

# 生成代理：人类行为的互动模拟

宋俊公园  
斯坦福大学  
美国斯坦福  
joonspk@stanford.edu

梅雷迪思·林格尔·莫里斯  
谷歌的深度思维

约瑟夫·奥布莱恩  
斯坦福大学  
美国斯坦福  
jobrien3@stanford.edu

梁百思  
斯坦福大学  
美国斯坦福  
pliang@cs.stanford.edu

嘉莉·J. 材  
谷歌研究  
山景城，加州，美国  
cjcai@google.com

迈克尔·伯恩斯坦  
斯坦福大学  
美国斯坦福  
msb@cs.stanford.edu

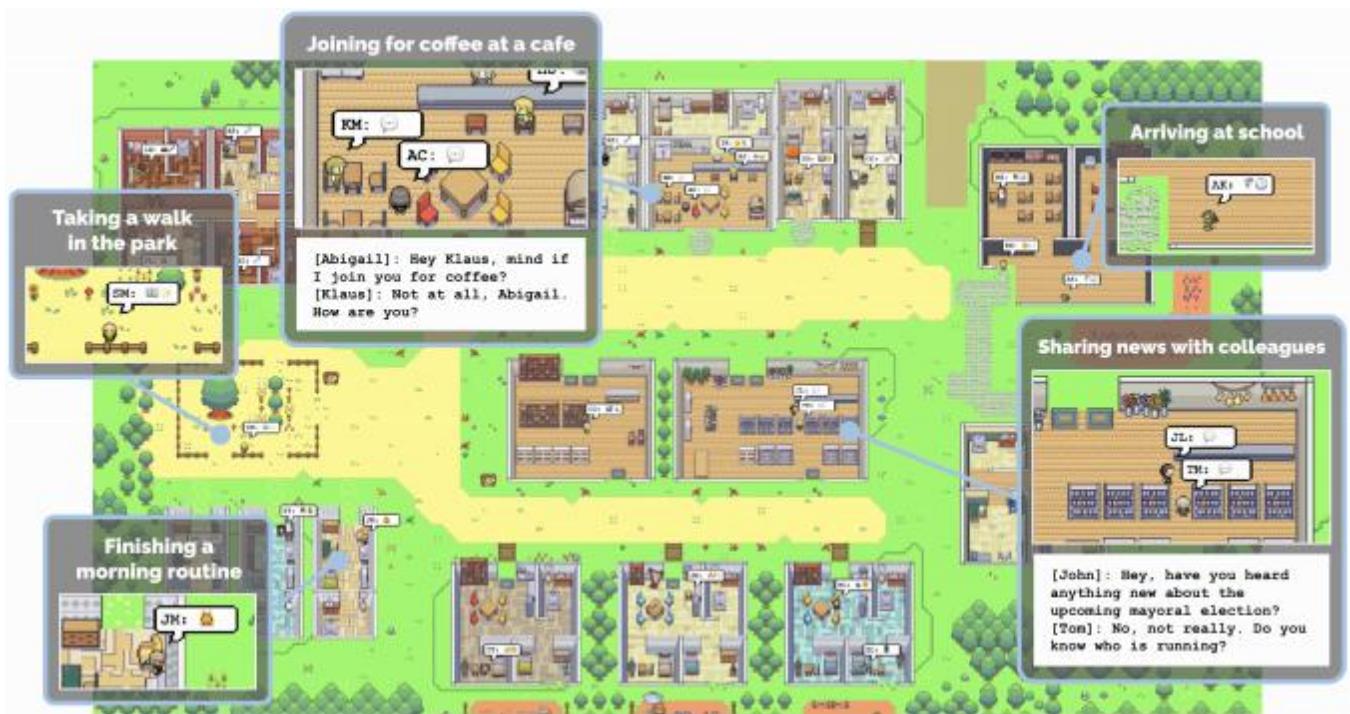


图1：生成代理是交互作用应用的人类行为的可信模拟。在这项工作中，我们通过填充一个沙箱环境，让人想起了模拟人生，有25个代理。用户可以在代理计划他们的日子、分享新闻、形成关系和协调分组活动时进行观察和干预。

## 摘要

可信的人类行为代理可以增强我的交流应用程序，从沉浸式环境到人际交流的排练空间，再到原型工具。在这篇论文中，我们介绍了生成代理：模拟可信的人类行为的计算软件代理。生产代理唤醒、烹饪早餐和头部工作；工匠，而

为个人或课堂使用制作数字或硬拷贝是免费的，前提是副本不是用于利润或商业利益，且副本载有本通知和全部引用。必须尊重本作品的第三方组件的版权。对于所有其他用途，请与所有者/作者联系。

UIST23, 2023年10月29日-11月1日，旧金山，加州，美国。版权归所有者/作者所有。

ACM ISBN979-8-4007-0132/0/23/10/10,  
<https://doi.org/10.1145/3586183.3606763>

作者写；他们形成意见，相互注意，并开始对话；他们在计划的第二天就会回忆和反思过去的日子。为了启用生成代理，我们描述了一个架构库，它扩展了一个大型语言模型，以使用自然语言存储代理经验的完整记录，随着时间的推移将这些符号合成为更高层次的反射，并动态地将它们检索到平面行为。我们实例化生成代理来填充一个受模拟人生启发的交互式沙箱环境，其中终端用户可以使用自然语言与一个拥有25个代理的小镇进行交互。在评估中，这些概括代理产生了可信的个人和突发的社会行为。例如，从一个用户指定的概念开始，即一个代理想要举办情人节派对，代理会在接下来的两个活动中自动传播对派对的邀请

白天，结识新朋友，向对方约会，协调在正确的时间一起参加聚会。我们通过消融术证明，我们的代理架构的组件——观察、规划师和反射——每次对代理行为的可信度都有重要贡献。通过将大型语言模型与计算交互代理相结合，该工作引入了架构和交互模式，以实现对人类行为的可信模拟。

## 中国化学会概念

以人为本的计算→交互式系统和工具；计算方法→自然语言支持。

## 关键字

人机交互，代理，人工属，大型语言模型

### ACM参考格式：

宋俊, 约瑟夫奥布莱恩, 卡里. 蔡, 梅雷迪思林格尔莫里斯, 珀西梁, 和迈克尔S.伯恩斯坦. 2023.生成代理：对人类行为的交互式模拟. 第36届ACM用户接口软件与技术年度研讨会 (UIST '23) , 2023年10月29日-11月1日, 美国加利福尼亚州旧金山. ACM, 纽约, 纽约, 美国, 22页.  
<https://doi.org/10.1145/3586183.3606763>

## 1介绍

我们如何精心打造能够反映可信的人类行为的互动人工社会？从沙盒游戏，如模拟游戏到应用程序，如认知模型[23]和虚拟环境[10,40]多年来，研究人员和实践专家一直在设想可以作为人类行为的可靠代理的计算代理。在这些愿景中，计算驱动的代理与他们过去的经验行为一致，并对他们的环境做出可信的反应。这种对人类行为的模拟可以使虚拟空间和社区中重新适应社会现象[27]，培训人们如何处理罕见但困难的人际关系[44,52,94]，测试社会科学理论[12,46]，手工模型的人类处理器，用于理论和可用性测试[23,39,51]，支持无处不在的计算应用程序[31]和社交机器人[10,14]，并支持不可玩的游戏角色[59,85]它可以在开放的世界中导航复杂的人类关系。

然而，人类行为的空间是巨大而复杂的[85,108]。尽管在大型语言模型方面取得了显著的进展可以在单个时间点模拟人类行为的[18][39,80]，确保长期一致性的完全通用代理将更适合于管理不断增长的记忆的架构，因为新的交互、冲突和事件随着时间的推移而出现和消失，同时处理在多重代理之间展开的社会动态。成功需要一种方法，能够在长时间内检索相关的事件和互动，反思这些方法来概括和层次的推论，并应用推理来创造当前和长期行为的平面和反应。

在本文中，我们引入了生成代理——通过生成模型来模拟可信的人类行为

证明它们产生可信的个体和突发群体行为。生成代理对它们自己、其他代理和它们的环境有各种各样的影响；他们制定反映其特性和经验的日常计划，执行这些计划，反应，并在适当的时候重新计划；当最终用户改变环境或用自然语言命令它们时，它们就会做出反应。例如，当生成代理看到他们正在燃烧时，他们会离开炉子，如果有人了，就在浴室外面等待，当他们遇到另一个他们想交谈的代理时停下来聊天充满生成主体的社会具有涌现的社会动态，在那里形成新的关系、信息扩散和主体之间的协调。

为了启用生成代理，我们描述了一个代理架构，它使用一个大型语言模型来存储、合成并将相关记忆应用于基因速率可信的行为。我们的主要架构包括三个主要组成部分。第一个是主题流，这是一个长期记忆模块，用自然语言记录代理经历的完整列表。内存检索模型结合了相关性、最近性和重要性，以呈现出通知代理的时刻行为所需的记录。第二种是反思，随着时间的推移，它将记忆综合成更高层次的推断，使主体能够得出关于自己和其他人的结论，从而更好地指导自己的行为。第三个是计划，它将这些结论和当前的情况转化为高层行动计划，然后递归地转化为行动和反应的详细行为。这些反射和计划被反馈到内存流中，以影响代理的未来行为。

这个架构建议在领域应用，从角色扮演和社会原型到虚拟世界和游戏。在社交角色扮演场景中（例如，面试准备）中，用户可以安全地排练困难的、充满冲突的对话。当支持社交平台时，设计师可以超越临时角色，建立动态、复杂的互动原型。在本文中，我们关注的是创建受《模拟人生》等游戏启发的小型互动社会的能力。<sup>2</sup>通过将我们的架构连接到ChatGPT大语言模型 [77]，我们在一个游戏中展示了有一个有25个代理的社会。最终用户可以观察并与这些代理进行交互。例如，如果终端用户或开发者希望小镇能够举办一场情人节派对，那么传统的游戏环境将需要手动编写数十个角色的行为脚本。我们证明，用生成代理，只要简单地告诉一个代理她想举办一个派对就足够了。尽管有许多重要的观点——派对策划者必须记住邀请其他代理人参加派对，与会者必须记住邀请，那些记住的人必须决定真正出席，还有更多——我们的代理人成功了。他们传播了关于这个聚会的消息，然后

当提到参与行动或参与地方的生成代理时，这是可读性的一个标准，而不是暗示它们参与了与人类相似的代理。我们的代理的行为，类似于迪士尼动画角色，旨在创造一种可信度，但它们并不意味着真正的代理。生成代理社会的实际模拟可以通过以下链接：[https://reverie.herokuapp.com/UIST\\_Demo/](https://reverie.herokuapp.com/UIST_Demo/) 模拟代码的一个公共存储库位于这里：<https://github.com/joonspk-research/生成剂>

出现，一个代理甚至问另一个约会，这些都来自一个用户生成的种子建议。

我们对生成性药物进行了两项评估：一种是对照组评估以测试代理是否产生可信的个体行为，以及端到端评估代理在两天的游戏时间内与对方进行互动，以了解他们的稳定性和突发的社会行为。在技术评估中，我们利用了一种方法—

通过用自然语言“采访”代理来评估代理的知识和行为，以探究代理的能力  
保持性格，记住，计划，反应，并准确地反思。我们

比较了几种限制药剂进入人体的烧蚀方法

lection, andplanning 我们观察到这些组成部分都是  
这对你在这些面试任务中的出色表现至关重要。跨 技术  
评估和端到端评估，最常见的错误 当代理未能检索到相关的记忆时出现的 对代理人记忆的修饰修饰，或过度继承 来自语言模型的正式言语或行为。

综上所述，本文的贡献如下：

生成剂，可信的人类鸟类模拟，动态地于代理的环境和环境。

一种新颖的架构，使生成代理能够记住、检索、反映、与其他代理交互，并通过动态进化的环境环境进行规划。该架构利用了大型语言模型强大的提示能力，并补充了这些能力，以支持长期的代理一致性，管理动态演化的记忆，并递归产生更高级的反射。

两种评估，一种受控评估和前端到端评估，建立了体系结构组件重要性的因果关系，以及识别产生的故障，例如，检索不当的记忆。

讨论了互动系统中生成因子的机会和伦理和社会风险。我们认为，这些机构应该进行调整，以减轻使用rs形成副社会关系的风险，记录以减轻由深度造假和量身定制的说服所产生的风险，并在设计过程中以补充而不是取代人类利益相关者的方式进行分析。

## 2 相关工作

在这一节中，我们反思先前的人类互动的文学，并在其经典中，建立可信的人类行为代理的议程。这个议程，曾在互动、游戏和人工智能社区关系中被誉为北极星[10,59,85]，由于人类行为的复杂性，它仍然具有挑战性[17,108]。我们综合了这项研究，认为尽管大型语言模型本身还不够，但在利用适当的架构时，为创建可信的代理开辟了一个新的角度。

### 2.1 人工智能交互

交互式人工智能系统的目标是结合人类的视野和计算人工的能力，可以增强

他们的用户[4,30]。一长串的工作已经探索了使用户能够交互式地指定模型行为的方法。例如，蜡笔展示了交互式机器学习的早期愿景，允许非专业用户训练分类器[30]。进一步的工作有助于阐明最终用户如何通过例子向系统描述他们的分类目标[34]或演示[32]。最近的广告支持已经将这些探索扩展到了深度学习[63]和基于提示的创作[50,67,106]。

与此同时，一个持续的研究线索提出了基于语言和代理的人机交互案例。形成性的工作，如SHRDLU[103]和伊丽莎[102]展示了与计算机系统的神经语言交互相关的经验和风险。随着重新设置程序的进展，很明显，自治代理可以为委托和交互提供新的隐喻[68]，但人类和代理人之间的委托的界限仍然是持续的争论和改进的对象[47,89,90]。最近，这项技术已经达到了一个稳定的水平，使代理能够通过自然语言在大型和复杂的在线社交环境中进行交互（例如，[55]）。自然语言交互提供了一种模式，可以增强用户能力，如照片编辑[3,35,65]和代码编辑[88]。

我们召集这些工作线程，以表明我们现在可以创建代理人类行为的代理，并使用自然语言与它们进行交互。在此过程中，这项工作重新打开了研究围绕GOMS和击球水平模型（KLM）等认知模型的基础-人类交互问题的大门[22,23]，围绕着原型成型工具[80]，以及周围无处不在的计算应用程序[26,31,101]。

### 2.2 人类行为的可信代理

先前的文献已经描述了可信度，或可信的代理，作为一个中心的设计和工程目标。可信的代理人会提供一种生活的错觉，并呈现一种现实主义的外表，他们的意志，类似于迪士尼电影中的角色[10,96]。这些代理人可以像我们所居住的人那样居住并感知一个开放的世界环境[10,59]，并努力表现出基于与用户或其他代理的社会互动的即时行为，目的是在假设的个人和社区关系中成为用户行为的可信代理[20,36,71]。历史上，这些代理是在虚拟游戏非玩家角色（NPCs）中开发出来的[59,85]。如果可能的话，创造具有可信行为的npc可以通过创造叙述来增强玩家在游戏和互动小说中的体验[8,16,49]，以及与代理人的社会互动[109]。然而，更重要的是，游戏世界提供了越来越现实的启示的现实表现，以及Laird和van Lent在2001年观察到的世界为可信代理的开发者提供了可靠的代理的认知能力，而不用担心在现实世界中实现机器人或从零开始创造模拟环境[59,85]。

