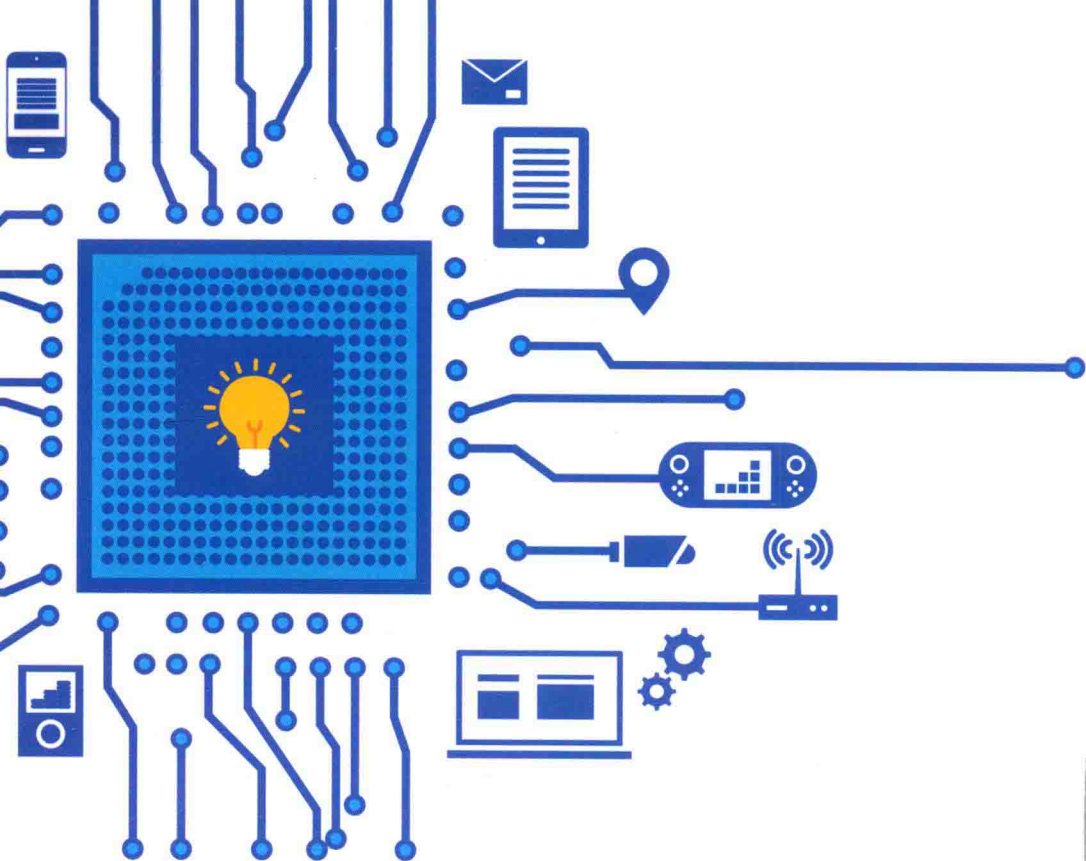




Arduino

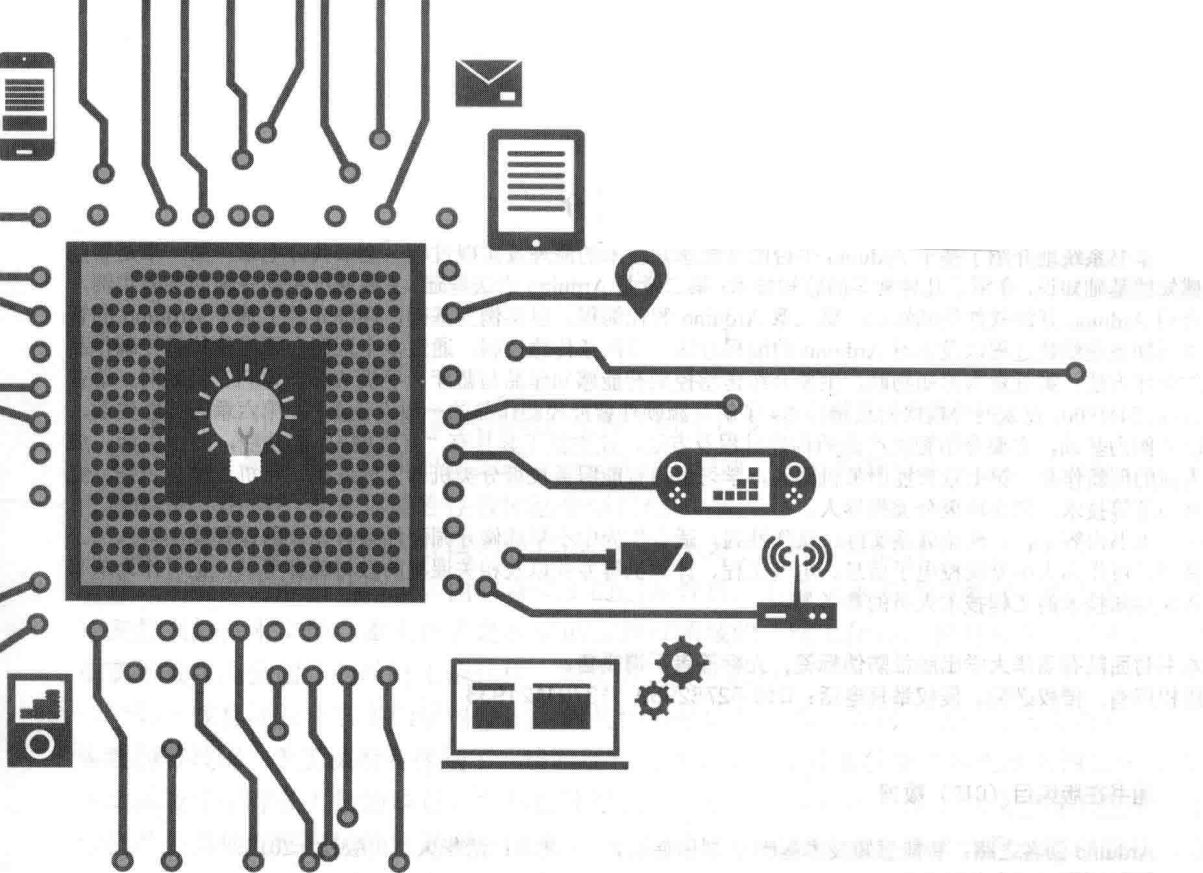
创客之路

智能感知技术基础

刘伟善 ● 编著



清华大学出版社



Arduino

创客之路

智能感知技术基础

刘伟善 ● 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书系统地介绍了基于 Arduino 平台的智能感知技术的原理及实现过程。全书共分七章，第一章是智能感知的基础知识，介绍了几种常见的感知技术；第二章是 Arduino 语法基础，主要通过生动有趣的实验实例，介绍 Arduino 开源软件基础知识；第三章 Arduino 智控编程，以实例为基础，详细介绍了基于 Arduino 的智能感知系统组建过程以及学习 Arduino 的编程方法；第四章传感控制，通过多个范例介绍搭建传感控制作品的制作方法；第五章为感知物联，主要介绍传感控制智能感知作品与蓝牙、手机 App、WiFi、物联网、语音合成、SIM900、以太网等模块的连接技术，了解开源硬件智能控制作品的一般设计流程。第六章为智能生活，以实例为基础，主要介绍智能产品的构建过程及方法，让生活工具具有“互联网+”的功能，改善生活，成为新的创新作品。第七章智能服务机器人，学习运用智能服务垃圾分类机器人的舵机、电机、颜色识别、红外循迹等技术，制作垃圾分类机器人。

本书内容丰富，理论联系实际，操作性强，适合作为中小学选修开源硬件项目设计的课程或创客入门工具书，可作为大中专院校电子信息、电气工程、计算机等专业以及相关课程的教材或参考书，也可作为从事智能感知技术的工程技术人员的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。

版权所有，侵权必究。侵权举报电话：010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

Arduino 创客之路：智能感知技术基础 / 刘伟善编著. —北京：清华大学出版社，2018
ISBN 978-7-302-50354-5

I. ①A… II. ①刘… III. 单片微型计算机-程序设计 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 117663 号

责任编辑：杜春杰

封面设计：刘 超

版式设计：楠竹文化

责任校对：马军令

责任印制：沈 露

出版发行：清华大学出版社

网 址：<http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址：北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编：100084

社 总 机：010-62770175 邮 购：010-62786544

