

基于人类行为学的触屏手机手势交互设计研究

孙岩, 董石羽, 徐伯初, 向泽锐, 魏峰

(西南交通大学 人机环境系统设计研究所, 成都 610031)

摘要: **目的** 从人类行为学角度对产品的使用特点进行研究,探讨符合使用者操作触屏手机习惯的人性化交互设计方法。**方法** 对志愿者的手部尺寸及其对触屏手机手势交互操作进行统计分析,完成从定量到定性的实验及分析;根据实验及分析结果,以用户体验为中心,遵循人类行为学原则,提出触屏手机手势交互设计人性化存在的问题,并研究得出优化设计方案。**结论** 给出两个基于人类行为学的触屏手机虚拟键盘设计方案,将触控面积提高到现有手机的2.19倍;简化操作步骤,增强键盘录入的效率、准确性和易用性。

关键词: 交互设计; 手势交互; 触屏手机; 人类行为学; 虚拟键盘布局

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2015)14-0055-05

Gesture Interaction Design of Touch-screen Phones Based on Human Behaviour

SUN Yan, DONG Shi-yu, XU Bo-chu, XIANG Ze-rui, WEI Feng

(Institute of Design and Research for Man-Machine-Environment Engineering System, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

ABSTRACT: It studies the usage characteristics of productions from the perspective of human behavior and discusses the humanized interaction design methods which conforms to users operating on touch-screen phones. The hand sizes of experimental subjects and their gestures of operation on touch-screen phones are statistically analyzed to complete experiments from qualitative to quantitative. According to experimental and analytical results, new methods are put forward including user experiences, human behavior principles, problems of gesture interaction design friendliness on touch-screen phones and etc, and optimized design schemes are finally obtained. Utilization efficiency of hands is improved by enlarging induction area, simplifying operation steps, using multi-touch and operating with both hands. Two design schemes of touch-screen phones' virtual keyboard which based on human behavior are given to enhance the input efficiency of the keyboard, accuracy and usability by increasing the touch area to 2.19 times that of the existing mobile phone.

KEY WORDS: interaction design; gesture interaction; touch-screen phone; human behavior; layout of virtual keyboard

触屏手机的普及应用是人机交互发展过程中的一个重要里程碑,它颠覆了传统人机交互使用的按键操作(或控制)模式,采用简单、友好、先进的设计理念,带给用户前所未有的操作感受。由于多点触控技术^[1]在手机中添加了触控识别模块,多个触点能同时

识别和响应用户的操作,因而进一步释放了人手的控制潜力。随着电容式触摸屏^[2]的发展,多点触控技术得到了进一步优化,并使得人机交互向理想模式更加靠近。在用户体验方面^[3-7],设计师将设计心理学和人机工程学等理论引入到手机UI设计中,较为注重解决

收稿日期: 2015-02-06

基金项目: 四川省哲学社会科学“十二五”规划2013年度项目(SC13E083)

作者简介: 孙岩(1981—),女,山东青岛人,西南交通大学硕士生,主攻产品设计理论、产品交互设计理论。

通讯作者: 董石羽(1971—),男,四川成都人,西南交通大学副教授、硕士生导师,主要研究方向为交通工具设计、交互设计。

交互界面的美学问题及响应效率。

这里通过对手机使用者操作手机时的行为及手部相关数据进行研究和测量分析,从人类行为学角度对触屏手机的手势交互设计问题进行研究。

1 研究现状

人类行为学^[8]是研究人类行为的学科,以往多应用在社会科学领域,将人类行为学引入交互设计中是交互设计的一次探索性创新。在类似的环境中,针对具有相似个性的人(或相似共性的群体)的相似行为进行分析研究。如何把大量“相似的行为”总结出规律并应用到交互设计中,是交互设计师和开发人员需要解决的问题。目前,主流品牌触屏手机除了在硬件、系统技术、界面和服务上进行改进外,还非常重视对手机外形尺寸的优化,如机身厚度越来越薄,屏幕越来越大。苹果手机关键尺寸对比见表1。

