

华晟经世ICT专业群系列教材

物联网 智能网关 设计与开发

熊春如 马 彪 郭炳宇 姜善永 主编



中国工信出版集团

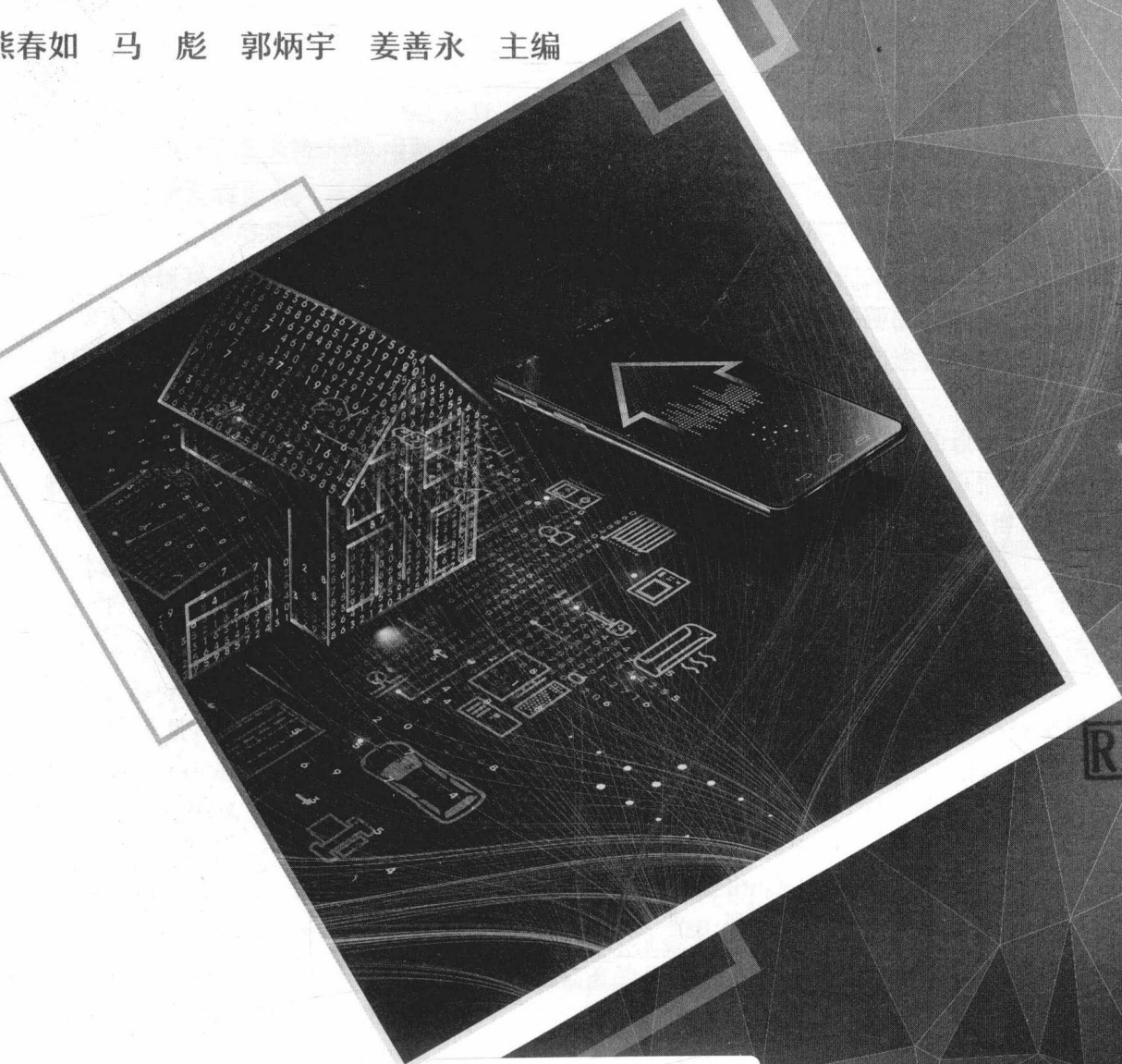


人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

华晟经世ICT专业群系列教材

物联网 智能网关 设计与开发

熊春如 马彪 郭炳宇 姜善永 主编



RFID

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

物联网智能网关设计与开发 / 熊春如等主编. -- 北京: 人民邮电出版社, 2019. 1
华晟经世ICT专业群系列教材
ISBN 978-7-115-49913-4

