



计算机类专业“互联网+”创新型精品教材

物联网工程导论

物联网工程导论

主 编 陈春玮 戴春平 张乐吟 刘小园

主
编
陈春玮
戴春平
张乐吟
刘小园

北京出版集团
北京出版社

北京出版集团
北京出版社

图书在版编目(CIP)数据

物联网工程导论 / 陈春玮等主编. —北京:北京出版社, 2023.5

ISBN 978-7-200-17881-4

I. ①物… II. ①陈… III. ①物联网—高等学校—教材 IV. ①TP393.4 ②TP18

中国国家版本馆 CIP 数据核字(2023)第 061464 号

物联网工程导论

WULIANWANG GONGCHENG DAOLUN

主 编: 陈春玮 戴春平 张乐吟 刘小园

出 版: 北京出版集团
北京出版社

地 址: 北京北三环中路 6 号

邮 编: 100120

网 址: www.bph.com.cn

总 发 行: 北京出版集团

经 销: 新华书店

印 刷: 定州启航印刷有限公司

版 印 次: 2023 年 5 月第 1 版 2023 年 5 月第 1 次印刷

成品尺寸: 185 毫米 × 260 毫米

印 张: 16

字 数: 360 千字

书 号: ISBN 978-7-200-17881-4

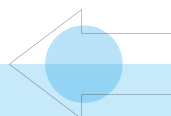
定 价: 49.50 元

教材意见建议接收方式: 010-58572162 邮箱: jiaocai@bphg.com.cn

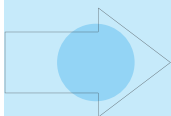
如有印装质量问题, 由本社负责调换

质量监督电话: 010-82685218 010-58572162 010-58572393

项目一 初识物联网	1
任务 1 揭开物联网的神秘面纱	1
任务 2 探究物联网的体系架构	11
项目二 传感器及应用	24
任务 1 初识传感器	24
任务 2 常见传感器及应用	34
项目三 物联网标识技术	52
任务 1 条形码技术与应用	52
任务 2 NFC 技术与应用	71
任务 3 RFID 技术与应用	80
项目四 无线传感器网络	94
任务 1 初识无线传感器网络	94
任务 2 5G 技术及应用	104
任务 3 无线传感器网络的系统结构	114
项目五 物联网定位技术	124
任务 1 初识定位技术	124
任务 2 定位技术在物联网中的应用	133



项目六 大数据与物联网	144
任务 1 初识大数据.....	144
任务 2 基于物联网的大数据技术.....	163
项目七 云计算与物联网	175
任务 1 初识云计算.....	175
任务 2 基于物联网的云计算.....	184
项目八 人工智能与物联网	197
任务 1 初识人工智能.....	197
任务 2 基于物联网的人工智能.....	206
项目九 物联网安全技术	224
任务 1 RFID 的安全问题.....	224
任务 2 WSN 的安全问题解决方案.....	238



项目一

初识物联网

在近代人类历史发展进程中，经济社会的快速进步无一不与技术革命有关，而每一次技术革命又以某一标志性技术为引导。例如，18世纪60年代的第一次工业革命是以机器代替手工劳动；19世纪60年代后期的第二次工业革命是以电器代替以蒸汽机为动力的机器；20世纪四五十年代的第三次科技革命是原子能技术、航天技术、电子计算机技术等诸多领域的一场信息控制技术革命；21世纪以来，人类正在经历的以智能制造为主导的第四次工业革命，其技术基础是网络实体系统及物联网。正因此，世界主要工业化国家都将发展物联网技术提升为国家发展战略，我国也将其定位为战略性新兴产业。本项目就让我们一起开启物联网技术探寻之路吧！

任务 1

揭开物联网的神秘面纱

任务描述

小明发现物联网技术已深入到人们日常生活的方方面面，甚至改变了人们的生活习惯与工作方式，极大地促进了人类社会的进步，于是小明下决心要认真学习物联网技术。本任务我们就跟着小明一起首先来学习物联网技术的相关概念、主要技术和主要应用领域，最后对共享单车和智能家居等典型应用案例进行解析。

任务目标

1. 能够理解物联网的定义。
2. 能够理解物联网的特征。
3. 能够描述物联网的典型应用场景。
4. 培养学生对物联网技术的学习兴趣，理解创新驱动发展的战略目标。

一、物联网相关概念

物联网并非一个崭新的概念，而是已经拥有了十多年的技术发展历史，但由于物联网属于交叉型技术，不同技术领域的研究者在不同发展时期对物联网的描述侧重不同。

（一）物联网的定义

早在1995年比尔·盖茨在《未来之路》一书中就已经提出未来的发展方向之一——Internet of Things（物的互联网），直译成中文就是：“物联网”。但受限于当时的无线网络、硬件及传感设备，物联网并未引起业界的重视。

1999年麻省理工学院（MIT）的自动识别技术中心（Auto-ID Center）则提出“万物皆可通过网络互联”的理念，并将物联网的基本含义表述为：可以把物品通过射频识别等信息传感设备与互联网连接起来，实现智能化识别和管理。

2005年11月，在突尼斯举行的信息社会世界峰会（WSIS）上，国际电信联盟（ITU）发布了《ITU 互联网报告2005：物联网》，报告中引用的“物联网”概念对其覆盖范围做了较大的拓展，不再只是指基于射频识别技术（RFID）的物联网，而是加入了传感器技术、纳米技术、智能嵌入技术等。报告中还提出无所不在的物联网通信时代即将来临，世界上所有的物体，从轮胎到牙刷、从房屋到纸巾，都可以通过因特网主动进行交换。

2010年我国政府工作报告所附的注释中对物联网定义为：物联网是指通过信息传感设备，按照约定的协议，把任何物品与互联网连接起来，进行信息交换和通信，以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。它是在互联网基础上延伸和扩展的网络。

目前广泛认可的定义是：物联网（IoT，Internet of Things）即“万物相连的互联网”，是互联网基础上的延伸和扩展的网络，将各种信息传感设备与网络结合起来而形成的一个巨大网络，实现任何时间、任何地点，人、机、物的互联互通。

从广义角度来讲，物联网则可以看作是信息空间与物理空间的融合，将一切事物数字化、网络化，在物品之间、物品与人之间、人与现实环境之间实现高效信息交互方式，并通过新的服务模式使各种信息技术融入社会行为，是信息化在人类社会综合应用达到的更高境界。

