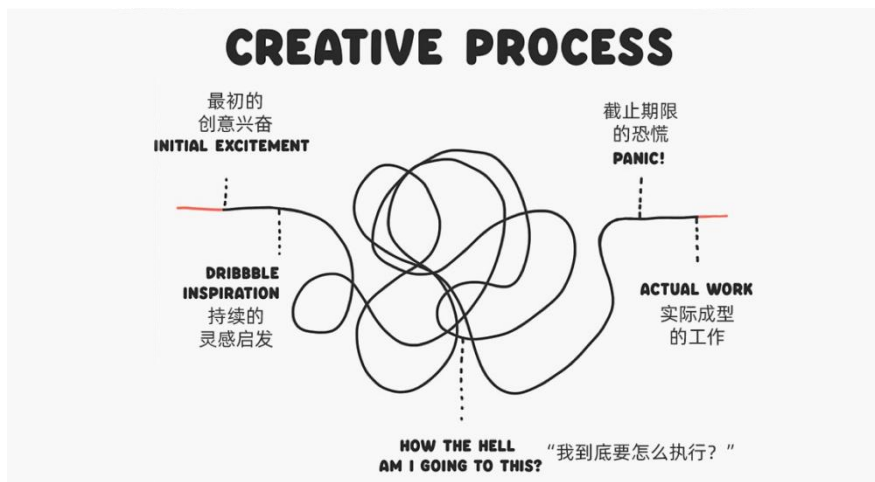


图 4.5 创意过程的“起承转合”（来自网络⁹⁷，作者添加中文翻译）

从完整的工作任务流还是其间修改尝试的对峙无形中都在加速，以效率为中心的生成式设计实现了艺术化在日常实际的落地优势，即能够穷尽选项并且快速试错。生成数量并不意味着质量，虽然能产生数千种不同的结果（不是解决方案），但其自身并无法真正分辨出好坏，所以需要设计师从这些众多的方案中做出选择并同时面临着“选择的悖论”，逐步让渡到一个过滤筛选的角色。

4.3.3 内容方式转变-形意的“先验”和“后证”

当人们设计一件物品时，人们通常会寻找一些“新的”概念，表现出能指和所指的分离以达到呈现的趣味性和主题的启发性。过去的内容生产是建立在前期想法设定已然成型的“先验”基础上，而当下的创作方式则通向“先生成内容，再赋予意义”的“后证”追随。如果生成艺术是设计一个创作过程，定义它的独特性、身份和可识别性，建立生成规则，获取（从 2d-3d-物理等）属于所需角色的场景，构建一个动态非线性系统，能够生成不可预测但可识别的无限结果。在这样的实践脉络上，生成艺术的内容即是量化自我的认知冗余——是发现和设计自己的诗学，作为一个创造过程的哲学。

生成艺术向生成设计的应用内容转变在于生成式设计与形式发现，生成式设计涉及整个设计过程，它不仅仅是参数化设计，在生物层面执行了对物种的设计，伴随着建筑师、音乐家、艺术家、设计师等不同身份的介入构建了先进的智能生产。就实际内容主题上，本文结合克里斯蒂诺·索度的研究，重新划归物理世界、数字世界、生物世界的对应议题，将表形与表意的内容分解，模块化系统化以获

⁹⁷ 设计师的概念该转变了——聊聊「生成设计」[EB/OL].<https://jelly.jd.com/article/61162c14b6be240189b6c22d>

得启发。

【物理世界】数学分形:

- A1) 组织 vs 选择 | Organizing versus Choosing
- A2) 变化 vs 优化 | Variations versus Optimisation
- A3) 形态发生元项目 vs 常规项目 | Morphogenetic Meta-Project versus Project
- A4) 不可预测性 vs 已知的重复 | Unpredictability versus Repetition
- A5) 不受影响的 vs 无反应的 | Impervious versus Flat
- A6) 既定诠释 vs 重建解构 | Interpretation versus Deconstruction/Reconstruction
- A7) 复杂综合 vs 简化 | Complex Synthesis versus Simplification
- A8) 常规场合 vs 极端障碍 | Occasion versus Obstacle

【数字世界】计算机图形:

- B1) 处理过程 vs 输出结果 | Process versus Output
- B2) 排列 vs 分层 | Permutation versus Layering
- B3) 分析 vs 解释 | Analysis versus Interpretation
- B4) 指令的随机 vs 输出的随机 | Random of requests versus Random of outputs
- B5) 数据驱动 vs 基于观点 | data base versus point of view
- B6) 解决方案 vs 头脑想法 | Solution versus Idea
- B7) 同系化反应 vs 个性化识别 | Homologation versus Identification
- B8) 演绎逻辑 vs 解释逻辑 | Deductive Logics versus Interpretative Logics

【生物世界】艺术造形:

- C1) 原生 vs 克隆 | Generation versus Cloning
- C2) 客观性 vs 主观性 | Objectivity versus Subjectivity
- C3) 模仿 vs 复制 | Imitation versus Copy
- C4) 大众认可 vs 个体匿名 | Recognisable versus Anonymous
- C5) 形成 vs 转变 | Forming versus Transforming
- C6) 规则 vs 形式 | Rules versus Forms
- C7) 有机实体 vs 极简概念 | Organic versus Minimalist
- C8) 教什么 vs 如何教 | Teaching What versus Teaching How

4.4 本章小结

对于“生成艺术是不是将简单的问题复杂化”的回答——生成艺术可以是很简单的，也可以是极具科技感的——“复杂”是若干“简单”共同构成的（罗马并非

一日建成)，因此本文认为生成艺术的研究本就是需要深度介入，甚至对艺术从业者而言提出编程学习的要求。那些仅把生成艺术等同为单一概念的解读方式，本身就低估了复杂科学背后的知识叠加与迭代，是需要重新认知与辨析的。设计层面角度来说，“复杂”这一中性词并不具备“制造问题使人感到困惑”的含义——就像飞机舱的驾驶室系统，对于外行来说是‘复杂’的，但是对于专业飞行员来说是‘简单’的——因此同比艺术背景的研究者而言，对问题的解析在于在可控范围内最大限度提升自己的专业水平，应对“飞机”（生成艺术）这样庞大复杂的新命题系统。对于收获短期内生成“简单”的生成结果，远不能达到商业化“复杂”程度可能受挫，这需要极强的自驱力。

复杂的另一方面是大量专业术语的涌现，在上一章生成艺术的自治与他治系统中已明显感受到，理解打通这些概念才能更好实践生成艺术，进一步讲本文不希望仅仅把这些概念“百度式”地普及，这一过程让人感到不耐烦，统摄在生成艺术框架下好似又互不关联。生成艺术的魅力在于启发新的过程性创作灵感，内化“变量”“数组”等术语，用于自己的故事脉络讲述，结合专业实践解读当下设计现象与文化才是具有现实研究意义的。

创作者是“复杂”的（不同身份），生成内容是“复杂”的（多模态），生成艺术的内核是“复杂性理论”，生成艺术的外延指向“复杂科学”，因此生成艺术从不是像做 gif 动画那样的简单问题，受限于个体能力表现，“简单”是当前阶段外部视觉上的感性判断。“少即是多”给生成艺术研究的启蒙在于——以最少的时间成本，获得最快的反馈性信息（调整已有输出对象）【时间维度】；以最少的空间成本，获得最多的启发性意见（参照样本新风格新元素指数化的可能性，不是简单的排列组合）【空间维度】；以最少的人力成本，获得最大的跨学科收益（艺术绘制和技术编程双系统的嵌入，脱敏“外置大脑”依赖性）【能力深度层面】。

创作者有“社会身份”的集合，同理生成物有“存在意义”的集合，解读方式难以统一。系统性分析生成艺术关于“虚拟/现实”“机器取代/人类主宰”“个体经验/群体共识”的研究问题，是关乎这一主题接纳度的因素，如果不能理性平视看待，那么第三章自治/他治系统的解释性研究将毫无意义。生成物对象的广泛跨度所造成的“部件简单，整体复杂”，解释的概念众多，术语庞杂，在研究过程中留下使用工具的痕迹或注释（比如用了 Processing 软件、其中 GifAnimation 的库指令、解决对应动态播放的问题等等），对于后续变体实验有着更好的指向和说明，而不是盲目冠以生成艺术似是而非的伪命题。

第 5 章 生成艺术和创意编程项目实践

5.1 生成艺术的创意编程设计方法概述

基于生成艺术的世界观研究，需要对应创意编程的方法论。“用工具创造了什么”的重要性远大于“学什么工具不重要”，正如编出 Photoshop 的工程师，没有人会比他们更熟悉 PS 的各项功能了。但很显然，不代表他们就能用这个工具创作出好作品。同理，**创意编程最终要比拼的不是“编程 Coding”，而是“创意 Creative”的想法**。设计师学编程的优势，在于综合创作者的思维、视觉表达能力和代码语言的了解，能够产出极具风格化的作品。学习编程除了实现想法之外，可以多一个角度去理解事物更底层的规则，它是能反过来丰富你的想法，而不纯粹是门工具。

因此想法才是最大的驱动力。更鼓励围绕一两个具体的创意点发散，用它来串联所学的知识。自己学习创意编程的动力，源于两个感兴趣的方向，一、从数的角度去剖析图形，用代码用法则去探索图形的更多可能性（万物皆数）。二、希望用程序去测量人的思维，以此开发一些训练工具（量化绘画）⁹⁸。这些想法用传统的软件都是无法做到的，但学习创意编程让我有机会亲自去实现它。“取乎其上，得乎其中；取乎其中，得乎其下；取乎其下，则无所得矣”。

5.1.1 编程工具 Processing

Processing 能够在视觉环境中向非程序员教授计算机编程的基础知识。它拥有一个庞大的相关语境和编程环境的家族，其图形元素是 Java 语言的一个分支。它们的语言句法规则几乎是统一的。所有 Processing 项目都称为草图，每个草图都有自己的文件夹，可以用过各类函数调用音频、文字、图片等格式文件，或全部使用代码编写简单几何图形。

5.1.2 编程组件以及节点拆解

Processing 4.0 包含了一组功能，可以更容易地安装、更新和删除库 (Libraries)、工具 (Tools)、模式 (Modes) 和示例 (Examples)。编程新手通常从静态草图开

⁹⁸ 设计师如何自学创意编程(入门篇)[EB/OL].<https://www.zcool.com.cn/article/ZMzk4MzY4.html>

始学习坐标、变量和其他基础知识，然后再转向活动草图。静态草图不包括动画或交互，以专注于早期的编程基础，短行代码在屏幕上有直接的表现。

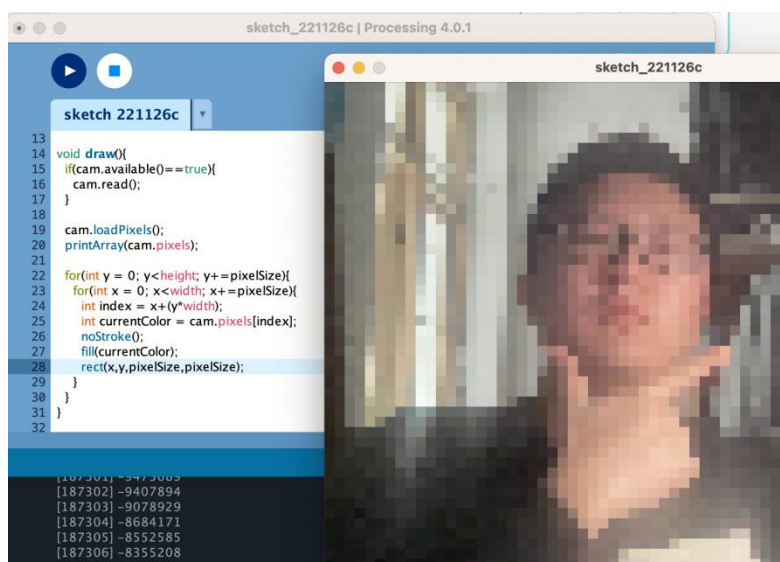
以 OF 创意编程课程《次世代必备黑科技：创意编程指南》为例⁹⁹，节点拆分包括：变量运算、条件语句、循环语句、自定义函数、参数设计、音画互动、外部 API、粒子系统、OpenCV 拓展库、Kinect 追踪、Arduino 通讯等版块。