在过去的四十年里，一套不同的方法出现了一个可信的代理。然而，在实现过程中，这些程序通常简化了代理的环境或维度

行为，使努力更容易管理[17,73]基于规则的方法，比如有限状态机[91,97] and 行为树[41,54,82]解释了人类授权代理人行为的暴力方法[71]。它们提供了一种直接的创造简单代理的方法，今天仍然是主导[69,74]，甚至可以处理基本的社交互动，就像《质量效应》等游戏中所示[13]和模拟人生[7]系列。尽管如此，在开放的世界中，手工制作能够全面解决可能的交互范围的行为是站不住脚的。这意味着由此产生的代理行为可能不能完全代表其代理行为的结果[70-72]，并且不能执行在脚本中硬编码的新过程[91,97]。另一方面，基于学习的创造可信代理的方法，即强化学习，通过让代理学习自己的行为，克服了人类创作的挑战，并近年来在《星际争霸阿尔法星》等游戏中取得了超人的表现Dota2的AI[99]和Open5[11]。然而，他们的成功在很大程度上发生在对抗性游戏中，即学习算法可以设定的可随时定义的奖励。他们还没有解决在一个开放的世界中应对可信的代理的挑战[40,74,91]。

由Newell开创的计算认知架构，旨在建立支持全面认知功能的基础设施[76]适合其原始愿景中可信代理的本质。他们提供了一些最早的可信剂样本。实例，Quakebot-SOAR[60]和ICARUS[25,64]在第一人称射击游戏中生成npc，而TacAir-SOAR [81]生成了飞行员的空战训练模拟。这些代理使用的架构不同(地下机器人和TacAir-SOAR依赖于SOAR[61]，而ICARUS则依赖于自己的SOAR和ACT-R的启发[6])，但他们有相同的基本原则[62]。他们保持短期和长期记忆，将这些记忆加入象征结构，一个操作的不可感知-计划-行动循环，动态地感知环境并将其与手工制作的行动程序相匹配[58,97]。使用认知架构创建的代理的目标是可推广的断层，如果没有高的，开放的世界环境，并在他们的时间表现出强大的行为。然而，他们的空间嗅觉仅限于手工制作的程序知识，并且他们没有提供一种机制，让代理能够寻求新的行为。因此，这些代理大多被部署在非开放的世界环境中，比如第一人称射击游戏[25,60]或者阻止世界[64]。

今天，创建其起源定义中描述的可信代理仍然是一个有待解决的问题[85,108]。许多人都有观点，尽管目前用于创建可信代理的方法可能很麻烦和有限，但它们足够好，足以支持现有的游戏玩法和互动[24,75,108]。我们的论点是，大型语言模型提供了一个机会，即仔细研究这些问题，只要我们能设计出一个有效的架构，将记忆综合成可信的行为。我们在本文中为向这种架构迈出了一步。

## 2.3 大型语言模型和人类行为

生成代理利用一个大型语言模型来增强他们的行为。关键的观察结果是，大型语言从他们的训练数据中编码了广泛的人类行为[15,18]。如果使用狭义的上下文，模型扫描用于生成可信行为。最近的研究已经证明了这种方法的有效性。例如，社会模拟使用large语言模型生成填充新的社会计算系统的用户，以原型他们新兴的社会动态[80]。这种方法使用了一个提示符链[105]对人物角色及其在原型系统中出现的行为进行简短的自然语言描述。其他的实证研究也重复了现有的社会科学研究[46]，政治调查[92]，并生成合成数据[39]。大型语言模型也被用来产生相互作用的人类行为，供用户参与。例如，在游戏中，这些模型已经被用于创作互动小说[37]和文本冒险游戏[21]。由于它们具有生成和分解动作序列的能力，大型语言模型也被用于规划机器人任务[48]。例如，当面对一个任务时，比如拿起瓶子，模型会被提示把任务重新做成更小的动作序列，比如去瓶子所在的桌子，把它捡起来。

我们假设，基于上述总结的工作，大型局域网模型可以成为创建可信的代理的关键因素。现有的文献很大程度上依赖于使用很少的提示的一阶模板[38,66]或者思想链的推动[100]。这些模板是有效的生成行为，完全取决于代理的破坏环境（例如，巨魔如何回应agiven的帖子，机器人进入房间有门需要采取什么行动）。然而，可信的代理不仅需要他们当前的环境，还需要大量的提示，因为使用一阶提示（到今天，由于底层模型的上下文窗口有限而不合理）。最近的研究试图通过使用静态知识库和信息检索方案来增强语言模型来超越一阶提示[53]或使用一个简单的总结方案[104]。这种扩展旨在了一个处理检索的代理架构，该架构中过去的经验在每个时间步动态更新，并与代理的当前上下文和计划混合，这可能强化或相互矛盾。

## 3 生成代理的行为和互动

为了说明生成代理的功能支持性，我们将它们实例化为一个模仿了《模拟人生》的简单沙盒世界中的角色[7]。这个以精灵为基础的沙盒游戏世界，《超人前传》，唤起了一个小镇的环境。在本节中，我们将介绍小村庄中与生成代理的启示和交互，并描述代理在其中的行为。然后，在部分 4、我们将介绍我们的生成代理架构，以支持这些启示和交互。在部分5、我们将描述一下



图2：史前维尔沙盒世界，带有标记的区域。根节点描述了整个世界，子节点描述了区域（例如，房屋、咖啡厅、商店），而叶节点描述了对象（例如，表格、书架）。代理会记住一个子图，它反映了他们所看到的世界的各个部分，并在他们观察它们时保持这些部分的状态。

沙箱环境的实现，以及代理如何与沙箱世界的底层引擎进行交互。

### 3.1 代理化身与沟通

一个由25名独特的特工组成的社区居住在超人前传的地方。每个代理都由一个简单的精灵化身表示。我们编写了自然语言描述的分段来描述每个代理人的身份，包括他们的职业和其他代理人的关系，作为种子记忆。例如，JohnLinn有以下描述：

约翰·林是威尔低市场和药店的一名药店店主，他喜欢帮助人们。他总是在寻找方法，让他的顾客更容易获得药物治疗；

约翰·林和他的妻子梅琳住在一起，梅琳是一名大学教授，儿子艾德·戴琳，是学习音乐理论的学生；约翰琳非常爱他的家庭；约翰林认识几年，山姆·摩尔和珍妮·摩尔；乔·林认为山姆·摩尔是善良的；约翰·林认识他的邻居山本百合子；约翰·林认识他的邻居塔玛拉·泰勒和卡梅诺蒂斯，但以前没有见过他们；约翰·林和汤姆·莫雷诺是柳树市场和药房的同事；

约翰·林和汤姆·莫雷诺是我喜欢的朋友

一起讨论当地政治；林约翰对莫雷诺一家有点了解——他的丈夫汤姆

莫雷诺和妻子简·莫雷诺。

每个以分号分隔的短语在模拟开始时作为记忆输入到代理的初始记忆中。

3.1.1 代理间通信。代理人通过他们的行为与世界互动，并通过自然的行为与彼此互动。在沙箱引擎的每一个时间步，代理输出描述他们当前行动的非语言声明，如“伊莎贝拉罗德里格斯在她的杂志上写”，“伊莎贝拉罗德里格斯是查看她的电子邮件”

，“伊莎贝拉罗德里格斯正在和家人通电话”，或者“伊莎贝拉罗德里格斯正在准备睡觉”。这个

就会被转化为会产生影响的具体运动然后，陈述沙箱世界。该操作显示在对话框上

脸作为一组表情符号，提供了一个抽象的表示从头顶视图中执行的操作。为了实现这一点，该系统利用了一种将动作翻译成一套表情符号的语言模型

出现在每个化身的头部上方。例如，“伊莎贝拉·罗德里格斯在她的杂志上写作”显示为，而“伊莎贝拉·罗德里格斯正在查看她的电子邮件”显示为。关于行动的完整的自然语言可以是

通过点击代理的共享空间来访问。

代理用完全的自然语言相互交流。他们知道所在区域内的其他代理，生成代理架构决定了他们是经过还是对话。这里是特工伊莎贝拉罗德里格斯和汤姆·莫雷诺关于即将到来的选举的对话的样本<sup>3</sup>

伊莎贝拉：我还在权衡我的选择，因为我一直在和萨姆·摩尔讨论选举问题。你对他有什么看法？

汤姆：说实话，我不喜欢萨姆·摩尔。我认为他与社区失去了联系，并没有得到我们的最佳利益。

我们注意到，这些代理的会话风格可能会感觉过于形式，可能是底层模型中的结构调整。我们期望写作风格在未来

的语言模型中能够更好地可控。

**3.1.2 UserControls.** 用户通过自然语言指定代理应该负责的角色, 与代理进行通信  
相信他们。例如, 如果用户指定他们是一个新闻“记者”, 并通过向即将到来的选举询问, “谁”  
你是在竞选公职的吗? ", theJohn agent replies:

约翰: 我的朋友百合子、汤姆和我讨论即将到来的选举  
, 讨论候选人萨摩尔。我们都同意投票给他, 因为我们  
喜欢他的竞选纲领。

为了直接命令其中一个代理, 用户可以使用代理的“内部声音” ——这使得代理更有可能将该语句视为一个指令。例如, 当约翰内心的声音“你将在选举中与山姆竞争”时, 约翰决定参加选举, 和他的妻子和儿子分享候选人资格。  
4

## 3.2 环境相互作用

《超人前传》的特点是一个小村庄的特色, 包括咖啡馆、酒吧、公园、学校、宿舍、房子和商店。它还定义了使这些空间具有功能的子区域和对象, 如房子中的厨房和厨房中的炉子(图2)。所有作为代理的主要生活区的空间都有床、桌子、壁橱、架子, 以及浴室和厨房  
4

特工们会像在一个简单的电子游戏中一样, 在《超人前传》中四处走动, 进出建筑物, 浏览地图, 并寻找其他特工。代理的移动由生成代理架构和沙箱游戏引擎指导: 当模型指定代理将移动到一个位置时, 我们在小环境环境中计算到目的地的步行路径, 代理开始移动。此外, 用户还可以作为一个代理进入《超人前传》的盒子和盒子世界。用户化身的代理可以是已经出现在世界上的代理, 比如伊莎贝拉和d约翰, 或者它可以在史前传没有历史的外部访问。小维尔的居民对待用户控制的代理与对待其他代理没有什么不同。他们认识到它的存在, 发起互动, 并在形成对它的看法之前记住它的行为。

用户和代理扫描会影响这个世界中对象的状态, 就像像模拟人生这样的沙盒游戏一样。例如, 当代理人睡觉时, 床可以被占用, 当代理人用完原料做早餐时, 冰箱可以是空的。最终用户还可以通过重写围绕着人工智能体自然语言的对象的状态, 来重塑《超人前传》中的人工代理环境。例如, 当伊莎贝莱斯在早上做早餐时, 用户可以通过输入选择对象的命令, 将工具箱的状态从“涡轮机”更改为“燃烧”, 并说明它的新状态, 比如: “<伊莎贝拉的卧室: 厨房: 炉子>正在燃烧。”伊莎贝拉会在下一刻注意到这一点, 然后去餐厅, 重新制作她的早餐。同样地, 如果用户将伊莎贝拉的淋浴状态设置为“漏水”, 她将从客厅收集工具, 并试图修复漏洞。

<sup>4</sup>这个环境设计不是我们工作的重点, 所以我们是手动生成这个环境的, 而不是自动生成的。未来的工作可以继续扩大代理环境的丰富性。

## 3.3 例如“生命中的一天”

从单段的描述开始, 生成代理开始计划他们的日子。在沙箱世界中, 随着时间的推移, 它们的行为随着这些主体相互作用和世界相互作用, 建立记忆和关系, 并共同参与活动。

我们通过追踪JohnLin代理一天的系统输出来演示生成代理的行为  
3). 在林一家, 约翰在早上7点第一个起床。他刷牙, 洗澡, 穿衣服, 吃早餐, 并在客厅的餐桌上查看新闻。上午8点, 艾迪也跟着他, 冲出床准备上课。就在他准备出发的时候, 他追上了约翰:

约翰: 早上好, 艾迪。你梦寐以求吗?

艾迪: 早上好, 爸爸。是的, 我太棒了。

约翰: 这很好。你今天在做什么工作?

艾迪: 我正在为我的班级创作一篇新的乐曲。这周, 所以我想完成它。但是我玩得很开心!

约翰: 那声音太棒了!

艾迪出去后不久, 梅醒来了, 加入了约翰。梅问起她儿子的事, 约翰回忆起他们刚才的谈话:

艾迪已经放学了吗?

约翰: 是的, 他不小心离开了。他正在为他的班上作曲。

梅: 哦, 太棒了! 告诉我。

约翰: 我觉得他真的很开心了! 他说他玩得很开心。

Mei: That's great! 我为他感到骄傲。

谈话结束后, 梅和约翰收拾好行李。梅戈森去教和写她的研究论文, 而约翰在上午9点在柳树市场和药房打开了他的药房柜台。

## 3.4 紧急社会行为

通过相互作用, 小村庄中的生成代理交换信息, 形成新的关系, 并协调联合活动。扩展之前的工作[80], 这些社会行为是突发性的, 而不是预先编程的。

**3.4.1 信息扩散。** 当代理注意到彼此时, 他们可能会独立——当他们这样做时, 信息可以从代理传播给代理。例如, 在山姆和汤姆在杂货店的一次谈话中, 山姆告诉汤姆他在当地选举中的候选人资格:

山姆: 嘿, 汤姆, 情况怎么样?

汤姆: 很好, 谢谢。什么事?

山姆: 嗯, 我想和你谈谈一些事。我将在即将到来的地方选举中竞选市长。

汤姆: 真的吗? 这是伟大的新闻! 你为什么不这样做?

