arXiv:2302.00169v1 [cs.HC] 1 Feb 2023

流媒体软件开发：责任感、社群与学习

Ella Kokinda[a, b], Paige Rodeghero[b]

[a] *Corresponding Author, ekokind@clemson.edu* [b] *Clemson University, Clemson, South Carolina, United States of America*

摘要

人们利用互联网学习新技能、与朋友保持联系，并寻找新的社群参与其中。Twitch.tv、YouTube Live 和 Facebook Gaming 等直播平台为这三种活动交汇之处提供了空间，让用户能够直播自己玩电子游戏或实时编写软件与游戏开发代码，也能在观看他人进行活动时参与聊天。我们通过对 15 位软件与游戏开发主播的访谈，探究人们选择直播自己编程的原因，以及他们是否认为直播提升了自己的编程技能。我们发现，直播动机包括责任感、自我教育、社群，以及让主播的作品获得可见度；主播们认为，直播对他们编写源代码的能力产生了积极影响。我们的研究结果表明，在虚拟课堂时代，直播编程等替代性学习方法是一种有益的工具。本研究也为教育直播和开发者社区中的协作相关研究作出了贡献，并进一步拓展了这些研究。

关键词：直播、开发者社区、游戏社区、现场编程、在线教育、协作学习

PACS：0000、1111 2000
MSC：0000、1111

1. 引言

Twitch、YouTube Live 和 Facebook Gaming 等直播平台通常专注于直播电子游戏，以及 Just Chatting 等现象。在 Just Chatting 中，主播面对镜头进行交谈，并与聊天成员互动。从 2020年 到 2021年，Twitch 的观看时长增长了 40%，截至 2021年 年底达到 240 亿小时；Facebook Gaming 的观看人数增长了 47%，观看时长达到 54 亿小时；而 YouTube Live 的观看人数下降了 13.1%，观看时长从 2020年 的 62 亿小时降至 2021 [1, 2, 3, 4] 的 50 亿小时。综合来看，这些直播平台从 2021年 到 2022 [4] 上半年累计获得了超过 490 亿小时的观看时长。直播并不局限于播放电子游戏；音乐家和其他艺术创作者直播自己绘画、缝纫和手工制作的直播也日益普遍。最后，还有一些主播类别，观众可以在其中观看软件开发和编程，这正是本文的关注重点。随着在线学习日益普及，以及直播平台让面向广大受众进行直播变得更加容易，我们旨在了解这一规模虽小却活跃的软件开发社群的可持续性，以及开发者参与其中的目的 [5]。

近期关于直播主播与观众的研究，大多围绕电子游戏的游玩和观看展开。然而，我们认为，类似的研究也可以应用于学习情境下主播与观众之间的关系。Wohn 等人探讨了金钱捐赠如何影响主播与观众之间的社会关系，发现观众会向主播捐赠，以补偿自己从主播那里学习特定游戏的所得；Wang 等人则研究了观众向主播赠送礼物的影响[6, 7]。值得注意的是，尽管我们的研究并不关注金钱补偿，但这一要素在游戏和娱乐情境之外的直播研究中尚未得到充分探讨，而它对社会关系的影响可能有别于传统学习环境中的影响。

关于直播与软件及游戏开发的研究成果仍然很少。随着观看人数和开发直播社区不断增长，这自然引出了一个问题：开发者为什么要进行直播——

？近年来，直播用户群体不断扩大，因此我们旨在面向更广泛、更多元的受众，在既有研究的基础上进一步拓展研究范围 [8, 9, 10]。这些奠基性的先前研究使我们能够开展本项研究，进一步扩展并深入探究围绕软件与游戏开发直播的动机。我们的研究旨在通过从观看人数各不相同的直播中进行抽样，而不仅仅选取观众最多的顶级主播，并从标准观看时段之外进行抽样，来提高所有主播的代表性。通过这种方式，我们可以获得更具普适性和包容性的样本，为那些可能有兴趣进行直播或观看直播的开发者提供参考。

我们的研究旨在了解直播在软件开发中的益处，并为平台提供设计启示，从而改进并促进围绕此类社会化学习互动形成的学习社群。设计启示有望推动平台发展，让有意学习和教学的人更容易使用平台，同时也能为这个常被视为仅用于游戏直播的平台带来更强的社区感和更高的可及性。

在这些平台上进行直播的 Educational 和软件开发主播，为希望学习或探索新事物的人提供了便捷且免费的教育，无需投入大量资源。因此，我们的研究探讨主播为何希望将直播用作学习媒介，并尝试衡量感知到的软件开发能力的提升。本研究的贡献还为软件与游戏开发领域一种较新的协作与学习媒介提供了知识和背景。

本文聚焦于了解直播编程的软件开发者的动机，探究这些主播是否认为自己的软件开发技能有所提升，并考察主播指出的直播平台的优势与局限。通过分析访谈数据，我们发现，主播往往拥有社群追随者，这些追随者会激励并督促他们持续直播、继续

开发自己的作品。社群这一理念也影响了自主学习的观念，以及利用直播探索新想法或练习已有软件开发技能的做法。最后，我们讨论了扩展这项研究的后续考量，以及初步数据所揭示的潜在进一步研究方向。

本文对软件工程教育作出了多项贡献，并通过以下方式拓展了关于直播、在线教育和开发者社区益处的认识：

- 调查并提供有关直播软件与游戏开发的初始动机和持续动机的研究发现

- 在考虑主播的初始动机和持续动机的同时，探讨直播开发所带来的有益成果

我们认为，直播软件开发为开发者提供了学习和践行责任感的机会，也让他们能够找到积极鼓励参与和协作学习的社区。我们强调，社交互动和责任感是影响开发者选择直播的重要因素，并探讨这些因素如何为软件与游戏开发教育实践提供参考，以及如何为新手和资深编程人员提出建议。我们的工作还延伸至开发者的信息搜寻实践及其社会行为。

2. 背景与相关工作

本节将讨论直播教育类直播的背景与相关工作，包括主播与观众在直播集成的聊天功能以及围绕主播形成的社区中的互动、主播的动机，以及既有研究的局限性。

2.1. Twitch 与 Educational 直播

随着 Twitch 平台不断发展，电子游戏以外的直播类别日益增多，IRL、Just Chatting 和 Educational 类别也越来越

受到观众的青睐 [11]。一项发表于 2018年 的研究聚焦于电子游戏编程直播，指出这种直播形式有可能融入主流在线学习环境 [8]。与预先录制、经过系统编排的教育类编程视频相比，直播有一些优势。Chen 等人 发现，由于前期规划和资金投入较少，直播比预先录制的视频更具优势，这降低了主播投身教学的门槛 [10]。加入直播平台十分容易，这意味着没有接受过正式教学培训的人也能使用该平台，并与他人分享信息和知识。因此，主播不必局限于成为教授或教师的传统途径。关于社群和开发者工作的既有研究表明，直播平台有助于开发者倡导，也能为人们了解软件开发职业提供见解 [12]。

研究发现，对于偏好“旁观式”学习、信息性学习，以及希望了解他人如何处理一组问题的观众而言，直播颇有裨益 [10]。Twitch 提供的这种非正式学习方式，也已被证明能够让学习者根据自身情况调整学习目标和兴趣 [13]。然而，对观众而言，Twitch 平台有一项不足：它没有进一步对直播进行分类。观众无法搜索特定的教学风格，有时也无法搜索特定的兴趣领域；平台也没有为内容创作者提供这类互动方式 [10]。即使是在观看他人直播电子游戏的情境下，平台也能吸引寻求信息的人，而信息寻求会对使用情况（观看内容的时长）产生积极影响 [14, 15]。

一项于2017年开展的教育直播实验发现，对于观众而言，由新手还是专家授课，学习表现大致相同 [16]。这项研究还发现，主播的个性会影响学习表现——认为主播平易近人的观众，会从新主播那里获得积极的收获 [16]。这些主播特质会影响观众社群形成的方式及原因。

2.2. 主播与聊天互动

在 Twitch 以及 YouTube 和 Facebook Gaming 等其他平台上开播是免费的；主播无需支付任何费用即可在平台上开播，这与 YouTube 和 Vimeo 等许多预录视频托管网站一样。无需预先支付费用，使这些平台门槛较低、易于使用。一般而言，主播开播的动机是寻求陪伴并希望与他人社交 [17]。一项于2019年针对观众数量较少的编程教育直播开展的研究发现，开播的重要动机之一是寻求编程方面的帮助和进行社交 [9]。同一项研究还发现，这些主播正处于人生的过渡阶段，因此能够定期开播，并找到可以社交的场所或兴趣相投的社群 [9]。

