



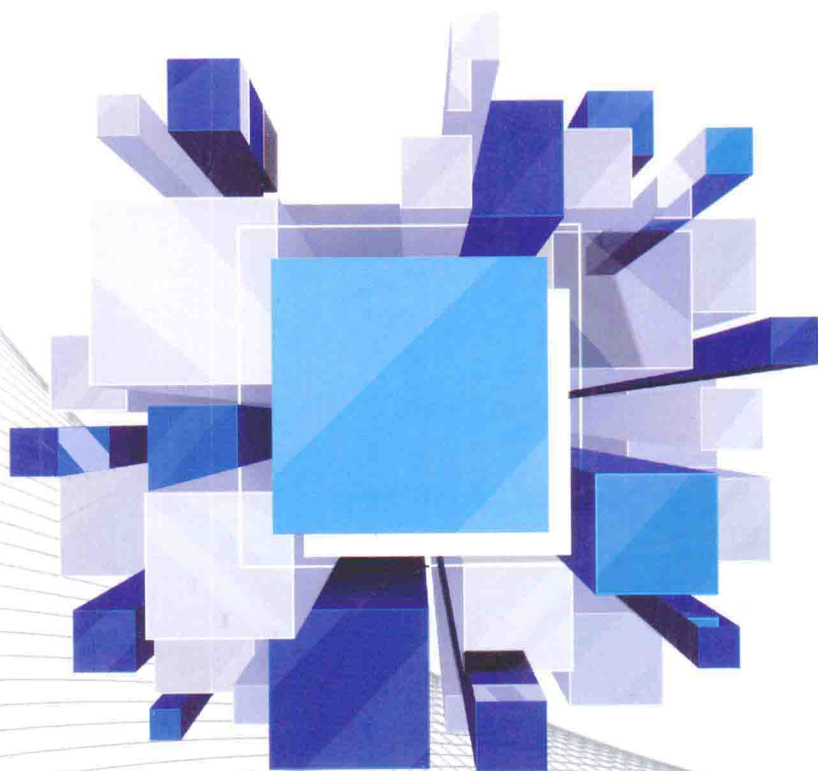
中国电子学会物联网专家委员会推荐

普通高等教育物联网工程专业“十二五”规划教材

物联网控制基础

Fundamental Control of the Internet of Things

王志良 刘 欣 编著
刘 磊 解 仑



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

中国电子学会物联网专家委员会推荐
普通高等教育物联网工程专业“十二五”规划教材

物联网控制基础

王志良 刘 欣 刘 磊 解 仑 编著

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书讨论了物联网系统控制与网络控制的基本理论、技术及其应用等若干方面的内容,主要包括物联网的体系结构、建模探究、现场总线技术、控制理论与方法、PID 控制的实现技术、网络控制技术等。本书取材新颖,内容丰富,理论与实际联系紧密,具有较好的创新性和学术参考价值。

本书可作为高等院校物联网工程及其相关专业高年级本科生或研究生的教材及参考用书,也可供物联网工程、计算机、自动化、电子信息、模式识别、智能科学等领域的教师和科研工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

物联网控制基础/王志良等编著.

—西安:西安电子科技大学出版社,2014.3

普通高等教育物联网工程专业“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5606-3296-4

I. ① 物… II. ① 王… III. ① 互联网络—应用—高等学校—教材 ② 智能技术—应用—高等学校—教材 IV. ① TP393.4 ② TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 018764 号

策 划 毛红兵

责任编辑 阎 彬 郑瑞涛

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2014 年 3 月第 1 版 2014 年 3 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 14.5

字 数 339 千字

印 数 1~3000 册

定 价 25.00 元

ISBN 978-7-5606-3296-4/TP

XDUP 3588001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

前 言

物联网(Internet Of Things)自诞生以来便引起了人们巨大的关注,被认为是继计算机、互联网、移动通信网之后的又一次信息产业浪潮。物联网将人类生存的物理世界网络化、信息化,将分离的物理世界和信息空间有效地互联,代表了未来网络的发展趋势与方向,是现代信息技术发展到一定阶段后出现的一种聚合性应用与技术的融合。

针对物联网系统对控制理论的要求,本书介绍了物联网的基本概念、主要内容和应用领域,并对其理论基础研究和相关计算进行了讨论;以物联网所涉及的控制理论为基础,重点探讨了物联网的体系结构及其自动控制、网络控制基础,并详细阐述了智能家居的具体应用实例。全书共分6章。第1章介绍了物联网的基础知识、基础理论、科学问题以及物联网的建模思路,同时对物联网的应用领域及其相关控制理论进行了概要阐述;第2章介绍了现场总线的相关概念以及控制器局域网总线的性能特点、技术规范及其接口设计;第3、4章详细讲述了物联网控制中的相关控制理论与方法,并重点介绍了PID控制的实现技术;第5章探讨了物联网中网络控制系统的基本知识及TureTime、NS2两种典型的网络系统控制仿真软件;第6章从概念、发展、功能与体系结构等入手,应用前五章中的基础知识,分析了智能家居环境中物联网的应用实例。

