

基于数据分析的智能手表手势直觉化交互研究

侯文君^{1,2}, 吴春京¹

(1. 北京邮电大学 数字媒体与设计艺术学院, 北京 100876; 2. 北京邮电大学 网络系统与网络文化北京市重点实验室, 北京 100876)

摘要: **目的** 对智能手表手势直觉化交互进行研究。**方法** 以智能手表的交互方式为研究内容, 针对智能手表的手势交互问题, 利用用户定义法对智能手表的手势交互进行了研究。**结论** 通过实验研究与数据分析, 提出了一个智能手表手势交互的动作集合。让用户能够与智能手表进行直觉化的交互, 提升用户体验。这套手势动作除了可以应用在智能手表或是迁移到其他可穿戴设备上外, 也可以作为评价智能手表手势交互的一个参考标准。

关键词: 智能手表; 手势交互; 直觉化; 用户定义; 可猜测性

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2015)22-0013-04

Gestures Interaction Research Based on the Data Analysis for Smart Watch

HOU Wen-jun^{1,2}, WU Chun-jing¹

(1. School of Digital Media and Design Arts, Beijing University of Post & Telecommunications, Beijing 100876, China;
2. Beijing Key Laboratory of Network and Network Culture, Beijing University of Post & Telecommunications, Beijing 100876, China)

ABSTRACT: It aims to study the gesture intuitive interaction of smart watch. Taking the interaction mode of smart watch as contents, according to the gesture interaction problems of smart watch, the user-defined methods are used to study the gesture interaction of smart watch. Through the experiment research and data analysis, a set of gestures is presented for smart watch gesture interaction, allowing users to interact with the smart watch intuitive and enhance the user experience. The gestures set can be applied in addition to the smart watch or migrate to other wearable device. It can also be used as a reference standard for the evaluation of smart watches gesture interaction.

KEY WORDS: smart watch; gesture interaction; intuitive; user-defines; guessability

2014年是可穿戴设备的元年,可穿戴设备也因其便于携带、功能强大成为了市场追捧的对象。通过分析 Pebble Steel, Moto360, Geek Watch 2, Apple Watch 等品牌智能手表发现,目前他们的交互方式主要还是使用触摸、按键和语音^[1]。智能手表的屏幕尺寸较小,使用触摸操作虽然直观,但是对屏幕内容的遮挡严重。很多情境下,由于一只手被占用无法进行触摸操

作。使用实体按键需要使用双手配合进行操作,也面临单手操作的问题。语音交互的识别率虽然已经得到提升,但由于语言的多样性使其通用性被降低。而手势交互可以很好地解决上述3种交互方式所面临的问题,但目前手势交互仅被用于屏幕的激活和关闭等少数功能。这里对智能手表的手势交互进行了研究,提出了一套智能手表手势交互的动作集合,让用户能

收稿日期: 2015-07-09

基金项目: 北京市科学技术委员会 2015 科普项目 (Z151100003015165)

作者简介: 侯文君(1963—),女,山西人,北京邮电大学教授,主要研究方向为人机交互和智能设计。

通讯作者: 吴春京(1993—),男,福建人,北京邮电大学硕士生,主攻交互设计和自然交互。

够与智能手表进行视觉化的交互。

1 视觉化交互

人-计算机交互的3个核心要素是:人、计算机以及两者之间的界面^[2]。随着计算机技术的不断发展,人机之间的交互日益频繁,形式也在不断发生着变化。人机交互中的“人”不再只是实验室里的科学家或者研究员。人机交互中的“机”也不再仅限于办公桌上的电脑。人机交互界面就是在交互式计算机系统中与人进行沟通的部分,包括了系统中任何对用户可见的部分。由于界面设计的内容包括了计算机系统对用户可见的所有东西,所以界面设计就延伸到了整个交互系统^[3]。正是由于人机交互中前后两个对象不断的发展和变化使得视觉化的人机交互界面成为了交互设计的研究重点。

《中华大百科全书》中对直觉的定义是:一种不经过分析、推理的认识过程而直接快速地进行判断的认识能力。近代认知心理学认为直觉是一种再认识的过程,是在过去经验的基础上,从长时记忆中提取具有可解决问题的答案的过程。Norman认为视觉化交互界面是无需用户进行学习的交互界面。Blackler等人的研究指出,直觉是基于已往经验的无意识的反应^[4]。由此可以得知视觉化的人机交互界面应该是基于以往经验和无意识的。

