



MXCHIP-MiCO物联网
智能硬件技术丛书



Technology by

TEXAS

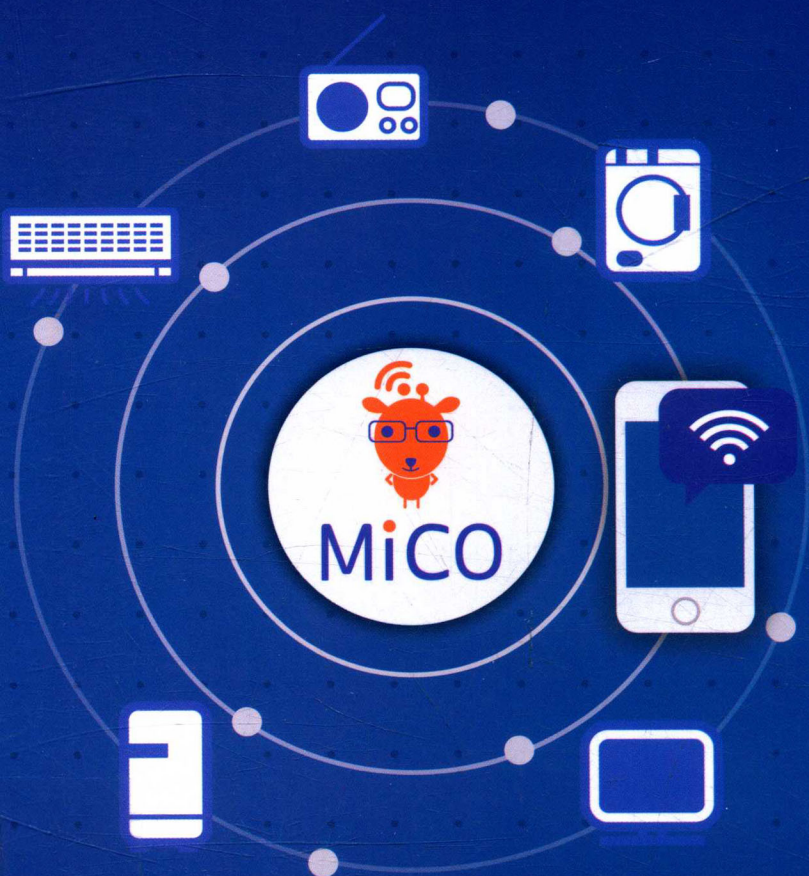
INSTRUMENTS 中国大学计划教材

CC3200 Wi-Fi

微控制器原理与实践

——基于MiCO物联网操作系统

沈建华 编著



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



MXCHIP-MiCO 物联网
智能硬件技术丛书



Technology by

TEXAS

INSTRUMENTS 中国大学计划教材

CC3200 Wi-Fi 微控制器原理与实践

——基于 MiCO 物联网操作系统

沈建华 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书介绍了物联网及无线连接技术的基础知识,并以 ARM Cortex-M4 内核 Wi-Fi SoC 微控制器 CC3200 为核心,详细讲述了与 M4 内核、CC3200 应用相关的各种外设模块的原理和编程结构,包括电源与时钟管理、存储器、通用输入/输出(GPIO)、定时器、异步和同步通信接口、模拟外设等。同时,对物联网操作系统 MiCO 作了简明阐述,并给出很多操作例程代码。最后,介绍了 CC3200 的软硬件开发环境、软件库,以及物联网应用实例。

本书完整地介绍了基于 CC3200 的物联网应用开发过程,包括设备端、云端接入、移动端 APP 等,并配有完整的教学资源和源代码,包括 MiCOKit-3200 实验平台和实验指导书等。

本书可作为高等院校计算机、电子、自动化、仪器仪表等专业嵌入式系统、微机接口、单片机、物联网技术、嵌入式 Wi-Fi 等课程的教材,也适合广大从事物联网、智能硬件应用系统开发的工程技术人员作为学习、参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

CC3200 Wi-Fi 微控制器原理与实践:基于 MiCO 物联网操作系统 / 沈建华编著. -- 北京:北京航空航天大学出版社,2015.11

ISBN 978-7-5124-1935-3

I. ①C… II. ①沈… III. ①微控制器 IV.

①TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 267209 号

版权所有,侵权必究。

CC3200 Wi-Fi 微控制器原理与实践 ——基于 MiCO 物联网操作系统

沈建华 编著

责任编辑 杨 昕

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:emsbook@buaapress.com.cn 邮购电话:(010)82316936

