arXiv:2303.04398v2 [cs.RO] 1 Aug 2023

人格对远程机器人控制中的认知工作负荷、情感和任务表现的影响

Go-Eum Cha、Wonse Jo 和 Byung-Cheol Min

摘要——本文探讨机器人操作员的人格特质如何影响他们在远程控制机器人时的任务表现。在使用机器人执行特定任务时，探究个人倾向对信息处理的直接和间接影响至关重要。为研究这种关系，我们使用开放获取的多模态数据集 MOCAS，考察机器人操作员的人格特质、情感、认知负荷和任务表现。我们的目标是确认人格特质是否会产生总效应（包括直接效应和间接效应），并显著影响操作员的表现水平。具体而言，我们考察外向性、尽责性和宜人性等人格特质与任务表现之间的关系。我们对认知负荷、工作负荷和情感的自我评定、量化的个体人格特质以及相应的实验得分进行相关性分析。研究结果表明，人格特质对任务表现没有总效应。补充视频请访问：https://youtu.be/h3XUtVn7nzg。



图 1：远程机器人控制期间人格对人类状态（工作负荷、情感和表现）的影响示意图。各标签含义如下：外向性（PE）、情绪稳定性（PES）、宜人性（PA）、尽责性（PC）和想象力／智力（PII）。

一、引言

机器人技术的持续进步使远程控制应用成为可能，例如进入机器人操作员无法到达的场所 [1] 以及进行监控 [2]。这类任务通常具有重复性，并要求持续进行人类知觉。远程控制中的人为因素，如认知工作负荷、信任、压力和情感 [3], [4], ，通常被认为是实现更好任务表现的决定性因素。这些因素可分为特定协作环境中的内在因素和外在因素，并可通过测量来评估操作员的任务表现。内在因素（如人对机器人的信任 [5] 以及对已形成关系的识别 [6], ），还有外在因素（如机器人的移动速度 [7],），都会对与机器人之间的协作关系产生显著影响，这一点由集体变量所确定。

在基于视频的监控或监测系统中，人类操作员需要远程控制机器人，任务表现可能会受到以下因素的显著影响：

与机器人和人类双方相关的因素 [2], [8], 如图所示。1操作员主要负责采取行动，例如在监控拥挤的公共场所时，发现异常情况（如暴力事件）后进行报告。

本材料基于美国国家科学基金会项目编号 IIS-1846221 的资助。本文中表达的任何观点、研究结果、结论或建议均属于作者的观点，不一定反映美国国家科学基金会的看法。所有作者均来自美国印第安纳州西拉斐特市普渡大学计算机与信息技术系 SMART 实验室，邮编 47907[cha20, jow, and minb］ @purdue.edu

外在变量，如任务复杂度和系统准确性，以及从多个摄像头获取的信息，都会对操作员产生内在影响，例如心理工作负荷和情感状态，而这些因素与其任务表现直接相关 [2]。

隐性知觉在信息处理和行为中的作用与人格特质密切相关，并且可能因个体而异 [9], [10]。心理学和人机交互等多个学科的荟萃分析表明，人格特质在信息处理和关系建立中发挥着重要作用，而这些过程并非完全由独立因素决定。个人倾向、情境及任务相关背景以及情感等多种情境要素可能共同影响人类知觉 [9]。此外，多种与人类相关的特征（如人格特质或对机器人的态度）之间的关联，也表明它们在促进人类与机器人实体之间建立融洽关系方面具有重要作用 [5]。

人为因素一直以来都在人的时间条件这一背景下进行分析，但个人倾向也可能影响任务表现 [4]。人格特质作为内在人为因素之一，指的是一组随着时间推移而经由经验塑造的个人特征。心理学家或社会科学家对这些特质进行了分类命名 [11], [12]。这些特质主要通过分析来确定，哪些类型的人在特定任务中表现更佳 [13], [14]。例如，运动员的人格会因团队运动的类型而呈现不同分布，并且也会影响团队绩效 [13]。然而，现有文献尚未深入探讨倾向与可测量的任务要素之间的依赖关系，尽管人格对社会接受度的影响

[15], [16] 以及信任 [17] 已得到讨论。

本文的主要目标是研究操作员的人格对其在远程控制情境下的认知工作负荷、情感和任务表现的影响 [18], 。此外，我们旨在确定人格特质在多大程度上会随不同时间状态而影响任务表现。为此，我们使用开放获取的多模态 MOCAS 数据集 [18], ，其中包含人类受试者使用闭路电视（CCTV）系统执行监控任务时收集的数据。我们开展了广泛的统计分析，以探究人格特质与任务表现之间的关联，以及操作员通过认知和情感反应所呈现的行为特征。我们的主要贡献如下：

- 我们对人类参与者的个人倾向、认知工作负荷、情感和任务表现之间的相关性进行了统计分析；
- 我们验证了这些测量指标之间直接效应和间接效应的存在；
- 我们结合定量和定性研究，对人机团队中的人格进行了全面讨论。

II. 背景

人格特质一直在两个相互独立的语境中得到研究：人类用户和机器人的人格特质。个体的个人倾向可以通过人格模型进行测量，例如大五人格模型（五因素模型，FFM） [11] 和HEXACO模型 [12]。此外，还可以对机器人进行编程，使其表现出某些人格特质 [16],，这可能会影响人类对其相似性的感知。例如，从试点研究到荟萃分析，研究人员发现，人格特质会影响人类参与者的偏好 [19]和接受度 [20], ，使其与机器人所呈现的人格相匹配。尽管机器人人格与人类知觉之间的关联十分重要 [16],，但作者重点关注远程控制场景中的人类倾向，尤其是监控任务，因为在这些任务中，机器人表现出的预设人格特质极少。

