

# 手机键盘文本输入法研究综述

何灿群<sup>1</sup>, 魏秀洁<sup>1</sup>, 葛列众<sup>2</sup>

1. 江苏大学艺术学院工业设计系, 江苏镇江 212013

2. 浙江理工大学心理学研究所, 杭州 310027

**摘要** 基于拇指操作的键盘输入在当前以及未来都将作为一种不可替代的文本输入模式应用在手机上,因此,手机键盘文本输入效率的高低成为了衡量手机可用性水平的重要标志之一。从手机键盘文本输入法的改进研究、中文文本输入法的研究、模型预测与评价等多个角度归纳了国内外有关手机键盘文本输入法的研究动态,在此基础上,指出了目前研究存在以下不足:基于西方文字设计的手机键盘不适合中文输入;新的中文输入法在应用上存在诸多不足;大多数手机的键盘改进没有考虑用户的操作特点。并提出了今后的研究发展方向:根据用户操作特征以及中文输入特点来优化现有中文手机键盘的设计,对提高中文文本输入绩效,具有很高的应用价值和较强的可操作性。

**关键词** 手机键盘;文本输入;可用性;键盘布局

**中图分类号** TB472

**文献标识码** A

**doi** 10.3981/j.issn.1000-7857.2012.01.015

## Studies on Text Input Methods of Mobile Keypad

HE Canqun<sup>1</sup>, WEI Xiujie<sup>1</sup>, GE Liezhong<sup>2</sup>

1. Art School of Education, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, Jiangsu Province, China

2. Psychological Institute, Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou 310027, China

**Abstract** Keypad input based on thumb operation in the present as well as in the future will be irreplaceably used as an input mode in mobiles. Therefore the efficiency of mobile keypad text input has become one of important symbols weighting the level of mobile's usability. The paper concluded the studying developments of mobile keypad text input from different aspects such as improved study on mobile keypad text input, study on Chinese mobile keypad text input and model predict and evaluation. Based on the conclusions, the deficiencies of the present studies are pointed out as follows: the designed mobile keypads based on western languages are unfit for Chinese text input; there are many applying shortages in new Chinese text input method; users' operating characteristics are not considered in many improved designs of mobile keypad. In the end, the future studying directions are brought out: Chinese mobile keypad can be optimized according to the characteristics of users' operation and Chinese text input. It has very high applied value and considerable operability so as to improve operating performance of Chinese text input.

**Keywords** mobile keypad; text input; usability; keypad layout

## 0 引言

手机是当前发展迅速的IT产品之一,在手机的日常各项功能使用频次上,文本输入占有重要的比重,如收发短信、存储电话本、记事本等。因此,文本输入效率的高低是衡量手机可用性水平的重要标志之一。

目前国内外手机的文本输入主要有两种方式:一种是智

能化输入方式,如基于笔的手写输入(包括手写识别、虚拟键盘、Graffiti手写输入等)和基于语音识别技术的语音输入。另一种则是基于拇指操作的键盘操作输入方式。前者由于受到系统识别准确性、输入环境(如环境噪声、说话者方言等)、生产成本等因素的影响,因此智能化文本输入方式在市场上的占有率还较低(不到15%)。而基于拇指操作的键盘输入具有

收稿日期:2011-05-04;修回日期:2011-11-21

基金项目:国家教育部人文社科青年基金项目(10YJCZH036);江苏大学高级人才基金项目(10JDC150)

作者简介:何灿群,副教授,研究方向为人机界面设计、人机交互,电子信箱:hecq@163.com

输入准确、输入效率高、受外界干扰影响较小等优点,因此成为了大多数移动设备的首选文本输入方式。

## 1 手机键盘文本输入法相关研究

### 1.1 基于拇指操作的手机键盘文本输入法

手机键盘的文本输入是以标准的 3×4 电话键盘为基础的,由于受到按键数目的限制,同一个按键上必须有 3—4 个不同字母,通常采用以下几种方法来进行字母的选择:多击法、少击法和两键组合法。多击法又包括间隔法(如敲击“2”键一次,选择字母“a”,空一段时间后连续敲击 2 次则选择字母“b”,依此类推)和前进法(如敲击“2”键一次,选择“a”,按前进键,再连续敲击“2”键两次选择“b”,依此类推)。少击法与多击法不同之处在于按键时,字母出现的顺序不一样,按压第一次时,出现最常用的字母,按压第二次时,出现次常用的字母,依此类推。这种方法将按键的平均数目减少了 25%,即将每一个字母的平均按键次数降到 1.44 次<sup>[1]</sup>。两键组合法则是通过两键的组合来确定所需字母,如“c”键在数字“2”键上,但是排布在第 3 位,因此在选择“c”时敲击“23”,依此类推。

