

# 航空航天虚拟装配培训情境下的情感交互设计

王晓慧<sup>1</sup>, 王佳雨<sup>1</sup>, 赵凯<sup>2</sup>, 覃京燕<sup>1,3</sup>

(1.北京科技大学, 北京 100083; 2.西北综合勘察设计院, 陕西 710003; 3.海南大学, 海南 570228)

**摘要:** **目的** 将虚拟现实和情感交互设计应用于航空航天装配培训场景, 提高培训效率, 改善培训体验。**方法** 通过调研多模态情感交互研究现状, 构建航空航天虚拟装配培训情境下的情感交互模型, 使用基于生理信号的情感识别、语音提示、高亮提示、视频指导等进行情感交互。以航空航天球阀的虚拟装配培训为例, 构建具有情感交互的培训系统。通过用户手指上佩戴皮肤电导传感器收集的生理数据进行情感实时监测, 根据情感不同提供语音提示、高亮提示、视频指导3种交互方案。**结果** 通过在虚拟环境中完成装配任务的效率, 验证情感交互在虚拟装配培训系统中的有效性。实验结果表明, 在航空航天虚拟装配培训场景下的情感化交互设计能够有效缩短培训时间, 有助于培训用户体验目标和可用性目标的达成。**结论** 研究成果促进了生理信号、语音交互、视觉交互等多模态情感交互范式的构建, 并验证了在航空航天虚拟装配培训应用中的有效性, 具有广泛的学术意义和应用前景。

**关键词:** 虚拟现实; 航空航天; 装配培训; 交互设计; 情感交互

**中图分类号:** TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2022)02-0010-07

**DOI:** 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.02.002

## Emotional Interaction Design in Aerospace Virtual Assembly Training

WANG Xiao-hui<sup>1</sup>, WANG Jia-yu<sup>1</sup>, ZHAO Kai<sup>2</sup>, QIN Jing-yan<sup>1,3</sup>

(1.University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China; 2.Northwest Research Institute of Engineering Investigations and Design, Shaanxi 710003, China; 3.Hainan University, Hainan 570228, China)

**ABSTRACT:** This work combines virtual reality with emotional interaction design to explore the applications on aerospace assembly training and to improve training efficiency and improve training experience. By investigating the research on multimodal emotional interaction, the emotional interaction model in aerospace virtual assembly training is built by using emotion recognition based on physiological signals, speech interaction, highlights and videos. Taking the virtual assembly training of aerospace ball valve as an example, an aerospace virtual assembly training system with emotional interaction is constructed. Real-time emotional monitoring is performed by using physiological data collected from GSR sensors worn on the user's finger. Three interactive schemes are provided according to different emotions: speech interaction, highlights and video. The effectiveness of emotional interaction in virtual assembly training system is verified by the efficiency of completing assembly tasks in the virtual environment. The experimental results show that the emotional interaction design can effectively shorten the training time and greatly improve the training experience of users. This work can promote the research on the multimodal emotional interaction paradigm by combining physiological signals, speech interaction, visual interaction, etc. This work verifies the effectiveness of the emotional interaction in the application of aerospace virtual assembly training, which has wide academic meaning and application prospects.

**KEY WORDS:** virtual reality; aerospace; assembly training; interaction design; emotional interaction

收稿日期: 2021-08-09

基金项目: 长江学者奖励项目(FRF-TP-18-010C1); 教育部2020年第二批产学合作协同育人项目(202101042001); 中央高校基本科研业务费专项资金(QNXM20210025); 佛山市促进高校科技成果服务产业发展扶持项目(2020DZXX05)

作者简介: 王晓慧(1987—), 女, 山东人, 博士, 北京科技大学教授, 主要研究方向为情感计算、虚拟现实、信息可视化等。

虚拟现实和航空航天的结合能够有效地推动航空航天技术和国防事业的发展。虚拟现实技术在航空航天领域目前主要应用于飞行员模拟训练、在轨维修训练和虚拟装配训练 3 个方面。产品的装配操作必须在产品设计时确定，这在航天器等装备中至关重要。随着人工智能和虚拟现实技术的发展，利用三维数字样机进行操作维修可行性分析与验证、评估设计方案合理性能够更早、更准确地发现设计问题和缩短设计周期。我国新一代中型运载火箭长征七号就采用了 VR 技术和全三维设计制造仿真技术，大大提高了火箭研制水平和零件合格率<sup>[1]</sup>。波音 777 型号通过虚拟环境中的交互手段对产品的功能、制造、装配、维修进行虚拟实验，使得装配问题和返工率大大缩减并提前完工<sup>[2]</sup>。

