



物联网平台 开发及应用

基于CC2530和ZigBee

廖建尚 编著

- ★按照知识点分类讲述物联网平台开发及应用，层次清晰、易于理解
- ★融合嵌入式、处理器接口驱动、传感器驱动、RFID、Android和云平台等技术
- ★采用任务式开发的方法，通过大量生动有趣、贴近生活的案例来讲述物联网系统的开发



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>

物联网平台 开发及应用

基于CC2530和ZigBee

廖建尚 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京•BEIJING

内 容 简 介

本书是一本由浅入深对物联网系统进行开发的书籍,全书采用任务式开发的学习方法,共积累了近 50 生动有趣、贴近生活的案例,每个案例均有完整的开发过程,分别是明确的学习目标、清晰的环境开发要求、深入浅出的原理学习、详细的开发内容和完整的开发步骤,最后得出任务结论,引导读者一步一步轻松完成理论学习,并将理论学习用于开发实践进行验证,避免的枯燥的理论学习,强调理论与实践的有机结合,全书配套了相应的源代码,在书本源代码的基础可以进行快速二次开发。

该书按照知识点分类,分为入门篇、基础开发篇和云平台开发篇,将嵌入式系统的开发技术、处理器基本接口驱动、传感器驱动、无线射频技术、Android 移动互联网开发和云平台用一种通信协议结合在一起,实现了强大的物联网数据采集、传输和处理,能适用在多个行业的应用。

本书既可作为高等院校相关专业师生的教材或教学参考书,也可供相关领域的工程技术人员查阅,对于物联网系统开发爱好者,本书也是一本深入浅出、生动有趣、贴近生活的技术读物。

本书配有相关开发资源包,读者可登录华信教育资源网(www.hxedu.com.cn)免费注册后下载。

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

物联网平台开发及应用:基于 CC2530 和 ZigBee/廖建尚编著. —北京:电子工业出版社,2016.9
ISBN 978-7-121-29816-5

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 207456 号

责任编辑:田宏峰

印 刷:三河市华成印务有限公司

装 订:三河市华成印务有限公司

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:787×1 092 1/16 印张:22 字数:560 千字

版 次:2016 年 9 月第 1 版

印 次:2016 年 9 月第 1 次印刷

印 数:3 000 册 定价:59.00 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, 88258888。

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

本书咨询联系方式: tianhf@phei.com.cn。

物联网和云计算已经逐渐改变了社会的生产方式，以及人们的工作、生活和娱乐方式。物联网在智能农业、智能家居、智能电力、智能交通、智能电网、智能安防、智能物流等方面得到了广泛的应用，并逐步改变着这些产业的结构。

物联网系统涉及的技术很多，对于从事物联网系统开发的工程师来说，需要对软/硬件有一定的理解，因此，一个有志于从事物联网系统开发的人，必须掌握处理器外围接口的驱动开发技术、相应传感器的驱动开发技术，能开发应用程序和移动端程序。本书以 CC2530 微处理器为硬件平台，详细讲解传感器驱动、无线射频技术、Android 移动互联网开发和云平台，理论知识点清晰，实践案例丰富，循序渐进地引导读者掌握物联网系统开发的各种技术。

本书由浅入深地讲述物联网系统的开发，采用任务式开发的方法，通过大量生动有趣、贴近生活的案例来讲述物联网系统的开发。每个案例均有完整的开发过程，包括学习目标、开发环境、原理学习、开发内容和开发步骤，最后得出任务结论，引导读者轻松完成理论学习并用于实践进行验证，避免枯燥的理论学习，强调理论与实践的结合。

书中每个案例均有完整的开发代码，所有的实例都已经在 TI 公司的 CC2530 微处理器和智云平台进行了验证，在源代码的基础可以进行快速二次开发，能轻松地将其转化为各种比赛的案例或者科研工作人员进行科研项目开发等。

