

被想象的社交性触摸

探究触摸屏介导的触摸社交中共同临场感的影响因素

摘要

如何使用其他感知（尤其是视觉和听觉通道）提供虚拟的社交性触摸感受，从而提升虚拟社交的共同在场（copresence）感，是一个已有初步探索但尚不明确的问题。尤其是设计空间中的各种选择和最终的虚拟社交共同在场感之间的关系尚不清楚。本文通过设计实现一个在线的虚拟触摸社交工具，初步探讨了匿名性、用户Avatar和对共同触摸的视觉增强三个因素对触摸屏介导的虚拟社交中共同临场感的影响。实验数据一定程度上支持：1）与匿名相比，实名的参与者可能更倾向于各自进行触摸，而非互相跟随并模仿对方的触摸，并可能具有更强的共同临场感；2）用户Avatar加入触摸交互可能可以让彼此更加感受到对方的人类身份，从而提升触觉互动的意愿和体验；3）是否对共同触摸做视觉增强的影响尚不明确，可能存在的提升共同触摸的作用尚待进一步研究和分析。受限于样本数量和研究设计，上述结论并未得到完整验证，但可以作为进一步研究的有用方向指引。同时，开发的平台和工具可以进一步改进用于支持今后的实验。

关键词

社交性触摸

触屏交互

介导的社交触摸（mediated social touch）

共同临场感（copresence）

引言

迅速发展的数字媒介愈发成为人与人之间沟通交流的重要渠道。许多单一通道的数字通讯技术能非常有效地支持高效的人际沟通，尤其是视觉（文字、视频）和听觉（语音通话）这两个通道。然而，对这些技术的批评常常指出现有数字通讯技术缺少多通道感知，因而交互生硬而抽象。包括味觉、嗅觉和触觉在内的其他通道均尚未加入日常使用的数字通讯技术中。

触觉和社交性触摸（social touch）在人们的社交沟通中扮演着重要的作用。

Huisman 等指出，人的触摸行为可以分为辨别性的触摸（discriminative touch）和情感性的触摸（affective touch），社交性触摸即属于后者，是两个或更多个人在共处的空

间中发生的具有情感性的触摸行为。¹在辨别性的触摸中，我们主要通过主动的触摸行为去获取被触摸方（人或物体）的性质。²与之不同的是，社交性的触摸还具有被动的部分，也即来自另一方的触摸。因此，社交性触摸包含了两方面的信息：触摸者的身份（即“谁”在触摸）和触摸所要传达的意图（即“为什么”触摸）³。

在上面的定义中，社交性触摸是一种物理上的接触。然而，Licoppe 等认为，当一项新技术加入到“科技景观（techoscape）”中的时候，社会将会对它的使用礼节达成共识，并最终逐渐发展成为一套规范⁴。电容触摸屏的广泛使用使得有多指触控功能的设备和社交应用成为了一种新的社交性触摸的媒介。在它们的使用过程中，我们逐渐习惯了视觉、听觉为主的虚拟社交。我们对社交性触摸的体验则变成了对屏幕的触摸，设备上可能存在的振动装置的反馈，以及视觉、听觉通道对于触觉的模拟。

许多研究在关注如何通过数字触觉技术提供社交性触摸的体验，这被称为是“技术介导的（mediated）社交性触摸”⁵。其中许多研究关注如何用技术制造出触感。然而，还有一类值得注意的研究方向是使用其他感知（尤其是视觉和听觉通道）提供虚拟的社交性触摸感受，从而提升虚拟社交的共同在场（copresence）感。实际上，在已有的触摸技术研究中，视觉就经常被作为辅助或基线加入到装置中去。在市场上，也已经有微信“拍一拍”⁶、Facebook 的“Poke（戳一戳）”⁷等功能投入使用，作为一种使用视觉渠道来模拟社交性触摸的尝试。它们都针对已经具有社交关系的用户，并采用了基于用户 Avatar 的交互。例如，微信的“拍一拍”需要双击要拍的用户头像，同时头像则会抖动，作为一种视觉增强。上述设计得到了较好的反响，然而在设计方面，我们对设计空间中的各种选择和最终的虚拟社交共同在场感之间的关系尚不十分明确。

本研究选取设计空间中的一部分因素进行探索，尤其关注上面提到的社交关系、Avatar 和视觉增强三个方面。具体而言，研究将通过设计并实现一个在线工具，进行控制变量的测试，以探讨以下因素对共同在场感的影响：

- 是否呈现对方的身份（匿名或实名）；
- 是否具有 Avatar（仅呈现触摸位置或呈现跟随触摸的 Avatar）；
- 是否对互相触摸做视觉增强（对两个参与者接近的触摸呈现视觉特效或不做任何反应）。

¹ Gijs Huisman, “Social Touch Technology: A Survey of Haptic Technology for Social Touch,” *IEEE Transactions on Haptics* 10, no. 3 (July 1, 2017): 391–408, <https://doi.org/10.1109/TOH.2017.2650221>.

