



物联网工程专业系列教材



物联网系统设计开发方法与应用

郭忠文 著

METHODS OF DESIGN
AND DEVELOPMENT FOR SYSTEM OF

INTERNET OF THINGS



科学出版社

物联网工程专业系列教材

物联网系统设计 开发方法与应用

郭忠文 著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书系统阐述了利用现有的传感设备高效构建物联网系统的思路和方法。以本书提出的 IoT 七层参考模型为基础,对其中的传感设备层、数据传输层、数据采集层、单机应用层、数据存储层、互联服务层和集成应用层有重点和针对性地进行介绍,以 IoT 仪器模型为核心,阐述了系统的互联原理和方法。最后通过实际应用案例帮助读者深入理解和掌握书中的主要内容。

本书适合高等学校物联网工程、计算机和自动化专业作为教材使用,也适合其他相关专业作为选修课教材使用,还可供对物联网感兴趣的读者参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

物联网系统设计开发方法与应用 / 郭忠文著. —北京: 科学出版社, 2017.3

ISBN 978-7-03-052151-4

I. ①物… II. ①郭… III. ①互联网络—应用—高等学校—教材②智能技术—应用—高等学校—教材 IV. ①TP393.4②TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 053708 号

责任编辑: 赵丽欣 张瑞涛 / 责任校对: 王万红
责任印制: 吕春珉 / 封面设计: 蒋宏工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

三河市骏杰印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017 年 3 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2017 年 3 月第一次印刷 印张: 17

字数: 335 000

定价: 45.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈骏杰〉)

销售部电话 010-62136230 编辑部电话 010-62134021

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-64030229; 010-64034315; 13501151303

序

本书的面世意义深远，对于推动我国物联网技术的快速发展具有非常重要的作用。郭忠文教授作为物联网领域的科研工作者，以饱满的科研热情、执着的科研精神和踏实的科研作风，取得了可喜可贺的科研成果。他于2012年主持完成IEEE 1851国际标准，2016年主持完成GB/T 33137—2016国家标准，正在推动海洋物联网相关的ISO标准制定工作，为物联网技术的快速发展和应用贡献出一己之力。

物联网技术的发展和应用，得到世界各国的空前重视。物联网系统的建立，不仅涉及种类繁多的传感设备互连，还涉及传感信息处理系统之间的互连。大多数情况下，这些信息处理系统由不同开发者研发，彼此独立、结构各异，互连困难，严重制约物联网技术的快速发展及应用。因此，大规模物联网的建立和高效率的研发，必须具备统一的框架结构、软件模型和接口协议。

针对上述问题，本书给出了物联网系统的七层结构模型、IOT仪器模型、系统互联模型和云架构模型，以及在此基础上利用模型进行物联网系统高效开发的方法。同时，本书将制定系统互联国际和国家标准的思路和方法与其他内容融会贯通。上述模型和方法的提出，为物联网系统的顶层设计、快速开发及软件高效率复用，提供了切实有效的设计思路和实现方法。

本书以成熟的传感设备硬件环境为背景，从软件开发的实用角度进行阐述，既总结出传感设备硬件互联所遵循的规律，物联网应用软件结构组成和设计开发方法，又提供可参考的传感信息处理系统之间互联接口协议，并通过多个领域的应用案例对提出的模型和方法进行了详实的分析。全书深入浅出，内容系统全面，是作者多年从事物联网研究工作的总结。“为学日益，为道日损”，特将此书推荐给对物联网研究和应用系统开发有兴趣的读者，相信大家读完定会受益匪浅。

倪明选

2017年2月12日

前 言

物联网是网络技术发展和人类社会需求相结合的产物，目前得到了国家、社会和企业等层面的重视。众所周知，自 20 世纪末以来，信息技术对社会发展和人类进步产生了深远影响，显著提高了生产率和工作效率，便利了人们的生活。人们追求美好生活的愿望永无止境，物联网作为一门新兴技术将在这方面发挥重要作用。

物联网系统重要核心问题之一是实现传感信息、监测对象与用户之间的互联互通。实际上，有关传感信息的管理系统在工业、农业、军事领域及政府部门已经大量存在，因此物联网系统发展需要解决的关键问题之一，可以归结为解决系统之间的互联互通问题。不同领域，以及同一领域不同系统之间，由于用户需求和软件开发方法的差异，系统互联会面临非常严峻的挑战。作者通过在该领域 10 余年的科研和实践，发现了物联网系统互联开发的部分规律和有趣的方法，在此与读者分享。

