基于可用性的智能手机键盘优化设计研究

殷晓晨，姚能源
（合肥工业大学，合肥 230601）

摘要：目的 通过对 OnePlus A5000 智能手机原生 QWERTY 键盘的可用性研究，发现 QWERTY 键盘在日常中文语境下双手输入产生误操作的原因，并从设计角度提出减少错误发生的策略。 **方法** 以智能手机 QWERTY 键盘的中文双手输入场景为研究环境，从有效、高效、易学、易记、少错和满意度的六大可用性原则出发，排除设备、网络和技术等干扰因素，确定了少错原则是现阶段智能手机键盘值得优化的设计点。通过任务设计、测试执行和数据统计 3 个环节展开可用性测试。任务设计分为语料准备、测试任务确定、人员招募 3 个维度，模拟日常环境中用户的输入场景执行测试，汇总实验数据绘制可视化图像并进行分析。 **结论** 基于少错原则，对实验中的用户行为和实验数据进行深度分析，在不改变键盘外观的基础上，通过改变键盘实际触控区域面积大小，达到减少误触几率，提高智能手机键盘的输入效率的目的。

关键词：可用性；手机键盘；优化设计
中图分类号：TB472 **文献标识码：**A **文章编号：**1001-3563(2018)20-0166-05
DOI：10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.20.026

Optimization Design of Smartphone Keyboard Based on Usability

YIN Xiao-chen, YAO Neng-yuan
(Hefei University of Technology, Hefei 230601, China)

ABSTRACT: Through usability research on OnePlus A5000 smartphone's original QWERTY keyboard, the work aims to find the reason why QWERTY keyboard generates wrong operation in the daily Chinese context, and propose a strategy to reduce the error from design. Based on the QWERTY keyboard in Chinese input as the research object, it analyzed the six usability principles of Effective, Efficient, Easy to Learn, Remember, Fewer Error and Satisfaction, and eliminated interference factors such as equipment, network and technology, and presented the Fewer Error Principle was the design point of current keyboard in optimization. Then the usability test was carried out in three aspects: task design, test execution and data statistics. First, the task design was divided into three dimensions: corpus preparation, test task determination and personnel recruitment. Then, the user's input scene in the daily environment was simulated to perform the test. Finally, the experimental data was summarized and the visualization image was drawn and analyzed. Based on the fewer error principle, the work conducts in-depth analysis of user behavior and test data in the experiment, and changes the size of the actual touch area of the keyboard to reduce the error rate of contact and improve the input efficiency of keyboard, with appearance not changed.

KEY WORDS: availability; mobile phone keyboard; optimization design

随着 4G 网络的推广以及硬件技术的进步，智能手机给人们的生活带来了巨大改变，信息输入方式从机械输入演变为触屏输入。日常生活中使用范围最广的是 QWERTY 键盘（俗称全键盘）和九宫格键盘。由于键盘本身特性，广泛适用于机械输入的九宫格键盘由于其按键数量较少、较大，具有单手和双手操作的可能性，对实验变量影响较大，通用性不高，且使用场景不如 QWERTY 键盘广泛。基本的 QWERTY 键

收稿日期：2018-06-11
作者简介：殷晓晨（1974—），男，安徽人，合肥工业大学副教授、硕士生导师，主要研究方向为工业设计理论与方法。

盘均为双手操作，故本文中研究的键盘特指 QWERTY 键盘[1—4]。

该键盘源于英文打字机，打字机的机械结构缺陷，不得已采取降低打字速度的排列方式，然而却培养了几代用户的使用习惯；后来的再设计键盘都没能颠覆这一习惯，包括打字速度更快的 Dvorak 键盘、更符合人机工程学的 MALT 键盘等等。如今 QWERTY 键盘也应用于智能手机，即用于智能手机屏幕的虚拟按键键盘，从机械键盘到触摸键盘，从英文到中文，加上键盘尺寸的改变，用户的打字习惯也有所改变。基于现今的键盘操作习惯，通过观察用户的打字行为，针对用户打字过程中的误触操作分析，进行键盘可用性的优化设计，能够有效降低错误率、提高打字效率[5—7]。

