

操作式条件反射自动监测系统* 1)

管林初 姚力 唐鹏威 陈聚瑜

中国科学院心理研究所

北京师范大学无线电系

操作式条件反射是在条件信号呈现后,通过有机体自身的某个特定的操作行为而获取食物或回避有害刺激的反射活动。由于操作式条件反射需要动物自身去寻找出一个适当的反应,因此,这种反应便具有一定的主动性。

半个世纪以来,传统的斯金纳箱在动物的简单的联想学习或条件作用的研究中曾起过积极作用。并且,直到今天,它在神经科学的各个领域,特别是在生理心理学、动物行为学和神经药理学等学科的研究中继续发挥其应有的作用。但是,传统的斯金纳箱在每次实验中只能观察一只动物的行为反应。最近,我们成功地改进了斯金纳箱的实验控制和记录系统,可利用Basic语言进行人机对话,不但操作方便,而且提高了实验数据的精确性和可靠性。在实验程序的控制下,该系统能自动呈现信号和刺激。并且,同时能够监测和记录5只动物的操作性的行为活动。待实验结束后,该系统的打印机便分别将每只动物的实验数据全部打印出来。现将其主要性能、工作原理和使用方法简介如下:

一、主要性能

本系统是由实验箱(20×20×30厘米)和以单板机为主体的实验控制台所组成的。在实验箱的一侧壁的上方设有一白炽指示灯作为条件刺激;在指示灯正下方离箱底约5厘米处设一反应键;箱底为电栅板与电刺激电路连接(图1)。以电刺激作为无条件刺

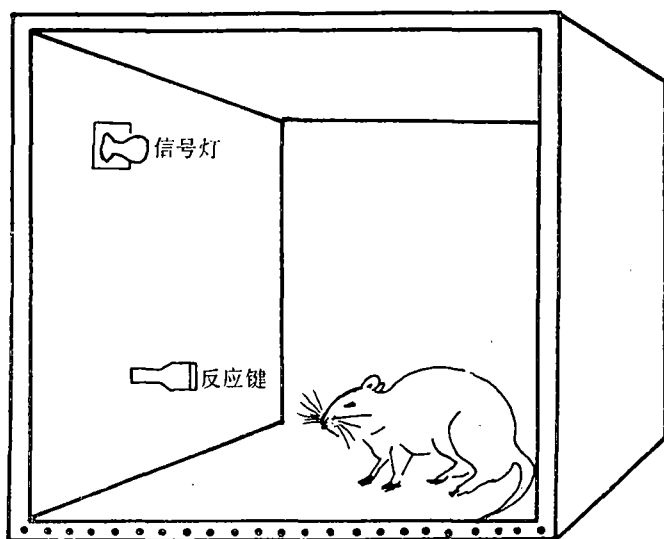


图1 操作式条件反射实验箱

* 本系统的实验箱是由中国科学院心理研究所附属工厂的刘秉才、郑鸿祥和程革等同志协助制作的,向他们深表感谢。

1) 本文于1986年3月16日收到。

激,电刺激电路可以给出0.3—2.2毫安的恒定电流刺激(可调)。

实验控制台主要由BCM-81单板机配以录音机、打印机和接口控制电路(图2)组成。

逐步训练动物在灯光信号呈现时学会立即作压杆反应而回避电击。在实验时,该系统在自动呈现刺激和记录反应之间存在着如下几种情况(图3)。

1. 当灯光信号呈现在 T_3 秒钟以内(可按实验要求事先设定),动物立即作压杆反应,作为正确反应。从灯光信号呈现至动物反应的这段时间称为潜伏期(incubation period, IP);

