推进软件引用实施

2022年软件引文研讨会

Bouquin，Daina[1]，*，Trisovic，Ana[2]，*，
Bertuch，Oliver[3]，和 Colón-Marrero，Elena[4,5]

[1]哈佛-史密森尼天体物理中心，剑桥，美国[2]哈佛大学定量社会科学研究所，剑桥，美国[3]于利希研究中心，德国[4]密歇根大学本特利历史图书馆，安娜堡，美国
[5]软件保存网络*通讯作者

arXiv:2302.07500v1 [cs.DL] 15 Feb 2023

2023年2月16日

参与者包括 Stephen Abrams、Daniel Chivvis、Stephan Druskat、Mark Hahnel、Tom Honeyman、Daniel Katz、August Muench、Vicky Rampin 和 Jurriaan Spaaks

摘要

软件对科学与社会进步至关重要，然而，随着软件在研究中的快速发展和应用，传统的致谢方式并未跟上这一变化，无法充分体现对他人工作的使用。

本报告概述了一系列协作讨论。这些讨论汇聚了来自不同社群、代表不同劳动形式并拥有不同专业知识的国际利益相关者和专家。参与者探讨了迄今尚未解决的有关软件引用的具体挑战。讨论于2022年夏季在线上和线下举行，共有51名参与者。

本文所述活动旨在识别并确定具体的软件引用问题的优先级，制定（潜在的）干预措施，并提出一系列相互支持的方法来应对这些问题。本报告的成果将对 GLAM（美术馆、图书馆、档案馆、博物馆）社区、代码库管理者和策展人、科研软件开发者以及出版商有所帮助。

本作品依据 CC BY 4.0 许可。

目录

摘要 1

1 引言 3

2 方法论：软件引文实施研讨会 4

2.1 线上焦点小组.4 2.2 线下研讨会.5 2.2.1 重点领域.5 2.2.2 方法论：结构化头脑风暴.6

3 成果与讨论 7

3.1 第1组：软件引用的愿景.7 3.2 第2组：无需额外资源即可采取的行动.8 3.3 第3组：跨学科文献指导成果.8

4 后续步骤 9 4.1 进行中的工作.9

图 10

致谢 术语表 参考文献 11

11

11

社区反馈 在此阶段，我们希望联系社区，深入了解理想的解决方案可能是什么样的、有哪些潜在陷阱等。我们诚恳地邀请读者和其他感兴趣的人士通过 PubPeer 页面，对此处详细介绍的概念提供反馈，页面地址为 https://go.fzj.de/peerpub-scw22。

1 引言

几十年来，软件一直是推动科学与社会进步的重要智力贡献。然而，传统上对使用他人作品的致谢方式，并未随着软件在研究中的迅速发展和应用而同步演进。尤其是，标准的机器可读引用在软件方面的应用并不一致，甚至完全没有应用。尽管软件引用政策目前正在发生变化（相关进展可在线查阅：CHORUS），实践跟进政策的步伐却很缓慢。

研究表明，研究人员在出版物中引用软件时，采用的方式多种多样，且缺乏一致性、含义模糊。例如，一项分析天文学领域软件引用行为、为期二十年的案例研究发现，在某一家出版商出版的论文中，仅有九个软件包，却使用了109种不同的别称（包括其他名称、短语和出版物）来指代它们；此外，还有数百篇论文提及软件，却没有以任何可识别的形式向软件作者致谢 [1]。同样，一项针对生物学出版物随机样本的软件引用研究 [2]发现，“做法多样且存在问题”，并强调即使在影响因子很高的期刊中，软件也往往只是被非正式地提及。该研究还发现，当前的软件引用往往无法实现引用的基本功能。这些研究凸显了为软件引用提供更好支持的必要性。

另一种引用软件的方式是通过代理形式，即引用（软件）论文 [3], [4], 、网站上的文档以及学科专属注册库 [1]。例如，Journal of Open Source Software（JOSS）的创办部分是为了提供可供引用的论文占位符，以取代对软件本身的引用，同时通过增加文档和报告来提升软件质量 [5]。

认识到软件引用的必要性后，FORCE11工作组于 2016 [6]制定了《软件引用原则》。FORCE11工作组是国际性的跨学科协作组织，成员包括众多不同的利益相关者，他们共同参与塑造学术交流的未来。《FORCE11软件引用原则》确立了软件引用的核心价值和动机：

> **重要性** 软件应被视为研究成果中合法且可引用的产品。**认可与归属** 软件引用应有助于向软件的所有贡献者给予学术认可，并按照规范和法律要求注明其归属。**唯一标识** 软件引用应包含一种标识方法，该方法应可由机器处理、具有全球唯一性、具备互操作性，并获得认可。**持久性** 用于描述软件及其处置状态的唯一标识符和元数据应持久存在。**可访问性** 软件引用应有助于访问软件本身及其相关元数据。**特异性** 软件引用应有助于识别和访问所使用的软件特定版本。