I. ①物… II. ①熊… III. ①互联网络—应用—教材
②智能技术—应用—教材 IV. ①TP393.4②TP18

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第250528号

内 容 提 要

本教材主要介绍了智能硬件设计开发概述、智能网关硬件设计、智能网关程序设计开发以及智能家居应用设计与开发等内容。

本教材适用于设备厂商技术开发人员、设备维护人员及相关院校学生阅读参考。

-
- ◆ 主 编 熊春如 马 彪 郭炳宇 姜善永
责任编辑 王建军
责任印制 彭志环
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
三河市潮河印业有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 14 2019 年 1 月第 1 版
字数: 340 千字 2019 年 1 月河北第 1 次印刷
-

定价: 49.00 元

读者服务热线: (010) 81055488 印装质量热线: (010) 81055316
反盗版热线: (010) 81055315

现今是数据信息时代，以云计算、大数据、物联网为代表的新一代信息技术受到人们空前的关注。教育发展要服务国家发展，相关的职业教育急需升级以顺应和助推产业发展。从学校到企业，从企业到学校，华晟经世已经为中国职业教育产教融合事业奋斗了15年。从最初的通信技术课程培训到如今以移动互联、物联网、云计算、大数据、人工智能等新兴专业为代表的ICT专业人才培养的全流程服务，我们深知专业培训课程是培养人才的依托，而教材则是呈现课程理念的基础。如何将行业最新的技术通过合理的逻辑设计和内容表达，呈现给学习者并达到理想的学习效果，是我们进行教材开发时一直追求的终极目标。

在这本教材的编写过程中，我们在内容上贯穿以“学习者”为中心的设计理念——教学目标以任务驱动，教材内容以“学”和“导学”交织呈现，项目引入以情景化的职业元素构成，学习足迹借助图谱得以可视化，学习效果通过最终的创新项目得以校验，具体表现如下。

1. 教材内容的组织强调以学习行为为主线，构建了“学”与“导学”的内容逻辑。“学”是主体内容，包括项目描述、任务解决及项目总结；“导学”是引导学生自主学习、独立实践的部分，包括项目引入、交互窗口、思考练习、拓展训练及双创项目。

2. 情景化、情景剧式的项目引入方式。模拟一个完整的项目团队，采用情景剧作为项目开篇，并融入职业元素，让内容更加接近于行业、企业和实际生产。项目引入更多的是还原工作场景，展示项目进程，嵌入岗位、行业认知，融入工作的方法和技巧，更多地向读者传递一种解决问题的思路 and 理念。

3. 项目篇章以项目为核心载体，强调知识输入，经过任务的解决与训练，再到技能输出；采用“两点（知识点、技能点）”“两图（知识图谱、技能图谱）”的方式梳理知识和技能，项目开篇清晰地描绘出该项目所覆盖的和需要的知识点，项目最后总结出经过任务训练所能获得的技能图谱。

4. 教材强调学生的动手和实操，以解决任务为驱动，遵循“做中学，学中做”的理念。任务驱动式的学习，可以让学生遵循一般的学习规律，由简到难，循环往复，融会贯通；加强实践、动手训练，在实操中学习更加直观和深刻；融入最新的技术应用，结合真实应用场景，解决客户的现实需求。

5. 具有创新特色的双创项目设计。项目最终设计的双创内容与其他教材形成呼应,体现了项目的完整性、创新性和挑战性,既能培养学生面对困难勇于挑战的创业意识,又能培养学生使用新技术解决问题的创新精神。

本教材共4个项目,项目1为智能硬件设计开发概述,主要介绍了智能硬件发展现状、智能硬件应用场景和智能硬件主流技术;项目2为智能网关硬件设计,主要包括智能网关原理图库和封装库设计、原理图绘制、PCB板绘制;项目3为智能网关程序设计开发,主要包括ESP8266网关开发环境搭建、基于SmartConfig实现一键配网、手机远程控制LED;项目4为智能家居应用设计与开发,着重介绍智能家居应用场景、智能吸顶灯开发、人体感应开关开发、智能门禁开发、智能家居场景开发。

本教材由熊春如、马彪、郭炳宇、姜善永老师主编,他们除了参与编写,还负责拟定大纲和总纂。本教材执笔人依次是:项目1由熊春如和马彪合作编写,项目2由曹利洁编写,项目3由朱胜编写,项目4由张静编写。本教材初稿完结后,由郭炳宇、姜善永、王田甜、苏尚停、刘静、张瑞元、朱胜、李慧蕾、杨慧东、唐斌、何勇、李文强、范雪梅、冉芬、曹利洁、张静、蒋平新、赵艳慧、杨晓蕊、刘红申、黎正林、李想组成的编审委员会相关成员进行审核和修订。

