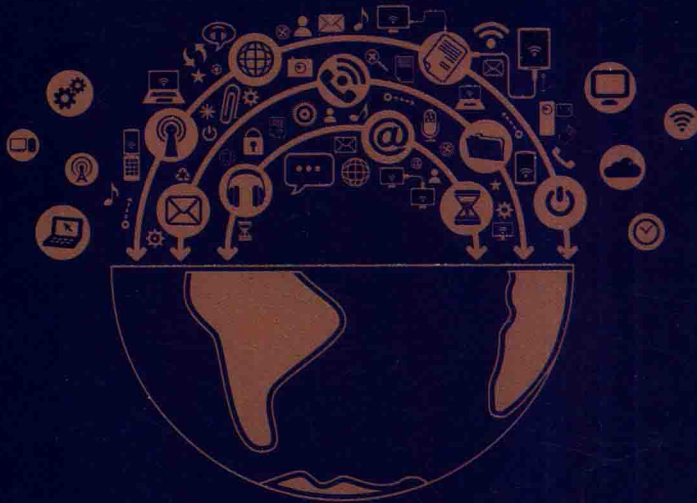


物联网 开放平台

平台架构、关键技术与典型应用

丁飞 编著



Open Platform of the Internet of Things
Platform Architecture, Key Technologies and Typical Applications

物联网 开放平台

平台架构、关键技术与典型应用

丁飞 编著

内 容 简 介

物联网被称为世界信息产业的第三次浪潮，它将引发人类社会运行与生活方式的深刻变革。未来物联网产业的发展将由信息网络向全面感知和智能应用两个方向扩展、延伸和突破，形成“云、管、端”的开放网络架构。

本书主要介绍物联网开发平台的体系结构、关键技术和典型应用，主要内容涉及物联网的概念和基础、物联网体系的基础技术、从物联网产业生态看开放平台价值、物联网开放平台架构设计与实现、物联网开放平台的开源软件、物联网开放平台的安全、物联网典型应用。

本书适合从事物联网开放平台研究，以及基于物联网开放平台应用的人员阅读。

本书配有教学课件，读者可登录华信教育资源网（www.hxedu.com.cn）免费注册后下载。

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

物联网开放平台：平台架构、关键技术与典型应用/丁飞编著. —北京：电子工业出版社，2018.1
（物联网开发与应用丛书）

ISBN 978-7-121-33061-2

I. ①物… II. ①丁… 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（2017）第 284314 号

责任编辑：田宏峰

印 刷：三河市君旺印务有限公司

装 订：三河市君旺印务有限公司

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：787×1 092 1/16 印张：17.75 字数：450 千字

版 次：2018 年 1 月第 1 版

印 次：2018 年 1 月第 1 次印刷

定 价：68.00 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 zlbs@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：tianhf@phei.com.cn。

近年来，物联网在国内乃至全球都形成了热潮，被称为继计算机、互联网之后，世界信息产业的第三次浪潮，它将引发人类社会运行与生活方式的深刻变革。与此同时，未来随着业务的发展，物联网应用产品的同质化将越来越严重，汇聚业务、统一入口、快速迭代将成为决定应用成败的关键。同时，随着应用复杂度的上升与产业链的变长，产品定制与实现的难度将越来越大。在这种趋势下已经形成了比较清楚的发展方向，就是未来物联网产业的发展将由信息网络向全面感知和智能应用两个方向扩展、延伸和突破，形成“云、管、端”的开放网络架构。

开放网络体系的主要特征是业务云化，其发展有三个趋势：第一个趋势是基础设施的云化，是以 IaaS 的方式提供服务的；第二个趋势是业务的能力化，是以 PaaS 的方式提供服务的；第三个趋势是管理的平台化，将管理作为一种能力开放，实现自有业务孵化或开放给合作伙伴，实际上提高了新业务的生成效率，降低了第三方业务落地孵化的门槛。比如，未来家庭产业领域的发展、交通产业市场的发展等，都将是以前开放平台架构来进行业务孵化和规模市场发展的。

