arXiv:2305.02720v1 [cs.HC] 4 May 2023

“我的无条件家庭作业伙伴：”探索儿童对家庭作业陪伴机器人的偏好

Bengisu Cagiltay
bengisu@cs.wisc.edu 计算机科学系，威斯康星大学麦迪逊分校，美国威斯康星州麦迪逊

Bilge Mutlu
bilge@cs.wisc.edu 计算机科学系，威斯康星大学麦迪逊分校，美国威斯康星州麦迪逊

Joseph E Michaelis
jmich@uic.edu 学习科学研究所，伊利诺伊大学芝加哥分校，美国伊利诺伊州芝加哥

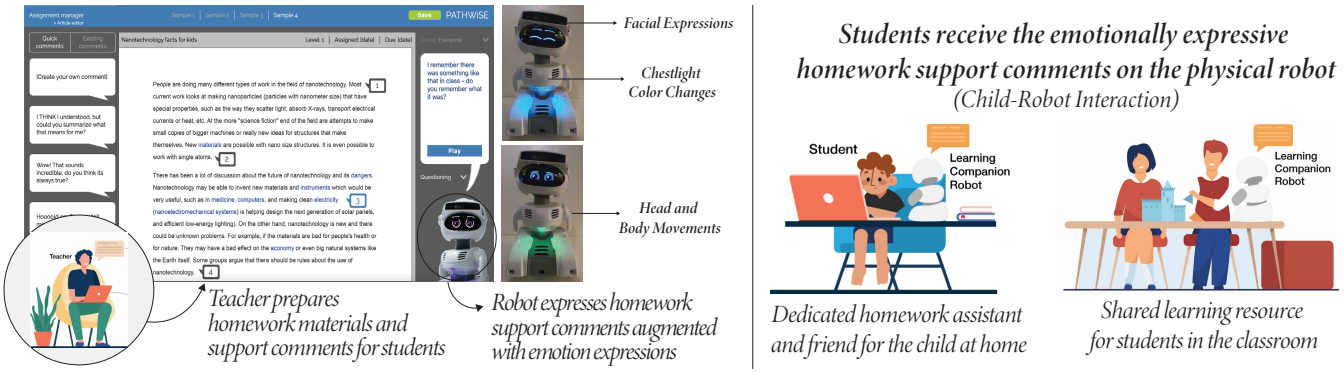

图 1：我们探讨了学生对借助家庭作业陪伴机器人获得增强型家庭作业体验的偏好。

摘要

我们的目标是设计机器人教育支持系统，帮助学生在课外完成学校作业时，获得具有社会和智力意义的学习体验。为实现这一目标，我们与10名儿童（10至12岁）开展了参与式设计研究，探索他们对机器人辅助家庭作业的设计需求。我们考察了儿童目前完成家庭作业的方式、他们做作业时获得的支持类型，并共同设计了家庭作业陪伴机器人的语音和表达性。参加设计环节的儿童和家长表示，作为家庭作业辅助工具，情感表达型社交机器人能够支持学生的动机、参与度和情感状态。儿童主要将机器人视为家中的专属助手，认为它能够建立有意义的友谊；也有人将其视为共享的课堂学习资源。我们提出了关键设计建议，以支持学生借助学习陪伴机器人完成家庭作业。

CCS 概念

• **以人为中心的计算** → 以用户为中心的设计；**参与式设计**；**界面设计原型制作**；用户研究。

允许免费制作本作品的数字或纸质副本（全部或部分），用于个人或课堂用途，前提是这些副本不得用于营利或商业用途，且须保留本声明及首页的完整引文。对于本作品中不属于作者所有的组件，必须尊重其版权。注明出处后可以摘录。若要以其他方式复制、再版、发布到服务器或分发至列表，须事先获得具体许可和/或支付费用。请向 permissions@acm.org 申请许可。*IDC '23，2023*年*6*月*19*日至*23*日，美国伊利诺伊州芝加哥© 2023年 版权所有归所有者/作者所有。出版权已授权给 ACM。ACM ISBN 979-8-4007-0131-3/23/06...$15.00
https://doi.org/10.1145/3585088.3589388

关键词

儿童与机器人交互；学习陪伴机器人；交互设计；以家庭为中心的设计

ACM参考文献格式：
Bengisu Cagiltay、Bilge Mutlu 和 Joseph E Michaelis。2023年。“我的无条件家庭作业伙伴：”探索儿童对家庭作业陪伴机器人的偏好。载于*Interaction Design and Children*（*IDC '23*），*2023*年*6*月*19*日至*23*日，美国伊利诺伊州芝加哥。ACM，纽约州纽约市，美国，13页。https://doi.org/10.1145/3585088.3589388

1 引言

学生需要能够鼓励有助于其动机和学习体验、在社交与智力层面富有意义的互动的学习环境，尤其是在STEM教育中[32, 44]。教师与学生之间的社交互动，而非仅仅完成活动或在标准化测试中展现掌握程度，能够支持学生的长期知识建构与深度学习 [8]。教师经常在教室里通过具有社交参与感的互动为学生提供指导，但学生在课堂外也能从这类指导中受益。然而，教师难以将课堂内的指导延伸至家庭活动，而家长往往也觉得难以为学生提供作业辅导 [34, 71]。

与其他计算机化学习系统一样，机器人能够快速有效地与学生互动，为他们的家庭作业提供额外的支持和指导。多项研究 [5, 7, 33, 49] 表明，在教育情境中，与基于计算机的数字代理相比，社交机器人具有更强的与儿童进行社交互动的能力，因此适合作为社交学习的工具。旨在以自然的方式与学生互动的社交机器人

以直观的方式提供支持，陪伴他们完成家庭作业。人们倾向于将类人特征赋予非人实体 [14, 28, 40, 56] ，并与机器人建立社会联系，例如共情和融洽关系 [24, 25] ，这归因于机器人的拟人化特征，或其他设计元素，如注视模式 [2, 55] 以及对以往互动或个人背景故事的提及 [41, 48**?**]。在特殊教育中，机器人可以支持自闭症儿童的社会沟通能力和共同注意等技能 [1] ；在非正式学习环境中，机器人可以促进儿童的学习和兴趣 [36, 52, 53]。

为了改善学生的学习体验，我们提出使用社交机器人作为学习陪伴者，借此改变家庭作业体验，促进具有社会和智力意义的学习。我们的长期目标是设计能够为学生提供具有社会和智力意义的学习体验的机器人教育支持系统。在本文中，我们探讨用于支持学生家庭作业体验的社会性学习陪伴机器人的设计。我们提出以下研究问题：研究问题：学生需要与具有社会情境的家庭作业陪伴机器人进行怎样的交互？本研究有三方面贡献。首先，通过参与式设计环节，我们报告了学生对在机器人辅助家庭作业中接受具有社会情境的指导的看法和需求。其次，我们共同创作了机器人辅助家庭作业中学生与机器人交互的初步设计。第三，本研究成果为儿童与机器人交互领域的理论建设作出贡献，并为增强型家庭作业体验以及学生与家庭作业陪伴机器人之间的交互需求提供了实用的设计指导。

2 相关研究

2.1 社会性学习

学习科学研究表明，社交互动对于培养深入的知识和长期兴趣至关重要 [31, 72]。在社会文化背景下，将学习视为一个发展过程，有助于建立深入的知识 [30]；这一过程也受益于与人以及计算机和机器人等环境物件的互动 [37, 65, 70]。与他人的社交互动有助于理解、知识建构和新思想的综合。在教室互动中，教师和同伴可以通过讨论和手势，在共同活动期间引导彼此的注意力 [29]。社交互动为学习者提供了与他人建立关系和分享共同价值观的途径 [6], ，有助于建立关系、价值观、意义 [57, 59], 和联系，从而培养兴趣并建立身份认同 [9, 46]。社交对象可以通过参与学习活动，并强调科学对学生及其社群的重要性，激发学生对科学的兴趣 [69]。

定期完成家庭作业与学生更好的学业表现相关，但难以完成家庭作业的学生可能会在学业成绩方面遇到困难。 [22]。研究表明，与他人一起完成家庭作业对中学生而言是一种更积极的体验 [39]„ 而他人的指导是学业成功的重要因素 [66]。然而，儿童在完成家庭作业时往往很少或根本得不到家长的支持，也缺少同伴的参与；家长则发现，帮助孩子完成家庭作业颇具挑战，因为这需要投入大量时间，而且教师提供的有关作业结构和意义的信息有限 。 [71]。Van Voorhis [71] 发现，当教师有意识地让家长参与学生的家庭作业时，学生和家庭表示，他们对家庭作业体验抱有更积极的情绪和态度。学生在完成家庭作业时需要指导，以便联系各个概念、认识到家庭作业的价值，并应对分心或动机下降等情况 [75]。

2.2 社交机器人作为学习伙伴

研究表明，与计算机上的虚拟代理相比，社交机器人在提升参与度和学习效果方面更为有效 [7]。儿童希望家用社交机器人扮演伙伴或助理的角色 [16] ，并期待社交机器人拥有宝贵的知识，能够在支持家庭作业等任务中提供智力协助 [68]。机器人作为学习伙伴所承担的不同角色，如受教者、导师或同伴智能体，会影响儿童的学习和参与度 [20]。虽然机器人导师 能够支持儿童学习，但儿童与机器人受教者互动时会表现出更积极的情感状态，而同伴 机器人最能支持儿童的学习和参与度。同样，采用不同教学风格（如讲授式、合作式和自主式）以及不同言语风格（如类人和类机器人）的学习伙伴机器人，可能会影响儿童的学习体验 [58]。此外，儿童能够识别并内化类同伴社交机器人所表达的成长型思维 [60]。