直播平台的核心要素之一是实时聊天功能。在直播过程中，实时聊天会不断更新，显示观众发给主播、主播发给观众以及观众彼此之间的消息。这三种互动有助于社群发展。在成熟的社群中，指导分为三种形式，与平台所支持的互动类型相呼应 [8]。这表明，互动能够促进这些社群中的学习：主播讲授或逐步讲解某个概念，观众指出潜在的程序错误，观众则向其他用户解释概念。围绕主播形成的社群有几种表现形式，包括固定观众和站外社群，因为直播平台缺乏足够或明显的功能，无法在直播结束后促进讨论。这些社群可以在 Patreon[1],Discord、Reddit 等平台上找到。

尽管社群和互惠互利是主播与观众互动的积极方面，但其中也存在一些弊端。主播过去一直并且目前仍在表达他们对骚扰、隐私以及可供其使用的内容审核工具的担忧 [10]。

[1]一个众筹平台，用于向创作者支付其制作内容的报酬；https://www.patreon.com/

志愿版主（版主）可以监控聊天，处理不当、仇恨性评论或垃圾信息；然而，在直播期间，通常由主播负责审核自己的聊天内容。平台的这一弊端会使新主播放弃开始直播，或成为他们停止直播的原因。许多直播平台尚未回应社群对于更完善内容审核的关切，也未提供更好的方式让观众找到他们想看的内容，或更好的工具来帮助创意型主播以新颖且更有意义的方式与观众互动 [15]。此外，既有研究为理解以下情况奠定了基础：主播虽然可能了解骚扰的潜在弊端，但仍会利用该平台来克服社交焦虑，并将平台的负面因素用作暴露疗法 [18]。

2.3. 文献的局限性与空白

以往研究在兼顾主播和观众的所有性别方面存在局限 [8, 9]。近期研究的демограф- ics更加多元 [10], ，但在代表性方面仍存在空白。根据我们的观察，软件与游戏开发领域的主播中，女性比例不足 15%；我们的研究开始纳入更具代表性的样本，其中 20% 的参与者认同为女性或呈现女性特征的非二元性别者。

此外，尽管以往研究假设直播的许多动机与进行游戏直播的动机相同，或在分析中忽略开发直播，但我们的研究有所不同，直接考察了开发者进行直播的初始动机和持续动机。这一关于开发者为何选择直播的更大范围，阐明了软件开发直播的教育益处，提供了有关直播软件开发对主播和观众所产生有益成果的新数据，并拓展和证实了关于直播开发者社区益处的知识 [8, 15]。

最后，本文并未探讨主播获取收入或金钱收益的影响或动机，也未探讨观众向主播赠送金钱礼物打赏的动机。关于非开发类直播报酬的既有研究（这类直播通常通过 Twitch 上的“Bits”、广告收

入或其他资助平台（如 Ko-fi、Patreon、Gumroad、PayPal）获得报酬）表明，报酬与主播的动机之间可能存在联系 [6, 7, 19]。此外，尽管我们认为直播软件和游戏开发的前期成本较低、入门门槛不高，但近期研究探讨了投资直播外设和设备是否有助于提升观众参与和互动 [20]。

3. 方法论

本节将介绍我们的研究问题及其背后的依据、研究设计、参与者、数据收集和数据分析。

3.1. 研究问题

本研究旨在更深入地了解软件与游戏开发主播的动机、意图和认知；从主播的视角理解主播与观众互动；了解主播感知到的学习期望、主播认为观众获得的学习成果，以及直播平台的设计启示，从而让更多人能够将平台用于教育用途。因此，我们提出以下研究问题（RQs）：

RQ_1：进行直播的开发者有哪些动机？

RQ_2：主播如何看待自己的观众？他们如何看待与观众的互动？

RQ_3：开发者认为直播对自己和观众有哪些有益成果？

RQ_4：开发者在直播时会遇到哪些挑战？

RQ_1、 RQ_2和 RQ_3 背后的理由，是为了全面了解主播对自身及其动机的看法，以及他们对

直播观众的认知。这些信息有助于我们进一步了解编程教育和开发者社区。在此基础上，RQ_4 探讨了有助于影响平台设计选择的挑战，并回到平台作为一种教育媒介和社群构建媒介的定位，服务于那些有兴趣通过直播展示编程的人。

3.2. 访谈设计

我们设计了这项研究，通过半结构式访谈收集定性数据。我们对参与者进行了时长为 40 至 70 分钟的访谈，询问他们对直播的体验和看法、现场编程实践、对观众的认知，以及对直播平台的看法。每次访谈都从收集人口统计信息开始，随后采用半结构式、开放式的问答形式。我们询问参与者的编程和教育经历、与直播相关的问题、与观众的互动，最后以有关他们对观众的认知，以及他们可能通过直播建立的社群的问题结束访谈。

3.3. 方法

作者在七个月的时间里，每天北美东部标准时间（EST）上午 6 点至午夜 12 点浏览 Twitch 上的直播，以此确定访谈参与者。他们从软件与游戏开发类别中随机挑选主播，范围从排名靠前（当前观众人数最多）到排名靠后、观众人数较少的主播（通常少于五名观众），记录其用户名，并通过 Twitch 平台查找首选联系方式。选择如此宽泛的时段，是为了涵盖国际主播以及可能不在通常热门直播时段内直播的主播[2], ，并从观众人数各异的直播中抽取样本。对于每位主播，我们会观看 15 至 30 分钟的直播，以确保

[2]热门直播时段各不相同，但通常集中在美国东部标准时间（EST）凌晨 3 点至上午 11 点，以及下午 2 点至 5 点。 [21, 22]

所呈现的内容主要使用英语，且与软件或游戏开发相关并切合主题。在观察过程中，我们会记录直播的呈现方式和体验（即叠加层、互动元素）、受众的参与情况以及主播的表现。不过，我们在分析中不会考虑这些因素，因为它们更适合纳入对直播社群的进一步研究，以及从观众视角开展的深入研究。我们排除了主播不在场的直播（即只有空椅子，且没有“马上回来”画面）、内容与软件和游戏开发无关的直播、非英语直播，以及叠加内容遮挡直播主要画面的直播。我们直接从主播的 Twitch 页面记录订阅人数和当前观众人数，并使用 Twitch-Tracker[3] 收集历史平均观众人数。

我们于2021年二月至九月期间通过 Zoom 和 Discord 语音通话进行了访谈并录音，录音均获得参与者许可，访谈记录则经过匿名化处理。表2展示了部分访谈问题。参与者完成访谈没有获得任何报酬。访谈首先询问基本的人口统计信息，然后转向一般的直播问题、针对参与者直播的问题，最后询问他们与聊天区的互动。

3.4. 参与者

我们总共通过电子邮件和 Twitter 私信发送了 103 条招募信息，共收到 15 份参与意愿回复（回复率为 14.5%）。15 位参与者中，2 位为女性，12 位为男性，1 位为非二元性别。参与者年龄介于 23 至 55 岁之间，平均年龄为 34 岁，中位年龄为 31 岁。参与者居住在美国、德国、英国、澳大利亚或加拿大。大多数参与者（15 人中有 11 人）表示自己是自学成才的程序员。有趣的是，这 11 位自学成才的参与者中，有 9 位表示此前接受过计算机科学或科学、技术、工程和数学相关的正规教

[3]第三方 Twitch 主播统计追踪器。https://twitchtracker.com/

PID	Age	性别	地点	教育	自学与正规教育	编程经验（年）	直播经验（年）	全职与兼职直播	订阅者	平均观众人数
P1	33	male	US	计算机科学学士，经济学博士	自学	18	8*	兼职	6,900	277
P2	23	male	US	计算机科学学士	自学	8	7*	兼职	1,400	10
P3	29	male	US	计算机科学学士	自学	19	3	兼职	15,700	68
P4	44	male	德国	PhD	未说明	20	1.5	兼职	1,200	103
P5	42	male	US	计算机科学学士	自学	20+	2	兼职	3,500	20
P6	39	女性	英国	高中	自学	9	2	兼职	4,500	46
P7	29	male	澳大利亚	人机交互理学学士	未说明	15	4	全职	26,000	79
P8	31	女性	US	计算机科学博士	未说明	13	1.5	兼职	503	9
P9	30	非二元性别	US	艺术学位	未说明	9	4*	兼职	4,100	17
P10	24	male	英格兰	计算机科学学士	自学	15	1.5	兼职	256	6
P11	55	male	US	高中	自学	20+	3	兼职	1,400	7
P12	43	male	US	上过大学	自学	25+	2	兼职	2,300	17
P13	23	male	US	上过大学	自学	3	4*	兼职	7,400	42
P14	39	male	US	计算机科学学士	自学	25+	5*	全职	8,600	24
P15	26	male	加拿大	计算机科学学士	自学	7	0.75	全职	205	7