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:710×1 000 1/16 印张:24.75 字数:527 千字

2015 年 11 月第 1 版 2015 年 11 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978-7-5124-1935-3 定价:59.00 元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

前 言

物联网(Internet of Things)是物-物相连的互联网。大量的“物”都要嵌入智能(MPU 或 MCU),并要联网,这是嵌入式系统的又一个巨大机遇。由于“物”的差异性很大,物联网各种应用对 MCU 都会有不同的要求,如速度性能、外设功能、封装尺寸等,因此各种 MCU 都会有各自的应用市场。与传统的 MCU 应用相比,物联网时代的 MCU 应用,其重要的技术特征和需求是:模拟、低功耗、无线(RF)和嵌入式软件。

传统的 MCU 主要是一个数字器件,最多加上 ADC、DAC、模拟比较器等很少的模拟外设。物联网时代,大量“物”要联网,而这些“物”(传感器、执行器等)的信号一般都是模拟量。现在有些 MCU(如 TI 和 ADI 的部分 MCU)已经加入了一些高性能的模拟电路,预计今后的 MCU 都会针对特定的应用领域,加强模拟外设的功能,比如可编程的高性能放大器、模拟比较器、调制器、高精度的 ADC 和 DAC 等(包括 RF 部分)更好地与“物”无缝连接。

现在对应用产品的功耗要求越来越高,采用电池供电的设备也越来越多。从局部而言,低功耗可以延长电池的使用时间,提升用户的使用感受。从整体而言,低功耗也是绿色计算、节能环保的要求。客观地说,现在很多 MCU,如 ARM Cortex-M3/M4、AVR、PIC 等,比 10 年前的 MCU,其性能/功耗指标都已经有很大提升,可以称得上是低功耗 MCU。一般非电池供电的嵌入式系统,普通 MCU 基本都可以满足功耗要求。实际上,考查 MCU 功耗时,更应注意性能/功耗比,以及中断和时钟系统的切换速度。因为在很多应用系统中,采用合理的软件结构,可以使 CPU 大部分时间都处于低功耗的休眠状态或低速运行状态,实际激活工作时间的占空比可以做得很小,这样可以大大降低系统的平均功耗。这是软件设计要重点考虑的,也是最能体现低功耗设计水平的。

传统的嵌入式系统,虽然使用了 MCU,但大部分都是独立(孤立)的应用系统,比如一个测试仪表、一台机器等。随着物联网时代的到来,大量的“物”中将嵌入智能(MCU),而且这些“物”必须是联网的,任何一个智能的“物”都是网络中的一个节点,这可以说是 MCU 应用(嵌入式系统)的一个新起点。对 MCU 应用而言,未来无线互联将成为一个基本的要求。

以往很多简单的无线应用,没有统一的技术标准,用户只是选用一个 RF 芯片或带 RF 的 MCU,其 RF 调制技术一般也是简单的、抗干扰性较差的 FSK、ASK、

GFSK、OOK 等,用户需要自己编写一些专用的程序(或使用厂家提供的专用协议)来进行无线通信。这种方式导致的后果是:每家公司的产品都是封闭的,不同公司的无线产品之间不能互联互通,可靠性差,安全性无保障,很难形成大批量应用,不利于降低系统成本。在物联网时代,这种模式肯定是不行的。虽然今后一些简单的 RF 应用(无 MAC 标准)仍有一定的市场,但随着物联网技术的普及,基于标准(PHY、MAC、网络协议)的 RF 应用势必成为主流。从目前的现状和趋势来看,短距离无线网络技术,IEEE 802. 11(Wi-Fi)、IEEE 802. 15. 4(ZigBee)和 IEEE 802. 15. 1(Bluetooth, BLE),这些标准都是最基本、最成熟的,增长势头强劲,具有广阔的应用前景。

