

开场白

机器人开发及其在工业生产中的应用已经不是啥新鲜事情。随着改革开放的深入，这项技术和财力的综合运动已经在国内轰轰烈烈的展开了。比如央视的机器人大赛、“2006 中国机器人大赛暨首届 RobotCup 中国公开赛”以及各级大、中、小学等组织的形形色色的 ROBOT 比赛，无一不说明全民对科技教育的重视。笔者有幸在这场运动中先行了一步，并且在 ROBOT 教育方面作了些实实在在的工作。

在此大好时机，笔者抽空对 ROBOT 开发所需的知识、技能、切入点等相关方面做一介绍，以求为 ROBOT “粉丝”起个抛砖引玉的作用。当然，ROBOT 技术是个多学科、跨领域、综合应用的复杂工程，更多的知识需要大家在具体的工程中学习掌握。

一、机器人之灵魂---CPU

如今，数字化家电已经遍及我们生活中的每一个角落，小到形影相随的手机、MP3，大到空调、电视、冰箱、微波炉等等，品种之多，不胜枚举。这些电器中，都不可或缺的装上了一颗“芯”---微处理器，这正是这些电器能够很好的服务于人类的核心所在。

对于 ROBOT, 如果需要完成智能化的动作和任务，当仁不让的必须给它装一颗聪明的大脑，使其能够正确的分析外部变化，并能准确地做出相应。

在微处理器的选择上，一般以适合为佳。大家可以根据自己的构思选择合适的处理器。新手注意以下几个事项：

- 1、 开发工具齐全，易于自制，价格适中，范例丰富；
- 2、 芯片货源充足，容易购得，性价比高；
- 3、 一般项目尽量选择 8/16 位单片机，如果数据处理量大、

速度要求高，可考虑选择 32 位单片机或 ARM、DSP 等；

- 4、 尽量选用高级语言中自己最熟悉的语言来开发 ROBOT 项目，这样可以减少因为学习新的语言给自己带来的麻烦以及不必要的时间浪费，而且便于代码移植；
- 5、 广泛涉猎相关知识，为 ROBOT 的开发储备能量。

在微处理器的选用上，一般因人而异，比如：丹麦乐高的 RCX 选用日立 H8 处理器（8 位），新一代的 NXT 选用 ARM 7 处理器（32 位），美国的 BASIC Stamp 以及 OOPIC 等机器人控制器选用 PIC 控制器，也有人选用 ARM、DSP 以及 ARMEL 的 8 位 RISC 单片机的。这里我以 ATMEL 的 Mega 系列单片机为例，从零开始介绍 ROBOT 的开发全过程。之所以选择 Mega 系列单片机是因为它满足上述 1、2 两个条件，而且工具语言比较丰富，有 ASM、BASIC、C/C++、JAVA 等等。

二、开发工具自制

注：笔者所自制的开发工具均以 ATMEGA16 为控制芯片，在 ATMEL 的官方网站上提供的资料中用到其他芯片。这是因为一方面懒于去购买官方文档中提及的芯片，另一方面想通过自选芯片的制作深入了解所涉及的技术内涵。

仿真器

ATMEL 的 Mega 系列 RISC 单片机中（部分除外）集成了 JTAG 接口，这为片上调试提供了极大方便，而且易于自制的 JTAG ICE 给广大使用者提供了便利。有关 JTAG ICE 的自制资料网上有许多，其可靠性及 BUG 等问题需读者自行斟酌剔除。笔者在这里只将自己所作的 ICE 做一简单介绍。先看一下成品图：



图 1 JTAG ICE

笔者在分析了 ATMEAL 的官方协议后写了一个 BOOTLOADER 监控，从而实现 JTAG ICE 的官方支持，自动升级。

编程器

AVR 的 ISP 编程器系开源作品。ATMEAL 在其官方网站上公布了源代码及通讯协议，读者如果感兴趣的话可到其官方网站 (WWW.ATMEL.COM) 上了解。也有部分网友对其源码进行了改进，增加了功能，与时俱进。笔者只是在其源码基础上作了些改进，并且移植到了 MEGA16 上。支持 BOOTLOADER。

