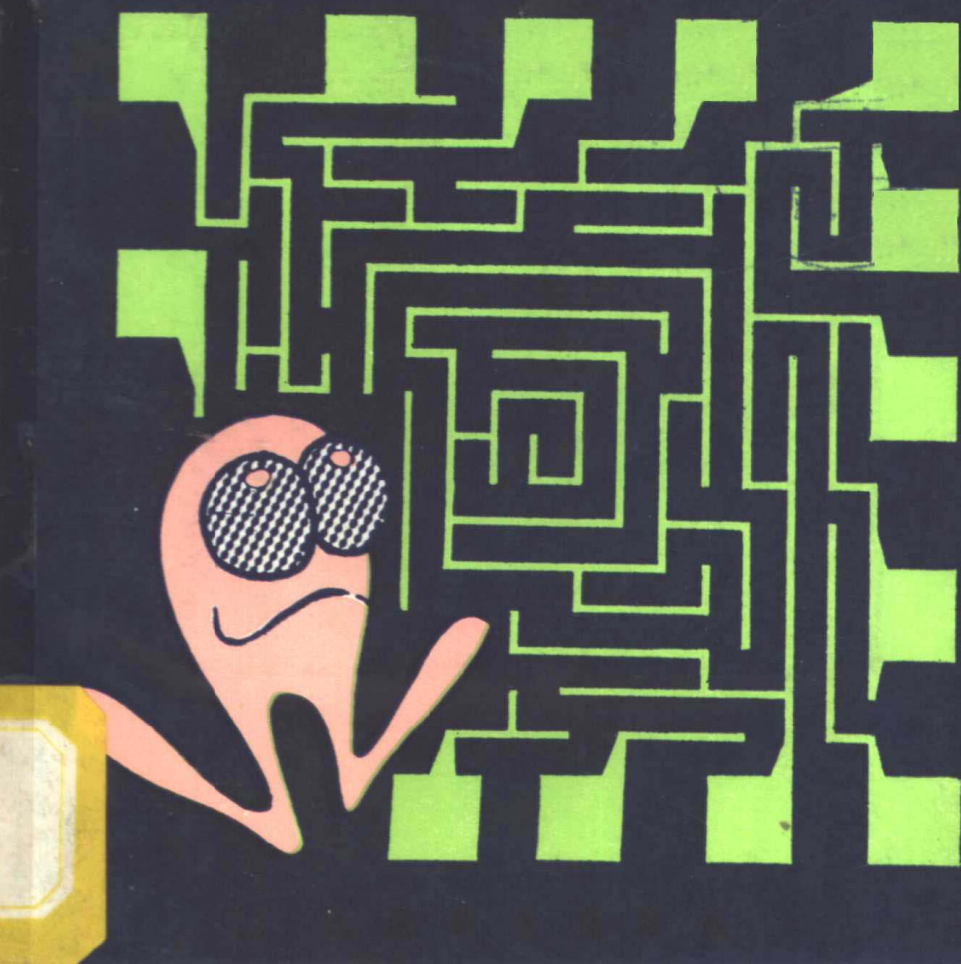


微处理器控制的 电子游戏



微处理器控制的电子游戏

W.H. 布赫斯班 著
〔美〕 R. 莫 罗
安 中 译

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书通俗地讲述了微处理机控制的电子游戏的基本工作原理和实用知识,包括电子游戏基础、电视图像参数、图像效果、电子游戏的音响效果、微处理机基础、程序编制、程序存储技术、微处理机在游戏机中的应用、设计实例、手持式及盘式游戏机、典型电视游戏机和游乐场式游戏机、检修技术等十二章。

