

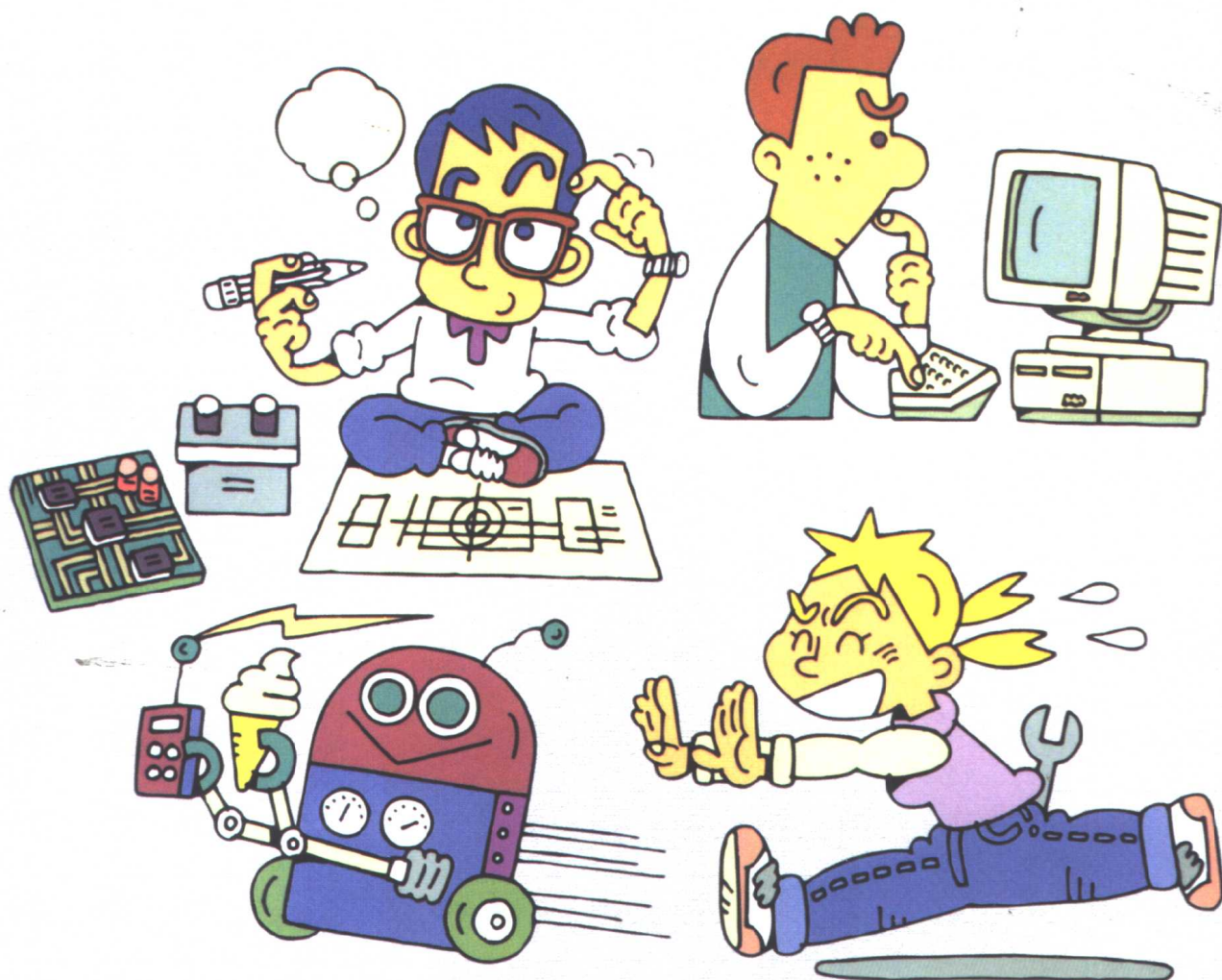
机器人竞技系列



机器人制作宝典



〔日〕清弘智昭 铃木 升 著



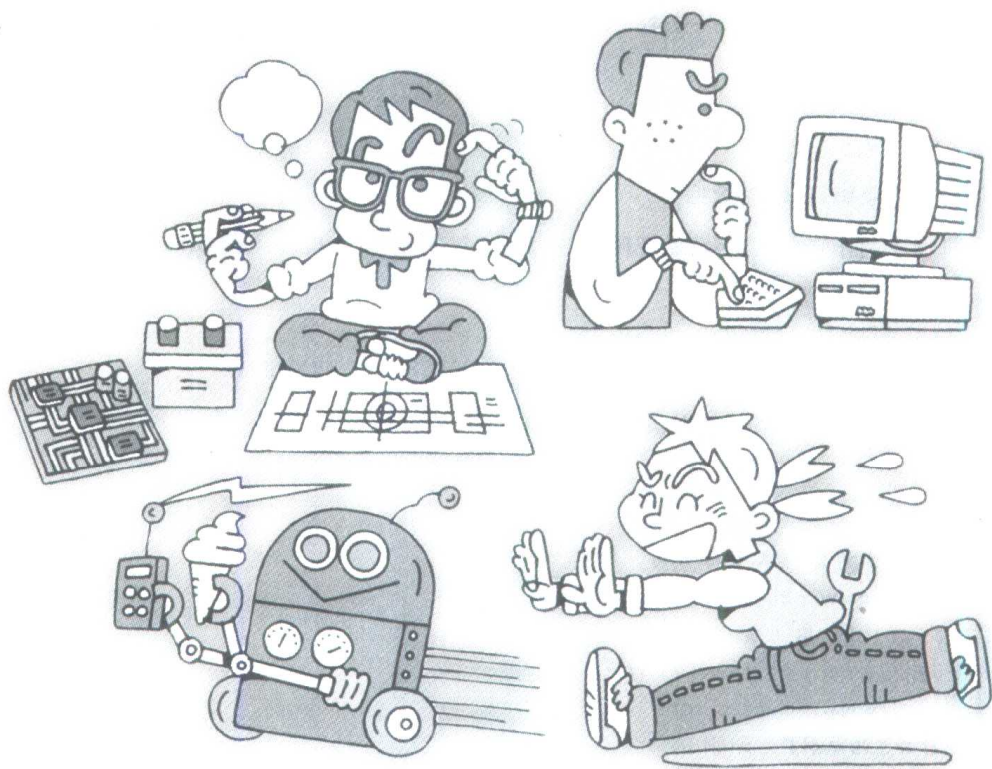
科学出版社 OHM社

机器人竞技系列



机器人制作宝典

〔日〕 清弘智昭 铃木 升 著
刘本伟 译



科学出版社 OHM 社

2002

图字:01-2002-0303 号

Original Japanese edition

Robot Seisaku no Keyword

by Noriaki Kiyohiro and Noboru Suzuki

Copyright © 2000 by Noriaki Kiyohiro and Noboru Suzuki

Published by Ohmsha, Ltd.

This Chinese language edition is co-published by Ohmsha, Ltd. and Science Press

Copyright © 2002

All rights reserved

本书中文版版权为科学出版社和 OHM 社所共有

RoboBooks

ロボット製作のキーワード

清弘智昭 鈴木 昇 オーム社 2000年 第1版第1刷

图书在版编目(CIP)数据

机器人制作宝典/(日)清弘智昭,铃木升著;刘本伟译. —北京:科学出版社,2002
(机器人竞技系列)

ISBN 7-03-010042-5

I. 机… II. ①清…②铃…③刘… III. 机器人-制作 IV. TP242

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 004856 号

北京东方科龙图文有限公司 制作

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

