



海峡两岸高校应用型系列教材

物联网工程 与实践

主 编 刘持标 陈志明

高等教育出版社

Engineering and Practices

Internet of Things Engineering and Practices

Internet of Things Engineering and Practices

Internet of Things



海峡两岸高校应用型系列教材

物联网工程与实践

Wulianwang Gongcheng yu Shijian

主 编 刘持标 陈志明

高等教育出版社·北京

内容提要

物联网(Internet of Things,IOT)应用涉及智能交通、环境保护、政府工作、公共安全、平安家居、智能消防、工业监测、老人护理、个人健康等多个领域。物联网的各种应用依赖于所建立的高性能的物联网实时信息系统。本书重点介绍物联网实时信息系统的组成、设计、管理及实践案例4个部分。本书的编写是作者多年物联网应用领域科研、教学及生产实践经验的总结。本书适合作为高等应用型本科学校网络工程、物联网工程、传感网工程、电子信息与通信、信息与计算科学等专业的本科生、研究生相关课程的教材,也可供相关专业的研究人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

物联网工程与实践 / 刘持标, 陈志明主编. -- 北京 : 高等教育出版社, 2015. 3
ISBN 978-7-04-042118-7

I. ①物… II. ①刘… ②陈… 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(2015)第028617号

策划编辑 唐德凯	责任编辑 唐德凯	特约编辑 谷玉春	封面设计 李小璐
版式设计 杜微言	插图绘制 尹文军	责任校对 殷 然	责任印制 韩 刚

出版发行	高等教育出版社	咨询电话	400-810-0598
社 址	北京市西城区德外大街4号	网 址	http://www.hep.edu.cn
邮政编码	100120		http://www.hep.com.cn
印 刷	涿州市京南印刷厂	网上订购	http://www.landaco.com
开 本	787 mm × 1092 mm 1/16		http://www.landaco.com.cn
印 张	26.25	版 次	2015年3月第1版
字 数	600千字	印 次	2015年3月第1次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	39.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 42118-00

海峡两岸高校应用型系列教材编委会

主 任：曾祥辉 刘 健

副主任：陈晓明 廖宪文 梁卓中 杨永列

编 委：张君诚 张新文 马 腾 卢昌荆

王逢朝 吴 龙 董 杰 林梓波

谢尧宏 陈志铿 邱一峰

本书对物联网工程相关的理论及实践知识进行了较详细的阐述,具有一定的深度、广度及可读性。作者基于物联网领域的校企合作、科研及教学经验,对物联网工程所涉及的各种概念及关键技术进行了较为完整的论述,在编写上力求使用大量的图、表,使理论内容通俗易懂;同时利用详细的、具有较强操作性的实例,指导学生在设计并实现各种物联网实时信息系统,提高学生的学习兴趣及解决实际问题的能力。本书主要包括物联网实时信息系统组成、物联网实时信息系统设计、物联网实时信息系统管理和物联网实时信息系统实践案例4部分内容。

第1部分为物联网实时信息系统组成,主要内容包括节点、网关、传输网络及数据服务中心。

第2部分为物联网实时信息系统设计。主要介绍基于具有感知层、网络层及应用层的物联网结构体系,运用物联网节点、网关、传输网络和数据服务中心等相关产品和技术设计不同类型及不同规模的物联网实时信息系统。

第3部分为物联网实时信息系统的管理,包括物联网设备管理、网络管理及安全管理。本部分详细讨论当前物联网实时信息系统运行和管理所面临的问题,并提出了解决这些问题的具体措施。

第4部分为物联网实时信息系统实践案例。本部分详细论述了不同类型及不同规模的物联网实时应用系统的具体实施方案及详细开发、安装、运行及管理细节,可较快地指导读者成功开发各类物联网实时信息系统。通过本部分内容的学习,不但有利于读者加深对物联网工程理论知识的理解,而且可大大提高读者的动手实践能力。

本书由三明学院的刘持标博士和台湾岭东科技大学资讯科技系的陈志明博士共同编写。刘持标博士编写了本书第1~18章;陈志明博士编写了本书第19章,并对第1~18章的内容提出了很好的修改建议。本书也是三明学院闽台合作项目的项目成果。