从心理学角度来看，人格特质，尤其是内向性—外向性维度，与任务完成有着显著关联。虽然这一人格维度可能并不直接取决于感知，但它与冲动性有着密切关系 [9]⁋[10]。研究表明，冲动性可以作为一种内在刺激，促使个体取得更好的表现。通常，冲动性与尽责性维度呈负相关，这表明自我调节与较高的尽责性有关 [10]。实证结果显示，勤勉程度会影响个体在短时间内仔细辨别异常（错误）的能力，而这与自律程度有关 [21]。较高的勤勉程度似乎也会转化为更高的工作投入，从而带来更好的任务表现 [22]。与勤勉程度较高者可能表现出的谨慎相反，宜人性较高的人在执行给定任务时往往会犯错，这一观点得到了实证研究的支持证据表明，在自我调节任务中，尽责性较高的人表现优于宜人性较高的人 [23]。这一结果可能得到如下发现的支持：在视觉匹配问题中，更乐观的人往往能更快做出决策 [23]。前述研究证明，宜人性较高的个体在任务中可能会出现更高的错误率。

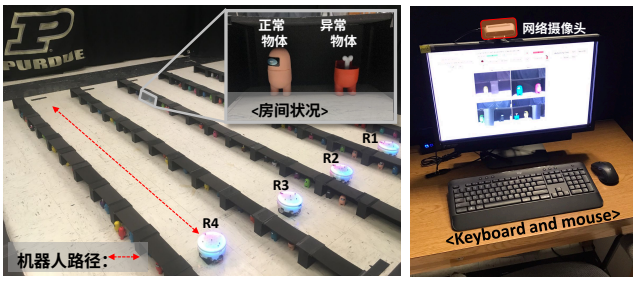
专家还认为，外向性水平与个体的社会心理和生理反应，以及其完成任务时的任务表现有关。例如，以钟形曲线表示的耶克斯-多德森定律 [24],揭示了刺激与表现之间的实证关系。该定律指出，表现最初会随着唤醒度的提高而提升，但达到某个特定点（即顶点）后便会迅速下降；在这一点上，唤醒度达到持续水平。

实证研究表明，刺激、信息处理和任务表现之间存在联系。然而，由于对人格特质的评估并不一致，现有研究的结论也存在差异。一些研究发现，外向性对任务表现没有明显影响 [25], [26], ，这与前文讨论的研究不一致。同样，一项 [25] 研究也发现，参与者的外向性水平会影响他们与机器人协作时可能出现的错误频率。然而，由于该实验更侧重于机器人与操作员之间的关系 [25], 这一发现本质上难以直接应用于任务表现。考虑到人格特质在 [9], 中的影响，任务完成方面的影响可能不仅完全源于人格特质，也源于唤醒度和努力程度。因此，可能有必要进一步研究，以全面了解人格特质对远程机器人控制场景的影响所涉及的复杂性。

A. 假设

本研究旨在通过考察信息处理所引发的认知变化与情绪波动之间的关系，探究人格特质对任务表现的影响。我们提出以下假设：

- $\mathcal{H}_1$：五因素模型的各项特质均与任务完成呈正相关或负相关。外向性水平较高的参与者表现出较高的任务表现（$\mathcal{H}_1$a）；尽责性水平较高的参与者也如此（$\mathcal{H}_1$b）。
- $\mathcal{H}_2$：操作员的成功表现率可能与其个人人格特质相关。尽责性水平较高的参与者具有较高的成功率和任务表现（$\mathcal{H}_2$a），而宜人性水平较高的参与者则具有较低的成功率和任务表现（$\mathcal{H}_2$b）。
- $\mathcal{H}_3$：对认知工作负荷和情感的主观评估可能与人格特质相关。外向性水平较高的参与者同时表现出较高的认知工作负荷和较高的唤醒度（$\mathcal{H}_3$a）。
- $\mathcal{H}_4$：人格特质可能对任务表现产生直接和间接效应。



(a) (b)

图 2：用于构建 MOCAS 数据集的实验环境；(a) 机器人测试平台以及正常物体和异常物体所在的房间状况（如灰色方框所示），(b) 人类受试者用于远程执行闭路电视监控任务的书桌细节。

III. 数据集

在本研究中，我们使用了名为 *MOCAS* [18][1]，的开放获取多模态数据集。该数据集包含 21 名参与者的数据，包括生理信号、面部摄像视频、鼠标移动、屏幕录制，以及基于不同认知负荷水平的主观问卷[18]。参与者的年龄介于 18 至 37 岁之间（均值 = 24.3 岁，标准差 = 5.2 岁）。该数据集使用的刺激是闭路电视监控任务：人类操作员需要监控由多个巡逻机器人平台传输的单个或多个摄像机视图。机器人数量和速度可以调整，从而呈现不同水平的刺激，例如低、中、高工作负荷。在闭路电视监控任务中，参与者需要检测并点击摄像机视图中的异常物体（见图 2中的红色虚线框）。正确点击异常物体可获得 1 分，未能做到则扣 3 分。

A. 流程

图 3 展示了 MOCAS 数据集所采用的整体数据收集流程。在开始实验之前，参与者需要阅读知情同意书，并完成人口统计信息问卷和人格问卷；研究人员使用国际人格项目五大人格因素标记将人格特质划分为五个不同类别 [11]。