本教材从开发总体设计到每个细节,团队精诚协作,细心打磨,以专业的精神尽量克服知识和经验的不足,终以此书馈赠读者。

本教材配套代码链接:<http://114.115.179.78/teaching-resources/> 教材配套代码-物联网智能网关设计与开发.zip

本教材配套PPT链接:<http://114.115.179.78/teaching-resources/PPT> - 物联网智能网关设计与开发.zip

编者

2018年7月

项目 1 智能硬件设计开发概述	1
1.1 任务一：智能硬件发展现状.....	2
1.1.1 智能硬件的概念.....	2
1.1.2 智能硬件的类别.....	3
1.1.3 智能硬件的发展趋势.....	4
1.1.4 任务回顾.....	5
1.2 任务二：智能硬件应用场景.....	6
1.2.1 家居家电.....	6
1.2.2 医疗行业.....	9
1.2.3 农业种植.....	11
1.2.4 任务回顾.....	13
1.3 任务三：智能硬件主流技术.....	14
1.3.1 硬件技术.....	14
1.3.2 通信技术.....	20
1.3.3 软件技术.....	24
1.3.4 任务回顾.....	27
1.4 项目总结.....	28
1.5 拓展训练.....	28
项目 2 智能网关硬件设计	31
2.1 任务一：原理图库和封装库设计.....	32
2.1.1 创建项目工程.....	32

2.1.2	元器件符号	35
2.1.3	元器件原理图库创建	36
2.1.4	元器件封装	43
2.1.5	元器件封装库创建	44
2.1.6	任务回顾	57
2.2	任务二：原理图绘制	57
2.2.1	元器件库操作	58
2.2.2	元器件操作	61
2.2.3	原理图绘制	64
2.2.4	任务回顾	73
2.3	任务三：PCB 板绘制	74
2.3.1	创建 PCB 文件	74
2.3.2	导入网络表格	77
2.3.3	PCB 板布局	78
2.3.4	PCB 板布线	80
2.3.5	任务回顾	86
2.4	项目总结	86
2.5	拓展训练	87
项目 3	智能网关程序设计开发	91
3.1	任务一：ESP8266 网关开发环境搭建	91
3.1.1	ESP8266 网关	92
3.1.2	一体化开发环境安装	98
3.1.3	一体化开发环境使用	101
3.1.4	ESP8266 固件烧录	106
3.1.5	任务回顾	114
3.2	任务二：基于 SmartConfig 实现一键配网	115
3.2.1	直接连接 WiFi	115
3.2.2	一键配网功能实现	125
3.2.3	按键功能实现	130

3.2.4	任务回顾	132
3.3	任务三：手机远程控制 LED	133
3.3.1	GPIO	133
3.3.2	MQTT 订阅主题	135
3.3.3	云平台及手机控制 LED	137
3.3.4	任务回顾	141
3.4	项目总结	142
3.5	拓展训练	142
项目 4	智能家居应用设计与开发	145
4.1	任务一：智能家居应用场景	146
4.1.1	智能家居场景概述	146
4.1.2	智能家居场景设计	149
4.1.3	任务回顾	152
4.2	任务二：智能吸顶灯开发	153
4.2.1	智能吸顶灯简介	153
4.2.2	智能吸顶灯改造	154
4.2.3	智能吸顶灯应用	156
4.2.4	任务回顾	162
4.3	任务三：人体感应开关开发	162
4.3.1	人体感应开关简介	163
4.3.2	人体感应开关开发	164
4.3.3	人体感应开关驱动编写	166
4.3.4	MQTT 数据发布	169
4.3.5	人体感应开关应用	177
4.3.6	任务回顾	179
4.4	任务四：智能门禁开发	180
4.4.1	智能门禁简介	180
4.4.2	电磁门禁电气改造	181
4.4.3	智能门禁驱动编写	184
4.4.4	MQTT 数据发布	187

4.4.5	智能门禁应用	191
4.4.6	任务回顾	192
4.5	任务五：智能家居场景开发	193
4.5.1	场景概述	194
4.5.2	时间计划任务	194
4.5.3	触发任务	203
4.5.4	自定义模式	207
4.5.5	任务回顾	214
4.6	项目总结	214
4.7	拓展训练	215

项目 1

智能硬件设计开发概述

项目引入

大家好，我是 Henry，在一家物联网公司担任嵌入式开发工程师，是一名职场新人。我的主要工作是设计开发智能硬件。公司中负责智能硬件开发的还有一位大神级人物——Serge，他精通多种物联网操作系统和各种型号的 WiFi 芯片、ZigBee 技术、蓝牙技术开发等，他是我工作上的榜样。