投稿与读者服务：010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈：010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者：三河市吉祥印务有限公司

经 销：全国新华书店

开 本：185mm×260mm 印 张：19.75 字 数：502 千字

版 次：2018 年 8 月第 1 版 印 次：2018 年 8 月第 1 次印刷

定 价：59.80 元

产品编号：079883-01

序

“创客”一词是近些年的新兴热词，让肯于研究、爱好创新的“不务正业”者，有了名正言顺的身份。然而形单力孤的创客们，创业都异常艰难，很多人都转而成为创客教育工作者。可惜的是，不是所有人都能胜任教师这个新岗位。

创客教育已经正式纳入我国的教育体系，其作为重要的素质教育手段，是培养学生创造能力、动手能力的最佳途径。面向青少年的创客教育，亟需一本优质的教材，而不是一本本堆砌起来的技术文档。本书作者是我国创客教育领域的一线工作者，也是知名先行者，其通过多年教育经验创作的教材正是这样一本实用优质的教材。

创客教育涉及非常多的学科知识，但其核心是信息技术，否则它就和传统上侧重创意和实践的劳技课、手工课没有区别了。然而现有的中小学信息技术教学内容无法支撑创客教育，在实际教学中存在大量的难点，尤其是计算机程序设计，单片机开发，以及涉及上位机、下位机甚至其他网络服务的物联网应用开发。本书作者循序渐进地介绍了计算机编程的基本方法，通过 Arduino 这种软硬件开发环境，既能让学生动手制造出创意发明作品，又能深入地理解计算机开发的奥妙所在。并且作者还将读者的视野从传统的电子发明，提升到未来智能计算时代的物联网应用，不仅讲解了移动互联 App 的简易开发，还介绍了人工智能技术的应用实践。

一本好书会引发大家的思考，本书在科普相关知识背景和技术的同时，更侧重于激发读者的创造性，通过真实的项目案例，指导学生创造出完整的作品。这正是难能可贵的地方，因此，强烈推荐从事创客教育的工作者们研读！

总之，不论您是想从事教学工作的资深创客，还是对 Arduino 开发抱有浓厚兴趣和好奇心的读者，只要您想系统地学习和理解 Arduino 开发技术，那就请让这本书指导您前行吧！

刘雷

2018年7月中科院计算所

前言

随着“互联网+”的兴起，时代呼唤创客，中国创客教育的黄金时代已悄然到来。什么是创客？“创客”一词来源于英文单词“Maker”，泛指出于兴趣与爱好，努力把各种创意转变为现实的人。“创客”一词出现于2015年的《政府工作报告》，李克强总理在《政府工作报告》中专门提到“大众创业，万众创新”，这意味着我们的教育环境将形成一种新的生态学习方式。在创客教育中，学习者同时也是创造者，学习过程也是创造的过程，而学习结果就是将想法变为现实的成果，这与现代教育理念不谋而合。“创客意识”被纳入了学生发展核心素养，这对引导学生开展深入探究与实践，激活学生的创造性思维与创新意识，提升学科核心素养起到了积极的作用。

