

Apple II 用于生物学实验 ——产生刺激信号、数据采集与处理

宋小军 翁为民 袁 锋 孙复川

(中国科学院上海生理研究所)

提 要

本文介绍了我们在 Apple II 微机上作程序设计构成的生物医学实验系统,它具有产生刺激信号、数据采集、显示和处理四方面功能,并且操作简便,易学易用。对已有 Apple II 微机者,只要加一A/D-D/A 插件卡,即可配合使用。

一、引 言

生物信号的采集、测量和分析,是生物学实验方法的重要部分。近年来,微机技术的迅速发展,为生物医学信号的数字化采集与处理提供了有力的工具。然而,目前国内生物医学领域使用较多的是专用机、单板机配上复杂的硬件线路或微机硬件改装构成的专用系统。这类专用系统虽然能够解决某些实验数据的处理,但功能固定,往往不能适应不断变化和发展的研究工作的需要。另一方面,通用微机在国内已十分普及,价格便宜,性能灵活、维修方便。目前许多实验室拥有类似 Apple II 这样的简易微机,但由于有些实验室缺少专门软件、硬件人员,还不能将它直接应用于生物实验中。

我们把 Apple II 及其标准插件用于生物实验数据采集、处理及产生刺激信号获得成功。

二、功能特点

本软件系统功能丰富,不但能完成通常实验数据处理的三个基本环节:信号采集、重放与处理,而且还可以单独或在信号采集同时输出刺激信号,产生各种复杂刺激波形。系统具有下述特点:

1. 操作简便,易学易用。选择特定的功能,只需根据屏幕显示的提示,在键盘上按下相应的字符即可。

2. 灵活性强,体现在:(1)接口简单,能与大部分实验设备直接相连。(2)扩充容易,可通过软件编程不断增加其处理功能。(3)修改方便。对变化了的实验要求,可通过修改软件而不必更动硬件便可。

3. 可维护性好。采用市售的 Apple II 微机及其标准配件,整个系统基本不需要外加硬件线路(个别使用者也可根据需要,加一简单的信号过压保护电路及输入接插板)。若硬件发生故障,有专门的商业性修理机构。此外,由于硬件不改动,整机的通用性能不受影响,可以一机多用,大大降低了系统成本。

系统已具有的功能:

1. 产生各种刺激信号。
2. 多种方式的信号采集。包括采集同时输出。刺激信号以及采集同时叠加并显示叠加后的信号波形。

3. 数据显示重放以及基于图形显示的多种处理手段。

4. 数据处理,包括:叠加平均、平滑滤波、直线拟合、FFT、求相关系数、直方图、t 检验等等。

三、硬件配置及连接

系统以 Apple II 主机为控制与处理设备。两台软盘驱动器（一台存放系统软盘、一台存放工作软盘）；一台打印机用来输出结果；一台简易绘图仪（Laser）用于图形输出（图 1）。系统通过一 A/D-D/A 插件卡及转接板与实验设备相连接，该 A/D-D/A 卡具有 16 道 A/D 通道、一道 D/A 通道，精度均为 12 位，采样速度为 $60\mu s$ ，输出时间精度优于 $10\mu s$ 。在有 Apple II 基本系统的实验室，只要加一 A/D-D/A 卡及 Laser 简易绘图仪即可配合使用。

转接板除了具有过压保护作用外，还具有信号放大及电平切换功能，它能接受 0—9 伏及 $-4.5 \sim +4.5$ 伏的输入，放大倍数为 1, 2.5, 5 与 10 四种等级，用装在转换板机壳上的开关调节。

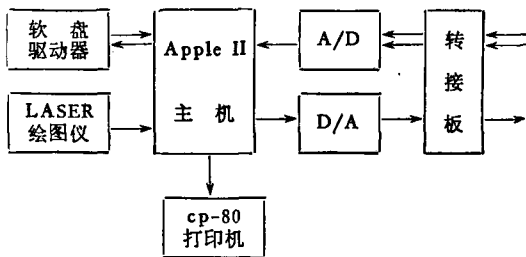


图 1 系统硬件连接图

四、软件各子程序模块结构与功能

软件系统共有五个子程序模块构成，结构如图 2。开机时存贮在系统软盘上的主控模块被自动引导入内存并执行。以后，选择一项功能，只需根据屏幕提示输入相应的字符，由主控程序模块调入相应的子程序模块运行。由于内存容量的限制，为了增加数据存放空间，我们采用了覆盖技术，各程序模块都存贮在系统软盘上，只在被调用时才装入内存。用户自己设计的应用程序，只要加入两三行接口命令，就能方便地并入系统。

