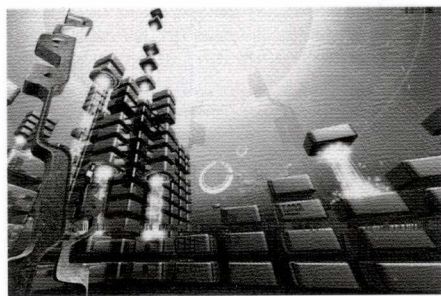




工业和信息化人才培养规划教材

物联网射频识别 (RFID) 技术与应用



RFID in Internet of Things

介绍物联网核心技术，本书加强了基本概念的描述和基本方法的讲解，突出了知识体系的完整性，并以技术为主线，重视技术的实现和综合应用。

黄玉兰 ◎ 编著



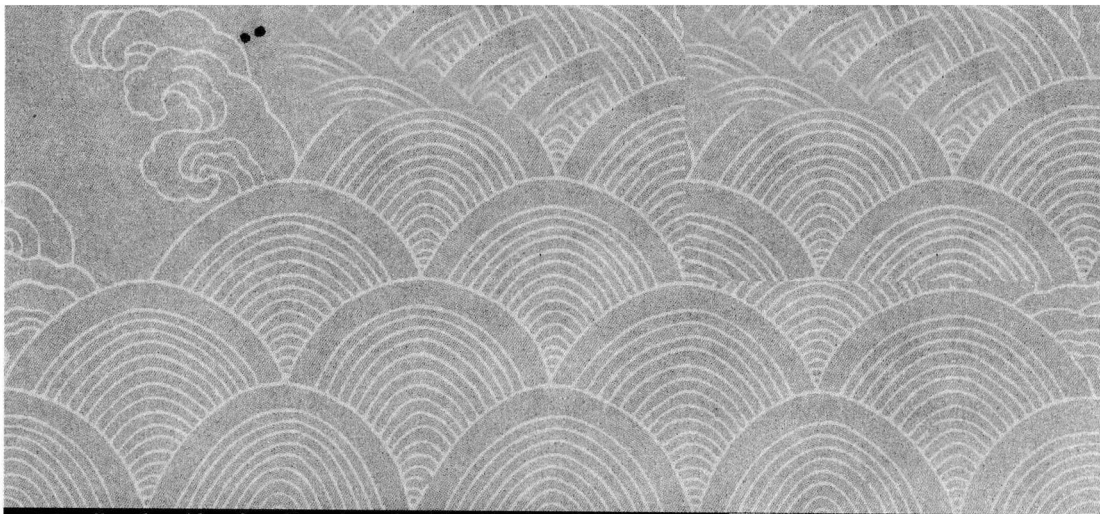
人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



精品系列

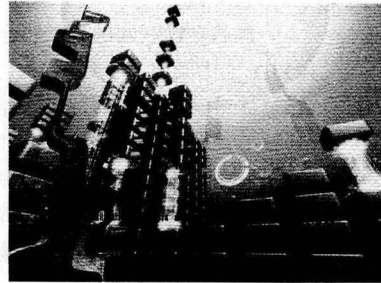


INDUSTRY AND INFORMATION TECHNOLOGY TRAINING PLANNING MATERIALS
RFID IN INTERNET OF THINGS



工业和信息化人才培养规划教材

物联网射频识别 (RFID) 技术与应用



RFID in Internet of Things

黄玉兰 © 编著



人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

物联网射频识别 (RFID) 技术与应用 / 黄玉兰编著

— 北京: 人民邮电出版社, 2013. 5

工业和信息化人才培养规划教材

ISBN 978-7-115-31057-6

I. ①物… II. ①黄… III. ①射频—无线电信号—信号识别—教材 IV. ①TN911.23

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第050225号

内 容 提 要

本书在物联网的框架下全面介绍了射频识别技术。全书共分 11 章, 内容包括物联网 RFID 系统概述、RFID 工作频率及无线传输、天线技术、射频前端电路、编码与调制、数据的完整性与数据的安全性、电子标签体系结构、读写器体系结构、RFID 中间件、RFID 标准体系、物联网 RFID 应用实例。本书内容丰富, 具有可读性、知识性和系统性, 不仅讲解了射频识别的基本理论和基础知识, 也介绍了物联网 RFID 技术现状和标准体系, 并给出了物联网 RFID 在 6 个方面的应用实例。

本书面向应用型人才培养, 可作为高等院校通信、电子、计算机、物联网、自动控制、仪器仪表及相关专业学生的教材也可供从事物联网 RFID 工作的工程师参考。

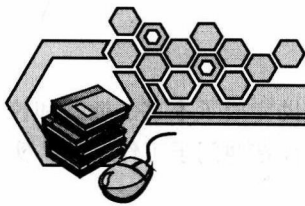
工业和信息化人才培养规划教材 物联网射频识别 (RFID) 技术与应用

- ◆ 编 著 黄玉兰
责任编辑 王 威
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
中国铁道出版社印刷厂印刷
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 14.25 2013 年 5 月第 1 版
字数: 373 千字 2013 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-31057-6

