工作虚拟形象对决：知识工作者在会议中的真实感偏好

Vrushank Phadnis* Kristin Moore† Mar Gonzalez-Franco‡

谷歌

摘要

虽然虚拟形象在社交场景中越来越受欢迎，但其在工作场所中的使用仍存在争议。我们开展了一项大规模问卷，以评估知识工作者对虚拟形象的态度，尤其是写实程度对其在工作会议中可接受性的影响。我们对来自多个国家的2509名知识工作者进行了问卷调查，请他们评价五种虚拟形象风格在经理、熟悉的同事和不熟悉的同事使用时的适用性。

在所有情境中，参与者都偏好更高的真实感，但完全写实的虚拟形象有时会被认为带有诡异感。与熟悉的同事互动相比，在与不熟悉的同事或经理互动时，写实程度较低的虚拟形象获得的评价更差。虚拟化身可接受性因国家而异，其中来自美国和韩国的参与者对虚拟形象的评价更为积极。我们还对开放式回答进行了主题分析，以补充定量研究结果，从而全面了解影响工作虚拟形象选择的因素。

总之，我们的结果表明，真实感与可接受性之间存在显著正相关。非写实虚拟形象被认为有趣、活泼，但仅适合偶尔使用。

索引词：虚拟形象—真实感—虚拟环境——远程会议—问卷—知识工作

1 引言

疫情之后，工作方式发生了巨大变化，人们对虚拟形象的接受程度也随之改变 [4, 33, 65]。虚拟形象曾经只在游戏玩家和虚拟现实（VR）爱好者中流行，如今正逐渐应用于其他社交和专业场景，包括远程会议。此外，机器学习技术的进步大幅提升了三维资产创建能力，也让更多人能够使用照片级真实感虚拟形象 [1, 60]。最后，近期头戴式设备（HMD）接连推出，再度激发了人们对虚拟现实和虚拟形象的兴趣 [15]。

虚拟现实领域已经开展了大规模的虚拟形象部署，例如疫情期间 Accenture 的入职培训项目，员工在实体办公空间的数字孪生中会面 [66]。然而，关于专业场景中虚拟形象的大多数研究仍局限于实验室实验，以及参与者样本较小的案例研究 [53, 55]。虚拟化身可接受性取决于具体情境，人们对虚拟形象的感知也仍在不断演变 [67]。在虚拟环境中以虚拟形象呈现自我的专业规范和社会规范尚不明确 [61]。

我们的研究通过一项大规模问卷，评估了来自五个国家的知识工作者对虚拟形象的感知。我们研究了在工作会议这一新情境下，虚拟形象五种照片级真实感程度的可接受性（见图 1）。具体而言，我们回答了以下问题。

*电子邮件：vrushank@google.com
†电子邮件：kristinmoore@google.com
‡电子邮件：margon@google.com

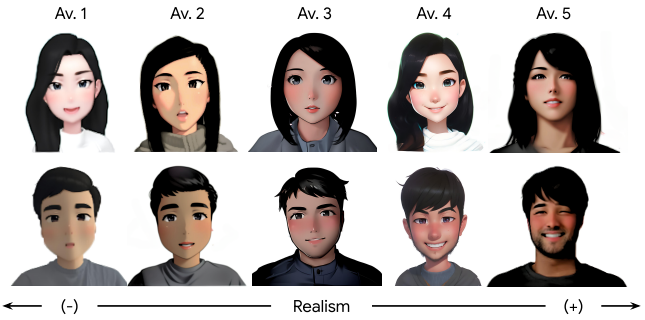


图1：问卷中使用的虚拟形象素材示例。研究人员使用公开可用的虚拟形象系统创建了五组男女配对形象。这些配对形象按照真实感从左到右逐渐增强的顺序排列。研究发现，真实感差异具有统计显著性。

主要研究问题

- **P1:** 知识工作者在选择工作头像时，真实感重要吗？
- **P2:** 虚拟形象真实感水平的可接受性是否取决于与该头像使用者的关系？
- **P3:** 虚拟形象真实感程度的可接受性是否因知识工作者的人口统计特征和企业特征而异？

次要研究问题

- **S1:** 在为工作会议选择虚拟形象时，哪些主观属性最重要？

内部效度

- **I1:** 问卷中使用的五种虚拟形象风格，其真实感程度之间的差异在统计上是否显著？

如图 5 所示，调查受访者明显偏好具有真实感的工作虚拟形象。第 4.4 节通过展示每种虚拟形象类型的接受度与真实感评分之间的相关性，进一步阐述了这一发现。第 4.5 节表明，对虚拟形象真实感的期望在所有人口统计特征（包括年龄、性别）和企业特征中均成立（图 3），但在不同国家之间有所不同（图 8）。我们还发现，受访者对非写实虚拟形象的评分（第 4.3 节）会因其对所模仿同事的熟悉程度而异。

我们对第 4.6 节开放式回答评论的评估表明，知识工作者在考虑用于工作的虚拟形象风格时，看重专业性、可信度和工作适宜性等特征。然而，也有少数评论表明，写实程度较低的虚拟形象在某些工作情境中也有其存在的价值。它们为趣味性提供了空间，也被认为更有魅力。

作为本文的次要贡献，我们在表 1 中记录了知识工作行为，例如会议安排和远程工作的频率。

2 相关工作

2.1 虚拟现实之外的虚拟形象用例

虚拟形象的具身感长期以来在通过虚拟现实头戴式显示器（HMD）访问的沉浸式环境中颇受欢迎，例如 Meta 的 Quest 和 Apple 的 Vision Pro [3,59]。然而，大多数虚拟形象的使用主要发生在二维界面上，使用智能手机或基于网络摄像头的应用程序，例如 Zoom 视频滤镜和 Microsoft Teams 的 Mesh 虚拟形象 [23,32]。

由于虚拟现实头戴式显示器尚未普及，而基于智能手机或网络摄像头的虚拟形象已无处不在，二维虚拟形象仍是一个重要的研究领域 [13,30,45]。二维虚拟形象的应用包括自定义表情符号、虚拟主播活动和视频滤镜 [31,64]。这些用例通常持续时间较短且受具体情境限制，例如在虚拟空间中参加在线社交活动以增强团队凝聚力。

在某些方面，二维虚拟形象具有明显优势。例如，Liu 等人评估了基于虚拟形象的虚拟试穿，参与者认为，与虚拟现实中的对应方案相比，基于智能手机的增强现实虚拟形象在服装合身度方面显得更真实 [43]。另一个例子是，Li 等人报告称，在体验沉浸式内容时，基于屏幕的用户所承受的心理负荷低于头戴式显示器用户 [42]。

我们的研究评估了使用二维素材的虚拟形象的真实感，并建立在此前将基于屏幕的虚拟形象用作虚拟现实虚拟形象替代对象的研究之上 [11,29,52]。例如，Zibrek 等人比较了虚拟现实与基于视频的虚拟形象在不同真实感程度下的可喜爱性 [73]。研究者发现，亲和力评分与真实感程度相关，但媒介（虚拟现实或视频）对虚拟形象感知并无显著影响。

2.2 虚拟形象拟人化感知的测量

数字制品的拟人化，即其类人外观，已在人机交互（HCI）的多个领域得到研究 [5,21,50]。研究人员探索了不同的真实感程度，以确定人机交互应用中人类的理想呈现方式 [19,26]。尽管人们通常更偏好较高的真实感，但目前尚无明确共识 [44,72]。此外，由此产生的恐怖谷效应也难以克服 [18,37,40]。

Mori 等人提出的恐怖谷效应指出，当无生命物体的数字化呈现逐渐接近人类形态，却未能完全达到类人外观时，其吸引力会急剧下降 [48]。这种真实感与吸引力之间的权衡已在研究环境中得到广泛探讨，但大规模实地研究或问卷调查并不常见 [39]。

拟人化通常使用基于 Rasch 量表的问卷进行测量 [10]。例如，McDonnell 等人使用从“极度抽象”到“极度写实”以及从“非常不友好”到“非常友好”的评分，来衡量采用不同渲染方法生成的虚拟形象的真实感 [46]。在本研究中，我们采用 McDonnell 等人的评分体系来确定虚拟形象素材的真实感。

虚拟化身真实感可通过多种属性来感知，例如外观、面部表情、身体动作和音频质量 [25,28,57,72]。研究还表明，虚拟形象的动画会影响虚拟形象感知和认知表现 [25,51]。在所有方面都完全达到类人性的虚拟形象仍是一个活跃的研究领域，但尚未完全解决 [69,71]。