1. 信号发生子程序模块

使用这部分程序时，只要按屏幕提示，输入一些参数，就可产生各种波形的信号，由 D/A

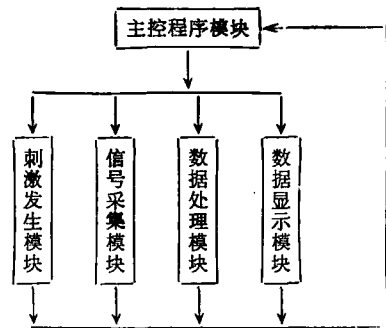


图 2 系统软件模块结构图

输出。这些刺激信号的波形、持续时间、重复次数及输出两点间的间隔等参数均可调，使用极为方便灵活。输出电压范围为 0~9 伏，一些典型的波形见图 3。

2. 数据采集及采集同时输出刺激信号子程序模块

数据采集模块是本系统的核心。为了适合不同实验的需要，本系统提供了多种采集方式，有单道和多道、内同步与外同步、采集同时输出刺激信号以及将采集数据实时叠加平均并显示每次叠加结果等等。这一模块还有较强的错误检测及自纠的功能。

数据采集的持续时间、采集方式等参数均由使用者设置。在采集过程中，系统响应键盘中断，使用者可按键暂停或退出采样。

3. 数据处理子程序模块

具有下列功能：定标、数据打印、平滑滤波或叠加平均去噪声、求相关系数、最小二乘直线拟合、求均值、方差、作直方图、t 检验等。

系统提供的 FFT 程序具有多种窗口函数，并能显示打印变换结果的幅频曲线（图 4）。

4. 图形显示子程序模块

在有噪声的情况下，实验数据的一些特征如峰值、反应起点、延迟等，有时很难由计算机自动处理。而经图形显示，借助于人的判断能力，与计算机配合，却能弥补这些不足。我们设计的显示程序，可由使用者根据需要，通过按键移动光标，直接读出光标所指点的数值、时间及距刺激起点的延迟时间值。也可通过移动光标指定某一区域，将这一区域在垂直及水平方向