（二）物联网的特征

物联网的基本特征可概括为全面感知、可靠传送和智能处理。

（1）全面感知。利用射频识别、二维码、传感器等感知、捕获、测量技术随时随地对物体进行信息采集和获取。

（2）可靠传送。通过将物体接入信息网络，依托各种通信网络，随时随地进行可靠的信息交互和共享。

(3) 智能处理。利用各种智能计算技术，对海量的感知数据和信息进行分析并处理，实现智能化的决策和控制。

(三) 物联网与互联网的关系与区别

1. 物联网与互联网的关系

物联网意是指物物相连，万物相连，本质是“物与物相连的互联网”，其包含两层意义：

(1) 物联网的核心和基础仍然是互联网，是在互联网基础之上延伸和扩展的一种网络，与其说物联网是网络，不如说物联网是业务或应用，物联网是互联网应用的拓展。

(2) 物联网的用户端延伸和扩展到了任何物品，物联网除了人和人的连接，还包括人物连接，物物连接，人与物可以通过互联网进行信息的交换和通信，如图 1-1 所示。

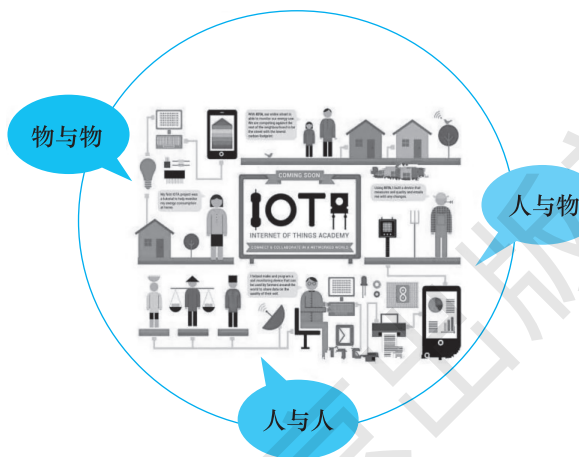


图 1-1 万物互联



物联网与互联网的区别

2. 物联网与互联网的区别

物联网与互联网的主要区别有三点：

(1) 从涵盖范围上来讲，物联网覆盖的范围要比互联网大得多。物联网连接的主体是物，而互联网联系的主体是人。

(2) 从目标服务对象来说，物联网的诞生主要是为了帮助人类更好地管理“物”，对物体等进行实时监控管理；而互联网的主要目标服务对象是人，用于互相交换信息。

(3) 从复杂程度来说，物联网比互联网更加的复杂。

二、物联网的发展过程

自从二十多年前比尔·盖茨提出的 IoT（物的互联网）概念，发展到今天，加上 5G 的赋能，已经让人类离“万物互联”的梦想更近一步了。

(一) 物联网的起源

1. 卡内基梅隆大学的自动可乐售卖机

民用物联网雏形可追溯到 19 世纪 80 年代，美国卡内基梅隆大学的程序员编写程

序监视自动可乐贩卖机内的可乐数量和冰冻情况（通过可乐被装进售卖机多长时间来估算），这样他们在下楼之前就可以知道可乐售卖机里有没有可乐，可乐冰不冰。

售卖机有 6 个可乐瓶位置。当有人购买可乐时，对应位置的红色指示灯会闪烁几秒钟，然后灭掉。他们在售卖机里安装了能感应指示灯状态的微动开关（Micro-switches），将微开关连接到计算机系里一台 Finger 服务器上，并且在这台服务器上运行了服务器程序用来接收微动开关的状态更新，如图 1-2 所示。

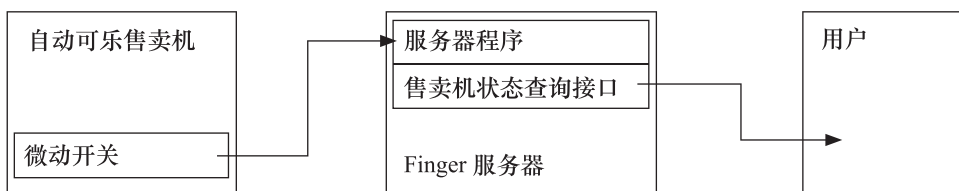


图 1-2 自动可乐贩卖机的原理

假设售卖机状态显示，如图 1-3 所示，他们就知道上左和上中的位置没有可乐；右上和右下方的两瓶可乐是提前一小时左右放置的，还不够凉（默认瓶子放置超过 3 小时才显示“冷”）；通过按左下或中下按钮，可以获得冰爽可乐。

空	空	1 小时 15 分
冷	冷	1 小时 16 分

图 1-3 自动可乐贩卖机的状态显示

2. 剑桥大学的特洛伊咖啡壶

1991 年，剑桥大学特洛伊计算机实验室的科学家们在三楼办公，经常要下两层楼梯去煮咖啡，还要时刻关注咖啡煮好了没有，既麻烦又耽误工作。换做一般人可能会说，把咖啡壶拿到楼上去煮咖啡不就行了？但是这些科学家们可不这么想，他们编写了一套程序，在咖啡壶旁边安装了一个便携式摄像头，镜头对准咖啡壶，然后编写程序，利用计算机图像捕捉技术，以 3 帧/秒的速率传递到实验室的计算机上。这样，工作人员就可以随时查看咖啡是否煮好，这就是著名的“特洛伊咖啡壶”，如图 1-4 所示。



图 1-4 特洛伊咖啡壶

3. 物联网之父 Kevin Ashton 的灵感来源于一只口红

凯文·艾什顿（Kevin Ashton）于 1998 年春在宝洁公司的一次演讲中首次提出了真正的“物联网”概念，被称为“物联网之父”，20 世纪 90 年代中期，艾什顿加入宝

洁公司做品牌管理。他发现零售店铺中一种棕色的唇膏总是处于售罄的状态，而库存里却还有不少，没有在货架上有针对性地摆放正确的产品。当时，零售商利用条形码管理库存，无法跟踪物品的位置信息。艾什顿受到会员卡 RFID 芯片的启发，考虑用射频识别技术（RFID）技术提高宝洁公司的物流和零售运营。如果在口红在产品包装中内置 RFID 芯片，零售商就可以通过无线网络随时接收芯片传来的数据，获知货架上各种商品的数量，及时知道何时需要补货。

在宝洁公司和吉列公司的赞助下，艾什顿与美国 MIT 的教授 Sanjay Sarma、Sunny Siu 和研究员 David Brock 共同创立了一个 RFID 研究机构——自动识别中心（Auto-ID Center），专注研究 RFID 技术以及智能包装系统，创造性地提出 EPC（电子产品代码，Electronic Product Code）系统的物联网雏形构想。在互联网的基础上，利用 RFID、无线传感器网络、数据通信等技术，构造一个覆盖世界上万事万物的“物联网”。在这个网络中，物品能够彼此进行“交流”，而无需人的干预，体系结构，如图 1-5 所示。

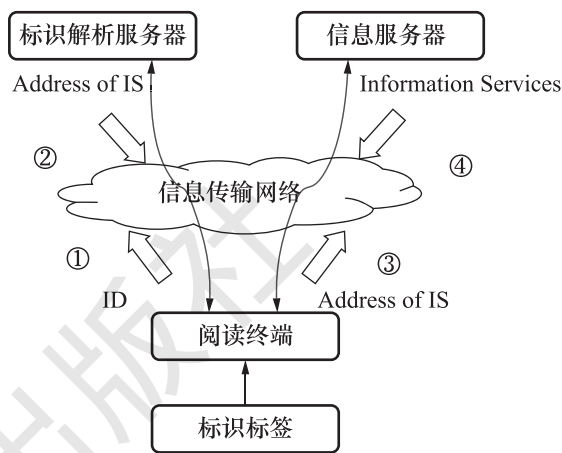


图 1-5 Networked Auto-ID 体系结构

（二）物联网的发展历程

1. 国外物联网的发展

日本和韩国在 2004 年都推出了基于物联网的国家信息化战略，分别被称作 u-Japan 和 u-Korea。“u”代指英文单词“ubiquitous”，意为“普遍存在的，无所不在的”。该战略是希望催生新一代信息科技革命，实现无所不在的便利社会。u-Japan 构想中，希望在 2010 年将日本建设成一个“实现随时、随地、任何物体、任何人（anytime, anywhere, anything, anyone）均可连接的泛在网络社会”。u-Korea 战略的核心是“IT839 战略”，重点支持泛在网建设，以“The FIRST u-society on the BEST u-Infrastructure”为核心的发展策略，内容包括 u-Infrastructure 四项关键基础环境建设以及 u-society 五大应用领域开发。