物联网架构对促进物联网健康、规模发展具有重要的意义，是研究和关注的焦点，在全球有多个研究项目，并且已经形成了很多的研究成果。

欧洲 IOT-A 项目专注于物联网架构研究并引起了业界的较大关注，该项目为期 3 年，于 2013 年结束，IoT-A 的一个主要成果就是物联网架构参考模型。欧盟第七框架计划(FP7)下的许多项目在各自的研究主题下也都涉及一些物联网架构研究。IoT-A 并不研究智慧城市、智慧农业、智慧电网、智慧医疗等具体应用领域架构，而是从跨应用领域的角度出发，研究物联网架构的参考模型。

我国有很多企业、研究机构、大学都在针对物联网架构积极开展研究，如工业和信息化部电信研究院(CATR)、中国电子科技集团公司(CETC)、无锡物联网产业研究所(CWSN)，等等。我国也设立了国家专项项目来推进物联网架构研究，如新一代宽带无线移动通信网络(简称重大专项三)设立有“泛在网(UN)架构研究和整体设计”(2009ZX03004-001)和“物联网总体架构及关键技术研究”(2011ZX03005-005)两个课题，并取得了一系列成果；同时，针对 M2M、WoT、车联网、智慧医疗等特定领域架构也开展了很多研究。物联网架构参考模型可以为具体应用领域物联网架构研究提供重要的参考。

本书正是基于此出发，兼顾理论与实践，向读者展示物联网开放平台的架构和设计方法，希望能够为从业者、学生等进行具体物联网架构设计提供参考和指导。

本书共分为 8 章，分别是：

第 1 章介绍物联网的概念和基础，内容包括：物联网的概念与应用场景；物联网与互联网、传感网、泛在网、M2M 和 CPS 的关系；全球物联网主要政策和战略导向。

第 2 章介绍物联网体系基础技术，内容包括：物联网体系结构、传统物联网参考体系架构，以及四层体系架构；物联网感知层、网络层和应用层涉及的基础技术。

第 3 章从物联网产业生态看开放平台价值，内容包括：物联网产业发展阶段、发展驱动和问题分析；物联网平台型生态体系价值；物联网开放平台用户体系、应用产品分类；物联网开放平台服务管理模式；物联网平台生态发展策略；业界主流开放平台架构方式。

第 4 章介绍物联网开放平台架构设计与实现，内容包括：物联网开放平台总体架构和框架，涉及设备管理平台 DMP、连接管理平台（CMP）、应用使能平台（AEP）、资源管理平台（RMP）、应用中心平台（ACP）、业务分析平台（BAP）；针对物联网开放平台的核心功能规划和设计方法。

第 5 章介绍物联网开放平台的开源软件研究，内容包括：开源软件概述，含开源的概念、开源许可证、开源软件与商业软件对比；企业服务总线软件研究，涉及 ESB 概述、WSO2 ESB，以及其他典型的 ESB，并给出了 ESB 的对比和总结，ESB 软件对平台建设的意义；复杂事件处理（CEP）软件研究，涉及 CEP 概述、典型 CEP 软件的对比；Storm、CEP 软件对平台建设的意义；业务流程管理（BPM）软件研究，涉及 BPM 概述、jBPM、Activiti BPM、Fixflow、典型 BPM 软件的对比及小结，以及 BPM 软件对平台建设的意义；消息队列（MQ）软件研究，涉及 MQ 概述、RabbitMQ、MetaQ、ZeroMQ，典型 MQ 软件的对比和总结，以及 MQ 软件对平台建设的意义。

