



射频识别 (RFID) 技术原理与应用

郎为民 编著

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



射频识别 (RFID) 技术 原理与应用

郎为民 编著



机械工业出版社

本书紧紧围绕射频识别发展前沿的热点问题,依据射频识别技术的最新标准,以射频识别技术与应用为核心,比较全面和系统地介绍了射频识别基本理论和应用实践的最新成果,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、射频识别技术标准体系、射频识别应用系统的构建、射频识别技术在物流管理领域的应用、射频识别技术在交通管理领域的应用和射频识别技术在其他领域的应用等,并给出了麦德龙的未来商店、货场物流自动调配系统、停车场管理系统、高速公路电子收费系统、门禁考勤系统和校园一卡通管理系统等六个完整的应用案例。本书内容新颖丰富、翔实全面,行文通俗易懂,兼备知识性、系统性、可读性、实用性和指导性,技术理论与应用实践相结合的主导思想始终贯穿于全书。

本书可作为通信系统、计算机网络和物流管理专业的工程技术人员、管理人员、系统集成商和设备制造商的技术参考书或培训教材,也可作为高等院校通信与信息专业、计算机应用专业、物流管理专业的本科生、研究生教材。

图书在版编目(CIP)数据

射频识别(RFID)技术原理与应用/郎为民编著. —北京:机械工业出版社, 2006.6

ISBN 7-111-19261-3

I. 射... II. 郎... 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(2006)第057854号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:张俊红 责任编辑:张俊红 版式设计:霍永明
责任校对:樊钟英 封面设计:马精明 责任印制:李妍

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2006年8月第1版第1次印刷

184mm×260mm·24印张·596千字

0001—4000册

定价:39.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

编辑热线电话(010)88379768

封面无防伪标均为盗版

前 言

射频识别 (RFID) 作为快速、实时、准确采集与处理信息的高新技术, 已经被世界公认为 21 世纪十大重要技术之一, 在生产、销售和流通等领域有着广阔的应用前景。它已逐渐成为企业提高物流和供应链管理、降低成本、实现管理信息化、参与国际经济大循环和增强企业竞争力不可缺少的技术工具和手段。

RFID 并不是最近才出现的技术, 早在“二战”时它就被美军用于战争中识别自己和盟军的飞机, 但由于昂贵的射频标签和读写器价格限制了 RFID 技术的广泛应用。随着科学技术的迅猛发展, 特别是随着存储技术的发展, RFID 逐渐成为 IT (Information Technology, 信息技术) 行业新的热点。全球最大的零售商美国沃尔玛公司要求其前 100 家供应商在 2005 年以后, 向其配送中心发送货盘和包装箱时, 必须使用射频标签和 RFID 技术; 2006 年前, 必须在每个单件商品中使用该项技术。

RFID 技术的兴起并不是因为它是一项新技术, 而是因为这项技术已经开始成熟并逐渐具备了走向实际应用的能力, 同时也是因为目前正广泛应用的自动识别技术 (例如条形码技术) 已无法满足人们更高的要求。

从全球的范围来看, 美国已经在 RFID 标准的建立、相关软硬件技术的开发、应用领域走在世界的前列。欧洲 RFID 标准追随美国主导的 EPCglobal 标准。在封闭系统应用方面, 欧洲与美国基本处在同一阶段。日本虽然已经提出 UID 标准, 但主要得到的是本国厂商的支持, 如要成为国际标准还有很长的路要走。

我国由于涉足 RFID 较晚, 因而在该领域相对落后于发达国家, 特别是在 RFID 芯片的设计生产方面还比较落后。很多中国企业对 RFID 的认识不够充分, 基础设施的缺失也为 RFID 在我国的发展设置了障碍。没有基础设施, RFID 很难在整个社会推广。

随着 RFID 技术的重要性日益体现, 我国政府也希望能够在这项技术上有所创新。2004 年 2 月, 我国国家标准化管理委员会宣布成立“电子标签 (RFID)”国家标准工作组, 负责起草、制定我国有关电子标签 (射频识别) 的国家标准。

在这种背景下, 为促进我国 RFID 技术的进步, 在国家自然科学基金和国家“863”高技术项目基金的资助下, 笔者结合自己多年来在射频识别技术研究中的心得编写了本书, 以期抛砖引玉, 为我国电子标签技术的发展尽一份微薄之力。