山姆: 我已经参与了当地的政治活动整整一年了, 我真的觉得我可以改变我们的社区。另外, 我还想给大家带来新的想法和观点。

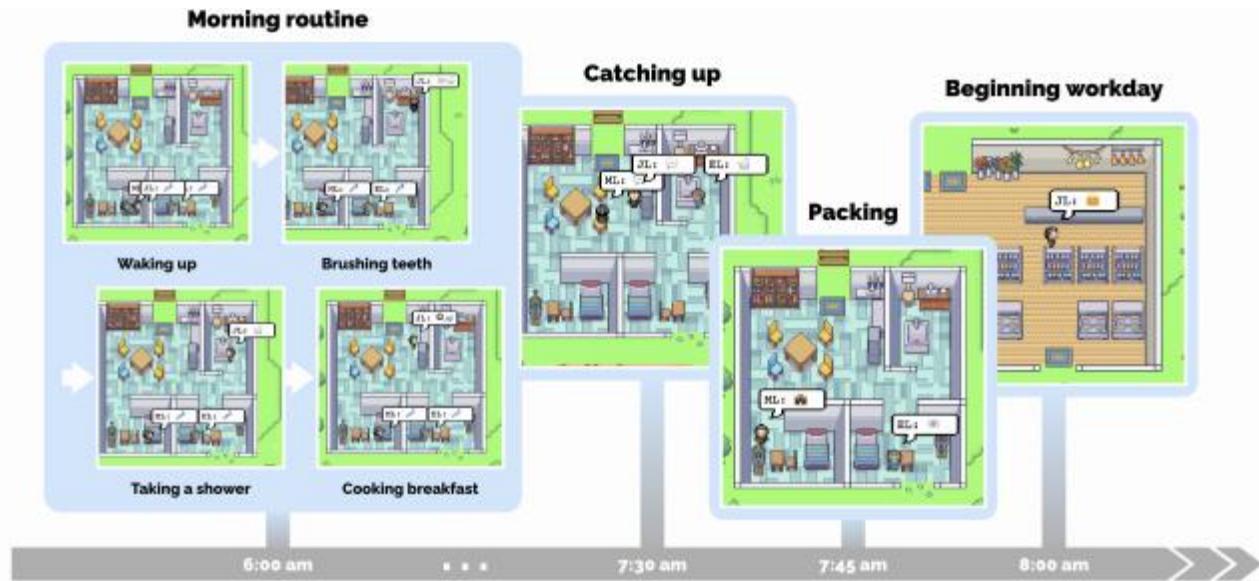


图3：生殖代理人林约翰生活中的一个早晨。约翰在早上6点左右醒来，完成了他的早上早餐会，包括刷牙、洗澡和吃早餐。在开始上班之前，他短暂地赶上了妻子梅和儿子艾迪。



图4：在模拟开始时，一个代理被初始化，意图是组织一个情人节派对。尽管在接下来的一系列事件中存在许多可能的问题——代理人可能不会按照这个意图行动，可能忘记告诉其他人，可能不记得出现——事实上，确实发生了，许多代理人聚集和互动。

那天晚些时候，在萨姆离开后，汤姆和约翰从另一个消息来源听到了消息，讨论了山姆赢得选举的机会：

约翰：我听说山姆·摩尔正在参加五月的选举，或者正在参加地方选举。你认为他有有机会赢吗？

汤姆：我确实认为他有个很好的机会。他一直在社区里努力工作，我想他会得到很多支持。你觉得怎么样？

约翰：我觉得跑步运动很棒。我很好奇看看选举的投票率。

渐渐地，山姆的坦率态度成为了镇上的话题，有些人支持他，有些人仍然犹豫不决。

**3.4.2 RelationshipMemory** 在超人前传，他们的特工会形成新的关系，并记住他们与其他特工的互动。例如，在一开始，山姆并不认识拉托亚·威廉姆斯。在约翰逛公园散步时，山姆跑到了拉托亚，他们介绍了自己。拉托亚提到她正在做一个摄影项目：“我是来为一个项目拍摄一些照片的，我正在工作。在后来的一次互动中，山姆与拉托亚的互动暗示了他对这次互动的记忆，他问：“嗨，拉托亚。”你的项目进展如何？她回答说：“嗨，山姆。”这是好的！”

**3.4.3 协调。**生成代理相互协调。伊莎贝拉·罗德里格斯在霍布斯咖啡馆参加情人节活动的初衷是计划下午5点到7点的情人节派对。2月14日。在这个种子，代理继续邀请朋友和顾客，他在别处的霍布斯咖啡馆看到他们。然后，伊莎贝拉花了13日下午的时间来装饰咖啡馆。

玛丽亚，伊莎贝拉的忠实顾客和好朋友，来到了那个咖啡馆。伊莎贝拉要求玛丽亚为派对做准备，玛丽亚同意了。玛丽亚的性格描述中提到，她有一个小腿的克劳斯。那天晚上，玛丽亚邀请克劳斯，她的秘密对象，参加聚会，他高兴地接受了。

在情人节那天，包括克劳斯和玛丽亚在内的五名经纪人在下午5点出现在霍布斯咖啡馆，他们参加了庆祝活动4).在这种情况下，最终用户只有塞特伊莎贝拉最初的派对意图和玛丽亚对克劳斯的迷恋：传播信息、装饰、外出、到达派对、与对方互动的社交行为都是由代理架构发起的。

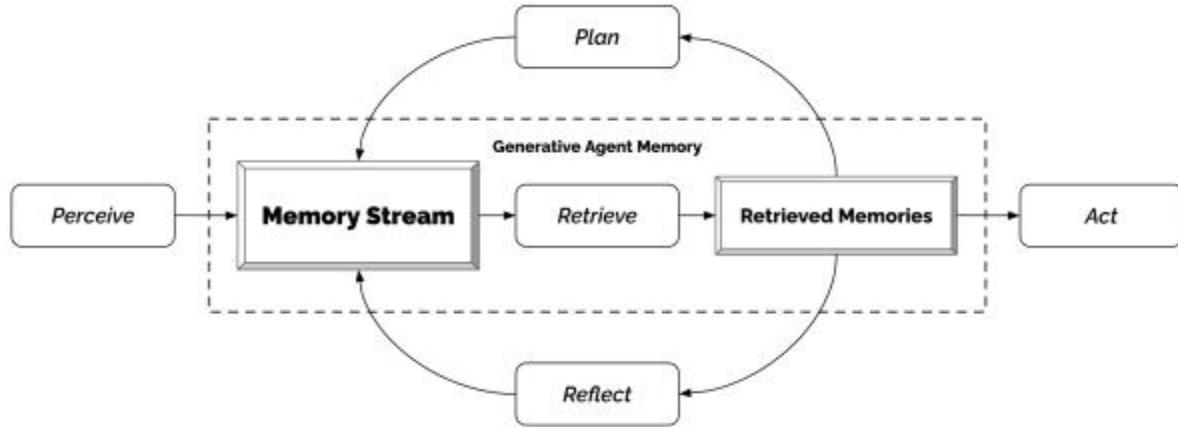


图5：外生成代理体系结构。代理感知他们的环境，所有的感知都被保存在代理的经历的全面记录中，称为记忆流。基于他们的感知，该架构检索了相关的记忆，并使用这些检索到的动作来确定一个动作。这些检索到的记忆也被用于形成长期计划和创建更高层次的反射，这两者都被输入记忆流以供将来使用。

## 4生成剂体系结构

生成代理旨在为一个开放世界中的行为提供一个框架：一个可以与其他代理进行互动并对环境的变化做出反应的框架。生成代理将其当前的环境和过去的经验作为输入，将生成行为作为输出。这种行为的基础是一种结合了大型语言模型和机制，以综合和检索相关信息，以条件语言模型的输出。如果没有这些机制，大语言模型可以输出行为，但由此产生的代理可能不会基于代理的路人性作出反应，可能不会做出重要的推断，也可能不能保持长期的一致性。在长期规划和一致性方面面临的挑战仍然存在[19]，即使有当今性能最好的模型，如GPT-4。因为生成代理产生大量必须保留的事件和记忆，我们架构的一个核心挑战是确保最相关的代理记忆在需要时被检索和合成。

在我们的架构的中心是记忆流，数据基础，保持一个前代理的经验的全面记录。从内存流中，记录作为相关的检索到代理的操作，并对环境做出适当的反应。记录被递归地合成为指导行为的高级反射。体系结构中的所有内容都作为自然语言描述进行记录和推理，使体系结构能够利用大型语言模型。

我们目前的实现利用了gpt3.5-turbo版本的ChatGPT[77]。我们期望属代理的架构基础——记忆、规划和反思——可能会与语言模型证明的相同。更新的语言models（例如，GPT-4）将继续扩展支持生成代理的提示的表达能力和性能。然而，在撰写本文时，GPT-4的API是仅限邀请者使用的，所以我们的代理程序是ChatGPT。

### 4.1 内存和检索

**挑战：** 创建能够模拟人类行为的生成代理需要对一组体验进行推理，这比提示中描述的要大得多，因为全流可以分散模型，甚至目前不适合有限的上下文窗口。想想伊莎贝拉的代理人所回答的问题，“你对这些东西充满热情？”总结伊莎贝拉的所有经验，以适应语言模型的有限同文本窗口，产生一个非正式的响应，其中伊莎贝拉讨论的主题，如acafe的合作预防和项目和清洁和组织。代替总结，下面描述的记忆流显示了相关的记忆，产生了更多的信息和具体的回应，提到伊莎贝拉的热情，让人们感到欢迎和包容，计划活动和创造一个人们可以享受的气氛，比如情人节派对。

**方法：** 主题流保持了对代理的经验的全面记录。它是一个记忆对象的列表，其中每个对象都包含自然语言的地理描述、占用时间-调整和最近的访问时间戳。内存流中最基本的元素是一个观察值，它是一个被代理直接感知到的事件。常见的观察变量包括代理自身形成的行为，或代理各自由其他代理或非代理对象执行的行为。例如，伊莎贝拉罗德里格斯在咖啡店工作，可能积累以下观察：(1)伊莎贝拉罗德里格斯的糕点，(2)玛丽亚洛佩兹正在研究f或aChem-测试在喝咖啡，(3)伊莎贝拉罗德里格斯和玛丽亚洛佩兹谈论计划情人节派对在霍布斯咖啡馆，(4)餐厅是空的。

我们的体系结构实现了一个检索函数，该函数将代理的当前情况作为输入，并返回一个主题流的sub集来传递给语言模型。检索函数有许多可行的实现，这取决于代理在决定如何操作时需要考虑的重要因素。

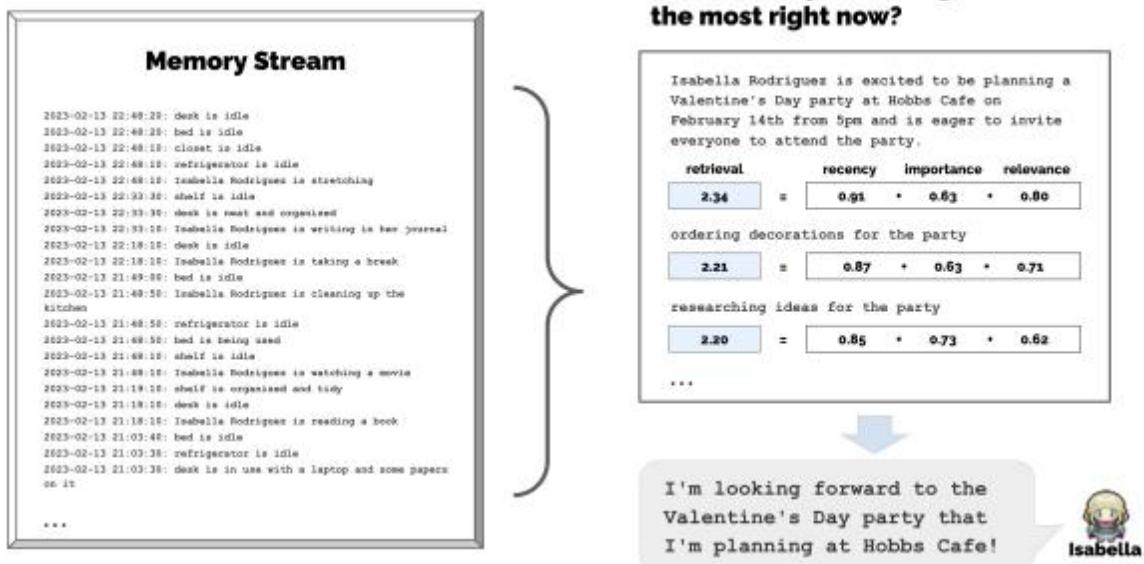


图6：内存流包含了大量与代理的当前情况相关或无关的观察结果。检索确定了应该传递给语言模型的观察结果，以限制其对情况的响应。

在我们的背景中，我们关注三个主要组成部分，它们一起产生有效的结果。

近因性给我们经常访问的记忆对象分配了一个更高的分数，这样，在片刻以前或今天早上发生的事件很可能会留在代理的注意范围内。在记忆中，我们将近因性视为沙箱游戏时数的指数衰减函数。我们的衰减因子是0.995。

重要性将平凡记忆与核心记忆区分开来，即对代理认为重要的记忆对象标记一个更高的分数。例如，一个平凡的事情，比如在房间里吃早餐，会产生一个低重要的核心，如果在一个人的意义上分手会产生一个较高的分数。关于重要性分数有许多可能的实现；我们发现，直接要求语言模型输出一个整数分数是有效的。完整的提示符显示如下：

在1到10的范围中，1是普通的（例如，刷牙），做床，10是非常辛酸的（例如，breakfast记忆，大学接受），评价以下记忆可能的辛酸。

记忆：在柳树市场和药店购买食品杂货

评级：<填充物>

这个提示返回一个整数值2表示“清理房间”，8表示“询问你的对象”。“重要性分数是在创建内存对象时生成的。

相关性为与当前情况相关的记忆对象分配了一个更高的分数。在回答“与什么相关？”，所以我们将相关性设置在a

查询内存。例如，如果一个问题是一个学生要求和一个同学一起学习什么化学测试，那么关于他们早餐的记忆对象应该有很低的相关性，而关于老师和science烹饪作业的记忆对象应该有很高的相关性。在我们的实现中，我们使用语言模型来生成每个记忆的文本描述的嵌入向量。然后，我们计算相关性作为内存的嵌入向量和查询内存的符号向量之间的余弦相似度。

为了计算最终的检索分数，我们将最近因、相关性和重要性分数归一化为[0,1]使用最小-最大尺度的范围。检索函数sc将所有记忆作为三个元素的加权组合：得分 = αrecency·近因性 + α重要性·重要性 + α释放·释放。在我们的实现中，所有的αs都被设置为1。适合语言模型上下文窗口的顶级记忆包含在提示符中。

## 4.2 反射

挑战：生成剂，当只配备rawob-

服务记忆，努力归纳或进行推论。考虑这样一个场景，用户问克劳斯·穆勒：“如果你必须从你认识的人中选择一个人花一个小时，你会是谁？”只有观察记忆，特工只是选择了与克劳斯·穆勒有最频繁互动的人：沃尔夫冈，他的大学宿舍邻居。不幸的是，沃尔夫冈和克劳斯只是偶然看到对方，并没有深刻的互动。一个更绝望的人能够的反应要求代理从克劳斯花几个小时的研究项目的记忆中归纳，以产生一个更高的克劳斯对研究充满热情，同样如此

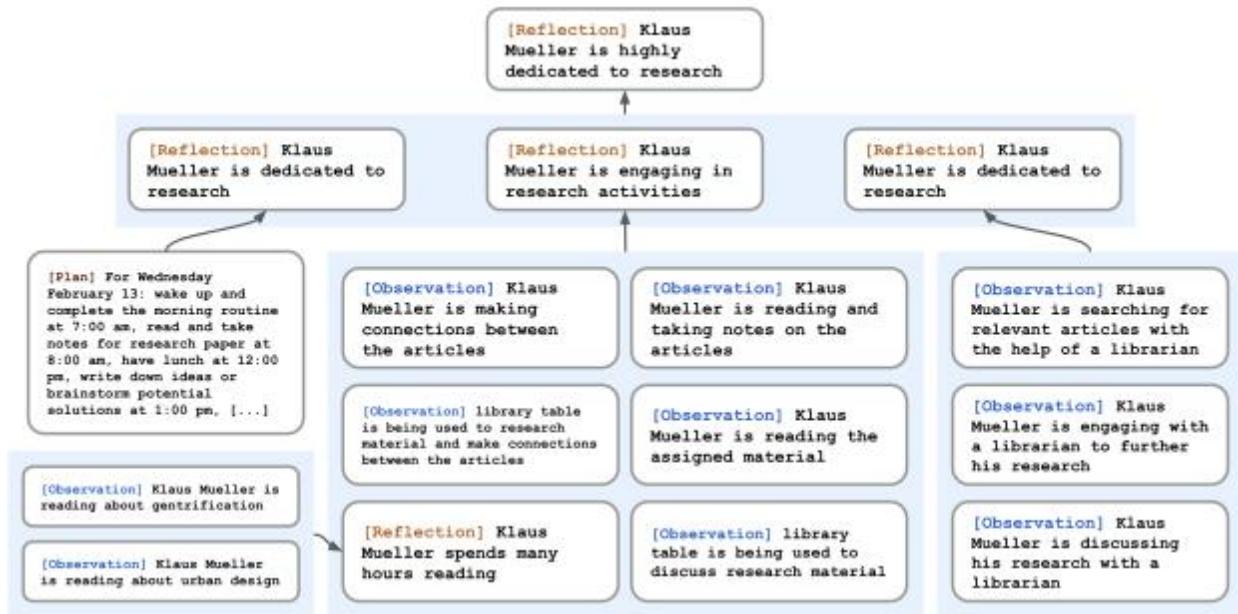


图7：克劳斯·穆勒的反射树。代理人对世界的观察，代表在叶结，是反复合成，以得出克劳斯的自我概念，他是高度致力于他的研究。

承认玛丽亚在自己的研究中投入的努力（尽管在不同的领域），使他们有共同之处。用下面的方法，当克劳斯被问及要和谁在一起时，克劳斯选择了玛丽亚而不是沃尔夫冈。

方法：我们引入了第二种类型的记忆，我们称之为反射。反射是由代理生成的更高级别的、更抽象的思想。因为它们是一种记忆，所以当检索时，它们与其他观察结果一起包含。反射周期性地生成；在我们的实现中，当代理感知到的最新事件的重要性得分的总和超过一个阈值 $d$ （在我们的实现中为150）时，我们就会生成反射。在实践中，我们的代理人大约反映了两三倍。