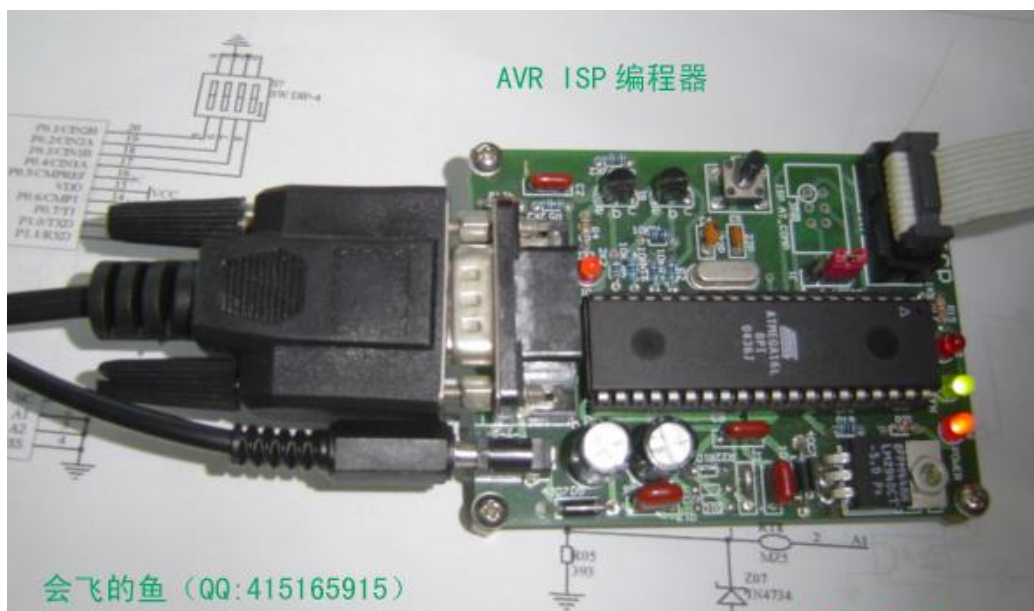


图2 AVR ISP

三、机器人开发大练兵

有了上述两大利器，为顺利开发 ROBOT 项目夯实了基础。接下来的任务就是赶快搞定一块实用的机器人控制板，下图就是笔者设计的第一版 ROBOT 控制器实物图，笔者给它起了个名称叫 ROBOT ERS V1.0。

在这块板上，笔者将 MEGA16 的 32 个 I/O 口分成 24 组引出，并且在板上预留了 ISP 接口，一组拨码开关，一个 RESET 按钮（用于下载用户程序），RS-232 接口。笔者在 MEGA16 中预埋了监控程序，用于支持多种语言编程。

这是一块开放式接口的 ROBOT 控制板，读者可以展开思想的翅膀，自由想象，尽情发挥。比如用于多自由度机器人控制（仿人形、多足昆虫、机械手等），最大可以控制 24 路 R/C SERVO MOTOR。还可以挂接一总线结构传感器（比如：DS1821 数字温度传感器）、IIC 总线结构外设、开关量设备、模拟数据采集等等。

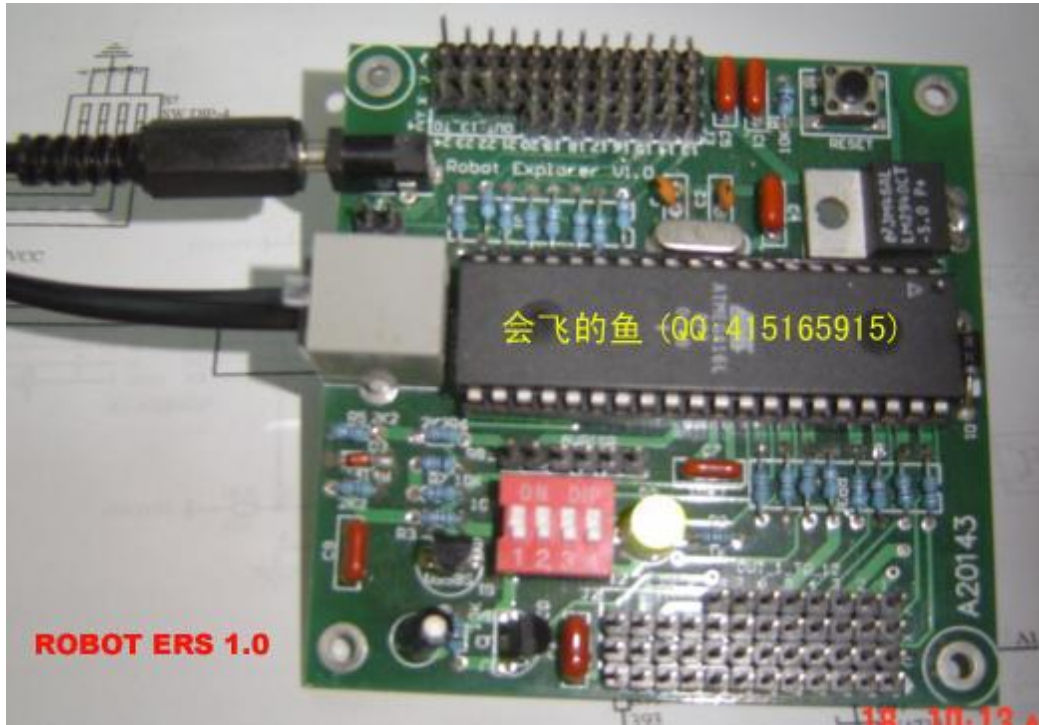


图 3 ROBOT ERS V1.0

机器人除了具有人性化的特征外，而且必须具有可玩性，要有吸引点。所以，如图 4 笔者先利用自制的土炮搞了个 RTTTL 音乐解码器，用于播放铃声音乐。选择解码 RTTTL 格式是因为单音轨、资源丰富等原因。