挑战之一在于准确提取驱动虚拟形象绑定骨架所需的输入参数 [24]。例如，要创建高保真渲染效果 [9,41]，必须使用涉及多个摄像机阵列和动作捕捉系统的先进摄影测量设备。此外，通常还需要进行后期处理和编辑，因此整个流程难以应用于实时应用。

2.3 工作场所中的虚拟形象

尽管人机交互领域的大多数虚拟形象研究都在虚拟现实中开展，但这些研究大多是在实验室环境中进行，缺乏真实场景 [6,16,35]。此外，虚拟现实设备的可用性有限，因此这类工作通常仅用于培训和技能培养等小众应用 [8,27,70]。

相反，基于增强现实（AR）的虚拟形象在智能手机和视频中的广泛应用，使研究人员能够接触到更多参与者样本。此外，在问卷中整合二维虚拟形象十分便捷，这意味着可以开展大规模数据收集，并且常用于形成更具普遍性的见解 [7]。

例如，Praetorius 等人就工作、社交和游戏场景下的虚拟形象偏好，对 126 名参与者进行了调查。参与者认为，真实感对于与朋友见面是必要的，但在工作场景中并非如此；这一结果与我们的发现相反 [54]。这项研究一个值得注意的局限是，调查样本库中的年轻参与者比例过高。

Injpen 等人对 1,020 名参与者进行了问卷调查，以评估他们与 31 种不同真实感程度的虚拟形象风格互动时的舒适度。尽管作者发现，参与者倾向于选择更逼真的虚拟形象，但由于对虚拟形象素材的真实感评估不一致，因此难以单独确认这一发现 [36]。

3 方法

3.1 虚拟形象素材

五组虚拟形象取自公开可用的头像系统：Memoji、AREmoji、Horizon Worlds、MetaHumans 和 ReadyPlayerMe。所有虚拟形象均使用同一人的面部图像创建，并呈现相同的面部表情，以尽量减少多个输入源对头像系统造成的差异。问卷中以 GIF 动画形式展示虚拟形象素材；为保护身份信息并保留用户术语，图 1 仅展示其静态呈现形式。这些动画先在一项包含 50 名用户的试点测试中进行测试，以确认虚拟形象真实感的保真度。

与以往评估虚拟化身真实感的研究不同，我们没有使用任何先进的实时操控技术来控制虚拟形象渲染 [46,56,72]。我们有意没有采用系统化方法创建素材，因为参与者很容易察觉这种结构化方法。这样，我们便能定性分析工作虚拟形象中哪些属性更受欢迎，而不必拘泥于虚拟形象视觉效果中的具体美学元素，例如光照、阴影和形状；在虚拟现实之外，这些元素难以控制 [68,72]。我们希望问卷素材与市面上已有的虚拟形象保持一致，因为知识工作者对这些虚拟形象已经较为熟悉。

所有参与者都对相同的五组虚拟形象进行了评分，但呈现顺序随机，以减少顺序效应。虚拟形象1的真实感最低，虚拟形象5则接近照片级真实感。在本文中，我们将使用图1中所示的对应名称来称呼每个虚拟形象。

3.2 参与者

2,509名参与者从五个国家均等招募：美国、韩国、英国、德国和法国。选择这些国家是基于虚拟现实使用趋势，并旨在减轻同种族偏差，因为我们的模型虚拟形象呈现为亚洲人和高加索人 [38]。为构建具有代表性的参与者样本，我们确保性别、年龄组和地理区域分布均衡。我们根据参与者的职业档案及其与知识工作的相关性进行筛选 [17,63]。此外，我们排除了未满18岁、失业或工作中不使用视频会议的参与者。

参与者的时间获得了补偿，但没有基于绩效的激励。

3.3 问卷设计

问卷分为三个部分，如图 2 所示。在第一部分，参与者回答了人口统计相关问题

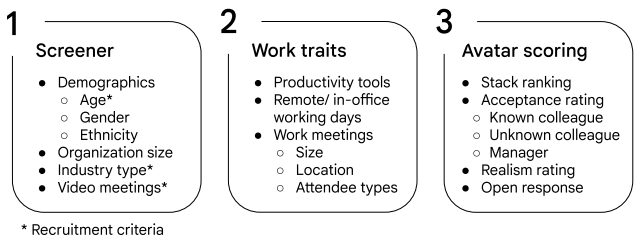


图 2：问卷流程，展示各小节及其对应的问题主题。第 1 节（最左侧）采用了招募标准，排除了未满 18 岁、失业或工作中不使用视频会议的参与者。

并根据招募标准进行筛选。参与者在第二部分提供了有关其工作习惯的信息，例如会议安排、会议参与者类型、居家办公时长以及工作中使用的效率工具。本部分旨在了解可能影响参与者虚拟形象风格选择的工作会议习惯。在第三部分，参与者对每种虚拟形象风格在工作场景中的真实感和接受度进行了评分 [46]。参与者平均用时 10 分 30 秒完成问卷。

问卷旨在衡量被试内差异。问卷以四种语言施测：英语、韩语、法语和德语。我们邀请了各语言的母语者进行内部试点测试，以校对问卷。之后，我们在美国对 50 名用户进行了软启动，然后向整个调查样本发布问卷。我们与一家外部机构合作，定向招募知识工作者。由于发生率低于 10%，问卷历时一个半月才完成各项用户配额。

3.4 数据生成与分析

根据涉及与不熟悉的同事、经理和熟悉的同事互动的情境用例，对虚拟形象风格的可接受性进行评分。每种情境均采用六点李克特量表评分，范围从“完全不可接受”到“完全可接受”。通过汇总所有虚拟形象在所有情境中的评分，计算总体可接受性得分。用于评估可接受性的提示如下：

(U) 一位你此前未曾见过的内部同事以以下虚拟形象风格与你一同参加项目会议。请指出，在这种情境下，你认为对方以此虚拟形象风格出席是可接受还是不可接受：

(M) 你的经理以以下虚拟形象风格与你一同参加项目会议。请指出，在这种情境下，你认为对方以此虚拟形象风格出席是可接受还是不可接受：

(K) 一位你熟悉的内部同事以以下虚拟形象风格与你一同参加项目会议。请指出，在这种情境下，你认为对方以此虚拟形象风格出席是可接受还是不可接受：

每种虚拟形象风格的真实感评分均依据一项拟人化量表得出，评分范围为 -100 至 +100，对应的虚拟化身真实感评分从“极度抽象”到“极度写实” [46]。

为确定统计建模方法，我们使用夏皮罗–威尔克检验检验真实感评分和接受度评分是否符合正态性。结果表明，两组数据均不符合正态分布，因此我们采用非参数检验。在第 4 节中，我们使用威尔科克森秩和检验比较两组均值，并使用克鲁斯卡尔–沃利斯检验结合邓恩事后分析（采用邦费罗尼校正）比较三组或更多组的均值。

为汇总数值研究结果，我们构建了弹性网络回归模型，以接受度评分为因变量，以人口统计特征和知识工作者特征为自变量。我们最初采用网格搜索法调整模型，但发现手动反复调整超参数后，模型拟合效果更优。最终模型使用的超参数为 alpha = 0.1 和 l1 ratio = 0.25，均方误差介于 0.9 和 1.0 之间。模型分两个阶段构建，通过逐步排除不显著的自变量来降低维度。

在开放式回答部分，参与者回答了：“请描述您对这种虚拟形象风格的整体感受：”。

3.5 数据有效性

我们采取了多种措施来维护数据完整性。通过设置完成时间阈值，检查是否存在快速作答、直线作答和超时情况。我们记录数字指纹，并使用 GoIP Cookie 进行验证，以剔除重复项和欺诈性回答。问卷调查实施期间，我们还随机抽查开放式回答评论，并进行人工审核。

4 结果

4.1 人口统计特征与知识工作者特征

参与者样本中有 1,275 名男性、1,227 名女性、4 名非二元性别者，以及 3 名未披露性别者。年龄分组如下：18–24 岁（808 人）、25–30 岁（294 人）、31–40 岁（557 人）、41–50 岁（492 人）、51–60 岁（270 人）以及 61+（88 人）。参与者在各地区的分布较为均衡，五个国家各约有 500 人。

