

```

DecisionPointChild, //子节点
DecisionPointDate, //节点数据
DecisionPointScope, //节点数据范围
DecisionPointAddons, //节点附加信息
DecisionPointParallelControl //节点并行控制信息
}

```

系统的设计是建立在面向对象技术的分形模块结构基础之上,它不仅提供了很强的软件重用功能,而且当用户需要管理某些模型时,所做的工作不会影响到其他的模型,从而降低了模块之间的关联性,同时系统为任一决策点提供了多种可选模型。

参 考 文 献

- 1 丁宗军. 智能决策支持系统的结构模型及研究趋势. 决策与决策支持系统, 1997, 7(2)
- 2 陈学广, 朱明富, 费奇. 高层信息管理系统EIS及其开发策略的研究. 系统工程理论与实践, 1997, 1(1)
- 3 施欣. 决策支持系统的定义与功能特征研究. 决策与决策支持系统, 1993, 3(2)

【作者简介】 黄景平 男, 壮, 1972年出生于广西安人。1994年毕业于山东大学数学系。其后一直在华中理工大学自动控制系攻读博士学位。已发表论文 5 篇。主要研究方向为智能决策支持系统、企业生产计划等。

相容性在拼音和弦键盘设计中的应用

孙向红 张 侃 杨 斌

(中国科学院心理研究所) (the Wright State University, USA)

一、研究背景和理论基础

QWERTY 键盘是计算机系统中主要的输入设备,为改进其不足,工程心理学界提出了各种 QWERTY 改进型和重新设计的键盘,主要分为普通型和特殊型。普通型包括对 QWERTY 键盘进行键位重新排布和改良的方案,如 DOVORAK 键盘和各种保健键盘;特殊型主要以和弦键盘为代表。和弦键盘即通过同时按下两个或多个键产生一个字符的键盘;这种通过按键组合输入字符的方式称为和弦。和弦键盘在和 QWERTY 键盘的比较研究中均表现出在学习速度和输入速度上的优势^[1,2]。

在人-机系统设计中,刺激-反应相容性原则是重要的指导原则之一^[3]。早期的刺激-反应相容性的研究集中于空间刺激和带有空间信息的反应的相容性。这些研究证明了随刺激

与反应在空间物理位置上的一致性的提高,刺激-反应相容性也随之增加,反应时减小错误率下降。这一类刺激-反应相容性是由于物理维度上的一致性而产生的,称为物理相容。Gorden 和 Meyer 在听觉-言语感觉道上的刺激-反应相容性的研究表明,刺激和反应具有相同特征时的反应时比没有相同特征时的快。Proctor 等人提出了关于刺激-反应相容性的显著特征编码原则(salient-feature coding principle)。该原则认为刺激-反应相容的编码是建立在刺激和反应的显著特征(salient features)的匹配之上的,反应时和错误率在刺激的显著特征和反应的显著特征得到完全匹配时达到最优。如果这一原则能够成立,那么可以推断在缺少空间信息的刺激和反应中仍然可以发现刺激-反应相容性效应,只要刺激和反应具有显著特征。

Proctor 根据显著特征的原则,认为刺激-反应相容性现象不仅存在于视觉-空间感觉道和听觉-言语感觉道,而且在刺激和反应分别属于这两个不同感觉道的条件下也存在,而且符合显著特征编码原则,在跨通道的刺激和反应配对在两者的显著特征完全对应时出现最快的反应时和最低的错误率^[4]。Dutta 采用 Gordon 和 Meyer 实验的刺激材料要求被试者对不同的音节做不同的按键反应。通过对各种刺激-反应配对的测试,结果表明,被试者的反应时和错误率随匹配形式的不同而不同,当发音这一特征被分配到某一单侧手时的反应时和错误率均优于将这一特征分配到双侧手的条件,而且这种优势在长时间练习后仍然存在^[5,6]。

根据上述理论和研究成果,中文和弦键盘在设计中应遵循显著特征编码原则来实现刺激和反应的相容^[7-9],语音信息在汉字加工中占有重要的地位,汉字在发音上分为声母和韵母两部分,声韵的划分是汉字音码的显著特征。将这个显著特征和动作反应的双手分配这一显著特征进行匹配应该是比不匹配条件下更为合理的设计,能够实现刺激和反应的相容。因此将汉语拼音的声母和韵母分别安排到左手和右手的和弦键盘应在学习速度和输入速度上都快于将码元随机分配的方式。

