

RFID
TECHNOLOGY
BOOKS

RFID 技术丛书

射频识别 (RFID)

核心技术与典型应用 开发案例

>>> 康东 石喜勤 李勇鹏 等 编著

RFID 技术丛书

射频识别（RFID）核心技术 与典型应用开发案例

康 东 石喜勤 李勇鹏 等 编著

人 民 邮 电 出 版 社
北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

射频识别 (RFID) 核心技术与典型应用开发案例 / 康东等编著. —北京: 人民邮电出版社, 2008.7
(RFID 技术丛书)
ISBN 978-7-115-17955-5

I. 射… II. 康… III. 射频—无线电信号—信号识别
IV. TN911.23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 051152 号

内 容 提 要

本书全面讲解了射频识别技术的基本理论、核心技术和应用实例。书中首先介绍了射频识别的相关基础知识, 主要内容包括射频识别技术产生的背景和意义, 射频识别技术原理及其无线电技术基础和通信理论基础, 射频识别系统中的电子标签、阅读器、中间件及 EPC 网络; 接着介绍了射频识别所涉及的安全隐私问题、防碰撞问题和标准体系问题; 最后通过具体的工程实例详细讲解了射频识别技术在供应链管理、交通运输、工业生产、矿井、公共管理、安全防伪、食品、医疗、运动休闲等行业和领域中的应用。

本书内容新颖丰富、全面翔实、通俗易懂, 具有知识性、系统性、可读性、实用性和指导性兼备的特点。本书可作为射频识别领域的工程技术人员、管理人员、系统集成人员和设备制造人员的技术参考书或培训教材, 也可供高等院校通信与信息系统专业、计算机应用专业、物流管理专业的师生参考。

RFID 技术丛书

射频识别 (RFID) 核心技术与典型应用开发案例

- ◆ 编 著 康 东 石喜勤 李勇鹏 等
责任编辑 刘 洋
- ◆ 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 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京鸿佳印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 30.25
字数: 735 千字
印数: 1—4 000 册
- 2008 年 7 月第 1 版
2008 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-17955-5/TN

定价: 58.00 元

读者服务热线: (010) 67129258 印装质量热线: (010) 67129223
反盗版热线: (010) 67171154

《RFID 技术丛书》编委会

主 任

张胜利

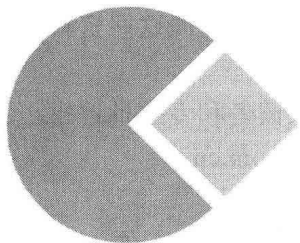
委 员

刘 岩 谢飞波 谢远生 李海清

王晓丹 尹纪新 李景春 郑维强

杜廷山 李 建 周鸿顺 阚润田

周晓光 慈新新



前言

近年来,自动识别方法在货物销售、企业生产和材料流通领域得到了快速普及和推广。自动识别方法的任务和目的是提供关于个人、动物和货物等被识别对象的信息。

射频识别(RFID)技术是近年来随着无线电技术和大规模集成电路的普及应用而出现的一项先进的自动识别和数据采集技术,使用RFID技术,可以利用无线电波对人、动物和货物等被识别对象进行高效率的自动识别。RFID的基本原理是利用阅读器与电子标签之间的电磁耦合来实现数据通信,从而达到对电子标签及其所代表的对象进行识别的目的。RFID技术具有读取速度快、存储空间大、穿透性强、使用寿命长和安全性高等众多优点。

RFID技术被认为是21世纪十大重要技术之一,在生产制造、销售流通、公共安全等领域有着广阔的应用前景。随着技术可靠性和可用性的提高,RFID已经逐渐成为提高物流与供应链管理水平、降低生产成本、提高公共安全管理信息化水平的一项必不可少的技术手段和工具。

同时,RFID技术是一种工具技术,必须将其与特定的应用领域相结合,才能充分发挥其高效、自动化等优点。基于RFID技术的应用系统开发和实施部署涉及多学科、多领域的知识与方法,涉及信息、制造、材料、装备及工艺等诸多前沿和高技术领域,涵盖的技术包括无线通信、计算机网络、控制理论、信息系统和管理科学等。现今,RFID技术已经成为众多领域广泛关注的一个焦点。