如图中虚线框所示，主要实验包含三个重复阶段。3。基线阶段是开始主要阶段前的准备步骤。主要阶段要求参与者执行单一的闭路电视监控任务，通过三种不同摄像机视图数量（例如，一台、两台或四台摄像机）与多机器人系统的三种不同速度（例如，低速、中速和高速）的不同组合，设置不同的工作负荷等级，如图中的表格所示。3。评估阶段旨在收集主观认知负荷测量数据，包括瞬时自我评估（ISA） [27]和 NASA任务负荷指数（NASA-TLX） [28]，以及使用自我评估人偶（SAM）评估参与者的主观情绪状态[29]。此外，还提供了一段补充视频，网址为https:

[1]MOCAS 数据集可公开访问，关于该数据集的更多详情可在https://polytechnic.purdue.edu/ahmrs/mocas-dataset找到。

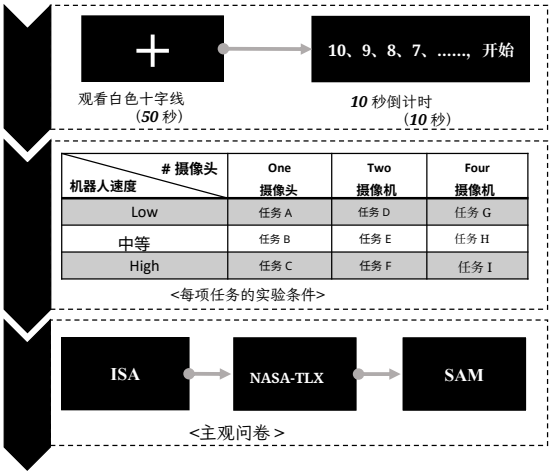


图 3：MOCAS 数据集数据收集的总体流程。

//youtu.be/BxVVj7R9b70 该视频介绍了实验设计的详细内容，以及构建 MOCAS 数据集所采用的流程。

B. 数据收集

1）人格特质：MOCAS 数据集包含参与者在开始主要实验前收集的五因素模型信息。本文考察五种人格因素，具体如下。

- 外向性（PE）：测试得分较高的参与者通常表现出外向、健谈和善于社交的行为，而得分较低者则倾向于表现得更为内敛和内省。
- 情绪稳定性（或神经质；PES）：测试得分较高的参与者往往性情敏感、容易紧张，而得分较低者通常在行为上更有韧性，也更自信。
- 宜人性（PA）：测试得分较高的参与者往往友善且乐观，而得分较低者则更可能表现得挑剔和好斗。
- 尽责性（PC）：测试得分较高的参与者往往表现得谨慎勤勉，而得分较低者则倾向于冲动且缺乏条理。
- 智力/想象力（或经验开放性；PII）：测试得分较高的参与者往往富有创造力且好奇，而得分较低者则倾向于传统和守旧。

2）表现：有两个变量用于衡量参与者的任务表现：任务得分和成功率。

- 任务得分：在闭路电视监控任务中获得的分数总和，用于表示人类操作员的任务表现。
- 成功率：指参与者任务的质量，通过成功点击次数除以鼠标点击总次数获得。

3) 实验： MOCAS 数据集的闭路电视监控任务中使用了两个实验因素；摄像头数量 和机器人速度。

- 摄像头数量：分配给人类操作员的工作负荷，用于同时监控摄像机视图的数量。摄像头数量的范围包括三种不同的摄像机视图数量：一个、两个或四个摄像机。
- 机器人速度：机器人平台执行巡逻任务时的速度。机器人速度包括机器人平台的三种不同速度：低速（100 mm/s）、中速（200 mm/s）和高速（300 mm/s）。

4) 问卷：有两个变量用于通过两种自我报告评估工具测量参与者的认知工作负荷：*ISA* 和加权 *NASA*。

- *ISA*：参与者在完成每项具有不同实验因素组合（例如机器人速度和摄像头数量）的任务后，直接报告的自评压力水平。
- 加权 *NASA*：通过将权重（$[5, 0, 4, 3, 2, 1]$）乘以每个 NASA-TLX 因素，对原始 NASA-TLX 进行修正，从而提供更准确且个性化的工作负荷评估 [30]。

IV. 统计调查

MOCAS 数据集根据三种机器人速度（例如，100 mm/s、200mm/s和 300 mm/s）以及摄像头数量（例如，1、2 和 4）分为九个等级。21 名参与者的分段数据为 187 条，而非 189 条，因为其中一名参与者（P2）未能完成两个分段任务（一台摄像机×200 mm/s 和两台摄像机的组合×100 mm/s）。表I展示了描述性统计数据，用于考察实验中测量信息的影响。统计分析使用 Windows 版 IBM SPSS 29.0 完成。

表 I：描述性统计表。

	Min.	Max.	Mean	Std.
表现				
分数	-65	164	70.3	40.196
成功率	0	1	0.94	0.076
人格				
外向性	16	96	58.26	26.974
情绪稳定性	4	93	50.11	23.896
宜人性	1	89	49.53	26.133
尽责性	0	93	59.02	24.661
智力/想象力	6	93	53.8	28.364
主观评分				
加权 NASA-TLX	13	90	47.56	18.242
ISA	-2	2	0.02	0.975
唤醒度	-4	4	1.28	2.023
效价	-4	4	-0.65	2.494

在 [18] 中呈现的重复测量方差分析结果表明，参与者的认知负荷在机器人速度方面存在统计学显著差异（$F(2, 38) = 30.84, p < .001, \eta_p^2 = 0.62$），在摄像机视图数量方面也存在统计学显著差异（$F(2, 38) = 36.3, p < .001$, $\eta_p^2 = 0.66$），且数据满足正态性。结果表明，实验变量成功地形成了不同水平的认知负荷。

