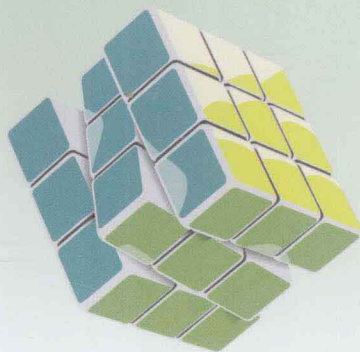
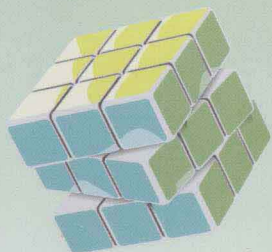


Arduino 开源硬件+Yeelink 服务平台实战
大量实际工程案例，硬件需求→连线图→软件编程



玩转 Arduino

物联网应用篇

陶 冶 王晓东 刘 君 编著



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

玩转 Arduino: 物联网应用篇

陶冶 王晓东 刘君 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书采用大量实例(智能家居安防报警系统、植物生长状态监测、GPS 传感器、家具环境监控、空气质量采集等)讲解的方式带领读者亲历从开始 Arduino 创意到最终完成项目的全部过程。采用 Yeelink 平台,内容由易到难,循序渐进,精心编排,每个实验均配有电路图和具有详细注释的源程序,方便读者上手练习。

本书配套资料中包含了所有实验的源代码,读者可以到北京航空航天大学出版社网站(www.buaapress.com.cn)的“下载专区”或者 <http://bbs.yeelink.net/forum.php> 的图书专栏免费下载。

本书适合高等院校电子专业、物联网专业的学生阅读,也是电子爱好者开展电子制作项目的参考手册。

图书在版编目(CIP)数据

玩转 Arduino: 物联网应用篇 / 陶冶, 王晓东, 刘君
编著. -- 北京: 北京航空航天大学出版社, 2013. 7

ISBN 978-7-5124-1196-8

I. ①玩… II. ①陶… ②王… ③刘… III. ①单片微
型计算机—程序设计 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 156754 号

版权所有,侵权必究。

玩转 Arduino: 物联网应用篇

陶 冶 王 晓 东 刘 君 编 著

责任编辑 陈 旭

*

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@gmail.com 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:11 字数:234 千字

2013 年 7 月第 1 版 2013 年 7 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978-7-5124-1196-8 定价:29.00 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

近年来,物联网技术快速发展,将逻辑上的信息世界与物理世界融合在一起,正在改变着人与自然的交互方式。人们可以通过传感器网络直接感知客观世界,例如,在工业自动化领域,利用无线传感器网络技术实现远程检测、控制,从而极大地扩展现有网络的功能。目前,传感器网络已经广泛应用于军事和安保、环境和污染监测、空间探索、医疗护理、智能交通、智能建筑、智能家居、工业控制等领域。

但是,多数物联网应用中,嵌入式感知/控制设备通常采用不同的硬件平台、操作系统、数据库和中间件,而且大都部署在无法自由交换信息的异构网络中,通过专用的业务系统和管理平台提供应用。由于构建这些传感器网络的设备数据、数据采集、处理以及存储方式、通信协议等方面存在较大差异,使得这些网络成为一个一个的信息“孤岛”,很难将它们互联在一起,也就难以达到资源有效分配、共享的目的。

本书利用 Arduino 开放源码的软硬体平台和 Yeelink 物联网公共服务平台,构建一种新型的传感器 Web 整合框架,从而实现将各种传感器数据从传感器节点汇聚到 Arduino,然后通过网络送到管理平台。用户使用客户端通过 Internet 访问该平台的数据库,对数据进行可视化处理,并在此基础上查看网络和节点的历史/实时曲线图、网络拓扑图和监测信息的数据列表。

本书主要面向 Arduino 爱好者和物联网领域的入门初学者,通过阅读本书,不仅可以了解传感器 Web 领域的基础知识,还可以借助书中的大量实例增强动手能力。在编排上,从实战角度出发,并配有详尽的说明文档和较为完整的例程。

