

基于情境模型的可穿戴设备手势交互设计

张军, 刘粤, 陈坤杰
(湖南大学, 长沙 410082)

摘要: **目的** 以可穿戴设备人机交互系统与手势交互特点为出发点, 研究并提出以情境模型为基础的可穿戴设备手势交互设计的方法, 指导可穿戴设备的手势交互设计创新。**方法** 在情境设计理论研究和相关专业研究上, 提取出与手势交互有关的环境情境、用户情境和设备情境等基本要素, 以此梳理在可穿戴设备的人机交互过程中所包含的主体与客体因素, 并立足用户体验, 对可穿戴设备手势交互过程的信息输入与设备输出环节, 分别提取手势交互的设计内容, 阐述上述3种情境要素与可穿戴设备手势交互设计内容之间的映射关系, 以可穿戴设备为目标对象, 提出系统性和技术实现性并存, 同时可以让用户达到较好使用体验的手势交互设计情境模型。**结论** 以某移动通信设备企业的手势交互定义项目为例, 初步验证了以情境模型为基础的可穿戴设备手势交互设计的方法的有效性。

关键词: 情境设计; 可穿戴设备; 手势交互; 交互设计

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2019)12-0140-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.12.025

Gesture Interaction Design for Wearable Devices Based on Scenario Model

ZHANG Jun, LIU Yue, CHEN Kun-jie
(Hunan University, Changsha 410082, China)

ABSTRACT: The work aims to discuss and propose a scenario model-based interactive gesture design method for wearable device to guide the innovation of interactive gesture design of wearable device from the perspective of wearable device HCI system and features of gesture interaction. On the review of studies of scenario design theory and related professional studies, basic scenario elements including environment, user and device related to gesture interaction were extracted in order to explore the subjective and objective factors involved in the wearable device HCI process. In terms of user experience, the design contents of gesture design were respectively extracted from the information input and output in the process of gesture interaction of wearable device. The mapping relation between the three scenarios and interactive gesture design of wearable device was presented in order to establish the scenario model of interactive gesture design for wearable device, which was systematic, realized in technology and consistent of user experience. The effectiveness of the interactive gesture design approaches based on scenario model is initially approved with an interactive gesture definition project of a mobile communication enterprise as an example.

KEY WORDS: scenario design; wearable devices; interactive gesture; interactive design

近年来, 移动网络得到普及, 硬件技术走向成熟, 这都提升了可穿戴设备本身的可佩戴性和便利性, 可穿戴设备开始在更多的消费场景中普及^[1], 但其由于屏幕显示区域大小的约束, 以及适配不同部位佩戴等特性, 传统移动终端上的触屏交互过程显现出一定的

局限性^[2]。以自然交互方式如语音、肢体行为等, 成为了更具有极高操作效率的可穿戴设备交互解决方案^[3]。在这中间, 体感技术的手势识别准确度的提高和相关算法的日益完善, 提高了用户使用手势与设备进行交互操作的有效性, 但是, 现阶段手势交互方式

收稿日期: 2019-02-24

作者简介: 张军 (1973—), 男, 北京人, 博士, 湖南大学副教授, 主要研究方向为产品服务系统设计、用户体验和可持续创新。

通信作者: 刘粤 (1992—), 女, 湖南人, 湖南大学硕士生, 主攻交互设计和用户体验。

依旧在很大程度上,被硬件性能、交互空间等技术和实现手段所限制^[1]。如果要实现手势定义的创新和突破,就需要对用户与穿戴设备的交互行为和交互过程进行系统梳理,并建立可行的技术方案与合理的手势动作的组合,其中手势动作的定义,则成为新的交互设计研究话题。本文通过对可穿戴设备交互过程中场景因素的梳理和研究,建立了基于情境模型的交互手势设计方法并进行了可用性校验。

1 可穿戴设备的交互设计研究现状

1.1 可穿戴设备

1.1.1 可穿戴设备的人机交互环境重要性

可穿戴设备主要指使用者日常生活中穿戴或佩戴在身上,与主体维持持续性交互的小型计算机系统^[4]。在传统硬件人机交互中,依托鼠标等硬件进行

输入,交互方式较为固定,所处于的交互环境单一。在此交互过程中,设备被穿戴在用户身上,可随时进行操作,且所佩戴设备会依据真实的世界信息和用户行为,生成大量的用户、环境等相关的数据字节,并通过佩戴的设备统一进行处理进而反馈给用户,因此,交互环境是反映用户真实使用场景的重要因素。传统交互与可穿戴设备交互对比,见图1。

