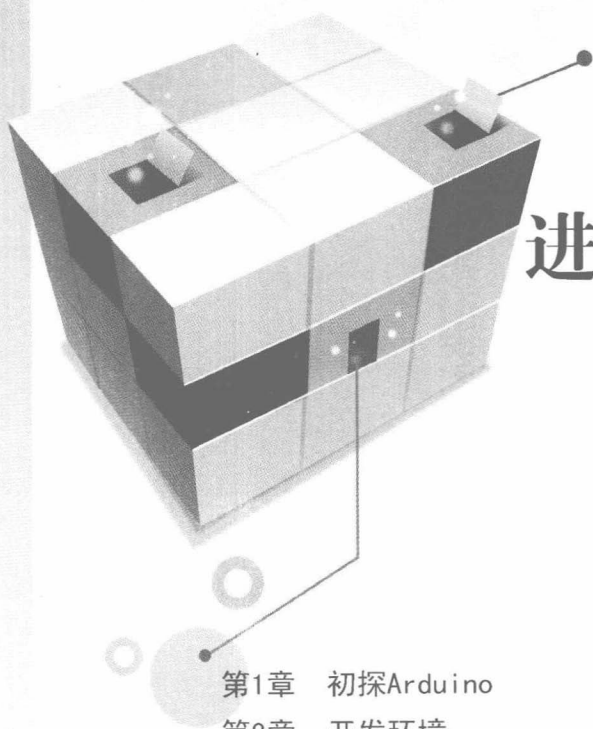




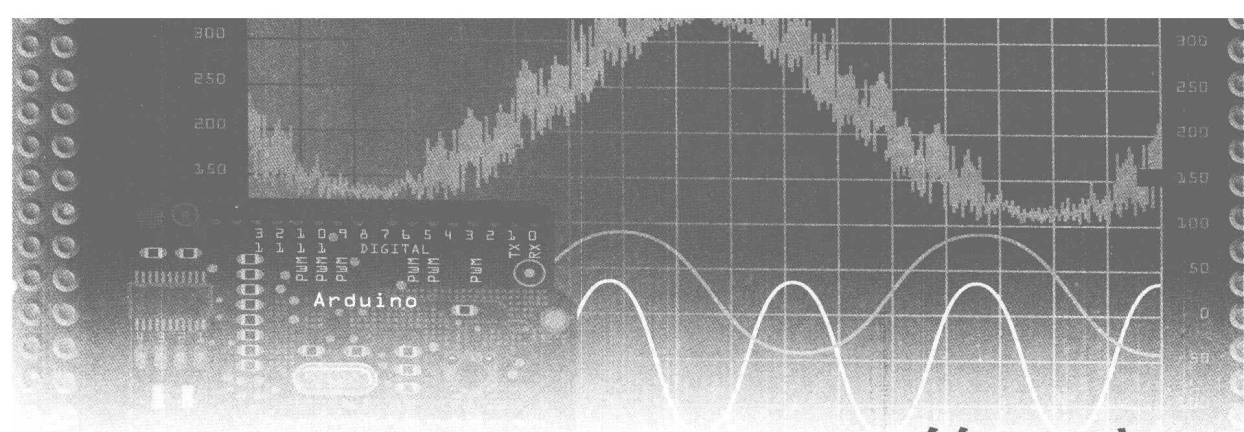
第1篇

进入Arduino的世界

第1章 初探Arduino

第2章 开发环境

第3章 必要的基本电路知识



第 1 章

初探 Arduino

本书将从最简单的电子电路开始,搭配现在很热门的 Arduino,带领读者进入一个无限宽广的领域——在这个世界中,只要你想得到、找得到,都可以用头脑思考、双手制作,DIY 出有趣的玩意。之后的章节将会介绍许许多多的感测组件以及特殊的模块系统,交互搭配出小体积、模块化的系统,让你可以做出交互式的艺术作品、会追寻路径的自走车等非常有趣的作品!