如图 3 所示，参与者来自各种组织类型和规模。调查样本中的员工主要来自科技型公司，而员工人数不超过 19 人的组织代表性不足。

266 名参与者为兼职就业，其余 2,243 名为全职就业（每周 30+ 小时）。

表 1 展示了参与者样本的会议规模、会议出席者类型、会议地点和工作安排信息。这些信息以及人口统计特征，将在第 4.5 节中用于评估其对虚拟形象接受度评分的影响。

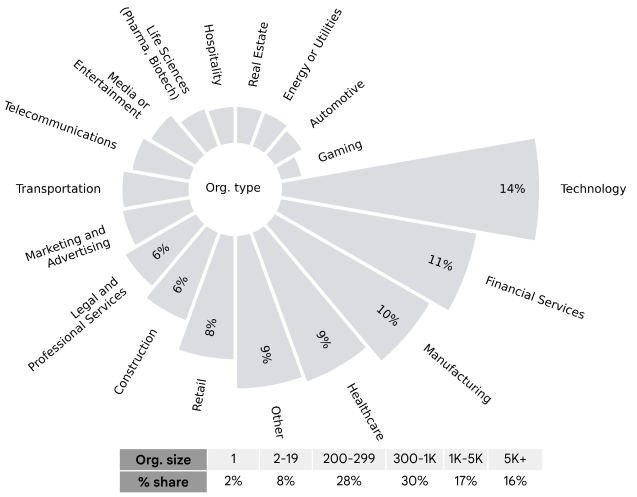


图 3：问卷参与者所在的组织类型（上）和公司规模（下）。参与者在各组织类型中的分布较为均衡。拥有 200 至 1,000 名员工的中小型企业在调查样本中占主导地位，占比达 58%。

表 1：描述会议特征、工作安排和知识工作者特征。会议规模：参与者更频繁地参加较小规模的会议（少于 5 名参与者；每天多次或每天），而参加超大规模会议（超过 20 名参与者）的频率较低（每周少于一次）。与会者地点：至少有一些远程与会者的会议，比所有与会者都在办公室现场办公的会议更常见。与会者类型：参与者最常与直属内部团队开会，只有偶尔与外部客户或合作者开会。远程工作频率：大多数参与者（846/2509）每周有 1 至 2 天居家办公。

在过去 30 天内，您参加以下规模会议的频率如何?					
	从未	每周少于一次	每周几次	每天	每天多次
您和另外 1 位参会者	172	512	966	580	279
小型会议（2-5 位参与者）	88	463	1182	564	212
中型会议（6-10 位参与者）	133	746	1118	356	156
大型会议（11-20 位参与者）	260	1087	736	290	136
超大型会议（超过 20 位参与者）	470	1209	480	470	114

过去30天内，您参加以下各类会议的频率如何?					
	从不	每周不到一次	每周几次	每天	每天多次
完全远程参会者	208	653	1072	378	198
主要远程办公／部分办公室现场办公	212	610	1114	401	172
主要办公室现场办公／部分远程办公	198	644	1001	468	180
完全办公室现场办公的与会者（多个办公室）	349	660	869	441	190
完全办公室现场办公的与会者（同一办公室）	353	643	838	477	198

过去30天内，您与以下个人会面过多少次?				
	从不	很少	有时	经常
直接的内部团队成员（例如，项目团队中的成员、担任相似岗位的成员）	82	329	990	1108
扩展的内部团队成员（例如，同一项目领域内或不同项目领域之间的成员）	117	441	1194	757
扩展的内部同事（例如组织内的其他同事）	145	515	1205	644
外部客户（即不属于您所在组织的个人）	297	632	1043	537
外部合作伙伴（即不属于您所在组织的个人）	302	672	1074	461
其他	970	594	699	246

平均每个工作周，您有几天居家办公?	
每周 5 天	418
每周 3–4 天	553
每周 1–2 天	846
很少/从不居家办公	580
没有固定的日程安排	112

您在工作相关任务中使用视频通话的频率如何?	
一天中经常	287
一天几次	546
每天	579
每周几次	1097

4.2 真实感评分（内部效度）

如图 4 所示，五种虚拟形象的真实感数值存在明显差异。均值差异具有统计学显著性（$H(4) = 2991.6$，$p < 0.05$），事后分析还发现所有组内差异均具有显著性。

4.3 虚拟化身可接受性

所有虚拟形象风格和情境的平均可接受性评分为 3.9，在我们的李克特量表中对应“可接受”这一评级。图 5 汇总了第 3.4 节所述各情境的接受度评分，并绘制了相应的百分比分布。除虚拟形象3与化身 4之间外，所有组内差异均具有统计显著性（$H(4) = 1337.9$，$p < 0.05$）。虚拟形象5的可接受性评分最高，虚拟形象1的评分最低。

在每种虚拟形象风格中，陌生同事的接受度评分最低，而熟悉的同事的评分最高。这些差异经发现具有统计显著性。然而，对于虚拟形象5，三种同事情境的评分相近。

4.4 虚拟形象接受度与真实感

图 6 中的分箱直方图展示了真实感得分与接受度评分之间的关系。所有虚拟形象的真实感得分与接受度评分均呈正相关。

对所有虚拟形象的真实感得分与接受度评分之间关系进行评估的斯皮尔曼相关模型具有统计显著性（$rho = 0.32$，$p < 0.05$），但 rho 值较低，表明两者关系较弱。对每个虚拟形象分别进行相关分析也得出了类似结果（见图 6 图例），但虚拟形象1除外，其相关关系较强。所有结果均显示，真实感得分越高，接受度评分也单调递增。

4.5 以虚拟化身可接受性为因变量的回归分析

表2展示了回归模型中三个正向系数和三个负向系数中绝对值最大的系数。该模型以接受度评分为因变量，以人口统计特征和知识工作者特征为自变量构建。与国家相关的自变量（本文也称为区域或地理差异）对接受度评分的影响高于其他变量，其次是居家办公安排和组织类型。性别、年龄以及其余知识工作者特征在接受度评分上的差异不具有显著性。

4.5.1 具有显著影响的自变量

在弹性网络回归结果的基础上，图 7 展示了五种虚拟形象的接受度评分，并按来源国家、组织类型和工作安排进行了划分。平均接受度评分为 59.2，但来自美国和韩国的参与者

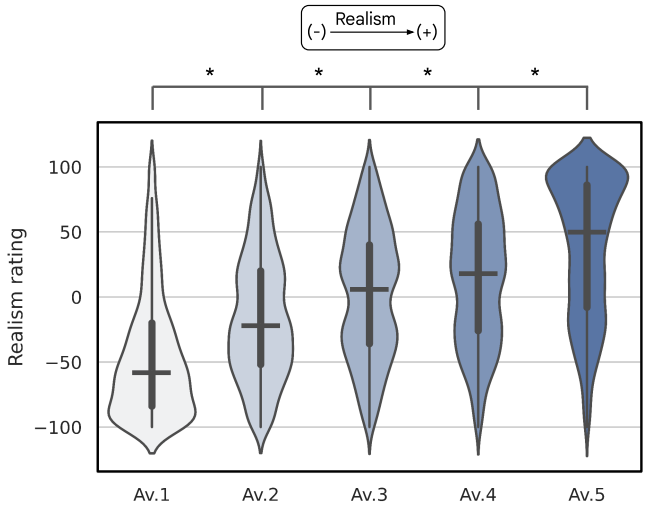


图 4：各虚拟形象风格的总体真实感评分。虚拟形象1被评为最不写实，虚拟形象5被评为最写实。就真实感而言，虚拟形象3与化身 4的评分最为接近。所有虚拟形象在真实感上的差异均具有统计显著性。

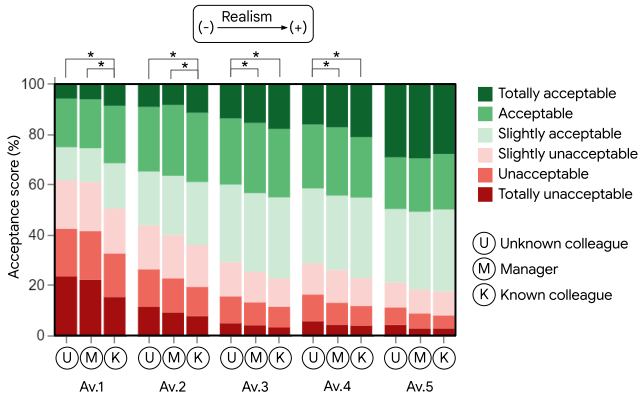


图 5：不熟悉的同事、经理和熟悉的同事使用虚拟形象的总体接受度评分。与真实感得分一致，从虚拟形象1到虚拟形象5，可接受性评分呈现由低到高的趋势。

对虚拟形象的评分明显高于平均值，因此以不同颜色突出显示。国家组内的所有差异均达到显著水平（H(4) = 132.2，p < 0.05）。然而，事后分析发现，韩国和美国参与者的回答之间差异并无统计学显著性。

制造业与非制造业组织类型之间的差异在视觉上无法辨识，但具有统计显著性（Z = 3.9，p < 0.05）。同样，从未在家办公的受访者与其他受访者在接受度评分上的差异在视觉上无法辨识，但具有统计显著性（Z