2005 年 11 月 17 日，在突尼斯举行的信息社会世界峰会（World Summit on the Information Society, WSIS）上，国际电信联盟（ITU）发布了《ITU 互联网报告 2005：物联网》，定义了物联网的概念。

2009 年，美国政府主导的工商业领袖举行了一次“圆桌会议”，会议首次提出“智慧地球”这一概念，建议新政府投资新一代的智慧型基础设施，得到政府积极回应，并于 2011 年启动先进制造伙伴计划和总统创新伙伴计划，打造下一代的先进制造。2013 年，欧盟启动“地平线 2020”，以研究国际前沿和竞争性科技难点为主要内容，是欧盟成员国共同参与的中型重大科研计划。德国提出“工业 4.0”战略，发力抢占下一次工

业变革的制高点。2014年，AT&T、思科、通用电气、IBM和Intel成立了工业互联网联盟（IIC），将促进物理世界和数字世界的融合，并推动大数据应用。

2020年以来，全球在新冠疫情、供应链波动及数字化转型加速等多重因素影响下，物联网在制造业、车联网、能源等行业应用加速，全球活跃物联网连接设备量首次超越非物联网连接设备量，达到117亿。全球物联网连接数持续大幅增长，物联网产业进入新一轮发展加速期。美国持续聚焦网络通信技术研发应用，首部国家物联网安全法正式生效；欧盟数字化转型成为战略重点，全方位强化物联网数据安全与治理、加大核心数字技术投资力度；日本将制造业作为物联网创新内核，深入推进超智能“社会5.0”建设；韩国则积极部署6G先导计划和芯片产业发展，突出物联网基础设施建设及数据共享。

2. 国内物联网的发展

1999年，中国首次提出物联网的概念，不过当时命名为传感网。近年来，美国提出发展物联网的想法，在全世界引起了巨大的反响。借此机会，中国凭借互联网产业发展的优势，迅速融入了物联网行业大军。

2009年我国提出：要在激烈的国际竞争中，迅速建立中国的传感信息中心或“感知中国”中心，同年10月中国第一颗自主研发的物联网芯片——“唐芯一号”在第四届中国民营科技企业博览会上亮相。2010年是中国物联网的“发展元年”，物联网的概念在政府、行业和社会各领域已经深入人心，并正式列入国家“十二五”发展规划，成为国家的重要战略性产业。

三、物联网的发展前景

2020年以来，我国5G等网络基础设施建设步伐加快，全国物联网产业规模突破1.7万亿元。物联网技术支撑体系和标准体系持续完善。从行业应用看，工业互联网发展进一步提速，智慧城市、车联网等势头强劲，物联网与人工智能、区块链、边缘计算等新一代信息技术融合应用态势明显。

（一）物联网技术的应用场景

物联网技术在生活生产的各个领域应用广泛。目前，国内外物联网具有应用优势的领域主要包括以下几个方面：

1. 智慧城市

智慧城市是新一代信息技术与城市现代化深度融合，信息化、工业化与城镇化深度融合的城市信息化高级形态，实行精细化和动态管理，提升城市管理成效和改善市民生活质量，实现为市民服务全程全时、城市治理高效有序、数据开放共融共享、经济发展绿色开源、网络空间安全清朗。2021年，北京、上海、广州、武汉、长沙、无锡6市入选住建部的智慧城市基础设施与智能网联汽车（“双智”）协同发展首批示范城市。

2. 智慧物流

智慧物流是利用传感器、条形码、RFID、GPS等物联网技术，通过网络通信和信



物联网技术的
应用场景

息处理平台，广泛应用于物流行业仓储、包装、运输、装卸、配送等基本环节，实现货物运输过程的自动化运作和高效率优化管理，提高物流行业的服务水平，降低成本，减少自然资源和社会资源消耗。

3. 智慧交通

智慧交通是在交通运输领域充分运用物联网、云计算、人工智能、自动控制等信息技术，以全面感知、深度融合、主动服务、科学决策为目标，通过建设实时的动态信息服务体系，深度挖掘交通运输相关数据，形成问题分析模型，实现行业资源配置优化能力、公共决策能力、行业管理能力、公众服务能力的提升，推动交通运输更安全、更高效、更便捷、更经济、更环保、更舒适的运行和发展，带动交通运输相关产业转型、升级。

4. 智慧医疗

智慧医疗是医疗信息化最新发展阶段的产物，同时也是推动健康中国建设的重器。智慧医疗是 5G、云计算、大数据、AR/VR、人工智能等技术与医疗行业进行深度融合的结果，能够满足医疗健康信息、医疗设备与用品、公共卫生安全的智能化管理与监控等方面的需求，从而解决医疗平台支撑薄弱、医疗服务水平整体较低、医疗安全生产隐患、医疗资源极度失衡等问题。尤其是疫情期间，各种 IT 技术融入传统医疗场景，赋能医疗机构和医护人员，提高医疗体系的接纳能力和运行效率，为我们战胜疫情提供了巨大的帮助。

5. 智慧农业

智慧农业集新兴的互联网、移动互联网、云计算和物联网技术为一体，依托各种传感器（环境温湿度、土壤水分、二氧化碳、图像等）和无线通信网络实现农业生产环境的智能感知、灾变预警、智能决策以及专家在线指导，为农业生产提供精准化种植、可视化管理、智能化决策。广义的智慧农业还包括农业电子商务、食品溯源防伪、农业休闲旅游、农业信息服务等方面应用。

6. 智慧工业

智慧工业包括制造业供应链跟踪、生产过程工艺优化、产品设备监控管理、生产环境监测、产品全生命周期监测、工业安全生产管理、环保监测及能源管理等应用，是将各类传感终端、基于泛在技术的计算模式、移动通信等不断融入工业生产的各个环节，大幅改善产品质量，提高制造效率，降低产品成本和资源消耗，将传统工业提升到智能化的新阶段。

7. 智慧环保

智慧环保是基于数字环保平台、在线监测监控网络、环境应急指挥系统，融合了物联网技术、云计算技术、3S 技术、多网融合等多种技术方案，通过实时采集污染源、环境质量、生态、环境风险等信息，构建全方位、多层次、全覆盖的生态环境监测网络，推动环境信息资源高效、精准的传递及海量数据资源中心和统一服务支撑平台建设，重视资源的重整和优化，以更加精细和动态的方式实现环境管理和决策的智慧，从而构筑

“感知测量更透彻，互联互通更可靠，智能应用更深入”的“智慧环保”物联网体系，实现环境保护的智慧化。

8. 智慧安防

智慧安防是指将雷达、分布式光纤、脉冲电子围栏、计算机视觉、生物识别等安防相关技术，应用于视频监控、行为分析、跟踪记录、入侵告警、出入口控制、门禁、在线巡防、联网告警等主要安防领域，有效解决公安、海关、油库、电站、机场、铁路、学校、医院、军事设施等重点区域对于可疑人员身份确认、实名制认证、人脸识别、电子围栏、重点人员布控告警等实战诉求，为平安城市及各行各业提供智能安防体系。