1.1.2 可穿戴设备人机交互设计三要素

有研究将人、工具或媒介、动作、目的、场景界定作为设计交互行为需要关注的五要素^[5]。因可穿戴设备受具体佩戴部位和所处交互环境限制的特点,本文将可穿戴设备在人机交互过程中的所有相关因素归纳为三点,即用户(佩戴设备的人的目的)、可穿戴设备的硬件特点(佩戴位置)、环境(场景、交互环境、信息数据),作为人机交互设计的三要素,并以此展开研究。

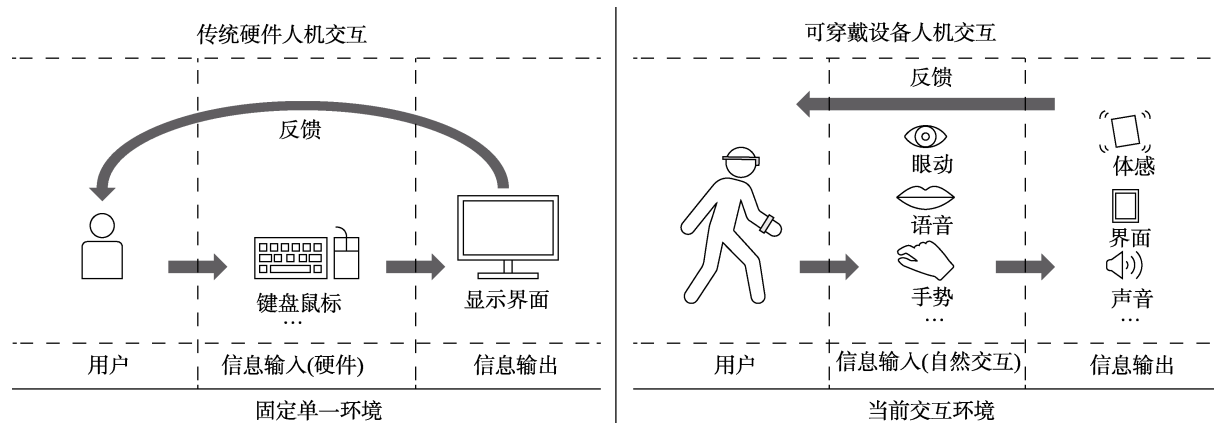


图1 传统交互与可穿戴设备交互对比

Fig.1 Comparison between hardware HCI and wearable device HCI

1.2 交互设计方法研究现状

计算机中的界面设计是最早衍生的交互设计^[6]。关于交互设计方法的相关研究中,覃京燕等人从用户中心出发,以触碰交互方式为主要研究对象,研究并提出了如何提升智能手机用户使用体验的设计方法^[7]。贺蓓锟等人在心流理论的基础研究上,以移动学习类应用为载体,提出了针对性的设计方法用于提升该类产品的交互体验^[8]。张超等人基于驾驶过程中用户活动行为的特征与汽车信息之间的关系,研究并提供了对于导航信息服务的设计内容,以及其设计过程中交互层设计的指导策略^[9]。可见,在交互设计的研究中,学者们常以两个出发点为主,一是以用户为中心,二是以活动为中心,进而对交互设计进行探讨。从用户与目标对象的互动方式上看,主要的交互方式分别为:按键、触摸、点按。从目标对象的表现形式上看,现行研究主要依托于二维界面,通过图形、色彩与文字呈现在显示终端的界面上。

基于上述可穿戴设备的人机交互过程与交互环境因素存在高度交叉,这对可穿戴设备的人机交互提出了更高的要求。传统硬件人机交互主要依赖于以物理方式触发并持续进行交互,不足以承载交互过程中所要求达到的便捷性、即时性。而依托二维形式呈现的终端界面交互设计的主流设计方法,由于承载对象区别于二维形式呈现的产品形态,已无法满足可穿戴设备此类非依托物理键进行主要交互行为的产品。这表明,依据可穿戴设备的产品形态特征,提取出其影响交互设计的因素,以及其他影响人机交互过程体验的关键因素,综合进行系统的研究,寻求新的、符合可穿戴设备与用户自然交互需求的交互设计方法。