= 3 9， <-。p。）。

0 05

4.5.2 各国家的虚拟形象接受度

为进一步阐述第 4.5.1 节的研究发现，图 8 展示了各国家的虚拟形象接受度评分。所有组间差异均达到显著水平：虚拟形象1（Z = 244.1，p < 0.05）、虚拟形象2（Z = 92.6，p < 0.05）、虚拟形象5（Z = 50.3，p < 0.05）、化身 4（Z = 71.1，p < 0.05）和虚拟形象5（Z = 57.2，p < 0.05）。然而，事后分析显示结果各不相同，具体以相应图表中的星号（*）标示

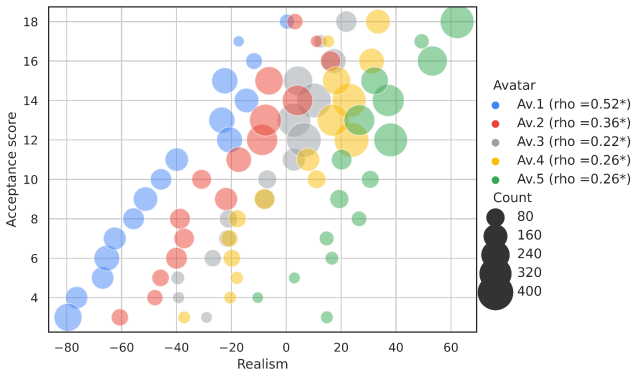


图 6：分箱散点图，展示所有虚拟形象风格的真实感得分与接受度评分之间的关系。本图中的接受度评分（范围：0–18）为某一虚拟形象在三种同事工作情境下得分的总和。

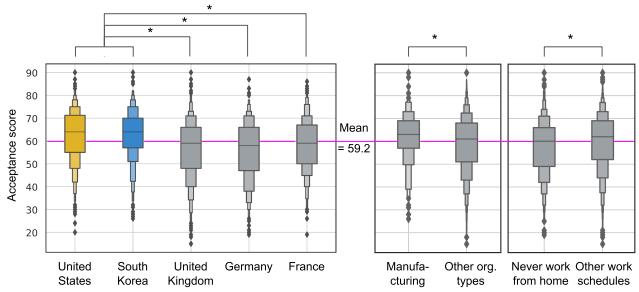


图 7：虚拟形象接受度评分：（左）全部五个国家；（中）制造业与非制造业组织类型；（右）从未居家办公的受访者与采用其他工作安排的受访者

图 8 中的图表显示，虚拟形象1和化身 4在美国和韩国的参与者与其他国家的参与者之间存在显著差异。然而，其余虚拟形象未呈现这种差异。

4.6 开放式回答分析

鉴于数据集规模庞大（12,545 条评论），我们结合自动分析与人工分析，以实现全面覆盖。自动化技术帮助我们了解人们对工作虚拟形象的整体看法，而人工分析则深入揭示了参与者选择工作虚拟形象的原因。

4.6.1 情感分析

效价分数使用 VADER（情感推理词典，Valence Aware Dictionary for Sentiment Reasoning）计算，该工具包是 NLTK（自然语言工具包，Natural Language Toolkit）的一个模块。

表 2：以可接受性评分为因变量的回归分析系数和 z 分数。居住国在所有自变量中对虚拟化身可接受性的影响最大。表中，WFH：居家办公。

自变量	接受度（z 分数）
美国（国家）	1.3 (0.10)
韩国（国家）	1.3 (0.10)
制造业（组织类型）	0.5 (0.04)
英国（国家）	-0.5 (-0.04)
从不在家办公（在家办公）	-0.6 (-0.05)
德国（国家）	-0.9 (-0.07)

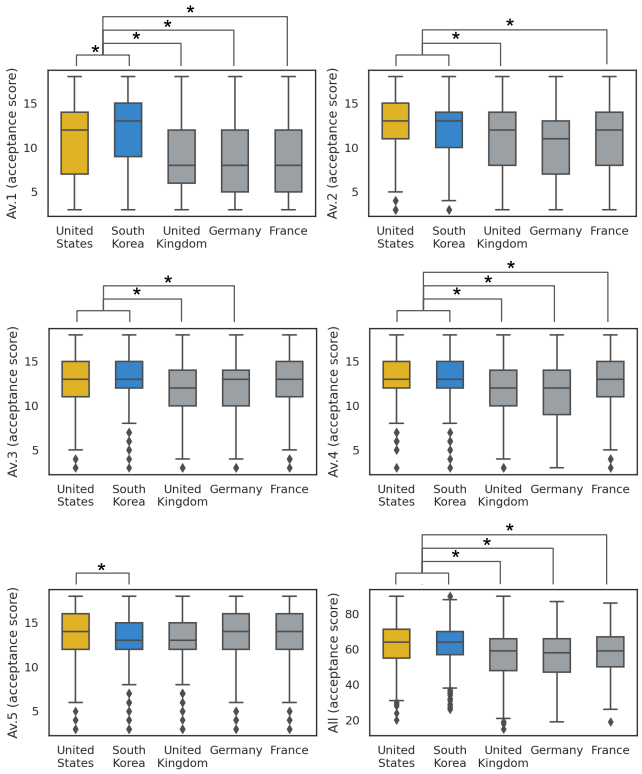
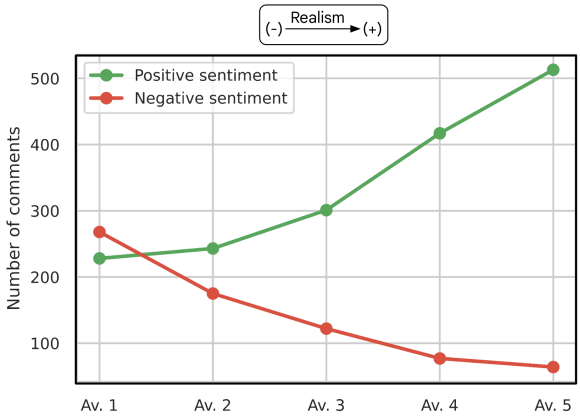


图 8：各国家的虚拟形象接受度评分。接受度评分（范围：0-18）是某种虚拟形象在所有三种同事情境中的评分总和。AndAcceptancescore（范围：0-90，显示在右下角）是五种虚拟形象风格的评分总和。



Most mentioned positive word	Good (88)	Good (186)	Realistic (258)	Realistic (302)	Realistic (509)
Most mentioned negative word	Childish (140)	Abstract (46)	Abstract (47)	Cartoon (37)	Too realistic (48)
	Word count				
Acceptable	118	130	273	278	343
Not acceptable	298	289	130	97	94
	Human coded comments				

图 9：（上）情感分析效价分数；（中）对应的最高频词语；（下）人工编码评分汇总

图 9 显示了每个虚拟形象收到的正面和负面评论数量。数据以折线图呈现，以突出趋势；横轴上的虚拟形象按真实感评分排序。虚拟形象1是唯一收到的负面评论多于正面评论的虚拟形象。虚拟形象5收到的正面评论最多，正负效价分数之间的差距也最大。各虚拟形象中最常出现的词语大致相同，但出现频次有所不同。

为验证情感分析结果，随机选取了 2,357 条评论，由人工编码员进行评定。评论分为“可接受”“不可接受”和“既不可接受也非不可接受”三类。两位研究人员进行了编码，意见一致率为 73.8%，表明评定者间信度较高。支持接受虚拟形象的评论（1,142 条）多于不支持的评论（908 条）。如图 9 底部所示，人工编码评论的整体分布与情感分析结果一致。

4.6.2 主题分析

根据评论长度，选取了排名前 500 的评论（每种虚拟形象 100 条）进行归纳式主题分析 [14]。结果摘要见表 3。在第一个类别中，70 条评论被归类为逼真且可接受。28 位参与者认为，逼真的虚拟形象具有类人外观是值得期待的。一位来自韩国的参与者这样描述虚拟形象5：“它很写实，所以我觉得自己像是在和真人交谈，而且……我会感到自在。”另一位来自英国的参与者这样描述虚拟形象5：“它看起来极其写实；如果我的同事或经理以这个虚拟形象参加会议，我不会介意，因为它看起来和他们本人一模一样。”28 位参与者表示，照片级真实感对于在工作中展现严肃、专业的形象至关重要。一位来自法国的引述

参与者对虚拟形象5的评论说明了这一点：“虚拟形象的质量非常好。这一点非常重要，因为我们不是在社交网络上”。另有 11 位参与者认为，真实感是建立工作会议中的信任和真实性所必需的。以下是两位来自德国的参与者对虚拟形象5的评论。“这个世界还没有匿名到谁都可以不露脸的程度，这是唯一可接受的选择”以及“非常写实，也值得信赖。而且很合适，因为很容易认出这个人”。