本书可供使用、维修、设计电子游戏机的技术人员和广大无线电爱好者参考。

微处理机控制的电子游戏

[美] W.H.布赫斯班 著
R. 莫 罗

安 中 译

责任编辑:高坦弟

人 民 邮 电 出 版 社 出 版

北京东长安街27号

北京第二新华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各 地 新 华 书 店 经 售

开本: 787×1092 1/32 1988年7月 第 一 版

印张: 10 页数: 160 1988年7月 北京第一次印刷

字数: 227 千字 印数: 1—14 000册

ISBN 7-115-03577-6/TN·011

定 价: 2.50 元

译 者 的 话

本书1979年初版书名为《电子游戏》^①。作者布赫斯班博士在美国电子工业界工作多年，曾取得若干项发明专利。莫罗博士是曼哈坦学院电气工程系副教授，从1973年起开始参与微处理机研究。本书简介可参见著者前言。

电子游戏机设计、制造在国内刚刚开始，家用游戏机尤其少见。书中提到的各种游戏机名称国内没有统一的译法。我按一般译名规则处理，有意译意，无意译音。为了便于使用时参考，书后附有游戏译名对照表。

书中FCC法规之类美国色彩的内容对中国读者也有一定参考价值，故未删改。

原文中意指电视图像用的名词很多，译文统一译成两个，一是图像，泛指屏幕上出现的整个黑白/彩色画面，一是图形，特指电视游戏中能活动的人形、动物、飞机、导弹、妖精等等。读者可在阅读时注意。

我要感谢曾在电子学或英语方面指导过我的老师们，是他们使我有能力译成此书；尤其是北京联大自动化工程学院的庄琴生同志，他审阅了我的译稿，提出许多宝贵的修改意见。

译文中不妥之处请读者指正。

安 中

^① ELECTRONIC GAMES McGraw-Hill, 1979.

前 言

自1979年电子游戏机问世以来，其多样性和复杂性已今非昔比。虽然本书仍是这方面唯一的技术性书籍，但已出版了大批书籍指点玩电子游戏的人如何提高技巧。各色各样走红一时的电子游戏机现在已唾手可得；电子游戏同其他户内户外运动一样，成了我们日常生活的一部分。

若干电子技术专业领域构成了电子游戏机的技术方面。黑白电视和彩色电视基本原理必须与数字显示技术相结合，而更重要的是要与微处理机知识相结合。对电子学并不陌生的工程师、学生、技术员和内行的业余爱好者在本书中会找到所有必要的信息资料，以设计、编程、保养检修各类电子游戏机。

这本书第一次谈到了各类电子游戏机的技术方面，涉及类型由手握式到盘式、游乐场式电视游戏机。各章节简捷明晰地谈到了电子游戏机的每个基本方面，着重介绍用于目前和未来电子游戏机的实用技术。依据得自主要电子游戏生产厂商的维修资料情报，我们充分讨论了典型的软件和硬件，并附有大量图表。

本书首先用方框图讲述电子游戏机基础知识，侧重基本电路功能。黑白电视和彩色电视基本电路的电视图像参数在第二章中讨论，游戏机用的特殊图象效果见第三章。能产生游戏中这些重要效果的音频电路和专用电路是第四章的讨论的内容。接下来的四章中谈微处理机、编程、程序存储和微处理机在电子游戏机中的应用。第五到八章向读者介绍微处理机的工作方式，以及如何为微处理机编程以产生变化无穷的电子游戏。

第九章介绍了典型电子游戏机的设计步骤,第十、十一章则通过主要制造厂商的产品,分别列举最常见的手持式、盘式、游乐场式电视游戏机实例。本书的最后一章谈了检修技术,专用于检修从最简单到最复杂的微处理机控制的电子游戏机。

我们希望,本书读者会像《电子游戏》一书的读者一样,发现这十二章确实已将电子游戏机的技术资料收录无余,因为我们既强调了基本原理又强调了实际电路,软件、硬件并重。我们深信,固然电子游戏机设计的发展很快,但本书在未来的许多年中是不会过时的。