定价: 35.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154



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, 是一种非接触式的自动识别技术。RFID 可以识别高速运动的物体, 可以同时识别多个目标, 可以实现远程读取, 并可以工作于各种恶劣环境。RFID 无需人工干预, 即可完成物体信息的采集和处理, 能快速、实时、准确地输入和处理物体的信息, 被称为 21 世纪十大重要技术之一。

物联网的英文名称为 The Internet of Things。由该名称可见, 物联网就是“物与物相连的互联网”。这里有两层意思: 第一, 物联网的基础仍然是互联网, 是在互联网基础之上延伸和扩展的一种网络; 第二, 其用户端延伸和扩展到了任何物体, 在物体之间进行信息的交换和通信。

在物联网中, RFID 可以对物体实现透明化追踪、通信与管理, 是实现物联网的基石。RFID 与互联网等技术相结合, 可以实现全球范围内物体的跟踪与信息的共享, 从而赋予物体智能, 实现人与物、物与物的沟通和对话, 最终构成联通万事万物的物联网。

关于本书

随着高等教育对人才培养模式的转变, 要求学生注重知识的基础性、系统性和应用性, 因此, 本书加强了基本概念的阐述和基本方法的讲解, 突出了知识体系的完整性, 并以技术为主线, 重视技术的实现和综合应用。

本书内容组织方式

本书在物联网的框架下通过 11 章内容全面介绍了 RFID 技术。本书首先在第 1 章介绍了物联网 RFID 系统架构, 其次在第 2 章~第 9 章介绍了 RFID 技术组成和工作原理, 然后在第 10 章介绍了 RFID 标准体系, 最后在第 11 章给出了物联网 RFID 的应用实例。

本书特色

- 初衷明确, 全面介绍物联网 RFID 技术。
- 架构清晰, 按“物联网 RFID 系统架构-技术组成-标准体系-应用实例”展开全书。
- 突出技术融合, 物联网 RFID 是涵盖众多技术、面向多领域应用的一个体系, 通过汇集、整合和连接现有的技术, 给信息技术带来了新的目标和新的前景。
- 面向应用型人才培养, 注重物理概念的诠释, 避免较深的理论内容, 精心处理了内容的衔接, 循序渐进地全面讲解了 RFID 工作原理, 突出了技术的应用性。



本书作者

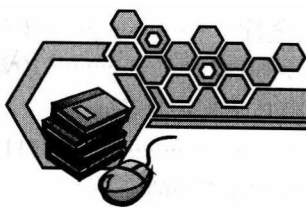
本书由黄玉兰编著。中国科学院西安光学精密机械研究所的夏璞协助完成了本书的插图和校对工作。另外，西门子公司的夏岩提供了一些物联网和 RFID 的资料，他在西门子工作多年，实践经验丰富，在本书的编写中给出了一些建议，在此表示感谢。

由于作者水平有限，书中难免会有缺点和错误，敬请广大读者予以指正。课程相关教学资源请登录人民邮电出版社教学服务与资源网 (www.ptpedu.com.cn) 下载使用。

编者

2013年1月

于西安邮电大学



第 1 章 物联网 RFID 系统概述 1	2.3 RFID 无线传输30
1.1 物联网与射频识别技术..... 1	2.3.1 低频和高频 RFID 的近场特性.....30
1.1.1 物联网的概念..... 1	2.3.2 微波 RFID 的电波特性.....32
1.1.2 射频识别的概念..... 2	习题.....35
1.1.3 物联网起源于射频识别领域..... 2	第 3 章 RFID 天线技术36
1.2 自动识别技术..... 3	3.1 天线概述.....36
1.2.1 自动识别技术的概念..... 3	3.1.1 天线定义.....37
1.2.2 自动识别技术的分类..... 3	3.1.2 天线分类.....37
1.2.3 RFID 技术..... 6	3.1.3 天线的电参数.....37
1.3 RFID 历史与未来..... 7	3.2 各类天线简要介绍.....41
1.3.1 RFID 技术的产生..... 7	3.2.1 对称振子天线.....41
1.3.2 RFID 技术推广阶段..... 7	3.2.2 引向天线.....43
1.3.3 RFID 技术普及阶段..... 8	3.2.3 螺旋天线.....43
1.3.4 物联网 RFID 现状与未来..... 8	3.2.4 微带天线.....44
1.4 RFID 系统构成..... 10	3.2.5 旋转抛物面天线.....44
1.4.1 RFID 基本组成..... 10	3.3 RFID 中的天线技术.....45
1.4.2 电子标签..... 13	3.3.1 RFID 天线的应用现状.....45
1.4.3 读写器..... 21	3.3.2 RFID 天线的设计现状.....47
1.4.4 系统高层..... 24	3.3.3 低频和高频 RFID 天线技术.....48
习题..... 24	3.3.4 微波 RFID 天线技术.....50
第 2 章 RFID 工作频率及无线传输 25	3.4 RFID 天线的制造工艺.....56
2.1 RFID 工作频率..... 25	3.4.1 线圈绕制法.....56
2.1.1 频谱划分..... 25	3.4.2 蚀刻法.....57
2.1.2 ISM 频段..... 26	3.4.3 印刷法.....57
2.1.3 RFID 使用的频段..... 28	习题.....58
2.2 RFID 工作波长..... 28	第 4 章 RFID 射频前端电路60
2.2.1 电磁波的速度..... 28	4.1 RFID 电感耦合方式的射频前端.....60
2.2.2 RFID 工作波长..... 29	4.1.1 线圈的自感和互感.....60