公司研发部门的人员架构如图 1-1 所示。

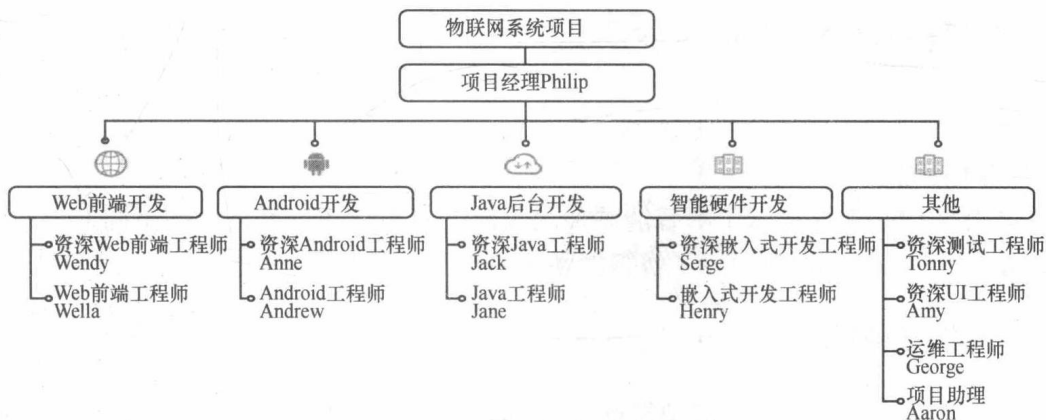


图 1-1 研发部门人员架构

Serge：Henry，今后你和我一起负责公司智能硬件的设计开发，你以前接触过智能硬件吗？

Henry：我以前主要是做 stm32 方面的开发，也了解一些智能硬件，但是还没有做过这方面的设计开发工作。

Serge：嗯，公司现在要上线一套物联网系统，包括云服务器、移动 App 和智能硬件三大方面，我们负责智能硬件的所有工作。

知识图谱

项目 1 知识图谱如图 1-2 所示。

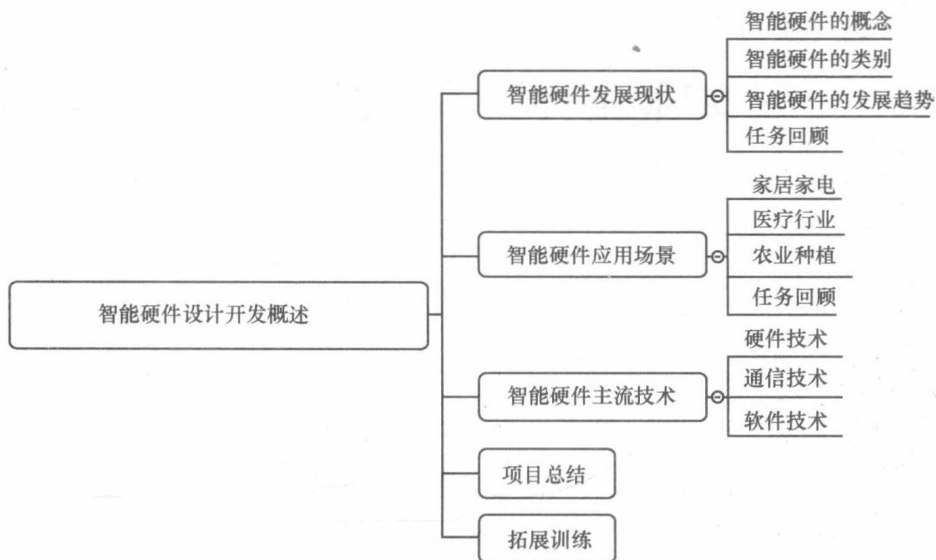


图1-2 项目1知识图谱

1.1 任务一：智能硬件发展现状

【任务描述】

在本任务中，大家可以了解智能硬件的概念，其与传统硬件之间的不同之处，比传统硬件先进的地方；同时也可以了解智能硬件的种类，以及智能硬件目前的发展情况。

1.1.1 智能硬件的概念

我们的生活中有各种各样的硬件设备，例如，我们经常用到的电视机、空调、电饭煲、微波炉等。我们操控这些设备，需要近距离地使用遥控器或者手动按键，此外，我们只能在设备面板上观察到这些设备的运行状态以及运行结果，它们并不能主动地向我们提示自己的工作状态（很多时候是设备停止工作，我们才知道具体状况）。

假设，每天早上起床时，窗帘和窗户会自动开启，为你的房间带来新鲜的空气和明媚阳光；在你洗漱时，梳妆镜子能实时显示今天的天气状况以及路况，提示你今天该穿什么厚度的衣服，是否需要佩戴口罩，是否需要携带雨伞等；洗漱完毕后，微波炉里的面包、鸡蛋和鲜牛奶已经准备完毕，你可以直接用餐；在你出门上班后，家中的安防系统便会自动开启，若有人擅自闯入或者来你家拜访，你的手机便会马上收到视频、照片