感谢三明学院信息工程学院及物联网应用福建省高校工程研究中心为本书的顺利完成提供的大力支持。感谢福建省科技计划项目(2013N0031)、福建省自然科学基金资助项目(2012J01283)、福建省教育厅省属高校科研专项计划项目(JK2012051)和2012年省级质量工程与教学改革项目——网络工程专业综合改革(ZL2012ZG4)的支持。感谢李栋、林梅珍、许文强、曾坚坚、邓惠燕和张远靖等同学,在本书编写过程中所给予的帮助。

由于作者水平有限,不妥之处在所难免,欢迎读者提出宝贵意见。

编者

2014年6月

第 1 篇 物联网实时信息系统组成

第 1 章 物联网工程简介	2	思考题	22
1.1 物联网的起源	2	第 2 章 物联网节点	23
1.1.1 物联网的历史	2	2.1 RFID 标签	23
1.1.2 物联网发展现状	4	2.1.1 RFID 标签简介	23
1.1.3 物联网发展趋势	5	2.1.2 RFID 标签分类	24
1.2 物联网服务	6	2.1.3 RFID 标签应用	26
1.2.1 实时监测	6	2.2 传感器	28
1.2.2 定位跟踪	6	2.2.1 传感器简介	28
1.2.3 报警联动	7	2.2.2 传感器分类	29
1.2.4 自动化处理	7	2.2.3 传感器应用	30
1.2.5 反向控制	8	2.3 传感网	30
1.2.6 远程维护	8	2.3.1 传感网简介	31
1.2.7 统计决策	8	2.3.2 传感网分类	31
1.2.8 信息安全	8	2.3.3 传感网应用	33
1.3 物联网实时信息系统简介	9	2.4 仪表	37
1.3.1 物联网实时信息系统应用 现状	9	2.4.1 仪表简介	37
1.3.2 物联网实时信息系统的 组成	14	2.4.2 仪表分类	37
1.3.3 物联网实时信息系统的 分类	19	2.4.3 仪表应用	37
1.4 物联网工程的主要任务	20	2.5 GPS 接收机	39
1.4.1 物联网实时信息系统设计	20	2.5.1 GPS 接收机简介	39
1.4.2 物联网实时信息系统实现	21	2.5.2 GPS 接收机分类	40
1.4.3 物联网实时信息系统管理	21	2.5.3 GPS 接收机应用	40
1.5 小结	22	2.6 扫描设备	42
		2.6.1 一维码扫描设备	42
		2.6.2 二维码扫描设备	42
		2.6.3 图形扫描仪	43

2.7 网络摄像头	43	3.5.1 RFID 读写器简介	68
2.7.1 网络摄像头简介	43	3.5.2 RFID 读写器分类	69
2.7.2 网络摄像头应用	44	3.6 M2M 网关	71
2.8 执行器	44	3.6.1 M2M 网关简介	71
2.8.1 执行器简介	44	3.6.2 M2M 应用相关组成部分	71
2.8.2 执行器分类	45	3.6.3 M2M 网关举例	71
2.8.3 执行器应用	46	3.6.4 基于 M2M 网关的物联网 应用	72
2.9 继电器	46	3.7 小结	73
2.9.1 继电器简介	46	思考题	73
2.9.2 继电器分类	47	第 4 章 物联网传输网络	75
2.9.3 继电器应用	48	4.1 WiFi 网络	75
2.10 小结	49	4.1.1 WiFi 网络简介	75
思考题	49	4.1.2 WiFi 网络分类	78
第 3 章 物联网网关	51	4.1.3 WiFi 网络应用	79
3.1 智能手机	51	4.2 移动通信网络	82
3.1.1 智能手机简介	51	4.2.1 移动通信网络简介	82
3.1.2 智能手机硬件	53	4.2.2 移动通信网络分类	83
3.1.3 智能手机操作系统	54	4.2.3 移动通信网络应用	84
3.1.4 智能手机应用	56	4.3 互联网	87
3.2 无线网关	57	4.3.1 互联网简介	87
3.2.1 WiFi 无线网关	57	4.3.2 互联网的组成分类	91
3.2.2 ZigBee 无线网关	58	4.3.3 互联网应用	94
3.2.3 蓝牙无线网关	58	4.4 电信网	95
3.2.4 移动无线网关	59	4.4.1 电信网简介	95
3.2.5 复合型无线网关	60	4.4.2 电信网分类	96
3.3 家庭智能网关	61	4.4.3 电信网应用	97
3.3.1 家庭智能网关简介	61	4.5 广播电视网	97
3.3.2 家庭智能网关分类	62	4.5.1 广播电视网简介	98
3.3.3 家庭智能网关应用	65	4.5.2 广播电视网分类	99
3.4 工业通信网关	67	4.5.3 三网融合	100
3.4.1 工业通信网关简介	67	4.6 小结	101
3.4.2 工业通信网关分类	67	思考题	102
3.5 RFID 读写器	68		

