

IBM 型微机在视觉神经电生理研究中的一个应用

张维波 刁云程

(中国科学院生物物理研究所,北京)

提 要

采用 IBM-XT 微机及其外围硬件 Lab Master 对一项视觉神经电生理实验施行实时的数据采集、处理和控制。其中: Lab Master 中的 D/A 和 8255 型并行接口输出模拟量和数字量,控制一台图像发生器,产生不同的视觉图像刺激;用 Lab Master 中的计数器,计数一定时间内神经脉冲的个数,然后进行数据处理。

引 言

目前,通用微机正广泛应用于实验室研究之中。由于通用机有许多通用软硬件的支持,使它具有了多方面的功能。人们又可根据自己的需要编制特殊程序,具有很大的灵活性,因而显示出日益重要的作用。在视觉神经电生理研究中,绝大多数的视觉神经信号为等幅度的快速脉冲,其信息全部编码在脉冲速率在时域上的变化上。因此,通过计数器的计数便可提取全部信息。又由于神经细胞具有一定的随机自发放电(噪音),需要运用迭加方法提高信噪比。因此,要求有多次重复的不变刺激和同步记录,这是手工所难以完成的。为此,我们使用了一台 IBM 主机与其外围硬件 Lab Master 配合,控制一台视觉图像发生器,将产生的各种图像呈现给实验动物,同时用微电极引导动物视皮层神经元的活动。脉冲发放经放大整形后由 Lab Master 中的计数器进行实时采集,同时由主机连续读数得到速率的时间序列,然后进行迭加和简单的富里哀分析。这套系统使实验工作趋于定量化和自动化,使用效果较佳。鉴于国内用 IBM 型微机同时做实时数据采集、分析和控制实验的报道尚不多见,^[1-3]兹将系统的特点和工作原理介绍如下。

一、系统特点

1. 硬件功能强 Lab Master 板为美国 Tacmar 公司产品,含有两道 D/A、16 道 A/D、五个 16 比特的计数器组和一个 24 线并行接口,可以实现一机同时作多路控制和数据采集及处理之用,不再需要任何附加接口。

2. 软件编制简单、灵活性强 本工作程序全部使用 Basic 语言,控制、数据采集与数据处理之间不需要任何特殊连接,只要把地址码和控制字与相应的硬件部份及其功能搞熟悉就能得心应手地编制各种程序。又由于 Basic 语言在运行和编译时能诊断错误,使得调试和修改都很方便。即使对 Basic 不大熟悉的人,稍加摸索就能胜任编程工作。另外,Lab Master 配有一个软件包,含有各种功能的子程序块,可供高级语言调用。

3. 采集容量大、速度快 本工作用 Lab Master 中的计数器采集神经脉冲的发放数。一个计数器为 16 比特,一次可采集 65536 个脉冲。若把几个计数器串起来则采集数可更大。因此,可以作长时间的跟踪记录。本工作需要知道每一小段时间间隔内的脉冲数,即脉冲密度随时间变化的序列。为了不中断计数,CPU 每隔一段时间读一次计数器的值,最后这些值依次相减,即得到每段时间内的脉冲密度。这

一过程包括三个操作：①判断时间到；②将计数器中的值移入保持寄存器；③CPU 读数。Basic 经过编译后在不中断计数的情况下，两次读数的时间间隔可达 5 毫秒以下，采用汇编语言此值还可大大缩短，此间隔决定了脉冲密度序列曲线的精度，类似于 A/D 转换的采样周期，对研究神经发放的潜伏期、持续性和对速率在时域上的变化进行富里哀分析有重要意义。在容量方面，由于我们的主机内存为 512K，一次可连续读取单精度数据 10000 个以上，而传统的专用机如 TQ-19，其内存一般较小，对于一次扫描，若照顾间隔精度则扫描时间就要缩短。要想增加扫描时间，则要损失精度。（扫描时间=间隔×采样个数，后者由内存量决定）。另外，微机还有巨大的外存贮器，在高速的存贮速度下，可以迅速完成大量的数据采集，并且可以在计数器申请 CPU 中断的间隔期迅速完成一定的数据处理工作，并可及时进行屏幕显

示和结果打印，使传统专用机相形见绌。

4. 通用性强 本系统在不进行工作时，IBM 微机及其打印机可作为一套完整的微机系统用于其他场合。有 IBM 微机的实验室配上一块 Lab Master 板即可进行数据采集和控制，实现了一机多用。

二、系统工作原理

利用 Lab Master 的两个 D/A 和并行数字接口，将模拟量和数字信号输入到一个视觉图形发生器上，使它在一定的时间内产生一定的图像，并显示在被麻醉的动物面前。神经脉冲由微电极引导经一系列放大整形后变成标准的 TTL 脉冲信号，最后输入到计数器。计数器与刺激同步地开始计数。本系统用一个计数器计数，用其它几个计数器控制定时。并行接口也接收由图形发生器产生的 TTL 同步信号指示特定的图形运动。整个系统框图见图 1。