5.2 生成艺术的创意编程设计方法创新

5.2.1 理解像素：分布采样（单元信息）位图的特性

比较理解“语义映射”和分布式采样：“矩阵 M 第 i 行第 j 列的元素记为 m_{ij} ，矩阵 N 第 j 行第 k 列的元素记为 n_{jk} ，矩阵 $P=M \times N$ ，其第 i 行第 k 列元素为 $p_{ik} = \sum_j m_{ij}n_{jk}$ 。Map 函数对每个矩阵元素 m_{ij} 产生一个键值对 $\langle j, \langle M, i, m_{ij} \rangle \rangle$ ，对每个矩阵元素 n_{jk} 产生一个键值对 $\langle j, \langle N, k, n_{jk} \rangle \rangle$ 。”¹⁰⁰

使用 video 库调用摄像头实时追踪人像的像素化滤镜，由于印刷特性只能显示其中一帧的影像。分布式采样使用“ $x+(y \times \text{width})$ ”这个公式可以得到在 (x,y) 位置的像素点对应的 pixels 数列中的编号。且调取的窗口大小也重新取样存储到 currentColor 中，在像素方块 $\text{rect}(x,y,\text{pixelSize},\text{pixelSize})$ 中显示颜色值信息（图 5.1）。



像素的采样大小可以人为修改尺寸，让画面实现大色块到颗粒噪点的阶度转变。

图 5.1 Processing 像素滤镜编程和实时图像捕捉

⁹⁹ 次世代必备黑科技：创意编程指南

[EB/OL].https://www.bilibili.com/cheese/play/ss345?csource=common_myclass_purchasedlecture_null&spm_id_from=333.874.selfDef.mine_paid_list

¹⁰⁰ 林子雨编著. 大数据技术原理与应用 第 2 版[M]. 北京：人民邮电出版社, 2017.01.

5.2.2 理解分形：树形图（结构自相似）重复与生长

图 5.1 的画面来自 video 调用捕捉到的实时位图，手动设置像素大小就可以让它稳定在一个确定数值执行。图 5.2 的案例看上去相似，但技术逻辑完全不一样。首先它依附的仅仅是一张嵌入的人像图片，函数读取对应位置单元的 RGB 值进行填色。再通过鼠标位置的数值影响圆点像素（粒子）的大小，形成一定的交互效果。这一过程从精微的人像到坍塌的单一圆点也可以填补“分形”概念的理解。

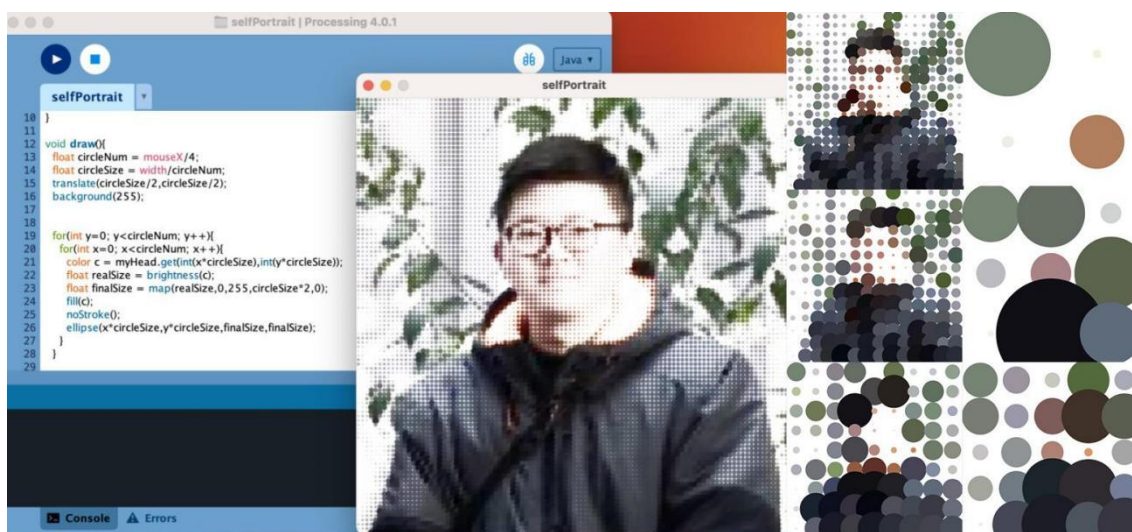


图 5.2 Processing 利用圆点分形的人像生成交互

5.2.3 理解粒子系统：像素/向量的相变

当没有 video 捕捉或 loadImage 调取对应图片后，单纯编写圆点在画面的随机涌现，就可以理解为粒子系统。如图 5.3 所示，在 random dot 0309 的草稿后新建标签页 drawCircle 可单独执行圆点的随机生成，类似一个单元子系统，减少在当前页面的代码行数，另外 drawCircle 中的圆形即可理解为“存储了大小、颜色、不透明度等信息的向量”。

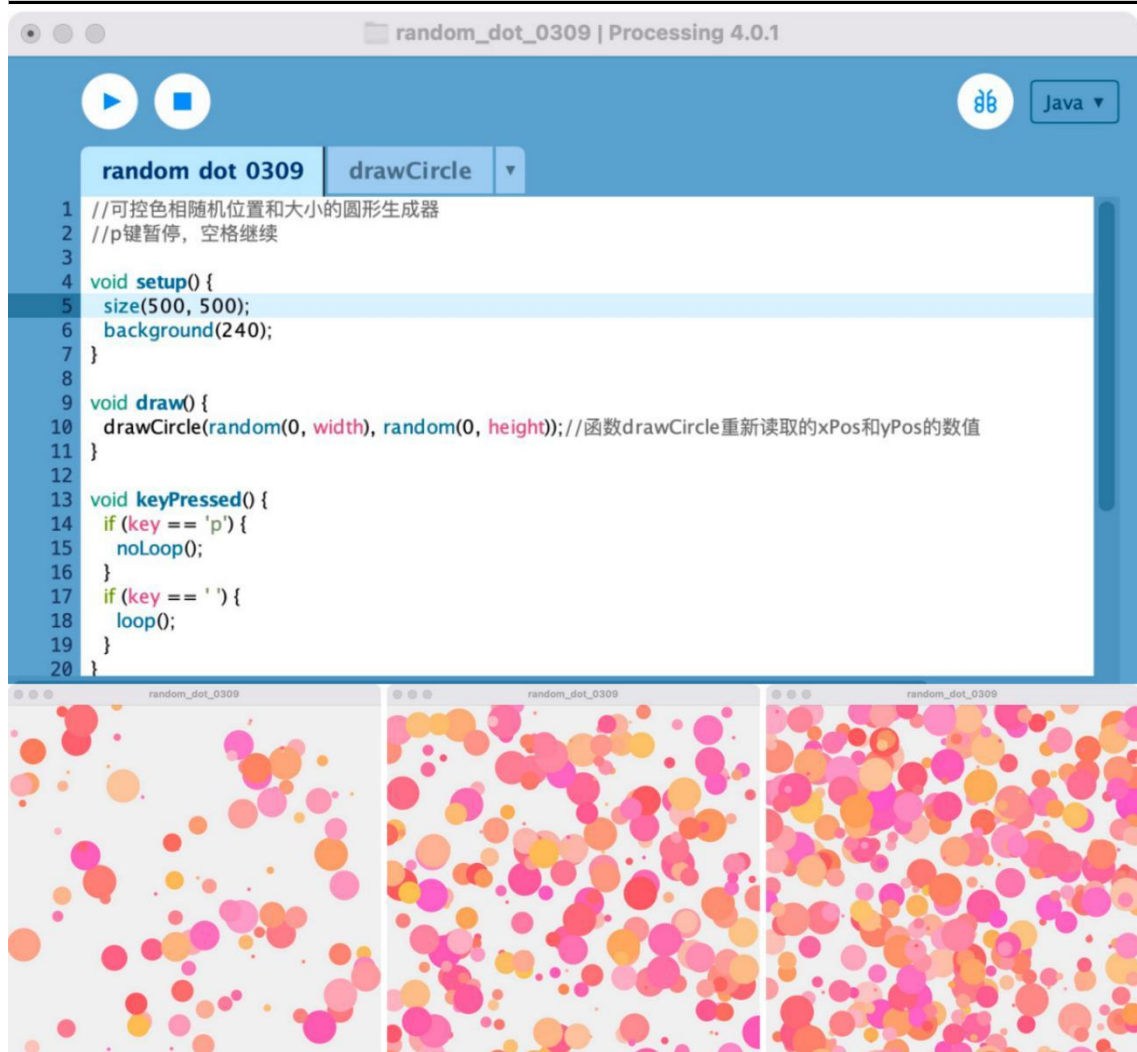


图 5.3 Processing 粒子生成器代码与效果执行

5.3 生成艺术和创意编程项目实践「人机·人迹」

5.3.1 设定规则 | 自然规律和文本要求的语义重合

「人机·人迹」项目文本系统与故事版背景——将自整理的所有创意点碎片以创意编程手段、生成艺术形式再现。人迹众生，生命体接触的尺度距离在后疫情时代重新思考。人不是纯粹的手段更应该是目的，从技术的山洪海啸，到像吃饭睡觉一样趋于平常。新人际关系共建需要抹平伤痛，安全距离寻找留存于世的证据与痕迹，以显示创作者对自治系统的人为控制力。

5.3.2 编写代码 | 单元零件和全部组件的功能整合

「人际·人迹」追加了“GA·N次方”的副标题。GAN生成对抗网络本就是AI经典的算法结构之一。GA为生成艺术英文的缩写，N在指数级上的增速是极快的（参考摩尔定律），从混沌随机中探索艺术创意的无限，即是GA·N次方。创意编程单元意象选择——（部分单元受限于画面表现已在过程调试中进行替换，模拟自组织系统的生长、适应、迭代和优化）

- 1) No.00 生物分类法 Biological _ Classification
- 2) No.01 标准化 Standardization
- 3) No.02 退行和逆反'Regression'_ and _ 'Reversal'
- 4) No.03 玩剩下的矛盾空间 Paradoxical _ Space
- 5) No.04 柿右卫门瓷象 Kakeimon _ Porcelain _ Elephant
- 6) No.05 呐喊 Voice _ OR _ Noise?
- 7) No.06 喜剧演员 | 胶带香蕉 Paradoxical _ Space
- 8) No.07 格鲁达/迦楼罗 Garuda
- 9) No.08 《企鹅75》Penguin 75: Designers, Authors, Commentary
- 10) No.09 约瑟夫·博伊斯 Joseph _ Beuys
- 11) No.10 入境 Realm _ of _ Transformation
- 12) No.11 节制欲望 Moderation _ of _ Desires
- 13) No.12 三分钟热度 Three-minute _ Enthusiasm
- 14) No.13 《长在面包树上的女人》Love _ Is _ Coming _ Through
- 15) No.14 平易通俗 Plain _ and _ Simple
- 16) No.15 幸存者偏差 Survivor _ Bias
- 17) No.16 持续输出 Continuous _ Output
- 18) No.17 仇庆年 Qingnian _ QIU
- 19) No.18 蔡国强烟花作品 Guoqiang _ CAI _ Fireworks
- 20) No.19 虚拟现实 Virtuality _ Reality
- 21) No.20 方波作品 Square _ Wave
- 22) No.21 信号和象征符 Signals _ AND _ Symbols
- 23) No.22 阿斯克勒庇俄斯之杖 Staff _ of _ Asclepius
- 24) No.23 未命名研究者 Unknown _ Researcher
- 25) No.24 溯美学 Interpenetration
- 26) No.25 轻科技 Light-tech
- 27) No.26 实 True
- 28) No.27 亦舍亦得 LESS IS MORE

