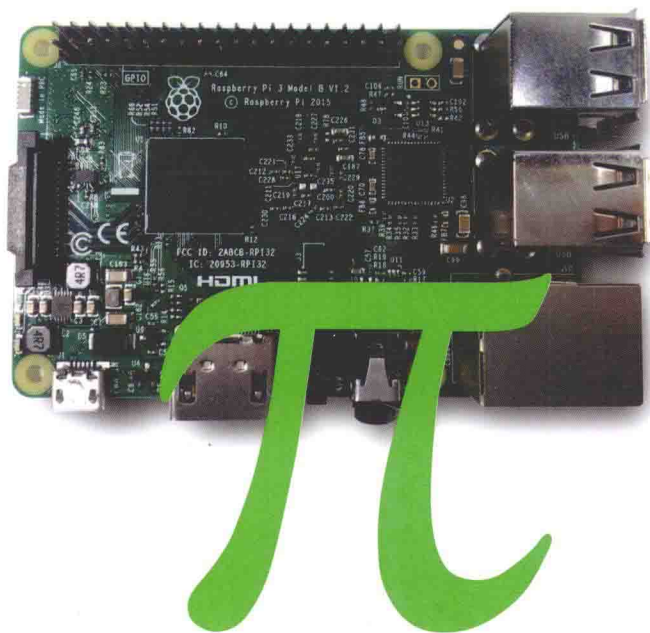


畅销书全面升级，柯博文系统论述树莓派开发理论、技巧及案例实战的百科全书
简体中文版、繁体中文版、英文版三种版本全球同步发售
提供超过100个案例
兼容树莓派2和树莓派3

清華

开发者书库



The Practical Developing Guide for Raspberry Pi 3
To Learn Raspberry Pi 3 & Windows 10 IoT Core Projects Step by Step

树莓派3实战指南

手把手教你掌握
Raspberry Pi 3与Windows 10 IoT Core项目开发

柯博文◎著
Powen Ko

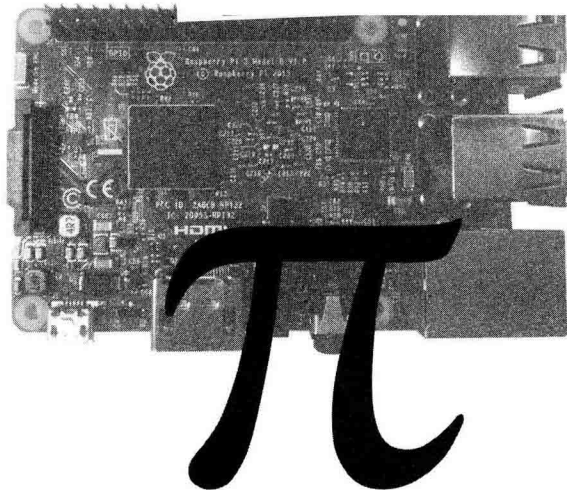
清华大学出版社



教学视频
工程文件

清華

开发者书库



The Practical Developing Guide for Raspberry Pi 3
To Learn Raspberry Pi 3 & Windows 10 IoT Core Projects Step by Step

树莓派3实战指南

手把手教你掌握
Raspberry Pi 3与Windows 10 IoT Core项目开发

柯博文◎著
Powen Ko

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书系统介绍了基于开源硬件树莓派(Raspberry Pi 2/Raspberry Pi 3)与 Windows 10 IoT Core 构建的智能系统的结构、编程、开发与项目实践。全书共 20 章,详细介绍了 Windows 10 IoT Core 开发基础知识、电子元器件基础知识,以及 100 多个树莓派专题案例的设计与实现,包括物联网应用、无人机应用、机器人应用、大数据应用、影像辨识应用等。

为了提高学习效果,本书为所有案例设计提供了完整的教学录像及源代码文件。本书适合作为广大的 Windows 10 IoT 开发者、Raspberry Pi 开发者、开源硬件发烧友、电子爱好者及高校嵌入式课程的教材与教学参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