皮尔逊相关系数（γ）揭示了实验变量与绩效变量之间的正向或负向关系，如表 II所示。我们遵循 [31] 中作者提出的相关系数解释规范，以确定效应量的大小。

表 II：得分、成功率、成功点击次数（#）、摄像机数量（#）与机器人速度之间的皮尔逊相关系数。

	得分	成功率	成功点击次数	摄像头编号	速度
得分	1				
成功率	.683***	1			
成功点击次数	.759***	.072	1		
摄像头 #	.122	-.364***	.497***	1	
速度	-.582***	-.611***	-.304***	-.002	1

***: $p < .001$

总体而言，参与者的成功率与得分呈正相关（γ=.683, $p < .001$），与摄像头数量（γ=-.364, $p < .001$）和速度（γ=-.611, $p < .001$）呈负相关。此外，机器人的速度与得分呈显著负相关（γ=- .582, $p < .001$）。结果表明，成功点击率与测量结果呈逐渐增强的相关性。参与者的成功点击次数受到摄像头数量（γ=.497, $p < .001$）和摄像头速度（γ=-.304, $p < .001$）的显著影响，这意味着难度等级越高，点击成功率越低。此外，速度会对得分产生负面影响；据称，机器人的速度是影响表现的关键因素。另外，参与者在实验中的点击成功程度可能也是决定得分的一个因素，这是因为错误点击会受到惩罚。

图 4 中的数据展示了实验变量两两之间的散点图。每张图中都识别出多个离群值，且未观察到明显的非线性关系。因此，我们得出结论：仅凭实验变量不足以确定时变人类特征，例如工作负荷和表现。

A. 人格变量评估

1) 皮尔逊相关：表 III 展示了个人特质指标与实验变量和绩效变量之间的关系。我们的研究结果部分支持人格指标与更高表现之间的预期关系（$\mathcal{H}_1$）：当外向性的维度值较高时（$\mathcal{H}_1$a, γ = .148, $p < .05$），表现更高；但我们未发现尽责性与表现之间存在显著关系（$\mathcal{H}_1$b）。我们还发现，宜人性对成功点击率具有轻微负面影响（γ = -.153, $p < .05$），而其分数测量未显示出显著性（γ = -.124, p>.05; $\mathcal{H}_2$b）。其他指标在决定绩效指标方面均未显示出显著性。因此，我们未发现成功点击率与尽责性之间存在显著关系（$\mathcal{H}_2$a）。此外，分别收集的 SAM 自我评估人偶评分中的效价和唤醒度，在 PII-效价（γ = .243, $p < .01$）、PES-效价（γ=-.168, p<.05）以及 PA-唤醒度（γ =-.162, $p < .01$）这几对变量中均显示出显著性。PE-唤醒度这一对变量的相关性最强，其系数值最高（γ =.335, $p < .01$）。

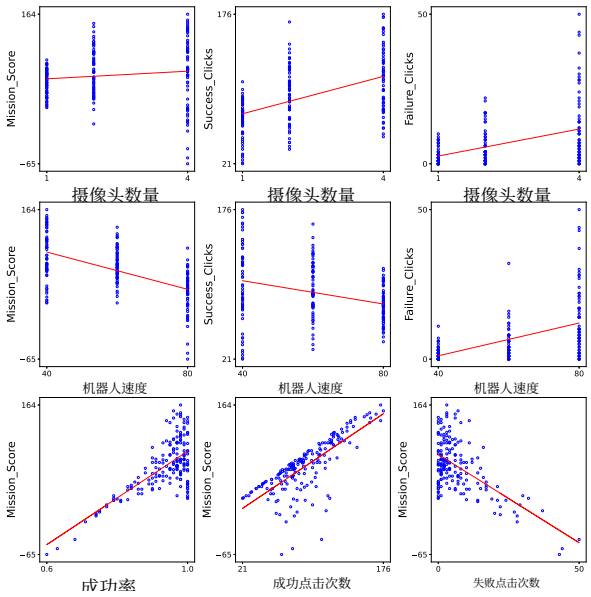


图 4：摄像头数量（摄像头数量）、机器人速度（机器人速度）、任务得分、成功点击率、- 成功点击次数与失败点击次数之间的散点图及最小二乘线性拟合对。

表 III：人格特质、表现、实验指标、SAM、加权 NASA–TLX 与 ISA 之间的皮尔逊相关系数。

	得分	成功率	效价
PE	.148*	-.024	-.054
PES	-.023	-.018	-.168*
PA	-.124	-.153*	-.082
PC	.058	-.044	.086
PII	-.128	-.015	.243**
	唤醒度	**加权 NASA-TLX**	**ISA**
PE	.335**	.234**	.196**
PES	.059	.159*	.215**
PA	-.162*	-.170*	-.051
PC	.083	.162*	.247**
PII	-.046	.014	-.066

**: p <.01, *: p <.05

关于认知工作负荷与情感（$\mathcal{H}_3$）的主观评估之间的相关性，比其他先前假设获得了更多证据。例如，外向性较高的人同时表现出更高的唤醒度和更高的工作负荷（$\mathcal{H}_3$ a）。客观和主观工作负荷指标均显示出显著性（加权 NASA-TLX:γ =.234, p <.01，ISA: γ =.196, p <.01）。

我们还研究了人格特质、实验数据和问卷结果之间的数据关系，如图5所示。与图4类似，包含人格特质的数据表现出多个离群值。此外，未发现其他显著的统计关系。

表II 和表III 显示，实验因素与表现的关联更为显著，而人格特质测量结果的相关性有限。此外，图 5 显示，人格特质无法单独解释实验的整体相关性。根据这些结果，我们可以推断，测量变量之间可能存在多变量关系，因此有必要开展进一步研究。