科学出版社 OHM 社 出版

北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

2002 年 3 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2002 年 3 月第一次印刷 印张: 8 1/4

印数: 1—5 000

字数: 144 000

定 价: 16.80 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

前言

最近,在日本各地兴起了举办各种机器人大赛的热潮。其中,既有全国性的相扑机器人大赛、高专(高等工业专科学校的简称)机器人对抗赛,也有作为高专、大学课程一部分而设置的课程竞赛。除此之外,各地还举办了各种形式的地方性大赛。例如,在山梨县八门市举行的“山梨机器人大赛”就是众多的地方性赛事之一。这是一种由中学教师个人发起,县政府、学校和产业界通力合作,为了振兴地区科技而举办的一种地方性赛事。举办这么多赛事的主要原因,就是为了增强年轻人对理工科的兴趣,减轻当前年轻人厌烦学习理工科的倾向。

的确,理工科学生的学习十分繁重。为了避免将来的学习压力,有很多初中和高中应届毕业生,在面对是否报考理工类学校或大学的问题上犹豫不决,这种心情是可以理解的。但是,不进入到理工类专业学习,就体验不到一种特殊的快乐,那就是“制作的快乐”。当看到自己设计、制作的作品运行起来时,那种喜悦的心情是任何事情都无法比拟的。如果这种产品又被大规模地推向市场,为很多人使用和珍爱,这种快乐就更是无以复加了。事实上,在学生时代,很少有人能够品尝到后一种的极至快乐。“机器人大赛”为大家提供了一个实验的舞台。因此,希望大家能积极地参加机器人大赛,去体验一下“制作的快乐”。而且,对于初中和高中在校学生最关心的升学考试问题,有关部门也正在酝酿出台一些新的举措,准备在理工科推荐考试中,给参加过机器人大赛的同学予以积极的评价。