2 情境设计作用于可穿戴设备的交互设计

情境是对人类以及人类活动内容的描述^[10],用来表示在特定动机与固定条件下,主体正在执行的任务^[11]。而基于情境的设计方法,有助于协助设计师以

用户为中心,立足于用户本身的视野与体验,更加完整、直观地梳理交互过程中,涉及的所有交互要素、触点的系统创新设计方法,继而帮助设计者在全面地考量高频交互的场景下,用户交互行为中内容、细节等因素之间的关联^[12]。

将情境设计作用于可穿戴设备的交互设计里,通过对人机交互过程中的用户、设备和环境三点要素进行深入分析与模型构建,建立合理的情境模型,并准确映射在交互设计的内容中,便于辅助设计者进行可穿戴设备的交互设计。

3 基于情境模型的可穿戴设备手势交互设计方法

以情境为基础的可穿戴设备的手势交互设计与方法,是本文讨论的重点^[1]。首先研究手势在可穿戴设备人机交互过程的参与环节(输入、输出)中,用户体验评价的关键节点。其次,分析手势交互设计的内容,即情境模型作用的对象。最后,以前两者的研究为基础,梳理该场景中可穿戴设备人机交互的三要素(用户、设备、环境),并以三要素构建合理的情境模型,用以辅助和指导手势交互设计,协调设计落地性与用户使用体验之间的关联性,并判断技术和用户体验的比重,确保最终设计输出的成果同时具备系统性和技术实现性。

3.1 可穿戴设备手势交互的过程

用户使用界面作为承担人与计算机相互间的信息交换媒介,交互流程中涵盖了信息输入与反馈输出^[13],包含设备系统本身对信息的处理环节。接下来,把可穿戴设备手势交互使用过程中的流程,以输入、处理与输出3个环节为例,进行整理与归纳^[1]。

1) 输入环节为肢体语言和信号。表示用户为达到目标需要,对设备输入的相应手势。手势快捷、符合人机工程的可用性、符合设备使用过程中用户认知的心理模型^[14],需考虑在多语言国家下,各个国家对于手势的接受度。

2) 处理环节分别为捕捉识别、产生命令、执行操作。设备基于自身传感器捕捉到的手势数据生成命令,继而由设备自身或与设备联动的其他平台执行操作。需要注意的是,手势需要考虑设备传感器的技术。

3) 输出环节为结果反馈。用户的命令发生效用后,当下承载交互行为的设备根据传达的命令发出基于用户认知的反馈,反馈内容不局限于声音、温度、震动、灯光、界面图形元素、界面色彩改变等方面^[1]。

基于传感器手势的识别,再到设备控制器实现操作的同时,给用户呈现出相应的反馈,输入与输出环节,承载着用户行为的信息输入以及反馈输出,设计者需针对以上两个环节,对符合用户体验的手势完成

相应的交互设计^[1]。手势与可穿戴设备的人机交互过程,见图2。

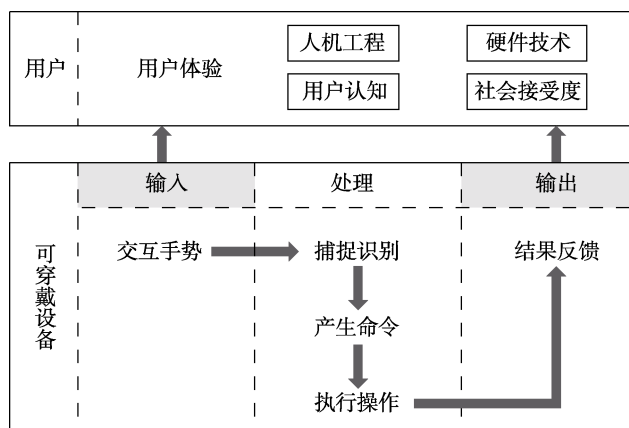


图2 手势与可穿戴设备的人机交互过程
Fig.2 Gesture interaction with wearable devices

3.2 手势交互设计内容

手势交互设计内容主要包含用户和设备两个主体,用户手势命令发出,佩戴设备接收命令后处理,并以多通道的形式反馈输出^[15],因此手势交互的设计内容,即输入和输出这两个环节的手势交互形式设计。