2. 当灯光信号呈现 T_3 秒钟以后,动物仍不作压杆反应,则立即自动呈现电刺激

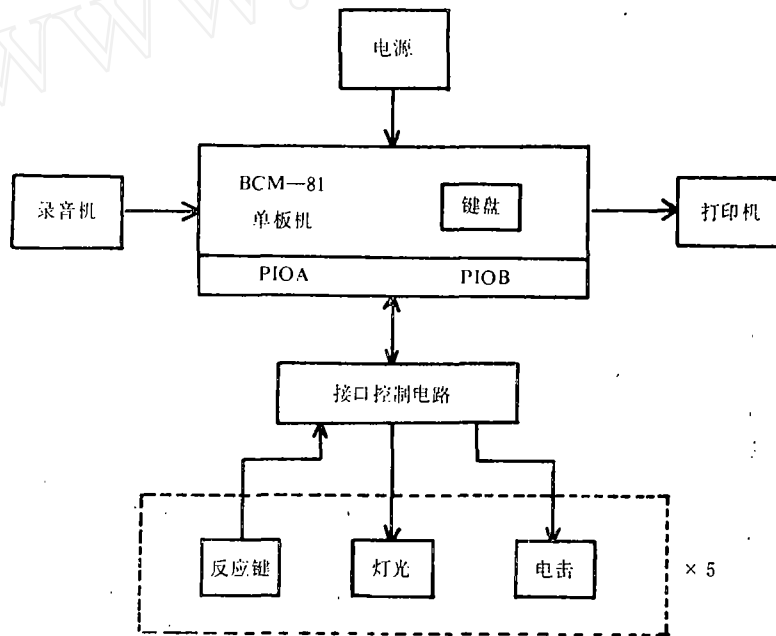


图2 操作式条件反射自动监测系统框图

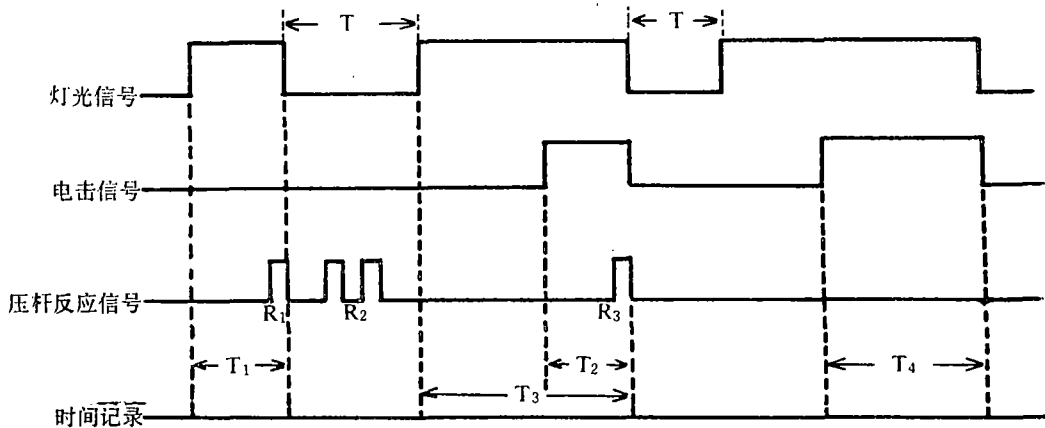


图3 刺激和反应的信号图

注: T_1 :潜伏期 T_2 :反应时 T_3 :呈现灯光信号时间 T_4 :呈现电击信号时间
 T :实验间隙 R_1 :正确反应 R_2 :错误反应 R_3 :电击反应

(T_4)。这时,灯光信号和电刺激叠加在一起,两者同时呈现。电刺激所呈现或持续的时间也由实验者事先设定。若动物在受电击后作压杆反应,则灯光信号和电刺激同时消失。从灯光信号的呈现至电刺激后动物作压杆反应的时间称为反应时;

3. 当灯光信号呈现 T_3 秒钟后,以及电刺激呈现 T_4 秒钟以后,如动物仍无压杆反应,则灯光和电刺激便自动消失,称为无压杆反应;