随着信息技术的飞速发展，层出不穷的新技术、新软件、新服务向人们涌来，造成“新课程不新”的滞后现象。面对学生“喜欢电脑，但不喜欢信息技术课”的问题，我总在想：教什么？拿什么课程内容来吸引学生？“教什么”的问题，直接影响学生学习的兴趣。例如，编程，学生只能停留在模仿阶段，不会独立编写，缺乏创新能力，新奇感过后就失去学下去的动力。于是，这几年来我一直在思考如何培养学生的创新能力。通过学习新兴的创客与创客教育概念，我认为它可以成为高中技术课程创新意识与实践能力培养的一个有力载体。2015年，我申报广东省教育科研规划课题《基于项目学习的高中创客教育实践研究》并获得立项。经历两年多的刻苦钻研，我开发了一门名为《Arduino 创客之路——智能感知技术基础》的课程，试图在课程建设方面有所突破。

创客教育如何做，创客课程如何开展，国内除个别学校有探索外，尚无可参考的成熟模式。近几年，通过互联网查找相关资料，我研发出一种消防水带检测装置，解决了消防水带无法检测的难题，并获得了国家专利。后来又获得了消防应急灯的国家专利。沿着自己探索的创客之路，我发现公开的国家专利技术方案是培养学生创意的最好教育资源。因此，在编写本书时，每一节增设“想创就创”教学环节，引入相关专利技术方案摘要，激发学生创新思维，提高创新意识。

本书是一本开源硬件项目设计课程，作为教学课程，全书共分为七章。

第一章智能感知。概述智能感知和感知技术的发展现状，结合经典的智能产品分析智能感知产品的构成和智能产品的实现过程，并罗列常见的传感器及射频识别技术的产品RFID。第二章Arduino语法基础。介绍Arduino的基本语法，从一些生动有趣的电子实验项目实例出发，在实验过程中学习Arduino基础语法，把枯燥无味的语法变为有趣的活动课堂，让学生尽快掌握Arduino语言基础知识。第三章Arduino智控编程。通过一些生动有趣的智能控制案例，沿着程序的顺序、选择、循环等基本控制结构之路，学习如何使用Arduino语言编写智能感知控制程序并解决控制问题，掌握Arduino的基本语句、程序的基本控制结构以及智能控制程序设计的基本思想与方法，培养学生的计算思维及编程能力。第四章传感控制。通过多个范例介绍搭建传感控制产品的方法和流程；详细介绍基于开源硬件项目设计的一般流程；

利用开源设计工具、编程语言实现外部数据的输入、处理，利用输出数据驱动执行装置的运行。这些内容有益于激发学生创新的兴趣，培养学生动手实践的能力。第五章感知物联。通过开源硬件 Arduino 开发板分别与蓝牙、微信、网页、手机、App、WiFi、语音合成、SIM900、物联网、以太网等模块互联，开发智能感知应用项目；掌握智能感知的物与物联、人与物联的技术；了解开源硬件智能控制产品网络通信的一般设计流程。第六章智能生活。以学生校园生活实际应用案例为基础，让生活工具装上“互联网+”的功能，改善生活，成为新的创造；并引导学生综合运用前面所学的智控编程、传感控制、感知物联的知识来解决实际问题。第七章智能服务机器人。结合智能服务垃圾分类机器人制作实例，学习运用智能服务垃圾分类机器人的舵机、电机、颜色识别、红外循迹等技术，设计较为开放的任务，给学生充分的想象与创新空间。

使用本书时，建议通读目录，精读章首导言。章首导言叙述了该章的学习目的、学习目标和学习内容，让你对该章有一个总体认识，也让你在学完该章后进行自我评价时有个参照标准。在学习的过程中，你会发现书中有一些黑体字的栏目，如“知识链接”“课堂任务”“探究活动”“程序设计”“成果分享”“思维拓展”“想创就创”等，它们会帮助你更好地理解课文的内容，指导你开展学习活动。例如，“知识链接”是为完成学习目标而设置的相关知识内容；“课堂任务”是明确学习任务；“探究活动”是让你在学习活动中培养团体合作意识和创新意识，提高研究能力；“成果分享”是一项众创众智的举措，让你自觉践行开源的理念与知识分享的创客精神；“思维拓展”是告诉你在课本知识之外还可以做什么，构建创造性思维，引导创新。

本书的编写过程，得到了许多专家的关注。他们提出了很多宝贵的意见和建议，我深表谢意。孔祥兴老师给我提供了一节手机 App 控制 LED 灯的课程实例，在此一并表示感谢。

请跨入开源项目智能感知控制设计这座神秘的殿堂吧！在高层次、高品位的探究活动、思维拓展、想创就创的实践中，你不仅能获取知识和智慧，而且能从中体验 Arduino 程序设计和智能感知创造作品所蕴含的文化内涵，感悟传感控制和感知物联的奇妙，吸取人类精神文明的养分，激励你奋发向上，在求索和创新中让生命大放异彩！

由于编者水平有限，书中还有许多需要进一步完善的地方，恳请读者批评指正。

编者

2018年2月3日

目 录

第一章 智能感知	1
第一节 智能感知及其发展趋势	1
第二节 智能产品及实现过程	3
第三节 传感器技术	6
第四节 RFID 技术	10
本章学习评价	13
第二章 Arduino 语法基础	14
第一节 Arduino 开发板	14
第二节 初探 Arduino 编程——Hello World!	20
第三节 Arduino 程序框架——点亮 LED 灯	29
第四节 变量与常量——闪烁 LED 灯	34
第五节 常用函数——调用函数的闪烁 LED 灯	37
第六节 Arduino 串口通信——Hello World!	41
第七节 Arduino I/O 操作及数据类型——触摸开关	44
本章学习评价	51
第三章 Arduino 智控编程	54
第一节 电位器控制 LED 灯闪烁	54
第二节 智能交通灯	57
第三节 带开关的 LED 灯	61
第四节 Arduino 抢答器	66
第五节 串口控制 LED 灯	69
第六节 Arduino 广告灯	73
第七节 光控蜂鸣器	76
第八节 数码管	78
本章学习评价	85
第四章 传感控制	89
第一节 光控 LED 灯	89
第二节 Arduino 串口温度计	93
第三节 消防火焰报警器	95