《软件引用原则》本身并不能解决影响软件引用实施和应用的问题。相反，应将《软件引用原则》视为实现这一目标的第一步。一个名为FORCE11 软件引文实施工作组（SCIWG）的团体采取了重要的下一步行动 [7], ，其目标是引导相关人员采用拟议的最佳实践，同时评估、记录并应对阻碍软件引用原则成为现实的主要挑战 [8]，包括技术和文化方面的挑战。

另一项相关工作旨在通过让科研软件变得可发现、可访问、可互操作和可重用（FAIR） [9] 在线，从而改进科研软件。这项工作由研究数据联盟的一个工作组于 2020 年提出，该工作组名为“研究软件 FAIR”（FAIR4RS）。该小组组织了多场会议和讨论，并发布了有关科研软件 FAIR 的综合报告 [10], [11]。

为了推进软件引用并促进讨论，约翰·G·沃尔巴赫图书馆向博物馆与图书馆研究所申请并获得了资助，用于举办一系列线上和线下活动，汇集代表不同劳动形式和专业领域的利益相关者，共同推动软件引用原则的实施。除计算机科学家和研究人员外，活动还旨在邀请 GLAM 领域的专业人士，他们在战略上处于有利位置，能够应对

影响软件是否以及如何传播、发现，以及软件元数据标准化程度的问题（例如，采用 CodeMeta [12], 引用文件格式（CFF） [13]、软件本体 [14]–[17]）。如此多元的与会者群体有望解决影响软件引用的文化问题，确保各类平台（例如档案馆、数据存储库、注册库）满足其社群对软件传播的需求，弥合潜在合作者之间的隔阂，并开发支持作者的新工具。

2 方法论：软件引用实施研讨会

这些活动以“2022年软件引文研讨会”的名义举办，并 在网上宣传。线上和线下活动旨在促进讨论并收集参与者的意见。线上活动（即“线上焦点小组”）旨在为线下研讨会确定方向，并确保广大利益相关者能够贡献自己的想法。[1] 这些活动还让组织者得以汇集无法或选择不出行者的多元观点，同时兼顾全球各地时区。

2.1 线上焦点小组

线上焦点小组围绕以下三个目标展开：

- 了解人们从不同角度如何看待软件引用问题，
- 找出实施软件引用元数据标准的障碍，以及
- 了解人们在此情境下如何确定问题的优先级。

为实现这些目标，组织者与一位专业引导员合作[2] 制定讨论提示和后续问题，引导参与者围绕这一复杂主题展开富有成效的讨论。他们制定了一份完整的“活动流程表”（附录 1），并委托一位图像记录员记录各场会议。图像记录员的作品用于直观呈现讨论内容，并帮助参与者围绕主题展开讨论（附录 2）。2022年8月，线上焦点小组历时三天举行，共有45人参加，分三场焦点小组会议进行（附录 3）。

线上焦点小组结束后，综合得出了以下结论：

1. 大多数保存平台都是为数据和论文设计的，而非软件。将软件硬塞进为其他数字对象设计的系统和流程，会让实现软件引用变得困难。工作流程、工作人员实践、元数据字段和工具的开发都未考虑软件。*2.* 人们对软件引用元数据标准的了解很少。这些标准的采用率也依然有限[3]，而（不了解或了解这些标准）会产生何种影响尚不明确。*3.* 多种各有优缺点的标准可能造成混淆。社区普遍认为，任何引文文件都胜过没有，但两种标准会让交流和采用变得不那么顺畅。*4.* 眼前的激励措施非常少。鼓励软件作者生成和整理软件引用元数据并非易事。与近期收益相比，长期收益不太可能促使人们采取行动。*5.* 自动生成的软件引用元数据非常杂乱。我们需要像 HERMES[4] 这样的工具，让引文更容易生成，也让策展人能够在软件从一个版本迭代到下一个版本的过程中维护元数据。

[1]为应对 COVID-19 大流行而实施的限制措施要求组织者将线下会议规模控制在较小范围内（不超过15名与会者）[2]Dialogic Consulting 提供了专业引导服务： https://www.dialogicconsulting.com[3]关于 CFF，请参见 https://github.com/sdruskat/cfftracker 有关 GitHub 上的使用情况[4][18], 另请参见 https://software-metadata.pub

6. 支持软件引用的工具可能存在漏洞。如果工具第一次使用时无法正常工作，人们很可能不会再尝试使用。*7.* 档案馆中已有一些与数据集一同发布、但缺少元数据的软件。当软件和元数据都不再维护时，实现软件引用便是一项挑战。*8.* 何时应为软件及其相关数字对象分别创建记录，这一点尚不明确。何时最好创建多个标识符？怎样才能让人们创建多个档案存储？即使是最微小的科研软件，也值得单独创建记录吗？*9.* 由谁来做这项工作？只要软件仍在积极开发，元数据整理就需要持续进行，但由谁负责维护尚不明确。

每场焦点小组会议的总结都分享给了焦点小组参与者和线下研讨会的参与者。这些主题为线下活动期间的讨论提供了方向。

2.2 线下研讨会

根据　焦点小组的见解，线下研讨会设定了以下目标:

- 集思广益，提出解决软件引用问题的干预措施
- 确定问题的优先级，并制定一系列方法来解决相关问题
- 确定实施解决方案所需的资源
- 综合制定行动计划及其他交付成果，并广泛分享。

2022年8月，来自五个国家的13人齐聚马萨诸塞州剑桥的天体物理中心，共同实现研讨会的目标。为达成上述目标，与会者参加了一系列结构化头脑风暴会议，并在小组中开展后续活动。此举旨在优化创造性问题解决和理念的实际应用，从而推动软件引用取得进展。

2.2.1 重点领域

会议开始时，所有参与者都受邀自我介绍，并就线上焦点小组期间确定的主要主题展开开放式讨论。在此期间，参与者完善了自己的想法，并明确了研讨会将重点关注的挑战。最终，大家组成了三个小组，分别聚焦于以下特定领域:

第1组 - 软件引用愿景 在最初的讨论中，我们清楚地意识到，目前尚无关于软件引用未来发展的统一愿景。缺乏统一愿景，使我们难以倡导或推动跨学科及各利益相关方群体的系统性变革，以解决焦点小组讨论中浮现的各种问题。软件引用是一个高度跨学科的关注领域，因此缺乏方向阻碍了所有进展。例如，对于软件期刊在软件引用中的作用及其可持续性，人们看法不一。在数据出版实践方面（通常通过在数据存储库和注册库中共享数据），各方已达成广泛共识，但软件引用社区尚未达成类似共识。

第2组 - 无需额外资源即可采取的行动 影响软件引用实施的社会和技术挑战很多，许多解决这些问题的想法都需要额外资源（例如员工时间、资金和机构支持）。尽管如此，该组还是决定花时间制定想法和行动计划，利用现有资源采取可能产生积极影响的行动。

第3组 - 跨学科资源 通过GLAM 专业人士与学术交流生态系统中其他人士的交流，我们逐渐发现，不同领域的人使用不同的术语，对焦点小组主要议题中所述问题的思考方式也各不相同。因此，第三个线下小组决定讨论可用于让软件引用问题在GLAM 环境中更具相关性且更便于采取行动的资源。

未深入讨论的主题 以下是参与者认为值得关注的其他重要主题，但最终大家更有兴趣深入探讨上文概述的三个领域：

- 确定影响软件引用实施的问题规模例如，建立一种方法，了解我们的起点并量化进展。
- 制定一种方法，以应对混合数据类型背景下的软件引用问题。**注意：** 本问题将在下文第 3.3 节“第 3 组成果”中进一步讨论。3.3 关于这一主题的讨论表明，在混合数据类型方面取得显著进展之前，还需要更多资源来支持 GLAM 专业人士与其他致力于软件引用的利益相关者之间的沟通。

2.2.2 方法论：结构化头脑风暴

确定上述主题后，三个小组开展了一系列结构化头脑风暴会议，每次会议都以前一次为基础，旨在确定后续行动方向。

会议 1：“迪士尼方法” “迪士尼”策略 (见图 1) 是一种多步骤创造力策略，小组通过一系列特定的思维方式来分析问题，并提出和完善可付诸行动的想法。这些思维方式分为三种“角色”，参与者在整个练习过程中需要分别代入这些角色：

> **梦想家** 采用这一角色时，与会者专注于提出想法，而不考虑限制条件。**现实主义者** 参与者采用这一角色，完善想法，使其更加具体且可执行。**批评者** 最后采用这一角色，旨在找出已提出想法中的缺陷，以避免失败（建设性批评）。

每个小组都依次体验三种角色，并在有限时间内记录想法；完成后，所有人投票选出最重要的两个想法，带到下一次头脑风暴环节。

第 2 场：星爆法与差距填补 在第 1 场迪士尼方法投票选出的成果基础上，各小组参与了“星爆法”练习。 星爆法(参见图2)用于提出问题而非答案，重点是明确执行任何给定想法时涉及的“谁、什么、哪里、何时、为什么和如何”。

提出这些问题后，参与者花时间逐一作答。这一系列练习帮助大家开始为想法确定可行的推进路径，并找出相关资源和障碍。

第 3 场：路线图制定 最后一项结构化头脑风暴活动是 “路线图制定”（见图3）。在这一阶段，我们要求所有小组将各自的想法按时间线排列，然后写出与每个想法相关的成果、交付成果和依赖关系。

这些步骤是迭代进行的，各小组需要根据其设想的交付成果和成果调整时间表。本次练习的最后阶段要求各小组确定实现进展的后续步骤。每个小组的路线图都参考了此前的星爆法和差距填补活动。

3 成果与讨论

照片　　按照第 2.2.2 节中的方法生成的 纸质输出已存入 OS　　F.