2）探索性因子分析：尽管皮尔逊相关系数显示人格特质与实验变量之间的相关性较弱，但该方法存在局限，因为它一次只能考察两个变量。此外，人格特质对任务表现的影响尚未得到明确识别。从机器人系统和认知过程的角度来看，人格特质与实验变化之间的依赖关系尚不明确；也可以提出相反的观点。因此，我们采用探索性因子分析（EFA），以探究可能作为任务表现决定因素的因变量和自变量。

EFA 允许利用测量变量（观测变量）测量多变量信息中的关系，并将其分类为潜变量（间接观测变量）[32]。EFA 的目的是考察量化的人格特质、实验条件以及感知到的主观评分对操作员通过监控任务测得的表现所产生的影响。

在 187 个数据片段中，没有缺失数据。除实验变量外，采用最大方差旋转进行降维，将测量值分类为潜变量。KMO 的抽样适切性值和巴特利特检验的值分别为 0.607，且巴特利特球形度检验的显著性小于 0.001，表明适合进行因子分析。

所选变量为**工作负荷**（加权 NASA-TLX 和 ISA）、**表现**（任务得分和成功率）以及**人格**（PE、PES、PC）。其他人格特质，如 PA 和 PII，在 EFA 中未能持续表现出将其他人为因素分组的结果，且未通过 KMO 和巴特利特检验。潜变量的名称是任意指定的，目的是直观地对测量变量进行分组。有趣的是，从最大方差旋转结果来看，情感维度、唤醒度和效价的指标较难作为潜变量加以区分；唤醒度被归类为与工作负荷相关的潜在变量，而效价则归入表现水平。

3）结构方程建模（*SEM*）：如图 6所示，SEM 通过将上述潜变量与测量变量之间的关系建立为直接连接而构建。尽管上一节显示这些潜变量之间存在关联，但为了体现多变量分析中的相关性，仍将它们视为自变量。由于一个潜变量与另一个被视为内生变量的潜变量之间存在直接连接，人格变量和工作负荷的误差与测量变量的误差相同。每条箭头上的数字表示标准化回归系数。

结构方程模型的类型需要依据标准准则来检验模型拟合，包括近似误差均方根（RMSEA）、比较拟合指数（TLI/CFI）以及卡方（CMIN）的显著性 [33]。尽管有研究指出各研究之间存在差异，但对于样本量少于 500 的数据，结构方程模型可接受的拟合度应满足以下数值：RMSEA <0.08、CFI/TLI >0.90，以及

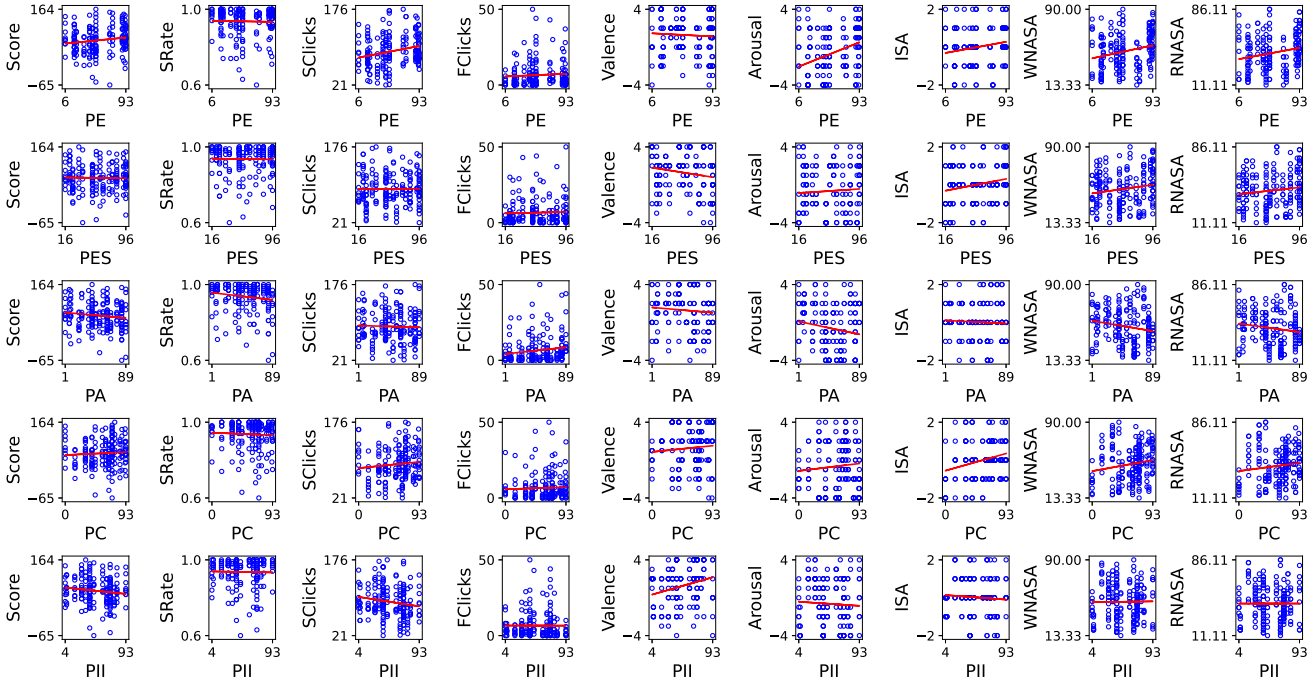


图 5：任务得分（Score）、成功率（SRate）、成功点击次数（SCliks）、失败点击次数（FClicks）、效价、唤醒度、ISA、加权 NASA-TLX（WNASA）、原始 NASA-TLX（RNASA）、PE、PES、PA、PC 和 PII 中各组数据的散点图（蓝色圆圈）与最小二乘线性拟合（红线）。

