

## 目 录

第 1 章 绪论.....	1
1.1 电脑鼠的发展历史.....	1
1.2 电脑鼠比赛规则.....	2
1.3 电脑鼠走迷宫标准套件.....	3
1.3.1 电脑鼠比赛标准迷宫.....	3
1.3.2 MicroMouse615.....	3
1.3.3 配套的开发工具.....	4
1.4 文档阅读说明.....	4
第 2 章 MicroMouse615 硬件原理.....	7
2.1 原件布局图.....	7
2.2 电路原理图.....	7
2.3 原理说明.....	7
2.3.1 电源电路.....	7
2.3.2 JTAG 接口电路.....	8
2.3.3 按键电路.....	9
2.3.4 红外检测电路.....	9
2.3.5 电机驱动电路.....	10
第 3 章 IAR EWARM 集成开发环境及 LM LINK 使用.....	11
3.1 IAR EWARM 简介.....	11
3.2 LM LINK 调试器介绍.....	11
3.3 IAR EWARM 的安装.....	11
3.3.1 IAR EWARM 的安装步骤.....	11
3.3.2 安装 LM LINK 驱动.....	13
3.4 安装流明诺瑞驱动库.....	15
3.4.1 下载最新库文件.....	15
3.4.2 拷贝连接器命令文件.....	16
3.4.3 拷贝驱动库头文件.....	16
3.4.4 拷贝底层驱动函数库.....	18
3.5 在 EWARM 中新建一个新项目.....	19
3.5.1 建立一个项目文件目录.....	19
3.5.2 新建工作区.....	19
3.5.3 生成新项目.....	20
3.5.4 添加/新建文件.....	22
3.6 项目选件设置.....	24
3.7 编译和运行应用程序.....	30
3.7.1 编译连接处理.....	30
3.7.2 查看 MAP 文件.....	30
3.7.3 加载应用程序.....	30
3.8 生成 hex 文件和 bin 文件.....	31
3.8.1 生成 hex 文件.....	31
3.8.2 生成 bin 文件.....	32

<b>第 4 章 基础实验</b> .....	34
4.1    7289 EX BOARD 的使用 .....	34
4.1.1  实验目的 .....	34
4.1.2  实验内容 .....	34
4.1.3  实验原理 .....	34
4.1.4  实验步骤 .....	37
4.1.5  实验程序 .....	38
4.2    红外线传感器测距 .....	40
4.2.1  实验目的 .....	40
4.2.2  实验内容 .....	40
4.2.3  实验原理 .....	40
4.2.4  实验步骤 .....	42
4.2.5  试验程序 .....	43
4.3    步进电机控制 .....	48
4.3.1  实验目的 .....	48
4.3.2  实验内容 .....	48
4.3.3  实验原理 .....	48
4.3.4  实验步骤 .....	49
4.3.5  实验程序 .....	50
4.4    电池电压检测 .....	58
4.4.1  实验目的 .....	58
4.4.2  实验内容 .....	58
4.4.3  实验原理 .....	58
4.4.4  实验步骤 .....	58
4.4.5  实验程序 .....	58
<b>第 5 章 高级实验</b> .....	61
5.1    步进电机匀加减速控制 .....	61
5.1.1  实验原理 .....	61
5.1.2  实验例程 .....	65
5.2    含姿势修正的走直线实验 .....	73
5.2.1  实验原理 .....	73
5.2.2  程序设计 .....	76
5.3    无记忆功能的走迷宫实验 .....	80
5.3.1  实验原理 .....	80
5.3.2  程序设计 .....	81
<b>第 6 章 智能算法</b> .....	86
6.1    迷宫坐标和绝对方向的建立 .....	86
6.2    相对方向与绝对方向的转换 .....	87
6.3    坐标转换 .....	88
6.4    墙壁资料储存 .....	88
6.5    迷宫搜索方法 .....	88
6.5.1  右手法则 .....	89
6.5.2  左手法则 .....	89
6.5.3  求心法则 .....	89

