

心理实验系统 E-Prime 介绍及其应用

陈文锋*^{1,2} 崔耀¹ 张建新¹

(¹中国科学院心理研究所,北京,100101) (²中国科学院研究生院,北京,100039)

摘要 心理实验正在进一步计算机化,文章介绍了这种发展趋势,概述了心理实验系统的发展,并重点介绍了标准化实验系统 E-Prime。文中概述了 E-Prime 的功能及其与 DMDX 的比较,介绍了 E-Prime 作为实验教学系统和实验生成系统在实验教学和实验研究的应用,讨论了 E-Prime 应用中的一些问题。

关键词: 实验 实验生成系统 心理实验系统 E-Prime

从冯特创立第一个心理学实验室宣告科学心理学的诞生开始,实验科学就成为心理学与生俱来的标志,心理学实验也成为心理学教学和研究必不可少的组成成分^[1,2]。心理学实验研究和实验教学随着技术和认知科学的发展已经差不多全部计算机化,但在发展过程中也出现了一些不可避免的问题,比如:计算机化实验的计时精度一直是计算机化心理实验难以忽视的问题,另外不同系统的系统误差也影响了同类实验的数据比较。标准化心理实验系统 E-Prime 为解决上述这些问题,提供了一个前景广泛的思路。鉴于 E-Prime 在心理学的应用日益广泛,我们觉得有必要在国内介绍一下 E-Prime。

1 心理实验计算机化的发展趋势和心理实验系统

从 20 世纪 90 年代开始,心理学实验研究和教学的仪器出现了计算机化的趋势,即编制实验教学软件并辅以专用的接口和外设,以便在计算机上进行实验研究和教学。早在计算机发展早期的 1971 年,美国心理学界就成立了计算机的心理学应用学会(Society for Computers in Psychology, SCIP)^[3],以满足研究和教学中计算机应用的讨论和交换信息的需要。时至今日,计算机程序控制的实验已被广泛地应用于心理学的研究和教学,并且 Psychonomic 学会出版的期刊《Behavior Research Methods, Instruments and Computers》,专门关注心理学研究中的计算机应用问题,包括硬件和软件的进展;自 1997 年开始,该杂志每年还出版有关计算机在心理学中应用方面的专刊。国内也已研制开发了多种实验软件,应用于心理学的实验演示教学,例如北大心理系的 PES(r) 心理实验演示系统。但是没见到实验生成系统,实验程序大多是专业编程人员用 VB、C、Delphi 等语言编制。国外的心理实验系统则稍多一些,包括实验生成系统和实验教学系统,如 PsyScope、Inquisit、SuperLab、ERTS 等等,国内心理学研究者比较熟悉的有 E-Prime (MEL, DOS 版)、DMDX(D-Master, DOS 版)。

张智勇等将用于心理实验的教学软件或硬件统称为心理实验系统(Psychological Experiment System, PES)^[2]。但是,计算机程序在心理学应用中更重要的作用是为心理学研究提供便利,并且大多实验生成系统都可以作为实验教学的平台,提供比单纯的教学软件更灵活的控制。因此,本文所称的心理实验系统不仅仅指教学软件,更包括实验生成软件。从 80 年代末起,许多实验生成系统开始出现,最广为人知的是 PsyScope、

MEL、SuperLab 等。MEL 的 WINDOWS 后续版本 E-Prime 在国内外正逐渐成为心理实验系统的主流。

2 标准化心理实验系统 E-Prime

2.1 标准化心理实验系统的意义

现代的认知心理学实验多是计算机化的,因此,研究人员经常需要面对实验的计算机化问题。这个问题通常有两种解决方法。一是研究人员请计算机专业人员的编制,但常常在如何让编程人员真正贯彻研究人员的意图方面浪费大量的时间;另一种方法是具有一定编程基础的研究人员自己编制,但常常面临技术上的难题。纵观国内以往的计算机化实验,以下问题是比较常见的:1)在 WINDOWS 下,多数是非系统级编程,时间精度不够,误差较大,也存在较多的由多任务系统引起的随机误差;2)采用的编程语言各种各样,如 C、Delphi,更多是采用 Visual Basic,对时间精度和误差的处理存在许多缺陷;3)非熟练编程者记录的时间结果随机误差大;4)不同软件编制人员编制的实验之间难以比较。

因此,标准化心理实验系统就显得很有必要。这种系统必须简单易用,不会耗费研究人员的太多时间;解决或优化了计时精度、系统随机误差等重要技术问题;便于在研究中推广,为心理学研究人员所接受。E-Prime 作为标准化心理实验系统,无疑满足了上述要求。