国外对RFID技术的研究起步较早,美国麻省理工大学的Auto-ID Center是RFID技术的发起者和先驱者。此外,Intermec、Symbal、WJ等公司也拥有多项RFID技术专利和知识产权。我国在“十一五”期间也将RFID技术列为了国家科研的专项内容,并从标准制定、资源配置、技术开发、系统集成以及设备制造方面给予了强有力的支持。为了向国内广大读者介绍RFID在技术和应用方面的内容,作者根据自己多年的科学研究和项目实践经验,专门编写了本书。

本书的第1~8章从无线电技术基础和通信理论两方面介绍了RFID技术的理论基础和基本原理,并分别讲解了组成RFID系统的电子标签、阅读器、中间件和物联网;第9、10章深入讲解了RFID的关键技术——安全技术和防碰撞技术;第11章介绍了当前备受关注的RFID的标准化问题;第12章介绍了RFID在具体应用中需要考虑的问题,这是从基础知识到具体应用的过渡;第13~21章分别从物流、交通、工业生产、矿井、公共管理、安全防伪、

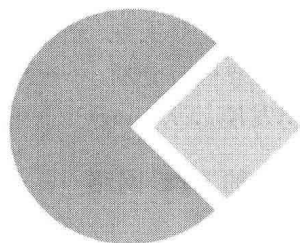
食品、医疗和体育休闲等方面详细讲解了 RFID 在社会生产各个领域的应用。值得注意的是,在第 13~21 章的应用部分中,本书既考虑到了系统级应用的概念,并全面介绍了系统级应用的背景,又注意到了具体应用中的细节,并从软硬件开发等不同方面分析讲解了应用中的问题。

本书在编写过程中参考了大量国内外的相关书籍、刊物和网站,在此向这些资料的作者一并表示衷心的感谢!

由于作者水平有限,书中错误和不当之处在所难免,恳请广大读者和专家批评指正。意见和建议可发电子邮件至本书责任编辑的电子邮箱 liuyang@ptpress.com.cn.。