这些规律和方法主要是物联网系统的整体架构、开发模型和互联方法。关于整体架构和模型，是在近百个实际应用案例的实施过程中，多次迭代改进形成的。互联方法主要是在整体结构框架下，通过制定互联接口协议完成的。作者曾主持制定相关国际和国家标准，把其中的思路、方法融入书中。整体架构建立的原则，除考虑系统间如何方便互联外，主要考虑软件开发模块的复用。物联网软件处理的核心信息为传感数据及与其相关的监测对象，传感数据是时间序列传感参数数值的集合，因此不同领域物联网系统中的软件模块具有很多共同特点，共用模块的设计和开发将显著提高软件效率。

本书主要分为两部分，前 6 章介绍物联网系统设计开发方法，第 7~9 章介绍应用案例。为便于读者深入理解和掌握本书内容，后续将推出与本书配套的实验系统。物联网开发实验，首先遇到的问题是需要利用传感设备进行调试，然而传感设备多种多样且价格昂贵，作者设想通过计算机仿真的方式解决该问题，这些仿真设备与对应实际设备的通信协议完全兼容，希望在仿真设备基础上开发的物联网软件可实现与真实设备的完全对接。

本书从开始写作到完成经历了9个月的时间。在本书编写过程中，科研团队的博士及硕士研究生：刘超、王玺、仇志金、咸琳涛、王续澎、徐霄阳、荆伟、刘石勇、郭帅、仇利克、孙中卫、商亚桥、黄珊珊和孙垚等同学，在资料整理、画图、校对等方面做了大量工作。此外，洪锋、冯源、蒋永国、姜明星、马鸿洋等青年教师，以及已毕业的研究生陈朋朋、罗汉江、郭瑛、洪璐、胡克勇等多位同学，为本书成果的积累提供了很大帮助，在此一并表示感谢。

尽管作者和科研团队的其他成员为本书的写作付出了辛苦努力，然而由于时间和能力有限，不足之处在所难免。此外，由于物联网技术复杂，应用领域广泛，本书总结的模型只经过了有限数量实际案例验证，涉及应用领域不够多，难免存在很多不足，需要在物联网技术发展过程中不断修正和完善，恳请广大读者指正。