等提醒消息；当你晚上回到家时，无论是炎热的夏天或者寒冷的冬天，家中的空调便会根据你的下班时间自动提前开启，让你在回到家的时候能感受到最舒适的温度。

随着技术的快速发展，物联网技术可以让我们体验更加便捷的生活，我们能够高效地工作，智能硬件就是支撑万物互联便捷生活的桥梁。

智能硬件是继智能手机之后的一个全新的科技概念，它通过软硬件结合的方式，改造传统设备，使之拥有更多的智能化功能。

智能硬件带来很多方面的革新，比如，可穿戴设备改变了人们的运动、沟通方式；虚拟现实将会彻底改变人们对显示的功能需求等。

智能硬件设备相比传统的硬件设备，增加了一个新的属性——智能。智能硬件具有自主联网的功能，能够通过网络与人进行一定程度的交互。智能硬件采用的网络通信方式大多为 WiFi、ZigBee 和蓝牙。此外，智能硬件设备能够自主感知外界信息，通过感知到的信息再处理判断，为我们免去日常生活中一些机械化的动作，让我们能够更加专注于其他有意义的事情。以智能家居场景为例，从前，我们家庭中的日光灯是人为手动开启的，我们从小被教育养成随手关灯的好习惯。以前的日光灯变成了现在的智能吸顶灯，智能吸顶灯能在我们回到家时自动开启；在我们离开时自动关闭；在我们睡觉时自动产生渐变，光线逐渐柔和直至熄灭。照明灯从传统设备到智能设备的转变，使得我们不必再担心因为没有随手关灯而造成不必要的能源浪费。从前，我们早餐想要喝粥，但熬粥的时间却需要长达 1 个小时左右。而智能电饭煲可以支持预约功能，免去了我们等待的过程，早上当我们洗漱完毕后，粥已经熬制完成，我们可以直接享用。

以上就是智能硬件的一些例子，可见，智能硬件为我们生活带来了前所未有的改变。

1.1.2 智能硬件的类别

近些年，随着物联网的发展普及，各式各样的智能硬件也是层出不穷。目前，市场上智能硬件的类别有很多种，以行业区分可以分为智能家居、智慧农业、智能交通、智慧医疗、智能工厂等。在不同的行业里，智能设备的引进都为本行业带来了不同程度的改变。

传统的家用窗帘，有的是手动拉开，有的是电机拉开，但一套房子里的窗帘不止一处，每天早上都需要打开所有窗帘，晚上再关上所有窗帘。智能窗帘在一定程度上解决了这个问题。智能窗帘与传统窗帘相比，外观上差异不大，如图 1-3 所示。

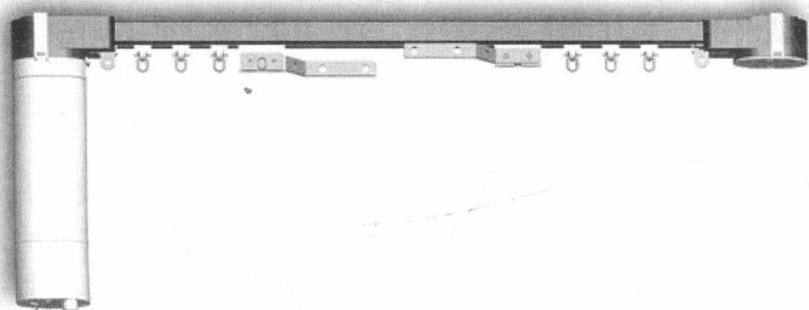


图1-3 智能窗帘

在智能窗帘机的内部有一个智能模块，控制着窗帘机的运行。家庭中的每个智能窗帘机都能接入网络，我们可以使用手机 App 对其进行控制，我们能够根据自己的特定需求创建各种控制模式。例如，设置一个定时全开模式，在每天清晨起床时，家中的所有窗帘都能按时打开；我们也能设置特定时刻，使哪些窗帘打开，哪些窗帘保持关闭。这样一来，人们就免去了很多不必要的麻烦。

除了家居行业，农业在引入智能硬件后也发生了很大改变。

在物联网时代下，农业中的耕种逐渐由体力转向了脑力。现在的农业种植地，有了主控机房、环境数据的实时监测系统，以及智能加湿器、智能加热器、智能鼓风机、智能电磁阀等智能设备，如图 1-4 所示。

现在的农民可以利用整套的智慧农业管理体系，实时监测大棚中的空气温度、空气湿度、光照时长、光照强度、风速、风向、二氧化碳浓度、土壤湿度、土壤 pH 值、水肥流量、水泵压力等参考数值，通过远程操控加湿器、加热器、鼓风机、遮阳网、电磁阀等各种农业仪器实现农业大棚的整体管理。