作为学习伙伴的机器人还应具备长期维持学生动机和参与度的能力，尤其是在教室或家中等场景中 [17, 42], ，机器人会在一段时间内被用于学习场次。例如，Kanda 等人 [42] 发现，通过采用旨在促进社会联系和关系的机器人行为，可以支持学生的动机并给予鼓励，但这些效果会随时间推移而减弱 [42]。在与家中的阅读陪伴机器人进行无人监督的自然情境互动时，研究人员经常观察到，儿童会让兄弟姐妹、家长或祖父母等不同家庭成员参与阅读互动，并与其他家庭成员分享轶事片段，这有助于维持儿童对机器人的长期参与 [17, 51]。在对小学生完成协作探究学习任务期间的互动进行分析后，Davison 等人 [26] 确定了 14 项支持儿童学习的社交机器人设计目标。其中三项目标包括：机器人展现情绪反应、为学生提供情感支持，以及参与学习之外的社交活动。总之，作为学习伙伴的社交机器人应支持与儿童建立并维持积极的社会关系 [26]。

2.3 与儿童共同开展并面向儿童的交互设计

为了确保教育技术和工具的设计充分考虑教师和学生的需求与视角，采用以学习者为中心的设计方法至关重要。这种方法应积极邀请学习者、教师和其他社区成员作为设计伙伴参与其中，从而实现包容且迭代的设计流程 [27]。越来越多的教育技术研究采用参与式设计，在教育工作者与学生之间建立合作关系，

家长、设计师、开发人员 [11, 18]，涵盖从设计教育类和实体机器人 [4, 10, 43, 64, 74], 、为残障儿童和有特殊需求的儿童设计的技术 [45, 61, 62], 、教育游戏 [23, 38], ，到面向青少年的网络安全与网络欺凌培训 [3, 12]。此外， [19] 还探索了教师对课堂社交机器人的偏好，并确定了教师与机器人、学生与机器人交互的不同方式。教师设想学生可以通过与机器人互动来获得指导、情感支持，并通过共享知识建立联系，同时让机器人<escape>“</escape>示范理想的学生行为，通过对话吸引学生，并使教学材料不仅通过其表达的内容，而且通过其表达的方式变得更贴近学生。<escape>”</escape>】【。

我们的研究建立在先前工作[35], 中教师见解的基础上，该工作同样探讨了教师对于机器人辅助家庭作业任务创作工具的偏好。教师使用社交机器人增强型家庭作业工作室，创建模拟教室互动的家庭作业交互内容。借助这一工具，教师编写具有社交支持性的学习提示，添加情绪表达，并在社交机器人上进行测试。教师最初编写的提示和疑问较为正式，类似考试题目；然而，在使用机器人之后，教师调整了提示内容，以便与学生建立更为个性化的联系。 [35] 的研究结果表明，相较于机器人的情绪，教师更加关注家庭作业支持性评论的语气。我们将这些教师见解作为迭代设计的一个步骤，致力于为儿童及与儿童共同设计家庭作业陪伴机器人。

3 方法

我们与儿童和家长开展了一项参与式设计研究，以了解学生对于能够支持其家庭作业体验的家庭作业陪伴机器人的需求和偏好。该研究通过协作白板应用程序和在线视频通话进行。共有十名儿童参与了本研究，并参加了一场为期两小时的设计场次。在这些场次中，儿童分享了他们目前完成家庭作业和安排学校日常活动的方式，讨论了他们如何从教师或家庭成员那里获得作业支持，并参与共同设计活动，探讨增强型作业支持工具的交互功能，以设计家庭作业陪伴机器人的语音和表达性。这些活动得到了中学科学教师事先准备的文章和评论的支持。这些评论旨在支持学生的社交和智力学习体验。最后，儿童向家长展示了他们的最终设计，使双方能够讨论设计理念、获取反馈并进行修改。我们对访谈内容和设计成果进行了定性分析，以确定相关需求，并据此提出设计建议，从而设计出能够支持学生家庭作业体验的家庭作业陪伴机器人。

3.1 参与者

我们通过当地学校的教师联系人、社区中心、通讯简报和大学员工邮件列表，招募了十个家庭（见表 1），其中有年龄为 10–12 岁的儿童（$M = 10.6$， $SD = 0.8$； $Female = 5$， $Male = 5$），这些家庭来自美国中西部。为了采用以家庭为中心的设计方法，我们鼓励儿童和家长共同参与。研究中的所有儿童均与一位家长一同参与（$Mother = 8$， $Father = 2$）。值得注意的是，C2 和 C3 是兄弟姐妹，参加了不同场次；由于年龄不同且就读于不同学校，他们能够提供多元的观点。母亲 P2 陪同 C2 和 C3 参加了各自的场次。兄弟姐妹没有旁听彼此的场次。所有参与者均为不同学校的学生（就读学校类型包括私人学校、特许学校、公立学校，以及各类特色学校，如文科、项目式教育、宗教附属教育、资优教育或蒙台梭利教育），从而使研究能够涵盖多元的教育背景。

3.2 流程

每个家庭参加了一场时长两小时的线上场次，其中包括五项活动：(1) 背景访谈（10分钟），(2) 学生当前获得作业支持的方式（10分钟），(3) 共同设计作业支持评论并探索教师生成的评论（30分钟），(4) 在协同设计活动中设计机器人的语音和表达性（40分钟），(5) 向家长展示并进行家长访谈（20分钟）。儿童分别参加前四项活动，家长参加第五项活动。机器人在活动4中加入视频通话，其语音和动作由一名受过培训的绿野仙踪（WoZ）操作员控制。第一作者主持了所有设计环节，研究团队中两名受过培训的成员之一负责支持绿野仙踪的操作。所有场次均进行了音视频录制。

机器人和研究资源。 本研究中提及的所有资源均已开放获取 [15][1]。我们使用协作白板应用 Miro [54] 和 Zoom 视频通话 [77] 开展设计环节。在线白板为每项活动设置了一个分区，主持人逐一展示各分区（见图 2）。我们使用 Misty II [67] 作为机器人平台，并通过 Google Cloud 文字转语音的 WaveNet 语音生成其语音 [21]。

绿野仙踪控制。 社交机器人由一名绿野仙踪（WoZ）操作者通过专用控制界面进行控制（见图2）。操作者可以访问协作白板（Miro），并按照既定流程生成和执行评论。学生在活动3中完成评论撰写后，绿野仙踪操作者会复制这些新撰写的评论，并准备在活动4中展示。在活动4中，如果学生对评论做出任何修改，绿野仙踪操作者便可通过Zoom通话和Miro白板监控这些修改，并将其应用到绿野仙踪界面中。更新后的评论会迅速准备好，以便由实体机器人表达，从而实现实时反馈和迭代设计。

3.2.1 活动*1*：“告诉我们你是怎么做家庭作业的！”我们对儿童进行了简短访谈，以了解他们当前的学校日常和收到的家庭作业类型。主持人向儿童提问，并将他们的回答记录在协作白板上的便利贴上。关于布置的家庭作业，问题示例如下：“你平时的上学日是什么样的？告诉我你每天各门课的家庭作业。你收到的这些作业都是什么形式的？”我们还进一步询问了他们的作业习惯，例如

[1]研究资源的开放科学存储库：https://osf.io/8ua7m/?view_only=99b18fa995c3497891a7e953d5075593

表 1：参与者信息 **—家庭人口统计信息及背景。**

家庭（ID）	家长（ID）	儿童（ID）	Race	学校
家庭 1 (F1)	母亲 (P1)	12岁男孩 (C1)	白人	公立
家庭 2 (F2)	母亲 (P2)	10岁男孩 (C2)	白人	公立
家庭 3 (F2)	母亲 (P2)	11岁女孩 (C3)	白人	特许学校
家庭 4 (F4)	父亲 (P4)	12岁男孩 (C4)	白人	公立
家庭5 (F5)	父亲 (P5)	10岁男孩 (C5)	白人	私人
家庭6（F6）	母亲（P6）	女孩10（C6）	白人	公立
家庭7 (F7)	母亲 (P7)	男孩 11 (C7)	亚洲人	公立
家庭 8 (F8)	母亲 (P8)	女孩10 (C8)	白人	公立
家庭 9 (F9)	母亲（P9）	女孩10（C9）	亚洲人	私人
家庭10（F10）	母亲（P10）	女孩10（C10）	白人	私人

“你通常在哪里做家庭作业？哪种家庭作业反馈方式最适合你？”

3.2.2 活动*2*：“让我们看看别人如何为你提供指导……”本活动旨在让孩子熟悉协作式白板的使用，简要了解他们目前获得作业指导的方式，并作为过渡环节，为活动3和4中的共同设计会议做准备。在本活动中，我们向孩子展示了一篇由中学科学教师（来自 [35]）布置的短文。这篇短文与年级适宜的科学主题相关，标题为“化石”。我们展示了这篇两页短文的第一页，并请学生阅读文章，然后在他们“觉得困惑、需要进一步澄清、有疑问、希望有更多解释，或不知道其含义”的部分下面画线。阅读完文章后，主持人请学生总结自己的理解，并说明为什么在特定部分下面画线。随后，主持人就他们目前获得支持的方式提出后续问题，例如学生会向谁寻求帮助来解决问题（如教师或家庭成员），或者哪种支持方式最适合他们。

3.2.3 活动*3*：“是时候设计一种工具了！”本活动的目标是为作业支持界面设计交互功能。教师可以通过该界面给学生布置附有支持性问题和评论的家庭作业。本活动中，学生拿到文章《化石》的第二页，上面有四个带注释的气泡框，分别放置在文章的不同段落旁（见图2）。活动任务描述如下：“我们将一起设计一种交互式作业指导工具。想象一下，教师给你布置了这项家庭作业。你登录一个界面，看到教师在文章的某些部分做了标记，并留下了对话气泡。”随后，学生需要阅读文章，直到看到一个对话气泡，然后在便利贴上写下“你认为教师可能会在这个对话气泡中留下什么评论或问题，来帮助你完成家庭作业。”