本书的写作依据学术思想先进、内容新颖的原则,力求做到理论与实际应用紧密联系,结构基本合理,使读者既可以从中把握本领域的前沿研究进展,又可以选择需要的研究方向进行深入学习。

在此,感谢北京科技大学提供的科研和工作条件,使我们能够顺利地完成其中的科研工作。我们尤其要感谢鲁亿方、王先梅老师与王鲁、霍磊、李云龙、胡余、陈立、姜典等研究生,他们参与了本书的编写并为本书贡献了他们的研究成果。

感谢国家科技重大专项(课题编号:2010ZX07102-006)、国家973项目(2011CB505402)、国家自然科学基金项目(课题编号:61170115、61170117、61105120)、省部产学研结合项目(2011A090200008)、复杂系统管理与控制国家重点实验室开放课题(课题编号:20110108)、教育部国家级特色专业(物联网工程)建设点项目、北京市支持中央在京高校共建项目以及北京科技大学“十二五”规划教材项目(项目编号:JCYB2012045)等的支持和资助。同时,更要感谢西安电子科技大学出版社的编辑老师们为本书的出版所付出的辛勤工作,没有他们耐心细致的工作,本书不可能如此顺利地出版。

本书内容涉及多个学科前沿,知识面较为广泛,由于作者的认识领悟能力有限,书中有些观点和见解难免有不妥之处,敬请各位专家及广大读者批评指正。

作 者

于北京科技大学

2013年10月

教 学 建 议

本书可以作为物联网工程专业高年级本科教材使用,也可供计算机科学与技术、电子科学与技术、控制工程、通信工程、信息安全、智能科学与技术等相关专业本科生及研究生学习。授课教师可以根据本校的教学计划,灵活地调整授课学时。为方便教学,本书提供全部课件。

建议授课学时安排如下:

(1) 本书用于物联网工程及其相关专业本科教学时,要求学生掌握本书所讲内容,使其能够掌握物联网中的控制知识、相关技术和应用方法。本书安排 32 学时(其中 26 个讲授学时和 6 个实验学时),授课学时建议分配如下:

第 1 章为 2 个学时(讲授 2 个学时);

第 2 章为 4 个学时(讲授 4 个学时);

第 3 章为 10 个学时(讲授 8 个学时,实验 2 个学时);

第 4 章为 6 个学时(讲授 4 个学时,实验 2 个学时);

第 5 章为 6 个学时(讲授 4 个学时,实验 2 个学时);

第 6 章为 4 个学时(讲授 4 个学时)。

(2) 本书用于研究生教学时,要求学生掌握物联网的基本分析理论,启发学生对物联网相关理论基础及模型算法的研究。建议授课 18 个学时(其中 14 个讲授学时和 4 个实验学时),重点讲解基本控制理论与方法、PID 的控制方法及其实现技术、物联网中的智能控制方法、网络控制及其应用以及智能家居控制系统。授课学时建议分配如下:

第 1~2 章为 4 个学时(讲授 4 个学时);

第 3 章为 4 个学时(讲授 4 个学时);

第 4 章为 4 个学时(讲授 2 个学时,实验 2 个学时);

第 5 章为 4 个学时(讲授 2 个学时,实验 2 个学时);

第 6 章为 2 个学时(讲授 2 个学时)。

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 物联网的基础知识	1
1.1.1 物联网的定义	1
1.1.2 物联网的体系框架	3
1.1.3 物联网的关键技术和难点	5
1.1.4 物联网的应用领域	6
1.2 物联网的建模探究	10
1.2.1 物联网的基本原理	10
1.2.2 物联网应用的科学问题	10
1.2.3 物联网的建模	11
1.3 物联网的控制理论基础	12
1.3.1 控制理论的基本思想	12
1.3.2 “三论”与物联网	14
1.3.3 物联网与自动控制	15
本章习题	16
参考文献	16
第 2 章 现场总线技术	17
2.1 现场总线基本概述	17
2.1.1 现场总线的产生	17
2.1.2 现场总线及其控制系统	17
2.1.3 现场总线的特点	20
2.1.4 现场总线技术的标准化	22
2.2 几种典型的现场总线	23
2.2.1 RS422	23
2.2.2 RS485	24
2.2.3 CAN	24
2.2.4 Ethernet/IP	25
2.2.5 ControlNet	26
2.2.6 LonWorks	27
2.2.7 EIB	28
2.2.8 InterBus	29
2.2.9 PROFIBUS	30
2.2.10 PROFINET	31
2.2.11 FF	35
2.2.12 P-NET	36
2.2.13 CC-Link	39

2.2.14 DeviceNet	41
2.3 控制器局域网(CAN)总线技术	41
2.3.1 CAN 通信方式	41
2.3.2 CAN 性能特点	42
2.3.3 CAN 技术规范	43
2.3.4 CAN 总线接口电路设计	52
2.4 现场总线控制系统设计	55
2.4.1 前期准备工作	55
2.4.2 系统设计与调试	57
2.5 温室监测 CAN 总线控制系统	58
2.5.1 系统总体设计	58
2.5.2 监测节点设计	59
2.5.3 通信系统硬件设计	60
2.5.4 通信系统软件设计	60
本章习题	62
参考文献	63