第 6 章介绍物联网开放平台高效通信协议，内容包括：MQTT，涉及 MQTT 消息格式、消息列表、协议流程、MQTT 开源实现——Mosquitto、MQTT 小结；IETF:CoAP，涉及 CoAP 协议介绍、协议栈结构、消息格式、请求与应答、URI 方案、业务发现、组播机制、安全机制、交叉代理、CoAP 小结；LightweightM2M，涉及 LWM2M 协议架构、接口设计、资源组织、CoAP 承载、LWM2M 小结；MQTT、CoAP、LWM2M 三种 M2M 通信协议比较。

第 7 章为物联网开放平台安全研究，内容包括：业界典型开放平台对比；物联网开放平台安全威胁，涉及物联网业务及平台发展趋势、物联网开放平台安全威胁、物联网业务安全威胁；物联网开放平台安全方案，涉及业务平台安全方案、终端安全方案、能力开放安全保障方案；物联网开放平台安全能力开放及安全服务前景展望，涉及安全能力开放和安全服务前景展望、物联网开放平台安全需求、构建安全能力开放平台、构建安全服务平台。

第 8 章介绍物联网典型应用，内容包括：健康医疗，涉及项目背景、技术方案、远程慢性病管理服务、家庭远程管理服务、紧急求助业务；平安家庭，涉及项目背景、系统架

构、业务功能；公车管理，含项目背景、项目需求、方案架构；智慧交通，涉及项目背景、技术架构、典型业务；国外物联网业务发展，涉及物联网的应用分类、信息家电的建设及分类、信息家电产品、公共设施的物联网建设、娱乐类物联网应用。

自从笔者打算编写本书之后，国内外许多同行都给予了热烈的鼓励和支持，并在写作的过程中也提供了很大的帮助，如中国移动的童恩、刘玮、刘越、牛亚文、杨宏杰等多位专家在本书编写过程中提出了很多好的建议并提供了一些实际技术与应用案例，在此一并表示感谢。另外，电子工业出版社的田宏峰编辑在本书的写作过程中提供了很多出版方面的建议，非常感谢。

本书部分内容获得了国家科技重大专项“新一代宽带无线移动通信网”（2009ZX03006-007、2010ZX03006-006）、智慧江苏建设重点示范工程、江苏省智能家居物联网示范工程、江苏省信息化试点工程、江苏省高校自然科学研究面上项目（17KJB510043）、工业和信息化部通信软科学计划研究项目（2017-R-34）和南京邮电大学重点教材建设基金（JCGH201710）等科研和产业化项目的支持，在此表示感谢。

物联网所涉及的内容跨越多个学科，而我们的研究和实践只限于部分方面，因此，本书实际上凝练了很多物联网领域从业者的智慧和见解，在此对这些专家表示衷心的感谢。

本书在写作过程中，参考了大量的文献并尽可能地标注了文献的出处，但仍会挂一漏万，在此向那些我们引用过却未能或者无法明确标明文献出处的作者深表歉意、谢意和敬意。

在编写过程中，作者尽可能地把物联网技术发展的最新方向和进展传递给读者，力争使信息最新和最准确，但由于编者水平有限，书中难免存在错误或不足之处，敬请读者批评指正，反馈邮箱：NJUPT_IOT02@163.com。

编著者

2017年11月

第 1 章 物联网概念基础	1
1.1 引言	1
1.2 物联网是什么	1
1.3 物联网应用场景	3
1.3.1 物联网场景模型	3
1.3.2 物联网的技术特征	5
1.4 物联网与相关概念	7
1.4.1 物联网与互联网	7
1.4.2 物联网与传感器网络、泛在网	8
1.4.3 物联网与 M2M 和 CPS 的关系	10
1.5 物联网政策战略导向	11
1.5.1 美国的“智慧地球”	11
1.5.2 欧洲“物联网行动”计划	12
1.5.3 日本的“U-Japan”计划	16
1.5.4 韩国的“U-Korea”战略	17
1.5.5 新加坡的“下一代 I-Hub”计划	17
1.5.6 中国的“感知中国”	17
第 2 章 物联网体系基础技术	19
2.1 引言	19
2.2 物联网体系结构	19
2.3 感知层	21
2.3.1 RFID 技术	21
2.3.2 WSN	23
2.3.3 ZigBee 技术	25
2.3.4 视频监控	31
2.3.5 MEMS 技术	34
2.3.6 嵌入式技术	36
2.4 网络层	37
2.4.1 LoRa	37