9. 智慧电力

智慧电力将物联网技术运用在发电、输电、变电、配电和用电环节，构建具备智能判断与自适应调节能力的多种能源统一入网和分布式管理的智能电网，包括很多电信企业开展的“无线抄表”应用。以前因发电量不平稳难以接入电网的光伏、风电等新能源可以用于补助主网发电。智能电网可以实时监控和采集电力负荷，采用最经济与最安全的输配电方式给终端用户输送电能，提高电网运行的可靠性和能源利用效率。对于物联网产业甚至整个信息通信产业的发展而言，电网智能化将产生强大的驱动力，并将深刻影响和有力推动其他行业的物联网应用。

10. 智能家居

智能家居（smart home）是利用先进的物联网技术将各种家居设施集成，将灯光控制、窗帘控制、煤气阀控制、地板采暖、健康保健、安防保安等各个子系统有机地结合在一起，通过网络化综合智能控制和管理，构建高效的住宅设施与家庭日程事务的管理系统，提升家居安全性、便利性、舒适性、艺术性，并实现居住环境的环保节能。

（二）物联网的发展前景

物联网概念的问世，打破了之前的传统思维。传统思维一直是将物理基础设施和IT基础设施分开：一方面是机场、公路、建筑物；而另一方面是数据中心、个人电脑、宽带等。而在“物联网”时代，钢筋混凝土、电缆将与芯片、宽带整合为统一的基础设施。

物联网被称为继计算机、互联网之后，世界信息产业的第三次浪潮，注定要催化中国乃至世界生产力的变革。互联网时代带动更多的是媒体、游戏、娱乐、电子商务领域等第三产业的发展；而物联网的兴起，促进了第一产业、第二产业转型升级，带动工业、农业、医疗、安全等基础产业发生翻天覆地的变化，并成为推进经济发展的驱动器。

《2020—2021中国物联网发展年度报告》显示，2020年我国物联网产业迅猛发展，产业规模突破了1.7万亿元，预测到2025年，我国移动物联网连接数将达到80.1亿，年复合增长率14.1%。物联网已成为我国重点发展的战略性新兴产业。

任务实施

一、把手机变成万能遥控器

如果手机自带“万能遥控”App，可以直接与其他家用电器进行匹配和遥控。如果手机上没有相关App，可以在应用商店搜索“遥控”，安装相关App后就可以尝试匹配和遥控。

另外，手机遥控器需要有红外功能。也可以考虑买易控耳塞遥控器，插入手机的耳机口，将红外头对准电器进行遥控，如图1-6所示。

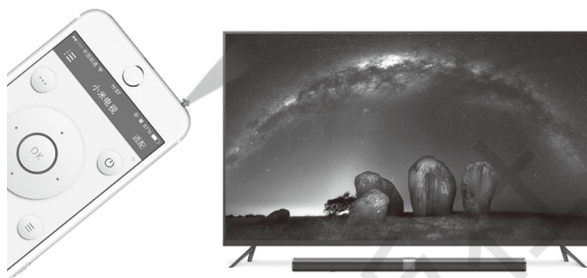


图 1-6 易控耳塞遥控器

二、体验共享单车

共享单车是我国物联网应用的一次爆发，2014年首次出现在北大校园。基本功能包括手机定位找车、手机扫码开锁、路边还车、关锁结束计费。

以哈啰单车为例，打开支付宝App，点击“更多”，进入应用中心，如图1-7所示。然后点击“便民生活”中的“哈啰出行”，同意哈啰出行获取位置信息以及权限。在“出行”页面可以看到“打车”“顺风车”“骑行”等功能，选择相应功能，就可以在地图上看到附近车辆的定位。找到哈啰单车后，即可选择“扫码开锁”，进行骑行。

三、体验智能家居

智能家居概念已经诞生多年，不少品牌都拥有自己的AIoT阵营产品，但是不同单品、品牌之间的硬件标准、通信协议等常常各不相同，兼容性较差。另外，智能家居的遥控操作主要采用语音或者手机App交互，往往是针对单个设备，人机交互和智能联动能力也有待提升。2021年，华为鸿蒙以及谷歌Fuchsia操作系统发布，标志着全屋智能的发展真正开始起步。



图 1-7 支付宝应用中心

国内智能家居的发展处于全球前列，技术层面截至 2019 年专利总量累计 45 695 件，全球第一。产业层面截至 2020 年 6 月相关企业数量达到 13.3 万，其中小米、华为在全屋智能 C 端市场（消费者市场）优势明显，欧瑞博在全屋智能 B 端（房地产开发及其相关上下游企业）领跑。

2015 年，华为发布 HiLink 战略，进军智能家居生态。2021 年，当业界还在为全屋智能标准和模式摸着石头过河时，华为率先提出全屋智能核心架构，推出了 1+2+N 方案，解决平台智能交互问题，打通消费者、渠道与 ISV（Independent Software Vendors，独立软件开发商）三方的数据。“1”是指鸿蒙系统的 AI 智能主机，是华为全屋智能的中心，被称为“集学习、计算、决策于一体的家庭智慧大脑”。“2”指的是全屋互联中的 PLC 控制总线和 Wi-Fi 6+ 两张网络。“N”是指丰富可扩展的鸿蒙智联生态，通过网络融合与设备融合，实现全屋智能硬件及声、水、光、电等系统的智慧互联与协同。华为全屋智能授权体验店，如图 1-8 所示。

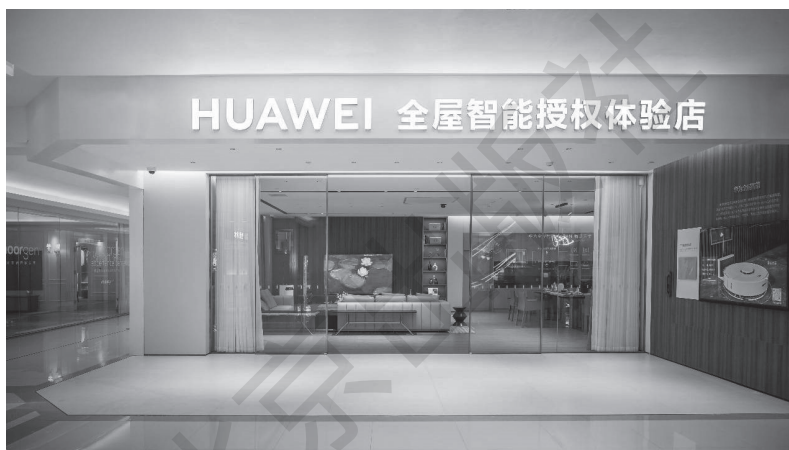


图 1-8 华为全屋智能授权体验店

华为的发展模式是通过自主研发，打造完整的分布式物联网操作系统，集成其在通信能力领域的优势，打造 HiLink 智能家居开发者平台，以第三方的合作伙伴接入设备为主，比如海尔、美的、格力、欧普等头部家电品牌，符合 HiLink 技术标准的电器就可以接入到华为全屋智能的系统中，由鸿蒙系统统一控制。生态产品更加高端，专注于智慧生活的体验。

从 2013 年起，小米就开始围绕智能家居建立生态链。时至今日，在小米生态链中成长起来的云米、绿米等品牌，以及这些生态链企业生产出来的各种产品，已经受到了消费者的广泛认可。截至 2020 年小米 IoT 平台已连接超过 2.52 亿台设备，进入超过 5 500 万家庭，稳居全球最大的消费级 IoT 智能互联平台。小米之家的智能家居体验店，如图 1-9 所示。

