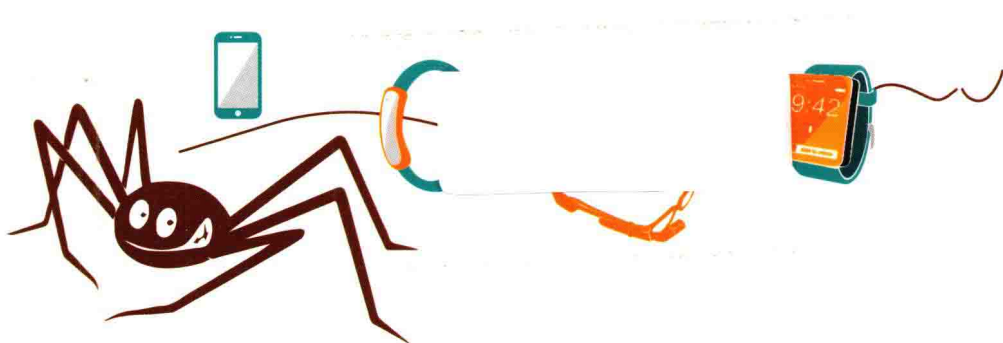


自己动手设计 物联网

黄峰达 著



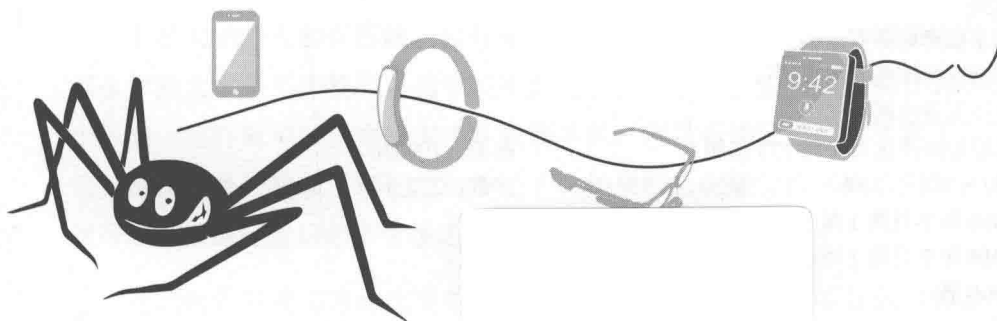
中国工信出版集团



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

自己动手设计 物联网

黄峰达 著



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

物联网是一个跨领域的学科,涉及方方面面的知识,包括硬件、软件、网络、协议等,这些知识很难在一本书里详细展开。目前很多关于物联网的图书集中于射频、ZigBee、WiFi、蓝牙等硬件层级的构建。本书从自己动手打造一个物联网出发,旨在教会读者如何从系统级别、架构级别去设计物联网,从而掌握打造物联网系统的全过程。

本书在讲解的过程中遵循循序渐进的思想。首先,设计一个基于文本文件的物联网系统,向读者展示一个基本的物联网体系。然后,实现以互联网为基础的物联网系统,即以 HTTP 协议与 Web 编程为基础的物联网系统。最后,打造一个能结合多个物联网协议的物联网系统。在这个过程中,读者还将学会如何打造物联网的相关应用——手机 APP、温度趋势、网页端控制等,以及如何打造智能、安全的物联网系统的相关内容。

本书适合对物联网感兴趣的创客、极客、程序员、设计师,对物联网感兴趣的大学、中学师生,以及想自己动手设计完整物联网的相关从业人员。

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

自己动手设计物联网 / 黄峰达著. —北京:电子工业出版社, 2016.7
ISBN 978-7-121-29053-4

I. ①自… II. ①黄… 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 131901 号

责任编辑:董英

印 刷:北京京师印务有限公司

装 订:北京京师印务有限公司

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:787×980 1/16 印张:15.75

字数:272 千字

版 次:2016 年 7 月第 1 版

印 次:2016 年 7 月第 1 次印刷

印 数:4000 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 zltts@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:010-51260888-819 faq@phei.com.cn。