6.6	寻找最优路径的方法.....	90
6.6.1	等高图制作原理.....	91
6.6.2	等高图制作范例.....	91
6.6.3	转弯加权的等高图.....	93
6.7	程序设计.....	93
6.7.1	电脑鼠相对方向的墙壁资料获取.....	94
6.7.2	右手法则程序设计.....	96
6.7.3	左手法则程序设计.....	97
6.7.4	中右法则程序设计.....	97
6.7.5	中左法则程序设计.....	98
6.7.6	求心法则程序设计.....	98
6.7.7	等高图制作程序.....	101
6.7.8	直接到指定坐标程序设计.....	103
6.7.9	搜寻到终点的最短路径.....	106
6.7.10	未走过的支路统计.....	107
6.7.11	主函数程序设计.....	108
附录 A	电脑鼠走迷宫竞赛规则.....	114
A.1	目的.....	114
A.2	迷宫的规范.....	114
A.3	电脑鼠的规范.....	114
A.4	竞赛规则.....	114
附录 B	MicroMouse615 原理图.....	116
附录 C	7289 EX BOARD 电路原理图.....	117

## 第1章 绪论

所谓“电脑鼠”，英文名叫做 MicroMouse，是使用嵌入式微控制器、传感器和机电运动部件构成的一种智能行走装置的俗称，它可以在“迷宫”中自动记忆和选择路径，寻找出口，最终达到所设定的目的地。国际电工和电子工程学会（IEEE）每年都要举办一次国际性的电脑鼠走迷宫竞赛，自举办以来参加国踊跃，为此许多大学还开设了“电脑鼠原理和制作”选修课程。

电脑鼠可谓是一种具有人工智能的小型机器人，依照新制的比赛规则，当电脑鼠放入起点，按下启动键之后，它就必须自行决定搜寻法则并且在迷宫中前进、转弯、记忆迷宫墙壁资料、计算最短路径、搜寻终点等功能。电脑鼠更结合了机械、电机、电子、控制、光学、程序设计和人工智能等多方面的科技知识。

人类在科技的发展史上，一直在尝试着想要创造出一个具有肢体、感官、脑力等综合一体的智能机器人，而电脑鼠就是一个很能够用来诠释肢体、感官及脑力综合工作的基本实例，这也是当初电脑鼠被发明的理由，希望能够借助电脑鼠的创作来进而研究与发明更加复杂的机械。

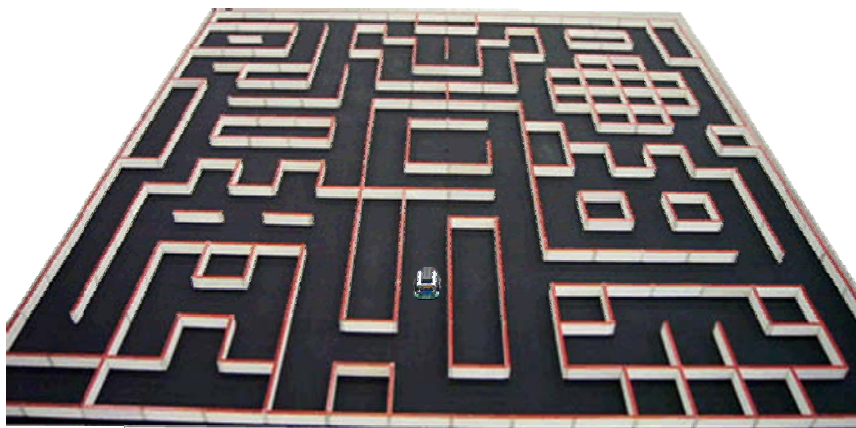


图 1.1 电脑鼠走迷宫

一只电脑鼠是具有机电知识整合的基本架构，本身就像是一个智能的机器人。要在指定的迷宫中比赛，就像是一个人置身于竞赛中，必须要靠本身的判断力、敏捷动作及正确探查周边环境，来赢得胜利。一般来说，一只电脑鼠需具备有下列三件基本能力：