输入手势命令前的肢体状态,即手势交互设计内容中的初始状态。以时间查看场景为例,在跑步进行中与静止站立两个场景下,使用可穿戴设备查看时间,初始状态是不一致的:双臂处于不停挥动状态是跑步行为进行中的肢体状态,而静立情况下双臂多是自然垂下。对于初始状态的考虑,即是对用户所处当前事件的考虑,是手势设计内容的最前端。

在确定好初始状态后,用户对设备输入手势,单个手势或复合手势会存在两个可能性,这需要明确有效的操作任务,以任务所需信息架构和完成任务的手势操作序列为依据,从而根据操作序列,梳理流程后获得手势的组合^[1]。

输入环节完成后,设备开始后台处理和获取运行的手势数据。最终,设备透过体感、界面交互等多种方式完成用户反馈,即为设备的输出环节。

3.3 可穿戴设备交互手势设计情境模型

基于设计目标,选取了环境、用户、设备3个要素,并结合手势交互设计的内容构建目标用户与设备交互的情境模型,作用于可穿戴设备手势交互的设计过程。以可穿戴设备的交互手势设计情境模型为依据,见图3。

1) 环境情境。用户在进行操作时所处的地点、时间、事件,即环境信息。因为用户随时移动以及生活场景的不断变化,交互环境具备不定性,而合理清晰的环境情境,可用于分析用户目前身处的交互环境对用户使用手势进行操作时的影响,即手势初始状

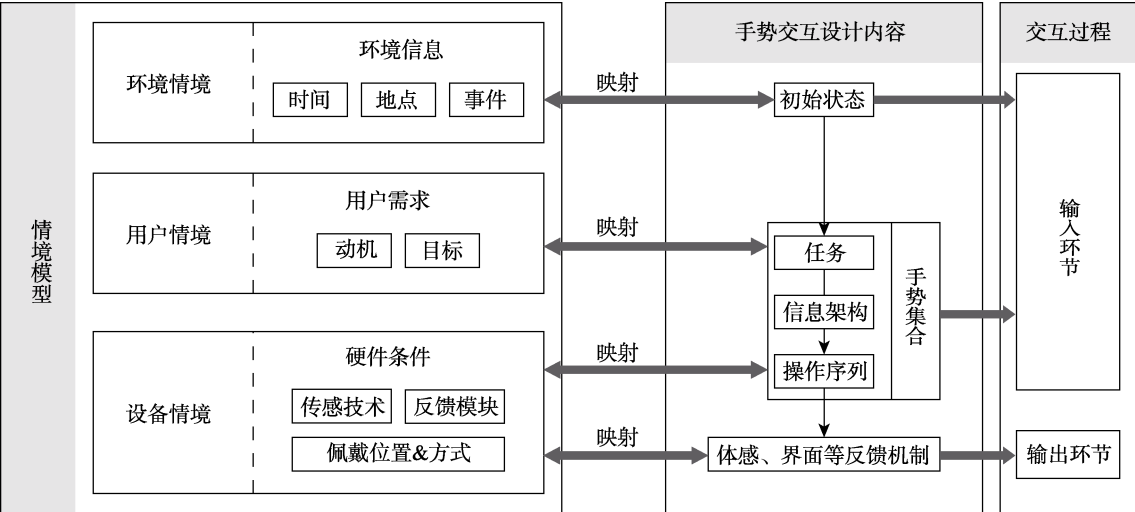


图 3 基于可穿戴设备的手势交互设计情境模型
Fig.3 Scenarios model designed based on the gesture interaction of wearable device

态、手势社会接受度^[1]。

2) 用户情境。动机、目标即用户需求。基于构建的用户情境来明确用户当前场景下的真实需求,提取手势操作过程中的信息架构、任务序列,逐一对应交互设计内容中的手势集合。