目 录

第 1 章 概览.....	1
1.1 物联网发展历史.....	1
1.2 物联网概念.....	3
1.3 联网——各式各样的联网设备.....	4
1.4 物联网系统的核心是网络.....	5
1.5 小结.....	6
第 2 章 一个极简的物联网：hello,world.....	8
2.1 数据的传输过程.....	9
2.1.1 将数据快递到用户手中.....	10
2.1.2 数据与服务中心.....	14
2.2 一个文本的物联网.....	16
2.2.1 从浏览器到服务器.....	17
2.2.2 获取数据与状态.....	22
2.3 设备状态改变.....	23
2.3.1 用 Raspberry Pi 来读取数据.....	24
2.3.2 使用 Raspberry Pi 控制 LED.....	28
2.4 小结.....	32
2.5 练习建议.....	33
2.6 问题回顾.....	33
2.7 相关阅读资料.....	33

第 3 章 分解物联网系统	34
3.1 物联网的层级结构	35
3.1.1 一个常见场景下的层级结构	35
3.1.2 理想的物联网层级结构	38
3.1.3 与真实世界交互的物理层	41
3.1.4 物联网的神经中枢——协调层	45
3.1.5 物联网的核心——应用层	47
3.1.6 通信	49
3.2 小结	51
3.3 相关阅读资料	52
第 4 章 基于 Web 的物联网系统	53
4.1 Web 应用架构	54
4.1.1 MVC	55
4.1.2 领域与适配器层	56
4.1.3 最小的 HTTP API	57
4.1.4 RESTful API	58
4.2 数据持久化	63
4.2.1 数据库简介	63
4.2.2 连接 MongoDB 数据库	65
4.3 视图与应用层	76
4.3.1 视图	76
4.3.2 控制层界面	78
4.4 部署	84
4.5 小结	85
4.6 练习建议	86
4.7 相关阅读资料	86

第 5 章 连接设备	87
5.1 连接控制器	88
5.1.1 一个重复的示例以及仿造 API	89
5.1.2 Raspberry Pi + Arduino	90
5.1.3 Arduino 与网络模块	94
5.1.4 NodeMCU	98
5.2 连接执行器	103
5.2.1 直接控制示例	103
5.2.2 间接控制示例	106
5.2.3 示例代码	109
5.3 连接传感器	111
5.3.1 让 API 支持上传传感器数据	112
5.3.2 土壤湿度传感器	114
5.3.3 温度传感器	115
5.3.4 数据合并	121
5.4 小结	123
5.5 相关阅读资料	123
第 6 章 物联网应用示例	124
6.1 数据可视化	125
6.1.1 可视化用户数据	127
6.1.2 仪表盘	129
6.2 仪表盘类型示例：温度趋势图	130
6.2.1 移动设备上查看	139
6.2.2 使用 Dashing	140
6.3 创建手机应用	146
6.3.1 Ionic 简介	147
6.3.2 趋势图	153

6.3.3	控制硬件.....	155
6.3.4	用蓝牙来与硬件通信.....	158
6.4	使用 AWS 云平台构建物联网.....	162
6.5	小结.....	167
6.6	相关阅读资料.....	168
第 7 章	真正的物联网：MQTT 与 CoAP 协议	169
7.1	MQTT.....	171
7.1.1	MQTT 消息订阅示例	171
7.1.2	创建 MQTT 服务	174
7.1.3	整合 MQTT 服务	179
7.1.4	MQTT-SN	189
7.2	CoAP.....	189
7.2.1	CoAP 协议示例	191
7.2.2	创建 CoAP 服务	194
7.2.3	整合 CoAP 服务	197
7.3	小结.....	200
7.4	相关阅读资料.....	200
第 8 章	智能与安全	201
8.1	回顾我们的物联网系统.....	202
8.2	智能化.....	204
8.2.1	自然语言处理.....	204
8.2.2	机器学习之贝叶斯分类器.....	207
8.3	安全与隐私.....	209
8.3.1	网络攻击.....	209
8.3.2	认证.....	211
8.3.3	私有物联网.....	212
8.3.4	隐私.....	212