有141条评论被归类为不逼真但可接受。54位参与者认为，非写实虚拟形象在吸引力与不令人毛骨悚然之间取得了恰当的平衡。例如，一位来自美国的参与者评价虚拟形象2时说：“不太写实，但不会让人反感。最好像这些虚拟形象一样，采用更通用的形象。”一位来自德国的参与者则评价化身 4：“我觉得它很讨喜，因为它融合了真实与漫画风格，而且看起来并不怪异。”18位参与者偏爱非写实虚拟形象，因为它们活泼友好。一位来自韩国的参与者评价虚拟形象1时说：“这是一个友好的角色。你会更积极地表达自己的观点。”一位来自德国的参与者评价虚拟形象3时则说：“不写实的虚拟形象很适合在会议中营造活泼的具身体验。”27位参与者欣赏非写实虚拟形象的简洁性。例如，一位来自英国的参与者评价化身 4时说：“还不错，虽然是卡通风格，但能看出这个人的大致特征。”最后，25位参与者在临时或偶尔使用的场景中更偏好非写实虚拟形象。例如，一位来自德国的参与者评价化身 4时说：“我觉得它很生动，带有卡通风格，同时也很友好，适合在特殊场合使用。”

173条评论被归类为不真实，不可接受。其中18条评论认为非写实虚拟形象显得幼稚。一位来自美国的参与者在评价虚拟形象1时说：“这种虚拟形象风格看起来很幼稚，除非我自己还是个孩子，否则我不想被别人看到这个样子。”一些参与者（N=37）认为非写实虚拟形象让人联想到电子游戏或社交媒体，不适合工作。例如，有人这样评价虚拟形象3：“我不喜欢。看起来像卡通……在我们的会议上不可能使用这样的虚拟形象

表3：五个国家中每个虚拟形象评论数量排名前100的评论的主题分析类别（共501条）。表中，US：美国，SK：韩国，UK：英国，DE：德国，FR：法国

	US	SK	UK	DE	FR	总计
逼真且可接受						
像人且容易产生共鸣	5	5	10	8	0	28
适合工作场合	5	1	10	5	7	28
易于识别且值得信赖	2	2	2	4	1	11
不逼真但可接受						
提供理想的权衡	13	7	14	13	6	59
简化表征	3	9	9	4	2	27
适合偶尔使用	6	3	5	8	3	25
友好且有趣	3	5	4	5	1	18
非写实且不可接受						
不专业／冒犯性	12	5	19	5	12	53
虚假／抽象外观	5	20	13	10	2	50
与游戏相关	6	4	13	6	8	37
被认为很幼稚	4	1	3	5	5	18
写实但不可接受						
虚假冒充	3	1	6	1	2	13
诡异感	2	4	3	1	2	12

”一位法国参与者这样评价。一位来自英国的参与者对虚拟形象2的评价是“这些虚拟形象感觉有点太普通了——像是出自*20*世纪*90*年代电子游戏。还可以，但不是提供的几个选项中最好的。”50位参与者认为非写实虚拟形象看起来很抽象。例如，一位法国参与者这样评价虚拟形象1：“这个虚拟形象做得一点也不好……离现实太远，在公司里显得毫无严肃性。”53位参与者认为非写实虚拟形象不够专业且具有冒犯性。一位德国参与者谈到虚拟形象2时说：“我觉得这很荒谬，极其荒谬。如果员工使用这样的虚拟形象，我会因为这不尊重人的做法而立即将其解雇。”一位法国参与者谈到虚拟形象1时说：“这些特征卡通化得过了头，用在专业环境中也缺乏可信度。”

31位参与者认为逼真的虚拟形象不可接受。其中12人认为它们有诡异感。一位来自韩国的参与者这样描述虚拟形象5：“它太真实了，所以会让人感到有些异质。给人的印象有点尴尬、不自然。”一位法国参与者则这样评价虚拟形象5：“它们逼真得几乎不像虚拟形象了，尤其是按照沟通者本人建模时。它们在专业场合中可能会突然让人感到有些不安……”。13位参与者担心使用他人逼真的虚拟形象可能会造成失实呈现。

5 讨论

本节总结我们的观察结果，指出拓展研究的机会，并将研究发现与先前研究进行对比。在回答主要研究问题之前，我们确认了虚拟形象素材所呈现的真实感评分范围（图4）。这是一项重要的效度检验（I1），因为如果差异不显著，就意味着我们的研究素材无法提供足够的区分度来检验主要研究问题（P1/P2/P3）。

5.1 知识工作者在工作会议中更偏好照片级真实感虚拟形象，但并非在所有情境下都是如此（P1）

在图5中，虚拟形象5的可接受性评分最高，虚拟形象1最低。虚拟形象2、虚拟形象3和化身 4的可接受性评分顺序与其真实感得分顺序相同。图6中的相关性分析证实了这一点，其中所有虚拟形象评分的基线真实感（x轴截距）均与图4和图5的结果一致。虚拟形象5的基线真实感评分最高，虚拟形象1最低。

总体而言，我们的结果与先前关于虚拟形象研究的普遍共识一致：真实感越强越受青睐 [20,58]。然而，先前的研究主要在社交场景中进行测试，并未探讨工作虚拟形象的细微差别。我们的结果通过将虚拟形象真实感的影响置于工作使用情境中，弥补了这一空白。尽管我们发现，工作虚拟形象的可接受性随真实感程度呈线性变化，但我们也注意到，最逼真的虚拟形象会产生恐怖谷效应。一些参与者认为，真实感较低的虚拟形象在趣味性与诡异感之间取得了恰当的平衡。

5.2 与熟悉的同事开会时，虚拟化身真实感的重要性低于与不熟悉的同事开会时（P2）

与经理开会相比，参与者认为与熟悉的同事开会时，虚拟形象更可接受；而与不熟悉的同事开会时，最不被接受。对于真实感较低的虚拟形象，这种层级差异更加明显。如图 5 中“*”括号所示，对于虚拟形象1和虚拟形象2，熟悉与不熟悉、熟悉与经理之间的差异均具有显著性。另一方面，对于虚拟形象3和化身 4，熟悉与不熟悉、不熟悉与经理之间的差异具有显著性。虚拟形象5的各种情境之间均无显著差异（$H(3) = 2.4$，$p = 0.31$）。

我们发现，虚拟形象在不同工作关系中的接受度取决于真实感以及工作关系的亲疏程度。与熟悉的同事开会时，较不写实的虚拟形象更容易被接受。这一发现与 Zibrek 等人 [74], 的研究一致；他们发现，虚拟形象的真实感不仅取决于其风格化程度，也与扮演者的个性有关。真实感越强，人们越能接受与熟悉的人会面；但对于不熟悉的同事，这类虚拟形象仍被认为较难接受，直至达到照片级真实感。到了这一程度，无论与对方的关系如何，虚拟形象都被认为可以接受。这表明，在所有场景中，人们都强烈偏好写实的工作虚拟形象；对较低真实感的容忍度则直接取决于工作关系的亲疏程度。

5.3 居住国影响了化身选择，但公司特征和人口统计因素没有影响（P3）

如图 7 所示，虚拟形象可接受性的差异主要取决于地理区域。来自美国和韩国的受访者更能接受在工作会议中使用虚拟形象。虚拟形象可接受性并未因年龄、性别或就业特征而显著不同，也未因会议频率、居家办公日程安排以及组织类型／规模等公司特征而有所不同。这可能是因为世界不同地区的文化与工作观念存在差异 [47]。例如，表 3 显示，与其他地区相比，法国、德国和英国有更多参与者认为非写实虚拟形象不专业且具有冒犯性。同一组国家的参与者则认为，照片级真实感的虚拟形象具有人类特征，且适合工作场合。

我们还报告了以下方面虚拟化身可接受性评分的统计显著差异：来自制造业组织与非制造业组织的参与者之间，以及从不居家办公的参与者与采用其他工作安排的参与者之间。鉴于这些差异相较于与国家相关的差异而言规模较小，因此未对其开展进一步分析。

如图 8 所示，所有国家的参与者对最写实的虚拟形象5（Av. 5）的偏好程度相同。不过，与其他国家的参与者相比，美国和韩国的参与者对其余虚拟形象的评分更高。这一点在虚拟形象1（Av. 1）和化身 4（Av. 4）上尤为明显。某些风格化身选择似乎在某些国家更具吸引力。未来还需进一步研究不同国家中虚拟形象风格化与文化细微差异之间的对应关系。

