



四色全彩

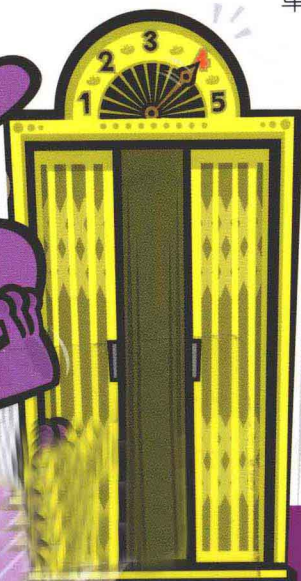


打开世界的遥控器：

解密顺序控制

〔日〕井出万盛/著

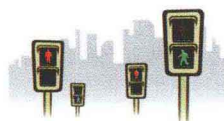
单美玲/译



给日常生活带来便捷的自动设备
是人类智慧的结晶，
电磁继电器和电子产品中
展现出的机械的“柔性”，
形象生动的自动控制程序设计机理，
让你一看就懂



科学出版社



打开世界的遥控器：

解密顺序控制

〔日〕井出万盛/著

单美玲/译



科学出版社

北京

图字: 01-2011-4285 号

内 容 简 介

在我们生活的世界中,各种各样的事物和现象,其中都必定包含着“科学”的成分。“形形色色的科学”趣味科普丛书,把我们生活和身边方方面面的科学知识,活灵活现、生动有趣地展示给你,让你在畅快阅读中收获这些鲜活的科学知识!

日常生活中不可缺少的洗衣机、空调,工业生产线上的自动化设备,高楼大厦里的电梯,十字路口的交通信号灯……带有自动控制功能的机器,就像现代社会的各种遥控器,在各个领域发挥着它们的作用。本书详细介绍了自动控制概要、顺序控制原理、电能和电信号的传递、电磁继电器、半导体、微型计算机等知识。你一定会喜欢上这个精彩纷呈的“控制世界”!

本书适合青少年读者、科学爱好者以及大众读者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

打开世界的遥控器:解密顺序控制/(日)井出万盛著;单美玲译.
—北京:科学出版社,2011

(“形形色色的科学”趣味科普丛书)

ISBN 978-7-03-031900-5

I. 打… II. ①井…②单… III. 顺序控制-普及读物
IV. TP273-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 144361 号

责任编辑:王 炜 赵丽艳 / 责任制作:董立颖 魏 谨

责任印制:赵德静 / 封面设计:柏拉图创意机构

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京美通印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 8 月第 一 版

开本: A5(890×1240)

2011 年 8 月第一次印刷

印张: 6

印数: 1—6 000

字数: 166 000

定 价: 32.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

“Sequence Seigyo” no Kihon

Copyright © 2010 Kazumori Ide

Chinese translation rights in simplified characters arranged with

SOFTBANK Creative Corp. , Tokyo

through Japan UNI Agency, Inc. , Tokyo

「シーケンス制御」のキホン

井出萬盛 ソフトバンク クリエイティブ株式会社 2010

著 者 簡 介

井出万盛

1951 年出生于日本长野县。现在为湘南工科大学及其附属大学的外聘讲师。电气学会正式会员，日本自动装置学会正式会员。著作有『「モータ」のキホン』(SOFTBANK Creative)，『全方向へ思いのままに ボールで動くロボットの製作』、『録音再生 IC を使った おしゃべりロボットの製作』(Power 社)『図解入門 よくわかる最新モータ技術の基本とメカニズム』(秀和 System) 等。爱好是安第斯音乐(民谣)、无伴奏演奏、小溪垂钓红点鲑等。

坂本纪子 (Design Studio Palette)

美术指导。

野边 Hayato

封面绘图。

保田大介 石仓麻妃 红谷桃衣 高山真季子 (株式会社 Jolls)