尽管很多学校的同学都想参加机器人大赛,但是他们却不知道应该从何处入手。例如,很多同学都不清楚应该怎样设计机器人,需要采用哪些材料和零部件,这些材料和零部件应该怎样使用,应该怎样加工零部件等等。对于以前没有制作经历的同学来说,面对这些问题就更是茫然无措了。要制作机器人,制作者就必须具备广博的知识。必须掌握电路的设计与制作、机械零件的设计与加工,以及计算机等多门学科的知识。为了给大家参赛提供方便,本书将制作和参赛过程中经常遇到的问题,如应

4-63/07

该怎样获取大赛的相关信息(举办地点、大赛的类型等),在制作过程中经常使用的材料以及经常采用的基本结构等诸多问题,归纳成若干个要点。针对每个要点,分别进行了比较详细的说明。希望大家能够参考本书制作出自己的机器人,并带着它走向赛场,去体验一下看到自己制作的机器人运行时的那种快乐。

另外,如果有同学想更深入地了解有关机器人制作方面的知识,获取机器人大赛的最新信息,还可以上网查询我们开设的如下主页:

URL <http://junkshop.mesa.yamanashi.ac.jp/robocon/index.html>

当同学们在参考本书制作机器人时,如果不清楚书中提到的零部件是由哪个厂家生产的,商品名称是什么,就会给制作带来不便。为此,在本书的最后,我们给出了书中提到的各种零部件,它的生产厂家、商品名称以及其它相关信息的一览表。希望大家能充分利用这张表和我们的主页,制作出一个非常棒的机器人。

著 者

目 录

Chapter 1 参加机器人大赛

- 1.1 查询机器人大赛的信息 2
- 1.2 机器人构成要素之一——机械部件 13
- 1.3 机器人构成要素之二——电气电子部件 21
- 1.4 加工方法与工具 31
- 1.5 制作失败时的求助热线 53

Chapter 2 制作机器人

- 2.1 材 料 56
- 2.2 工 具 64
- 2.3 加 工 69

Chapter

3

机器人的设计

3.1	机器人的运动	74
3.2	机械零件	81
3.3	电气零部件	83
3.4	机器人的动力	105
3.5	机器人工作不正常时的求助热线	108

Chapter

4

机器人的控制

4.1	机器人的大脑	114
4.2	机器人的眼睛、耳朵及触觉	121

机器人制作用零部件、材料一览表	124
-----------------------	-----

chapter

1

参加机器人大赛

电视台每年都会播放面向高专(高等工业专科学校的简称。下同)在校生的机器人大赛和面向在校大学生的机器人设计大赛,这些赛事已广为人知。除此之外,日本各地每年都会举办各种形式的机器人大赛。现在,随着社会的发展,我们已经进入了网络时代,互联网的应用领域不断扩大,很多信息都可以通过互联网进行查询。在这里,将介绍一下通过使用互连网,获取国内举办的机器人大赛的有关信息的方法,以及几个机器人大赛的相关信息。

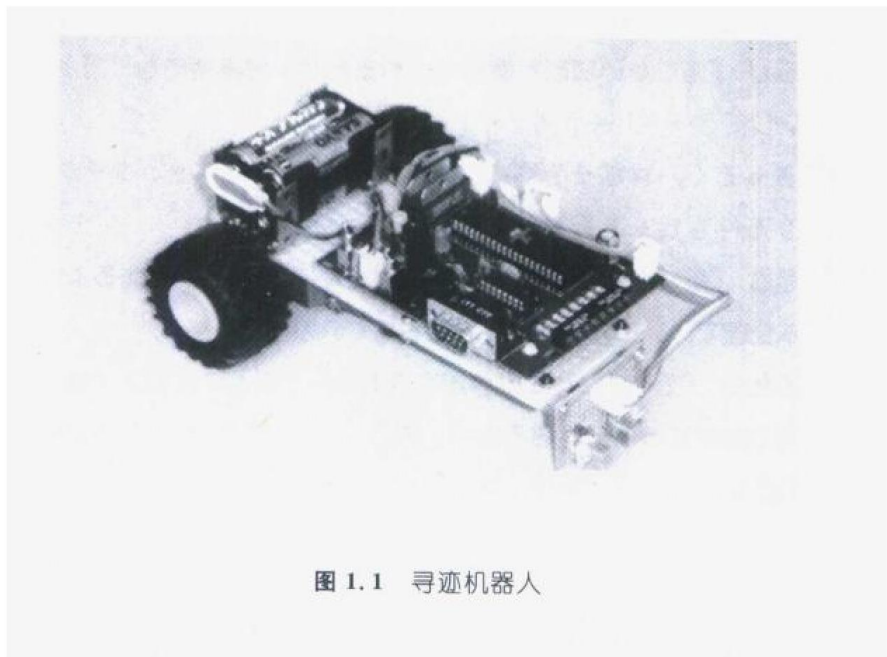


图 1.1 寻迹机器人

1.1 查询机器人大赛的信息

在高专读书的淳子,通过同学的介绍观看了电视台播放的机器人大赛。看后,她非常想参加。由于不知道报名参赛的方法,于是,找到了平时工作十分出色、从事电子技术工作并且对计算机也非常熟悉的孝志询问。

淳子:“看过前几天电视台播放的机器人大赛了吗? 非常有意思,我都想参加了,但不知道应该怎样报名。”

孝志:“那个节目我也看了。挺有意思的,我也想参加。怎样报名我也不太清楚。不过,我们可以上网查一查。”

淳子:“怎么查呢?”