4.1.2	RFID 读写器的射频前端	62	6.2	数据的安全性	108
4.1.3	RFID 电子标签的射频前端	65	6.2.1	密码学基础	109
4.1.4	读写器与电子标签之间的电感耦合	67	6.2.2	RFID 电子标签的安全设计	111
4.1.5	RFID 负载调制技术	69	6.2.3	RFID 应用系统的安全设计	113
4.2	RFID 电磁反向散射方式的射频前端	71	6.2.4	RFID 安全策略举例	114
4.2.1	微波射频前端的一般框图	71		习题	116
4.2.2	射频滤波器	71	第 7 章	电子标签的体系结构	118
4.2.3	射频低噪声放大器	76	7.1	利用物理效应的标签	118
4.2.4	射频功率放大器	77	7.1.1	一位标签	118
4.2.5	射频振荡器	78	7.1.2	采用声表面波技术的标签	120
4.2.6	射频混频器	79	7.2	具有存储功能的电子标签	122
	习题	80	7.2.1	射频前端	122
第 5 章	编码与调制	82	7.2.2	控制电路	125
5.1	信号与信道	83	7.2.3	地址和安全逻辑	125
5.1.1	信号	83	7.2.4	存储器	127
5.1.2	信道	84	7.2.5	非接触式 IC 卡和 ID 卡实例	129
5.2	编码与调制	86	7.2.6	MIFARE 技术	132
5.2.1	编码与解码	86	7.3	含有微处理器的电子标签	134
5.2.2	调制和解调	87	7.3.1	结构框图	134
5.3	RFID 常用的编码方法	88	7.3.2	智能卡实例	135
5.3.1	编码格式	88		习题	136
5.3.2	编码方式的选择因素	90	第 8 章	读写器的体系结构	137
5.3.3	编码方式仿真方法	91	8.1	读写器的组成和设计要求	137
5.4	RFID 常用的调制方法	92	8.1.1	读写器的组成	137
5.4.1	数字调制	92	8.1.2	读写器的设计要求	138
5.4.2	副载波调制	96	8.2	低频读写器	139
	习题	97	8.2.1	U2270B 芯片	139
第 6 章	数据完整性与数据安全性	98	8.2.2	基于 U2270B 芯片的读写器	141
6.1	数据完整性	98	8.2.3	低频读写器实例——汽车防盗系统	141
6.1.1	差错控制	99	8.3	高频读写器	143
6.1.2	数据传输中的防碰撞问题	104	8.3.1	MFRC500 芯片	143
6.1.3	RFID 中数据完整性的实施策略	106			



8.3.2 基于 MFRC500 芯片的 读写器.....	145	10.3.2 EPC 物品编码标准.....	179
8.3.3 高频读写器实例——MIFARE 卡读写器.....	146	10.3.3 EPC 射频识别标准.....	181
8.4 微波读写器.....	148	10.3.4 EPC 对象名称解析和信息 发布标准.....	183
8.4.1 射频电路与 ADS 仿真 设计.....	148	10.4 UID 标准体系.....	184
8.4.2 UHF 频段读写器实例—— 915 MHz 读写器.....	153	10.4.1 泛在识别码.....	185
习题.....	154	10.4.2 泛在通信.....	185
第 9 章 RFID 中间件.....	156	10.4.3 泛在解析服务器和信息 系统服务器.....	186
9.1 RFID 中间件概述.....	156	10.5 我国 RFID 标准简介.....	187
9.1.1 中间件的概念.....	156	习题.....	189
9.1.2 RFID 中间件的分类.....	157	第 11 章 物联网 RFID 应用实例.....	191
9.1.3 RFID 中间件的发展 历程.....	158	11.1 物联网 RFID 在制造领域的 应用.....	191
9.1.4 RFID 中间件的特征与 作用.....	159	11.1.1 物联网 RFID 在制造业的 应用优势.....	191
9.2 RFID 中间件的结构.....	160	11.1.2 物联网 RFID 在汽车制造 领域的应用实例.....	192
9.2.1 中间件的系统框架.....	160	11.2 物联网 RFID 在物流领域的 应用.....	193
9.2.2 中间件的处理模块.....	161	11.2.1 物联网 RFID 在物流业的 应用优势.....	194
9.3 RFID 中间件实例.....	164	11.2.2 物联网 RFID 在物品配送领域 的应用实例.....	194
9.3.1 IBM 的 RFID 中间件.....	164	11.3 物联网 RFID 在防伪领域的 应用.....	197
9.3.2 微软的 RFID 中间件.....	166	11.3.1 物联网 RFID 在票据防伪中的 应用优势.....	197
9.3.3 国内的 RFID 中间件.....	168	11.3.2 物联网 RFID 在电子门票中的 应用实例.....	198
习题.....	169	11.4 物联网 RFID 在公共安全领域 的应用.....	200
第 10 章 RFID 标准体系.....	170	11.4.1 物联网 RFID 在公共安全中的 应用优势.....	200
10.1 RFID 标准化简介.....	170	11.4.2 物联网 RFID 在公共安全领域 的应用实例.....	201
10.1.1 RFID 标准化组织.....	170	11.5 物联网 RFID 在铁路领域的 应用.....	204
10.1.2 RFID 标准体系的构成.....	172		
10.2 ISO/IEC RFID 标准体系.....	173		
10.2.1 ISO/IEC 技术标准.....	173		
10.2.2 ISO/IEC 数据结构标准.....	175		
10.2.3 ISO/IEC 性能标准.....	176		
10.2.4 ISO/IEC 应用标准.....	177		
10.3 EPCglobal 标准体系.....	178		
10.3.1 EPC 系统的工作流程.....	178		



