arXiv:2603.07184v1 [cs.HC] 7 Mar 2026

从状态变化到创意决策：记录与解读创意领域中的轨迹

XIAOHAN PENG,LISN 巴黎-萨克雷大学，法国国家科学研究中心，法国国家信息与自动化研究院，法国SOTIRIS PILIOURAS,LISN 巴黎-萨克雷大学，法国国家科学研究中心，法国国家信息与自动化研究院，法国CARL ABOU SAADA NUJAIM,LISN 巴黎-萨克雷大学，法国国家科学研究中心，法国国家信息与自动化研究院，法国

分析创意活动轨迹，需要以适当的粒度捕捉活动，并以能够反映创作实践结构的方式进行解读。然而，现有方法记录状态变化，却未能保留定义高层次创作举措的意图或关系。这种脱节在不同领域表现各异：生成式人工智能工具无法保留非线性探索结构，可视化创作掩盖了表征意图，而程序化环境则将交互边界压平。我们提出三种互补方法：用于有状态生成式人工智能制品管理的基于节点的界面、在可视化创作中作为高层次创作举措的一套视觉线索词汇，以及一种将语义历史直接嵌入交互状态的编程模型。

CCS 概念： • **以人为中心的计算** → **交互式系统与工具**； • **应用计算** → 艺术与人文。

补充关键词与短语：创造力支持工具、人机交互、设计实践、可视化创作、版本控制、历史记录管理、协作编辑

ACM 引用格式：
Xiaohan Peng、Sotiris Piliouras 和 Carl Abou Saada Nujaim。2026 年。从状态变化到创意决策：记录与解读创意领域中的轨迹。载于《*Herding CATs*：理解创意活动轨迹》研讨会，*2026* 年 *CHI* 人机交互系统会议（*CHI'26*），*2026* 年 *4* 月 *13—17* 日，西班牙巴塞罗那。ACM，纽约，纽约州，美国，5 页。

1 引言

分析创意活动轨迹，需要以适当的粒度捕捉活动，并以能反映创作实践结构的方式加以解读。现有方法，如版本历史记录、交互日志或协作记录，往往只记录状态变化，却无法保留赋予这些变化意义的高层意图或语义背景。因此，在不同创意领域和工具范式中，这些轨迹在结构上仍与其所源自的创意决策相脱节：在生成式人工智能工具中，非线性探索的结构会丢失，

作者联系方式：Xiaohan Peng，LISN 巴黎-萨克雷大学、法国国家科学研究中心、法国国家信息与自动化研究院，法国奥赛，xiaohan.peng@inria.fr；Sotiris Piliouras，LISN 巴黎-萨克雷大学、法国国家科学研究中心、法国国家信息与自动化研究院，法国奥赛，sotirios.piliouras@inria.fr；Carl Abou Saada Nujaim，LISN 巴黎-萨克雷大学、法国国家科学研究中心、法国国家信息与自动化研究院，法国巴黎，carl@lisn.fr。

本作品采用知识共享署名4.0国际许可协议授权。© 2026 版权所有归所有者/作者所有。稿件已提交至 ACM

在可视化创作中，表征意图会被掩盖；在编程环境中，有意义的行动则会被简化为低层操作。

本文提出了一种多方面的方法，用于记录和解读生成式人工智能、可视化和编程领域中的创作痕迹。首先，我们介绍一种基于节点的界面设计，将生成式制品视为具有状态且可操作的单元，使设计师能够保留备选版本、开展分支探索，并将语义属性与视觉内容关联起来。其次，我们探讨如何将三维创作痕迹（例如材质外观、透视、形变和动态）映射为更高层次的“创作举措”，以体现表现性三维可视化中的表征与构图选择。最后，我们提出一种编程模型，将语义历史直接嵌入交互状态，从而支持单用户和协作环境。