- (1) 拥有稳定且快速的行走能力；
- (2) 能正确判断能力；
- (3) 记忆路径的能力。

行走能力指的就是电机，当电机收到讯号时，系统必须判断是否能同步行走，遇到转角时，转弯的角度是否得当，一个好的电机驱动程序，可以减少行走时所需要做的校正时间。

判断能力的关键就在于传感器，它的地位如同人类的双眼，一个好的传感器驱动程序，可避免一些不必要的错误动作，如撞壁、行走路线的偏移等等。

而记忆能力就像是大脑，它的功能并没有因为看不见而遭到忽视，相反地，它的地位在整场比赛中是最重要的，他必须把所走过的路都能一一记下来，并将其资料送给系统，让系统整理出最佳路径以避开不必要的路段。

### 1.1 电脑鼠的发展历史

最初，电脑鼠是机械的。1972 年，机械设计杂志发起了一场比赛。在比赛中，仅由捕

鼠器弹簧驱动的机械鼠不停地与其它参赛鼠竞赛,以判断哪个机械鼠能够沿着跑道跑出最长的距离。冠军是“mousemobile”,它跑了 825.3 英尺。

1977 年, IEEE Spectrum 杂志提出电脑鼠的观念。电脑鼠是一个小型的由微处理器控制的机器人车辆,在复杂迷宫中具有译码和导航的功能和能力。1977 年 5 月, Spectrum 宣布首场美国令人震惊的电脑鼠迷宫大赛在 1979 年于纽约举行。在 6000 个参赛作品中仅有 15 个电脑鼠比赛胜出。一些电脑鼠被报道为“大脑智障”(“brain failure”),另外一些则被宣布为电脑鼠“爆炸”(“blow up”)。当大家都非常关心这个话题时,智能电脑鼠的设计和制作显然就被证实比想象中的困难得多。

1980 年,在伦敦 Euromicro'80 举办了一场欧洲版的比赛,但是 18 个参赛鼠都没能成功地完成这个迷宫赛。在比赛的观众当中,有五位来自日本新科学基金会的代表。他们将此比赛规则带回了东京,后来还在 1980 年 11 月举办了首场全日本电脑鼠比赛。

1985 年 8 月,在日本 Tsukuba 举行了首场世界电脑鼠大赛。电脑鼠来自整个欧洲和美国,使用的传感器有红外的、超声波的和 CCD 的,驱动装置有步进电机的和 DC 伺服电机的。所有最高奖项均由日本的电脑鼠 Noriko-1 赢得,一举成为世界冠军。

1987 年,电机工程协会(IEE)在伦敦举办了一场电脑鼠锦标赛,13 个电脑鼠角逐冠军。来自美国麻省理工学院(MIT)的 David Otten 带着他的两个参赛鼠 Mitee Mouse I 和 Mitee Mouse II 获得了一等奖和二等奖。比赛采用新的得分体制,以奖励那些能够智能、高效地解开迷宫的方案和能够独立运行的电脑鼠。

一位新加坡工程协会(IES)的议会成员在 1986 年偶然发现了电脑鼠。因为他对电脑鼠以及电脑鼠的复杂程度和前景非常感兴趣,所以他觉得在新加坡举办一场国际电脑鼠大赛非常合适(IES 作为主要的赞助商)。

1987 年 10 月,新加坡举行了第一届新加坡电脑鼠比赛。比赛的冠军 MIR3+(来自 Nanyang 技术协会)是 1988 年在伦敦举行的 IEE UK 国际电脑鼠比赛的季军。

1989 年 7 月,由第二届新加坡电脑鼠比赛的获胜者组成比较大的新加坡队参加了在伦敦举行的 1989 年 IEE UK 国际电脑鼠大赛。新加坡参赛者获得了最高 8 个奖项中的 6 个。David Otten 的 Mittee Mouse III 夺得了亚军,UK 某企业则获得了第五名。