孝志：“使用搜索引擎。”

淳子：“搜索引擎？”

孝志：“对，它能帮助我们找到想要查询的项目，只要在搜索项目栏中填写‘机器人大赛’，它就会帮助我们查找相关的信息……”

当孝志从键盘上输入“机器人大赛”几个字后，机器人形状的搜索引擎就开始行动起来。没想到竟然找到9万条相关信息，看来这一赛事非常受欢迎。

孝志：“这类大赛比我们预想的还要多啊，而且，各地（日本）的举办形式也是多种多样。”

淳子：“除了有任何人都可以报名参加的大赛外，还有像在东京工业大学举办的校内大赛。不管怎样，只要按顺序查询，就会知道大赛的报名方法以及大赛的类型了。”

1.1.1 互联网

将多台计算机相互连接起来就构成了计算机网(图1.2)。像这样将多台计

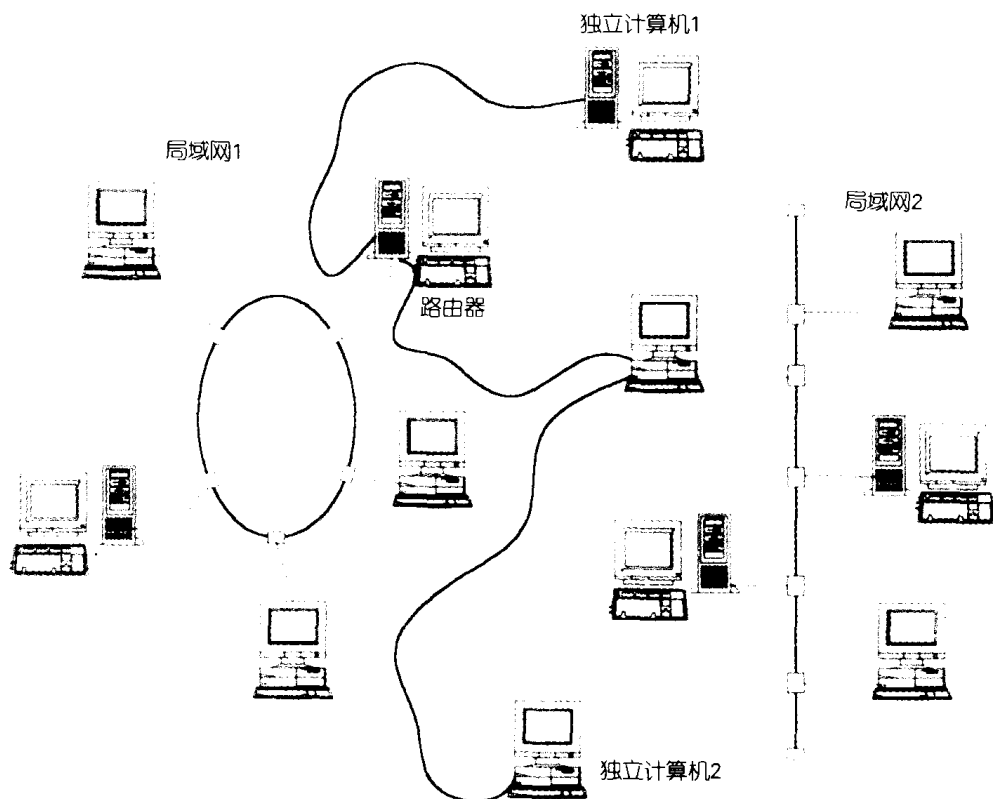


图 1.2 互联网示意图

计算机相互连接起来后,不仅可以使信息从一台计算机传送到另一台计算机上,还可以使多台计算机共享信息。另外,还可以将一个大型程序进行分解,让多台计算机同时进行处理。从总体上看,这种做法与采用一台大型计算机独自处理时的效果几乎是一样的。

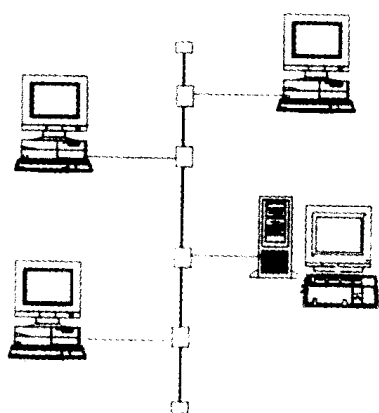
将多台计算机相互连接时,最常见的是将公司、住宅、学校等某一区域范围内的计算机相互连接起来。这种由较小区域范围内计算机构成的计算机网称为局域网(LAN:Local Area Network)。如果再将这种局域网,与各类独立的计算机相互连接起来,构成的计算机网就是互联网。现在,互联网已经成为一种表示将世界上所有的计算机都相互连接起来,构成的一种世界上任何人都可以利用的超级公共计算机网。