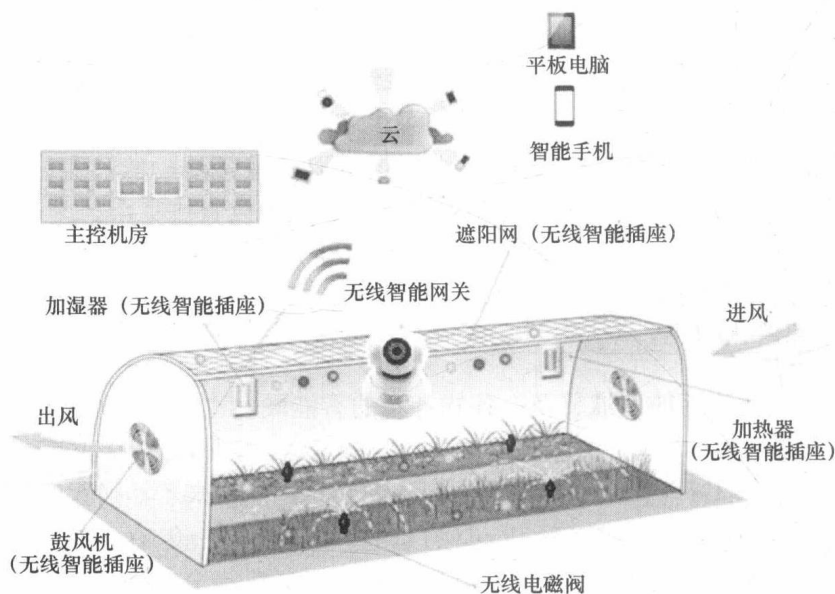


图1-4 智慧农业系统构成

1.1.3 智能硬件的发展趋势

接下来，我们从行业、产品、服务 3 个层面总结智能硬件的未来发展趋势。

(1) 市场规模上涨，巨头企业持续做生态

从行业层面看，智能硬件的整个市场规模仍在高速增长。智能硬件热门品类的销量已经呈指数级爆发，而智能家居、可穿戴设备的细分领域仍然在持续扩大。巨头企业帮助硬件创业者完成产品从创意、研发、量产到市场营销等各个环节的落地，以构建出完整的智能生态链。受益于平台的成熟，中小企业会有更多的精力专注于产品本身。

(2) 互联互通、交互方式优化是发展重点

从产品层面来看，智能硬件产品发展的重点将是互联互通与交互方式的优化，智能类产品的用户黏性与其实用性息息相关，简单、多样化的交互方式更能满足消费者需求。场景化模式是用户通过一次简单的触控或是语音操作便可以触发智能家居设备一系列的预置动作，迅速便捷地享受完整的智能生活，这种设备间的互联互通以及交互方式的优化，不再是单一的智能产品所能够完成的，它带给用户的体验也是完全不同的。

(3) 优势互补，平台接入更多第三方服务

从服务层面来看，智能产品的终极价值是为消费者服务。智能产品服务拓展的重点是整合其他产业优势，接入智能产品体验等更多的第三方服务。在与传统产业合作方面，很多智能平台已经做出了诸多尝试。例如，智能平台与地产业、农业的跨界合作带来的是基础设施层面上的智能化。通过与传统企业的携手，智能硬件将从概念化迅速向C端落地，让智能真正走进人们的生活。

随着物联网平台、产业生态圈的逐步成型，以及VR等技术不断普及与应用，智能硬件的未来更值得大家期待。未来，越来越多的消费者的生活习惯会被改变，智能生活时代也随之到来。