2.2 E-Prime 是什么

E-Prime 是 Experimenter's Prime (best) 的简称,是实现计算机化行为研究的一个跨平台系统,它与所有的可视化编程语言系统相似,使用类似于 Visual Basic 的 E-Basic 语言,是一个涵盖从实验生成到毫秒精度数据收集与初步分析的图形界面应用软件套装。该系统包括如下特征:图形化界面编程环境,对实验功能的实现可以通过所见即所得的选择、拖放和设定产生,使编程简单化;面向对象的简单易懂的 Script 语言,类似于 Visual Basic,提供了许多针对行为研究的增强命令,为编程提供了灵活性,可以帮助实现更加灵活全面的实验范式,并提供了 E-Prime 的扩展空间;扩展的数据分析和导出系统;数据检验核对功能;实验生成向导;PsychMate 系统提供了实验教学需要的经典实验^[4]。

2.3 E-Prime 和 DMDX 的比较

鉴于 E-Prime 出现以前,国内比较熟悉的是 DMDX,我们

* 通讯作者:陈文锋,男。E-mail: chenwf@psych.ac.cn

将 E-Prime 的特征与 DMDX 做了初步的比较。在易用性上, DMDX 的编程界面不如 E-Prime 直观友好, 刺激控制主要由 rtf 脚本控制, 不如 E-Studio 的所见即所得好理解和掌握; E-Prime 提供了整个程序结构视图, 不像 DMDX 程序结构分割, 可以“看到”实验的流程细节, 更好把握整个实验的控制和理解。在灵活性和扩展性上, DMDX 没有提供可扩展的模块, 实验控制也不如 E-Prime 灵活方便, 例如 E-Prime 可以实现复杂的分组随机, DMDX 在刺激的复杂组合控制就显得无能为力了。E-Prime 提供了详细的数据细节和数据接口以及数据检验功能, 可以很好地进行初始分析和数据整理导出, DMDX 只简单提供 RT 和对错反应, 无法对可疑数据进行查验, 也没有数据导出的接口。在时间控制方面, DMDX 处理 Windows 多重任务, 刺激显示、计时等问题并未提供多少细节, E-Prime 则提供详细的细节以便我们排除误差大(尽管很少)的刺激或数据。E-Prime 由于是商业软件, 对软件应用过程中的技术问题提供了很好的支持, 同时也有许多研究资源可以利用, 比如许多经典实验的程序文件; DMDX 由于是自由软件, 在技术支持上就显得不如 E-Prime。

3 E-Prime 的应用

3.1 作为实验生成系统的 E-Prime

简单地说, E-Prime 是一个毫秒级精度的心理实验生成系统, 针对行为实验做了刺激组织、时间精度等方面的优化, 提供了强大而灵活的各种功能。例如, 可以呈现文本、图像和声音等刺激及其组合; 反应输入设备有键盘、鼠标以及反应盒 SRBox, 也提供声音输入或外接其它设备; 提供了与 fMRI 等外部设备连接的接口, 可以进行认知神经科学方面的实验, 也专门提供了 fMRI 研究的工具套装。相对于传统编程语言, E-Prime 易学易用, 可以快速生成实验, 大大节省研究人员在实验编程上花费的时间。

3.2 E-Prime 作为实验教学系统

传统的心理实验教学系统主要是用来演示实验的, 实验室活动经常只是局限于实验的演示。但是, 演示实验和真实实验不同, 学生只是被动参与者。科学教育的研究者^[6,7]认为演示实验给学生提供的科学视角存在偏差, 如果学生具有真实实验的体验, 就会对科学和科学研究过程有更好的理解。

在认知心理学研究方法或实验心理学课程里, 很少有机会进行真实实验。学生接触的多是纸笔任务或不可灵活调整的计算机化教学实验。由于现代的认知心理学实验多是计算机化的, 这种状况严重限制了实验教学。除非是少数计算机高手或专业人员, 开发更精细复杂的实验就需要花费很长时间。因此, 教师通常只有两个选择, 让学生做计算机演示实验, 或者采取相似的非计算机化实验。但是, 这两种方式相对于真实实验有很大缺陷: 学生从前人的实验中获益不大, 或者因为非计算机化实验的限制太大而无能为力。

使用 E-Prime 作为实验教学系统, 可以避免上述缺点, 并且能够更好地达到实验教学的目的。PsychMate 系统提供一系列知觉、认知、神经心理学、社会心理学和工程心理学方面的经典实验, 由于 E-Prime 的逐渐推广, 现成的实验资源很丰富。传统实验教学系统中, 由于实验设计, 如变量控制、因素匹配、反应记录、结果计算等过程都由计算机来操纵完成, 学生体会