11.5.1 物联网 RFID 在铁路业的应用 优势.....	204	11.6.2 物联网 RFID 在民航领域的 应用实例.....	208
11.5.2 物联网 RFID 在城际铁路领域 的应用实例.....	204	习题	213
11.6 物联网 RFID 在民航领域的 应用	207	附录：缩略语英汉对照表.....	214
11.6.1 物联网 RFID 在民航业的 应用优势	207	参考文献.....	219

第 1 章

物联网 RFID 系统概述

物联网是在互联网的基础上，将用户端延伸和扩展到任何物体，进行信息交换和通信的一种网络。物联网被称为继计算机、互联网之后世界信息产业的第三次浪潮，物联网在我国已经上升为国家战略，成为下一阶段 IT 产业的任务。在物联网中，射频识别是最主要的物品识别技术，可以对物品实现透明化追踪、通信与管理，是实现物联网的基石。

1.1 物联网与射频识别技术

在物联网中，射频识别（Radio Frequency Identification, RFID）是实现物联网的关键技术。RFID 是一种自动识别技术，它利用无线射频信号实现无接触信息传递，达到自动识别目标对象的目的。RFID 技术无需人工干预，即可完成物品信息的采集和传输，被称为 21 世纪十大重要技术之一。RFID 技术与互联网、移动通信等技术相结合，可以实现全球范围内物品的跟踪与信息的共享，从而给物体赋予智能，实现人与物体、物体与物体的沟通和对话，最终构成联通万事万物的物联网。

1.1.1 物联网的概念

物联网的定义是，通过射频识别（RFID）、传感器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备，按照约定的协议，把任何物体与互联网连接起来，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。

物联网的英文名称为 The Internet of Things。由该名称可见，物联网就是“物与物相连的互联网”。这里有两层意思：第一，物联网的核心和基础仍然是互联网，是在互联网基础之上延伸和扩展的一种网络；第二，其用户端延伸和扩展到了任何物体，在物体之间进行信息的交换和通信。

物联网概念的问世,在某种程度上打破了之前对信息与通信技术固有的看法。在物联网时代,通过在各种各样的物体上嵌入一种短距离的移动收发器,人类在信息与通信的世界里将获得一个新的沟通维度,从任何时间、任何地点人与人之间的沟通和连接,扩展到任何时间、任何地点人与物、物与物之间的沟通和连接。

根据国际电信联盟(International Telecommunication Union, ITU)的描述,世界上的万事万物,小到手表、钥匙,大到汽车、楼房,只要嵌入一个微型芯片,把它变得智能化,这个物体就可以“自动开口说话”。再借助无线网络技术,人就可以和物体“对话”,物体和物体之间也能“交流”。物联网搭上互联网这个桥梁,在世界任何一个地方,人类都可以即时获取万事万物的信息。IT产业下一阶段的任务,就是把新一代的IT技术充分运用到各行各业之中,地球上的各种物体将被普遍连接,形成物联网。

1.1.2 射频识别的概念

RFID是一种非接触式的自动识别技术,它通过无线射频方式自动识别目标对象,识别工作无需人工干预。RFID可以识别高速运动的物体,可以同时识别多个目标,可以实现远程读取,并可以工作于各种恶劣环境。

RFID属于一种近距离无线通信系统,可以通过无线信号识别特定目标(例如物品),并读写相关数据。在该系统中,电子标签与读写器进行无线通信,其中,电子标签附着在物品上,携带有物品的信息;读写器对电子标签进行识别、追踪和数据交换。物品的数据由电子标签传送出去,电子标签可以附在衣物、财物上,也可以嵌入被追踪物体之内,甚至于植入人体之内。电子标签不需要处在读写器的视线之内,读写器通过电磁场或无线电波与电子标签建立通信,几十米之内都可以识别,从而自动辨识并追踪物品。当读写器读取了物品的信息后,将信息传送到互联网,人们通过互联网可以获取物品的即时信息。