作 者

2008 年 3 月



目 录

第 1 章 绪论 1

1.1 自动识别技术 1

1.1.1 自动识别技术的概念和 分类 1

1.1.2 各种自动识别技术介绍 2

1.2 无线射频识别技术概述 8

1.2.1 无线射频识别技术的 基本概念 8

1.2.2 无线射频识别技术的 发展历史 9

1.2.3 无线射频识别技术的 分类 11

1.2.4 无线射频识别技术的 应用领域 15

1.2.5 无线射频识别技术的 市场前景 25

第 2 章 无线电技术基础 28

2.1 天线 28

2.1.1 天线及其辐射场 28

2.1.2 天线的参数 29

2.2 电磁耦合原理 31

2.2.1 磁场强度的计算 31

2.2.2 感应系数、互感系数与 耦合系数 32

2.2.3 感应定律 33

2.3 电磁辐射与散射 34

2.3.1 天线的有效面积与 方向性的关系 34

2.3.2 传输方程 36

2.4 声表面波 37

第 3 章 通信理论基础 39

3.1 通信过程 39

3.2 编码与调制 40

3.2.1 编码 40

3.2.2 调制与解调 41

3.3 数据完整性与数据安全性 48

3.3.1 纠错与检错 48

3.3.2 干扰与抗干扰 51

3.3.3 识读率与误码率 52

3.3.4 数据的安全性 52

第 4 章 RFID 系统的工作原理 54

4.1 RFID 系统组成 54

4.1.1 硬件组件 54

4.1.2 软件组件 56

4.2 各种 RFID 系统原理 57

4.2.1 电感耦合 RFID 系统 58

4.2.2 电磁反向散射 RFID 系统 59

4.2.3 声表面波标签的 识别原理 62

第5章 电子标签	65	远距离 RFID 阅读器的设计	99
5.1 电子标签简介	65	6.4.1 系统构成和工作原理	99
5.1.1 标签的特点与组成	65	6.4.2 系统硬件设计与实现	100
5.1.2 标签的技术参数	66	6.4.3 通信链路信号分析	101
5.1.3 电子标签的分类	66	6.4.4 程序设计与实现	102
5.2 电子标签天线	70	6.4.5 测试结果与分析	104
5.2.1 电子标签天线简介	70	6.5 阅读器的发展趋势	104
5.2.2 电子标签天线的分类	70	第7章 基于 RFID 的 EPC 网络	106
5.2.3 电子标签天线设计要求与性能指标	72	7.1 EPC 系统概述	106
5.3 电子标签芯片	73	7.1.1 EPC 提出的背景	106
5.3.1 电子标签芯片简介	73	7.1.2 EPC 系统的组成	107
5.3.2 射频前端	74	7.1.3 EPC 与物联网	108
5.3.3 模拟前端	75	7.1.4 EPC 及其物联网的价值	109
5.3.4 数字控制模块	76	7.2 EPC 系统中的信息网络系统	110
5.4 电子标签的封装	79	7.2.1 Savant 系统	110
5.4.1 电子标签封装的分类	79	7.2.2 ONS 解析	113
5.4.2 电子标签封装的加工	81	7.2.3 PML——实体标记语言	117
5.4.3 电子标签封装设备制造	84	7.2.4 EPC 信息服务	119
5.4.4 电子标签封装现状	84	7.2.5 EPC 网络系统模型	120
5.5 电子标签的发展趋势	85	第8章 RFID 系统中的中间件	123
第6章 阅读器	87	8.1 中间件概述	123
6.1 阅读器简介	87	8.1.1 中间件的概念	123
6.1.1 阅读器的作用	87	8.1.2 中间件的分类	124
6.1.2 阅读器的分类	88	8.1.3 中间件的技术标准	126
6.1.3 阅读器的接口	90	8.2 RFID 中的中间件	127
6.1.4 阅读器的指令	90	8.2.1 RFID 中间件的定义	127
6.2 阅读器组成	93	8.2.2 RFID 中间件的意义	128
6.2.1 阅读器基本组成	93	8.2.3 RFID 中间件的功能和特点	129
6.2.2 高频接口部分	93	8.2.4 RFID 中间件架构	131
6.2.3 基带控制模块	95	8.2.5 RFID 中间件的发展过程	131
6.3 阅读器天线	96	8.2.6 RFID 中间件标准现状分析	132
6.3.1 阅读器天线简介	96	8.3 RFID 中间件模型和结构	133
6.3.2 阅读器天线结构	97		
6.3.3 阅读器的连接	97		
6.3.4 阅读器天线的技术参数	99		
6.4 一种基于 ISO 18000-6B 的			

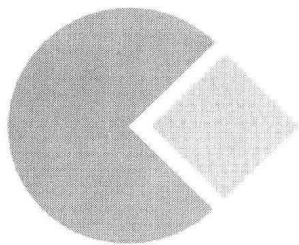
8.3.1	RFID 中间件模型与 各部分功能	133	10.2.5	Gen2 标准中的 ALOHA 算法	181
8.3.2	RFID 中间件系统框架	134	10.3	射频识别系统中阅读器的 防碰撞算法	185
8.3.3	RFID 中间件处理模块	135	10.3.1	多路存取机制	186
8.4	RFID 中间件系统设计要点	138	10.3.2	常用的阅读器防碰撞 算法	186
8.4.1	过滤和聚焦	138	10.3.3	阅读器防碰撞算法的 实现	187
8.4.2	消息传递机制	139	10.4	小结	188
8.4.3	标签读写	139			
8.5	RFID 中间件产品	140			
第 9 章	RFID 系统的安全与隐私	146	第 11 章	无线射频识别的标准	189
9.1	安全与隐私问题	146	11.1	RFID 标准概述	189
9.1.1	背景	146	11.1.1	RFID 标准化的作用	189
9.1.2	安全与隐私威胁	149	11.1.2	RFID 标准化机构与 产业联盟	190
9.1.3	RFID 系统面临的 攻击手段	150	11.1.3	关于制定我国 RFID 标准的基本思路探讨	191
9.2	安全与隐私问题的解决方法	152	11.2	RFID 标准的体系结构	193
9.2.1	物理方法	152	11.2.1	总体结构	193
9.2.2	逻辑方法	153	11.2.2	技术标准	194
9.3	RFID 芯片的攻击技术分析 及安全设计策略	160	11.2.3	应用标准	194
9.3.1	RFID 芯片攻击技术	160	11.2.4	数据内容标准	194
9.3.2	破坏性攻击及其防范	161	11.2.5	性能标准	195
9.3.3	非破坏性攻击及其 防范	162	11.3	RFID 中的频率标准	195
第 10 章	射频识别中的碰撞与防碰撞 算法	165	11.3.1	频率使用许可	195
10.1	射频识别系统中的碰撞	165	11.3.2	频段划分	195
10.1.1	标签的碰撞	165	11.3.3	各频段的 RFID 系统的 特性与标准	198
10.1.2	阅读器的碰撞	166	11.4	ISO/IEC 的 RFID 标准	200
10.2	射频识别系统中标签防碰撞 算法	168	11.4.1	频率使用许可	200
10.2.1	通信中的防碰撞算法	168	11.4.2	ISO/IEC 的 RFID 标准 体系结构	202
10.2.2	ALOHA 防碰撞算法	170	11.4.3	ISO/IEC 18000-6 标准 分析	204
10.2.3	RFID 中的二进制防碰撞 算法	174	11.5	EPCglobal 标准	207
10.2.4	Class1 标准中的防碰撞 算法	179	11.5.1	EPCglobal 标准体系	207
			11.5.2	EPCglobal 编码体系	208
			11.6	日本 UID 标准体系	209

