

GOMS 模型在考试登分系统中的应用研究

李 炯 汪文勇 缪 静

(电子科技大学信息中心 成都610054)

摘 要 首先介绍了 GOMS 击键模型,该模型表明用户完成某个界面操作任务的时间是各个串行基本操作所需时间的总和。GOMS 模型中定义了击键(K)、指向(P)、归位(H)、心理准备(M)和响应(R)几种基本操作。GOMS 还定义了几个规则用于判断什么时间点用户会停下来进行无意识的心理活动。根据 GOMS 模型,我们对涉及大量长时间重复性界面操作的考试登分系统的用户界面进行了定量分析,并且根据定量分析的结果提出改进的考试登分系统用户界面以提高登分的效率和准确度。

关键词 用户界面,可用性,GOMS 模型,登分系统

Research on the Application of GOMS Model in a Score-Entry System

LI Jiong WANG Wen-Yong MIAO Jing

(Information Center, UESTC of China, Chengdu 610054)

Abstract As an interactive human interface key-clicking model, GOMS indicates that the time for a user to complete an interface task is the sum of the times for all the related basic operations, including keying(K), pointing(P), homing(H), mentally preparing(M)and reaction(R). And GOMS also defines some rules for deciding when users will stop to fall into mental activities unconsciously. An analyzation, using GOMS model, of the interface of a score-entry system, a typical large amount of duplicating interface operations related system, and the modification to improving the efficiency and accuracy of the interface according to the analyzing result are presented.

Keywords Human interface, Usability, GOMS model, Score-entry system

1 GOMS 模型理论

人机交互界面亦称用户界面(User Interface)是指人与产品进行交互的方式与方法。高科技产品的功能复杂化和普及化对产品的交互界面提出了更高的要求。复杂的产品功能要求界面提供更加有效的支持。普及化则要求界面易于学习,能够满足不同用户的需要。这促使界面技术成为高科技领域的重点研究课题。上世纪70年代末,研究者们提出了可用性(Usability)的概念,并开始对其评估方法和应用展开了研究。可用性的概念包含三方面内容。首先,有用性和有效性,即产品能否实现一定的功能以及交互界面能否有效支持产品功能。其次,交互效率,包括交互过程的安全性、用户绩效、出错频率及严重性、易学性和易记性等因素。最后,用户对产品的满意度。可用性概念的提出改变了人们对交互过程的认识,以用户为中心的界面设计思想逐步深入人心^[2]。

在软件产品开发过程中,软件可用性的测试是必不可少的一环。可用性是从人的角度来看软件系统是否易用,高效,使人满意。作为一种特殊的IT产品,它的可用性显得格外重要:考察软件系统的可用性一般来讲就是测试软件的可用性是否达到了用户的要求。目前的方法大致可以分为四类:用户模型法,用户调查法,专家评审法和用户测试法^[3]。

用户模型法是用数学模型来模拟人机交互的过程。这种方法把人机交互的过程看作是解决问题的过程。它认为人使用软件系统是有目的的。而一个大的目的可以被细分为许多小的目的。为了完成每个小的目的,又有不同的动作和方法可供选择,每一个细小的过程都可以计算完成的时间。这个模型就可以用来预测用户完成任务的时间了。这个方法特别适合

于无法进行用户测试的情形。在人机交互领域中最著名的预测模型是GOMS模型。

GOMS模型是描述任务和用户执行该任务所需知识的方法,它是通过目标(Goal)、操作符(Operator)、方法(Method)以及选择规则(Selection rule)四个方面进行描述的。图1描述了四个要素之间的关系。

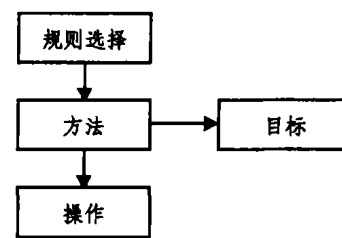


图1 GOMS模型框架

目标就是用户想得到什么。比如,目标可能就是将“The car is mine”句子中的两个单词“The car”变成黑体。复杂的目标可细分为许多子目标,每个子目标都要单独分析。比如我们可以将上述任务分为两个子任务:选择两个单词“The car”,然后将所选的部分变成黑体。操作就是用户执行任务的基本行为。比如移动鼠标指针,敲击鼠标,敲键。方法就是完成一个目标的操作程序。选中“The car”单词的一个方法就是将指针移到“The”,按住鼠标拖曳到“car”,然后放开鼠标。将选中的单词变为黑体的一个方法就是按下Control键然后按“B”。当然用户界面并不总是提供一种选择,比如变为黑体就有多种规则可供选择。总的来说,一个GOMS由要实现特定目标的方法组成;方法又是由最低水平的操作组成;操作是用户执行