8.4 小结.....	213
8.5 相关阅读资料.....	214
附录 A Raspberry Pi 快速指南.....	215
附录 B JavaScript 基础.....	217
附录 C Ionic 简单帮助文档.....	228
附录 D 相关资源	233

概览

本章内容

- 学习物联网的概念及其背景
- 物联网涉及的技术
- 物联网的未来

在我初识物联网这个词时，我在网上、书上等资料上看到的很多字眼都是 **RFID 无线射频识别**，随后又看到了传感器网络等概念。这些词并没有告诉我们物联网是什么，而且它也有些以偏概全。我们所说的物联网来源于英语 “Internet of Things”，大意即事物的网络。这里就有疑惑了，什么才算得上这里的事物呢？我们日常用的纸、笔也算是事物，但是它似乎不属于这里的物——因为我们没法拿它连接上网络。

1.1 物联网发展历史

讲物联网之前，我们也需要好好地介绍一下互联网。互联网诞生于 20 世纪 70 年代，是由美国国防部出于军事目的开始制定的。当时这个名为 **ARPA 网** 的网络只连接了四台主机。

随后在 1974 年，ARPA 的罗伯特·卡恩和斯坦福的温登·泽夫提出 **TCP/IP 协议**。而到了 1983 年 1 月 1 日，ARPA 网才将其网络核心协议由 **NCP** 改变为 **TCP/IP 协**

议。1986年,美国国家科学基金会创建了大学之间互联的骨干网络 NSFnet,这使互联网走向了世界。紧接着在 1991 年 8 月, Tim Berners 和其他在欧洲粒子物理实验室的人创建了世上第一个网站。

互联网从军用领域走向公用领域花了几十年的时间,而物联网的发展则更为快速。

通常来说,人们所说的物联网(The Internet of Things)的概念最早于 1999 年由美国 Auto-ID 公司提出,当时主要是建立在物品编码、RFID 技术和互联网基础上。这也解释了为什么我们看到的很多物联网相关教材多数都在讲 NFC、RFID 技术。与此同时,中科院在当时开始了传感网的研究。传感网顾名思义是传感器组成的网络——更多的是集中于收集传感器的数据,算得上是物联网的一个子集。

在更早之前,1995 年比尔·盖茨的《未来之路》一书也提出了物联网的概念。只是由于技术水平、硬件等的限制,在当时并没有引起重视。

随后 2005 年,国际电信联盟发布了《ITU 互联网报告 2005: 物联网》,报告中指出:无所不在的“物联网”通信时代即将来临。这时人们对于物联网已经有了新的认识——不再仅仅局限于 RFID 技术。只是由于当时技术的限制及应用的限定,并没有产生特别大的影响。

在 2009 年 1 月,IBM 首席执行官彭明盛提出“智慧地球”构想,其中物联网为“智慧地球”不可或缺的一部分。同年,奥巴马在就职演讲后已对“智慧地球”构想提出积极回应。温家宝总理在 8 月提出了“感知中国”,物联网被正式列为国家五大新兴战略性新兴产业之一。

根据美国权威咨询机构 FORRESTER 预测,到 2020 年,世界上物物互联的业务,跟人与人通信的业务相比,将达到 30:1。

不过在今天,物联网已经使生活产生了翻来覆去的变化。开发人员现在也是尽他们所能去连接一切能连接的物。

1.2 物联网概念

在几十年前，能连接上网络的主要设备就是计算机。对于计算机来说，这个网络就是 Internet，即互联网。而在十几年前，能连接上网络的设备就又多了一个手机——这完全改变了人类今天的生活。十几年前物联网也诞生了，只是当时的物联网是基于 RFID 技术的。