表1 苹果手机关键尺寸对比
Tab.1 Key sizes of iPhone mobile phones

型号	机身厚度/mm	屏幕尺寸/英寸
iPhone 4	9.3	3.5
iPhone 5s	7.6	4
iPhone 6	6.1	4.5

基于人机工程学和用户心理学的UI界面设计^[9-12]已成为产品设计的研究热点问题,但在用户体验方面,基于人类行为学手势交互的研究还不成熟。设计师只关注交互界面设计的美观合理及设备响应效率,忽视了双手在操作中的重要性,手的使用受到了限制。对于人类行为学、解剖学、生物学等学科在交互中的应用,还有待设计人员进一步探索。手的主要功能除接收触觉信号和执行大脑的命令外,还可以进行交流。手势是人类主要的交流方式之一。人手与其他灵长类动物的手最根本的不同在于,人手的拇指可以灵活弯曲,是手指中最特别的部分。其中,拇指的对握动作是人类的基本标志之一,但是并不是人类特有的。下式^[13]能够定量地表述拇指长度。

$$P=L\cdot\frac{100}{l}$$

(1)

其中: L 为拇指长度,单位为mm; l 为食指长度,单位为mm; p 为可对握指数。 P 小说明食指长而拇指短。文献[13]进一步指出:人类的平均值 P 为60,猩猩的平均值 P 为40;人类手指对握的完美表现,显示了

人手在操作方面的杰出能力。

2 触屏手机手势交互设计存在的问题

2.1 操作目标放置在易操作范围外

右手单手操作时,由于手部物理因素(手部尺寸、手指活动范围)的限制,触屏手机交互操作存在着“热区”,这个区域是右手拇指最容易进行操作的范围。同时,屏幕左上角和右下角由于不易被拇指触碰到,而被认为是操作的“死角”。若操作目标位置超出“热区”,甚至放置在操作“死角”之内,则此类操作不易完成或操作难度加大。

2.2 操作目标尺寸影响用户操作体验

操作目标太小增加了用户的使用难度。为了精准定位,用户需要用指尖点击目标,但是将手指与屏幕接触点调整到指尖位置,增加了用户的操作时间。用户操作出错率随着目标尺寸减小而增大^[14-15],而手机屏幕大小有限,无法按照手指点击的最佳尺寸进行设计。主流手机生产商按照各自提出的关于触摸目标一般尺寸建议^[16]中的数据(见表2)进行设计,这些数据比一般的用户手指的外形尺寸小很多,导致出现操作触屏手机时用户目标定位不准确的问题。

表2 主流手机生产商提供的用户操作目标最小尺寸
Tab.2 Minimum size of user operation target provided by mobile phone manufacturers

手机品牌	px	
	长	宽
iPhone 手机	44	44
windows 手机	26	34
诺基亚手机	28	28

2.3 文字输入的问题

文字输入是触屏手机的主要操作之一,而对于文字输入的研究又是手势交互研究的主要方向之一。输入效率成了衡量文字输入操作优劣的重要指标。对输入效率的影响因素有很多,按键的大小只是其中的一方面。此外,输入的准确性也对输入的效率有很大的影响。触屏手机都设计为较大屏幕,相对地缩小或取消了实体键盘的位置,因此,虚拟键盘如何布局非常重要。26键键盘按照PC键盘布局,尽管PC键盘经由长期人机原理的研究确定为最佳的,但是那是针对双手操作PC键盘的人机工程学研究,并不适合手

机虚拟键盘的操作。手机虚拟键盘的使用体现了众多问题:按键尺寸太小,以 iPhone 5s 的 26 键键盘为例,每个按键尺寸为 4 mm × 6 mm,点击不便,出错率高,且文字与特殊符号的切换使用不方便。

3 针对手部尺寸及操作习惯的实验

为了总结获得触屏手机使用操作规律,以及发现以往触屏手机交互设计中的不足,并为后期的优化设计提供理论支撑,因此对志愿者的手部尺寸以及操作习惯进行了实验研究。

3.1 志愿者选择

选择西南交通大学大一至研三的学生 60 名作为实验志愿者,其中男女数量各半。选定这一群体参与实验,有以下几个原因:年龄在 18~27 岁之间,这一群体均已成年,身体发育已经稳定,保证了志愿者手部数据的稳定性;这一群体所受教育水平接近,可以熟练使用触屏手机,进一步保证实验数据的真实性;基于男女手部尺寸上的差异,分别对男女进行试验,男女数量相同,减小了个体差异对于实验结果的影响。在中国,惯用左手的人约占总人口的 6.5%^[17],因此,志愿者全部选择惯用右手的人。