第3章 控制理论与方法	64
3.1 控制系统的数学模型	64
3.1.1 反馈原理	64
3.1.2 自动控制系统的分类	65
3.1.3 拉普拉斯变换	67
3.1.4 系统的传递函数及结构图	68
3.1.5 系统的方框图	71
3.1.6 系统模型与信号流图	76
3.1.7 反馈扰动补偿方法	79
3.2 线性系统的时域及频域分析法	79
3.2.1 系统的时域分析法	80
3.2.2 频率特性的基本概念	83
3.2.3 频率特性的几何表示	86
3.2.4 奈奎斯特稳定判据及其应用	87
3.3 PID 控制方法	93
3.3.1 PID 控制的基本概念	93
3.3.2 比例控制	94
3.3.3 积分控制	96
3.3.4 比例积分控制	97
3.3.5 微分控制	97
3.3.6 比例积分微分控制	98
3.4 智能控制方法	99
3.4.1 智能控制的基本概念	99
3.4.2 模糊控制系统	100
3.4.3 人工神经网络控制系统	102
3.4.4 专家控制系统	106

本章习题	107
参考文献	110
第 4 章 PID 控制的实现技术	111
4.1 PID 控制原理回顾	111
4.2 连续系统的模拟 PID 控制仿真	112
4.3 连续系统的数字 PID 控制仿真	113
4.4 离散系统的数字 PID 控制仿真	114
4.5 增量式 PID 控制算法及仿真	115
4.6 积分分离 PID 控制算法及仿真	116
4.7 不完全微分 PID 控制算法及仿真	118
4.8 微分先行 PID 控制算法及仿真	120
4.9 PID 控制器的设计	122
4.9.1 系统辨识	122
4.9.2 PID 控制器参数的计算	125
4.10 WINPC32 PID 控制模块简介	125
4.10.1 控制模块的结构	125
4.10.2 控制模块的功能	126
本章习题	127
参考文献	128
第 5 章 网络控制系统及其仿真	129
5.1 网络控制系统	129
5.1.1 网络控制系统的概念	129
5.1.2 网络控制系统的组成与结构	129
5.1.3 网络控制系统的特点	131
5.1.4 网络控制系统的基本问题	131
5.2 基于 TrueTime 的网络控制系统仿真平台	133
5.2.1 TrueTime 工具箱的结构及功能模块	133
5.2.2 TrueTime 工具箱的安装与使用	138
5.3 无线网络控制系统的分析与设计实例	139
5.3.1 无线网络控制系统的结构	139
5.3.2 无线网络控制系统中存在的问题	139
5.3.3 无线网络控制系统的仿真实例	139
5.4 NS2 网络模拟器	148
5.4.1 NS2 概述	148
5.4.2 Tcl 和 OTcl 语言	148
5.4.3 NS2 的功能模块	149
5.4.4 NS2 的仿真过程	150
本章习题	150
参考文献	151
第 6 章 智能家居	152

6.1 智能家居概述	152
6.1.1 智能家居的概念	152
6.1.2 智能家居的发展现状	153
6.1.3 智能家居的发展特点和方向	158
6.2 智能家居的功能与结构	159
6.2.1 智能家居的功能	159
6.2.2 智能家居的体系结构	160
6.2.3 智能家居系统平台的特点	164
6.3 智能家居的关键技术	165
6.3.1 家庭网络内部组网技术	165
6.3.2 家庭网络中间件技术	165
6.3.3 智能家居远程控制技术	167
6.4 LookeyHome 智能家居平台	176
6.4.1 平台框架	176
6.4.2 Agent 中间件	178
6.5 基于网络的智能家居控制	184
6.5.1 网络控制论系统	184
6.5.2 基于反馈的家庭网络控制	185
6.5.3 基于智能决策的家庭网络控制	186
本章习题	186
参考文献	187
附录 1 参考程序	188
附录 2 课后习题参考答案	217

第1章 绪 论

1.1 物联网的基础知识

物联网(Internet of Things, IOT)产业的兴起是信息领域的又一次重大发展与变革,在未来5~15年内物联网将被广泛应用于诸多核心领域,从而为解决现代社会问题做出极大的贡献。自2009年以来,美国、欧盟、日本等纷纷出台了物联网发展计划,并对相关技术和产业进行具有前瞻性的布局,与此同时我国“十二五”规划中也将物联网作为战略性新兴产业予以重点关注和推进。但就整体而言,无论国内还是国外,物联网的研究与发展都还处于起步阶段,需要进一步加以完善。

1.1.1 物联网的定义

国内外普遍认为物联网的概念最早由麻省理工学院的Ashton教授于1999年提出,其整体结构的定义如图1-1所示。该定义的理念是基于射频识别(RFID)、电子代码(EPC)等技术,以互联网为平台,构造一个可以实现全球物品信息实时共享的实物网络,即物联网。此设想包含以下两层含义:第一,物联网的核心和基础是互联网,物联网是在互联网基础上延伸和扩展的网络;第二,在物联网中,用户端可以延伸和扩展到任何物体,并可以在物体间进行信息交换,实现实时通信的功能。