表 1：主播访谈参与者人口统计信息 * — 表示参与者在开发直播之前已有直播经验

育。像 P1 这样的自学成才参与者指出，他们在毕业后通过工作经验学到了“开发基础知识”；P3 也是如此，他在开始接受科学、技术、工程和数学方面的正规教育之前，就已作为开发者进入职场。像 P6、P11、P12 和 P14 这样的参与者都提到，他们通过在线资源和个人项目自学软件开发及其他编程技能。此外，P2、P5、P10 和 P11 等参与者表示，在接受正规教育之前，他们就对业余编程感兴趣。参与者的编程经验从 3 年到 25 年以上不等；1 位参与者的经验不足 5 年，4 位有 5 至 10 年经验，3 位有 10 至 15 年经验，2 位有 15 至 20 年经验，5 位有 20 年以上经验。参与者的直播经验从不到 1 年到 8 年不等，其中 5 位参与者表示，在开始直播软件开发和游戏开发之前就已有直播经验。表 1 列出了参与者人口统计信息，包括参与者标识符（参与者编号）和直播统计数据。请注意，为保护参与者的匿名性，我们不会提供全部人口统计信息或直播统计数据。

3.5. 数据收集

我们收集的数据包括主播的编程背景、工作年限，以及他们在直播和非直播期间常用的编程语言，

背景问题（B）和部分访谈问题（Q）
B1：请描述一下您的教育背景。您是否有计算机科学或科学、技术、工程和数学相关的正规教育背景？您是否接受过任何正规的教学教育？
B2：您从事编程多久了？
B3：您目前的工作背景是什么——您受雇担任软件开发人员还是教育工作者？
B4：您通常使用哪些编程语言编写代码？
Q1：是什么让你开始直播？你直播多久了？
Q2：是什么激励你继续直播？
Q3：你会观看其他教育类或科学与技术类主播的直播吗？如果会，你从他们身上获得过什么影响或灵感吗？
Q4：直播软件开发时，你会如何向观众描述自己正在做什么？
Q5：作为主播，有哪些成功让你印象深刻？有哪些挑战或让你失去动力的因素？
Q6：你的直播通常有多少聊天互动？能否举例说明一些聊天互动？
Q7：聊天中是否有人会提出改进建议，或指出你代码中的程序错误？你会如何处理？你对他们这样做有什么看法？
Q8：你有直播常客吗？你能否根据你们之间的互动，判断他们的编程经验水平？
Q9：你是否在直播平台之外为关注者建立了社群？

表2：背景问题（B）和部分主播访谈问题（Q）

教育背景、作为开发者的工作经验，以及他们从事直播的时长。我们收集的其他数据包括主播开始并持续直播的动机、直播准备情况（即如果会准备直播，具体如何准备），以及他们在整个直播过程中取得的显著成功和面临的直播挑战。为了解主播与聊天的互动情况，我们收集了有关其与观众互动频率的数据、与观众进行的典型互动内容、主播如何理解聊天中针对编程错误或程序错误提出的建议，以及他们的直播间中是否有能够认出的固定常客。综合来看，主播的开发背景、直播动机，以及与聊天室成员和观众的互动，为我们全面、高层次地理解开发者如何以及为何使用直播提供了依据。

3.6. 分析

我们将访谈文字稿视为定性数据，并依据 McDonald等人 [23] 所述的主题分析和定性分析指南对其进行分析。我们以最初三次访谈中的主要主题为基础，在后续数据中识别相似及新增主题，并将其归纳为

更广泛的主题，以识别参与者之间以及整体直播发展过程中存在的关系和反复出现的主题。在数据收集期间，第一作者会重新查阅先前的访谈，评估并识别此前遗漏、但在分析后续数据时发现的潜在新主题，同时梳理访谈中反复出现的主题。

访谈结束后，我们审阅了数据，并结合高层次主题，识别并整理了与直播动机、观众的看法、技能提升以及直播挑战相关的子主题。作者们共同反复讨论并完善主题和子主题。

4. 结果

本节将讨论开发者主播访谈的结果。我们概述了所识别的主题，包括直播的主要动机、对观众的认知、对自我教育和技能提升的看法，以及软件和游戏开发者在直播平台上提及的直播挑战和平台困难。

4.1. RQ_1：开发者的直播动机

为了解开发者的直播动机（RQ_1），我们询问主播为何选择直播、如何开始参与直播，以及持续进行直播的动机。参与者的编程经验、教育背景和直播年限各不相同，但他们最初的动机有许多相似之处，其中一些相同的初衷至今仍然存在，并随着直播内容日渐成熟而不断演变。我们发现，最初和持续的动机主要围绕五个主题展开：（1）责任感；（2）自我教育；（3）教学并指导他人；（4）提高主播工作的可见度；（5）寻找拥有共同兴趣的社群。在本节中，我们将讨论这些主题，并呈现参与者的引述。表3概述了我们确定的各个主题，并列出主题内涵的主要特征。 RQ_1

主题	定义
责任感	留出时间工作、制定并遵循日程或常规安排，以及履行对他人的义务
自我教育	学习新的编程语言，通过练习或挑战性问题保持技能与时俱进
教学／指导	特定编程语言的开发者倡导者，以资深或高级开发者的身份分享编程知识
可见度	为他们的游戏做广告，分享开发流程见解，并引导观众离开直播平台，了解如何参与或贡献主播的工作
社群与共同兴趣	找到对特定编程语言或游戏开发感兴趣的志同道合者，找到一个可以坦诚交流、分享想法且彼此怀有善意的空间

表3：为 RQ_1 呈现的已识别主题概览

主题1：责任感——我们发现，15位参与者中有8位表示，责任感是他们开始直播或持续直播的动机（P2、P3、P5、P6、P8、P10、P12和P14），也是最常见的直播动机。直播让他们有机会为自己设定目标，并帮助他们留出时间投入工作。这也与这些主播及其他受访参与者的自我教育动机有关。

“我当时在做一个业余项目。基本上，在开始做之前，我只是闲坐着，没做什么。所以，直播本质上就是一种督促自己投入工作的方式，也让这件事变得更有社交性。” -P10

“在 Twitch 上直播编程，是学习新知识的一种很好的自我督促方式。我最初这么做的动机，基本上就是我知道自己想更规律地练习。当然，我并不在乎有多少人来观看，但这会是我公开承诺真正动手做这些事情的一种方式。” -P8

我们发现，主播在直播时会对自己所培育的社群怀有个人责任感和责任担当。主播表示，他们建立的社群激励自己遵守并维持固定的直播安排，以此尊重关注者。他们说道：

“我也觉得自己有一点责任感。嗯，我算是有一群社群成员，他们会期待在我的直播日程安排的时段里看到我。而且我也希望自己能准时出现。所以，现在这有点像是一种约定。” -P7

“所以，如果你建立一个社群，并且保持日程稳定，那会非常有帮助。这既能提振大家的士气，也能让大家更有责任感。” -P14

主题2：自我教育——我们发现，十五名参与者中有十二人表示，他们通过直播进行自我教育，或希望学习和练习新的概念（P2、P3 和 P5-P14）。六名参与者表示，自我教育或学习新的开发概念或语言，是他们开始直播的动机。P12 表示，他希望在责任感和教育的驱动下学习一门新语言。他把这看作学习一门新的口语语言：要想掌握得好，就必须坚持每天练习。其他同样希望教授和指导他人的参与者发现，直播能够让他们在探索新概念的同时，从直播过程中遇到问题时积极参与聊天的观众那里学习，二者之间形成了一种共生关系。P11 提到了这种来回交流的学习方式：

“有时如果我遇到难题，人们不会让我去 Google，而是直接在聊天中插话说‘试试这个’。这种来回的互动真的，你知道，几乎就像和一屋子人待在一起。他们会直接喊出来：‘我试试这个，点击这里，输入这个。’而且，我喜欢这样。我喜欢这样。这让整个过程更像结对编程。”——P11

