



高等职业教育教学改革系列规划教材
国家示范性高职院校建设项目成果

物联网射频 识别技术与应用

徐雪慧◎主 编

王 川◎主 审

- 按照学生职业发展需要设置内容，注重RFID实践应用
- 以项目驱动构建教材内容，书中案例均贴合工程实践
- 教、学、做一体化教材，培养学生的综合应用能力
- 提供免费的电子教学课件、设计源代码等，以方便教学



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

国家示范性高职院校建设项目成果
高等职业教育教学改革系列规划教材

物联网射频识别 技术与应用

徐雪慧 主 编

王 川 主 审



電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书以贴近实际的具体项目为依托,将必须掌握的基本知识与项目设计和实施建立联系,将能力和技能培养贯穿其中。本书根据行业产业对人才的知识 and 技能要求,设计了7个项目:认识射频识别技术、125kHz 物联网 RFID 应用系统设计——门禁系统、13.56MHz 物联网 RFID 应用系统设计——公交收费系统、2.4GHz 物联网 RFID 应用系统设计——ETC 系统、物联网射频识别技术与应用系统硬件使用、物联网射频识别技术与应用系统软件使用、物联网 RFID 应用系统——学生拓展设计案例。根据项目的实施过程,将主要内容分成多个教学单元,将知识点和技能训练贯穿其中,使学生能在较短时间内达到掌握射频识别技术相关知识和技能的目的。各项目中的理论实践紧密结合,由浅到深,层层递进。

本书的参考学时为60学时,使用者可根据具体情况适当增减。本书可作为高职高专或应用型本科通信、物联网、电子与计算机类专业射频识别技术及应用相关课程的教材,也可作为射频系统开发、制造、使用和维护人员的培训参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

物联网射频识别技术与应用 / 徐雪慧主编. —北京:电子工业出版社, 2015.2
高等职业教育教学改革系列规划教材
ISBN 978-7-121-25027-9

I. ①物… II. ①徐… III. ①射频—无线电信号—信号识别—高等职业教育—教材 IV. ①TN911.23

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第282052号

策划编辑:王艳萍

责任编辑:王艳萍

印刷:北京季蜂印刷有限公司

装订:三河市皇庄路通装订厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:15.5 字数:396.8千字

版 次:2015年2月第1版

印 次:2015年2月第1次印刷

印 数:3000 定价:35.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前言

过去的几十年间,互联网技术和应用取得巨大突破,随着全球信息技术革命的深入和 3G、4G 网络的建设,物联网近来正受到业界的广泛关注。物联网被称为世界信息产业的第三次浪潮,代表了下一代信息发展的重要方向,被世界各国作为应对国际金融危机、振兴经济的重点技术领域。物联网是一个正在高速发展并面临爆发性成长的朝阳行业,其巨大的市场需求已催生出一个新兴的物联网产业链。随着物联网技术应用的不断深入和推广,需要大量的具有相关技术的应用型人才来从事各类物联网技术配套设备及其应用系统的设计、开发、制造、发行、维护及服务性工作。为适应高职院校物联网专业发展需要,根据高职高专人才培养目标,结合技术发展和教学实践经验,吸取国内外相关教材和技术资料优点,我们编写了本书。

物联网射频识别(RFID)技术与应用是一门应用性很强的综合专业课程,注重理论知识与实践应用的紧密结合。本书的设计思路是采用项目式课程模式,项目课程的开发是当前课程改革热点之一,项目课程强调不仅要给学生知识,而且要通过训练,使学生能够在知识与工作任务之间建立联系。项目课程的实施将课程的知识点、能力培养和技能训练的要素贯穿在对工作任务的认识和体验、实施及在任务实施过程的考核中加以体现和完成。在项目课程的实施过程中,项目课程开发的整体思路,对推进项目的实施、保证项目的顺利完成、考核学生的项目成果、引导学生从项目实施中获取相应的知识和技能,起着举足轻重的作用。