2.4.2	NB-IoT	40
2.4.3	IPv6 技术	42
2.4.4	TD-LTE 网络	46
2.5	应用层	47
2.5.1	M2M 技术	47
2.5.2	通信协议	50
2.5.3	中间件技术	53
2.5.4	云计算技术	57
2.5.5	数据挖掘技术	60

第 3 章 从物联网产业生态看开放平台价值 63

3.1	引言	63
3.2	物联网产业现状分析	63
3.2.1	物联网产业发展阶段	63
3.2.2	物联网发展驱动与问题分析	65
3.3	物联网平台型生态体系价值	66
3.3.1	Apple 与 Google 带来的启示	66
3.3.2	开放平台商业服务与价值	67
3.4	物联网平台用户体系	69
3.5	物联网开放平台应用产品分类	70
3.6	物联网开放平台服务管理模式	71
3.6.1	物联网生态业务模型	71
3.6.2	业务模式	72
3.7	物联网平台生态发展策略	74
3.7.1	产品开发原理	74
3.7.2	产品合作流程	74
3.7.3	业务集群化	75
3.8	业界其他开放平台架构方式	76
3.8.1	Jasper Wireless	76
3.8.2	Verizon nPhase	77
3.8.3	Baidu Inside	79

第 4 章 物联网开放平台架构设计与实现 82

4.1	引言	82
4.2	物联网开放平台总体架构	82
4.3	设备管理平台	87
4.3.1	感知外设远程管理	87
4.3.2	传感网管理	90
4.4	连接管理平台	92

4.4.1	终端通信状态查询	92
4.4.2	终端用户支撑系统信息查询	93
4.4.3	通信管理使用鉴权	93
4.4.4	限制终端使用通信业务	94
4.4.5	模拟位置更新	94
4.4.6	向终端发送测试短信	94
4.4.7	终端通信故障快速诊断	95
4.4.8	终端自动监控规则	95
4.5	应用使能平台	95
4.5.1	开发社区	96
4.5.2	开发环境	98
4.5.3	测试环境	99
4.6	应用中心平台	101
4.6.1	商品管理	101
4.6.2	店铺管理	103
4.6.3	营销服务	104
4.6.4	交易管理	104
4.6.5	积分管理	106
4.6.6	代金券管理	107
4.6.7	客服服务	108
4.6.8	计费结算	108
4.6.9	统计分析	108
4.7	资源管理平台	109
4.7.1	执行环境	109
4.7.2	接口适配层	110
4.7.3	运行控制台	110
4.7.4	服务模式	111
4.8	业务分析平台	112
4.8.1	数据管理	112
4.8.2	数据处理	113
4.8.3	数据分析	114
4.8.4	任务引擎	115