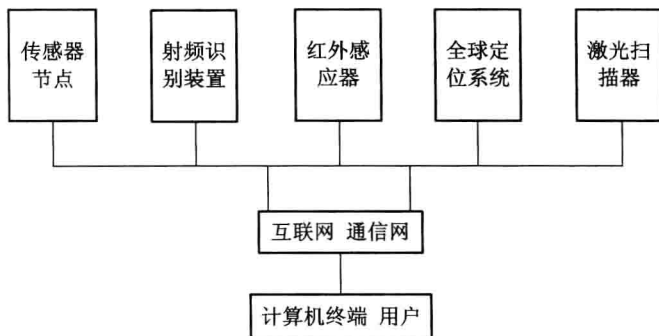


图1-1 麻省理工学院的Ashton教授给出的物联网定义

2010年在十一届全国人大三次会议上,温总理所作出的政府工作报告中对物联网有如下定义: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。

除了上面的定义之外,还有一些在具体环境下为物联网做出的定义。

欧盟的定义:将现有的互联的计算机网络扩展到互联的物品网络,便形成了物联网。

国际电信联盟(ITU)的定义:物联网主要解决物品到物品(Thing to Thing, T2T)、人到物品(Human to Thing, H2T)、人到人(Human to Human, H2H)之间的互联。这里与传统互联网不同的是, H2T 是指人利用通用装置与物品进行的互联, H2H 是指人与人之间不依赖于个人电脑所建立的互联。物联网解决的是传统意义上的互联网没有考虑的、对于任何物品连接的问题。因此,我们可以认为物联网是连接物品的网络,有些学者在讨论物联网时,常常提到 M2M 的概念,我们可以将其解释为人到人(Man to Man)、人到机器(Man to Machine)、机器到机器(Machine to Machine)。从本质上讲,在人与机器、机器与机器的交互中,其主要目的是为了实现在人与人之间的信息交互。

ITU 物联网研究组认为:物联网的核心技术是普适网络、下一代网络和普适计算。这三项核心技术的简单定义如下:普适网络,即无处不在的、普遍存在的网络;下一代网络,指可以在任何时间、任何地点,互联任何物品,提供多种形式信息访问和信息管理的网络;普适计算,指无处不在的、普遍存在的计算。其中,下一代网络中所提到的“互联任何物品”便是 ITU 物联网研究组对下一代网络定义的扩展,是对下一代网络发展趋势的高度概括。已经成为现实的多种装置的互联网络,例如手机互联、移动装置互联、汽车互联、传感器互联等,都揭示了下一代网络在“互联任何物品”方面的发展趋势。

目前国内外对物联网还没有一个统一公认的标准定义,但从物联网的本质分析,物联网是现代信息技术发展到一定阶段后才出现的一种聚合性应用与技术提升,它将各种感知技术、现代网络技术和人工智能与自动化技术聚合,形成一种大型集成化的应用,使人与物智慧对话,以此来创造一个智慧的世界。正因如此,物联网技术的发展几乎涉及信息技术的方方面面,作为一种聚合性、系统性的创新应用与发展,它被誉为信息产业的第三次革命性创新,其本质主要体现在三个方面:一是网络互联特征,即对需要联网的“物”一定要能够实现互联、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、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。

总体上物联网可以概括为:通过传感器、射频识别(RFID)、全球定位、激光扫描等技术,实时地采集任何需要监控、连接、互动的物体或过程的声、光、热、电、力学、化学、生物、位置等各种信息,通过各种可能的网络接入,实现物与物、物与人的泛在连接,从而实现对物品和过程的智能化感知、识别与管理。特别要注意的是,物联网中的“物”,不是普通意义的万事万物,这里的“物”要满足以下条件:

- (1) 要有相应信息的接收器;
- (2) 要有数据传输通路;
- (3) 要有一定的存储功能;
- (4) 要有处理运算单元(CPU);
- (5) 要有操作系统;
- (6) 要有专门的应用程序;
- (7) 要有数据发送器;
- (8) 要遵循物联网的通信协议;
- (9) 要在世界网络中有可被识别的唯一编号。

通过以上分析可知,物联网的核心是物与物以及人与物之间的信息交互,其基本特征可简要地概括为全面感知、可靠传送和智能处理,如表 1-1 所示。

表 1-1 物联网的三个特征

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
可靠传送	将物体接入信息网络，并依托各种通信网络，随时随地进行可靠的信息交互和共享
智能处理	利用各种智能计算技术，对海量的感知数据进行分析 and 处理，实现智能化的决策和控制