P6、P9 和 P10 也分享了他们从观众那里学到东西的经历。观众会通过文字聊天解释某个概念、提供可能的解决方案，或指出代码中的程序错误。

主题3：教育和指导他人——15 位参与者中有 9 位表示，他们直播的动机之一是教学，或通过自己的工作激励和指导他人。在这一群体中，我们发现了两类主播：

主播组1 - 积极致力于向他人讲解和传授开发主题知识的人。

主播组 2 - 希望分享自己的知识并为他人提供帮助，但不一定以教学为目的的人。

此外，我们发现两组中都有一部分主播希望成为开发者的导师和倡导者。一位参与者 P4 将教学和指导他人作为直播的主要动机，并表示自己想提供“免费的教学”。当时，许多学校因疫情转为线上教学，而他们借此回馈那些可能失去线下机会，或趁着居家时间学习新事物的人。由于有教育背景，他们很容易完成转变，并将自己的工作转化为一场多日研讨会，让人们能够前来学习，仿佛置身于真实的课堂环境中。P4 还每周围绕不同的开发概念进行直播，同时每年举办一到两次多日研讨会／课程，希望让自己的工作“开放、免费 доступ，且不被锁在付费墙之后”，因为他们认为其他在线教育内容也是如此。

其他参与者则将教学和指导他人作为次要动机。他们想分享自己的知识，因为他们认为自己正在做一些独特的事情；有些人作为开发者拥有多年经验，希望与新一代开发者分享；还有些人希望在教别人时，也学到新东西。P11 是一位经验丰富的软件开发人员，拥有 20 多年的从业经验。他解释说，许多开发教程都没有提及开发者在尝试完成某件事时会面临的挑战和困难，并介绍了自己的直播过程：

“如果我花了很长时间才完成某件事，为什么不分享出来呢？这样其他人就不必花那么长时间去做。这是我觉得自己在直播中做得不错的一点。……我遇到的所有问题、差点掉进去的所有坑，都在这里，而不是把内容打磨得光鲜整洁。 *[通过]* 分享从第一步到第四步的过程，以及每一步之间遇到的坑和问题，我觉得这能帮助很多人。”——P11

与 P11 类似，拥有多年开发经验的 P3 解释说

他们热衷于教学，会回答直播中提出的问题，并在直播时现场解答，然后将这些内容制作成简短的 YouTube 视频，介绍一些小概念和细节，帮助那些可能错过直播的人。P5 也表示，教育他人是一种动机，因为当“你知道，你做了一件好事，帮助了下一代人”，并看到他们取得成功、之后又回来将成功归功于主播时，这会让他感到很满足。

为了教学和担任导师，我们发现有14位参与者采用了出声思考技术，让观众了解其意识流思维过程，并大致带领观众了解主播通常在想什么；除非聊天中的成员特意要求他们详细解释正在发生的事情。P7将自己的思考过程解释为“能够以一种方式组织大量信息，让听完的人知道如何做某件事”，因为他认为这既有益于自己的开发流程，也有益于他人。

主题4：可见性——我们发现，15位参与者中有5位表示，直播的主要动机之一是让自己的作品获得可见度（P1、P7、P8、P14、P15）。这主要适用于通过直播宣传正在开发中的游戏及其他已发布游戏相关作品的游戏开发者。P1指出，直播是向社群展示功能发布最简单的方式；这与传统软件应用程序的做法不同，后者通常只提供静态的补丁说明。对P15而言，让自己的游戏开发获得可见度是直播的唯一动机，他表示：“如果我没有 *[to]* 来推广游戏，我就不会直播。”对其他游戏开发者来说，游戏的可见度只是他们直播动机的一部分。动机不止于提升可见度的参与者（通常是游戏开发者）表示，他们会借此吸引观众前往其他平台查看自己的内容，例如 Patreon、Steam 或 YouTube。一位参与者（P7）指出，如果没有他们创建并维护的社群，他们就无法让自己的作品获得可见度，也会错失作品带来的潜在收入：

“Twitch 为我的许多内容提供了灵感。我会把这些内容发布到 YouTube 上。

我也会发布到其他地方。而对我来说，我的财务状况和收入都与我的社群息息相关，而这个社群活跃在许多不同的平台上，不过我大部分时间都待在 Twitch 上。” -P7

对于唯一一位将可见度视为次要动机的软件开发者 P8 来说，他倡导使用一种小众编程语言并进行直播，以帮助他人理解这种语言及其在某些开发类型中的作用。他也通过直播提升可见度，并积极倡导在软件开发领域包容 LGBTQ+ 群体和女性代表。

主题5：社群与共同兴趣——所有参与者都表示，拥有一个社群，以及一群可以交流、且对开发怀有共同兴趣的人，是他们直播的主要动机之一。在社群方面，一些参与者开始直播是为了找到一个社群和与自己相似的人；另一些参与者并未主动寻求社群，但欢迎并受到围绕自己发展起来的社群的激励。社群带来的益处多种多样：满足社交互动需求、获得关于项目的反馈、为了社群而持续提供内容所带来的责任感，以及从他人身上学习以提升开发技能。

我们发现，对五位参与者而言，居家生活促使他们寻求社交互动、建立社群，并通过直播在线与其他开发者交流。居住在华盛顿州雷德蒙德的 P5 所在地聚集了许多科技公司和有影响力的软件开发者；他希望能与本地区以外的开发者建立联系，认为他们或许能为他的聊天带来新想法，并希望结识“新的受众”。

有些人希望为他人创建一个社群，而有些人的周围则形成了一个社群，并在社群建立起来后成为他们进行直播的动力。P3表示，自己在整个 Python 社群中已建立起一定声誉。他说：“反正我本来就要做这些工作，所以不如一边做，一边和大家交流。”这表明无论如何他都会从事开发工作，而在此过程中，他更愿意有一个渠道与他人交流、互动。后来他还表示：“社群这一面是我这么做的一个重要原因。”不过

对另一些人来说，比如 P4，他直播的主要动机是教导他人。他觉得：“这就像是在回馈社群。大家似乎也很感激，这让我保持动力。所以这就变成了一种互惠关系。”P7也表达了许多相同的感受。他认为自己建立的不只是一个社群，更是“朋友。我不仅想见到他们、和他们互动，也想让他们知道我正在做什么。”他还再次提到这种互相付出的感受，以及自己与朋友和受众之间达成的“约定”。P9也强调，他们把受众视为朋友，而直播是他们唯一能“见到朋友”的方式。

社群反馈是直播的重要组成部分。无论是指出代码中的程序错误、对游戏机制或艺术风格提出反馈，还是提供建议，主播都欢迎这种互动，也欢迎有机会与社群进行“橡皮鸭[4]”式交流。这些反馈通常会促使主播进行自我教育，相关内容将在第5.3节 提升开发技能 [24]中进一步展开。

动机变化的关键时刻——许多参与者发现，自己的动机随着时间推移逐渐增长并发生变化；另一些人则表示，自己曾有某个时刻意识到动机已经变成了什么，或明白了自己的动机是什么。这在很大程度上与拥有社群有关，也与他们看到自己付出的努力对社群产生的影响有关，无论是在直播平台内还是平台外。参与者提到了一些情况：有人向他们求助，或请他们批评自己的项目；他们看到观众在主播曾帮助过的主题上表现出色；观众与主播分享个人成就；他们在会议上因自己的线上工作而受到认可；以及他们看到社群不断壮大，并对主播创作的内容产生兴趣。

[4]一种调试和问题解决技术：开发者对着无生命的物体或抽象对象大声思考，逐行解释自己正在对代码进行的操作；http://lists.ethernal.org/oldarchives/cantlug-0211/msg00174.html

4.2. RQ_2：观众的认知

为了更好地了解开发直播的受众，我们询问主播对观众的认知，以及他们注意到并归纳出的观众特点。此外，我们还询问主播如何看待观众参与直播的活动，例如旁观式编程[5]，以及对开源软件（OSS）或主播自己项目的贡献。

许多参与者表示，他们认为大多数观众和粉丝都比自己年轻，年龄在 13 至 18 岁之间，而且编程经验相对不足。另一些人则表示，他们的观众年龄和经验水平各不相同，甚至提到有时经验更丰富的聊天室成员会提供程序错误修复方案或问题的替代解决方案。认为自己的受众更年轻的参与者分享说，曾有观众感谢他们讲解软件开发的相关知识、担任导师并激励观众投身编程。P5 提到，他倾向于在直播中指导那些提出新手问题、询问专业开发工作内容的年轻人：

> “这些高中生大多是在寻找一些东西，你知道.....对他们有帮助、能让他们有所收获的东西。他们有很多时间，但不一定有人陪他们一起度过，有时候他们只是更愿意和我一起消磨时间，这也没关系。.....所以，如果我能向他们展现一点我的世界，分享一些至少我还算熟悉的事情，也许就能激励他们去做类似的事。” -P5

另一位参与者（P7）也注意到，年轻观众想和他一对一交流。他觉得这些互动可能会打乱自己平时的直播习惯，但仍会谨慎回应，以“绝不打消任何人为直播做贡献的积极性”。我们发现，P11也有过类似经历：一位观众