基于 IEEE 802. 11 的 Wi-Fi 技术,是目前已被证明了的最稳定、最成熟的无线局域网(WLAN)技术。它的优势是带宽高,基础实施完善,可直接联网。迄今为止,全球已有数十亿个 Wi-Fi 设备在运行。Wi-Fi 的覆盖区域也已经非常大,一般的公共场所,如机场、酒店、学校等,以及很多城区,都进行了 Wi-Fi 覆盖。2010 年,Wi-Fi 产品的出货量就有 7.7 亿个。ABI Research 报告指出,2009—2015 年,Wi-Fi 的产品复合年增长率约为 25%。利用 Wi-Fi 进行联网,无需投资专用的网络设备,即可使嵌入式设备直接接入标准的无线局域网,或直接与 iPad、手机进行高速数据通信。由于 Wi-Fi 技术(Wi-Fi 驱动、TCP/IP 协议、WEP、WPA2 安全认证等)的复杂性,一般基于 MCU 的嵌入式应用系统,如果要使用 Wi-Fi,建议使用独立的嵌入式 Wi-Fi 模块,如上海庆科信息技术有限公司的低功耗 Wi-Fi 模块。

CC3200 是美国德州仪器公司(TI)的新一代嵌入式 Wi-Fi SoC 产品,它内部集成了一个 Cortex-M4 的 MCU 主处理器和一个 Wi-Fi 协处理器子系统。其 Wi-Fi 协处理器子系统完成了 Wi-Fi 基带处理、MAC、TCP/IP、WPA 安全认证等网络功能,MCU 主处理器可以实现各种用户应用,是一个嵌入式 Wi-Fi 应用的 SoC 芯片。使用 CC3200 进行物联网应用开发,不再需要一个外部的 MCU,而且也不需要开发 TCP/IP 等协议栈代码,可以大大简化嵌入式 Wi-Fi 应用系统的软硬件设计。另外,CC3200 的低功耗特性,也是一般 Wi-Fi 产品不具备的,特别适合电池供电的嵌入式 Wi-Fi 产品。受德州仪器公司(TI)委托,我们编写了此书。

与传统 MCU 应用系统相比,MCU 物联网应用的最大挑战就是嵌入式软件的复杂度。由于涉及网络连接,设备端的固件不仅需要实现各种外设功能,还要维持网络连接、保持云端功能。本书介绍的物联网操作系统 MiCO,是我们很多实际应用项目中选用、验证过的一个物联网操作系统,功能齐全、结构清晰,资源和论坛内容丰富,值得推荐,详见 <http://www.mico.io>。

为了便于读者快速学习、实践 CC3200 和 MiCO 系统,我们设计开发了配套的实验平台 MiCOKit-3200,并提供了大量实验代码和 Demo 例程。为了完整介绍物联网系统的开发,除了设备端的开发,本书还介绍了云端接入和移动端(手机 APP)的相关内容,并提供了相关的代码,使读者可以完整体验、实践一个物联网应用的全过程。MCU 物联网应用的软件复杂性和系统性,是前所未有的,也是今后 MCU 教

学、开发需要特别重视的。

华东师范大学计算机系嵌入式系统实验室曾与多家全球著名的半导体厂商(如 TI、Atmel、ST 等)合作,在 MCU 和无线通信(Wi-Fi、BLE、ZigBee 等)应用开发、推广方面积累了丰富的经验。本书也是根据我们多年的 MCU 教学、物联网应用项目开发的积累和经验,结合最新的智能硬件设计开发和应用案例编写的。

参与本书编写和资料整理、硬件设计及代码验证等工作的,还有华东师范大学计算机系孙乐晨、彭晓晶、洪明杰、杜欣宇、贺佳杰、候立阳、郝立平等。在本书成稿过程中,得到了 TI 大学计划部沈洁、王承宁、潘亚涛、崔萌,上海德研电子科技有限公司陈宫、姜哲,上海庆科信息技术有限公司王永虹,北京航空航天大学出版社胡晓柏的大力支持。在此向他们表示衷心的感谢。

由于时间仓促和水平所限,本书有些内容还不尽完善,错误之处也在所难免,恳请读者批评指正,以便我们及时修正。有关此书的信息和配套资源,会及时发布在网站 <http://www.emlab.net>、www.gototi.com 上。