1.1 物理运算平台

物理运算平台? 物理不是有关直线运动、加速度等学校中最讨厌的科目吗? 为什么会跟运算扯上关系呢? 别怕! 这是直接从英文翻译过来的:Physical Computing,广义来说这个名词包含了感测外在环境的信息、与使用者沟通的人机接口、能够对应命令产生相应动作的执行器,最重要的是一个处理核心——通常是微处理器。将这些系统元素组合搭配,可以完成一个只需要开启电源便可独立运行的系统,这个系统可以依据外在变化或信号来做某些特定的反应或动作,如图 1.1 所示。

这样的组成简单、体积小、耗电低,可以搭配许多不同类型的产品来提高其应用价值。在过去,使用硬件电路及微处理器达成某些专业应用的技术核心或 Know-how 大多掌握在电机、电子工程师手里,但科技越来越发达的这个年代,此类系统的成本也相对迅速降低,也更容易操作,造就了更多人就算本身非所

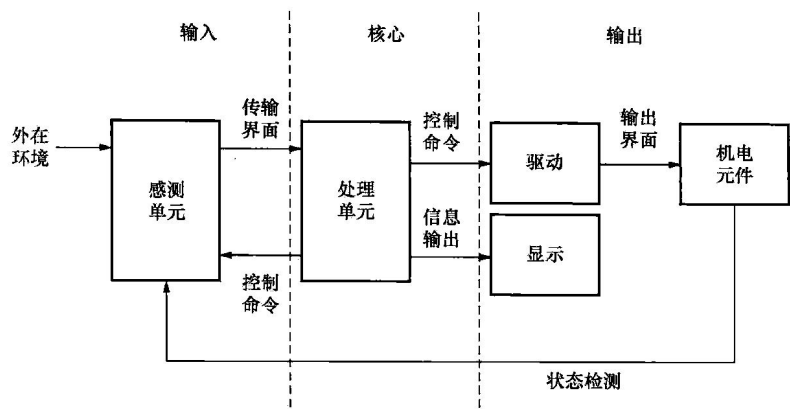


图 1.1 物理运算平台架构

学,只要愿意踏入这个领域,就可以在短时间内完成一个心仪的小装置。

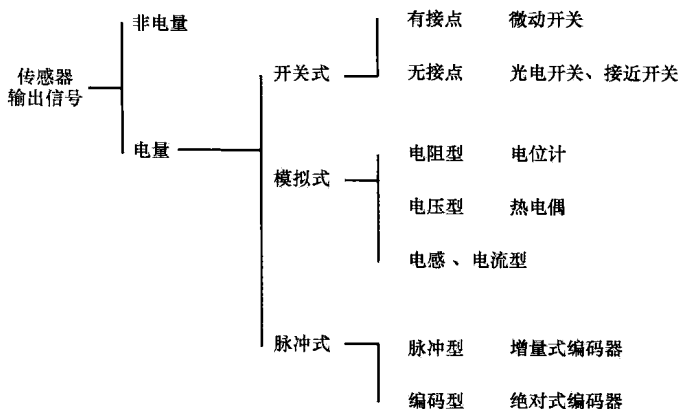
简单来看,整个系统平台可以分 3 个部分:输入、核心和输出。我们从输入的部分开始谈起。

这里泛指输入,可能是由使用者依照自身需求,使用某些装置对系统下达指令;或是系统针对特殊功能的需要,对物理量进行测量,如温度、压力、形变等,再将这些物理量转换为电压、电流、电感等变化;甚至对输出端的机械系统进行监控等,这都属于输入的范畴。常见的几种物理量见表 1.1。简易传感器分类如图 1.2 所示。

表 1.1 常见的几种物理量

传感器	类 型	待测量转换信号
浮球	液面高度变化	位移
热敏电阻	温度	电阻变化
光敏电阻	光线	电阻变化
加速度计	加速度	电压
霍尔 IC	磁场	电压
压力计	压力	电阻变化

核心部分,就像我们人类的脑袋,它可以感受到耳朵听到的声音、肌肤受到的碰触,也可以控制手臂的摆动、脚步的运动。人类的一切活动不能没有脑的



思考,系统也是一样,需要一个指挥官,而物理运算平台的指挥官就是微处理器,如果系统比较复杂,可以使用工业计算机。更详细的介绍我们在后面会有更多的说明。

输出端跟输入端一样包罗万象,可以是一个小屏幕、一颗灯泡或一台机械怪兽。设计者希望这个系统以什么样的方式呈现,输出的种类就随之更换,有的讲究功能性,有的需要能吸引目光,就看设计者的创意思考了!