² Carissa J. Cascio, David Moore, and Francis McGlone, “Social Touch and Human Development,” *Developmental Cognitive Neuroscience* 35 (February 2019): 5–11, <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2018.04.009>.

³ Cascio, Moore, and McGlone.

⁴ Christian Licoppe, “‘Connected’ Presence: The Emergence of a New Repertoire for Managing Social Relationships in a Changing Communication Technoscape,” *Environment and Planning D: Society and Space* 22, no. 1 (February 2004): 135–56, <https://doi.org/10.1068/d323t>.

⁵ Huisman, “Social Touch Technology.”

⁶ 微信新功能拍一拍上线，“拍”别人还能撤回，好多人不会用，2020, <https://www.youtube.com/watch?v=BhvkTBgmojI>.

⁷ What Is Poke and How to Send a Poke at Facebook, 2020, <https://www.youtube.com/watch?v=wi4f-Td3m4U>.

相关工作

虚拟协作环境和共同在场

许多研究关注在虚拟环境中社交临场感的产生。Biocaa 等指出，社交临场感包括三个部分，分别是共同在场（copresence）、立即性（immediacy）和亲密性（intimacy）。⁸ Basdogan 等的研究关注触觉在虚拟协作环境共同在场感中起到的作用。他们通过实验发现，加入触觉反馈的虚拟协作，会显著提升参与者认为自己在与真人协作而非程序的认知，并导致参与者报告更高的共同在场感⁹。Bailenson 等研究具身智能体（embodied agents）的外观和行为在虚拟环境中对人的共同临场感的影响¹⁰。

数字媒体介导的（mediated）社交性触摸

许多研究通过增加物理感触来为人带来社交性触摸的体验。在 Hoppe 等人的一项有趣的研究里，他们发现在 VR 虚拟角色的动作中加入社交性的触摸，并通过有温度的假手让人们真实感受到触感之后，人们会认为虚拟角色的背后更可能是有一个真人控制。¹¹ Hachisu 等人制作了一个手环，能够检测人和人之间手部接触时的接触面积、主动被动关系和手势，可以在社交场合下为触摸带来更丰富的信息。¹² Shiomi 等则开发了 SÔTO 机器人——它身上的衣服能够感受到人们的距离和触摸——用来研究机器人的“被感知的性别”对人们社交性触摸的影响。¹³

也有研究通过其他通道（例如视觉）来作为比喻，为人们带来虚拟的社交性触摸。例如，Mercado 等发现，当通过屏幕上的影像制造出被试和虚拟角色牵手这一“触摸的幻觉”的时候，被试会报告更高的参与感（engagement）。¹⁴

设计与实现

为了更好排除具体情境对实验的影响，更聚焦地探索触摸社交，线上工具的界面设计为如图 1 所示的单色空页面，包含引导窗口、触摸可视化、参与者 Avatar 可视化和交

⁸ Frank Biocca, Chad Harms, and Judee K. Burgoon, “Toward a More Robust Theory and Measure of Social Presence: Review and Suggested Criteria,” *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 12, no. 5 (October 2003): 456–80, <https://doi.org/10.1162/105474603322761270>.

⁹ Gagatay Basdogan et al., “An Experimental Study on the Role of Touch in Shared Virtual Environments,” *ACM Transactions on Computer-Human Interaction* 7, no. 4 (December 2000): 443–60, <https://doi.org/10.1145/365058.365082>.

¹⁰ Jeremy N. Bailenson and Nick Yee, “Virtual Interpersonal Touch: Haptic Interaction and Copresence in Collaborative Virtual Environments,” *Multimedia Tools and Applications* 37, no. 1 (March 2008): 5–14, <https://doi.org/10.1007/s11042-007-0171-2>.