[5]旁观式指挥是指不在掌控中的一个人或多个人，不论是否受到邀请，都告诉掌控者该做什么以及该怎么做的一种现象。旁观式编程和后座程序员，则是指那些告诉正在编程的人应在代码中做什么或如何操作的人。

当时“刚开始接触编程”，参加了许多场直播；在P11的直播以及其他自学资源的帮助下，如今已成为一名全职开发者。这位观众一直与P11保持联系，也积极参与直播。虽然P11不认为这位观众学到的一切都来自自己，但他认为自己帮助对方探索了软件开发，并提供了成功所需的工具。我们发现，一位专注于小众计算兴趣领域的开发者倡导者（P8）提到，一位常看她直播的观众起初对这个领域“只有一般兴趣”，后来开始参与她的直播。几年后，这位观众在一家大型科技公司从事这一小众领域的工作，并认为她传授给对方的是“对该领域的背景和总体认识”，而不是某种编程语言的具体内容。

虽然并非所有人都能明确分享观众取得成功的经历，但所有参与者都分享了观众进行旁观式编程的实例，以及他们对观众如何参与直播的看法。许多从小规模起步的主播，只要观众在聊天中发言或提问，就会积极与每位观众互动。观众的参与表现为旁观式编程：他们会询问主播为何以某种特定方式实现某项功能，提出自己会如何解决问题，并指出代码中可能存在的问题。主播指出，这类互动大多数时候都很有帮助且富有成效。旁观式编程为主播提供了与观众互动的简单方式，也促使观众之间展开进一步讨论。

“有位先生为 /Arch Linux/ 内核贡献代码。他来过我的直播，对这个主题的了解比我深入得多。我们基本上就成了最好的朋友。我们一起学习。” -P5

“有一位我在社群里认识的人，她插话说：‘你为什么要那样做？’结果，这最终演变成我们大约花了三周时间反复合作开发这个项目。” -P11

“我确实会犯错，因为我是人。而 /viewer-name/ 很擅长

在这种情况下指出错误。所以，当我在做一些人们能够轻松跟上的事情时，他们就会指出打字错误、语法错误之类的问题。”-P3

“有 20 种不同的做法。我有一种做法，有人建议说，还可以用另一种做法。对我来说，这些建议一直都很好，但从来没有人真的来批评我做事的方式。”——P4

参与者表示，通过替人写代码或引发讨论来与观众互动，是发展并持续壮大社群的最佳方式。对于互动较少的直播，如果 P11 看到有人在观看却没有参与，就会主动通过聊天功能与观众搭话：

“尤其是安静的时候，我会不断主动搭话。我总会打开聊天窗口，点击下拉菜单，查看聊天中的用户，因为你可以看到聊天中的用户。然后我会把它调出来，心想，那里真的有人吗？因为大家都特别安静。我会看到确实有人在那里。于是我就会说一些很常见的话，比如‘嘿，谢谢你们来。我很高兴看到有几位在看，请打个招呼。’你知道，‘如果有任何问题，请告诉我。’有时候就会有人回应。”——P11

一些直播逐渐发生变化的参与者注意到了不同类型的观众，以及他们参与直播的方式——有些观众是为了技术方面的内容而来，另一些则是为了消费某种通用类型的内容。我们发现，主播必须以不同方式平衡与各类观众的互动，既不能疏远或让其他观众感到无聊，又要努力让两类观众都持续参与其中，并从其内容中获得娱乐。P12 分享了他改变直播内容的经历：

“我发现，当我不再进行 MMO *[游戏开发布道]*时，受众发生了变化。所以，有些人是因为那个来的，有些人是因为

游戏开发来的。当我开始进行 WordPress 替代方案[/直播/, 时，受众又发生了变化。所以，仅凭推断就能知道，有些人是因为游戏开发来的，有些人是因为其他内容来的。而且你能看出，还有些人一直在关注所有这些内容，比如有人已经订阅了大约九个月了。而且，他们就只是请我喝杯咖啡，对吧？”——P12

P7谈到，尽管游戏开发的各个方面会使他们的内容发生变化，但他们仍会记住聊天中的用户名，并尊重那些长期留下来的观众。

“他们进来时，我还是会记得他们。那些以这种方式做出贡献的人——无论是单纯支持我、因为想来这里而支持这个项目，还是提出想法——我总会抽出时间关照他们，脑海中也总会为他们留出一席之地，让我能够随时回应他们；而他们也尊重自己占用的时间。” -P7

观众留存对许多参与者来说都是一个重要方面，因为这有助于衡量其社群的发展情况和健康状况。此外，观众留存也能为他们的直播带来积极反馈，因为观众会持续回访。对于这些回访的观众，主播也认同P7的看法：常来的观众会对主播所提供的内容有所投入。

4.3. RQ_3：直播的益处——技能提升

我们询问参与者在直播过程中遇到的成功经历，以及这些经历对他们个人和直播产生了什么影响。由于许多人通过直播督促自己坚持下去或学习新概念，我们观察到的主要益处是编程或开发能力的提升。此外，为了了解主播是否也能从中受益，我们询问参与者，他们是否认为观众通过观看自己的直播提升了编程技能。

主播技能提升——正如第5.1节所述，大多数参与者都希望通过直播学习或巩固自己的开发技能。我们发现，主播在直播过程中会遇到挑战，但仍继续学习并克服这些开发挑战。例如，一位参与者（P8）鼓励她的受众告诉她想看什么、想了解什么，并专门进行了数场直播，呈现观众点播内容。

另一位参与者（P14）也采取了类似做法：他专门安排了一个内置的开发日，称为“反馈星期五”，在这一天收集游戏测试人员的反馈，并尝试进行修改或实现观众和游戏测试版测试人员提出的功能。另一位参与者（P12）直播数年后，觉得自己终于能够凭借在直播中选择学习的语言找到工作。其他以责任感作为起初动机的参与者，则多年来一直定期直播。

我们发现，有几位参与者原本没指望能从聊天室成员那里学到东西，但最终发现自己确实学到了。P7 提到了这一点，P10 也表达了相同的看法：

> “我并不指望能从社群中学到什么，但事实证明，我确实学到了。我是说，我的程序员能力确实提升了很多。”——P7

> “聊天室里的人对我正在做的事情很了解，也能够帮助我。”——P10

我们发现，P11 将自己与聊天的互动以及从聊天中学习的过程描述为“就像结对编程[6]”，尤其是在遇到观众可能有解决方案或曾遇到过相同问题的挑战时。当被问及对观众学习的感受时，P13 表示，更多是“他自己/”在向聊天室成员学习，双方的角色也因此互换了。

[6]一种开发方法，程序员在同一台计算机上协同工作，通常由一名开发者编写代码，另一名开发者观察并检查代码中是否存在错误、程序错误，或提出建议。
https://en.wikipedia.org/wiki/Pair programming

观众技能提升——我们发现，所有参与者都没有办法量化观众技能的发展或提升。不过，他们分享了一些例子：长期观看的观众对直播的贡献更多、参与直播之外的主播社群活动，并与主播分享他们在项目上取得的成果。

对于 P3 和 P13 等主播，观众会与他们分享自己的想法，例如：“你的内容帮助我成为了更优秀的软件工程师。光是看你写代码，我就学到了在别处学不到的技巧。”观众也会在聊天中简单地表达感受，例如：“我现在明白了。”这些话表明，观众认为自己通过观看主播的直播，成为了更优秀的程序员。P6 分享说，当观众从她的直播中学到东西并将其应用到自己的工作中时，他们会向她表达“积极的反馈”。P7 有一位观众向他请教游戏评论，并请他对自己制作的游戏提供反馈。

此外，P2 分享说，他的一位观众兼社群老成员开始在 Discord 专设的求助频道中帮助其他人，也为这位主播频道里的 Twitch 机器人做出贡献。虽然这种影响难以明确衡量，但大多数主播都觉得自己对他人产生了积极影响，无论是帮助他们学习解决问题的新方法，还是为他们提供动机和“继续推进其 *[* 观众的*]* 项目的动力”。

4.4. RQ_4：直播挑战与平台可发现性

为了了解主播面临的挑战，我们直接询问主播，他们在直播以及直播过程中遇到了哪些挑战。我们发现，主播面临的挑战可分为人际关系挑战和平台相关挑战。为了深入了解情况，我们询问了导致人际摩擦的原因，以及直播平台可以采取哪些措施来改善或减轻这些挑战的影响。