第 5 章 物联网数据服务中心..... 104

5.1 数据服务中心种类.....	104
5.1.1 网关服务器融合型数据服务 中心.....	104
5.1.2 局域网数据服务中心.....	104
5.1.3 广域网数据服务中心.....	106
5.1.4 多级数据服务中心.....	106

5.2 数据服务中心实时数据接收及处理.....	108
5.2.1 单网关数据接收及处理.....	108
5.2.2 多网关数据接收及处理.....	109
5.2.3 多级服务器数据接收及 处理.....	110
5.3 数据服务中心信息化服务.....	111
5.4 小结.....	111
思考题.....	111

第 2 篇 物联网实时信息系统设计

第 6 章 RFID 信息系统设计..... 114

6.1 RFID 信息系统简介.....	114
6.1.1 RFID 信息系统背景.....	114
6.1.2 RFID 信息系统功能.....	115
6.1.3 RFID 信息系统分类.....	117
6.2 RFID 标签的选取与设计.....	119
6.2.1 RFID 标签的选取.....	119
6.2.2 RFID 标签的设计.....	120
6.3 RFID 读写器的选取与设计.....	121
6.3.1 RFID 读写器的选取.....	121
6.3.2 RFID 读写器的设计.....	122
6.4 RFID 数据的收集及发送.....	124
6.4.1 简单信息系统的 RFID 数据 收集及发送.....	124
6.4.2 复杂信息系统的 RFID 数据 收集和发送.....	125
6.5 RFID 信息系统应用.....	127
6.5.1 RFID 防伪原理.....	127
6.5.2 RFID 防伪案例.....	127
6.5.3 RFID 医疗应用.....	130
6.5.4 RFID 门禁系统.....	131
6.5.5 RFID 物流应用.....	133
6.5.6 RFID 交通运输应用.....	135

6.5.7 智能校徽考勤.....	137
6.6 小结.....	138
思考题.....	139

第 7 章 传感器信息系统设计..... 140

7.1 传感器信息系统介绍.....	140
7.1.1 传感器信息系统概述.....	140
7.1.2 传感器信息系统分类.....	141
7.2 传感器的选取与设计.....	144
7.2.1 传感器选取.....	144
7.2.2 传感器设计.....	146
7.3 传感器数据收集及传输.....	147
7.3.1 简单传感器信息系统数据 收集及发送.....	147
7.3.2 复杂传感器信息系统数据 收集及发送.....	148
7.4 传感器信息系统应用.....	149
7.4.1 矿井安全监控系统.....	149
7.4.2 工业大气排污监测系统.....	150
7.4.3 水污染监测系统.....	151
7.4.4 楼宇防火监控系统.....	152
7.4.5 农业大棚智能监控系统.....	153
7.4.6 森林防火监控系统.....	154
7.5 小结.....	155