在国内的智能家居生态中，小米的发展模式是通过参股投资智能家居细分品类的优秀新兴公司，打造小米生态链，不断完善单品序列，生态链规模庞大布局完整，可覆盖打造一个智慧家所需的设备。小米生态链虽然对第三方公司开放，但其主要参与者都是

小米系企业，产品主要集中在硬件层面，小米在生态链的主动权和话语权可以得到充分保证。



图 1-9 小米之家的智能家居体验店

任务 2

探究物联网的体系架构

任务描述

小明在感受了物联网越来越深入自己生活的每个场景后，一直有个疑问：物联网的智能家居等应用场景是怎么做到相互连接并实现智能控制的呢？本任务让我们一起来了解物联网的系统结构和关键技术，并对扫地机器人进行解析和实践。

任务目标

1. 能够理解物联网四层系统结构。
2. 能够理解物联网四大关键技术特点。
3. 培养学生自主探究学习的能力，新征程上踔厉奋发、勇毅前行。

知识链接

一、物联网的系统结构

国内外的研究人员提出了多种具有不同样式的物联网体系结构。例如，Auto-ID 实验室提出的网络化自动标识系统（Networked Auto-ID）体系结构、韩国电子与通信技术研究（ETRI）提出的泛在传感器网络（Ubiquitous Sensor Networks, USN）体系结构、美国弗吉尼亚大学提出的 Physical-net、欧洲电信标准组织（ETSI）制订的 M2M 体系结构、法国巴黎第六大学提出的自主体系结构（Autonomic Oriented Architecture,

AOA)、由北京航空航天大学 and 苏州大学基于类人体神经网络 (Manlike Neural Network, MNN) 和社会组织架构 (Social Organization Framework, SOF) 提出的体系结构 (MNN & SOF)。

由于 USN 体系结构按照功能层次比较清楚地定义了物联网的组成, 因此目前被国内工业与学术界广泛接受。本书采用 USN 体系结构演化的四层物联网体系结构, 包括感知层、传输层、处理层和应用层, 如图 1-10 所示。

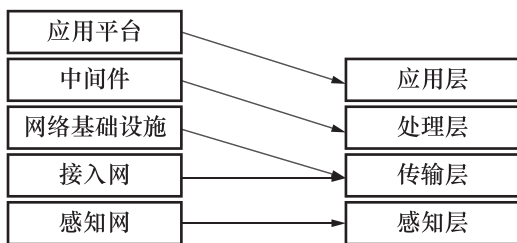


图 1-10 USN 体系结构及其演化结构

(一) 感知层

感知层相当于人体的感觉器官, 是实现物联网全面感知的基础。感知层主要通过各种类型的传感器、RFID 读写器、二维码识读器等设备实现物体的信息采集、捕获和识别。感知层必须解决低功耗、低成本和小型化的问题, 并且向灵敏度更高、更全面的感知能力方向发展。

(二) 传输层

传输层相当于人体的神经网络, 通过无线网络、有线网络的各种技术, 实现物联网数据信息和控制信息的双向传递、路由和控制。传输层将是物联网信息的基础承载网络。现有各种通信网针对各自的客户目标而设计, 因此形成了目前多种异构网络并存的局面。物联网通过各种接入设备与移动通信网和互联网相连, 因此物联网必须是异构泛在的。由于物体可能是移动的, 因此物联网的网络层必须支持移动性, 从而实现无缝透明的接入。另外, 传输层还具有信息存储查询、网络管理等功能。

(三) 处理层

物联网的发展必会带来海量信息的数据存储和智能处理问题。处理层相当于人体的大脑中枢, 通过具有超级计算能力的中心计算机群, 实现信息存储、数据挖掘、智能分析、辅助决策, 为上层应用提供良好的用户接口。云计算、大数据、人工智能等技术都将是物联网数据处理的强大后盾, 将大大提升物联网的信息处理能力。

(四) 应用层

应用层面向直接用户, 主要解决人机界面的问题, 即输入输出控制终端, 例如手机、智能家居的控制器等。利用经过分析处理的感知数据, 为用户提供面向各类行业的特定服务, 可分为监控型 (物流监控、污染监控)、查询型 (智能检索、远程抄表)、控制型 (智能交通、智能家居、路灯控制)、扫描型 (手机钱包、高速公路不停车收

费)等。

二、物联网的关键技术

从物联网的体系结构可以把物联网技术分为四个层次：感知技术、传输技术、处理技术、应用技术。

(一) 感知技术

感知技术是物联网底层用于感知信息的技术，包括自动识别技术、传感器技术、定位技术等。

1. 自动识别技术

自动识别技术涵盖身份识别、位置识别和地理识别，对物理世界的识别是实现全面感知的基础，是实现物联网的核心关键技术之一，主要包括射频识别技术、条形码技术、机器视觉识别技术、生物识别技术。

(1) 射频识别技术。射频识别技术 (RFID, Radio Frequency Identification), 俗称“电子标签”, 利用射频信号通过空间耦合 (电感或电磁耦合) 进行无接触信息传递, 实现对各类物体或设备的自动识别和追踪管理。RFID 系统由标签 (Tag)、阅读器 (Reader) 和天线 (Antenna) 3 个基本部分组成: 标签, 附着在物体上以标识目标对象; 阅读器, 用来读取或者写入标签信息; 天线, 用于在标签和阅读器之间传递射频信号。阅读器通过天线发送射频信号; 标签进入磁场产生感应电流, 从中获得的能量用于发送标签信息; 标签信息被阅读器读取并解码, 发送至电脑主机进行有关处理。RFID 系统的工作频率, 就是阅读器发送的射频信号频率, 划分为 3 个范围: 低频 (30~300 kHz)、高频 (3~30 MHz) 和超高频 (300 MHz~3 GHz)。

射频识别技术无须人工干扰, 可工作于各种恶劣环境, 可以用来管理几乎所有物理对象, 在物品编码、物品流通、自动配送等领域有着重要的应用。基于自身降低物流成本、提高库存和零售管理效率、获取未来战略竞争优势的考虑, 零售巨头沃尔玛从 2005 年开始, 成功地将 RFID 技术应用于供应链和零售管理中, 以取代条形码技术。超市工作人员扫描牛仔裤上的 RFID 标签, 查询库存信息, 如图 1-11 所示。



图 1-11 手持终端扫描牛仔裤 RFID 标签

(2) 条形码技术。条形码 (Barcode) 可以标出物品的生产国、制造厂家、商品名称、生产日期、图书分类号、邮件起止地点、类别、日期等许多信息, 在商品流通、图书管理、邮政管理、银行系统等许多领域都得到广泛的应用。条形码自动识别系统由条形码生成设备、条形码标签、条形码识读器和计算机组成。

一维条形码是由反射率相差很大的黑条 (简称条) 和白条 (简称空) 排成的平行线图案。条形码扫描器接收到的强弱不同的反射光信号, 经光电转换成电信号, 最终转换成与计算机兼容的二进制和十进制编码信息。一维条形码只能在一个方向表达信息, 所

携带的信息量有限，更多信息需要连接商品数据库来读取。

二维条形码（2-dimensional bar code）在水平和垂直方向的二维空间存储信息。二维条形码本身就能存储大量数据，不需要连接后台数据库，可以直接扫描二维码得到相应的信息。当二维码因穿孔、污损等引起局部损坏时，错误纠正能使条形码能正确解码二维码。二维条形码还有耐损性强、可靠性高、保密、防伪性强等优点。一维码与二维码的区别，如图 1-12 所示。