¹¹ Matthias Hoppe et al., “A Human Touch: Social Touch Increases the Perceived Human-Likeness of Agents in Virtual Reality,” in *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (CHI '20: CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, Honolulu HI USA: ACM, 2020), 1–11, <https://doi.org/10.1145/3313831.3376719>.

¹² Taku Hachisu, Baptiste Bourreau, and Kenji Suzuki, “EnhancedTouchX: Smart Bracelets for Augmenting Interpersonal Touch Interactions,” in *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '19* (the 2019 CHI Conference, Glasgow, Scotland UK: ACM Press, 2019), 1–12, <https://doi.org/10.1145/3290605.3300551>.

¹³ Masahiro Shiomi et al., “SÔTO: An Android Platform with a Masculine Appearance for Social Touch Interaction,” in *Companion of the 2020 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction* (HRI '20: ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, Cambridge United Kingdom: ACM, 2020), 447–49, <https://doi.org/10.1145/3371382.3378283>.

¹⁴ David Jan Mercado, Gilles Bailly, and Catherine Pelachaud, “‘Hold My Hand, Baby’: Understanding Engagement through the Illusion of Touch between Human and Agent,” in *Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems - CHI EA '16* (the 2016 CHI Conference Extended Abstracts, San Jose, California, USA: ACM Press, 2016), 1438–44, <https://doi.org/10.1145/2851581.2892463>.

互视觉增强，除此之外无窗口、按钮等界面元素。线上工具的交互包括操作教程和三个任务。接下来的部分将逐一阐述具体的工具设计。

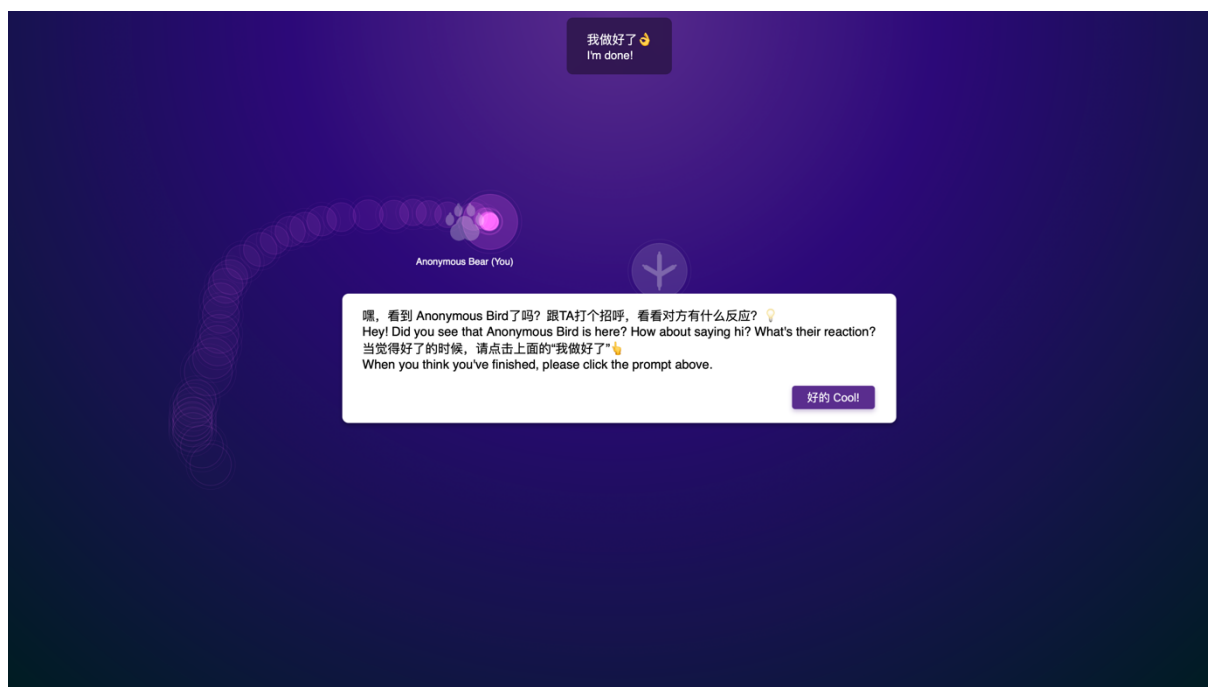


图 1. 研究中设计并实现的线上工具。图中可见两名在交互的用户在触摸屏幕，其中左侧用户正在屏幕上滑动手指，留下一条轨迹。用户的化名（Anonymous Bear）和 Avatar（熊掌）正在动态跟随用户的触摸。同时可见的还有模态的实验引导提示，以及上方的可交互按钮。