思考题	156	9.1.1 复杂信息系统概述	166
第 8 章 M2M 信息系统设计	157	9.1.2 复杂信息系统分类	167
8.1 M2M 信息系统简介	157	9.2 复杂数据网关的设计	168
8.1.1 M2M 信息系统概述	157	9.2.1 网关功能	168
8.1.2 M2M 信息系统功能	159	9.2.2 网关系统结构	169
8.1.3 M2M 信息系统分类	159	9.3 复杂数据的收集及传输	170
8.2 M2M 相关数据收集及传输	159	9.3.1 网关复杂数据收集及发送	171
8.2.1 M2M 数据收集	159	9.3.2 复杂信息系统数据接收	171
8.2.2 M2M 数据发送	159	9.4 复杂数据信息系统应用	173
8.3 M2M 信息系统应用	160	9.4.1 智能家居	174
8.3.1 车辆信息服务	160	9.4.2 智能小区	176
8.3.2 远程自动抄表	161	9.4.3 智慧城市	180
8.3.3 自助售货机信息服务	162	9.4.4 智能化农业	181
8.4 小结	163	9.4.5 智能工业生产	184
思考题	164	9.4.6 智能交通	185
第 9 章 复杂数据信息系统设计	166	9.4.7 智慧医疗	187
9.1 复杂数据信息系统简介	166	9.4.8 智慧医疗系统建设案例	189
		9.5 小结	192
		思考题	193

第 3 篇 物联网实时信息系统管理

第 10 章 物联网设备管理	196	10.4 数据服务中心服务器管理	202
10.1 节点管理	196	10.4.1 服务器档案	203
10.1.1 节点档案	196	10.4.2 服务器故障管理	203
10.1.2 故障管理	196	10.4.3 服务器维护	204
10.1.3 物联网节点维护	196	10.5 小结	207
10.2 网关管理	197	思考题	207
10.2.1 网关档案	197	第 11 章 物联网网络管理	209
10.2.2 网关故障管理	199	11.1 节点网络管理	209
10.3 传输设备管理	200	11.1.1 传感网节点能耗管理	209
10.3.1 传输设备档案	200	11.1.2 传感网资源与任务管理	209
10.3.2 传输设备故障管理	201	11.1.3 传感网数据管理	210
10.3.3 传输设备维护	202	11.1.4 传感网维护	210

11.2 网关接入网管理	211	12.1.3 节点信息安全	218
11.2.1 WiFi 接入网络管理	211	12.1.4 无线传感网安全	218
11.2.2 移动通信接入网络 管理	211	12.2 网关安全管理	219
11.2.3 以太网接入网络管理	212	12.2.1 网关物理安全	219
11.2.4 高可用性网络管理	212	12.2.2 网关功能安全	219
11.3 服务器网络管理	213	12.2.3 网关信息安全	220
11.3.1 单服务器网络管理	213	12.2.4 网关接入网安全	220
11.3.2 数据服务中心网络管理	213	12.3 传输网络安全管理	221
11.3.3 多级服务器网络管理	215	12.3.1 传输网络设备物理安全	221
11.4 小结	215	12.3.2 传输网络设备性能安全	221
思考题	216	12.3.3 传输网络信息安全	222
第 12 章 物联网安全管理	217	12.4 数据服务中心安全	222
12.1 节点安全管理	217	12.4.1 物理安全	222
12.1.1 节点物理安全	217	12.4.2 性能安全	223
12.1.2 节点功能安全	217	12.4.3 信息安全	224
		12.5 小结	225
		思考题	225

第 4 篇 物联网实时信息系统实践案例

第 13 章 基于 RFID 的图书管理系统 开发

13.1 图书管理系统功能描述	228	13.3.2 网关设备	234
13.1.1 系统背景概述	228	13.3.3 其他硬件设备	235
13.1.2 图书管理系统功能设 计	229	13.4 数据通信系统设计	235
13.2 软件技术	232	13.4.1 网络拓扑图	235
13.2.1 JSP、Servlet 技术	232	13.4.2 网关配置	236
13.2.2 Spring MVC	232	13.4.3 服务器配置	237
13.2.3 Java Mail	233	13.5 网关数据收集及传输	239
13.2.4 AJAX	233	13.5.1 数据收集实现	239
13.2.5 服务器	233	13.5.2 网关数据库设计	239
13.3 硬件设备	234	13.5.3 网关数据的发送	241
13.3.1 RFID 设备	234	13.6 数据服务中心信息处理及显示	242
		13.6.1 服务器端数据接收实现	242
		13.6.2 服务器与 Android 手机数 据交互实现	245
		13.6.3 数据服务中心数据库设计	245