在互联网上可以利用的工具具有,能够按各计算机制作的主页提供图像、声音、程序等信息服务的万维网(WWW:World Wide Web),作为电子公告的网络新闻,可以在网络上收发书信的电子邮件(E-mail),能够将程序等信息整理后进行大容量数据传送的 FTP(File Transfer Protocol),以及在进入其他计算机时需要使用的工具 RLOGIN 等等。

1.1.2 LAN

将公司、学校等团体内的各个计算机相互连接起来,就可以实现各计算机之间的数据交换,而且还可以利用其他计算机的资源。这样构成的计算机网络称为局域网(LAN)。现在,在这种局域网中,计算机之间的相互连接方法多数采用以太网。以太网是一种由智陆公司和 DEC 等公司共同开发的 LAN 产品的名称,现在已经成为一种世界通用的标准。

以太网规定了各计算机之间,在进行数据交换时的数据传输速度(bps:b/s)、计算机之间不同的连线方式等信息交换的规则。



局域网(LAN)是将相对较小区域内的计算机连接在一起

图 1.3 LAN 的示意图

10 BASE 5
 → 电缆种类:有 5,2,T 等
 → 调制方式:基带调制方式
 → 传输速度:有 10Mbps 和 100Mbps 两种

在图 1.3 给出的例子中,电缆种类的型号为 5,是指用直径为 0.5 英寸¹⁾的

1) 1 英寸=2.54 厘米,下同。

同轴电缆作为连接线。这是一种颜色为黄色或者偏黄的橙色电缆,因此,这种电缆也被称为黄色电缆。如果电缆种类的型号为 2,则指用直径为 0.25 英寸的同轴电缆作为连接线。如果电缆种类的型号为 T,则指利用同电话电缆相似的双绞线与称为 HUB 的中继器连接起来后,再与网内的其他计算机相连。

1.1.3 WWW

WWW 是英语“World Wide Web”的英文缩写。WWW 是一种能够在互联网上统一提供图像、文字、声音、动画等信息的服务系统,其目录页被称为主页。现在,WWW 已经成为人们在互联网上使用最多的一种服务系统。因此,在很多情况下,人们直接将 WWW 称为互联网。

能够将 WWW 信息在计算机屏幕上显示出来的软件称为网络导航器或者网络浏览器。在此类软件中,最典型的有网景公司(Netscape Communication)出品的网络导航器(Netscape Navigator)和微软公司(Microsoft)出品的网络浏览器。网络浏览器的界面如图 1.4 所示。

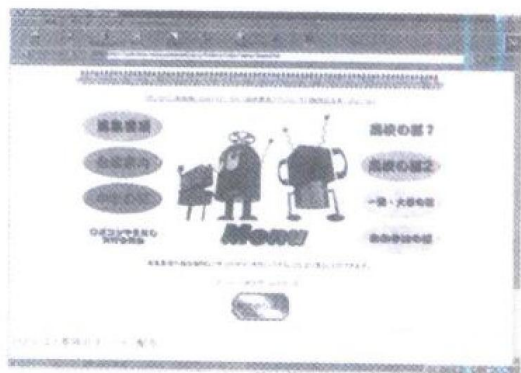


图 1.4 网络浏览器界面

在互联网上,除了可以利用 WWW 提供的服务之外,还可以利用电子邮件将书信发送给指定的人,可以利用 NEWS 向某一团体的所有成员发送通告,可以利用 FTP 将多个整理成文件的数据一同发送出去,以及利用 TELNET 进入其他的计算机,并将其作为自己的一个终端来执行程序等等。

1.1.4 搜索引擎

搜索引擎(Archie,参见图 1.5),是一种能够帮助用户在互联网上查找想要了解的项目在哪个主页上的一种主页。当输入想要查找的项目并且按下“搜索”开关后,它就会将登载有相关项目的所有主页信息都显示在计算机屏幕上。

在查找时,用户可以同时设定多个查找项目,并以不同方式显示查找的结果。例如,既可以选择只显示那些包含了全部查找项目的主页,也可以选择将含有任一查找项目的主页全部都显示出来。前一种查找方式称为“与”(AND)