第5章 物联网开放平台开源软件研究 116

5.1	引言	116
5.2	开源软件概述	117
5.2.1	开源的概念	117
5.2.2	开源许可证	117
5.2.3	开源软件与商业软件的对比	118

5.3	企业服务总线 (ESB) 软件研究	119
5.3.1	ESB 概述	119
5.3.2	WSO2 ESB	123
5.3.3	其他的典型 ESB	128
5.3.4	典型的 ESB 软件对比及小结	133
5.3.5	ESB 软件对平台建设的意义	135
5.4	复杂事件处理 (CEP) 软件研究	136
5.4.1	CEP 概述	136
5.4.2	典型 CEP 软件的对比	137
5.4.3	Storm	138
5.4.4	CEP 软件对平台建设的意义	142
5.5	业务流程管理 (BPM) 软件研究	142
5.5.1	BPM 概述	142
5.5.2	jBPM	145
5.5.3	Activiti BPM	148
5.5.4	Fixflow	151
5.5.5	典型 BPM 软件的对比及小结	153
5.5.6	BPM 软件对平台建设的意义	155
5.6	消息队列 (MQ) 软件研究	155
5.6.1	MQ 概述	155
5.6.2	RabbitMQ	157
5.6.3	MetaQ	160
5.6.4	ZeroMQ	164
5.6.5	典型 MQ 软件的对比及小结	167
5.6.6	MQ 软件对平台建设的意义	168
5.7	本章小结	169

第 6 章 物联网开放平台高效通信协议研究 170

6.1	引言	170
6.2	IBM MQTT	170
6.2.1	概要	170
6.2.2	消息格式	171
6.2.3	消息列表	177
6.2.4	协议流程	187
6.2.5	MQTT 开源实现——Mosquitto	189
6.2.6	MQTT 小结	193
6.3	IETF: CoAP	193
6.3.1	协议介绍	193
6.3.2	协议栈结构	194

6.3.3	消息格式	194
6.3.4	请求与应答	196
6.3.5	URI 方案	198
6.3.6	业务发现	199
6.3.7	组播机制	199
6.3.8	安全机制	200
6.3.9	交叉代理	201
6.3.10	CoAP 小结	201
6.4	OMA-LightweightM2M	201
6.4.1	协议架构	202
6.4.2	接口设计	202
6.4.3	资源组织	207
6.4.4	CoAP 承载	208
6.4.5	LWM2M 小结	210
6.5	协议比较	210
6.6	本章小结	211
第 7 章 物联网开放平台安全研究		212
7.1	引言	212
7.2	物联网开放平台安全威胁	213
7.2.1	物联网业务及平台发展趋势	213
7.2.2	物联网开放平台安全威胁	214
7.2.3	物联网业务安全威胁	220
7.3	物联网开放平台安全方案	230
7.3.1	业务平台安全方案	230
7.3.2	终端安全方案	236
7.3.3	能力开放安全保障方案	239
7.4	物联网开放平台安全能力开放及安全服务前景展望	241
第 8 章 物联网典型应用		245
8.1	引言	245
8.2	健康医疗	245
8.2.1	项目背景	245
8.2.2	技术方案	245
8.2.3	远程慢性病管理服务	247
8.2.4	家庭远程管理服务	247
8.2.5	紧急救助业务	248
8.3	平安家庭	249
8.3.1	项目背景	249

8.3.2	系统架构	249
8.3.3	业务功能	250
8.4	公车管理	251
8.4.1	项目背景	251
8.4.2	项目需求	252
8.4.3	方案架构	253
8.5	智慧交通	255
8.5.1	项目背景	255
8.5.2	技术架构	256
8.5.3	典型业务	257
8.6	国外物联网业务发展	259
8.6.1	物联网的应用分类	259
8.6.2	信息家电的建设及分类	260
8.6.3	信息家电产品	260
8.6.4	公共设施的物联网建设	262
8.6.5	娱乐类物联网应用	263

参考文献		266
-------------	--	------------

第 1 章

物联网概念基础

1.1 引言

随着通信技术、计算机技术和电子技术的不断发展，移动通信正在从人与人（Human to Human, H2H）向人与物（Human to Machine, H2M），以及物与物（Machine to Machine, M2M）通信的方向发展，万物互联成为移动通信发展的必然趋势。物联网（Internet of Things, IoT）正是在此背景下应运而生的，其被认为是继计算机、互联网之后，世界信息产业的第三次浪潮。物联网采用信息化技术手段，促进人类生活和生产服务的全面升级，其应用开发的前景广阔，产业带动能力强。欧美国家已纷纷将发展物联网纳入整体信息化战略，我国也已将物联网明确纳入国家中长期科学技术发展规划（2006—2020 年）和 2050 年国家产业路线图。