沃尔特·H·布赫斯班

罗伯特·莫罗

目 录

第一章 电子游戏基础	1
1.1 游戏概述	1
1.2 电子游戏机框图	5
1.3 控制器	8
1.4 显示器	9
1.5 潜在的问题	10
第二章 电视图像参数	12
2.1 电视接收机的基本功能	12
2.2 黑白显像管基础知识	15
2.3 行扫描和场扫描	18
2.4 黑白视频信号	20
2.5 同步	22
2.6 彩色显像管	24
2.7 彩色电视信号	28
第三章 图像效果	32
3.1 电视游戏机框图	32
3.2 固定图形显示电路	36
模拟法	36
数字法	40
3.3 活动图形显示电路	45
模拟法	45
数字法	46
3.4 彩色显示电路	48

3.5	特殊显示效果	50
3.6	典型显示电路	53
3.7	显示电路检修	55
第四章	电子游戏的音响效果	58
4.1	音响合成方法的基本概念	59
4.2	产生音响效果的特殊电路	62
4.3	电视游戏用的特殊音响效果	70
4.4	会说话的游戏机	78
第五章	微处理机基础	82
5.1	引言	82
5.2	微处理机基本结构	84
5.3	子程序	88
5.4	微处理机执行一示例程序的过程	90
5.5	微处理机与I/O接口	94
5.6	微处理机专用控制信号及操作	96
5.7	微处理机示例——8080	100
第六章	程序编制	104
6.1	程序编制引论	104
6.2	流程图	108
6.3	8080微处理机指令系统	113
	数据传输类指令	115
	算术运算类指令	124
	逻辑运算类指令	127
	转移类指令	131
	堆栈、I/O和机器控制类指令	136
6.4	程序编制示例	139
	例1: 电子骰子游戏	141

例 2: 通用时间延迟	146
6.5 软件排除故障方法	148
第七章 程序存储技术	154
7.1 引言	154
7.2 半导体存储器: ROM和RAM	158
7.3 微处理机存储器接口及寻址技术	162
7.4 在磁带上记录数字数据	167
在未经调制的盒式录音机上记录数据	170
在磁带上直接记录数字	172
7.5 微处理机与磁带I/O装置接口	174
第八章 微处理机在游戏机中的应用	184
8.1 微处理机光栅扫描恢复技术	184
8.2 硬件-软件折衷方案	196
操作杆接口	197
键盘接口	199
数字扫描	203
软件UART	206
8.3 微处理机视频效果控制	208
8.4 音响效果	218
第九章 设计实例	225
9.1 导弹攻击—手持式微处理机控制的电子游戏机	225
9.2 二十一点——五脏俱全的微处理机控制的电 子游戏机	238
第十章 手持式及盘式游戏机	260
国际象棋擂台主	260
奥秘娱乐系统	262
电子军棋	263

超级西蒙	265
奥德赛	266
探宝	268
预言家	269
垄断游戏之王	270
第十一章 典型电视游戏机和游乐场式游戏机	272
阿塔利®电视计算机系统™5200™游戏机	273
“慧眼”	274
柯里柯维森电视游戏机系统	276
便携的游乐场式游戏机	277
“波科南宇宙王国”	279
“小灵精”	281
“青蛙过河”	282
“萨松宇宙城堡”	283
第十二章 检修技术	286
12.1 基本检修技术	286
12.2 用于电子游戏机的现象-功能技术	289
12.3 电子游戏机用的信号-寻迹技术	294
12.4 用于电子游戏机的电压-电阻技术	301
12.5 电子游戏机中的更替技术	303
12.6 电子游戏机最常见的故障	305
12.7 间发故障和隐蔽的故障	308
附录 电子游戏译名英中对照表	309

第一章 电子游戏基础

1.1 游戏概述

电子技术在我們日常生活中的重要性在年复一年地增长。“电视”系统，顾名思义，是用电子技术扩大我们的视野。扩声系统或通信联络系统扩大了人声的范围，遥控系统延长了我们的臂膀。稍加思索你就会相信，在电子技术的一切应用场合，事实上都是人类借以增进、扩展或提高自身感知能力的手段。在设计、制造和检修所有这些电子装置时，我们必须对这些感知能力具备某种基本了解。在第二章解释电视图像的产生过程时，附带也简略地解释了人类视觉的某些特点。高保真音响技术爱好者都了解人类听觉的频率和动态幅度范围。在电子游戏机的设计中，某些视觉、听觉和操作技巧原则当然是重要的组成部分，但我们在下面将会看到，把电子技术应用于游戏时，必须要考虑到某些截然不同的全新方面。在开始研究本书的主题即电子游戏的技术方面之前，我们想极简单扼要地谈谈与电子技术无关的一些基本概念。