情感交互是智能人机交互中必不可少的一个模块，已应用在生活中的各行各业。教育培训中通过检测学生情感来判断学生参与度，从而给教师提供课堂教学反馈；社交辅助机器人通过自动检测用户情感判断用户的意图，表达相应的情感反馈并提供亲切的对话或动作反馈；在商业领域通过检测用户文本中的情感需求分析用户对产品的建议从而改善产品功能；在多媒体行业中通过实时监测用户情感实现音乐和视频的个性化推荐；在汽车驾驶中通过检测驾驶员情绪状态提供不一样的安全警报提示来降低安全事故发生概率等。

航空航天情境下会不可避免地出现人机交互的不适应性、操作人员情绪压力大及生理心理健康等一系列问题，而利用人机情感交互，可以让计算机识别用户情绪状态，进而做出相应改善用户情绪的行为，使用户和机器之间的交流更加亲切自然，使操作人员情绪处于平静缓和的状态，从而使之高度集中注意力，避免失误。本文研究航空航天虚拟装配培训情境

下的情感交互模型，使用基于生理信号的情感识别、语音交互和视觉交互进行多模态情感交互，提高培训效率，改善培训体验。通过在虚拟环境中完成装配任务的效率，验证情感交互在虚拟装配培训系统中的有效性。

## 1 国内外研究现状

### 1.1 多模态情感识别

单模态情感输入形式主要包括视觉、听觉、文本和生理信号等，多模态则为单模态的两两或者两三组合。调研多模态情感识别的输入、数据采集方式、输出和应用领域，得到多模态情感识别相关研究见表 1。随着语音交互的普及，通过语音的语速和频率等判断用户情感已广泛应用于社交、娱乐等方面；图像、视频等视觉输入具有并发性和无接触性的优点，通过摄像头捕捉用户的面部表情或动作手势等识别方式是应用非常广泛的；而生理信号输入是指个体的生理数据特征，是接触性和强制性的，需要借助一定的可穿戴设备和传感器完成。

面部表情、语音、动作手势的输入是个体通过主观地控制自己身体和行为所表现的外在意识主导的信号，情感状态可能不具有客观性；生理信号输入可以测试出在无意识行为状态下，即不受主观认知状态控制下的真实心理状态，被试情感被更加真实客观地反映，大大提升了情感分类的准确性和鲁棒性。本文采用生理信号输入与面部表情输入相结合的方式，识别用户情感状态。

### 1.2 情感交互输出

多模态情感输出主要包括视觉反馈、听觉反馈和触觉反馈，情感交互案例分析见表 2。视觉反馈被应

表 1 多模态情感识别相关研究  
Tab.1 Related research on multimodal emotion recognition

研究案例	输入数据	使用设备/平台	情感输出	应用领域
N Bosch, etc <sup>[3]</sup>	面部表情	网络摄像头	无聊、困惑、沮丧、中立、学习计算机编程流动/参与	
Khalfallah J, etc <sup>[4]</sup>	面部表情	网络摄像头	愤怒、惊讶、快乐、悲伤	远程实验室平台智能教学系统
Preeti K, etc <sup>[5]</sup>	用户使用键盘和鼠标的行为数据	软件用户界面	积极、消极、中立	计算机教育
Rozanska A, etc <sup>[6]</sup>	文本、语音、面部表情、动作手势	摄像头	普罗塔克情感模型	社交辅助机器人
Chen L, etc <sup>[7]</sup>	面部表情、基本信息	网络摄像头	快乐、中性、悲伤、惊讶、恐惧、厌恶和愤怒	社交辅助机器人
Man Hao, etc <sup>[8]</sup>	面部表情、生理信号	传感器、摄像头	中立、快乐、愤怒、惊讶、恐惧、厌恶和悲伤	社交辅助机器人（自动饮水服务机器人）
Javed H, etc <sup>[9]</sup>	面部表情、语音、手势、基本信息	摄像头、麦克风	喜悦、愤怒、厌恶、惊讶、恐惧、悲伤和蔑视	社交辅助机器人（改善自闭症儿童情绪）