4. 在每两次刺激之间有短暂的时间间隙,为了避免由于每次固定的时间间隙可能会造成动物作习惯性的压杆反应或产生期待反应,故将信号之间的时间间隙 T 的长短,事先由使用者按随机数值设定。如动物在信号间隙时间内(灯光信号呈现前)作压杆反应,

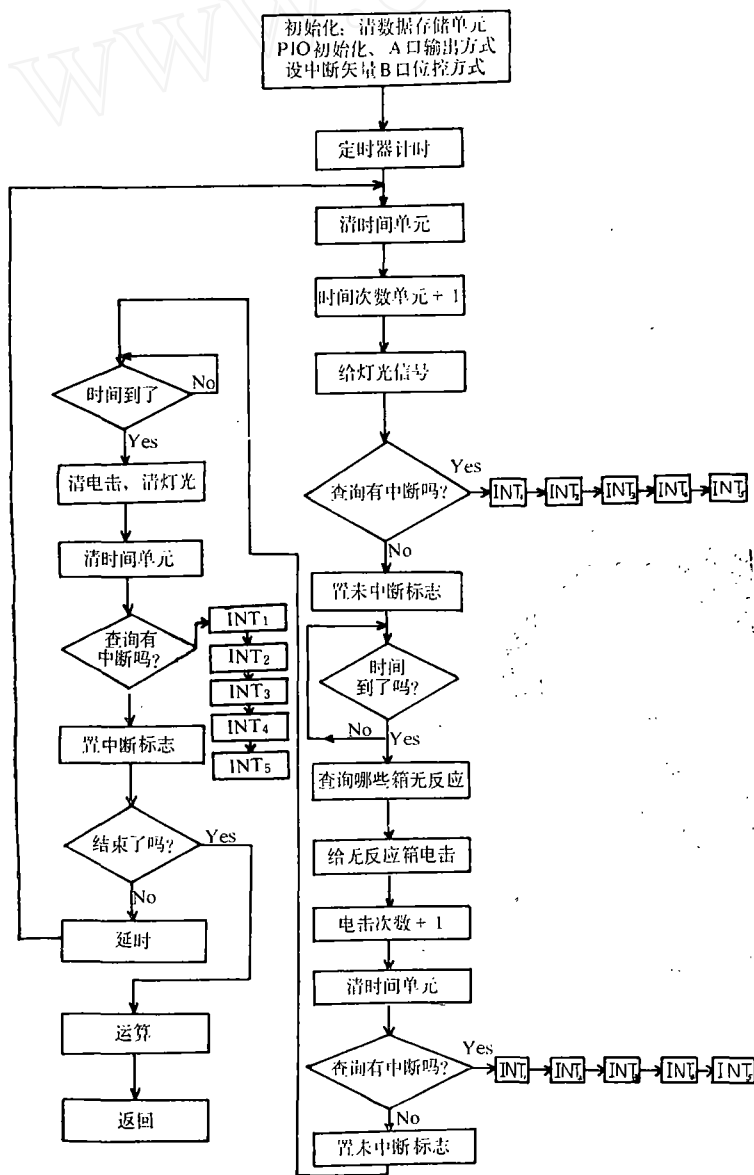


图 4 汇编程序的框图

注: $INT_1, INT_2, INT_3, INT_4, INT_5$ 分别为实验箱服务子程序

则作为错误反应。

二、工作原理

本实验系统选用BCM-81单板机,采用Basic语言和汇编语言。用Basic语言控制输入参数和输出实验数据;而用汇编语言对实验信号和时间进行控制。因此,可利用Basic语言进行人机对话。使操作简便,便于不熟悉计算机的实验人员使用(图4,5)。

为了测量时间参数,使单板机的计数器定时器电路(CTC)按计数器方式工作。设置一个时间单元,每10毫秒发出一个脉冲,申请中断。然后,在中断程序内让时间单元加一,作为计数器电路的基数(图6)。