本书以贴近实际的具体项目为依托,将必须掌握的基本知识与项目设计和实施建立联系,将能力和技能培养贯穿其中。本书根据行业产业对人才的知识和技能要求,设计了 7 个项目:认识射频识别技术、125kHz 物联网 RFID 应用系统设计——门禁系统、13.56MHz 物联网 RFID 应用系统设计——公交收费系统、2.4GHz 物联网 RFID 应用系统设计——ETC 系统、物联网射频识别技术与应用系统硬件使用、物联网射频识别技术与应用系统软件使用、物联网 RFID 应用系统——学拓展设计案例。根据项目的实施过程,将主要内容分成多个教学单元,将知识点和技能训练贯穿其中,使学生能在较短时间内达到掌握射频识别技术相关知识和技能的目的。各项目中的理论实践紧密结合,由浅到深,层层递进。

本书由武汉职业技术学院徐雪慧主编,并对全书进行统稿,刘骋、黎爱琼参编,王川主审。其中 2.6 节由刘骋编写,4.6 节由黎爱琼编写,其余章节由徐雪慧编写。在本书编写过程中,原武汉卡卡智能科技有限公司多名工程师为本书编写给予了很大的指导和帮助,武汉职业技术学院电信学院温贤沣、刘敏、温理伟、黄甜同学提供并整理了部分图片及文字资料,在此表示深切的感谢。

在本书的编写过程中,我们力图全面反映射频识别技术各方面的知识、理论、技术和实践经验,但由于射频识别技术发展和应用日新月异,又在一定程度上存在技术保密与知识产权保护等因素,因此一些技术尚未在书中涉及,有待今后进一步完善。

本书注重对学生综合应用能力的培养和训练,并注重理论联系实践,所有系统设计项目均可进行软件仿真和硬件系统实验,相关知识点尽可能做到深入浅出,在内容的组织和编写方法上力求新颖,在语言上力求通俗易懂,但由于编者水平有限,书中难免存在不妥和错误之处,恳请读者不吝赐教。

本书配有免费的电子教学课件和设计源代码,请有需要的教师登录华信教育资源网

(www.hxedu.com.cn) 免费注册后进行下载, 如有问题请在网站留言或与电子工业出版社联系 (E-mail: hxedu@phei.com.cn)。武汉职业技术学院电信学院电子信息工程技术专业物联网射频识别技术实验室为本书配备了实训所需的全套实验系统与应用软件, 使用本教材的院校若有需要, 可与武汉职业技术学院电信学院电子信息工程技术专业联系获得支持 (E-mail: 18150149@qq.com)。

编 者

2014 年 10 月

目 录

绪论	(1)
0.1 物联网概述	(1)
0.1.1 物联网的概念	(1)
0.1.2 物联网发展历史	(2)
0.1.3 物联网技术架构	(3)
0.1.4 物联网的应用	(4)
0.1.5 物联网对经济的影响	(6)
0.2 自动识别技术	(6)
0.2.1 自动识别技术概念	(7)
0.2.2 自动识别系统	(7)
0.2.3 自动识别技术种类	(8)
小结	(13)
思考与练习	(13)
项目一 认识射频识别技术	(15)
1.1 任务导入：什么是射频识别技术	(15)
1.1.1 射频识别技术的发展进程	(15)
1.1.2 射频识别技术的特点	(16)
1.2 射频识别系统组成	(17)
1.2.1 射频识别系统的基本组成	(17)
1.2.2 电子标签	(18)
1.2.3 阅读器	(21)
1.3 射频识别系统分类	(23)
1.4 射频识别系统工作原理	(26)
1.4.1 RFID 的基本交互原理	(26)
1.4.2 射频识别系统工作流程	(27)
1.4.3 射频识别系统中能量及数据传输原理	(27)
1.5 射频识别系统中的应用技术	(30)
1.5.1 RFID 系统实施技术	(30)
1.5.2 RFID 系统测试技术	(32)
1.5.3 RFID 系统的安装技术	(32)
1.5.4 RFID 系统的故障分析技术	(32)
1.6 射频识别技术的应用和发展前景	(33)
1.6.1 RFID 技术的应用	(33)
1.6.2 RFID 技术的典型应用实例	(33)