表2 情感交互案例分析  
Tab.2 Research on the case of emotional interaction

研究案例	硬件、平台	交互输入	交互输出	应用
Hao Y, etc <sup>[10]</sup>	腕戴式可穿戴设备	生理数据:脑电波(用于情绪分析)	视觉反馈:一系列彩色发光二极管,用于映射个人的情感状态	工作中调节用户情绪
Peng F, etc <sup>[11]</sup>	无	自我报告的情绪和行为数据	视觉反馈:个性化动画电影	情绪反思,增强幸福感,调节情绪
Miri P, etc <sup>[12]</sup>	放在手腕周围的4个触动物器	生理数据:心电图、呼吸	触觉反馈:根据收集的生理测量结果调整触觉模式(节奏、持续时间和强度)	情感健康技术,情感调节触觉辅助工具
Mark Bubel, etc <sup>[13]</sup>	手腕式可穿戴设备	用户演讲过程中的语音	视觉反馈:用颜色来表示剩余时间 触觉反馈:发出触觉振动敲击	
Luis Cruz, etc <sup>[14]</sup>	胸部可穿戴设备	生理数据:心率、脑电图、呼吸、温度	视觉反馈:手机界面显示个人当前呼吸速率反馈视图,引导用户进行呼吸训练	面向惊恐患者的个性化干预系统
Brinkman W P, etc <sup>[15]</sup>	Delft 远程虚拟现实平台	生理数据:心跳、皮肤电导 治疗师观测录像数据	听觉反馈:虚拟化身通过患者不同的焦虑程度提供相应的对话过程	面向社交恐惧症患者的虚拟现实暴露疗法系统

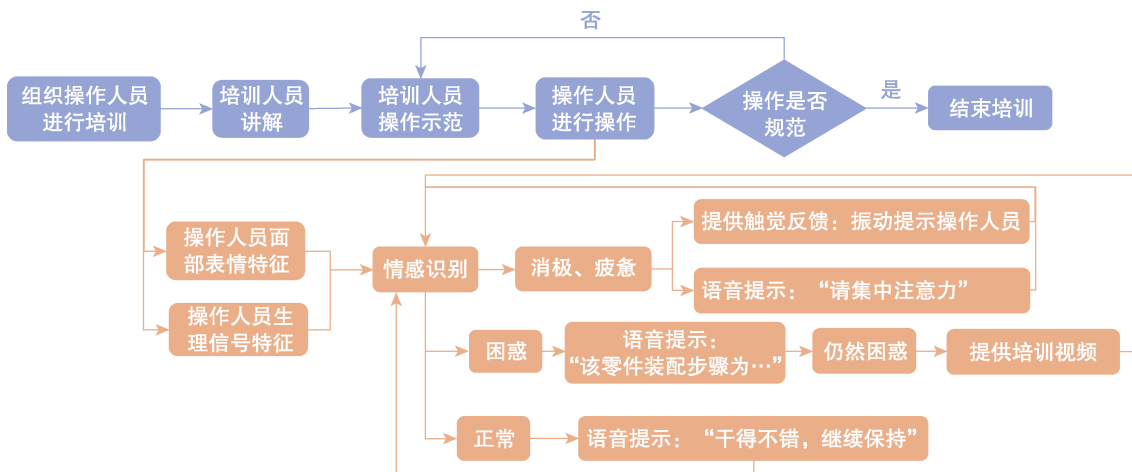


图1 航空航天虚拟装配培训情境下的情感交互模型  
Fig.1 An emotional interaction model for aerospace virtual assembly training

用到各个领域,其优点是直观和具有沉浸感,能够激发用户情感的共鸣。情感交互中主要使用带有特定情感特质的视频、能调节用户情绪的图像、与用户情绪状态相匹配的可视化表达、提示或引导用户缓解情绪压力的界面等来进行情感的视觉反馈。听觉反馈也较为常用,其优点是在对话中实时反馈,使用场景约束性小、高效便捷。触觉反馈被很多交互界面用来反馈重要的系统状态信息,例如通过手柄振动提示用户操作完成。一些情感交互案例会使用多模态反馈,即将视觉反馈、听觉反馈和触觉反馈等反馈形式结合起来。

## 2 航空航天虚拟装配培训情境下的情感交互模型

本文提出航空航天虚拟装配培训情境下使用基

于生理信号的情感识别、语音提示、高亮提示、视频指导进行情感交互的流程框架,航空航天虚拟装配培训情境下的情感交互模型见图1,旨在通过改善操作人员情绪体验提高培训效率。

传统的装配培训流程:组织装配培训—确定培训时间和地点—培训人员统一讲解装配理论知识—确定实地装配培训时间和地点—培训人员操作示范—操作人员进行装配操作—检查操作是否规范—询问培训人员—培训人员示范—重新装配—检查—询问—示范—结束培训。传统的线下培训步骤较多且需要组织人员和统一培训的时间地点,再者实地装配培训过程中往往由于培训人员和操作人员数目不对等,不能进行一对一辅导而导致装配问题不能及时解决而屡次失败,容易引起操作人员激动、紧张、烦躁等消极情绪体验。