学生为全部四个对话气泡写完评语后，主持人逐一展示了预先写好的教师评论。主持人首先询问学生对教师准备的评论有何看法，例如是否相关、有用或有帮助。如果学生愿意，他们可以修改自己的评语并写下新版本。这个活动重复进行，直到四条教师评论全部展示完毕，并且学生有机会修改自己写的评语。值得注意的是，本研究中的教师生成的评语由参与先前工作 [35] 的教师共同设计。中学科学教师为自己选择的文章和课堂作业撰写评语，在社交机器人上进行测试，并加以完善，最终定稿。因此，向学生展示的评语是教师在设计时充分考虑了与社交机器人互动而精心撰写的。随后，主持人就家庭作业工具的功能提出后续问题，例如 “你想象中会如何与对话气泡互动？你希望这个家庭作业工具具备哪些功能？”

3.2.4 活动*4*：“机器人能指导我做家庭作业吗？”学生共同设计了学习陪伴机器人的语音和表达性，使其能够支持他们完成家庭作业。学生利用自己在活动3中写下的评论，为活动4中的机器人设计语音和表达性。这项共同设计活动围绕三个主要环节反复进行：**(1)** 聆听机器人 Misty 生成的教师评语，**(2)** 聆听机器人 Misty 生成的学生评语，**(3)** 对学生或教师生成的评语进行任何修改。

在活动4开始时，主持人告知儿童，他们现在将为 Misty 设计互动方式。Misty 是一款社交型家庭作业陪伴机器人，将加入通话。机器人加入 Zoom 通话后，向儿童问好，询问他们的姓名，并等待儿童回应。随后，主持人介绍了机器人的能力，说道“*Misty* 会说话、移动手臂和身体、做出面部表情，还能听你说话”，并说明机器人“正在接受培训，以成为学生们的作业支持助理”，接着对他们这个年龄段的学生说“我们需要你的帮助来训练机器人，而你就是这方面的专家。”随后，我们通过一些问题了解儿童对机器人的印象，例如：“想象一下，你正坐在电脑前，使用我们讨论过的家庭作业工具。机器人就在你旁边，引导你完成家庭作业。*(1)* 你希望有一台机器人来帮助你完成家庭作业吗？*(2)* 你想象自己会在哪里与这台机器人互动？*(3)* 你希望机器人如何引导你？”

活动 4 使用的协作白板展示了 16 个机器人情绪静态示例图，供参考。这些情绪是为 Misty 机器人设计的，基于普路奇克情绪轮模型进行调整 [63]，，并已在 [73, 76] 中验证和使用。学生可以查看情绪列表，并选择一种情绪，让机器人在说出自己的评论时呈现出来。

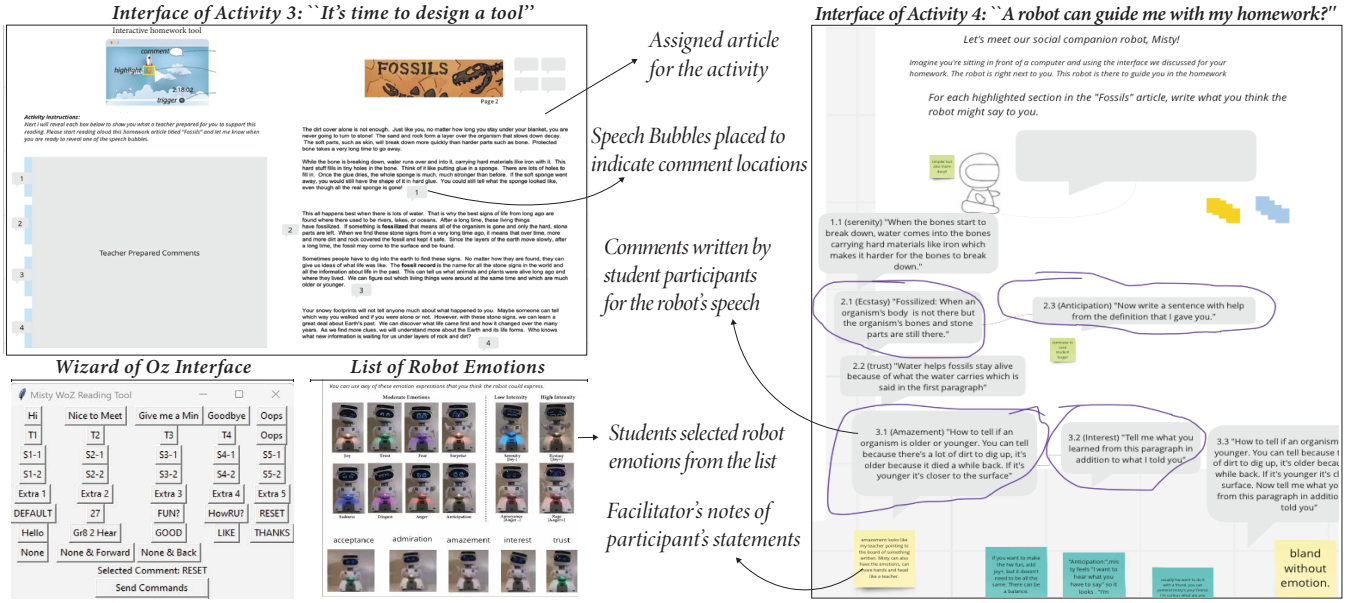

图2：（活动*3*和*4*）Miro白板上分配给学生的文章，其中包含对话气泡、绿野仙踪界面，以及向学生展示的机器人情绪列表；学生设计的机器人的语音和表情。

绿野仙踪操作者随后会实时让机器人说出带有情绪的语音（带有情绪的评论），让儿童在听评论的同时观察机器人的动态颜色变化、面部表情、身体动作、手势和头部朝向。通过这一演示，学生可以体验机器人在示例阅读中的行为，并尝试进行他们认为必要的修改（见图 2）。简而言之，儿童反复测试和编辑自己的评论、添加情绪、听机器人说出评论，并按自己的意愿重复这些操作。完成共同设计活动后，主持人会提出一些总结性疑问，以了解儿童对机器人的印象，例如："现在，你已经花了一些时间与机器人相处，也看到了 *Misty* 可以如何与你互动，你觉得它怎么样？你希望这个工具还具备哪些与家庭作业相关或无关的功能？你还希望机器人以哪些其他方式为你提供指导？"

3.2.5 活动*5*：向家长演示。为遵循以家庭为中心的设计方法，我们邀请家长参与协同设计研究的一部分，使他们能够为儿童的设计作出贡献，并分享任何建议、担忧或改进意见。在学生于活动4中完成设计后，主持人告知他们将向家长展示设计，并请他们选择希望重点展示的评论。家长到场后，学生展示并描述了他们为机器人设计的评论和表情。随后，儿童或教师创作的表情和评论将在机器人上执行。主持人在家长观察机器人评论的同时开展半结构化访谈，并由儿童和家长共同讨论机器人设计改进。主持人询问家长对机器人语音、表达性、用途、个性等方面的看法、建议和担忧

。如果家长愿意，也可以对评论进行调整。

最后，我们对家长进行了简短访谈，以更好地了解他们对孩子使用学习陪伴机器人的看法、偏好或顾虑，例如："什么类型的支持最适合您的孩子？您认为社交机器人可以如何提供这种支持？您是否担心在家中使用机器人？"

3.3 定性分析

我们遵循Braun等人 [13] 和McDonald等人 [50] 提出的指南，对访谈转录稿以及活动3、4和5的设计成果进行了反思性主题分析。我们仅将活动1中的描述性信息用于人口统计背景分析，未分析活动2，因为该活动旨在作为热身活动。第一作者和最后一作者通过主持设计环节、转录内容以及回顾场次录音，熟悉了数据。第一作者最初在数字白板上生成潜在编码，并与研究团队讨论候选主题，随后对相关主题进行了修订和合并。最后，作者对这些主题进行了审阅和界定，并将其作为研究发现进行报告。报告研究发现时，我们使用参与者编号（见表1）：儿童编号为C1至C10，家长编号为P1至P10，家庭编号为F1至F10。

4 结果

我们将协同设计会议的结果归纳为两个主题。首先，我们报告儿童如何将特定的机器人情绪表达与特定类型的作业支持短语联系起来，以及这些情绪如何影响学生的动机和情感状态。其次，我们发现儿童要么

将机器人视为一位尽职尽责的作业助手，认为它不仅会激励他们完成家庭作业，还会通过有意义的社交互动，在家庭作业活动之外为他们提供陪伴；要么将其视为面向教室学生的共享学习资源。我们将结合协同设计活动中的引述和观察，对每个主题进行详细阐述。

4.1 主题1：机器人评论与情绪是支持学习资源的核心

在活动3和活动4中，儿童创作了自己的作业支持评论，随后添加了他们希望呈现的情绪表现，并可以看到机器人演绎每条评论及其对应的情绪。我们发现，儿童创作评论是为了总结、解释或拓展阅读内容，提出疑问，或联系儿童的生活。儿童还发现，自己写的评论与教师评论示例非常相似，并认为添加恰当的情绪表现对于恰当地传达评论至关重要。

4.1.1 儿童创作的评论与教师评论相似。第一个设计活动，即活动3，旨在探索儿童偏好听到哪些类型的评论，以帮助他们完成家庭作业。在此活动中，儿童为对话气泡撰写了各种类型的评论。超过半数的儿童创作了简单摘要（C3、C4、C5、C6、C7、C9、C10）、联系内容与学生生活的评论（C1、C3、C5、C6、C8、C9、C10），或帮助学生理解的词义解释（C1、C4、C5、C7、C9、C10）。儿童还创作了其他类型的评论，包括提示学生举例（C1、C6、C9、C10）、陈述有趣的事实（C3、C5、C8、C9）、提出能引起学生对主题兴趣的疑问（C3、C6、C10）、通过类比阐释概念（C1、C8），或分享文本中未提及的额外信息（C6、C7、C10）。