界面设计及其变量

界面中始终存在的元素是对于参与者触摸（既包括本地参与者也包括远程参与者）的可视化。另外与研究问题对应，还分别设计了参与者 Avatar、参与者名称以及相互触摸的视觉增强，根据实验设置启用或禁用。

1) 触摸可视化。触摸的可视化以圆形为视觉元素，主要考虑到触摸的两个维度（位置和力度）可以被容易地映射到圆心位置和圆的半径。另外，触摸的移动过程中会留下轨迹，并随时间消失，从而模拟触觉感受从工作记忆中逐渐消失的过程。最终，当参与者没有触摸屏幕时，一个半透明的圆形留存在最后触摸的位置，作为对上次触摸行为的表示。

2) 参与者 Avatar。为了在多参与者时提供更好的区分度，当开启 Avatar 功能时，参与者的 Avatar 将以一定的延迟动画跟随参与者的触摸；关闭后则只显示参与者的触摸可视化。Avatar 的图像为动物脚印图案，以避免太过具象地呈现手指指纹等形象的同时，通过物种足迹的不同来实现参与者的区分。对于多指触控的情况，Avatar 会计算所有触摸位置的中心，并自动居中。

3) 匿名化。根据匿名化开启与否,参与者名将发生不同变化。对于非匿名的情况,参与者可以选择自己输入姓名,这个名称将被展示给同一个房间的其他参与者;而对于匿名的情况,将由系统自动分配名称。系统自动分配的名称与参与者 Avatar 呼应,均为动物名称。

4) 相互触摸的视觉增强。当提供视觉增强时,系统会自动寻找参与者间位置接近的触摸,并在其间绘制连线。连线的透明度用于表示距离,距离越远,则连线越透明。

任务设计

任务的交互设计上,主要采取了对话式的交互,通过模态弹窗来引导参与者学习并使用线上工具。所设计的任务共包含三段教程和交互亲密度逐渐上升的三段游戏。

1) 教程。教程的主要目的是让参与者熟悉点击、拖拽这两种操作,并在认知中把触摸与可视化之间建立关联。因此,教程被设计为分成三部分:1) 邀请参与者尝试触摸屏幕;2) 提示可以使用的两种操作;3) 进一步提示练习目前使用较少的操作。在教程阶段,参与者的触摸操作并不会被转发至其他客户端,系统也不会可视化来自其他客户端的触摸。

2) 互相触摸。第一个任务同时兼具介绍触摸在线同步功能的教程作用。参与者在此时将可以看到另一位实验参与者,并被提示触摸对方的头像或当前触摸的位置。这一任务的设置类似社交中的“破冰”式触摸(例如握手),通过互相触摸头像或屏幕上的同一位置来拉近关系。

3) 促使跟随。任务二由系统随机选择两名参与者中的一名,要求参与者提示对方跟随自己触摸相同的位置。对于另一名参与者,系统则提示其关注对方是否想要传达什么信息,以及希望自己做什么事情。这一任务的设置更接近具有推动和劝说作用的社交性触摸¹⁵。

4) 协作过关。任务三中,用户被要求合作触摸同一个位置来消除光点、赢得游戏。屏幕的内部区域(边缘的各 10% 屏幕不纳入考虑,以避免触摸不到的问题)会随机生成光点,需要两人同时触摸才能消除。这一任务的设置接近合作过程中的社交性触摸,接触更为密切,实时性也更高。

实现

实验使用的在线工具通过 HTML/CSS/Javascript 实现,并以 Python 作为后端,通过 WebSockets 技术进行双向通信。前端实现中尤其注意了对多种触摸设备的兼容性,可以在各类移动触屏设备(手机和平板)、数位板/屏和支持触摸的笔记本电脑上运行。

¹⁵ April H. Crusco and Christopher G. Wetzel, “The Midas Touch: The Effects of Interpersonal Touch on Restaurant Tipping,” *Personality and Social Psychology Bulletin* 10, no. 4 (December 1984): 512–17, <https://doi.org/10.1177/0146167284104003>.