郭忠文

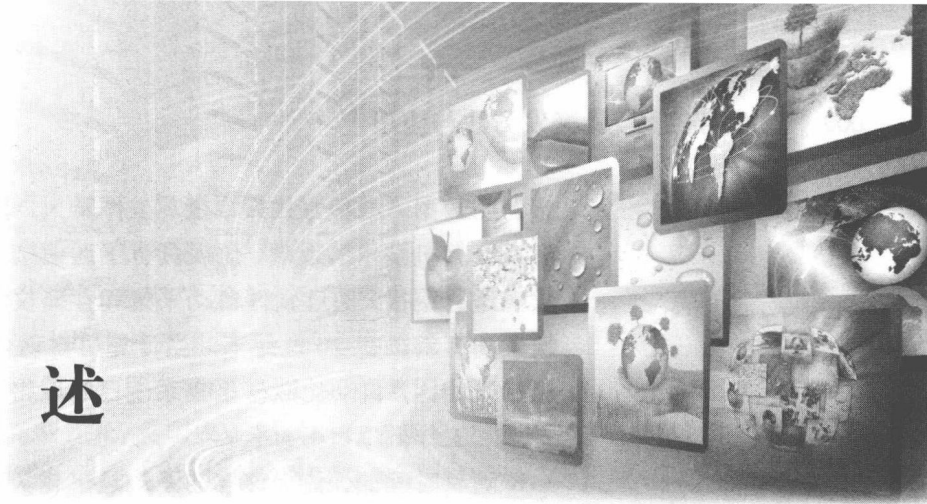


目 录

第 1 章 概述	001	3.3 电器产品测试	036
1.1 背景及趋势.....	001	3.3.1 数字功率计.....	037
1.2 主要挑战.....	004	3.3.2 多通道数据采集器.....	038
1.3 关键问题.....	005	3.3.3 数控仪.....	040
1.4 策略及方法.....	007	3.3.4 射频识别阅读器.....	041
1.5 组成结构.....	009	3.4 室内安全监测	042
1.6 内容及结构.....	011	3.4.1 温湿度传感器.....	043
1.7 阅读方法.....	013	3.4.2 明火探测器.....	043
本章小结.....	014	3.4.3 烟雾探测器.....	044
第 2 章 IoT 参考模型	015	3.4.4 视频监控.....	044
2.1 模型建立过程.....	015	3.4.5 数据采集器.....	046
2.2 IoT 七层模型.....	017	3.5 海洋测量设备	046
2.3 IoT 仪器模型.....	020	3.5.1 温盐深测量仪.....	046
2.4 互联模型.....	022	3.5.2 流速测量仪.....	049
2.4.1 IoT 串联模型.....	022	3.5.3 海洋多参数水质仪.....	052
2.4.2 同构互联.....	023	3.5.4 海上数字气象仪.....	054
2.4.3 异构互联.....	024	本章小结.....	056
2.5 云服务模型.....	024	第 4 章 数据传输和采集层	057
2.6 数据流模型.....	026	4.1 硬件连接.....	058
2.7 概念及术语.....	028	4.1.1 串行接口.....	058
本章小结.....	029	4.1.2 GPIB 接口.....	060
第 3 章 传感设备层	030	4.1.3 有线网络.....	061
3.1 物理模型.....	030	4.1.4 无线网络.....	064
3.1.1 模拟量接口.....	030	4.1.5 接口转换.....	065
3.1.2 开关量接口.....	031	4.1.6 通信终端.....	069
3.1.3 数字量接口.....	032	4.2 软件交互.....	072
3.1.4 数据采集器.....	033	4.2.1 串行口通信.....	072
3.2 应用模型.....	033	4.2.2 GPIB 通信.....	076
3.2.1 监测应用模型.....	033	4.2.3 网络通信.....	079
3.2.2 智能仪表结构模型.....	035		

4.3 数据采集层设计	083	5.11.4 传感参数设置	129
4.3.1 设计策略及结构	083	本章小结	130
4.3.2 数据交换方式	084	第6章 互联与集成	132
4.3.3 数据结构与算法	085	6.1 互联参考模型	132
4.4 模块结构及流程	091	6.1.1 互联接口模型	132
本章小结	094	6.1.2 理论互联模型	133
第5章 单机应用层	095	6.1.3 互联应用模型1	134
5.1 硬件环境	096	6.1.4 互联应用模型2	135
5.2 硬件控制模块	098	6.2 接口标准化模型	136
5.3 索引管理模块	100	6.2.1 传感层接口	136
5.4 传感器管理模块	101	6.2.2 采集层接口	140
5.5 导航模块	103	6.2.3 数据库转换	144
5.5.1 名称列表	103	6.2.4 互联接口	146
5.5.2 树形结构	104	6.3 国际标准案例	148
5.5.3 地图标识	105	6.3.1 标准背景	149
5.5.4 组合方式	105	6.3.2 标准框架	149
5.6 数据列表模块	106	6.3.3 服务接口	152
5.7 数据管理模块	107	6.4 国家标准案例	154
5.7.1 模块结构	108	6.4.1 标准背景	154
5.7.2 数据类型	108	6.4.2 标准框架	155
5.7.3 模块接口	111	6.4.3 标准接口	156
5.7.4 数据管理方法	112	6.5 集成客户端	160
5.8 曲线显示	114	6.5.1 软件结构	161
5.8.1 曲线界面	114	6.5.2 运行过程	162
5.8.2 界面操作	115	本章小结	162
5.9 查询与输出	117	第7章 自动监测应用	163
5.9.1 信息查询模块	117	7.1 智能农业大棚	163
5.9.2 数据导出	118	7.1.1 监控设备	163
5.9.3 曲线打印	118	7.1.2 大棚监控	164
5.10 数据分析	119	7.1.3 传感参数传递	166
5.10.1 常用特征分析	119	7.1.4 软件界面	166
5.10.2 格点数据分析	120	7.2 机房安全监控	168
5.11 模块功能定制	123	7.2.1 机房环境	168
5.11.1 系统信息定制	123	7.2.2 监控设备	168
5.11.2 索引管理模块定制	124	7.2.3 机房监控	169
5.11.3 导航模块—定制	126	7.2.4 传感参数传递	171