本书结构

本书按照知识点分类，分为入门篇、基础开发篇和云平台开发篇。

第 1 篇是入门篇，共 2 章。

第 1 章介绍物联网的基本概念，以及本书开发使用的硬件平台 CC2530。

第 2 章介绍物联网开发的软件环境搭建，从创建第一个 IAR 应用程序入手，介绍如何用 IAR 建立工程，如何编译和调试。

第 2 篇是基础开发篇，共 5 章。

第 3 章是 CC2530 外围接口电路驱动开发，涉及本书中案例有 LED 控制、外部中断、定时器/计数器、串口、A/D 转换、休眠与唤醒、看门狗、DMA 控制，引导读者掌握 CC2530 外围接口电路驱动开发等。

第 4 章是传感器开发项目，在 CC2530 的基础上完成各种传感器的原理学习与开发，包括光敏传感器、温湿度传感器、雨滴/凝露传感器、火焰传感器、继电器、霍尔传感器、超声波测距传感器、人体红外传感器、可燃气体/烟雾传感器、空气质量传感器、三轴传感器、压力传感器和 RFID 读写等，选用的传感器均是目前在每个行业应用广泛的器件。

第 5 章介绍无线射频开发项目，包括点对点通信、广播通信、信道监听和无线控制，阐述了 ZigBee 无线技术的三种主要通信方式和开发方法。

第6章主要介绍 Stack 协议栈的开发,包括认识 Zstack 协议栈、Zstack 协议栈工程解析、多点自组织组网、信息广播/组播、星状网、树状网、ZigBee 串口应用、ZigBee 协议分析、ZigBee 绑定任务等。

第7章是物联网开发综合项目,首先介绍与物联网平台有关的技术,如物联网平台控制操作、智能网关程序、节点间通信协议,然后介绍 Android 控制程序、ZigBee 节点控制程序和传感器节点的添加等,综合应用物联网技术。

第3篇是云平台开发篇,共1章。

第8章主要分析云平台开发技术,首先介绍智云物联平台的基本使用方法,然后设计了一种用于数据传输的通信协议和智云的 Android 应用接口,最后对云平台的综合应用和项目发布进行了详细的介绍。

本书特色

(1) 任务式开发:抛去传统的理论学习方法,通过合适的案例将理论与实践结合起来,使理论学习和开发实践紧密结合,带领读者快速入门,由浅入深地逐步掌握物联网系统的开发技术。

(2) 物联网和云平台的结合:在智云平台上实现物联网系统的开发,将嵌入式系统的开发技术、处理器基本接口驱动、传感器驱动、无线射频技术、Android 移动互联网开发和云平台用一种通信协议结合在一起,实现了强大的物联网数据采集、传输和处理,适合在多个行业的应用。

参与本书编写的人员还有曹成涛、杨志伟、林晓辉,本书既可作为高等院校相关专业师生的教学参考书、自学参考书,也可供相关领域的工程技术人员查阅,对于物联网开发爱好者,本书也是一本深入浅出的读物。

感谢中智讯(武汉)科技有限公司在本书编写的过程中提供的帮助和支持,特别感谢电子工业出版社的编辑在本书出版过程中给予的指导和大力支持。

由于本书涉及的知识面广,限于笔者的水平和经验,疏漏之处在所难免,恳请专家和读者批评指正。

作 者

2016年7月

第1篇 入门篇

第1章 物联网开发硬件与软件	3
1.1 任务1: 认识物联网	3
1.1.1 物联网	3
1.1.2 国外物联网	4
1.1.3 国内物联网	5
1.1.4 物联网重点领域	6
1.1.5 国外物联网发展重点方向和机遇	7
1.2 任务2: 认识物联网开发硬件	8
1.2.1 物联网开发硬件——TI CC2530 处理器	8
1.2.2 CC2530 无线节点	9
1.2.3 跳线设置及硬件连接	9
1.2.4 CC2530 无线节点硬件资源	11
第2章 物联网开发环境搭建	15
2.1 任务3: 物联网开发环境搭建	15
2.1.1 学习目标	15
2.1.2 开发环境	15
2.1.3 原理学习	15
2.1.4 开发步骤	15
2.2 任务4: 创建第一个 IAR 应用程序	18
2.2.1 创建工程	18
2.2.2 工程设置	22
2.2.3 IAR 程序的下载与调试	25
2.2.4 下载 hex 文件	29