第四节	红外人体感知灯	98
第五节	声控灯	104
第六节	超声波测距仪	108
第七节	空气质量 PM2.5 检测仪	112
第八节	雨水监控信号灯	115
本章学习评价		119
第五章	感知物联	122
第一节	蓝牙灯	122
第二节	手机 App 控制 LED 灯	127
第三节	与 ESP8266 WiFi 物联上网	148
第四节	网页通过 ENC28J60 模块远程控制灯	153
第五节	语音口令控制 LED 灯	158
第六节	SIM900 GPRS 液化气短信报警器	167
第七节	物联网控制灯	173
第八节	微信远程控制 LED 灯	178
本章学习评价		182
第六章	智能生活	185
第一节	红外遥控灯	185
第二节	语音口令万能遥控器	191
第三节	智能浇水系统	196
第四节	自动灭火器	200
第五节	Arduino 音乐播放器	203
第六节	Arduino 感温杯	206
第七节	停车场汽车流量记录仪	212
第八节	RFID-RC522 读取门禁 IC 卡信息	218
本章学习评价		221
第七章	智能服务机器人	224
第一节	机器人红外循迹设计	224
第二节	机器人电机设计与调试	230
第三节	机器人颜色感知设计与调试	241
第四节	机器人手臂设计与调试	247
第五节	机器人手臂行为动作设计	252
本章学习评价		262
附录	Arduino 语法汇总表	265
参考文献		306

第一章 智能感知

随着人工智能技术的发展，以及市场需求的扩大，智能传感器应运而生。智能传感器作为网络化、智能化、系统化的自主感知器件，是实现智能制造和物联网的基础。在科技发达的今天，人们到处都可以看到智能感知的踪影，感受到智能感知给学习、工作和生活带来的方便。然而，在你惊叹智能感知的神奇，享受它所带来的便利的时候，是否了解智能感知解决问题的基本过程，知道其中的奥妙呢？

本章将结合一些智能感知产品的例子，通过智能感知构成、智能产品及其相关核心技术的介绍，揭开智能感知解决问题的神秘面纱，掌握智能感知、智能产品的基本概念，了解智能感知发展趋势和智能产品实现过程，让读者从中汲取人类智慧的养分，感悟智能感知解决问题的奇妙之道，以此提高利用信息技术解决问题的能力。

本章主要知识点：

- 智能感知及其发展趋势
- 智能产品及实现过程
- 传感器技术
- RFID 技术

第一节 智能感知及其发展趋势

一、智能感知

1970 年，世界上出现了第一次人工智能浪潮，通过第一代的人工智能神经网络算法证明了《数学原理》这本书中的绝大部分数学原理。1984 年，人工智能的第二次产业浪潮发生，当时霍普菲尔德网络被推出来，让人工智能的神经网络具备了历史记忆的功能。现在，我们认为人工智能的第三次大潮已经切实到来，人工智能已经不再是一个概念，而是可以进入行业的技术。从大家津津乐道的机器人领域，到社会生活的各个行业、方方面面，人工智能正在切实地影响着人们的生活，让生活更智慧、更便捷。

经过多年的研究，人工智能的主要发展方向包括：运算智能、感知智能、认知智能。这一观点如今得到业界广泛的认可。

运算智能，即快速计算和记忆存储能力。人工智能所涉及的各项技术的发展是不均衡的。现阶段计算机比较具有优势的是运算能力和存储能力。1996 年，IBM 的深蓝计算机战胜了当时的国际象棋冠军卡斯帕罗夫，从此，人类在这样的强运算型的比赛方面就不能战胜机器了。

感知智能，即视觉、听觉、触觉等感知能力。人和动物都具备能够通过各种智能感知能力与自然界进行交互的能力。汽车自动驾驶，就是通过激光、雷达等感知设备和人工智能算法实现这样的感知智能的。机器在感知世界方面，比人类还有优势，人类都是被动感知的，

但是机器可以主动感知，例如，激光雷达、微波雷达和红外雷达。不管是 Big Dog 这样的感知机器人，还是汽车自动驾驶，因为充分利用了 DNN 和大数据的成果，使得机器在感知智能方面已越来越接近于人类。

认知智能。通俗讲是“能理解会思考”。人类因为有语言，才有概念，才有推理，所以概念、意识、观念等都是人类认知智能的表现。

二、智能感知构成

智能感知中的智能主要由语言、数学逻辑、空间、身体运动、音乐韵律、人际和内省（包括自我认知和自然认知）等构成。

1. 语言智能（Linguistic intelligence）

语言智能是指有效的运用口头语言或文字表达自己的思想并理解他人，灵活掌握语音、语义、语法，具备言语思维、言语表达和欣赏语言深层内涵的能力，将这些能力结合在一起并运用自如的能力。它适合的职业是：政治活动家、主持人、律师、演说家、编辑、作家、记者、教师等。

2. 数学逻辑智能（Logical-Mathematical intelligence）

数学逻辑智能是指有效地计算、测量、推理、归纳、分类，并进行复杂数学运算的能力。这项智能包括对逻辑的方式和关系、陈述和主张、功能及其他相关的抽象概念的敏感性。它适合的职业是：科学家、会计师、统计学家、工程师、电脑软件研发人员等。

3. 空间智能（Spatial intelligence）

空间智能是指准确感知视觉空间及周围一切事物，并且能把所感觉到的形象以图画的形式表现出来的能力。这项智能包括对色彩、线条、形状、形式、空间关系的敏感性。它适合的职业是：室内设计师、建筑师、摄影师、画家、飞行员等。