树莓派 3 实战指南:手把手教你掌握 Raspberry Pi 3 与 Windows 10 IoT Core 项目开发/柯博文著.
—北京:清华大学出版社,2016

(清华开发者书库)

ISBN 978-7-302-44692-7

I. ①树… II. ①柯… III. ①Linux 操作系统—指南 IV. ①TP316.89-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 184622 号

责任编辑:盛东亮

封面设计:李召霞

责任校对:徐俊伟

责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社总机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者:清华大学印刷厂

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:186mm×240mm 印 张:25

字 数:560 千字

版 次:2016 年 11 月第 1 版

印 次:2016 年 11 月第 1 次印刷

印 数:1~2500

定 价:69.00 元

产品编号:070511-01

学习说明

本书学习资源地址

书中提及的光盘中的教学视频和工程文件可到清华大学出版社网站(本书页面)下载, 网址:

www.tup.tsinghua.edu.cn

注意:所有教学视频和工程文件仅限购买本书读者学习使用,不得以任何方式传播!

本书作者联络方式

柯博文的网站: <http://www.powenko.com>

柯博文的脸书: <http://www.facebook.com/powenko1>

柯博文的微博: <http://t.sina.com.cn/powenko>

本书读者对象包括

Windows 10 IoT 开发者、Raspberry Pi 开发者、电子爱好者、嵌入式开发者、开源硬件玩家……

前言

PREFACE

Windows 10 推出后,还发布了针对物联网的 Windows 10 IoT Core 版本,这使得 Windows 10 不只是一个 PC、平板或是手机的作业系统,也是一个能够在任何运算环境中执行的平台。这样的运算平台未来能连接超过 2 千亿个感测器,Windows 10 也可以在任何尺寸屏幕上执行,包括穿戴式设备和物联网设备,而且开发者可以通过 Windows 10 IoT 在“Raspberry Pi 2(树莓派 2)”、“MinnowBoard Max”、“DragonBoard 410c”和“Arduino”的硬件上直接或间接地执行相关的程序,Windows Visual Studio 2015 使得一个程序能同时在多个硬件上执行,这极大地节省了企业和开发者的开发时间,增加了工作效率。

本书面向对 Windows 10 IoT Core 有兴趣的程序开发者,由入门到深入,用浅显易懂的文字来解说 C# 程序语言,并依照物联网 IoT 的实例,丰富 Windows 10 IoT Core 的物联网开发内容,而且全程伴随视频教学,本书所包含的 C# 相关 API 的使用方法,每个样例都可以单独执行。

IoT 需要一个可管理和安全的运作系统,Windows 将是能满足该目标的操作系统,这正是微软的物联网战略,因为我们已经身处 IoT 的世界。

对开发者而言,在熟悉的作业系统开发程序并使用相当成熟的 C# 语言,更能够轻易上手,并且物联网专用的嵌入式计算机体积小、耗电低,以及很多案例都是开源的,这些都吸引了无数开发者的投入与分享。

可以预期未来通过 Windows 云端 Azure 的强大发展,其价格低廉和体积小的优势,将为物联网的发展提供实际的解决之道。因此借由此书,要与大家分享 Windows 10 IoT Core 在物联网、无人载具、Big Data、机器人和影像辨识等用途上的应用。

感谢读者的支持购买,让笔者更有动力分享新科技。如果想更进一步地了解 Windows 10 IoT Core 在物联网、无人载具、Big Data、机器人和影像辨识等用途上的应用,笔者还有一系列相关的书籍,例如《Raspberry Pi 实战指南》和《Arduino 交互设计专题与实战》可供参考。

笔者在全球各地都有定期开课,读完此书后想进一步深造的读者,可以访问笔者的网站

或报名相关课程。若有培训需求,也欢迎来信至 powenkoads@gmail.com。笔者居住在美国硅谷近 20 年,书中如有表达不清楚或笔误之处,也欢迎您来信或至个人网站上提供宝贵的意见,我会尽可能一一回复。

最后,祝大家在 Windows 10 IoT Core 开发过程中一帆风顺!