全书共分 5 篇,第 1 篇“Arduino 基础篇”,重点介绍物联网基础和 Arduino 开源硬件的概况;第 2 篇“Arduino 入门篇”,通过几个简单实例讲解 Arduino 的基本组件和编程方式;第 3 篇“Yeelink 简介篇”,介绍公共物联网服务平台的基本原理和 API;第 4 篇“Arduino+Yeelink 实战篇”,将 Arduino 硬件和 Yeelink 平台结合,讲解了几个典型的实际应用,帮助读者熟练掌握;第 5 篇“Arduino+Yeelink 高级篇”,通过综合案例加深读者对开源传感器 Web 领域的深刻理解。

本书配套了书中所有实例的源代码,读者可以登陆 <http://bbs.yeelink.net/forum.php> 的图书专栏或北京航空航天大学出版社网站(www.buaapress.com.cn)的

“下载专区”免费下载。

本书编写过程中参考了大量国内外文献以及开源社区的文章,在此一并表示感谢。另外,感谢 Iteadstudio 提供的硬件支持。由于涉及领域新,加之编写仓促,错误在所难免,欢迎读者提出宝贵意见。

有兴趣的读者可发送电子邮件到: support@yeelink.net, 或者登录 <http://bbs.yeelink.net/forum.php> 的图书专栏与作者联系。

编 者
2013.6



Arduino 基础篇

第 1 章 概 述	2
1.1 认识物联网	2
1.1.1 感知层	4
1.1.2 中间层(网络层)	4
1.1.3 应用层	5
1.2 开源软件与开源硬件	7
1.2.1 开源软件	7
1.2.2 开源硬件	8
1.3 Arduino 简介	10
1.3.1 Arduino 的历史	10
1.3.2 Arduino 的优势	11
1.3.3 Arduino 的应用领域	12
第 2 章 Arduino 工作环境	14
2.1 Arduino 硬件概述	14
2.1.1 电源部分	15
2.1.2 电源引脚	16
2.1.3 输入输出端口	16
2.1.4 通信接口	17
2.2 Arduino 软件平台	17
2.2.1 Arduino IDE 下载安装	17
2.2.2 Arduino 驱动安装	19
2.2.3 Arduino IDE 菜单	20
2.2.4 Arduino 库	25

Arduino 入门篇

第 3 章 Arduino 与传感器数据读取	29
3.1 如何使用模拟型传感器——光敏传感器电子积木(模拟模式)	29
3.1.1 硬件需求	30

3.1.2 连线图	31
3.1.3 软件编程	31
3.2 如何使用数字型传感器——光敏传感器电子积木(数字模式)	32
3.2.1 硬件需求	32
3.2.2 连线图	33
3.2.3 软件编程	33
3.3 如何使用单线接口传感器——DTH11 温湿度传感器	34
3.3.1 硬件需求	34
3.3.2 连线图	35
3.3.3 软件编程	36
第4章 Arduino 的通信接口与外围模块	38
4.1 如何使用 Arduino 的 SPI 接口——SD 卡模块	38
4.1.1 硬件需求	39
4.1.2 连线图	40
4.1.3 软件编程	41
4.2 Arduino 的 I ² C 接口——RTC 时钟模块	42
4.2.1 硬件需求	45
4.2.2 连线图	45
4.2.3 软件编程	46
4.3 Arduino 的 UART 接口——串口 1602 显示屏模块	48
4.3.1 硬件需求	50
4.3.2 连线图	51
4.3.3 软件编程	51
第5章 Arduino 控制机电设备	53
5.1 如何使用 Arduino 控制继电器	53
5.1.1 硬件需求	53
5.1.2 连线图	54
5.1.3 软件编程	55
5.2 如何使用 Arduino 控制直流电机	55
5.2.1 硬件需求	58
5.2.2 连线图	59
5.2.3 软件编程	60
5.3 如何使用 Arduino 控制步进电机	60
5.3.1 硬件需求	61
5.3.2 连线图	61
5.3.3 软件编程	62