4. 身体运动智能（Bodily-Kinesthetic intelligence）

身体运动智能是指善于运用整个身体来表达思想和情感、灵巧地运用双手制作或操作物体的能力。这项智能包括特殊的身体技巧，如平衡、协调、敏捷、力量、弹性和速度以及由触觉所引起的能力。它适合的职业是：运动员、演员、舞蹈家、外科医生、机械师等。

5. 音乐智能（Musical intelligence）

音乐智能是指能够敏锐地感知音调、旋律、节奏、音色的能力。这项智能对节奏、音调、旋律或音色的敏感性强，具有较高的表演、创作及思考音乐的能力。它适合的职业是：歌唱家、作曲家、指挥家、音乐评论家、调琴师等。

6. 人际智能（Interpersonal intelligence）

人际智能是指能很好地理解别人和与人交往的能力。这项智能善于察觉他人的情绪、情感，体会他人的感觉、感受，辨别不同人际关系的暗示以及对这些暗示做出适当反应的能力。它适合的职业是：政治家、外交家、领导者、心理咨询师、公关人员、推销员等。

7. 自我认知智能 (Intrapersonal intelligence)

自我认知智能是指善于自我认识和自知并据此做出适当行为的能力。这项智能能够认识自己的长处和短处,意识到自己的内在爱好、情绪、意向、脾气和自尊,拥有独立思考的能力。它适合的职业是:哲学家、政治家、思想家、心理学家等。

8. 自然认知智能 (Naturalist intelligence)

自然认知智能是指善于观察自然界中的各种事物,对物体进行辨别和分类的能力。这项智能有着强烈的好奇心和求知欲,有着敏锐的观察能力,能了解各种事物的细微差别。它适合的职业是:天文学家、生物学家、地质学家、考古学家、环境设计师等。

三、智能感知发展趋势

根据麦肯锡预测,2016 到 2025 年,智能汽车应用平均每年能创造 2 100 亿~7 400 亿美元的价值,智慧城市应用平均每年能创造 9 300 亿~1.7 万亿美元的价值,智能工业应用平均每年能创造 1.2 万亿~3.7 万亿美元的价值,智能家居应用平均每年能创造 200 亿~350 亿美元的价值。包括智能汽车、智慧城市和能源、智能工业和商业以及智能家居和消费设备在内的物联网应用将深刻改变人们生活的方方面面,创造巨大的商业价值。

在这些物联网应用中,对传感器及 MCU (microprocessor control unit 微处理器控制单元的缩写)都有一定的要求,具体要求如下。

1) 智能汽车需要大量先进的传感技术,包括运动感知、速度/位置传感、胎压传感以及高级驾驶辅助系统/驾驶人员监控等。同时还需要跨应用的控制技术。

2) 在智慧城市和能源方面,智能路灯需要传感器来感知移动物体,对于 MCU 的需求则包括利用 LED 灯进行色彩和亮度的控制,以及对通信的管理;楼宇自动化对传感器的需求包括位置传感、语音交互以及市内测量和导航,对 MCU 的需求包括控制、通信管理以及传感器管理。

3) 在智能工业和商业方面,工厂自动化对传感器的需求包括速度和位置的传感、角度和压力的测量,同时也需要 MCU 来进行自动化控制。

4) 在智能家居和消费设备方面,智能家居对传感器的需求包括语音传感(警报触发)、智能抄表、位置感知、市内导航以及压力传感,对 MCU 的需求包括控制、通信管理以及传感器管理。

第二节 智能产品及实现过程

智能产品是发展智能制造的基础与前提,由软件平台、物理部件、技术感知部件和感知互联部件构成。物理部件由机械和电子零件构成;技术感知部件由传感器、微处理器、数据存储装置、控制装置和软件以及内置操作和用户界面等构成,如 Arduino, LabView 等;互联部件由接口、有线或无线连接协议等构成。技术感知部件能加强物理部件的功能和价值,而互联部件进一步强化技术感知部件的功能和价值,使信息可以在产品、运行系统、制造商和用户之间联通,并让部分价值和功能脱离物理产品本身存在。

智能产品具有监测、控制、优化和自主四个方面的功能。监测是指通过传感器和外部数据源，使智能产品能对产品的状态、运行和外部环境进行全面监测；在数据的帮助下，一旦环境和运行状态发生变化，产品就会向用户或相关方发出警告。控制是指可以通过产品内置或产品云中的命令和算法进行远程控制；算法可以让产品对条件和环境的特定变化做出反应。优化是指对实时数据或历史记录进行分析，植入算法，从而大幅提高产品的产出比、利用率和生产效率。自主是指将检测，控制和优化功能融合到一起，产品就能实现前所未有的自动化程度。

智能产品近来被越加频繁的提及，在科学技术飞速发展的今天，似乎没有做不到，只有想不到的设计，任何脑洞大开的概念都可以被设计出来。下面的一组智能产品，融合了最新的科技，让人们的生活在已经很便利的基础上，还要更加便利。

时下独生子女较多的大环境中，老年人在家中的看护一直是个问题（如图 1-1 所示），即便有人精心看护，老年人的安全总是无法得到 100% 的保护，而穿戴过多监控仪器和监控设备等方法，会给老人带来不适和紧张感。日本有企业为此开发了一款 LED 灯泡（如图 1-2 所示），内置激光雷达，可追踪感应灯具周围人的动作，通过分析雷达的反射波来测量天花板上的灯具与老年人的头部之间的距离，并将测量结果通过 WiFi 网络发送给服务器。当老人蹲下或摔倒时，天花板与头部之间的距离突然改变，因此能够迅速检测到身体状况的异常等，并通知远方的护理机构及家人。

