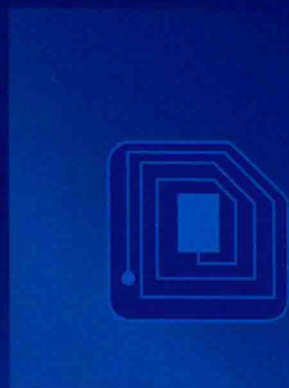


物联网专业课程系列教材

RFID原理及应用

梁庆中 樊媛媛 编



非外借

 科学出版社

物联网专业课程系列教材

RFID 原理及应用

梁庆中 樊媛媛 编

科学出版社

北京

版权所有，侵权必究

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

内 容 简 介

本书系统地介绍了RFID（射频识别）技术的基本理论和在物联网中的应用。主要分为RFID工作原理、RFID数据管理及RFID系统应用三大部分。第1章介绍RFID技术与物联网技术的一些基本知识；第2章介绍RFID系统的基本组成和工作原理；第3章介绍读写器的基本原理和工作特征，电子标签的工作原理及特征，以及RFID系统中的天线技术；第4章介绍RFID中数据的表示方法及其完整性、安全性控制；第5章介绍RFID系统里中间件的工作原理及系统集成方法；第6章介绍基于标签识别的RFID系统在仓储应用中的实施过程；第7章以RFID的射频通信的信号特征作为识别参照，介绍利用RFID信号接收强度来识别人流量的应用系统的实施。

本书可作为物联网类专业的教材，也可供该专业研究生阅读参考，还可供从事网络工程、计算机应用技术等计算机科学的科技人员与研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

RFID原理及应用 / 梁庆中, 樊媛媛编. —北京: 科学出版社, 2018.11

物联网专业课程系列教材

ISBN 978-7-03-059744-1

I. ①R… II. ①梁… ②樊… III. ①无线电信号-射频-信号识别-教材 IV. ①TN911.23

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第261810号

责任编辑: 闫陶 / 责任校对: 邵娜

责任印制: 彭超 / 封面设计: 彬峰

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

武汉中科兴业印务有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

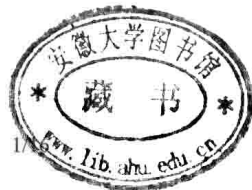
2018年11月第一版 开本: 787×1092 1/16

2018年11月第一次印刷 印张: 10 3/4

字数: 254 000

定价: 46.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)



前 言

射频识别 (radio frequency identification, RFID) 是通过无线射频方式获取物体的相关数据, 并对物体加以识别的一种非接触式的自动识别技术。RFID 通过射频信号自动识别目标对象并获取相关数据, 识别工作无须人工干预, 可以识别高速运动的物体, 可以同时识别多个目标, 还可以实现远程读取, 并可以工作于各种恶劣环境。RFID 技术不需要与物体直接接触, 即可在较远距离上实现识别, 并且能够快速、实时、准确地处理信息, 是实现物联网的关键技术。

本书综合考虑以计算机专业为背景的学生的前导课程及能力基础, 弱化 RFID 系统中的射频通信原理及读写器、标签电路的工作原理及设计等偏向通信工程专业的理论知识内容, 侧重于 RFID 系统的工作原理与技术在工程中的应用, 使学生能够更快地把理论与实际结合起来。

学习本书的目标在于: 首先, 让学生对物联网与 RFID 技术建立起完整的概念; 其次, 通过对 RFID 技术基本原理及关键技术的学习, 进一步提高学生 RFID 技术的应用能力和使用技巧; 第三, 通过 RFID 应用实例设计及实现方法的学习与训练, 激发学生对 RFID 应用技术的兴趣, 培养学生的动手能力, 理解 RFID 技术在物联网中的地位和作用。主要内容包括: 物联网的基本概念和典型架构, 射频识别技术的工作原理, 无线射频识别的频率标准与技术规范, 读写器和电子标签的结构, 射频识别应用系统, RFID 在数据通信应用中的相关算法, 以及实际 RFID 应用系统的设计与应用等内容。

本书由梁庆中、樊媛媛老师主编, 姚宏、曾德泽老师参与编写。梁庆中老师拟定大纲和总纂, 主编除了参与编写外, 还对书中的内容作了修改和补充。樊媛媛、姚宏和曾德泽老师完成了各章节内容的资料收集与编写。其中, 樊媛媛老师负责了 RFID 读写器与标签、物联网与 EPC 等部分, 姚宏老师负责了射频通信中的编码与纠错、数据加密等部分, 曾德泽老师负责了 RFID 在仓储中的应用及人流量的检测等部分。此外, 李迎光、谢朝旭、魏子杰等同学为本书的书写排版、文字校对等也做了大量的工作。

本书在编写过程中吸收了国内外专家、学者的研究成果和物联网科技公司的 RFID 项目实施经验, 搜集参考了大量相关的文献、著作、教材和网络资料, 在此谨向所有专家、学者、参考文献的编著者表示衷心的感谢!