在我们的生活中，游戏占有非常特殊的地位。从社会学、心理学和文化的角度都曾研究过游戏。我们也从历史中了解到，游戏是一切文明、文化的重要组成部分。包括个人之间体力和智力对抗的游戏，在整个有文字记载的历史中始终存在着。我们还有充分的理由相信，住岩洞的野人也曾为了获得竞

技的乐趣而向目标投石、射箭。以这些游戏为乐的人们总可以分为游戏者和旁观者。旁观者假设自己就是游戏者，从而参加到了游戏中。即使在今天电视放送的足球赛中，观众也或者为屏幕上球员的精湛球艺而欣喜若狂，或者为他们的失误而沮丧。

现代一切已有的游戏可分为两大类。一类是体力或智力或两者兼备的竞技性游戏，其关键因素是竞技者间的对抗和取胜的需要。第二类是机运性游戏，其关键因素是游戏者对运气、直觉或某种特殊的、有魔力的东西的信从。在这类游戏中，目标也在于取胜。事实上，“取胜”是一切游戏共有的，正是这个关键因素产生了期待、兴奋、获胜的喜悦和失败的悲哀。游戏的这个共同因素，即触及感情的因素，也是电子游戏与电子技术所有其他用途之间的关键区别。电视节目或广播节目使我们感情激动，这与电子技术几乎无关，而主要取决于演播室发送给我们的内容。但在电子游戏中，是否触及感情至少部分地受游戏设计本身的影响。破天荒第一次，工程师得为情感反应而进行设计。

让我们考虑一下这个新的设计要求，在设计中，我们不仅要使调谐简便、图像清晰、色彩真实、声音还原真实、噪音低，等等，现在还必须使产品能对某些特定的人类情感具有吸引力。这类情感都包括哪些？我们的电子游戏必须具备哪些特点，才能唤起并随后满足这些情感？让我们不涉及心理学，简略地研究一下游戏的情感方面。

我们在前面说过，任何游戏的要旨都是取胜。无论我们是胜了一个对手还是胜了我们想像中的命运女神，或是在最新式的电子游戏中胜了计算机，不确定性都是个关键因素。如果事先知道了游戏的结局，不论是游戏者还是旁观者都会兴致索

然。如果你知道每个人会摸到什么牌，如果知道骰子会掷出什么点数，玩这游戏就一点意思也没有。这一点，即不确定性因素，是设计电子游戏的基本因素。对工程师来说，这是个新出发点，因为，工程师原是惯于按确定性进行设计的。

向电子游戏中引入不确定性因素的，可以是游戏者不稳定的技巧，也可以是游戏本身。手下功夫和脑力因人而异，而每个游戏者的技巧发挥得如何也时有不同。我们调整旋钮的敏捷程度，精力集中于图像显示的程度，对敌手对策的揣测——这一切造成了不确定性。在大部分游戏中，可以通过例如球的轨迹和速度之类的变化等，再引入些不确定性因素。

当游戏本身就具有不确定性时，比如机运性游戏，随机动作是用电路产生的。玩骰子的人掷骰子时有许多随机因素，诸如弹跳、速度、表面状态、相互碰撞等，从而产生了一个胜点或一个输点。随机性指事件出现的顺序不是预先安排的，是不可预料的。所发生事件的数目可以加以限制，诸如骰子是11，二十一点^①是52，但它们的发生顺序必须是随机的。在后面章节中我们将会看到，产生随机数并不象初想之下那么简单。只用2到12之间的数产生出一大串随机数，就像掷骰子游戏那样，需要细心地设计才能实现。