不到实验设计过程本身, 很被动, 因而实验教学效果受影响。而且, 刺激呈现、反应记录、过程控制等变量及其参数设置一般都由专业编程人员完成, 限制了实验教学的灵活性。E-Prime 作为开放的实验教学系统, 允许教师和学生方便地控制或修改 E-Prime 演示实验的各种变量和参数设置, “看到”实验设计实现的全过程, 从而更深刻地理解演示实验。另外, 通过 E-Prime, 学生也可以很方便将现成的实验修改成自己的实验。

事实上, E-Prime 提供了实验计算机化的“可视”过程, 能使学生对自己的实验细节更清楚, 明确各种变量的操作化定义, 在开始实验数据收集前就考虑到各种相关变量, 从而控制或排除无关变量的影响, 并且设计出更为实际可行的实验, 因为生成实验的过程就是实验具体化的过程, 而且他们能够控制各种情况, 更正确测量被试的行为。此外, E-Prime 还提供了与 SPSS、EXCEL 等的数据库接口, 将反应记录、数据导出到数据分析紧密结合, 有助于学生更全面理解研究过程。使用 E-Prime 进行真实实验的学生, 报告说对研究过程有更好的理解, 例如从实验设计到实验实现到数据分析, E-Prime 为学生提供了可具体操作化的完整过程。

3.3 E-Prime 的实际应用

根据 PST 公司 2001 年的统计, 使用 E-Prime 的实验室已经超过 3000 多个, 并且正在逐渐增加; 使用 E-Prime 进行研究的发表文章已经近百篇, 此外还有很多研究工作和文章未纳入统计; 国内使用 E-Prime 的实验室也在迅速增加。

3.3.1 心理实验教学和科研中的 E-Prime 实现

Macwhinney 等 2001 年启动了一个项目叫 STEP (System for the Teaching of Experimental Psychology)^[8]。这个项目提供了各种学习背景下应用 E-Prime 的教学材料, 以及实验心理学课程建设的教学材料。在 STEP 的运作下, 许多经典实验用 E-Prime 实现了计算机化, 可以用来进行实验教学, 或实际研究的实验参考。这些经典实验近百个, 涉及的领域包括感知觉、记忆、注意、心理生理学、心理语言学、工程心理学、发展心理学、社会心理学、认知神经科学等。PST 公司的 PsychMate 教学系统也提供了 21 个经典实验, 允许学生作为被试进行真实实验来体验实验教学。随着 PST 公司发布 E-Prime 相关工作列表的公布^[9], 从中可以看到有许多文章或研究中的实验是采用 E-Prime 编制的, 涉及的领域包括知觉、注意、记忆、高级认知、认知神经科学、社会心理学和工程心理学等。

3.3.2 E-Prime 在国内的应用

中国科学院心理研究所于 2000 年在国内率先引入 E-Prime, 在技术中心和公用实验室建设的带动下, 成立了 E-Prime 学习交流的平台, 四年来, 许多老师和同学大部分实验都采用 E-Prime 编制。在全国心理学界与心理所的交流下, 越来越多的心理学研究机构购买了 E-Prime, 如北师大心理学院、中山大学心理系、东北师范大学心理系、大连医科大学等。采用 E-Prime 的一些研究工作已经在心理学报、心理科学等发表, 例如: 《心理科学》2003 年 05 期的“线索对基本特征刺激加工作用机制研究”, 《心理学报》2003 年 01 期的“汉语同音歧义词歧义消解的过程及其抑制机制”。

3.3.3 E-Prime 与实验室建设

实验室建设的一个重要方面是实验室软件或系统的应用。这些系统的应用主要分为教学和研究两个方面。E-Prime 应

用于实验室教学,在国外已经比较常见,如美国 Carnegie Mellon 大学、Pittsburgh 大学、Richmond 大学、George Mason 大学和 Mililkin 大学等。在国内,实验室教学系统仍然主要是传统的心理实验系统,如北大心理系的 PES。随着 E-Prime 应用在国内日渐增多,凭借其接近真实实验和强大灵活而又开放的特点,E-Prime 在实验室教学方面具有很大的发展空间。E-Prime 应用于实验室研究,在国内外已经已经成为很多实验室的必备工具。在国内,中科院心理所公共实验室的建设主要就是围绕 E-Prime 进行的,例如实验环境和硬件配备。

4 E-Prime 应用中的若干问题

4.1 E-Prime 的时间精度为毫秒级,E-Prime 可以呈现几毫秒甚至 1 毫秒的刺激?

这是对毫秒级精度的误解,实际上,毫秒精度是相对的(参见 E-Prime 对毫秒精度的定义),E-Prime 无法做到绝对 1 毫秒的控制,任何实验生成软件都无法做到。这是因为时间精度受到硬件的很大制约,尤其是显示刷新频率的制约(取决于显示器、显卡的性能),E-Prime 所能控制的显示时间都是显示刷新周期的整数倍。也就是说,如果显示刷新周期是 14 毫秒,则 20 毫秒的显示时间(Duration)在实际执行时是 28 毫秒。所以建议实际操作时显示刷新频率设为 100Hz,有关的显示时间则设为 10 毫秒的整数倍。如果需要更高的显示精度,就需要高刷新频率的显示设备。