柯博文

LoopTek 公司 CTO

于美国硅谷 San Jose

目录

CONTENTS

第 1 章 Windows 10 IoT 概述	1
1.1 Windows 10 IoT Core 介绍	1
1.2 Windows 10 IoT Core 功能和特色	3
第 2 章 Windows 10 IoT 支持的硬件	6
2.1 Windows 10 IoT Core 的硬件支持介绍	6
2.2 树莓派 2	7
2.3 树莓派 3	8
2.4 树莓派硬件 GPIO 引脚	9
2.5 MinnowBoard Max	10
2.6 DragonBoard 410c	12
2.7 Sharks Cove	15
2.8 Arduino	16
第 3 章 认识电子零件与器材	19
3.1 电压、电流、电阻及其基本关系	19
3.2 电阻	21
3.3 电容	22
3.4 三用电表	22
3.5 面包板	23
第 4 章 Windows 10 IoT Core 安装和运行	25
4.1 安装方法一——使用 Dashboard 安装 Windows 10 IoT Core	25
4.2 安装方法二——下载文件和烧入	28
4.2.1 下载树莓派 2 的 Windows 10 IoT Core tools	28
4.2.2 安装树莓派 2 的 Windows 10 IoT Core tools	29
4.2.3 烧录树莓派 2 的 Windows 10 IoT Core 到 Micro SD 卡上	32

4.3	在树莓派 2 运行 Windows 10 IoT Core	36
第 5 章 Windows 10 IoT Core 开发环境设置——Visual Studio Community 2015		
5.1	作业系统 Windows 10 的版本确认和升级	38
5.2	安装 Visual Studio Community 2015	40
5.3	设置 Visual Studio Community 2015	45
5.4	确认 Visual Studio 版本	50
5.5	设置和打开 Developer Mode	50
第 6 章 Windows 10 IoT Core 使用教学		
6.1	Windows 10 IoT Core 系统	53
6.2	通过浏览器连接到 Windows 10 IoT Core	57
6.3	Windows 10 IoT Core 的网页环境功能介绍	60
6.4	设置 WiFi 连接	67
6.5	在 Windows PC 运行 PuTTY 连接到 Windows 10 IoT Core	70
6.6	在 Mac、Linux、iOS 和 Android 上运行 SSH 连接到 Windows 10 IoT Core	73
6.6.1	Android 上的 SSH	76
6.6.2	iOS 上的 SSH	77
6.7	运行 PowerShell 连接到 Windows 10 IoT Core	77
6.8	FTP 文件传输通信协议	82
6.9	用计算机 FTP 登录 Windows 10 IoT Core	82
6.9.1	在 Windows 计算机使用 IE 和文件总管连接 FTP	82
6.9.2	使用 FileZilla FTP 软件	83
6.9.3	在 Mac 计算机使用 FTP 登录	86
6.9.4	Android 和 iOS 手机 FTP 连接	87
6.9.5	在树莓派的 Raspbian 中安装 FileZilla FTP Client 软件	89
第 7 章 Windows 10 IoT Core 文字指令		
7.1	MS-DOS 指令教学	91
7.1.1	dir 列出文件	91
7.1.2	copy 复制	93
7.1.3	ren 修改文件名	94
7.1.4	cd 移动路径	95
7.1.5	md 新建一个目录	95
7.1.6	rd 删除一个空目录	96
7.1.7	del 删除	97

7.1.8	xcopy 复制文件或子目录	98
7.1.9	move 移动文件或子目录	98
7.1.10	path 设置运行档的寻找路径	100
7.1.11	其他指令	100
7.2	Windows 10 IoT Core 新增指令	101
7.2.1	setcomputername 设置机器名称	101
7.2.2	shutdown 重新开机和关机	103
7.2.3	net user 新增帐号和口令	103
7.2.4	Reg 修改网络的 Port	104
7.2.5	网络相关指令	104
7.2.6	IotStartup 引导 APP 的设置	106
第 8 章	我的第一个 Visual C# 程序	109
8.1	程序语言与 C# 概述	109
8.2	创建第一个 C# 程序	110
8.3	调试	113
8.4	程序错误的修复方法	114
第 9 章	C# 程序语言	117
9.1	注释的使用方法	117
9.2	System, Console, Write 和 System, Console, WriteLine	118
9.3	数据类型	120
9.3.1	byte 和 sbyte	120
9.3.2	short 和 ushort	121
9.3.3	int	121
9.3.4	long	122
9.3.5	float	123
9.3.6	double	123
9.3.7	decimal	124
9.3.8	bool	124
9.3.9	定义数据类型	124
9.3.10	char	125
9.3.11	string	126
9.3.12	文字数据类型	126
9.4	数学运算	127
9.5	判断式	129