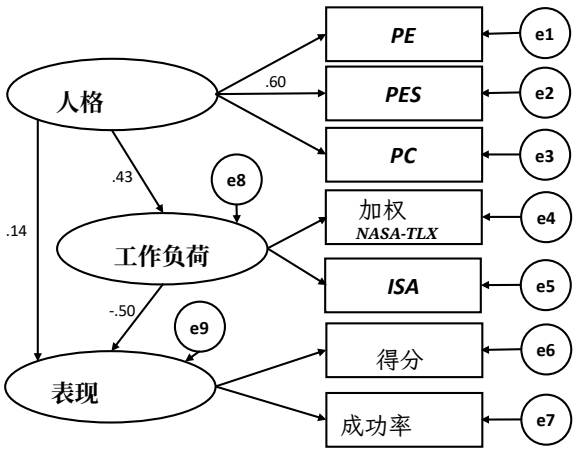


图6：结构方程建模（SEM）的路径图。椭圆形表示潜变量，矩形表示测量变量。标注以“e”开头的圆圈表示各观测变量的测量误差。实线表示直接效应，箭头上的数字表示各依赖关系对应的标准化回归系数。

CMIN 的显著性 <0。05 [34]此外，CMIN 除以自由度（DF）所得的比值若 CMIN/DF <3.0，则表明拟合度更佳。图 6 中的模型显示出中等程度的模型拟合，其数值为：RMSEA=.064、CFI=.978、TLI=.957、p值=.055以及 CMIN/DF=1.758。

图 6展示了一个依赖于其他变量并与其他变量相关的潜变量。结构方程模型用于确认直接效应和间接效应的存在（$\mathcal{H}_4$），即人格是否在变量之间产生间接影响。如表 IV所示，表示所发现的个体关系的回归权重，在人格与 ×工作负荷和问题与 ×表现这两组变量之间具有显著性。然而，这一对

表IV：结构模型的估计值。

内生变量		估计值	标准化估计值	p值
问题	← 人格	0.36	.012	.003
表现	← 问题	-12.372	3.715	<.001
表现	← 人格	.293	.206	154

表V：测量变量对人格、表现和工作负荷的总效应。

	人格	表现	工作负荷
PE	.514	.000	.000
PES	.595	.000	.000
PC	.400	.000	.000

人格与 × 表现可能存在关系，但该关系因 p值为。154 而被否定，未通过显著性检验。如表V 所示，测量变量的总效应主要与其潜变量相关。总效应完全基于直接效应，这意味着未发现间接效应（$\mathcal{H}_4$；已否定）。每个变量对其潜变量均表现出一致的效应量。所有人格指标的总效应均为0，这意味着人格特质在该实验中未对绩效指标表现出影响。

V. 讨论

A. 人格特质与任务绩效

在第IV节中，我们进行了相关性分析、解释性因子分析和结构方程建模。这些分析表明，当操作员与多个机器人协作时，并非所有人格因素都会影响远程控制情境中的表现。尽管实验变量对

信息感知与表现之间的相关性有显著影响，但人格特质本身并无影响（$\mathcal{H}_4$；已拒绝）。不过，这一结果仅适用于外向性、情绪稳定性和尽责性这些人格特质。宜人性和想象力／智力对任务表现的总效应尚不明确。

我们发现，外向性对分数有正向影响（$\mathcal{H}_1$a；得到支持）。唤醒度和认知负荷也与 [9]中的论述一致；内向—外向是可能引发不同表现水平的潜在因素。此外，因子分析中的总效应完全由直接效应构成，表明其影响并不显著。内向—外向程度可能无法有效提升表现，其作用低于预期。因此，我们可以得出结论：在监控任务中，外向性程度可能确实需要 [9]所描述的动机、方向和强度。

我们还发现，宜人性总体上有负面影响，尤其是对点击成功率的影响；不过，分数呈负向趋势这一结果不太可能以较高概率重现（$\mathcal{H}_2$b；部分得到支持）。根据PA的定义，宜人性较高的参与者可能更为乐观，因此会迅速点击错误对象来作答； [35]中的证据也支持这一点：参与者表示宜人性越高，辨别视觉刺激所需的反应时延越短。然而，由于情感负荷的重要性并未得到充分强调，因此很难根据对这一结果的解读得出结论。

最后，研究发现，尽责性与任务表现和任务完成度均只有较弱的关联（$\mathcal{H}_1$b、 $\mathcal{H}_2$a；未通过检验）。以往研究表明，尽责性较高的人在高参与度环境中的表现更好，识别错误的比率也更低 [21], [22]。然而，这一结果与相关研究并不一致，可能是由情境调节因素所致 [9]。考虑到本实验要求参与者点击以不同数量和速度呈现的指定物体，我们应注意到其中一个重要差异：点击操作是通过鼠标完成的，而鼠标需要在闭路电视格式的图形用户界面中移动，因此参与者必须实际移动手部。人们认为，尽责性较高的人具有较强的自我调节能力，在发起活动方面也表现出相同倾向 [36]。这意味着，尽管他们能够识别异常物体，尽责性较高的个体仍可能会抑制自己的手势和行为。