4.2 不同输入设备收集的反应时的差异问题

E-Prime 允许收集多种反应输入设备的输入,例如 PC 键盘、鼠标、反应盒,以及连接外部设备的 Port 接口。这些设备在将被试反应传导到 E-Prime 的过程中都有一定的延迟,即存在设备相关的系统误差。在对时间精度要求不高的情况下,这些都是可以作为反应输入设备;但通常情况下,同一实验应该采用同一种输入设备,而且根据不同的时间精度要求选择合适的输入设备。事实上,这些设备的时间分辨率有较大的差异:键盘的延迟大约为 7(0.5ms;SRBox 延迟则约为 1.25ms;鼠标的延迟则较大,变化范围也比较大:(92ms;Port 设备的延迟则取决于所连接的外部设备。因此,反应时实验最好采用键盘或 SRBox,ERP、fMRI 有关的实验最好采用 SRBox,采用外部设备的实验最好先进行该设备时间分辨率的测试。另外,尽管同一种设备的延迟相差不大,但仍有可能存在某个特定设备有较大延迟,例如某个键盘的按键弹簧失灵等等;因此,实验前的设备测试不可忽视。

4.3 fMRI、ERP 等外部设备接口问题

在认知神经行为实验中,需要与外部脑电设备通讯。E-Prime 提供了 WritePort、ReadPort 命令,通过串口或并口与外部

设备通讯;也可以通过一些 Signal 方面的属性设置给外部设备 Trigger 信号。ERP 实验中,很关键的是刺激呈现时间的精确性和 E-Prime 刺激事件与脑电设备的同步。为了尽可能达到同步,正式实验前需要进行测试校准,检验信号是否同步,以及 E-Prime 与外部设备的时钟是否同步匹配(不匹配则可以调整 E-Prime 时钟)。

4.4 E-Prime 与外部程序连接问题

与大多数高级语言(如 VB)相似,E-Prime 也可以通过调用一些外部动态链接库文件(DLL)或类型库文件等的函数或子过程。通过这一点,可以实现一些在 E-Prime 没有直接提供的功能,如播放多媒体文件。但是,为了保证计时的精度,如果时间数据比较重要,不建议采用外部程序进行计时,最好利用 E-Prime 的计时系统。

5 总结

心理实验的计算机化趋势和非专业实验编程带来的问题,呼唤着标准化心理实验系统的出现。E-Prime 作为强大而灵活的开放系统,专门针对心理实验做了优化,使非专业编程的大部分难题变得很简单,并且在心理学界的应用日益广泛,正逐渐成为心理学界的标准化心理实验系统。它为我们的实验教学和研究带来很多便利和新的变化,是优秀的心理实验系统。

6 参考文献

- 1 张一中. 心理学实验教学及其发展趋势. 实验室研究与探索, 2002, 21(2): 17-18
- 2 张智勇, 田立. 心理实验室建设与心理实验软件. 心理学动态, 1996, 4(2): 60-63
- 3 Sidowski J. The Society: Some History. SCIP Newsletter, 1988, (5): 1-1
- 4 <http://www.pstnet.com/products/e-prime/>
- 5 Schneider W, Eschman A, & Zuccolotto A. E-Prime User's Guide. Pittsburgh: Psychology Software Tools Inc, 2002
- 6 Lehrer R, Schauble L, & Petrosino A. Reconsidering the role of experiment in science education. In: K Crowley, C Schunn, & T Okada (Eds.). Designing for science: Implications from everyday, classroom, and professional settings. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates, 2001: 251-278
- 7 Chinn C A, & Malhotra B. Epistemologically authentic scientific reasoning. In: K Crowley, C D Schunn & T. Okada (Eds.). Designing for science: Implications for everyday, classroom, and professional settings. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc, 2001, 351-392
- 8 MacWhinney B, James J, Schunn C, Li P, & Schneider W. STEP - A System for Teaching Experimental Psychology using E-Prime. Behavior Research Methods, Instruments, & Computers, 2001, 33(2): 287-296
- 9 <http://www.pstnet.com/products/e-prime/e-publications.htm>

An Introduction to E-Prime and Its Application

Chen Wenfeng^{1,2}, Cui Yao¹, Zhang Jianxin¹

(¹ Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100101) (² Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100039)

Abstract The article introduced the trend of computerized psychological experiments and the development of the psychological experiment system. Emphasis was laid on the standard experimental system E-Prime, and its function and application in experiment teaching and experiment study. Some questions in the application of E-Prime were discussed.

Key words: experiment, experiment Generator, psychological experiment system, E-Prime