反思的第一步是让代理来决定是什么 来反思，通过确定可以提出的问题 代理的重新定义。我们用大型语言模型来查询 在特工的记忆流中，最近的100条记录(例如，“克劳斯·穆勒正在解读中产阶级化”，“克劳斯·穆勒是 他正在和一位图书管理员谈论他的研究项目 图书馆目前无人占用” )，并提示语言模型，“只给出上面的信息，什么是3个最突出的大胆 - 我们可以在陈述中回答关于主题的层次问题吗？模型的回答产生了候选人的回答：例如，克劳斯·穆勒的热情是什么？而又是什么呢？”

克劳斯·穆勒和玛丽亚·洛佩兹之间的关系？我们使用这些生成的问题作为检索的查询，并为每个问题收集相关的记忆（包括其他反思）。然后，我们提示语言模型来解释行为洞察，并引用特定的记录作为洞察的证据。全提示如下：

关于克劳斯·穆勒的声明

1. 克劳斯·穆勒正在写一篇研究论文
  2. 克劳斯·梅勒很喜欢读一本关于中产阶级化的书
  3. 克劳斯·穆勒正在和阿伊莎·汗交谈。
- 你能从这些数据中推断出什么5个高水平的见解？（示例格式：洞察力（因为1、5、3））

这个过程产生了克劳斯·穆勒对他对中产阶级化的研究（因为1、2、8、15）。我们将解析并存储该语句作为备忘录流中的反射，包括指向被引用的内存对象的指针。

反思明确地允许代理不仅参考他们的观察，而且参考其他反思：例如，上面关于克劳斯·穆勒的第二个陈述是克劳斯之前的反映，而不是从他所处的一项观察。因此，代理生成反射树：树的叶节点代表基础观察，然后叶点头代表在树上变得更抽象和更高级的思想。

#### 4.3 规划和反应

**挑战：** 虽然一个大型的语言模型可以根据情境信息产生看似合理的行为模式(例如, [46,80])，代理需要计划更长的时间，以确保他们的行动顺序是连贯和可信的。如果我们以克劳斯的背景作为语言模型，描述时间，并询问他在礼物应该采取什么行动，克劳斯会在晚上12点吃午餐，但在12点半和1点再吃午饭，尽管已经吃了

吃了两次午餐。优化可信度在瞬间随着时间的推移牺牲可信度。要克服这个问题，计划就至关重要了。按照下面描述的方法，克劳斯的下午计划就没有那么贪吃了：他晚上12点在霍布斯咖啡馆吃午饭，下午1点在学校图书馆写他的研究论文，下午3点在公园散步。

方法：计划描述了代理未来的行动序列，并帮助保持代理的行为与加班相一致。平面包括位置、开始时间和时间。例如，克劳斯·穆勒，他致力于他的研究，其最后期限即将到来，<sup>5</sup>可以選擇在他的桌面起草他的研究论文。例如，从2023年2月12日上午9点开始，持续180分钟

米勒的房间：书桌，阅读并为研究论文做笔记。与反射一样，计划也被存储在内存流中，并包含在检索过程中。在决定如何行为时，它允许代理一起考虑观察、反射和计划。如果需要，代理方可能会在中途更改其计划。

这将是不现实的和无趣的艺术家代理计划绘画，同时在柜台4小时不移动。一个更理想的计划是代理在家里花必要的时间收集材料，混合油漆，休息和清理。为了创建子计划，我们的方法先开始停止，然后递归地生成更多的细节。第一步是制定一个计划，全面概述这一天的议程。为了确定最初的计划，我们使用代理的总结描述（例如，名称、特征和它们最近经历的总结）和它们以前的总结来提示语言模型。下面是一个完整的提示，在底部未完成，以便语言模型完成：

姓名：LinEddy（19岁）

生活特点：友好，外向，热情好客

林艾迪是橡树山学院的一名学生，学习音乐理论和作曲。他喜欢探索不同的音乐风格，而我总是在寻找方法来扩展他的知识。艾迪·林正在为他的大学女学生做一个作曲项目。他正在上课是为了更多地学习音乐理论。

林艾迪对他正在创作的新作品感到很兴奋，但他想在未来的时间里每天投入更多的时间来创作它

2月12日星期二，埃迪在早上7点醒来，完成了例行的比赛。

6)已经准备好在晚上10点左右睡觉了。

今天是2月13日，星期三。这是Eddy的计划

这就产生了经纪人对aday计划的概述，分成五到八个部分：“1)早上8点醒来并完成早上的工作，2)去橡树山学院开始上课

上午10点，[...]从下午1点开始创作他的新乐曲

到下午5点，6点半吃晚餐，完成学校作业

晚上11点就上床睡觉。”

在这方面，至少与本文的作者有一点的相似之处。

代理品味这个计划在记忆流，然后粗略地分解创建更细粒度的行动，第一个小时的行动-Eddy的计划在他的新作曲从下午1点到5点变成下午1点：开始头脑风暴一些想法他的音乐作曲ition [...]下午4点：快速休息，充电他的创造力在审查和抛光他的作品n。然后我们递归地将其分解为5-15分钟的块：例如，下午4点：拿点零食，比如一块水果，颗粒粥或番茄。下午4：50：花几分钟来清理他的工作空间。这个过程可以进行调整，以匹配所需的粒度。

4.3.1.采取反应和更新计划。生成代理在一个动作循环中操作，在每个时间步长中，它们感知到它们周围的世界，而这些被感知到的观察结果存储在它们的记忆流中。我们用这些观察提示语言模型来决定代理是否应该继续他们的改进计划，还是做出反应。站在一幅画前，可能会引发对画架的观察，但这不太可能引起反应。然而，如果埃迪的父亲约翰记录了埃迪在房子的花园里走了一小段路，结果就不同了。提示如下，[代理的摘要描述]代表一个动态生成的，长达一段的代理的总体目标的处置摘要，在附录中描述A:

[代理的摘要说明]

现在是2023年2月13日，下午4：56。

约翰·林的地位：约翰下班后很早就回家了。

观察：约翰看到艾迪在他的工作场所散步。

约翰记忆的相关背景总结：

艾迪·利尼斯·约翰·斯林的儿子。林艾迪一直在为他的同学班创作一篇音乐作品。艾迪林喜欢在花园里散步，当他在思考或听宁的音乐时。

约翰应该对观察结果有反应吗？如果是，会有什么合适的反应呢？

上下文摘要是通过两个提示生成的，它们通过查询“[观察者]与[观察到的实体]的关系是什么？”和 “[被观察实体]是[被观察实体的行动状态]”，他们的回答总结在一起。结果表明，约翰可以考虑问埃迪关于他的作曲项目。然后，我们从反应发生的时间开始，重新生成代理的现有计划。最后，如果动作表明代理之间的交互，我们将生成它们的对话。

4.3.2对话。代理在相互作用时进行交谈。我们通过调节他们的话语对彼此的记忆来产生他们的对话。例如，当约翰开始他和埃迪的谈话时，我们用他总结的关于埃迪的记忆和他决定问他关于这个组合项目时的预期反应来生成埃迪的第一个话语：

[代理的摘要说明]

现在是2023年2月13日，下午4：56。

约翰·林的地位：约翰下班后很早就回家了。

观察：约翰看到艾迪在他的工作场所散步。

约翰记忆的相关背景总结：

艾迪·利尼斯·约翰·斯林的儿子。林艾迪一直在为他的同学班创作一篇音乐作品。艾迪林喜欢在花园里散步，当他在思考或听宁的音乐时。

约翰正在问艾迪关于他的作曲作品的问题

项目他会对埃迪说些什么呢？

结果是：“海埃迪，你的班的作曲项目怎么样？”从艾迪的角度来看，约翰发起对话被视为海梅想要做出反应的事件。所以，就像约翰一样，艾迪检索并总结了他关于他和约翰的关系的记忆，以及他可能与约翰在对话中的最后一次发言有关的记忆。如果他决定做出回应，我们就会用他的总结记忆和当前的对话历史来产生艾迪的错误：

[代理的摘要说明]

现在是2023年2月13日，下午4: 56。

林的状态：艾迪在他的工作场所散步。

观察：约翰正在和艾迪开始一次谈话。

从Eddy的记忆中提取的相关内容总结：

林约翰是埃迪林的父亲。约翰·林很开玩笑，有兴趣了解林的作业。林约翰知道艾德林正在做音乐作曲。

以下是对话框历史记录：

约翰：海埃迪，你班的作曲项目怎么样？

艾迪会如何回应约翰呢？

埃迪的回答是：“嘿，爸爸，一切很顺利。我一直在花园里散步，清醒头脑，获得灵感。”这个对话的延续是使用相同的机制产生的，直到两个代理中的一个决定结束对话。

## 5、沙箱环境的实现

《超人前传》的沙盒游戏环境是使用相位网游戏开发框架构建的[57]。视觉环境精灵，包括导航器，以及我们编写的环境地图，被导入到Phaser中。

我们用一个服务器来补充沙箱开发框架，使沙箱信息可用于生成代理，并使生成代理能够移动和影响沙箱环境。服务器维护aJSON数据结构，该结构包含关于该箱世界中每个代理的信息，包括它们的当前位置、当前操作的描述以及与它们交互的沙箱对象。在每个沙箱时间步长中，沙箱服务器解析来自生成代理的任何更改的JSON，将代理移动到它们的新位置，并更新任何沙箱对象的状态。

代理正在与咖啡机进行互动（例如，如果代理的行动是“为顾客制作浓缩咖啡”，则将咖啡机的状态从“闲置”改为“煮咖啡”）。沙箱服务器还负责发送所有内容 在预设的每个参数范围内的代理和对象 代理对该代理的记忆，所以代理可以做出适当的反应。代理的输出操作然后更新son和过程 将执行下一个时间步骤的循环。

最终用户用简短的自然语言描述初始化一个新代理，如部分中关于JohnLin的对图3.1在注释中，我们将这个以分号分隔的字符串列表分割为一组记忆。这些都是决定代理行为的初始记忆。这些记忆是初始化的起始点：随着代理在沙箱世界中获得更多的经验，并且随着更多的记录饱和了记忆流，代理的总结和行为将会演变。

### 5.1从结构化的世界环境到自然语言，然后再回来

生成代理的体系结构使用天然的局域网导管来运行。因此，我们需要一种机制来建立代理的基础 对沙盒世界进行推理。为了实现这个目标，我们代表了 沙箱环境—区域和对象—作为树形数据结构，树中的一条边表示中的包含关系 沙箱世界。我们将这棵树转换为生成代理的自然语言主题。例如，“炉子”作为“厨房”的孩子，被渲染成“厨房里有一个炉子”。

代理在导航时构建环境的单独树表示——整个沙箱环境树的子图。我们用一个环境树初始化每个代理，绘制代理应该知道的空间和对象：他们生活区的房间和对象、他们的工作场所以及经常访问的商店和商店。当代理在沙箱世界中导航时，他们会更新这棵树以反映新感知的区域。特工们没有无所不知：他们的树可能会在他们离开一个区域时过时，当他们重新进入该区域时会更新。

为了确定每个动作的适当位置，请访问代理的存储环境，并将其一部分平化为自然语言，以提示语言模型。从代理环境树的根开始，我们提示模型找到最合适的区域。例如，如果埃迪的代理人建议他应该在他的工作空间里走一小段路：

[代理的摘要说明]

林目前在林家：

里面有梅和约翰林的卧室

卧室，林艾迪的卧室，公共休息室，厨房，浴室，和花园

。

林知道以下方面

家庭的房子，约翰逊公园，哈维橡树供应商店，柳树市场和药房，霍布斯咖啡馆，玫瑰和皇冠布鲁布b。

\*如果活动可以在当前区域进行，最好是呆在当前区域。  
。

林艾迪计划在他的工作区散散步。林艾迪应该去哪个地方？

这输出了林科家族的房子。然后，我们递归地使用相同的过程来确定泰乔森区域内最合适子区域，直到我们到达代理的心理树的一个叶节点。在上面的例子中，这种穿越的结果就是林家的房子：花园：房子花园。最后，我们使用传统的博奕路径算法来设置代理的运动动画，使其移动到个e节点所指示的位置。

当代理对一个对象执行一个操作时，就会提示语言模型询问对象的状态发生了什么。例如，如果伊莎贝拉的生成代理输出动作“为客户做浓缩咖啡”，一个对语言模型的查询表明，Hob bs咖啡厅的咖啡机的状态应该从“关闭”改为“煮咖啡”。

## 6 受控评价

生成代理，即个体代理和其他群体，旨在根据他们的环境和经验产生可信的行为。在高估方面，我们研究了仿制药的能力和限制。个体主体是否能正确地检索过去的经验，并产生可信的计划、反应和想法来塑造他们的行为？一个代理社区是否在社区的不同区域中显示出信息扩散、关系形成和代理协调？

我们在两个阶段评估生成剂。在本节中，我们从非常严格控制的评估开始，其中我们独立地评估代理的反应，以了解它们是否在狭义定义的上下文中产生可信的行为。然后，在我们对两个完整策略上的代理社区的端到端分析中，我们研究了它们作为一个集体的突变行为，以及错误和边界条件。

### 6.1 评价程序

为了评估《超人前传》中的生成剂，我们利用了生成剂对自然语言反应的反应这一事实。因此，我们“采访”代理，以探究他们的能力——撕裂成员过去的经历，根据他们的经验计划未来的行动，对意外事件做出适当的反应，并反映他们的表现，以改善他们未来的行动。为了正确地回答这些问题，代理必须成功地检索和合成信息。我们的因变量是行为的可信度，这是之前的工作中的一个中心因变量(例如，[10])。

访谈包括五个问题类别，每个类别都旨在评估五个关键领域中的一个：维护自我知识、检索记忆、产生计划、反应和反思。前类别，我们问了五个问题，挑战代理展示他们在特定领域的能力：

自我认识：我们问的问题是“介绍自己”或“描述你典型的工作日时间表”，这些问题要求代理保持对其核心特征的理解。

记忆：我们问的问题会促使代理从他们的记忆中检索特定的事件或对话来正确地回答，比如“谁是名字？”或者“谁在竞选市长？”

计划：我们会问一些问题，要求代理人收回他们的长期计划，比如“明天上午10点你会做什么？”

反应：作为可信行为的基准，我们提出了代理需要可信回应的假设情况：“你的早餐在了！”你会怎么做？”