1.6.3	RFID 技术的发展前景	(35)
1.7	知识拓展	(36)
1.7.1	RFID 技术相关标准	(36)
1.7.2	射频卡简介	(38)
1.7.3	射频卡的生命周期	(39)
小结		(44)
思考与练习		(45)
项目二	125kHz 物联网 RFID 应用系统设计——门禁系统	(46)
2.1	任务导入：什么是射频卡门禁系统	(46)
2.1.1	门禁系统组成	(47)
2.1.2	门禁系统设计目标	(49)
2.1.3	门禁系统功能需求	(49)
2.2	125kHz 物联网射频卡	(50)
2.2.1	EM4100 射频卡简介	(50)
2.2.2	EM4100 射频卡内部电路框图	(51)
2.2.3	EM4100 编码描述	(53)
2.2.4	EM4100 中的 IC 存储单元	(54)
2.3	125kHz 射频卡门禁系统原理	(54)
2.3.1	125kHz 门禁系统阅读器结构原理	(55)
2.3.2	125kHz 门禁阅读器电路原理	(56)
2.3.3	125kHz 门禁阅读器天线设计原理	(57)
2.4	125kHz 射频卡门禁系统硬件设计	(57)
2.4.1	125kHz 门禁阅读器硬件结构	(57)
2.4.2	125kHz 门禁射频卡阅读器核心模块	(57)
2.4.3	125kHz 门禁射频卡阅读器外围电路	(58)
2.4.4	125kHz 门禁射频卡阅读器板级模块接口	(59)
2.5	125kHz 射频卡门禁系统软件设计	(60)
2.5.1	射频门禁卡 ID 的识别	(60)
2.5.2	射频卡门禁系统通信与管理功能的软件设计流程	(64)
2.6	知识拓展	(64)
2.6.1	LPC111x 芯片简介	(64)
2.6.2	嵌入式系统简介	(70)
2.6.3	韦根接口	(74)
2.6.4	其他 125kHz 射频卡介绍	(76)
小结		(79)
思考与练习		(80)
项目三	13.56MHz 物联网 RFID 应用系统设计——公交收费系统	(81)
3.1	任务导入：什么是公交收费系统	(81)
3.1.1	公交收费系统组成	(82)

3.1.2	公交收费系统设计目标	(83)
3.1.3	公交收费系统功能需求	(84)
3.2	13.56MHz 物联网射频卡	(84)
3.2.1	Mifare 1 射频卡简介	(84)
3.2.2	Mifare 1 射频卡的功能组成	(85)
3.2.3	Mifare 1 射频卡的存储结构	(87)
3.2.4	Mifare 1 射频卡与阅读器的通信	(89)
3.3	13.56MHz 射频卡公交收费系统原理	(90)
3.3.1	13.56MHz 射频卡公交收费系统简介	(90)
3.3.2	13.56MHz 公交射频卡阅读器工作基本原理	(91)
3.3.3	13.56MHz 射频系统天线设计	(92)
3.4	13.56MHz 射频卡公交收费系统硬件设计	(93)
3.4.1	13.56MHz 公交射频卡阅读器模块硬件结构简介	(93)
3.4.2	MFRC522 简介	(94)
3.4.3	13.56MHz 公交射频卡阅读器模块接口引脚	(96)
3.4.4	13.56MHz 公交射频卡阅读器模块天线设计实现	(98)
3.5	13.56MHz 射频卡公交收费系统软件设计	(98)
3.5.1	I ² C 通信协议	(98)
3.5.2	读写 13.56MHz 射频卡	(101)
3.5.3	13.56MHz 公交收费系统功能流程	(102)
3.6	知识拓展	(104)
3.6.1	I ² C 总线协议	(104)
3.6.2	ISO/IEC 14443 标准	(107)
3.6.3	ISO/IEC 15693 标准简介	(128)
3.6.4	其他 13.56MHz 射频卡简介	(129)
	小结	(130)
	思考与练习	(131)
项目四	2.4GHz 物联网 RFID 应用系统设计——ETC 系统	(132)
4.1	任务导入：什么是 ETC 系统	(132)
4.1.1	ETC 系统组成及工作原理	(133)
4.1.2	ETC 技术发展	(134)
4.1.3	ETC 系统工作流程	(135)
4.1.4	ETC 系统特点	(135)
4.1.5	ETC 系统设计目标	(135)
4.2	2.4GHz 物联网射频标签	(136)
4.2.1	nRF24L01 射频芯片	(136)
4.2.2	2.4GHz 射频标签模块	(139)
4.3	2.4GHz 射频 ETC 系统原理	(142)
4.4	2.4GHz 射频 ETC 系统硬件设计	(142)