B. 人格特质与认知工作负荷

研究发现，外向性、情绪稳定性和尽责性维度与认知工作负荷指标存在显著关联。唤醒度对信息处理的影响有限，因为在最大方差旋转分析中，唤醒度被评估为工作负荷潜变量的次要因素。使用NASA-TLX问卷或结合ISA的自我报告的工作负荷进行工作负荷评估时，结果显示其与上述三种人格特质呈正相关，这与情感测量的结果一致。这表明，具有这些人格特质的参与者可能会将其感知能力完全用于通过视觉辨别真伪。

研究发现，唤醒度与外向性正相关，与宜人性负相关。根据 [9],，在信息传递方面，外向者比内向者更愿意接受较高的唤醒度，这可能会促使他们在实验性图形用户界面中迅速做出行为反应，以识别所需输入。相反，当信息接收者的宜人性较低时，其唤醒度也会降低。尽管不显著，PA 的相关性 γ 也呈下降趋势，这表明唤醒度可能也是影响得分的因素之一。然而，这一结论仅基于 γ 值，而该值是根据分散数据计算得出的。

C. 人格特质与效价

效价是测量变量中显著性最低的变量。当人类与机器人协作执行特定任务交互时，似乎不会对情感产生具有统计显著性的影响。在最大方差旋转中，效价大多与绩效相关测量归为一组，这表明整体表现越高，效价也可能越高。测量数据呈现的趋势表明，情感的缺乏必要性可能与成功点击次数有关，而成功点击会带来积极的愉悦感。

情绪稳定性与效价呈负相关，但与认知负荷呈正相关，尽管二者的显著性水平不同。具体而言，情绪稳定性较低时，效价往往略高，这表明二者之间的关系较弱。这种关系可能是因为任务不需要情绪负荷，正如宜人性指标所假设的那样。

想象力/智力指数仅在与效价的关系上表现出统计显著性，且呈现微弱的正相关。这表明，参与者的指数得分较高时，对实验的接受度更积极。考虑到该指数有时被解释为“经验开放性”，可以推测参与者将实验视为一种新体验并接受了它，这可能影响了结果。

在本研究的分析中，我们使用了通过测量 21 名受试者在不同条件下参与九项实验时的认知负荷、情感和表现而获得的数据。虽然分析基于 21 名参与者的样本，但结果表明，人格特质与任务表现之间可能存在一种具有普遍性的关系。未来研究可在更广泛的人格分布范围内探讨这种关系。

VI. 结论与未来工作

本文利用开放获取的多模态数据集 MOCAS，研究了在远程机器人控制情境下，人格特质指标对认知工作负荷、情感和任务表现的影响。假设

经检验，以探索用户人格特质与表现及行为／情感评分之间的联系。根据分析结果，我们得出结论：操作机器人时应有条件地考虑人类人格特质，尤其是在目标为提高任务完成率时。不限于人格的个人特征在人机团队中也发挥着关键作用。尽管分析的人类人格特征似乎有限，但正如多个领域的研究所表明的，人格特质的影响不容忽视。因此，在设计人机团队时，必须充分考虑个体差异。

未来的研究可以探讨，操作员协作时，人格特质的组合是否能带来更高的任务完成成功率。此外，研究自适应系统应更多考虑用户的哪些内在属性也将有所裨益。

参考文献

[1] M. Chiou、G.-T. Epsimos、G. Nikolaou、P. Pappas、G. Petousakis、S. M¨uhl 和 R. Stolkin，《机器人辅助核灾难响应：现场演练报告与见解》，载于*2022*年*IEEE/RSJ*智能机器人与系统国际会议（*IROS*）。IEEE，2022年，第4545–4552页。[2] N. Dadashi、A. W. Stedmon 和 T. P. Pridmore，《半自动化闭路电视监控：系统置信度、系统准确性和任务复杂度对操作员警觉性、依赖程度及工作负荷的影响》，《应用人体工学》，第44卷，第5期，第730–738页，2013年。[3] S. Hopko、J. Wang 和 R. Mehta，《共享空间人机协作中的人为因素考量与指标：系统综述》，《机器人与人工智能前沿》，第9卷，第6页，2022年。[4] S. Baltrusch、F. Krause、A. de Vries、W. van Dijk 和 M. de Looze，《人机协作中的人类因素何在？关于人机协作对工作质量各方面影响的文献综述》，《人体工学》，第65卷，第5期，第719–740页，2022年。[5] P. A. Hancock、D. R. Billings、K. E. Schaefer、J. Y. Chen、E. J. De Visser 和 R. Parasuraman，《影响人机交互信任因素的荟萃分析》，《人为因素》，第53卷，第5期，第517–527页，2011年。[6] G. Charalambous、S. Fletcher 和 P. Webb，《确定在工业中引入人机协作的关键组织人为因素：一项探索性研究》，《国际先进制造技术杂志》，第81卷，第2143–2155页，2015年。[7] M. Koppenborg、P. Nickel、B. Naber、A. Lungfiel 和 M. Huelke，《人机协作中运动速度和可预测性的影响》，《制造与服务业人因与人体工学》，第27卷，第4期，第197–209页，2017年。[8] M. Saini、X. Wang、P. K. Atrey 和 M. Kankanhalli，《多摄像头监控系统中的自适应工作负荷均衡》，《IEEE多媒体汇刊》，第14卷，第3期，第555–562页，2012年。[9] M. S. Humphreys 和 W. Revelle，《人格、动机与表现：个体差异和信息处理之间关系的理论》，《心理学评论》，第91卷，第2期，第153页，1984年。[10] R. H. Hoyle，《人格与自我调节：特质与信息处理视角》，《人格杂志》，第74卷，第6期，第1507–1526页，2006年。[11] L. R. Goldberg，《人格的另一种描述：大五因素结构》，《人格与社会心理学杂志》，第59卷，第6期，第1216页，1990年。[12] M. C. Ashton、K. Lee 和 R. E. De Vries，《HEXACO中的诚实—谦逊、宜人性和情绪性因素：研究与理论综述》，《人格与社会心理学评论》，第18卷，第2期，第139–152页，2014年。[13] P. Piepiora，《评估影响男性团队运动表现的人格特质：大五因素视角》，《心理学前沿》，第12卷，第679724页，2021年。[14] A. E. Poropat，《人格五因素模型与学业成绩的荟萃分析》，《心理学通报》，第135卷，第2期，第322页，2009年。