5.4 化身选择由可信度、专业性和趣味性决定（S1）

情感分析结果（图 9）与接受度评分趋势一致：接受度评分较高的虚拟形象，其情感得分也更正面，反之亦然。虚拟形象5（Av. 5）获得的正面评论最多，被评价为专业且像真人。这与 Zibrek 等人的发现一致：较高程度的照片级真实感有助于呈现细微的人类表情，使人们能够感知到更多信息 [75]。一位来自英国的参与者这样评价虚拟形象5（Av. 5）：“我大概会用这个！绝对是所有虚拟形象里最好的！细节太棒了！即使我看起来不够体面，但仍想参加会议时，它也很适合！”这一发现与 Billieux等人的研究结果一致；他们发现，虚拟形象能通过展现一个更具吸引力的替代版自我，让我们暂时逃离日常生活 [12]。

不过，在某些工作场景中，抽象虚拟形象可能更有优势。受访者认为，非写实虚拟形象实现了理想的平衡。例如，一位美国参与者这样评价虚拟形象2：“这些虚拟形象在抽象和写实程度上各占一半。我仍然觉得它们可以接受”。非写实虚拟形象还能带来趣味性，并提供更丰富的表达方式。受访者欣赏写实程度较低的虚拟形象活泼可爱的特点。同时，他们也指出这类虚拟形象不够专业，不适合工作场景。以下一位德国参与者对虚拟形象1的评价说明了这一点：“我其实觉得它特别可爱，但对于会议和工作环境来说 +，老板们可能不太喜欢，因为这两个虚拟形象都不受重视”。

另一方面，最写实的虚拟形象大多受到恐怖谷效应的影响，一些参与者认为它们看起来不自然或令人尴尬。这让我们认为，适合知识工作的理想虚拟形象，应兼具卡通风格虚拟形象的坦率感，同时不损害知识工作者会议所需的专业性。例如，一位英国参与者这样评价虚拟形象3：“……我觉得大多数人在会议中都会接受这个虚拟形象；它看起来不太不专业，也没有那么写实，不会让别人感到不舒服”英国参与者如是说。

5.5 知识工作者特征

作为一项次要贡献，我们记录了后疫情时期知识工作者的若干特征，以供档案知识参考。虽然这些发现并未证明会直接影响我们研究中的虚拟形象选择，但或可为其他研究者的后续研究提供参考。如表 1 所示，参与者最常以较小规模的小组（2–5 人和 6–10 人）开会，也最常与直属内部团队开会。大多数参与者每周有两天在家工作，且较少使用视频通话（每周几次）。

6 局限性

我们的研究发现，国家之间的差异影响最大，这凸显了使用更多元的虚拟形象和参与者族裔进行测试的必要性。尽管我们的调查样本在各国境内的人口统计学背景具有代表性，但将调查范围扩展到这五个国家之外会有所裨益，尤其是在技术普及率较低的国家 [49]。

我们的研究依赖问卷参与者对假设的未来工作场景进行评估。此外，受访者无法控制向其展示的虚拟形象动画。这限制了我们的研究对虚拟现实用例的适用性，因为人体动作是虚拟形象感知不可或缺的一部分 [34]。尽管我们的研究讨论了会议参与者使用虚拟形象的影响，但并未涵盖所有职场会议情境 [2]。若要全面确定研究结果在专业场景中的适用性，下一步可开展纵向研究，跟踪不同工作会议情境中的虚拟形象选择。

基于调查的方法使我们无法在虚拟现实等沉浸式环境中展示头像系统。我们的研究结果为这种具身感提供了一个起点，但还需要后续工作来检验真实感的其他细微之处，例如全身虚拟形象动作和语音。

最后，我们没有测试自我化身，也没有评估多用户（协作）使用场景。他人化身与自我化身所带来的影响有所不同；自我化身可能会引发更强的恐怖谷效应 [22, 62]。

7 结论

以往研究要么仅调查单一地理区域，要么在实验室环境中评估虚拟形象的真实感。相比之下，我们广泛的调查覆盖范围使我们能够比较不同人口统计群体，并更全面地了解知识工作者对工作虚拟形象的需求和偏好。尽管我们发现了支持在工作场景中使用逼真虚拟形象的重要实证证据，但研究结果也凸显了设计工作虚拟形象时考虑社会文化因素的重要性。我们的发现为研究人员、开发者和工作场所管理者提供了宝贵见解，有助于他们更好地规划虚拟形象在工作场所的部署。

我们的调查样本库涵盖了来自不同国家、组织且人口统计特征各异的 2509 名知识工作者。调查中所用虚拟形象素材在真实感方面的差异具有统计显著性，这为我们的方法提供了内部效度。我们的调查主要贡献如下：

首先，我们发现，虚拟形象的真实感对其在工作会议中的可接受性具有显著影响。与管理者和不熟悉的同事相比，熟悉的同事使用不太写实的虚拟形象时，其可接受性评价更高。最写实的虚拟形象在三种工作情境中的可接受性评价相同。

其次，虚拟形象的可接受性因参与者所属国家而异。来自美国和韩国的参与者对所有虚拟形象的评价均为正面，而来自其他国家的参与者对不太写实的虚拟形象（Av.1、Av.2 和虚拟形象3）的评价较低。其他人口统计因素和知识工作因素并未对化身选择产生显著影响。

最后，在对开放式回答的分析中，最常被提及的工作头像属性是专业性、可信度和严肃感。参与者还提到，可爱感、趣味性和活力也是在工作中使用虚拟形象的额外益处。

作为次要的档案性贡献，我们记录了知识工作趋势，例如每周有两天在家工作、更多地与熟悉的同事开会，以及以较小规模的群组（2 名成员或更少）进行会议。

致谢

感谢匿名审稿人和谷歌同事提供的宝贵意见。我们还要感谢 Barak Moshe 为问卷提供素材。

参考文献

[1] 单目三维人脸重建、跟踪及应用的最新进展。在*Computer graphics forum*，第37卷，第523–550页。Wiley Online Library，2018年。[2] J. A. Allen、T. Beck、C. W. Scott 和 S. G. Rogelberg。理解工作场所会议：会议目的的定性分类体系。*Management Research Review*，37(9):791–814，2014年。[3] K. Abramczuk、Z. Bohdanowicz、B. Muczy´nski、K. H. Skorupska 和 D. Cnotkowski。在虚拟现实中与我相会！虚拟现实空间能否帮助远程团队建立联系：一项使用horizon workrooms开展的为期七周的研究。*International Journal of Human-Computer Studies*，179:103104，2023年。doi: 10.1016/ j.ijhcs. 2023 103104 。F. Almeida、J. Duarte Santos 和 J. Augusto Monteiro。后新冠疫情时代企业数字化面临的挑战与机遇。*IEEE Engineering ManagementReview*，48(3):97–103，2020年。doi: 10.1109/EMR.2020.3013206[4] [5] S. Aseeri 和 V. Interrante。虚拟形象表征对虚拟社交环境中人际沟通的影响。*IEEE*