11.6.1	UID 标准体系概述	209	12.4.1	RFID 项目实施分析	239
11.6.2	UID 编码体系	210	12.4.2	RFID 项目实施步骤	240
11.6.3	uicode 标签分级	211	12.5	企业采用 RFID 技术实现产品 数据对接的 7 个步骤	244
11.7	其他常用的 RFID 标准	212	12.6	RFID 应用系统发展趋势	245
11.7.1	动物识别标准——国际 标准 ISO 11784、ISO 11785、ISO 14223	212	第 13 章 RFID 在供应链管理中的应用		247
11.7.2	非接触智能卡——国际标准 ISO 10536、ISO 14443、 ISO 15693	215	13.1	RFID 在供应链管理中的 应用概述	247
11.7.3	工具和夹具用的数据 载体——国际标准 DIN/ISO 69873	227	13.1.1	RFID 在供应链管理中的 优势	247
11.7.4	集装箱识别——国际标准 ISO 10374	227	13.1.2	RFID 在供应链管理中的 典型应用	249
11.7.5	货物安全系统—— VDI 4470	228	13.1.3	RFID 在供应链管理 各环节中的应用	250
11.7.6	道路交通——国际标准 ISOTC 204	229	13.1.4	RFID 在供应链中的 应用实例	252
11.7.7	包装——国际标准 ISOTC 122	230	13.2	RFID 在配送中的应用	254
11.7.8	自动识别——国际标准 ISO/IEC JTC1 SC31	230	13.2.1	物流配送及配送中心	254
第 12 章 RFID 应用系统		231	13.2.2	RFID 技术在物流配送 中的应用概述	256
12.1	RFID 系统的相关技术 参数	231	13.2.3	基于 RFID 技术的物流 配送中心解决方案	259
12.1.1	标签的技术参数	231	13.3	RFID 在库存管理中的应用	265
12.1.2	阅读器的技术参数	232	13.3.1	库存管理	265
12.1.3	系统的技术参数	233	13.3.2	现代库存管理的基础 设施	267
12.2	运行环境与接口方式	234	13.3.3	基于 RFID 技术的现代 库存管理流程	268
12.2.1	运行环境	234	13.3.4	基于 RFID 技术的仓储 管理系统的总体设计 方案	270
12.2.2	接口方式	234	13.3.5	基于 RFID 技术的仓储 管理系统的软件设计与 实现	272
12.2.3	接口软件	235	13.4	RFID 在集装箱管理中的 应用	276
12.3	RFID 设备的选择	236	13.4.1	使用 RFID 技术进行 集装箱管理	276
12.3.1	阅读器的选择方法	236			
12.3.2	选择和配置 RFID 中的 天线	238			
12.4	RFID 项目的实施过程	239			