第2篇 基础开发篇

第3章 CC2530 外围接口项目开发	35
3.1 任务5: LED 控制	35
3.1.1 学习目标	35

3.1.2	开发环境	35
3.1.3	原理学习	35
3.1.4	开发内容	37
3.1.5	开发步骤	38
3.2	任务 6: 外部中断	38
3.2.1	学习目标	38
3.2.2	开发环境	39
3.2.3	原理学习	39
3.2.4	开发内容	40
3.2.5	开发步骤	41
3.3	任务 7: 定时器	42
3.3.1	学习目标	42
3.3.2	开发环境	42
3.3.3	原理学习	42
3.3.4	开发内容	44
3.3.5	开发步骤	45
3.4	任务 8: 串口	45
3.4.1	学习目标	45
3.4.2	开发环境	46
3.4.3	原理学习	46
3.4.4	开发内容	48
3.4.5	开发步骤	50
3.5	任务 9: ADC 采集	51
3.5.1	学习目标	51
3.5.2	开发环境	51
3.5.3	原理学习	51
3.5.4	开发内容	52
3.5.5	开发步骤	53
3.6	任务 10: 休眠与唤醒	54
3.6.1	学习目标	54
3.6.2	开发环境	55
3.6.3	原理学习	55
3.6.4	开发内容	55
3.6.5	开发步骤	58
3.7	任务 11: 看门狗	58
3.7.1	学习目标	58
3.7.2	开发环境	58
3.7.3	原理学习	59
3.7.4	开发内容	59
3.7.5	开发步骤	60

3.8	任务 12: DMA	61
3.8.1	学习目标	61
3.8.2	开发环境	61
3.8.3	原理学习	61
3.8.4	开发内容	61
3.8.5	开发步骤	64
第 4 章	传感器开发项目	65
4.1	任务 13: 光敏传感器	65
4.1.1	学习目标	65
4.1.2	开发环境	65
4.1.3	原理学习	65
4.1.4	开发内容	65
4.1.5	开发步骤	67
4.1.6	任务结论	67
4.2	任务 14: 温/湿度传感器	67
4.2.1	学习目标	67
4.2.2	开发环境	67
4.2.3	原理学习	67
4.2.4	开发内容	69
4.2.5	开发步骤	71
4.2.6	任务结论	71
4.3	任务 15: 雨滴/凝露传感器	71
4.3.1	学习目标	71
4.3.2	开发环境	72
4.3.3	原理学习	72
4.3.4	开发内容	72
4.3.5	开发步骤	73
4.3.6	任务结论	74
4.4	任务 16: 火焰传感器	74
4.4.1	学习目标	74
4.4.2	开发环境	74
4.4.3	原理学习	74
4.4.4	开发内容	75
4.4.5	开发步骤	76
4.4.6	任务结论	76
4.5	任务 17: 继电器传感器	76
4.5.1	学习目标	76
4.5.2	开发环境	77
4.5.3	原理学习	77
4.5.4	开发内容	78

4.5.5	开发步骤	79
4.5.6	任务结论	79
4.6	任务 18: 霍尔传感器	79
4.6.1	学习目标	79
4.6.2	开发环境	79
4.6.3	原理学习	80
4.6.4	开发内容	81
4.6.5	开发步骤	81
4.6.6	任务结论	82
4.7	任务 19: 超声波测距传感器	82
4.7.1	学习目标	82
4.7.2	开发环境	82
4.7.3	原理学习	82
4.7.4	开发内容	83
4.7.5	开发步骤	85
4.7.6	任务结论	85
4.8	任务 20: 人体红外传感器	85
4.8.1	学习目标	85
4.8.2	开发环境	85
4.8.3	原理学习	85
4.8.4	开发内容	86
4.8.5	开发步骤	87
4.8.6	任务结论	88
4.9	任务 21: 可燃气体/烟雾传感器	88
4.9.1	学习目标	88
4.9.2	开发环境	88
4.9.3	原理学习	88
4.9.4	开发内容	89
4.9.5	开发步骤	90
4.9.6	任务结论	91
4.10	任务 22: 空气质量传感器	91
4.10.1	学习目标	91
4.10.2	开发环境	91
4.10.3	原理学习	91
4.10.4	开发内容	92
4.10.5	开发步骤	92
4.10.6	任务结论	92
4.11	任务 23: 三轴传感器	93
4.11.1	学习目标	93
4.11.2	开发环境	93