经过访谈调查发现，装配培训中操作人员情绪变化的主要原因是信息传达的及时性、不清楚装配步骤、多次装配失败造成的焦虑和烦躁等。不同操作人员情绪变化的原因也不尽相同，比如有机械基础和无机机械基础的操作人员情绪变化的程度和原因不同。针对这些情况，本文在模拟装配培训场景中加入了语音提示、高亮提示、视频指导等不同提示方式，提示强度逐渐提升，能覆盖初级用户、中级用户、高级用户，并通过实验分析不同交互方式对操作人员情绪和操作行为的影响，面向不同用户的情感交互模型见图 2。该情感交互模型不仅可以用于装配培训，还可以用于实际生产。

### 3 具有情感交互的航空航天虚拟装配培训系统

低温球阀在航天航空领域被广泛应用于氢氧火箭发动机氢氧泵前阀，本文以航空航天球阀的虚拟装配培训为例，构建具有情感交互的航空航天虚拟装配培训系统。使用 UE4 虚幻引擎进行软件开发，硬件使用 HTC Vive。

在 PC 端和 VR 环境下的交互设计见表 3。用户可以观察球阀各个零件结构和名称，通过菜单界面进行交互，选择适当的功能标签，利用零件的移动、旋转等装配操作交互功能完成球阀装配。

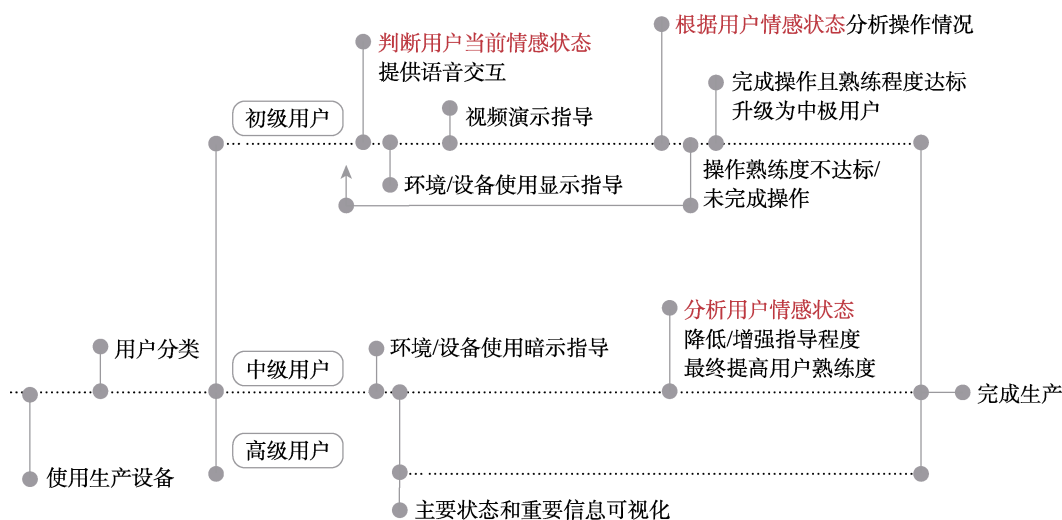


图 2 面向不同用户的情感交互模型

Fig.2 An emotional interaction model for different users

表 3 PC 端和 VR 环境下的交互设计

Tab.3 Interaction design in PC and VR environments

功能	PC 端鼠标键盘输入	VR 环境下手柄输入
唤出菜单	按下电脑键盘空格键唤出菜单	点击手柄菜单键唤出菜单
点击菜单	鼠标箭头悬停在所需菜单功能标签上时鼠标左键点击选择功能	手柄发出的红色射线选中菜单功能标签时，按下手柄扳机键选择功能
移动零件	选中零件拖住鼠标左键不松手，随意拖动鼠标进行零件移动	手柄红色射线选中零件时按住扳机键不松手，随意拖动进行零件移动
旋转零件	选中零件时按住鼠标中键不松手，左右拖动鼠标进行零件旋转	射线选中零件时按住扳机键不松手，任意角度旋转手柄进行零件旋转
视角转换	按住鼠标右键拖动鼠标进行当前视角上下左右变换	用户在 VR 环境下可以随意行走和转身进行视角转换
前进后退	按下键盘上的 WASD 进行场景的上下左右移动	用户现实环境中的前后左右移动
位置转移	无	按住手柄侧边紧握键不松手，会看到红色落地标志，箭头代表用户落地朝向，松开后用户转移到红色落地标志地点
暂停/播放视频	鼠标左键点击视频播放器进行视频暂停和续播	射线选中视频播放器，点击手柄扳机键实现视频暂停和续播
获取零件信息	鼠标悬停在零件上方时，显示零件名称	射线选中零件时，零件上方显示零件名称