13.4.2 基于 RFID 技术的 集装箱管理系统	278	第 15 章 RFID 在工业生产中的应用 ...	325
第 14 章 RFID 在交通领域中的应用 ...	285	15.1 RFID 在汽车工业中的应用 ...	325
14.1 RFID 在交通领域中的 应用简介	285	15.1.1 RFID 在汽车工业中的 应用现状	325
14.1.1 智能交通系统	285	15.1.2 RFID 在汽车工业中的 应用方案	326
14.1.2 RFID 在交通领域各 方面的应用	286	15.2 RFID 在数控加工中的 应用	328
14.2 应用 RFID 技术进行停车场 管理	288	15.2.1 系统硬件组成	328
14.2.1 停车场管理综述	288	15.2.2 系统软件设计	329
14.2.2 在智能停车场中使用 RFID 技术	290	15.3 RFID 技术在焦化机车控制 中的应用	330
14.2.3 系统组成与基本 原理	292	15.3.1 焦化机车控制工艺 简介	331
14.2.4 标签与阅读器的 选择	294	15.3.2 机车控制系统	332
14.2.5 系统软件模块设计	297	15.4 RFID 在石油管道巡检中的 应用	334
14.3 RFID 技术在高速公路不停车 收费系统中的应用	304	15.5 RFID 在邮政领域的应用	337
14.3.1 在高速公路收费中 使用 RFID 技术	304	15.5.1 RFID 在邮政领域应用的 优势	337
14.3.2 基于 RFID 技术的 ETC 系统简介	309	15.5.2 RFID 在邮政领域的 主要应用方向	339
14.3.3 基于 RFID 技术的 ETC 系统的硬件设计	311	15.5.3 RFID 在国内外邮政领域 应用的情况	340
14.4 铁路车号自动识别系统	313	15.6 RFID 在生产物料监控中的 应用	342
14.4.1 铁路车号自动识别系统 建设的意义和目标	313	15.6.1 RFID 与生产物料 监控	342
14.4.2 铁路车号自动识别 系统的组成	316	15.6.2 基于 RFID 的服装加工 系统	344
14.4.3 铁路车号自动识别 系统的工作原理	319	15.7 RFID 技术在危化品气瓶管理 中的应用	346
14.5 基于 RFID 技术的机动车辆 监控系统	320	15.7.1 危化品气瓶管理存在的 主要问题	346
14.5.1 机动车辆监控系统的 用途	320	15.7.2 电子标签在气瓶管理中 应用的一些问题	347
14.5.2 系统组成	321	15.7.3 危化品气瓶用电子标签 数据规范	349

15.7.4	危化品气瓶管理系统的 设计与实现	351		设计	380
第 16 章	RFID 技术在矿井管理中的 应用	354	17.3.5	预付费电能表管理系统的 数据库管理	383
16.1	RFID 在矿井管理中的应用 概述	354	17.3.6	软件开发环境与运行 平台	384
16.1.1	矿井管理现状	354	第 18 章	RFID 在安全防伪中的应用	385
16.1.2	RFID 在矿井中的应用 特点和可实现的功能	355	18.1	基于 RFID 技术的门禁管理 系统	385
16.2	基于 RFID 的矿井管理系统的 设计	356	18.1.1	系统结构	385
16.2.1	系统组成与工作 原理	356	18.1.2	工作流程	387
16.2.2	标签与阅读器的 设计	359	18.1.3	系统功能	387
16.2.3	系统管理软件设计	364	18.1.4	主控界面	389
16.3	基于 RFID 的矿井斜坡道交通信号 监控系统的故障处理方案	368	18.1.5	门禁系统硬件设计	389
16.3.1	系统体系结构	368	18.2	基于 RFID 技术的部队人员 信息管理系统	392
16.3.2	系统故障处理	369	18.2.1	基于 RFID 技术的人员 信息管理	392
第 17 章	RFID 在公共管理中的应用	371	18.2.2	系统设计	392
17.1	射频识别在学生管理中的 应用	371	18.3	基于 RFID 技术的涉密文件 监控与防护系统	394
17.1.1	系统的硬件组成及 工作原理	371	18.3.1	涉密文件监控与防护 系统整体设计	395
17.1.2	系统软硬件开发	372	18.3.2	涉密文件监控与防护 系统软件设计	396
17.2	RFID 技术在图书馆中的 应用	372	18.4	RFID 在监狱管理中的应用	397
17.2.1	电子标签在图书馆中的 应用	373	18.4.1	监狱管理与 RFID	397
17.2.2	基于 RFID 的图书馆 智能管理系统	374	18.4.2	系统组成与工作原理	398
17.3	基于 RFID 的电能表系统	377	18.4.3	RFID 监狱智能管理系统 使用说明	401
17.3.1	系统的构成	378	18.5	RFID 在防伪中的应用	403
17.3.2	电能表的工作流程	379	18.5.1	防伪技术现状	403
17.3.3	系统的功能	379	18.5.2	RFID 在商品防伪中的 应用	405
17.3.4	系统软件关键部分		18.5.3	RFID 票务防伪解决 方案	407
			18.6	RFID 在汽车防盗中的应用	409
			18.6.1	RFID 在汽车防盗中的 应用概述	409