在 1989 年 10 月 21 日,IES 邀请澳大利亚、日本、台湾、UK 和美国最好的电脑鼠来参加新加坡首场国际电脑鼠大赛。来自美国和台湾的电脑鼠等待着复仇的时机,因为他们在 7 月份的伦敦大赛曾一度被新加坡打败。13 个来自当地的和外国的参赛者的电脑鼠在 3 个小时的比赛中,表演出来的速度和敏捷程度使得观众叹为观止。新加坡获得第 2 名、第 4 名、第 5 名和第 7 名的事实出乎了很多人的意外。

1991 年,世界锦标赛在香港举行,这是继 1985 年 Tsukuba 世界锦标赛的又一场最大的国际盛会:来自 13 个国家的 21 位选手带着 30 个电脑鼠来比赛。

自 1991 年以来,世界级的比赛数目显著增加。原来一年举行 5~6 场比赛,现在增加到 100 场以上。

电脑鼠比赛在中国大陆还很少见,直到 2007 年,由上海市计算机学会主办的 IEEE 标准电脑鼠走迷宫邀请赛(长三角地区)在上海师范大学举行,有三十多所院校参加,反响强烈。

## 1.2 电脑鼠比赛规则

最新的电脑鼠比赛规则是 2006 年国际电工和电子工程学会(IEEE)制定的电脑鼠走迷宫竞赛规则,这个规则将会对我们制作电脑鼠具体方案的设计提供依据,其具体内容请参见附录 A (P114)。

## 1.3 电脑鼠走迷宫标准套件

### 1.3.1 电脑鼠比赛标准迷宫

由广州周立功单片机发展有限公司设计和生产的电脑鼠比赛专用迷宫完全符合 IEEE 国际标准。针对不同的需求，目前共有两种可供选择的型号。

#### 1. MicroMouse Maze 8×8:

四分之一迷宫，如图 1.2 所示。即该迷宫是标准迷宫的四分之一大小。该迷宫底板的尺寸为 1.48m×1.48m，上面共有 8×8 个标准迷宫单元格。该迷宫可以用来初期调试学习使用，也可以用来做学校课程设计、毕业设计和内部竞赛的比赛迷宫。

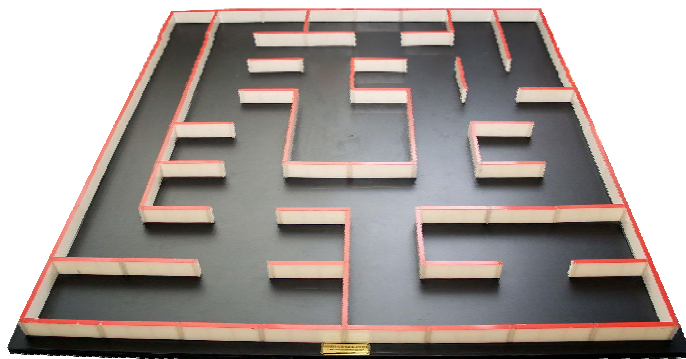


图 1.2 MicroMouse Maze 8×8

#### 2. MicroMouse Maze 16×16:

标准迷宫，如图 1.1 所示。该迷宫尺寸规格等完全符合 IEEE 国际标准。迷宫底板的尺寸为 2.96m×2.96m，上面共有 16×16 个标准迷宫单元格。

### 1.3.2 MicroMouse615

如图 1.3 所示，MicroMouse615 是由广州致远电子设计生产的一款电脑鼠，它的微控制器是由 Luminary 公司生产的 Cortex-M3 内核的 ARM 处理器——LM3S615，它具有以下一些特点：