2 记录生成式人工智能创作痕迹：跨尺度追踪交互式生成视觉制品

尽管以往的创作历史管理系统引入了 Git 式版本控制、语义分组 [2], 和基于节点的工作流 [1], , 但它们主要着眼于记录系统演进过程中的离散线性迭代和状态转换 [11], , 或往往聚焦于相对简单的图形元素 [6] , 而非更高抽象层次、依赖上下文且具有层级结构的设计资产。我们主张，为迭代式、生成式人工智能辅助设计量身打造更具可视性、可动态应用与检索能力的非线性历史记录；尤其是当生成式人工智能图像成为一类新的设计资产时。

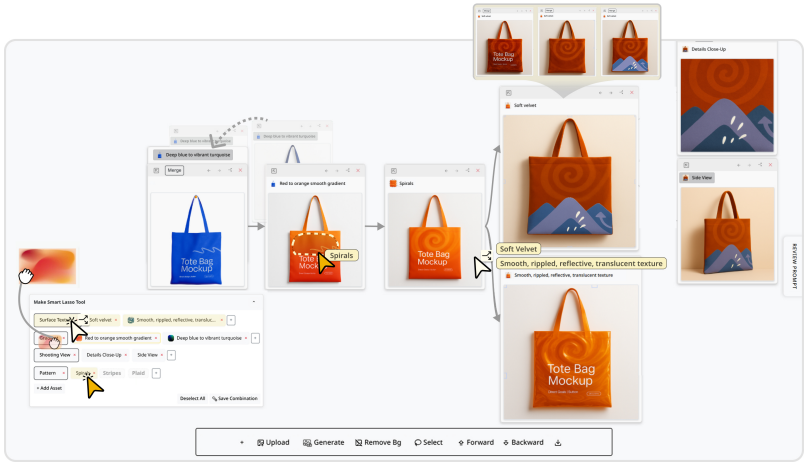


图 1. DesignTrace：一款用于探索替代方案并追踪设计进展的生成式人工智能设计工具。设计师可以提取或创建语义属性，并将其应用于视觉内容；在共享语义类别下创建多个分支方案；还可以在单个画布节点中进行局部编辑，同时浏览编辑历史和不同版本。

2.1 用于动态视觉交互与记录的有状态节点

现有的基于节点的系统通常将节点视为数据流管道中的参数化算子。然而，在*Deisng-Trace* [4], 中，我们探索了将节点作为放置在自由画布上的交互式、有状态对象；每个节点都包含一个可编辑的图像画布，以及生成和编辑操作的本地历史记录。它们可以独立调整大小、折叠、复制并进行空间排列，从而将设计状态外化为离散且可操控的单元。这种结构使设计师能够保持备选方案可见，并排比较它们，依据语义手动或智能地创建分支，同时重用先前的状态而不会造成杂乱或重叠。稿件已提交至 ACM

设计师能够保持备选方案可见，并排比较它们，依据语义手动或智能地创建分支，同时重用先前的状态而不会造成杂乱或重叠。通过将语义属性与视觉内容关联，并保留分支历史，节点支持非线性探索，同时记录设计决策不断演变的依据。

2.2 多尺度生成式人工智能轨迹融合命令、制品状态与探索路径

当前基于聊天的生成式人工智能工具的日志很容易变得冗长，因为它们对细微编辑和重大设计转变一视同仁；而画布式工具若未对提示词与图像的关系进行恰当设计，也会显得杂乱。*DesignTrace*支持多尺度轨迹管理。每个节点都保留本地编辑历史，而持久且可复用的节点则代表中间状态，这些节点可以按空间布局排列并再次访问。通过将这些节点连接成一条或多条探索路径，系统既能概览设计演进，又保留分支和复用的灵活性。这种结构让设计师既能追踪细微的时间邻近变化，也能追踪“设计版本”，同时全面了解不同的探索路径。

3 创意轨迹可视化：表现性三维可视化创作中的表征与构图选择

三维创作者在表现性三维可视化创作中，会围绕几何形状、材料、光照、摄像机／视点和运动等方面，反复进行彼此交织的决策。然而，创意活动轨迹通常被记录为参数化编辑序列，却未能体现这些创作选择背后更高层次的表征意图。看似微小的编辑，可能对应着具有重大新意的高层次表征与构图选择，例如在三维空间中散布物体，以传达海洋中微塑料的累积情况 [8] ，或利用粒子运动模拟来表现空气污染 [7]。