4.11.3	原理学习	93
4.11.4	开发内容	95
4.11.5	开发步骤	99
4.11.6	任务结论	99
4.12	任务 24: 压力传感器	99
4.12.1	学习目标	99
4.12.2	开发环境	99
4.12.3	原理学习	100
4.12.4	开发内容	102
4.12.5	开发步骤	105
4.12.6	任务结论	105
4.13	任务 25: RFID 读写	105
4.13.1	学习目标	105
4.13.2	开发环境	105
4.13.3	原理学习	105
4.13.4	开发内容	109
4.13.5	开发步骤	117
4.13.6	任务结论	117
第 5 章	无线射频开发项目	119
5.1	任务 26: 点对点通信	119
5.1.1	学习目标	119
5.1.2	开发环境	119
5.1.3	原理学习	119
5.1.4	开发内容	119
5.1.5	开发步骤	122
5.1.6	任务结论	123
5.2	任务 27: 广播通信	123
5.2.1	学习目标	123
5.2.2	开发环境	123
5.2.3	原理学习	123
5.2.4	开发内容	123
5.2.5	开发步骤	126
5.2.6	任务结论	127
5.3	任务 28: 信道监听	127
5.3.1	学习目标	127
5.3.2	开发环境	127
5.3.3	原理学习	127
5.3.4	开发内容	128
5.3.5	开发步骤	130
5.3.6	任务结论	131

5.4	任务 29: 无线控制	131
5.4.1	学习目标	131
5.4.2	开发环境	131
5.4.3	原理学习	132
5.4.4	开发内容	132
5.4.5	开发步骤	134
5.4.6	任务结论	135
第 6 章	ZStack 协议栈开发	137
6.1	任务 30: 认识 ZStack 协议栈	137
6.1.1	ZStack 的安装	137
6.1.2	ZStack 的结构	138
6.1.3	设备的选择	140
6.1.4	定位编译选项	141
6.1.5	ZStack 中的寻址	142
6.1.6	ZStack 中的路由	144
6.1.7	OSAL 调度管理	144
6.1.8	ZStack 的串口通信	145
6.1.9	配置信道	146
6.2	任务 31: ZStack 协议栈工程解析	147
6.2.1	学习目标	147
6.2.2	开发环境	147
6.2.3	原理学习	147
6.3	任务 32: 多点自组织组网	161
6.3.1	学习目标	161
6.3.2	预备知识	161
6.3.3	开发环境	161
6.3.4	原理学习	161
6.3.5	开发内容	163
6.3.6	开发步骤	166
6.3.7	任务结论	168
6.4	任务 33: 信息广播/组播	168
6.4.1	学习目标	168
6.4.2	预备知识	168
6.4.3	开发环境	168
6.4.4	原理学习	168
6.4.5	开发内容	169
6.4.6	开发步骤	172
6.4.7	任务结论	173
6.5	任务 34: 网络拓扑——星状网	174
6.5.1	学习目标	174