究竟什么是物联网？其应用场景是什么样的？各主要国家或地区对物联网有什么样的战略导向？这些都是我们首先要关注并了解的问题。

1.2 物联网是什么

物联网的理念最早出现于比尔·盖茨 1995 年《The Road Ahead》（未来之路）一书，书中对信息技术如何改变人类社会的进步进行了各种预测，1996 年该书进行了再版，其中更强调了互联网的核心地位。1999 年，美国 MIT（麻省理工学院）的自动识别中心（Auto-ID Labs）首先提出了“物联网”的概念，是指把所有物品通过射频识别（Radio Frequency Identification, RFID）等信息传感设备与互联网连接起来，实现智能化识别和可管理的网络。

2005 年 11 月，国际电信联盟（International Telecommunication Union, ITU）发布了《ITU 互联网报告 2005：物联网》，其中介绍了物联网的特征、相关的技术、面临的挑战和未来的市场机遇；同时指出，无所不在的物联网通信时代即将来临，世界上所有的物体，从轮胎到牙刷、从房屋到纸巾都可以通过互连网络主动地进行数据交换，射频识别技术、传感

器技术、纳米技术、智能嵌入技术将得到更加广泛的应用。

2009年9月15日，欧盟第七框架下RFID和物联网研究项目簇（European Research Cluster on the Internet of Things）发布了《物联网战略研究路线图》研究报告，提出物联网是未来Internet的一个组成部分，可以被定义为基于标准的和可互操作的通信协议，且具有自配置能力的动态的全球网络基础架构。物联网中的“物”都具有标识、物理属性和实质上的个性，使用智能接口，实现与信息网络的无缝整合。

2010年3月5日，温家宝总理在政府工作报告中提出，物联网是指通过信息传感设备，按照约定的协议，把任何物品与互联网连接起来，进行信息交换和通信，以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络，它是在互联网基础上延伸和扩展的网络。

2012年6月，ITU对物联网、设备、物都分别做了进一步标准化定义和描述，具体如下。

物联网（IoT）：信息社会全球基础设施（通过物理和虚拟手段）将基于现有和正在出现的、信息互操作和通信技术的物质相互连接，以提供先进的服务。

注：通过使用标识、数据捕获、处理和通信能力，物联网充分利用物体向各项应用提供服务，同时确保满足安全和隐私要求。

注：从广义而言，物联网可被视为技术和社会影响方面的愿景。

设备：在物联网中，具有强制性通信能力和选择性传感、激励、数据捕获、数据存储与数据处理能力的设备。

物：在物联网中，物指物理世界（物理装置）或信息世界（虚拟事物）中的对象，可以被标识并整合入通信网。

目前，随着技术和应用的发展，国内物联网的通用定义是：通过射频识别装置、红外感应器、全球定位系统（Global Positioning System, GPS）、激光扫描器、环境传感器、图像感知器、电机、继电器、机器人等信息传感与执行设备，按约定的协议，把任何物品与互联网相连接，进行信息交换和通信，以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。

从上述国际和国内对物联网的定义可见，物联网就是“将所有物品接入信息网络，实现物体之间的无限互连”。这有如下三层含义：

第一，物品连入信息网络，是以传感器或执行器等方式来体现的，传感器和执行器都有各自唯一ID，接入协议需提前约定，不限于有线或无线的接入信息网络的方式。

第二，信息网络是物联网系统的承载通道，正是有了信息网络的成熟发展，才有了物联网的发展兴起。

第三，物品通过信息网络接入云端，在云端实现业务封装和自我体系的建立，从而根

据用户的需要实现任何物品相互之间的信息交换、协同控制和智能管理。

1.3 物联网应用场景

1.3.1 物联网场景模型

物联网是信息网络从虚拟世界向物理世界的延伸。从上面的描述来看，物联网的概念还相对抽象，无法让人清晰感知物联网的应用场景。ITU 在 2012 年 6 月发布了物联网的场景模型，从时空层面对物联网技术的应用场景进行了形象的描述。