3) 设备情境。反馈模块、传感技术、用户佩戴部位与方式,即硬件条件。由用户佩戴设备的方式与承载该方式的人体部位,可以得出参与交互的肢体以及其行为动作范围的约束性,结合设备传感技术的识别方案,可以对手势交互人机工程提供设计约束与指导,反馈模块能够采用多通道的方式,将信息内容反馈给佩戴设备的主体^[1]。

4 基于情境模型的手势交互设计实践

下述设计案例将依托本文提出的手势交互设计情境模型,应用于智能腕表端,完成来电处理的手势交互设计,验证以情境模型为依据的手势交互设计的可行性。

4.1 项目背景

受国内某移动通讯设备企业的委托,旨在获得具备技术应用性,以及符合商业价值导向的手势交互设计方法与专利等。研究对象为可佩戴于腕部的设备,探索具有前瞻性的用户与腕部可穿戴设备的高频场景,产出与之对应的手势交互设计方案。

4.2 基于情境模型下的手势交互设计流程

在设计概念产出的最初阶段,基于智能腕表设备,设计师团队以对未来腕表在人们日常生活中的潜在使用场景为目标,进行头脑风暴与用户行为等的研究,发现在现有智能手机的使用场景中,如果双手非闲置状态,则无法进行一系列的通话操作,不过智能腕表因其佩戴方式的特点,可以配合智能手机完成操作行为。明确来电处理的需求场景(烹饪场景),设计者依两个环节中涉及的体验关键点,进行详细的评估,得到手势交互相关的设计内容。

1) 建立包含事件、时间、地点的环境情境。烹饪进行中占用双手作为用户的发生事件,导致其烹饪时间不确定,而此时的事件地点为厨房。烹饪进行过程中手部动作多样且不断变化,因此,在手势设计过程中,需要考虑和避免手部的运动和姿态变化而产生误操作,同时要兼顾手势动作姿态幅度过大,致使影响烹饪的问题。从设备识别层面,手势需要具有高度的识别性,帮助设备准确识别用户命令,而从用户当前的场景下,对于行为进行流程的低干扰性,不会生硬地打断用户当前的行为进程,是手势需要满足的两个基本特性。环境情境与手势交互设计内容映射的初始手势状态为:烹饪进行中的当前状态。

2) 用户动机、目标,构建用户情境。用户动机与目标为合理处理来电。接听、静音或挂断是用户需进行的任务,以此构建该场景下来电处理的信息架构,输出手势操作序列^[1]。最后,仍需在输出手势集合前,以设备情境为依托进行手势的评估和修正。

3) 建立结合传感技术、反馈模块、佩戴位置与方式的客观设备情境。基于现有的智能腕表的产品形态,可将传感模块集成在表盘、表带中,保持用户原有腕表的使用体验。设备的反馈模块主要有:屏幕显示模块,扬声器等声音、震动马达,用户佩戴位置与方式。

基于情境模型的来电处理手势交互设计见图 4。设备透过表带嵌入的肌肉点传感器来识别用户的操作,即握拳的频率和时间长度,将其作为输入环节来评判用户的手势交互效用^[1]。输出环节为界面元素变化与其他硬件特性,例如震动所进行的反馈,手势分别为:握拳 1 次(任务/静音);握拳 2 次(接听);