在情感交互方面，由于用户佩戴 HTC Vive 头盔，无法基于面部表情进行情感识别。本文通过用户手指上佩戴皮肤电传感器收集用户生理数据对用户情绪进行实时监测。情绪识别基于流电皮肤反应 (Galvanic Skin Reaction, GSR)，当情绪波动，即感到焦虑、紧张时，神经交感活动会增强，导致汗液分泌增加，从而导致皮肤电的数值增强。GSR 传感器通过在两个相邻的手指上放置两个电极来检测人体表层皮肤的导电性，数字越高，代表情绪越紧张，达到某一阈值时，会被判断为情绪发生了激烈的变化。GSR 传感器程序对情绪的检测有客观准确的算法，不受人主观意志的转移。

航空航天虚拟装配培训情境下的情感交互模型见图 3。系统观测到用户有激烈的情感变化如紧张、焦虑时，提供相应的情感交互手段，主要有语音提示、高亮提示、视频指导 3 种交互方案。考虑到用户习惯和培训效率，检测到用户情感发生变化时，优先提供语音提示；当用户不能根据语音良好地完成操作而焦虑烦躁时，提供零件高亮显示；继续观测用户装配程度和情绪变化，从而提供相应的视频指导，直到用户正确地完成球阀的完整装配。

系统提示界面见图 4。构建的虚拟场景见图 4a，用户按住手柄侧边的紧握键，系统显示红色的落地标志，箭头方向则代表落地的自身朝向，用户按住紧握键选好合适的位置后松手实现位置移动，手柄交互实现移动见图 4b。场景内的视频播放器可以播放球阀的完整装配视频，视频提示见图 4c，操作人员观看视频了解球阀装配过程，从而完成球阀装配任务。观看视频期间，可以通过鼠标点击或者 VR 扳机点击视频进行暂停和继续播放。高亮提示见图 4d，能够同时提供模型高亮显示和对应球阀分解图高亮显示；场景内阀芯、调整垫 1、调整垫 2、密封圈模型边缘红

色高亮显示，显示器上球阀分解图相应零件轮廓高亮显示，高亮显示持续 5 秒。场景的菜单交互功能主要包括导航菜单界面设计和功能菜单界面设计，菜单界面见图 4e。为了更好地辅助装配培训，在场景中设置了提示界面设计，主要是零件名称提示界面设计和装配成功后提示界面设计，提示界面见图 4f。

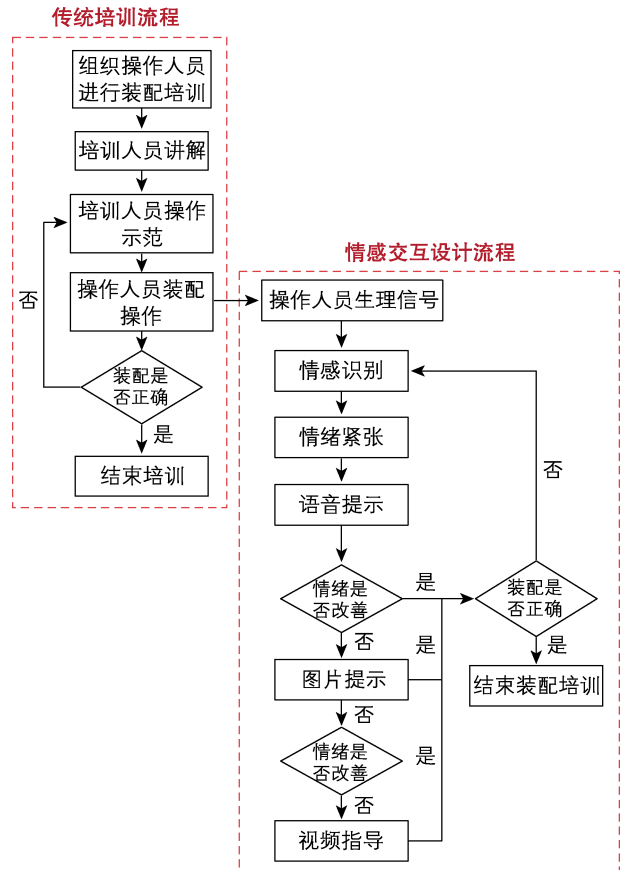


图 3 航空航天虚拟装配培训情境下的情感交互模型  
Fig.3 An emotional interaction model for aerospace virtual assembly training