新型激光雷达 LED 灯泡可以被安装在普通的灯座上，安装完成之后，它便可以持续监控房间内的人，比使用摄像头及人体传感器的看护系统更容易让人接受。



图 1-1 老年人

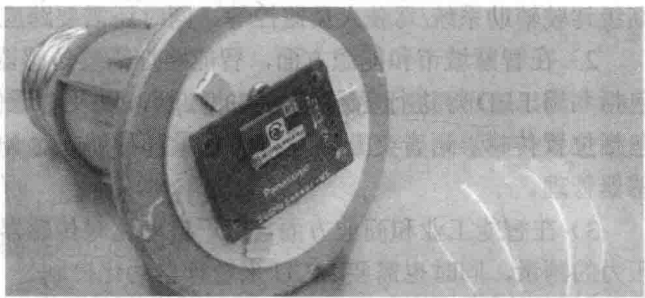


图 1-2 激光雷达 LED 灯

一、智能硬件开发流程

智能硬件开发实现流程一般可以分四个阶段，首先要确定一个完成时间，就是产品什么时候上市。因为每个环节都是可快可慢的，对应的成本及质量自然会略有差别。通常情况下，完成一个产品一般需要半年时间，少于四个月的，除非东西很简单，或者就是有现成的模具、方案，采购物料也很顺利，否则完成的东西一般都不会太好。下面介绍一下智能硬件开发流程的四个过程。

1) 需求讨论调查阶段：建议安排至少一个月时间，主要事务：了解产品的市场需求，确定最终的功能列表等。

2) 原型机设计阶段：需要 2—3 个月左右，主要事务：硬件、软件、结构等开发，估计要 2 周以上，打板、贴片等需要 7—10 天。

3) 试产报检阶段: 2 周到 4 周。一般情况下, 2 周时间可以试产一个小批量 (100pcs 以内)。主要事务: 生产工艺及制程分解安排。

4) 正式量产阶段: 2 周左右产出第一批 (1K 左右)。一般情况下, 需要等到一些认证做完, 接到正式订单才会开始大规模生产, 这些一般都是外包。

二、智能硬件产品开发需要注意的事项

1) 不要要求速度快, 做硬件必须踏踏实实一点一滴做起来。正常的速度也要 3 个月的时间周期, 可能很多人会问, 某些地方的山寨为什么一个月能出货, 这是因为快速出货的前提是基于标准件的组装, 比如已经在量产的一个成品线路板 (即 PCBA), 只需要改一个外观或者包装, 的确是可以快速地出货, 但新设计的产品的环节太多, 缺一不可。其中周期最长的磨具, 一般都要 30 天的时间, 印制电路板 (即 PCB) 的设计、样品到生产, 一般也需要一个月以上的时间。

2) 项目在进行过程中不要经常改动, 这一点特别重要。硬件的改动非常麻烦, 比如一些功能的增加, 就必须更换芯片重新布一个线路板, 而外观的改动会影响到磨具结构的改动, 很有可能导致整个磨具损坏, 并且大大拖延产品周期。

3) 寻找已经有做过类似产品的方案商来合作。硬件产品其实如果细分出来也是很多的, 千万不要以为做过 WiFi 就会做蓝牙, 会做 MTK 的手机就会做高通的手机, 任何不同的技术方案都要时间学习, 都需要经验积累, 如果找一个完全没有做过类似产品的团队合作, 在时间和质量上, 就不能有太多的期望。

4) 不要太看重方案公司的规模。合作的过程, 配合最重要。如果一个很有经验的小团队, 愿意用 100% 的时间做某个产品, 那么这个一定是要优先选择的。很多大的方案公司都会同时接很多的产品同时开发, 配合上反而不是很好。

5) 不要以为硬件成本很低, 利润会很高。一个简单产品的模具, 最少也要准备 10 万元以上的模具费, 所以做硬件也是要拼销量的, 如果每个月没有几千的销量保证, 还是应该慎重考虑。

6) 选择合理偏上的价格, 才是最优的选择。当然资金富裕可以直接选择大厂, 但是初创公司切忌选择价格便宜的小厂, 特别是磨具厂。磨具厂的选择直接影响到产品的外观和整体品质, 是不可逆和不可优化的。

7) 对品质要求高的产品, 有几个环节是最重要的。①工业设计水平; ②选择磨具厂家; ③组装工厂品控。这 3 个环节确定了生产前、生产中和生产后的品质。而且在组装的工厂, 最好外派一个驻厂员, 这样才可以在最后一环保证产品的质量。

8) 多接受行业内资深人士的意见, 做产品是一个妥协的艺术, 不要坚持那些高风险的工艺或不良率奇高的生产方式, 控制成本不只表现在选择便宜的芯片和方案上, 更多是在量产的过程中, 在怎样控制不良率和提高生产速度上下功夫。

除此之外, 互联网公司内部最好还是要有懂硬件研发生产流程的人, 千万不要让一个完全不懂人去跟进硬件产品, 如果这种需要实际执行的人本身不懂业务, 那么在合作过程中碰到的问题就很难解决。

第三节 传感器技术

传感器是构成物联网的基础单元，是物联网的耳目，是物联网获取相关信息的来源。具体来说，传感器是一种能够对当前状态进行识别的元器件，当特定的状态发生变化时，传感器能够立即察觉出来，并且能够向其他的元器件发出相应的信号，用来告知状态的变化。

关于传感器的概念，国家标准 GB/T 7665-87 是这样定义的：“能感受规定的被测量并按照一定的规律转换成可用信号的器件或装置，通常由敏感元件和转换元件组成。”也就是说，传感器是一种检测装置，能感受到被测量的信息，并能将检测感受到的信息，按一定规律变换成为电信号或其他所需形式的信息输出，以满足信息的传输、处理、存储、显示、记录和控制等要求。它是实现自动检测和自动控制的首要环节。