4.5	2.4GHz 射频 ETC 系统软件设计	(143)
4.6	知识拓展	(145)
4.6.1	ETC 相关介绍	(145)
4.6.2	SPI 总线协议	(146)
	小结	(154)
	思考与练习	(155)
项目五	实训项目：物联网射频识别技术与应用系统硬件使用	(156)
5.1	系统简介	(156)
5.2	搭建演示平台	(158)
5.3	主板使用手册	(160)
5.3.1	主板硬件结构简介	(160)
5.3.2	主板接口	(160)
5.3.3	主板功能配置	(165)
5.4	MCU 模块使用手册	(167)
5.5	各组件模块简介	(169)
5.5.1	STN 显示模块	(169)
5.5.2	BUTTON_LED 模块	(170)
5.5.3	蜂鸣器、继电器模块	(172)
5.5.4	USB-UART 串口模块	(173)
5.5.5	电源模块	(175)
5.5.6	硬件功能扩展	(176)
5.6	外围器件及接口简介	(177)
5.6.1	液晶显示屏	(177)
5.6.2	LED	(181)
5.6.3	按键开关	(183)
5.6.4	蜂鸣器	(184)
5.6.5	继电器	(186)
5.6.6	USB 接口	(188)
5.6.7	UART 接口	(192)
项目六	实训项目：物联网射频识别技术与应用系统软件使用	(196)
6.1	工具准备阶段	(196)
6.1.1	安装串口驱动说明	(196)
6.1.2	Keil uVision 安装	(197)
6.1.3	Flash Magic 安装使用	(200)
6.2	MCU 系统应用基础技能	(204)
6.2.1	创建 MCU 程序	(204)
6.2.2	在线下载及调试	(209)
6.3	Proteus 8.0 安装和使用	(212)
6.3.1	Proteus 8.0 基本性能概述	(212)

6.3.2	Proteus 8.0 的安装	(214)
6.3.3	Proteus 8.0 使用介绍	(217)
项目七	物联网 RFID 应用系统——学生拓展设计案例	(226)
7.1	公司等级权限智能门禁系统设计	(226)
7.2	射频卡水控制器系统设计	(227)
7.3	购物消费系统设计	(230)
7.4	停车场收费系统设计	(232)
7.5	优秀职工考勤系统设计	(233)
参考文献		(236)

绪 论

物联网是在互联网的基础上，将其用户端延伸和扩展到任何物品，进行信息交换和通信的一种网络。物联网最初在美国被提出时，还只是停留在给全球每个物品一个代码，实现物品跟踪与信息传递的设想上。如今，物联网已经成为全世界最密切关注的技术，物联网本身则被称为继计算机、互联网之后世界信息产业的第三次浪潮。

IBM 前首席执行官郭士纳曾提出一个观点，计算模式每隔 15 年将发生一次变革。1965 年前后发生的变革以大型机为标志，1980 年前后发生的变革以个人计算机为标志，1995 年前后发生的变革以互联网为标志，这次则将是物联网的变革。物联网描绘的是智能化的世界，如果在基础建设的执行中植入“智慧”的理念，在物联网的世界里物物都将相连，地球万物将充满智慧。

射频识别技术是实现物联网的关键技术。射频识别技术是一种自动识别技术，它利用射频信号实现无接触信息传递，达到物品的跟踪与信息的共享，从而给物体赋予智能，实现人与物体以及物体与物体的沟通与交流，最终构成连通万事万物的物联网。

0.1 物联网概述

0.1.1 物联网的概念

物联网（Internet of Things, IOT）是一个基于互联网、传统电信网等信息承载体，使所有能够被独立寻址的普通物理对象实现互连互通的网络。物联网是通过射频识别（RFID）、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备，按照约定的协议，将任何物品与互联网相连接，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。因此，物联网是在计算机互联网的基础上，利用传感、红外、射频识别、无线数据通信等技术，通过计算机互联网实现物品的自动识别和信息的互连和共享，让物品能够彼此进行“交流”，无须人的干预，如图 0-1 所示。

物联网的英文含义是物物相连的互联网。其有两层含义：第一，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；第二，其用户端延伸和扩展到了任何物品与物品之间，并进行信息交换和通信。