在物联网的构想中,每个物品都有一个电子标签,电子标签中存储着规范而具有互用性的信息,射频识别技术通过读写器自动采集电子标签的信息,再通过网络传输到中央信息系统。物联网以射频识别为主要基础,结合已有的移动通信技术、网络技术、数据库技术和中间件技术等,构筑一个由大量联网的读写器和无数移动的电子标签组成的,比Internet更为庞大的网络。在物联网普及以后,用于动物、植物、机器和物品的电子标签数量将大大超过人类使用的手机数量。

RFID技术将物联网的触角伸到了物体之上,其用户端可以延伸和扩展到任何物品,在互联网的基础上进行信息交换和通信。互联网时代,人与人之间的距离变小了;而继互联网之后的物联网时代,RFID技术将人与物、物与物之间的距离变小了。

1.1.3 物联网起源于射频识别领域

1999年,美国麻省理工学院(Massachusetts Institute of Technology, MIT)首先提出了物联网的概念。MIT最初的构想是为全球所有物品都提供一个电子产品编码(Electronic Product Code, EPC),通过对所有物品都赋予一个电子的标识符,来实现对全球任何物理对象的唯一有效标识。物联网最初的思想来源于MIT的这一构想,MIT的这一构想就是现在经常提到的物联网EPC系统。

EPC系统利用射频识别技术追踪、管理物品。在EPC系统中,电子标签中存储着电子产品编码(EPC码),电子标签与读写器构成的射频识别系统自动采集EPC码。其中,电子标签是EPC



码的物理载体,附着在可跟踪的物品上,可全球流通;读写器与互联网相连,是读取电子标签中EPC码并将EPC码输入互联网的设备。

2003年,世界最大的连锁超市美国沃尔玛宣布,2005年将使用EPC系统的射频识别技术,随后联合利华、保洁、卡夫、可口可乐、吉列和强生等公司也宣布将采用EPC系统。2004年,EPC系统推出了第一代的全球标准,第一代EPC标签标准EPC Gen1完成,并在部分应用进行了测试。2005年,EPC系统发布了标签的EPC Gen2标准,该标准在商业上得到实际应用。从示范实验到全球标准,EPC系统以射频识别技术作为一种物联网的实现模式,目标是构建全球的、开放的、物品标识的物联网。

1.2 自动识别技术

随着人类社会步入信息时代,人们所获取和处理的信息量不断加大。传统的信息采集是通过人工手段录入的,不仅劳动强度大,而且数据误码率高。以计算机和通信技术为基础的自动识别技术,可以对目标对象进行自动识别,并可以工作在各种环境之下,使人类得以对大量信息及时、准确的处理。自动识别技术可以对每个物品进行标识和识别,并可以将数据实时更新,是构造全球物品信息实时共享的基础,是物联网的重要组成部分。

1.2.1 自动识别技术的概念

自动识别技术是用机器识别对象的众多技术的总称。具体地讲,就是应用识别装置,通过被识别物品与识别装置之间的接近活动,自动地获取被识别物品的相关信息。自动识别技术是一种高度自动化的信息或数据采集技术,对字符、影像、条码、声音、信号等记录数据的载体进行机器自动识别,自动地获取被识别物品的相关信息,并提供给后台的计算机处理系统来完成相关后续处理。

信息识别和管理过去多采用单据、凭证、传票为载体,手工记录、电话沟通、人工计算、邮寄或传真等方法,对信息进行采集、记录、处理、传递和反馈,不仅极易出现差错,也使管理者对物品在流动过程中的各个环节难以统筹协调,不能系统控制,更无法实现系统优化和实时监控,造成效率低下和人力、运力、资金、场地的大量浪费。

近几十年来,自动识别技术在全球范围内得到了迅猛发展,极大地提高了数据采集和信息处理的速度,改善了人们的工作和生活环境,提高了工作效率,并为管理的科学化和现代化做出了重要贡献。自动识别技术可以在制造、物流、防伪和安全等多个领域中应用,可以采用光识别、磁识别、电识别或射频识别等多种识别方式,是集计算机、光、电、通信和网络技术为一体的高新技术学科。

1.2.2 自动识别技术的分类

按照应用领域和具体特征的分类标准进行分类,自动识别技术可以分为条码识别技术、生物识别技术、图像识别技术、磁卡识别技术、IC卡识别技术、光学字符识别技术和射频识别技术等。本节介绍几种典型的自动识别技术,分别是条码识别技术、磁卡识别技术、IC卡识别技术和射频

识别技术, 这几种自动识别采用了不同的数据采集技术, 其中条码是光识别技术、磁卡是磁识别技术、IC 卡是电识别技术、射频识别是无线识别技术。

1. 条码识别技术

条码是由一组条、空和数字符号组成, 按一定编码规则排列, 用以表示一定的字符、数字及符号等信息。条码识别是利用红外光或可见光进行识别。由扫描器发出的红外光或可见光照射条码, 条码中深色的“条”吸收光, 浅色的“空”将光反射回扫描器, 扫描器将光反射信号转换成电子脉冲, 再由译码器将电子脉冲转换成数据, 最后传至后台, 完成对条码的识别。