3.1 第1组：软件引用愿景

To如今，许多利益相关者都对软件引用的各个方面感兴趣：

- 科研软件创建者和用户
- 出版商
- GLAM专业人士
- 计算机与信息科学家
- 资助者
- 机构管理层与领导层

这些利益相关者群体的成员正从多个相互交叠的方向开展软件引用工作，因而产生了彼此竞争的努力。

例如，“软件引用”指的是承认软件使用的实践，还是指规范引用的实现方式？同样，引用的普及是出于承认计算方法的需要（无论这些方法源自何处），还是出于确保人们获得认可的需要？这些不同观点意味着采用的做法也各不相同，且彼此不兼容。

确立关于软件引用的共同愿景是一项艰巨但至关重要的工作，因为这将帮助所有利益相关者群体朝着一个共同认可的方向推进软件引用工作。

为此，第1组认为，有必要制定一份宣言，既符合最初的软件引用原则 [6]，又具有足够的广度，能够在所有学科中产生影响，同时更加具体地说明应如何实施这些原则。该愿景还需明确未来工作的两个方面：a) 研究人员需要做什么；b) 科研基础设施需要提供哪些支持。

这一愿景应与其他运动保持一致（例如 FAIR 和 FAIR4RS实践、研究软件工程师（RSE）社群、开放科学、FAIR数字对象或 FDO），并纳入相关机制，以便不同利益相关者群体对初步宣言提供广泛反馈——这对于就软件引用的目标和益处达成共识至关重要。

考虑到这些因素，该小组一致认为，以下目标都应纳入关于软件引用未来共同愿景的讨论：

- 软件应在其他出版物问世很久之前共享，或独立于其他出版物进行共享。
- 共享的软件应具有持久性、可引用性，并符合 FAIR 原则 [10]。
- 软件应在代码库中共享。
- 软件的开发和发布应获得学术认可。
- 软件应经过整理。

该小组还确定了这一愿景应针对软件解决的以下更具体的实施问题：

- 我们需要降低软件发• 商业软件和/或专有软件也应当可以被引用。布的门槛，并明确说明出版意味着什么。
- 应被认可为有效的资助成果。• 软件在出版前由专家进行经整理的情况极为罕见
- 并非所有软件都需要共享或出版。

小组一致认为，最终需要通过一篇论文或一篇社论来阐明这一愿景。至于“由谁来承担这项工作”，目前还没有定论，但小组一致认为，FORCE11 软件引文实施工作组将是启动这一倡议的理想起点。

3.2 第2组：无需额外资源即可采取的行动

第二组参与者花时间讨论了在无法获得显著更多资源（例如时间、资金或利益相关者的支持）的情况下，哪些行动能产生最大的影响。小组确定了以下三项最切实可行、且相对近期的优先事项：

1. 创建一个网站，作为软件引用实践信息的集中来源。
   - 网上有多个平台（[19], [20]），分享更多关于软件引用的“理论性”工作（即研讨会参与者所做的工作），但目前没有一个平台能让不同的利益相关者群体轻松找到关于软件引用的直接明了的说明。
   - 第2组成员已经开始建设一些在一定程度上满足这一需求的网站，因此该组决定整合这些工作，并制定计划，以开发、维护和管理一个统一的网站： http://citesoftware.org

2. 分享一条关于软件引用文件格式的简单建议：软件创作者应创建CFF文件，所有其他利益相关者都应创建CodeMeta文件。
   - 这条建议基于这样一种想法：CFF文件易于创建和维护，只专注于引用相关元数据，并且可用于填充内容更全面的CodeMeta文件。CodeMeta文件可提供描述性元数据，其适用范围超出软件引用，因此对于实现软件保存和再利用极为有用，但它们并非专为实现软件引用而设计。GitHub和Zenodo/InvenioRDM现在也已认可CFF文件（GitLab已提出一项公开请求），这很可能会随着时间推移使其得到更广泛的采用。

3. 为 GLAM 社区撰写一篇关于软件就绪型存储库及其如何助力软件引用的论文。
   - 尽管这项工作的时间跨度相对较长，但小组中的一些成员已经开始参与这一主题，而且显然无需额外资源即可继续推进这项工作。

尽管小组选择聚焦于这三个具体项目，但以下想法也被认为值得推进并分享：

- 为软件创作者制定指南，帮助他们就元数据中应将谁列为作者展开讨论。
- 为机构政策制定者制作宣传材料，鼓励软件引用，并认可软件作为学术成果的价值。
- 制作关于软件引用的短小模块，以便纳入学术图书馆的书目教学课程。
- 撰写一封可发给各类资助者的信，倡导采取切实行动，推动软件保存和引用政策，并提供专门面向软件开发与维护的资助机会。
- 开展一项针对代码库的调查，以帮助我们确定软件引用元数据（例如软件版本和发布日期字段）的可用性，以及代码库管理者在实施变更时面临的挑战。
- 开展一项针对出版商的调查，以帮助我们更好地了解编辑在实施软件引用政策时面临的挑战。

3.3 第3组：跨学科文献指导成果

第3组首先集思广益，探讨将混合数据存储到（数据）代码库中的潜在解决方案。该组将混合数据存储定义为包含科研软件代码和/或伴随数据结果或其他非软件代码材料的任何存储内容。[5]