本书是编者老师们集体智慧的成果, 尽管大家已尽了最大努力, 但由于时间与水平所限, 书中难免有疏漏之处, 恳请读者批评指正。

作 者

2018年8月31日于武汉南望山

目 录

前言

第1章 导论	1
1.1 物联网概述	1
1.1.1 什么是物联网	1
1.1.2 物联网认识误区	2
1.1.3 物联网关键技术	2
1.1.4 物联网的体系架构	5
1.1.5 信息安全	5
1.2 自动识别技术	6
1.2.1 自动识别技术概述	7
1.2.2 条码技术	7
1.2.3 磁条(卡)技术	7
1.2.4 射频识别技术	8
1.2.5 机器视觉	8
1.2.6 生物测量识别技术	9
1.2.7 接触记忆	9
1.2.8 光学字符识别技术	10
1.2.9 声音识别技术	10
1.2.10 视觉识别技术	11
1.3 条码技术及应用	12
1.3.1 条码类型	12
1.3.2 常用条码介绍	12
1.3.3 QR 二维码原理	18
1.4 RFID 技术	22
1.4.1 RFID 的原理及系统组成	22
1.4.2 RFID 系统应用	24
1.4.3 RFID 技术应用存在的问题	24
1.4.4 RFID 技术未来的发展	25
1.5 RFID 的相关标准	26

1.5.1	标准总览	26
1.5.2	RFID 在中国的相关标准	28
1.5.3	RFID 相关标准的社会影响因素	29
1.5.4	RFID 相关标准的推动力	29
第 2 章	射频识别系统的组成与工作原理	31
2.1	射频识别技术的简介	31
2.2	射频识别系统的分类	32
2.3	射频识别系统的组成	33
2.3.1	标签的组成	34
2.3.2	读写器的组成	35
2.4	射频识别系统的工作原理	36
2.4.1	耦合方式	36
2.4.2	通信流程	37
2.4.3	标签到读写器的数据传输方法	38
2.5	射频通信的菲涅耳区	38
2.5.1	菲涅耳区	38
2.5.2	地面反射	40
2.5.3	RFID 电磁波的传播机制	41
2.5.4	菲涅耳区对天线部署的影响	41
2.6	RFID 应用系统	42
2.6.1	概述	42
2.6.2	系统结构	42
2.6.3	RFID 系统的应用领域	46
第 3 章	RFID 读写器与标签	48
3.1	RFID 标签知识	48
3.1.1	射频电子标签	48
3.1.2	不同频段 RFID 技术特性简述	50
3.1.3	如何选择 RFID 系统的工作频率	52
3.2	RFID 读写器	56
3.2.1	RFID 读写器的功能	56
3.2.2	RFID 读写器的工作原理	56
3.2.3	读写器系统的组成	57
3.2.4	读写器的分类	57
3.2.5	读写器的选择	57
3.3	读写器与标签的天线技术	58
3.3.1	读写器天线设计技术	58
3.3.2	读写器天线制造技术	58
3.3.3	RFID 标签天线设计	59