如图 1.1 所示，物联网在“随时”和“随地”通信的基础上，为信息通信技术（Information Communications Technology, ICT）提供了“所有物间通信”功能。

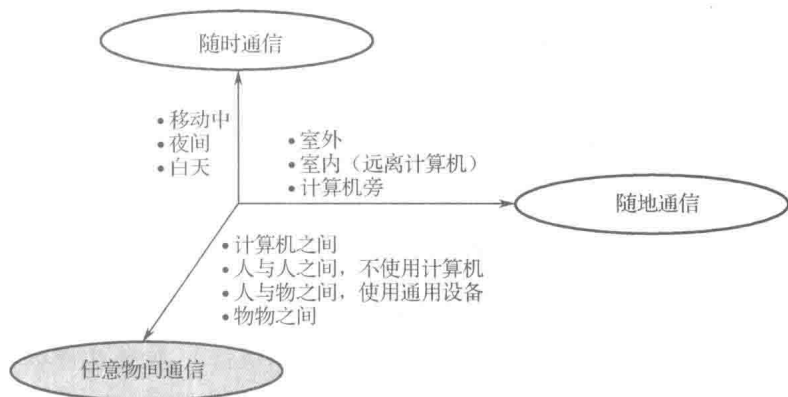


图 1.1 物联网时空模型

在物联网中，物指物理世界（物理装置）或信息世界（虚拟事物）中的对象，可以被标识并整合入通信网。物存在静态信息和动态信息。

物理装置存在于物理世界中，能够被感测、激励和连接，物理装置的实例包括周边环境、工业机器人、端口和电器设备。

虚拟事物存在于信息世界，能够被存储、处理和访问，虚拟事物的实例包括多媒体内容和应用软件。

物联网典型应用模型如图 1.2 所示。

一个物理装置可通过一个或多个虚拟事物（映射）在信息世界中表达，但虚拟事物的存在也可与物理装置不相关。

装置是一种设备，其强制性的通信能力及可选能力包括感测、激励、数据捕获、数据存储和数据处理。装置负责收集各类信息，并将其提供给信息通信网络做进一步处理。有些装置能够在信息通信网提供的信息基础上进行操作。