由于十几年前对于物联网的定义是 RFID 技术，这也使得最近几年来的一些物联网书籍有一些不足。它们将主要精力放置于射频、Zigbee、蓝牙等一些通信技术上，而这些技术多数则是用于区域内的设备通信的。换句话说，只集中于内部通信，在连接到网络的时候就会遇到种种困难。而这也是物联网需要解决的主要问题，连接到网络。

物联网来源于 Internet of Things 一词，即世间万物的互联网。顾名思义，物联网的意思就是物物相连的互联网。这有两层意思：第一，物联网是建立在互联网之上的，是互联网的拓展和延伸；第二，其用户端扩展和延伸到了物品与物品之间，进行信息通信和交换。

物联网有如下特征：

- 首先，广泛应用了各种感知技术。在物联网中部署了大量的多种传感器，每个传感器都能从外界采集信息，不同类的传感器捕获的信息不同。而且获得的数据具有实时性，按照一定的规律来采集数据，不断更新数据。
- 其次，它是建立在互联网上的网络。物联网技术的核心和基础仍是互联网，通过各种无线和有线网络与互联网结合起来，将物体的信息准确实时地传递出去，数据传输过程中必须适应各种网络协议。
- 还有，物联网本身也具有有一种智能处理的能力，能够智能控制物体。物联网从传感器中获得数据，然后进行分析，处理有意义的数据，来适应不同用户的需求。

当前物联网已经在多方面开始应用，如远程抄表、电力行业、视频监控等。以

及在物流领域和医疗领域也都日趋成熟，如物品存储及运输监测、远程医疗、个人的健康监护等。除此之外在环境监控、楼宇节能、食品等方面也开展了广泛应用。

1.3 联网——各式各样的联网设备

物联网的定义有些广泛，手机、计算机等都属于事物。互联网和物联网之间有相当多的交集。如我们在很多地方看到的一样，物联网的核心和基础仍将是互联网。而这仅仅只是在当前的环境下产生的一些技术。在可预见的未来，我们将会看到物联网和互联网的越来越多的不同之处。不同的环境、条件下，我们可能会使用不同于互联网的架构模型，但是其在大体上也是一致的。

由于上网的设备不再仅仅局限于手机、电脑、平板，这也意味着越来越多的联网设备将被开发出来。在当前我们也可以通过现有的联网设备——手机、电脑等，将我们的物连接到互联网中，使之成为互联网中的物联网。

针对于不同的环境，我们就可能会组成由不同的设备构成的联网系统。

设备本身的一些特有属性的关系，限制了它们的连接方式，如：

- 当我们使用红外线遥控的时候，我们就需要使用红外线作为传输媒介。
- 当我们使用手机来控制玩具的时候，我们就需要用蓝牙作为传输媒介。
- 当我们需要在电脑和手机之间传输资料的时候，我们就需要数据线或者 WiFi 作为传输媒介。