图 1-12 一维码与二维码的区别

（3）机器视觉识别技术。机器视觉识别技术对目标进行图像捕捉，传送给图像数字化模块和数字图像处理模块，将图像的像素分布和亮度、颜色等信息，转变成数字化信号，抽取目标的特征，然后根据判别结果进行智能判断决策和机械控制执行。无人驾驶汽车、文字识别、纹理识别都是机器视觉识别技术的典型应用场景。机器视觉图像识别技术，如图 1-13 所示，扫地机器人可以自动识别地上障碍物的类型，比如拖鞋。

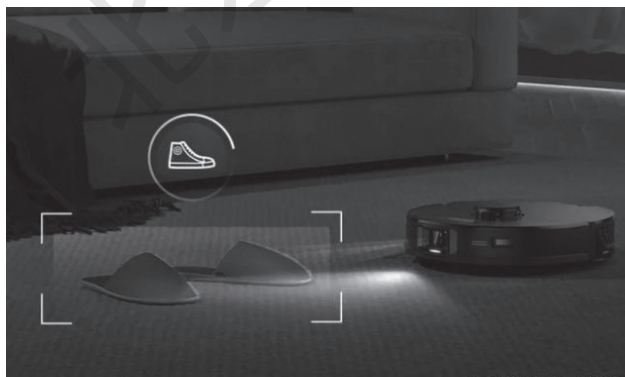


图 1-13 机器视觉图像识别技术

（4）生物识别技术。生物识别技术将光学、声学、生物传感器和生物统计学原理等高科技手段密切结合，利用人体固有的生理特性（如指纹、掌纹、静脉、人脸、视网膜、虹膜、DNA 等）和行为特征（如笔迹、声音、步态等），来进行个人身份的鉴定。常见的口令、IC 卡、条形码、磁卡或钥匙存在着丢失、遗忘、复制及被盗用等诸多隐患。由于人体特征具有人体所固有的不可复制的独一无二性，生物特征识别技术具有不易遭

忘、防伪性能好、不易失窃、随身“携带”等优点。

2. 传感器技术

传感器让物体有了触觉、味觉和嗅觉等感官，也被称为电五官。传感器可以感知热、力、光、电、声、位移等信号，并且按一定规律变换成为可用电信号或其他所需形式的信息输出，以满足信息的采集、传输、处理、存储、显示、记录和控制等要求。传感器一般由敏感元件、转换元件、变换电路和辅助电源四部分组成，如图 1-14 所示。随着科技的不断发展，传统的传感器正逐步实现微型化、智能化、信息化、网络化。

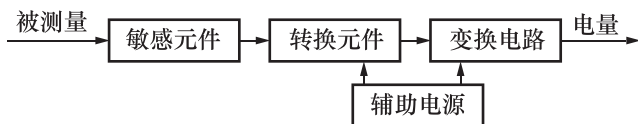


图 1-14 传感器的组成

3. 定位技术

定位技术用于获取目标的位置信息，确定物体在某种参考系中的坐标位置。早在 15 世纪，人类开始探索海洋的时候，就运用航海图和星象图来定位。随着科技的发展，定位技术在定位精度、技术手段、可用性等方面均取得质的飞越，逐步渗透到社会生活的方方面面，例如，交通管理、车辆导航、路线规划等方面。定位可以按照使用场景的不同划分为室内定位和室外定位两大类。

室外定位的主流技术主要有卫星定位和基站定位两种。卫星定位即是通过接收卫星提供的经纬度坐标信号来进行定位，卫星定位系统主要有美国全球定位系统（GPS）、俄罗斯格洛纳斯（GLONASS）、欧洲伽利略（GALILEO）系统、中国北斗卫星导航系统。基站定位，要求手机处于 SIM 卡注册状态（飞行模式和拔出 SIM 卡除外）。当手机同时搜索到至少三个基站的信号时，可以根据三点定位原理，估算出手机的位置。卫星定位精度高、覆盖广，但成本昂贵、功耗大。基站定位，信号很容易受到干扰，定位精度较低。

室内定位即通过技术手段获知人们在室内所处的实时位置或者行动轨迹。受到定位时间、精度和室内环境复杂度等条件的限制，现行的室内定位技术解决方案较多。主流的室内定位技术包括 Wi-Fi 定位技术、RFID 定位、红外技术、超声波技术、蓝牙技术、惯性导航技术、超宽带（UWB）定位技术、LED 可见光技术、地磁定位技术、视觉定位等。

（二）传输技术

传输技术是指能够汇聚感知数据，并实现物联网数据传输的技术，包括移动通信网、互联网、短距离无线通信、卫星通信、光通信等技术。

1. 移动通信网（Mobile Communications Network）

移动通信网是指在移动用户和移动用户之间或移动用户与固定用户之间的通信实现的通信介质。移动通信系统由移动台、基台、移动交换局组成。若要同某移动台通信，

移动交换局通过各基站向全网发出呼叫，被叫台收到后发出应答信号，移动交换局收到应答后分配一个信道给该移动台并从此话路信道中传送一信令使其振铃。移动通信技术经过第一代、第二代、第三代、第四代技术的发展，目前，已经迈入了第五代发展的时代（5G 移动通信技术），这也是目前改变世界的几种主要技术之一。

2. 互联网（Internet）

互联网叫做因特网，是网络与网络之间所串连成的庞大网络。这些网络以 TCP/IP 协议相连，形成逻辑上的单一且巨大的全球化网络，在这个网络中有交换机、路由器等网络设备、各种不同的连接链路、种类繁多的服务器和数不尽的计算机、终端。使用互联网可以将信息瞬间发送到千里之外的人手中。

3. 短距离无线通信（Short Distance Wireless Communication）

短距离无线通信覆盖距离一般在几十米或几百米之内。目前使用较广泛的短距离无线通信技术是蓝牙（Bluetooth），无线局域网 802.11（Wi-Fi）和红外数据传输（IrDA）。另外，还有一些具有发展潜力的近距无线技术标准，包括 ZigBee、短距通信（NFC）、超宽带（Ultra Wide Band）等。

4. 卫星通信（Satellite Communication）

卫星通信是利用人造地球卫星作为中继站来转发无线电波，从而实现两个或多个地球站之间的通信。卫星通信系统一般由通信卫星、通信地球站、跟踪遥测及指令分系统、监控管理分系统等四部分组成。卫星通信的特点是：通信距离远；不易受通信两点间任何复杂地理条件和自然灾害的影响（可靠性高）；同一个卫星转发器可以联接多个地球站（多址联接）。

5. 光通信（Optical Communication）

光通信是以光波为载波的通信方式。随着半导体激光器寿命的不断延长和光纤损耗的不断降低，各种类型的光纤通信系统大量投入使用。光纤通信将朝着长波长、单模、超低损耗、密集波分复用、超大容量、相干外差检测、光集成和不用光电变换的全光通信等方向发展。

（三）处理技术

物联网的处理技术，用于支撑物联网海量信息的处理、存储、管理、决策等工作，包括云计算、大数据、人工智能等技术。

1. 云计算（Cloud Computing）

物联网终端的计算和存储能力有限，离不开云计算技术的支持。云计算是网格计算、分布式计算、并行计算、效用计算、网络存储、虚拟化、负载均衡等传统计算机技术和网络技术发展融合的产物。云计算将计算任务分布在大量计算机构成的资源池（平台）上，使各种应用系统能够根据需要获取计算力、存储空间和信息服务。它旨在通过网络把多个成本相对较低的计算实体整合成一个具有强大计算能力的完美系统，并借助 SaaS、PaaS、IaaS 等商业模式把这强大的计算能力分布到终端用户手中。