文内插图。



拥抱科学，拥抱梦想！

伴随着20世纪广域网和计算机科学的诞生和普及，科学技术正在飞速发展，一个高度信息化的社会已经到来。科学技术以极强的渗透力和影响力融入我们日常生活中的每一个角落。

“形形色色的科学”趣味科普丛书力图以最形象生动的形式为大家展示和讲解科学技术领域的发明发现、最新技术和基本原理。该系列图书色彩丰富、轻松有趣，包括理科知识和工科知识两个方面的内容。理科方面包括数学、理工科基础知识、物理力学、物理波动力学、相对论等内容，本着“让读者更快更好地掌握科学基础知识”的原则，每本书将科学领域中的基本原理和基本理论以图解的生动形式展示出来，增加了阅读的亲切感和学习的趣味性；工科方面包括透镜、燃料电池、薄膜、金属、顺序控制等方面的内容，从基本原理、组成结构到产品应用，大量照片和彩色插图详细生动地描述了各工科领域的轮廓和特征。“形形色色的科学”趣味科普丛书把我们生活和身边方方面面的科学知识，活灵活现、生动有趣地展示给你，让你在畅快阅读中收获这些鲜活的科学知识！

愉快轻松的阅读、让你拿起放不下的有趣科学知识，尽在“形形色色的科学”趣味科普丛书！

出场人物介绍

★ 青蛙：跳跳



本书的主角。擅长制作各种小玩意儿，对任何事物都抱有浓厚的兴趣。渴望着将来亲自制出具有划时代意义的产品。

★ 向导



老师

说起自动装置，没有胜过他的专家。虽然外表常被人说像，但本人看起来喜形于色。特别擅长思考自动控制的构造。



自动装置小伶

老师制作而成的，实际上是人工智能的小伶。爱好茶道，适合穿和服是这个缘故吗？讨厌思考困难的事情，希望做事情简便。

前言

围绕顺序控制的环境在这半个世纪之间发生了很大的变化。一个是因为半导体技术的进步,通过半导体可开闭电气电路。另一个是微型计算机的出现。

40年前的顺序控制是以电磁继电器开闭电气电路为主流。那个时期,基于半导体的无触点继电器被开发出来,且迅速地引入到顺序控制中。而且,微型计算机的出现使小型轻量的顺序控制器得以实现,进而发展到引用到家电产品。现在,无触点继电器或微型计算机内置的 PLC(可编程逻辑控制器)活跃在新的机器里。

说顺序控制的技术实际上被浓缩在微型计算机中也不为过。微型计算机是考虑顺序时必不可少的存在。最近微型计算机用的程序可简单地形成,实现了低价格的 PLC。而且,顺序控制不仅是应用在自动装置或生产线等产业界,在身边的场所也会看到很多,如自动贩卖机或自动洗衣机、电灶或电饭锅等。

顺序控制中,有使用电磁继电器的电力领域与使用微型计算机或个人计算机的电子电路或软件领域,掌握两个领域后才可以看到全局。本书使用电磁继电器或逻辑电路来讲解顺序控制的基础,对基于半导体的顺序控制的技巧进行思考,且对使用微型计算机的顺序控制进行讨论。最后也介绍基于 PLC 的控制技术的基础。也就是说,从顺序控制的实务基础到微型计算机或 PLC 的基础技术,广泛的视点进行捕捉且整理,从而可把握顺序控制的概要。

如果本书能够被各位年轻技术人员用作拥有新目标的入门书来有效利用,我会感到幸福。而且,本书如果有助于磨炼制作的感性,没有比这更令人愉快的事情了。

井出万盛





解密 顺序控制

目 录

第 1 章 自动控制的概要与顺序控制

001	机械的自动操作称为自动控制	002
002	自动控制中有开路和闭路	004
003	自动控制因顺序控制与反馈控制成立	006
004	也有很多不使用电气的顺序控制	008
005	路灯的自动亮灭通过光传感器操作	010
006	防盗用感应灯在只变暗的情况下并不点灯	012
007	电动屏的控制通过按键开关进行	014
008	信号机是时间经过后会转换的时限控制与条件控制的 组合	016
009	汽车的雨刷器是时限控制 + 位置控制	018
010	通过条件控制合理运行的电梯	020
011	自动洗衣机通过微型计算机进行顺序控制	022
012	自动贩卖机是箱状的自动装置	024