的阶段;如果目标有一种以上的方法实现,那么就需要使用规则选择来确定合适的方法。

使用 GOMS 可以对某一系统或者设计理念进行定量和定性分析。定性的设计训练程序和帮助系统。GOMS 模型详细地描述了实现一个任务所需要的知识。这样你只要告诉初学者目标是什么,可以用什么不同的方法去实现,以及如何使用每个方法(即规则选择)。对于帮助系统、用户指南和训练程序来说,这个方法非常有效^[1]。

对于定量的方面,GOMS 可以用来定量分析一个设计理念,在设计过程的早期使用,可以使系统及时进行改进和完善。GOMS 还可以很好地预测操作时间和学习时间。用户-计算机系统完成一项任务的时间,是该系统完成该任务各个串行操作的基本操作的时间的总和。虽然不同用户花费的不同时间,但对于键盘和鼠标的任务,抛开具体的每个个体用户,所有操作都有一组典型的时间^[1],如表1所示。

表1 GOMS 模型基本操作

名称	典型值	含义
击键 K	0.2秒	敲击键盘一个键所需的时间
指向 P	1.1秒	用户指向显示器上某一位置所需的时间
归位 H	0.4秒	用户将手从键盘移动到鼠标或从鼠标移动到键盘的时间
心理准备 M	1.35秒	用户进入下一步所需的心理准备时间

做 GOMS 分析时,击键 K、指向 P 和归位 H 都容易分析,难点在于用户什么时候会停下来做无意思的心理活动,也就是心理准备时间 M。GOMS 模型提供如下几条规则,如表2所示。

表2 定位心理活动

规则0 候选 M 的初始插入 在所有击键 K 之前插入 M;在所有用于选择命令的指向 P 之前插入 M;在用于选择命令参数的 P 之前不插入 M。
规则1 预期 M 的删除 如果 M 前面的操作能够完全预期 M 后面的一个操作,该删除该 M。
规则2 认知单元内 M 的删除 如果一串 MK 属于同一认知单元,则删除除了第一个以外的所有 M。
规则3 连续终结符之前 M 的删除 如果 K 是一个认知单元后的多余分隔符,则将之前的 M 删除。
规则4 作为命令终结符 M 的删除 如果 K 是分隔符,且后面紧跟一个常量字符串,则将之前的 M 删除;如果 K 是一个命令参数的分隔符,则保留之前的 M。

有了上面所述的 GOMS 基本操作和心理活动规则,我们就可以定量地分析出生产实践中用户界面的操作时间。下面以考试登分系统的界面为例。

2 考试登分系统界面的 GOMS 分析

考试登分系统是用于考试阅卷结束以后,将试题分数录入计算机系统,以便进行发布、传输、再处理等功能的系统。在这个考试登分系统中,试卷按30份/袋的规格封装在试卷袋中,试卷已经评阅完成,并且在试卷首页计算出总分。录入分

数由两个人协同进行,操作人员甲负责拆试卷袋、翻试卷,而操作人员乙负责计算机操作。在这里,我们只讨论操作人员乙。登分开始首先输入试卷袋的6位保密号,如果输入正确,可以开始依次录入该试卷袋中30份试卷的分数;若录入的保密号不正确,则弹出对话框显示“保密号录入错误”,需要重新输入。录入完成第一份试卷的分数,按回车键或者 Tab 键进入下一份试卷的分数录入框。依次录入30份试卷成绩后,点击“保存”按钮保存数据。录入下一保密号,开始新的30份试卷的成绩录入。系统的界面如图2所示。