[15] C. Esterwood、K. Essenmacher、H. Yang、F. Zeng 和 L. P. Robert，《人类人格与机器人接受度在人机交互中的荟萃分析》，载于2021年CHI会议计算系统中的人为因素论文集，2021年，第1–18页。[16] T. Santamaria 和 D. Nathan-Roberts，《人机交互中的人格测量与设计：系统性批判性综述》，载于人体因素与人体工学学会年会论文集，第61卷，第1期。SAGE出版公司，SAGE CA：洛杉矶，CA，2017年，第853–857页。[17] M. Salem、G. Lakatos、F. Amirabdollahian 和 K. Dautenhahn，《你会信任一台（有故障的）机器人吗？错误、任务类型和人格对人机协作与信任的影响》，载于第十届ACM/IEEE人机交互国际会议论文集，2015年，第141–148页。[18] W. Jo、R. Wang、S. Sun、R. K. Senthilkumaran、D. Foti 和 B.-C. Min，《MOCAS：用于同时任务客观认知工作负荷评估的多模态数据集》，arXiv预印本 arXiv:2210 03065，2022年。。[19] A. Tapus、C. Ţ˘apus, 和 M. J. Matari´c，《用户—机器人个性匹配及辅助机器人行为适应在卒中后康复治疗中的应用》，智能服务机器人，第1卷，183，2008年169页。–。[20] C. Esterwood、K. Essenmacher、H. Yang、F. Zeng 和 L. P. Robert，《物以类聚：但人类和机器人也如此吗？人类与机器人个性匹配的荟萃分析》，载于2021年第30届IEEE机器人与人类交互通信国际会议（RO-MAN）。IEEE，2021年，第343–348页。[21] K. E. Hill、D. B. Samuel 和 D. Foti，《错误监控中的个体差异背景化：与冲动性、负性情绪和尽责性的关联》，Psychophysiology，第53卷，第8期，第1143–1153页，2016年。[22] A. B. Bakker、E. Demerouti 和 L. t. Lieke，《工作投入、表现与主动学习：尽责性的作用》，Journal of vocational behavior，第80卷，第2期，第555–564页，2012年。[23] L. A. Jensen-Campbell、M. Rosselli、K. A. Workman、M. Santisi、J. D. Rios 和 D. Bojan，《宜人性、尽责性与努力控制过程》，Journal of research in personality，第36卷，第5期，第476–489页，2002年。[24] R. M. Yerkes，《舞动的老鼠：动物行为研究》。麦克米伦，1907年，第1卷。[25] T.-H.-H. Dang 和 A. Tapus，《压力游戏：动机性机器人辅助在减轻用户任务压力中的作用》，《国际社会机器人学杂志》，第7卷，第227–240页，2015年。[26] K. M. Lee、A. Krishna、Z. Zaidi、R. Paleja、L. Chen、E. Hedlund-Botti、M. Schrum 和 M. Gombolay，《机器人技能水平和通信对快速、近距离人机协作的影响》，2023年。[27] C. Jordan 和 S. Brennen，《工作负荷即时自评技术（ISA）》，国防研究机构，朴次茅斯，1992年。[28] S. G. Hart 和 L. E. Staveland，《NASA-TLX（任务负荷指数）的开发：实证与理论研究结果》，载于《心理学进展》。Elsevier，1988年，第52卷，第139–183页。[29] M. M. Bradley 和 P. J. Lang，《情绪测量：自我评估人偶量表与语义差异法》，Journal of behavior therapy and experimental psychiatry，第25卷，第1期，第49–59页，1994年。[30] M. Sugarindra、M. Suryoputro 和 A. Permana，《使用NASA-TLX测量操作员控制室的心理工作负荷》，载于IOP会议系列：材料科学与工程，第277卷，第1期。IOP出版公司，2017年，第012022页。[31] G. E. Gignac 和 E. T. Szodorai，《个体差异研究者的效应量指南》，Personality and individual differences，第102卷，第74–78页，2016年。[32] J. B. Ullman 和 P. M. Bentler，《结构方程建模》，《心理学手册》第二版，第2卷，2012年。[33] L. R. Fabrigar、D. T. Wegener、R. C. MacCallum 和 E. J. Strahan，《评估探索性因子分析在心理学研究中的应用》，Psychological methods，第4卷，第3期，第272页，1999年。[34] R. B. Kline，《结构方程建模原理与实践》。Guilford出版公司，2015年。[35] B. W. Haas、A. Ishak、L. Denison、I. Anderson 和 M. M. Filkowski，《情绪归因决策中的宜人性与脑活动》，Journal of Research in Personality，第57卷，第26–31页，2015年。[36] K. E. Wilson 和 R. K. Dishman，《人格与身体活动：系统综述与荟萃分析》，Personality and individual differences，第72卷，第230–242页，2015年。