写完自己的评论后，儿童阅读了针对文章的教师评论示例。超过半数的儿童（6/10）觉得自己的评论与提供的教师评论示例相似；这些示例源自先前与教师合作的工作（C1、C2、C4、C6、C9、C10）。例如，C6说，“听起来像是我的教师会说的话”，C1则告诉我们，“这肯定是我的教师会提出的疑问。”儿童发现，教师撰写的评论与学生撰写的评论在语言、目标和情感倾向方面有许多相似之处（例如，表2）。一些儿童（C3、C5、C8）立刻注意到了这些相似之处。例如，读完第一条教师评论后，C3说：“这条不错！我觉得我写的第二条也有点像。”她将自己的评论与教师的评论作了比较，说：“它（教师的评论）可能比我的好。它比我想表达的短得多，而且措辞比我的好得多。”一些儿童表示，他们“喜欢 *[教师评论]* 对学生提出挑战的方式”（C6、C8），并让他们“思考这个主题”（C1、C6、C10），而且也“符合年龄特点”（C3）。儿童认为，教师评论的目的是帮助学生专注于家庭作业（C1、C9、C10），增进他们对学习主题的兴趣（C4、C7、C8），以及充当任务的提醒和摘要（C1、C3、C7、C8、C10）。例如，C1告诉我们，这些评论听起来像是教师在提问，“只是为了确认你一直在认真听这篇文章。”同样，C9说：“这挺好的，因为能确保你在认真听，也在跟着读。”C4告诉我们，他们觉得这些评论是“不会给你评分的疑问”，而是为了帮助学生“对主题产生好奇”。C10说：“教师可以留下评论，这挺酷的，这样我就会思考自己学到了什么。”总之，学生认为，机器人评论既能帮助他们理解内容，也能激发他们对该学科的兴趣和参与度；学生似乎也发现，自己写评论的风格与教师评论示例相似。

4.1.2 儿童认为，机器人在提供作业支持时的情绪非常重要。在第二项设计活动“活动4”中，儿童聆听机器人“说出”教师评论和他们自己的评论。儿童听到机器人评论后的第一反应主要集中在语音的清晰度以及他们理解机器人的能力上。C10表示“信息按照原本的意图传达出来了”，C4则表示“非常清楚，我听得很清楚，而且 *[Misty]* 说得非常准确。”在确认评论口头表达的清晰度后，儿童（C1、C3、C4、C6、C7）强烈强调，应为机器人添加非语言或情绪特征，以伴随每条评论，包括面部表情、头部、手臂和身体动作，或胸前灯光的变化。一半的参与者（C6、C7、C8、C9、C10）表示“*Misty*具有类人的特征”（C7）、“看起来几乎像一个真人”（C10），以及“看起来不像机器人……这让我感觉更自在。”（C7）。两名儿童（C5、C10）将类人特征与机器人的头部动作联系起来，正如C5告诉我们的：“（*Misty*）移动头部的方式，就像是在向全班表达某件事。”两名儿童（C6、C9）则将类人特征与机器人的声音联系起来。例如，C6说：“她的表情像我的教师。听起来既亲切又严厉，非常有吸引力。”许多儿童（C1、C3、C5、C7、C10）认为，语音的表达性、音高和语调等语言元素能够为积极的家庭作业体验作出贡献。

在这项活动中，学生为自己写下的评论选择特定的机器人情绪来搭配。在10名儿童创作的74条评论中，47条标注了情绪，27条则保留中性表情。评论中最常用的情绪表达包括：兴趣（9）、信任（8）、狂喜（7）、平静（5）、喜悦（4）、钦佩（4）、惊讶（4）、接纳（3）、惊奇（2）、期待（1）。两名儿童（C4、C7）喜欢在评论的不同部分使用多种情绪，让机器人在语音表达过程中切换情绪。对一些儿童来说，相比中性表情，看到机器人配合语句呈现情绪，或许有助于理解机器人。正如C5告诉我们的：“有面部表情时，理解它说的话容易多了。否则就像只是从扬声器里说出一些话，而它只是用普通的眼睛呆呆地看着那里。”C4说，由于情绪展示让机器人看起来更关注他要说的话，他会更认真思考，并在回应机器人时提供更多细节。总体而言，儿童将许多情绪表达与特定类型的作业支持联系起来。表3展示了儿童关于不同类型作业支持所关联情绪的示例引述。其中包括将“

表2：教师准备并用于研究中的评语。学生准备的评语示例。

	教师准备的评论	**评论类型**
TC#1	你能想到其他可能留下化石的生物吗？记住，这需要很长时间。	巩固学习的问题
TC#2	一个新词汇！制作一张词汇卡，写上词义，并用它造一个自己的句子。	词义
TC#3	现在，告诉我三件你学到的关于化石的事情。再告诉我一件你仍然想知道的事情。	巩固学习的问题
TC#4	太棒了！明天我们还会观察真正的化石。记住，要石化，某物必须长期以来，它们通常被沉积物或水保护着。明天见——准备好弄脏自己吧！	与教室相关的趣闻活动
	学生准备的评论示例 *[儿童编号]*	**评论类型**
SC#1	生物体是单细胞生物、植物或动物。 *[C9]*	词义
SC#2	可以把化石想象成笔记本的层次结构。你有硬封面，因此书页不会受到水或高温的损害，而且中心是柔软的。所以你必须用更硬的外层来保护它。 *[C8]*	强化学习的类比
SC#3	你想看并了解什么样的化石？你最喜欢哪种恐龙？你有彩票吗见过你最喜欢的恐龙的化石吗？ *[C3]*	与学生相关的问题life
SC#4	深入地下寻找这些迹象的人被称为古生物学家。 *[C10]*	趣闻

兴趣”情绪与提问联系起来的儿童（C4、C5、C8），将“惊讶”情绪与学习新词联系起来的儿童（C1），将“狂喜”情绪与有趣的家庭作业内容联系起来的儿童（C7），将“信任”情绪与陈述事实联系起来的儿童（C9），以及将“惊奇”情绪与趣闻（C9）或对主题感到兴奋（C7）联系起来的儿童。不过，儿童也表示，长时间使用相同的情绪可能会变得重复乏味，并建议在需要时换用其他情绪。

我们还发现，当机器人的情绪表达与语音评论不一致时，强调应用情绪表达会产生显著影响。对一些儿童来说，机器人写下的评论有时与他们预期的表情不符。C1 将这种情况描述为：“听到机器人写下的评论时，感觉不太一样，因为 *[Misty]* 看起来更开心，也对这个话题更感兴趣。”许多儿童（4/10）表示，评论内容通常与情绪表达相吻合，例如，C4 说：“情绪和她说的话相符。”C8 则提出，表达之间的一致性可能会被视为儿童表现的一个指标，即：“当情绪和视觉效果相符时，比如面部表情和灯光，这可能会产生一种效果，反映你的表现好坏。如果她是绿色的，可能会让你开心。”当情绪表达与语音评论不符时，儿童认为机器人很无聊（C10），或者对话题不感兴趣（C9）。虽然还提供了其他非语言线索，但儿童似乎认为面部表情已足以恰当地与语音评论的语调相匹配（C1）。为了缓解情绪与语音之间的不一致，儿童尝试了不同的面部表情。例如，C8 写下了评论：“找一种动物的踪迹。你可以看看它是否和其他动物一起出现。你可以推测它的体型，以及它当时要去哪里。”并添加了“信任”情绪。然而，在看到机器人用这一情绪来演绎这条评论后，C8 说：“我想我可能会换一种情绪，因为我觉得这个表情和它说的话不太相符.....如果回答这个问题时用这样的面部表情，有些人可能会对话题感到困惑。”为了修正这种不匹配，C8 改选了“平静”情绪表达，并在重新播放带有该表情的评论后说自己“喜欢这个”。通过这种方式，我们发现，一些儿童强调，情绪行为对于帮助他们理解机器人很重要。

4.1.3 儿童认为机器人的情绪能够提供动机和情感支持。许多儿童（C1、C6、C7、C8、C9、C10）表示，情绪表达可能有助于提升他们完成家庭作业的动机。机器人呈现的一些特定情绪表达，例如“兴趣”和“期待”，会让人觉得机器人对阅读内容感到好奇（C7），或对儿童的观点以及他们想表达的内容感兴趣（C4、C5）。相比之下，默认的“中性”表情则被认为意味着忽视对方（C9）或感到无聊（C10）。一些儿童认为，恰当的情绪表达让人感觉机器人在“和某个人一起感到兴奋”（C1），并使“做家庭作业变得有趣、令人愉快”（C6）。机器人表现出的兴奋会“帮助我开始做家庭作业”（C6），或帮助学生“更有动机、更快地完成家庭作业”（C1）。C7分享道，机器人的头部动作和面部表情“带来更多喜悦”，并能在家庭作业“无聊”时激励儿童“完成它”。C7认为，中性表情可能会“让你集中注意力”，帮助儿童坚持完成任务；此时，机器人可能会被认为“基本上就像家里的教师一样。”两名儿童希望在做家庭作业时听到机器人说一些激励性的话语。C1说，“如果机器人能够读懂你的情绪，并判断学生是难过还是困惑，就可以激励学生。”类似地，C7说，如果机器人“走到你面前告诉你——你做得很棒！”，家庭作业就会更令人愉快。C6分享道，机器人的“微笑”让她“觉得自己做对了什么。”她表示，这种感觉会“帮助我继续坚持，就像得到了一点鼓励。”C6随后讲述了一个情境：她可能“把一道题做错了”，这时 Misty 会说“没关系”，并露出一个“温和的微笑”。C6表示，这个微笑“会让我感觉好一些，就算我做错了一道题，也没关系。我只要填上正确答案，然后继续做下去就好了。”C4进一步谈到，机器人缺乏参与度或呈现中性表情，可能会对他们完成家庭作业的动机产生负面影响，并告诉我们：“如果 *Misty* 其实不想做这件事，那对我来说就不会有趣，因为是 *Misty* 在为我解释并向我提问。如果 *Misty* 很难过或很生气，那是不是意味着 *Misty* 不想要我？是不是不想做这些疑问，也不想现在待在这里？”C6 的家长，