1.1.2 物联网的体系框架

在物联网蓬勃发展的同时，相关统一协议的制定正在迅速推进，无论是美国、欧盟、日本、中国等物联网积极推进国，还是国际电信联盟等国际组织都提出了自己的协议方案，并力求使其上升为国际标准，但是到目前为止还没有世界公认的物联网通用规范协议。从整体上看，物联网体系可以分为软件和硬件两大部分。软件部分即为物联网的应用服务层，包括应用、支撑两个子部分；硬件部分分为网络传输层和感知控制层，分别对应传输和感知两个子部分。软件部分大都基于互联网的 TCP/IP 通信协议，而硬件部分则有 GPRS、传感器等通信协议。在日后的学习中，我们需要通过物联网的主要技术，分析其知识点、知识单元、知识体系，从而掌握实用的软件、硬件技术和平台，理解物联网的学科基础，进而真正地领悟物联网的本质。物联网的体系框架见表 1-2。

表 1-2 物联网的体系框架

	感知控制层	网络传输层	应用服务层
主要技术	EPC 编码和 RFID 射频识别技术	无线传感器网络、PLC、蓝牙、WiFi、现场总线	云计算技术、数据融合与智能技术、中间件技术
知识点	EPC 编码的标准和 RFID 的工作原理	数据传输方式、算法、原理	云连接、云安全、云存储、知识表达与获取、智能 Agent
知识单元	产品编码标准、RFID 标签、阅读器、天线、中间件	组网技术、定位技术、时间同步技术、路由协议、MAC 协议、数据融合	数据库技术、智能技术、信息安全技术
知识体系	通过对产品按照合适的标准来进行编码，实现对产品的辨别；通过射频识别技术，完成对产品的信息读取、处理和管理	技术框架、通信协议、技术标准	云计算系统、人工智能系统、分布智能系统
软件(平台)	RFID 中间件(产品信息转换软件、数据库等)	NS2、IAR、KEIL、Wave	数据库系统、中间件平台、云计算平台
硬件(平台)	RFID 应答器、阅读器、天线组成的 RFID 系统	CC2430、EM250、JENN-IC LTD、FREESCALE BEE	PC 和各种嵌入式终端
相关课程	编码理论、通信原理、数据库、电子电路	无线传感器网络简明教程、电力线通信技术、蓝牙技术基础、现场总线技术	微机原理与操作系统、计算机网络、数据库技术、信息安全

物联网作为一种形式多样的聚合性复杂系统，涉及信息技术自上而下的每个层面，其

体系结构可分为感知控制层、网络传输层、应用服务层，如图 1-2 所示。互联网的公共技术包括标识解析、安全技术、服务质量(QoS)管理和网络管理，这些技术虽然不属于物联网技术的某个特定层面，却与物联网技术架构的每个层面都有紧密的联系。

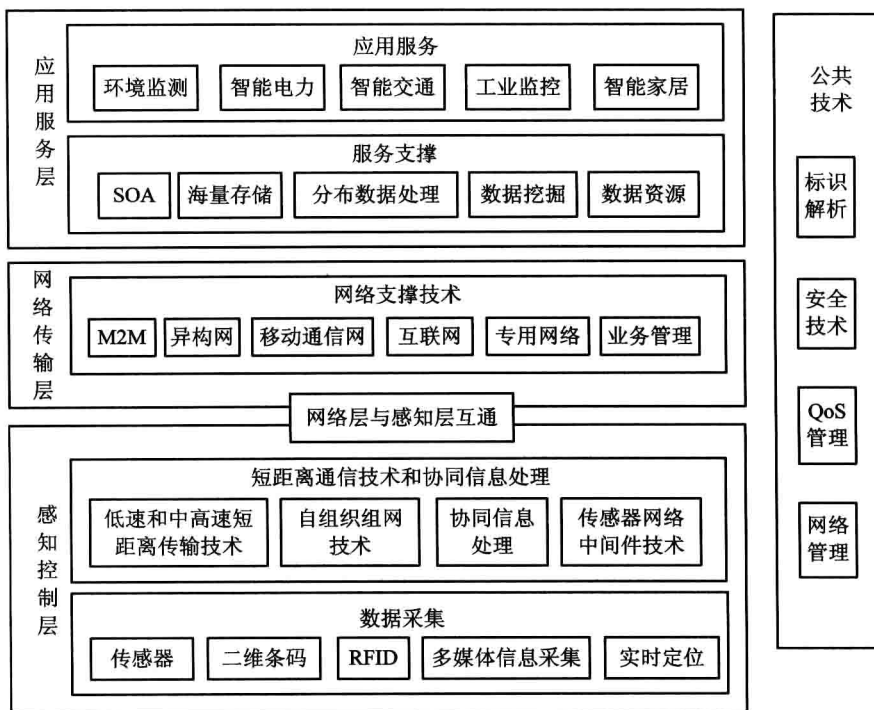


图 1-2 物联网的体系框架

感知控制层由数据采集子层、短距离通信技术和协同信息处理子层组成。数据采集子层通过各种类型的传感器获取物理世界中发生的物理事件和数据信息，例如各种物理量、标识、音频和视频多媒体数据等。物联网的数据采集涉及传感器、RFID、多媒体信息采集、二维条码和实时定位等技术。短距离通信技术和协同信息处理子层将采集到的数据在局部范围内进行协同处理，以提高信息的精度，降低信息的冗余度，并通过自组织组网技术将短距离传感网接入广域承载网络中。传感器网络的中间件技术旨在解决感知控制层的数据与多种应用平台间的兼容性问题，包括代码管理、服务管理、状态管理、设备管理、时间同步、定位等，在有些应用中还需要通过执行器或其他智能终端对感知结果作出反应，实现智能控制。