值得注意的是，部分设备并不具有触摸压力传感器。因此，在实现中针对这类设备进行了检测，并采用了将速度映射到力度的模拟方式：即参与者的触摸移动速度越快，就被认为越用力。这与参与者快速移动手指时需要发力的感受一致，能够较好地模拟力度感应。

实验与分析

实验流程

24 名研究生作为参与者参加了实验。参与者被随机平均分为四个小组，采用组间对照实验，每组对应一种实验线上工具版本，从而避免学习效应带来的干扰。实验工具版本共四种，分别为基线版本（匿名、有 Avatar、有视觉增强）、非匿名版本（非匿名、有 Avatar、有视觉增强）、无 Avatar 版本（匿名、只有触摸可视化、有视觉增强）和无视觉增强版本（匿名、有 Avatar、无视觉增强）。其中，分配到非匿名化工具的小组成员彼此之间互相认识。

参与者全部在线上完成沟通、介绍和实验。在简短的文字介绍后，同组每对参与者被同时发放相应链接，并进入实验工具，在系统引导下操作。实验者在过程中并不参与实验，仅在介绍阶段和出现技术问题时介入。在介绍时，每名参与者不会被告知将与谁一同参加实验。实验完成后，参与者被自动引导至问卷进行填写，同时系统自动保存实验过程中采集的交互数据。

数据采集与分析

1) 问卷

现在已经有一定的对于社交临场感测量问卷的研究。Bailenson 等的研究中采用了一个三部分（共同临场、喜爱度和尴尬度）的问卷来得到参与者自我报告的共同临场感的影响¹⁶。Poeschl 等构建了另一个问卷，除了共同临场部分与 Bailenson 等问题相同外，还增加了“对交互可能性的感知”，以及针对与虚拟观众互动的“演讲者-观众互相反应”的部分¹⁷。Basdogan 等的研究中则使用八个问题度量了参与者在虚拟环境中共同解决问题时“在一起的感受（The Sense of Being Together）”，着重询问了是否感受到与人的交互而非是机器¹⁸，这一点与 Poeschl 等的研究中“交互可能性的感知”部分问题 1 是一致的。

因此，实验中最终采用了包含 Bailenson 等的共同临场感与喜爱度，和 Poeschl 等的交互可能性的感知共三部分问题组成问卷。尴尬度的问题作出了双方能彼此看到的假设，不符合这次实验的设置，故而没有包括在问卷中。演讲者-观众互相反应由于针对公共演讲，亦不符合。最终，实验使用的问卷问题如表 1，参与者的打分采用 1~5 的 Likert 量表¹⁹。

¹⁶ Jeremy N. Bailenson et al., “The Independent and Interactive Effects of Embodied-Agent Appearance and Behavior on Self-Report, Cognitive, and Behavioral Markers of Copresence in Immersive Virtual Environments,” *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 14, no. 4 (August 2005): 379–93, <https://doi.org/10.1162/105474605774785235>.

¹⁷ Sandra Poeschl and Nicola Doering, “Measuring Co-Presence and Social Presence in Virtual Environments – Psychometric Construction of a German Scale for a Fear of Public Speaking Scenario,” n.d., 6.

¹⁸ Basdogan et al., “An Experimental Study on the Role of Touch in Shared Virtual Environments.”

¹⁹ R. Likert, “A Technique for the Measurement of Attitudes,” *Archives of Psychology* 22 140 (1932): 55–55.

表 1. 实验使用的问卷问题

序号	类别	问题
1	共同临场感	我意识到了在虚拟房间中还有其他人
2		我觉得我感受到了其他人的存在
3		我在这个虚拟环境中感到自己是独自一人的 ^r
4	喜爱度	我喜欢对面的“对方”
5		我愿意再次见到“对方”
6		“对方”是有吸引力的
7		和“对方”共处的时间并不让人满意 ^r
8	对交互可能性的印象	我觉得我是在和人类交互
9		我觉得我和他人建立了链接
10		我感受到了我可以和虚拟房间中的其他人交互
11		我觉得在虚拟房间中的其他人注意到了我

^r 问题为逆向发问，计算时按照 得分 = 6 - 原始分 来计算。

最终，参与者对问题的打分被按部分取平均数（标^r的问题按照 得分 = 6 - 原始分 参与计算），作为该维度的参与者评价。最终统计结果如图 2 所示，纵轴为参与者评分，横轴为四种实验设置。