物联网是互联网的应用拓展，应用创新是物联网发展的核心，以用户体验为核心的创新则是物联网发展的灵魂。物联网的本质概括起来主要体现在三个方面：一是互联网特征，即对需要联网的物一定要能够实现互连互通；二是识别与通信特征，即纳入物联网的“物”一定要具备自动识别与物物通信的功能；三是智能化特征，即网络系统应具有自动化、自我反馈与智能控制的特点。

物联网的问世打破了之前的传统思维。过去的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，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、商品、电缆将与芯片、宽带整合为统一的基础设施，在此意义上，基础设施更像是一块新的地球，故也有业内人士认为物联网是智慧地球的有机组成部分。

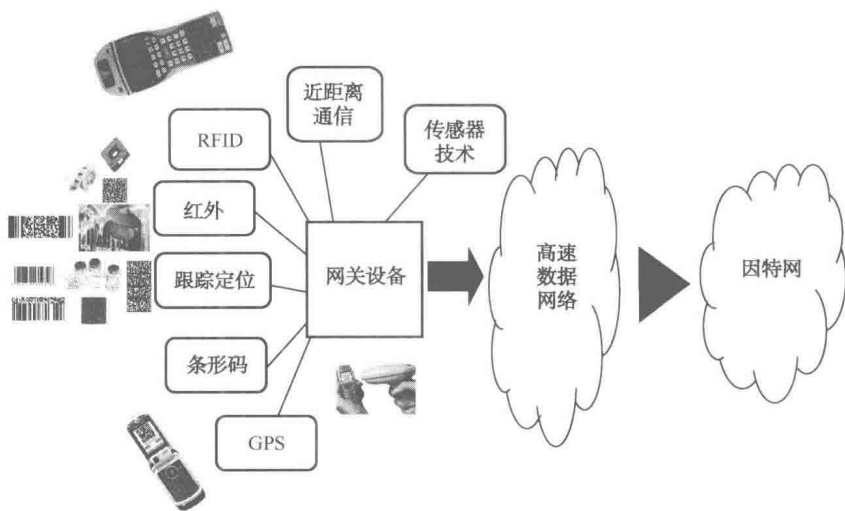


图 0-1 物联网拓扑图

根据国际电信联盟（ITU）的描述，通过在各种各样的日常用品上嵌入一种短距离的移动收发器，人类在信息与通信的世界将获得一个新的沟通维度，从任何时间、任何地点人与人之间的沟通和连接扩展到任何时间、任何地点人与人、人与物、物与物之间的沟通和连接。

0.1.2 物联网发展历史

物联网的概念是在 1999 年提出的。过去在中国，物联网被称为传感网。1999 年，在美国召开的移动计算和网络国际会议提出，传感网是下一个世纪人类面临的又一个发展机遇。

2003 年，美国《技术评论》杂志提出，传感网络技术将是未来改变人们生活的十大技术之首。

2005 年 11 月 17 日，在突尼斯举行的信息社会世界高峰会议（WSIS）上，国际电信联盟发布了《ITU 互联网报告 2005：物联网》正式提出了“物联网”的概念。报告指出，无所不在的“物联网”通信时代即将来临，世界上所有的物体都可以通过因特网主动进行交流，从轮胎到牙刷、从房屋到纸巾。

2009 年奥巴马就任美国总统后，与美国工商业领袖举行了一次“圆桌会议”。在这次会议中，IBM 首席执行官彭明盛首次提出“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。“智慧地球”概念一经提出，即得到美国各界的高度关注，甚至有分析认为，IBM 公司的这一构想极有可能上升至美国的国家战略，并在世界范围内引起轰动。IBM 认为，IT 产业下一阶段的任务，是把新一代的 IT 技术充分运用到各行各业中，地球上的各种物体将被普遍连接，形成物联网。