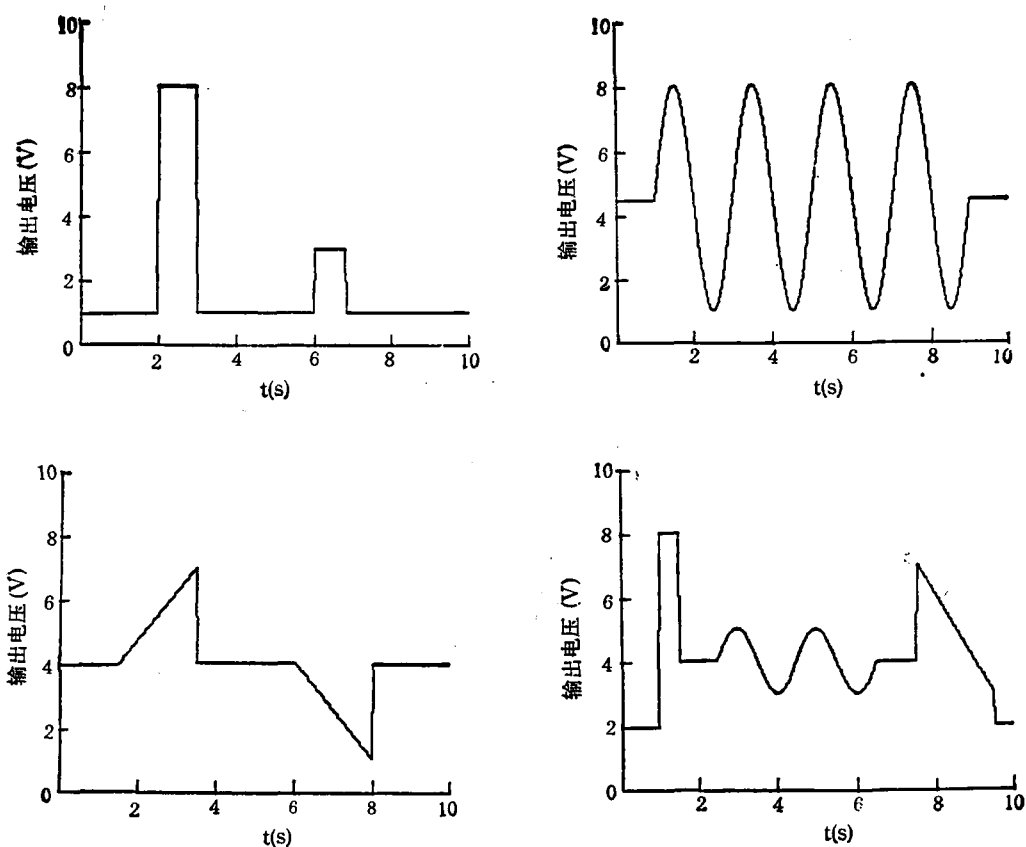


图 3 系统产生的一些刺激信号举例

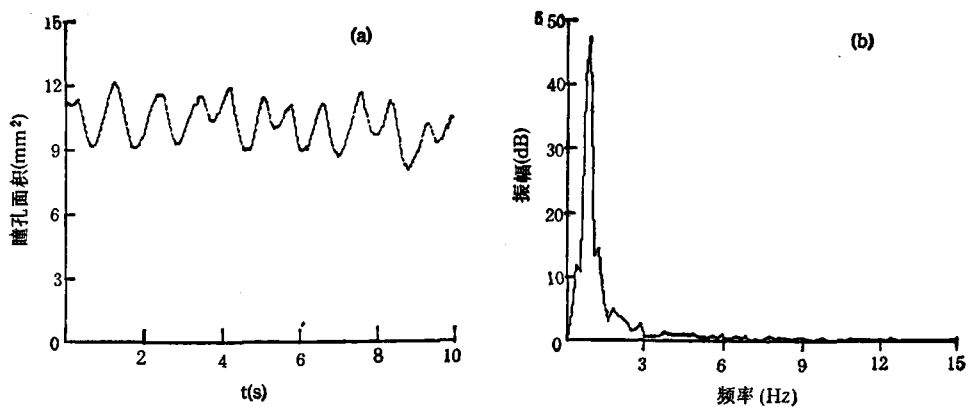


图 4

(a) 提高系统增益引起的瞳孔自发振荡波形。 (b) 相应的 FFT 幅频曲线

上扩展,从而精确测量某些指标(图 5)。测量数据可由计算机自动录入磁盘及打印。程序还允许使用者通过这种方法,选择若干个数据段

进行叠加平均、数据压缩及其他一些处理(图 6)。

本系统用 BASIC 语言和机器语言编程实

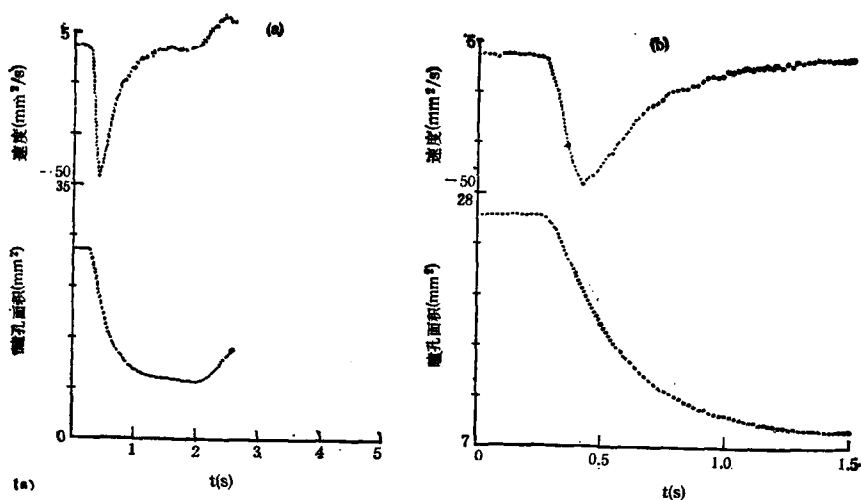


图5 瞳孔强光刺激下的反应波形(下线)及其相应的变化速度曲线(上线)

(a) 一个完整的反应波形。(b) a局部放大后的波形。

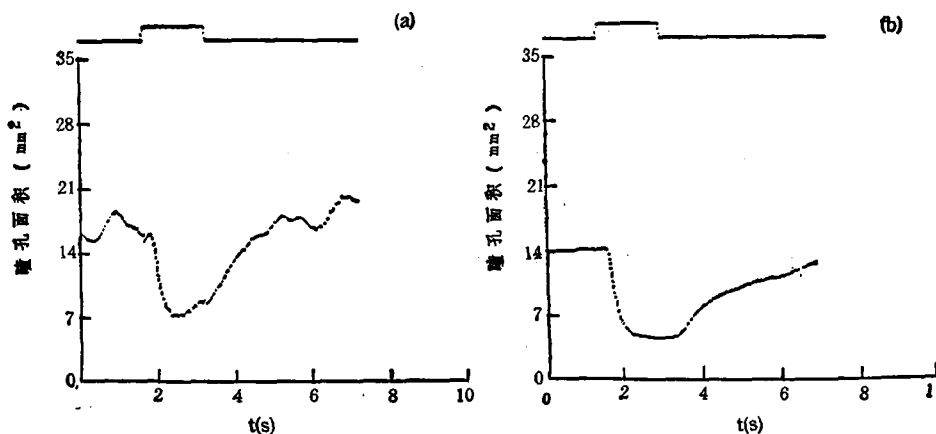


图6 瞳孔光反应波形(下线)及相应的刺激信号波形(上线)

(a) 单次反应噪声较大,基线不平 (b) 15个数据叠加后基线变得平稳。

现,即便于使用者根据自己实验的特殊需要修改扩充,又兼顾了运行速度。曾运用于瞳孔实验及其他一些实验,效果满意。

参考文献

- [1] 张世英:《苹果-II BASIC 程序设计》,北京师范大学出版社,1985,397。
- [2] Allan Brockenbough, et al: *Online data*

processing in microcompute, U. C. Berkeley, 1982.

- [3] A. V. Oppenheim et al: *Digital Signal processing*, Prentice-Hall, Inc., 1975, 284.
- [4] 何振亚:《数字信号处理的理论与应用(下)》,人民邮电出版社,1983,44。
- [5] 孙复川等:《自动化学报》,1974,5(2),130。
- [6] Fuchuan Sun, et al: *Biological Cybernetics*, 1983, 48, 101.

[本文于1987年3月2日收到]