及实现	245	第 15 章 大型养猪场智能监控系统	
13.6.4 数据处理及报警	253	开发	290
13.6.5 Web 服务器网页设计		15.1 开发背景	290
实现	256	15.1.1 大型养猪场简介	290
13.6.6 智能手机客户端设计	260	15.1.2 大型养猪场管理存在的	
13.7 小结	264	问题	292
思考题	264	15.2 监控系统整体设计	293
第 14 章 钢包实时跟踪系统开发	266	15.2.1 养猪场监控网络设计	293
14.1 钢包跟踪系统开发背景	266	15.2.2 数据服务中心数据库表格	
14.1.1 炼钢流程简介	266	设计	295
14.1.2 炼钢厂生产存在的问题	269	15.3 监控系统硬件实现举例	301
14.1.3 开发新型炼钢跟踪系统		15.3.1 设备介绍	302
的必要性	269	15.3.2 网关制作	303
14.2 钢包跟踪系统整体设计	270	15.3.3 网关设备连接	303
14.2.1 钢包监控系统网络设计	270	15.3.4 MySQL 安装及管理	304
14.2.2 钢包监控系统的设计与		15.4 养猪场监控管理系统软件实现	310
实现	271	15.4.1 网关数据处理	311
14.3 跟踪系统的数据收集及传输	275	15.4.2 数据服务中心数据接收	314
14.3.1 RFID 信息收集	275	15.4.3 养猪场监控系统管理功能	
14.3.2 拉力及温度传感器安装和		设计	316
数据收集	277	15.4.4 养猪场监控系统管理功能	
14.4 钢包跟踪系统关键技术	277	实现	317
14.4.1 钢包号码自动识别	277	15.5 小结	322
14.4.2 钢包位置自动识别	279	思考题	322
14.4.3 钢包温度及重量识别	280	第 16 章 基于智能手机的物流管理系	
14.5 钢包跟踪管理系统界面开发	281	统开发	324
14.5.1 钢包位置及状态实时跟		16.1 智能手机简介	324
踪监控	281	16.1.1 智能手机概述	324
14.5.2 钢包信息管理	282	16.1.2 智能手机系统	324
14.5.3 钢包跟踪系统异常管理	284	16.1.3 智能手机应用软件	325
14.5.4 钢包信息综合查询界面		16.2 Android 智能手机	325
开发	285	16.2.1 Android 系统概述	325
14.6 小结	288	16.2.2 Android 系统特点	326
思考题	288		

16.2.3	搭建 Android 应用软件开 发平台	326
16.2.4	Android 相关设备	329
16.3	物流管理系统开发背景	330
16.3.1	物流管理系统概述	330
16.3.2	手持扫描终端简介	330
16.3.3	开发新型物流管理系统的 必要性	331
16.4	物流管理系统整体设计	332
16.4.1	物流管理系统网络设计	332
16.4.2	物流管理系统实时数据 收集方法	333
16.4.3	物流管理系统功能设计	333
16.5	物流管理系统软件实现	334
16.5.1	实时数据收集实现	334
16.5.2	服务器安装及配置	334
16.6	物流管理系统管理界面实现	335
16.6.1	一般客户下订单及物流 查询	335
16.6.2	基于经理角色的后台 管理	336
16.6.3	基于审核员角色的后台 管理	338
16.6.4	智能手机客户端软件 实现	340
16.7	小结	342
	思考题	342

第 17 章 基于人脸识别的考勤系统 开发

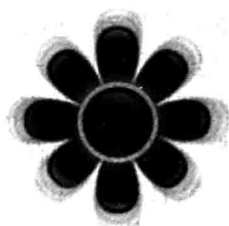
17.1	考勤系统开发背景	344
17.1.1	考勤系统简介	344
17.1.2	开发新型考勤系统的 必要性	344
17.2	人脸识别技术	345