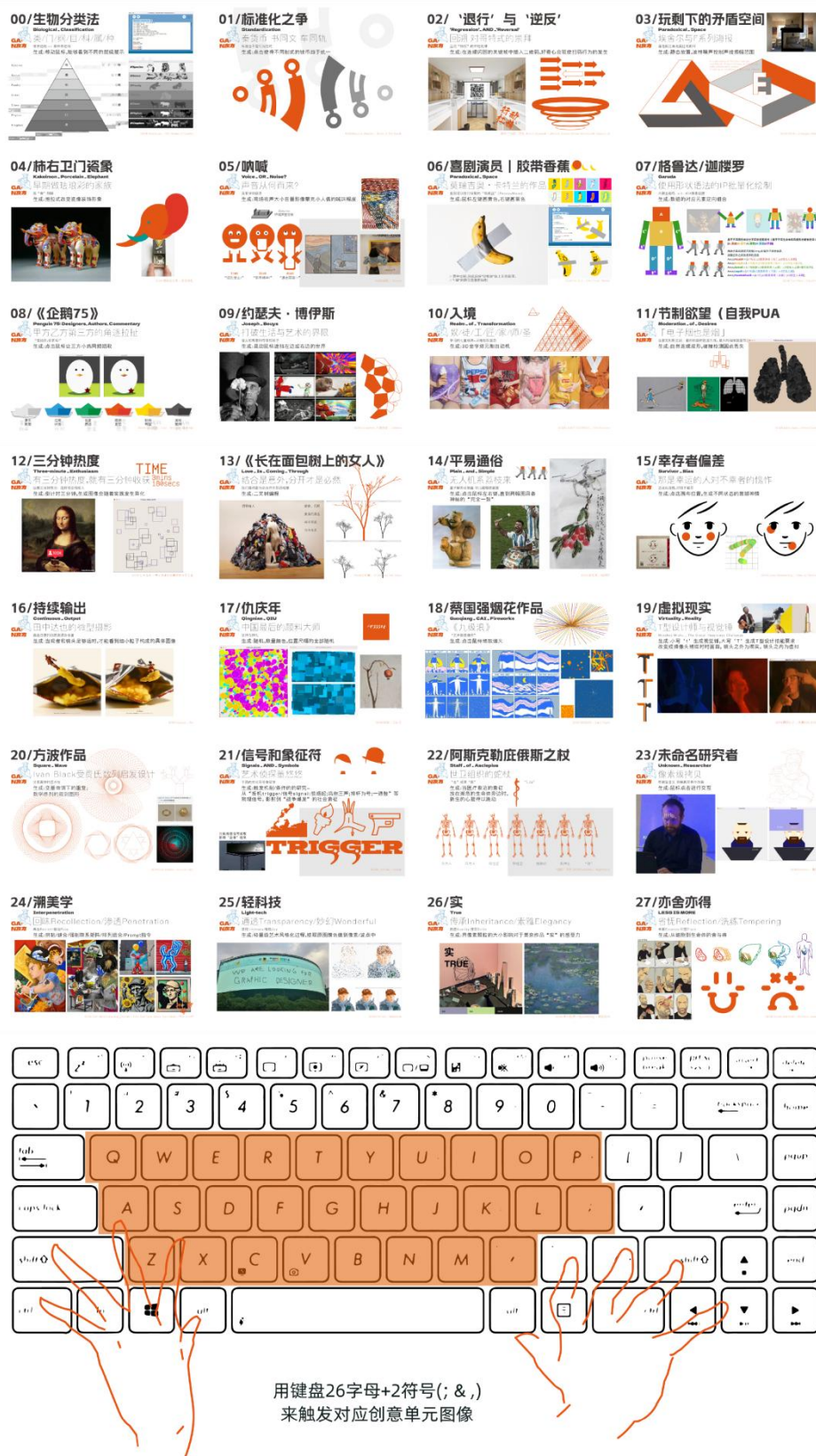


图 5.4 「人机·人迹」用键盘控制创意单元调取 概念稿汇总

依据个人灵感集的设计要素统计，在未做预判情形下刚好是 28 个，同时在 Processing 中使用 Array 数列计算机程序读取恰好从 00 开始计数，即第 28 个编号为 27，两个数字恰好与创作者本人阴历与阳历年龄耦合，所有在生成艺术中看似随机的变量也是有依据和判决器识别的。（图 5.4）。

以“No.25 轻科技 Light-tech”为例，生成既定图像的波点装饰画效果。该单元受日常草稿 pixelpainting 启发，当嵌入图片，改变颜色取样，就能以动态方式生成画作。自行设定一种图像滤镜生成器，并为其添加鼠标左右键决定画面暂停或继续的外部控制。

表 5.5 「人机·人迹」创意编程单元 No.25 代码执行过程以及释义

| No.25 轻科技 Light-tech 代码 | |
|-------------------------|---|
| 1 | PImage comrade; //comrade 为自定义变量名称 |
| 2 | import ddf.minim.*; //引用库文件-音频 |
| 3 | Minim minim; //声明一个音频 |
| 4 | AudioPlayer song; //将音频命名为 song（自定义变量名称） |
| 5 | void setup() { |
| 6 | size(700, 700); //新建一个 700*700 的画布 |
| 7 | background(250); //设定背景色 |
| 8 | comrade = loadImage("comrade.jpg"); //载入外部 comrade.jpg 图像 |
| 9 | comrade.resize(700,700); //重新校正读取图像的大小以适应当前画布显示 |
| 10 | minim = new Minim (this); |
| 11 | song = minim.loadFile("Melody_Fall - 春风是你亲启的信，樱花是春风的知音.mp3"); //让 song 音频读取对应音乐文件 |
| 12 | song.loop(); //设置循环 |
| 13 | } |
| 14 | void draw() { |
| 15 | drawEllipse(); //通过标签页让代码简洁，在 draw()代码块中会循环执行 |
| 16 | } |
| 17 | void mousePressed() { |
| 18 | if (mouseButton == LEFT) { |
| 19 | noLoop(); //当鼠标点击左键时，停止循环 |
| 20 | song.pause(); //song 音频暂停 |


```

21     }
22     if (mouseButton == RIGHT) {
23         loop(); //当鼠标点击右键时，继续循环
24         song.play(); //song 音频播放
25     }
26 }
27 void drawEllipse() {
28     float pageWidth = 20; //设置 20 的页边距
29     float r = random(5, 10); //设置半径为(2,8)区间内的随机浮点数(小数)
30     float xPos = random(pageWidth, width-(pageWidth+r));
31     float yPos = random(pageWidth, height-(pageWidth+r));
32     noStroke(); //没有描边
33     color c = comrade.get(int(xPos), int(yPos)); //读取 comrade.jpg 对应 x 和 y 位置
    上的颜色信息，存储为 c 变量中
34     fill(c); //颜色 c 信息填充波点
35     ellipse(xPos, yPos, r, r); //波点圆形构成
36 }

```



图 5.6 「人机·人迹」创意编程单元 No.25 效果比较

如图 5.6，因为在 void draw()代码块当中会循环执行，当浮点数较大时（中），虽然风格化填充的过程很快，但新生成的波点会覆盖掉原有位置的圆形，中图效果与原图的可识别性较低；当浮点数很小时（右），近乎时以像素单位补位原始图像空白部分，进度虽慢（因此添加了音频播放以维持观众的留存率）但波点风格化效果较为理想，且因为随机位置的关系在较长时间仍然会有填补不到的地方。

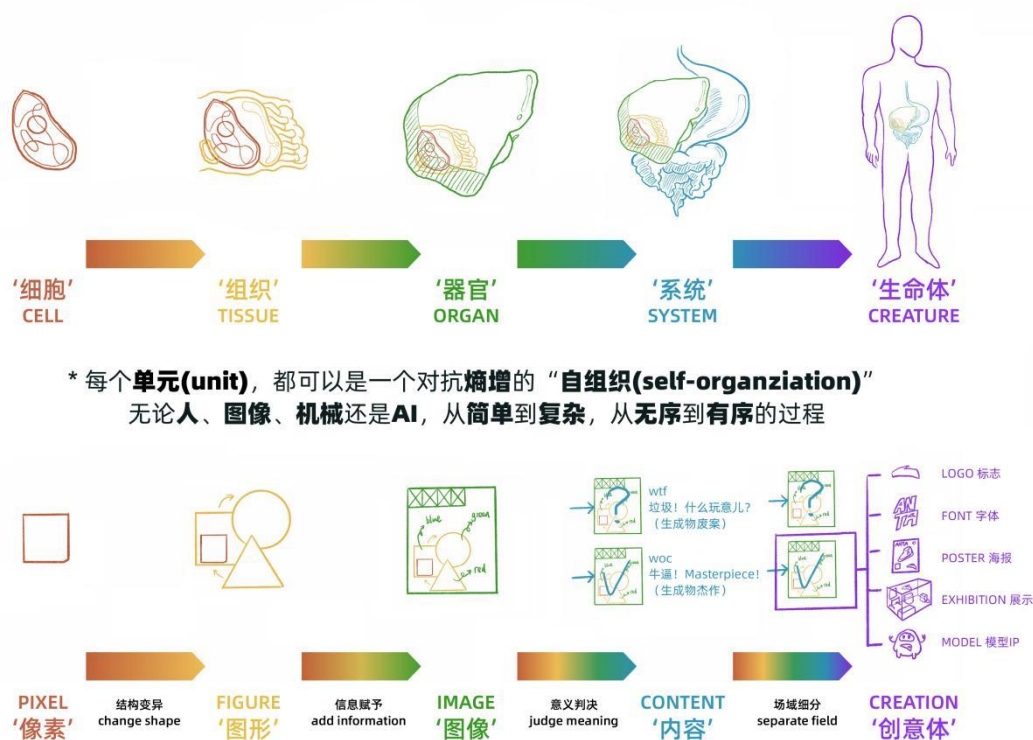
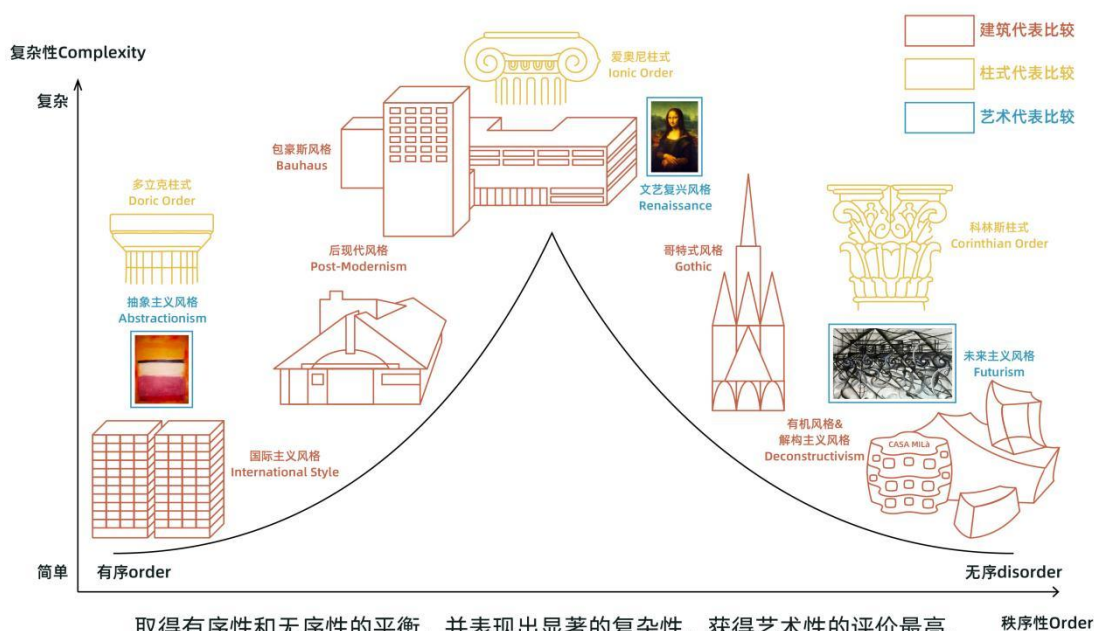