本书将会介绍许许多多的输入/输出装置,给大家提供一个想法、一个入门,最重要的是,只有先学会了工具的使用,才可以把心中的巧思发挥出来。

1.2 话说从头——从核心谈起

本书的核心单元是以微处理器为核心的嵌入式系统。一般来说,其与个人计算机最大的区别在于功能的多寡。我们使用计算机的时候,会希望一边通过网络登录社群网站更新最新的心情,一边听着热门的音乐专辑,甚至还边打着期末报告边跟朋友用 MSN 实时讨论。这样同时执行许多不同程序,我们称为多任务。大部分的多任务都有一个操作系统(Operation System, OS)来负责管理、协调每个工作的优先权,以及要读写的数据,确保程序间不会互相冲突,系统也不会因为线程太多而造成延迟的现象。常见系统芯片见表 1.2。某些场合会将单片机系统视为比较低阶的应用,采用的芯片多为 8 位或 16 位;而嵌入式系统视为高阶场合应用,核心多为系统芯片或 32 位的处理器。有的则以核心芯片的执行速度来区分,单片机系统的运算速度大约为 20MHz,可采用倍频

技术提升芯片的处理速度;而 32 位的芯片,以 ARM 系列为例,多属数百 MHz 的效能,因此可以处理较为复杂的任务。

表 1.2 常见系统芯片比较

芯片	芯片型号
8 位	8051、ATMEGA8 等
16 位	PIC 等
32 位	ARM 等

以单片机为主的系统,单位时间内只能处理一件事情,更具体地说是只能执行单行程序代码,所有任务必须依照已排定的优先级来执行,故功能上的安排会较为单纯,一般用于较为简洁的系统或按固定顺序执行的设备。嵌入式系统的核心可能由一个到数个微处理器或控制器组成,内部程序都是预先设计好的,除非做系统的更新改版,否则不做修改。这种程序我们称之为韧体,主要负责软件与硬件之间的沟通。而多种核心整合在一块芯片上的,我们称之为系统芯片(System on Chip, SoC),可以将体积最小化,功能多样化。

要接受实时的数据或改变目前执行的状态,都必须要有信号输入系统核心内,用以更新不同的参数或是触发某一个状态,单片机系统常见此用途的传感器,像红外线、超声波等;而为了提醒或显示某些状态,输出可采用小型液晶显示器或 LED,参见表 1.3。

表 1.3 输入/输出装置比较

	计算机系统	单片机系统
输入	键盘、鼠标等	按钮、传感器等
输出	屏幕、喇叭等	LCD 显示器、蜂鸣器等
记忆	硬盘	Flash、EEPROM 等

由于单片机系统的能力有限,根据不同类型的 IC,能达到的功能也会因此不同,所以在系统发展的初期,依照想要达成的目标选择合适的处理单元也是一个相当重要的课题。

1.3 Arduino 溯源

“Arduino”源自 11 世纪北意大利国王的名字。这个开放项目最早由 Mas-

simo Banzi、David Cuartielles、David Mellis 和 Nicholas Zambetti 等人发起,目前已经发展了许多不同的版本。由于它的硬件及开发环境皆可以在网络上购买或下载,各国也出现了根据不同需求制作的专属版本,可供使用者自行购买。当然,其官方网站 Arduino.cc 也可以购买,不过是从意大利出货,要考虑运费的成本。鉴于它的高开发性、低入门门槛、便宜等优势,目前已经累积了不少忠实的爱好者。更因为它的程序语法简单易懂,吸引了不少非电子、电机领域的人加入使用的行列,它被运用在众多非专业电子、电机领域中,创造了各式各样的创新应用。

1.4 Arduino 硬件种类介绍

1.4.1 Duemilanove

图 1.3 所示为笔者撰写此书时的最新 Arduino 标准版本,主要连接接口为 USB,大部分范例程序所需要的硬件电路皆已包含,单片机所有引脚也都有预留,方便使用。有许多针对此版本开发的应用扩展板,可以依照想要的功能选择组合,甚至堆栈不同功能来达成所需要的应用项目。预载核心为 AT-MEGA168(较旧的版本)或 ATMEGA328。

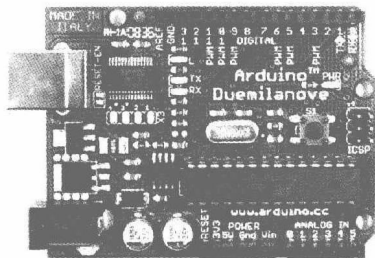


图 1.3 Arduino Duemilanove(图片来源及所有权:Arduino.cc)

1.4.2 2 Nano

此版本主要与面包板结合使用,板子上的引脚间隔与面包板上的间距相同。除了尺寸大小与 Duemilanove 不同外,两者所拥有的功能是一样的,核心也有 ATMEGA168(Nano 2.X)与 ATMEGA328(Nano 3.0)两种(图 1.4),但芯片封装与 Duemilanove 不同。