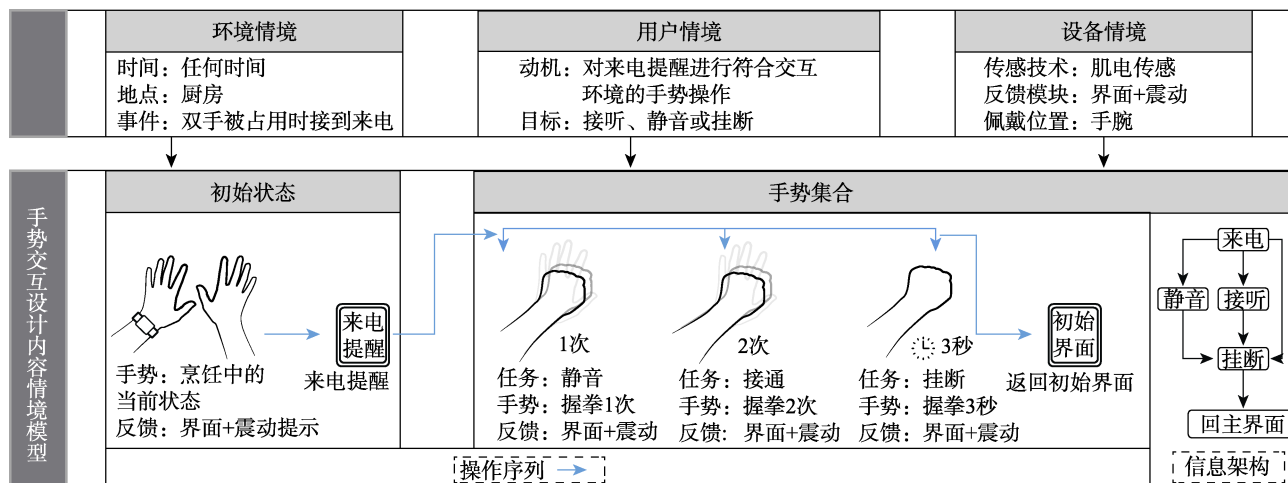


图 4 基于情境模型的来电处理手势交互设计

Fig.4 Gesture interaction design based on scenario model for call processing

持续 3 秒握拳（拒接）^[1]。

需要注意的是,在设计过程中,设计者需通过用户访谈和测试,进行反馈意见收集,并以此为依据,对情境模型中的信息进行改进或修正。

4.3 用户测试与评估

测试对象选取 50 个 18~25 岁的用户,目的是证明手势交互设计方法指导设计的可行性。测试媒介为

某品牌智能腕表与使用开源硬件制作的原型机。测试内容为来电处理交互手势,即接听、挂断两个交互手势,对被试者进行 A/B 测试。在这中间,依托 Arduino 开源硬件,并与电脑端的 Processing 图形化软件相结合,设计并做出了具有可交互性的高保真原型测试机,让用户在真实的使用体验下,给出评价^[1]。用户测试内容与测试机见图 5,用户可用性测试过程见图 6。