物联网在我国被列为国家七大新兴战略性产业之一，写入政府工作报告，在中国受到了全社会极大的关注，其受关注程度是在美国、欧盟及其他各国不可比拟的。

物联网的发展进程如图 0-2 所示。

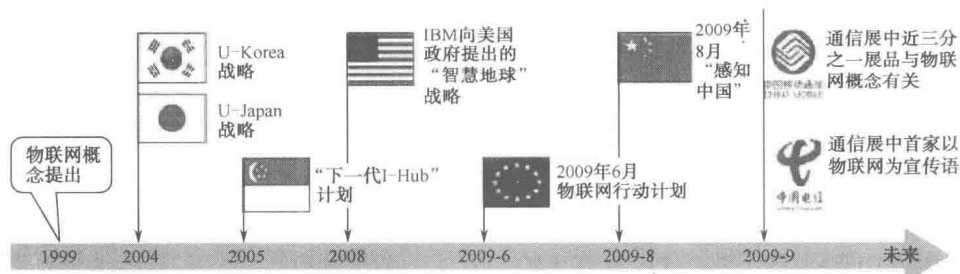


图 0-2 物联网的发展进程

欧洲智能系统整合平台 (EPoSS) 的报告《Internet of Things in 2020》中分析预测, 物联网未来的发展将经历 4 个阶段: 2010 年之前 RFID 被广泛应用于物流、零售和制药领域, 2010~2015 年将为物体互连阶段, 2015~2020 年物体将进入半智能化阶段, 2020 年之后物体进入全智能化阶段。

0.1.3 物联网技术架构

物联网以射频识别系统为基础, 结合已有的网络技术、数据库技术、中间件技术等, 构筑一个由大量联网的阅读器和无数移动的电子标签组成的, 比 Internet 更为宏大的网络。

从功能上来说, 物联网应该具备 3 个特征: 一是全面感知能力, 可以利用 RFID、传感器、二维条形码等获取被控/被测物体的信息; 二是数据信息的可靠传递, 可以通过各种电信网络与互联网的融合, 将物体的信息实时准确地传递出去; 三是可以智能处理及应用, 利用现代控制技术提供的智能计算方法, 对大量数据和信息进行分析 and 处理, 对物体实施智能化的控制, 根据各个行业、各种业务的具体特点形成各种单独的业务应用, 或者整个行业及系统的应用解决方案。

从技术架构上来看, 物联网可分为三层: 感知层、网络层和应用层, 如图 0-3 所示。



图 0-3 物联网的系统架构



感知层由各种传感器及传感器网关构成,包括二氧化碳浓度传感器、温度传感器、湿度传感器、二维码标签、RFID 标签和阅读器、摄像头、GPS 等感知终端。感知层的作用相当于人的眼耳鼻喉和皮肤等神经末梢,它是物联网识别物体、采集信息的来源,主要功能是识别物体、采集信息。感知层是物联网发展和应用的基础,RFID 技术、传感和控制技术、短距离无线通信技术是感知层的主要技术。

网络层由各种私有网络、互联网、有线和无线通信网、网络管理系统和云计算平台等组成,相当于人的神经中枢和大脑,负责传递和处理感知层获取的信息。网络是物联网最重要的基础设施之一。网络层在物联网中连接感知层和应用层,具有强大的纽带作用,在物联网中,要求网络层能够将感知层感知到的数据无障碍、高可靠性、高安全性地进行传送,它解决的是感知层所获得的数据在一定范围内,尤其是远距离传输问题。

应用层是物联网和用户(包括人、组织和其他系统)的接口,它与行业需求结合,实现物联网的智能应用。感知层生成的大量信息经过网络层传输汇聚到应用层,应用层解决数据如何存储(数据库与海量存储技术)、如何检索(搜索引擎)、如何使用(数据挖掘与机器学习)、如何不被滥用(数据安全与隐私保护)等问题。

0.1.4 物联网的应用

物联网将把新一代 IT 技术充分运用到各行各业之中,具体地说,就是把感应器嵌入到电网、铁路、桥梁、隧道、公路、建筑、供水系统、大坝、油气管道和商品等各物体中,然后将物联网与现有的互联网结合起来,实现人类社会与物理系统的整合。在这个整合的网络当中,存在能力超级强大的中心计算机群,能够对整合网络内的人员和设备实施实时的管理和控制。在此基础上,人类可以以更加精细和动态的方式管理生产和生活,这将极大提高资源利用率和生产力水平。

世界上的万事万物,小到手表、钥匙,大到汽车、楼房,只要嵌入一个微型感应芯片,把它变得智能化,这个物体就可以“自动开口说话”。再借助无线网络技术,人们就可以和物体“对话”,物体和物体之间也能“交流”,这就是物联网的作用。物联网搭上互联网这个桥梁,在世界任何一个地方,我们都可以即时获取万事万物的信息。

