

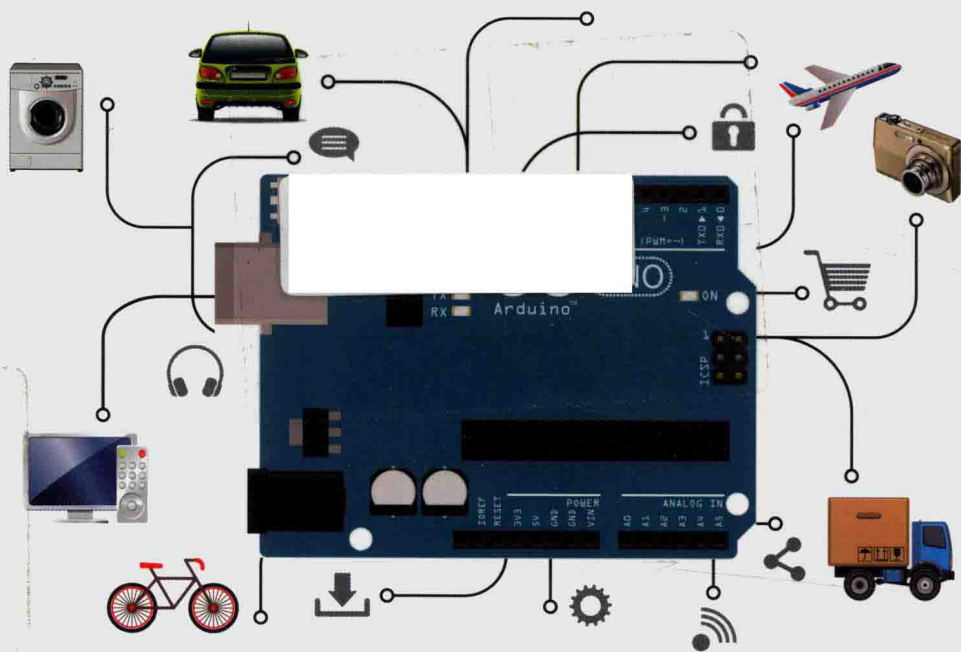
GOTOP

用

Arduino

全面打造 物联网

Arduino中文畅销书作者全新力作！



孙骏荣 苏海永 编著



云下载
范例程序、电路图等



清华大学出版社



孙骏荣 苏海永 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书以Arduino 这个著名的开放式软硬件平台为工具,结合丰富的范例,系统全面地介绍了物联网的三大要素“物”“联”和“网”的产品开发和具体实现。书中涵盖了物联网的概念与技术,主控端、传感端、通信和联网等模块的硬件集成、软件开发和软硬件整合等。另外,云下载资源中还提供了范例程序、电路图等资源,以配合本书的学习和实践。

本书适合物联网产品开发从业者与技术人员使用,也可以用作高校学生学习硬件设计的实践教程。

本书为基峰资讯股份有限公司授权出版发行的中文简体字版本

北京市版权局著作权合同登记号 图字:01-2016-2098

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

用Arduino全面打造物联网 / 孙骏荣, 苏海永编著. —北京: 清华大学出版社, 2016
ISBN 978-7-302-45197-6

I. ①用… II. ①孙… ②苏… III. ①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(2016)第239557号

责任编辑: 夏毓彦

封面设计: 王 翔

责任校对: 闫秀华

责任印制: 杨 艳

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: 北京天颖印刷有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 170mm×230mm

印 张: 17.5

字 数: 448千字

版 次: 2016年12月第1版

印 次: 2016年12月第1次印刷

印 数: 1~3000

定 价: 79.00元

产品编号: 068209-01

PREFACE

物联网这个名词真是让人又爱又恨。这个名词绝对是这几年最常被人提出来讨论的议题之一，但是因为它所涉及的范围广，听得越多反而越不知道什么是物联网真正的应用所在。其实它早在我们生活周围了！智能手机，不！我们应该称之为智能终端，因为手机早已不只是手机，它可以让用户随时随地通过因特网得到所有想知道的信息，以及随时随地和朋友互动，这就是物联网的应用之一。我们把物联网细分成3部分：“物”，各种各样的设备，甚至包括人类都是其中一部分；“联”，将所有的物品通过有线或无线的方式连接在一起，彼此能够交换信息；“网”，将物物相连成网，这个网将成为应用与价值的所在。