第4章 RFID 系统中的数据表示	60
4.1 物联网与产品电子代码.....	60
4.1.1 物联网与产品电子代码的关系.....	60
4.1.2 EPC 的定义.....	61
4.1.3 EPC 的产生.....	62
4.1.4 EPC 系统的构成.....	63
4.1.5 EPC 系统的特点.....	67
4.1.6 EPC 系统的工作流程.....	67
4.2 射频通信中的信号编码.....	68
4.2.1 模拟信号数字化的转换过程.....	68
4.2.2 模拟信号调制.....	69
4.2.3 数字数据的数字信号编码.....	70
4.3 射频通信中的纠错编码方式.....	72
4.3.1 奇偶监督码.....	72
4.3.2 行列监督码.....	73
4.3.3 恒比码.....	73
4.3.4 汉明码.....	74
4.3.5 循环码.....	76
4.3.6 RS 码.....	77
4.3.7 连环码(卷积码).....	78
4.4 RFID 防冲突算法.....	79
4.4.1 RFID 的防冲突机制.....	79
4.4.2 Aloha 算法.....	81
4.4.3 二进制树算法.....	82
4.5 数据加密技术.....	84
4.5.1 数据加密基本概念.....	84
4.5.2 加密算法原理及分析.....	86
4.5.3 加密技术在网络中的应用及发展.....	88
第5章 RFID 系统的中间件技术	90
5.1 中间件技术简介.....	90
5.1.1 为什么要中间件.....	90
5.1.2 中间件的起源.....	90
5.1.3 中间件的概念.....	92
5.1.4 中间件的未来.....	97
5.2 RFID 中间件概述.....	98
5.2.1 什么是 RFID 中间件.....	98
5.2.2 RFID 的三个中间阶段.....	99
5.2.3 RFID 中间件两个应用方向.....	99

5.2.4	RFID 中间件的原理	100
5.2.5	RFID 中间件的分类	100
5.2.6	RFID 中间件的特征	100
5.2.7	如何将现有的系统与新的 RFID 读写器连接	101
5.3	RFID 中间件在 RFID 系统中的作用和功能	101
5.3.1	RFID 系统架构简介	101
5.3.2	RFID 中间件技术及其优势	102
5.3.3	RFID 中间件的功能和作用	104
5.4	物联网的中间件	106
5.5	RFID 中间件——ALE 介绍	112
第 6 章	RFID 技术在仓储中的应用	120
6.1	射频识别技术在小型卷钢仓储的应用部署	120
6.1.1	背景	120
6.1.2	非规则仓位卷钢仓储模式对 RFID 系统的影响	121
6.1.3	RFID 的部署	123
6.1.4	实例分析	125
6.1.5	小结	127
6.2	基于位置识别的仓库管理系统的需求分析	127
6.2.1	系统业务流程分析	127
6.2.2	系统数据流分析	128
6.2.3	数据词典	128
6.3	系统总体设计	129
6.3.1	系统模块总体设计	129
6.3.2	数据库的设计	129
6.4	系统详细设计	133
6.4.1	登录模块	133
6.4.2	仓库初始化模块	133
6.4.3	基本信息模块	136
6.4.4	进货管理模块	141
6.4.5	出库管理	143
6.4.6	库存查询	144
6.4.7	报表打印功能	146
第 7 章	基于 RFID 的公共场所人流量监控	147
7.1	背景	147
7.1.1	现有技术分析	147
7.1.2	应用 RFID 技术的解决思路	148
7.2	障碍物对 RFID 链路状态的影响	149
7.2.1	障碍物对 RFID 信号强度的影响实验	149

7.2.2	障碍物宽度对 RFID 信号强度的影响	149
7.2.3	不同遮挡范围对 RFID 信号强度的影响	150
7.3	基于 RFID 技术的人流量监控系统	152
7.3.1	系统构成	152
7.3.2	基于 LSI 提取人群覆盖面积的原始数据	153
7.3.3	基于矩阵对人群覆盖面的分析	154
7.4	人群移动速度及范围检测	155
7.4.1	相同范围不同速度 RSSI 值变化趋势研究	156
7.4.2	相同速度不同范围 RSSI 值变化趋势研究	157
7.4.3	依据人群移动速度及范围判断当前人流量	159
	参考文献	162

1.1 物联网概述

物联网是一个基于互联网、传统电信网的信息承载体，让所有能够被独立寻址的普通物理对象实现互联互通的网络，是新一代信息技术的重要组成部分，近年来发展迅速，具有广阔的应用前景。作为动态的全球网络基础设施，它的根本是物与物、人与物之间的信息传递与控制。

1.1.1 什么是物联网

1999 年，Ashton 教授在研究 RFID 时在美国召开的移动计算和网络国际会议上首先提出物联网（internet of things）这个词；2005 年在突尼斯举行的信息社会世界峰会上，国际电信联盟正式提出了物联网的概念；如今，各国政府重视下一代的技术规划，纷纷将物联网作为信息技术发展的重点。IBM 更是提出“智慧的地球”的策略，并且希望在基础建设的执行中，植入“智慧”的理念，从而带动经济的发展和社会的进步，希望以此掀起“互联网”浪潮之后的又一次科技产业革命。