在单词排列上,则主要有两种方法:一种是基于词典的单词确认法,这是目前大多数手机所使用的输入基础(如 T9、iTap 及 eZitext 法),目前大部分中文手机就使用了 T9 输入法和 eZitext 法,前者大约占据了中文手机 50% 的市场份额;另一种则是基于单词前缀的输入法,如 MacKenzie<sup>[2]</sup>提出的 LetterWise 法。该方法使用字母次序的可能性即“前缀”来预测预期的字母,与前者相比,使用该方法可减轻用户的记忆负担。通过实验证明,使用 LetterWise 法和多击法进行输入时,出错率比较接近,但是在实验最后,使用 LetterWise 法的平均输入速度要比使用多击法快 36%,而且使用 LetterWise 法的按键数目比多击法使用的按键数目减少了 50%<sup>[2]</sup>。

### 1.2 手机键盘文本输入法的改进研究

许多研究者在上述文本输入法的基础上,从不同的角度出发,提出了许多新的方法,并通过模型预测和实验研究来将其与现有方法进行比较。通常采用两种途径对文本输入任务进行优化:语言预测和动作最小化。前者是使用语言的统计特征来预测用户将要输入的文字,从而提高输入速度;后者则通过对键盘重新布局来减少手指与设备的交互动作从而提高输入速度。

#### 1.2.1 创造预测运算规则

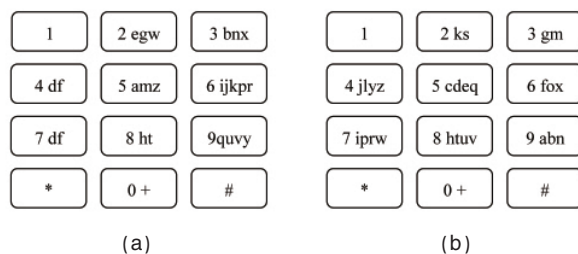
Rau 等<sup>[3]</sup>通过将未知单词与已知单词的前缀或者后缀相匹配或者使用预先定义的规则来试图解释单词的方法,用于提高基于词典的单词确认法的文本输入效率。Masui<sup>[4]</sup>开发了一种与短语或者文档的上下文相匹配的基于词典的文本输入法。

Hasselgren 等<sup>[5]</sup>研究了一种确认运算规则,该规则使用来自于单词配对的可能性数据,以前面出现的单词数据库和打

印的字母为基础,猜测下一个最有可能出现的字母。

#### 1.2.2 优化键盘布局

除了通过语言预测来创造有效的运算规则外,也可以通过字符在按键上的重新布局来简化手指与设备的交互动作。这类键盘可对给定的单词群产生最小几率的排列顺序。Sørensen<sup>[6]</sup>在基于字典确认的基础上,开发了一种名为按键地图(keymap)的键盘布局,如图 1 所示,其中,图 1(a)为冲突最少的按键地图,图 1(b)为最高效的按键图。他们认为,一个好的按键地图必须具有两个特点:(1) 将输入信息的难度降到最低;(2) 单词冲突发生的几率减到最小。



(a) (b)

图 1 按键地图  
Fig. 1 Keymap

Hokyoung 等<sup>[7]</sup>提出了一种名为 LetterEase 的手机键盘布局(图 2),该布局利用来自于 SMS 文本信息数据的字母频率和拇指在按键之间的移动距离,来调整手机键盘中的字母排列。实验结果显示,使用 LetterEase 键盘,文本输入的笔画数和错误更少,但是文本输入速度还是低于传统的多击法。

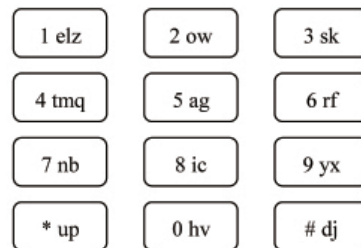


图 2 LetterEase 的键盘布局  
Fig. 2 Keypad layout of LetterEase

此外, Nesbat<sup>[8]</sup>和 Hirotaka<sup>[9]</sup>也从不同的角度进行了类似的研究。

#### 1.2.3 计算机键盘文本输入的迁移

Hwang 等<sup>[10]</sup>假设使用者使用计算机键盘的经验可以迁移到 3×4 手机键盘环境中,由此他们设计了两种“空白”键盘:一种基于 QWERTY 键盘(计算机标准键盘)排列,另一种基于 ABC 数字键盘(即 3×4 键盘)排列。实验证明,被试在操作前者时,学习曲线以及输入效率都要优于后者。