视觉化的人机交互界面要求设计师利用用户以往的经验设计界面。Donald Norman在20世纪80年代末研究日常物品的设计时提出了物理对象的“启示性”。启示是事物被感觉到的特性和实际特性,主要确定事物使用方式的基本特性^[5]。例如带把手的门暗示着拉,不带把手的门暗示着推。如果具有明显的启示性,那么用户就可以很容易地知道如何与产品进行交互。在人机交互界面中隐喻设计也是一个常用的方法。隐喻界面依赖与用户在界面视觉提醒与功能之间建立的直觉联系,而不必了解软件的运行机制^[6]。常用的隐喻一般指的是视觉隐喻,用来描绘事物目的和特征的图片,用户识别隐喻的图像通过外延理解事物的目的。

2 可猜测性与一致性

启示性和隐喻设计提升了人机交互界面视觉化程度,但也存在很多的局限性。首先,设计师与用户之间的经验是否匹配。如果设计师和用户之间的文化背景

不同,那么设计就很容易失败,即使拥有相同的文化背景,也有可能存在误解。其次,用户的经验很难进行提取和量化,往往只能进行定性研究和描述。

Wobbrock等人提出可猜测性和一致性作为衡量用户经验的指标,并结合用户定义法对手写笔输入符号的可猜测性进行了研究^[7]。输入符号可猜测性是指输入符号的认知质量,即用户在没有学习过这些符号的前提下,仅通过这些符号本身的特征就能够知道其所代表的任务或目标。而一致性则综合体现了输入符号的认知质量及用户群体对输入符号认知的分散水平。后来,Wobbrock又把该方法拓展到了大屏触摸交互研究^[8]。Ruiz等人利用用户定义法研究了智能手机手势交互的可猜测性^[9]。Chaklam等人利用该方法研究了视频游戏当中的体感交互^[10]。Najaf等人探讨了文化差异对交互界面当中交互手势可猜测性的影响^[11]。

可猜测性是输入的基础。用户通过关键字、标签、按钮、手势等输入符号与系统进行交互,不论用户对他们是否了解,他们都会最初就尝试使用输入命令、点击按钮或比划手势来完成任务。但用户通常知道想要输入的目标任务却不知道应该使用哪种输入符号,因此提升人机交互界面的可猜测性十分重要。Wobbrock等人通过研究提出了一个可以实现输入可猜测性最大化的方法。该方法让任何人都可以设计出一套具有高度可猜测性的输入方式,或者对一个已有输入方式进行评估。

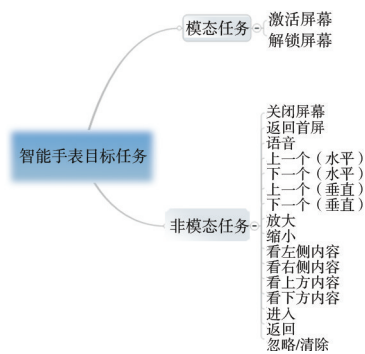
3 实验研究

3.1 实验对象

实验招募了12名大学生(7名男性,5名女性,平均年龄为22.7岁),被试全部都是右利手,手表佩戴于左手。被试当中有2人有使用智能手表的经验。

3.2 实验内容

通过对智能手表系统功能及相册浏览、地图导航、消息提醒、音乐播放、手机通话等主要应用的功能进行分析,提取了18个目标任务。同时根据目标任务前置条件的不同分为两类:(1)模态任务,即界面位于模态窗口,是进入式的或打断式的任务,在模态任务下用户只能进行一种操作;(2)非模态任务,即界面位于非模态窗口,是并发式的任务,在非模态任务下可存在多种并发的操作。智能手表目标任务见图1。