18.6.2	基于 RFID 的汽车防盗系统的设计与实现	411	20.2.1	RFID 技术在医疗设备管理中的应用	436
第 19 章	RFID 在食品行业中的应用	418	20.2.2	RFID 技术在新生儿管理中的应用	438
19.1	RFID 在食品安全中的应用分析	418	20.3	基于 RFID 技术的血液管理系统	439
19.1.1	食品安全中的问题	418	20.3.1	当前血液管理中的问题	439
19.1.2	业务流程分析	419	20.3.2	系统架构	439
19.1.3	系统技术方案	420	20.3.3	系统功能	440
19.1.4	应用实施策略	421	20.3.4	系统功能模块实现	441
19.2	RFID 在蔬菜供应链中的应用	422	第 21 章	RFID 在运动休闲中的应用	446
19.2.1	RFID 技术在蔬菜供应链中的应用方法	422	21.1	RFID 在滑雪场中的应用	446
19.2.2	RFID 技术存在的问题和应用范围	424	21.1.1	基于电子标签的滑雪场门票系统	446
19.3	RFID 在动物识别与跟踪中的应用	425	21.1.2	RFID 技术用于滑雪场票证支付及定位	447
19.4	RFID 生猪管理解决方案	427	21.2	RFID 在体育比赛中的应用	448
19.4.1	需求分析	428	21.2.1	在体育比赛中使用 RFID 技术的必要性	448
19.4.2	系统组成	428	21.2.2	在体育比赛中使用 RFID 系统的问题和解决办法	449
19.4.3	系统简介	429	21.2.3	基于 RFID 的马拉松比赛系统设计	451
19.4.4	使用 RFID 技术会带来的便利和优势	430	21.3	RFID 在信鸽比赛中的应用	454
19.5	RFID 技术及其在奶牛精细养殖数字化系统中的应用	430	附录 1	RFID 常用中英文术语对照	456
第 20 章	RFID 在医疗行业中的应用	434	附录 2	无线射频识别技术厂商、机构和网站列表	459
20.1	RFID 技术在医疗行业中的应用概述	434	参考文献		468
20.1.1	医院对自动识别技术的需求	434			
20.1.2	RFID 技术在医疗行业各方面的应用方法	434			
20.2	RFID 技术在医院管理中的应用方法	436			



第1章 绪论

自动识别的任务是提供关于个人、动物和货物等被识别对象的信息。近年来，自动识别技术在服务领域、货物销售与分配领域、商业部门、生产企业和材料流通领域得到了快速的普及和推广。

射频识别技术是一种先进的自动识别技术。本章将首先对现有的自动识别技术进行简单的介绍，分析各种自动识别技术的特点，然后介绍无线射频识别技术的发展历史、分类及其在各个领域的应用。

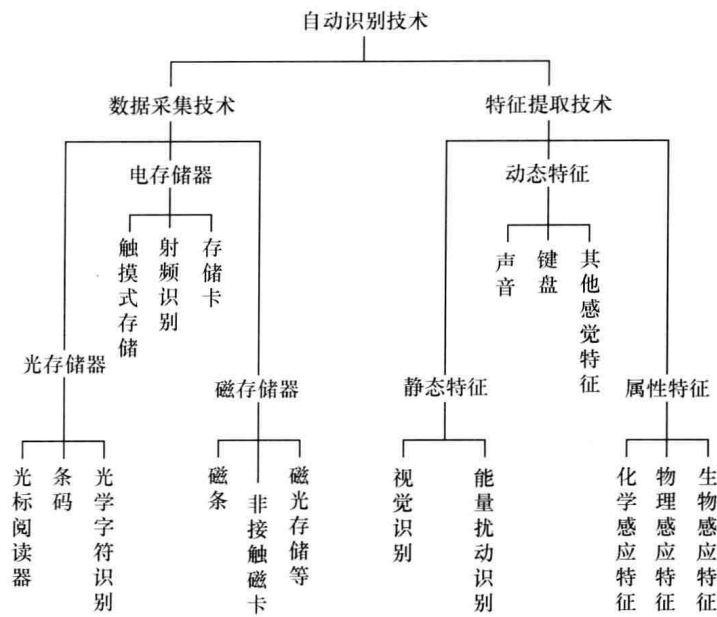
1.1 自动识别技术

1.1.1 自动识别技术的概念和分类

自动识别技术是将数据自动采集和识读，并自动输入计算机的重要方法和手段。近二三十年来，自动识别技术在全球范围内得到了迅猛发展，初步形成了一个涵盖条码识别技术、射频识别技术、生物特征识别技术、图像识别技术以及磁识别技术等集计算机、光、电、通信和网络技术为一体的高技术学科。