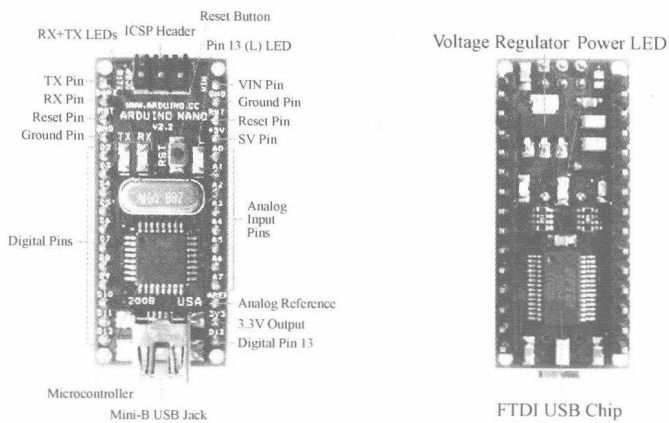


图 1.4 Arduino Nano(图片来源及所有权:Arduino. cc)

1.4.3 MEGA

图 1.5 所示 Arduino MEGA 可以说是 Arduino 的巨大版,它包含了 54 个数字 I/O、4 组 UART、16 个模拟引脚、14 组 PWM 脉冲信号(只可惜频率同为 16MHz,稍显美中不足)。

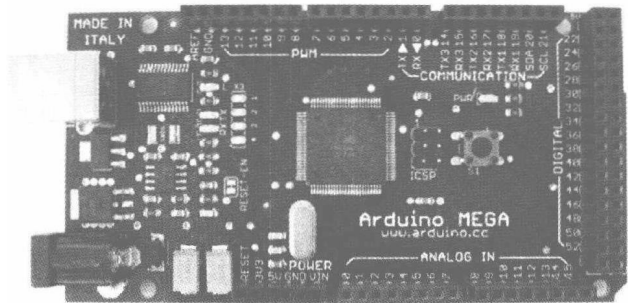


图 1.5 Arduino MEGA(图片来源及所有权:Arduino. cc)

1.4.4 LilyPad

有了巨大版,一定少不了微小版,如图 1.6 所示。这个版本以可以搭配在衣服上,作为设计主轴,故以圆形(纽扣)为设计外观,希望衣服与人可以有更多的互动关系。

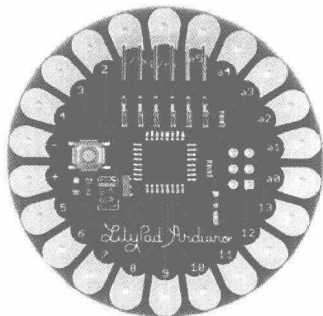


图 1.6 Arduino LilyPad(图片来源及所有权:Arduino. cc)

1.5 专属版的 Arduino

有了突变才能让生命适应环境的变化,有了异于常人的想法才会给社会带来更大的进步。看到原厂的板子不符合需要的时候,各路高手就开始动脑筋改造更好、更小、更特别的专属版,让大家用起来能贴近需要。以下介绍一些目前网络上找得到的特殊规格,有的有专门用途、有的有特殊尺寸。若是将来有需要,你也可以在网络上找到相关的电路档案供参考,或是通过其他渠道买来试试看。

1.5.1 Seeeduino

图 1.7 所示板子与原厂 Arduino 的大小、外观并没有太大的差异,主要差别是核心采用了不同的封装,与计算机通信的部分使用了 mini USB,以减少体积。

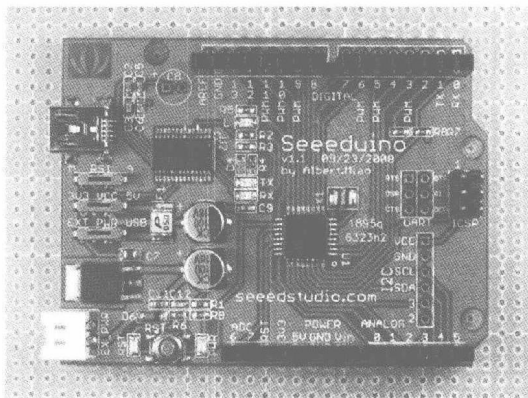


图 1.7 Seeeduino(图片来源及著作权:Seeeduino. com)

1.5.2 Roboduino

有时候想要尝试有关机器人的应用时,一定会用到多组舵机,这时候 Roboduino(图 1.8)就有当仁不让的胸襟了:硬件上多了许多组舵机要用的接线引脚,可以直接使用。不过,由于舵机内部其实也是一组电机,在使用多组舵机时,要考虑电流大小的问题,避免板子无法驱动或损毁。