网络传输层将来自感知控制层的各类信息通过基础承载网络传输到应用服务层，包括移动通信网、互联网、卫星网、广电网、行业专网及形成的融合网络等。根据应用需求，网络传输层可作为透明传送的网络层，并具备升级能力以满足未来不同内容传输的要求。经过十余年的快速发展，移动通信、互联网等相关网络技术已比较成熟，在早期阶段基本能够满足物联网的数据传输需要。

应用服务层主要将物联网技术与行业专业系统相结合，实现广泛的物物互联的应用解决方案，主要包括业务中间件和行业应用领域。其中，物联网服务支撑子层用于支撑跨行业、跨应用、跨系统之间的信息协同、共享、互通；物联网应用服务子层包括环境监测、智能电力、智能交通、工业监控、智能家居等多种行业应用。

从物联网工程教学、学习的角度分析,物联网技术的高度集成性需要学习者的基础知识积累较多,表1-3详细地说明了物联网工程学习所需要的知识准备和积累,按照物联网的三层结构规划,给出了学生应达到的培养目标。

表 1-3 物联网的学习要求

软件	应用服务层	掌握应用系统设计技术,可以进行物联网应用软件的开发;可以应用数据结构,设计数据流;能够独立设计不同需要的物联网应用系统
硬件	网络传输层	能够设计多种网络网关,设计 HF、UHF-RFID 读卡器;掌握主流无线网络标准、主要路由算法;并可进行网络监视和数据库设计
	感知控制层	掌握无线节点硬件和核心协议栈软件设计方法、RFID 无源和有源标签设计技术、低功耗无线设计方法、基础无线网络技术,了解安全与加密原理并可以进行应用设计

1.1.3 物联网的关键技术和难点

从物联网的发展历程和定义可以发现,物联网所具有的显著特点是技术高度集成、学科复杂交叉、综合应用广泛。物联网的涵盖范围广阔,涉及学科领域众多,运用到的原理技术复杂,至今还未能达成世界公认的统一技术标准,但通过分析其技术基础,以及展望未来的应用需求,发现了如表1-4所示的物联网关键支撑技术,这些技术构成了目前物联网研究的重要平台,并为后续发展打下了坚实的基础。

表 1-4 物联网的关键技术

技术名称	具体内容
RFID 和 EPC 技术	在物联网中,通过 EPC 编码并在 RFID 标签上存储规范,使物品具有互用性的信息,然后通过无线数据通信网络把它们自动采集到中央信息系统,实现物品(商品)的识别功能。RFID 和 EPC 技术是物联网中让物品“开口说话”的关键技术
传感控制技术	传感控制技术是关于从自然信源获取信息,并对其进行处理、变换和识别的一门多学科交叉的现代科学与工程技术的统称,它涉及传感器、信息处理和识别的规划设计、开发、制造、测试、应用及评价改进等活动。在物联网中,传感控制技术主要负责接收物品“说话”的内容
无线网络技术	无线网络既包括允许用户建立远距离无线连接的全球语音和数据网络,也包括可实现近距离数据传输的蓝牙技术和红外技术。在物联网中,物品与人的无障碍交流必然离不开高速、可进行大批量数据传输的无线网络
组网技术	组网技术也称网络组建技术,分为以太网组网技术和 ATM 局域网组网技术,也可分为有线、无线组网。在物联网中,组网技术起到“桥梁”的作用,其中应用最多的是无线自组网技术,它可将分散的节点在一定范围内自动组成一个网络,来增加各采集节点获取信息的渠道。通过组网,各节点除了可以获取自身采集到的信息,还能获取一定范围内的其他节点采集到的信息,因此在该范围内节点采集到的信息可以统一处理、统一传送,也可经过节点之间的相互“联系”后,协商传送各自的部分信息
人工智能技术	人工智能是研究如何使计算机可以模拟人的某些思维过程和智能行为(如学习、推理、思考、规划等)的技术。在物联网中,人工智能技术主要负责将物品“说话”的内容进行分析,从而实现计算机自主处理的能力

简要地概括,物联网可以被看做传感网、互联网以及智能服务的综合体,其中智能服务将成为未来发展与应用的核心,更直接地说,物联网就是把世界上所有的物体连接起来形成的网络。目前物联网的发展正处于将理想转化为现实的阶段,在这样一个实际发展的过程中,物联网将不可避免地遇到很多技术以及产业问题。表 1-5 为目前物联网发展中亟待解决的问题。