人际挑战——大多数参与者遇到的人际挑战有限。当被问及如何审核聊天内容时，大多数主播表示，聊天会自我调节，或通过内容审核封禁垃圾信息机器人。

我们发现，所有女性或非二元性别参与者都表示自己偶尔会遇到人际问题，其中还有一例来自男性参与者。P8 在为自己的直播添加 LGBTQ+ 标签时，经常发现直播会吸引“网络喷子[7]”以及聊天中的其他不受欢迎评论。P8 和 P6 都提到，聊天中的人会侮辱并骚扰她们，质疑她们的智力以及在某种语言方面的技能。对 P8 来说，这是一个需要克服的重大障碍，也令她感到焦虑。P6 表示，其他人会试图让直播变成一场竞争，而她没有什么好办法应对，这给她和她的直播带来了压力。P11 提到，有一次，一名观众在观看直播时看到主播卡在一个问题上，之后便在直播平台之外联系并辱骂主播，称如果“什么都不懂”就不该直播；不过，这种情况并不常见。

虽然并非因骚扰所致，但一些主播会随着受众规模的增长而调整直播内容。随着新观众和关注者的增加，这些调整并非轻而易举。P7指出，直播生涯中最大的挑战之一，是适应不断扩大的受众规模，以及应对更多“后座程序员”。随着观看人数增加，互动对象从少数变成众多，而想要与所有人互动也不再可行。他说道：

> “我的本能反应是直接和他们所有人互动，因为我一直以来都是这么做的。但从效率的角度来看，这样很容易失控，实际上也会让直播更难看。观众并不喜欢看到主播一次又一次地被打断，不断回应个人问题或重复回答同样的问题，因为总有人刚进来开始看，还不了解过去20分钟的背景。”——P7

此外，我们发现 P3 也有相同的直播体验：随着直播发展，他的开发与互动比率越来越偏向互动。他表示，随着社群和直播的发展，现在他

[7]评论内容带有敌意、无关或冒犯性的人。

“直播中大概有 20% 到 30% 的时间实际上在写代码，其余时间则用于回答聊天中的问题或与观众互动。”

平台可发现性——我们开始这项研究时，Twitch 提供的观看人数分类中只有一个科学与技术（S&T）类别。几乎所有参与者都对这一类别感到不满，因为它要用一个类别来涵盖整个“科学”领域。他们经常发现自己与鸭舍实时摄像头的“鸭子直播”以及地震监测器等其他实时服务混在一起。为了避开 S&T 类别中的杂乱内容，参与者会用不同的方式为团队添加标签，试图通过标签触达新的观众。然而，标签是由 Twitch 管理的描述性标记，主播可以用它们来描述自己的直播，观众也可以用它们搜索直播。由于可使用的标签数量有限，主播认为这限制了他们能够触达的受众类型。主播还认为，网站并未明显提供标签搜索功能，观众也不会通过标签寻找想看的直播。

自本研究开始以来，Twitch 调整了分类，将软件与游戏开发（S&GD）从 S&T 中划分出来，单独设立了一个同名类别。许多人转到了这一新类别，但也表示有所顾虑，因为他们已经在另一个类别中建立了自己的平台，而且观众可能不会注意到这个新的搜索类别。软件开发人员 P11 指出：

> “我很高兴他们终于设置了编程类别。但话说回来，没人会转到这个类别，因为这会对他们不利。在一个本就很难被发现的平台上，这会让他们更难被发现。”——P11

不过，新增类别后，一些游戏开发者表示，他们希望游戏开发能与软件开发分开。他们觉得，尽管新类别更符合自己的需求，但自己依然未被看见，也更难被发现，因为游戏开发融合了编程与艺术。游戏开发者 P7 解释道：

> “很多时候，我做的事情其实不属于科学与技术，可能是概念艺术、像素艺术之类的

内容。那就更具创意了。现在已经没有这个类别了。如今，我们似乎只能归入 IRL 或科学与技术类别。除了搜索标签之外，根本无法直接浏览游戏开发内容。”——P7

在 S&GD 类别中，直播概念艺术和角色建模等内容让游戏开发者觉得格格不入；但他们认为，如果转到艺术类别（取代创意类别）直播，就不会那么容易被发现，或者在切回游戏编程内容时失去现有观众。适合的类别与缺少有助于提升可发现性的标签之间的不匹配，让游戏开发者觉得自己不可能扩大并维持受众。此外，YouTube Live 和 Facebook Gaming 等其他平台也很难找到与软件和游戏开发相关的直播频道；通过标签搜索找到的往往是预录内容或无关内容。

5. 讨论

通过访谈，我们回答了四个研究问题，发现开发直播及主播：1）有着多方面的动机和益处，这些源于个人目标和职业目标；2）通过面向受众直播，获得充实的社交互动和社群归属感；3）对开发技能和受众发展知识产生影响；4）面临需要克服的人际关系和平台相关挑战。我们将研究发现置于相关直播与软件开发研究的背景下，并总结主播的动机、他们对观众的认知、对技能提升的认知，以及主播面临的挑战。我们还提出了针对直播平台的建议，并探讨主播面临的挑战。

5.1. 直播的动机与益处（RQ_1 & RQ_3）

动机——我们观察到，直播动机具有个人和社会属性，通常聚焦于责任感、自我教育、指导、工作的可见度，以及寻找社群或拥有共同兴趣的人。这些

动机使主播感受到自我成长和学习带来的有益成果。我们认为，直播可以成为开发者的实用工具，帮助他们保持规律、养成习惯并培养自律。不少参与者提到，他们觉得自己有责任为观众和受众提供内容；我们推测，感受到他人的监督，会让主播在直播过程中获得积极成果并实现有效学习。

将直播作为问责工具来练习并学习新开发技能的主播发现，随着时间推移，他们的技能得到了提升（这是我们在 RQ_3 中发现的最大益处）。先前研究表明，出声思考是一种学习方式；主播通过口头讲解一段代码，或梳理找出程序错误时的思考过程，可能会让主播和观众双方受益 [25, 26]。主播指出，他们可以逐步分析问题，并将聊天当作“橡皮鸭”来协助解决问题、获取项目反馈；也可以把受众视作分布式的结对编程或群体编程伙伴 [27]。以这些方式借助受众，并通过出声思考来分析问题，可能比搜索传统论坛帖子更快。这或许能为主播以及参与问题解决过程的观众带来更有创意的解决方案和技能提升。在直播期间出声思考和“对橡皮鸭倾诉”也可能让主播和观众有机会展示自己的开发知识；如果他们提出的解决方案解决了眼前的问题，这也会是一种令人满足的体验。

自我教育似乎是直播的一大动力，并能为开发者带来益处。对许多人来说，主播通过直播证明自己的能力是一种有效的方式。我们认为，将直播作为继续教育的工具，能让开发者全面发展，也能打破全职职业生涯的单调乏味。此外，直播能为开发者和观众提供实时反馈循环，其即时性和带来的满足感都胜过依赖论坛或采用试错式编程方法。我们认为，随着主播获得更多关注者，这种反馈循环可能会得到加强，因为熟悉直播内容的观众或许更愿意发言并提供反馈。

随着直播观看人数增加，直播动机的关键时刻逐渐发生变化。随着更多观众加入，主播不可避免地需要更加留意与受众的互动方式，并为聊天互动安排版主。观看人数的增长可能会削弱一对一讨论的亲密感，而这种亲密感曾帮助主播获得关注者，也可能危及主播所营造的社区感。尽管观看人数增加可能带来人际挑战，我们认为，一旦度过最初的变化阶段，观看人数的增长便会加强社区纽带，并为主播带来额外动力。

在线直播的益处——主播认为，直播带来的有益成果主要在于通过自我教育提升开发技能。除自我教育这一动机外，责任感、指导、可见度和社群等最初及持续的动机，也可能促成积极的学习成果，并最终帮助主播提升技能。此前关于创意艺术直播的研究表明，将直播作为批评手段具有益处；我们的研究结果似乎也印证了这一观点，即在开发直播中利用观众进行批评和获取反馈 [15]。主播或许有机会依靠观众来教自己，而聊天室成员有时也能与主播分享领域专业知识。大多数主播都能接受并鼓励这种旁观式编程；此前的研究表明，结对编程和群体编程等形式与单人编程同样有效 [28, 29, 30]。我们的数据表明，开发者利用直播来提升自身能力，并尝试新事物以实现自我教育。对于一些主播而言，聊天室的影响并不会直接改变他们的编程能力；但研究结果可能表明，聊天室提供的反馈有助于改进他们的软件产品和游戏中的功能及其他方面。

一位参与者（P2）谈到，直播所带来的责任感不仅在于让自己受益、提升技能并推动项目进展，也在于让观看直播的人受益。我们推测，对于承担受众领导角色的主播而言，责任感能够带来