[5]这是一个通过非正式讨论达成一致的定义，并非摘自某个特定的外部来源。该小组意识到，我们需要与更广泛的社区开展交流，以形成一个涵盖不同观点和理解的定义（例如 RO-Crate、RDA CURE-FAIR工作组和 Turing Way）。

会上提出了若干想法，包括：a）需要建立单一存储与发现入口；b）能够引用整个存储内容，并将其拆分为各个部分；以及 c）需要按照最佳实践识别每种科研软件。事实证明，大多数想法都难以实施，而且需要数据仓储供应商同意修改其软件。为其中许多想法拟定行动计划并不可行。

在这项练习中，团队发现他们一直在界定本领域所使用的概念和术语。团队成员来自多个领域，包括科研、学术传播和GLAM领域。鉴于这些理解障碍，有人建议使用目标群体容易理解的语言，为不同的利益相关方群体创建新的资源。这样一来，GLAM 专业人士、跨学科的数据科学家以及业界人士等不同利益相关者便能更顺畅地交流信息并了解软件引用。

因此，团队将重点从混合数据类型的存储解决方案转向编写简短的文档，介绍软件引用元数据、软件发布以及 FAIR 和 FAIR4RS 原则等主题，并采用档案工作者、学生以及科研软件创建者和用户等群体能够理解的语言。

团队还提出了进一步的构想，包括编制软件引用术语表，以及创建在线决策树，根据利益相关者所选的受众群体和感兴趣的具体主题，将他们引导至不同的资源。

第3组最终认为，要想继续推进，就需要成立一个初始筹备委员会，联系其他相关组织，并开展文献综述，以确定面向不同利益相关方群体的资源所使用的语言。随后，这些资源将纳入第2组提出的统一网站平台，参见3.2。

4 后续步骤

研讨会参与者在头脑风暴会议后重新聚集，分享结构化练习的成果。在总结讨论中，大家发现了一些共同主题，包括需要在更大的组织框架下开展后续工作，以及吸纳来自不同领域的利益相关者，以改进软件引用实施。

为此，参与者一致认为，FORCE11软件引用实施工作组（SCIWG）适合作为召集机构，负责监督未来活动的执行，并与其他团体建立适当联系。因此，研讨会组织者同意将以下行动提交给SCIWG，并提议将推进这些行动列为来年的优先事项：

1. 为软件引用确立统一愿景 2. 建立一个统一的网站平台，汇集与软件引用相关的资源 3. 推广有关使用CFF和CodeMeta文件的简明指南

4.1 进行中的工作

第2组的研讨会参与者（见3.2）已经开始整合多个网站上的内容。他们还在试制一套“决策树”（或流程图），帮助软件创作者使其软件能够被引用，并为希望引用软件的人提供指导。这项资源将为新网站的实施和内容检索提供参考，网址为 http://citesoftware.org。