物联网应用领域如图 0-4 所示。



图 0-4 物联网应用领域



目前，物联网主要的行业应用如下：

1. 智能家居

智能家居产品融合自动化控制系统、计算机网络系统和网络通信技术于一体，将各种家庭设备（如音视频设备、照明系统、窗帘控制、空调控制、安防系统、数字影院系统、网络家电等）通过智能家庭网络联网实现自动化，通过家庭中的宽带、固话和 3G 无线网络，可以实现对家庭设备的远程操控。

2. 智能医疗

智能医疗系统借助简易实用的家庭医疗传感设备，对家中病人或老人的生理指标进行检测，并将生成的生理指标数据通过固定网络或 3G 无线网络传送到护理人或有关医疗单位。

3. 智能城市

智能城市产品包括对城市的数字化管理和城市安全的统一监控。

4. 智能环保

智能环保产品通过对地表水水质的自动监测，可以实现水质的实时连续监测和远程监控，及时掌握主要流域重点断面水体的水质状况，预警预报重大或流域性水质污染事故，解决跨行政区域的水污染事故纠纷，监督总量控制制度落实情况。

5. 智能交通

智能交通系统包括公交行业无线视频监控平台、智能公交站台、电子票务、车管专家和公交手机一卡通五种业务。

6. 智能司法

智能司法是一个集监控、管理、定位、矫正于一体的管理系统，能够帮助各地各级司法机构降低刑罚成本、提高刑罚效率。

7. 智能农业

智能农业产品通过实时采集温室内温度、湿度信号及光照、土壤温度、CO₂ 浓度、叶面湿度、露点温度等环境参数，自动开启或者关闭指定设备。

8. 智能物流

智能物流打造了集信息展现、电子商务、物流配载、仓储管理、金融质押、园区安保、海关保税等功能为一体的物流园区综合信息服务平台。

9. 智能校园

智能校园产品如校园手机一卡通和“金色校园”业务，促进了校园的信息化和智能化。



10. 智能文博

智能文博系统是基于 RFID 和无线网络, 运行在移动终端的导览系统。

11. M2M 平台

M2M 平台是物联网应用的基础支撑设施平台。

12. 其他应用

还有很多其他领域的物联网应用, 如智能电网、智能电力、智能安防、智能汽车、智能建筑、智能水务、商业智能、智能工业、平安城市等。

0.1.5 物联网对经济的影响

物联网用途广泛, 可用于公共安全、工业生产、仓储物流、环境监控、智能交通、智能家居、公共卫生、健康监控等多个领域, 让人们享受到更加安全轻松的生活。专家预测, 未来 10 年内物联网就可能大规模普及。如果物联网顺利普及, 就意味着几乎所有的电器、家居用品、汽车制造都需要更新换代, 一个上万亿元规模的高科技市场就会诞生。

历史表明, 每一次技术变革都会引起企业间、产业间甚至国家间竞争格局的重大变化。互联网革命一定程度上依赖于美国的“信息高速公路”战略。20 世纪 90 年代, 美国克林顿政府计划用 20 年时间, 耗资 2000 亿~4000 亿美元, 建设美国的“信息高速公路”, 美国的“信息高速公路”已经创造了巨大的经济和社会效益。而今天, 物联网“智慧地球”战略被不少美国人认为与当年的“信息高速公路”有许多相似之处, 同样被他们认为是振兴经济、确立竞争优势的关键战略, 该战略能否掀起如当年互联网革命一样的科技和经济浪潮, 不仅被美国关注, 更被世界所关注。

在物联网普及以后, 用于动物、植物、机器和物品的传感器、电子标签及配套接口装置的数量, 将大大超过手机的数量。物联网的推广将成为推进经济发展的又一个驱动器, 为产业开拓又一个潜力无穷的发展机会。美国权威咨询机构 Forrester Research 预测, 到 2020 年, 世界上物与物互连的业务与人与人通信的业务相比, 其比例将达到 30:1, 规模比互联网大 30 倍, 因此物联网被认为是下一个万亿级的通信业务。