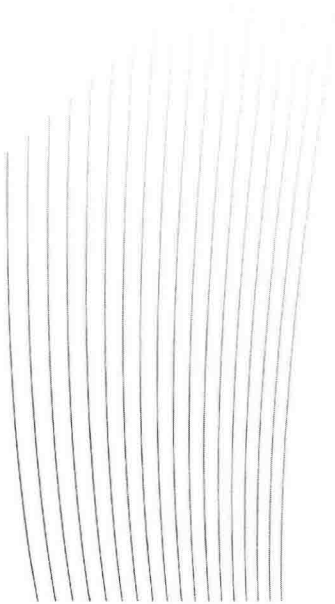
6.5.2	预备知识	174
6.5.3	开发环境	174
6.5.4	原理学习	174
6.5.5	开发内容	174
6.5.6	开发步骤	178
6.5.7	任务结论	178
6.6	任务 35: 网络拓扑——树状网	179
6.6.1	学习目标	179
6.6.2	预备知识	179
6.6.3	开发环境	179
6.6.4	原理学习	179
6.6.5	开发内容	179
6.6.6	开发步骤	182
6.6.7	任务结论	183
6.7	任务 36: ZigBee 串口应用	183
6.7.1	学习目标	183
6.7.2	预备知识	184
6.7.3	开发环境	184
6.7.4	原理学习	184
6.7.5	开发内容	184
6.7.6	开发步骤	186
6.7.7	任务结论	187
6.8	任务 37: ZigBee 协议分析	187
6.8.1	学习目标	187
6.8.2	预备知识	187
6.8.3	开发环境	187
6.8.4	原理学习	188
6.8.5	开发内容	189
6.8.6	开发步骤	191
6.8.7	任务结论	192
6.9	任务 38: ZigBee 绑定	193
6.9.1	学习目标	193
6.9.2	预备知识	193
6.9.3	开发环境	193
6.9.4	原理学习	193
6.9.5	开发内容	194
6.9.6	开发步骤	196
6.9.7	任务结论	197
第 7 章	物联网开发综合项目	199
7.1	任务 39: 物联网平台控制操作	200

7.1.1	准备开发环境	200
7.1.2	启动程序	200
7.1.3	搜索网络	201
7.1.4	传感器节点操作	202
7.2	任务 40: 智能网关程序	204
7.2.1	智能网关程序框架	204
7.2.2	智能网关服务程序解析	205
7.3	任务 41: 节点间通信协议	212
7.3.1	应用层通信协议解析	212
7.3.2	串口通信协议解析	214
7.3.3	协议栈通信协议解析	217
7.4	任务 42: Android 控制程序	218
7.4.1	Android 用户控制程序框架	218
7.4.2	导入 Android 用户控制程序	226
7.5	任务 43: ZigBee 节点控制程序	228
7.5.1	节点工程介绍	229
7.5.2	传感器介绍	230
7.5.3	传感器底层代码解析	231
7.6	任务 44: 添加自定义传感器节点	239
7.6.1	定义节点间通信协议	239
7.6.2	编写传感器节点程序	239
7.6.3	编写 Android 界面控制程序	244

第 3 篇 云平台开发篇

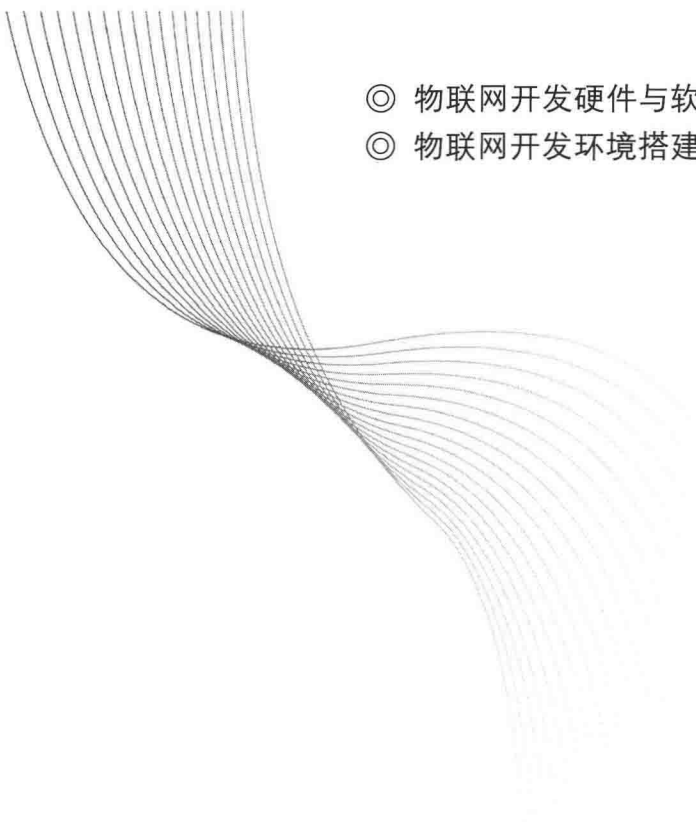
第 8 章	云平台项目开发	253
8.1	任务 45: 智云物联开发基础	254
8.1.1	智云物联平台介绍	254
8.1.2	智云物联基本框架和常用硬件	254
8.1.3	智云物联案例	255
8.1.4	开发前准备工作	256
8.2	任务 46: 智云平台基本使用	256
8.2.1	学习目标	256
8.2.2	开发环境	256
8.2.3	原理学习	256
8.2.4	开发内容	257
8.2.5	开发步骤	262
8.2.6	任务结论	267
8.3	任务 47: 通信协议	267
8.3.1	学习目标	267
8.3.2	开发环境	267