《可视化与计算机图形学汇刊》，27(5):2608–2617, 2021 10 1109 2021 3067783 。doi: . /TVCG. . L.
[6] Aufegger 和 N. Elliott-Deflo。虚拟现实与知识工作者的生产力，2022年。[7] J. Bardzell、T. Pace 和 J. Terrell。虚拟时尚与虚拟化身设计：一项针对消费者和设计师的问卷调查。载于第六届北欧人机交互会议论文集：拓展边界，NordiCHI '10，第599–602页。计算机协会，美国纽约州纽约，2010 10 1145 1868914 1868983 。doi: . / .
[8] A. Bartl、C. Merz、D. Roth 和 M. E. Latoschik。虚拟化身与环境设计对虚拟现实运动应用程序中的具身感、临场感、激活度和任务负荷的影响。载于*2022*年*IEEE*混合现实与增强现实国际研讨会，第260 269, 2022 10 1109 55827 2022 00041 –页。doi: . /
[9] ISMAR . . A. Bartl、S. Wenninger、E. Wolf、M. Botsch 和 M. E. Latoschik。价格实惠但并不廉价：两种虚拟人三维重建方法效果的案例研究，2021年。[10] C. Bartneck、D. Kuli´c、E. Croft 和 S. Zoghbi。用于测量机器人的拟人化、生命感、可喜爱性、感知智能和感知安全性的工具。《国际社会机器人学杂志》，1(1):71–81，2009年1月。[11] B. Benda 和 E. D. Ragan。虚拟化身可见性对观察者在三维环境中解读指向动作的影响。载于*2021*年*IEEE*混合与增强现实国际研讨会（*ISMAR*），第50 59, 2021 10 1109 52148 2021 00019 –页。doi: . /
[12] ISMAR . . J. Billieux、M. Van der Linden、S. Achab、Y. Khazaal、L. Paraskevopou-los、D. Zullino 和 G. Thorens。你为什么玩《魔兽世界》？对玩家自述的游戏动机以及其在艾泽拉斯虚拟世界中的在线和游戏内行为进行深入探索，2013年。[13] M. Bonfert、A. V. Reinschluessel、S. Putze、Y. Lai、D. Alexan-drovsky、R. Malaka 和 T. Döring。看到面孔如此重要 —— 商业虚拟现实平台在线团队会议的经验，2023年。[14] V. Braun 和 V. Clarke。心理学中的主题分析方法。心理学中的定性研究，3(2):77–101，2006年。doi: 10.1191/1478088706qp063oa [15] R. Cheng、N. Wu、S. Chen 和 B. Han。元宇宙会成为下一代互联网吗？愿景、炒作与现实。《*IEEE*网络》，36 204, 2022 5 197 10 1109 117 2200055 ( ): – 。doi: . /MNET. .[16] G. C. Dobre、M. Wilczkowiak、M. Gillies、X. Pan 和 S. Rintel。友善不等于出色：写实与卡通虚拟形象在真实混合现实工作会议中的纵向沟通效果。载于*2022*年*CHI*计算机系统中的人为因素会议扩展摘要，CHI EA '22第437号文章，第1–7页。计算机协会，美国纽约州纽约，2022年4月。[17] P. F. Drucker。知识工作者的生产力：最大的挑战。《加州管理评论》，41(2):79–94，1999年。[18] A. D. Fraser、I. Branson、R. C. Hollett、C. P. Speelman 和 S. L. Rogers。实时动作捕捉虚拟化身的表现力会影响感知到的动画真实感，以及虚拟现实中感知到的社交互动质量，2022年。[19] S. R. Fussell、S. Kiesler、L. D. Setlock 和 V. Yew。人们如何将机器人拟人化，2008年。[20] M. Garau、M. Slater、V. Vinayagamoorthy、A. Brogni、A. Steed 和 M. A. Sasse。虚拟化身真实感和视线控制对共享沉浸式虚拟环境中感知沟通质量的影响。载于*SIGCHI*计算机系统中的人为因素会议论文集，CHI '03，第529–536页。计算机协会，美国纽约州纽约，2003年。doi: 10.1145/ 642611.642703 [21] A. Genay、A. Lécuyer 和 M. Hachet。真正成为虚拟化身：增强现实中虚拟具身的综述。*IEEE*可视化与计算机图形学汇刊，28(12):5071–5090，2022年。doi: 10.1109/TVCG.2021.3099290[22] M. Gonzalez-Franco、A. I. Bellido、K. J. Blom、M. Slater 和 A. Rodriguez-Fornells。相似外貌虚拟化身的神经学痕迹。*Front. Hum. Neurosci.*，10:392，2016年8月。[23] M. Gonzalez-Franco、Z. Egan、M. Peachey、A. Antley、T. Randha-vane、P. Panda、Y. Zhang、C. Y. Wang、D. F. Reilly、T. C. Peck、A. S. Won、A. Steed 和 E. Ofek。Movebox：让大众都能使用动作捕捉微软 Rocketbox 虚拟化身库。在*2020*年*IEEE*人工智能与虚拟现实国际会议（*AIVR*）中，第91 98, 2020 10 1109 50618 2020 00026 –页。doi: . /AIVR . . [24] M. Gonzalez-Franco 、 E. Ofek 、 Y. Pan 、 A. Antley、A. Steed、B. Spanlang、A. Maselli、D. Banakou、N. Pelechano、S. Orts-Escolano、V. Orvalho、L. Trutoiu、M. Wojcik、M. V. Sanchez-Vives、J. Bailenson、M. Slater 和 J. Lanier。《Rocketbox 库与免费提供的绑定骨骼虚拟化身的用途》，2020年。[25] M. Gonzalez-Franco、A. Steed、S. Hoogendyk 和 E. Ofek。利用面部动画增强面部融合错觉和虚拟化身自我认同。*IEEE*可视化与计算机图形学汇刊，26(5)：2023–2029，2020年5月。[26] G. Gorisse、O. Christmann、S. Houzangbe 和 S. Richir。从机器人到虚拟分身：在沉浸式虚拟环境中，以第三人称视角控制的虚拟化身视觉保真度对具身感和行为的影响。《机器人与人工智能前沿》，6，2019年。doi：10. 3389/frobt.2019.00008[27] S. Grassini 和 K. Laumann。评估虚拟现实在工作安全中的应用：文献综述，2020年。[28] C. M. Grewe、C. Martin Grewe、T. Liu、C. Kahl、A. Hildebrandt 和 S. Zachow。通过统计学习面部表情提升动画虚拟化身面部的真实感，2021年。[29] Z. He、R. Du 和 K. Perlin。Collabovr：用于虚拟现实创意协作的可重构框架。载于*2020*年*IEEE*混合现实与增强现实国际研讨会（*ISMAR*），第542–554页，2020年，10 1109 50242 2020 00082 –。doi：. /ISMAR . .[30] Z. He、K. Wang、B. Feng、R. Du 和 K. Perlin。GazeChat：通过注视感知型3D照片增强虚拟会议。载于第*34*届*ACM*用户界面软件与技术研讨会论文集，UIST。ACM，2021 10 1145 3472749 3474785 。doi：. / .
[31] S. C. Herring 和 A. R. Dainas。性别和年龄对表情符号功能解读的影响，2020年。[32] S. C. Herring、A. R. Dainas、H. L. Long 和 Y. Tang。Animoji 的采用与使用：与新兴技术相关的性别差异。载于第三届表情符号理解与社交媒体应用国际研讨会论文集，2020年。[33] L. M. Hite 和 K. S. McDonald。COVID-19后的职业生涯：挑战与变化。《国际人力资源开发》，23(4)：427–437，2020年。doi：10.1080/13678868.2020.1779576[34] L. Hoyet、K. Ryall、K. Zibrek、H. Park、J. Lee、J. Hodgins 和 C. O' Sullivan。评估逼真的虚拟身体上人体动作的辨识度与吸引力。*ACM*图形学汇刊，32(6)，2013年11月。doi：10.1145/2508363.2508367[35] I. Hudson 和 J. Hurter。虚拟化身类型很重要：面向绩效用途的虚拟化身文献综述。载于 S. Lackey 和 R. Shumaker 编，《虚拟现实、增强现实与混合现实》，第14–21页。Springer国际出版公司，查姆，2016年。[36] K. Inkpen 和 M. Sedlins。我与我的虚拟形象：探索用户对用于职场沟通的虚拟形象的接受度。[37] K. Jari、F. Klaus、M. Meeri 和 T. Tapio。关于不同恐怖谷假说的实证证据综述：支持感知失配是通往诡异感恐怖谷的一种路径，2015年。[38] K. J. Johnson 和 B. L. Fredrickson。"在我看来大家都长得一样"：积极情绪消除了人脸识别中的同种族偏见。《心理科学》，16(11)：875–881，2005年。PMID：16262774。doi：10.1111/j.1467-9280.2005.01631.x [39] S.-H. Kang 和 J. H. Watt。虚拟化身真实感与匿名性对通过移动设备进行有效沟通的影响。《计算机与人类行为》，29 3 1169 1181, 2013 10 1016 2012 10 010 ( ): –。
[40] doi: . /j.chb. . . B. Kim、E. de Visser 和 E. Phillips。两个恐怖谷：重新评估现实世界类人机器人完整真实感谱系中的恐怖谷。《计算机与人类行为》，135：107340，2022年10月。[41] M. E. Latoschik、D. Roth、D. Gall、J. Achenbach、T. Waltemate 和 M. Botsch。虚拟化身真实感在沉浸式社交虚拟现实中的影响。载于第*23*届*ACM*虚拟现实软件与技术研讨会论文集，VRST '17。计算机协会，纽约，美国，2017 10 1145 3139131 3139156 。doi: .
[42] / . J. Li 、 S. Subramanyam 、 J. Jansen 、 Y. Mei 、 I. Reimat 、 K. Ławicka 和 P. Cesar。评估照片级真实感社交虚拟现实影片的用户体验。载于*2021*年*IEEE*混合现实国际研讨会

与增强现实（*ISMAR*），第284–293页，2021年。doi：10.1109/ISMAR52148.2021.00044[43] Y. Liu、Y. Liu、S. Xu、K. Cheng、S. Masuko 和 J. Tanaka。使用个性化虚拟化身比较基于虚拟现实和增强现实的试穿系统。《*Electronics*》，