目前条码的种类很多, 大体可以分为一维条码和二维条码。一维条码和二维条码都有许多码制, 条码中条、空图案对数据不同的编码方法, 构成了不同形式的码制。不同码制有各自不同的特点, 可以用于一种或若干种应用场合。

(1) 一维条码。

一维条码有许多种码制, 包括 Code25 码、Code128 码、EAN-13 码、EAN-8 码、ITF25 码、库德巴码、Matrix 码和 UPC-A 码等。图 1.1 所示为几种常用的一维条码样图。



图 1.1 几种常用的一维条码样图

目前最流行的一维条码是 EAN-13 条码。EAN-13 条码由 13 位数字组成, 其中前 3 位数字为前缀码, 目前国际物品编码协会分配给我国并已启用的前缀码为 690~692。当前缀码为 690 或 691 时, 第 4~7 位数字为厂商代码, 第 8~12 位数字为商品项目代码, 第 13 位数字为校验码; 当前缀码为 692 时, 第 4~8 位数字为厂商代码, 第 9~12 位数字为商品项目代码, 第 13 位数字为校验码。EAN-13 条码的构成如图 1.2 所示。

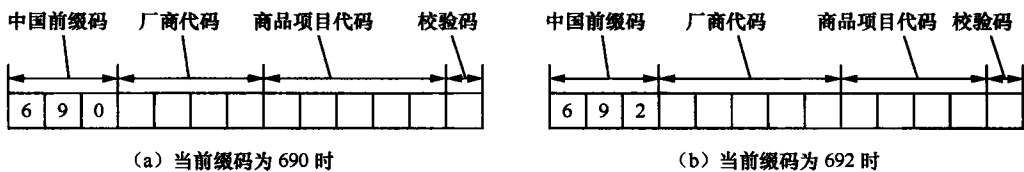


图 1.2 EAN-13 条码的构成

(2) 二维条码。

二维条码技术是在一维条码无法满足实际应用需求的前提下产生的。二维条码在横向和纵向两个方位同时表达信息, 因此能在很小的面积内表达大量的信息。目前有几十种二维条码, 常用的码制有 Data matrix 码、QR Code 码、Maxicode 码、PDF417 码、Code 49 码、Code 16K 码和 Code one 码等。图 1.3 所示为几种常用的二维条码样图。



图 1.3 几种常用的二维条码样图

2. 磁卡识别技术

磁卡从本质意义上讲和计算机用的磁带或磁盘是一样的，它可以用来记载字母、字符及数字信息。磁卡是一种磁记录介质卡片，通过黏合或热合与塑料或纸牢固地整合在一起，能防潮、耐磨且有一定的柔韧性，携带方便、使用较为稳定可靠。

磁条记录信息的方法是变化磁的极性。在磁性氧化的地方具有相反的极性（如 S-N 和 N-S），识读器材能够在磁条内分辨到这种磁性变换，这个过程被称为磁变。一部解码器可以识读到磁性变换，并将它们转换回字母或数字的形式，以便由一部计算机来处理。

磁卡的优点是数据可读写，即具有现场改变数据的能力，这个优点使得磁卡的应用领域十分广泛，如信用卡、银行 ATM 卡、会员卡、现金卡（如电话磁卡）和机票等。磁卡的缺点是数据存储的时间长短受磁性粒子极性耐久性的限制，另外，磁卡存储数据的安全性一般较低，如果磁卡不小心接触磁性物质就可能造成数据的丢失或混乱。随着新技术的发展，安全性能较差的磁卡有逐步被取代的趋势，但是在现有条件下，社会上仍然存在大量的磁卡设备，再加上磁卡技术的成熟和低成本，在短期内磁卡技术仍然会在许多领域应用。图 1.4 所示为一种银行磁卡，该银行磁卡通过背面的磁条可以读写数据。

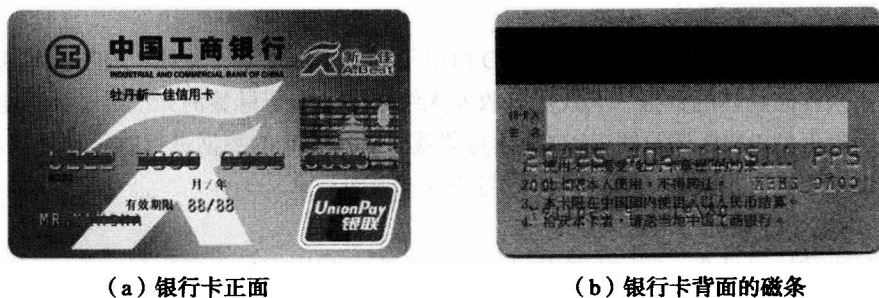


图 1.4 银行磁卡

3. IC 卡识别技术

IC (Integrated Circuit) 卡是一种电子式数据自动识别卡，IC 卡分接触式 IC 卡和非接触式 IC 卡，这里介绍的是接触式 IC 卡。

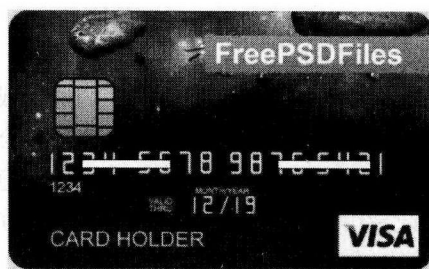
接触式 IC 卡是集成电路卡，通过卡里的集成电路存储信息，它将一个微电子芯片嵌入到卡基中，做成卡片形式，通过卡片表面 8 个金属触点与读卡器进行物理连接，来完成通信和数据交换。IC 卡包含了微电子技术和计算机技术，作为一种成熟的高技术产品，是继磁卡之后出现的又一种新型信息工具。