自动识别技术的崛起，为计算机提供了快速、准确地进行数据采集和输入的有效手段，解决了计算机通过键盘手工输入数据速度慢、错误率高造成的“瓶颈”难题，因而自动识别技术作为一种先导性的高新技术，正迅速为人们所接受。

自动识别技术根据识别对象的特征可以分为两大类，即数据采集技术和特征提取技术。这两大类自动识别技术的基本功能都是完成物品的自动识别和数据的自动采集。数据采集技术的基本特征是需要被识别物体具有特定的识别特征载体（如标签、磁卡等）；而特征提取技术则根据被识别物体本身的行为特征（包括静态的、动态的和属性的特征）来完成数据的自动采集。自动识别技术分类如图 1-1 所示。



1.1.2 各种自动识别技术介绍

上一节介绍了自动识别技术的概念和分类，本节根据自动识别技术的应用领域和具体特征，介绍几种主流的自动识别技术：条码（Bar Code）技术、光学字符识别（Optical Character Recognition, OCR）技术、卡识别技术、生物识别技术、视觉识别技术和射频识别技术等。

1. 条码技术

(1) 一维条码

一维条形码是由平行排列的宽窄不同的线条和间隔组成的二进制编码。这些线条和间隔根据预定的模式进行排列并且表达相应记号系统的数据项。宽窄不同的线条和间隔的排列次序可以解释成数字或者字母，它可以进行光学扫描阅读，即根据黑色线条和白色间隔对激光的不同反射来识别。目前在用的大约有十几种不同的编码和布局方案。图 1-2 所示为一个典型的一维条码。

最流行的条形码方案是于 1976 年设计的欧洲商品编码(European Article Number, EAN)，它本来是针对杂货店应用的。EAN 是美国通用产品编码（Universal Product Code, UPC）的发展。现在，UPC 已经成为了 EAN 的子集，并且可以与之兼容。EAN 由 13 位数字组成，即国家标识符、公司标识符、制造商的商品标识符和校验位。EAN 的条码实例如图 1-3 所示。



图 1-2 典型的一维条码

国家标识符		公司标识符					制造商的商品标识符					校验位
4	0	1	2	3	4	5	0	8	1	5	0	9

图 1-3 EAN 的条码实例

除了 EAN 之外, 其他码制主要是为了适应特殊应用的需要而设计的, 举例如下。

- 库德巴码: 医学和临床应用, 以及高安全需求的领域。
- 25 码: 自动化工业、货物存储、货盘、装船容器和重工业。
- 39 码: 流程工业、物流、大学资料中心、图书馆。
- 93 码: 高密度的类 39 码, 可代替 39 码使用。

(2) 二维条码

EAN、库德巴码、25 码、39 码和 93 码等条码都是一维条码。条码应用领域的不断拓展, 对一定面积上的条码信息密度和信息量提出了更高的要求。由于一维条码的信息容量很小, 如商品上的条码仅能容纳几位或者几十位阿拉伯数字或字母, 因此商品的详细描述只能依赖数据库提供, 离开了预先建立的数据库, 一维条码的使用就受到了限制。基于这个原因, 人们迫切希望发明一种新的码制, 除具备一维条码的优点外, 同时还有信息容量大、可靠性高、保密防伪性强等优点。为了更好地满足这种需求, 一种新的条码编码形式——二维条码便应运而生了。从结构上讲, 二维条码分为两类: 一类由矩阵代码和点代码组成, 其数据是以二维空间的形态编码的; 另一类包含重叠的或多行条码符号, 其数据以成串的数据行显示。重叠的符号标记法有 CODE 49、CODE 16K 和 PDF417。

PDF 是便携式数据文件 (Portable Data File) 的英文缩写, 417 则与多宽度代码有关, 用来对字符编码。PDF417 是由 Symbol Technologies Inc 设计和推出的, 是一种高密度、高信息含量的便携式数据文件, 是实现证件及卡片等大容量、高可靠性信息自动存储、携带并可用机器自动识读的理想手段。重叠代码中包含了行与行尾标识符以及扫描软件, 可以从标签的不同部分获得数据, 只要所有的行都被扫到, 就可以组合成一个完整的数据输入, 所以这种码的数据可靠性很好, 对 PDF417 而言, 标签上污损或毁坏的部分高达 50% 时, 仍可以读取全部数据内容。图 1-4 所示为一个典型的 PDF417 二维条码。