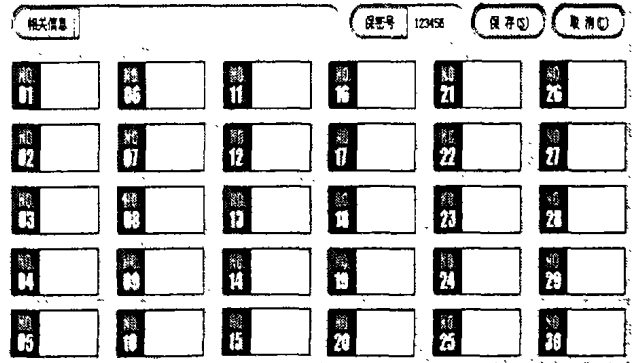


图2 考试登分系统界面

根据 GOMS 模型,这个界面的操作步骤如下:

- 把手移动到鼠标:H
- 指向“保密号”文本输入框:HP
- 点击“保密号”文本输入框:HPK
- 将手重新移回到键盘:HPKH
- 输入6个字符:HPKHKKKKKK
- 敲击回车:HPKHKKKKKK

敲击回车时,如果输入的保密号正确,系统将找到相关的卷袋信息,后面可以开始录入分数。如果输入的保密号不正确,需要重复上述过程。我们首先分析此部分操作的时间。

使用规则0,所有击键 K 和指向 P 的操作前需要插入 M。
HMPMKHMKMKMKMKMKMKMKMK

因为移动鼠标到“保密号”文本输入框时,目的是在到达目标是点击这个文本输入框,所以根据规则1,PMK 需要变为 PK
HMPKHMKMKMKMKMKMKMK

根据规则2,一个6位的保密号属于同一认知单元,可以删除除了第一个以外的所有 K 之前的 M。
HMPKHMKKKKKKKMK

根据规则4,最后一个回车键作为命令终结符,需要保留 M。所以最后的操作字符串为:
HMPKHMKKKKKKKMK

将这些字符串的时间累加起来:

$$H+M+P+K+H+M+K+K+K+K+K+K+K+M+K=0.4+1.35+1.1+0.2+0.4+1.35+0.2+0.2+0.2+0.2+0.2+0.2+0.2+1.35+0.2=7.55秒$$

若输入保密号不正确,则还需要 MKMKKKKKKKMK=5.65秒的时间重新输入保密号。

假设第一次就输入了正确保密号的概率是95%;第一次输入错误,第二次才输入正确的保密号的概率是5%;假设不考虑两次以上输入错误的情况,输入保密号操作的平均时间为:

型也较少,属性之间的关系也较简单。进一步的工作包括:支持较多但必要的属性;支持多种属性值数据类型,如集合类型;支持多种运算如集合运算;目前指派规则中属性之间只是AND关系,将来可考虑扩展到OR关系。

参考文献

- 1 Sandhu R S, et al. Role-based access control models. IEEE Computer, 1996, 29(2):38~47
- 2 Sandhu R S, Bhamidipati V, et al. The ARBAC97 model for role-based administration of roles. TISSEC, 1999, 2(1):105~135
- 3 Sandhu R S, Bhamidipati V. The URA97 for Role-based User-Role Assignment. In: Proc. of IFIP WG 11.3 workshop on database security, lake tahoe, California, Aug. 1997. 11~13
- 4 Al-Kahtani M A, Sandhu R. A Model for Attribute-Based User-Role Assignment. 18th Annual Computer Security Applications

Conf. Dec. Las Vegas, Nevada, 2002. 9~13

- 5 Sandhu R, Munawar Q. The ARBAC99 model for administration of roles. In: Proc. of the Annual Computer Security Applications Conf., 1999
- 6 Oh S, Sandhu R. A Model for Role Administration Using Organization Structure. SACMAT'02, Monterey, California, USA. June 2002. 3~4
- 7 赵青松, 孙玉芳, 孙波. 基于系统先决条件的授权模型研究. 计算机研究与发展, 2003, 40(3):406~412
- 8 Al-Kahtani M A, Sandhu R. Induced Role Hierarchies with Attribute-Based RBAC. SACMAT'03, COMO, ITALY, June, 2003. 1~4
- 9 Goh C, Baldwin A. Towards a More Complete Model of Role. Internet Business Management Department HP Laboratories Bristol HPL-98-92 May 1998