8.3.3	原理学习	267
8.3.4	开发内容	272
8.3.5	开发步骤	273
8.3.6	任务结论	275
8.4	任务 48: 智云硬件驱动开发	275
8.4.1	学习目标	275
8.4.2	开发环境	276
8.4.3	原理学习	276
8.4.4	开发内容	277
8.4.5	开发步骤	288
8.4.6	任务结论	290
8.5	任务 49: 智云 Android 应用接口	290
8.5.1	学习目标	290
8.5.2	开发环境	290
8.5.3	原理学习	290
8.5.4	开发内容	296
8.5.5	开发步骤	313
8.5.6	任务结论	314
8.6	任务 50: 智云开发调试工具	314
8.6.1	学习目标	314
8.6.2	开发环境	314
8.6.3	原理学习	314
8.6.4	开发内容	315
8.6.5	开发步骤	318
8.6.6	任务结论	320
8.7	任务 51: 云平台应用	320
8.7.1	学习目标	320
8.7.2	开发环境	320
8.7.3	原理学习	320
8.7.4	开发内容	321
8.7.5	开发步骤	327
8.7.6	任务结论	328
附录 A	无线节点读取 IEEE 地址	329
附录 B	认识常用的传感器	331
参考文献		333



第 1 篇

入门篇

- 
- ◎ 物联网开发硬件与软件
 - ◎ 物联网开发环境搭建

物联网开发硬件与软件

1.1 任务 1：认识物联网

1.1.1 物联网

物联网（Internet of Things），是指利用各种信息传感设备，如射频识别（RFID）装置、无线传感器、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等对现有物品信息进行感知、采集，通过网络支撑下的可靠传输技术，将各种物品的信息汇入互联网，并进行基于海量信息资源的智能决策、安全保障及管理技术与服务的全球公共的信息综合服务平台。

物联网如图 1.1 所示。

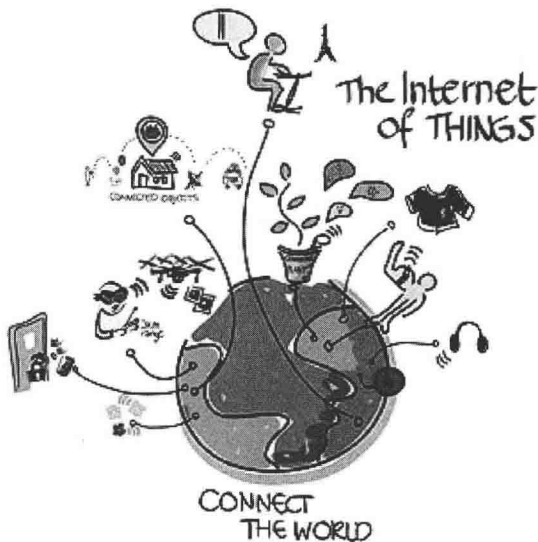


图 1.1 物联网

物联网有两层意思：第一，物联网的核心和基础仍然是互联网，是在互联网基础上延伸和扩展的网络；第二，其用户端延伸和扩展到了任何物品，以及物品之间进行信息交换和通信。因此，物联网是指运用传感器、射频识别（RFID）、智能嵌入式等技术，使信息传感设备感知任何需要的信息，按照约定的协议，通过可能的网络（如基于 Wi-Fi 的无线局域网、3G/4G