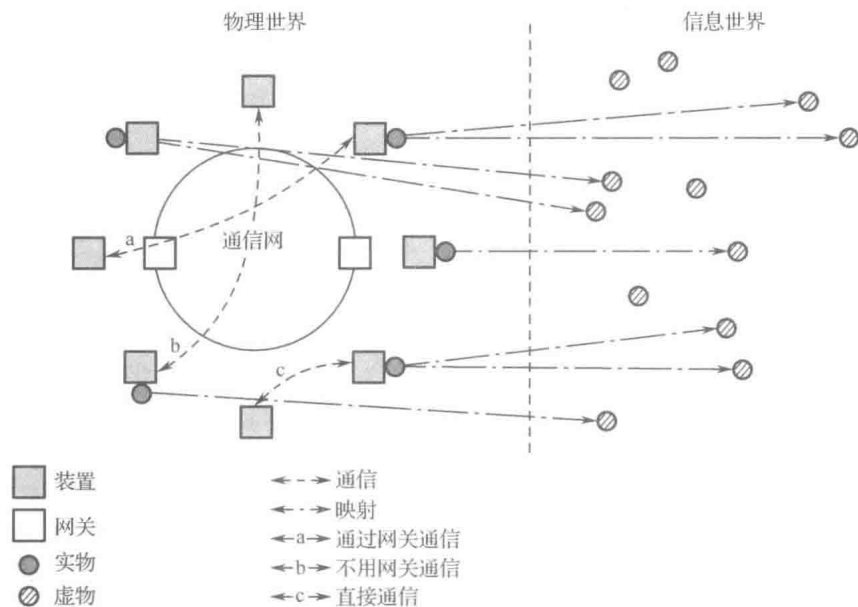


图 1.2 物联网典型应用模型

这些装置与其他装置间的通信：它们可通过设有网关的通信网（图中 a）、无网关的通信网（图中 b）或直接，即不使用通信网（图中 c）交流。此外，图中 a、b、c 的结合使用也可行。例如，这些装置可通过局域网与直接通信的其他装置沟通（即为装置间以及装置与网关间提供本地连接的网络，如特设网络，图中 c），随后通过局域网网关通信网进行通信（图中 a）。

注：尽管图 1.2 仅显示了物理世界间的互动（装置间通信），但信息世界（虚拟事物间的交换）间也存在互动，物理世界与信息世界间（物理装置与虚拟事物的交换）也有互动。

物联网应用包括各种应用，如智能传送系统、智能电网、电子卫生或智能家庭。这些应用可基于专用应用平台，但也可在公共业务/应用平台的基础上提供一般支撑能力，如认证、装置管理、计费和结算。

通信网将装置捕获的数据传送给应用和其他装置，并将应用的指令传送给装置。通信网提供可靠、高效的数据传输能力。物联网基础设施可通过现有网络实现，例如传统的 TCP/IP 网和/或不断演进的网络，如下一代网络（Next Generation Network, NGN）。

图 1.3 展示了不同类型的装置及其与物理装置间的关系。

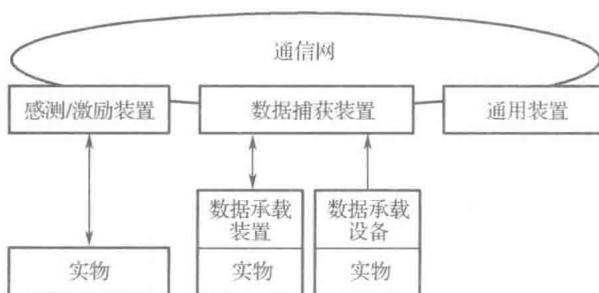


图 1.3 不同类型的装置及其与物理装置间的关系

注：“通用装置”也称为一种（套）物理装置。

物联网中对装置的最低要求是具备支持通信的能力，这些装置可划分为数据承载装置、数据捕获装置、感测和激励装置及通用装置。

- 数据承载装置：数据承载装置附着于物理装置，间接连接物理装置与通信网。
- 数据捕获装置：数据捕获装置是指阅读器/书写装置，这些设备具有与物理装置互动的能力。互动可间接通过数据承载装置来实现，也可直接通过附着于物理装置的数据承载组件来实现。第一种情况下，数据捕获装置读取数据承载装置上的信息，并可选择将通信网给出的信息写于数据承载装置之上。

注：数据捕获装置与数据承载装置或数据承载组件间的互动技术包括无线电频率、红外、光和电驱动。

- 感测和激励装置：感测和激励装置可检测或衡量与周边环境有关的信息，并将其转化为数字信号，它也可将信息网络的数字信号转化为操作。一般而言，局域网的感测和激励装置使用有线或无线通信技术相互通信，并使用网关与通信网连接。
- 通用装置：通用装置内置处理和通信能力，可使用有线或无线方式与通信网络通信。通用装置包括不同物联网应用域的设备 and 应用装置，如工业设备、家用电子设备和智能电话。

1.3.2 物联网的技术特征

从通信对象和过程来看，物联网的核心是物与物，以及人与物之间的信息交互，物联网的发展将引发新的“聚合服务”，如图 1.4 所示。



图 1.4 物联网的发展将引发新的“聚合服务”

物联网的基本特征可概括为全面感知、可靠传送和智能处理。

全面感知：利用 RFID、二维码、传感器等感知、捕获、测量技术，随时随地对物体进