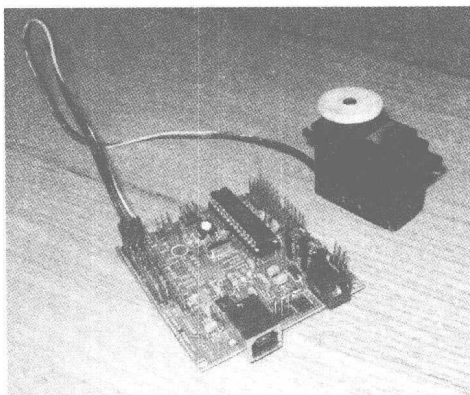


图 1.8 Roboduino(图片来源及著作权:curiousinventor.com)

1.5.3 Funnel IO

前面有讲到,一个完整的嵌入式系统也必须包含对外通信接口,才能适当表达目前的状态,不论是有线的还是无线的通信设备,通常是必要的外围之一。有厂商结合了 Xbee 这块无线通信模块,特别设计了这样的硬件设备(图 1.9)。

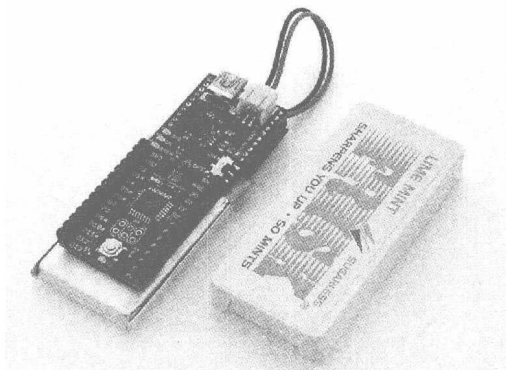


图 1.9 Funnel(图片来源及著作权:funnel.cc)

1.5.4 Boarduino

在做电子电路的实验时,最常用到的就是面包板。为了方便结合面包板的测试,有人将 Arduino 的架构改成适合与面包板直接结合使用的版本,这样可以省下不少的接线,如图 1.10 所示。

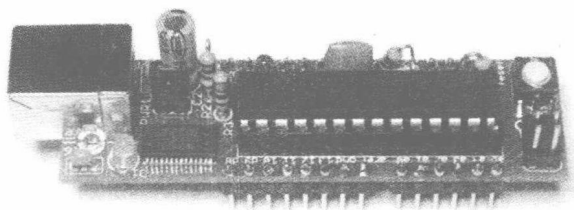


图 1.10 Boarduino(图片来源及著作权:ladyada. net)

1.5.5 Polulu 3pi Robot

Polulu 直接将 Arduino 核心嵌入至一台两轮小车上,搭配车上装置的感测组件,可以有相当多的应用。扩充性也承袭 Arduino,可以再叠上一层板子做额外扩展。这算是 Arduino 的进阶变异版,如图 1.11 所示。

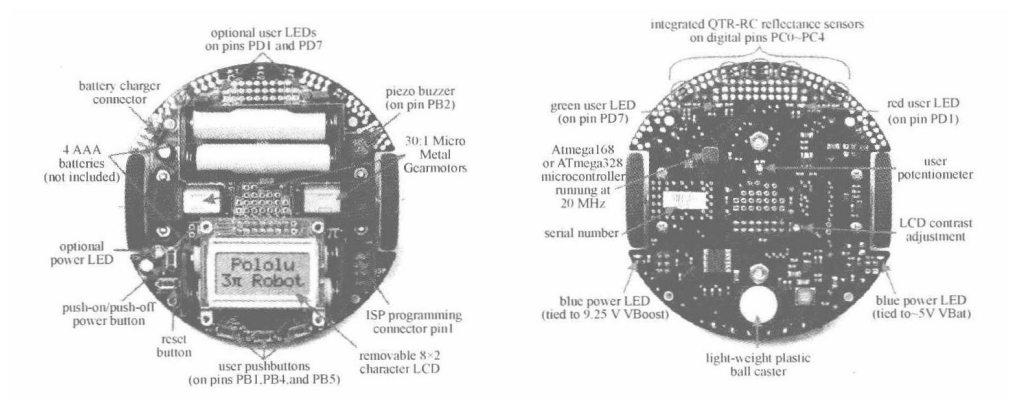


图 1.11 Polulu 3pi Robot(图片来源及著作权:polulu. com)