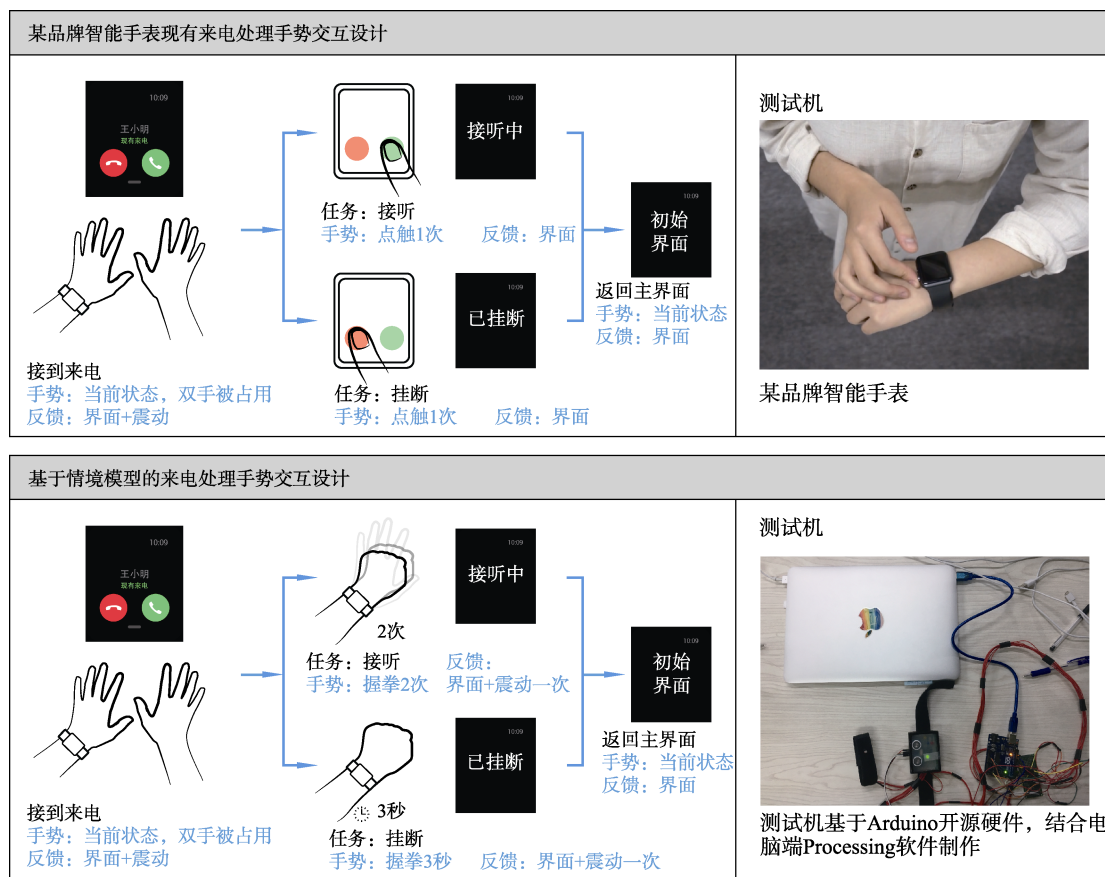


图 5 用户测试内容与测试机

Fig.5 User test content and tester



图 6 用户可用性测试过程
Fig.6 User usability testing process

- 1) 主持人向被试者介绍实验的内容，提供具体任务操作的说明文件并指导阅读。
- 2) 被试者通过主持人的指导，自主熟悉和学习测试机的操作方法。
- 3) 掌握测试机的操作方法后，被试者佩戴模拟样机并进行交互操作，工作人员切换电脑界面，让被试者模拟实时交互操作并进行反馈。
- 4) 完成所有操作后，被试者根据当前的操作和体验，对手势操作以问卷调查的形式进行可用性分数

- 评估。
- 5) 对所有的问卷结果进行统计以及数据处理，生成可用性测试报告。
- 根据人机交互领域 5 个通用的可用性原则^[16]让用户进行评估打分，具体为：低学习成本（易学性）、方便快捷（有效性）、符合用户使用习惯（易记忆）、难以误操作（出错率）、操作体验舒适（用户满意度），分值分别为 1~10。用户可用性测试数据结果见图 7。

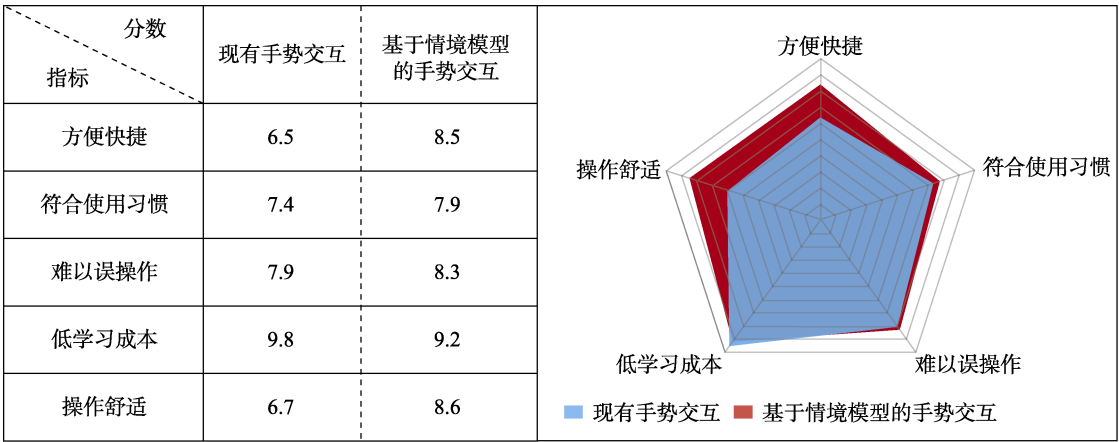


图 7 用户可用性测试数据结果
Fig.7 Results of user usability test data

通过用户的测试评估，论证了基于情境模型设计的来电处理手势交互设计，在手势的方便快捷、操作舒适、符合使用习惯、难以误操作 4 个方面，优于现有的来电处理手势交互，检验了情境模型的有效性。

5 结语

通过分析可穿戴设备与手势的交互触点，将环境、用户、设备 3 个情境提取出来，用于建立以可穿戴设备为依据的交互手势设计情境模型，此模型有助于设计师了解用户的真实场景体验，在手势交互的设计过程中，更加全面地对情境与手势设计内容的映射