本研究分为两部分。第一部分实验根据显著特征编码原则,将汉语拼音的声母和韵母分别映射于左手或右手,比较左声右韵键盘(左手对应声母右手对应韵母)、左韵右声键盘(左手对应韵母右手对应声母)和随机匹配键盘在基本掌握的水平下,输入汉语拼音字母和汉语拼音单字的反应时和错误率,从而考查以上三种和弦键盘的差异。第二部分实验将和弦键盘与 QWERTY 键盘的输入速度、错误率以及易学性等方面进行了比较。

二、实验一 拼音和弦键盘的比较研究

1. 实验材料

1988 年科学出版社出版的《汉字信息字典》中,汉语拼音方案所包含的字母共 45 个,其中声母 23 个,韵母 22 个。和弦键盘编码表,其中两个显著特征编码组为声韵母分配到不同的手,两个组互为镜像;随机编码组是将与显著特征编码组相同的和弦编码和拼音字母随机对应。汉语拼音单字 58 个,选自《计算机文字录入处理元技术等级考试题解》。

2. 实验方法

大学一年级学生 60 人作为被试者,男性、女性各占一半,年龄 18~20 岁,视力正

常或矫正正常,没有和弦键盘使用经验,但是有 QWERTY 键盘使用经验,每位被试者已经上过计算机基础课程,有至少 50 小时的上机经验。

实验仪器为 486 PC 计算机(配有 QWERTY 键盘)。和弦键盘采用 QWERTY 键盘上的 10 个键模拟,其中左手键为(由左至右顺序)左 Shift, Z, X, C, Space 五个键,右手键为(由左至右顺序)右 Ctrl, Delete, End, Page down, 7 五个键。实验时被试者距显示器 60 cm,实验程序由研究人员编制,计算机时钟精确度为 1 ms。

本实验为单因素组间设计,被试者被随机地分配到三个组,每组 20 人,分别为左声右韵组(第一组)、左韵右声组(第二组)和随机匹配组(第三组)。实验分成学习和测试两个阶段。第一阶段为学习和拼音字母测试阶段。由于学习量比较大,学习过程分步进行。全部材料被分成 I、II、III 三个组,学习过程为 I, II, I+II, III, I+II+III。学习时,被试者首先阅读指导语和和弦编码表,然后上机练习。上机练习过程为:在呈现指导语后计算机发出提示音,然后显示汉语拼音字母,要求被试者尽快按下字母对应的键位,如果正确,刺激消失,500 ms 后,第二次测试开始。如果反应错误,计算机发出错误警告音,刺激不消失,直到被试者输入正确的键位。字母为随机呈现,每一个练习组通过的标准为连续两遍全对,最后以 I+II+III 组的最后一次全对的测试结果为测试成绩。

第二阶段为拼音单字测试部分。在提示音出现后,呈现汉语拼音单字,被试者通过按键进行反应。与前一部分不同的是,被试者对一个单字必须有至少两次按键。要求被试者在保证正确的同时尽快输入。每一次被试者反应后,计算机记录反应时和被试者输入的内容,然后进入下一个刺激,不对被试者的反应作任何反馈。刺激按事先排好的顺序呈现,全部材料呈现完后,第一部分实验结束。

3. 实验结果

(1) 单字母反应时

各组平均反应时结果见表 1。对各组数据进行 ANOVA 检验,表明主效应(分组因素)不显著,即不同的键盘设计方案对反应时没有显著影响, $F(2, 57)=0.8412$, $P=0.4365$ 。

表 1 单字母反应时平均数和标准差

实验组	每组有效被试数	平均数(ms)	标准差
左声右韵组	20	3237.81	1457.17
左韵右声组	20	2829.96	952.03
随机匹配组	20	3390.26	1719.23

表 2 拼音单字反应时的平均数和标准差

实验组	有效被试人数	反应时		错误数	
		均值(ms)	标准差(ms)	均值	标准差
左声右韵组	20	2562.74	1143.22	12.90	9.18
左韵右声组	20	2202.06	697.80	12.15	6.96
随机匹配组	20	3340.91	1272.46	12.10	7.26

(2) 拼音单字的反应时和错误数

各组被试的平均反应时和错误数见表 2。对反应时进行 ANOVA 检验,表明主效应作用显著,不同的设计对单字输入有显著影响, $F(2, 57)=5.96$, $P<0.01$ 。进行 LSD Post Hoc 分析表明,左声右韵组和左韵右声组之间没有显著差异,随机匹配编码组的反应时显著长于两个显著特征编码组。对各组错误数结果进行 ANOVA 分析,表明主效应(分组)不显著, $F(2, 57)=0.065$, $P=0.937$ 。