1.6 Arduino 的好处

看了这么多不同种类的开发板,可能会觉得眼花缭乱,别太烦恼,这就是 Arduino 的好处:它将所有软硬件资源放在网络上,有任何需要都可以在网络上找到解答;它基于开放源代码的概念,让大家可以以 Arduino 为基础,扩展各自需求的硬件,而大家也抱着回馈的心,不吝啬地分享所学,让初学者可以在网络上找到许许多多的数据,很快就能上手。如果大家看完本书的范例后还想要再进一步玩一些更多更不一样的,网络上还有太多太多在等着你。

1.7 Arduino 的应用

Arduino 发展到现在,由于它的开发环境方便且简单易懂,硬件种类可以依据不同需求来决定大小,也很容易扩充感测装置,所有资源皆开放给有心进入这个领域的人,故很多玩家在完成一个小项目后也乐意在网络 Blog 上公开他的作品。在 Google 或是 Youtube 上搜寻 Arduino 关键词,你会发现原来它真的很神奇,大家的创意造就出各式各样新奇、好玩的小玩具。以下就先介绍几个网络上看到的应用,让大家热身一下,准备体验这个电子世界的奥妙。

1.7.1 数字艺术

第一个要介绍的,不在国外,就在台湾地区。这几年有一种新兴的艺术,称为数字艺术,因为科技的发达,作品不再只是冷冷的雕塑或彩色的各式画作,加上了简单的计算机科技,艺术作品有了生命,可以和观赏者互动,也会因为不同反应而使观赏者有不同的感受。以下就先简单介绍一下数字艺术。

数字艺术是指经过数字化的过程方法、手段产生的艺术创作。而将传统形式的艺术创作以数字化的手段或工具做各种方法的呈现称为艺术数字化,因此凡创作时以数字化手段制作或制作时以传统形式创作之后再加以数字化加工所产生的艺术作品皆可称为数字艺术。

从当今数字艺术所采用的技术内容中,计算机信息系统是必然的核心,但是如何将计算机活用起来,与计算机联系的外围技术也十分重要。我们可以归

纳出几个重点,让非技术创作者知道如何与技术人员沟通。

(1)信息的感测

信息的感测在数字艺术里具备最重要的角色,它必须采用各种的感测组件以及转换器去撷取人、物、环境等所要表达的信息?感测的原理有接触式的与非接触式的。传统技术以接触式的感测组件居多,近几年来由于技术的提升,非接触式的感测逐渐成为主流。声、光、热、动、电流、磁场、电波都是信息表现的方式,感测组件应运而生。

(2)信息的进出

信息进出计算机,就要有接口技术与通信协议,计算机可以处理比人脑快百倍以上的速度,但也不是随意输入输出的。接口定义了计算机与终端间的基本信息格式与组织,因此特定的通信协议应运而生,让计算机可以依据这种格式来执行每一个细微、瞬息的工作要求。

(3)信息的操控

计算机所产生出来的指令或命令,只是0与1的信号,将这些信号变成可以启动或驱动数字艺术所要表现的对象,必须要有一套控制律来协助处理每一个动作的合理性与有效性,让这些动作能收放自如。因此操控系统的规划与设计是数字艺术表现的另一个高度。

(4)信息的演化

信息的演化是如何处理一些随机的、杂乱的、片段的数据,使其融合成为艺术创作上的意义与价值。在这个领域上,艺术家的参与主导软件技术的发展,通过不断的互动、修改、更新、提升来逐步满足艺术创作的期望。当然,技术支持中软件资源是最大的基本条件;各种奇怪的构思都能逐一的被展现,各种问题可以一一被克服。

(5)信息的连接

信息如何连接到计算机、微处理器,从而被处理、运用、储存等?传统的有线连接,从点对点演变到点对因特网,然后跳脱出线的束缚,无线信息的传递逐渐成为主流,让信息得以在任何地方上传、下载,将感测的信息连接到计算机主机,再下达指令至操控的接口等。

(6)信息的显示

数字艺术的表现现在显示器上占了大部分,目前技术领域有各种光学显示技

术可以利用,大面积的显示器、投影机显示器、发光二极管、激光系统等都是可用的资源,如何利用是相当值得了解的。

在台湾地区,有一群艺术工作者结合 Arduino 的硬件创造出许许多多的应用,也成立了 Arduino. tw 的网站,提供一个与大家互动交流的平台。目前,已经有好几间大学的实验室加入了这个网站,这给入门者提供了一个非常好的知识库(还是中文比较亲切嘛!),网友会不定期地将他们的最新作品或测试结果拿出来供大家交流,从相互学习当中得到更多、更新的灵感。