17.2.1	人脸识别的意义	345
17.2.2	人脸识别的现状	346
17.2.3	人脸识别的过程	346
17.2.4	人脸识别的关键技术	346
17.3	基于人脸识别的考勤系统设计	348
17.3.1	人脸识别考勤系统网络 设计	348
17.3.2	人脸识别考勤系统实时数 据收集	349
17.3.3	数据库设计	349
17.3.4	人脸识别考勤系统功能 设计	351
17.4	考勤系统的硬件实现	352
17.4.1	摄像设备	353
17.4.2	服务器安装及配置	353
17.5	考勤系统的软件实现	356
17.5.1	人脸库的训练	357
17.5.2	人脸识别	358
17.5.3	考勤系统功能实现	359
17.6	小结	366
	思考题	366

第 18 章 智能农业大棚监控系统开发

18.1	大棚监控系统开发背景	368
18.1.1	农业大棚简介	368
18.1.2	农业大棚监控系统现状	369
18.1.3	开发新型农业大棚监控 系统的必要性	369
18.2	大棚监控系统整体设计	370
18.2.1	大棚监控系统网络设计	370
18.2.2	大棚监控系统实时数据收 集方法	370
18.2.3	大棚监控系统功能设计	371
18.3	大棚监控系统硬件实现	371
18.3.1	传感器	371

18.3.2 联动控制设备	372	设计	380
18.4 大棚监控系统软件实现	373	19.2.3 数据库设计	381
18.4.1 传感器数据获取及传输	373	19.2.4 远程医疗监护系统服务器 功能设计	382
18.4.2 服务器端功能	373	19.3 医疗监护系统硬件实现	383
18.4.3 远程控制实现	375	19.3.1 生理数据获取设备	384
18.5 小结	376	19.3.2 远程医疗监控网关设备	384
思考题	376	19.4 远程医疗监护系统平台实现	384
第 19 章 远程医疗监护系统开发	378	19.4.1 实时生理数据获取与 传输	384
19.1 医疗监护系统开发背景	378	19.4.2 远程医疗监控系统服务器 功能实现	385
19.1.1 医疗监护简介	379	19.4.3 远程医疗监控系统客户端 实现	385
19.1.2 远程医疗监护市场现状	379	19.5 小结	387
19.2 远程医疗监护系统整体设计	380	思考题	387
19.2.1 远程医疗监护系统设计 概述	380		
19.2.2 远程医疗监护系统网络			
附录 英文简称	388		
参考文献	396		



第 1 篇

物联网实时信息系统组成



第 1 章 物联网工程简介

物联网是指将各种实时信息获取设备或设备集合体,如传感网、射频标签阅读装置、条码与二维码设备、仪表、全球定位系统和其他基于物—物通信模式的短距无线自组织网络,通过各种接入网与互联网、广电网或电信网结合起来所形成的一个巨大的实时信息收集、传输、控制及信息服务网络。物联网应用涉及智能交通、环境保护、政府工作、公共安全、平安家居、智能消防、工业监测、老人护理、个人健康等多个领域。物联网具有高度的创造性、渗透性和带动性,对国家安全、经济和社会发展产生深远影响。欧、美、日、韩等主要发达国家和地区将物联网纳入国家战略性计划,我国也将物联网放到了战略发展的地位。物联网工程的任务是建立高效、稳定的物联网实时信息系统。物联网实时信息系统主要包括 6 个部分:节点、网关、传输网络、数据服务中心、信息服务接入网及信息服务客户端。由于信息服务接入网和客户端同传统的互联网信息服务接入网及客户端相似,这两部分内容将不是本书讨论的重点。

本章将从物联网的起源、物联网服务、物联网实时信息系统简介和物联网工程的主要任务几个方面来对物联网工程进行简单介绍。后续几章内容将对物联网实时信息系统的几个主要组成部分进行详细的论述。