查找,后一种查找方式称为“或”(OR)查找。

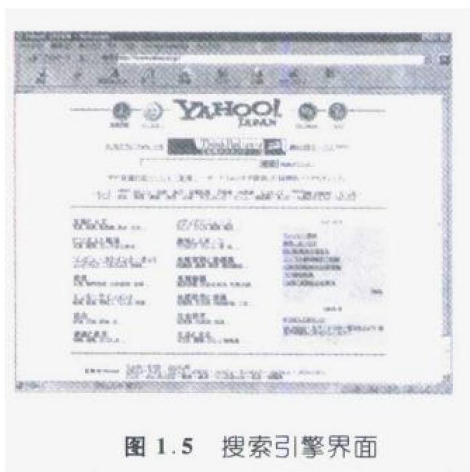


图 1.5 搜索引擎界面

在搜索引擎的查找过程中,既有事先将各主页登载的项目进行整理、分类、登记并形成检索目录的目录检索型查找。还有一种是机械性地将全世界的各个主页都查找一遍,将含有关键字的主页全部在屏幕上显示出来的机器人型查找。目录检索型查找,适合查找如特定企业或个人的这种查找目标十分明确的情况。此外,由于它已将各主页按条目进行了归类,因此,具有一次就能查找出全部相关主页的优点。但是,在采用这种方式进行查找时,如果要查找的主页没有被登记,那么,即使其中含有

要查找的内容(关键字),这种主页也不会被查到。相反,机器人型查找是机械性地查找所有主页,因此,在查找过程中,需要查找很多主页,在屏幕上也会显示出很多不符合要求的主页。因此,当采用这种方式进行查找时,同时设定几个关键字,对要查找的目标进行筛选是十分重要的。

在采用目录检索型查找的搜索引擎中,最典型的是 Yahoo(<http://www.yahoo.co.jp/>);在采用机器人型查找的搜索引擎中,最典型的是 goo(<http://goo.jp/>)。

1.1.5 机器人的类型

淳子:“在机器人大赛中,参赛的机器人被划分成自律型和遥控型,它们之间有什么不同?”

孝志:“像相扑机器人、穿越迷宫的迷宫机器人、沿着规定的路线移动比试谁能最先到达终点的寻迹机器人,都属于自律型机器人。”

淳子:“这么说,参加 NHK 播放的高专生机器人大赛和机器人足球赛的机器人都属于遥控型了。不过,在参加相扑大赛的机器人中,好像也有遥控型的。”

孝志:“是啊,那么自律型机器人的共同之处是什么呢?啊,对了,无论参加哪种大赛,这类机器人都能自主地行动。当比赛开始后,选手就不能再去触摸机器人了。”

淳子:“这么说,自律型机器人就是指那些以计算机作为自己的大脑,不需要人的干预就能够独立行动的机器人了。”

孝志：“对呀！这样一来，我们就清楚什么是自律型机器人了。那么，在比赛中靠人操纵的就全都是遥控型机器人了。在比赛的过程中，它们需要由人通过有线或无线的方式进行操纵。”

淳子：“好了，机器人的类型已经搞清楚了。接下来，让我们查一查都有什么样的机器人大赛吧。”

于是，他们接着查看了几个相关的机器人大赛。

1.1.6 迷宫大赛

迷宫大赛是从 1980 年开始举办的，也是机器人大赛中历史最悠久的赛事之一。迷宫机器人属于自律型机器人，内部装有传感器和微处理器。迷宫大赛是一种比试哪个机器人能以最短的时间穿过迷宫到达终点的竞赛。

迷宫的形状及竞赛方法 迷宫的大小为 $3\text{ m} \times 3\text{ m}$ ，其中的通道宽度为 18 cm ，线路形状由举办方事先确定。比赛时，机器人要从迷宫 4 个边角中的某一点出发，测量它到达终点（迷宫中央）所花费的时间。在比赛过程中，允许每个机器人在 10 分钟内跑 5 遍，取其中的最短时间作为比赛成绩。

搜索前进 由于赛前并不知道迷宫的线路，而且当线路公开后也不允许选手将线路的通过方法输入给机器人，因此，机器人必须具备自己识别迷宫路线的能力。通常，在跑第一遍时，机器人要将迷宫中所有岔路一个不漏地都跑一遍，以了解线路的形状，然后，计算出应该选择的路线和行进的速度。

穿越计时 根据在前面搜索前进中计算出的行进路线，全速冲到

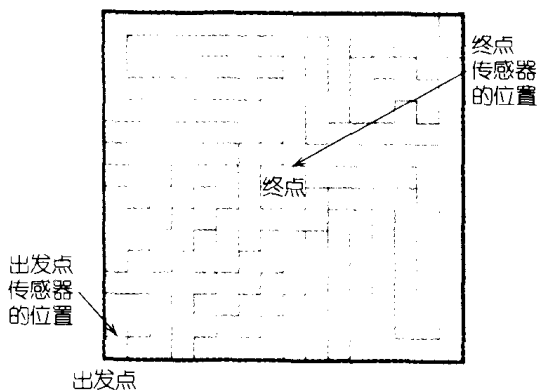


图 1.6 第 10 届大赛(1989 年)的决赛线路

机器人要根据搜索前进中识别的结果，计算出最佳路线。最佳路线的确定方法是决定比赛胜负的关键。如果计算出的路线距离虽短、但拐弯的次数比较多，那么，到达终点的时间就会相应地增加。