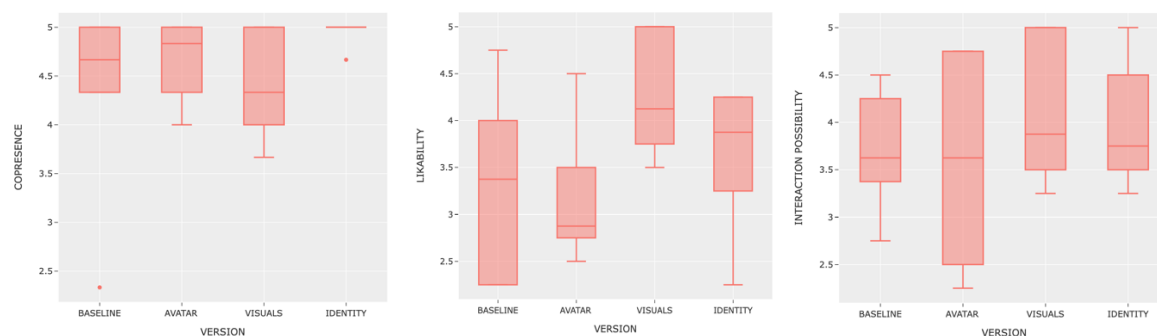


图 2. 问卷统计结果。横轴为实验设置（BASELINE=基线版本，IDENTITY=无匿名版本，AVATAR=无 Avatar 版本，VISUALS=无视觉增强版本），纵轴为问卷维度（COPRESENCE=共同临场感，LIKABILITY=喜爱度，INTERACTION POSSIBILITY=对交互可能性的印象）。

在共同临场感方面，如图 2 左可见，有无参与者 Avatar 和有无视觉增强对共同临场感的影响不显著。同时，非匿名的版本中参与者表现出打分更高的倾向，但尚未具有统计学显著的区别（ $p = .186$ ）。

在喜爱度方面，如图 2 中间，去除视觉增强的版本得到了更高得分，但也尚不显著（ $p = .059$ ）。其余两个因素与基线版本相比没有明显的区别。

在对交互可能性的印象方面，如图 2 右，三个版本与基线版本没有统计学显著的区别。然而，值得注意的是，去除 Avatar 之后的版本得到了更低的最低评分。同时，部分参与该组实验的参与者（N=2）在结束后表示认为可能是在播放录制下来的参与者交互，或者是“AI 在和我交互”，在其他组中没有这种情况。

2) 交互数据

对交互数据的采集集中在触摸行为上。线上工具以毫秒为单位记录了所有参与者的实验变量设置、实验分组、匿名 ID、触摸位置和触摸力度数据。其中触摸位置数据被按照每台设备的宽度和高度标准化，处理为 0~1 之间的数字。这些数据通过线性补间被进一步补全为间隔均匀的时序数据，以支持进一步的比较分析。

交互数据的分析主要分为两个维度：共同触摸时长（图 2 中 TOGETHERNESS）和同步模仿时长（图 2 中 SYNCHRONIZATION）。共同触摸指的是同一时间两个参与者的触摸间距在标准化之后小于 0.05，也即小于所使用屏幕上约 5% 的长度。同步模仿指同一时间两个参与者的运动方向相似，使用的度量标准为 cosine similarity 达到 0.95 及以上（小于约 18.2° 的夹角）。