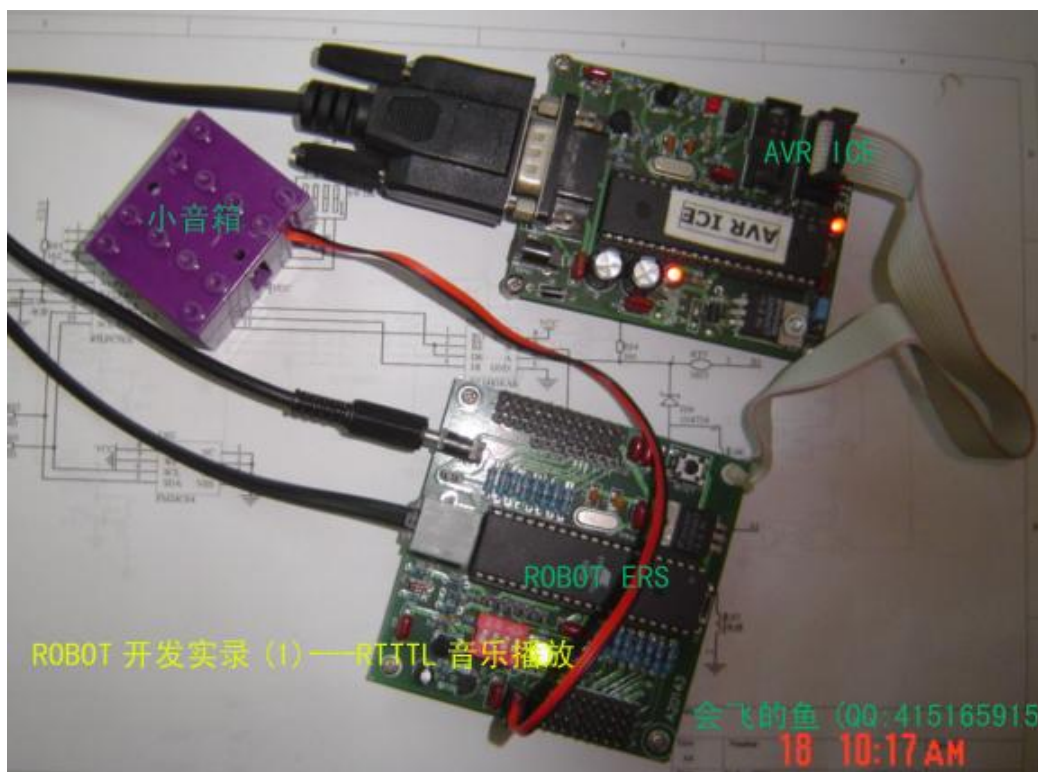


图4 开发实录 1

机器人开发中，R/C SERVO MOTOR 的控制是一个必不可少的环节。这是因为许多仿生部分需要 R/C SERVO MOTOR 控制关节的活动，所以接下来笔者对 R/C SERVO MOTOR 的控制特性进行了了解，作了一个 24 路舵机控制程序，并且用 C++ 作了一个上位机程序，用于编制各种动作数据库。