1.1 物联网的起源

20 世纪 90 年代初,美国麻省理工学院 Auto-ID 实验室为使射频识别(Radio Frequency Identification,RFID)技术更容易在各个领域广泛应用,制定了产品电子编码(Electronic Product Code,EPC)标准。依靠一系列 EPC 标准,可建立 EPC 实时跟踪信息系统。通过这个系统,可以虚拟地将所有感兴趣的物体与 Internet 相连,人们可以通过网络实时了解这些物体的相关信息。基于此,1998 年 Auto-ID 实验室提出物联网(Internet of Things,IOT)的概念。我国的一些研究机构在 1999 年就启动了传感网的研究,并已取得了一些科研成果,并且建立了一些试用的传感网。“微软之父”Bill Gates 在 1995 年出版的图书《未来之路》中,也曾提及物联网。在我国,有时也将传感网称为物联网,但本书认为传感网只是物联网的一个重要组成部分,将传感网等同于物联网有些不妥。2005 年 11 月 17 日,在突尼斯举行的信息社会世界峰会(World Summit on the Information Society,WSIS)上,国际电信联盟(International Telecommunications Union,ITU)发布了《ITU Internet Reports 2005:The Internet of Things》报告,并正式提出了“物联网”的概念。

1.1.1 物联网的历史

物联网的本质就是通过网络对所关注的物体的状态进行实时监控。关于物联网的理念,还

有一个有趣的故事。早在1991年,英国剑桥大学一个计算机实验室的工作人员大多喜欢喝咖啡。实验室在三楼,烧咖啡用的公用咖啡壶在一楼。实验室人员想喝咖啡时,要下两层楼梯去查看咖啡是否煮好。很多时候,想喝咖啡的工作人员不是发现咖啡壶是空的,就是发现咖啡还没有煮好,常常感到很不方便。为了解决这个问题,实验室中的某些工作人员编写了一套程序来控制一个安装在咖啡壶旁边的摄像头进行拍照,并将照片上传到实验室中的一台计算机中。图片上传的速度为3张/秒,这些照片可在实验室的计算机上实时显示出来。这样,实验室中的人员可以不用下楼,就可以查看咖啡是否煮好。这个应用对后来的实时网络视频监控的研发产生了积极的影响。

1995年,Bill Gates在他的《The Road Ahead》一书中描述了一些物联网应用场景。他指出,袖珍计算机可以用来解决一些特定场所的票证检验问题。例如,个人袖珍计算机中存储有相关的购票凭证及相关票据信息,到机场或剧院时,不用排队验票,袖珍计算机可以同机场或剧院中的大型计算机联网来自动完成验票事宜。再如,在Bill Gates的描述中提到,进出小区或房间大门时,可以利用袖珍计算机来代替钥匙或磁卡进行开门。同时,他还指出,将来人们所丢失的或被盗窃的照相机可自动发回位置信息给它的主人。Bill Gates的这些设想在当年看来几乎是疯狂的,没有引起人们足够的重视,但目前相当于袖珍计算机的智能手机已经使得Bill Gates当年的设想变成了现实。

美国麻省理工学院在1999年建立自动识别中心(Auto-ID Center),后来演变为自动识别实验室(Auto-ID labs)(<http://autoidlabs.org/>)。该实验室的科学家Kevin Ashton提出可利用RFID标签及各种传感设备将所有物品与互联网连接起来,实现智能化识别与管理,并把这种网络定义为物联网(Internet of Things)。当时,Kevin Ashton提出的物联网是针对物流管理系统的,利用RFID标签来代替传统的条码,通过RFID信息化平台可实现物品的自动快速识别,为实现物流系统的智能化管理建立了牢固的基础。