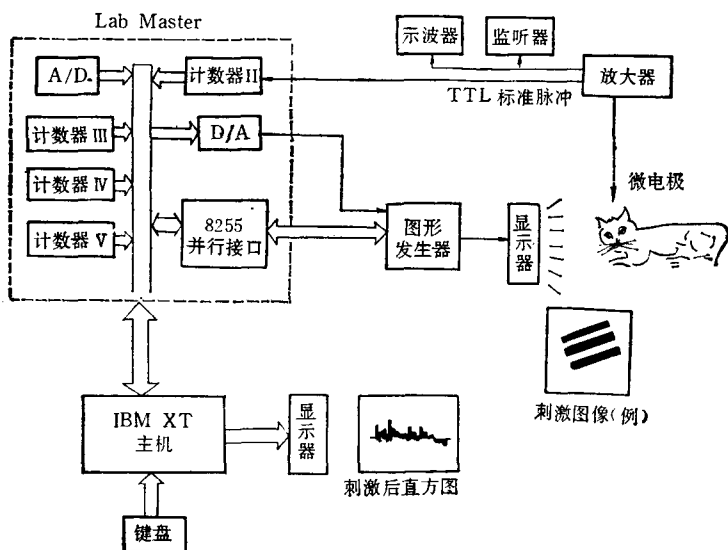


图 1 系统框图

三、程序工作原理

1. 往主模式寄存器中写指令，选择时钟分频频率、数据传输方式和输入数制等；把所有要用的计数器都置好初始状态。一个计数器逻辑组由一个计数器、一个指令寄存器、一个放初值的装载寄存器和一个放结果的保持寄存器组

成。置初始状态就是给指令寄存器和装载寄存器赋值，以确定计数源、计数方向和初始值等。可采用自动循环赋值或由指针寄存器指定赋值，这也由主模式的指令决定。

2. 记录刺激前的自发放电，由计数器 II 计数，计数器 III 定时，定时为 1 秒。

3. 给刺激：由 D/A 写一个电压值输出到

图形发生器中控制对比度的外部接口上,使事先调好的一个光栅图像以一定对比度呈现出来;同时,将一个视觉生理刺激参量——光栅的取向值($0^{\circ}\sim 360^{\circ}$)转变成 10 比特的数字信号,然后由 8255 并行接口输出到图形发生器的取向外部接口上,使光栅呈一定取向,同时计数器 II 开始计数。相继地每 10 毫秒(或其它值,由计数器 IV 定时)将计数值移入保持寄存器中,再由 CPU 读数。由于每次转移和读数都不中断计数,新转移的值不断将保持寄存器中的旧值覆盖,一直到完成规定的次数,故每次读数都是从开始计数到读数时的累积值,需作一次减法运算才能转换成每 10 毫秒的脉冲数。另外,因为 IBM 数据总线为 8 比特而寄存器都是 16 比特,故赋值和读数都分为两步,即先作低 8 位比特后作高 8 位比特。读数值为 BCD 进制,需用一个函数转换成十进制数。

4. 记录一定次数后,停止计数和刺激,由计数器 V 延时并作部分数据处理,等待神经系统恢复。

5. 改变刺激参量(例如光栅取向),重复 2、3、4 步。待全部刺激参量作完后,再回到第一个刺激参量进行第二次循环,一直循环 N 次(作 N 次迭加)。

6. 进行数据处理:对于每个刺激参量,将各次循环中同一时间间隔内的发放速率减去各次的自发速率后分别进行迭加,得到脉冲密度序列直方图,通过屏幕显示出来。我们采用产生随机数的方法使不同刺激参量的刺激在各次循环中出现的次序是随机的,再经过迭加,使每个参量刺激基本作用在相同的生理状态下,有效地减小了系统涨落的影响,这种方法国外叫作复直方图法 (Multihistogram Method)^[4]。最后,将数据移存到软盘中和进行结果打印。

(上接第 316 页)

参 考 文 献

- [1] Matsubara, H. et al.: *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 1969, **35**, 175.
- [2] T. Y. Liu, et al.: *J. Biol. Chem.* 1971, **246**, 2842.
- [3] B. A. Lang, et al.: *Experientia*, 1979, **35**(3), 316.

讨 论

本系统的最大优点就是刺激参量与反应之间的精确定量和完全的、可多次重复的计算机操作。它的适用性并不限于视觉神经电生理的范围。例如,只要把刺激器改为听觉刺激器,刺激参量改为频率或方向,就可完全类似地进行听觉中枢的单细胞研究,也可由 A/D 采样进行各种慢电位的研究和波形分析,还可以进行动物行为的训练等等。但使用这一系统也有个条件,就是刺激器要有可从外部用模拟量或数字量进行控制的接口,即应能与计算机联机,否则,将不能作到完全自动化。

最近,IBM 机以及国内的同类机如长城 0520 和 DS-PC 等在国内越来越普及,价格也较便宜,使用单板机的控制由于不能同时进行复杂的计算处理而具有很大的局限性;对于非实时的磁带机记录加计算机采集,由于没有同步的刺激控制以及不能迅速反馈采集处理结果,无法与实时的微机采集-控制系统媲美;就微机来讲,一度流行的 APPLE-II 型微机除了内存小速度慢外,配套的软硬件也已很少发展,处于被淘汰地位。由此看来,兼有多路采集和控制以及高速计算和迅速反馈功能的 IBM 系列微机及采集板构成的实时采集-控制系统实为未来实验科学研究之利器。

本工作得到国家自然科学基金和中国科学院研究生基金的支持。

参 考 文 献

- [1] 陈洪文等:《生物化学与生物物理进展》,1984,(4), 50.
- [2] 余敏忠:《生物化学与生物物理进展》,1985,(6), 66.
- [3] 陈俊强:《生理科学进展》,1986, **17**(1), 66.
- [4] Henry, G. H. et al.: *Vision Res.*, 1973, **13**, 1771.

[本文于 1987 年 6 月 29 日收到]

- [4] 赵宗建:《氨基酸杂志》1987,, 总第 33 期, 21.
- [5] 张今,赵宗建:《高等学校化学学报》1985, **6**(4), 376.
- [6] *Instruction Manual for the Model 835 Highspeed Amino Acid Analyzer*, Hitachi Ltd., Tokyo Japan, 74. 1979.

[本文于 1987 年 7 月 8 日收到]