两类任务前置条件不同,他们之间定义的动作可以重复。为了便于实验,将提取的18个任务分配到4个使用情景当中,每个情景包含3-5个目标任务,实验情景见图2。

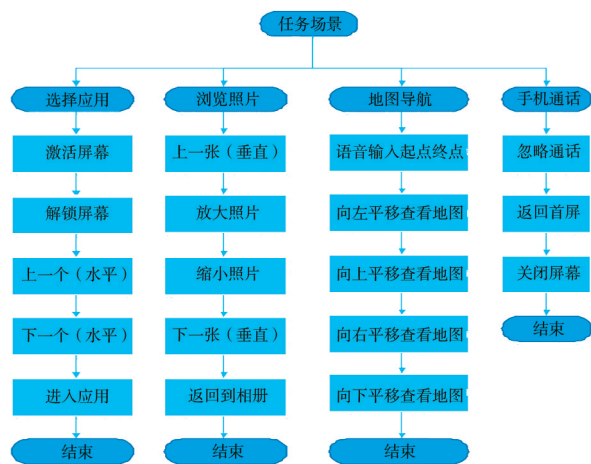


图2 实验情景
Fig.2 Experimental scene

3.3 实验步骤

实验开始前给被试佩戴一个手表,并且告知被试手表能够理解任何手势。在实验过程中被试将依次体验4个情景,情景中的部分目标任务有文字或界面的提示信息,提示信息中不包含任何与手势动作有关的内容。然后要求被试者使用一个手势完成这个目标任务。实验的过程中让用户采用发声思考的方式告知动作的开始和结束以及使用该动作相应的理由。同时将一个摄像头固定在用户的正前方,记录被试使用的手势。

被试体验每个使用情景后让其针对每个动作填写问卷,在填写问卷前每个动作都重复做3次。目的在于了解用户对于自定义输入符号的主观感受,包括输入符号和目标任务的匹配程度、执行容易度和执行

疲劳度。评价时使用了李克特7点量表法进行打分,从-3到3,其中3代表完全同意。

3.4 数据处理

实验分析了手势动作的频数、可猜测性、一致性和用户的主观评价。实验总共收集了216个动作数据。

3.4.1 频数

从用户那里采集到的输入符号不能简单地放在一起形成输入符号集,因为其中往往会有冲突的地方。应该选择出现频率最高的那个符号作为某个目标任务的标准输入符号,公式如下所示:

$$score = |symbols|$$

通过分析频数的结果可以得到一个和目标任务对应的手势集合,见表1。从结果中可以发现总共有16个手势,其中抬起动作同时代表了激活屏幕和语音两个目标任务,上下抖动动作同时代表了解锁屏幕和返回两个目标任务。

表1 智能手表动作集合
Tab.1 Gesture set of smart watch

目标任务	动作	频数
激活屏幕	抬起	11
解锁屏幕	上下抖动	7
上一个(水平)	右倾斜	5
下一个(水平)	左倾斜	5
进入	握拳	2
上一个(垂直)	向下转手腕	8
放大照片	拉近	9
缩小照片	拉远	9
下一个(垂直)	向上转手腕	8
语音	抬至嘴边	3
看左侧内容	向左平移	9
看上方内容	向前平移	7
看右侧内容	向右平移	9
看下方内容	向后平移	7
忽略/清除	向上甩手	5
返回首屏	翻转	3
关闭屏幕	放下	11

3.4.2 可猜测性

在定义完手势集合后可以计算可猜测性:

$$G = \frac{\sum_{s \in S} |P_s|}{|P|} \cdot 100\%$$

式中:G代表可猜测性,P代表用户为目标任务定义的动作总数,P_s代表某个动作s的数量,s是S集的子

集。可猜测性降序排列见图3,从图中可以看出激活屏幕、关闭屏幕、放大、缩小等操作的可猜测性较高,而语音、返回首屏、进入等操作的可猜测性较低,同时可以计算出整体的可猜测性为0.57。

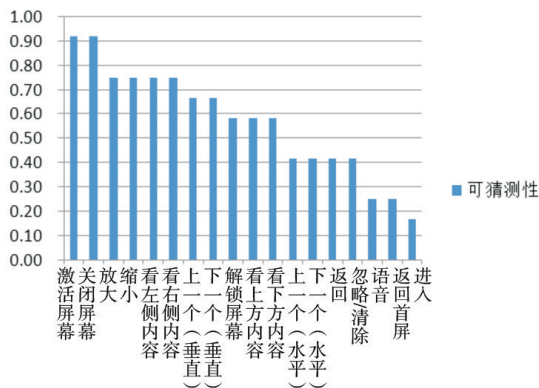


图3 可猜测性降序排列

Fig.3 Guessability for each task sorted in descending order

3.4.3 一致性

在计算出输入符号的可猜测性后,可以计算目标任务所具有的一致性:

$$A = \frac{\sum_{\gamma \in R} \sum_{P_i \subseteq P_\gamma} \left(\frac{|P_i|}{|P_\gamma|} \right)^2}{|R|} \cdot 100\%$$