这个网站的主持者就拥有艺术相关背景,因此可以找到很多作品,或是上 Youtube 也可以看到国外将作品介绍的视频上传到网络上或是自己的博客里,都可以去观赏别人的创意。

1.7.2 科技 Arduino

在电影《不可能的任务 3》中,帅气的阿汤哥被一台无人飞机打得无处可逃;《变形金刚》、《鹰眼》等电影中,无人飞机也穿梭其中。在 21 世纪初,无人载具(UV, Unmanned Vehicle)的应用已经正式进入我们的社会中,天上飞的、地上爬的、水里潜的……不只是美军的无人飞机(图 1.12 和图 1.13)或无人潜艇,所赋予的工作以及重要性不可同日而语了,世界各国也都加紧脚步研究属于自己的无人飞行系统。在我国台湾地区,无人飞机也开始用于环境监测、灾害勘查等,可以快速将大范围内的信息、影像回传至控制中心,确保研究单位可以在第一时间掌握最新的动态。

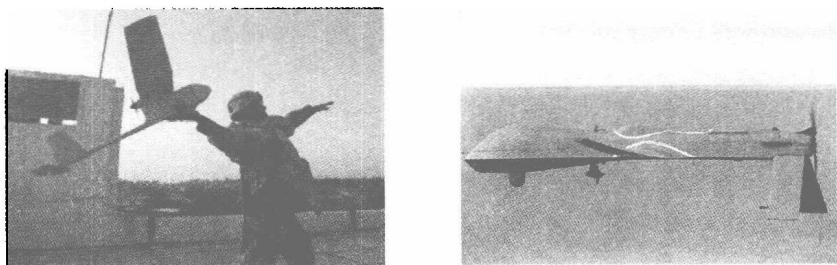


图 1.12 美军 UAV 系统(图片来源及著作权:原照片之国外网站)

说了这些,跟 Arduino 有什么关系呢? 美国的 DIYDrones. com 网站

(图 1.14)便将 Arduino 特制成无人飞行载具的控制核心,结合许多必要的传感器以及 GPS 全球定位系统,成功地在自家后院实现了属于自己的无人飞机。谁说 UAV 是高科技产业,一定要专门机构才可以做得出来?这个网站也贩卖它们的套件(图 1.15),有兴趣的人可以上网去瞧瞧。更好的是,DIYDrones 网站秉

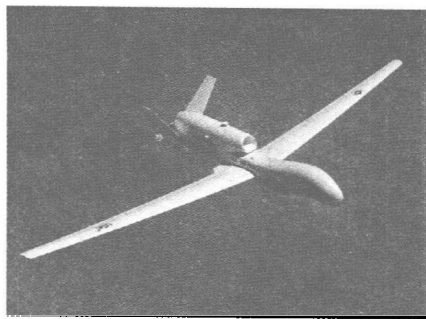


图 1.13 美军 UAV 全球之鹰(图片来源及著作权:原照片之国外网站)

承开放原码的理念,将所有相关的硬件规格、布线图以及程序代码放在网络上供人下载,所以你也可以依照自己的需求改变设计,开发属于自己的无人飞机。等等,如果飞机太大,还要找地方才能飞,说不定还会引发小小“911 事件”。别担心!这个网站也提供了室内飞船的设计(图 1.16 和图 1.17),够酷吧!只要你能摸熟 Arduino 以及基本的电子电路,花点小钱,宅男马上升级为科技宅男。喔!不,是科技玩家。认真的男人最帅气了,有空闲的时间,找找相关的数据,说不定也能创造出别人没有的新玩具唷。



图 1.14 DIYDrones.com(图片来源及著作权:DIYDrones.com)

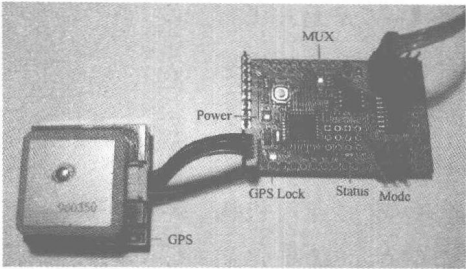


图 1.15 无人机硬件(图片来源及著作权:DIYDrones. com)