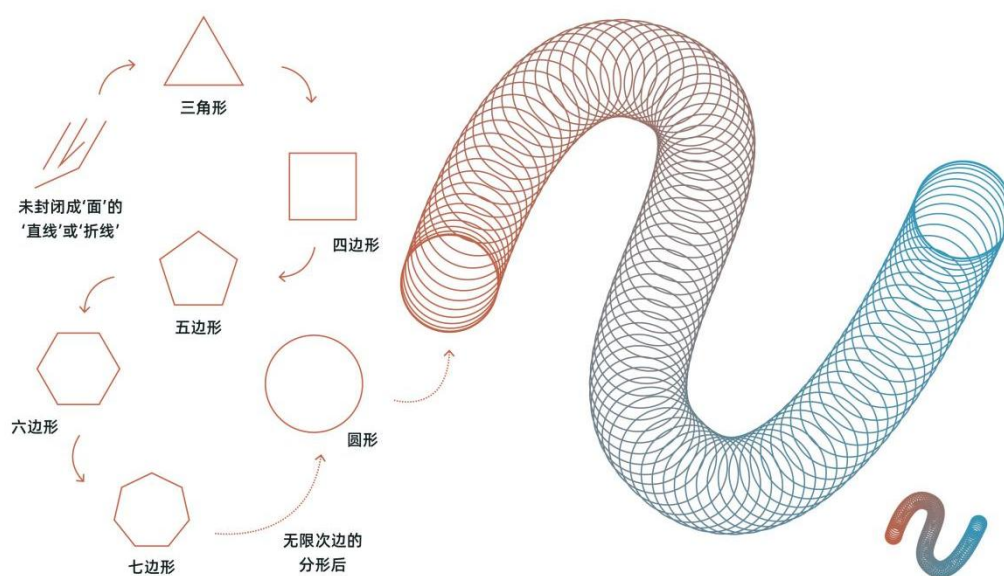
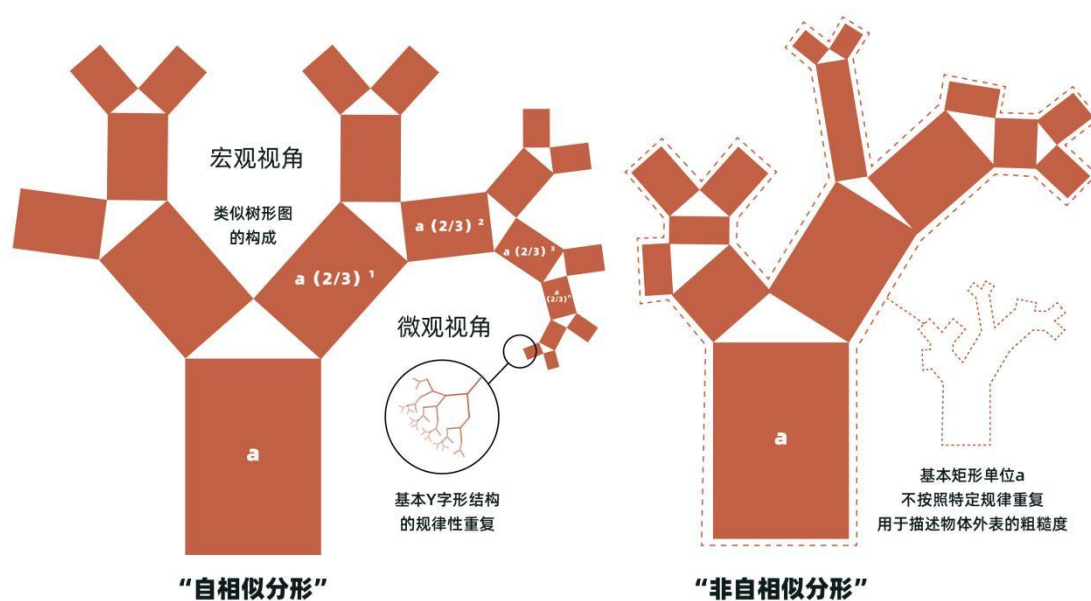
图 5.7 生命体&创意体进化过程绘制



取得有序性和无序性的平衡, 并表现出显著的复杂性, 获得艺术性的评价最高, 一味使用重复 (致使乏味) 或一味追求变化 (致使虚无) 相比较都是容易实现的, 表现出低复杂性的特点

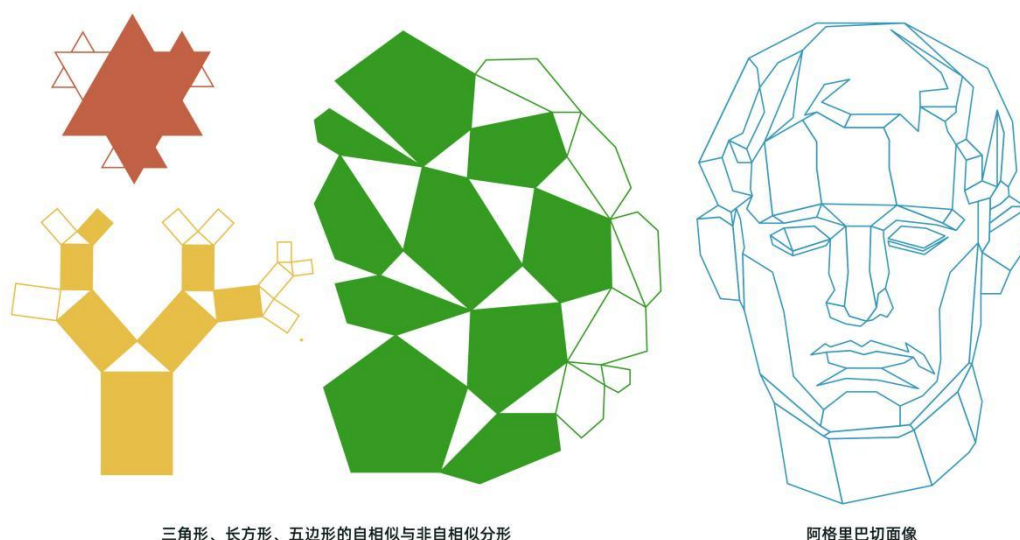
(*图片整理的案例摘自艺术设计史, 没有绝对意义上的严格指向, 仅作为O/C法则的图示化理解参考)

图 5.8 O/C 法则秩序性/复杂性在艺术设计案例中的表现

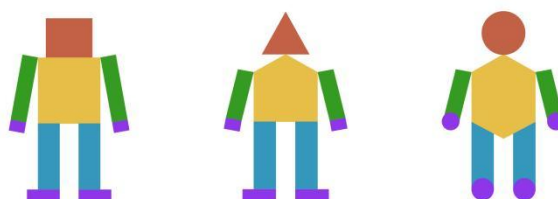
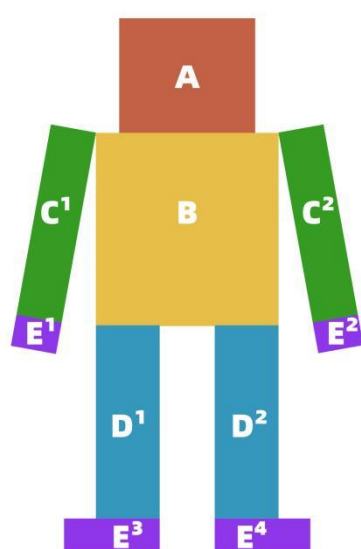


边的分形越多，外表越平滑。当绘制到的面被无限压缩时，宏观系统中的‘面’会重新变成微观系统中的‘线’

图 5.9 分形 理解图示绘制



以不同基本单位的分形
从无意义的特定“图形”构成能够传达语意的“图像”



基于不同颜色来划分不同的语意组件
{A.脑袋;B.躯干;C.双臂;D.双腿;E手脚}

用表示具体语意的数组Array来储存子系统信息,
读取组件之间的差异性信息

ArrayHeadA = {a1长方形;a2三角形;a3圆形};

ArrayBodyB = {b1长方形;b2五边形;b3六边形};

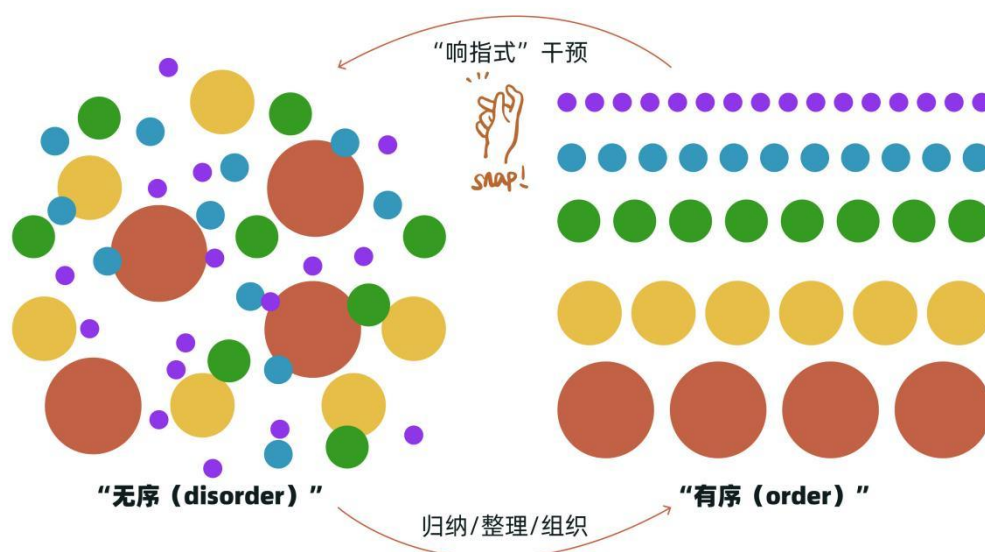
ArrayArmsC = {c1长方形};

ArrayLegsD = {d1长方形};

ArrayHands&FeetE = {e1长方形;e2圆形};

基于分形 (Fractal) 概念下
形状语法 (Shape Grammar) 的推导, 调节数组中参数, 变化不同的形体IP

图 5.10 从‘分形’到‘形状语法’理解图示绘制



随机 (Randomness) 有趣点在于增加了“不确定性” (位置、数量、大小等变量规定), 另一方面是“混沌 (Chaos) 不可知” (位置、数量、大小、组件等不予规定)