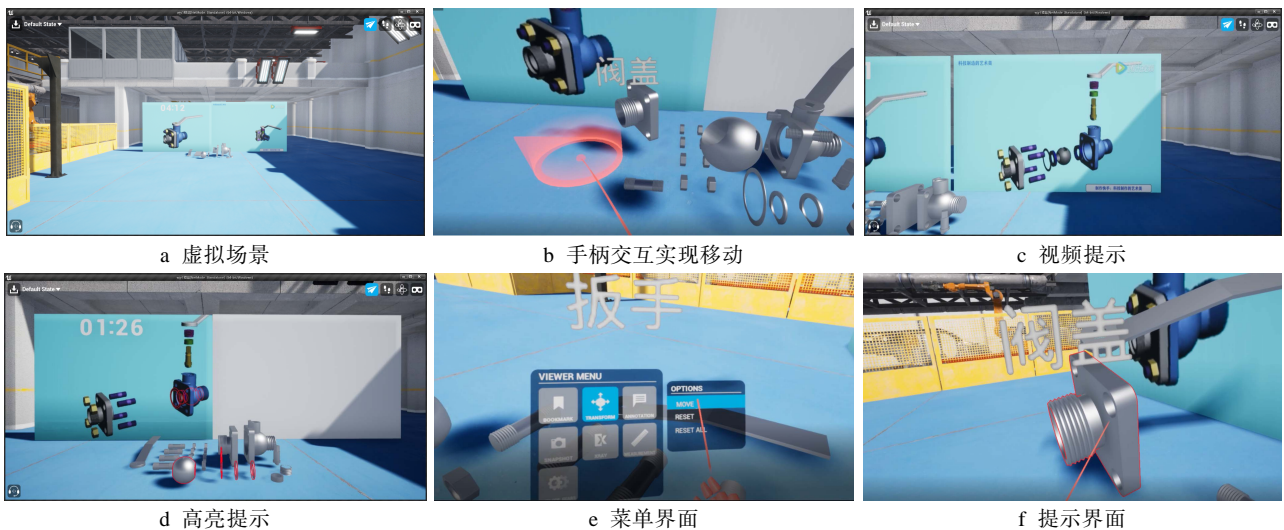


图 4 系统提示界面  
Fig.4 The system interfaces

### 4 情感交互有效性实验

系统依托 UE4 虚幻引擎和 Steam VR 平台搭建球阀虚拟培训场景,使用 Arduino 和 Python 平台进行情感实时监测,通过 UE4 可视化编程和蓝图通信实现情感交互。通过在虚拟环境中完成装配任务的效率,验证情感交互在虚拟装配培训系统中的有效性。实验步骤如下:(1)实验开始前培训被试实验所需的按键操作,让被试熟悉 VR 场景和 HTC Vive 按键操作,并让被试自由练习 2~3 分钟。(2)被试阅读纸质实验任务,任务是将拆分的球阀零件进行装配。(3)为被试佩戴好 VR 头盔和手柄,并连接上 GSR 传感器,询问被试是否已经做好准备可以正式开始实验。(4)被试正式开始实验。被试在确定进入虚拟环境中后开始计时,装配过程中实时监测被试的情绪变化。根据情绪变化提供交互提示,直到被试将零件装配完成。实验全程对被试操作画面进行录屏,并记录保存被试的 GSR 数据。(5)实验完后成对被试进行访谈,记录他们的用户体验和对交互设计方案的建议。

实验召集了 19 名本科生,均没有装配经验。通过对实验变量被试完成实验时间、被试 GSR 数据、被试语音、高亮、视频提示后操作分析。被试完成实验

的总时间统计见图 5。实验结果显示绝大多数被试可以在规定的 15 分钟内完成装配,平均完成实验的时间为 9 分钟 41 秒,实验时间最长的为 15 分钟 53 秒,最短的为 6 分钟 5 秒。大多数被试表示,经过语音、高亮、视频提示后已经完全了解了球阀的装配过程。

通过对采集的被试 GSR 数值随时间变化进行分析,GSR 数值变化代表了被试情绪的变化,GSR 数值越高,被试情绪越紧张激烈。两名被试实验过程中 GSR 数值变化见图 6。在图 6a 中,被试在实验过程

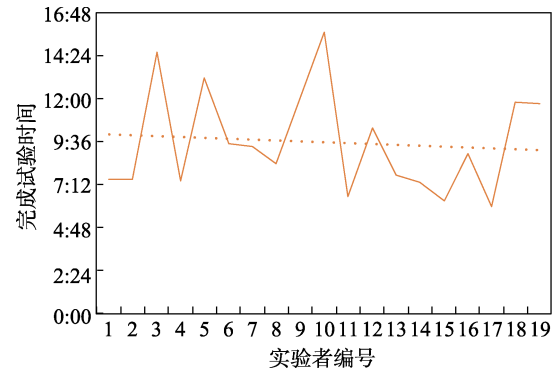


图 5 被试完成实验的总时间统计  
Fig.5 Statistics of the total time for participants to complete the experiments