1　键盘可用性

可用性是交互式 IT 产品/系统的重要质量指标，指产品对用户来说有效、高效、易学、易记、少错和令人满意的程度[8]。智能手机键盘的有效性在于帮助用户实现向手机输入所需信息，从而实现人机交互；高效性在于快速高效地实现用户输入信息；易学性在于从机械键盘转到虚拟键盘的用户，以及更换智能手机或者手机输入法的用户能够快速、容易地学会使用方法，尽量降低用户在使用中的学习成本；易记性在于用户可以快速记忆键盘的使用方法、按键位置，为再次操作提供经验；少错在于用户点击按键不易出错、键盘的误触率低；满意度是用户对信息输入过程的主观体验和感受[9]。现阶段 QWERTY 键盘技术已趋于成熟，其有效性、高效性已无需通过设计进行改良；在易学性、易记性方面，各输入法平台都有固定的设计规范，在很大程度上降低了用户学习成本；不同输入法培养出的用户习惯也左右着满意度；综合来看，对键盘可用性影响最大的因素应该是少错性。在有限的屏幕内，键盘误触概率较高，拉低了信息输入的效率[10—12]。

2　可用性测试

可用性测试是定量的、基于行为的用户研究方法。可用性测试的执行策略是让一群具有代表性的用户对产品进行典型操作，以及测试人员观察、聆听、记录、分析，主要包括任务设计、测试执行、数据统计 3 个步骤。以刚发售不久的 5.5 英寸 OnePlus A5000 自带的输入键盘为测试对象，展开可用性测试。

2.1　任务设计

首先，编制字、词、句为测试语料，共计 1200 条，字符数约 5000；其中生活社交常用词占比 55%；考虑到移动端输入的互联网特征，加入网络高频词汇，占比 20%；另外，结合用户日常输入习惯，测试预料中也加入了占比 15%的长句。为贴合用户实际输入情况，增加 10%的含字符词汇如：￥，&，@等。词汇分布情况见表 1。

表 1　测试语料分布
Tab.1 Distribution of test corpus

字数	类别		数量/条	说明	比例/%
1~15	常用	生活常用词语	420	由现实生活常用词组成	55
		生活常用俗语	80	生活累积及常用谚语、俗语	
		社交常用词语	160	从社交用户输入的说说、朋友圈、微博内容中抽取	
	热词	热门搜索	80	微博热门搜索词条	20
		热门影音		上映及热播热门影视	
		热门音乐		用户收听音乐榜单歌曲	
	长句	生活常用句	180	用户常说的 10 字左右句子	15
	字符	含字符词汇	120	含标点空格等特殊字符的词句	10

然后，设计测试任务，即被试用户在测试手机 QWERTY 键盘上完成输入语料的任务。为尽量贴近实际输入情况，实验地点选择在学校附近的快餐店，被试者采用坐姿双手输入。测试手机装有录屏软件，该软件可以记录手指在屏幕上的触控轨迹，方便实验观察。整个实验过程全程录像，不拍摄被试者面容。

最后，招募典型 QWERTY 键盘用户 12 名（被测者事均为中文语言环境，且母语接近普通话），大学及以上学历，其中男女各 6 名，平均年龄 21.58 岁（s=2.96），无色盲色弱，且视力或矫正视力正常，均为右手惯用者[13]。

2.2　测试执行

将测试语料分为 5 个任务，即被试用户需要完成 5 次共计 5000 字的任务，避免偶然误差。测试开始前，测试者讲解测试目标、测试内容、测试要求，并且提醒被试不要过度在意实验出错，尽量处于自然输入的状态。测试过程中，被试可以提出暂停、休息或疑惑，测试者要观察用户操作，及时解答疑惑。另外，在测试手机上预装录屏软件，测试过程中打开，以视