第 6 章 两个 Arduino 之间如何进行通信	64
6.1 通过 UART 连接通信	64
6.1.1 硬件需求	64
6.1.2 连线图	65
6.1.3 Arduino 的软件编程	65
6.2 315 MHz 的世界——PT2262/2272 通信方式	67
6.2.1 硬件需求	70
6.2.2 连线图	70
6.2.3 软件编程	71
6.3 2.4 GHz 的世界——Nordic 24L01 通信的方式	73
6.3.1 硬件需求	76
6.3.2 连线图	77
6.3.3 软件编程	78

Yeelink 简介篇

第 7 章 物联网服务平台	86
7.1 物联网大规模应用面临的问题	86
7.2 传感器的网络化	88
7.3 物联网服务平台的架构设计	90
7.3.1 总体架构	90
7.3.2 中间件	92
7.3.3 平台服务模式	92
第 8 章 Yeelink 平台简介	93
8.1 概 述	93
8.2 Yeelink 平台关键技术	95
8.2.1 移动 APP 融合技术	95
8.2.2 社交网络融合技术	95
8.2.3 设备云端管理技术	96
8.2.4 事件驱动的消息分发技术	97
8.3 Yeelink 的使用	98
8.3.1 如何注册 Yeelink 用户	98
8.3.2 如何向 Yeelink 平台发送数据	102
8.3.3 如何从 Yeelink 平台取回数据	103
8.3.4 Yeelink 对 Arduino 的反向控制	105
第 9 章 Yeelink 的设备和传感器	106
9.1 数值型传感器	107

9.2 开关型传感器	109
9.3 GPS 型传感器	110
9.4 泛型传感器	111
9.5 图像传感器	111
9.6 微博传感器	112
第 10 章 Yeelink 平台上的“动作”和“事件触发器”	114
10.1 支持的“动作”类型	116
10.1.1 短信和电子邮件	116
10.1.2 网址推送	116
10.1.3 发送微博	117
10.2 “动作”和“触发器”的应用实例	118
10.2.1 如何在数值型传感器达到阈值时触发 Email 事件	118
10.2.2 如何用传感器参数去触发新浪微博	118
10.2.3 如何使用微博传感器来控制开关型传感器	119

Arduino+Yeelink 实战篇

第 11 章 植物生长状态监测	122
11.1 原理介绍	122
11.2 硬件需求	122
11.3 Yeelink 平台配置	123
11.4 Arduino 编程实现	126
第 12 章 智能家居安防报警系统	130
12.1 原理介绍	130
12.2 硬件需求	131
12.3 设备连接	132
12.4 Yeelink 平台配置	133
12.5 Arduino 编程实现	134
第 13 章 GPS 传感器和基于位置的应用服务	138
13.1 原理介绍	138
13.2 硬件需求	138
13.3 设备连接	139
13.4 Yeelink 平台配置	140
13.5 Arduino 编程实现	140

Arduino+Yeelink 高级篇

第 14 章 家居环境监控	145
14.1 硬件要求	145
14.2 软件要求	146
14.3 VMWare 配置过程	147
14.4 系统联调	150
14.4.1 配置固件	151
14.4.2 安装 wget、curl	152
14.4.3 添加定时任务	153
第 15 章 空气质量采集器	155
15.1 硬件设备	155
15.3 设备连接	157
15.4 测试和校准	159
15.5 系统联调	161
参考文献	163

Arduino 基础篇

第 1 章 概 述

第 2 章 Arduino 工作环境

第 1 章

概 述

1.1 认识物联网

物联网理念如今已经逐渐深入人心,并随着传感器技术、通信技术和互联网技术的发展逐渐触及社会的每一个角落。物联网存在的意义在于彻底改变了人与人创造的机器世界和周边环境的交流方式,从此,人们能够更自由、更简单地获取各种各样的信息,也更容易与机器交互,甚至是让机器与机器(M2M)之间建立通信和对话的桥梁,让机器更好地为人类服务。随着大数据时代的到来,通过对海量传感器数据进行存储,提取有价值的信息并形成模型,对城市管理、自然科学等方面的研究都有着重要的意义。一些大型公司所号召的物联网应用,如 IBM 的智慧星球、Google 的智能眼镜、NASA 的星球皮肤等项目,都已经逐渐获得了市场和人们的认可。