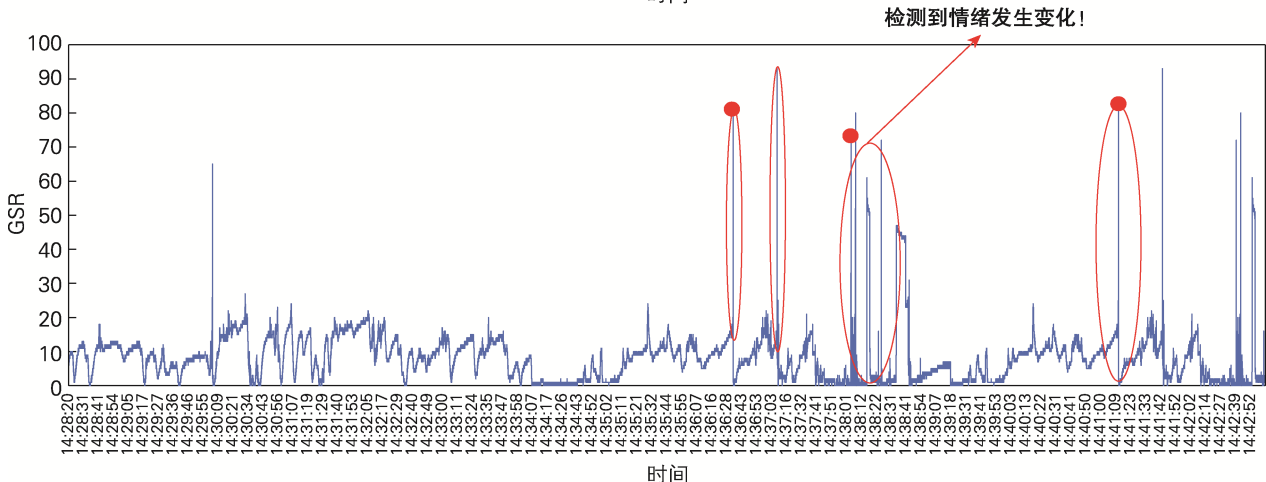
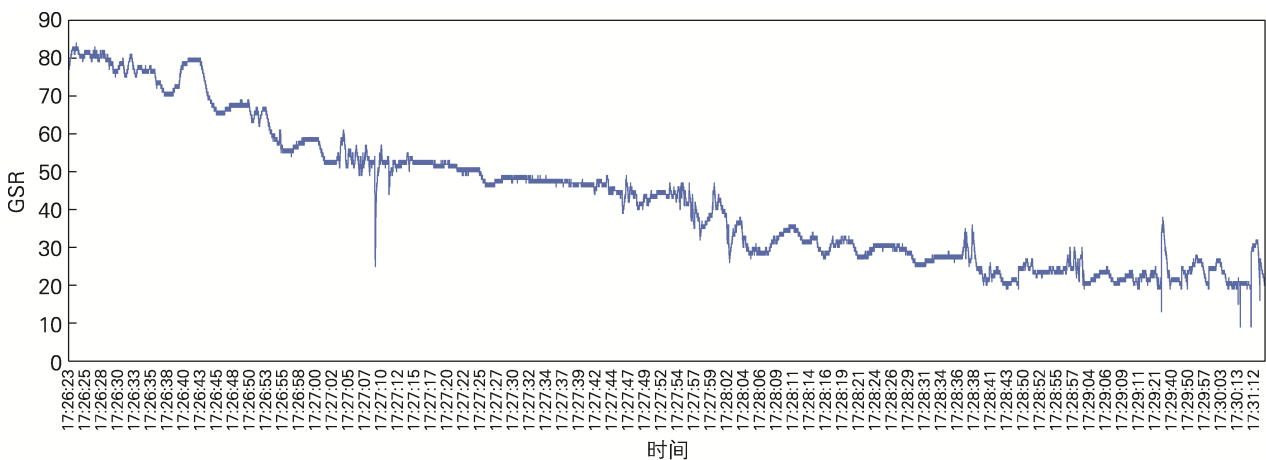


图 6 两名被试实验过程中 GSR 数值变化  
Fig.6 The GSR values of the two participants during the experiments

中情绪稳定,顺利完成实验。在图 6b 中,被试情绪不稳定,多次出现了较为强烈的情绪变化。图中红色的点代表传感器检测到了被试情绪的变化,并且现场观测到被试装配操作遇到困难,这时在虚拟场景中给被试提供了提示,第一次红点提供语音提示,第二次红点提供高亮提示,第三次红点提供视频指导。可以从红点周围 GSR 数值的变化推断出在给出交互提示后,被试 GSR 数值会有阶段性降低和稳定,说明在被试遇到装配困难而产生强烈情绪变化时,给出装配提示能有效缓解个体情绪,增强自信心,提高装配积极性。