还有一些学者将计算机键盘中的和弦技术用于手机键盘的研究,取得了一些成果:Wigdor<sup>[11]</sup>2004 年做了一项实验来验证和弦法应用于手机文本输入中的效率,结果表明,该方

法比多击法的输入要快得多,在实验最后差异达到了45%,而且用户更不太容易出错,这表明和弦法可以作为目前文本输入法的有效替代技术。Wigdor等<sup>[12]</sup>提出了一种名为倾斜文本法(TiltText)的和弦法,用倾斜方式来取代和弦按键。尽管倾斜文本法没有和弦法快(慢了16%),也更易出错(错误率为9%,而和弦法的错误率只有2.6%),但是比多击法快了22%。由于倾斜文本法只需使用一只手进行操作,同时英文倾斜感应器在移动设备中具有许多其他的潜在用处,因此对于开发商而言似乎是一种更实用的技术。

### 1.3 手机中文文本输入法的研究

上述文本输入法的研究均是基于英文文本的,对于中文文本输入法,目前国内外的研究较少。

Lin等<sup>[13]</sup>研究了手机键盘的中文输入效率,通过对拼音和笔画输入法在输入效率和出错率两方面进行比较,得出笔画输入法要优于拼音输入法。在不改变手机键盘结构和内部功能的情况下,在iTAP笔画输入法基础上,他们进行了3种新的设计:“特征提取”、“原型+实例”及“特征提取+实例”。通过这3种设计与原型进行比较,发现新的设计无论在输入效率以及出错率方面都要优于原有设计,且“特征提取+实例”在所有设计中,输入效率最高,出错率最少。在此基础上,他们还对该设计进行了简化,实验证明这两种设计在输入效率和出错率方面没有显著差异,但是简化后的设计可以简化按键上的笔画,从而缩小按键尺寸<sup>[14]</sup>。这项研究表明,只需重新设计手机按键上的图标,就能提高手机键盘的中文输入效率。

在手机中文输入法方面,国内的一些研究者也进行了相关的研究,如哈尔滨工业大学的王晓龙等<sup>[15]</sup>研制成功发明的数字键盘智能拼音汉字输入方法,以语句或短语为输入单位,输入连贯,能够同时消除数字键盘拼音输入通常面临的拼音组合歧义、同音多字歧义以及数字按键歧义。

### 1.4 手机文本输入法的模型预测与评价

目前,预测和评价文本输入法效率的主要有两种模型,Card等<sup>[16]</sup>提出的按键等级模型(Key Level Model,KLM)和Silfverberg等<sup>[17]</sup>提出的Silfverberg模型。这两种模型均预测多击法优于T9和少击法,但是在预测速度方面存在着差异,尤其是对于T9法。James等<sup>[18]</sup>将这两种模型预测与实际操作进行了比较得出,用户的实际操作与模型预测不匹配,而且两者在不同操作法之间的差异不一致,这说明模型中也许遗漏了一些重要的交互因素。类似的还有Butts等<sup>[19]</sup>的研究,他们在考察了间隔法、前进法和两键组合法的输入效率后得出,前进法的输入速度最快(7.2wpm,word per minute)其次是间隔法(6.4wpm),最慢的则是两键组合法(5.5wpm)。

在前两类模型的基础上,Pavlovych等<sup>[20]</sup>提出了一种新的预测模型,该模型跟其他模型一样,都包括基于费茨定律的动作移动模型和基于两字母可能性组合的语言模型,不过该模型增加了按键按压前的认知延误时间,并考虑到了费茨定律无法对重复按压同一键进行准确预测的因素。该模型也预

测到多击法要优于少击法以及T9法。

## 2 现有研究的不足及改进

综上所述,目前国内外的相关研究主要存在以下不足。

### 2.1 现有基于西方文字设计的手机键盘不适合中文输入

国外的相关研究大多是通过考察西方文字(主要是英文)的输入特征来进行的,而中文汉字输入的输入特征与英文输入有较大的不同,其研究结果无法直接应用于中文文本输入键盘。

### 2.2 新的中文输入法存在诸多应用不足

国内针对手机文本输入的研究更多的是通过设计全新的输入法或者键盘来提高用户的中文输入操作绩效,由于存在着用户的操作习惯和认知度以及市场占有率、开发成本等因素,因此还很难替代目前市场上的主流文本输入法。