三、实验二 拼音和弦键盘和 QWERTY 键盘的比较研究

1. 实验材料

所有材料与前面实验相同。

2. 实验方法

被试为大学一年级学生 26 人, 男女各半。年龄 18~20 岁, 视力正常或矫正正常, 有 QWERTY 键盘使用经验, 每位被试已经上过计算机基础课程, 有至少 50 h 的上机经历。其中 6 人因不会盲打, 中途退出实验。

实验仪器与前面实验相同。

由于被试者已经受过一定的使用 QWERTY 键盘打字的训练, 被试者在看完指导语后直接进行综合练习, 然后进行测试, 由计算机记录反应时和错误数。实验中被试者的手和键盘均被盖住, 以防止被试者看键盘。

3. 实验结果

QWERTY 键盘组平均反应时为 1327.86 ms, 标准差 632.10 ms, 平均错误数 11.75。QWERTY 键盘组与和弦键盘组的平均反应时有显著差异, 两组在错误数上无显著差异。这表明 QWERTY 键盘组的输入速度快于和弦键盘组。

四、讨 论

以上两个实验中, 拼音和弦键盘输入的比较研究表明, 相容性对输入过程存在显著影响。在单字母输入测试部分, 三个实验组的反应时无差异, 处于同一训练水平; 而在单字输入测试中, 显著特征编码组却出现了反应时的优势。这两个测试任务的差异在于单字由多个字母组成, 被试者需要输入多个字母, 在多个字母输入过程之间存在着相互影响, 例如对于“zhang”, 被试者要先输入“zh”再输入“ang”。按照显著特征编码原则将声母和韵母与左右手分配形成对应后, 整个输入过程达到了刺激-反应相容, 从而出现了实验一的结果。

实验一中所表现的刺激-反应相容性为跨通道的刺激-反应相容性。按照 Fitts 实验的结果, 对左右空间信息的刺激的最优反应匹配为右手对右侧刺激反应, 左手对左侧刺激反应; 实验一中拼音的呈现方式全部为左侧为声母右侧为韵母, 两种反应方式左声右韵和左韵右声的反应时和错误率都没有显著差异, 只是和随机匹配编码组有显著差异。这表明被试者将视觉呈现的刺激转化为语音编码。

关于左声右韵和左韵右声两种编码方式哪一种更为相容的问题, 本实验的结果显示, 两组的平均数有差别, 但是并不显著, 支持两者相同。但是本实验的数据是在被试者基本掌握和弦键盘基础上的, 随着被试者熟练程度的提高, 不排除左声右韵编码和左韵右声编码两种条件下的反应时有出现差异的可能。

在易学性方面, 两个显著特征编码组的最长学习时间为 3 h, 最短学习时间为 1.5 h;

随机匹配编码组最长学习时间为 6 h, 最短为 3.5 h, 表明显著特征编码在使输入过程达到刺激-反应相容的同时也使易学性增加。

实验二中的统计结果表明和弦键盘输入速度比 QWERTY 键盘差。这与所有被试者都有 QWERTY 键盘使用经验(50 h 以上)有关, 而被试者对和弦键盘从未接触过。实验中, 使用相容的和弦键盘的被试者在经过最多 3 个小时训练后完全实现汉语拼音的盲打, 错误率和使用 QWERTY 键盘的被试者相同, 使用 QWERTY 键盘实现盲打至少需要大于 10 h 的练习^[2]。因此和弦键盘在易学性上好于 QWERTY 键盘。

在整个实验过程中共有 10 名被试者退出, 其中 QWERTY 组 6 人, 原因是没有掌握盲打无法完成实验; 随机编码组 4 人, 其中 3 人已经学习 3 h 没有完全掌握, 另外一人因为紧张而不愿意继续实验。显著特征编码组没有人退出。这表明使用显著特征编码的和弦键盘所引起的心理负荷低于使用随机编码的和弦键盘和使用 QWERTY 键盘所引起的心理负荷。这一结论在分析被试者的主观口语报告时, 也获得一定的支持。被试者在主观评价中认为, 使用显著特征编码的和弦键盘要比使用 QWERTY 键盘舒适。