1.1.7 相扑大赛

相扑大赛是一种以将对方机器人推出比赛场地为目标的竞赛。参加比赛

的机器人分为自律型和遥控型两种。

比赛场地是一个直径为 154cm 的圆台,上面铺有硬质橡胶,在场地边界处还画有一条 5cm 宽的白线(图 1.7)。

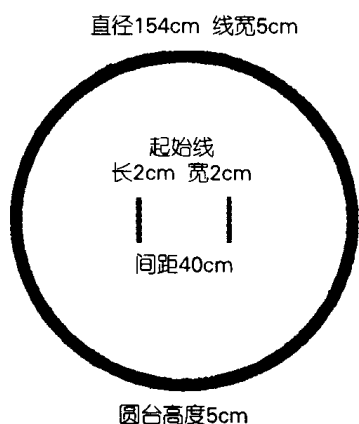


图 1.7 比赛场地

比赛方法 采用在 3 分钟内 3 本定胜负的方法。在规定的时间内,先得 2 本的一方获胜。如果在规定的时间内,没有任何一方取得 2 本,例如成绩为 1:0,那么得 1 本的一方获胜。如果成绩为 0:0 或 1:1,则由裁判判定最终成绩,或者再进行 3 分钟的加时赛。在记分规则中,将对方机器人推出场外;对方机器人自己跑出场外;对方犯规 2 次或者被取消比赛资格,本方都可以获得 1 本。

机器人 参赛的机器人在大小、重量上都有明确的限定。大小限制在长、宽都不得超过 20cm,高度没有限制。机器人的重量被限制在

3kg 以内。

在参加相扑大赛的机器人中,分为遥控型和自律型两种。遥控型机器人是由人采用比例遥控器来操纵机器人的行动。自律型机器人是在机器人的内部搭载有计算机和传感器,由机器人自己通过判断来确定应该采取的行动。参加自律型比赛的机器人,在比赛开始后就不允许选手再去触摸机器人。

要制作厉害的机器人,“力气大”、“能快速、准确地判断出对方的意图”、“能比对手更快地采取行动”等等,这些性能都非常重要,参赛的机器人都为此下了很大的功夫。此外,还有一点也很重要,这就是要保证制作的机器人能无故障、切实可靠地行动。

1.1.8 创意-机器人大赛

这一赛事是从 1988 年开始举办的,到 1999 年已经举办了 12 届。这是一种面向高专在校生,比试创意的机器人大赛。NHK 每年都会播放这一赛事。在举办初期,它是一种在规定的条件下比试创意和制作技术的竞赛,近来已演变成一种遥控型机器人的竞技项目。这一赛事将重点放在发挥选手的“奇思妙想”和“想像力”上,让选手“用自己的头脑去思考,用自己的双手去创造”。下面,介绍一下迄今为止这一赛事的部分竞赛内容。

第 9 届大赛 “灵巧的牛仔”是一种采用遥控型机器人进行的套圈比赛。在比赛过程中,要将自制的圆圈套到 9 个大小不同支架上。

第10届大赛 “花开蝶来”是一种每组有两队参加的对抗赛。在赛场中央,放置有2个带有雌蕊的大培育箱,周围放置8个同样的小培育箱(图1.8)。在比赛的过程中,各队要将自制的花卉种植在培育箱上使其开放。如果哪一方争得到大的培育箱,就可以放飞蝴蝶将对方开有花朵的培育箱据为己有。胜负由此项得分,外加花朵形状以及获得的其他艺术分之和来确定。

第11届大赛 “生命的登陆”是一种让自制的生命在10个岛屿上登陆、诞生的对抗赛(图1.9)。在3分钟之内,各队要将装载在机器人上的自制“种子”和“卵”,投到或滚至场内的岛屿上,让“生命”在这些岛屿上诞生。如果诞生的生命能够停留在岛屿上,就可以得到相应的分数。场地内共有10个大、中、小不同的岛屿。