9.5.1	逻辑判断	129
9.5.2	if 条件判断	131
9.5.3	switch 条件判断陈述式	133
9.6	循环	135
9.6.1	for	135
9.6.2	goto	136
9.6.3	while	138
9.6.4	do...while	139
9.7	数组	140
9.7.1	一维矩阵 array	140
9.7.2	二维矩阵和 multidimensional 矩阵	141
9.7.3	foreach	143
9.7.4	Dictionary	144
9.8	class 类型	145
9.8.1	创建自己的 class 类型	145
9.8.2	类型函数和参数	147
9.8.3	object 类型	149
9.8.4	属性	150
9.8.5	class 类型——继承	153
9.8.6	this 的用法	156
9.8.7	base 调用父类函数——virtual 与 override	158
9.8.8	public、protected 和 private 关键字	160
第 10 章	我的第一个 Windows 10 IoT Core 程序	163
10.1	开发 Windows 10 IoT Core 程序	163
10.2	Windows 10 IoT Core 数位输出程序	168
10.3	编写 Windows 10 IoT Core 程序	172
10.3.1	创建新案例并添加 IoT 函数库	172
10.3.2	在树莓派上运行 Windows 10 IoT Core 程序	179
10.3.3	设置 Release 版的应用程序	182
10.3.4	通过 AppX Manager 管理运行、关闭和删除 App	183
10.3.5	指定引导时运行的应用程序	185
第 11 章	GPIO 引脚输出控制	187
11.1	数位输出函数	187
11.1.1	GPIO 控制的类型 GpioController.Default	187

11.1.2	指定引脚 GpioController OpenPin()	188
11.1.3	引脚动作 GpioPin SetDriveMode(pin)	189
11.1.4	输出电位 GpioPin Write(电位)	190
11.1.5	专题制作——控制 LED 灯光程序	191
11.2	使用界面与硬件交互	194
11.3	专题制作——霹雳灯案例	195
11.4	时间延迟的设计	199
11.5	专题制作——使用七段式 LED 数字灯显示 IP 位置	202
11.5.1	七段式 LED 数字灯硬件	202
11.5.2	显示单一数字	204
11.5.3	计时器——显示现在的秒数	208
11.5.4	显示机器的网络位置	211
第 12 章	GPIO 引脚输入控制——硬件按键	215
12.1	数位输入读入 GpioPin Read	215
12.2	按键种类	216
12.3	专题制作——读入按键输入	217
12.3.1	读入按键输入函数方法一	217
12.3.2	读入按键输入函数方法二	219
12.4	切换式开关	221
12.5	专题制作——使用水银开关作倾斜检测	223
第 13 章	类比数据输出——RGB 灯光控制	226
13.1	树莓派的 GPIO Analog 类比输出	226
13.2	RGB 灯光控制	226
13.3	Analog 类比输出	232
13.4	RGB LED 灯——全彩颜色的控制	240
第 14 章	PWM 输出——步进马达控制	247
14.1	Windows 10 IoT Core 的 PWM 脉冲宽度调制	247
14.2	PWM 函数	248
14.3	Servo 步进马达	253
14.4	使用 PWM 控制 Servo 步进马达旋转角度	255
第 15 章	类比数据输入	261
15.1	类比数据读入	261