第3组的参与者（参见 3.3）也开始构思一条路径，帮助不同的利益相关者识别最适合他们的资源。

图表

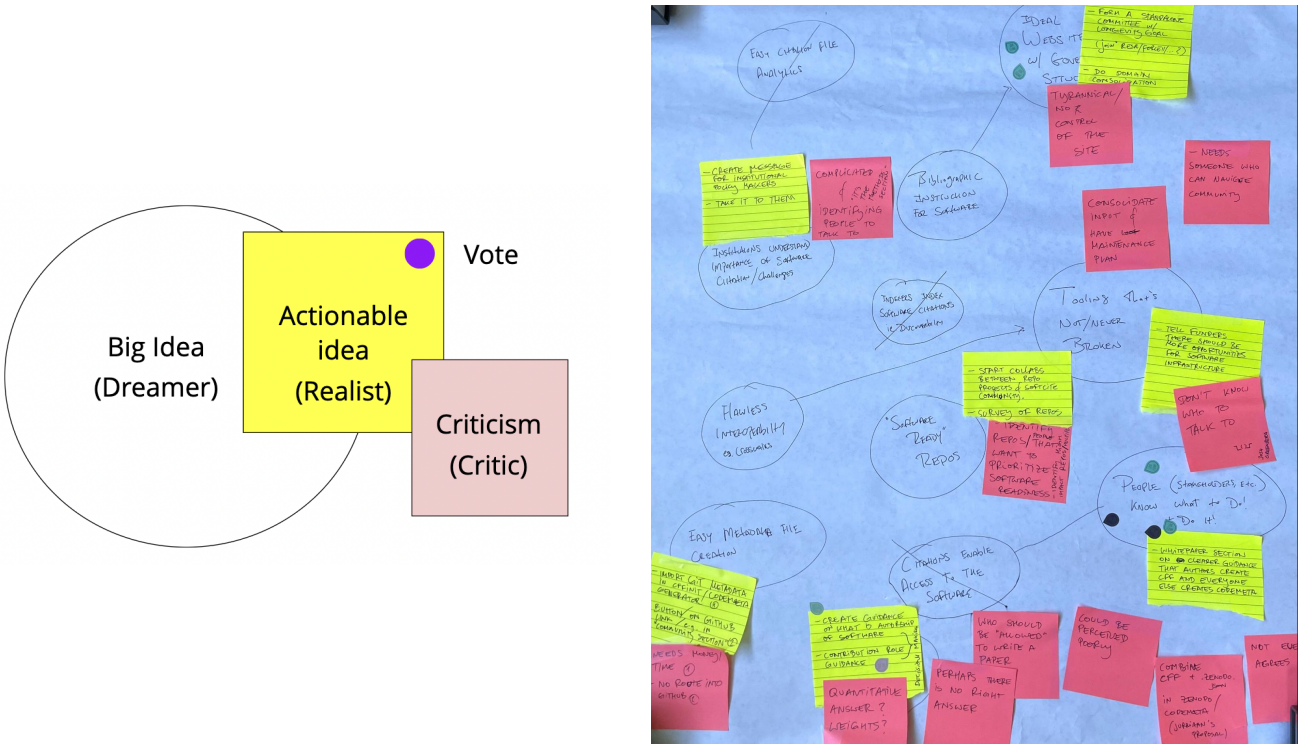

图1：在“迪士尼方法”环节中开展的头脑风暴活动（参见 2.2.2）在环节介绍时以模板形式呈现在纸上（左），活动中则在纸上完成（右）。

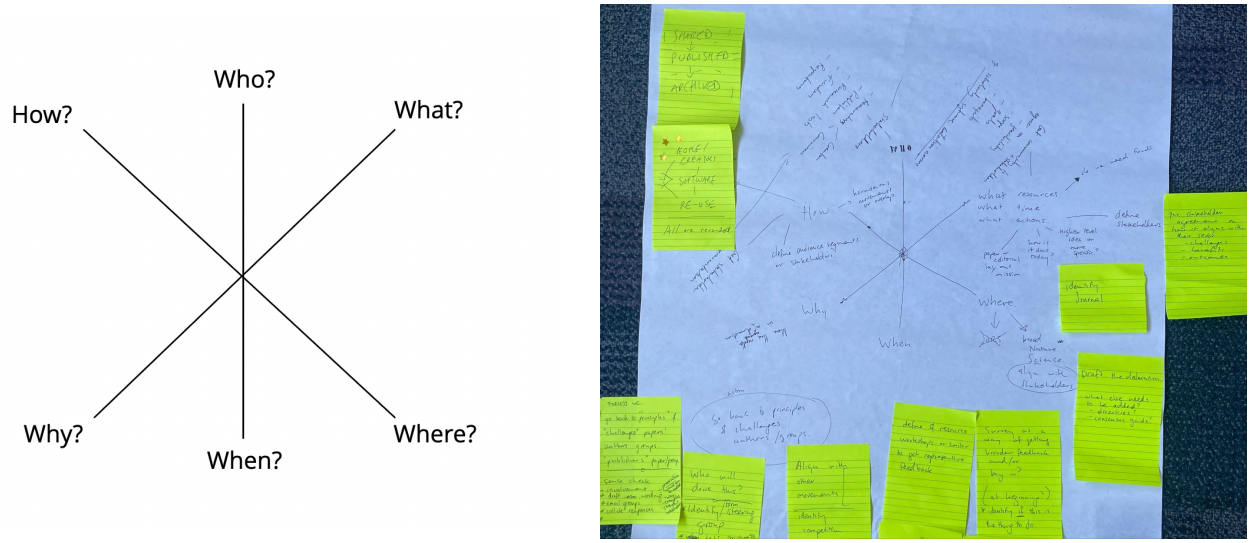

图2：参与者先花时间确定要回答哪些问题，才能落实他们的想法，然后再着手寻找答案。“星爆法”练习（左，参见2.2.2）是在环节中用纸完成的（右）。

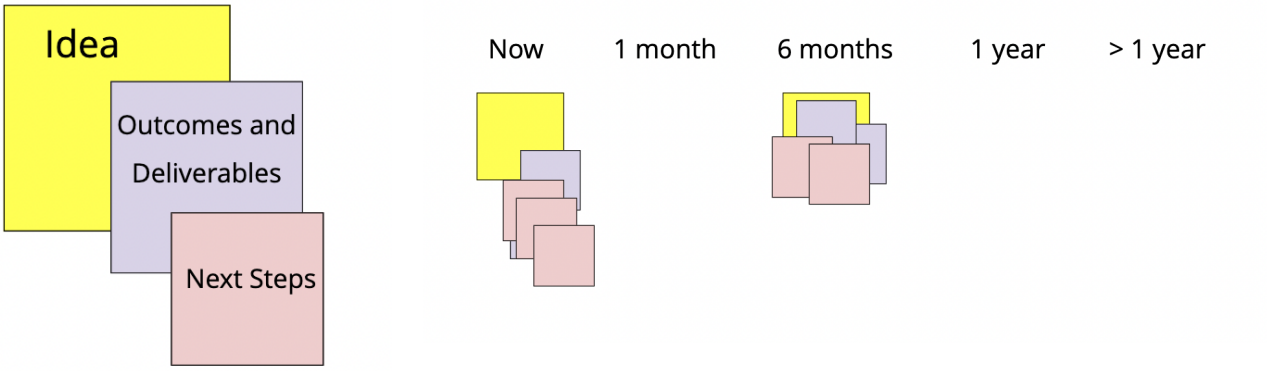

图 3：每个小组开展的路线图制定过程（参见 2.2.2）。带有潜在成果和后续步骤的想法时间点（左）被放置在时间线（右）上。

致谢

我们要感谢所有参与者，感谢他们分享见解，并为我们的线上及线下活动抽出时间。我们也感谢引导者和图像记录员，他们让我们的线上活动尽可能富有成效。还要感谢博物馆与图书馆服务研究所为这项工作提供资金支持，以及 Daniel Chivvis 负责组织活动。

术语表

GLAM
是“Galleries（画廊）、Libraries（图书馆）、Archives（档案馆）、Museums（博物馆）”的缩写，用于定义“因使命相似而建立合作关系的四类文化机构”（引自SAADictionary）。3、6–9

参考文献

[1] D. R. Bouquin、D. A. Chivvis、E. Henneken、K. Lockhart、A. Muench 和 J. Koch，《失去的引用：天文学中软件引用的二十年》，《天体物理学杂志增刊》，第 249 卷第 1 期，第 8 页，2020 年 6 月，出版商：美国天文学会，ISSN：0067-0049。