物联网是将无处不在的末端设备和设施，包括具备“内在智能”的传感器、移动终端、工业系统、楼宇控制系统、家庭智能设施、视频监控系统等及“外在使能”的，例如贴上 RFID 的各种资产、携带无线终端的个人与车辆等“智能化物件或动物”或“智能尘埃”，通过各种无线/有线的长距离/短距离通信网络实现互联互通、应用大集成，以及基于云计算的软件即服务营运等模式，提供安全可控乃至个性化的实时在线监测、定位追溯、报警联动、调度指挥、预案管理、远程控制、安全防范、远程维保、在线升级、统计报表、决策支持、领导桌面等管理和服务功能，实现对“万物”的“高效、节能、安全、环保”的“管、控、营”一体化。

物联网是新一代信息技术的重要组成部分。由此，顾名思义“物联网就是物物相连的互联网”。这有两层意思：第一，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；第二，其用户端延伸和扩展到了任意物品与物品之间，进行信息交换和通信。因此，物联网技术的定义是：通过射频识别（RFID）、红外感应器、

全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备，按约定的协议，将任意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、追踪、监控和管理的一种网络技术。

1.1.2 物联网认识误区

由于物联网属于综合性、跨行业性很强的产业，各行业在对物联网的认识上，都会结合自身行业特点，给出行业的物联网定义。但综合来看，目前各行业对物联网的认识也还存在以下一些误区。

1. 物联网就是传感网

把传感网或 RFID 网等同于物联网。事实上传感技术、RFID 技术，都仅是信息采集技术之一。除传感技术和 RFID 技术外，GPS、视频识别、红外、激光、扫描等所有能够实现自动识别与物物通信的技术都可以成为物联网的信息采集技术。传感网或者 RFID 网只是物联网的一种应用，但绝不是物联网的全部。

2. 物联网是个巨大的网络

把物联网当成互联网的无限延伸，把它当成所有物的完全开放、全部互连、全部共享的互联网平台。实际上，物联网绝不是简单的全球共享互联网的无限延伸，互联网也不仅指我们通常认为的国际共享的计算机网络，互联网也有广域网和局域网之分。

物联网既可以是我們通常意义上的互联网向物的延伸；也可以根据现实需要及产业应用组成局域网、专业网。现实中没必要也不可能使全部物品联网；也没必要使专业网、局域网都必须连接到全球互联网共享平台。今后的物联网与互联网会有很大不同，类似智慧物流、智能交通、智能电网等专业网、智能小区等局域网才是最大的应用空间。

3. 物联网实现起来很难

认为物联网就是物物互联的无所不在的网络，是空中楼阁，是目前很难实现的技术。事实上物联网是实实在在的，很多初级的物联网应用早就在为我们服务着。物联网理念就是在很多现实应用基础上推出的聚合型集成的创新，是对早就存在的具有物物互联的网络化、智能化、自动化系统的概括与提升，它从更高的角度升级了我们的认识。

4. 只要设备连上网就可以叫物联网

把物联网当成个筐，什么都往里装；基于自身认识，把仅能互动、通信的产品都当成物联网应用。例如，仅仅嵌入了一些传感器，就成为所谓的物联网家电；把产品贴上了 RFID 标签，就成了物联网应用等。

1.1.3 物联网关键技术

1. 感知技术

感知技术也可以称为信息采集技术，它是实现物联网的基础。目前，信息采集主要采用电子标签和传感器等方式完成。在感知技术中，电子标签用于对采集的信息进行标准化标识，数据采集和设备控制通过射频识别读写器、二维码识读器等实现。

1) RFID

射频识别 (RFID)，是一种通信技术，可通过无线电信号识别特定目标并读写相关数据，而无须识别系统与特定目标之间建立机械或光学接触，即是一种非接触式的自动识别技术。它由三部分组成：标签；读写器；天线。

标签——由耦合元件及芯片组成，具有存储与计算功能，可附着或植入手机、护照、身份证、人体、动物、物品、票据中，每个标签具有唯一的电子编码，附着在物体上用于唯一标识目标对象。根据标签的能量来源，可以将其分为被动式标签、半被动式标签和主动式标签。根据标签的工作频率，又可将其分为低频 (low frequency, LF) (30~300 kHz)、高频 (high frequency, HF) (3~30 MHz)、超高频 (ultra high frequency, UHF) (300~968 MHz) 和微波 (micro wave, MW) (2.45~5.8 GHz)。