物联网被“十二五”规划列为我国七大战略新兴产业之一, 在“十二五”期间产业规模将达到 6000 亿元。物联网产业是当今世界经济和科技发展的战略制高点之一, 据了解, 2011 年, 中国物联网产业规模超过了 2500 亿元。

0.2 自动识别技术

物联网建设离不开自动信息获取和感知技术, 它是物联网“物”与“网”连接的基本手段, 是物联网建设非常关键的环节。物联网的信息获取并不依赖于特定的、单一的信息获取技术或感知技术。物联网之所以涉及多种信息获取和感知技术, 是因为它们各有优势, 又都有一定的局限性。物联网建设需要射频识别、条形码等自动识别技术, 也需要 NFC、WiFi、ZigBee、蓝牙、传感器等其他信息采集与处理技术。同时, 还需要各种通信支撑技术, 信息加工、过滤、存储、命令响应技术及网络接口与传输技术的全面协调。近几年来 RFID 技术



的应用势头较为强劲，它不仅可以作为信息获取的手段，还可以与传感器集成，将传感器较强的数据采集、处理和传输能力与 RFID 技术强大的物品标识能力进行融合，从而极大地推动两项技术的应用。当然，具有成功应用 30 多年历史的条形码技术仍会在物联网的建设中担任重要角色，物联网为自动识别产业提供了前所未有的发展机遇。

0.2.1 自动识别技术概念

自动识别技术（Auto Identification and Data Capture, AIDC）是一种高度自动化的信息或数据采集技术，对字符、影像、条形码、声音、信号等记录数据的载体进行自动识别。自动识别技术是应用一定的识别装置，通过被识别物品和识别装置之间的接近活动，自动地获取被识别物品的相关信息，并提供给后台的计算机处理系统来完成相关后续处理的一种技术。如商场的条形码扫描系统就是一种典型的自动识别技术，售货员通过扫描仪扫描商品的条形码，获取商品的名称、价格，输入数量，后台 POS 系统即可计算出该商品的价格，从而完成顾客的结算。

自动识别技术是以计算机技术和通信技术的发展为基础的综合性的科学技术，它是信息数据自动识读、自动输入的重要方法和手段，归根到底，自动识别技术是一种高度自动化的信息或者数据采集技术，因此是物联网感知层重要的支撑技术。

自动识别技术近几十年在全球范围内得到了迅猛发展，初步形成了一个包括条形码技术、磁条磁卡技术、IC 卡技术、光学字符识别、射频识别技术、声音识别及视觉识别等集计算机、光、磁、物理、机电、通信技术为一体的高新技术学科。

一般来讲，在一个信息系统中，数据的采集（识别）完成了系统的原始数据的采集工作，解决了人工输入数据的速度慢、误码率高、劳动强度大、工作简单重复性高等问题，为计算机信息处理提供了快速、准确地进行数据采集输入的有效手段，因此，自动识别技术作为一种革命性的高新技术，正迅速为人们普遍应用。

0.2.2 自动识别系统

完整的自动识别系统包括自动识别系统（Auto Identification System, AIDC），应用程序接口（Application Interface, API）或者中间件（Middleware）和应用系统软件（Application Software），如图 0-5 所示。也就是说，自动识别系统完成系统的采集和存储工作，应用系统软件对自动识别系统所采集的数据进行应用处理，而应用程序接口软件则提供自动识别系统和应用系统软件之间的通信接口包括数据格式转换，将自动识别系统采集的数据信息转换成应用软件系统可以识别和利用的信息并进行数据传递。

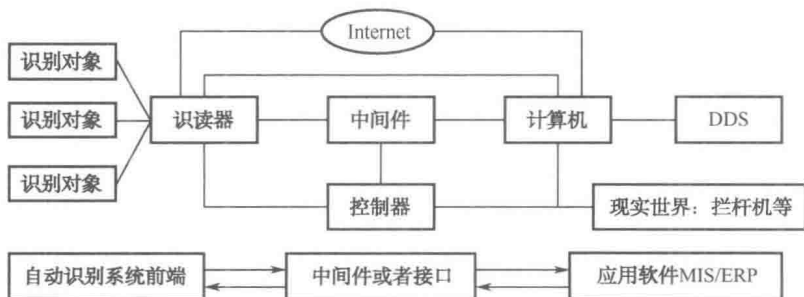


图 0-5 自动识别系统组成