### 2.3 多数手机键盘改进未考虑用户操作特点

对于大多数基于拇指操作的右利手用户而言,在书写短信时,根据拇指的操作特点,键盘左上区域按键的操作绩效优于其他区域的按键<sup>[21]</sup>。而现在的键盘布局没有考虑到这一点:左上角的按键如“1”键没有设置任何字母,而右下角的按键如“9”键则设置了最多的字母。此外,对于连接输入的字母,其字母所处按键的相对距离对于字母输入绩效有显著影响:当两个连接输入的字母处于同一个按键时,其操作绩效最高,其次为相邻按键<sup>[22]</sup>。而现有各种手机键盘布局大多数都没有把上述的操作特征和键盘的重新布局有机地结合起来。因此,通过考察基于拇指操作的绩效特征重新安排拼音字母在键盘上的位置,可有效改善用户的操作绩效。

针对上述研究的不足,本文认为,根据用户操作特征以及中文输入特点来优化现有手机键盘的设计,对提高中文文本输入绩效,具有很高的应用价值和较强的可操作性。在笔者的研究中<sup>[23-25]</sup>,根据拇指操作特征和拼音字母频次关系模型,通过改变拼音字母在手机键盘上的排列顺序,建立了两种新的手机键盘按键布局:基于常用汉语拼音字母频次关系的按键布局<sup>[23]</sup>(图3(a))和基于手机短信拼音字母频次关系的按键布局<sup>[24]</sup>(图3(b))。并且通过实验证明,改进后的两种键

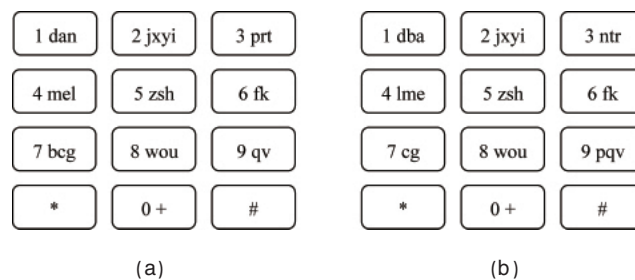


图3 基于汉语拼音字母频次的按键布局  
Fig. 3 Keypad layout based on Chinese pinyin letter's frequency

盘布局在操作效率上均优于传统的键盘布局<sup>[25]</sup>, 该研究为中文手机键盘布局的优化提供了一种新的思路。

### 3 展望

近年来随着触摸屏技术的出现和普及, 许多触控类产品应运而生, 触摸式控制方式因其操作简单直观而成为各大电子厂商的宠儿。2007年 Apple 公司推出了首款 iPhone, 对触摸屏的普及起到了极大的促进作用, iPhone 成为各大手机厂商竞相模仿的对象, 触摸屏几乎成为中高端手机的标配, 由此产生了一种新的手机文本输入方式: 虚拟键盘的操作。手机虚拟键盘是指用于全触摸手机的虚拟于屏幕的按键虚拟键盘, 其手指操作交互方式与传统手机键盘的操作方式类似, 随着触感技术的成熟, 手机虚拟键盘将逐渐取代传统手机键盘, 其文本输入效率也将成为未来工效学的主要研究方向, 笔者将继续关注其最新的研究进展。