责任感，并让他们在自己的影响范围内学习 [31, 32]。为主播影响范围内的其他人提供责任感，或许能帮助观众对自己作出承诺、培养自律，或养成习惯，从而影响主播周围人群开发技能的过程。

自我教育，以及希望在正规课程或学术媒体之外学习的愿望，可能会影响他们是否选择直播。以往研究表明，软件开发者的自我导向学习被视为激发创造力和为开源软件作出贡献的关键，也是科技公司员工经常采用的学习方式 [33, 34]。尽管我们的参与者接受过计算机科学或相关技术领域的正规教育，但大多数人（73%）仍认为自己是自学成才的开发者；他们也发现，直播强化了主播的自我教育习惯和意愿。P2 表示，直播是他的爱好，他会通过直播让自己的技能保持在较高水平；P12 则希望学习一门新语言，以便将来能从事相关工作。我们认为，自我教育也可能是一些人选择直播的原因之一：在学习新事物、全身心投入其中时，他们将自己置于众人注视之下，暴露出容易犯错的一面，并逐步讲解解决方案和遇到的障碍。这个过程虽然充满挑战，却也能带来回报。我们认为，这既是主播的一个动机因素，也能直接帮助希望通过观看他人学习的观众提升技能；先前研究已证实这种方式有益 [35, 36, 37]。

5.2. 充实的社交互动与社群（RQ_2）

对大多数参与者而言，社群是他们开始直播并坚持下去的动机和理由之一。直播周围形成的社群具有社交、技术和信息交流等属性。这些方面似乎构成了将直播用作软件与游戏开发学习平台的人群的核心要素；研究也发现，Twitch 游戏社区中同样会形成类似的社群 [17]。先前的研究还表明，开发者通过视频博客（vlog）分享内容，最终会形成小型社群，观众会围绕开发者分享的视频共同参与体验 [12]。

主播发现，一旦有了观众并最终形成社群，他们就更有动力、更乐于直播，也期待与受众进行社交互动。这些互动似乎具有互惠性：主播从受众那里获得社交互动和帮助，而受众则获得社交互动，并能学习新概念或接触新事物。正如 P1 所指出的，社群也在开源软件（OSS）的信息传播中发挥作用；先前的研究同样证明了社群对开源软件的重要性 [38, 39]。软件开发直播或许能为社区开发的应用程序提供一种独特的信息传播方式，也能让非技术和技术社群成员及时了解应用程序的新功能、未来的开发工作以及发布周期。

主播期待着观众学习新思想和编程概念，与他们成为朋友、担任他们的导师，并观看他们的学习过程（RQ_2）。此外，大多数参与者表示，他们希望成为开发者倡导者。通过直播，他们希望让其他人看到自己的问题解决过程、应对新颖独特挑战的方式，以及打破关于开发者身份和为何人人都能学会成为开发者的刻板印象。先前的研究表明，视频博客等行为能够打破这些刻板印象，并促进健康的开发者社群 [12]。我们观察到，开发直播和主播通过利他行为、分享知识回馈他人，以及从分享知识中获得满足感，也可能有助于打破刻板印象并鼓励社群参与。与人们认为 Twitch 上的观众像游戏直播中那样不守规矩、充满恶意的看法相反，我们观察到，大多数主播的受众都怀着真诚而积极的意愿参与直播 [40]。这些真诚而积极的意愿可能源于直播内容，也可能是因为受众规模较小，主播和观众能够以对话般的节奏互动。然而，根据我们的观察，我们注意到，随着受众人数增加，直播风格可能会发生变化。新增观众可能会分散主播对开发工作的专注，并使他们优先关注观众的需求和讨论，这可能导致主播觉得自己没能完成原本计划的工作。不过，大多数参与者

认为这种优先事项的转变尚可接受，因为它满足了他们的社交需求，但也表示，有时无法在合理的时间内完成原定任务，会让他们感到沮丧。

我们观察到，主播对观众的认知 overwhelmingly 积极，而积极互动往往是直播不可或缺的一部分。在 S&GD 的背景下，主播与观众之间的关系是一种共生的社会结构，双方通过交换信息流、建立社会与社群纽带而紧密相连。我们推测，通过形成并促进积极、健康的社群，软件开发直播为主播和观众形成了一个正向反馈循环。这个反馈循环有助于维持或学习新的软件开发技能，并培养对开发的积极态度。我们的研究加深了人们对开发者社区中的关系、社交互动以及软件开发者习惯的理解。

5.3. 挑战与建议

直播挑战——我们的最后一个研究问题（RQ_4）旨在更好地了解直播平台，并帮助识别主播指出的、妨碍其进行直播的挑战。我们观察到，主播面临的挑战大多是平台特定挑战，其次才是人际挑战。我们认为，对于大多数参与者而言，人际挑战并不常见，这是因为主播设定了相应的预期，而且社群能够自我规范和自我管理，倾向于积极互动并排斥负面行为。

然而，对于在直播时确实遭遇骚扰问题的参与者来说，正如先前研究所示，这种情况在直播平台或开发者圈子中并不少见 [41, 42, 10]。我们认为，持续营造积极的社群氛围，通过呈现各种类型的主播及直播形式来践行开发者倡导，以及主播们担任导师的意愿，或许能够改变整个软件与游戏开发社群的这一趋势 [43]。此外，事实证明，版主有助于缓解直播中的挑战，我们的一些参与者已经

通过招募朋友或社区志愿者来实现这一点 [15]。

平台推荐——以往研究涵盖了主播们同样面临的若干问题，这些问题与可见度和可发现性有关 [12, 10]。在直播平台上摸索可能令人望而生畏，而平台在许多方面也未能帮助用户建立自己的影响力。我们认为，如果平台能提高可见度，并在标签之外重点展示不同类型的直播和主播，开发者就能触达更广泛的受众，并有机会影响新观众、加深他们的认知，同时继续打破围绕开发工作的刻板印象。平台可以与开发者倡导团体合作，在首页和推荐内容中推出特别专题；利用程序员节（9月13日）展示开发直播；或与 Advent of Code 等知名开发者活动合作，推出具有教育意义、供观众跟随学习的直播[8] 。此外，尽管以往研究建议直播平台提供更好的教育服务，但主播提供的数据表明，平台应让所提供的工具具备可扩展性，以便主播使用，并提供中立工具包和动态 API，支持插件及其他直播相关自动化工具 [10]。平台提供的扩展、API 和工具包如果能让主播和观众直接在聊天中链接到文档、定义及其他相关背景信息，就能提升学习体验，同时避免打断或分散主播对手头工作的注意力，并为简单或常见问题提供快速的实时答案。这类聊天集成和扩展也有助于促进社群互动和协作项目，吸引观众与主播共同开发和编写代码，为自己的社群制作素材和工具。已有数位主播及其社群开发并使用了自己的自动化机制，这些机制根据社群特点和个人偏好量身定制，同时也为鼓励社区意见和贡献提供了途径 [44, 45]。

[8]Advent of Code 是一项为期一个月的编程谜题挑战，通常在每年 12 月举行，参与者包括学生和专业开发者。https://adventofcode.com/

6. 结论

由于大多数人都能轻松入门，在线教程、教育以及软件与游戏开发直播软件日益普及。本文介绍了一项研究，调查了美国及其他国家和地区的15位软件与游戏开发主播。通过访谈，我们发现，主播的直播动机包括增强个人责任感、推广个人项目、自我教育以及寻找社区感。我们提出了四个研究问题，用以梳理主播的经历和观点，以及他们的直播历程：探究直播动机、对观众的认知、对技能提升的认知，以及直播挑战。本研究最突出的发现是，围绕软件与游戏开发主播的社群具有强大的影响力。我们的研究拓展了近期关于教育直播社群的研究：通过考察开发者最初及持续直播的动机，丰富了对直播社群益处的认识；并将直播动机与直播带来的有益成果联系起来，从而提供数据，说明开发直播除了知识分享之外，也是一种替代性教育形式。

参考文献

[1] Chase, 《直播行业概况：12月及2020年回顾》（2021年1月）。网址 https://blog.streamelements.com/state-of-the-stream-december-and-2020-year-in-revie

[2] Chase, 《直播行业概况——2021年回顾》（2021年12月）。网址 https://blog.streamelements.com/state-of-the-stream-2021-year-in-review-4a707443982[3] Chase, 《2022年8月直播行业概况：Twitch和YouTube势头回升，Kai Cenat和Elspree

(2022年8月)。网址 https://medium.com/streamelements/state-of-the-stream-for-august-2022-9ed5f6e74e84[4] E. May, 《Streamlabs 和 Stream Hatchet 2022年第二季度直播报告》