笔者接触 Arduino 也快 10 年了，看着它开始在中国台湾落地萌芽，到现在百花齐放，每天都有人发表新的应用和新的想法，Arduino 不再只是冷冰冰的硬件，而是实现大家心中梦想的最佳垫脚石。以 Arduino 来展开物联网的介绍，无疑是希望用最简单的东西让大家能够体验物联网的无所不及。本书篇幅有限，只能点出每种应用的关键与角色，书中有太多太多主题可以再单独深入研究下去。坦白地说，笔者也无法将每个技术或领域研究透彻，因此本书若有错误或引用不当之处，欢迎随时来信指教。

希望以此书抛砖引玉，吸引更多玩家一起悠游物联网的世界。

Scott Sun
2016 夏



改编说明

本书以 Arduino 这个著名的开放式软硬件平台为工具，结合丰富的范例，系统全面地介绍了物联网的三大要素“物”“联”和“网”的产品开发和具体实现。书中涵盖了主控端、传感端、通信和联网等模块的硬件集成、软件开发和软硬件整合。Arduino 设计平台的“开放”已不只是“软件开源”意义上的开放了，它的硬件设计也完全“开源”了——即硬件的设计电路也完全开放了，是一个彻头彻尾的开放式软硬件开发和设计的平台。

正因为这种开放性，本书既适合作为大专院校的学生学习硬件设计基础的实践课程专用书，也可以作为业界人士转向物联网产品开发的技术参考书。

除了开发或者实践用的 Arduino 硬件套件需要单独购买外，其他开发环境和工具软件可以从网站上下载完整版（如果是 freeware）或者下载免费版。为了便于读者迅速搭建开发和测试的环境，我们把本书用到的这些软件在官网中的下载地址陈列于下。

- (1) Arduino IDE 软件环境：<https://www.arduino.cc/en/Main/Software>。
- (2) Fritzing 电路规划软件：<http://fritzing.org/download/>。
- (3) Wireshark 网络分析器：<https://www.wireshark.org/download.html>。
- (4) Accessport 串行通信软件：<http://www.sudt.com/cn/ap/download.htm>。

另外，本书一共提供了 3 个压缩文件供读者下载，以配合本书的学习和实践。下载网址为 <http://pan.baidu.com/s/1i43qtfB>（注意区分字母的大小写及数字和字母），若有疑问，可发邮件至 booksaga@126.com。

（1）范例程序：所有范例程序及其配合运行的程序，都提供了源代码。

（2）电路图：19 个硬件设计电路图，可用开源的 Fritzing 电子设计自动化软件查看和修改。

（3）参考文件（原厂只提供了繁体中文版）：14 个电子文件，包括一氧化碳传感器、无线传感开发系统、程序库、扩展板 / 模块和各种传感器等的使用手册或者使用说明书。

最后，祝大家顺利、迅速地成为物联网时代产品开发的专业人才。

资深架构师 赵 军

2016 年 10 月





■ 在线下载说明

本书范例程序、电路图、参考文件请至下面的网址下载（注意数字和字母大小写）：
<http://pan.baidu.com/s/1i43qtfB>。

其内容仅供合法持有本书的读者使用，未经授权不得抄袭、转载或任意散布。如果下载有问题，请联系电子邮箱 booksaga@126.com，邮件主题为“用 **Arduino** 全面打造物联网下载”。

目录

CHAPTER

01

浅谈物联网

物联网（Internet of Things, IoT）这个名词可以解释得很简单，物品能够连上网络就算是物联网。

CHAPTER

02

全面感知的联网节点

点是构成平面最重要也是最基本的单位。它的结构看似简单，却必须担负起、承、转、结尾等不同的角色。借助数以百计、数以千计的点，可以变化出无穷尽的网络世界。

1-1 物联网的起源与发展	2
1-2 新时代新思维	6
1-3 关于本书	9

2-1 基础节点的组成	12
2-2 控制核心的选择	14
2-3 介绍 Arduino	22
2-4 Arduino 的软件介绍与第一次下载	27
2-5 如何感知信号	31
2-6 系统规划与优化	45