3.2 实验工具

iPhone 5s 手机,是美国苹果公司在 2013 年 9 月推出的一款手机,外形参数如表 1。

3.3 实验内容

对志愿者手部各指标(手部全长、拇指长度、拇指第一和第二关节长度、食指长度和食指宽度)进行测量,统计获取志愿者使用手机时单手或双手操作手机时的手部习惯。男女右手各指标尺寸见表 3。

表3 男女右手各指标尺寸
Tab.3 The size of men's and women's right hands

性别	mm				
	右手全长	拇指全长	第一二关节长度	食指长度	食指宽度
男	184	110.4	69.8	95.8	17.6
女	169.3	98.2	61.9	89.8	15.2

3.4 实验采样

志愿者在办公室环境中对 iPhone 5s 手机进行操作,分别对其单手、双手操作的操作方式、操作区域及

操作正确与否进行记录。

3.5 实验分析及结论

通过实验,发现志愿者操作手机的方式有 3 种:左手持机右手操作、右手单手操作以及双手一起操作。志愿者使用手机的习惯见表 4。

表4 志愿者使用手机的习惯
Tab.4 Volunteers' habit of using mobile phones

操作手机方式	右手单手操作	左手持机右手操作	双手一起操作
人数/人	19	32	9
百分比/%	32	53	15

1) 右手单手操作实验及分析。右手单手操作主要是拇指的操作,拇指生理结构的限制导致操作的“死角”和“热区”。单手操作时拇指有 3 个关节参与其中,使用不同关节会给志愿者带来不同的体验。志愿者首先使用拇指腕掌关节。腕掌关节控制手的远程端,运行范围宽,费力少,灵活性高,使用腕掌关节,拇指肌肉放松,不会有太多负担。而拇指第一关节和第二关节的使用频率却不高,这是因为弯曲这两个关节时,手指肌肉用力较大,且关节弯曲会不舒服。

2) 左手持机右手操作实验及分析。此操作比较灵活,可单手指操作,也可多手指组合操作。这种操作方式受手指的生理条件和手机的物理条件(如手机尺寸等)的局限很小。经对比,男女操作手势相同,可操作区域一致,可见双手操作方式与性别关系不大;主要受到触控目标尺寸(目标感应范围)和手指与屏幕接触面积的制约。

3) 多指同时操作实验及分析。据统计,拇指机能占手掌机能的 40%,食指和中指各占 20%,其余两指各占 10%^[18]。设计时,要结合灵活性和舒适度更高的双手操作,或者多个手指同时进行操作,来增加舒适性和易用性。从人类行为学 and 用户心理学的角度进一步研究,改良现有的手势交互模式,以提高触摸屏对使用者操作的友好度。

4 优化设计案例

4.1 竖屏双侧双手触控中文输入键盘设计方案

此方案键盘不同于以往虚拟键盘模式,根据汉语拼音声母和韵母的拼读规律来进行设计,操作和思维

一致,更符合中国人读音的习惯。左侧键盘为声母键盘,右侧键盘为韵母键盘,组合按键可根据第一个韵母字母进行切换。汉语拼音韵母见表5。

表5 汉语拼音韵母
Tab.5 Final table of Chinese phonetic alphabet

韵母	组合1	组合2	组合3	组合4	组合5
a	ai	an	ang	ao	
e	ei	en	eng	er	
i	ie	in	ing	iong	iu
o	ou	on	ong		
u	ua	uai	uan	ui	un
ü	ü e	ü n			

码长是指每个汉字对应的编码长度。一般说来,平均码长越短,汉字的输入速度就越快^[9]。例如,“熊”字,只需依次输入x,i,然后选择iong组合,最后从备选字中选出“熊”字,该次输入只需点击4次,双手可交替输入,进一步缩短了输入时间,且各种组合早已设定好,避免输入时拼写出错,提高了操作的正确率。若采用以往的输入法,则需要依次键入x,i,o,n,g,然后选字,此次输入需点击6次,操作时间相对较长,输入正确率较低。若操作者对韵母组合不熟悉,很容易拼写错误,需要修改错误然后重新输入,如此增加了操作难度,降低了输入操作的友好程度。该键盘可以双手同时操作,既提高了操作效率,又充分利用双手,而且键盘分布于屏幕下方两侧,便于双手同时操作,符合人类行为学和人机工程学原理。设计方案演示见图1。