DOI： 10.3847/1538-4365/ab7be6。J. Howison 和 J. Bullard，“科学文献中的软件：生物学文献中提及的软件在发现、查找和使用方面的问题”，《信息科学与技术协会杂志》，第 67 卷第 9 期，第 2137–2155 页，2016年，ISSN：2330-1643。DOI： 10.1002/asi.23538.[3] N. P. Chue Hong，我应该在哪些期刊上发表我的软件？2012。 [在线]。可访问： https://www.software.ac.uk/which-journals-should-i-publish-my-software。[4] R. Van Noorden、B. Maher 和 R. Nuzzo，“《排名前100的论文》”，英文，《自然新闻》，第 514 卷第 7524 期，第 550 页，2014 年 10 月。DOI： 10.1038/514550a.[5] A. M. Smith、K. E. Niemeyer、D. S. Katz、L. A. Barba、G. Githinji、M. Gymrek、K. D. Huff、C. R. Madan、A. C. Mayes、K. M. Moerman、P. Prins、K. Ram、A. Rokem、T. K. Teal、R. V. Guimera 和 J. T. Vanderplas，“ Journal of Open Source Software（JOSS）：设计与首年评审”，*PeerJ* 计算机科学，第 4 卷，e147，2018年2月，出版商：PeerJ公司，ISSN：2376-5992。DOI： 10.7717/peerj-cs.147。