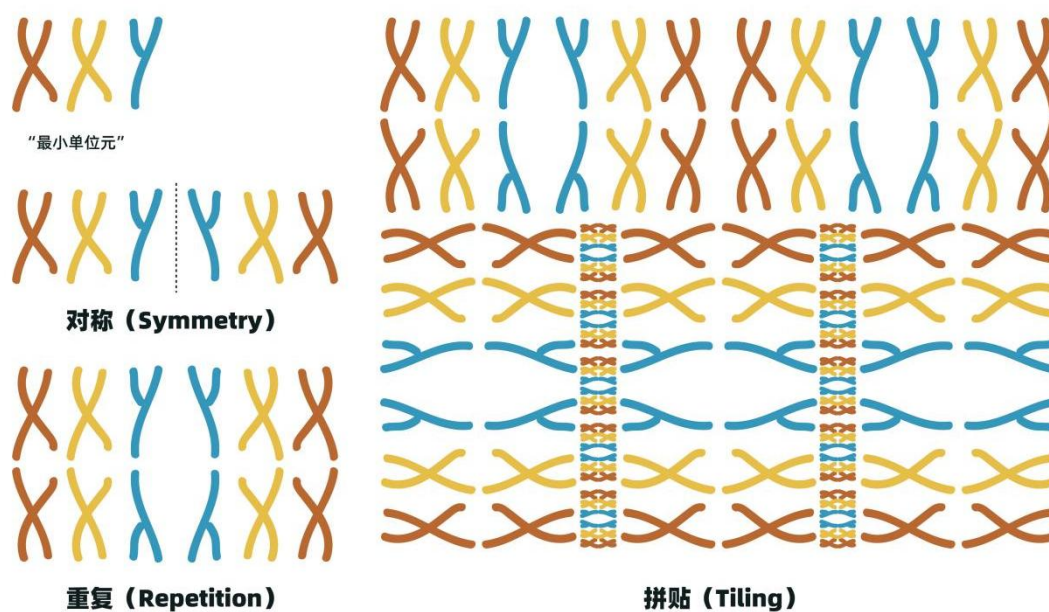


图 5.11 随机 / 对称 / 重复 / 拼贴 理解图示绘制



图 5.12 「人机·人迹 | GA·N 次方」作品展视觉折页设计



图 5.13 「人机·人迹 | GA·N 次方」作品展视觉物料设计

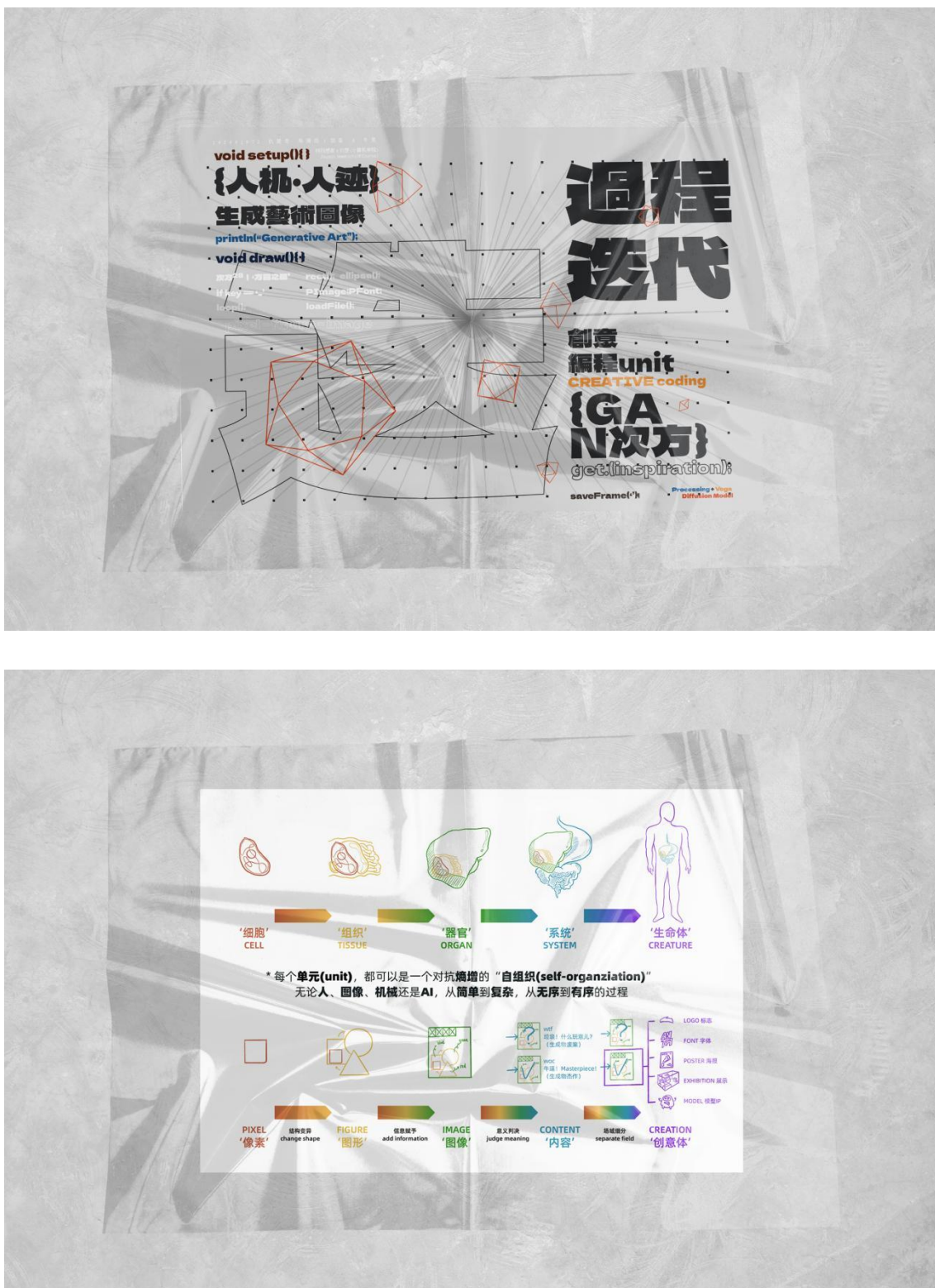


图 5.13 「人机·人迹 | GA·N 次方」作品展视觉效果设计



图 5.14 「人机·人迹 | GA·N 次方」作品展创意点周边设计



图 5.15 「人机·人迹 | GA·N 次方」作品展创意点周边设计

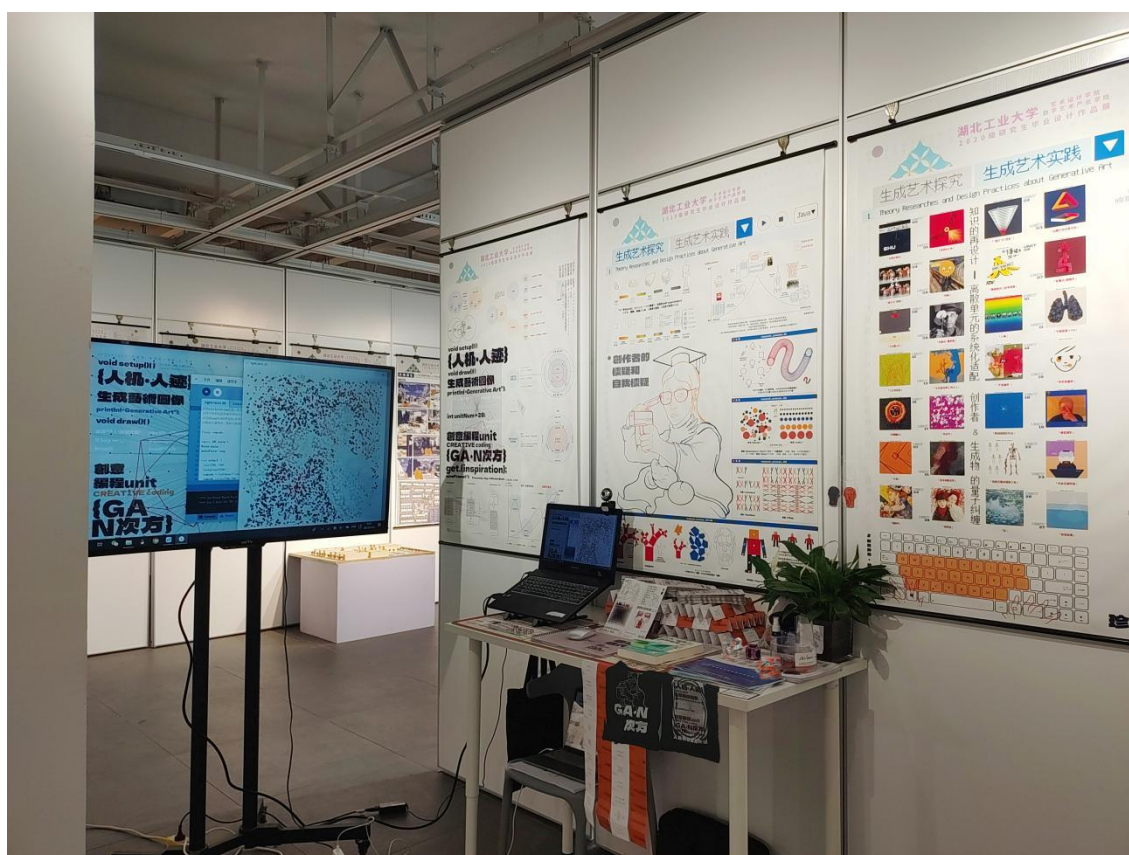


图 5.16 「人机·人迹 | GA·N 次方」作品展整体布置效果

结 语

生成艺术具备的特性不同程度地和“新媒体艺术”“计算机艺术”“交互艺术”“观念艺术”“行为艺术”等其他创作类型共享。文章辨析了其中的特性成分，尽可能稳定控制在视觉传达方向上，但由于信息传达的联通、涌现术语的节点交互让意义之网不可避免出现语意重合的地方。具体领域中“图像/图形生成”“规则的创意化设定”“生成物的跨媒介交互”最能够描述本文所进行的研究。

生成艺术的社会现象本质是“人（自组织）”与“机器或其他非物质（自治系统）”的共同作用，对于去除“唯计算机论执行生成艺术”的观点声音在文章多处均有提及，机器界面或人工智能是当前时段技术的物质实体，并不像自组织具有深层次的稳定性。生成艺术将“穷尽方案选项”“效果快速试错”“过滤筛选门槛降低”这些现象带进现实，在文化上掀起“对机器创造力的质疑”“对采样版权的控诉”以及“对技术美术培养点的关注”。

生成艺术的系统性研究在于：上游“创作者”的分类让生物学家、计算机程序员、艺术设计师共同面向这一主题形成不同的知识解读语境，秉承一贯技术系统和艺术系统的历史性联结。中游“创作过程”即指生成艺术最为内核的“自治系统”，来自于自然动植物的原始 DNA 或人为设定的“元规则”，其中大量物理学、数学、计算机图形学的术语涌入研究者的视野，透彻主题下的研究则要求对“未知的已知”不能够置若罔闻或不求甚解。下游“创作产出”以生成物的字眼出现，会经历人为变量、实验次数、版本功能、函数测试、工具升级等方面的改善，不断优化并迭代生成效果，其改善的方面，不仅在于画质横向上“粗野”到“精良”的改进（GAN 式美学掉 san 到 NovelAI 和谐）、画风纵向上“单一”到“多样”的丰富（DiscoDiffusion、Midjourney 描述词更新），最具哲学意义的是从“简单纹理”到“复杂生命体”难易程度上的提升（低维度的图形图像到高维度人工生命虚拟现实的拟真）。

研究自主分解了生成艺术的“自治系统”——绝对自治和相对自治（他治），这一点还缺少材料加以佐证如此描述的合理性。但就目前艺术设计专业学习者而言，群建模、拓扑学、进化计算、变量思维以及前文提到的概念需要被适应性地消化，不同于绘画受训的肌肉记忆，自治系统的形式语言经过漫长的渐悟与顿悟，方能获得灵感的启发和认知的共鸣。使用圈层图标记新生概念术语的范围所属，形成一定的知识图谱就恰巧回到了我们熟悉且擅长的内容加工方式上，这就是行文大量配有图示说明信息如何被处理的（truth to process），运用初具规模的经验