作 者

2015 年 8 月于华东师范大学

目 录

第 1 章 物联网及无线技术概述	1
1.1 物联网概述	1
1.1.1 “物”的关键	2
1.1.2 物联网成员	4
1.2 物联网无线技术	5
1.2.1 全球无线频段的划分	5
1.2.2 网络拓扑结构和规模大小	6
1.2.3 常见的无线网络协议	8
1.2.4 各种无线技术的比较	12
1.2.5 嵌入式 Wi-Fi 介绍	12
第 2 章 CC3200 器件特性	20
2.1 器件综述	20
2.1.1 特 点	21
2.1.2 架构总览	23
2.1.3 CC3200 安全加密	25
2.2 存储器	26
2.2.1 外部存储器	26
2.2.2 内部存储器	27
2.3 引导模式	29
2.3.1 调用序列/引导模式选择	30
2.3.2 启动模式列表	31
2.4 CC3200 引脚配置与功能	31
2.4.1 引脚属性和引脚复用	32
2.4.2 模拟数字复用引脚的驱动电流和默认状态	46
2.4.3 在芯片上电后复位释放前的引脚状态	46

目 录

2.5 典型应用电路	49
2.5.1 典型用途——CC3200 宽电压模式	49
2.5.2 典型用途——CC3200 预稳压 1.85 V 模式	52
2.6 电气特性	54
2.6.1 绝对最大额定值	55
2.6.2 处理率	55
2.6.3 推荐工作环境	55
2.6.4 电气特性	56
2.6.5 WLAN 接收特性	58
2.6.6 WLAN 发送特性	58
2.6.7 电流消耗	59
2.6.8 定时和开关特性	62
第 3 章 CC3200 系统结构	77
3.1 芯片结构	77
3.1.1 处理器框图	78
3.1.2 系统接口	78
3.1.3 内置调试功能	79
3.1.4 芯片主要组件	80
3.2 Cortex-M4 内核说明	81
3.2.1 编程模型	82
3.2.2 寄存器描述	83
3.2.3 内存模式	87
3.2.4 异常模式	90
3.2.5 故障处理	98
3.2.6 电源管理	100
3.2.7 指令集摘要	101
3.3 电源、复位和时钟管理(CRPM)	107
3.3.1 电源管理子系统	109
3.3.2 低功耗工作模式	111
3.3.3 电源管理控制结构	115
3.3.4 电源、复位、时钟管理编程接口(PRCM APIs)	117
第 4 章 CC3200 基本外设	126
4.1 GPIO	126
4.1.1 功能概述	127

4.1.2	中断控制	128
4.1.3	初始化与配置	129
4.2	通用定时器	130
4.2.1	结构框图	131
4.2.2	功能描述	132
4.2.3	初始化与配置	140
4.3	看门狗定时器	143
4.3.1	功能描述	143
4.3.2	初始化与配置	145
4.3.3	看门狗的使用注意事项	145
4.4	模/数转换器	147
4.4.1	主要特性	147
4.4.2	初始化与配置	149
4.4.3	与 ADC 操作有关的外设驱动库函数	149
4.5	DMA	155
第 5 章	CC3200 通信外设	166
5.1	串行异步通信(UART)	166
5.1.1	结构框图	167
5.1.2	功能描述	167
5.1.3	初始化与配置	172
5.2	SPI(串行外设接口)	173
5.2.1	结构框图	174
5.2.2	功能描述	175
5.2.3	初始化与配置	190
5.2.4	访问数据寄存器	192
5.2.5	初始化模块	193
5.3	I ² C 接口	197
5.3.1	结构框图	198
5.3.2	功能描述	198
5.3.3	初始化与配置	212
5.4	I ² S	213
5.4.1	功能描述	213
5.4.2	初始化与配置	216
5.4.3	与 I ² S 配置有关的驱动库	217
5.5	SD 主机接口	226