COLUMN 活动偶人通过顺序控制活动

026

第 2 章 电气能量的传达与电气信号的传达

013	现在正是电气顺序控制时代	028
014	开关控制电气电路的开闭	030
015	电磁继电器上绝缘的电磁石电路和开关	032
016	电磁石的电路和灯泡的亮灯电路共享电源	034
017	能量微小的电气信号(信息)通过光传达	036
018	顺序控制的命令通过开关输入	038
019	大电流的控制通过电磁开闭器进行	040
020	管理时间是计时器的功能	042
021	计算数量是计数器的功能	044

022	被控制最多的机械是电动机	046
023	往返运动的控制通过制动器进行	048
024	感应器和开关对掌握周围情况的必要性	050
025	电灯或蜂鸣器会告知控制的状态	052
026	顺序控制由信息处理和驱动两部分构成	054

第 3 章 电磁继电器构成的顺序控制基本电路

027	程序控制电路的基本画法	058
028	用时序图记录机器运转的状态	060
029	电磁继电器的动作时间延迟现象	062
030	电磁继电器自我开启的“自锁电路”	064
031	自锁电路是电气信号的输入电路	066
032	根据开关不同电磁继电器有动作电路与复位电路(NOT) ..	068
033	基于常开触点的电磁继电器的动作有 AND 与 OR	070
034	基于常闭触点的电磁继电器的动作有 NAND 与 NOR ..	072
035	常开触点与常闭触点可形成不同步电路	074
036	使用互锁电路使其他的电路不运转	076
037	优先电路是电磁继电器按照优先等级高的顺序动作 ..	078
038	使用顺序动作电路来决定顺序后动作	080
039	计时器电路是时间等待装置	082
040	使用计时器电路的顺序动作电路也可指定时间	084
041	计数电路在计算脉冲信号后接通开关	086

第 4 章 基于电磁继电器的顺序控制的实际情况

042	大型直流电动机通过抑制电流起动	090
043	大型直流电动机使用起动电阻来起动	092



044	三相感应电动机的运转控制使用自锁电路	094
045	三相感应电动机的正逆转控制需要互锁	096
046	传送带的终端控制通过限位开关进行	098
047	Y 连接适合三相感应电动机的起动	100
048	三相感应电动机通过 Y 连接起动而通过 Δ 连接运转 ...	102

COLUMN 电源接合器或充电器变小

104

第 5 章 基于半导体的顺序控制的基本电路

049	晶体管有放大作用与开关的功能	106
050	使用二极管可形成逻辑电路(AND 与 OR)	108
051	使用晶体管可形成 NAND 或 NOR 电路	110
052	逻辑电路可由集成电路(IC)构成	112
053	组合逻辑电路可形成新的逻辑电路	114
054	触发电路有各种各样的种类	116
055	计数器可由触发电路制作而成	118
056	解码器将 2 进制转换为 10 进制	120
057	7 段 LED 通过专用解码器运行	122
058	编码器将 10 进制转换为 2 进制	124
059	基于 IC 的计时器可由计数器制作而成	126
060	半导体闸流管(SCR)是开闭电气电路的理想开关	128
061	固态继电器是无触点继电器	130

COLUMN 有通过电磁继电器形成的计算机

132

第 6 章 微型计算机与顺序控制

062	微型计算机的诞生使人们的生活环境为之一变	134
063	微型计算机用 5V 的电压运行	136
064	开路集电极输出低态有效	138
065	微型计算机无法直接驱动电磁继电器	140