CHAPTER

03

物物相连的关键

数以万计的点洒落在空间中，彼此之间有着默契的相连，几个之间组成一个网络。这样的网络连接非常有价值，点与点、网络与网络间共享着信息与数据，带给空间无穷无尽的变化。

3-1 浅谈物联网通信	56
3-2 通信种类介绍	60
3-3 串行通信	64
3-4 I ² C 通信	81
3-5 SPI 通信	90
3-6 网络通信	92
3-7 小结	105

CHAPTER

04

无所不在的连接

在物联网中，无所不在的通信占有大部分的版图，其中又以无线通信被视为物联网设置的基本配备。所有感测到的数据要能够不受限制地往上传递，靠的就是部署完善的通信网络，目前在大都市中，移动通信网络（Cellular communication）和 Wi-Fi 无线网络覆盖范围最为广泛，有许多的应用因此孕育而生。

4-1 初入无线通信	108
4-2 RF 通信	115
4-3 24GRF 通信 (nRF24L01) ...	122
4-4 蓝牙通信	130
4-5 XBee	143
4-6 Wi-Fi 无线网络	156
4-7 小结	164

CHAPTER
05

家庭自动化物联系统

本章以 3 种无线技术为引子，分别引入不同的应用到家庭自动化的开发中，通过前面学习的传感与控制方式，完成一个完整的解决方案。

5-1 事前准备	166
5-2 RFID	168
5-3 NFC	202
5-4 GPRS	208
5-5 小结	217

CHAPTER
06

爱上云计算

物联网的最后一公里，数据的集成与应用，才是发挥物联网价值的所在。为山九仞岂能功亏一篑。

6-1 通往云计算的道路	220
6-2 RESTful	222
6-3 MQTT	226
6-4 MQTT to Cloud	230

APPENDIX  如何破坏 Arduino

APPENDIX  如何进行除错

APPENDIX  ASCII 字元码

APPENDIX  物联网套件组合包



英 特尔 (Intel)、IBM、微软、台积电、ARM、思科 (CISCO) 等这些国际知名的企业一致认定，物联网 (Internet of Things) 将是未来 10 到 15 年内会被持续关注且最重要的发展方向。

为什么他们会有这样的认识呢？

有什么样的预兆或趋势就这么认定一定要跟上物联网的浪潮呢？

曾经有一句顺口溜：雾里开花物联网。难道物联网不会是一个昙花一现的主题吗？

我们只需要了解一件事情就会明白：到 2020 年时，预计会有超过 500 亿的设备连接上网。这些设备可能是手持设备、家电、移动设备等。而那时候的世界人口也才接近 80 亿（根据联合国在 2010 年的估计）。也就是说可连上网的设备已经远远超过世界的人口总数。500 亿这个数字还只是硬设备的预估而已，还没计算这些设备会带来的商机、生意模式和信息流的需求等。

回到现今，如果还没有听过物联网，我们会怀疑你的信息来源。如果还没有想要加入物联网的行列，我们只能说真的太落伍了。赶紧跟着本书，一起了解并加入成为物联网的一员吧。

1-1 物联网的起源与发展

物联网这个名词可以解释得很简单，物品能够连上网络就算是物联网。也可以解释得很复杂，这里就不说明很复杂的解释是什么样的了。物联网有很多的变形与应用，会让大家越来越搞不清楚方向，这也正是为什么会有那句顺口溜的原因，因为大家都在谈，但是越谈越不懂。直到 2014 年左右，人家说真相总是越辩越明，终于让大家看到了物联网的一些轮廓。未来究竟是怎么样的没有人说得清，不过大家的目标是一致的，就是物联网相关技术与应用的持续发展会给人类的生活带来越来越多的便利与进步。