使用上一步间隔均匀的时序数据，可以度量得到符合条件的两种交互行为占总交互时长的比例，如图 2 所示。

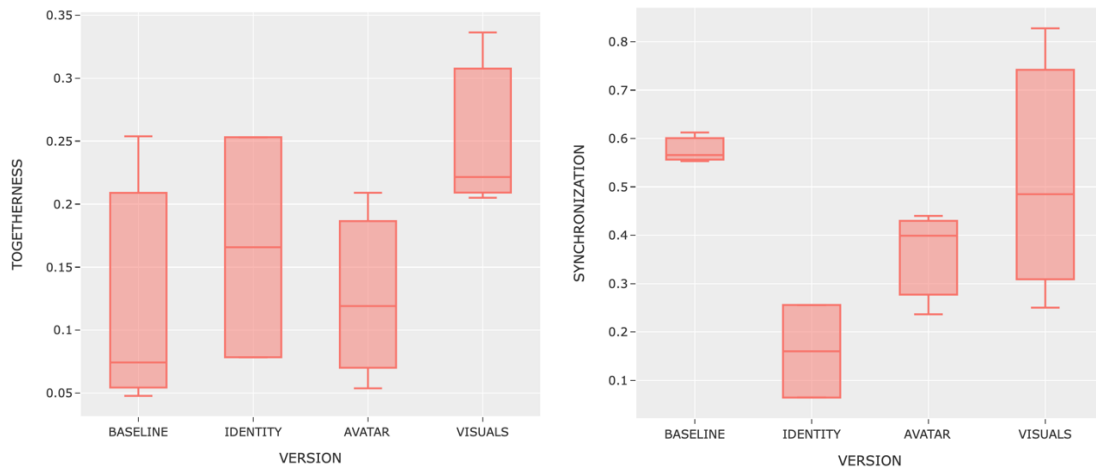


图 3. 交互数据分析结果。横轴为实验设置（BASELINE=基线版本，IDENTITY=无匿名版本，AVATAR=无 Avatar 版本，VISUALS=无视觉增强版本），纵轴为统计得到的该类交互时间占比（TOGETHERNESS=共同触摸，SYNCHRONIZATION=同步模仿）。

共同触摸时长占比方面，如图 3 左可见，非匿名化和隐藏参与者 Avatar 与基线版本没有显著区别。隐藏了共同触摸时连线的版本有略微更高的共同触摸时间占比，但并不显著 ($p = .168$)。

在同步模仿时长占比方面，非匿名化版本和无 Avatar 版本的统计数值均显著低于基线 ($p = .011$ 和 $p = .028$)。去除视觉增强的版本区别不显著。

讨论与未来工作

在上述数据分析的基础上，本节对一些发现和目前工作的局限性进行讨论，并指出未来更深入研究的方向。

匿名社交与实名社交

在同步模仿这类交互中，互相知道彼此身份的参与者显著表现出更少的时长占比。这可能由多种因素导致，样本量小或者用户的个性特征区别等均可能是解释因素。另一

种可能的解释是，彼此熟悉的用户会花更多时间向对面传达更具体的信息，例如六名非匿名组参与者中，有五名均表示曾经使用过画符号或文字的方式来和对面沟通；这类交流是轮流而非同时的，可能会导致更低的同步模仿类交互。另外，从共同临场感一项的打分看来，似乎非匿名的实验中参与者更可能打出高的分数。由于实验的样本量依然很小，这可能来源于随机因素，也可能由于彼此认识的参与者更能够产生同时在场的感受。未来工作可以进一步比较非匿名用户和匿名用户在交互中的行为模式区别，并向相关文献中寻求支持。

用户 Avatar 在触觉社交中的作用

在同步模仿这类交互中，在没有 Avatar 的情况下参与者显著表现出更少的时长占比。另外，可以注意到没有 Avatar 的版本在交互可能性中得到了部分用户的最低评价。结合该组两名用户的评论，没有 Avatar 的这类纯触摸交互可能更不能让人感受到对方的人类身份，从而降低对对方的注意力。相反，在触摸交互中加入明显的 Avatar 作为用户身份的代表，可能能够显著增强与对方的互动感。

视觉增强的影响

大多数情况下，有无对共同触摸的视觉增强似乎并不影响用户行为。特例在于，没有视觉增强的用户组表现出了略高的共同触摸时长占比，这似乎有些反直觉。然而由于数据样本量的限制，仍然无法确定是否来源于随机因素，也受限于量表的研究方法，无法进一步从用户处收集数据分析原因。未来的工作需要考虑更多的解释变量，并进行更多样本测试来得到更确定的结果。

结论

本文通过实验初步探讨了匿名性、用户 Avatar 和对共同触摸的视觉增强三个因素对触摸屏介导的虚拟社交中共同临场感的影响。实验数据一定程度上支持：1) 与匿名相比，实名的参与者可能更倾向于各自进行触摸，而非互相跟随并模仿对方的触摸，并可能具有更强的共同临场感；2) 用户 Avatar 加入触摸交互可能可以让彼此更加感受到对方的人类身份，从而提升触觉互动的意愿和体验；3) 是否对共同触摸做视觉增强的影响尚不明确，可能存在的提升共同触摸的作用尚待进一步研究和分析。受限于样本数量和研究设计，上述结论并未得到完整验证，但可以作为进一步研究的有用方向指引。同时，开发的平台和工具可以进一步改进用于支持今后的实验。