7.2.5 主要软件界面	172	8.4.3 传感参数传递	229
7.3 海洋环境观测	178	8.4.4 软件界面	230
7.3.1 需求概述	178	本章小结	235
7.3.2 监测原理及设备	179	第9章 系统互联应用	236
7.3.3 海洋观测	182	9.1 软件复用	236
7.3.4 传感参数传递	185	9.2 软件云服务	237
7.3.5 软件界面	186	9.2.1 同构云互联	237
本章小结	190	9.2.2 转接云互联	238
第8章 工业测试应用	192	9.2.3 异构云互联	239
8.1 需求概述	192	9.2.4 综合云互联	239
8.2 电冰箱测试	194	9.3 同构云互联应用	241
8.2.1 测试原理	194	9.3.1 案例背景	241
8.2.2 电冰箱测试 IoT 仪器	197	9.3.2 互联架构	241
8.2.3 传感参数传递	199	9.3.3 集成客户端	242
8.2.4 软件界面	200	9.4 转接云互联应用	244
8.3 热水器测试	208	9.4.1 案例背景	244
8.3.1 测试原理	208	9.4.2 互联架构	245
8.3.2 热水器测试 IoT 仪器	212	9.4.3 集成客户端	246
8.3.3 参数传递关系	214	9.5 综合云互联应用	249
8.3.4 软件界面	215	9.5.1 案例背景	249
8.4 空调测试	225	9.5.2 系统互联	251
8.4.1 测试原理	226	9.5.3 软件界面	254
8.4.2 空调测试 IoT 仪器	228	本章小结	261
		参考文献	262



第 1 章 概 述

物联网（Internet of Things, IoT）是新一代信息技术的重要组成部分，也是信息化时代的重要发展阶段。到目前为止，并没有见到关于物联网的公认的精准定义。广义上讲，物联网指的是物和物相联，物和人相联，它是互联网系统的延伸。具体讲，物联网是利用局部网络或互联网等通信技术，把安装在各种物品中的传感器，通过新的方式联在一起，形成人与物、物与物的信息互联，从而构成远程管理控制的新型智能化网络。

物联网的定义拥有两层含义：其一，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；其二，其用户端延伸和扩展到了任何物品，实际上是延伸到了感知物品的传感器，通过传感器的互联，实现人与物相联，物与物相联。

物联网最初的概念是指通过传感器实现物物相联，实现智慧感知。实际上，物联网的发展已经打破了原有概念的内涵，把现在所有系统之间信息的互联互通，都归结为物联网的概念范畴。无论是德国的“工业 4.0”、美国的“工业互联网”和“中国制造 2025”，还是人们在信息领域经常谈到的“大数据”和“云计算”，物联网都是其中的重要基础。

与传统信息领域技术相比，物联网所包含的并不是全新的内容。目前存在的各种监控系统、工业自动化系统，都属于物联网系统的一部分，这些系统往往作为一个独立系统，实现了较小规模的传感器及自动化设备的纵向互联。物联网更加强调的是多个系统之间、更大范围的横向互联。因此，物联网的实现，除了涉及前端的智能传感器、数据传输的基础网络，目前需要着重解决的是物联网应用软件之间的互联。

1.1 背景及趋势

1. 背景

对于传感器的使用，最初人们是通过手工记录连接传感器仪表的读数和传

传感器的数据。这种方式效率低、工作量大，持续了十年以上的时间。随着电子信息及计算机技术的发展，仪表具有了通信接口，使得计算机可以通过这些接口与仪表进行连接，通过软件自动采集和存储仪表中的传感器数据，供用户随时进行检索和查询。在 20 世纪末，当计算机自动化数据采集系统出现时，与传统的手工抄表相比，自动化数据采集系统已经取得了很大进步，节省了时间，提高了生产率和工作效率。

随着时间的流逝，这样的系统越来越多，有一天人们发现，目前的基础网络已经非常发达，但是在异地工厂的自动化测试信息无法实时查看，有时为了提高工作效率，技术人员不得不赶往异地工厂，根据现场的实时信息解决产品技术中存在的问题。在其他领域同样由于多年的信息化建设，产生了不胜枚举的信息孤岛，使得信息技术的发展和工作效率的提高遇到了巨大瓶颈。这些问题逐渐引起了学术界和政府部门的重视，推出了物联网的概念及相关的发展战略，人们似乎找到了解决以上问题的方案。大数据及云计算技术的发展和需求，以及国家关于工业化和信息化深度融合的政策，进一步推动了物联网技术迅速向前发展。因此，解决这些问题的物联网应用软件开发技术发展前景广阔。