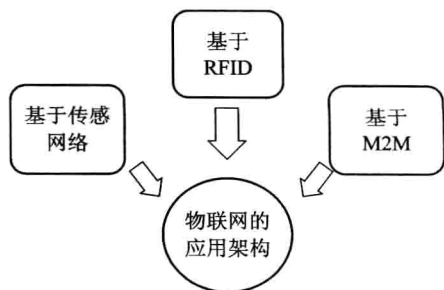
表 1-5 物联网发展及其应用的难点

技术难点	具体描述
技术标准问题	世界各国存在不同的标准。中国信息技术标准化技术委员会于 2006 年成立了无线传感器网络标准项目组。2009 年 9 月,该项目组正式成立了 PG1(国际标准化)、PG2(标准体系与系统架构)、PG3(通信与信息交互)、PG4(协同信息处理)、PG5(标识)、PG6(安全)、PG7(接口)和 PG8(电力行业应用调研)等 8 个专项组,来开展具体的国家标准制定工作
数据安全问题	数据的安全问题几乎涉及物联网体系的每一个层面,无线安全、网络安全、中间件安全、应用安全均与应用息息相关。因此,如何在每个环节严防死守,保障整个体系的数据安全成为了物联网正常运行的基础
IP 地址问题	每个物品都需要在物联网中被寻址,因此,它们均需要唯一的物理地址,从而在物联网中需要更多的 IP 地址,IPv4 资源即将耗尽,那就需要 IPv6 来支撑。目前,IPv6 协议已经从实验室走向了应用阶段
物联网终端问题	物联网终端除具有自身独立的功能外,还需要具备传感器和网络接入的能力。而行业的需求千差万别,如何满足终端产品的多样化需求,对运营商来说也是一大挑战

1.1.4 物联网的应用领域

国际电信联盟在 2005 年的一份报告中曾描绘了“物联网”时代的图景,其中包含了诸如当司机出现操作失误时汽车会自动报警、公文包会提醒主人忘带了什么东西、衣服会“告诉”洗衣机对颜色和水温的要求等智能化构想,这些理想化的服务为物联网的发展指明了方向。目前在中国,物联网的应用已经逐步展开,并且已在诸多领域投入使用,如 2010 年上海世博会期间,为确保世博园区的食品安全,相关监管部门启动了“世博食品安全实时监控综合平台”,食品或原材料进入园区之前,均需配戴电子标签(RFID),这样工作人员只要用读卡器读取电子标签,便可以知道食品或原材料的基本信息,甚至连一个番茄、一根豆芽都能追根溯源。

在日常生活中,物联网更多地被解读为一个商业术语,而不是严格意义上的科学概念,无论是对商业服务者,还是对科学研究者来说,物联网都可以称得上是科技以人为本与服务引领生活的完美融合体。各个行业的小规模具体应用逐渐构建成如今高度集成、兼容并包的物联网系统,总的来说,物联网的应用架构由三个干流组成,如图 1-3 所示。



2010 中国国际物联网博览会上发布的《2009

图 1-3 物联网的应用架构

—2010 中国物联网年度发展报告》称,2009 年中国物联网产业市场规模已达到 1716 亿元,预计 2010 年将超过 2000 亿元,至 2015 年,中国物联网整体市场规模将达到 7500 亿元,年复合增长率超过 30%,市场前景将远远超过计算机、互联网、移动通信等领域。与此同时,工业和信息化部已将物联网规划纳入到“十二五”的专题规划中,将其列为国家重点发展的五大战略性新兴产业之一,并明确地提出要大力发展宽带融合的下一代国家基础设施,推进物联网的产业应用。物联网“十二五”规划已经锁定十大应用领域,下面简要地介绍各个领域的应用概况。

1. 智能电网

智能电网建立在集成的、高速双向通信网络的基础上,通过先进的传感和测量技术、先进的设备技术、先进的控制方法以及先进的决策支持系统技术的应用,实现电网的可靠、安全、经济、高效、环境友好和使用安全的目标,其主要特征包括可自愈性、较强的抵御攻击的能力、可提供满足 21 世纪用户需求的电能质量、容许各种不同发电形式的接入、可启动电力市场以及资产的优化高效运行。物联网技术可以应用于整个电力系统,从电厂、大坝、变电站、高压输电线路直至用户终端,全面打造智能化电力运行平台,其中包括对电力系统运行状态进行实时监控和自动故障处理,监测电网的整体健康水平,触发可能导致电网故障的预警机制并判断是否需要即刻检查或采取相应的措施,分析电网的系统故障以及电压降低、电能质量差、过载等不良系统状态并生成自适应的控制方案等。目前,智能电网的主要应用有智能变电站、智能配电网、智能电能表、智能交互终端、智能调度、智能家电、智能用电楼宇、智能城市用电网、智能发电系统和新型储能系统等。