固然，不确定性可能是游戏中有关情感吸引力的主要因素，但还有两方面也是不可缺少的。所有游戏都要有游戏者事先同意的一定规则。有时这些规则复杂得非由评判人或裁判员来解释不可。我们只消想想连子棋的简单规则，并与棒球或国际象棋的复杂规则对比一下就会明白，不知道、不遵守规则，游戏干脆没法进行。在电子游戏中，游戏者当然是知道这些规

① 二十一点：一种赌博性牌戏。——译者

则的，但这些规则还必须是游戏自身的一部分。在本章后面部分中我们将看到，这些规则必须与随机因素一起，结合到电子游戏的控制电路中。在编有许多游戏程序的较复杂电子游戏机中，每个游戏的规则都占踞程序存储器的指定的部位。

“怎样得分”？这是任何旁观者和游戏者都急于知道的。游戏者必须知道得分，才好决定下步行动。在电子游戏中，需要掌握分数就意味着，必须有某种电路始终在记录每个游戏者的得分和失分行为。随后，这个信息还必须按特定游戏的相应格式显示出来。稍动脑筋你就会确信，记分电路必须以某种方式与“通晓”规则的电路相接。我们还意识到，记分电路需“知道”游戏的开始和结束时间。

对使用电视显示器的那些游戏来说，记分显示电路可能相当复杂。显示点、线和简单图形是一回事，而显示全套字母数字式符号，那得用复杂的电子电路。为了省事，大部分低档电视游戏机只显示七段线组成的数字，就象数字手表和袖珍计算器用发光二极管（LED）组成的那种常见的数字一样。看到电视屏幕上打出“YOU LOSE TURKEY”你就明白，复杂的微处理机控制的电子游戏已报出了你的得分。

总结一下这个简略的非技术性讨论，游戏设计师、电子工程师和技术人员这回是第一次必须考虑到使用者的情绪而不只是感觉。游戏规则和记分也是基本特点，是所有电子游戏共有的。电视观众相信电视屏幕上的动作代表客观实在。看足球赛时，我们至少当时相信自己是在体育场中。我们知道，确实发生了我们所看到的一切。一旦我们真的动了感情，就几乎可以感到那种紧张气氛，成了运动场上活动的一部分。触及感情这个因素对电子游戏能否成功来说，当然也是重要的。观众现在已成了在设法取胜的游戏者。我们已知道，结果的不确定性是

任何种类游戏的关键因素之一；或是游戏者自己的行为，或者电子游戏本身带有随机性的某些作用，这种不确定性必须是有保证的。

1·2 电子游戏机框图

图1·1中画出了任何类型电子游戏机的完整框图。你会注意到，游戏者也包括在其中。游戏者象电子游戏机一样，有输入有输出。在简化图中，输入是视觉，输出是手操作。游戏者看着游戏显示器，并据此通过操纵控制器采取行动。电子游戏机的输入包括游戏者在控制器上的动作，输出是电视屏幕。在游戏控制器和电视屏幕之间，是电子游戏机的真正心脏，即控制部分。我们在后面章节中会看到，这个控制部分中可以只含一块集成电路（IC），而在较复杂的电子游戏机中，它所包含的实际上是个小型计算机。

事实上，图1·1所示每个框中都有着丰富得多的内容。游戏者的输入不仅限于电视屏幕。游戏者可能听到声音的提示，也可能用自己的大脑这个非常复杂的计算机，以引用各条游戏规则。手的活动是游戏者的输出，可用于按键钮，也可以操纵一两个复杂的操作杆。游戏者为游戏增添了不确定性因素，敏捷程度、熟练程度和神经-肌肉反应时间等不过是其中几个。为了简单起见，图1·1只画了一个游戏者，但时常有好几个游戏者，他们或轮流操纵控制器，或使用各自的控制器，一争高下。

图1·1画出了一个闭环系统。这就是说，系统所有各部分必须适当地连接才能工作。对游戏者来说，如果显示得太快或太慢，太亮或太暗，这个系统就不能工作。如果控制器极难操纵或极易操纵，如果控制器过大或过小，如果它们不能适当地