2. 应用领域

物联网系统在工业、农业、日常生活、海洋监测及国家安全等领域具有广泛的应用前景。为说明物联网系统的主要用途，下面对物联网系统典型应用领域进行简要介绍。

1) 工业领域

工业领域在产品设计和生产过程中，存在大量的自动化测试和控制系统，如产品在设计阶段需要进行性能测试，批量生产前需要进行可靠性测试或用户模拟测试，在批量生产时需要进行抽样测试。因此，一种产品需要多种测试系统，通常一般企业生产多种产品，大型企业存在跨省及跨越国界的异地工厂，企业内部通常存在成百，甚至上千套结构各异的孤立系统。

从获得市场订单、零部件采购、生产过程管理，到物流配送等各环节，大部分企业都建立了相对完善的信息化系统，而各个环节之间的信息却缺乏及时交流的技术手段，无法进行产品全生命周期的有效管理和数据分析。这些问题的存在，给物联网应用软件开发技术的发展，留下了巨大的发展空间。

2) 农业领域

一段时期以来，中国农业主要采用家庭承包责任制，是一种主要依靠个人体力劳动的生产经营模式，这种模式对于近年来的农业发展起到了积极促进作用。随着农业现代化的发展，国内也出现了大型机械的农场，但是国外发达国家已经由自动化、机械化生产经营模式，向融合物联网的高度智能化生

产经营模式发展。中国农业目前的生产、加工、运输、销售等产业环节处于一种独立、分散状态，降低了农产品流通效率，在一定程度上限制了农业发展。

美国大部分农场已经普及了农业物联网技术，农场主通过高度自动化的大型农业机械设施，几个人可以完成上万亩土地的生产和管理，效率远超我国主要依靠人力的半自动化生产。追溯历史可以发现，早在20世纪80年代美国已提出精准农业的发展思路，随着信息技术的高度普及，美国农业物联网有了长足的进步，在利用物联网技术促进智能农业发展方面处于领先地位。中国从2011年开始，在政府政策引导下，开始尝试农业物联网试点工程，但相对于美国的大规模现代化生产经营模式还有很大差距。

3) 智能家居

随着信息技术的发展，普通家居中的各种设备，如照明、插座、开关、窗帘、厨房用具、安防、数字影音、供水、燃气、家电等，出现了智能化和网络化的趋势。通过物联网技术可以实现防盗报警、照明控制、家电控制、环境监测、红外转发、暖通控制、可编程定时控制及远程家庭护理等多种功能。与传统家居相比，智能家居不仅具有传统的居住功能，而且兼备建筑监控、网络通信、信息家电、设备自动化，提供全方位的信息交互功能和手段，可让人们全方位地了解家居状态，提升家居安全性、舒适性、便利性、艺术性并实现环保节能，为人们提供了一种全新舒适的生活方式。

智能家居作为一个新兴产业已经走进人们的视野，正处于成长期，家电、互联网领域的各大厂商，纷纷开始密集布局智能家居领域。尽管市场消费观念还未形成，但随着智能家居市场推广普及的进一步落实和消费者使用习惯的养成，智能家居市场空间巨大。

4) 海洋领域

中国海洋水域广阔，约占国土面积的三分之一，海洋领域的探索对于我国的经济和能源发展越来越重要。在我国的海岸带部有大量的海洋观测站，数量众多的水产养殖场，在港口每天有各种船只往来运输穿梭。每年我国海洋局等部门需要派出大量船只进行海洋调查。除此之外，为进行海洋科学研究，需要在深远海部署包括海洋锚系浮标、锚系潜标、漂流浮标、水下滑翔机等各种海洋观测设备。目前与海洋相关的大多数海洋观测信息化系统还处于孤立分散状态。我国目前致力于陆、海、空一体化的信息化网络建设，这为物联网应用软件的开发，提供了良好的发展前景。