图1 设计方案演示
Fig.1 Demonstration of design

4.2 竖屏右侧多指触控中英文虚拟键盘设计方案

该虚拟键盘一改传统竖屏虚拟键盘布局模式,右侧倾斜一定度角 α ($15^{\circ} \sim 20^{\circ}$),右手单手操作,蜂窝状按键增加了单个按键触控热区,可多指组合自由输

入,操作速度更快,效率更高。新方案与iPhone 5s虚拟键盘设计的对比见图2。

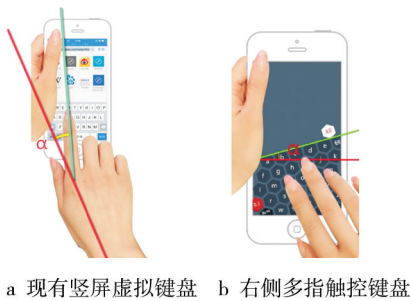


图2 新方案与iPhone 5s虚拟键盘设计的对比
Fig.2 Comparison between new design and iPhone 5s

现有竖屏输入法单手操作,由于键盘布局原因,使用者操作时右手手指需向右旋转一定角度 α ($15^{\circ} \sim 20^{\circ}$)以适应键盘。如图2a,长时间如此操作,右手会有疲劳感。

$$S_6 = 6 \cdot S_{\Delta} = \frac{3\sqrt{3}}{2}a^2$$

(2)

如图2b,键盘逆时针旋转一定角度,右手操作时无需旋转角度,增加了操作的舒适性。同时,按键采用蜂窝状,边长 a 为4.5 mm。根据正六边形面积计算公式(2),计算得到按键面积为52.61 mm²,与传统26键4 mm × 6 mm =24 mm²相比,触控面积是原来的2.19倍,使得输入速度加快,同时提高了输入的正确率。

5 结语

判断交互设计优劣的标准,主要是该设计对于交互的友好程度。从人的生理、心理和使用能力的角度来说,人们在满足使用需求的同时,更需要个性化、情感化的交互方式来满足心理需求。如果产品操作和功能超出用户的使用能力,必将带来心理的挫败感,这就不能算是友好的交互。

通过研究发现,对触屏手机手势交互的问题进行优化,主要可以通过以下途径实现。从UI设计方面进行优化。设计时,频繁使用的应用放置在“热区”位置;“死角”区域可放置操作较少的应用、容易误操作的应用或者直接空白;只有根据对人类行为学的研究成果,才能设计出便于多点触控,甚至双手同时操作的界面布局,并提高十指的利用率。在界面尺寸允许的情况下,尽量增大按键感应区面积,以提高用户操作速度。按键面积增大了,用户操作时不易点击到相邻按键,从而提高了操作的正确率;同时,也提高了用户的操作速

度。简化操作过程,仅保留必要的操作步骤。要提高操作速度,减少操作层级是十分重要的。减少了不必要的步骤,同时也可降低操作过程中出现错误的几率,但确定何为必要的步骤,需要对整个操作流程及目的非常了解,并从用户体验的角度进行分析总结。

参考文献:

- [1] 张国华.基于多点触摸的交互手势分析与设计[J].计算机应用研究,2010,27(5):1737—1752.
ZHANG Guo-hua.Interaction Gesture Analysis and Based on Multi-touch Surface[J].Application Research of Computers, 2010,27(5):1737—1752.
- [2] 李兵兵.电容式多点触摸技术的研究与实现[D].成都:电子科技大学,2011.
LI Bing-bing.Research and Implementation of Capacitive Multi Touch Technology[D].Chengdu: University of Electronic Science and Technology, 2011.
- [3] 刘心雄.触屏手机界面设计[J].包装工程,2009,30(2):130—132.
LIU Xin-xiong.UI Design of Touch Screen Mobile Phone[J].Packaging Engineering,2009,30(2):130—132.
- [4] 孙超.增强现实环境下的人手自然交互[J].计算机辅助设计与图形学报,2011,23(4):697—704.
SUN Chao.Hand Based Natural Interaction in the Augmented Reality[J].Journal of Computer-Aided Design & Computer Graphics,2011,23(4):697—704.
- [5] 周煜啸.手持移动设备中以用户为中心的服务设计[J].计算机集成制造系统,2012,18(2):243—253.
ZHOU Yu-xiao.User-centered Service Design in Handed Mobile Devices[J].Computer Integrated Manufacturing Systems, 2012,18(2):243—253.
- [6] 马翠霞.支持概念设计的特征手势建模[J].计算机辅助设计与图形学报,2004,16(4):259—265.
MA Cui-xia.Feature-gestures Modeling of Sketch in Conceptual Design[J].Journal of Computer-Aided Design & Computer Graphics,2004,16(4):259—265.
- [7] 武汇岳.基于视觉的手势界面关键技术研究[J].计算机学报,2009,32(10):2030—2041.
WU Hui-yue.Research on Key Issues of Vision-based Gesture Interfaces[J].Journal of Computer Science,2009,32(10):2030—2041.
- [8] 艾瑞里·丹.怪诞行为学:可预测的非理性[M].北京:中信出版社,2010.
ERELI D.Grotesque Behavior: Predictability of Irrationality [M].Beijing: CITIC Press, 2010.
- [9] COLBORNE G.简约至上:交互式设计四策略[M].北京:人民邮电出版社,2011.
COLBORNE G.Simplicity is Supreme: Four Strategy of Interactive Design[M].Beijing: People' s Posts and Telecommunications Press, 2011.
- [10] 加瑞特.用户体验要素:以用户为中心的产品设计[M].北京:机械工业出版社,2011.
GARRETT J J.User Experience Elements: Product Design of Usercentered[M].Beijing: Press of Machinery Industry, 2011.
- [11] 腾讯公司用户研究与体验设计部.在你身边,为你设计腾讯的用户体验设计之道[M].北京:电子工业出版社,2013.
Tencent Inc User Research and Experience Design Department.By Your Side, Design for Your User Experience Design of Tencent[M].Beijing: Electronics Industry Press, 2013.
- [12] THERESA N.移动应用UI设计模式[M].北京:人民邮电出版社,2013.
THERESA N.Mobile Application UI Design Pattern[M].Beijing: People' s Posts and Telecommunications Press, 2013.
- [13] NAPIER J.Hands-Princeton Science Library[M].Shanghai: Scientific & Technological Education Publishing House, 2001.
- [14] 李林芳.基于目标导向的老年人智能手机界面设计研究[D].无锡:江南大学,2013.
LI Lin-fang.Research on the Smart Mobile Phone Interface Design Based on Goal Orientation[D].Wuxi: Jiangnan University, 2013.
- [15] 张凌浩.基于智能系统的手机软件界面设计方法探讨[J].包装工程,2010,31(24):58—61.
ZHANG Ling-hao.Research on Methods of Designing of Smartphone Interface Based on Intelligent Systems[J].Packaging Engineering,2010,31(24):58—61.
- [16] Microsoft Corporation.Microsoft Windows CE User Interface Services Guide[M].Microsoft Corporation, 1999.
- [17] 宫春子.数说左撇子[J].中国统计,2014(1):56—57.
GONG Chun-zi.Talking about Left-handed People[J].China Statistics,2014(1):56—57.
- [18] 何灿群.基于拇指操作的中文手机键盘布局的工效学研究[D].杭州:浙江大学,2009.
HE Can-qun.Research on Ergonomics of Chinese Mobile Keyboard Layout Based on Thumb Operation[D].Hangzhou: Zhejiang University, 2009.
- [19] 中华人民共和国质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.GB/T 19246—2003 信息技术通用键盘汉字输入通用要求[S].北京:中国标准出版社,2003.
The General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People' s Republic of China.GB/T 19246—2003 General Requirements for General Keyboard Characters Input in Information Technology[S].Beijing: China Standard Press, 2003.