那物联网具体有哪些表现形式,它又能为人们提供哪些方面的好处呢?一个典型的应用,就是使用 RFID 或者二维码标签对各种各样的物体进行唯一性标识,使物品从生产、销售直至回收流程中,能够进行全生命周期的监控,例如对农产品的产地进行精确回溯、对生产机械的制造和运行进行监控,这样除了能够对产品的质量问题的快速定位外,还赋予了用户更多的能力,比如远程对机械的工作情况采集甚至控制。

另一些典型意义的物联网应用一般要完成传感器数据的采集、存储和数据的加工和处理这 3 项工作。举例来说,对于驾驶员,希望获取去目的地的路途上的路况,为了完成这个目标,就需要有大量的交通流量传感器对几个可能路线上的车流和天气状况进行实时采集,并存储到集中的路况处理服务器,应用在服务器上通过适当的算法得出大概的到达时间,并将处理的结果展示给驾驶员。如果对典型的物联网项目进行拆分,从能看得到的硬件的角度进行分类,需要:

① 用来采集大量数据的传感器节点,这里根据项目的不同,使用的传感器性质也千差万别,例如,在水产养殖等条件恶劣的环境下,水下使用的传感器对耐腐蚀、抗

氧化、温度变化补偿等方面有格外高的要求,而能够长期在土壤内测试各种农作物微量元素传感器的传感器也有特定的要求。

② 将采集的数据发送到后台云平台的通信手段,比如有的项目采用了有线以太网数据传输,有些移动性质的项目则采用了 GPRS 或 3G 等方式进行数据传输,如果在野外或者是海洋,还要选用类似铱星或海事卫星等卫星通信方式。

③ 能够处理大量并发数据的服务器集群,如一个城市的交通状况检测系统可能要布置数百乃至上千个监测点,才能够完整地描绘整个城市的交通状况。当大量的数据从传感器发送过来的时候,需要服务器在很短的时间内完成对这些数据的收集、整理、存储,再提供给需要数据的其他程序处理,这些都需要庞大的计算量,在这种情况下,高性能的服务器集群就有用武之地了。

④ 展示数据,这是能够给人最直观体验的物联网环节,如 GPS 的行车路径规划,用户提交目的地信息后,后台服务器根据当前路况信息,智能规划出时间最短的路径,并将路径结果送回移动显示终端上。最终的数据展示给用户的这一过程,使得物联网切实地改善了人们的生活品质。

物联网行业的研究人士也从整个行业应用的角度对物联网应用进行业务层面的分层,以便进行研究和加分析。最常见的分层方法就是将物联网分为感知层、中间层(也称网络层)、应用层 3 个层面,如图 1-1 所示。

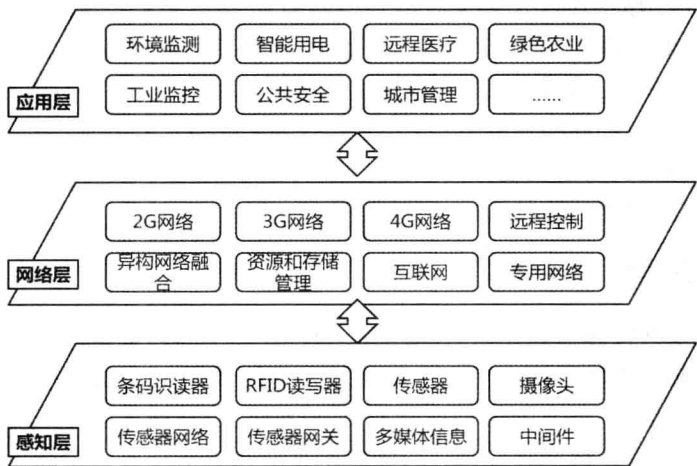


图 1-1 物联网体系架构

其中,各部分功能如下:

- 传感器硬件和接入互联网的通信网关负责将传感器数据采集起来并发送到互联网服务器;
- 网络层部署高性能的数据接入服务器和海量存储;
- 应用层通过开发特定应用来处理结果展示服务。