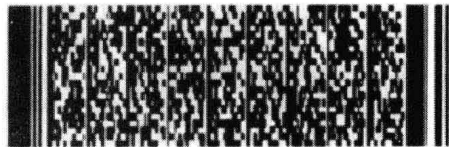


图 1-4 二维条码 PDF417

矩阵代码有 Maxicode、Data Matrix、Code One、Vericode 和 DotCode A。矩阵代码标签可以做得很小, 甚至可以做成硅晶片标签, 因此这种代码标签适用于小物件。

(3) 条码技术的特点

前面分析了几种典型的条码, 概括起来, 条码技术具有以下特点。

- 简单: 条码符号制作容易, 扫描操作简单易行。
- 信息采集速度快: 普通计算机的键盘录入速度是 200 字符/分钟, 而利用条码扫描录入信息的速度是键盘录入的 20 倍。
- 可靠性高: 键盘录入数据, 误码率为 1/300, 利用光学字符识别技术, 误码率约为万分之一, 而采用条码扫描录入方式, 误码率仅为百万分之一, 首读率可达 98% 以上。
- 灵活实用: 条码符号作为一种识别手段可以单独使用, 也可以和有关设备组成识别系统实现自动化识别, 还可和其他控制设备联系起来实现整个系统的自动化管理, 同时, 在没有自动识别设备时, 也可实现手工键盘输入。
- 自由度大: 识别装置与条码标签相对位置的自由度要比 OCR 大得多, 条码通常只在一维方向上表达信息, 而同一条码上所表示的信息完全相同并且连续, 这样即使标签有部分

残缺,也可以从正常部分输入正确的信息。

- 低成本:条码自动识别系统涉及的识别符号成本以及识读设备成本都非常低。特别是条码符号,即使是一次性使用,也不会带来多少附加成本,尤其是在大批量印刷的情况下。这一特点使得条码技术在某些应用领域有着无可比拟的优势。再者,条码符号识读设备的结构简单,成本低廉,操作容易,适用于众多的领域和工作场合。

总之,条码成本最低,适用于大量需求并且数据不必更改的场合,例如商品包装上。但是,条码比较容易磨损,并且其数据量很小,而且只对一种或者一类商品有效,也就是说,同样的商品具有相同的条码。

2. 光学字符识别技术

光学字符识别技术已有 30 多年历史,近几年又出现了图像字符识别(Image Character Recognition, ICR)技术和智能字符识别(Intelligent Character Recognition, ICR)技术,实际上这 3 种自动识别技术的基本原理大致相同。

光学字符识别技术的几个重要的应用领域是:办公室自动化中的文本输入;邮件自动处理;零售价格识读,定单数据输入,单证、支票和文件识读,微电路及小件产品上状态特征识读等与自动获取文本过程相关的其他领域。

光学字符识别的优点是人眼可视读、可扫描,但输入速度和可靠性不如条码,数据格式有限,通常要用接触式扫描器。

最典型的光学字符识别技术的应用莫过于国家税务局的增值税进项发票的验证识读扫描了。扫描系统通过扫描持票者持有的增值税发票抵扣联上的相关信息,包括发票号码、单位税号、金额、日期等 7 项指标,通过后台加密算法,计算出该张发票正确的密押,与抵扣联上右上角载明的密押进行比对,由此判定该发票的真伪。这种算法的应用从根本上杜绝了假增值税发票存在的可能性。

3. 卡识别技术

常用的卡识别技术有两种,即磁条卡技术和 IC 卡技术。其中,磁条卡技术属于磁存储器识别技术,而 IC 卡技术属于电存储器技术。

(1) 磁条卡技术

磁条卡技术应用了物理学和磁力学的基本原理。对自动识别设备制造商来说,磁条就是一层薄薄的由定向排列的铁性氧化粒子组成的材料(也称为涂料),用树脂粘合在一起并粘在诸如纸或者塑料这样的非磁性基材上。

磁条卡技术的优点是:数据可读写,即具有现场改写数据的能力;数据存储量能满足大多数需求,便于使用,成本低廉,还具有一定的数据安全性;能粘在许多不同规格和形式的基材上。这些优点,使磁条卡在很多领域中得到了广泛应用,如信用卡、银行 ATM 卡、机票、公共汽车票、自动售货卡、会员卡、现金卡(如电话磁卡)、地铁自动票务系统等。

磁条卡技术是接触识读,它与条码有 3 点不同:一是其数据可作部分读写操作;二是给定面积编码容量比条码大;三是对于物品逐一标识成本比条码高。但是,接触识读最大的缺点就是灵活性太差。