自1991年物联网被提出以来,伴随着1995年Bill Gates在书中对各种物联网应用的描述,以及1999年物联网概念的进一步提出,随着RFID、传感器等技术和应用的发展,物联网的内涵发生了较大变化。这也导致后来在2005年11月17日举行的“信息社会世界峰会”上,发布了《ITU Internet reports 2005——The Internet of Things》报告。ITU在报告中指出,当前信息与通信技术(Information Communication Technology, ICT)已经成功满足了人与人之间的沟通。信息化技术进一步深入的发展将加快实现人与物、物与物之间的实时信息的交换,无所不在的物联网信息化时代正式来临。同时,报告还指出物联网使当前世界的信息化程度达到了一个新的高度,将“任何时间、任何地点、连接任何人”的信息化交互理念扩展到“连接任何物品”,万物的连接就形成了物联网。不过,这里要指出所连接的任何物品都是人们所感兴趣的物品。简单来说,物联网是通过在人们所感兴趣的物品上嵌入传感器设备、二维码、电子标签、条码等,在这些被嵌入的元器件的帮助下可以获得物品的实时信息,通过无线及有线网络的方式将实时信息发送到远程数据服务中心。各大数据服务中心可互联形成一个庞大的网络,从而可达到对物品进行实时跟踪、监控等智能化管理的目的。

在我国,物联网的研究与应用受到了广泛的关注。2012年2月14日,工信部正式公布了《物联网“十二五”发展规划》,明确了物联网应用的指导思想、发展原则和发展目标,提出到2015年,初步形成创新驱动、应用牵引、协同发展、安全可控的物联网发展格局。

1.1.2 物联网发展现状

目前,物联网的发展及应用还处于起步阶段,世界各个主要发达国家都出台了各种激励政策大力推动本国或本地区的物联网发展及应用水平,希望在新一轮信息化革命中抢占先机,为获取更高的经济及社会利益打下基础。

1. 美国物联网软硬件关键技术

美国在物联网硬件制造产业及软件开发产业方面具有一定的优势。美国政府及企业在物联网技术研发方面进行了大规模的投资。美国国防部(Department of Defense, DOD)智能微尘计划(Smart Dust Project)、美国国家科学基金会的“全球网络研究环境”(Global Environment for Networking Innovations, GENI)和美国政府及电力工业大力推动的智能电网(Smart Grid)等项目提升了美国在物联网应用领域的各种发明创造及创新能力。同时,美国的产业及科技界还主导着各种物联网应用标准的制定,典型的案例是RFID电子标签应用领域的EPCglobal标准。同时,美国的相关企业,如德州仪器(Texas Instruments, TI)、Intel、高通(Qualcomm)、IBM和微软等在物联网软硬件设计及制造方面处于领先地位。美国较为成熟的物联网应用已经遍布建筑、医疗、空间、军事、工业、农业和环境监测等领域。

2. 欧盟物联网技术研发和应用政策

欧盟由于其国家众多且资源相对贫乏,特别希望大力推动节能、环保和高效的物联网产业的发展。2009年9月15日,欧盟发布《Internet of Things Strategic Research Roadmap》(欧盟物联网战略研究路线图)报告,报告中指出作为未来的趋势和发展,物联网将改变世界和社会生活的各个方面,需要制定适合物联网领域研究工作较好开展的建议,引导欧洲物联网技术的发展朝着有利于所有公民利益的方向发展。该报告提出了一个2010、2015、2020三阶段物联网研发路线图,它所推荐的主要物联网应用研究领域包括航空航天、汽车、电信、智能建筑、医疗技术、医疗保健、独立生活、药物、零售、物流、供应链管理、制造、产品生命周期管理、石油和天然气的安全、环境监测、人和货物的运输、农业育种、媒体、娱乐、票务、保险、食品溯源和垃圾回收等。欧盟在物联网技术研究及应用领域进行了大力的投资,就智能电网一项,在2010—2018年间,欧盟计划投资20亿欧元,其他方面的政府和企业的投资还有更多,各种投资大大促进了欧盟物联网技术的发展。

3. 日本泛在网发展战略

泛在网(Ubiquitous Networking)简称U网络,指无所不在的网络,可使人或物在任何时间、任何地点都可以利用信息化通信技术进行各种信息交换,这与物联网的思想是一致的。日本具有繁荣和发达的电信业,2004年初,日本的内部事务和通信部(Ministry of Internal Affairs and Communications, MIC)制定了U-Japan政策,来加快实现无处不在的网络接入,不仅为用户也为