目 录

5.5.1	结构框图	227
5.5.2	使用外设接口函数进行初始化与配置	228
5.5.3	性能与测试	234
5.5.4	外设库 APIs	235
5.6	并行相机模块接口	239
5.6.1	功能描述	240
5.6.2	编程模式	245
5.6.3	中断处理	246
5.6.4	外设库函数(API)	246
第 6 章 SimpleLink 子系统		251
6.1	SimpleLink 概述	251
6.1.1	主机驱动 SW 概念	253
6.1.2	常见术语和参考	254
6.2	一个简单的网络应用	255
6.2.1	总 述	255
6.2.2	基本示例代码	256
6.3	SimpleLink API	260
6.3.1	设 备	261
6.3.2	WLAN	264
6.3.3	Socket	268
6.3.4	NetApp	270
6.3.5	NetCfg	272
6.3.6	File System	274
第 7 章 MiCO 系统		275
7.1	RTOS 基础	275
7.1.1	使用 RTOS 的优势	276
7.1.2	常见的 RTOS	277
7.2	FreeRTOS 简介	278
7.2.1	FreeRTOS 的体系结构	278
7.2.2	FreeRTOS 系统的任务调度机制	279
7.2.3	FreeRTOS 系统的任务管理机制	280
7.2.4	FreeRTOS 任务通信与同步机制	281
7.3	MiCO 系统介绍	281
7.4	MiCO 在 CC3200 上的结构	284

7.5 MiCO 系统 API 分层	286
7.5.1 MiCO 核心 API	287
7.5.2 硬件抽象层 API	287
7.6 常用 MiCO 系统 API 描述	288
7.6.1 线 程	288
7.6.2 信号量	289
7.6.3 互斥量	290
7.6.4 队 列	291
7.6.5 定时器	292
7.7 MiCO 系统在 CC3200 上的移植	292
7.7.1 RTOS 部分的移植	293
7.7.2 Socket 部分的移植	295
7.7.3 WLAN 部分的移植	297
7.7.4 系统控制部分的移植	300
7.8 云平台、MiCO 系统与 FogCloud	301
7.8.1 FogCloud 简介	301
7.8.2 MQTT 协议简介	302
7.8.3 FogCloud 工作流程与实例	303
第 8 章 开发环境	307
8.1 开发流程简介	307
8.1.1 硬件需求	307
8.1.2 软件需求	307
8.2 IAR 开发环境	312
8.2.1 如何进入某个工程的调试模式	312
8.2.2 如何调试工程	314
8.3 CCS6.0 开发环境	317
8.3.1 下载和安装 CCS6.0 开发环境	317
8.3.2 配置 CCS6.0 开发环境	317
8.3.3 CCS6.0 开发环境下 TI-RTOS 的使用	321
8.4 CC3200 LaunchPad 硬件使用	329
8.4.1 CC3200 LaunchPad 概述	329
8.4.2 CC3200 LaunchPad 功能简述	330
8.4.3 CC3200 LaunchPad 硬件电路功能框图	330
8.4.4 CC3200 LaunchPad 扩展引脚	331
8.4.5 跳线帽设置	331

目 录

8.4.6	电源供电设置	332
8.4.7	UART 接口跳线帽设置	333
8.4.8	工作模式选择	333
8.4.9	按键和 LED 灯	333
第 9 章 CC3200 的开发与应用		334
9.1	MiCOKit - 3200 开发套件	334
9.2	MiCOKit - 3200 硬件结构与电路	336
9.2.1	MiCOKit - 3200 主板单元	336
9.2.2	MiCOKit - 3200 外扩模块	340
9.3	MiCOKit 手机 APP	347
9.3.1	下载、安装手机 APP	347
9.3.2	注册开发者账号	347
9.3.3	开发板配置	348
9.3.4	控制设备	350
9.3.5	设备分享	351
9.3.6	设备重置	352
9.4	MiCOKit 设备端软件结构	353
9.4.1	MiCOKit 设备端软件分层	353
9.4.2	MiCOKit 设备端软件开发方法	354
9.4.3	MiCOKit AppFramework 简介	356
9.5	MiCOKit 云端接入协议	357
9.5.1	设备描述	358
9.5.2	数据流	359
9.5.3	异常处理	360
9.5.4	UUID	361
9.5.5	内部 ID(iid)	363
9.5.6	消息体数据格式	364
9.5.7	CC3200 MiCOKit 简易实例	365
9.6	基于 CC3200 的低功耗报警器	367
9.6.1	报警系统的整体结构	368
9.6.2	报警器的设计与实现	368
9.6.3	云服务器的设计与实现	379
9.6.4	监控 APP 的设计与实现	381
参考文献		384