066	微型计算机中附加着丰富的功能	142
067	计算机使用 2 进制或 16 进制	144
068	数据的输入输出通过程序来进行	146
069	微型计算机可控制小型直流电动机	148
070	流程图是编程的关键	150
071	编完的程序翻译成计算机语言	152
072	画图可形成目标程序	154
073	微型计算机也可进行反馈控制	156
074	顺序控制的数字输入输出绝缘后使用	158

COLUMN 阿波罗 13 号也装载着微型计算机

160

第 7 章 基于 PLC 的顺序控制

075	PLC 中内置微型计算机	162
076	顺序控制图迅速变身梯形图	164
077	编写梯形图语言的基本要点	166
078	PLC 内部专用继电器	168
079	将梯形图转换为助记符	170
080	计时器的基本为限时计时器	172
081	计数器里带有重置输入	174
082	PLC 带有数据存储器	176

COLUMN 电子血压计是一种顺序控制

178

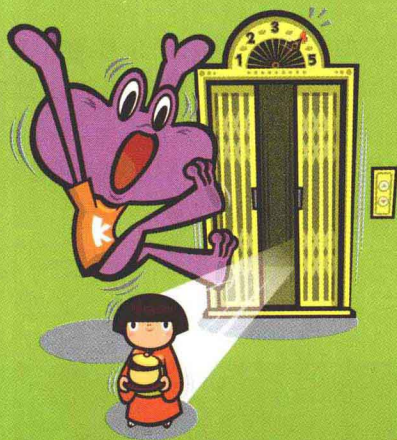
参考文献	179
------------	-----

第 1 章



自动控制的概要与顺序控制

本章要思考的是关于机械的自动控制，通过几个身边的自动控制的举例来理解“顺序控制”是怎样的控制。



人类是拥有以**五感**(视觉、听觉、嗅觉、味觉、触觉)为代表的感觉器官的动物,同其他生物一样,从周围环境中不断获取信息并对此进行判断从而采取行动。人类拥有的五感非常出色,能够以获取的信息为基础进行深度分析(适应情况的计算与推论),做出正确的判断并基于此采取复杂的对策。但是,人类也有很多不擅长的部分。例如,人类不能使出超出体力的力量,无法进行精密与快速的作业,也疲于应付一直反复重复的作业。

在这一点上,只要机械有动力就可以默默地重复相同的作业。将人类不擅长的作业交给机械正是机械自动操作的开始。

例如,想烤面包的时候,使用烤面包器(电热器)或电炉就可以边观察烤的状况来烤制面包。但这只不过是人类在**利用机械**。可汽车的驾驶是怎样的呢?汽车的驾驶是开动发动机、操作方向盘并用齿轮来调节速度和力量。通过驾驶汽车,人类的高速移动成为可能,并可以发挥出巨大的力量来运送大量的货物。这些并不仅是人类在利用机械,可以说人类在**控制机械**。

在刚才的烤面包器的例子中,装入面包接通开关,面包就会自动烤制好。这可以将其考虑为人类观察烤制状况的部分被**自动化**了。同时,打开汽车的电动窗开关,窗玻璃就会自动打开并最后停止。这可以将其考虑为手摇打开的部分被自动化了。机械这种能够自动完成人类进行的操作或作业的情况称为**自动化或自动控制**。



- 自动控制并不是单纯地利用或控制机械,而是指自动地控制机械

图1 机械的利用与控制



图2 所谓机械自动化（自动控制）



关于**自动控制**，我们再来更详细点的看一下。所谓自动控制广义来说一般就是“对对象按照目的或目标加以操作(调整)”。

烤面包器是设定烤制时间后打开开关。但时间长的面包和刚做好的面包，烤制后的面包是不同的。而且，烤制后的面包也会受当天的湿度和温度的影响。这样只需设置好烤制时间不需要观察烤制状况的自动控制称为**开路控制**。而电风扇是通过调整用的按键开关来改变转动速度并调整风量的。这样边观察按键开关等的显示边进行操作的方法也称为开路。指定澡盆的加热时间或洗衣机指定时间进行脱水的情况也可说是开路。这样的开路对于周围情况的变化无法进行适时地调整。