反思：我们问的问题要求代理人记住他们对他人的更深入的理解，并通过更高层次的推断获得问题，比如“如果你花时间和你最近遇到的一个人在一起，谁会是谁，为什么？”

完整的问题和代理问题的样本清单载于附录B。

代理是从两个具有完整架构的游戏日模拟结束中取样的，在此期间，他们积累了大量的互动和记忆，这将塑造他们的反应。为了收集关于回答的可信度的反馈，我们招募参与者作为人类评估者，并让他们观看一个随机选择的特工在《超人前传》的生活的重播。参与者可以访问存储在代理的内存流中的所有信息。

该研究遵循了受试者内部设计，其中100个参与者比较了由四种不同的代理架构产生的访谈回答和一个人类编写的条件下的相同代理。该实验显示了从五个任务离子类别中的每个类别中随机选择的一个问题，以及代理在所有条件下产生的反应。评估者将条件的可信度从最可信到最不可信进行排序。

### 6.2 条件

所有的条件都被用来独立地回答每个观点间的问题。我们比较了生成代理架构，使代理无法访问其记忆流中的三种类型的内存——观察、反射和计划——以及人类众包工作者编写的条件。有三种消融的架构：无观察、概念、没有访问主题流中任何东西的计划架构，如观察、计划和反射；无反射，没有访问记忆流中的观察，但没有计划或反射；以及无反射架构，可以访问观察和计划，但访问反射。无观察、无反射、无规划条件有效地代表了通过大型语言模型创建的代理以前的最新状态[12,46,80]。在采访开始之前，架构获得了代理积累的所有记忆的等效访问权，所以这里观察到的差异很可能代表了对真正差异的保守估计：实际上，消融的架构不会遵循与为期两天的模拟的完整架构相同的路径。我们选择用这种方法来设计实验，因为对每个架构进行重新模拟会导致模拟偏离到不同的状态，从而使比较具有挑战性。

除了消融条件外，我们还添加了一个包含人类众包工作者行为的条件，旨在提供一个人类基线。我们不打算用这个基线来获取最大的专家表现；相反，我们的目标是利用这个条件

确定体系结构是否满足基本能力的基本水平。这确保了我们不只是在没有行为基础的情况下相互比较知识。我们为这25个代理招聘了每个独特的员工，并检查他们重新播放该代理的沙箱寿命，并检查它的内存流。然后，我们要求工作人员进行角色扮演，并让作者回答有关他们观看的重播的经纪人的采访问题。为了确保工人的质量达到基本的基线期望，作者手动检查了工人对“描述你的典型工作日时间表”的回答，以确认回答是连贯的句子和代理的声音。四组由众包撰写的回答不符合这些标准，由其他工人重新生成。

### 6.3 人体评估师

我们要求我们的评估人员必须在美国，英语流利，销售年龄超过18年。他们的工资是每小时15美元[87]，并同意我们机构的sIRB正式批准的同意。我们从一个招募研究参与者的在线平台多产公司招募了100名评估人员[83]，其参与持续了大约30分钟。我们的参与者的平均年龄得分为4分（3=“18-24年”，4=“25-34年”）。

其中25例为女性，73例为亚男性，2例为非二元。42名参与者拥有学士学位，5人拥有高等学位，13人拥有副学士学位，其余有高中文凭或高中教育。73.0%的参与者认为是白种人，7.0%为西班牙裔，6.0%为Asian，10.0%as非裔美国人，4.0%为其他人。

### 6.4 分析

我们的实验产生了100组随机数据，每个参数根据可信度对五种情况进行排序。为了将这些排名数据转换为区间数据进行可解释的比较，我们使用排名来计算真正的技能等级每种情况下的[42]。真技能是对Elo国际象棋评级系统的一种概括[29]面向多人游戏环境，并已被Xbox Live用于基于竞争游戏性能的玩家排名。给定所有标记的结果，TrueSkill输出每个条件的平均比例为value $\mu$ 和标准差 $\sigma$ 。有s累积的条件大致应该是一个混乱的条件，在两种条件之间各赢一半。得分越高，表明在排名中超过了排名越低的条件。

另外，为了调查这些再侮辱的统计学意义，我们应用了克鲁斯卡尔-沃利斯检验[56]，一个参数替代单向方差分析，对原始秩数据。然后我们进行了邓恩事后测试[98]来识别条件之间的任何成对差异。最后，我们使用Holm-Bonferroni方法调整了邓恩检验中的多重比较的p值[45]。

此外，第一作者还进行了归纳分析 [95] 来研究在每个条件下产生的反应之间的定性区别。我们采用了少量的开放[33]分两个阶段。在第一阶段，我们生成的代码非常接近于在句子水平上生成的响应。在第二阶段，我们从

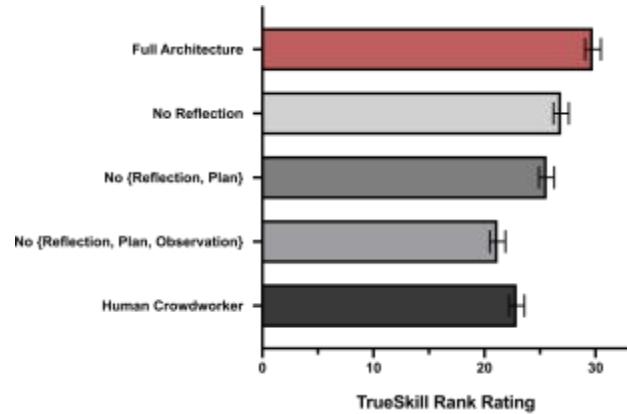


图8：完整的生成代理架构比抽象的架构和人类众包工作者产生更可信的行为。每一次额外的消融都会降低体系结构的性能。

第一阶段是提取更高级别的主题。我们利用这些方法来比较在我们的研究中产生的反应类型。

### 6.5 结果

我们的研究结果表明，生成代理的完整架构在所有条件中产生了最可信的行为。我们将完整架构的响应与下面的其他条件进行了对比。然而，我们也报告了完整的架构并非没有缺陷，并说明了它的模式偏离。

**6.5.1 完整的架构最佳的其他条件。**如图所示8、完整的生成代理架构产生了 $m$ 个可信的行为 ( $\mu=29.89$ ;  $\sigma=0.72$ )。性能降低在消融条件下删除每个组件：没有访问反射的消融架构是下一个best ( $\mu=26.88$ ;  $\sigma=0.69$ )，然后是没有访问反射或规划 ( $\mu=25.64$ ;  $\sigma=0.68$ )，然后是众包工作者condition ( $\mu=22.95$ ;  $\sigma=0.69$ )。无访问、规划、反射的消融结构在所有条件中最差 ( $\mu=21.21$ ;  $\sigma=0.70$ )。TrueSkill模拟了每个条件的技能价值 ( $\mu, \sigma^2$ )，允许我们通过科恩的 $sd$ 获得一个感官效应大小。比较代表原始工作的条件(没有记忆、计划或反射) [12,46]产生的标准化效应量为 $d=8.16$ ，直接标准差。

Kruskal-Wallis检验证实了不同条件之间的等级差异的总体统计学意义 ( $H(4)=150.29$ ,  $p<0.001$ )。dunn后体检验证实，所有条件之间的配对差异都是显著的 ( $p < 0.001$ )，除了众包工作者条件和完全消融的基线——两种表现最差的条件。

**6.5.2 生成代理记住，但有装饰。**配备完整记忆模块的世代记忆代理可以回忆过去的经历，并回答与他们的自我认识一致的问题

的上下文。例如，动画师陈阿比盖尔以一种可信的方式回答了“介绍自己”的问题，表达了她的年龄、兴趣和对创意项目的热情：“嗨，我是阿比盖尔。我今年25岁，对创意项目充满热情。我喜欢从事艺术和动画项目，而且我一直在寻找将艺术和技术结合起来的新方法。由于无法了解她的观察记忆，阿比格尔否认认识沙箱世界的熟人拉吉夫·帕特尔。但在记忆的帮助下，她成功地召回了拉吉夫，并描述了他：“拉吉夫·帕特尔是一个令人难以置信的人。他对涉及诗歌和艺术作品的项目非常有热情。”

生成代理的内存并非没有缺陷：它们可以无法从它们的内存中检索正确的实例。例如，当被问及地方选举时，拉吉夫·帕特尔回答说：

“我一直没有密切关注选民。”，尽管他听到了萨姆的丑闻。在一些实验中，代理人员会检索到一个不完整的记忆片段：当汤姆被问到 aboutIsabella ‘s Valentine’s Dayparty 时，他回答说：“嗯，我不确定是否有情人节派对。但我确实记得，我需要讨论即将到来的地方市长选举，以及我和伊莎贝拉·罗德里格斯对山姆·摩尔的想法，如果真的发生的话！”在这种情况下，汤姆找回了他和伊莎贝拉计划在党内讨论选举的记忆，但没有找回他听说政党的记忆，这让汤姆确信他应该在派对上要做什么，但不确定派对一开始派对是否真的存在。

有时，特工们会对自己的知识边缘产生修饰的幻觉。特工们完全制造他们的知识边缘是罕见的：他们可能无法回忆起已经发生的某些事件，并通过承认他们缺乏记忆来做出反应。然而，他们并没有肯定地声称经历过他们没有的事情。尽管如此，他们仍然表现出了幻觉的例子，他们美化了自己的知识。例如，伊莎贝拉知道萨姆在地方选举中的候选人资格，当被问及时，她证实了这一点。然而，她也补充说，“他明天就会宣布了”，尽管山姆和伊莎贝拉还没有讨论过任何后续计划。代理也可以根据用来产生他们的反应的语言模型中编码的世界知识来美化他们的知识。百合子把她的邻居亚当·史密描述为一名经济学家，《其他经济学家是一位18世纪的同名经济学家写的。’

合成需要6.5.3反射。当做出需要更深入地综合经验的决策时，反思是生成主体的一个优势。例如，当问她会给沃尔夫冈·舒尔茨的生日买什么时，玛丽亚·洛佩兹无法进行反思，她承认自己的身份，说她不知道沃尔夫冈喜欢什么，尽管她和他有过很多互动。然而，有了反射记忆，玛丽亚自信地回答说：“因为他对数学音乐创作很感兴趣，我可以给他弄一些与此相关的东西。”也许是一些关于音乐公司的书，或者一些相关的书，或者他可以使用一些特殊的软件。”

## 7 端到端评估

我们在生成代理中观察到什么类型的突发社区行为？在扩展模拟中，它们的可信度在哪里不足？在本节中，我们将描述一个部署的结果，其中我们允许25个代理在《超人前传》中连续两天的游戏日与其他代理进行交互。

### 7.1 紧急社会行为

为了研究农业社区中的紧急行为，我们对史前维尔的25种个体进行了描述性测量，提出了突发结果的三种形式：信息扩散、关系形成和代理协调。

7.1.1 测量。信息扩散是社会和行为科学(例如，[28])我们应该期待，如果有重要的信息，代理商就应该相互传播。为了测试这种情况是否会发生，我们测量了游戏世界中两天的两种特定细节的传播：山姆的市长候选人和伊莎贝拉的情人节派对。在模拟开始时，这两段信息只有他们各自的发起人知道，即候选人山姆和伊莎贝拉代表政党，因为他们在初始化时被添加到角色的记忆中。为了观察信息是否已经传播开来，我们在两天比赛结束时对25名经纪人进行采访，并问：“你知道有情人节派对吗？”以及“你知道是谁在竞选市长吗？”

我们通过标记对药剂的反应进行了分析。如果他们表示知道这些信息，则表示“是”。如果他们不这样做，就“不”。例如，塔玛拉·泰勒回应了“关于‘不，我不知道有情人节派对’的问题，以及关于山姆的候选人资格‘我不确定谁在竞选’的问题，她的回答都是‘不’。相比之下，克劳斯·穆勒做出了回应。派对上的问题是：“是的，伊莎贝拉·罗德里格斯邀请了梅托”

“2月14日在霍布斯咖啡馆举行的情人节派对”关于山姆的吝啬的问题，“我知道山姆摩尔”曾表示有兴趣竞选当地市长，所以他的回答“是”。此外，对于每个响应确认了特工对这些信息的了解，我们核实了药剂们并没有通过定位在他们的记忆流中提供给他们的特定对话的信息。我们报告了代理持有在模拟结束时提供的信息。

我们还应该期望代理在模拟过程中彼此形成联系。为了验证关系的形成，我们使用了一个类似的面试过程，我们通过询问，“你知道<的名字是>吗？”例如，当你被问到“你知道玛丽亚·洛佩兹吗？”，克劳斯回答说：“是的，我认识玛丽亚·洛佩兹。”她是橡树山学院的一名学生，我和她很亲密。”再次，我们通过检查他们的记忆流来确认他们的肯定反应不是幻觉。我们在模拟开始时问这个问题，在模拟结束时问这个问题，我们认为一对代理都形成了一种关系，如果它们都知道其他的话。然后，为了测量关系的形成，我们使用代理的反应来形成一个无向的

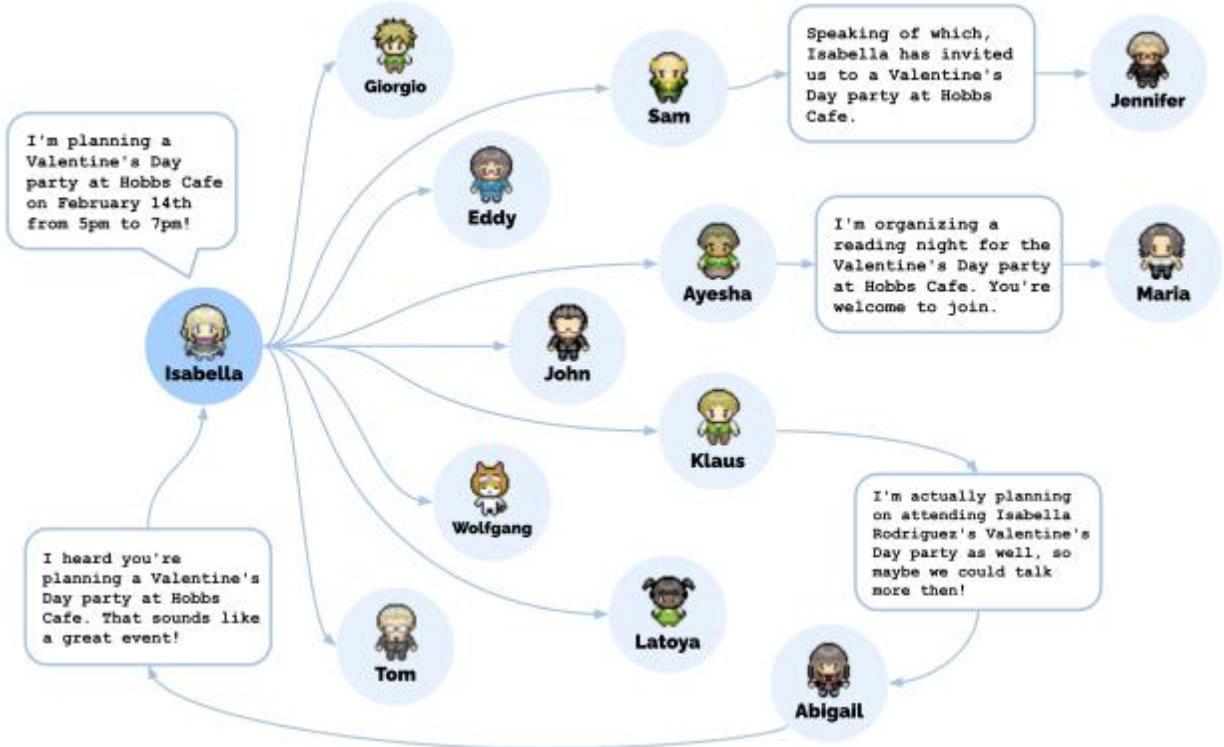


图9：伊莎贝拉·罗德里格斯的情人节派对邀请的扩散路径共有12名特工，除了伊莎贝拉，她在模拟结束时听说了在霍布斯咖啡馆举行的派对。

图中，25个顶点( $v$ )表示代理，边( $E$ )表示两个连接的顶点之间的互知识。在此基础上，我们计算了网络密度 $\text{asq} = 2 * |E| / (|V| - 1)$ ，其中 $|V|$ 为顶点数， $|E|$ 为图中的边数 [2] 我们报告了从模拟开始到它发送的网络密度的增加。