15.2	数位输入 IC	262
15.3	实验——ADC0804 类比输入和二进制 LED 灯	264
15.4	通过 ADC0804 读入类比数据	267
15.5	实验——小夜灯和光敏电阻	272
第 16 章 脉冲输入和输出——距离传感器		275
16.1	脉冲	275
16.2	脉冲输出处理	276
16.3	实验——读入按下按键的时间	281
16.4	超声波距离传感器	285
16.4.1	超声波距离传感器——三引脚	286
16.4.2	超声波距离传感器——四引脚	287
16.5	实验——判断距离	288
第 17 章 UART 序列通信数据传递		293
17.1	UART 序列通信数据传递	293
17.2	UART 相关函数	295
17.2.1	取得可用设备 GetDeviceSelector	295
17.2.2	取得设备详细数据 FindAllAsync 和 FromIdAsync	295
17.2.3	设置 UART 设备传输速度 SerialDevice 类型	297
17.2.4	UART 数据的输出 DataWriter	300
17.2.5	UART 读入数据 DataReader	300
17.2.6	使用 Async 和 Await 设计异步程序	301
17.3	UART 序列通信数据传递	301
17.4	UART 传递数据编程	305
17.5	寻找该机器上所有的 UART 设备	308
17.6	Windows 10 IoT Core 与 PC 上串口作数据传递	315
17.6.1	计算机的 UART 串口介绍	315
17.6.2	Windows 软件——Hyper Terminal 的使用	320
17.6.3	通过 UART 程序传递数据	324
17.6.4	在 Linux 设备上通过 UART 传递数据——Install Minicom	327
第 18 章 I2C 和 SPI 数据传递控制——水平纵向		330
18.1	I2C 介绍	330
18.2	I2C 函数	331
18.3	ADXL345 三轴重力加速度/倾斜角度模块	332

18.4 SPI 介绍	339
18.5 SPI 函数	341
第 19 章 蓝牙 4.0 与 IoT——家电控制	343
19.1 显示所有的 iBeacon 设备	343
19.2 iOS 传送和接收数据给 Windows 10 IoT Core 设备	349
19.3 智能手机控制 LED	354
19.4 智能手机控制家电开关——继电器	358
19.4.1 继电器	358
19.4.2 智能手机控制继电器	359
第 20 章 多个数位输出引脚	362
20.1 扩展出多个引脚——74HC595	362
20.2 实验——74HC595	364
附录 A Windows 10 IoT Core 的 Arduino 程序	368
A.1 安装 Windows IoT Core Project Templates	368
A.2 设置 Windows 10 IoT Core	370
A.3 创建和运行 Arduino 程序案例	372
附录 B 硬件列表	381

第 1 章



Windows 10 IoT 概述

本章将介绍 Windows 10 IoT 的系统和特色。Windows 10 IoT 的执行画面如图 1-1 所示。



图 1-1 Windows 10 IoT 的执行画面

1.1 Windows 10 IoT Core 介绍

2014 年 9 月 30 日,在旧金山的 Windows 10 技术预览大会上,微软作业系统事业群执行副总 Terry Myerson 介绍了号称有史以来最完整的作业系统的产品——Windows 10; 并且同年的 10 月 7 日,在 Gartner 一场超过 3 千名 CIO 参加的研讨会 Symposium/ITxpo 2014 上,微软执行长 Satya Nadella 首度披露了 Windows 10 的战略定位。Satya Nadella 表示,Windows 10 是微软跨入全新一代 Windows 作业系统的第一步,而不只是延续 Windows 8 的下一个版本,IoT 需要一个可管理且安全的运作系统,Windows 将是能满足

该目标的 OS,这正是微软的物联网战略。

Windows 10 不只是一个 PC、平板或手机的作业系统,也是一个能够在任何运算环境中执行的平台。这样的运算平台未来能连接超过两千亿个感测器,Windows 10 也将可以在任何尺寸的屏幕上执行,包括可穿戴式设备和物联网设备。

来自云端产品部门的 Satya Nadella,从云端高度勾勒出微软战略蓝图,将各种 IoT 设备和行动设备搜集到的消息和数据,通过一个单一微软作业系统平台串连到微软云端 Azure 中,存储在 Azure 的存储云和数据服务云上;再利用运算云和大数据分析等服务来处理,并结合机器学习运算服务和 IoT 智慧系统服务(intelligent systems services)等来打造一个无所不在的智慧环境。