第 1 章

物联网及无线技术概述

本章将介绍与物联网相关的一些基础知识和 CC3200 Wi-Fi 单片机的基本特点。

1.1 物联网概述

什么是物联网？它与我们生活中常见的其他网络有何区别？是因为它相对于其他网络更依赖于实际物体吗？

首先需要知道，即使是基础网络，在使用时，也会感觉到年复一年的巨大变化。它从一个巨大的信息共享系统，变成了一个更好的面向基础设施的服务。目前，大多数的网站流量已经非人为产生，而且大部分的页面内容也是动态自动创建的。

在线服务的大规模爆发，进一步激发了智能手机的变革，使得这些在线服务非常方便，也为机器与机器之间的通信创造了一个充分利用技术的新需求，同时降低了为产品添加通信功能的成本。

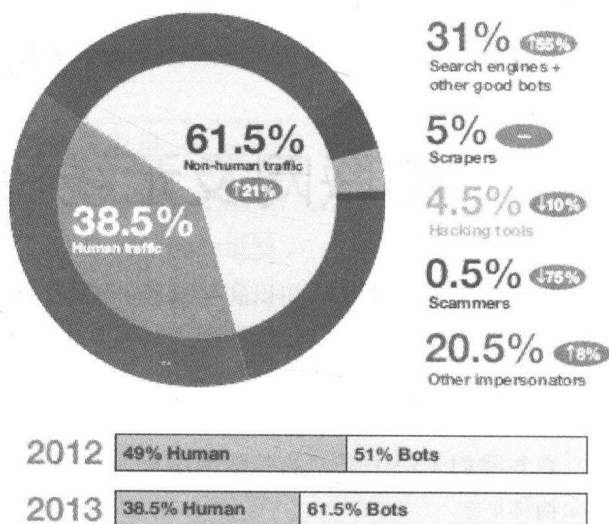
云计算的发展，不仅提供了更强的存储能力，也带来了衡量、处理数据的能力，即数据可以被经济而有效地存储，这也是机器能定期产生和收集大量数据的一个原因。

这些数据必须经过处理、分析和筛选，以便有意义的内容能被提取，或挖掘出某些行为特征。使这些数据有意义地处理通常也称为大数据分析。

然而，虽然已经完成了上述内容，目前仍然不清楚人类网络（人与网络交互）和机器网络（机器与网络交互）的融合程度。虽然两者有相同的基础设施，但是两者间的相互作用还非常有限。实际上，关于这个问题本质的研究才刚刚开始。换句话说，了解有哪些种类的英特网是非常重要的。我们认为所有的网络最终都会朝着一个单一的方向融合，自动处理来自于机器的海量信息是该技术实现的关键。互联网流量来源分布如图 1-1 所示。

物联网今后可能会出现在各种场合，包括跨越不同范围、全天候的不同设备。在私人空间网络中，我们使用各种物联设备来提高自己的安全性和便利性。在家里，我们被不断增加的智能设备所包围，比如多媒体设备和其他各种电子设备。在出行方面，我们利用私人或公共的交通工具和基础设施，来提高出行效率。在工业生产方面，传感器将被用于提高生产效率、设备维护和系统管理。而在大都市中，智能楼宇管理系统和基础设施的远程管理、日常维护，以及资产跟踪也都将被有效实施。

Bot/Human traffic distribution



Source: Incapsula

图 1-1 互联网流量来源分布

此外,物联网并非仅限于特定类型的产品。无论是高科技产品还是非常简单的产品,都可能是信息流动的提供者或使用者。同时其也不仅限于电子电器产品的范围,也适用于其他传统方式设计的产品。

一个不联网的设备是孤立的,它不能产生或使用其他在线设备的数据和能力,所以它的能力是相对有限的,今后也将被视作非智能的。一个连接英特网的设备被称为智能硬件,或智能设备。

最终,任何的设备、装置和实体都会被无缝地连接到互联网中。连接不会是该设备的主要特征,但却能拓展该设备的功能。任何无线连接框架的构思,都应该是足够抽象到能在任何地方运行的,包括地理上的和网络拓扑结构上的。前者是指基础互联网的普及,后者是指在互联网访问受限,或未知的网络环境中克隆框架的能力。目前,不是所有的东西都连接到物联网上了,但是一个易于使用和安全的物联网生态系统已经不再遥远。任何人都将能使用物联网,任何人都将能把他们的产品连接到物联网中来,也将能根据自己的喜好进行定制。