频的形式记录测试数据。

2.3 数据统计

分别统计 12 名被测人员在 5 个任务中的易错字母对，记为 α-β，其中 α 为错误字母，β 为正确字母。在数据汇总的时候，笔者发现测试过程中会出现由于被测者方言、审题不仔细、软件卡顿等原因导致的错误，将这些干扰实验的偏差数据剔除，汇总所有数据，依据易错频率在 PS 中绘制易错按键热力图，图 1 直观反映易错按键位置，再综合判断得到频率较高的易错字母对为 w-e，o-i，s-a，k-l，b-n，n-m。

图 1 易错字母热力图
Fig.1 Thermodynamic diagram of error-prone letters

将被试者编号为 A1—A12，分别统计 12 名被试者 6 组易错字母对的误触率，绘制统计图见图 2。图中数据可知，此 6 组易错字母对误触占比均在 60%左右。其中 o-i 误触率最高，被试者个体差异并不大。

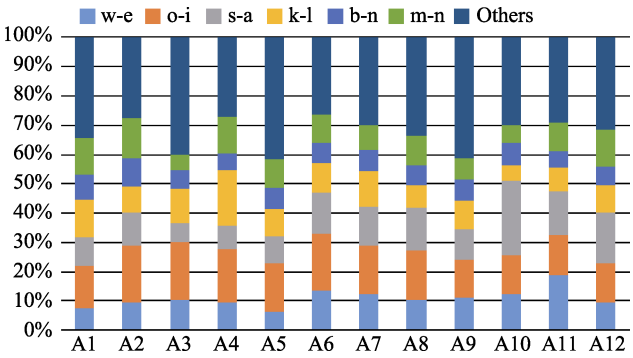


图 2 误触占比统计图
Fig.2 Diagram of accidentally contact ratio

3 结果分析

根据可用性测试数据得到的高频易错字母对 w-e，o-i，s-a，k-l，b-n，n-m 绘制纠错图见图 3。

3.1 综合分析

从整体分布看，易错字母对几乎是左右对称出现，且都在键盘边缘位置，说明在日常双手输入时，左右拇指的误触方式接近。图 3 显示，靠近边缘的按键正确率较低，靠近键盘中间按键正确率较高，通过与图 4 拇指触控区域示意图[14]的对比，发现其基本符合右手惯用者的使用特点，图 4 中红色区域是拇指在比较舒服情况下的按键空间，但边缘部分拇指需要伸缩运动，触控难度较大，在一定程度上影响了输入正确率[15]；除此之外，对于右手使用者，右手的输入范围和输入次数大于左手，故出现图 1 和图 3 中右侧误触按键多于左侧的情况。

图 3 易错字母纠错图
Fig.3 Error correction diagram of error-prone letters

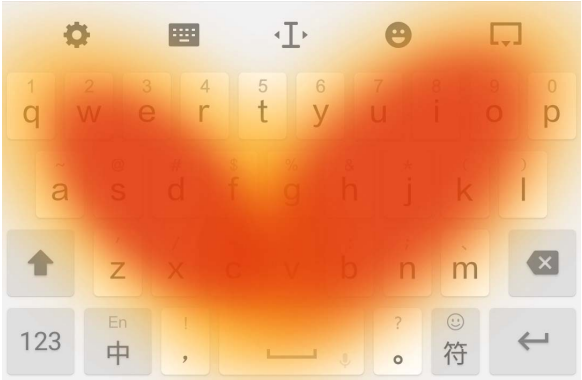


图 4 拇指触控区域示意图（右手惯用者）
Fig.4 Diagrammatic sketch of the thumb touch area (right-handed)