2015 年 3 月,微软发布了可执行于树莓派 2(Raspberry Pi 2)和 MinnowBoard Max 的物联网作业系统 Windows 10 IoT Core,并且针对 Arduino 提供了微软的开发方案。开发者可到 Windows IoT Dev Center 选择开发板,再循序下载必要的工具,以开始打造物联网设备。本章节稍后会详细地介绍完整的安装和设置步骤。

最新版的 Windows 10 IoT Core 需要执行 2015 年 7 月 29 日的版本 Windows 10(Build 10240)及 Visual Studio 2015 的开发 PC 环境,Windows 10 IoT Core 可以免费下载。微软于 2015 年 5 月 Build 大会宣布了专为规模、嵌入式物联网设备打造的轻量型作业系统 Windows 10 IoT Core,并指出在有屏幕的设备环境下,Windows 10 IoT Core 并不具备 Windows shell,开发人员只要撰写通用型 Windows App 就可以作为设备界面。IoT Core 旨在降低开发专业级设备的门槛,并可与多种开放源码语言及 Visual Studio 等结合使用。为了示范推广 Windows 10 IoT Core,微软还提供了相当多的样例程序,提供开发者下载使用,运行效果如图 1-2 所示。



图 1-2 Window 10 IoT 的执行画面

在 2016 年 2 月 28 日树莓派 3(Raspberry Pi 3)推出之后,微软的 Windows 10 IoT Core 也宣布已经同步支持树莓派 3,相信更快的硬件,必定让用户有更佳体验。

物联网市场除了微软,其他重量级的作业系统还有 Ubuntu 在 2016 年初推出的专为物联网打造的 Snappy Ubuntu Core,运行效果如图 1-3 所示。Google 也将于 2016 年 5 月公布轻量级 Android 作业系统,别名为 Brillo。

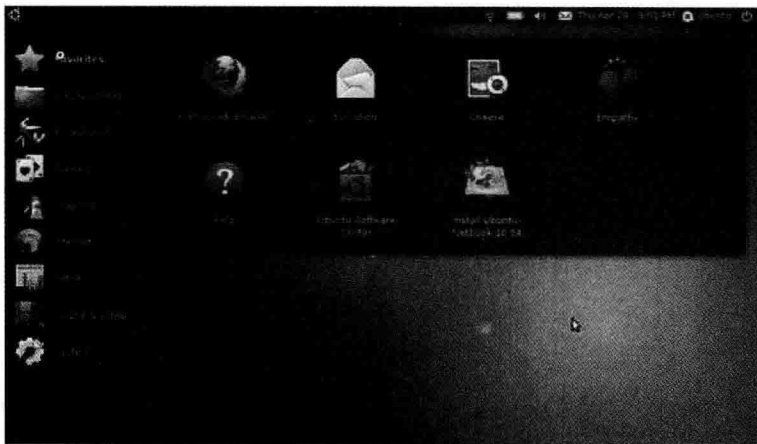


图 1-3 Snappy Ubuntu Core 在树莓派 2 的执行画面

1.2 Windows 10 IoT Core 功能和特色

当前支持 Windows 10 IoT Core 的硬件有:

- 树莓派 2;
- MinnowBoard Max;
- DragonBoard410C。

第二章将会有每一个硬件的详细的说明,因为硬件的差异,会带来功能上的差异。

正式版 Windows 10 IoT Core 加入了 WiFi 及蓝牙支持、强化 Python 程序语言与 Node.js 支持,包括新的 Express Node.js 案例模板。此外,新的通用窗口平台(universal windows platform, UWP)API 也让应用程序更容易控制时区及网络连接等系统管理功能。微软强调 Windows 10 IoT Core 的开放性,除了支持多种开放源码语言,开发人员也可在 Github 找到 IoT 的开发样例,以及许多技术文件、函数库及工具,如图 1-4 所示,并以开放源码的方式公开 Python 及 Node.js 的案例系统与 runtime 支持。