智慧总结新的创作途径，综合传感器信号接收读取、键鼠外部控制器交互、或物理性的声音分贝/尺幅/温度作为影响因子，活化视觉图像的动态化表现。相比较甲方让乙方的改稿到完稿（会有一个确切的终止时间节点），“自治系统”本身的进化是无法画下休止符的（技术环境随着摩尔定律在加速，内部所有要素都会面临大小版本的迭代）。适应新的制式（Mode），如果能自行构建新的制式引导未来是最理想化的，最不济也勿要陷入一种机械化、套路化、模板化的固定制式当中，按照道法学术的解读来说，‘道’引导‘术’在微观上做出变化，‘术’的实现在‘道’完备后只是时间问题。

“用语言表达设计（本身）也是一种设计行为。（Verbalizing design is another act of design.）”，体现在本文的内涵——即这篇文章就是作者对接触到“生成艺术能够传达出的信息”进行表述的一种设计（设计就是论文本身）。设计师或艺术家直接开发像 GAN 这样“复杂”的人工智能是有难度的，我们可以从“简单”的生成器入手——对生成过程的设计指的就是“自治系统”的构架，这样，设计师出身的我们就可以放心大胆地说：从“创作者” - “生成机制（生成器）” - “生成物”都是在艺术主体的控制力下诞生的全链路大和谐。设计师也能够获得这样一个简单生成器‘开发者’（偏向技术型工种描述）的角色集合，无论‘Developer’还是‘Designer’，本质都可以指向‘Creator’创作者的身份。艺术学的视觉敏感性，朝向不限于计算机学科（数学/物理学/生物学/语言学/社会学/传播学/认知心理学等），自主创意发散并建构“创作者-自治系统-生成物”的系统关系。

参考文献

- [1] (美) 丹尼尔·希夫曼著.代码本色 用编程模拟自然系统[M].北京: 人民邮电出版社, 2015.
- [2] (美) 冯·贝塔朗菲著; 林康义, 魏宏森译. 一般系统论 基础、发展和应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 1987.
- [3] (美) 赫伯特·马尔库塞著; 刘继译. 单向度的人 发达工业社会意识形态研究[M]. 重庆: 重庆出版社, 2016.
- [4] (美) 克里斯蒂安妮·保罗作; 李镇, 彦风译. 数字艺术 数字技术与艺术观念的探索 原书第3版[M]. 北京: 机械工业出版社, 2021.
- [5] (美) 罗宾·威廉姆斯著. 写给大家看的设计书 第3版[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2009.
- [6] (美) 前田约翰著; 张凌燕译. 简单法则 设计、技术、商务、生活的完美融合[M]. 北京: 机械工业出版社, 2014.
- [7] (以色列) 尤瓦尔·赫拉利著; 林俊宏译. 今日简史 人类命运大议题[M]. 北京: 中信出版社, 2018.
- [8] (英) 洛兰·布拉克斯特. 如何做研究 社会科学研究指南[M]. 北京联合出版有限责任公司, 2021.
- [9] 郭庆光著. 传播学教程[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2011.
- [10] 李立新编著. 设计艺术学研究方法[M]. 南京: 江苏美术出版社, 2010.
- [11] 李四达编著. 数字媒体艺术概论[M]. 北京: 清华大学出版社, 2019.
- [12] 林子雨编著. 大数据技术原理与应用 第2版[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2017.
- [13] 欧阳英著. 中国艺术教育大系 外国美术史[M]. 杭州: 中国美术学院出版社, 2008.
- [14] 彭星凯著. 设计·Design·デザイン[M].台湾: 启明出版事业有限公司, 2018.
- [15] 谭力勤著. 奇点艺术 未来艺术在科技奇点冲击下的蜕变[M]. 北京: 机械工业出版社, 2018.
- [16] 本报记者 葛思佳.解码人工智能与生成艺术[N].江苏科技报.2019.12.06(第10版 关注)
- [17] 陈静. 试论艺术与科技融合的个体呈现[J]. 中国文艺评论,2020(3):92-100.
- [18] 陈桢,陈媛媛.基于 Processing 的新媒体生成艺术交互设计实验研究[J].艺术科技,2021 38(10),4-6
- [19] 顾亚奇,王琳琳. 有意义的控制:基于生成对抗网络的 AI 艺术及其交互方式[J]. 装饰,2021(8):98-102.
- [20] 郭开鹤. 计算机生成艺术在图形世界中的意义[J]. 美术观察,2012(12):124-129.
- [21] 郭梓峰. “音律柱”——数据可视化生成设计及其数控加工[J]. 美术大观,2013(8):105.
- [22] 何宇. 乌尔姆设计学院科学方法论思想的内涵与冲突[J]. 南京艺术学院学报 (美术与设计版),2022(5):78-83.
- [23] 黄文高. 涌现:让新媒体艺术常新[J]. 艺术百家,2010,26(z2):77-82.

- [24] 杰森·贝利,支良,向帆.从 FLASH 到神经网络的生成艺术工具[J].装饰,2021(5):66-73
- [25] 金家琴,夏翠娟.数字人文在视觉化艺术领域的应用前沿——图像艺术分析与计算机生成艺术[J].图书馆杂志.2021,40(6): 101-109, 132.
- [26] 李大锦. 艺术化立体图像的渲染[J]. 计算机学报,2014,37(10):2218-2226.
- [27] 李桂,李腾. 基于姿态引导的场景保留人物视频生成[J]. 图学学报,2020,41(4):539-547.
- [28] 廖文锦,关淑.数字生成艺术创作中的随机性[J].科技传播,2019,11(13):89-90.
- [29] 刘永红,黎文广,季铁,等.国外生成式产品设计研究综述[J].包装工程,2021,42(14):9-27.
- [30] 缪永伟,李高怡,鲍陈,等. 基于卷积神经网络的图像局部风格迁移[J]. 计算机科学,2019,46(9):259-264.
- [31] 覃京燕.审美意识对人工智能与创新设计的影响研究[J].包装工程.2019,40(4): 59-71.
- [32] 汤克兵.作为“类人艺术”的人工智能艺术[J].西南民族大学学报(人文社会科学版).2020,41(5): 178-183.
- [33] 王振飞. 基于复杂理论的生成艺术[J]. 美苑,2012(2):34-36.
- [34] 阎芳,费广正,柳婷婷,等.漫画风格的人脸肖像生成算法[J].计算机辅助设计与图形学学报,2007(04):442-447.
- [35] 叶武剑,高海健,翁韶伟,等. 基于 CGAN 网络的二阶段式艺术字体渲染方法[J].广东工业大学学报,2019,36(3):47-55.
- [36] 张康,樊桢宝. 计算美学中的生成技术与美学度量[J].装饰,2018(3):47-49.
- [37] 张昆,张松林. 论生成艺术的性质及应用[J]. 计算机工程与应用,2006,42(20):47-50.
- [38] 张小洪,李华宇.基于分形云模型元胞自动机的艺术图案生成方法[J].清华大学学报(自然科学版),2013,53(08):1098-1103+1109.
- [39] 张子杰,卢章平.浅谈虚拟艺术[J]. 山花,2010(6):167-168.
- [40] 朱永宁,金云水,郑宇,等.面向创意舞蹈的交互多媒体系统[J]. 扬州大学学报 (自然科学版) ,2018,21(3):20-24.
- [41] 邹玉茹,李文侠,鲁坚.Chair Tilings 非周期艺术图案的生成[J].计算机辅助设计与图形学学报,2006(04):498-501.
- [42] 蒋欣宇.试论数字技术对当代艺术的影响——以生成艺术为例[D].中国美术学院,2017
- [43] 焦成路.生成艺术理论研究[D].武汉理工大学,2013
- [44] 刘景明.节奏与生成艺术——生成艺术的表现方法研究[D].上海大学,2008
- [45] 陆颖慧. 论个人主页的民俗气质[D].中国美术学院,2021.
- [46] 吕沛.机器学习语境下的图像生成艺术研究[D].中央美术学院,2019
- [47] 翁雨昕.基于生成设计的视觉识别平台研究[D].东南大学,2020
- [48] 吴晨婧.生成艺术研究[D].华中科技大学,2020
- [49] 吴佳航. 媒介融合语境下影像装置中的生成艺术[D].鲁迅美术学院,2021.
- [50] 郁沁林.生成艺术在视觉识别中的应用[D].江南大学,2021
- [51] 周玉婷.人工智能语境下的视觉艺术创作研究[D].湖北工业大学,2020.
- [52] 2021 设计马拉松即兴直播间 / Live Jam. Hanny Wijaya: Cultural Projects in Global Contexts[EB/OL].https://meia.me/course/170175/?p=6709

- [53] aai 艺术与人工智能国际论坛 2021 / aai International Conference on art(ai)[EB/OL].https://www.manamana.net/live/liveDetail?id=43#!zh
- [54] AnimeGANv3[EB/OL].https://github.com/TachibanaYoshino/AnimeGANv3
- [55] DALL·E 官网[EB/OL].https://openai.com/blog/dall-e-introducing-outpainting
- [56] GSK. Visualising Advanced Technology[EB/OL].https://variable.io/gsk-visualising-advanced-technology/
- [57] MANA 全球新媒体艺术平台官网[EB/OL].[https://www.manamana.net/explorevideo?type=1&id&videoOrderBy&searchTagForms=[{"topGroupId"%3A15,"groupId"%3A92,"tagId"%3A92}]#!zh](https://www.manamana.net/explorevideo?type=1&id&videoOrderBy&searchTagForms=%5B%7B%22topGroupId%22%3A15,%22groupId%22%3A92,%22tagId%22%3A92%7D%5D#!zh)
- [58] OpenPeeps 官网[EB/OL].https://www.openpeeps.com/
- [59] WALL DRAWING 305[EB/OL].https://massmoca.org/event/walldrawing305/
- [60] 阿尔普作品[EB/OL].https://www.theartstory.org/artist/arp-hans/
- [61] 报告发布 | 全球科技与设计领域的重磅研究成果《2022 适应力技术报告》[EB/OL].https://ixdc.org/act/11/news/1798
- [62] 北京服装学院: 时尚媒体与趋势研究系列讲座-2.生成艺术与设计 Getting to Know Generative Art and Design -网易公开课[EB/OL].https://open.163.com/newview/movie/free?pid=MFJCOOCRT&mid=MFJCQCA4R
- [63] 波洛克作品[EB/OL].https://www.theartstory.org/artist/pollock-jackson/
- [64] 次世代必备黑科技: 创意编程指南[EB/OL].https://www.bilibili.com/cheese/play/ss345?csource=common_myclass_purchasedlecture_null&spm_id_from=333.874.selfDef.mine_paid_list
- [65] 莱利作品[EB/OL].https://www.theartstory.org/artist/riley-bridget/
- [66] 美的计算 | 生成艺术创新设计的边界[EB/OL].https://isux.tencent.com/articles/generative-art.html
- [67] 米兰生成艺术会议官网[EB/OL].https://generativeart.com/
- [68] 内斯作品 Schotter[EB/OL].https://collections.vam.ac.uk/item/O221321/schotter-print-nees-georg/
- [69] 清华大学美术学院艺术与人文系列讲座(第二季).人工智能与艺术创作[EB/OL].[https://www.