读写器——读取 (有时还可以写入) 标签信息的设备，可设计为手持式或固定式，读写器根据使用的结构和技术不同可以是读或读/写装置，是 RFID 系统信息控制和处理中心。读写器通常由耦合模块、收发模块、控制模块和接口单元组成。读写器和应答器之间一般采用半双工通信方式进行信息交换，同时，读写器通过耦合给无源应答器提供能量和时序。在实际应用中，可进一步通过 Ethernet 或 WLAN 等实现对物体识别信息的采集、处理及远程传送等管理功能。

天线——在标签和读写器间传递射频信号。

标签进入磁场后，接收读写器发出的射频信号，凭借感应电流所获得的能量发送出存储在芯片中的产品信息，或者由标签主动发送某一频率的信号，读写器读取信息并解码后，送至中央信息系统进行有关数据处理，如图 1.1 所示。

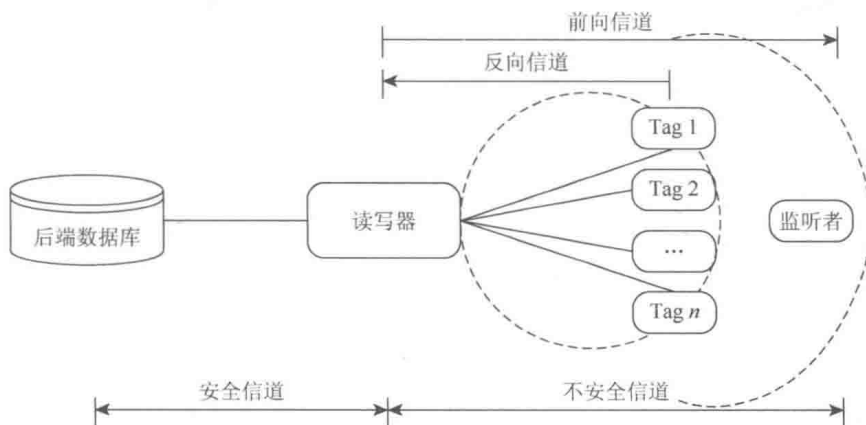


图 1.1 RFID 技术原理图

RFID 面临的问题主要包含以下几点。

(1) 数据安全。由于任何实体都可读取标签，因此敌手可将自己伪装成合法标签，或者通过进行拒绝服务攻击，从而对标签的数据安全造成威胁。

(2) 隐私。将标签 ID 和用户身份相关联，从而侵犯个人隐私。未经授权访问标签信息，得到用户在消费习惯、个人行踪等方面的隐私。与隐私相关的安全问题主要包括信息泄露和追踪。

(3) 复制。约翰·霍普金斯大学和 RSA 实验室的研究人员指出 RFID 标签中存在的一个严重安全缺陷是标签可被复制。

2) 传感器

传感器是机器感知物质世界的“感觉器官”，用来感知信息采集点的环境参数。它可以感知热、力、光、电、声、位移等信号，为物联网系统的处理、传输、分析和反馈提供最原始的信息。随着电子技术的不断进步，传统的传感器正逐步实现微型化、智能化、信息化、网络化；同时，我们也正经历着一个从传统传感器到智能传感器再到嵌入式 Web 传感器不断发展的过程。

2. 网络通信技术

在物联网的机器到机器、人到机器和机器到人的信息传输中，有多种通信技术可供选择，主要分为有线（例如 DSL、PON 等）和无线（例如 CDMA、GPRS、IEEE 802.11 a/b/g WLAN 等）两大类技术，这些技术均已相对成熟。在物联网的实现中，格外重要的是无线传感网技术。

1) M2M

M2M (machine to machine) 即机器对机器通信，M2M 的重点在于机器对机器的无线通信，存在以下三种方式：机器对机器，机器对移动电话（例如用户远程监视），移动电话对机器（例如用户远程控制）。在 M2M 中，GSM/GPRS/UMTS 是主要的远距离连接技术，其近距离连接技术主要有 802.11 b/g、BlueTooth、ZigBee、RFID 和 UWB。此外，还有一些其他技术，例如 XML 和 Corba，以及基于 GPS、无线终端和网络的位置服务技术。