物联网这个名词到底是怎样被提出来的呢？还是要看看起源才能循着脉络通往应用的大海。

大家应该还记得 RFID (Radio Frequency IDentification) 这项技术吧，即无线射频识别（见图 1-1）。通过标签 (Tag) 与读写器 (Card Reader) 进行数据交换，用来识别物品的种类，最初的应用是想取代条形码 (Barcode) 来进一步提升物品识别的效率以及应用。而物联网的概念就是在 RFID 的技术下，由 Auto-ID 实验室所提出的，把所有物品通过无线识别技术与因特网连接起来，用以实现智能化的管理。举个例子来说，当你在超市想要购买一个哈密瓜时，只要通过手持设备扫描一下这个水果上的标签，手持设备就会自动通过网络连接到数据库，获得这个哈密瓜的所有信息，包含产地、肥料和运输的过程等，借此我们就可以决定是否要购买这个哈密瓜。标签上的编号虽然是独一无二的，但是因特网和后端数据库的连接使得我们只需要这个号码就可以知道很多“故事”。

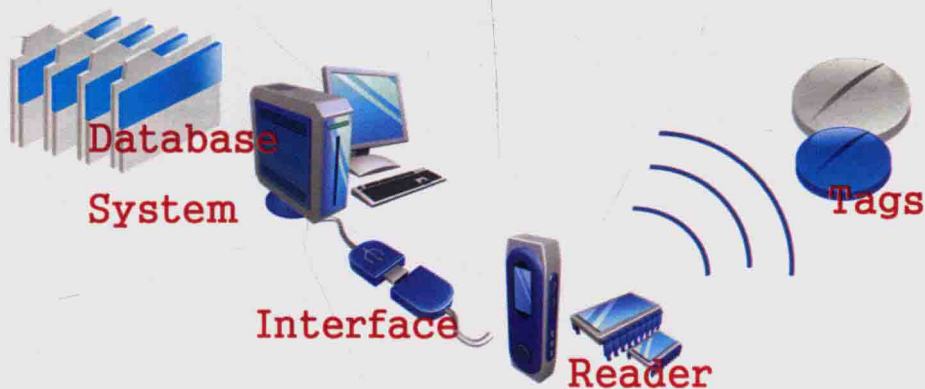


图 1-1 RFID 的应用与系统架构

因此，物联网早期的定义就是因特网 (Internet) 的延伸，有人将之视为每 15 年为一个周期的技术变革之一，从 1980 年的个人计算机 (Personal Computer) 到 1995 年的因特网，而 2010 年则是物联网的起源年，它将引领技术与应用的趋势。美国总统与中国总理都曾在重要的演讲中提到物联网，并将物联网定位成国家的重点发展方向之一。



而今天物联网的范畴则已经大大超越了最初的想法，IBM 公司提出了智慧星球（Smart Planet，见图 1-2）的概念。所谓智慧，是指通过全面的感知和信息的传递，让我们可以借助这些数据分析出更好的模式或更好的效率，进而带给人类更智慧的生活。

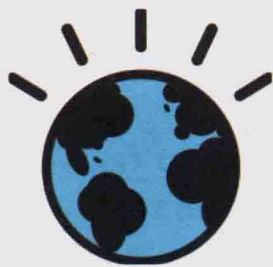


图 1-2 IBM 智慧地球的徽标

许多公司包含 IBM 又再将这个概念收敛到所谓的智慧城市（Smart City），希望智慧这样的概念能够先从城市完善，再慢慢扩展到更大的范围（见图 1-3）。



图 1-3 施耐德电器提出的智慧城市领域（图片来源：www2.schneider-electric.com）

另外，还有一个很重要的题目也是在物联网的潮流下被提出来的，就是工业 4.0（Industry 4.0）。工业 4.0 其实不只是包含了物联网的概念，还纳入了大数据（Big Data）、云（Cloud）。回顾工业的发展史（见图 1-4），从蒸汽机的发明让机器取代人工进行生产，那时是工业 1.0 的时代。当时越来越进步，机器和人的分工和流水线生产让我们可以大量生产，我们将这个时代定义为工业 2.0。工业 3.0 则开始导入自动化控制器、IT 系统等，这个时代的第一台可编程逻辑控制器（PLC）在 1969 年由 Modicon 公司推出。