表3：儿童将某些机器人表情与不同类型的作业支持评论联系起来。

表情	评论类型	佐证引语 *[儿童编号]*
兴趣	疑问	“当你**提出疑问**时，它看起来会表现出**兴趣**。Misty 看起来对你的观点很感兴趣或充满好奇.....拥有所有带有兴趣的疑问可能会变得枯燥和重复，因此有时也可以是更愉快的情绪，比如喜悦、平静，惊讶。” *[C4]*
惊讶	定义	“我想我会选**惊讶** 那种来解释所有**词义**。我觉得会很有趣。因为 Misty 会说：‘哇！你学会了一个新词！’” *[C1]*
狂喜	Fun	“如果你想让家庭作业变得更有意思、更**有趣**，那就可以加上喜悦，再加上（**狂喜**）。不过也不是每次都得那么有趣，你可以选择自己想要的那种。” *[C7]*
信任	事实	“我觉得，我写的那些内容只是在陈述一条**事实**，所以也许**信任**最适合它们，因为信任是最普通的情绪，比如说，不会露出灿烂的笑容。我觉得所有事实大概都应该对应信任。” *[C9]*

P6 同样评论了中性表情对她心理状态的影响，即：“中性表情会让我觉得自己做了更多工作，而那并不是很有趣。如果只是面无表情，就会有点让气氛变差。我非常喜欢微笑。”总体而言，儿童将机器人的面部表情、头部动作、激励性语音和短语视为帮助学生产生完成家庭作业动机的方式。

这些动机支持似乎也不只是帮助完成家庭作业。五名儿童（C3、C4、C6、C7、C10）表示，在某种程度上，机器人的情绪表达会影响学生的情感状态。C3表示，机器人“会缓解我因没能按时完成事情而产生的一些压力和焦虑。”C7表示，在“你在学校过得很糟糕的一天时，*Misty*可以通过那些面部表情和她的声音让你振作起来。”机器人的面部表情会带给他们“放松”和“安慰”。C10和C4都谈到，开心的机器人能让儿童开心；当机器人“兴奋”时，学生也会跟着兴奋。C4通过对比负面、中性和正面情绪来谈这个问题：“如果它表现得很中性、很无聊，那你就不会尽力做好作业。所以，如果它有表情，就会让你更开心，然后变得非常开心。你做家庭作业也会做得更好。”如果机器人表现出负面情绪，比如“害怕，或者像悲伤、厌恶或愤怒之类的情绪，我就会想：‘我不想做这个（家庭作业）。这不好玩。’但如果*Misty*表现得很开心，就会让别人知道*Misty*很开心，然后你也会开心。”

4.1.4 家长对机器人的表情的看法。 大多数家长（6/10）喜欢机器人的评论和表情，并表示这“是一个有趣且引人入胜的环节，能够提供更多信息”（P6）。然而，一位家长P2在首次观察机器人互动后，对机器人的情绪表示怀疑，并说道：“作为成年人，我不是思考机器人情绪的合适人选，因为我并不真的认为机器人有情绪。不过 *[C2]* 是个儿童，我觉得他们会比我更注意到*[情绪]*。” P2后来表示，自己“渐渐习惯了。” 一些家长（P2、P3、P6、P7）认为，机器人的情绪可以用来激励孩子，成为一种“令人愉快的活动，让儿童更专注，也比起只是在纸上阅读，更愿意回答机器人提出的疑问”（P2）。P6表示，他们的孩子通常做家庭作业时不需要帮助，但需要有人激励他们开始。机器人可以通过“鼓励性的语音”（P3）来激励孩子“开始做家庭作业”（P6），这也能让家庭作业变得“更有趣，打破单调”（P7）。

4.2 主题二：机器人作为专属作业助手或共享学习资源

儿童当前的作业习惯与他们对机器人提供作业辅导的偏好相符。参与儿童根据作业习惯分为三类：（1）没有作业，且在学校完成任务的儿童（C10）；（2）有时会把未完成的作业或可选的学校作业带回家完成的儿童（C2、C3、C8）；（3）定期有作业的儿童（C1、C4、C5、C6、C7、C9）。这种差异体现了儿童对机器人作为作业助手所扮演角色的不同偏好。三名儿童（C2、C9、C10）希望机器人在学校成为共享资源，其余儿童（7/10）则希望机器人在家中成为自己的专属助手。对于居家作业辅导，儿童希望机器人通过有意义的社交互动，在做作业期间及之后给予陪伴。

4.2.1 儿童将机器人想象成专属于孩子在家使用的作业助手和朋友。大多数儿童希望在家拥有一位专属的家庭作业陪伴者，并与机器人建立超越作业支持的友谊。儿童提到，教师或家长有时可能很忙，无法在学生需要的那一刻抽出时间提供支持，这是儿童希望拥有一位“专属家庭作业伙伴”的主要动机之一。例如，C1：“一个随时准备好做家庭作业、而且不需要做其他任何事情的伙伴。我妈妈要工作，所以不可能总是帮我做家庭作业。那不是她的工作。所以我觉得机器人肯定会帮上忙。” C3 表示希望机器人专属于自己，“我希望它能成为我的朋友。那是只属于你个人的朋友，你不必和任何人分享，因为它是专门为你编程的。” C3 接着说，“如果机器人只是学校的财产，我也能接受。但我觉得我更希望它是个人专属的，而不是大家共用的，因为这样我就能和它建立更私人的联系。这对我来说很重要。”三名儿童表示，他们希望机器人陪伴在身边，例如，“当我在家做家庭作业，周围没有人，教师不在，同学也不在的时候”(C6)。同样，C7 形容道：“通常做家庭作业时，你会想和朋友一起做，你可以假装她是你的朋友，然后告诉她编程 *Misty* 使用‘期待’并问‘你在想什么？’让他们学生觉得身边有一位永远陪伴着他们、帮助他们的朋友。

你会想和朋友一起做。你可以假装她是你的朋友，然后告诉她*[编程 Misty]* 使用'期待'并问'你在想什么？'让他们*[学生]* 觉得身边有一位永远陪伴着他们、帮助他们的朋友。"C4 也描述了做家庭作业时有对话伙伴陪伴所带来的喜悦："你可以和别人交谈，或者有人可以告诉你一些事情，而不是只靠自己做所有的事。那样很无聊，也没那么有趣。和别人聊天，比独自坐在那里做完所有事情更有意思。"

4.2.2 儿童将机器人设想为供教室里的学生共享的学习资源。希望机器人在学校为自己提供帮助的儿童，将其设想为一种共享学习资源，让同伴能在教室里与之互动，"因为我们其实没有需要带回家做的作业"（C10）。儿童也认为机器人可以成为教师的辅助助手；例如，当教师忙碌时，可以向机器人求助。C2："如果我有疑问，但教师正忙着，机器人可以帮我理解自己的疑问是什么，并回答我的问题。" 同样，C10 描述道"有时候教师确实很忙，如果没必要，我们不想打扰他们。所以你可以自己想办法解决，或是和朋友一起，也可以在学校找 *Misty* 帮忙。" 儿童还设想了与机器人进行小组互动。C2 希望机器人 "在学校里，放在我的课桌旁，周围有一群孩子陪着我。" C10 设想机器人所在的小组有 6 至 12 名学生，再多的话可能会变得 "有点混乱。" 在这些小组环境中，机器人会 "面向一个人，但如果还有其他人在做同一件事，*Misty* 也可以帮助他们。" C10 强调，小组成员需要轮流使用，" 每个人都能在自己的轮次、自己的指定时间里，和 *Misty* 互动一会儿。" 谈到共享互动时，C10 表示，大一些的小组应该 "明白使用 *Misty* 是一种特权，他们并非理所当然就能使用 *Misty*，所以必须学会分享。"

C9希望机器人待在学校的原因与C1和C10不同，主要与信任有关："你不知道自己能不能信任他们"*[Misty]*。你不知道它们是什么性格。" 尽管C9在设计环节中对机器人的情绪、语音以及作为家庭作业陪伴机器人的使用场景表达了积极反馈，但她仍对让机器人待在家里持怀疑态度。她这样描述："机器人应该放在学校，因为我会害怕独自和机器人待在一起。我想我可能会坐在教室里，因为不知为何，我会很害怕独自和机器人待在房间里（家里）。" 然而，C9的家长P9支持让机器人待在家里，作为家长也没有表达任何顾虑。C9表示，她需要通过"正常聊天大约半小时" 来逐渐了解机器人，而"破冰活动" 也能帮助她建立信任。

4.2.3 家长对居家作业陪伴机器人的看法。当被问及他们获得作业支持的方式时，儿童解释说，他们通常会在家向家长或年长的兄弟姐妹寻求帮助（7/10），通过电子邮件联系教师（1/10），或在学校向教师求助（3/10）。家长支持将机器人放在家中或儿童的学校，并认为应将其放置在儿童通常做家庭作业的房间里，例如书房（P9）、客厅（P7）或卧室（P6）。P2 告诉我们，这可以"减轻家长在家中的压力"，并解释道："你知道，你要做晚饭、洗衣服，还有所有这些事情，但同时又希望孩子能做家庭作业并把事情完成。"P2 进一步建议，也可以将其用于位于"社区中心的课后项目，因为在那里，孩子们身边可能没有家长或教师来指导他们完成各项任务"，"而不是每个孩子配备一个机器人"。一位家长（P6）表示，他们的家庭在屏幕使用时间方面存在困难，并努力减少他们"总体上与电子设备互动的时间"。然而，P6 认为机器人是一种"不同类型的技术。教育机器人并不是一件坏事。"