[6] A. M. Smith、D. S. Katz、K. E. Niemeyer 和 FORCE11 软件引用工作组，“软件引用原则”，PeerJ 计算机科学，第 2 卷，e86，2016年，ISSN：2376-5992。DOI： 10.7717/peerj-cs.86。[7] D. S. Katz、M. Fenner 和 N. P. Chue Hong，FORCE11 组织：软件引用实施工作组，2022年10月。 [在线]。可访问： https://force11.org/groups/software-citation-implementation-working-group/。[8] D. S. Katz、D. Bouquin、N. P. C. Hong、J. Hausman、C. Jones、D. Chivvis、T. Clark、M. Crosas、S. Druskat、M. Fenner、T. Gillespie、A. Gonzalez-Beltran、M. Gruenpeter、T. Habermann、R. Haines、M. Harrison、E. Henneken、L. Hwang、M. B. Jones、A. A. Kelly、D. N. Kennedy、K. Leinweber、F. Rios、C. B. Robinson、I. Todorov、M. Wu 和 Q. Zhang，《软件引用实施挑战》，arXiv:1905.08674 [cs], 2019年5月。DOI： 10.48550/arXiv.1905.08674。[9] M. D. Wilkinson、M. Dumontier、I. J. Aalbersberg、G. Appleton、M. Axton、A. Baak、N. Blomberg、J.-W. Boiten、L. B. da Silva Santos、P. E. Bourne、J. Bouwman、A. J. Brookes、T. Clark、M. Crosas、I. Dillo、O. Dumon、S. Edmunds、C. T. Evelo、R. Finkers、A. Gonzalez-Beltran、A. J. G. Gray、P. Groth、C. Goble、J. S. Grethe、J. Heringa、P. A. C. ’t Hoen、R. Hooft、T. Kuhn、R. Kok、J. Kok、S. J. Lusher、M. E. Martone、A. Mons、A. L. Packer、B. Persson、P. Rocca-Serra、M. Roos、R. van Schaik、S.-A. Sansone、E. Schultes、T. Sengstag、T. Slater、G. Strawn、M. A. Swertz、M. Thompson、J. van der Lei、E. van Mulligen、J. Velterop、A. Waagmeester、P. Wittenburg、K. Wolstencroft、J. Zhao 和 B. Mons，“科学数据管理与管护的 FAIR 指导原则”，Scientific Data，第 3 卷第 1 期，第 160018 页，2016 年 3 月，ISSN：2052-4463。DOI： 10.1038/sdata.2016.18.[10] N. P. Chue Hong、D. S. Katz、M. Barker、A.-L. Lamprecht、C. Martinez、F. E. Psomopoulos、J. Harrow、L. J. Castro、M. Gruenpeter、P. A. Martinez、T. Honeyman、A. Struck、A. Lee、A. Loewe、B. van Werkhoven、C. Jones、D. Garijo、E. Plomp、F. Genova、H. Shanahan、J. Leng、M. Hellström、M. Sandström、M. Sinha、M. Kuzak、P. Herterich、Q. Zhang、S. Islam、S.-A. Sansone、T. Pollard、U. D. Atmojo、A. Williams、A. Czerniak、A. Niehues、A. C. Fouilloux、B. Desinghu、C. Goble、C. Richard、C. Gray、C. Erdmann、D. Nüst、D. Tartarini、E. Ranguelova、H. Anzt、I. Todorov、J. McNally、J. Moldon、J. Burnett、J. Garrido-Sánchez、K. Belhajjame、L. Sesink、L. Hwang、M. R. Tovani-Palone、M. D. Wilkinson、M. Servillat、M. Liffers、M. Fox、N. Miljković、N. Lynch、P. Martinez Lavanchy、S. Gesing、S. Stevens、S. Martinez Cuesta、S. Peroni、S. Soiland-Reyes、T. Bakker、T. Rabemanantsoa、V. Sochat、Y. Yehudi 和 R. F. WG，“研究软件 FAIR 原则（FAIR4RS 原则）”，2022年5月。DOI： 10.15497/RDA00068.[11] D. S. Katz、M. Gruenpeter、T. Honeyman、L. Hwang、M. D. Wilkinson、V. Sochat、H. Anzt、C. Goble 和 f. F. S. 1，《重新审视研究软件的 FAIR》，arXiv:2101.*10883 [*cs*]*, 2021年2月，arXiv：2101.10883。[12] M. B. Jones、C. Boettiger、A. C. Mayes、A. Smith、P. Slaughter、K. Niemeyer、Y. Gil、M. Fenner、K. Nowak、M. Hahnel、L. Coy、A. Allen、M. Crosas、A. Sands、N. C. Hong、P. Cruse、D. Katz 和 C. Goble，CodeMeta：软件元数据的交换模式。2.0版。2017年，发布方：KNB 数据存储库。DOI： 10.5063/schema/codemeta-2.0.[13] S. Druskat、J. H. Spaaks、N. Chue Hong、R. Haines、J. Baker、S. Bliven、E. Willighagen、D. Pérez-Suárez 和 A. Konovalov，“引用文件格式”，2021年8月，出版商：Zenodo，版本号：1.2.0。DOI： 10.5281/ZENODO.5171937.[14] J. Malone、A. Brown、A. L. Lister、J. Ison、D. Hull、H. Parkinson 和 R. Stevens，“软件本体（swo）：一种支持生物医学数据分析、数据整理和数字保存可复现性的资源”，Journal of Biomedical Semantics，第 5 卷第 1 期，第 25 页，2014 年 6 月。DOI： 10.1186/2041-1480-5-25。 [在线]。可访问： https://doi.org/10.1186/2041-1480-5-25。[15] D. Garijo、V. Ratnakar、Y. Gil 和 D. Khider，《软件描述本体》，2021年5月。 [在线]。可访问： https://w3id.org/okn/o/sd。[16] E. Wilder-James，DOAP：项目描述。2021年11月。 [在线]。可访问： https://github.com/ewilderj/doap。

[17] M. Würsch、G. Ghezzi、M. Hert、G. Reif 和 H. C. Gall，“Seon：用于软件演化的本体金字塔及其应用”，Computing，第 94 卷，第 11 期，第 857–885 页，2012年11月。doi： 10.1007/s00607-012-0204-1.[18] S. Druskat、O. Bertuch、G. Juckeland、O. Knodel 和 T. Schlauch，《具有丰富的元数据的软件出版物：现状、自动化工作流与 HERMES 概念》，arXiv:2201.09015 [cs]，2022年1月。doi： 10.48550/arXiv.2201.09015。 [在线]。可访问： http://arxiv.org/abs/2201.09015。[19] D. Chivvis，Cfa-library/citesoftware.org：软件引用指南。2022年8月。 [在线]。可访问：https://github.com/CfA-Library/citesoftware.org（访问于 2023年2月5日）。[20] S. Druskat 和 M. R.Crusoe，《研究软件引用：引用并使其可被引用》，2018年2月。 [在线]。可访问：https://cite.research-software.org/（访问于 2023年2月5日）。