- xuetangx.com/live/live20210318M001/live20210318M001/7415444/10506841](https://www.xuetangx.com/live/live20210318M001/live20210318M001/7415444/10506841)
- [70] 设计师的概念该转变了——聊聊「生成设计」[EB/OL].https://jelly.jd.com/article/61162c14b6be240189b6c22d
- [71] 设计师如何自学创意编程(入门篇)[EB/OL].https://www.zcool.com.cn/article/ZMzk4MzY4.html
- [72] 设计系列四：与机器共同创作 —— 衍生设计（艺术）[EB/OL].https://www.sohu.com/a/397968722_611290
- [73] 书籍推荐 | Processing 经典教程书籍《The Nature of Code》[EB/OL].https://zhuanlan.zhihu.com/p/59654741
- [74] 研究兔子文献检索[EB/OL].https://www.researchrabbitapp.com/home
- [75] 中国大学 MOOC 人工智能与创新设计[EB/OL].https://www.icourse163.org/learn/USTB-1206874802?tid=1463954450#/learn/content
- [76] Reas C, Fry B. Processing: a programming handbook for visual designers and artists[M]. Mit Press, 2007.
- [77] Corcuff M P. Snowflakes, Grammars, and Generative Processes[C]//International Conference on Generative Art. 2016.
- [78] Corcuff M P. Self-Organization and Generativity[C]//International Conference on Generative Art. 2019.
- [79] Galanter P. Complexity, neuroaesthetics, and computational aesthetic evaluation[C]//13th International Conference on Generative Art (GA2010). 2010.
- [80] Galanter P. Heavy Weather: Meteorological synchronicity in art and science and the aesthetics of chaos[C]//International Conference on Generative Art. 2016.
- [81] Galanter P. THE ONTOLOGY OF GENERATIVE ART, INFORMATION, AND UNIVERSAL DARWINISM[C]//24th International Conference on Generative Art (GA2021). 2021.
- [82] Galanter P. What is complexism? Generative art and the cultures of science and the humanities[C]//International Conference on Generative Art. Generative Design Lab, Milan Polytechnic, Milan. 2008.
- [83] Galanter P. What is generative art? Complexity theory as a context for art theory[C]//In GA2003 – 6th Generative Art Conference. 2003.
- [84] Guida F E. Generative Visual Identities: New Scenarios in Corporate Identity[C]//GA2014 – XVII Generative art Conference. Domus Argenia. 2014: 121–132.
- [85] Hyunjin C. A Study on Application of Generative Design System in Manufacturing Process[C]//IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing, 2020, 727(1): 012011.
- [86] Lioret A. Fractal Being[C]//International Conference on Generative Art. 2017.

- [87] Moubarak R, El Asmar J P. BRAND IDENTITY DESIGN AND RE-DESIGN BETWEEN RESILIENCE AND RESISTANCE: Identity, sustainable identity design and the role of generative grammar[C].In GA2019 – 22nd Generative Art Conference. 2019.
- [88] Rao J, Qiu C. Creative Programming Design Research Based on Generative Art with Processing[C]. 2022 2nd International Conference on Computer Technology and Media Convergence Design (CTMCD 2022). Atlantis Press, 2022: 892-901.
- [89] Sirbu D .A Framework for Artificial Creativity in Visual Arts[C]. International Conference on Generative Art. 2011.
- [90] Smedt T D, Lechat L, Daelemans W. Generative art inspired by nature, using NodeBox[C]. European Conference on the Applications of Evolutionary Computation. Springer, Berlin, Heidelberg, 2011: 264-272.
- [91] Artut S H. Futurism art and its significance to computational generative art[J]. 2018.
- [92] Boden M A, Edmonds E A. What is generative art?[J]. Digital Creativity, 2009, 20(1-2): 21-46.
- [93] Corcuff M P, Munch R, Rannou G. Randomness,(Dis) order and Generativity[J]. Generative Art 2014 Proceedings, 2014: 230-248.
- [94] Fischer T, Herr C M. Teaching generative design[J]. 2001.
- [95] Galanter P. Foundations of Generative Art Systems—a hybrid survey and studio class for graduate students[J]. 2001.
- [96] Galanter P. Philip Galanter Paper: Generative Art after Computers[J]. Digital Creativity, 1991, 10: 46.
- [97] Malik A K. Mass Customization! An approach through Generative Design[J]. 2014.
- [98] McCormack J, Bown O, Dorin A, et al. Ten questions concerning generative computer art[J]. Leonardo, 2014, 47(2): 135-141.
- [99] Nake F. Information aesthetics: An heroic experiment[J]. Journal of Mathematics and the Arts, 2012, 6(2-3): 65-75.
- [100] Philip Galanter M F A. XEPA: Color And Pattern Algorithms For Intelligent Light Sculptures[J]. GENERATIVE ART 2013, 204.
- [101] Shneiderman B, Fischer G, Czerwinski M, et al. Creativity support tools: Report from a US National Science Foundation sponsored workshop[J]. International Journal of Human-Computer Interaction, 2006, 20(2): 61-77.
- [102] Tang M X, Cui J. Supporting product innovation using 3D shape grammars in a generative design framework[J]. International Journal of Design Engineering, 2014, 5(3): 193-210.
- [103] Fry B J. Computational information design[D]. Massachusetts Institute of Technology, 2004.

致 谢

感谢导师饶鉴教授，对于研究专员跨学科实践活动的身体力行。

感谢计算机学院的刘罡老师和陈健同学，他们是校内能够相助生成式教学活动的专业声音。

感谢熊梦真同学协助的相关研究工作和资讯分享，背景一致题材相仿在日常中相互启发。

感谢袁诗群学长对论文选题修改过程中的建议，偶感往昔课堂上也未能全然接受学术规范的洗礼。

最后谨以此文，纪念在过去一年中因病故去的父亲。“来不及说的千言万语，下一次我们都不缺席。”

附录

附（一）发表文章

1. Rao J, Qiu C. Creative Programming Design Research Based on Generative Art with Processing[C]. 2022 2nd International Conference on Computer Technology and Media Convergence Design (CTMCD 2022). Atlantis Press, 2022: 892-901.
2. Rao J, Qiu C, Xiong M. Research on Image Processing and Generative Teaching in the Context of AIGC[C]. 2022 3rd International Conference on Information Science and Education (ICISE-IE). IEEE, 2022: 20-25.

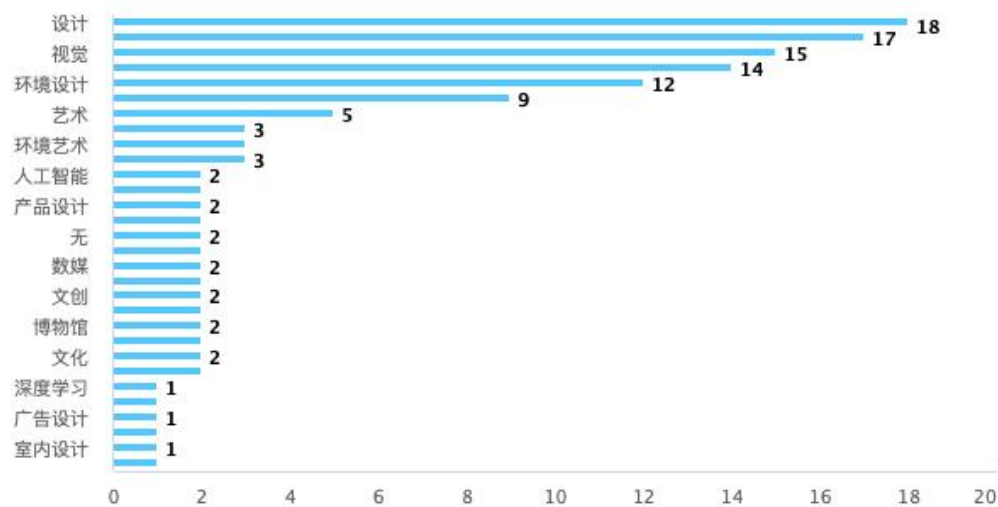
附（二）研究环节

1) 生成艺术与创意编程问卷（2022）

第1题 您的学历是 [单选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|----------|-----|--------|
| 本科 | 48 | 41.74% |
| 硕士 | 67 | 58.26% |
| 博士 | 0 | 0% |
| 其他 | 0 | 0% |
| 本题有效填写人次 | 115 | |

第2题 您的研究方向是 [填空题]



第3题 请您根据自己的实际感受和体会,用下面的5项描述对您自身情况判断选择最符合的选项。 [矩阵量表题]

该矩阵题平均分: 3.25

| 题目\选项 | 极不同意 | 不同意 | 不好确定 | 同意 | 非常同意 | 平均分 |
|--------------------|-----------|------------|-------------|-------------|------------|------|
| 我经常从不同渠道了解到编程学习。 | 10(8.7%) | 21(18.26%) | 42(36.52%) | 35(30.43%) | 7(6.09%) | 3.07 |
| 我对编程学习是关注且感兴趣的。 | 8(6.96%) | 31(26.96%) | 41(35.65%) | 27(23.48%) | 8(6.96%) | 2.97 |
| 我认为编程学习是必要的。 | 1(0.87%) | 9(7.83%) | 39(33.91%) | 51(44.35%) | 15(13.04%) | 3.61 |
| 我认为编程学习是大众化的。 | 5(4.35%) | 15(13.04%) | 52(45.22%) | 31(26.96%) | 12(10.43%) | 3.26 |
| 我认为编程学习是没有专业限制的。 | 2(1.74%) | 9(7.83%) | 25(21.74%) | 60(52.17%) | 19(16.52%) | 3.74 |
| 我会自发地学习编程或已从事相关工作。 | 9(7.83%) | 33(28.7%) | 44(38.26%) | 22(19.13%) | 7(6.09%) | 2.87 |
| 小计 | 35(5.07%) | 118(17.1%) | 243(35.22%) | 226(32.75%) | 68(9.86%) | 3.25 |

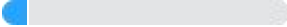
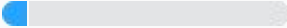

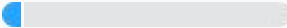
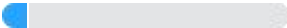
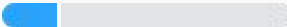

第4题 请您根据自己的专业学习和经历,用下面的5项描述对您自身情况判断选择最符合的选项。 [矩阵量表题]

该矩阵题平均分: 2.54

| 题目\选项 | 极少 | 有限 | 一般 | 很多 | 充盈 | 平均分 |
|-------------------------|------------|------------|------------|------------|----------|------|
| 我对于“生成艺术”的听闻。 | 20(17.39%) | 18(15.65%) | 47(40.87%) | 25(21.74%) | 5(4.35%) | 2.8 |
| 我对于“生成艺术”的了解掌握。 | 28(24.35%) | 30(26.09%) | 46(40%) | 10(8.7%) | 1(0.87%) | 2.36 |
| 我对于“生成艺术”的系统性学习。 | 40(34.78%) | 24(20.87%) | 38(33.04%) | 13(11.3%) | 0(0%) | 2.21 |
| 我对于“生成艺术”具体应用动向的知晓。 | 35(30.43%) | 30(26.09%) | 37(32.17%) | 13(11.3%) | 0(0%) | 2.24 |
| 直观理解“生成艺术”我认为其中人因成分应该是。 | 21(18.26%) | 22(19.13%) | 43(37.39%) | 26(22.61%) | 3(2.61%) | 2.72 |
| 我对于人文社科(哲学/语言/艺术)的系统学习。 | 10(8.7%) | 22(19.13%) | 46(40%) | 32(27.83%) | 5(4.35%) | 3 |
| 我对于自然科学 | 20(17.39%) | 39(33.91%) | 39(33.91%) | 16(13.91%) | 1(0.87%) | 2.47 |

| | | | | | | |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|------|
| (物理/生物/计算机)的系统学习。 | | | | | | |
| 小计 | 174(21.61%) | 185(22.98%) | 296(36.77%) | 135(16.77%) | 15(1.86%) | 2.54 |