凭借信息物理系统（Cyber Physical Systems, CPS）的发展，工厂内结合了计算机运算的能力以及传感器与输出设备的集成控制系统，它不只是单机运行的概念，利用网络拓扑结合无线感测网络的通信技术，将整个信息流加上时间与空间的多维度延伸，让生产线的自动化、适应性、效率和质量等都可以大幅提升。2011 年德国工业展第一次推出此概念后，德国政府立刻视为重大政策并强力扶持其发展。工业 4.0 有什么好？试想一下，厂区内的所有设备及机械手臂都有传感器随时监控其能耗状态、马达运转功耗。所有信息全部通过网络上传到中央管理系统。管理阶层能立即从手持设备了解整个工厂运行的效率，并适时提出调整。所有设备的状态也持续被记录且推演出异常状态的评估系统，若观察到设备开始有不正常的趋势，工程师可以提前安排检修，或提早通知原厂安排检查，就不会在发生故障时才做后续的安排，这样能够大大提高设备运行和维护的效率。工业 4.0 的时代正式来临。

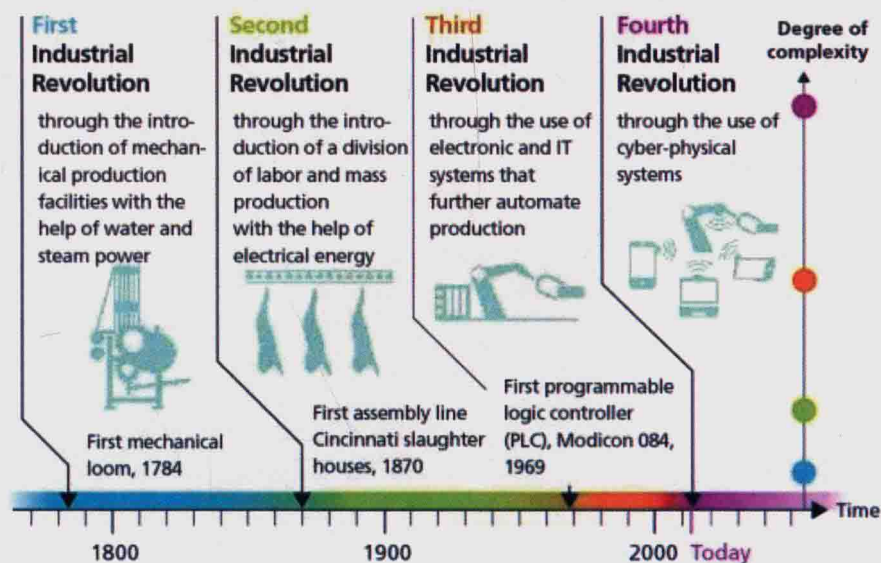


图 1-4 工业革命的演进（图片来源：DFKI）



另一个结合大数据的应用是生产线上所有的生产过程全部可以通过传感器记录并传送到数据中心机房存储，每一个产品都有分别的记录和最终检查的结果，因此我们可以通过这些数据导出最适合的生产参数。同样的概念在当前智能农业的作物养殖上也被广泛应用。

1-2 新时代新思维

物联网的发展带动了很多意想不到的产业，让整个产业思维也开始进行调整。在物网络中，每个节点应该是低成本却又充满弹性的，这让整个微控制器产业大幅发展，后面的章节我们会谈到。不过，更让人意想不到的是创客（Maker）时代的来临，因为硬件成本逐步下降，让更多人有机会用更简单的方式接触到硬件，加上开放源码的风气，逐渐形成了一个生态系统。大家都可以发挥自己的创意推出令人意想不到的产品，各个国家或地区现在都有年度的创客博览会（见图 1-5），大家有兴趣的话可以亲临现场了解一下。像各种各样的 3D 打印机或无人机等都在这些自造者中不断地被讨论，不断有更新的应用推出。



图 1-5 一年一度各地举办的创客博览会

像是无人机，以前还处在学术研究计划或是军事用途中，这两年已经有玩家创作出自己的飞行器，小到手掌大小，大至可以运送货物，世界知名的大疆四轴飞行器（见图 1-6）已经在全球各地造成轰动，让空拍成为一股风潮。



图 1-6 大疆 Phantom 3

亚马逊（Amazon）公司以及许多物流业者更是开始评估使用无人机送货（见图 1-7），让送货可以更加便捷。与通信技术结合，亚马逊公司开始考虑怎么样直接将货物送到收货人的手上，即使他不在家。这一切看似不相关，实际上都跟物联网的发展有着密不可分的关系。



图 1-7 Amazon 的无人送货机