1.1.1 感知层

感知层是物联网的皮肤和五官,用于识别物体和采集信息。感知层包括二维码标签和识读器、RFID 标签和读写器、摄像头、GPS、传感器、M2M 终端、传感器网关等,主要功能是识别物体、采集信息,与人体结构中皮肤和五官的作用类似。

感知层解决的是人类世界和物理世界的获取数据问题。它首先通过传感器、数码相机等设备采集外部物理世界的信息,然后通过 RFID、条码、工业现场总线、蓝牙、红外等短距离传输技术传递数据。感知层的关键技术包括检测技术、短距离无线通信技术。

对于 RFID 网络来说,附着在设备上的 RFID 标签和用来识别 RFID 信息的扫描仪、感应器都属于物联网的感知层。在这一类物联网中被检测的信息就是 RFID 标签的内容,现在的电子(不停车)收费系统(Electronic Toll Collection,ETC)、超市仓储管理系统、飞机场的行李自动分类系统等都属于这一类结构的物联网应用。

感知层部分通常还承担着无线自组网等近距离通信技术,如何低成本、低功耗、高可靠地获取传感器数据是这个领域的热点研究方向,一些典型的技术手段,如电力线载波调制、ZigBee 无线自组网通信技术、低功率 WiFi 在这个领域获得了广泛的重视与应用。

针对具体应用的不同,人们关心的传感器数据各有不同。例如,对安防应用来说,用户希望能够读取家庭里布置的门磁、红外等传感器的数据;而对于海洋研究来说,希望能够读取特定海域的气候信息;对风电系统来说,则希望能够获取设备的工作状态。所以,针对不同的业务类型,传感器的需求可谓千差万别。对于物联网数据传输手段,根据费用、便利程度等的不同要求,可以采用 GPRS、WiFi、网线、工业总线等,物联网应用的数据传输具有较大的差异性。

1.1.2 中间层(网络层)

在成功采集到传感器数据后,需要解决的另外一个问题就是传感器数据的存储。几乎任何一个典型的物联网应用都需要处理大量的数据,这对服务器的设计提出了相当高的要求。第一,需要能够同时承载数以万计、乃至数十万的同步网络数据传输,即首先要求把这些数据收好;第二,能够将这些海量数据以一定的规则存储好,同时,还要考虑和解决数据高效取回的问题。举例来说,500 个传感器以 10 s 一条的速度上传数据,一年能够达到上亿条的数据记录,这时候如何实现数据的快速查询和取回就变得极具挑战性。除此之外,服务器还需要考虑解决安全性、可维护性、不间断的服务能力等多种问题。

从业务的角度来看,中间层主要实现网络通信,实现不同网络通信协议的加/解密、中转、解析、适配,在某些文献中也将传感器数据的基础存储列为中间层的组成部分。众所周知,互联网上有着形形色色的服务和开放平台,例如公司的 ERP 系统、

CMS 系统、MES 系统、BOM 系统或支付系统等,当大量的一线传感器数据接入后台后,应用开发商往往不得不应对多个系统的接口,最终实现业务的对接,让数据真正产生价值。中间层在这里作为一个标准的适配接口,让开发者无需去操心一遍一遍地开发针对不同平台的配适器。例如,当关键的数据库存储系统从昂贵的 Oracle 切换到免费的 MySQL 时候,中间层对数据库的操作部分自动进行封装,实现了开发者一次编写随时可用的设计思想;再例如,当项目的支付系统从银联切换到支付宝的时候,或者是企业 ERP 软件从 SAP 切换到金蝶的时候,极可能地减少项目开发者的工作量,让开发者将主要的精力放到解决具体的业务问题上就显得特别有意义。

遗憾的是,这种非常重要的、解决了很多共性问题的平台型产品,往往是作为战略性的公司资产,大多很难获得到开放使用的权利,这就大大提高了普通开发者的切入行业门槛。这一层也是 Yeelink 主要起作用的地方,通过将这些物联网开发者和从业者经常使用的功能进行封装和开放化,使得很多的应用不需要开发者去到处寻找,通过在 Yeelink 上面简单调用 API 即可自由地控制数据的流向,实现自己的业务需求。