5) 医疗领域

医疗系统中存在多种医疗检测设备及设备配备的检测软件，这些软件大多数相对独立，信息整合困难，导致不同医院重复检测的现象严重，降低了医疗工作效率，增加了患者负担。

随着网络技术的发展,以及对高质量医疗水平的需求,人们对远程诊断、远程医疗等手段充满了期盼,部分医院已经开始尝试相应的医疗方法,但距离大众对医疗水平的希望和要求还有很大的距离。这些医疗技术的发展和进步,迫切需要物联网技术的支撑。

实际上,物联网技术的应用领域,会涉及人类生活的方方面面,如智能交通、智能物流、产品溯源、文物保护、食品安全、军事侦察和情报搜集等。这些领域的物联网应用探索还刚刚开始,由于用户类别的多样性和需求的复杂性,物联网技术的发展包括物联网应用软件和开发,还有很长的路要走。

3. 发展趋势

随着信息化技术的发展和人们对物联网系统认知程度的不断提高,物联网系统的建设和应用将不断朝着规范化、平台化和智能化方向发展。

1) 规范化

与传感器相关的信息化系统发展初期,由于缺乏全局互联的理念及系统架构规划经验,产生了大量孤立和异构系统,使得物联网应用系统建设和发展步伐缓慢。随着物联网标准化技术的不断发展,未来的系统建设将逐渐遵循统一架构,建成后的系统将预留互联接口,不再各自独立,而且接口协议将实现规范化和标准化。

2) 平台化

传统系统的升级改造和新型物联网系统的建设需要巨额投资,为节约投资成本和提高软件开发效率,软件开发商将在各种物联网系统开发经验的基础上,不断进行凝练,优化软件开发体系结构,提高软件复用性和可扩展性,开发出多个面向领域的软件开发平台,并尽快引入云计算技术,构建各种用于物联网软件开发和数据处理的软件平台。

3) 智能化

物联网技术的不断普及和应用,将汇聚大量和传感器相关的大数据。同时,近几年来,大数据和人工智能技术发展迅速,将从物联网汇聚的大数据中发现更多规律,从而衍生出各种面向领域的智能模型,使得人们对于各种自然现象变化和社会发展规律的认知能力进一步提高,规律变化预测能力得到增强。

1.2 主要挑战

人们在利用物联网技术解决现有问题时发现,目前面临的困难很大。对于传统信息化系统的改造,由于当时缺乏规划,没有顶层设计和接口规范,改造工作量大,成本高。同时由于物联网大都停留在概念层面上,企业和相关技术

人员不知从何着手，存在的主要问题和挑战如下：

(1) 传感设备的多样性。各种系统所用的传感设备种类和数量不同，不同种类的传感设备所采用的通信协议不同，导致研制统一的数据采集或数据管理软件困难。

(2) 开发者的多样性。各种传感设备的数据处理软件系统结构各异，即使同一类系统，不同的开发者开发的软件结构也不同，数据存储格式多样。对于同一开发者开发的同类系统，由于不同时期开发的版本不同，软件结构也不完全相同。

(3) 软件接口设计。大多数软件没有预留访问接口。因自动化的数据采集软件系统与传统的手工记录仪表相比，已经取得了很大进步，当时并没有意识到有多种系统间互联的需要。当意识到需要软件预留接口时，问题又出现了，如接口应该如何预留，缺少接口规范的指导。若随意预留接口必将会进一步导致互联困难。

(4) 巨大的软件投资。近几年信息技术的飞速发展，产生了数量庞大的各种软件系统，在物联网技术发展大潮的驱动下，这些软件系统在架构设计、软件功能、接口设计等诸多方面，不能够适应新形势下的各种用户需求，软件改造的工作量巨大，用户需要投入非常大的成本。如何研制新的软件开发工具，为用户提供高效率、低成本的开发手段，成为人们的期盼。

(5) 数据处理。信息互联只是手段，通过互联促进了信息的访问效率，尽管这项工作足以花费人们较长的一段时间和努力，但这仅仅是开始，人类进步的脚步永远也不会停止，下一步面临的将是传感信息和业务信息的更紧密结合。汇聚的大数据如何处理，如何在处理海量数据的同时，对用户的请求快速进行响应，如何通过大数据揭示人类和自然社会发展的内在规律，是目前摆在人们面前的重要课题。