由于计时采用了中断方式,为了避免中断排队,主程序采用查询方式。首先设置一个中断申请单元,该单元每10毫秒在中断服务程序内采集一次键反应线上的状态,以确定哪一个实验箱有反应,需要进行处理。在实验箱的每个服务程序中,相应设置一个中断标志单元。如果处理完该实验箱的控制,就将该单元置中断标志(FF)。在此标志下即使键反应线上还有信号均不再进行处理。这是考虑动物压杆的时间可能大于10毫秒。用这样的方法,每10毫秒采集一次反应键的状态,就不会把动物的一次压杆行为反应采集多次而造成错误。

单板机与接口电路以及实验箱之间是用并行输入输出(PIO)联系的。具体分配如下:

三、使用方法

1. 利用录音机将储存在磁带内的汇编程序和Basic程序输入到单板机的内存贮器中;
2. 启动打印机;

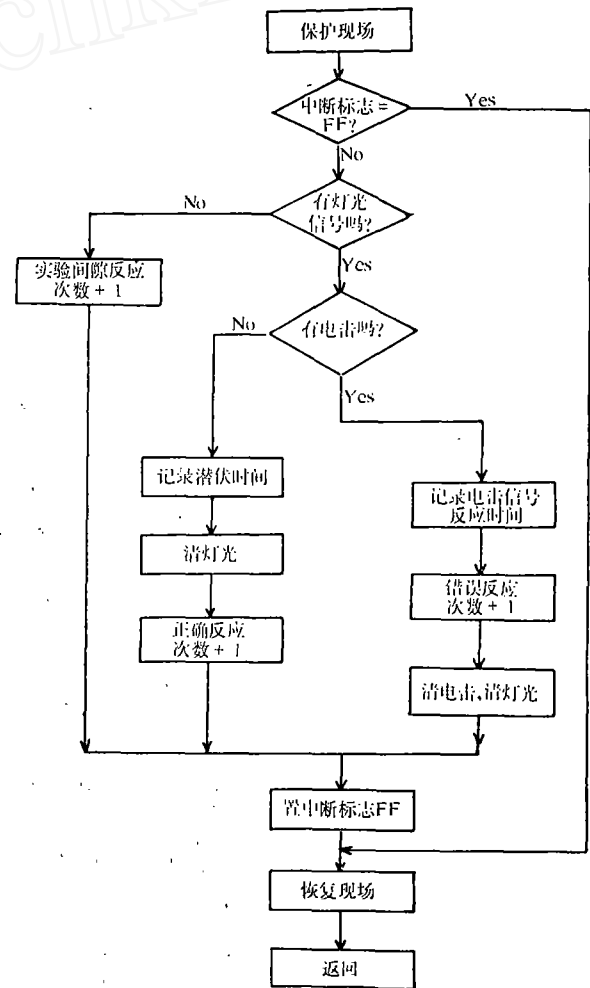


图5 实验箱的服务子程序

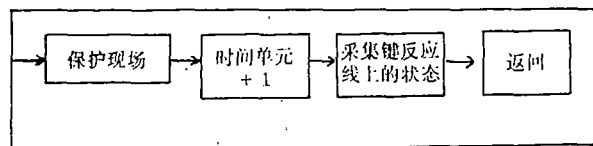
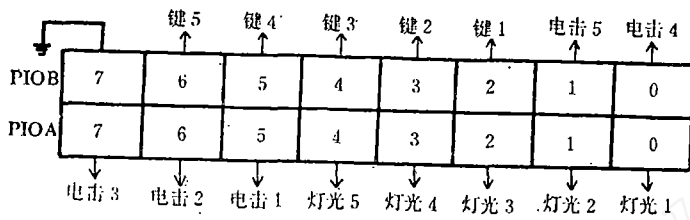


图6 定时器中断服务程序框图



3. 执行程序: 按 [R] [U] [N] [CR] 键, 便开始执行程序。这时, 单板机液晶显示部分将陆续显示要求使用者输入的项目。这些项目包括:

- (1) 运行所有的实验箱或其中哪几个实验箱;
- (2) 共观察或训练多少次(实验次数);
- (3) 每次的实验间隔时间;
- (4) 灯光信号的呈现时间;
- (5) 电刺激的持续时间。