- 体积小，宽度只有迷宫格的一半；
- 五组可测距的红外线传感器，灵敏度方便现场调节；
- 电机为步进电机，控制容易；
- 电池为 2200mAh，7.4V 的可充电锂电池；
- 支持电池的电压监测，避免电量不足带来的麻烦；
- 一个按键，完全满足了实际需要；
- 为用户预留了 6 个 GPIO 口，一个串口，一个 SPI 接口。

图 1.3 MicroMouse615

### 1.3.3 配套的开发工具

如图 1.4 所示，与 MicroMouse615 配套的有充电器、LM LINK USB JTAG 调试器和 SPI 接口的键盘显示模块，使用户开发调试更为方便。

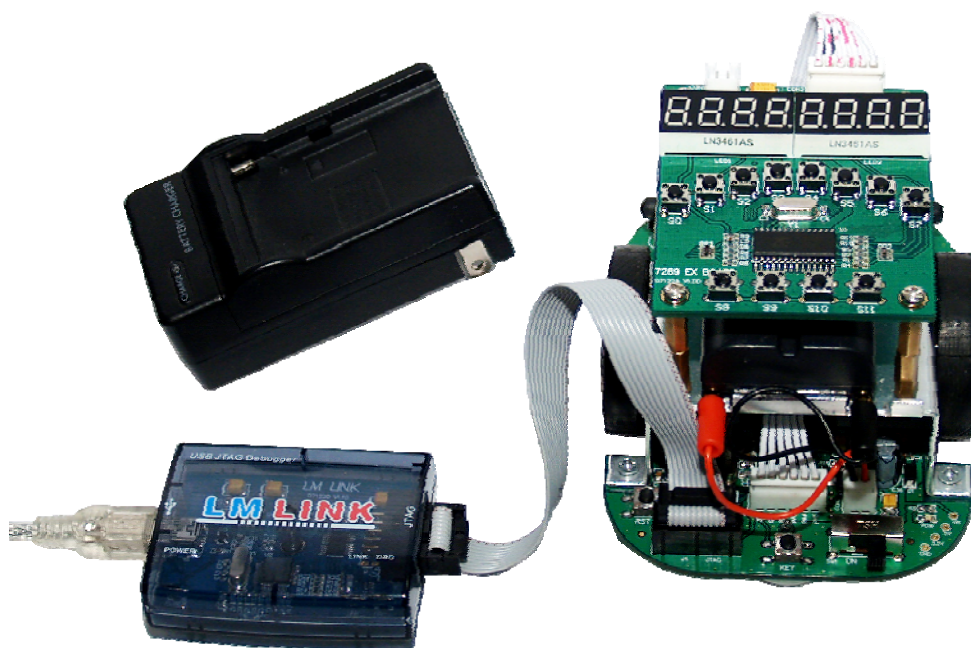


图 1.4 MicroMouse615 及配套开发工具

## 1.4 文档阅读说明

本文以广州致远电子有限公司生产的 MicroMouse615 型电脑鼠作为硬件开发平台，从硬件原理到程序设计都做了详细分解。文中附了大量程序源代码，在程序设计过程中，为了便于阅读和编写，使用了一套变量的定义方法。

### 1. 数据类型定义

如程序清单 1.1 所示，重新定义几种常用的数据类型名。

程序清单 1.1 数据类型重定义

typedef unsigned char	uint8;	// 无符号 8 位整型变量
typedef signed char	int8;	// 有符号 8 位整型变量
typedef unsigned short	uint16;	// 无符号 16 位整型变量
typedef signed short	int16;	// 有符号 16 位整型变量
typedef unsigned int	uint32;	// 无符号 32 位整型变量
typedef signed int	int32;	// 有符号 32 位整型变量
typedef float	fp32;	// 单精度浮点数 (32 位长度)
typedef double	fp64;	// 双精度浮点数 (64 位长度)

### 2. 局部变量定义

局部变量名包含变量类型和变量描述两个部分，以局部变量 Temp 为例，在不同类型下的定义如表 1.1 所示。可以看出，在变量 Temp 前加上了其类型的缩写。