控制显示器，这个系统同样也不能工作。我们在后面章节中会看到，在动作的速度和显示器能向游戏者显示的信息量方面，是有一定限制的。

大部分电子游戏机可以分为投币式的游乐场游戏机、盘式游戏机、手握式或电视游戏机。游乐场式游戏机和电视游戏机都用电视屏幕做显示器，但电视游戏机附带射频引线，这样就能接在任何家用接收机上；而游乐场式游戏机有自用的电视监视器。盘式和手握式游戏机一般用LED显示，但在游戏中，实际上是在一块板上移动棋子，就像下国际象棋那样。

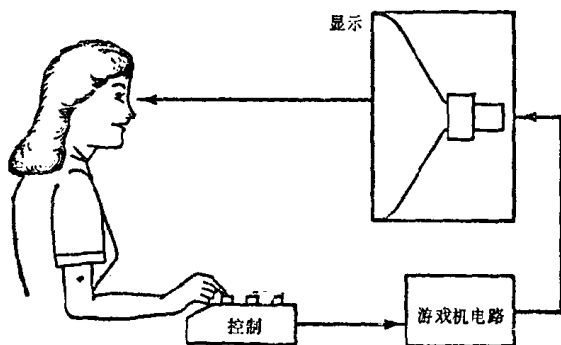


图 1-1 电子游戏机基本结构

图1-2是电视游戏机的基本框图。图上画出了两个游戏者，各有各的控制器，其信号发往控制逻辑部分。我们可以通过主控挑选要做的游戏类型并选择关键参数。几乎所有游戏都可以确定球的速度，球拍或球棒的尺寸，轨迹的类型，要在初级、中级还是高级水平上做这种游戏。主控的输出发往控制逻辑部分，即电子游戏机的中枢。根据复杂程度，这个控制逻辑可以是一单片的专用集成电路，也可以是带存储器和其它附加功能的微处理机。不论是哪种情况，来自控制逻辑的信号都送往显

示电路，并在那里转换成电视信号。这些电视信号随后经射频载波调制，送至天线转接开关。在第三章中将比较详尽地说明，看电视的人可以用这个转接开关选择通过天线接收电视信号，或接通游戏机发出的电视信号，然后通过一个闲置电视频道进行显示。用这种接法，电视机就可以不加修改地用作显示器。

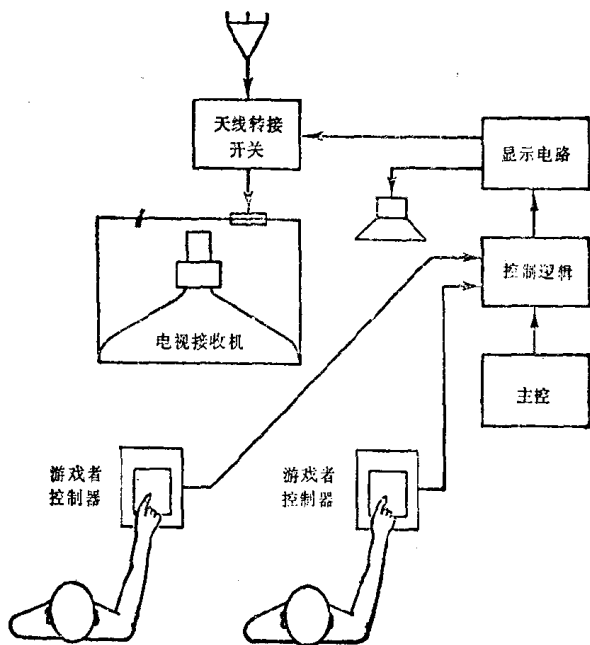


图 1·2 电视游戏机框图

电视游戏机与游乐场式或投币式游戏机的主要区别是，游乐场式游戏机的显示电路（见图1·2）激励一监视器。它没有射频输出也不用天线转接开关，电源开关由收币装置控制。

本书中较详尽地谈到了图1·2简略框图中的每种功能。本章谈游戏者控制器和主控，还有某些极常见的、不用电视机的显