两位家长（P2、P5）表达了对机器人遭到"虐待"（P5）的担忧，或担心如果儿童"捣乱机器人"，该如何应对（P2）。家长希望"尽量少维护机器人"（P5），但也希望能获得指导，了解在出现技术问题时如何帮助儿童。三位家长（P2、P5、P6）提到了隐私和视频录制方面的担忧，以及"如果机器人在儿童做作业时录制视频，可能会让人觉得有点毛骨悚然"（P2）；不过，P5也提到，这与他们日常使用的其他技术并没有太大区别。三位家长（P5、P6、P8）建议增加能够根据儿童的习惯和教育水平进行调整和个性化的功能。P8将此总结为："如果内容太简单，他们也更容易失去兴趣；如果太难，他们可能会非常沮丧。因此，我认为，根据 *[C8]*的学习情况进行定制，对它能否成功至关重要。"

5 讨论

我们探讨了儿童在机器人增强的家庭作业体验中进行学习时，对社会支持和智力支持的设计偏好。我们的研究问题是：*RQ*：学生与社会情境中的作业陪伴机器人互动时有哪些需求？我们首先发现，机器人的情绪被视为家庭作业体验的重要组成部分，这些表情能够支持学生的情感状态，并增强其完成家庭作业的动机。其次，儿童将机器人想象为家中专门的作业助手，或教室中的共享学习资源。我们从学生的视角解读研究结果，并结合家长和教师的观点，将研究结果转化为教育作业陪伴机器人的设计指南。

5.1 教育机器人的设计指南

5.1.1 设计具有情绪表达能力的作业支持评论，以促进学习、参与度和动机。 我们发现，本研究中的儿童准备的社会支持性评论与先前工作中教师准备的评论相似 [35]。这是一个重要的验证，因为这些儿童都不是该教师的学生，他们来自不同年级，且许多人所处的教育体系也不相同。这表明，只需少量练习，教师就能撰写出学生乐于接受的评论，并由家庭作业陪伴机器人表达出来。然而，与创作评论的语言内容相比，儿童更有兴趣为这些作业评论添加相应的情绪和非语言行为；我们发现，大多数儿童都仔细地为机器人评论标注恰当的情绪

直到他们对情绪与评论配对感到满意。我们的研究结果表明，与教师视角 [19] 类似，儿童更关注他们希望以“怎样的方式”听到并体验评论，而不是“希望在评论中听到什么”。不过，这与我们的先前工作形成对比：在先前工作中，教师很少添加情绪表达 [35], ，而更关注作业支持评论的内容和儿童友好语气。鉴于学生准备的评论语言部分与教师的语气相似，这表明教师在准备具有社会和智力支持作用的作业评论时，需要获得有针对性的支持，以便融入机器人情绪。

同样，当儿童谈论可能支持其家庭作业动机的因素时，他们更常提到机器人的情绪表达，而不是语音内容。这与支持儿童学习的社交机器人的设计目标高度一致 [26], ，即展示机器人的情绪反应，为学生提供情感支持，并参与学习之外的社交活动。然而，正如我们的研究结果所强调的那样，一些成年人可能不像儿童那样敏感于机器人的情绪；但儿童可能会将机器人缺乏情绪理解为不感兴趣或无聊，这可能导致他们对家庭作业失去兴趣和动机。

需求： 儿童对机器人的情绪表达十分敏感，在家庭作业过程中，需要机器人展示适当的情绪，才能感受到支持并保持动机。然而，成年人和教育工作者可能不会特别关注情绪，而是优先考虑机器人会说什么，而不是机器人如何传达这些内容（即是否加入情绪）。

建议： 为教师提供结构化指导，帮助他们在创作机器人辅助学习内容时加入恰当的情绪或非语言线索。家庭作业陪伴机器人的语音设计应同样重视情绪表达，以更全面地支持学习互动与动机。

5.1.2 家庭作业陪伴机器人在家中作为专属助手或在学校作为共享学习资源的角色。我们的研究结果凸显了儿童对家庭作业陪伴机器人在正式学习互动中所扮演角色的不同期待。有些儿童希望机器人能作为教室中的共享资源，而大多数儿童则希望机器人专属于自己，而非在家中与他人共享。这与先前工作中的发现部分相悖：在家中的非正式学习环境下，例如社交阅读，儿童更愿意与兄弟姐妹或其他家庭成员共享机器人 [17, 51]。

虽然参与我们研究的家庭普遍认为，在家中配备这一工具用于专门的作业支持具有价值，但如何以支持现有人际关系、且不妨碍家庭成员建立联系的方式，将这些技术融入家庭生活，仍然十分重要。参与研究的儿童表示，他们目前会从家长或兄弟姐妹那里获得一定程度的作业支持。然而，家长和儿童也都希望将机器人作为专门的资源，因为家长可能会觉得提供作业支持耗时，或与其他责任相冲突，这也与 [71]相一致。正如 [71], 所建议的，教师可以为机器人设计沉浸式的家庭作业体验，这些体验不仅可以根据学生进行定制，还可以支持一种协作且有意义的家庭作业互动，其中包括儿童的同伴或家长。与先前工作的建议一致，这有可能支持以家庭为中心的家庭作业体验，从而带来更积极的情绪和对家庭作业更积极的态度。社交型家庭作业陪伴机器人可以成为有用的资源，在不增加家长负担的情况下为学生提供家庭作业指导，使学生能够联系不同概念、发现家庭作业的价值，并应对分心或动机下降的问题 [75]。这些交互也可以设计为支持儿童—机器人二元组、儿童—家长—机器人三元组或儿童—同伴—机器人三元组，从而在考虑家庭成员的基础上，提供更多建立联系的机会。这类互动设计能够促成更牢固、负担更小、更具娱乐性和教育意义的互动，以学生为中心，同时让整个家庭都能参与其中（例如年长或年幼的兄弟姐妹、家长、祖父母和同伴）。

需求： 儿童对于是否愿意在家中与他人共享机器人，或在学校与同学共享机器人，可能有不同的想法。与机器人的互动需要在满足学生个人使用需求的同时，支持家庭成员之间的联系与围绕家庭作业的参与度，取得平衡。

建议： 为满足儿童的不同需求，应灵活设计机器人交互，使机器人能够成为教室中支持群体交互的共享资源，在正式的居家学习过程中为学生提供专属陪伴，并创造以家庭为中心的家庭作业体验，促进儿童与家长二元组之间的联系，同时不增加家长的负担。

5.2 局限性与未来工作

我们的研究受到多种因素的限制。首先，我们通过视频通话远程开展设计环节，参与者无法直接与实体机器人互动，这可能妨碍儿童充分体验机器人的实体形态，也给设计环节带来了现场活动中可能不存在的限制（例如， [47]中所述）。然而，研究以远程方式开展，使我们能够接触到规模更大、背景更多元的群体，例如居住在不同城市或就读于不同学校的学生；若采取线下方式，这将难以实现。我们承认，参与研究且来自同一地区的家庭数量较少，因此研究结果对于种族、教育程度和社会经济背景不同的家庭而言，可推广性有限。在研究的下一阶段，我们计划招募来自不同城市、样本范围更广的学生，并开展线下协同设计会议，让他们能够亲自与机器人互动并进行评估。其次，我们承认研究发现可能受到研究兴趣的影响，因为我们的研究旨在为教师和学生设计增强型家庭作业工作室，让社交陪伴机器人能够提供作业支持评论。第三，机器人的交互并非自主进行，而是采用绿野仙踪式的方式加以控制。这样做是为了快速制作原型功能，并在机器人上呈现这些功能，以便开展迭代式共同设计。未来的应用将实现全自动机器人功能。第四，参与者仅限一位家长和一名儿童，其他家庭成员无法分享他们的观点。

未来的工作将着重于根据我们从教育工作者、学生和家长那里了解到的情况，开发家庭作业工作室原型及机器人交互。我们将继续与学生和教师开展迭代开发和共同设计会议，以设计：(1) 面向教师和学生的家庭作业工作室原型；(2) 机器人应对纸质和数字化作业形式的方法；(3) 个性化和反馈机制；以及 (4) 让教师、学生和家庭成员参与家庭作业体验并与机器人互动的工作流程。我们将探究机器人如何在学校和家中使用，以及它如何适应个人和群体交互。

6 结论

我们通过与儿童开展在线协同设计会议，探索了儿童对家庭作业陪伴机器人的偏好。儿童会将机器人的情绪与特定类型的支持性评论联系起来；他们希望机器人能够支持自己的情感状态，并激励自己完成家庭作业。他们设想机器人可以是家中的专属作业助手，也可以是教室里共享的学习资源。家长也分享了他们对机器人的情绪表达以及在家中配备家庭作业陪伴机器人的偏好。总体而言，这项工作是迈向为学生和教师参与式设计家庭作业陪伴机器人及家庭作业工作室界面的一个迭代步骤。