一、传感器分类

传感器根据不同的标准可以分成不同的类别。按照被测参量，传感器可分为机械量参量（如位移传感器和速度传感器）、热工参量（如温度传感器和压力传感器）、物性参量（如 PH 传感器和氧含量传感器）。按照工作机理，传感器可分为物理传感器、化学传感器和生物传感器。物理传感器是利用物质的物理现象和效应感知并检测出待测对象信息的器件，化学传感器是利用化学反应来识别和检测信息的器件，生物传感器是利用生物化学反应的器件，由固定生物体材料和适当转换器件组合成的系统，与化学传感器有密切关系。按照能量转换，传感器可分为能量转换型传感器和能量控制型传感器。能量转化型传感器主要由能量变换元件构成，不需外加电源，基于物理效应产生信息，如热敏电阻、光敏电阻等。能量控制型传感器是在信息变换过程中，需外加电源供给，如霍尔传感器、电容传感器。按传感器使用材料，传感器可分为半导体传感器、陶瓷传感器、复合材料传感器、金属材料传感器、高分子材料传感器，超导材料传感器、光纤材料传感器、纳米材料传感器等。按传感器输出信号，传感器可分为模拟传感器和数字传感器。数字传感器直接输出数字量，不需使用 A/D 转换器就可与计算机联机，提高系统可靠性和精确度，具有抗干扰能力强、适宜远距离传输等优点，是传感器发展方向之一。这类传感器目前有振弦式传感器和光栅传感器等。

二、传感器的应用

目前，传感技术广泛地应用在工业生产、日常生活和军事等各个领域。在工业生产领域，传感器技术是产品检验和质量控制的重要手段，同时也是产品智能化的基础。传感器技术在工业生产领域中广泛应用于产品的在线检测，如零件尺寸、产品缺陷的检测等，实现了产品质量控制的自动化，为现代品质管理提供了可靠保障。另外，传感器技术与运动控制技术、过程控制技术相结合，应用于装配定位等生产环节，促进了工业生产的自动化，提高了生产效率。

传感器技术在智能汽车生产中至关重要。传感器作为汽车电子自动化控制系统的信息源、关键部件和核心技术，其技术性能将直接影响到汽车的智能化水平。目前普通轿车约需要安装几十至近百只传感器，而豪华轿车上传感器的数量更是多达两百余只。发动机部分主要安

装温度传感器、压力传感器、转速传感器、流量传感器、气体浓度和爆震传感器等，它们需要向发动机的电子控制单元（ECU）提供发动机的工作状况信息，对发动机的工作状况进行精确控制。汽车底盘使用了车速传感器、踏板传感器、加速度传感器、节气门传感器、发动机转速传感器、水温传感器、油温传感器等，从而实现了控制变速器系统、悬架系统、动力转向系统、制动防抱死系统等功能。车身部分安装有温度传感器、湿度传感器、风量传感器、日照传感器、车速传感器、加速度传感器、测距传感器、图像传感器等，有效地提高了汽车的安全性、可靠性和舒适性等。

在日常生活领域，传感技术也日益成为不可或缺的一部分。首先，传感器技术普遍应用于家用电器，如数码相机和数码摄像机的自动对焦；空调、冰箱、电饭煲等的温度检测；遥控接收的红外检测等。其次，商务办公中的扫描仪和红外传输数据装置等也采用了传感器技术。第三，医疗卫生事业中的数字体温计、电子血压计、血糖测试仪等设备同样是传感器技术的产物。

在军事科技领域，传感技术的应用主要体现为地面传感器，其特点是结构简单、便于携带、易于埋伏和伪装，可用于飞机空投、火炮发射或人工埋伏到交通线上或敌人出现的地段，用来执行预警、地面搜索和监视任务。当前军事领域使用的传感器主要有震动传感器、声响传感器、磁性传感器、红外传感器、电缆传感器、压力传感器和扰动传感器等。传感器技术在航空航天领域中的作用更是举足轻重，常用于火箭测控、飞行器测控等。

三、常用传感器

1. 人体红外线感应模块 HC-SR501

HC-SR501 是一个红外线感应模块，它依靠特定温度（ $36^{\circ}\text{C}\sim 38^{\circ}\text{C}$ ）的物体运动来判断人体，因此可以作为报警器的关键模块。在关键的地方，如门口，放上这样一个传感器，可以起到防盗的作用。它有两个调节旋钮，一个调节最远探测距离，一个调节延时时间。当人走过或停留在感应范围中，模块通过 D0 发送高电平信号。

如图 1-3 所示 HC-SR501 传感器的工作指标：工作电压：DC5V 至 20V；静态功耗： $65\mu\text{A}$ ；电平输出：0V~3.3V；延时时间：0.3s—18s 可调；封锁时间：0.2s；触发方式：L 不可重复，H 可重复，默认值为 H（跳帽选择）；感应范围：小于 120°C 锥角，7m 以内；工作温度： $-15^{\circ}\text{C}\sim +70^{\circ}\text{C}$ 。

2. 烟雾及可燃气体检测模块 MQ-2

MQ-2 是一个烟雾感应模块，原理是用针对特殊气体或微粒敏感的电阻来判断是否存在可燃气体或烟雾颗粒。输出有两种方式，A0 口输出当前特殊气体含量参考值为 0—1023，基本上 100 以下的示数为正常。D0 口根据预先设定的参考值的阈值输出高电平或低电平信号。它可以作为液化气泄漏的预警装置，也可以作为判断火灾的辅助。

如图 1-4 所示 MQ-2 烟雾传感器的工作指标：检测范围：敏感气体，液化气，丙烷，氢气；升压芯片 PT1301；工作电压直流 2.5V—5.0V，接入 VCC 脚，GND 接地；产品尺寸 $40.0\text{mm}\times 21.0\text{mm}$ ；固定孔尺寸 2.0mm。