人、数据、设备均被连接、在线、交互,即形成物联网。

1.1.1 “物”的关键

上述物联网系统的描述涉及到“物”和网络。由此可见,这些“物”通过某些方式连接到互联网中,如很有可能通过无线 Wi-Fi,或其他无线方式再通过网关连接到路由器。当然,有线连接仍然是一个可行的选择,但不会成为主流。

上述这些基本特点已经很好地诠释了物联网。这些特点中最重要的是功耗、安全、数据处理和简单。

1. 功耗

设备的功耗问题正变得越来越重要,在电池供电的设备中尤为突出。在某些设计中,设备功耗甚至成为了产品设计的最大制约因素。为了支持任何人、事、物的交互,大量的连接物会不断涌现,节能是必须的。设备的功耗涉及设备硬件、软件系统的有效设计和配合。

当涉及到能源时,面临的挑战是要在确保添加网络连接的同时,不改变电源供给。换句话说,理想的是添加网络应该在现有的功率范围之内。最理想的是最终能产生一个在整体系统级别的能量平衡。随着大量节点的出现,也提供了一个能量管理的机遇。例如,一个沸水系统,假如这个系统配备了一个温度传感器和一个大数据分析系统的组合,来监测实际用水量和水沸腾次数的关系,这个系统可以通过分析来避免不必要的加热循环,所节约的能量远远超过系统间信息交流所消耗的能量。

2. 安全

安全在数据网络中始终是一个挑战。这种挑战在简单的物联网情况下将更加严峻,因为它有更多的切入点从而造就了更多的弱点。这增加了系统漏洞,所以物联网安全保卫战在所难免。在一个物联网解决方案中,威胁被提升到一个新的等级,因为被置于危险中的不仅仅是数据。随着物联网的潜在危险增高(例如,门被远程打开,使报警系统失效),物联网技术也会朝着更安全的方向斗争、前进。在任何情况下,一个国家最先进的安全机制都需要在这方面领先,如已成功应用于美国联邦系统和电子商务系统、已经被业界验证的安全系统都是很好的例子。

3. 数据处理

大规模的终端节点部署将导致更高的节点密度,大量生成的数据也需要一个大容量、可访问的存储。此外,有限的系统资源、网络延迟也带来了新的挑战。考虑到这些限制,在前期设计应用程序时就应该避免性能问题。虽然这主要是给开发商提的要求,但一个设计合理的网络引擎调节流量将会减少很多麻烦。

好的设计应该在网络访问量和数据传输量之间有一个平衡。可能的话,汇总数据将会提高性能和实际吞吐量。另一方面,如果延迟和响应时间是决定因素的话,那么汇总可能不是好的办法。

4. 简单

应该使用最为简单可靠的方法,使产品具有添加到某个网络连接的功能。方法越简单,就会有越多的产品和解决方案使用。理解流程中每个单独阶段的需求期望是产品成功的关键。这个阶段可能包括前期展望和产品评估、原型设计、现场测试、批量生产和部署。在每一个设计阶段中,都需要奉行简单化原则,最终使得产品易于

使用。

在这种情况下,最大的挑战在于如何将主观评价变成客观标准,用于进行评价和比较。一旦完成就可以更容易评估和简单地提高水平。由于设备需要进行网络连接,所以产生了一些涉及网络连接的问题和更多的 bug,这加大了代码的编程难度,不得不使用一些新的协议。

1.1.2 物联网成员

前面已经阐述了一个单独互联网的全部基础理论,并对新节点的主要特性做了介绍,现在让我们后退一步以便对物联网有一个更广阔的视野。要做到这一点,关键成员必须首先确定,我们做了三组成员:用户、事物和服务。物联网成员如图 1-2 所示。

- 用户——是参与使用服务和他们自己的终端设备的人员。他们大多数是消费信息的,也可能通过配置文件设置和其他的决策过程来激发行动。
- 事物——是物理或虚拟的终端节点,代表任何一个数据源、数据接收器或两者都是。它们在互联网上产生或消费信息,这通常也被称为“云”。
- 服务——是信息的聚合器,也可能提供工具来分析不同种类的数据。



图 1-2 物联网成员

在某些情况下,能被用来在客户端、用户或物体上进行动作请求。

是时候解决一些迫在眉睫的问题了:为什么要将设备联入互联网,或者说为什么要赋予设备通信功能?同时为什么有些人认为这种行为会开启一个新的时代?