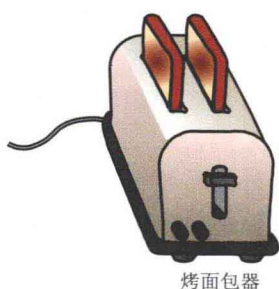
与这种情况相反，电热毯或电热被炉带有温度传感器，温度一变高开关则断开，为温度不再继续升高进行着温度调整。这样计量实际的状况并按照目标进行调整的方法称为**闭路控制**。

电梯门关闭的时候，如夹到物体则会停止关闭且电梯打开。这种动作因为是在检查门的状况则可说是闭路。而且，自动洗衣机注水到指定的注水位置后通过传感器可检测出水位，所以这也可称为闭路。



- 烤面包器是开路控制，电热毯是闭路控制

图1 开路控制的举例



a 烤面包器的控制是开路

啊, 今天烤焦了,
怎么弄的呢?

即使设定同样的时间, 根据当日的气温或面包的状态, 烤制后的面包会不同

b 开路的流程 (烤面包器)

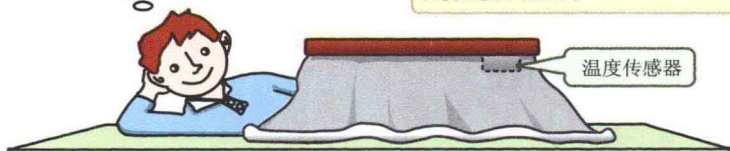


图2 闭路控制的举例

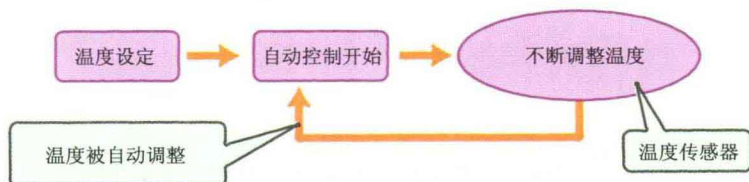
a 被炉的控制是闭路

很暖和啊! 温度正好!

被炉中带有温度传感器, 会进行自动调节以便温度不会过高



b 闭路的流程 (被炉)



可将自动控制按照顺序阶段性进行的情况考虑为**顺序控制**。例如，通过发动机控制来运行自动门和电梯的控制称为顺序控制。

如图 1(a) 的自动门，通过感知人的传感器（红外线传感器）①感知接近的人；②发动机转动而门打开；③门打开后暂时保持打开的状态；④人走过时门关闭；⑤最后，门关闭后发动机停止，从而自动门的一连串的动作结束。人一旦接近自动门，门感知到人后自动打开，这是以判断出人已接近的**条件**从而按照一连串的**顺序**开闭自动门，这正是顺序控制的代表事例。这时，门打开或关闭是由称为**微动开关**的机械性开关检测出的。这也是检测出条件而进行控制的情形。

另一方面，如图(b)通过空调和冰箱的温度调整进行的控制称为**反馈控制**。例如，空调的温度设定为 24°C ，如室温变高时，室外的风扇电动机将强烈旋转来调整温度一直保持在 24°C 。反馈控制因实时检测温度所以它是闭路。

自动门中控制的各个阶段并不全是顺序控制。门的速度在起动或停止时被调整为缓慢的动作，中途被调整为一定的速度，这是反馈控制。这样，顺序控制与反馈控制组合在一起实现目标操作。换言之，自动控制因顺序控制与反馈控制成立。



- 顺序控制是按照顺序阶段性进行控制的控制
- 反馈控制是不断重复检测与操作（调整）