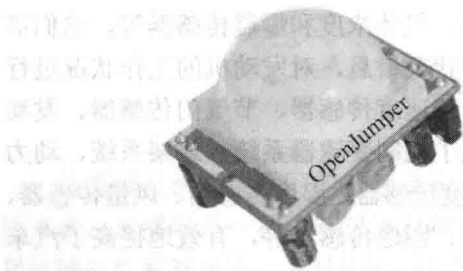


图 1-3 HC-SR501 传感器

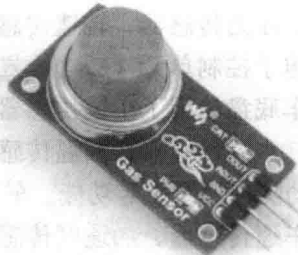


图 1-4 MQ-2 烟雾感应模块

3. 温湿度检测模块 DHT-11

DHT-11 模块是常用的温湿度检测模块，常被用于空调，汽车内，使用方便。输出不同于其他模块，它的输出需要 Arduino 给两个电平信号，然后将数据以高低电平的形式发送。但幸运的是 Arduino 有相关的库，所以我们除非探究，否则不需要了解这个过程的具体实现。dht11 的库文件可以从百度下载，放在 Arduino 的 IDE 下的 libraries 文件下就可以使用了。

如图 1-5 所示 DHT-11 温湿度传感器的工作指标：湿度测量范围：20%—95%（0℃—50℃ 范围）；湿度测量误差：±5%；温度测量范围：0℃—50℃；温度测量误差：±2℃；工作电压 3.3V—5V，接入 VCC，GND 接地；输出形式：数字输出；设有固定螺栓孔，方便安装；小板 PCB 尺寸：3.2cm×1.4cm。

温度检测模块有很多种，如土壤温度传感器、雨水传感器等。

4. 光敏感应模块

用途：光线亮度检测，光线亮度传感器，具有方向性，只感应传感器正前方的光源，用于寻光效果更佳。

模块特色：

- （1）可以检测周围环境的亮度和光强度（与光敏电阻比较，方向性比较好，可以感知固定方向的光源）；
- （2）灵敏度可调（如图 1-6 所示数字电位器调节）；

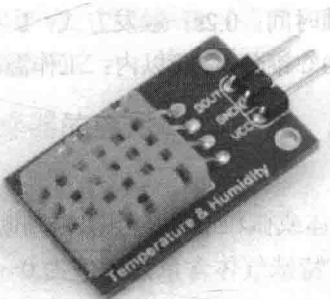


图 1-5 DHT-11 温湿度模块

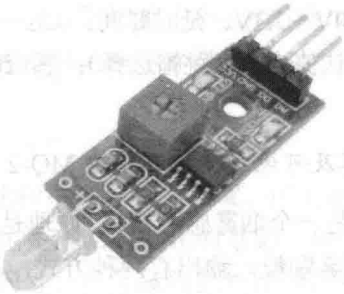


图 1-6 光敏二极管模块

- （3）工作电压 3.3V—5V；
- （4）数字开关量输出（0 和 1）；
- （5）设有固定螺栓孔，方便安装；
- （6）小板 PCB 尺寸：3.2cm×1.4cm。

如图 1-7 所示光敏二极管模块 PCB 的使用说明如下。

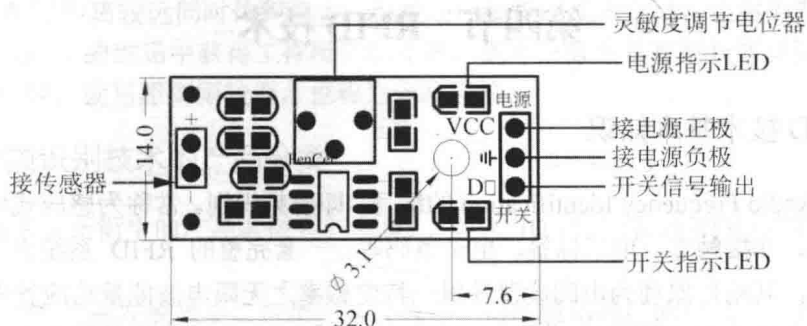


图 1-7 光敏二极管模块 PCB

(1) 光敏二极管模块对环境光强最敏感，一般用来检测周围环境的亮度和光强，在大多数场合可以与光敏电阻传感器模块通用，两者区别在于，光敏二极管模块方向性较好，可以感知固定方向的光源。

(2) 模块在无光条件或者光强达不到设定阈值时，D0 口输出高电平，当外界环境光强超过设定阈值时，模块 D0 输出低电平。

(3) 小板数字量输出 D0 可以与单片机直接相连，通过单片机来检测高低电平，由此来检测环境的光强改变。

(4) 小板数字量输出 D0 可以直接驱动继电器模块，由此可以组成一个光电开关。

5. Arduino 声音传感器 Sound Detector 声音检测模块

用途：如图 1-8 所示声音传感器是由一个小型驻极体麦克风和运算放大器构成。它可以将捕获的微小电压变化放大 100 倍左右，能够被微控制器轻松地识别，并进行 AD 转换，输出模拟电压值，使得您只需采集模拟量电压就可以读出声音的幅值，判断声音的大小。这么贴心的声音检测传感器您都不打算带回家？您还在等什么呢？声音传感器可在各种单片机控制器上应用，尤其在 Arduino 控制器上更为简单，通过 3P 传感器连接线插接到 Arduino 专用传感器扩展板上，可以非常容易地实现与声音相关的互动。

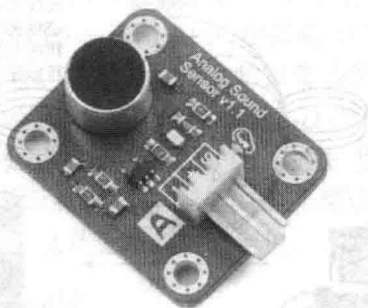


图 1-8 声音传感器

模块特色：①产品名称：声音传感器；②产品货号：RB-02S084；③工作电压：2.7V~5.5V；④数据类型：模拟输入；⑤尺寸：30mm×23mm；⑥引脚定义：S：信号输出，+：电源正极（VCC），-：电源地（GND）。