迄今为止,大量的创客和中小开发者已经在 Yeelink 平台上实现了不少实际的应用,实际上已经证明了,即使是刚刚从学校毕业的学生,甚至是在校大学生,借助开源硬件与 Yeelink 也能够实现传统意义上非常复杂的物联网应用。

1.1.3 应用层

所有的物联网业务在这一层上得到细化,这里会编写大量的业务逻辑代码,包括如何对采集到的物联网数据进行分析处理、进行数据的存储和格式化处理,并且能够让数据重新组合、汇总,让有用的数据以能够便于接受的形式显示出来,这就是物联网应用层应该起到的作用。

正是因为有了应用层面上的千差万别,我们才看到物联网在(如 RFID 领域的 ETC 不停车缴费、超市和物流公司的不停车盘点、安防公司的远程报警、河海水位防洪监测等)不同领域发挥了各不相同的作用。但是也应该看到,其实物联网应用层方面越是接近业务层,越是与传统的软件工程接近,所以有说法说,物联网的精华理念在于感知和中间层,不是没有道理的。

由于不同的行业对数据的应用需求多种多样,所以,在开发应用层的时候通常会首先聘请专业的架构师或咨询师完成项目的梳理,通过对工程目标(主要功能、性能、开支)的分析首先确定感知层和中间层使用的解决方案和开发手段,最后进行工程的实际运作。

对于物联网应用来说,数据的采集和展示也是非常关键的。随着移动互联网的兴起,人们已经不满足仅仅从 Web 浏览器去获取和查看数据,更多地希望能从智能手机、平板电脑等媒介实时地获取信息。传感器数据除了便于人们查看之外,还需要能够被远程设备直接获取,并按照预定义规则执行相应的动作。例如,大型养殖场根据室内温度的变化自动调节恒温系统,办公大楼根据大量光照传感器的读数及感知

的各楼层的人数自动调整灯光系统,这些都是典型的机器直接使用传感器数据的例子。这类应用更接近物联网的本质,即实现物与物的直接交流,人在这个应用环境中充当的角色是监视者。

从上面的介绍可知,尽管存在着形形色色的物联网应用,但是它们都需要有一个基于互联网的服务平台加以支撑,而这个平台的稳定性、可靠性、易用性对于物联网项目的成功实施起着非常关键的作用。所以,IBM、CISCO、HP 等 IT 基础设施和解决方案提供商、国内的一些科技行业巨头和科研院所,都提出了各种各样的平台方案,利用云计算、云存储等理念解决上述提到的物联网服务存在的共性问题。但遗憾的是,到目前为止,这些方案和解决思路都是封闭的,是为了解决特定问题而生成的,它们并未向社会开放使用。

事实上,随着世界上物联网理念的逐渐普及和深入人心,为草根阶层量身设计的物联网公共服务平台已经逐渐出现。国际上规模比较大的平台有 Scinan、Arrayent、COSM、Pachube 等。其中,COSM 是目前用户量最大的开放物联网平台,提供了一系列的数据上传手段,让每个人都能通过简单的开源硬件或者单片机,实现传感器数据的上传和存储;同时,它还提供了一系列的数据展示方式,例如 Dashboard,将多个传感器数据按照时间序列展现到同一个平台上,如图 1-2 所示。