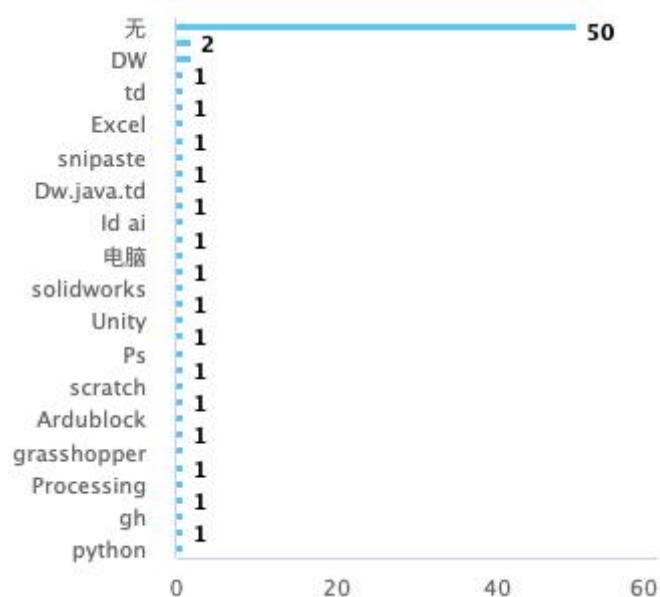
第 5 题 您所接触过的“生成艺术”支撑理论包括 [多选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|-------------------------|-----|---|
| 复杂性理论 Complexity Theory | 10 |  8.7% |
| 分形理论 Fractal | 10 |  8.7% |
| 人工生命 A-Life | 18 |  15.65% |
| 有效性理论 Effective Theory | 8 |  6.96% |
| 自组织系统 Self Organization | 10 |  8.7% |
| 拼贴理论 Tiling Theory | 22 |  19.13% |
| 以上均未接触 | 78 |  67.83% |
| 本题有效填写人次 | 115 | |

第 6 题 您所接触过“生成艺术”分形的概念包括 [多选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|--------------------|-----|---|
| 林登麦伊尔系统 L-system | 5 |  4.35% |
| 形状文法 Shape Grammar | 14 |  12.17% |
| 科赫雪花 Koch | 11 |  9.57% |
| 曼德勃罗集 Mandelbrot | 9 |  7.83% |
| 彭罗斯点阵 Penrose Tile | 6 |  5.22% |
| 以上均未接触 | 90 |  78.26% |
| 本题有效填写人次 | 115 | |

第 7 题 你所较高频次使用过且能够实现一定程度信息可视化的编程工具为 [填空题]



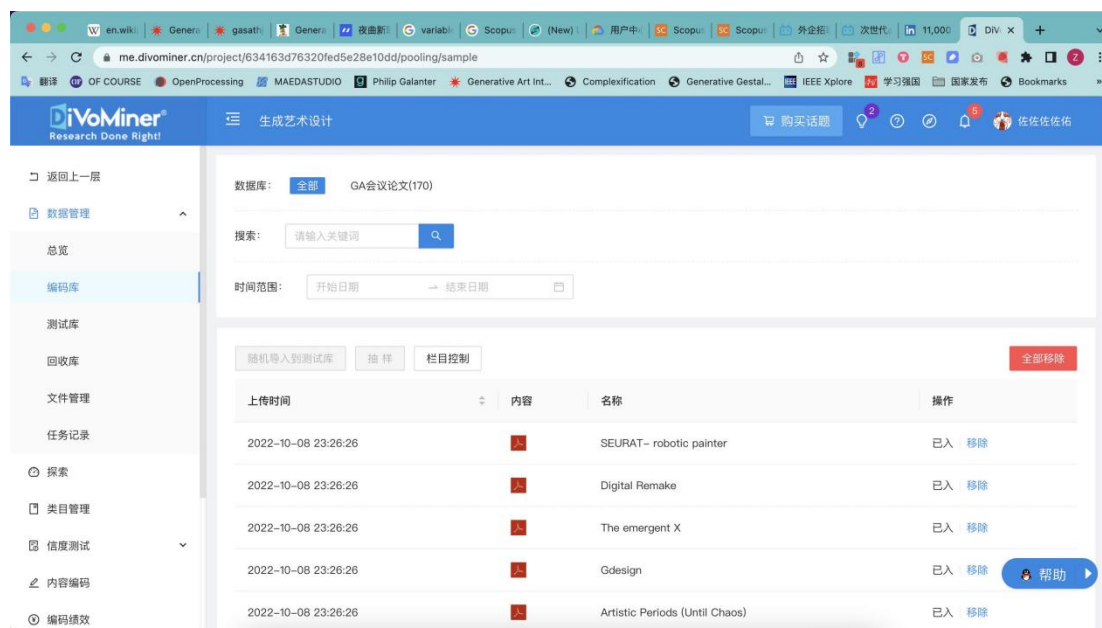
第 8 题 您对此问卷设置议题的意见与建议 [填空题]

选择需要显示的标签



2) 百度指数与 DiVoMiner 生成艺术研究话题 (2022)





3) 相关课程作业 (2021)

<https://www.craft.do/s/zNxKVKUZnRR7Py>

附 (三) 生成器整理汇编 (时间为优设网记录年份)

| | |
|--------------------|---|
| 2014 年 | |
| 静态网站-Metalsmith | http://www.metalsmith.io/ |
| 图标-Iconion | http://iconion.com/ |
| LOGO-LogoMaker | http://www.logomaker.com/ |
| 图表-JS Charts | http://www.jscharts.com/home |
| 2018 年 | |
| 背景-Stars-Emmision | https://wangyasai.github.io/Stars-Emmision/ |
| 2019 年 | |
| 影视片头-Panzoid | https://panzoid.com/ |
| 动态图像-imagemotion | https://mikesreda.com/imagemotion/ |
| 视觉背景-Codepen | https://codepen.io/ |
| 字体-Wave-Font | http://wangyasai.github.io/waveFont |
| 马赛克-Awesome-Mosaic | http://wangyasai.github.io/Awesome-Mosaic |
| 版式-TheMatrix | http://wangyasai.github.io/TheMatrix |
| 配色-Coolors | https://coolors.co/?ref=prototyprio |
| 漫画速度线-SpeedLine | https://wangyasai.github.io/Speed-Line/ |

| | |
|------------------------------------|---|
| 贝塞尔曲线-Bezier | https://wangyasai.github.io/Bezier/ |
| 向量场迹-Perlin-Noise | https://wangyasai.github.io/Perlin-Noise/ |
| 粒子爆炸-Particles-Emission | https://wangyasai.github.io/Particles-Emission/ |
| 玩个球-Play a ball | https://wangyasai.github.io/Play-a-ball/ |
| 头像-Friendly Faces | https://friendlyfaces.co/ |
| 2020 年 | |
| 失真-Glitch Art | https://glitchart.io/ |
| 形象-Open Peeps | https://www.openpeeps.com/?ref=prototyprio |
| CSS 开发-Neumorphism | https://neumorphism.io/#55b9f3 |
| CSS 开发/背景-CSS Background Generator | https://vincentwill.com/resources/animated-css-background-generator |
| 波形图-Get Waves | https://getwaves.io/ |
| 半调图-HalftonePro | https://halftonepro.com/ |
| 矢量插画-Blush | https://blush.design/zh-CN |
| 背景-background-generator | https://background-generator.com/ |
| 一键特效-PhotoMosh | https://photomosh.com/ |
| 炫光-WeaveSilk | http://weavesilk.com/ |
| 炫光背景-Ribbons 2 | https://codepen.io/tsuhre/full/BYbjyg |
| 波形图-SVG Gradient Waves Generator | https://codepen.io/pissang/full/geajpX |
| 渐变背景-Psychedelic waves | https://codepen.io/Yakudoo/full/rJjOJx/ |
| SVG 背景-BGJar | https://bgjar.com/ |
| MEME 鼓点-Erik Bernacchi | http://eeerik.com |
| CSS 背景-CSS Background Patterns | https://www.magicpattern.design/tools/css-backgrounds |
| 网格排版-Kolumna | https://kolumna.dazlog.com/ |
| 3D 城市-LittleBigCity | http://pissang.github.io/little-big-city/ |
| 波形背景-SVG Wave | https://svgwave.in/ |
| 2021 年 | |
| 背景-VISIWIG | https://www.visiwig.com/ |
| 样机-Free Mockup Generator-Pixel | https://www.pixeltrue.com/mockup-generator |

| | |
|------------------------------|---|
| True | r |
| CSS 版式-CSS LAYOUT GENERATOR | https://layout.bradwoods.io/ |
| CSSUI-Glass UI CSS Generator | https://ui.glass/generator/ |
| 气泡-BlobbbFun | https://www.blobbb.fun/ (需要 VPN) |
| 迷因-MemeNgin | https://www.memengin.com/ (需要 VPN) |
| 平滑阴影-Smooth Shadow | http://shadows.brumm.af |
| SVG 渐变背景-ffflux | https://fffuel.co/ffflux |
| 故障风-glitchyimage | https://glitchyimage.com/ |
| 等轴测 3D 图案-mmmotif | https://fffuel.co/mmmotif |
| 2022 年 | |
| UI 按钮-Buttons Generator | https://markodenic.com/tools/buttons-generator/ |
| 弥散渐变-meshy | https://meshy.uxie.io/ |
| 人工智能艺术-NightCafe Creator | https://creator.nightcafe.studio/ |
| 彩色渐变-Color Space | https://mycolor.space/?hex=%23845EC2&sub=1 |
| 小工具合集-Super Designer | https://superdesigner.co/ |
| UI 配色-goodpalette | https://goodpalette.io/ |
| 字体-Space Type Generator | https://spacetypegenerator.com/ |
| 双色渐变阴影-CSS Shadow Gradients | https://alvarotrigo.com/shadow-gradients/ |
| 自定义 3D 角色-superhuman | https://superhuman.fun/ |
| 人工智能背景-PhotoRoom | https://www.photoroom.com/backgrounds/ |
| 3D 样机-Rapid Mockup | https://rapidmockup.net/ |
| 液态星球-Nebula Artefact | http://alteredqualia.com/xg/examples/nebula_artefact.html |
| Q 版星球-Polygonal Planet | https://oskarstalberg.com/game/planet/planet.html |
| 建筑-Brick Block | http://oskarstalberg.com/game/house/index.html |
| 街道-CityGenerator | http://www.oskarstalberg.com/game/CityGen |

| | |
|----------------------|---|
| | erator/ |
| 立体星球-Little big city | https://pissang.github.io/little-big-city/ |
| 气象地球-EARTH | https://earth.nullschool.net/ |
| 在线星球-planetmaker | http://planetmaker.wthr.us/# |
| 终极星球-Space Engine | http://spaceengine.org/download/spaceengine |
| 雪花-snowflaker | https://www.misha.studio/snowflaker/ |
| 样机-Rotato | https://www.rotato.app/ |
| 头像生成器-NewProfilePic | https://newprofilepic.com/ |

附（四）参赛作品与实践

- 1) 《人际·人迹》人工智能艺术作品（2020） via.AnimeGAN + Photoshop
https://www.ncie.org.cn/Category_1396/Index.aspx?serialnum=HJROBO202012002060
- 2) bilibili 视频「粒子纠缠，但是 Processing」（2022） via.Processing + Premiere
https://www.bilibili.com/video/BV1Wa411x7Dz/?spm_id_from=333.999.0.0&vd_source=f608c0fc6a4a7d3bc6dfbd443e24971c
- 3) bilibili 视频「codING 碎片·‘随机’」（2022） via.Processing + Premiere
https://www.bilibili.com/video/BV1E24y1f75s/?spm_id_from=333.999.0.0&vd_source=f608c0fc6a4a7d3bc6dfbd443e24971c