3.2 具体分析

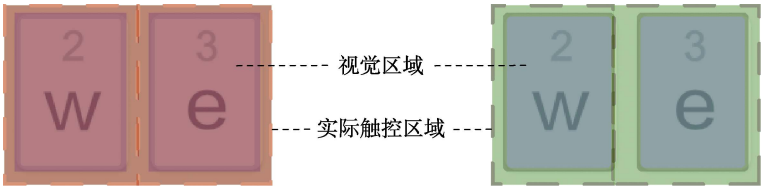
观察发现，右下方出现复杂误触情况，即 n-m 和 b-n 现象。根据实验录像发现：输入字母 m 时，大拇指弯曲朝内对视线造成了一定的遮挡，字母 m 与其右侧的退格键距离稍大于普通字母键距，字母 m 位于字母 n 的右侧，造成字母 m 位置的心理预判左移，造成了易错字母对 n-m。易错字母对 b-n 也是相同的原因。w-e 和 o-i 字母对出错率高是由于测试语料中字母 i 和 e 出现的频率比较高，究其原因在于汉语拼音中字母 i 和字母 e 在声母和韵母中均有出现。

4 键盘优化设计

进一步研究发现，键盘按键的视觉区域略小于

实际触控区域，且实际触控区域大小相同的。考虑到键盘的视觉区域不能改变，所以将易错字母对中的字母实际触控区域进行优化，如图 5 所示为优化前后区域对比图。将误触率高的字母 w 实际触控区域适当缩小，适当增大字母 e 的实际触控区域，字母 e 右侧与其他字母接驳位置保持大小不变，能够有效降低误触率。

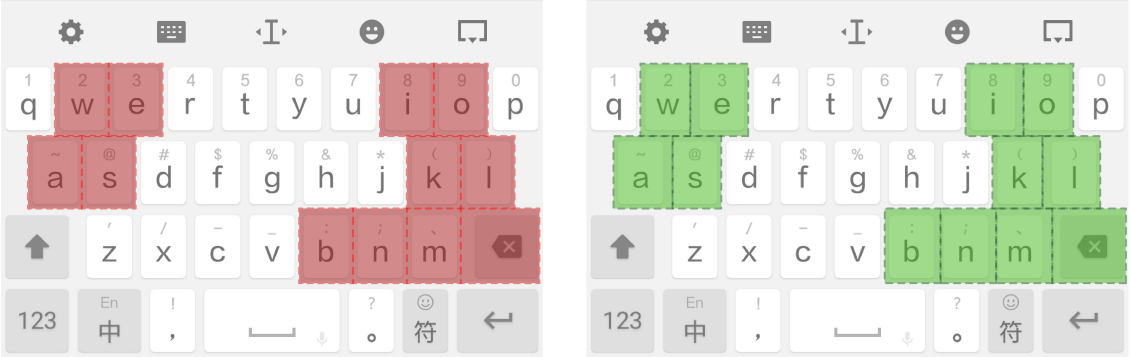
针对键盘右下方 b-n，n-m 的误触情况分析，将字母 b，n 和 m 的实际触控区域向右移动。字母 m 和退格键键距较大，适当右移触控区域并不影响退格键的使用。其他的易错字母对按照图 5 的优化方式进行优化得到图 6 所示的整体对比图。



a 优化前　　b 优化后

图 5　优化前与优化后区域对比

Fig.5 Comparison before and after optimized region



a 优化前　　b 优化后

图 6　优化前与优化后整体对比图

Fig.6 Comparison before and after optimized diagram

5　验证

由于条件限制，笔者无法直接验证设计结果，故采取在 Axure8.0 软件中制作优化后的原型，根据优化后的热区设置按键实际触控区域，再导入手机中进行模拟的方法来验证。实验方法与之前相似，招募之前参与实验的 12 名被试者，按照测试语料进行输入，再根据录屏观察数据，汇总得到验证结果如图 7。对比图 2 可直观发现误触率降低，优化方案确实有效降低了字母的误触率。