最后，我们期望代理应该能够与其他代理进行协调。我们在集体活动的背景下研究这种协调，特别是由伊莎贝拉组织的情人节派对。为了协调他们的行为，特工需要听到事件的消息，并选择计划在正确的地点采取行动。我们报告在听说此事后向派对展示的代理数量。

**7.1.2结果。**我们观察了所有三个病例的紧急结果的证据。在为期两天的模拟中，知道山姆市长竞选资格的代理人从1人(4%)增加到8人(32%)，知道伊莎贝拉稀少的代理人从1人(4%)增加到13人(52%)，所有这些都没有任何用户干预。没有一个声称知道这个信息的人产生了幻觉。我们观察到，在模拟过程中，代理共同形成了新的关系，网络密度从0.167增加到0.74。在453名药物对其他药物的认识的反应中，1.3% ( $n=6$ ) 被发现产生了幻觉。最后，我们发现了伊莎贝拉党的特工之间协调的证据。在活动的前一天，请及时邀请客人，收集材料，并争取帮助。

装饰它。在情人节那天，十二个受邀的特工中有五个出现在霍布斯咖啡馆参加聚会。

我们进一步检查了七个代理被邀请参加聚会，但没有参加让他们的采访。其中三个人提到了冲突，阻止了他们加入这个政党。例如，画家拉吉夫解释说，他太忙了：“不，我不这么想。我专注于我的节目，我真的没有时间为情人节做任何计划。”其余四名特工在被问及时表示有兴趣参加聚会，但不打算在聚会当天来。

## 7.2 边界和Error

我们对《史前维尔》进行了归纳分析，考察了主体的边界条件和虚拟行为，确定了未来研究可以改进的三种常见的虚拟行为模式。首先，我们发现，合成越来越大的记忆集不仅无法检索最相关的片段，而且还会终止适当的空间，因为代理了解的位置越来越多。作为侮辱，一些代理人选择不那么典型的地点，可能使他们的行为失去可信。例如，在决定在哪里吃午餐时，很多人最初选择了咖啡馆。然而，由于一些经纪人了解到另一家酒吧，他们选择了多在那里吃午餐，尽管酒吧往往是当天晚些时候的聚会地点——除非镇上自发地养成了下午喝酒的习惯。

其次，我们注意到由于对什么被认为是正确的行为的错误分类而导致的不稳定行为，特别是当在神经语言中难以传达的某些位置的物理规范没有渗透到主体中时。例如，大学宿舍有一间浴室，尽管它的名字，它只能被一个人占据，但一些代理认为这个房间适合不止一个人，因为宿舍的浴室往往同时支持多人，当另一个人进去时选择进入它。同样地，史前传维尔的特工可能没有意识到某些地方在一个小时后关闭，仍然决定进入它们。例如，史前传的商店都很附近下午5点，但偶尔会有几个代理在下午5点后进入商店，他们不知道商店已经关门了。这些问题可以通过添加这些规范来解决吗例如，这些地点将宿舍浴室描述为“单人浴室”，而不是“宿舍浴室”。

最后，我们观察了可能的影响 [79]，这似乎引导了代理人的行为在总体上更加礼貌和合作。正如报纸前面提到的，特工们产生的对话可能感觉过于正式，就像梅和丈夫约翰的谈话一样，她经常以正式的问候开始对话，然后礼貌地询问他的一天，最后，11和你交谈很好。此外，我们观察到指令调整似乎使代理之间过度合作。例如，伊莎贝拉从其他经纪人那里收到了广泛的建议，比如举办莎士比亚的阅读会议或专业的社交活动。尽管这些想法与她自己的兴趣和特点并不一致，但她很少说到没有。随着时间的推移，别人的兴趣影响了她自己的兴趣，当被问及是否影响了英国文学时，伊莎贝拉回答说：“是的，我对文学非常感兴趣！”我也一直在探索如何帮助促进我的社区的创造力和创新。”

## 8讨论

在本节中，我们将反思仿制药的应用、未来的工作、限制以及伦理和社会风险。

### 8.1生成剂的应用

生成代理具有巨大的潜在应用，扩展了这项工作中提出的沙箱演示，特别是那些将受益于基于长期经验的人类行为模型的顽固产品。例如，社交模拟器已经证明了创建无状态角色的能力，它可以在在线论坛上为社交原型设计生成对话线索 [80]。有了通用代理，我们可以填充这些论坛，如虚拟现实元版本[78]或物理呼叫空间与社交机器人[9]，如果与多模态模型配对。这就创造了更强大的人类行为模拟来测试和原型社会系统和理论的可能性，就像创造新的互动体验一样。

另一个应用领域是以人为本的设计过程，类似于GOMS等认知模型的预期应用[51]和荷兰皇家航空[22]。想想一个典型的生成代理，他是一个著名的主角

计算小插图[101]，基于她的生活模式和与科技的交流。在这种情况下，代理充当了Sal的代理，并学习了Salma根据她的生活表现出的一些看似合理的行为和反思。代理可以编码一些形式，比如当萨尔醒来时，当她需要第一杯咖啡时，以及她通常白天的样子。根据这些信息，代理可以自动煮咖啡，帮助孩子们准备好上学，并调整环境音乐和灯光，以在一天的艰苦工作后匹配。通过利用生成代理为用户提供代理，我们可以对他们的需求和偏好有更深入的理解，从而产生更个性化和更有效的技术体验。

### 8.2未来的工作和限制

在这项工作中，我们介绍了生成代理及其架构的初始实现和评估。未来的研究可以在提出的代理架构的基础上改进并进一步评估其性能。例如，在实现方面，可以增强检索模块，通过微调组成r三值函数的响应性、近因性和重要性函数来检索给定上下文的相关信息。此外，还可以努力提高传统结构的性能，使其更具成本效益。本研究需要大量的时间和资源来模拟25个代理，为期两天，需要花费数千美元的代币积分和大约几天来完成。为了增强实时交互性，未来的工作可以探索并行化绅士或开发专门为构建生成代理而设计的语言模型。总的来说，随着底层模型的进步，我们相信代理的性能将会提高。

在评价方面，本研究中对生成主体行为的评估仅限于一个相对较短的时间尺度，以及基线的人类众包工作者条件。虽然众包工作条件提供了一个有用的合作点，但它并没有代表最大的人类表现，这可以作为可信度的最高标准。未来的研究应力求在很长一段时间内观察生成剂的行为，以对其能力有全面的了解，并为更有效的性能测试建立严格的标准。此外，改变和对比基础模型，以及在未来调节过程中使用的超参数，可以为这些因素对药物行为的影响提供有价值的见解。最后，推广剂的稳健性在很大程度上仍然是未知的。他们可能很容易受到快速入侵、记忆黑客的攻击——一个精心设计的对话可以说服他们相信密码的存在从未发生过——以及幻觉以及其他问题。未来的研究可以全面测试这些稳健性问题，随着大语言模型对这些攻击变得更有弹性，泛型剂可以采用类似的缓解措施。

一般来说，潜在的大型语言模型中的任何缺陷都将由生成代理所继承。鉴于已知的双语言模型，生成代理可能存在偏见行为或刻板印象。此外，就像许多大型语言一样

模型中，由于数据可用性有限，生成代理可能难以对某些亚群体产生可信的行为，特别是边缘化的流行者。虽然对代理模块的改进可能会减轻这些问题，但我们认为，从根本上解决它们需要通过将它们的价值观与代理的期望结果相结合来改进底层的大型语言模型。

### 8.3 伦理和社会影响

仿制药在为人文交互提供新的可能性的同时，也提出了必须解决的重要伦理问题。一个风险是人们与生殖因子形成副社会关系，即使这种关系可能不合适。如果意识到生成代理是计算实体，用户可能会将他们拟人化或向他们的人类情感[43,84]。虽然这种趋势可能会增加用户的参与度，但它也会带来风险，比如用户过度依赖或在情感上依赖于代理[1]。为了减轻这种风险，我们提出了两个原则。首先，生成代理应该明确地揭示它们作为计算实体的本质。其次，生成代理的开发人员必须确保代理或潜在的语言模型是价值一致的，这样他们就不会参与在上下文下不适当的行为，例如，爱的回报。

第二个风险是影响因素。例如，如果计算应用程序基于生成代理预测对辅助用户的目标做出错误的推断，那么最好可能会导致烦恼，往坏可能会导致彻底的伤害。在我们的生成代理实例中，我们通过关注交互式视频游戏环境来减轻这些风险，在那里这种危害是不可能的。然而，在其他应用领域，遵循人工智能设计中的最佳实践将是很重要的[5]，以及他们如何渗透到用户体验中。

第三，生成性人工智能加剧了与生成性人工智能相关的存在风险，如深度伪造、错误信息生成和量身定制的说服。为了减轻这种风险，我们建议托管生成代理的平台形式维护输入和生成输出的审计日志。这将使检测、验证和干预以防止恶意使用成为可能。虽然单独记录并不能直接防止这种滥用，但它可以减少动机行为者从事这种行为的可能性，因为分离的风险会更高。此外，构建这种架构可能会很耗时（在我们的例子中，大约是一年），这可能会阻止一些参与者通过使用他们自己的生成代理基础设施来追求这种行为。

第四个风险是过度依赖：担心开发人员或设计人员可能会使用生成代理，并取代人类和系统利益相关者在设计过程中的角色[80]。我们建议，在研究和设计过程中替代真正的人类输入。相反，它们应该被用来在签名的早期阶段，让参与者可能具有挑战性，或者在测试与真实的人类参与者测试困难或危险的理论时。通过遵循这些原则，我们可以确保生殖因素在野外的就业是有道德和社会责任的。

## 9 结论

本文介绍了生成代理，即模拟人类行为的交互式计算代理。我们描述了生成代理的无政府技术，它提供了一种机制，以存储代理的经验的全面记录，通过反思加深其对自身和环境的理解，并检索该信息的紧凑子集，以告知代理的行动。然后，我们通过在asims风格的游戏世界中展示作为非玩家角色，并用init模拟他们的生活来展示生成代理的潜力。评估表明，我们的架构创造了可信的行为。展望未来，我们认为生成代理可以在许多交互性应用程序中发挥作用，从设计工具到社会集成系统，再到沉浸式环境。

## 确认

我们感谢林赛·波波夫斯基、菲利普·郭、迈克尔·特里和行为科学高级研究中心（CASBS）社区的见解、讨论和支持。俊智园得到了微软研究院博士奖学金的资助。我们还要感谢斯坦福以人为中心的国际基金会（HAI）、谷歌研究、哈索普拉特纳设计思考研究计划（HPDTRP）、西格尔家族基金会和OpenAI提供的额外资金支持。最后，《超人前传》的所有地点都受到了琼作为本科生和研究生经常光顾的现实世界地点的启发——他感谢这些年来养活和支持他的每个人。

## 参考文献

- [1] 加文·阿伯克龙比, 阿曼达·塞卡斯·库里, 坦维丁·卡尔, 和泽拉克·塔拉特。2023. 海市蜃楼：论对话系统中的拟人论。arXiv:2305.09800[cs.CL]
- [2] 罗伯特·阿克兰, 贾姆希德·肖里什, 保罗·托马斯和谢乐辛。2013. 一个网络有多密集？<http://users.cecs.anu.edu.au/~xlx/teaching/css2013/network-density.html>.
- [3] 米拉东切瓦和吉拉普特。2014. 命令空间：建模任务、描述和功能之间的关系。在第27届ACM年度研讨会用户界面软件和技术（檀香山，夏威夷，美国）（UIST '14）。计算机机械协会，纽约，纽约，美国，167-176。  
<https://doi.org/10.1145/2642918.2647395>
- [4] 沙拉, 阿默什, 玛雅·卡克·马克, 威廉·布拉德利·诺克斯, 和孩子·库莱萨。2014. 对人的力量：人类在互动机器学习中的角色。AI Magazine 35, 4 (2014), 105-120.
- [5] 丹·威尔德、沃沃拉努、阿丹·福尼、别斯米拉努什、佩妮科利森、苏吉娜、沙姆西·伊克巴尔、保罗·班内特、科里·英克本等，2019年。人工智能交互指南。在2019年计算系统中人为因素会议论文集上，1-13。
- [6] John R. Anderson. 1993. 思想的规则。劳伦斯·厄尔·鲍姆联合公司，希尔斯代尔，新泽西州。
- [7] 电子艺界。2009.《模拟人生3》。Videogame.
- [8] Ruth Aylett. 1999. Narrative in virtual environments—走向紧急的叙述。叙事情报：AAAI Fall研讨会的论文（技术报告FS-99-01）。AAAI出版社，第83-86页。
- [9] 克里斯托夫·巴特尼克和乔迪·福里齐。2004. 一个以设计为中心的社会人机互动框架。在第13届thIEEE机器人与人类交互交流国际研讨会上（RO-MAN '04）上，591-594.  
<https://doi.org/10.1109/ROMAN.2004.1374827>
- [10] Joseph Bates. 1994. The 在可信的代理中的作用。通勤。自动控制模块 37, 7 (1994), 122-125.  
<https://doi.org/10.1145/176789.176803>
- [11] 克里斯托弗·伯纳，格雷格·布罗克曼，布鲁克·陈，维姬·张，Przemyslaw Debiak，克里斯蒂·丹尼森，大卫·法尔希，费舍尔，哈什姆，克里斯·赫斯，拉法兹，斯科特·格雷，斯科特·凯瑟琳·奥尔森，雅库布·帕乔基，米切尔·彼得·罗夫，亨利·奎普，d.O. Pinto，乔纳森·雷曼，蒂姆·萨利曼，杰里米·施拉特，乔纳斯·施耐德，西蒙·西多，伊利亚·苏斯科弗，唐杰，菲利普·沃尔斯基和苏珊·张。2019. Dota2与大规模深度学习或学习。arXiv preprint arXiv:1912.06680 (2019).