使用特定的传输媒介，也会决定我们将使用不同的协议：如蓝牙协议、红外通信协议、NFC 等。而这些不同的设备也需要借助于其他联网设备，来向服务中心通信。

对于这些联网设备来说，它们可能会使用不同的传输协议：

- HTTP，即超文本传输协议，它是当今互联网的基础协议。
- CoAP，受限制的应用协议，它面向那些资源受限制的物联网设备。

- MQTT，即消息队列遥测传输，它被设计用于轻量级的发布/订阅式消息传输。
-

这些不同的协议、不同的设备连接到网络,也决定了整个系统看起来相当复杂。

如图 1-1 所示的系统将是现在到未来几年内，家居联网系统的一个简化。

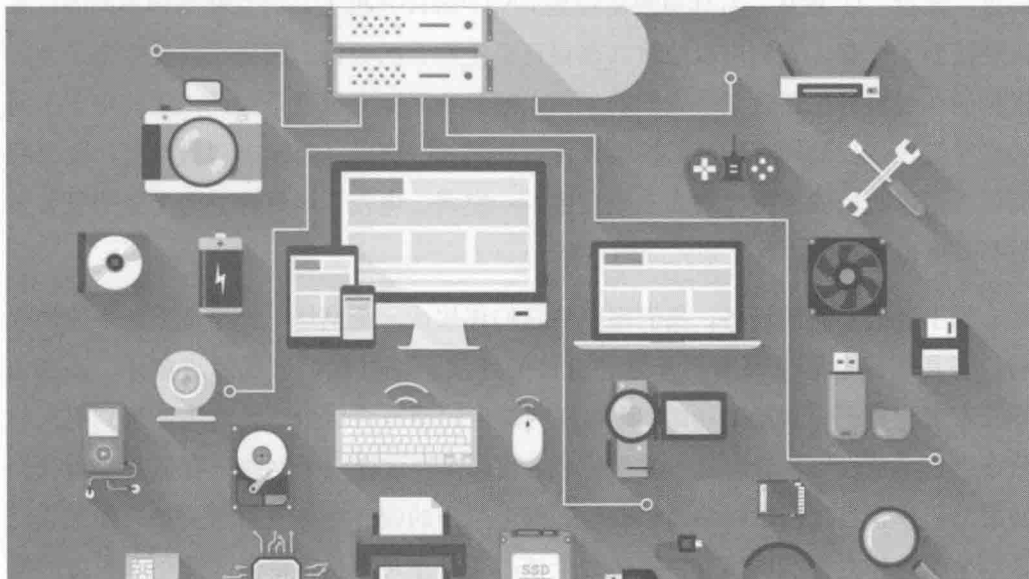


图 1-1 物联网设备集

现在我们已经连接了不同的设备——手机、电脑、平板、摄像头、打印机，我们还可以连接上洗衣机、电饭锅、电暖器、空调等，我想不到未来有什么用电的设备不会连接到网络。

1.4 物联网系统的核心是网络

过去我也花了大量的时间在硬件的软件开发上，硬件上的软件和服务端的软件开发有很多不同之处，最显著的特征是：服务端的软件开发是持续不断的。当我们这个版本里引入了一个 Bug，那么我们可以快速地修复这个 Bug。而硬件上的软件

开发的产出则是固件，通俗地来说就是固定的软件，这是一个很大的转变。同样，对于物联网系统设计来说也是如此。过去人们将主要的精力集中于硬件端的设计，而不是深入物联网的核心部分网络连接。

在互联网普及之前，人们使用自己的 PC 在上面记录自己的数据，数据只能通过磁盘、光盘、U 盘从一台计算机传输到另外一台计算机上。而互联网将不同的计算机连接到了一起，人们可以随时共享自己手上拥有的数据。网络不仅仅带来了令人喜悦的在线世界，还改变了人们的生活。对于物联网来说亦是如此，之前对于不同的电子设备，我们拥有不同的控制设备，如遥控。而近几年来的科技发展，使得我们可以借由我们的手机控制大多数设备——空调、电视、电灯等。而上面的设备多数都是借由互联网、蓝牙来完成的。

为了连接不同的设备，我们需要将它们连接成一个网络。无论是工业中的物联网，还是智能家居，都离不开这关键性的连接。过去我们可以通过蓝牙、ZigBee 等技术来构建一个本地的网络，而物联网的目的便是将这个本地网络连接到更大的网络中——至少可以让你远程控制它们。我们需要这样一个网络来存储并分析我们的数据，并且当我们以网络为核心时，每一个小的硬件个体变得可更换。如果我们以单个硬件作为系统的核心，那么这个核心变得不可替换，也会改变整个系统的架构。而这样的硬件在未来可以作为协调这些设备的中心。同时，当这个硬件将要被淘汰时，我们也可以使用最新的技术来开发我们的系统。