1.1.4 任务回顾

知识点总结

1. 智能硬件的概念。
2. 智能硬件与传统硬件的不同。
3. 智能硬件的优势。
4. 智能硬件的种类。
5. 智能硬件的发展状况。

学习足迹

任务一学习足迹如图1-5所示。

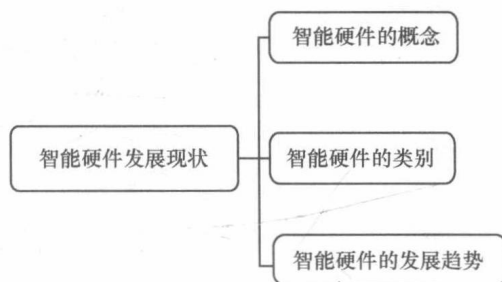


图1-5 任务一学习足迹

思考与练习

1. 一句话描述什么是智能硬件。
2. 智能硬件的网络通信方式有_____、_____、_____。
3. 简述在你心中，未来的智能硬件是怎样的？

1.2 任务二：智能硬件应用场景

【任务描述】

在本任务中，大家需要具体了解智能硬件都有哪些应用场景，及其在各个应用场景中充当什么样的角色，分别有着什么样的功能。

1.2.1 智能家居

近些年，家居家电行业受智能硬件的影响较大，很多家庭都在尝试使用智能家居系统。智能家居系统利用先进的计算机技术、网络通信技术、医疗电子技术依照人体工程学原理，融合个性化需求，将与家居生活有关的安防、灯光控制、窗帘控制、煤气阀控制、信息家电、场景联动、地板采暖、健康保健、卫生防疫、安防保安等有机结合在一起，通过网络化综合智能控制和管理，实现“以人为本”的全新家居生活体验。下面我们一起来看看这些常见的智能家居产品吧！

(1) 加热系统

Nest Learning 温控器是智能家居系统的典型代表，可极大地满足用户的需求。该温控器可设置用户习惯的环境温度，使其与户外温度相匹配。此外，用户还可以在温控器实现自动控制之前不断做出调整。产品如图 1-6 所示。

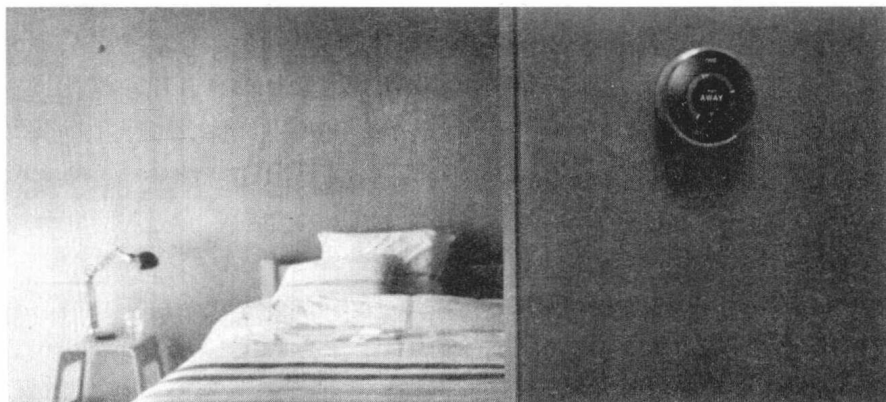


图1-6 Nest Learning温控器

British Gas Hive 加热系统是智能加热系统的新秀，简洁性是其最大的优势。由英国公司 British Gas 生产的 Hive 系统坚固耐用，用户可自主创建时间安排表，并远程控制加热系统的开与关。如果它通过用户的智能手机检测到用户正在度假，该系统会巧妙地自动关掉系统。产品如图 1-7 所示。

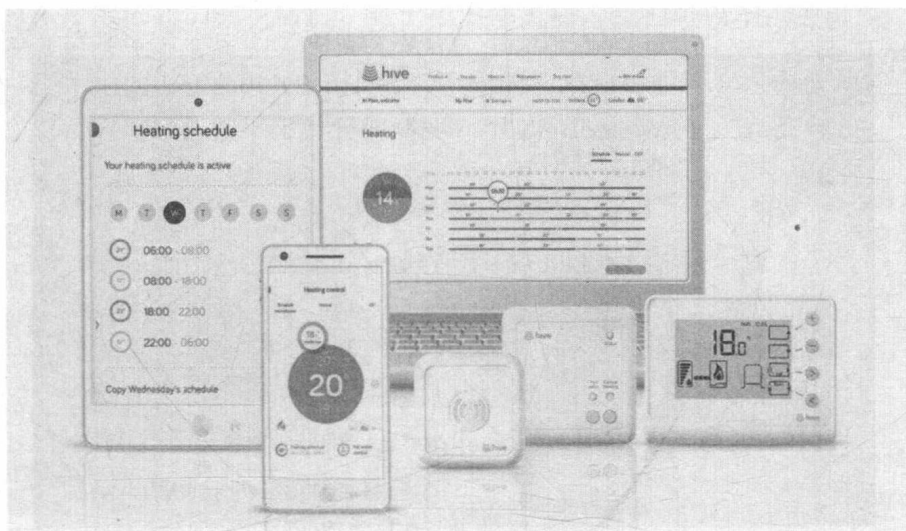


图1-7 British Gas Hive加热系统

(2) 照明系统

Philips Hue 是行业内出现较早的一款智能照明系统。飞利浦的 Hue 通过一个智能网关与 App 进行通信交互。通过 App，用户能够根据自己的需求设定各种情景模式，包括回家模式、离家监控模式等。Hue 还能够根据用户的心情来设定不同的颜色以及亮暗程度。它们也可以通过 iPhone 或者安卓用户的 App 连接到一系列 IFTTT (IF This Then That, 一种创新性互联网服务) 上。产品如图 1-8 所示。