从参数化编辑中重构创作意图颇具挑战，因为大多数三维软件对表征并无特定倾向，且日志缺乏将操作与可视化目标关联起来所需的语义与表征结构，对于非常规表征尤其如此。我们提出，在表现性三维可视化中解读创作痕迹，可受益于一套中间词汇体系，它能将工具操作转化为表征层面的“创作举措”。我们正在开展的物理启发式可视化 [5] 工作为此类转译提供了工具包，用以描述：(i) 构成场景的视觉元素；(ii) 被操控的物理启发式属性；(iii) 它们与数据变量及主题之间的语义关系（如字面、图标或象征关系）。在本次研讨会上，我们希望探讨如何利用这一基于材料的视觉表征选择的结构化设计空间，来理解表现性三维可视化创作中的创意活动轨迹，从而支持对三维探索轨迹的分析，并为未来的创造力支持工具提供启示。

4 创意轨迹编程：将语义历史嵌入交互状态

数字创意活动轨迹——从改变形状的颜色到使用生成式人工智能工具生成新的设计方案——仍然难以分析，因为它们通常被记录为外部日志，而非由系统的交互模型生成。即使在基于无冲突复制数据类型 [9](CRDTs) 的协作环境中，历史记录的也是操作变更，而非用户活动的结构，因此开发者必须手动将操作归并为更高层次的事务，以此重建用户意图。受面向对象绘图 [10],的启发，我们提出一种将历史记录直接嵌入应用状态的模型，并初步探索在单用户和协作环境中表示语义的方法。

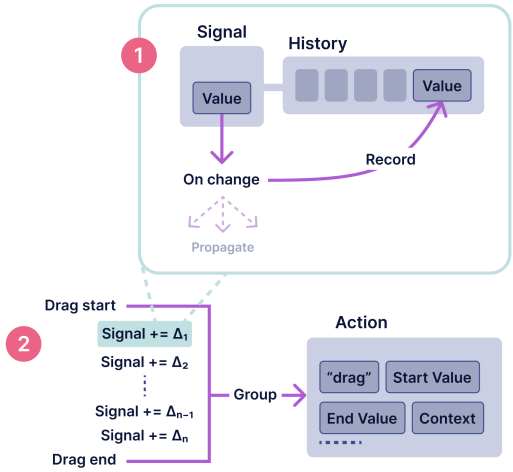


图 2。（1）响应式信号将值的变化记录在持久化历史中。（2）语义动作将交互（例如拖动）开始与结束之间记录的一段历史变化归为一组。

现代前端框架越来越依赖响应式信号 [3], 原语，将状态变化传播到依赖计算中，例如负责重新渲染界面部分内容的函数。由于信号通常只暴露变量的当前值，我们为其添加了持久化历史记录（图 2.1），以记录所有过去的值及相关元数据（例如时间戳）。因此，开发者无需实现自定义插桩，即可将先前的状态可视化、查询并重放。我们还根据交互边界（例如从开始拖动到结束拖动）对状态变化进行分组，生成明确的动作块（图 2.2），为用户活动提供上下文信息。这是实现语义保留的第一步：通过重建状态演变，还原有意义的用户操作。在 Yjs[1], 等无冲突复制数据类型（CRDT）系统中，所有值变化都会可靠地在协作者之间共享，并可明确分组成事务，撤销/重做功能则作用于这些更新。我们基于这一机制，在每个事务中记录上述语义动作。因此，共享历史不仅包含发生了什么变化，还记录了执行了什么操作，让协作者能够了解有意义的操作步骤，而不是面对一连串底层编辑。