因而你可以预见到，这是一个很复杂的领域。如果你是一个硬件开发人员，这里就需要结合你之前学习到的单片机的知识，同时你可能需要去了解 Web 开发的知识。作为一个软件开发人员，你需要去了解更多的物联网相关协议，以及硬件相关的通信知识。

1.5 小结

本章简单地对物联网的过去做了一些介绍，并且在可预见的未来它是一个非常重要的领域。而在这个领域中，涉及硬件、软件、Web 开发等各种知识，这使得系

统变得尤为复杂。并且由于一些硬件设备的使用条件限制，使得连接不同的设备变得很复杂——我们需要处理不同的通信设备、协议，以及不同的网络环境。而正是这些复杂的设备环境，让我们可以认识到其实摆在我们眼前最难的问题是：把它们都连接到网络。

下一章，让我们先做一个简单的网络以供它们连接吧。



一个极简的物联网： hello,world

本章内容

- 数据是以怎样的形式在 Internet 中传输的
- HTTP 协议的一些相关知识
- 对控制硬件有一个基本的了解

起先，互联网是为了在不同计算机用户和通信网络之间进行常规的通信而开发的。而这里的通信，则是以互联网为媒介进行的信息交流与传递。因而，我们使用互联网的实质就是进行信息交流与传递。而信息实则加工处理后的有用数据。

什么是有用的数据？有用是相对的，我们将一些饮料瓶当成了垃圾，但是在那些饮料厂看来，那就是有用的资源。我们身处在 IT 这个行业中，除非我们所处的业务、领域与生物有关，否则类似于诺贝尔生物学奖这样的新闻，看上去便是无用的“垃圾”。

今天，互联网也是以数据为中心进行传递的，物联网也是如此。两者稍有不同的是，后者更多的是将时间花费在处理数据上。因此，首先了解数据如何传输，然后才能对其进行处理。

在这一章中我们将理解如何以一个文本文件的数据为中心，快速搭建一个极简的物联网原型。开始阅读之前，先让我们看看这一章的架构图，如图 2-1 所示。

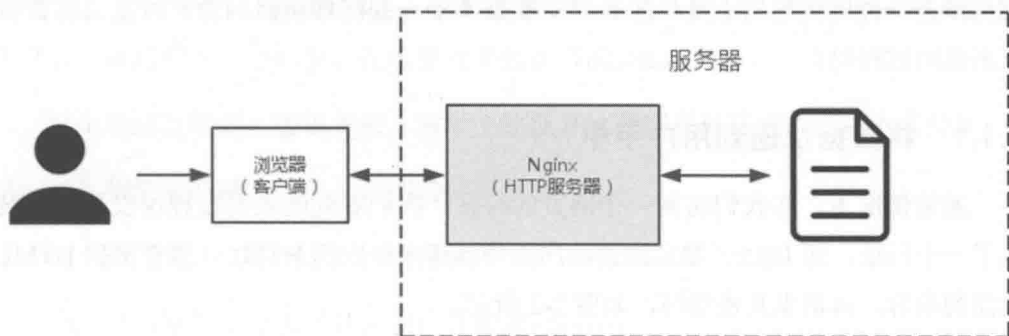


图 2-1 第 2 章程序架构图

这张图是这一章的核心，对于懂或者不懂两个极端的读者来说，这张图很简单。即一个用户的请求发送给服务器，最后由服务器返回一个文本文件中的内容。

本章所需的软件清单：

- Mongoose 是一个非常小巧的 Web 服务器，我们不需要编写任何代码便可以运行服务器。
- Nginx 是一款面向性能设计的 HTTP 服务器，也是主流的 HTTP 服务器之一。
- Curl 是一个在命令行方式下工作的开源文件传输工具。

本章所需的硬件清单：

- Raspberry Pi 或同等的带 Linux 操作系统的硬件。

2.1 数据的传输过程

或许你会问互联网的数据是从哪里产生的？这是一个有趣的话题，但不是本章讨论的核心。

不过，我相信你已经知道了这个数据应该是由传感器产生的。而且，我相信在