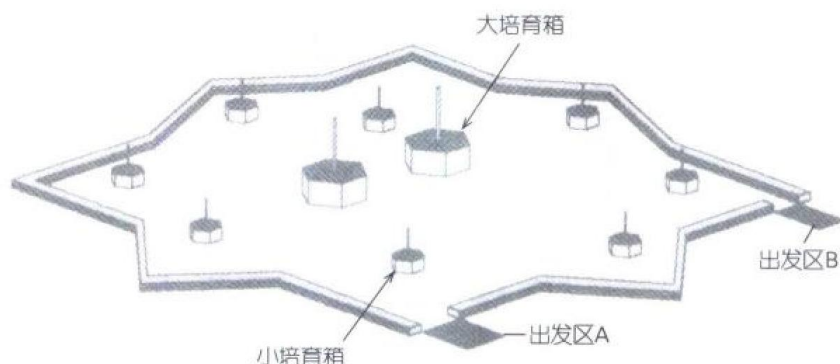


图 1.8 第 10 届大赛的竞赛场地

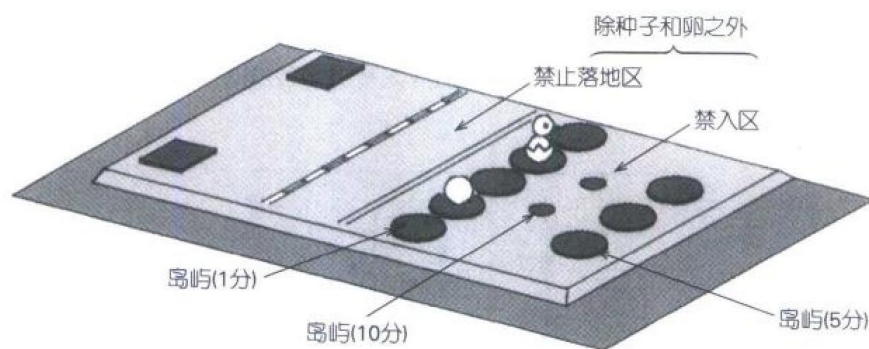


图 1.9 第 11 届大赛的竞赛场地

1.1.9 智能机器人大赛

这一赛事是以日本东北大学研究生院信息科学专业为主办单位,每年夏季

在仙台举行的一种机器人大赛。这一赛事的最大特点,是参赛的机器人要具有视觉识别能力。在比赛的过程中,机器人要将形状各异的多种物品聚集分类后,装入到相应的球门中(参见图 1.10)。这是一个具有相当难度的课题式竞赛。一旦比赛开始后,选手就不能再用手去触摸机器人,一切都要靠完全自律的机器人自行处理。1999 年度的竞赛内容如下:

竞赛内容 比赛开始时,工作人员会交给选手一个白色的网球。机器人要将这个球和图 1.11 中所示的散乱在比赛台上的 4 个空罐、4 个装有物品的肥皂盒,以及 7 个网球识别出来,尽可能多地将它们分别装入到指定的球门中。在比赛的过程中,机器人动作的技术性和观赏性也计入比赛成绩。比赛的时间为

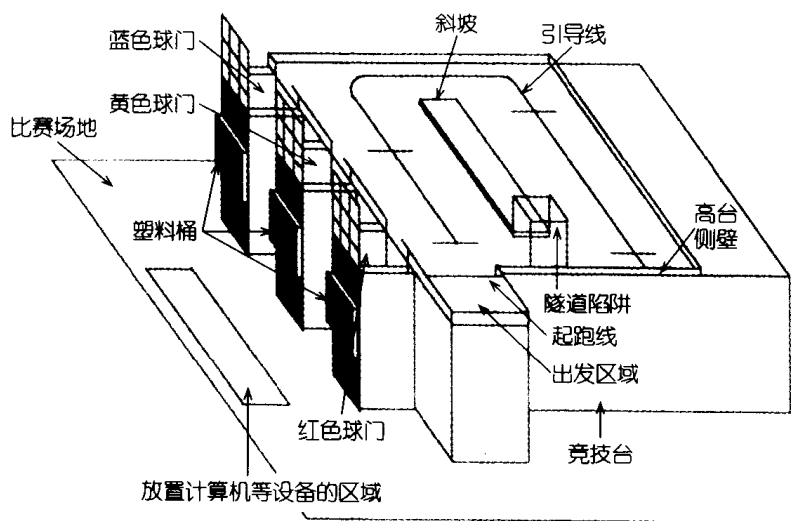


图 1.10 智能机器人大赛赛场示意图

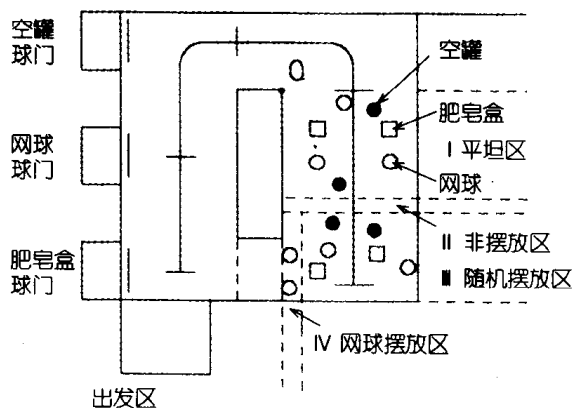


图 1.11 场地中物品摆放位置说明图