其格式如下:

当实验者将语言程序输入该监测系统以后, 该系统经正常运行后即显示OK的信号, 以表示一切准备完毕。此时, 如命令该系统执行程序, 便能自动用英文显示如下内容:

这是大白鼠的学习和记忆实验

(THIS IS AN EXPERIMENT OF LEARNING AND MEMORY IN RAT)

..... * * * *

希望运行的实验箱(RUN EXPERIMENTAL BOX)

1—RUN; 0—NO RUN

第一实验箱(BOX 1): &(I):

第二实验箱(BOX 2): &(I):

第三实验箱(BOX 3): &(I):

第四实验箱(BOX 4): &(I):

第五实验箱(BOX 5): &(I):

以1表示实验箱运行, 则0表示实验箱不运行。因此, 如果实验者要想运行哪一个实验箱, 便在相应的实验箱的方格内输入1, 不需要运行的实验箱则输入0。

接着, 该系统要求实验者输入如下三个参数:

(1) 实验次数(EXPERIMENTAL TIMES, N:);

(2) 灯光信号的呈现时间(LIGHT SIGNAL TIME, L:);

(3) 电刺激的持续时间(ELECTRICAL SHOCK SIGNAL TIME, E:).

上述的3个小方格内, 由实验者根据实验要求分别输入适当的参数。

4. 程序执行完毕后, 该系统便开始观察和监测动物的行为活动。待全部实验结束后, 打印机将按所运行的实验箱的次序分别打印出如下的实验结果。

.....实验结果(PRINT RESULT).....

(1) 潜伏期(INCUBATION PERIOD, IP);

(2) 反应时(PEACTION TIME, RT);

(3) 错误次数(NUMBER OF WRONG REACTION, NWR)。

* * * 第一实验箱(BOX 1) * * *

| 实验次数(N) | 潜伏期(IP) | 反应时(RT) | 错误次数(NWR) |
|---------|---------|---------|-----------|
| 1 | ... | ... | |
| 2 | ... | ... | ... |
| 3 | ... | ... | ... |
| . | . | . | . |
| . | . | . | . |
| . | . | . | . |
| . | . | . | . |
| . | . | . | . |
| . | . | . | . |
| 12 | ... | ... | |

最后,该系统总结性地打印出如下 7 个数值:

- (1) 正确反应率(RATE OF THE CORECT REACTION:… %);
- (2) 错误次数(NUMBER OF WRONG REACTION:…);
- (3) 错误反应率(RATE OF WRONG REACTION:… %);
- (4) 电刺激次数(NUMBER OF ELECTRIC SHOCK:…);
- (5) 电刺激率(RATE OF ELECTRIC SHOCK:… %);
- (6) 无反应次数(NUMBER OF NO REACTION:…);
- (7) 无反应率(RATE OF NO REACTION:… %).

四、结束语

由于该系统分别与 5 个体积及内部结构相同的实验箱连接,于是可同时观察 5 只实验动物的行为反应。因此,消除了人为的操作性误差,便于作同组实验动物的对比研究。此外,由于本系统是按照固定的程序运行的,所以,操作简便。并且实验者可以按照具体的实验要求设定实验条件。本系统的实验次数可从 1—48 次任意调节。而灯光信号的呈现时间、电刺激的持续时间和每两次刺激信号之间的时间间隔均可从“1—256”之间任意调节。此外,当实验者将上述各项参数输入后,实验者可以离开实验室,本系统可以自动监测动物的行为反应。所以提高了实验的灵活性和精确性。这就为研究动物的学习和记忆等高级机能活动,以及为筛选影响中枢神经系统和行为活动的神经—精神药物并研究它们的作用机制提供了新的条件。若将汇编程序和 BASIC 程序固化在 EPROM 中,则不必用录音机将磁带中的程序输入到该系统中,使用将更加方便。