5 结论

本文探讨了如何捕获能够体现创作实践结构、而非仅记录状态变化的创意活动轨迹这一挑战。通过三个领域的案例，我们展示了这种结构与状态的解耦如何呈现出不同形态，并需要采用不同的方法：在生成式人工智能设计中，使用有状态节点保留非线性探索与语义分支；在表现性可视化创作中，借助一套三维设计线索揭示表征意图；以及采用一种将语义动作边界直接嵌入交互状态的编程模型。这些贡献共同表明，有意义的轨迹捕获与其说是日志记录问题，不如说是设计问题——这要求我们重新思考工具应如何呈现创意活动背后的决策。

[1]https://yjs.dev 提交至 ACM 的稿件

参考文献

[1] Tyler Angert、Miroslav Suzara、Jenny Han、Christopher Pondoc 和 Hariharan Subramonyam。2023。Spellburst：一种用于探索性创意编程、支持自然语言提示的基于节点的界面。载于第*36*届 *ACM* 用户界面软件与技术年度研讨会论文集（*UIST '23*）。计算机协会，美国纽约州纽约市，1–22。doi:10.1145/3586183.3606719[2] Hsiang-Ting Chen、Li-Yi Wei、Björn Hartmann 和 Maneesh Agrawala。2016。用于图像编辑的数据驱动自适应历史记录。载于第*20*届 *ACM SIGGRAPH* 交互式三维图形与游戏研讨会论文集（华盛顿州雷德蒙德）（*I3D '16*）。计算机协会，美国纽约州纽约市，103–111。doi:10.1145/2856400.2856417[3] Bjarno Oeyen、Joeri De Koster 和 Wolfgang De Meuter。2024。无函数的响应式编程。《编程的艺术、科学与工程》8卷，3期（2024年2月）。doi:10.22152/programming-journal.org/2024/8/11[4] Xiaohan Peng、Debanjana Haldar、Janin Koch 和 Wendy E. Mackay。2026。DesignTrace：借助生成式人工智能探索、迭代和追踪设计方案。载于*2026*年计算机系统中的人为因素会议论文集（西班牙巴塞罗那）（*CHI '26*）。计算机协会，美国纽约州纽约市。doi:10.1145/3772318.3791036[5] Sotiris Piliouras、Pierre Dragicevic、Michel Beaudouin-Lafon 和 Theophanis Tsandilas。2025。在可视化中融入三维渲染材料。载于*EUROVIS 2025*——第*27*届 *Eurographics* 可视化会议。Eurographics 协会。[6] Eric Rawn、Jingyi Li、Eric Paulos 和 Sarah E. Chasins。2023。通过 Quickpose 将版本控制理解为材料交互。载于*2023*年计算机系统中的人为因素会议论文集（*CHI '23*）。计算机协会，美国纽约州纽约市，1–18。doi:10.1145/3544548.3581394[7] Real World Visuals。 [无日期]。纽约市温室气体排放：以一吨重的二氧化碳气体球体呈现。https://www.youtube.com/watch? v=DtqSIplGXOA。访问日期：2026-02-21。[8] Science Communication Lab。 [无日期]。探索海洋。https://scicom-lab.com/project/explore-the-ocean。访问日期：2026-02-21。[9] Marc Shapiro、Nuno Preguiça、Carlos Baquero 和 Marek Zawirski。2011。无冲突复制数据类型。载于第*13*届分布式系统稳定性、安全性与保障国际会议论文集（*SSS'11*）。Springer-Verlag，柏林，海德堡，386–400。[10] Haijun Xia、Bruno Araujo、Tovi Grossman 和 Daniel Wigdor。2016。面向对象绘图。载于*2016*年计算机系统中的人为因素会议论文集（美国加利福尼亚州圣何塞）（*CHI '16*）。计算机协会，美国纽约州纽约市，4610–4621。doi:10.1145/2858036.2858075[11] Weitao You、Yinyu Lu、Zirui Ma、Nan Li、Mingxu Zhou、Xue Zhao、Pei Chen 和 Lingyun Sun。2025。DesignManager：一款智能体驱动的副驾驶，帮助设计师将人工智能设计工具融入创意工作流。*ACM* 图形学汇刊 44卷，4期，文章编号35（2025年7月），26页。doi:10.1145/3730919