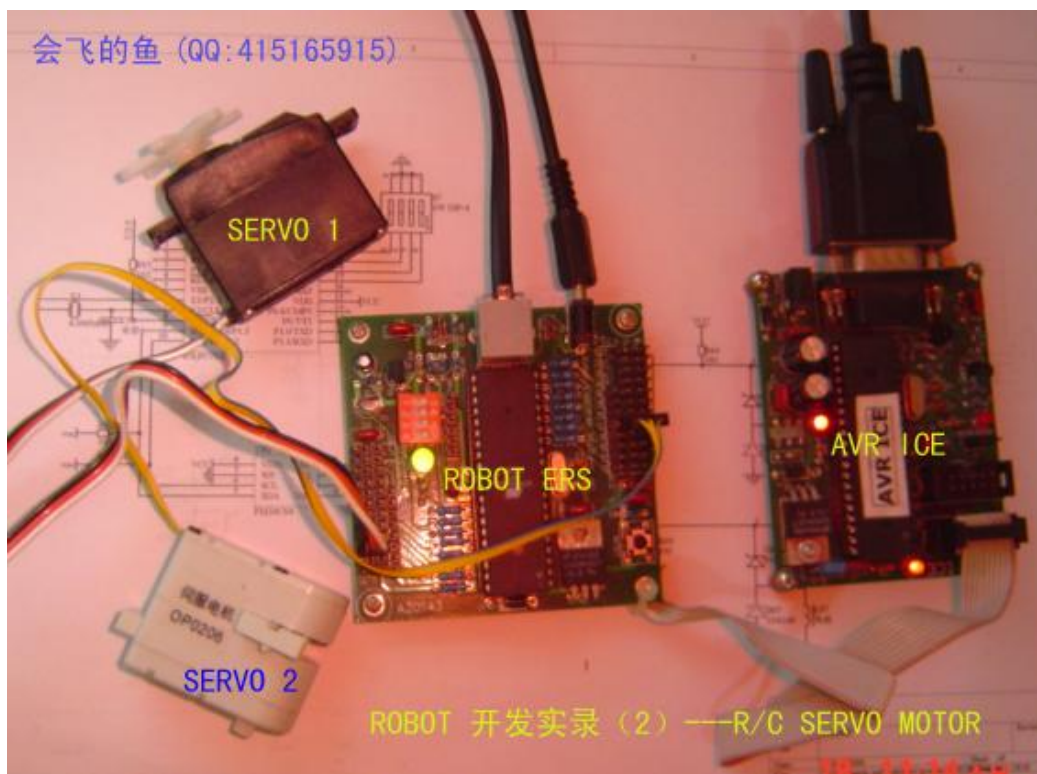


图5 开发实录2

养兵千日，用兵一时。经过多方面的知识储备及经验总结，接下来可以搞一个像样的机器人了。当然，尚需过一个大关-----结构学、力学，没有可行的结构支持，机器人开发依然是空谈。经过艰苦卓绝的结构设计、力学分析，最后搞定了一个 ARM 结构、一个足球机器人结构、一个 8 足昆虫结构以及一辆自走车结构。下面捡机械臂（ARM）的实物图“秀（SHOW）”一下。如图 6，全 ABS 塑料板雕刻而成，内部轨道镶嵌 6 颗钢珠，减小了机械臂对底座的摩擦力，12 个自由度（图中部分 SERVO 没装），可以完成给光驱自动加盘等精细动作。

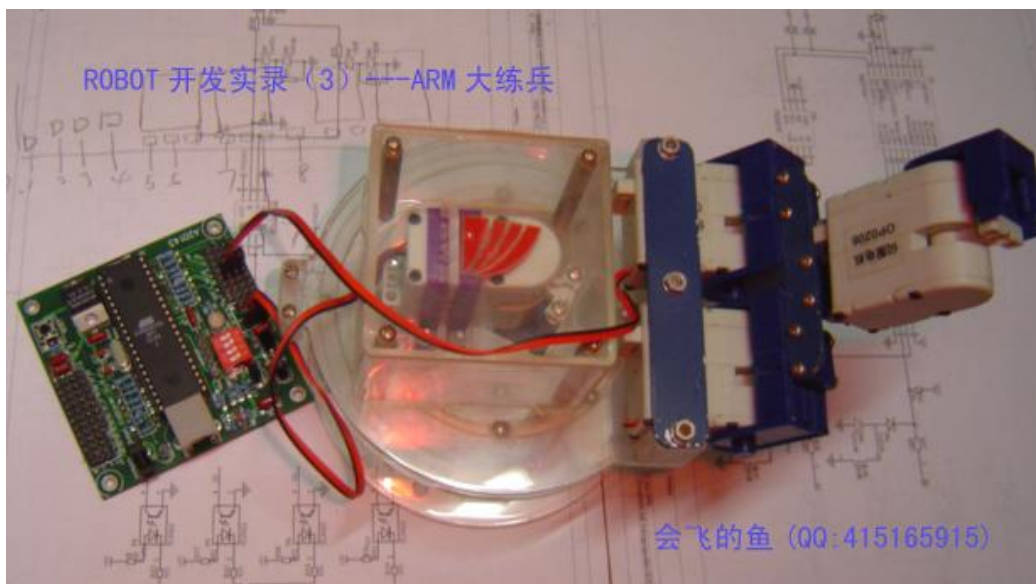


图 6 开发实录 3

软件设计

上述 ICE、AVR ISP 以及 ROBOT ERS 的监控均是用 AVRGCC 开发的，这是应为 AVRGCC 为开源、免费软件。节省不必要的美金支出，哈哈！谁让咱们是发展中国家呢！

当然，不是人人都像笔者一样，样样自做。这要耗费许多精力、能力、财力去捣鼓，不值得。

在中篇中，笔者将详细介绍各类传感器的制作，并提供完整实用的线路图，方便读者自制。

在下篇里，将详尽介绍笔者开发的，适合中小學生及一般爱好者使用的图形化开发平台，相信会给大家带来不少收获！