2) 无线传感网

传感网的定义为随机分布的集成有传感器、数据处理单元和通信单元的微小节点，通过自组织的方式构成的无线网络。借助于节点中内置的传感器测量周边环境中的热量、红外、声呐、雷达和地震波信号，从而探测包括温度、湿度、噪声、光强度、压力、土壤成分、移动物体的速度和方向等物质现象。集分布式信息采集、传输和处理技术于一体的网络信息系统，以其低成本、微型化、低功耗和灵活的组网方式、铺设方式以及适合移动目标等特点受到广泛重视。目前，面向物联网的传感网，主要涉及以下几项技术：测试及网络化测控技术、智能化传感网节点技术、传感网组织结构及底层协议、对传感网自身的检测与自组织、传感网安全。

3. 数据融合与智能技术

物联网是由大量传感网节点构成的，在信息感知的过程中，采用各个节点单独传输数据到汇聚节点的方法是不可行的。因为网络存在大量冗余信息，会浪费大量的通信带宽和宝贵的能量资源。此外，还会降低信息的收集效率，影响信息采集的及时性，所以需要采用数据融合与智能技术进行处理。

所谓数据融合是指将多种数据或信息进行处理，组合出高效且符合用户需求的数据的过程。海量信息智能分析与控制是指依托先进的软件工程技术，对物联网的各种信息进行海量存储与快速处理，并将处理结果实时反馈给物联网的各种“控制”部件。

智能技术是为了有效地达到某种预期的目的，利用知识分析后所采用的各种方法和手

段。通过在物体中植入智能系统,可以使物体具备一定的智能性,能够主动或被动的实现与用户的沟通,这也是物联网的关键技术之一。

根据物联网的内涵可知,要真正实现物联网需要感知、传输、控制及智能等多项技术。物联网的研究将带动整个产业链或者说推动产业链的共同发展。信息感知技术、网络通信技术、数据融合与智能技术、云计算等技术的研究与应用,将直接影响物联网的发展与应用,只有综合研究解决了这些关键技术问题,物联网才能得到快速推广,造福于人类社会,实现智慧地球的美好愿望。

4. 纳米材料技术

纳米材料技术是研究尺寸在0.1~100 nm的物质组成体系的运动规律和相互作用以及可能实际应用中的技术。目前,纳米材料技术在物联网技术中的应用主要体现在RFID设备、感应器设备的微小化设计、加工材料和微纳米加工技术上。

1.1.4 物联网的体系架构

物联网体系主要由运营支撑系统、传感网络系统、业务应用系统、无线通信网系统等组成。

通过传感网络,可以采集所需的信息,顾客在实践中可运用RFID读写器与相关的传感器等采集其所需的数据信息,当网关终端进行汇聚后,可通过无线网络运程将其顺利地传输至指定的应用系统中。此外,传感器还可以运用ZigBee与蓝牙等技术实现与传感器网关有效通信的目的。目前,市场上常见的传感器大部分都可以检测到相关的参数,包括压力、湿度或温度等。一些专业化、质量较高的传感器通常还可检测到重要的水质参数,包括浊度、水位、溶解氧、电导率、藻蓝素、pH值、叶绿素等。

运用传感器网关可以实现信息的汇聚,同时可运用通信网络技术使信息可以远距离传输,并顺利到达指定的应用系统中。目前,我国用于传感网组织的无线通信网络主要有3G、WLAN、LTE、GPR,而4G的布置仍然不多。

M2M平台具有一定的鉴权功能,因此可以为顾客提供必要的终端管理服务;同时,对于不同的接入方式,都可顺利接入M2M平台,因此可以更顺利、更方便地进行数据传输。此外,M2M平台还具备一定的管理功能,其介意对用户鉴权、数据路由等进行有效的管理。而对于BOSS系统,因为它具备较强的计费管理功能,所以在物联网业务中得到广泛的应用。

业务应用系统主要提供必要的服务,包括智能家居服务、一卡通服务、水质监控服务等,所服务的对象,不仅为个人用户,也可以是行业用户或家庭用户。在物联网体系中,通常存在多个通信接口,对通信接口未实施标准化处理,而在物联网应用方面,相关的法律与法规并不健全,这不利于物联网的安全发展。

1.1.5 信息安全

物联网的安全和互联网的安全问题一样,永远都会是一个被广泛关注的话题。由于物联网连接和处理的对象主要是机器或物以及相关的数据,其“所有权”特性导致物联网信息安全要求比以处理“文本”为主的互联网要高,对“隐私权”(privacy)保护的要求也