进行考量，为设计者进行手势交互设计研究，提供方法与走查的模型与依据^[1]。本文主要得出了满足当前情境与用户特定需求的手势，将得到的手势在交互逻辑层和操作行为层进行系统性的研究及梳理。深入研究和拓展可普适用于企业量产级产品的通用手势体系，将作为今后进一步探索的方向。

参考文献：

[1] 刘粤. 可穿戴设备人机交互情境下的手势交互设计与研究[D]. 长沙: 湖南大学, 2018.
LIU Yue. Design and Research of Gesture Interaction of

- Wearable Devices in Man-machine Interaction Situations[D]. Changsha: Hunan University, 2018.
- [2] 孙效华, 冯泽西. 可穿戴设备交互设计研究[J]. 装饰, 2014(2): 28—33.
SUN Xiao-hua, FENG Ze-xi. Interaction Design for Wearable Devices[J]. Zhuangshi, 2014(2): 28—33.
- [3] 尹超. 事件原型衍生的自然交互设计与应用[D]. 长沙: 湖南大学, 2014.
YIN Chao. The Design and Applications of Natural Interaction Based on Event Prototype Derivation[D]. Changsha: Hunan University, 2014.
- [4] MANN S. Smart Clothing: the Shift to Wearable Computing[J]. Communications of the ACM, 1996, 39(8): 23—24.
- [5] 辛向阳. 交互设计: 从物理逻辑到行为逻辑[J]. 装饰, 2015(1): 58—62.
XIN Xiang-yang. Interaction Design: from Logic of Things to Logic of Behaviors[J]. Zhuangshi, 2015(1): 58—62.
- [6] 李世国, 顾振宇. 交互设计[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2012.
LI Shi-guo, GU Zhen-yu. Interaction Design[M]. Beijing: China Hydraulic and Hydroelectricity Press, 2012.
- [7] 覃京燕, 陈珊. 触摸屏智能手机交互设计方法探析[J]. 包装工程, 2010, 31(22): 22—24.
QIN Jing-yan, CHEN Shan. Analysis of Interaction Design of Touch Screen Smart Phone[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(22): 22—24.
- [8] 贺蕾, 何人可. 基于心流理论的移动学习应用交互设计研究[J]. 包装工程, 2018, 39(4): 188—192.
HE Qiang-kun, HE Ren-ke. Interaction Design of Mobile Learning Application Based on the Flow Theory[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(4): 188—192.
- [9] 张超, 赵江洪. 基于活动的汽车导航信息服务设计研究[J]. 包装工程, 2016, 37(10): 60—64.
ZHANG Chao, ZHAO Jiang-hong. Vehicle Navigation Information Service Design Based on Activity[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(10): 60—64.
- [10] CARROLL J M. Scenario and Design Cognition[C]. New York: IEEE, 2002.
- [11] NARDI B A. M. The Use of Scenarios in Design[J]. ACM SIGCHI Bulletin, 1992, 24(4): 13—14.
- [12] KALTZ J W, ZIEGLER J, LOHMANN S. Context-aware Web Engineering: Modeling and Applications[J]. Revue D Intelligence Artificielle, 2005, 19(3): 439—458.
- [13] 童宜洁. 界面设计中的信息传达要素分析[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2006.
TONG Yi-jie. The Element Analysis of Information Transmission in Interface Design[D]. Wuhan: Wuhan University of Technology, 2006.
- [14] 张瑞秋, 褚原峰, 乔莎莎. 基于用户心理模型的移动终端手势操作研究[J]. 包装工程, 2015, 36(6): 63—67.
ZHANG Rui-qiu, CHU Yuan-feng, QIAO Sha-sha. Mobile Terminal's Gesture Operation Based on User Mental Model[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(6): 63—67.
- [15] 孙效华, 周博, 李彤. 隔空手势交互的设计要素与原则[J]. 包装工程, 2015, 36(8): 10—13.
SUN Xiao-hua, ZHOU Bo, LI Tong. Design Key Elements and Principles of In-Air Gesture-Based Interaction Design[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(8): 10—13.
- [16] BEVAN N, CURSON I. Methods for Measuring Usability[M]. US: Springer, 1997.