(上接第220页)

$$7.55 \times 95\% + (7.55 + 5.65) \times 5\% = 7.8325 \text{秒}$$

接下来计算录入分数的时间,首先分析最常见的2位数的分数,操作步骤是:

- 输入2个字符:KK
- 敲击回车:KKK

根据规则0,所有K前需要增加M:MKMKMK

根据规则2,删除非第一个K前的M:MKMK

根据规则4,最后一个回车前的M要保留:MKMKM

$$\text{总时间为: } M+K+K+M+K=1.35+0.2+0.2+1.35+0.2=3.3 \text{秒}$$

类似地,录入3位数的100分需要MKKKMK=3.5秒的时间,录入1位数的分数需要MKMK=3.1秒的时间。

根据我们对四川省自考考试登分系统的采样统计,出现3位数100分的概率是1%,出现1位数分数(主要是0分)的概率是5%。录入30份试卷的总时间平均为:

$$(3.3 \times 94\% + 3.5 \times 1\% + 3.1 \times 5\%) \times 30 = 98.76 \text{秒}$$

最后是点击“保存”按钮的时间,类似前面的分析,应为HMPK=3.05秒。

根据前面的分析,完成一个试卷袋30份试卷的成绩录入平均总时间为:

$$7.8325 + 98.76 + 3.05 = 109.6425 \approx 1.8 \text{分钟}$$

3 考试登分系统的界面改进

对于四川自考的成绩录入人员而言,5个登分小组要在短短几天时间内完成10多万份试卷的成绩录入,这样的操作界面其可用性是不能满足用户需要的。因此,我们对操作界面进行了修正。

对于录入保密号,我们修改成扫描试卷上的保密号条形码。对于分数录入,我们制订了如下规则,录入字母“aa”代表100分,录入符号“\”代表0分;录入两位数的分数、字母“aa”或者符号“\”后,输入焦点自动转移到下一个分数的文本录入框上。这样就减少了大量的键入回车或者Tab的操作。而在录入完成第30份试卷分数后,键入回车相当于点击“保存”按钮。

下面我们分析改进后的平均操作时间:

- 把手移动到条形码扫描仪:H
- 指向卷袋上的保密号条形码:HP
- 点击条形码扫描仪上的“扫描”按钮:HPK
- 将手重新移回到键盘:HPKH

根据规则0和规则1,操作应为:HMPKH

这一步的操作时间为:H+M+P+K+H=3.45秒。因为省略了6个字符的录入,并且条形码扫描的方式杜绝了录入错误的情况,操作时间得到减少。

对于分数录入步骤而言,使用改进的录入方式,2位和3位的分数的操作时间均为MKK=1.75秒,1位的分数操作时间为MK=1.55秒,30份试卷的平均录入时间为:

$$(1.75 \times 95\% + 1.55 \times 5\%) \times 30 = 52.2 \text{秒}$$

点击“保存”按钮的时间也减少为:MK=1.55秒

那么完成一个试卷袋录入的总时间为:

$$3.45 + 52.2 + 1.55 = 57.2 \text{秒} \approx 0.9 \text{分钟}$$

可以看出,这种方式的操作时间比改进前减少了约一半,改进的效果非常明显。

总结 我们在使用一个界面时,常常直观地凭感觉认为某界面操作比较方便,某界面操作非常麻烦,而总是很难说清楚到底方便在哪里、麻烦在哪里。GOMS 击键模型给我们提供了一个定量的分析界面操作时间的方法,可以指导我们对系统可用性进行量化评估,分析和计算界面改进前后操作时间的变化,这对于软件界面的设计和选择具有很大意义。

在一个实际使用的登分界面中,我们通过 GOMS 模型进行分析和改进,将单位登分平均操作时间由近2分钟减少到了1分钟,大大提高了系统可用性。

参考文献

- 1 Jef Raskin. 人机界面. 北京:机械工业出版社,2004
- 2 刘颖. 人机交互界面的可用性评估及方法. 人类工效学,2002
- 3 Freed M, Remington R. GOMS, GOMS+, and PDL. 1999
- 4 Henrybai. 软件产品的可用性的测试. www.csdn.net. 2004