(6) 隐私保护。智慧感知的不断发展，对人类的隐私行为产生了很大影响，人们担心隐私不能得到保护。新技术的发展本来是让人们的生活变得越来越美好，如果物联网给人类生活带来巨大负面影响，人们会对这项技术的发展产生质疑。

隐私保护首先需要及时完善法律，对人们的隐私保护给予合理的法律约束力；其次，将信息安全技术作为实现法律约束力的手段，一项新的技术需要在发展和应用过程中不断进行自我完善。

1.3 关键问题

物联网涉及的技术面非常广，从传感器、电子电路、信号处理、通信协议，到软件开发及人工智能，物联网的发展需要多领域技术发展的协同配合。此外，物联网涉及应用领域众多，用户需求各异，面临的问题复杂多样，如何从中梳理关键问题并进行解决，对现有物联网技术的快速普及和应用具有重要作用。下面

通过图 1-1 对物联网目前发展现状进行描述,从中寻找物联网快速发展急需解决的关键问题。图 1-1 中具有多种几何形状,包括圆、三角形、正方形和五边形,这些形状表示连接传感器的不同种类的计算机软硬件系统(以下简称传感数据处理系统),主要包括计算机硬件和传感数据处理软件。每个几何形状前面表示该系统连接的多个传感器;中间是目前存在的互连网络;下面矩形框表示的是目前物联网系统发展的目标,即需要研发物联网集成客户端软件,实现图中所有传感信息的访问。从图 1-1 中可以看出,目前已经存在大量不同的连接传感器的软硬件系统,只是各系统都没有和网络进行连接。为实现图 1-1 中描绘的建设物联网集成客户端的目标,传感器和计算机之间的硬件连接不是主要问题,大多数传感器连接的传感设备都配备 RS-232/485、GPIB、以太网等硬件接口,计算机通过这些硬件接口实现和各种传感器的硬件连接。传感器和计算机之间的数据传输也不是主要问题,每个配备硬件接口的传感设备都提供特有的通信协议,传感数据处理系统利用这些通信协议获取传感数据。从以上分析可以看出,似乎每个传感数据处理计算机,只需增加一根网线便很容易实现和互联网的连接,我们的目标即可很快实现,因所有互联网的硬件基础设施及网络通信协议都已成熟完善。可问题是,即使实现了传感数据处理系统和互联网的硬件连接,各种传感数据处理软件系统之间仍然无法互联。

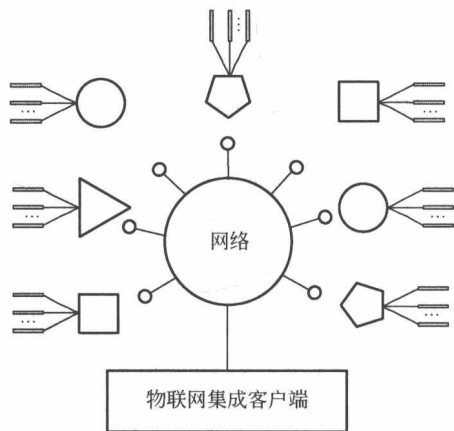


图 1-1
物联网现状示意图

原理很简单,全世界的网络大都已实现互联互通,但网络上的信息不是可以全部访问。有些是软件预留了访问接口,人为控制不允许外部访问;有些是软件没有访问接口,不能实现外部访问。物联网发展遇到的问题属于后者。因此,物联网快速发展需要解决的关键问题如下:

- (1) 物联网系统如何进行互联接口设计。
- (2) 物联网软件如何高效率开发,以满足物联网快速发展的需求。

本书将围绕以上两个关键问题进行阐述,重点讲述传感器数据处理软件的架构设计和互联接口的设计方法。

1.4 策略及方法

物联网软件系统研发，从表面上看纷繁复杂，规模大、投入高，开发工作量令人难以承受。通过仔细研究会发现，物联网系统开发具有很多共同的特点，如所有物联网系统会涉及监测对象管理、传感设备数据采集、数据存储处理、数据及曲线显示等软件功能，只要深入认识这些特点和规律，在此基础上进行共用模块设计和标准规范设计，开发物联网系统就会事半功倍，就可实现系统间无缝互联。