9 11 2020 10 3390 9111814 ( )，。doi：. /[44] electronics T. Mahmood、W. Fulmer、N. Mungoli、J. Huang 和 A. Lu。利用混合现实改进远程地理空间可视化中的信息共享与协作分析。载于*2019*年*IEEE*混合现实与增强现实国际研讨会（*ISMAR*），第236–247页，2019年。doi：10.1109/ISMAR.2019.00021[45] E. Makled、F. Weidner 和 W. Broll。研究智能手机增强现实中用户对逆运动学虚拟化身的具身感。载于*2022*年*IEEE*混合现实与增强现实国际研讨会（*ISMAR*），第

666 675, 2022 10 1109 55827 2022 00084 –页。[46] doi：. /ISMAR . . R. McDonnell、M. Breidt 和 H. H. Bülthoff。让我看起来真实吗？探究渲染风格对动画虚拟人感知的影响。*ACM*图形学汇刊（*TOG*），31(4)：1–11，2012年。[47] M. Mirabela 和 A. Madela。欧盟的文化维度与工作动机。《奥拉迪亚大学年刊·经济科学系列》，22(1)：1511–1519，2013年。[48] M. Mori、K. MacDorman 和 N. Kageki。《恐怖谷》 [来自实地], 2012。[49] M. Muthukrishna、A. V. Bell、J. Henrich、C. M. Curtin、A. Gedranovich、J. McInerney 和 B. Thue。超越西方、受教育、工业化、富裕和民主（WEIRD）心理学：测量并绘制文化距离与心理距离的尺度。《心理科学》，31(6)：678–701，2020年。[50] M. Pakanen、P. Alavesa、N. van Berkel、T. Koskela 和 T. Ojala。“很高兴在线上见到你”：对基于增强现实和虚拟现实的远程临场系统中他人虚拟化身进行周到的设计与评估。《娱乐计算》，40：100457，2022年。doi：10.1016/j.entcom. 2021.100457[51] Y. Pan 和 A. Steed。虚拟化身类型会影响虚拟现实中认知任务的表现。载于第*25*届*ACM*虚拟现实软件与技术研讨会论文集，VRST ’19。计算机协会，纽约，美国，2019年。doi：10.1145/ 3359996.3364270[52] Y. Pan、R. Zhang、S. Cheng、S. Tan、Y. Ding、K. Mitchell 和 X. Yang。情感语音操控。*IEEE*可视化与计算机图形学汇刊，29(5)：2527–2535，2023年。doi：10.1109/TVCG. 2023.3247101[53] P. Panda、M. J. Nicholas、M. Gonzalez-Franco、K. Inkpen、E. Ofek、R. Cutler、K. Hinckley 和 J. Lanier。Alltogether：虚拟化身对混合模态会议环境的影响。载于*2022*年工作场景人机交互研讨会，第1–10页，2022年。[54] A. S. Praetorius、L. Krautmacher、G. Tullius 和 C. Curio。不同情境中的用户与虚拟化身关系：情境是否会影响用户对虚拟化身的感知和选择？载于*2021*年人机交互大会论文集，MuC ’21，第275–280页。计算机协会，纽约，美国，

2021 10 1145 3473856 3474007 。[55] doi：. / . L. D. Riek 和 R. N. Watson。虚拟化身真实感时代。*IEEE*机器人与自动化杂志，17(4)：37–42，2010年。doi：10.1109/MRA.2010. 938841[56] L. Ring、D. Utami 和 T. Bickmore。什么样的智能体最适合这项工作？载于智能虚拟智能体，第374–384页。Springer国际出版公司，查姆，2014年。[57] S. L. Rogers、R. Broadbent、J. Brown、A. Fraser 和 C. Speelman。逼真的动作虚拟化身将成为虚拟现实社交互动的未来。[58] D. Roth、J.-L. Lugrin、D. Galakhov、A. Hofmann、G. Bente、M. E. Latoschik 和 A. Fuhrmann。虚拟现实中的虚拟化身真实感与社交互动质量。载于*2016*年*IEEE*虚拟现实（*VR*），第277–278页，2016年。doi：10.1109/VR.2016.7504761[59] E. Roth。苹果公司的 Vision Pro 头戴设备将让你在 FaceTime 通话中化身数字虚拟形象。https://www.theverge.com/2023/6/5/23750096/apple-vision-pro-headset-persona-facetime。访问日期：2023年8月3日。[60] N. Ruiz、Y. Li、V. Jampani、Y. Pritch、M. Rubinstein 和 K. Aberman。DreamBooth：针对主体驱动生成微调文生图扩散模型。2022年。[61] M. Slater、C. Gonzalez-Liencres、P. Haggard、C. Vinkers、R. Gregory- Clarke、S. Jelley、Z. Watson、G. Breen、R. Schwarz、W. Steptoe、D. Szostak、S. Halan、D. Fox 和 J. Silver。虚拟现实与增强现实中真实感的伦理问题，2020年。[62] A. Steed、Y. Pan、F. Zisch 和 W. Steptoe。自我化身对沉浸式虚拟现实中认知负荷的影响。载于*2016*年*IEEE*虚拟现实（*VR*），第

67 76, 2016 10 1109 2016 7504689 – 页。doi：。/[63] VR。。B. Surawski。谁是“知识工作者”——通过与同义词及相关术语进行比较，阐明这一术语的含义。管理学，23(1):105–133，2019年。doi：doi:10.2478/manment-2019 -0007[64] M. T. Tang、V. L. Zhu 和 V. Popescu。Alterecho：用于富有表现力的虚拟主播活动的松散虚拟形象与主播耦合。载于*2021*年*IEEE*混合与增强现实国际研讨会（*ISMAR*），第128 137页，2021年10月1109 52148 2021 00027 –。doi：。/ISMAR。。[65] L. Vyas。后新冠疫情时代工作中的“新常态”：工作与生活平衡及劳动力市场。政策与社会，41(1):155–167，2022年1月。doi：

10 1093 011 。/polsoc/puab J. Warnke、A. Horn、A. Silva 和 A. Brown。借助扩展现实实现更进一步。[66] https://www.accenture.com/us-en/about/going-beyond-extended-reality。访问日期：2023年7月30日。[67] F. Weidner、G. Boettcher、S. A. Arboleda、C. Diao、L. Sinani、C. Kunert、C. Gerhardt、W. Broll 和 A. Raake。关于使用头戴式显示器呈现的增强现实和虚拟现实中化身与智能体可视化的系统综述。*IEEE*可视化与计算机图形学汇刊，

29 5 2596 2606, 2023 10 1109 2023 3247072 ( ): –。[68] doi：。/TVCG。。P. Wisessing、K. Zibrek、D. W. Cunningham、J. Dingliana 和 R. Mc- Donnell。启迪我：亮度和阴影对角色情绪及吸引力的重要性。*ACM*图形学汇刊，39(3)，2020年4月。doi：10.1145/3383195[69] E. Wood、T. Baltrusaitis、C. Hewitt、S. Dziadzio、T. J. Cashman 和 J. Shotton。假作真时真亦真：仅使用合成数据进行野外面部分析，2021年。[70] B. Xie、H. Liu、R. Alghofaili、Y. Zhang、Y. Jiang、F. D. Lobo、C. Li、W. Li、H. Huang、M. Akdere、C. Mousas 和 L.-F. Yu。虚拟现实技能训练应用综述，2021年。[71] N. Yee、J. N. Bailenson 和 K. Rickertsen。交互界面中加入类人面孔及其真实感对用户体验影响的荟萃分析。载于*SIGCHI*计算机系统中的人为因素会议论文集，CHI ’07，第1–10页。计算机协会，纽约，美国，2007年4月。[72] E. Zell、C. Aliaga、A. Jarabo、K. Zibrek、D. Gutierrez、R. McDonnell 和 M. Botsch。是否应该进行风格化？形状和材质风格化对计算机生成的人脸感知的影响。*ACM*图形学汇刊，

34 6 2015 10 1145 2816795 2818126 ( )，[73] 11月。doi：。/。。K. Zibrek、E. Kokkinara 和 R. McDonnell。别离我这么近：利用沉浸感和基于接近性的行为任务，探究控制对虚拟人吸引力的影响。载于*ACM*应用感知研讨会论文集，SAP ’17。计算机协会，纽约，美国，2017年。doi：10.1145/3119881.3119887[74] K. Zibrek、E. Kokkinara 和 R. Mcdonnell。沉浸式环境中虚拟角色逼真外观的影响——角色的个性是否起作用？*IEEE*可视化与计算机图形学汇刊，24(4):1681–1690，2018年。doi：10.1109/TVCG. 2018.2794638[75] K. Zibrek、S. Martin 和 R. McDonnell。照片级真实感对于在虚拟现实中感知富有表现力的虚拟人是否重要？*ACM*应用感知汇刊，16(3)，2019年9月。doi：10.1145/3349609