#### 参考文献 (References)

- [1] Oniszczak A, MacKenzie S I. A comparison of two input methods for keypads on mobile devices [C]//Proceedings of the Third Nordic Conference on Human-computer Interaction. NordiCHI'04, Oct 23-27. NY, USA, 2004: 101-104.
- [2] MacKenzie S, Kober H, Smith D. LetterWise: Prefix-based disambiguation for mobile text input[C]. UIST 2001, Nov 11-14. Orlando, 2001: 112-115.
- [3] Rau H, Skiena S S. Dialing for documents: An experiment in information theory [C]//Proceedings of the 7th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology. Nov 2-4. NY, USA, 1994: 147-155.
- [4] Masui T. POBox: An efficient text input method for handheld and ubiquitous computers [C]//Lecture Notes in Computer Science (1707). Handheld and Ubiquitous Computing, First International Symposium. Springer Verlag, 1999: 289-300.
- [5] Hasselgren J, Montnemery E, Svensson M. HMS: A predictive text entry method using bigrams [C]//Extended Abstracts of 10th Conference of the European Chapter of the Association of Computational Linguistics. 2003: 43-49.
- [6] Sörensen K. Multi-objective optimization of mobile phone keymaps for typing messages using a word list[J]. *European Journal of Operational Research*, 2007, 179(3): 838-846.
- [7] Hokyong R, Katrina C. LetterEase: Improving text entry on a handheld device via letter reassignment [C]//Proceedings of OZCHI 2005. Nov 23-25. Canberra, Australia, 2005: 1-10.
- [8] Nesbat S B. A system for fast, full-text entry for small electronic devices [C]//Proceedings of the 5th International Conference on Multimodal Interfaces-CH. ICMI'03: Fifth International Conference on Multimodal Interfaces. Vancouver, BC, Canada, 2003: 4-11.
- [9] Hirota N. Reassessing current cell phone designs: Using thumb input effectively [C]. The ACM Conference on Human Factors in Computing Systems. Extended Abstracts of CHI 2003. New York, 2003: 938-939.
- [10] Sunyu H, Geehyuk L. Qwerty-like 3x4 keypad layouts for mobile phone [C]. CHI '05 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, ACM. CHI 2005. Portland, Oregon, USA, 2005: 1479-1482.
- [11] Wigdor D J. Chording and tilting for rapid, unambiguous text entry to mobile phone[D]. Toronto: University of Toronto, 2004.
- [12] Wigdor D, Balakrishnan R. TiltText: Using tilt for text input to mobile phones[C]// Association for Computing Machinery. UIST'03: Proceedings of the 16th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology. Vancouver, BC, Canada. 2003: 81-90.
- [13] Lin M, Sears A. Chinese character entry for mobile phones: A longitudinal investigation [J]. *Interacting with Computers*, 2005, 17(2): 121-146.
- [14] Lin M, Sears A. Graphics matter: A case study of mobile phone keypad design for Chinese input[C]//Proceedings of CHI 2005. Portland, Oregon, USA, 2005: 1593-1596.
- [15] 哈尔滨工业大学. 数字键盘智能拼音汉字输入方法: 中国, 2003101216289[P]. 2004. Harbin Institute of Technology. Digital keyboard intelligent phonetic Chinese characters input method of digital keyboard: China, 200310121628.9[P]. 2004.
- [16] Card S K, Moran T P, Newell A. The psychology of human-computer interaction [M]. Lawrence Erlbaum Associates. Hillsdale New Jersey, 1983.
- [17] Silfverberg M, MacKenzie I S, Korhonen P. Predicting text entry speed on mobile phones[C]. ACM, CHI 2000-Conference on Human Factors in Computing Systems "The Future is Here". New York, USA, 2000: 9-16.
- [18] James C L, Reischel K M. Text input for mobile devices: Comparing model prediction to actual performance [C]// Association for Computing Machinery. Conference on Human Factors in Computing Systems CHI 2001. Seattle, WA, USA, 2001: 365-371.
- [19] Butts L, Cockburn A. An evaluation of mobile phone text input methods [C]. Third Australasian User Interface Conference. Melbourne, Australia, 2002: 55-59.
- [20] Pavlovych A, Stuerzlinger W. Model for nonexpert text entry speed on 12-button phone keypads [C]//Proc CHI, 2004: 351-358.
- [21] 何灿群, 葛列众, 李宏汀. 按键位置对手机键盘拇指操作绩效的影响 [J]. *心理科学*, 2007, 30(6): 1402-1404. He Canqun, Ge Liezhong, Li Hongting. *Psychological Science*, 2007, 30(6): 1402-1404.
- [22] 何灿群, 李宏汀, 葛列众. 字母相对距离对手机文本输入绩效的影响 [J]. *人类工效学*, 2010, 16(4): 28-31. He Canqun, Li Hongting, Ge Liezhong. *Chinese Journal of Ergonomics*, 2010, 16(4): 28-31.
- [23] 浙江理工大学, 江苏大学. 一种基于常用汉语拼音字母频次关系的手动键盘布局: 中国, 201010040038.3[P]. 2011. Zhejiang University of Science and Technology, Jiangsu University. A keyboard layout based on the relation of the common Chinese phonetic alphabet frequency: China, 201010040038.3[P]. 2011.
- [24] 江苏大学, 浙江理工大学. 一种基于常用短信拼音字母频次关系的手动键盘布局: 中国, 201010040037.9[P]. 2011. Jiangsu University, Zhejiang University of Science and Technology. A keyboard layout based on the relation of the phonetic alphabet frequency in common shot message: China, 201010040037.9[P]. 2011.
- [25] 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 Canqun. Ergonomics study on thumb-based Chinese mobile keyboard layout[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2009.

(责任编辑 岳臣)