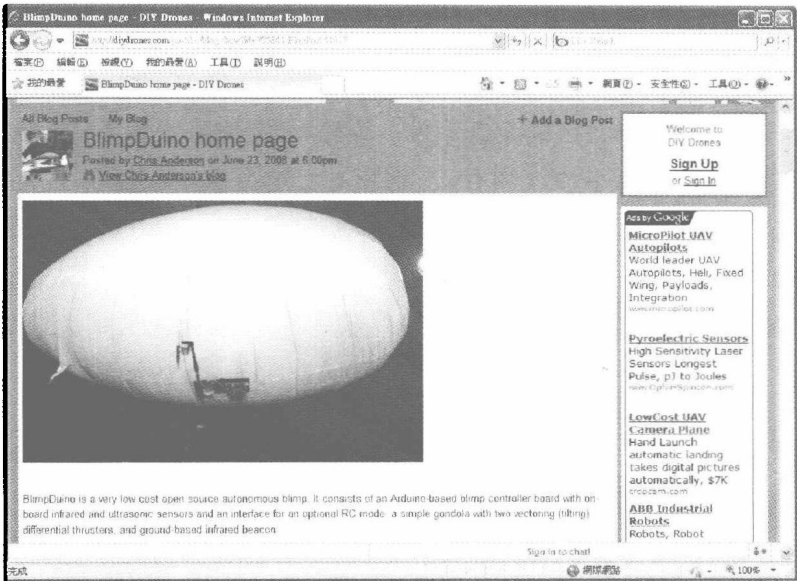


图 1.16 室内无人飞船(图片来源及著作权:DIYDrones. com)

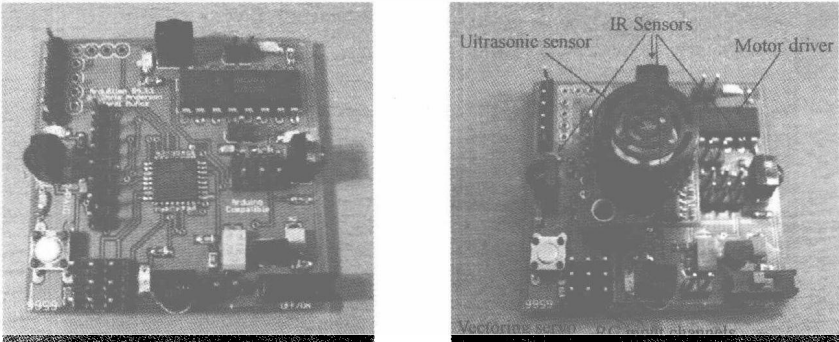


图 1.17 室内无人飞船控制接口(图片来源及著作权:DIYDrones. com)

1.7.3 通信网络 Arduino

另一个要介绍的网站——libelium.com,它提供的架构以 Arduino 为基础,再加上目前逐渐受到重视的无线感测网络,完成短距离通信,依照不同的需求与地点提供感测数据的传递。这个网站所提供的模块较为先进,用到了 XBee、GPRS 通信模块、记忆卡模块等,这些模块规格化后被封装至一小盒子内,方便安装(图 1.18 和图 1.19)。

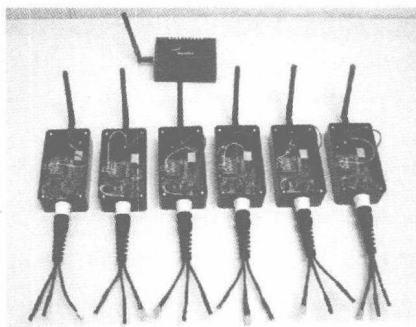


图 1.18 WSN 多组传输架构(图片来源及著作权:libelium.com)

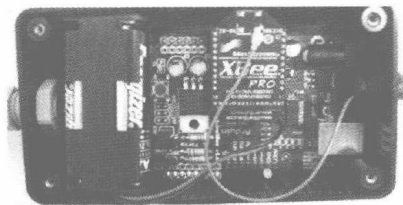
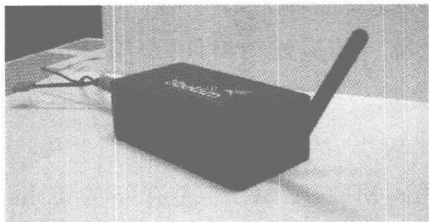


图 1.19 Arduino for WSN 模块内部(图片来源及著作权:libelium.com)

1.8 Arduino UNO

Arduino 官方于 2010 年 10 月推出了新版的 Arduino(图 1.20),硬件尺寸皆同于旧版,最大差异在于 USB to Serial 的转换 IC,主要核心还是 AT-MEGA328。因此本书所有范例通用新版的 Arduino UNO。

UNO 在意大利文中的意思为 1,宣告一个新世代的来临。Arduino UNO 的核心仍然使用 MEGA328,与之前版本的最大差异在于 USB to Serial 芯片的