2. 大数据 (Big Data) 技术

物联网感知设备产生的海量数据,无法在一定时间范围内用常规软件工具进行捕捉、管理和处理,需要大数据技术才能分析提取到有价值的数据。大数据的特点可以概括为 5V——Volume (大量)、Velocity (高速)、Variety (多样)、Value (低价值密度)、Veracity (真实性)。大数据技术的体系庞大且复杂,主要包括数据采集与预处理、数据存储、数据清洗、数据查询分析和数据可视化。

3. 人工智能 (AI, Artificial Intelligence)

万物智联,要求物联网终端具有本地自主决断及响应交互能力,离不开人工智能技术。人工智能技术,主要是用计算机来模拟人类思维过程和智能行为(如学习、推理、思考、规划等),包括机器学习、自然语言理解、计算机视觉、智能机器人等技术。AIoT(人工智能物联网)的典型应用场景是无人驾驶汽车和扫地机器人。

(四) 应用技术

应用技术是指用于直接支持物联网应用系统运行的技术。应用层与行业需求结合,提供丰富的基于物联网的应用,是物联网和用户(包括人、组织和其他系统)的接口。例如,农业,涉及的是智慧农业技术;医疗行业,涉及的是智慧医疗技术。各类应用一般还要更多涉及专家系统、系统集成技术、编解码技术等。

1. 专家系统 (Cloud Computing)

专家系统结合特定行业的知识和前期科学成果,利用业已成熟的某领域专家知识库,从终端获得数据,比对专家知识,从而解决特定的专业问题。

2. 系统集成 (System Integration) 技术

系统集成是指将软件、硬件与通信技术组合起来为用户解决信息处理问题的业务,集成的各个分离部分原本就是一个个独立的系统,集成后的整体的各部分之间能彼此有机地和协调地工作,以发挥整体效益,达到整体优化的目的。

3. 编解码技术 (Coder and Decoder)

物联网包括各种类型的数据,而且数据量巨大。编码是指用代码来表示各组数据资料,使其成为可利用计算机进行处理和分析的信息,实现数据的有效存储和传输。解码是把从网络、磁盘等读取的编码还原成原始对象,以方便后续的业务逻辑操作。

任务实施

一、解析扫地机器人的导航系统

扫地机器人是智能家电的典型产品,最为突出的优势在于解放双手,不同于手持吸尘器、洗地机等其他清洁电器需要人力配合才可工作,扫地机器人只需智能预约即可实现房间清洁,且连接电源后可实现自动充电、断电,真正实现了解放劳动力,尤其适合生活节奏快、工作繁忙的都市人群,如图 1-15 所示。



图 1-15 扫地机器人

导航系统是扫地机器人的核心部件，相当于“神经中枢”，承担着收集环境信息、确定自身定位和进行路径规划等职能，是一个“软硬一体”的系统（传感器 + 芯片 + 定位算法）。

导航系统经历三次变革（随机碰撞—局部—全局）。第一代随机碰撞模式利用碰撞传感器来定位，无路径规划能力；第二代惯性导航模式利用陀螺仪来定位，可进行弓形规划，但建图效率和精度差；第三代激光 / 视觉导航模式利用光线（激光雷达 / 摄像头）来定位，可规划路径，对环境识别的精度和效率高（视觉导航需要被动光源）。扫地机器人规划式和随机式清扫路线，如图 1-16 所示。扫地机器人导航系统演进路径，如表 1-1 所示。

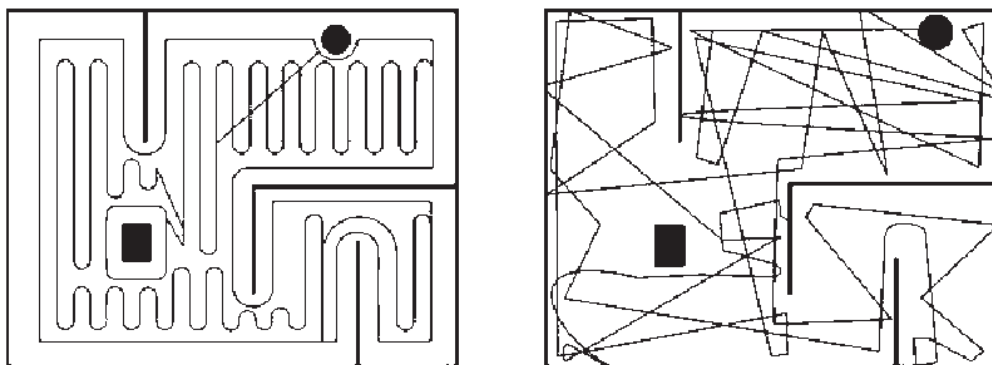


图 1-16 扫地机器人规划式和随机式清扫路线

表 1-1 扫地机器人导航系统演进路径

导航演进	随机碰撞	局部规划	全局规划	
地图模式	无地图	碰撞生成地图	扫描生成地图	
价位	低价位 <1 000 元	中价位 1 000 ~ 1 600 元	高价位 2 000 ~ 3 000+ 元	中高价位 1 600 ~ 2 000 元
导航类型	随机碰撞式导航	惯性导航	激光导航	双目视觉导航
传感器	红外 + 码盘	陀螺仪、地面充电传感器	LDS SLAM 激光雷达	VSLAM 双目摄像机
工作原理	机器人根据一定的移动算法,如三角形、五边形轨迹尝试性地覆盖作业区,如果遇到障碍,则执行对应的转向函数	利用加速度计、陀螺仪和惯性元件,来计算自身所在位置	通过激光测距感应扫描整个房间获取环境信息进行建图,能够实现实时建图和实时控制,通过测量激光从发出到接收的时间计算障碍物的距离	双目摄像机模拟人眼视觉原理,通过摄像头获取扫地机器人的位置、方向和其他环境信息进行建图,通过三角测距间接计算深度信息
优点	1. 价格较低; 2. 工作环境要求低,不易发生故障	1. 价格较低; 2. 有一定导航性能; 3. 清扫效率有提升	1. 建图建模精度更高; 2. 是目前最稳定、最主流的定位导航方法; 3. 可以同时向多个点位多个方向测距; 4. 拥有全局地图与实时定位、高级地图编辑功能,用户体验好,清洁效率高	1. 成本较低; 2. 理论上可建图的区域更多; 3. 双目立体避障可获取障碍物深度信息,并且根据物品识别结果进行策略性避障; 4. 拥有全局地图与实时定位、高级地图编辑功能,用户体验好,清洁效率高
缺点	智能性差,清扫时间长,漏扫率高	1. 长时间使用和复杂环境容易导致陀螺仪漂移和轮子打滑,造成定位偏差从而漏扫; 2. 路径规划程度低,清扫不够彻底	1. 激光导航测距传感器成本仍较高; 2. 激光雷达探测范围有限	1. 对环境光线的要求高; 2. 数据量较大,因此对算力算法要求较高; 3. 现阶段建图建模不够精确