更高（例如 ITU 物联网报告中指出的），此外还有可信度（trust）问题，包括“防伪”和 DoS（denial of services），即用伪造的末端冒充替换（eavesdropping 等手段）侵入系统，造成真正的末端无法使用等，由此有很多人呼吁要特别关注物联网的安全问题。

物联网系统的安全和一般 IT 系统的安全基本一样，主要有 8 个尺度，即读取控制、隐私保护、用户认证、不可抵赖性、数据保密性、通信层安全、数据完整性、随时可用性。前 4 项主要处在物联网三层架构（DCM）的应用层，后 4 项主要位于传输层和感知层。其中“隐私权”和“可信度”（数据完整性和保密性）问题在物联网体系中尤其受关注。如果从物联网系统体系架构的各个层面仔细分析，会发现现有的安全体系基本上可以满足物联网应用的需求，尤其在其初级和中级发展阶段。

物联网应用特有的（比一般 IT 系统更易受侵扰）安全问题有如下几种：①在末端设备或 RFID 持卡人不知情的情况下，信息被读取；②在一个通信通道的中间，信息被中途截取；③伪造复制设备数据，冒名输入系统中；④克隆末端设备，冒名顶替；⑤损坏或盗走末端设备；⑥伪造数据造成设备阻塞不可用；⑦用机械手段屏蔽电信号让末端无法连接。

主要针对上述问题，物联网发展的中、高级阶段面临如下 5 大特有的（在一般 IT 安全问题之上）信息安全挑战。

（1）网路相互连接组成的异构、多级、分布式网络导致统一的安全体系难以实现“桥接”和过渡。

（2）设备大小不一，存储和处理能力的不一致导致安全信息的传递和处理难以统一。

（3）设备可能无人值守、丢失、处于运动状态，连接可能时断时续、可信度差，种种因素增加了信息安全系统设计和实施的复杂度。

（4）在保证一个智能物件要被数量庞大，甚至未知的其他设备识别和接受的同时，又要保证其信息传递的安全性和隐私权。

（5）多租户单一 instance 服务器 SaaS 模式对安全框架的设计提出了更高的要求。

对于上述问题的研究和产品开发，目前国内外都还处于起步阶段，在 WSN（wireless sensor network，无线传感器网络）和 RFID 领域有一些针对性的研发工作，统一标准的物联网安全体系的问题目前还没提上议事日程，比物联网统一数据标准的问题更滞后。这两个标准密切相关，甚至合并到一起统筹考虑，其重要性不言而喻。

1.2 自动识别技术

自动识别技术是以计算机技术和通信技术的发展为基础的综合性的科学技术，它将数据自动识别、自动采集并且自动输入计算机进行处理。自动识别技术近些年的发展日新月异，它已成为集计算机、光电、机电、通信技术为一体的高新技术学科，是当今世界高科技领域中的一项重要的系统工程。它可以帮助人们快速、准确地进行数据的自动采集和输入，解决计算机应用中数据输入速度慢、出错率高等问题。目前它已在邮电通信业、物资管理、物流、仓储、医疗卫生、安全检查、餐饮、旅游、票证管理等各行各业和人们的日常生活中得到广泛应用。

自动识别技术在 20 世纪 70 年代初步形成规模,通过几十年的发展,逐步形成了一门包括条码技术、磁卡(条)技术、智能卡技术、射频技术、光字符识别、生物识别和系统集成在内的高技术学科。应用最早、发展最快的条码识别技术已得到广泛的应用。

1.2.1 自动识别技术概述

1. 自动识别的概念

自动识别(automatic identification, Auto-ID)是通过将信息编码进行定义、代码化,并装载于相关的载体中,借助特殊的设备,实现定义信息的自动采集,并输入信息处理系统从而得出结论的识别。自动识别技术是以计算机技术和通信技术为基础的一门综合性技术,是数据编码、数据采集、数据标识、数据管理、数据传输的标准化手段。

2. 自动识别技术系统

自动识别系统是一个以信息处理为主的技术系统,它的输入端是将被识别的信息,输出端是已识别的信息。自动识别系统的输入信息分为特定格式信息和图像图形格式信息两大类。

1) 特定格式信息识别系统

特定格式信息就是采用规定的表现形式来表示规定的信息。例如条码符号 IC 卡中的数据格式等。系统模型如下:

被识别对象→获取信息→译码→识别信息→已识别信息

2) 图像图形格式信息识别系统

图像图形格式信息则是指二维图像与一维波形等信息。例如二维图像包括的文字、地图、照片、指纹、语音等。流程如下:

被识别对象→数据采集获取→预处理→特征提取与选择→分类决策→识别信息→已识别信息

1.2.2 条码技术

条码由一组规则排列的条、空和相应的字符组成。这种用条、空组成的数据编码可以供机器识读,而且很容易译成二进制数和十进制数。这些条和空可以有多种不同的组合方法,从而构成不同的图形符号,即各种符号体系,也称码制,适用于不同场合。

条码主要是收集人物、地点或物品的资料。它的应用范围是无限的,条码被用来进行物品追踪、控制库存、记录时间和出勤、监视生产过程、质量控制、检进检出、分类、订单输入、文件追踪、进出控制、个人识别、送货与收货、仓库管理、线路管理、售货点作业,以及包括追踪药物使用和病人收款等在内的医疗保健方面的应用。

条码本身不是一个系统,而是一种十分有效的识别工具,它提供准确及时的信息来支持成熟的管理系统。条码使用能够逐渐提高准确性和效率,节省开支并改进业务操作。

1.2.3 磁条(卡)技术

磁条技术应用了物理学的基本原理,对自动识别制造商来说,磁条就是把一层薄的由

定向排列的铁性氧化粒子组成的材料（也称为涂料），用树脂黏合在诸如纸或塑料这样的非磁性基片上。

磁条技术的优点是：数据可读写，即具有现场改变数据的能力；数据存储量大，便于使用，成本低廉；具有一定的数据安全性；能黏附于不同规格和形式的基材上，这些优点，使之在很多领域得到广泛应用，例如信用卡、银行 ATM 卡、机票、公共汽车票、自动售货卡、现金卡（例如电话磁卡）等。

随着集成电路技术和计算机信息系统技术的全面发展，科学家们将具有处理能力和具有安全可靠、加密存储功能的集成电路芯片嵌装在一个与信用卡一样大小的基片中，组装成“集成电路卡”，国际上称为“smart card”，我们称之为“智能卡”。其最大的特点是具有独立的运算存储功能，在无源情况下，数据也不会丢失，数据安全和保密性都非常好，成本适中。智能卡与计算机系统相结合，可以方便地满足对各种各样信息的采集、传送、加密和管理的需要。它在银行、公路收费、水和燃气收费、海关车辆检查（汽车通过即时读写完毕）等许多领域都得到了广泛应用。

1.2.4 射频识别技术

射频识别技术的基本原理是电磁理论。射频系统的优点是不局限于视线，识别距离比光学系统远。射频识别卡具有读写能力，可携带大量数据，难以伪造。

射频识别（RFID）基本上是一种标签形式，将特殊的信息编码输入电子标签（或挂签），标签被粘贴在需要识别或追踪的物品上，例如货架、汽车、自动导向的车辆、动物等。

射频识别标签能够在人员、地点、物品和动物上使用。目前，最流行的应用是在交通运输（汽车和货箱身份证）、路桥收费、保安（进出控制）、自动生产和动物标签等方面。自动导向的汽车使用标签在场地上指导运行。其他包括自动存储和补充、工具识别、人员监控、包裹和行李分类、货架识别。

标签的设计很多，价格适合于应用。为动物设计的可植入的标签只有一颗米粒大小，而包含较大的电池，为远距离通信（甚至全球定位系统）而用的大型标签如同一部手持式电话。标签有主动型（带电池）和被动型（电力来自探测/识读传送器）两种。

标签的射频频率也有高低区分。高频率的标签能够更快传递信息，而且识读距离比低频率的大。低频率系统受环境干扰小，而且可以多方位识读。

1.2.5 机器视觉

机器视觉是指在没有人类干预的情况下使用计算机来处理和分析图像信息并作出结论。视觉系统在几类不同的应用中使用，包括自动识别、测量与检验、机器人指导与控制、材料搬运与分类，以及不同的自然科学与医药学（例如，X 光结果的解释和制图）。以视觉为基础的自动识别系统在那些要求机器视觉的应用中是一种自然的选择，例如，质量检验、测量与机械手组装线。在这些综合应用中，一套独立的视觉系统能够用来实现这两方面的功能。

视觉系统使用一个与计算机相连的摄像机来摄取图像，然后将它转换成机器可读的