致谢

本研究得到了美国国家科学基金会项目（编号：2202802）的资助。我们感谢 Sylvia Joseph 在支持绿野仙踪实验方面所作的宝贵贡献。

7 儿童的选择与参与

10–12 岁的儿童通过家长招募；研究人员通过当地学校的教师联系人、社区中心、通讯简报和大学员工邮件列表联系家长。家长填写预筛查问卷，报告孩子的人口统计信息。主要纳入标准是孩子年龄在 10–12 岁之间；参与者按照先到先得的顺序安排，直至达到性别平衡和研究配额。为取得知情同意，研究人员说明了研究内容，以及将如何在出版物中保护参与者的保密性（即，从数据中删除或匿名化任何可识别信息，包括视频、图像或转录语音）。知情同意语言的详细说明载于补充研究方案材料中，这些材料以开放获取方式提供。只有在家长提供书面同意且儿童提供口头同意后，研究才开始。完成研究后，家长会收到一张价值 25 美元的数字礼品卡。该研究经威斯康星大学麦迪逊分校机构审查委员会（IRB）审查并批准。

参考文献

[1] Angelos Amanatiadis、Vasileios G Kaburlasos、Christina Dardani、Savvas A Chatzichristofis 和 Athanasios Mitropoulos。2020 年。特殊教育中的社交机器人：为获得最佳体验创建动态交互。《*IEEE*消费电子杂志》9，3（2020），39–45。[2] Sean Andrist、Xiang Zhi Tan、Michael Gleicher 和 Bilge Mutlu。2014 年。类人机器人的对话式注视回避。在 *2014* 年 *ACM/IEEE* 会议论文集国际人机交互会议（HRI '14）。ACM，美国纽约州纽约市，25 32 10 1145 2559636 2559666 –。https://doi.org/。/。[3] 2016 Zahra Ashktorab 和 Jessica Vitak。通过与青少年开展参与式设计来设计网络欺凌缓解与预防方案。载于2016年CHI计算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）。美国计算机协会，美国纽约州纽约市，3895 3905 10 1145 2858036 2858548 –。[4] 2019 https://doi.org/。/。Minja Axelsson、Mattia Racca、Daryl Weir 和 Ville Kyrki。为自闭症儿童设计辅助性手语机器人导师的参与式设计流程。载于2019年第28届IEEE机器人与人类交互通信国际会议（RO-MAN）。IEEE，1–8。[5] Wilma A. Bainbridge、Justin W. Hart、Elizabeth S. Kim 和 Brian Scassellati。2011年。实体机器人交互相较于视频呈现代理的优势。《国际社交机器人杂志》3，1（2011年1月），41–52。https://doi.org/10 1007 12369 010 0082 7 。/s - - - Sreyashi J. Basu 和 Angela [6] Calabrese Barton。2007年。在城市少数族裔青少年中培养对科学的持续兴趣。《科学教学研究杂志》44，3（2007），466–489。https://doi.org/10.1002/tea.20143[7] Tony Belpaeme、James Kennedy、Adiri Ramachandran、Brian Scassellati 和 Fumihide Tanaka。2018年2月、3月。2018年5954。教育社交机器人：综述。《科学·机器人学》（），eaat。[8] Carl Bereiter。2002年。《知识时代的教育与心智》。泰勒-弗朗西斯出版集团，美国纽约。[9] David A. Bergin。2016年51，1（2016年）7–22 10 1080 00461520 2015。兴趣的社会影响。《教育心理学家》（2016年1月），1133308 https://doi.org/。/。。[10] Lykke Brogaard Bertel、Dorte Malig Rasmussen 和 Ellen Christiansen。2013年。面向现实世界学习环境中教育机器人的实施，开发参与式设计框架。载于IFIP人机交互会议。施普林格，437–444。[11] Luciana CLF Borges、Mauricio RR Araujo、Cristiano Maciel 和 Eunice PS Nunes。2016年。包容性教育技术开发的参与式设计：系统综述。载于2016年IEEE教育前沿会议（FIE）。IEEE，1–9。[12] Leanne Bowler、Cory Knobel 和 Eleanor Mattern。2015年。从网络欺凌到福祉：面向社交媒体价值导向设计的基于叙事的参与式方法。《信息科学与技术协会杂志》66，6（2015），1274–1293。[13] Virginia Braun、Victoria Clarke、Nikki Hayfield 和 Gareth Terry。2019年。主题分析。《健康与社会科学研究方法手册》（2019），843–860。[14] Cynthia Breazeal。2003年。情绪与社交型人形机器人。《国际人机研究杂志》59，1-2（2003年7月），119–155。https://doi.org/10.1016/S1071-5819(03) 00018-1[15] Bengisu Cagiltay。2023年。IDC2023，“我的无条件家庭作业伙伴”：探索儿童对家庭作业陪伴机器人的偏好。osf.io/8ua7m [16] Bengisu Cagiltay、Hui-Ru Ho、Joseph E Michaelis 和 Bilge Mutlu。2020年。探究家庭对家用机器人的认知与设计偏好。载于交互设计与儿童会议论文集。229–242。[17] Bengisu Cagiltay、Nathan Thomas White、Rabia Ibtasar、Bilge Mutlu 和 Joseph Michaelis。2022年。理解塑造儿童与家用学习陪伴机器人长期参与度的因素。载于交互设计与儿童会议论文集（葡萄牙布拉加）（IDC '22）。美国计算机协会，362–373。https://doi.org/10.1145/3501712.3529747[18] John M Carroll、George Chin Jr、Mary Beth Rosson、Dennis C Neale、Daniel R Dunlap 和 Philip Isenhour。2002年。通过参与式设计建立教育技术合作伙伴关系。载于《21世纪信息技术与社区合作伙伴关系管理》。IGI Global，88–115。[19] Jessy Ceha、Edith Law、Dana Kulić、Pierre-Yves Oudeyer 和 Didier Roy。2022年。识别课堂学习活动中社交机器人的功能与行为：教师视角。《国际社交机器人杂志》14，3（2022），747–761。[20] Huili Chen、Hae Won Park 和 Cynthia Breazeal。2020年。与儿童开展教与学：社交机器人支持的互惠式同伴学习对儿童学习与情感投入的影响。《计算机与教育》150（2020），103836。[21] Google Cloud。访问于2023年1月。Google Cloud 文字转语音，Wavenet。https://cloud.google.com/text-to-speech/docs/wavenet [22] Harris M. Cooper。2015年。《作业之争：管理者、教师与家长的共同立场》。西蒙与舒斯特出版社。[23] Karin Danielsson 和 Charlotte Wiberg。2006年。学习媒体的参与式设计：与青少年共同为青少年设计教育电脑游戏。《交互技术与智慧教育》（2006）。[24] Kate Darling。2015年。“约翰尼是谁？”人机交互、整合与政策中的拟人化框架。SSRN学术论文 ID 2588669。社会科学研究网络，罗切斯特州纽约。[25] Kate Darling、Palash Nandy 和 Cynthia Breazeal。2015年。人机交互中的共情关怀与故事的影响。载于2015年第24届IEEE机器人与人类交互通信国际研讨会（RO-MAN）。770–775。https://doi.org/10.1109/ROMAN.2015.7333675