观察被试实验全程录屏,对比不同交互提示下被试操作的变化,可以看出大多数人在给出语音提示后,能够意识到给出的提示信息,尝试了提示所给出的零件的装配操作,但是因为提示信息不充分不能够正确地完语音提示的操作。高亮提示后,操作者往往对球阀的装配掌握了 80% 的信息,已经能够根据提示和观测到的零件结构成功装配提示的零件。给出指导视频后,被试已经能够完全掌握球阀的装配步骤,能根据视频快速发现自己的错误并予以改正。实验结果表明,在航空航天虚拟装配培训场景下的情感化交互设计能够有效缩短培训时间,提升系统的易学性、易记忆性、有用性、可达性、高效性,具有界面美感与交互效能,用户满意度高。

## 5 结语

在虚拟环境中融入情感交互,使机器能够察言观色,主动与人产生互动,提高了装配工作效率,精简了交互流程步骤,提升了交互效率,增强了用户体验。本文研究航天航空虚拟装配培训场景下情感交互系统的创新设计,结合基于生理信号的情感识别、语音交互和视觉交互。以航空航天球阀的虚拟装配培训为例,构建具有情感交互的培训系统,实验表明情感交互可以有效缩短培训时间,提高培训用户体验目标和可用性目标的达成,为未来航空航天领域下情感交互设计提供研究基础。

### 参考文献:

- [1] 余力凡. 虚拟现实技术在航天控制领域的应用[J]. 航天控制, 2004, 22(3): 79-83.  
YU Li-fan. Application of Virtual Reality Technology in Aerospace Control Field[J]. Aerospace Control, 2004, 22(3): 79-83.
- [2] 宋倩, 洪海波, 杨辰, 等. 私有云平台上的航天产品虚拟装配培训技术研究[J]. 军民两用技术与产品, 2021(4): 17-22.  
SONG Qian, HONG Hai-bo, YANG Chen, et al. Virtual Assembly Training Technology of Aerospace Products on Private Cloud Platform[J]. Dual Use Technologies & Products, 2021(4): 17-22.
- [3] Bosch N, Chen Y, D Mello S. It's Written on Your Face: Detecting Affective States from Facial Expressions while Learning Computer Programming[C]. Honolulu: International Conference on Intelligent Tutoring Systems, 2014.
- [4] Khalfallah J, Slama J B H. Facial Expression Recognition for Intelligent Tutoring Systems in Remote Laboratories Platform[J]. Procedia Computer Science, 2015, 73: 274-281.
- [5] Preeti K, Sasikumar M. Recognising Emotions from Keyboard Stroke Pattern[J]. International Journal of Computer Applications, 2010, 11(9): 24-28.
- [6] Rozanska A, Podpora M. Multimodal Sentiment Analysis Applied to Interaction between Patients and A Humanoid Robot Pepper[J]. 2019, 52(27): 411-414.
- [7] Chen L, Wu M, Zhou M, et al. Information-Driven Multirobot Behavior Adaptation to Emotional Intention in Human-Robot Interaction[J]. IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems, 2018, 10(3): 647-658.
- [8] Man Hao, Weihua Cao, Min Wu, et al. Proposal of Initiative Service Model for Service Robot[J]. CAAI Transactions on Intelligence Technology, 2019, 2(4): 148-153.
- [9] Javed H, Jeon M, Park C H. Adaptive Framework for Emotional Engagement in Child-Robot Interactions for Autism Interventions[C]. Jeju, Korea: International Conference on Ubiquitous Robots, 2018.
- [10] Hao Y, Budd J, Jackson M M, et al. A Visual Feedback Design Based on A Brain-computer Interface to Assist Users Regulate Their Emotional State[C]. New York: CHI Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, 2014.
- [11] Peng F, Labelle V, Yue E, et al. A Trip to the Moon: Personalized Animated Movies for Self-reflection[C]. New York: CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 2018.
- [12] Miri P, Flory R, Uusberg A, et al. HapLand: A Scalable Robust Emotion Regulation Haptic System Testbed[C]. Colorado: CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, 2017.
- [13] Mark Bubel, Ruiwen Jiang, Christine H Lee, et al. AwareMe: Addressing Fear of Public Speech through Awareness[C]. New York: CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, 2016.
- [14] Luis Cruz, Jonathan Rubin, Rui Abreu, et al. A Wearable and Mobile Intervention Delivery System for Individuals with Panic Disorder[C]. Linz, Austria: International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia, 2015.
- [15] Brinkman W P, Hartanto D, Kang N, et al. A Virtual Reality Dialogue System for the Treatment of Social Phobia[C]. New York: CHI Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, 2012.