1. 共用模块提炼

人们都知道，软件开发需要投入大量的人力，但是软件复制几乎是零成本，这是软件开发不同于其他产品生产的主要特点。本书介绍的软件开发思路，是通过尽力发现不同物联网应用软件的共同点，开发出尽量多的共用模块，以共用软件模块为基础构建软件平台，软件开发者利用软件开发平台，编写少量特有的代码，构成不同类别的物联网应用软件系统，通过这种方法尽力提高物联网应用软件开发效率，降低开发成本。

为了说明物联网软件的开发策略，我们从产品的加工发展过程开始介绍。如图 1-2 所示，在人类社会产品加工初期都是采用手工方式，后来为了提高生产率、减轻工人劳动强度，逐渐用机器代替人们的大部分劳动，产品加工过渡到机器加少量人工的加工模式。当然这种过程目前仍然没有停止，正在向大规模制造和大规模定制的无人化自动生产模式发展。物联网软件开发过程的发展与产品加工的发展过程极为相似。如图 1-3 所示，开始是利用最基础的编程语言，开发各种物联网软件，开发过程复杂、艰苦，目前会快速向开发平台加少量代码操作的模式过渡。随着人工智能和机器学习等相关学科的不断发展，这种开发模式会朝着零人工的方向不断迈进。

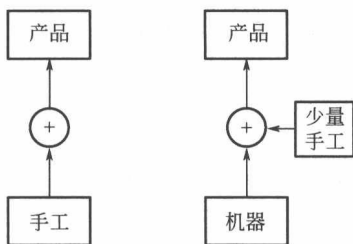
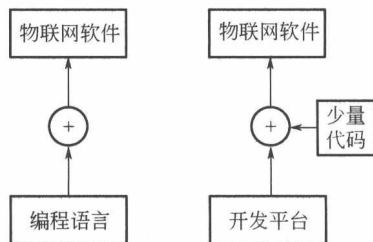


图 1-2
产品加工模型

图 1-3
软件编程模型



2. 分类模型设计

因物联网应用领域的广泛性，构造共用模块集合及对应的软件开发平台，表面上看非常复杂。为了说明其中的规律，仍以产品加工为例进行说明，如图 1-4 和图 1-5 所示。对于产品加工，不可能设计一台万能的机器用来加工任何产品，实际上只能针对一种类别产品进行机器设计。同样道理，由于物联网涉及领域多，设计通用的物联网软件开发平台难以实现，需要根据应用领域进行划分，全面掌握该应用领域的需求，提炼设计共用软件模块，后继开发者在该平台共用模块集合基础上进行开发，效率会提高几十倍甚至上百倍。

图 1-4
产品分类加工模型

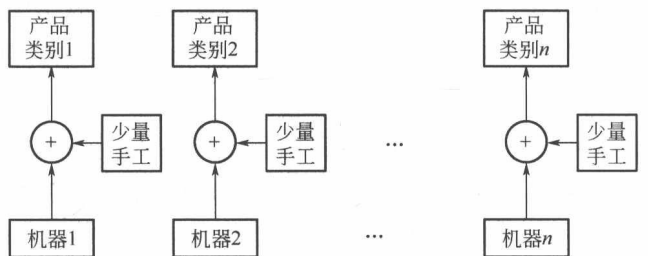
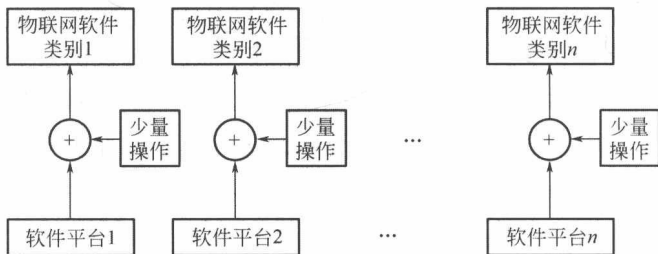


图 1-5
软件分类开发模型



因此，本书对物联网软件开发原理和规律的阐述，可使读者尽快掌握和理解物联网软件开发规律，为相关领域的物联网软件开发平台设计奠定基础。

3. 标准规范制定

目前物联网系统发展的瓶颈，在于系统间互联标准接口的设计。发展初期，人们只考虑解决局部应用需求，没有考虑全局互联的必要性，因此目前和传感设备相关的应用系统，大多数没有互联接口。即使少量系统预留了接口，这些接