微软也强化了与 Arduino 社群的合作,使 Windows 10 及 Windows 设备更容易和 Arduino 互通,这意味着在 Arduino 上制作的设备可以在 Windows 10 设备上使用,而且开发者也可以用 Arduino 程序语言直接开发,并在 Windows 10 IoT Core 执行 Arduino 程序,

详细内容请参考“附录 A Windows 10 IoT Core 的 Arduino 程序”。

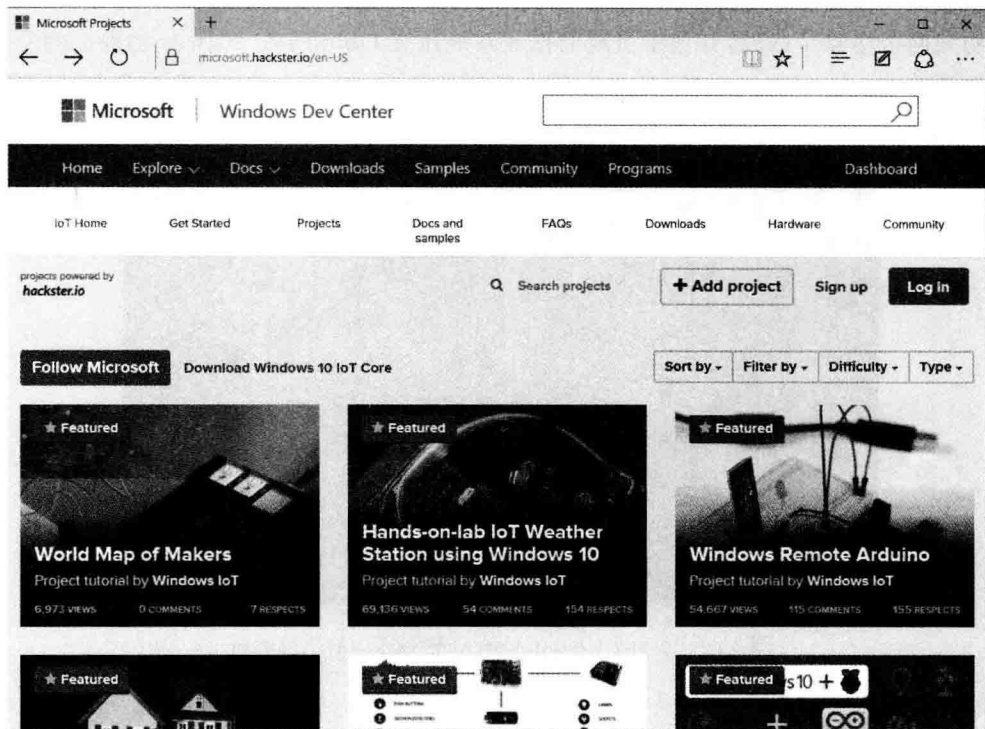


图 1-4 微软 Windows 10 的 hackster.io 样例案例

Windows 10 IoT 的主要特色是：只要是开发一个案例，就能在多种执行 Windows 10 IoT 核心版的设备上，快速创建 Windows IoT 解决方案原型并加以设置。

整合 Visual Studio 的开发环境，可通过 Windows 10 提供的强大工具来快速开发并部署到指定设备。

运用开放式结构，协助将开发者的设备连接到 Microsoft Azure。通过运用高级分析服务，Microsoft Azure 云端服务，结合 IoT 的案例，例如 Connect-the-Dots 案例，网址是 <https://github.com/Azure/connectthedots>，而通过云端的技术，如图 1-4 所示，就能整合出大数据的威力，如图 1-5 所示。

微软通过 GitHub 与其他 Maker 开发者合作，以分享 Windows 10 IoT 的案例代码和教学。只要加入 GitHub 社群即可查看其他人建置的 Win 10 IoT 的案例项目，这样相互正面激励的协助下，将会对未来发布的 SDK 产生积极的影响，让开发者拥有更多的资源。

当前官方提供了很多样例，所有 IoT Core 的研发案例都可整合在 hackster.io 中，网址为 <https://microsoft.hackster.io/en-US>。