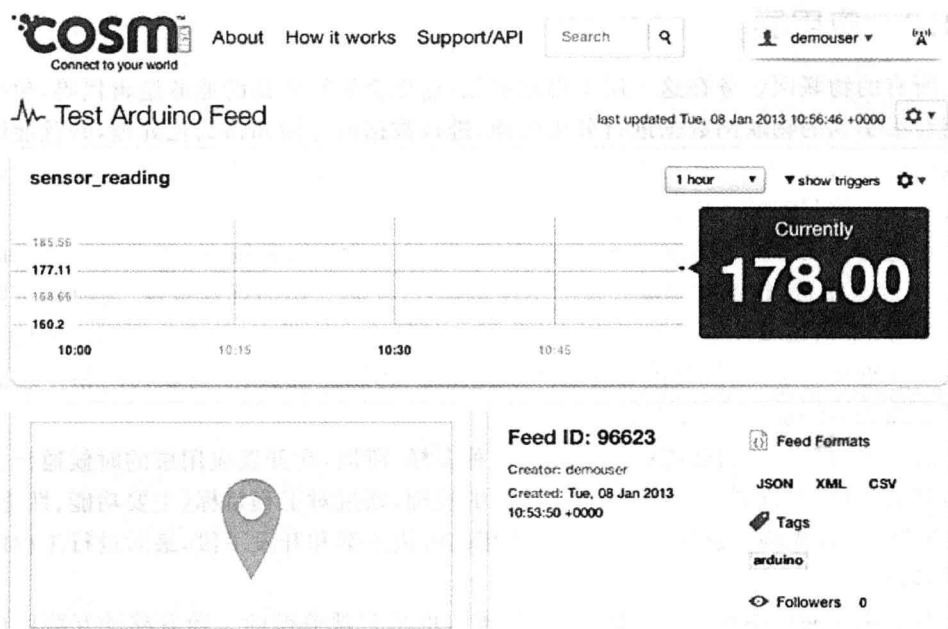


图 1-2 COSM 将多个传感器的历史数据反映到同一个 Web 数据面板上

另外,视频识别技术、增强现实技术和移动应用的结合使得 Android 手机对传感器设备进行识别,并自动将获取的传感器数据叠加到手机显示层上,如图 1-3 所示。

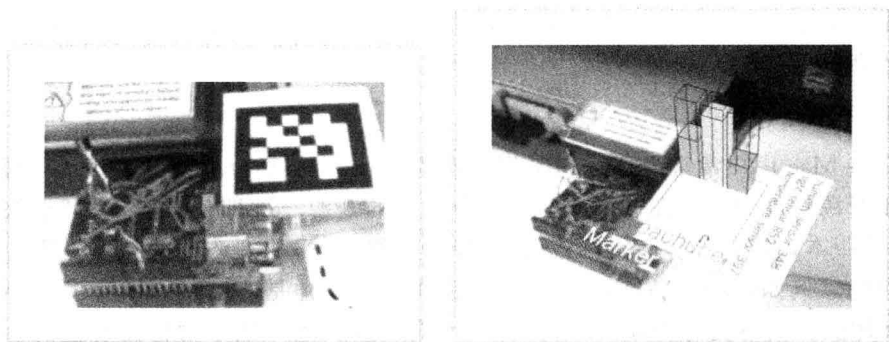


图 1-3 增强现实(AR)技术将传感器数据通过 3D 投影实时叠加到手机屏幕

同样,Yeelink 平台是国内第一家对公众开放的物联网公共服务平台,目标是服务中国的物联网用户,通过设计并定义良好的用户接口、丰富的数据呈现方式可编程的第 3 方服务架构,使得中小型企业 and 电子爱好者们能够非常简单地构建物联网应用服务。本书将详细介绍 Yeelink 平台以及如何利用它来完成用户的物联网项目。

1.2 开源软件与开源硬件

1.2.1 开源软件

自 Dennis Allison 在 1975 年发布 Tiny BASIC 以来,他所倡导的开放、共享的软件开源思想得到了多数开发者的认同。这些年,软件开源取得了令人瞩目的成绩。

在探讨开源硬件之前,首先思考一下开源软件为什么会流行。普通用户绝对不会在乎一款软件是否开放源代码、使用什么许可协议,他们唯一关注的是能不能花最少的钱用上最好的软件。那么,开源软件又是怎么做到便宜和好用的呢?

1. 免费性

开源软件最吸引人的地方毫无疑问是其一定程度的免费使用性,虽然其不见得能够免费应用于商业目的。相对于 Windows 操作系统成百上千的价格,可以自由传播、自由使用的 Ubuntu 早已向前迈了一大步。对于嵌入式系统而言,开源的系统可以降低设备制造成本,实惠消费者也是一个不争的事实。