式中:A代表一致性分数,R代表目标任务的总个数,r是目标任务R的某个任务,P_r表示目标任务r的动作总数,P_i是P_r中的子集表示某个动作数量。一致性降序排列见图4,将可猜测性与一致性进行比较可以发现返回首屏和语音两个目标任务的排序发生了变化。因为用户对于语音输入定义的手势较为分散,而对返回首屏的定义的手势较为集中。同时可以计算出整体的一致性得分为0.42,比Wobbrock等人的实验结果(0.32和0.28)更高,表明手势动作集合的一致性较强。

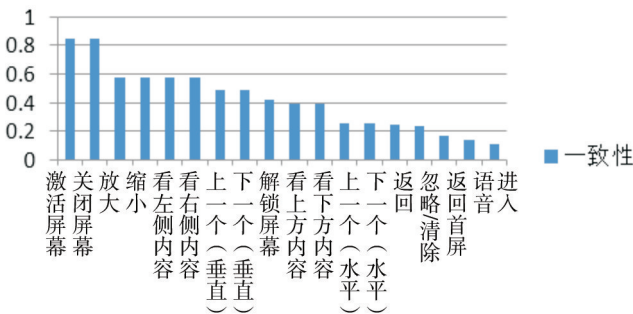


图4 一致性降序排列

Fig.4 Agreement for each task sorted in descending order

3.4.4 用户主观评价

将用户对手势集合的主观评价从所有动作的评价中提取出来,针对匹配度、容易度和疲劳度进行分析,用户主观评价见图5。从图中可以看出激活屏幕、语音、关闭屏幕的匹配度、容易度和疲劳度得分都较高,表明这些目标任务的动作容易被理解和执行,同时不易引起疲劳,适合经常性操作;看左侧内容、上方内容、右侧内容、下方内容的匹配度得分高但容易度和疲劳度得分低,表明这些目标任务的动作易被用户理解但执行起来比较不容易,同时易引起疲劳,不适合经常性操作;在所有目标任务的动作当中,返回首屏的匹配度和疲劳度得分都较低,疲劳度得分甚至低于-0.5分,表明这个目标任务的动作学习成本较高同时易引起疲劳。

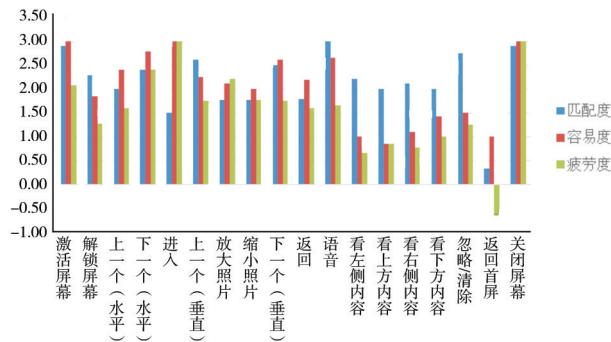


图5 用户主观评价

Fig.5 Users subjective evaluation

从整体上看,用户主观评价的平均得分匹配度为2.16,容易度为2.04,疲劳度为1.56。可以看出动作集合与目标任务集合的匹配度较高,整体的动作执行容易度也较高,作为辅助交互手段,整体疲劳度也在可接受范围内。

4 结语

这里将Wobbrock等人提出的方法应用在了智能手表手势交互设计领域,通过用户定义的方法为智能手表设计了一套可猜测性较强的交互手势,让用户可以直觉化地与智能设备进行交互。通过用户的参与能够有效减少由于设计师和用户之间经验不匹配所造成的问题。这套手势交互动作除了可以应用在智能手表上,还可以迁移到其他手部可穿戴设备的体感动作交互上,如智能手环、智能手套等产品上。这套手势也可以作为评价目前智能手表手势交互的一个

(下转第21页)