[26] Daniel P Davison、Frances M Wijnen、Jan van der Meij、Dennis Reidsma 和 Vanessa Evers。2020年。设计支持儿童探究学习的社交机器人：儿童在学校协作学习的情境分析。《国际社交机器人杂志》12，4（2020），883–907。[27] Betsy DiSalvo、Jason Yip、Elizabeth Bonsignore 和 DiSalvo Carl。2017年。学习的参与式设计。载于《学习的参与式设计》。Routledge，3–6。[28] Nicholas Epley、Adam Waytz 和 John T. Cacioppo。2007年。论看见人类：拟人化的三因素理论。《心理学评论》114，4（2007），
864 886 10 1037 0033 295 114 4 864 –。https://doi.org/。/ - X。。[29] Irene C. Fountas 和 Gay Su Pinnell。。2012。指导性阅读：浪漫与现实。《阅读教师》66，4（2012），268–284。https://doi.org/10.1002/TRTR.01123[30] James Greeno 和 Yrjö Engestrom。2014年。活动中的学习。载于《剑桥学习科学手册》（第2版）。剑桥大学出版社，剑桥，128–148。[31] James Greeno 和 Timothy J. Nokes-Malach。2016年。学习与认知情境观的一些早期贡献。载于《学习科学反思》，Michael A. Evans、Martin J. Packer 和 R. Keith Sawyer（编）。剑桥大学出版社，剑桥，59–75。[32] Eric Hamilton 和 Martine Jago。2010年。走向个性化学习共同体理论。载于《面向未来学习环境的设计》，Michael J. Jacobson 和 Peter Reimann （编）。施普林格美国，马萨诸塞州波士顿，263–281。https: // doi.org/ 10 1007 978 0 387 88279 6 。/ - - - - Jeong-Hye Han、Mi-Heon Jo、Vicki Jones 和 Jun-H Jo。2008年。家用机器人用于儿童教育的比较研究。《信息处理系统杂志》4，4（2008），159–168。[33] [34] Paul Hatch 和 Joseph E Michaelis。2022年。让家庭成为工作场所……共同设计支持居家学习的教师工具。载于国际学习科学学会年会。ISLS，日本广岛。[35] Paul Hatch、Md Anisur Rahman 和 Joseph E Michaelis。2023年（即将出版）。PATH-WiSE：支持教师创建家庭作业期间机器人支持的社会性学习体验的创作工具。《ACM计算机支持的协同工作》论文集 CSCW（2023年（即将出版））。https://doi.org/10.1145/3579620[36] Hui-Ru Ho、Bengisu Cagiltay、Nathan Thomas White、Edward M Hubbard 和 Bilge Mutlu。2021年。RoboMath：设计支持儿童数值技能的学习陪伴机器人。载于交互设计与儿童。283–293。[37] James Hollan、Edwin Hutchins 和 David Kirsh。2000年。分布式认知：为人机交互研究奠定新的基础。《ACM计算机-人机交互汇刊》7，2（2000年6月），174–196。https://doi.org/10.1145/353485.353487[38] Rozana Ismail 和 Roslina Ibrahim。2017年。PDEduGame：面向小学教育游戏设计的参与式设计流程。载于2017年信息系统研究与创新国际会议（ICRIIS）。IEEE，1–6。[39] Hayal Z. Kackar、Lee Shumow、Jennifer A. Schmidt 和 Janel Grzetich。2011年。青少年家庭作业体验中的年龄与性别差异。《应用发展心理学杂志》32，2（2011年3月），70–77。https://doi.org/10.1016/j.appdev.
2010 12 005 。。Peter H. Kahn、Takayuki Kanda、Hiroshi Ishiguro、Nathan G. Freier、Rachel L. Severson、Brian T. Gill、Jolina H. Ruckert 和 Solace Shen。2012年。“Robovie，你现在得进壁橱了”：儿童与人形机器人之间的社会和道德关系。《发展心理学》48，2（2012年3月），303–314。https://doi.org/ 10 1037 0027033 。/a Takayuki Kanda、Rumi Sato、Naoki Saiwaki 和 Hiroshi Ishiguro。2007年。小学中为期两个月的长期人机交互实地试验。《IEEE机器人学汇刊》23，5（2007年10月），962–971。https: //doi.org/ 10 1109 2007 904904 。/TRO。。Takayuki Kanda、Michihiro Shimada 和 Satoshi Koizumi。2012年。儿童与社交机器人一起学习。载于2012年第7届ACM/IEEE国际人机交互会议（HRI）。IEEE，351–358。[43] Güncel Kırlangıç、Mohammad Obaid 和 Asim Evren Yantac。2020年。使用课堂机器人设计工具包进行原型开发前后的故事讲述。载于第32届澳大利亚人机交互会议。582–593。[44] Alison C. Koenka 和 Eric M. Anderman。2019年。个性化反馈作为提升中学生动机与表现的策略。《中学杂志》50（2019年10月），15–22。https://doi.org/10.1080/00940771.2019.1674768[45] Varsha Koushik、Darren Guinness 和 Shaun K Kane。2019年。Storyblocks：用于创建无障碍音频故事的实体编程游戏。载于2019年CHI计算系统中的人为因素会议论文集。1–12。[46] Andreas Krapp。2005年。基本需求以及兴趣与内在动机取向的发展。《学习与教学》15，5（2005），381–395。https: // doi.org/10.1016/j.learninstruc.2005.07.007[47] Kung Jin Lee、Wendy Roldan、Tian Qi Zhu、Harkiran Kaur Saluja、Sungmin Na、Britnie Chin、Yilin Zeng、Jin Ha Lee 和 Jason Yip。2021年。演出必须继续：在线与儿童开展同步参与式设计的概念模型。载于2021年CHI计算系统中的人为因素会议论文集。计算系统。1–16. [48] Iolanda Leite、Carlos Martinho 和 Ana Paiva。2013。《长期交互社交机器人：综述》。《国际社交机器人杂志》5, 2（2013年4月），291–308。https://doi.org/10.1007/s12369-013-0178-y [49] Jamy Li。2015。亲临现场的益处：比较共处机器人、远程呈现机器人和虚拟代理的实验研究综述。《国际人机研究杂志》77（2015），23–37。https://doi.org/
10 1016 2015 01 001 。/j.ijhcs. . . Nora McDonald、Sarita Schoenebeck 和 Andrea Forte。2019。定性研究中的可靠性与评分者间信度：面向计算机支持的协同工作和人机交互实践的规范与指南。《ACM人机交互汇刊》3, CSCW（2019），72。[51] Joseph E. Michaelis、Bengisu Cagiltay、Rabia Ibtasar 和 Bilge Mutlu。2023。“脱稿”：从真实环境中的长期社交机器人交互中涌现的设计机遇。载于《2023年ACM/IEEE人机交互国际会议论文集》（瑞典斯德哥尔摩）（HRI '23）。美国计算机协会，纽约州纽约市，美国，378–387。https: // doi.org/ 10 1145 3568162 3576978 。/ 。Joseph E Michaelis 和 Bilge Mutlu。2018。社交阅读：借助学习陪伴机器人改变家庭阅读体验。《科学·机器人学》 3, 21 2018 10 1126 5999 （8月）。https://doi.org/ 。/scirobotics.aat Joseph E Michaelis 和 Bilge Mutlu。 。借助社交机器人支持科学学习兴趣。载于第18届ACM交互设计与儿童国际会议论文集, IDC 2019。美国计算机协会公司，
71 82 10 1145 3311927 3323154 – 。https://doi.org/ 。/ 。Miro。 。Miro在线白板。www.miro.com [55] Bilge Mutlu。2011。为与机器人对话设计具身线索。《人工智能杂志》32, 4（2011），17–30。[56] Clifford Nass 和 Youngme Moon。2000。机器与无意识：人们对计算机的社会反应。《社会问题杂志》56, 1（2000），81–103。https: //doi.org/
10 1111 0022 4537 00153 。/ - 。Martina Nieswandt 和 Gail Horowitz。2015。本科生对化学的兴趣：任务与选择的作用。载于《数学与科学学习中的兴趣》，K. A. Renninger、M. Nieswandt 和 S. Hidi（编）。美国教育研究协会，华盛顿特区，225–242。[58] Sandra Y Okita、Victor Ng-Tho w-Hing 和 Ravi Sarvadevabhatla。2009。共同学习：ASIMO与儿童建立互动学习伙伴关系。载于RO-MAN 2009——第18届IEEE机器人与人类交互通信国际研讨会。IEEE，1125–1130。[59] David H. Palmer。2009。探究技能课程中激发的学生兴趣。《科学教学研究杂志》46, 2（2009），147–165。https: //doi.org/
10 1002 20263 。/tea。Hae Won Park、Rinat Rosenberg-Kima、Maor Rosenberg、Goren Gordon 和 Cynthia Breazeal。2017。与社交机器人同伴共同培养成长型思维。载于2017年ACM/IEEE人机交互国际会议论文集。137–145。[61] Ana Cristina Pires、Ewelina Bakala、Fernando González-Perilli、Gustavo Sansone、Bruno Fleischer、Sebastián Marichal 和 Tiago Guerreiro。2022。借助实体用户界面学习数学：通过与视力障碍儿童及其教育工作者开展参与式设计获得的经验。《国际儿童与计算机交互杂志》32（2022），100382。[62] Ana Cristina Pires、Filipa Rocha、Antonio José de Barros Neto、Hugo Simão、Hugo Nicolau 和 Tiago Guerreiro。2020。与教育工作者和视力障碍儿童共同探索无障碍编程。载于《交互设计与儿童会议论文集》。148–160。[63] Robert Plutchik。1980。情绪的一般心理进化理论。载于《情绪理论》。爱思唯尔，3–33。[64] Dimitris Pnevmatikos、Panagiota Christodoulou 和 Nikolaos Fachantidis。2022。通过参与式设计方法设计用于教育的社交辅助机器人：开发者应遵循的关键原则。《国际社交机器人杂志》14, 3（2022），763–788。[65] Sadhana Puntambekar。2009。为学生学习提供支架。载于《课堂学习心理学》，E. Anderman 和 L. Anderman（编）。麦克米伦，密歇根州法明顿希尔斯。[66] Lizbeth Ramirez、Sandra K. Machida、Linda Kline 和 Leesa Huang。2014。低收入西班牙裔和拉丁裔高中生对家长与同伴学业支持的看法。《当代学校心理学》18, 4（2014年12月），214–221。https://doi.org/
10 1007 40688 014 0037 3 。/s - - - Misty Robotics。访问日期：1月 。Misty II机器人。https://www. mistyrobotics.com [68] Elisa Rubegni、Laura Malinverni 和 Jason Yip。2022。“别让机器人遛我们的狗，但让它们帮我们做家庭作业没问题”：儿童对社交机器人的看法、担忧与期望。载于《Interaction Design and Children》。352–361。[69] Carol Sansone 和 Dustin B. Thoman。2005。兴趣：自我调节中缺失的动机。《欧洲心理学家》10, 3（2005），175–186。https://doi.org/10. 1027/1016-9040.10.3.175[70] R. Keith Sawyer。2014。学习的新科学。载于《剑桥学习科学手册》（第2版），R. Keith Sawyer（编）。剑桥大学出版社，

纽约州纽约市，1–18。[71] Frances Landis Van Voorhis。2011。家庭参与家庭作业的成本与收益。《高等学术研究杂志》22, 2（2011年2月），220–249。https: //doi.org/ 10 1177 1932202 1102200203 。/ X 列夫·维果茨基。。《社会中的心智：高级心理过程的发展》。哈佛大学出版社，剑桥。[72] 1978 [73] Nathan Thomas White、Bengisu Cagiltay、Joseph E Michaelis 和 Bilge Mutlu。2021。设计富有情感表现力的社交评论，以促进儿童与机器人交互。载于*Interaction Designand Children*（希腊雅典）*(IDC '21)*。美国计算机协会，纽约州纽约市，美国，314–325。https: //doi.org/10.1145/3459990.3460714

[74] Katie Winkle、Emmanuel Senft 和 Séverin Lemaignan。2021年。LEADOR：一种端到端参与式设计自主社交机器人的方法。《机器人学与人工智能前沿》8（2021年）。[75] 徐建中。2013年。为什么学生难以完成家庭作业？家庭作业管理的必要性。《教育与培训研究杂志》1，1（2013年4月），98–105。[76] 赵芳云、Nathan White、Bengisu Cagiltay、Paula Niedenthal、Joseph Michaelis 和 Bilge Mutlu。2021年。为阅读陪伴机器人设计情绪表达。载于情感科学。情感科学学会。
https://society-for-affective-science.org/wp-content/uploads/2021/04/ SAS _2021_Full_Program_I.pdf [77] Zoom。访问于2023年1月。Zoom视频会议。https://zoom.us