IC 卡的外形与磁卡相似, 它与磁卡的区别在于数据存储的媒体不同。磁卡是通过卡上磁条的磁场变化来存储信息, 而 IC 卡是通过嵌入卡中的电擦除式可编程只读存储器 (EEPROM) 来存储数据信息。IC 卡与磁卡相比较, 具有存储容量大、安全保密性好、有数据处理能力、使用寿命长等优点。

按照是否带有微处理器, IC 卡可分为存储卡 and 智能卡两种。存储卡仅包含存储芯片而无微处理器, 一般的电话 IC 卡即属于此类。将带有内存和微处理器芯片的大规模集成电路嵌入到塑料基片中, 就制成了智能卡, 它具有数据读写和处理功能, 因而具有安全性高、可以离线操作等突出优点, 银行的 IC 卡通常是指智能卡。图 1.5 所示为几种 IC 卡。



(a) 中国电信 IC 卡



(b) 银行 IC 卡

图 1.5 IC 卡

4. 射频识别技术

射频识别技术是通过无线电波进行数据传递的自动识别技术。与条码识别技术、磁卡识别技术和 IC 卡识别技术等相比, 它以特有的无接触、可同时识别多个物体等优点, 逐渐成为自动识别领域中最优秀和应用最广泛的自动识别技术。

1.2.3 RFID 技术

RFID 技术是自动识别技术的一种。RFID 以电子标签来标志某个物体, 电子标签包含芯片和天线, 芯片用来存储物体的数据, 天线用来收发无线电波。电子标签的天线通过无线电波将物体的数据发射到附近的 RFID 读写器, RFID 读写器就会对接收到的数据进行收集和处理。RFID 与传统的条码识别相比有很大的优势, 其优势与特点表现如下。

(1) RFID 电子标签抗污损能力强。

传统的条码载体是纸张, 它附在物体或外包装箱上, 特别容易受到折损。条码采用的是光识别技术, 如果条码的载体受到污染或折损, 将会影响物体信息的正确识别。RFID 采用电子芯片存储信息, 可以免受外部环境污染。

(2) RFID 电子标签安全性高。

条码制作容易, 操作简单, 但同时也产生了仿造容易、信息保密性差等缺点。RFID 采用电子标签存储信息, 数据可以通过编码实现密码保护, 内容不易被伪造和更改。

(3) RFID 电子标签容量大。

条码的容量有限。RFID 电子标签的容量可以做到比条码的容量大很多, 实现真正的“一物一码”, 满足信息流量不断增大和信息处理速度不断提高的需要。

(4) RFID 可远距离同时识别多个电子标签。



条码识别一次只能有一个条码接受扫描,而且要求条码与读写器的距离比较近。射频识别采用的是无线电波进行数据交换,RFID 读写器能够远距离同时识别多个 RFID 标签,并可以识别高速运动的标签。

(5) RFID 是物联网的基石。

条码印刷上去就无法更改。RFID 是采用电子芯片存储信息,可以随时记录物品在任何时候的任何信息,并可以很方便地新增、更改和删除信息。RFID 通过计算机网络可以实现对物品透明化、实时管理,实现真正意义上的“物联网”。

1.3 RFID 历史与未来

RFID 技术在 20 世纪 40 年代产生,最初单纯用于军事领域,从 20 世纪 90 年代开始,在企业内部等闭环内逐步推广使用。近年来,RFID 技术与应用一直处于高速发展的时期,现在随着物联网概念的产生,RFID 技术将逐步运用到各行各业之中。

1.3.1 RFID 技术的产生

20 世纪 40 年代,由于雷达技术的改进和应用,产生了 RFID 技术。RFID 的诞生源于战争的需要,二战期间,英国空军首先在飞机上使用 RFID 技术,用来分辨敌方飞机和我方飞机,这是有记录的第一个射频识别系统,也是 RFID 的第一次实际应用。这个技术在 20 世纪 50 年代末成为世界空中交通管制系统的基础,至今还在商业和私人航空控制系统中使用。