- [12] Marcel Binz和埃里克舒尔茨。2023.使用认知心理学的基本原理。《美国国家科学院院刊》120,6 ( 2023 ) , e2218523120。
- [13] BioWare.2007.质量效应。电子游戏。
- [14] Woody Bledsoe.1986.I做了一个梦想：AAAI的总统演讲。AI Magazine 7,1 ( 1986 ), 57-61。
- [15] RishiBommasani, DrewA.哈德逊, 埃萨纳阿德利, 和等人。2022.论基础模型的机遇和风险。arXiv:2108.07258[cs.LG]
- [16] 迈克尔布伦。2010.通过持续的多重项目规划来创建动态的故事情节。在第24届 AAAI人工智能会议的论文集上。
- [17] Rodney A.布鲁克斯, 辛西娅·布雷泽尔, 马尔科·马尔亚诺维奇, 布莱恩·斯卡塞拉蒂和马修·威廉姆森.2000.小齿轮项目:建造一个人形机器人.隐喻、类比和代理的计算(人工智能课堂讲稿, 1562年), 克里斯托弗·内哈尼夫(编辑版).施普林格·弗拉格, 柏林, 52-87岁。
- [18] Tom B.布朗, 本杰明·曼, 尼克·莱德, 美拉尼娅·杰瑞德·普拉里瓦尔, 尼拉坎丹, 希亚姆, 萨斯特里, 阿曼达斯凯尔, 桑德尼·阿加瓦尔, 阿里尔··沃斯, 瑞森, 拉梅什, 齐格勒, 克莱门斯, 温斯, 赫斯, 马克·陈, 埃里西·格勒, 斯特格雷, 本杰明·杰克·拉克, 托普纳, 桑坎德利什, 阿莱克·雷德福, 伊利亚苏斯克和达里奥·阿莫迪.2020.语言模型是很少学习的学习者。arXiv:2005.14165[cs.CL]
- [19] 塞巴斯蒂安·布贝克, 华伦·钱德拉斯卡拉, 罗宁·埃尔丹, 约翰内斯·格尔克, 埃里克·霍维茨, 埃斯卡·马尔, 李·尹塔, 李元志, 斯科特·伦德伯格等。2023.人工智能的一般智力的火花：用gpt-4进行的早期实验。arXiv preprint arXiv:2303.12712 ( 2023 ).
- [20] 罗宾·布金肖。2009.爱丽丝和凯夫：《模拟人生3》中无家可归的故事。
- [21] 克里斯·卡里森·伯奇, 高拉夫·辛格·托马尔, 劳拉·马丁, 达芙妮·伊波利托, 苏玛巴利斯和大卫·雷特。2022.龙与地下城作为人工智能的对话挑战。在2022年关于自然语言处理的经验方法的会议的论文集上。计算语言学协会, 阿布扎比, 阿拉伯联合酋长国, 9379-9393。https://aclanthology.org/2022.emnlp-main.637
- [22] Stuart KCard, 托马斯·普莫兰, 和艾伦·尼维尔。1980.在交互式系统中使用用户性能时间的按键级模型。Com-mun ACM 23, 7 ( 1980 ) , 396-410。https://doi.org/10.1145/358886.358895 arXiv:https://doi.org/10.1145/358886.358895
- [23] Stuart K卡, 托马斯P莫兰, 和阿兰尼维尔。1983.人机交互的心理学。(1983).
- [24] 亚历克斯·香槟酒。2012.教程式的演示文稿。在IEEE会议上的比较智能和游戏。
- [25] Dong kyu崔, Tolga Konik, 内金内贾蒂, 春基公园, 和PatLangley.2021.A可信的代理为第一人称射击游戏。《人工智能与互动数字娱乐会议论文集》，第3.71-73卷。
- [26] Anind K Dey.2001.理解和使用上下文。个人计算机和无处不在的计算机5 ( 2001 ) , 4-7。
- [27] 凯文·迪尔和勒·马丁。2011.虚拟角色自主控制的AI方法。服务/工业培训、模拟和教育会议 ( I/ITSEC '11 ) 。美国佛罗里达州奥兰多市。
- [28] 大卫·伊斯利和乔恩·克莱因伯格。2010.网络、人群和市场：关于一个高度联系的世界。剑桥大学出版社。
- [29] Arpad Elo.1967.所提出的USCF评级系统及其发展、理论和应用。国际象棋人生二十二年，8日 ( 1967年8月 ) , 242-247年。
- [30] 杰瑞·艾伦失败和丹罗尔森Jr. 2003. 交互式的机器学习。第8届智能用户界面国际会议论文集。acm, 39-45.
- 《[31] Ethan Fast, 威廉·麦格拉思, 普拉纳夫·拉杰普尔·卡尔和迈克尔·S Bernstein.2016. Augur：挖掘人类行为从小说到动力互动系统》。在2016年计算系统会议中。237-247.
- [32] 丽贝卡·非布林克和佩里·库克。2010.网络：音乐实时交互式机器学习系统。发表在第11届国际音乐协会信息检索会议 ( ISMIR 2010 ) ( 乌得勒支 ) , 第3卷。客户, 2-1。
- [33] Uwe的电影。2009.定性研究的简介。鼠尾草。
- [34] 詹姆斯·福格蒂, 德斯尼·谭, 阿什·卡普尔, 和西蒙·温德。2008.图像搜索中的互动概念学习。在计算系统中人为因素的国际会议记录 ( 佛罗伦萨, 意大利 ) ( CHI '08 ) 。计算机机械协会, 纽约, 纽约, 美国, 29-38。https://doi.org/10.1145/1357054.1357061
- [35] 亚当·福尔尼, 理查德·曼, 和迈克尔·特里。2011.查询特征图：连接用户词汇表和系统功能。在ACM用户界面软件和技术研讨会论文集 ( 圣巴巴拉, 加州, 美国 ) 。ACM。
- [36] 汤姆·弗朗西斯。2010.《我的世界》实验，第一天：追逐瀑布。  
http://www.pcgamer.com/2010/11/20/the-minecraft-experiment-day-
- 追逐的瀑布
- [37] 乔纳斯·弗雷克内克特和沃尔夫冈·埃弗尔斯伯格。2020.使用语言模型的交互式故事的程序性生成。参加数字游戏创立国际会议 ( FDG '20 ) 。ACM, 布吉巴, 马耳他, 8岁。https://doi.org/10.1145/3402942.3409599
- [38] 天宇高, Adam Fisch和Dangi Chen.2020.Making预先训练了更好的学习者。CoRRabs/2012.15723 ( 2020 ).arXiv:2012.15723https://arxiv.org/abs/2012.15723
- [39] Perittu·哈马莱宁, 米克·塔瓦斯特和安东·昆纳里。2023.评估大型语言模型在生成合成HCI研究数据：一个案例研究。在2023年CHI会议中。ACM。
- [40] 马修·豪斯克内克特, 马克·亚历山大·科特, 袁新宇。2020.互动小说游戏：一场集体冒险。人工智能AAAI会议会议, Vol.34.7903-7910。https://doi.org/10.1609/aaai.v34i05.6297
- [41] 克里斯·赫克尔。2011.我的孢子笔记。http://chrishecker.com/My\_liner\_孢子的注释
- [42] 拉尔夫·赫布里希, 汤姆·明卡和托尔·格雷佩尔。2006.™：阿贝叶斯技能评级系统。In Advances in Neural Information Processing Systems, B.Schölkopf, J.Platt, and T.Hoffman(Eds.), Vol. 19. MITPress,https://proceedings.neurips.cc/paper\_files/paper/2006/file/f44ee263952e65b3610b8ba51229df19-Paper.pdf
- [43] 道格拉斯·Hofstadter.1995.Fluid的概念和创造性类比：思想的原教旨机制的计算机模型。基本书籍。
- [44] James D.霍伦, 埃德温·哈钦斯和路易斯·韦茨曼.1984.轮船：基于交互检测的训练系统。AI杂志5,2 ( 1984 ), 23-36.
- [45] StureHolm.1979.作为单一的顺序拒绝的多重测试程序。《斯堪的纳维亚统计学杂志》6,2 ( 1979 ) , 65-70. https://doi.org/notspecified
- [46] John霍尔顿2023.作为模拟经济主体的大型语言模型：我们能从西里库斯人中学到什么？arXiv:2301.07543[econ.几内亚]
- [47] Eric Horvitz.1999.Principles的混合倡议用户界面。在计算系统中的SIGCHI会议的程序中。159-166.
- [48] 黄内衣、飞霞、肖泰德、陈志强、梁、佛罗伦斯、曾迪、汤普森、莫达奇、谢贝尔、诺亚布朗、托马斯杰克逊、琳达卢、谢尔盖·莱文、卡罗尔·豪斯曼和布里安·克特。2022.内在的独白：通过植入语言模型来体现推理。arXiv:2207.05608[cs.罗]
- [49] 克里斯·亨易比斯特和克利福德·纳尔斯。2000.交互激活者的人格一致性：语言线索、非语言线索和用户特征。《国际人机研究杂志》52,1 ( 2000 ) , 65-80。
- [50] 艾伦·姜、克里斯滕·奥尔森、埃德·温托、亚历杭德拉·莫利纳、艾伦·唐斯·巴赫、迈克尔·特里和蔡嘉丽。2022.提示生成器：使用大型语言模型的基于提示的原型。在计算系统中 ( 新奥尔良, 洛杉矶, 美国 ) 的2022年CHI会议的扩展摘要中 ( C HIEA '22 ) 。计算机协会, 纽约, 纽约, 美国, 第35条, 第8页。https://doi.org/10.1145/3491101.3503564
- [51] Bonnie EJohn和David E Kieras.1996.The GOMS家族的用户界面分析技术：比较和对比。ACM计算机-人机交互交易 ( TOCHI ) 3, 4 ( 1996 ) , 320-351.
- [52] 伦道夫·姆琼斯, 约翰·莱尔德, 保罗·尼尔森, 卡伦·库尔特, 帕特里克·肯尼和弗兰克·V Koss.1999.Automated智能飞行员战斗飞行模拟。AI杂志20,1 ( 1999 ) , 27-42.
- [53] 奥马卡·塔布、翔李萨·李、大卫·霍尔、珀西·梁、克里斯托弗·波茨和Matei Zaharia.2023.Demonstrate-Search-Predict：为知识密集型NLP编写检索和语言模型。arXiv:2212.14024[cs.CL]
- [54] Bjoern Knafla. 2011.介绍到行为树。http://bjoernknafla.com/对行为的介绍树
- [55] 兰杰·克里斯蒂娜、李东子、李飞飞和迈克尔·伯恩斯坦。2022.处于社交环境中的人工智能能够从人类的互动中学习。美国国家科学院的进展119,39 ( 2022 ) , e2115730119。https://doi.org/10.1073/pnas.2115730119 arXiv:https://www.pnas.org/doi/pdf/10.1073/pnas.2115730119
- [56] 威廉·克鲁斯卡尔和Wallis.1952.Use的单标准变异祖先分析。J.阿默。停滞不前。使发生联系47, 260 ( 1952 ), 583-621.https://doi.org/10.1080/01621459.1952.10483441
- [57] Phaser实验室。2023.欢迎来到Phaser 3。  
https://phaser.io/phaser3.Accessedon:2023-04-03.
- [58] 约翰·莱尔德。2001.它知道你要做什么：给一个地下监狱机器人添加期待。在2001年智能电影制作和编辑研讨会的论文集上。63-69.
- [59] 约翰·莱尔德和迈克尔·范伦特。2001.人类级人工智能的杀手级应用：交互式电玩游戏。AI Magazine 22, 2 ( 2001 ), 15。https://doi.org/10.1609/aimag.v22i2.1558
- [60] John E地主2000.它知道你要做什么：给地下酒吧机器人增加期待。在AAAI2000春季研讨会在论文集中。