要回答这些问题,首先看一个简单的装置——一个电灯开关。电灯连接到一个开关就能在一个更长的距离来控制 and 监视,从而延长它在物理位置上的功能。这创造了一种情况:几乎无处不在的开关能共同控制一个灯。

此外,上述介绍的功能又将其其他的功能增加到开关上。例如,一个开关控制某盏灯,该灯作为网络上别处发生的各种行为的回馈路径。每个进入的消息都会产生一个短闪烁,用户喜欢的光可能会被记录到账户中,等等。我们都知道,这些功能改变了开关的定义。

一旦这样的设备普及并且稳定和可操作,就可能会破坏已经建立的“生态系统”。在灯开关的例子中,它的连接可能会激发一个新的房屋建造和有线连接的方式。这意味着不需要在每个灯上都添加开关,但能确保每个灯能路由到预定的地方。此外,

开关可以自由安装在家里任何地方,而不需要事先检测,它们可以完全避免或按意愿来重新编程控制灯光。这种设计思想虽然看起来很牵强,但是会在越来越多的领域中发挥重要的作用,甚至能够重塑整个“生态系统”。

传统和物联网方式下的电灯开关如图 1-3 所示。

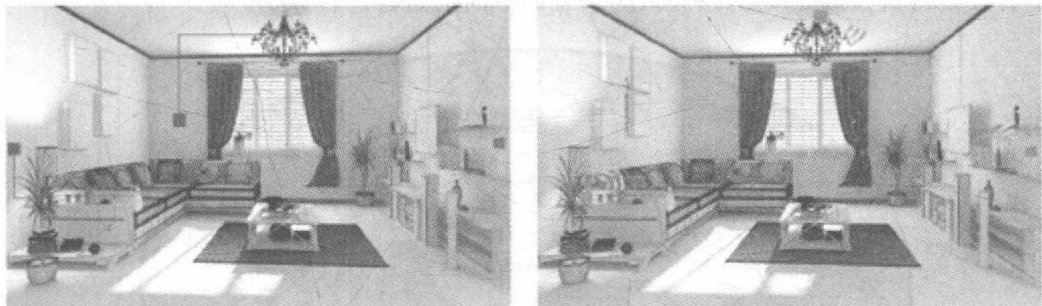


图 1-3 传统和物联网方式下的电灯开关

1.2 物联网无线技术

物联网无线技术是指通过无线连接技术将物联网设备接入互联网或局域网中的一种技术。常见的物联网设备往往是一种轻型移动设备,突出的特点是小巧、低功耗以及便于移动。但是已有的有线网络连接技术在空间上有很大的局限性,如何将该物联网设备高速、便捷地连入互联网就成为一个关键性问题。无线通信技术消除了有线网络对接入设备的位置限制,同时也节省了光纤、电缆等有线信号传输设施的成本。这就意味着人们可以以相对低廉的价格且非常方便地在餐厅、教学楼、机场等有无线信号覆盖的区域上网浏览和获取信息。本节先简要介绍各个国家对无线频段使用的规范,接着按照网络的不同属性对网络进行划分,随后介绍目前常见的无线网络协议并对其进行比较,最后介绍嵌入式 Wi-Fi。

1.2.1 全球无线频段的划分

无线电信号传输的规则在世界范围内被一些像美国联邦通信委员会(FCC)和欧洲邮政和电信会议(CEPT)之类的组织制定。这些组织为指定的用途分配频带,同时为无线电发射器制定标准和认证计划。多数地区的绝大多数可用的频带范围通过许可的方式进行分配,即用户需向当地的无线电信号传输管理者购买许可,然后才能在指定的频道上运行无线电发射器。一个常见的使用授权频带的例子是蜂窝通信。全世界都采用政府拍卖的形式将频带出售给移动运营商以规范商业频带的分配。

国际电信联盟无线电通信部门(ITU-R)协调无线电频率的全球共享使用,它为工业、科学、医学(ISM)的应用保留了几个频段。这几个频段是非授权的,并且国与