2. 智能交通

“车一路”信息系统一直是智能交通发展的重点方向,继互联网、物联网之后,“车联网”已成为未来智能城市的新标志。车联网是指在车辆上装载电子标签,并通过无线射频等识别技术实现在信息网络平台上对所有车辆的属性信息和静、动态信息进行实时提取和有效利用,根据不同的功能需求对所有车辆的运行状态进行有效地监管并提供智能化的综合服务。将物联网应用于交通领域,司机便可以通过车载信息智能终端享受集实时定位、动态导航、车辆保障、安全驾驶、休闲娱乐、资讯播报为一体的全方位综合服务。此外,交通信息采集、车辆环境监控、汽车驾驶导航、不停车收费等智能交通服务,也无疑可以有效地提高道路利用率、改善不良驾驶习惯、减少车辆拥堵、实现节能减排,同时这种智能化的交通服务方式也有利于提高出行效率,促进和谐交通的发展。

3. 智能物流

智能物流是指在物联网广泛应用的基础上,利用先进的信息采集、信息处理、信息流通和信息管理技术,在需要寄递的信件和包裹上嵌入电子标签、条形码等能够存储物品信息的标识,通过无线网络的方式将相关信息及时地发送到后台信息处理系统中,各子信息系统可互联形成一个庞大的网络,从而达到对物品快速收寄、分发、运输、投递以及实施跟踪、监控等智能化管理的目的,并最终依照承诺时限递送到收件人或指定地点获得签收的新型寄递服务。物联网的应用极大地促进了物流业的智能化进程,通过物联网的技术手段将物流智能化已成为物流领域的全新发展方向。国家近期出台的《十大振兴产业规划细则》中明确将物流快递业作为未来重点发展的行业之一。客观来说,物流业也以其规模快

速增长、基础设施急需完善等显著行业特征被视为最适宜同物联网结合的产业之一，并且国外的许多物流企业正在逐步开始尝试智能化物流模式，已取得一定的成绩。

4. 智能家居

智能家居利用先进的计算机、嵌入式系统和网络通信，将家庭中的各种设备（如照明、环境控制、安防系统、网络家电等）通过家庭网络连接到一起。智能家居在让用户方便地管理家庭设备的同时，实现了家居环境内的设备互联、互通，在无需人为操作的情况下，自组织地为用户服务。智能家居以住宅为平台，利用综合布线技术、网络通信技术、智能系统设计方案、安全防范技术、自动控制技术、音频和视频技术构建出高效的住宅设施与家庭日程事务综合管理系统，提升了家居的安全性、便利性、舒适性、艺术性，并实现了节能环保的生态理念。智能家居作为一个新生产业，目前处于导入期与成长期的临界点，市场消费观念还未形成，但随着智能家居市场推广、普及的进一步落实，可以培育起消费者的使用习惯，智能家居市场的消费潜力必然是巨大的，产业前景一片光明。

5. 金融与服务业

物联网的诞生将商务延伸到所有物品上，真正地实现了突破空间和时间束缚的金融构想，使商务活动的参与主体可以在任何时间、任何地点实时地获取和采集商业信息，摆脱了单一的设备和网络环境束缚，使得“移动支付”、“移动购物”、“手机钱包”、“手机银行”、“电子机票”等方便快捷的应用形式层出不穷。此外，将国家、省、市、县、乡镇的金融机构联网，建立各金融部门信息共享的平台，可以有效地遏制传统金融市场因缺乏有效监管而带来的风险蔓延，对维护个人及国家经济安全和社会金融稳定具有重要意义。

6. 智能农业

智能农业是指在相对可控的环境条件下，采用工业化生产模式，实现集约高效可持续发展的现代农业生产方式。它集科研、生产、加工、销售于一体，实现周年性、全天候、反季节的企业化规模生产；集成现代生物技术、农业工程、农用新材料等学科，以现代化农业设施为依托，科技含量高，产品附加值高，土地产出率高，劳动生产率高。把物联网应用到农业生产中，可根据用户的需求，实时监控环境温度、湿度信号以及光照、土壤温度、二氧化碳浓度、叶面湿度、露点温度、虫害情况等环境参数，在牲畜体内植入传感芯片跟踪放牧情况，并采用无线信号收发模块传输数据，开关或调节指定设备，降低人力成本，量化农副业产品生长环境，打造食品溯源体系，实现农产品生长环境的可持续发展，为实施农牧业综合生态信息自动监测以及农牧业智能化管理提供科学依据。

7. 智能医疗

智能医疗通过打造健康档案区域医疗信息平台，利用最先进的物联网技术实现患者与医务人员、医疗机构、医疗设备之间的互动，逐步达到信息化。将物联网技术应用于医疗健康领域，可以解决医疗资源紧张、医疗费用昂贵、老龄化压力增大等各种社会问题。借助实用的医疗传感设备，可以实时感知、处理和分析重大的医疗事件，从而快速、有效地做出响应；乡村卫生所、乡镇医院和社区医院也可以无缝地连接到中心医院，从而实时地进行远程医务人员培训、获取专家建议、安排转诊调度方案；还可以通过联网整合并共享各医疗机构的医疗信息记录，构建一个综合的专业医疗网络。在中国新医改的大背景下，智能医疗正在走进寻常百姓的生活，在不久的将来医疗行业将融入更多的人工智能、传感