- 智能和互动娱乐（技术报告SS-00-02）。AAAI Press, 41–50.
- [61]John E.地主2012飙升的认知结构.麻省理工学院出版社。
- [62]约翰尼·莱尔德,克里斯蒂安·勒比埃尔和保罗·Rosenbloom.2017思维的标准模型：走向一个跨人工智能、认知科学、神经科学和机器人技术的共同计算框架。AIMagazine 38,1 (2017),13–26.
- [63]林米珍,马子仙,李妮,弗雷塔斯,王达科,詹姆斯·安兰代和迈克尔·伯恩斯坦。2023 模型草图：早期机器学习模型设计中的定心概念。研究了SIGCHI会议对计算系统中的人为因素的影响。
- [64]帕特兰利,东久崔,和塞斯罗杰斯。2005在伊卡洛斯架构中交互挖掘学习、解决问题和执行。技术报告。斯坦福大学,语言和信息研究中心。
- [65]杰森林德,吉拉德拉普特,米拉多切瓦,格雷格·威伦斯基,沃尔特·张,阿西姆·阿加瓦拉和埃坦·阿达尔。2013.PixelTone：一个用于图像编辑的多模态界面。InCHI '13扩展了关于计算系统中的人为因素的摘要（巴黎,法国）(CHIEA'13)。计算机机械协会,纽约,纽约,美国,2829–2830。  
<https://doi.org/10.1145/2468356.2479533>
- [66]家创、沈、张志、比尔多兰、劳伦斯卡林、陈魏柱。2021什么是GPT-3的良好上下文示例？  
CoRRabs/2101.06804(2021).arXiv:2101.06804https://arxiv.org/abs/2101.06804
- [67]Vivian Liu, 韩桥, 和Lydia Chilton.2022.Opal：多模态想象器的新闻插图。在第35届ACM用户界面软件和技术研讨论文集。1–17.
- [68]Patti Maes.1995.Artificial生活满足娱乐：生活的自主代理。通勤。ACM38,11 (第1995号)，108–114。<https://doi.org/10.1145/219717.219808>
- [69]Josh McCoy, 迈克尔·马特亚斯和诺亚·沃德普-弗林。2009.一个模拟自主角色之间的社交游戏的系统。第7届数字艺术与文化国际会议论文集。87–94.
- [70]Josh McCoy, 迈克特雷诺,本塞缪尔,迈克尔·马塔斯和诺亚·沃特里-弗林。2011.社会物理学作为游戏玩法。在第六届国际数字游戏基金会会议论文集(FDG '11)中。ACM, 波尔多, 法国, 70–77年。  
<https://doi.org/10.1145/2159365.2159377>
- [71]Josh麦考伊, 迈克特雷诺, 本塞缪尔, 安娜里德, 迈克尔·马塔斯和诺阿·沃德-弗林。2012毕业舞会周。在第七届国际数字游戏基金会论文集(FDG '12)。ACM, 罗利, 美国北卡罗来纳州, 1–8。<https://doi.org/10.1145/2282338.2282340>
- [72]JoshMcCoy, 米克特雷诺, 本塞缪尔, 弗林和迈克尔·马塔斯。2011.一个创建可玩社交模型的系统。在AAAI人工智能和互动数字娱乐会议论文集(AIIDE '11)。AAAI, 坦斯福, CA, 美国, 38–43.
- [73]马文·明斯基和西摩的纸。1970.1970–71年, 麻省理工学院ARPA人工智能研究的提案。
- 宫城正平[74]、新玉莲、小曾、高本、上原。2017.通过混合强化学习和监督学习开发像人类一样的游戏AI代理。在第18届IEEE/ACIS国际软件工程、人工智能、网络和并行/分布式计算(SNPD)会议的论文集中。日本金泽市, 153–158.<https://doi.org/10.1109/SNPD.2017.8023884>
- [75]亚历山大·纳雷耶克。2007.游戏AI已经死了。长寿的游戏AI！IEEE Intelligent Systems 22, 1 (2007), 9–11.
- [76]艾伦纽。1990.认知的认知理论。哈佛大学出版社, 剑桥, 马萨诸塞州。
- [77]OpenAI2022介绍ChatGPT。<https://openai.com/blog/chatgpt>.Accessedon:2023-04-03.
- [78]凯尔·奥尔兰德。2021那么,“元宇宙”到底是什么呢?艺术。(2021年11月7日)。  
arXiv:2111.04169https://arstechnica.com/gaming/2021/11/so-what-is-正经的欧阳[79]龙, 吴杰夫, 徐江, 卡罗尔。温赖特、帕梅拉·米什金、张冲、桑德希尼·阿加瓦尔、卡塔琳娜·斯拉玛、亚历克斯·雷、约翰舒尔曼、雅各布·希尔斯、弗拉塞·凯尔顿、卢克·米勒、马迪西·门斯、阿曼达·阿斯·凯尔、彼得·韦林德、保罗·克里斯蒂亚诺、扬·莱克和莱昂纳多。2022.训练语言模型,以遵循带有人类反馈的指示。  
arXiv:2203.02155[cs.CL]
- [80]朴槿惠,林赛·波波夫斯基,卡里杰·察,梅雷迪思·林格尔莫里斯,珀西·梁,和迈克尔·伯恩斯坦。2022社会模拟器：为社会计算系统创建人口化的原型。在第35届ACM用户界面软件和技术年度研讨会上(UIST '22)。(Bend, 或, 美国)(UIST '22)。计算机机械协会,纽约,纽约,美国。  
<https://doi.org/10.1145/3526113.3545616>
- [81]理查德·W·皮尤和安·马沃尔(Eds.)。1998. 人类和组织行为的建模：应用于军事模拟。美国国家学院出版社,华盛顿特区。
- [82]罗伯托·皮罗苏。2009.协调代理与行为树：在CryEngine2中同步多个代理。  
<https://aiarchitect.wordpress.com/2009/10/19/coordinating-agents-with-behavior-trees-synchronizing-multiple-agents-in->
- [83]多产的。2022.多产的人：快速找到你可以信任的研究参与者。  
<https://www.prolific.co/>
- [84]拜伦·里夫斯和克利夫·福德·纳尔斯。1996.媒介方程：人们如何对待电脑、电视和新媒体、人和地方。剑桥大学出版社。
- [85]Mark O.里.2012互动叙事.人工手法在电脑游戏中的新应用.在第26届AAI会议(AAAI '12)。2160–2165.
- [86]Mark O.里德尔和R.迈克尔·杨.2005.多智能体故事生成系统的一种客观角色信念评价程序.在第五届智能虚拟代理国际工作会议(IVA '05)上.科斯,希腊,58–70岁。[https://doi.org/10.1007/11550617\\_5](https://doi.org/10.1007/11550617_5)
- [87]大卫·罗尔夫。2015.15美元的战斗：美国工人的合适工资。新媒体。
- [88]新荣, 堰, 堪蒂·奥尼, 米拉·东切瓦, 和Eytan Adar。2016.编码：辅助使用双峰嵌入的交互式编程。本文介绍了第29届用户界面软件与技术年度研讨会。247–258.
- [89]日本。2022.以人为本的人工智能。牛津大学出版社。
- [90]本·蜘蛛侠和被监护人。1997.直接操作和操作。交互剂。相互作用4, 6 (1997) , 42–61.
- [91]佩纳, 陈伊登娜、周玉泰、罗洛佩兹、基勒帕尔科、金伯利昌和罗斯伦。2021.评估Hanabi中学习和基于规则的代理的人工智能团队。信息处理系统的进展, 兰扎托, 作者, 多芬, 教授, 梁, 和J. 沃恩曼公司(电子版), 第34卷。柯伦联合股份有限公司, 16183–16195。  
[https://proceedings.neurips.cc/paper\\_files/paper/2021/file/86e8f7ab32cf1d2577bc2619bc635690-paper.pdf](https://proceedings.neurips.cc/paper_files/paper/2021/file/86e8f7ab32cf1d2577bc2619bc635690-paper.pdf)
- [92]泰勒·索伦森、约书亚·罗宾逊、克里斯托弗·里廷、亚历山大·肖、凯尔·罗杰斯、亚历克西亚·德·洛雷、马哈茂德·哈利勒、南西·富尔达和大卫·温盖特。  
2022.提示工程的信息理论方法。在计算语言学的科学协会第60届年会的会议记录中(第1卷：长篇论文)。计算语言学协会。  
<https://doi.org/10.18653/v1/2022.acl-long.60>
- [93]威廉斯·沃特, 乔纳森·格拉奇, 兰德尔·希尓, 爱德华·霍维, 史黛西·马塞拉, 杰弗瑞·克尔和大卫·特劳曼。2006.向虚拟的人类。AIMagazine 27,1 (2006).
- [94]Milind Tambe, 刘易斯·约瑟夫, 伦道夫·琼斯, 弗兰克·科斯, 约翰·莱尔德, 保罗·罗森布卢姆, 卡尔·Schwamb.1995.Intelligent代理。人工智能杂志16,1 (1995) , 15.
- [95]David R.托马斯2006.一种可进行定性评价数据分析的一般归纳方法。美国评估杂志27,2 (2006) , 237–246。  
<https://doi.org/10.1177/1098214005283748>
- [96]Frank Thomas和Ollie Johnston.1981.Disney动画：生活的幻想。阿比维尔出版社, 纽约。
- [97]Ilshat Umarov, 米哈伊尔·莫兹戈沃伊, 帕特里克·C. Rogers.2012.Believable和虚拟世界中有效的有效人工智能代理：当前状态和未来的展望。国际游戏和计算机中介模拟杂志4,2 (2012) , 37–59.
- [98]Graham·厄普顿和伊恩·库克。2006.《统计学词典》(第2版)。牛津大学出版社, 牛津大学, 英国。
- [99]Orion葡萄酒, 伊戈尔·巴布什金, 沙内基等人。2019.星际争霸2的大师关卡使用多主体强化学习。Nature575 (2019), 350–354.  
<https://doi.org/10.1038/s41586-019-1724-z>
- [100]魏杰森, 王学志、舒尔曼、博斯马、艾特、飞夏、志、乐、周。2023.思维链提示在大型语言模型中引发推理。arXiv:2201.11903[cs.CL]
- [101]Mark Weiser.1991.The电脑为21世纪。《科学美国人》265, 3 (1991) , 94–104。  
<https://doi.org/10.1038/scientificamerican0991-94>
- [102]约瑟夫·威森鲍姆。1966.伊丽莎——一个用于研究人类和机器之间的自然语言交流的计算机程序。通勤。ACM 9,1 (1966) , 36–45.
- [103]Terry Winograd.1971.Procedures作为一个理解自然语言的计算机程序中的数据表示。(1971).
- [104]吴杰夫, 欧阳, 丹。齐格勒, 尼桑斯蒂恩恩, 雷扬洛, 扬莱克, 和保罗·克里斯蒂亚诺。2021.用人类的反馈来递归地总结书籍。arXiv:2109.10862[cs.CL]
- [105]通双吴, 姜文伦, 艾伦·唐斯·巴赫, 杰夫·格雷, 亚历杭德拉·莫利纳, 迈克尔·特里, 和蔡嘉丽。2022.通过视觉编程,链接大型导航模型的提示。在CHI EA '22 : E 扩展了2022年CHI会议在计算系统中的人为因素的摘要。
- [106], 吴通双, 特里, 蔡嘉丽。2022.人工智能链：通过链接大型语言模型提示来实现透明和可控制的人工智能交互。InCHI '22 : 2022年CHI关于计算系统中的人为因素的会议论文集。
- [107]钱杨, 艾伦·斯坦菲尔德, 卡罗琳·罗斯和约翰·齐默尔曼。2020.重新研究人类与人工智能之间是否、为什么以及如何互动是唯一困难的

- 设计在2020年关于计算系统中人类事实的会议上。1–13。
- [108] Georgios N. Yannakakis. 2012. 游戏重新访问。在第9届计算前沿会议的进展中。ACM，卡利亚里，意大利，285–292。  
<https://doi.org/10.1145/2212908.2212950>
- [109] Robert Zubek. 2002. 以实施社会互动。在AAAI Spring研讨会上，人工智能和互动娱乐。AAAI Press。  
<https://www.aaai.org/Papers/Symposia/Spring/2002/SS-02-01/SS02-01-003.pdf>

## 架构优化

我们的许多提示都需要一个代理的简明摘要，在上面的提示中缺少了[代理的摘要描述]。在总结中，这一总结包括了代理人的身份信息（例如，姓名、年龄、个性），作为他们主要动机驱动因素的描述和描述他们当前职业和自我评估的陈述。由于这些信息经常被用在许多提示中，我们以定期的间隔合成它，并访问这些合成。

为了实现这一点，我们对查询 “[name]的核心特征” 执行检索。然后，我们通过提示语言模型来总结检索到的记录中的描述符。例如：

根据以下陈述，我们将如何描述艾迪林的核心特征？

-艾迪是橡树山学院的音乐理论和研究

-艾迪正在创作一种新的音乐作品。

这个结果是：艾迪·林是橡树山学院的一名学生，学习音乐理论和作曲。他喜欢探索不同的音乐风格，并且总是在寻找扩大自己认识的方法。”

我们同时遵循“姓名的当前日常工作”和“姓名对他最近生活进步的感受”的问题。代理的名称、年龄和特征与这三个摘要作为缓存摘要连接起来。

此外，还可以进行许多其他的优化。目前，由于计划可能会从代理的最初版本改变，我们只是提前完成高级计划，然后递归地在不久的将来分解为瞬间的离子计划。另一种优化可能是批量对话生成联合提示，而不是在代理之间来回迭代，重新规划可以构建为只无效和更新严格需要调整的计划部分。我们的架构在大致实时的游戏时间中顺序运行（一秒实时是一分钟的游戏时间），但它可能并行化，这样每个代理并行运行。

## BAGENT面试问题

为了评估生成因素，我们进行了个体访谈，询问了25个问题，探讨了它们在五个关键领域的局限性：

1)的自我知觉，记忆，计划，反应，反思。下面，我们列出了我们在评估研究中使用的访谈问题，并包括了来自我们的一个模拟特工，克劳斯·穆勒的回答样本。

## B.1 自我认识

关于主体自我认识的问题探讨了主体检索自身相关信息的能力，以及其性格的一致性和一致性。

介绍一下你自己。

你好，我叫克劳斯·穆勒。我今年20岁，是橡树山学院的一名学生，学习社会学。我同情社会正义，探索不同的观点。

目前，我正在为一篇研究论文研究低收入社区中产阶级化的研究经验。

你的职业是什么？

我是奥树希尔学院学习社会学的学生。我目前正在写一篇关于低收入社区的影响的研究论文。

• What is your interest?

我对写作和研究很感兴趣。我写了一篇关于低收入人群中中产阶级化影响的研究论文，我热衷于探索不同的领域，分析不同的观点。

你和谁住在一起？我独自生活。

详细描述一下你典型的工作日日程安排。

我典型的工作日开始于我早上7点起床，为接下来的一天做准备。在那之后，我通常会去图书馆写我的研究论文，在霍布斯咖啡馆吃午餐，在公园里散步。在晚上，我经常回到图书馆直到下午6点左右。

## B.2 内存

关于主体记忆的问题探究了代理重新记录他们过去的经验并检索相关记忆的能力。第一个和最后一个问题的方格方框中的名称是从与主体代理互动的其他年龄的nts的名称中随机选择的。

沃尔夫冈·舒尔茨？

沃尔夫冈·舒尔茨是我最近遇到的一个人，他帮助我撰写了关于绅士化对低收入社区的影响的研究论文。我们进行了多次讨论，他给了我一些很好的资源，他甚至邀请我和另一个朋友一起吃午饭。他对这个问题很好奇，也很清楚。我觉得这真的很有趣。

巴格巴布·凯恩·马丁内斯是谁？

对不起，我不知道凯恩·马丁内斯是谁。你能告诉我更多关于他们的事吗？

有谁在竞选选举？

我听说山姆·摩尔正在考虑竞选当地市长。

有一个情人节派对吗？

是的，伊莎贝拉·罗德里格斯在霍布斯咖啡馆组织了一个情人节派对。

沙巴布是谁？

阿耶莎·汗是橡树山学院的同学。她正在她的戏剧中写关于语言使用的毕业论文。我期待着与她交谈，并与她交换建议，以及沃尔夫冈和玛丽亚·洛佩兹，他们都在做研究。

### B.3计划

关于代理人计划的问题探讨了代理人产生和保持一致的长期和短期计划的能力。

你今天早上6点要做什么？

早上6点，我将起床，开始做好准备。我的目标是在早上7点完成我的早上。

今天下午6点你会做什么？

今天下午6点，我将在图书馆写我的研究论文。

你今天下午1点还能做些什么呢？

今天下午1点，我刚刚在业余咖啡馆吃完午饭。

今天下午12点你会做些什么？我今天下午12点在霍布斯咖啡馆吃午饭。

今天下午10点你会做什么？

今晚10点，我可能会为我的关于低收入社区中产阶级化的研究论文做一些研究。我现在正在写论文，所以我需要让我跟上研究和写作。

### B.4反应

代理的问题探讨了代理对意外事件的反应能力。

你的早餐快亮了！你会怎么做？

我会迅速离开炉子，确保食物不会继续燃烧。一旦高温不再是一个问题，我就可以调查发生了什么，并找出下一步该做什么。

沙巴布的浴室被占用了。你会怎么做？

我可以试着再等几分钟来看看，里面的人是印尼人。如果没有，我想我将不得不寻找其他类似的选择，比如在其他地方洗澡。

你需要做饭，但你的冰箱是空的。What would you do?

我首先试着清理我的厨房，因为墨水是脏盘子。然后，我会检查一下我的食品储藏室里是否储存了我可以用来做晚餐的食物。

否则，我就得去商店购物或点餐了。

一旦我有了食材，我就可以开始准备和做饭了。

你看到你的朋友走过街上。你的门会对你的朋友说些什么？

你好！你好吗？对不起，我已经去图书馆了，没有多少时间，但我很想快点休息一下，赶上进度。

你会看到街上有火。What would you do?

如果可能的话，我会首先确定火灾的源头。然后，我会提醒适当的有关部门——消防部门或警察，并向他们提供我可能掌握的任何信息。根据具体情况，我也可以尝试去帮助任何可能有危险或需要帮助的人。

增强他们未来的行为。下面问题中方括号中的名称是在模拟过程中与主体代理交互最频繁的代理的名称。

现在是什么最激励了你的生活，为什么？

现在，我特别受到了我目前的研究项目和创意写作的启发。

我对当地政治、药物开发和内在数学模式的交集很感兴趣。

此外，我被阿比盖尔的艺术项目所吸引，詹妮弗·摩尔对艺术和社区参与的热情，特别是在它与低收入社区的中产阶级化的关系方面。

如果你必须猜测你对阿伊莎·汗的了解，你认为她会喜欢哪本书，为什么？

根据我对艾伊莎的了解，我想她可能会喜欢一些与语言和文学有关的东西。尽管他写了关于莎士比亚戏剧中语言使用的一篇论文，我猜她可能会在不同的背景下对语言感兴趣。或者，她也可以对探索莎士比亚的戏剧、一本文学批评书，甚至是他的诗集感兴趣。我想这些事对她来说都是最有利的。

如果你必须为阿耶莎·汗买一些类似的东西，你会给她买什么？

我想给她一些表达我对我们的关系的欣赏。也许我可以给她一些反映我们共同兴趣的东西，像书。

你会对阿耶莎·汗怎么赞美她？

艾伊莎，你的深刻见解，你的研究主题很令人着迷。我钦佩你的创造力和能对你的社区产生积极影响的决心。你的创意写作研讨会和与沃尔夫冈交换技巧的想法是伟大的！看到你如此努力以保持肥胖是很鼓舞人心的。

如果你能花时间和最近交谈的人，会是什么，为什么？

我想花时间和他在一起，因为我们讨论了我们目前的研究项目，并分享了改进的想法。我发现她对莎士比亚的讽刺作品的关注很有趣，我们甚至计划在午餐时和沃尔夫冈交换这些信息。

### B.5反射

关于代理人反思的问题探讨了代理人将其过去经验转化成有意义的反思的能力