五、结 论

本研究的结果表明, 刺激-反应相容性对于键盘输入任务有显著影响, 在拼音输入过程中表现为跨通道的相容性。在基本掌握的水平上, 基于显著特征编码原则的和弦键盘在反应时上优于随机匹配编码组, 错误率上和随机匹配编码组没有差异, 显著特征编码组学习速度快于随机匹配编码组。在和 QWERTY 键盘的比较表明, 经过 3 小时的训练, 采用显著特征编码原则的和弦键盘组已完全实现盲打, 在错误率上和 QWERTY 键盘组没有差别, 但在反应时上与经过长时间训练的 QWERTY 使用者相比, 没有显出优势。

参 考 文 献

1. Beddoes M.P. and Iru Z. A chord stenography keyboard: A possible solution to the learning problem in stenography. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 1991, 21(7): 950~960
2. Gopher D, Raij D. Typing with a two-hand chord keyboard: Will the QWERTY become obsolete? IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 1988, 18(4): 601~609
3. 刘艳芳, 张倪. 刺激-反应相容性的度量与运用. 心理学报, 1996, 29(1): 91~98
4. Proctor R, Dutta, Kelly, and Weeks. Cross-modal compatibility effects with visual-spatial and auditory-verbal stimulus and response sets. Perception and Psychophysics, 1994, 55: 42~47
5. Dutta A, Proctor R. Persistence of stimulus-response compatibility effects with extended practice. Journal of Experimental Psychology: Learn. Memory and Cognition, 1992, 18: 801~809
6. Callaghan, T.F. Differences in execution times of chords on the ternary chord keyboard. Proceedings of the Human Factors Society 35th Annual Meeting, 857~861
7. 刘艳芳等. 和弦键盘及其工效学研究. 人类工效学, 1997, 3(3): 47~49
8. 牟伟民等. 键盘种类及其评价的工效学指标. 人类工效学, 1997, 3(2): 48~52

【作者简介】孙向红 女 汉, 1968年6月8日出生, 山东人。1989年毕业于武汉大学数学系。1996年于中科院心理所获得工业心理学硕士。目前, 在中科院心理所任助理研究员, 主要从事认知工效学和人-机界面工程心理学研究工作, 涉及人-机界面设计、心理负荷、计算机支持下协同工作(CSCW)、工效学评价和人员选拔等领域。已发表论文6篇。

告警信号与刺激信号的语义相容性对任务完成的影响

刘艳芳 张 侃

(中国科学院心理研究所)

一、问题的提出

随着计算机技术的飞速发展, 人-机系统的组成日益复杂, 人在系统中的作用不再是简单的操作者, 更接近于监视后操作者, 即监视系统的工作状态, 在感知系统信号后, 做出正确反应。传统的系统告警信息仅仅传递了有应急事件出现这一单纯信息, 而缺乏对事件内容及相应反应的适当描述, 未能有效地运用告警信号。

系统中告警信号的使用符合心理学关于前置线索效应(primacy effect)的研究, 即在刺激呈现之前的有关线索能促进反应的完成^[2]。Stoffels^[6]研究了空间语音线索对多重选择任务的影响, 发现在刺激信号出现之前, 先呈现一个与刺激空间位置一致的语音线索, 能显著地加快反应, 他认为前置有关线索能减少选择反应的数量, 从而促进了反应的完成。这是一个典型的空间线索效应的研究。另一方面, 心理学家也应对线索语义效应进行了研究。由此不仅可以应用告警信号的空间信息, 更可以利用信号的语义传递它所提示的事件信息。

工程心理学中相容性的概念是对线索与刺激之间语义关系的较好表述。相容性的概念最初由 Fitts^[1]用于描述可以获得较好反应结果的刺激与反应之间的关系, 例如对呈现在左边的刺激进行按左键反应成绩会优于对它做按右键反应。Kornblum^[6]用维度重合的观点解释产生刺激与反应相容性的根源, 他认为, 只要刺激与反应之间具有相同的维度或特征, 刺激的出现就会自动激活相应的反应, 因此体现出相容性效应。例如, 以颜色作为刺激, 会自动激活对颜色的命名反应, 如果任务要求就是对颜色的命名, 其反应结果就会优于对颜色刺激进行数字命名的反应; 当然, 对颜色刺激进行一一对应命名反应的成绩最好。此外, 他认为相容性效应不仅存在刺激与反应之间, 而且存在刺激与刺激、反应与反应之间, 它是信息加工过程的一个基本特征, 只要两个集合的信息存在维度上的重合, 其中一个集合的加工必定会带来对另一集合的自动激活, 从而促进对后者的信息加工。