目前规划式产品主要引入 SLAM 算法(即时定位与地图构建或并发建图与定位)。根据传感器不同,可主要分为 LDS 激光导航类(以激光雷达为传导器)和视觉导航类(以摄像头为传导器)。激光导航类,通过激光发射器和接收器测量设备与环境距离的变化来实现定位,定位较为精准,但成本相对较高。视觉导航类,搭载摄像头,以复杂的算法让机器人通过感知不同光点组成的光学图像来进行定位,成本较低,但受光线条件影响明显,在高动态环境中精度下降。目前扫地机器人市场中激光和视觉导航已成为主流配置。

最新一代的激光雷达+3D避障技术，本质上还是激光雷达导航，3D避障技术（单目/双目/结构光）并不足以建图并且导航，而是用来提升扫地机器人识别物体的能力，并通过算法做出正确的反应。

二、解析扫地机器人的系统结构及关键技术

扫地机器人的系统结构及关键技术，如表1-2所示。整体结构自底向上分为感知层、传输层、处理层和应用层。

表 1-2 扫地机器人的系统结构及关键技术

应用层	扫地、吸尘、断点续扫	
	拖地	
	自清洁功能（集尘桶/自动洗抹布）、自动倒垃圾功能	
	避障、防缠绕、脱困、根据障碍物种类采取不同策略	
	自动充电	
处理层	人工智能技术（包括路径规划、深度学习、机器视觉等技术）	
传输层	蓝牙、Wi-Fi、ZigBee、红外、超声波、UWB等无线通信技术	
感知层	传感器	超声波传感器、红外测距传感器等测距仪
		电感式、电容式、电位器式和霍尔式位移传感器等接触式传感器
		防碰撞传感器、防跌落传感器、防过热传感器
		集尘盒满检测传感器（自动倒垃圾）、地面充电传感器
	室内定位技术	电子罗盘和陀螺仪
		陀螺仪（惯性导航）
		超声波导航
		激光雷达（激光导航）
	摄像头（视觉导航）	

其中感知层相当于人体的感觉器官，通过传感器和定位技术负责收集清扫区域的周围环境和自身情况。

传输层相当于人体的神经网络，通过蓝牙、Wi-Fi、ZigBee、红外、超声波、UWB等技术用于扫地机器人与智能充电桩、手机之间的信息传输。

处理层相当于人体的大脑中枢，通过算法和人工智能技术进行路径规划、深度学习，实现对扫地机器人下达各种指令。

应用层主要解决人机界面的问题，对扫地机器人来讲，主要是执行处理层下达的各种指令，包括吸尘、拖地、自清洁、自动倒垃圾等功能。

习题与思考

一、选择题

1. 物联网的英文名称是 ()。
 - A. Internet of Matters
 - B. Internet of Targets
 - C. Internet of Things
 - D. Internet of Clouds
2. 以下哪一个是物联网在个人用户的智能控制类应用 ()。
 - A. 精细农业
 - B. 智能交通
 - C. 医疗保险
 - D. 智能家居
3. 物联网中常提到的“M2M”概念不包括下面的哪一项 ()。
 - A. 人到人
 - B. 机器到人
 - C. 人到机器
 - D. 机器到机器
4. 下列哪种通信技术不属于低功耗短距离的无线通信技术 ()。
 - A. 广播
 - B. 蓝牙
 - C. 超宽带技术 (Ultra Wide Band)
 - D. Wi-Fi
5. 数据采集和感知用于采集物理世界中发生的物理事件和数据, 主要包括 ()。
 - A. 传感器
 - B. 二维码
 - C. RFID
 - D. 生物识别

二、填空题

1. 物联网系统结构中, _____ 相当于人体感觉器官, _____ 相当于人体神经网络, _____ 相当于人体的大脑中枢, _____ 面向直接用户解决人机界面的问题。
2. 2009年, 美国政府主导的工商业领袖举行了一次“圆桌会议”, 会议首次提出“_____”这一概念, 建议新政府投资新一代的智慧型基础设施。
3. 2009年我国提出: 要在激烈的国际竞争中, 迅速建立中国的传感信息中心或“_____”中心, 同年10月中国第一颗自主研发的物联网芯片——“_____”在第四届中国民营科技企业博览会上亮相。
4. _____ 被称为继计算机、互联网之后, 世界信息产业的第三次浪潮。
5. 物联网的主要特征是全面感知、可靠传送、_____。

三、判断题

1. 物联网就是互联网的新称呼。()
2. 物联网是指通过装置在物体上的各种信息传感设备, 如RFID装备、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等等, 赋予物体智能, 并通过接口与互联网相连而形成一个物品与物品相连的巨大的分布式协同网络。()
3. 物联网的价值在于物而不在于网。()
4. 目前物联网没有形成统一标准, 各个企业、行业都根据自己的特长定制标准, 并

根据企业或行业标准进行产品生产。这为物联网形成统一的端到端标准体系制造了很大障碍。()

5. 云计算不是物联网的一个组成部分。()

四、简答题

1. 什么是物联网？物联网的基本特征是什么？
2. 物联网与互联网有什么关系？
3. 物联网在系统结构上分为哪几个层次？每层实现什么功能？
4. 物联网感知层、传输层、处理层、应用层涉及哪些关键技术？
5. 物联网有哪些应用场景？

五、思考题

1. 比尔·盖茨在 1995 年《未来之路》中主要有以下预言，请查找相关资料，了解哪些预言已经实现，写出具体实现技术或者产品，并填写表 1-3。

表 1-3 比尔·盖茨在 1995 年《未来之路》中的预言

序号	预言	是否实现	具体技术或者产品
1	用户遗失或遭窃的照相机将自动发回信息，告诉用户所处的具体位置，甚至当它已经身处不同的城市		
2	如果您的孩子需要零花钱，您可以从电脑钱包中给他转账 5 美元。此外，当您驾车驶过机场大门时，电脑钱包将会与机场购票系统连接，检验您是否购买了机票		
3	未来人们在观看电影《飘》时，可以用自己的面孔替换片中的嘉宝等知名演员，实实在在体会一下当明星的感觉		
4	可以亲自进入地图之中，方便地找到每一条街道或每一座建筑		
5	未来您将可以选择收看自己喜欢的节目，而不是被动地等着电视台播放		
6	如果您计划购买一台冰箱，您将不用再听那些喋喋不休的推销员唠叨，因为电子公告板上有各种正式和非正式的评价信息		
7	一对邻居在各自家中收看同一部电视剧，然而在中间插播电视广告的时段，两家电视中却出现完全不同的节目。中年夫妻家中的电视广告节目是退休理财服务广告，而年轻夫妇的电视中播放的是假期旅行广告		
8	音乐销售将出现新的模式。那些对光盘和磁带等耗材产品感到头疼的用户将不会再受到磨损的困扰，未来的音乐将存储在一台服务器上，供用户通过互联网下载		

2. 关于智能家居，请思考以下问题：

(1) 华为全屋智能和小米智能家居主要区别是什么？

(2) 比尔·盖茨的物联网豪宅位于美国的西雅图，从 1990 年开始修建，前后历经 7 年花费上亿美元，这是一个智能建筑和智能家居最有代表性的范例。今天，普通人也能享受智能家居，请大家估算一下，如果要在 100 平方米的住房配置华为或者小米智能家居，大概需要多少钱？

3. 关于扫地机器人，请思考以下问题：

(1) 扫地机器人的国内外龙头企业分别叫什么？了解它们的情况。

(2) 搜索扫地机器人的线上产品，了解相关产品功能以及价位。国内外龙头企业，谁的产品性价比更高？请分析国内产品价格优势的原因。

北京出版社