(2022年8月)。网址
https://streamlabs.com/content-hub/post/streamlabs-and-stream-hatchet-q2-2022-live-

[5] S. R. Hiltz, M. Turoff, 《教育走向数字化：在线学习的演进与高等教育的变革》, 《ACM通信》48 (10) (2005) 59–64。

[6] D. Y. Wohn, G. Freeman, C. McLaughlin, 《解释观众为直播主播提供的情感、工具性和经济支持》, 载于：2018年计算机系统人因CHI会议论文集，2018年，第1–13页。

[7] D. Wang, Y.-C. Lee, W.-T. Fu, “我喜欢站在舞台上的感觉，但我变得贪婪”：探索金钱激励对直播主播社交互动和直播内容的影响, 《ACM人机交互会议录》3 (计算机支持的协同工作) (2019年) 1–24。

[8] T. Faas, L. Dombrowski, A. Young, A. D. Miller, 《看我写代码: Twitch.tv上的编程指导社群》, 《ACM人机交互会议录》2 (计算机支持的协同工作) (2018年) 1–18。

[9] T. Faas, L. Dombrowski, E. Brady, A. Miller, 《寻找同伴：面向小众观众的编程直播》, 载于：国际信息会议，Springer，2019年，第117–123页。[10] Y. Chen, W. S. Lasecki, T. Dong, 《通过直播大规模支持编程教育》, 《ACM人机交互会议录》4（计算机支持的协同工作3）（2021年），第1–19页。[11] H. Steinbeck, R. Teusner, C. Meinel, 《在Twitch上向大众教学：对教育直播的初步探索》, 载于：第八届ACM Learning@ Scale会议论文集，2021年，第275–278页。[12] S. Chattopadhyay, D. Ford, T. Zimmermann, 《制作视频博客的开发者：通过社群和身份认同打破刻板印象》, 《ACM人机交互会议录》5（计算机支持的协同工作2）（2021年），第1–33页。

[13] N. Selwyn, 《Web 2.0应用作为非正式学习替代环境——批判性综述》（2007年1月）。[14] M. Sj¨oblom, J. Hamari, 《人们为什么观看他人玩电子游戏？对Twitch用户动机的实证研究》, 《人类行为中的计算机》75（2017年）, 第985–996页。[15] C. A. Fraser, J. O. Kim, A. Thornsberry, S. Klemmer, M. Dontcheva, 《共享工作室：创意直播如何激发灵感、促进教育并提高参与度》, 载于：2019年创造力与认知会议论文集，2019年，第144–155页。[16] K. Payne, M. J. Keith, R. M. Schuetzler, J. S. Giboney, 《考察Twitch上的电子游戏教学直播对学习的影响》, 《人类行为中的计算机》77（2017年）, 第95–109页。[17] W. A. Hamilton, O. Garretson, A. Kerne, 《Twitch直播：在实时混合媒体中培育参与式游戏社群》, 载于：SIGCHI计算系统中的人因会议论文集，2014年，第1315–1324页。[18] J. Frommel, M. Dechant, R. Mandryk, 《游戏直播作为社交焦虑暴露疗法的潜力》, 《ACM人机交互会议录》, 第5卷, 第CHI PLAY期, （2021年）。[19]M. R. Johnson, J. Woodcock, “今天的最高打赏者是”：Twitch.tv上的主播如何将直播变现并游戏化, 《社交媒体+ 与社会》5（4）（2019年）, 2056305119881694。[20] I. Drosos, P. J. Guo, 《直播设备配置的设计空间：权衡、挑战与机遇》, 载于：交互系统设计会议，2022年, 第835–848页。[21] E. May, 《在Twitch上直播的最佳日期和时间是什么？》（2022年3月）。网址：
https://streamlabs.com/content-hub/post/what-are-the-best-d

[22] T. Nielsen, 《2022年在 Twitch 上直播的最佳时间》（2022年7月）。网址：https://blog.hootsuite.com/best-time-to-stream-on-twitch/[23] N. McDonald、S. Schoenebeck、A. Forte, 《定性研究中的可靠性与评分者间信度：计算机支持的协同工作和人机交互实践的规范与指南》, 《ACM人机交互会议录》3（CSCW）（2019）1–23页。[24] A. Hunt、D. Thomas, 《程序员修炼之道：从小工到专家》, Addison-Wesley, 1999年。[25] M. Van Someren、Y. F. Barnard、J. Sandberg, 《出声思维法：认知建模的实用方法》, 伦敦：AcademicPress 11（1994年）。[26] G. M. Olson、S. A. Duffy、R. L. Mack, 《出声思维作为研究实时理解过程的方法》, 载于：《阅读理解研究的新方法》, Routledge, 2018年, 第253–286页。[27] W. Zuill、K. Meadows, 《群体编程：全团队协作方法》, 载于：Agile 2014大会, 奥兰多, 佛罗里达州, 第3卷, 2016年。.[28] O. Demir、S. S. Seferoglu, 《单人编程与结对编程在心流体验、编码质量和编程成就方面的比较》, 《教育计算研究杂志》58（8）（2021年）1448–1466页。[29] S. Bryant、P. Romero、B. du Boulay, 《结对编程与领航员的神秘角色》, 《国际人机研究杂志》66（7）（2008年）519–529页。[30] J. Buchan、M. Pearl, 《善用群体心态：一份关于群体编程的经验报告》, 载于：2018年第22届软件工程评估与评价国际会议, 2018年, 第199–204页。

[31] Y. Dubinsky、A. Yaeli、A. Kofman，《有效管理角色与职责：推动软件开发团队的责任感》，IBM Journal of Research and Development 54（2）（2010年）4–1。[32] Y. Li、C.-H. Tan、H.-H. Teo，《领导特征与开发者在开源软件开发中的动机》，Information & Management 49（5）（2012年）257–267页。[33] S. Lemmetty、K. Collin，《自我导向学习作为职场学习实践：信息通信技术工作中自我导向学习的诠释性话语》，Vocations and Learning 13（1）（2020年）47–70页。[34] B. Xu、D. R. Jones、B. Shao，《志愿者参与在线社区中的软件开发》，Information & Management 46（3）（2009年）151–158页。[35] N. J. Hodges、T. Coppola，《我们认为自己从观察他人中学到了什么：能力对观察学习认知的调节作用》，Psychological Research 79（4）（2015年）609–620页。[36] T. Mayes、F. Dineen、J. McKendree、J. Lee，《通过观察他人学习》，载于：网络化学习：观点与议题，Springer，2002年，第213–227页。[37] S. Geertshuis、N. Rix、O. Murdoch、Q. Liu，《通过观察他人学习：从录制视频教程中进行替代性学习》，Video Pedagogy: Theory and Practice（2021年）103。[38] M. Van Antwerp、G. Madey，《社会网络结构在开源软件开发者社区中的重要性》，载于：2010年第43届夏威夷国际系统科学会议，IEEE，2010年，第1–10页。[39]M. Joblin、W. Mauerer、S. Apel、J. Siegmund、D. Riehle，《从开发者网络到经过验证的社区：一种细粒度方法》，载于：2015年第37届IEEE/ACM国际软件工程会议，第1卷，2015年，第563–573页。doi:10.1109/ICSE.2015.73。

[40] R. Poyane，Twitch.tv 上的有害交流：主播的影响，载于：《数字化转型与全球社会国际会议》，Springer，2019年，第414–421页。[41] D. Y. Wohn，Twitch微型社群中的志愿版主：他们如何参与、扮演什么角色，以及经历了怎样的情绪劳动，载于：《2019年计算机系统人为因素CHI会议论文集》，2019年，第1–13页。

[42] N. Imtiaz、J. Middleton、J. Chakraborty、N. Robson、G. Bai、E. Murphy-Hill，《调查性别偏见对GitHub的影响》，载于：《2019年IEEE/ACM第41届国际软件工程大会（ICSE）》，IEEE，2019年，第700–711页。

[43] J. Seering、R. Kraut、L. Dabbish，《通过内容审核和示范塑造Twitch上的亲社会与反社会行为》，载于：《2017年ACM计算机支持的协同工作与社会计算会议论文集》，2017年，第111–125页。[44] Y. Chen、S. W. Lee、Y. Xie、Y. Yang、W. S. Lasecki、S. Oney，《Codeon：按需软件开发协助》，载于：《2017年计算机系统人为因素CHI会议论文集》，2017年，第6220–6231页。[45] T. D. LaToza、W. B. Towne、C. M. Adriano、A. Van Der Hoek，《微任务编程：借助众包群体构建软件》，载于：《第27届ACM用户界面软件与技术研讨会论文集》，2014年，第43–54页。