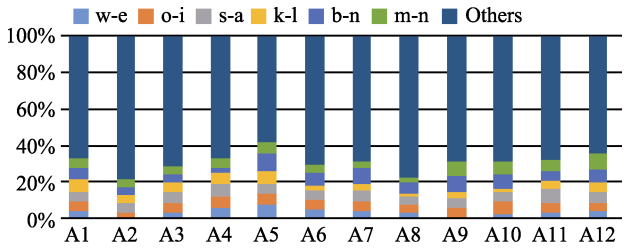


图 7　优化后误率对比统计图

Fig.7 Diagram of accidentally contact ratio after optimization

6　结语

通过可用性研究分析可知，OnePlus A5000 自带输入法误触原因大体分为两种：（1）拇指舒适触控区外误触；（2）汉语拼音字母频率导致误触。针对误触原因，本文提出了在视觉区域不变的基础上适当改变字母实际触控区域的设计方案，从而降低误触率，提高用户输入效率。

参考文献：

[1] 朱婧茜，何人可. Android 手机应用界面布局的可用性测试研究[J]. 包装工程, 2014, 35(10): 61—64.
ZHU Jing-xi, HE Ren-ke. The Usability Testing on the Application Interface Layout of Android Mobile[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(10): 61—64.

[2] 王岳. Android 平台中文输入法的设计和实现[D]. 苏州: 苏州大学, 2012.
WANG Yue. Design and Implementation of Chinese Input Method for Android Platform[D]. Suzhou: Suzhou

University, 2012.

[3] 杨焕. 智能手机移动互联网应用的界面设计研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2013.
YANG Huan. Research on the Interface Design of Smart Phone Mobile Internet Applications[D]. Wuhan: Wuhan University of Technology, 2013.

[4] 包艳. iOS 中文输入法的设计与实现[D]. 苏州: 苏州大学, 2015.
BAO Yan. Design and Implementation of Chinese Input Method iOS[D]. Suzhou: Suzhou University, 2015.

[5] JENNIFER P. 交互设计: 超越人机交互[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003.
JENNIFER P. Interactive Design: Beyond Human Computer Interaction[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2003.

[6] 赵慧文, 张建军. 网络用户体验及互动设计[M]. 北京: 高等教育出版社, 2012.
ZHAO Hui-wen, ZHANG Jian-jun. Network User Experience and Interactive Design[M]. Beijing: Higher Education Press, 2012.

[7] THERESA N. 移动应用 UI 设计模式[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2015.
THERESA N. Mobile Applications, UI Design Patterns[M]. Beijing: Posts & Telecomputer Press, 2015.

[8] 刘正捷. 可用性工程[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.
LIU Zheng-jie. Usability Engineering[M]. Beijing: Machinery Industry Press, 2004.

[9] 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. Interactive Design: from Physical Logic to Behavior Logic[J]. Zhuangshi, 2015(1): 58—62.

[10] 刘颖. 人机交互界面的可用性评估及方法[J]. 人类工效学, 2002, 8(2): 35—38.
LIU Ying. Usability Evaluation and Method of Human Computer Interaction Interface[J]. Ergonomics, 2002, 8(2): 35—38.

[11] 王莹. 基于可用性的手机输入法微交互设计研究[D]. 济南: 山东大学, 2016.
WANG Ying. Research on Micro Interaction Design of Mobile Phone Input Method Based on Usability[D]. Jinan: Shandong University, 2016

[12] 文涛. 手机输入法可用性评估研究[J]. 人类工效学, 2012, 18(2): 27—31.
WEN Tao. Usability Evaluation of Mobile Phone Input Method [J]. Ergonomics, 2012, 18(2): 27—31.

[13] 朱海荣. 手机输入键盘的可用性研究[J]. 包装工程, 2011(2): 41—43.
ZHU Hai-rong. Usability Research of Mobile Phone Input Keyboard[J]. Packaging Engineering, 2011(2): 41—43.

[14] 王琦君. 触屏手机按键设计新参数最小按键中心距研究[J]. 人类工效学, 2017, 23(2): 1—5.
WANG Qi-jun. A New Soft Key Design Parameter for Mobile Phone Touch Screen the Shortest Central Key-to-key Distance[J]. Ergonomics, 2017, 23(2): 1—5.

[15] 傅小贞. 移动设计[M]. 北京: 电子工业出版社, 2013.
FU Xiao-zhen. Mobile Design[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2013.