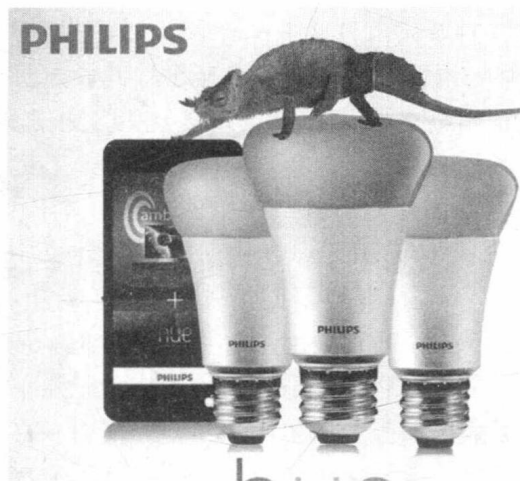


图1-8 Philips Hue

(3) 门锁系统

August 智能门锁，用户安装这款与智能手机、智能手表兼容的门锁后，就可以不再使用房间钥匙（理论上如此）。该装置与大多数北美风格圆柱锁兼容，通过蓝牙连接到用户设备进行开启。如果用户手机没电，蓝牙无连接，用户也可使用钥匙来开关门。产品如图 1-9 所示。

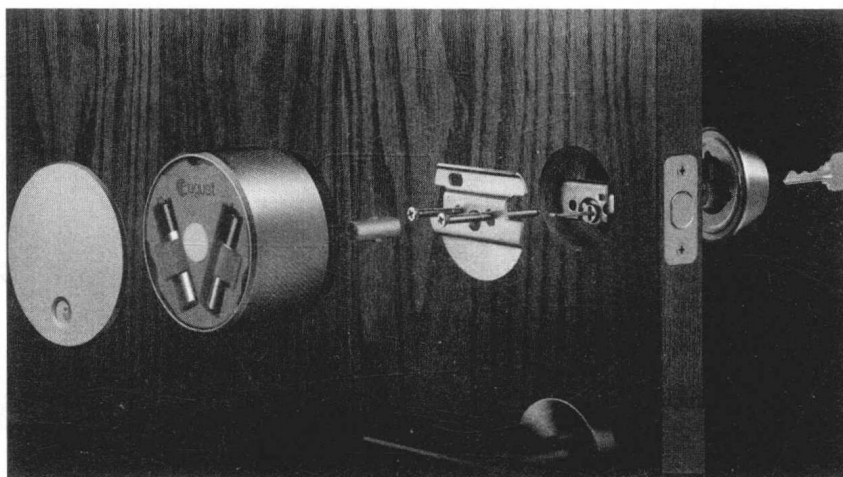


图1-9 August 智能门锁

(4) 床系统

Luna 是一款智能床罩，也可充当最终的睡眠跟踪器。它收集了许多与睡眠有关的指标，这些指标能帮助人们更好地了解和改善自己的睡眠质量。对于睡眠质量差的人，该床垫罩能够对症下药。该智能床罩能调整床上温度，以帮助使用者更加舒适地进入睡眠状态，尤其在冬天，当人们进入被窝后能感受到合适的温度，极大地提升了产品的体验效果。此外，它还可以充当一款智能闹钟，在设定好的时间提醒使用者起床。产品如图 1-10 所示。

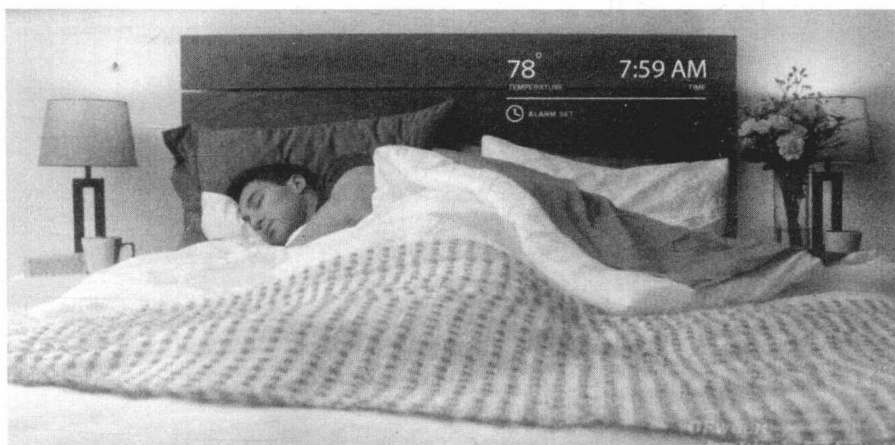


图1-10 Luna