1.3.2 RFID 技术推广阶段

20 世纪 60 年代是 RFID 技术应用的初始期,科研人员开始尝试一些应用,一些公司引入 RFID 技术,开发电子监控设备来保护财产,出现了商品电子监视器,这是 RFID 技术第一个商业应用系统。20 世纪 70 年代是 RFID 技术应用的成长期,由于微电子技术的发展,科技人员开发了基于集成电路芯片的 RFID 系统,并且有了可写内存,读取速度更快,识别范围更远,降低了 RFID 技术的应用成本,减小了 RFID 设备的体积。20 世纪 80 年代是 RFID 技术应用的成熟期,RFID 技术及产品进入商业应用阶段,挪威使用了 RFID 电子收费系统,纽约港务局使用了 RFID 汽车管理系统,美国铁路用 RFID 系统识别车辆,欧洲用 RFID 电子标签跟踪野生动物来对野生动物进行研究,西方发达国家在不同应用领域安装和使用了 RFID 系统。20 世纪 90 年代是 RFID 技术的推广期,主要表现在发达国家配置了大量的 RFID 电子收费系统,并将 RFID 用于安全和控制领域,使射频识别的应用日益繁荣。

20 世纪 90 年代,RFID 技术在美国的公路自动收费系统得到了广泛应用。1991 年,美国俄克拉荷马州出现了世界上第一个开放式公路自动收费系统,装有 RFID 电子标签的汽车在经过收费站时无需减速停车,可以按照正常速度通过,固定在收费站的读写器识别车辆后,自动从汽车的账户上扣费,这个系统的好处是消除了因为减速停车造成的交通堵塞。1992 年,美国休斯敦安装了世界上第一套同时具有电子收费功能和交通管理功能的 RFID 系统,借助于 RFID 的电子收费系统,科研人员开发了一些新功能,一个 RFID 电子标签可以具有多个账号,分别用于电子收费系统、停车场管理和汽车费用征收。

20 世纪 90 年代, 社区和校园大门控制系统开始使用射频识别系统, RFID 技术在安全管理和人事考勤等工作中发挥了作用。世界汽车行业也开始使用射频识别系统, 日本丰田公司和美国福特公司将 RFID 技术用于汽车防盗系统, 使汽车防盗实现了智能化。

1.3.3 RFID 技术普及阶段

20 世纪 90 年代末和本世纪初是 RFID 技术的普及期。这个时期 RFID 产品种类更加丰富, 标准化问题日趋为人们所重视, 电子标签成本不断降低, 规模应用行业不断扩大, 一些国家的零售商和政府机构都开始推荐 RFID 技术。

(1) RFID 技术在沃尔玛公司的应用。

2003 年, 世界最大的连锁超市美国沃尔玛宣布, 它将要求 100 个主要供应商在 2005 年 1 月前, 在其货箱和托盘上应用 RFID 电子标签。而且沃尔玛还提出, RFID 在 2006 年将扩展到其他的供应商, 同时将很快在欧洲实施, 然后是剩下的其他海外区域。沃尔玛的这一决定, 在全球范围内极大地推动了 RFID 技术的普及。沃尔玛的高级供应商每年要把 80 亿箱到 100 亿箱货物运送到零售商店, 一旦这些货箱贴上电子标签, 就需要安装相关的 RFID 设施, 沃尔玛的这项决议, 使 RFID 技术在各行业的应用迅速扩展。

(2) RFID 技术在美国国防部的应用。

对军队来说, 后勤物资调动是打赢战争最为重要的保障, 但如何把这样庞大繁复的工作进行得迅速准确, 却是一大难题。1991 年海湾战争中, 美国向中东运送了约 4 万个集装箱, 但由于标识不清, 其中 2 万多个集装箱不得不重新打开、登记、封装并再次投入运输系统, 当战争结束后, 还有 8 000 多个打开的集装箱未能加以利用。

美国国防部认为, RFID 在集装箱联运跟踪和库存物资跟踪方面具有巨大的发展潜力。目前美国国防部已经在内部使用该系统, 跟踪大约 40 万件物品, RFID 已经给美军后勤领域的管理带来了极大的方便。

(3) RFID 技术标准。

本世纪初, RFID 标准已经初步形成。目前国际上有多种 RFID 标准, 其中 ISO/IEC、EPCglobal 和 UID 是 3 种主要 RFID 标准, 它们相互竞争, 共同促进 RFID 技术的发展。ISO/IEC、EPCglobal 和 UID 3 种标准最后是否能够成为我国的产业标准, 将由我国市场和政府共同决定, 国际上多种标准的竞争有利于降低我国物联网 RFID 标准的使用成本。

全球多种 RFID 标准不一定完全符合我国应用的需求。我国已经认识到 RFID 技术标准的重要性, 已经要求加入 RFID 国际标准的制定, 并将建立中国自己的 RFID 标准。

1.3.4 物联网 RFID 现状与未来

1. 物联网 RFID 的应用领域

现在射频识别已经应用于制造、物流和零售等多个领域, RFID 的产品种类十分丰富。人们的目标是将电子标签的价格降到 5 美分, 这样, RFID 技术将得到极大的普及。展望未来, RFID 技术将在 21 世纪掀起一场新的技术革命, 随着技术的不断进步, 射频识别将会成为人们日常生活的一部分。目前射频识别的主要应用领域如下。

(1) 制造领域。