- Driving Innovation in Your Organization[J].New Jersey: John Wiley & Sons, 2012.
- [2] 诺曼.设计心理学[M].北京:中信出版社,2010.
NORMAN D A.Design Psychology[M].Beijing: China Citic Publishing House, 2010.
- [3] 刘伟.走进交互设计[M].北京:中国建筑工业出版社,2013.
LIU Wei.Interaction Design[M].Beijing: China Architecture & Building Press, 2013.
- [4] BUXTON B.Sketching User Experiences: Getting the Design Right and the Right Design[M].California: Morgan Kaufmann, 2010.
- [5] LOWGRE J.Articulating the Use Qualities of Digital Designs [J].Aesthetic Computing, 2006(1): 383—403.
- [6] 杨楠,李世国.物联网环境下的智能产品原型设计研究[J].包装工程, 2014, 35(6): 55—58.
YANG Nan, LI Shi-guo.Intelligent Product Prototype Design in the Internet of Things Environment[J].Packaging Engineering, 2014, 35(6): 55—58.
- [7] 刘月林,李虹.基于概念隐喻理论的交互界面设计[J].包装工程, 2012, 33(22): 17—19.
- LIU Yue-lin, LI Hong.Interactive Interface Design Based on Conceptual Metaphor Theory[J].Packaging Engineering, 2012, 33(22): 17—19.
- [8] STAPPERS J, SLEESWIJK F, KELLER I.The Role of Prototypes and Frameworks for Structuring Explorations by Research through Design[J].The Routledge Companion to Design, 2014(13): 1—8.
- [9] 刘娟.人机交互设计在科技产品中的应用[J].包装工程, 2014, 35(18): 64—67.
LIU Juan.Application of Human-computer Interaction Design in the Technology Products[J].Packaging Engineering, 2014, 35(18): 64—67.
- [10] APRILE W, HELM A.Interactive Technology Design at the Delft University of Technology[C].Delft: Design Education, 2011.
- [11] CROSS N.Engineering Design Methods: Strategies for Product Design[M].New Jersey: John Wiley & Sons, 2008.
- [12] MARTIN A, MAURER F, SILVEIRA M.User-Centered Design and Agile Methods: A Systematic Review[J].In Agile, 2011(1): 77—86.

(上接第16页)

参考标准。本次实验中的被试都是右利手,因此右利手与左利手的操作习惯是否相同还有待研究。另外对于手势的主观评价准确性有待进一步验证,类似于疲劳度的指标可以同时结合生理测量进行研究。同时实验被试中包含2名拥有智能手表使用经验的用户,通过对他们的实验结果进行分析并未发现与其他用户有何差异,是否因为目前智能手表中并未采用太多的手势交互还有待验证。

参考文献:

- [1] 刘珩.智能手表交互设计研究[J].科技与创新, 2015(8): 73—78.
LIU Heng.Smart Watch Interactive Design[J].Science and Technology & Innovation, 2015(8): 73—78.
- [2] 王烁.直觉化交互设计研究——以家庭数字相册交互系统设计为例[D].北京:清华大学, 2004.
WANG Shuo.Intuitive Computing: Memory Lane as a Case Study[D].Beijing: Tsinghua University, 2004.
- [3] 刘国柱.直觉交互界面与虚拟现实[J].武汉理工大学学报, 2014(1): 132—136.
LIU Guo-zhu.Intuitive Interactive Interface and Virtual Reality[J].Wuhan University of Technology, 2014(1): 132—136.
- [4] BLACKLER A, POPOVIC V.Investigating Users' Intuitive Interaction with Complex Artefacts[J].Applied Ergonomics, 2010(4): 72—92.
- [5] NORMAN D A.The Design of Everyday Things[J].Design of Everyday Things, 1998, 7(4): 245—246.
- [6] COOPER A, REIMANN R, CRONIN D.About Face 3: the Essentials of Interaction Design[M].New Jersey: John Wiley & Sons, 2007.
- [7] WOBBROCK O.Maximizing the Guessability of Symbolic Input[J].CHI Extended Abstracts, 2005(5): 69—72.
- [8] WOBBROCK O, MORRIS M R, WILSON A D.Userdefined Gestures for Surface Computing[J].Proceedings of CHI, 2009(9): 183.
- [9] RUIZ J, LI Y, LANK E.User-defined Motion Gestures for Mobile Interaction[C].Vancouver: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems ACM, 2011.
- [10] CHAKLAM S.Jump and Shoot: Prioritizing Primary and Alternative Body Gestures for Intense Gameplay[D].Kochi: Kochi University of Technology, 2014.
- [11] NAJAF A, PENG L Y, HOSSEIN Z.Guessability Study on Considering Cultural Values in Gesture Design for Different User Interfaces[J].International Proceedings of Economics Development & Research, 2012(4): 76—80.