参考文献

- Bailenson, Jeremy N., Kim Swinth, Crystal Hoyt, Susan Persky, Alex Dimov, and Jim Blascovich. "The Independent and Interactive Effects of Embodied-Agent Appearance and Behavior on Self-Report, Cognitive, and Behavioral Markers of Copresence in Immersive Virtual Environments." *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 14, no. 4 (August 2005): 379–93. <https://doi.org/10.1162/105474605774785235>.
- Bailenson, Jeremy N., and Nick Yee. "Virtual Interpersonal Touch: Haptic Interaction and Copresence in Collaborative Virtual Environments." *Multimedia Tools and*

- Applications* 37, no. 1 (March 2008): 5–14. <https://doi.org/10.1007/s11042-007-0171-2>.
- Basdogan, Cagatay, Chih-Hao Ho, Mandayam A. Srinivasan, and Mel Slater. “An Experimental Study on the Role of Touch in Shared Virtual Environments.” *ACM Transactions on Computer-Human Interaction* 7, no. 4 (December 2000): 443–60. <https://doi.org/10.1145/365058.365082>.
- Biocca, Frank, Chad Harms, and Judee K. Burgoon. “Toward a More Robust Theory and Measure of Social Presence: Review and Suggested Criteria.” *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 12, no. 5 (October 2003): 456–80. <https://doi.org/10.1162/105474603322761270>.
- Cascio, Carissa J., David Moore, and Francis McGlone. “Social Touch and Human Development.” *Developmental Cognitive Neuroscience* 35 (February 2019): 5–11. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2018.04.009>.
- Crusco, April H., and Christopher G. Wetzel. “The Midas Touch: The Effects of Interpersonal Touch on Restaurant Tipping.” *Personality and Social Psychology Bulletin* 10, no. 4 (December 1984): 512–17. <https://doi.org/10.1177/0146167284104003>.
- Hachisu, Taku, Baptiste Bourreau, and Kenji Suzuki. “EnhancedTouchX: Smart Bracelets for Augmenting Interpersonal Touch Interactions.” In *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '19*, 1–12. Glasgow, Scotland Uk: ACM Press, 2019. <https://doi.org/10.1145/3290605.3300551>.
- Hoppe, Matthias, Beat Rossmay, Daniel Peter Neumann, Stephan Streuber, Albrecht Schmidt, and Tonja-Katrin Machulla. “A Human Touch: Social Touch Increases the Perceived Human-Likeness of Agents in Virtual Reality.” In *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–11. Honolulu HI USA: ACM, 2020. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376719>.
- Huisman, Gijs. “Social Touch Technology: A Survey of Haptic Technology for Social Touch.” *IEEE Transactions on Haptics* 10, no. 3 (July 1, 2017): 391–408. <https://doi.org/10.1109/TOH.2017.2650221>.
- Licoppe, Christian. “‘Connected’ Presence: The Emergence of a New Repertoire for Managing Social Relationships in a Changing Communication Technoscape.” *Environment and Planning D: Society and Space* 22, no. 1 (February 2004): 135–56. <https://doi.org/10.1068/d323t>.
- Likert, R. “A Technique for the Measurement of Attitudes.” *Archives of Psychology* 22 140 (1932): 55–55.
- Mercado, David Jan, Gilles Bailly, and Catherine Pelachaud. “‘Hold My Hand, Baby’: Understanding Engagement through the Illusion of Touch between Human and Agent.” In *Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems - CHI EA '16*, 1438–44. San Jose, California, USA: ACM Press, 2016. <https://doi.org/10.1145/2851581.2892463>.
- Poeschl, Sandra, and Nicola Doering. “Measuring Co-Presence and Social Presence in Virtual Environments – Psychometric Construction of a German Scale for a Fear of Public Speaking Scenario,” n.d., 6.
- Shiomi, Masahiro, Hidenobu Sumioka, Kurima Sakai, Tomo Funayama, and Takashi Minato. “SÔTO: An Android Platform with a Masculine Appearance for Social Touch Interaction.” In *Companion of the 2020 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, 447–49. Cambridge United Kingdom: ACM, 2020. <https://doi.org/10.1145/3371382.3378283>.
- What Is Poke and How to Send a Poke at Facebook*, 2020. <https://www.youtube.com/watch?v=wi4f-Td3m4U>.

微信新功能拍一拍上線，“拍”別人還能撤回，好多人不會用, 2020.
<https://www.youtube.com/watch?v=BhvkTBgmojI>.