射频识别作为一项实用的技术, 虽然已经成为当今世界各国研究与应用的热点, 但目前市面上系统介绍射频识别技术的书籍还比较少。为满足广大读者了解和学习射频识别技术的需要, 特编写此书。

本书紧紧围绕射频识别发展前沿的热点问题, 依据射频识别技术的最新标准, 以射频识别技术与应用为核心, 比较全面和系统地介绍了射频识别基本理论和应用实践的最新成果。

本书首先对射频识别的发展历程、技术优势、应用领域、发展方向、技术原理和基本构成进行了介绍,然后介绍了EPCglobal、泛在ID中心和国际标准化组织(ISO)在射频识别技术标准方面的最新进展,最后分析了RFID在物流管理、交通管理、动物识别、工业制造、休闲娱乐和信息管理等领域的应用。

本书共分为8章。第1章介绍了自动识别技术的基本概念、主要特征和分类方法,并对目前应用较为广泛的生物特征识别技术和条形码识别技术的基本原理及功能特点进行了分析,指出其发展现状及存在的主要问题,阐明了RFID技术的发展历程、技术优势和应用领域,综述了国内外RFID的研究现状及应用实践,展望了RFID技术未来的发展方向。第2章介绍了RFID技术原理,分析了RFID系统的组成与特征,给出了射频识别技术的物理学原理,研究了数据完整性、多标签同时识别、系统防碰撞和数据安全性问题,并给出了相应的对策。第3章介绍了RFID系统的基本部件,分析了射频标签、读写器和天线的基本原理、功能特点、结构形式、设计制造和发展方向。第4章介绍了RFID技术的标准体系,给出了从事RFID标准研究与制定的主要机构和组织,研究了RFID技术的标准体系结构,分析了EPCglobal、泛在ID中心和国际标准化组织(ISO)在射频识别技术标准方面的最新进展。第5章介绍了RFID应用系统的构建,给出了RFID系统的选择标准,分析了基本部件的选择方法,阐明了RFID系统的启用过程,最后研究了RFID系统的测试与评估技术。第6章介绍了RFID技术在物流管理领域的应用,分析了RFID技术在物流管理中的主要优势、存在风险、商业价值和典型应用,给出了麦德龙未来商店和货场物流自动调配系统两个应用案例,详细介绍了两大系统的功能特征、基本组成和 workflows。第7章介绍了RFID技术在交通管理领域的应用,分析了RFID技术在停车场管理、车辆自动识别管理、电子不停车收费、交通调度管理、车辆智能称重和电子注册管理方面的应用潜力,给出了停车场管理系统和高速公路电子收费系统两个应用案例,详细介绍了两大系统的设计目标、设计原则、功能特点、基本组成、系统结构、工作流程和管理软件。第8章介绍了RFID技术在动物识别、工业生产、休闲娱乐和信息管理领域的应用,给出了门禁考勤系统和校园一卡通管理系统两个应用案例,详细介绍了两大系统的设计目标、设计原则、功能特点、基本组成、系统结构、工作流程和管理软件。

本书由郎为民编著,并得到了华中师范大学副校长杨宗凯教授的大力支持,华中科技大学电信系互联网技术研发中心的程文青副教授、谭运猛副教授、刘克中博士、陶少国博士和许昌春博士对本书提出了宝贵的编写建议。通信指挥学院的刘建国部长、杨扬主任、钟京立副主任、毕进南教授、刘建中副教授、李建军副教授、马同兵副教授、胡东华副教授、熊华副教授、朱元诚老师、张昆老师在本书的编写过程中为本人提供各种便利条件和帮助,沈宇博士、靳焰硕士、王逢东硕士、丁锐硕士和任殿龙硕士参与了本书部分图表的绘制,付雄博士、熊志强博士、高俊伟博士、谢海涛博士和焦巧硕士对本书的初稿进行了审校,并更正了不少错误。我的好友、武汉理工大学的李波硕士为本书提供了一些实例素材,在此一并向他们表示衷心的感谢。

在编写过程中,本书得到了麦德龙集团公司、欧品科技发展有限公司、Savi技术有限公司、德州仪器公司、远望谷信息技术股份有限公司、维深电子有限公司、实华开电子商务有限公司和捷商实业发展有限公司等企业的鼎力支持,他们为本书的编写工作提供了大量宝贵的素材和翔实的应用实例,在此表示衷心的感谢。

机械工业出版社的张俊红老师作为本书的责任编辑，为本书的出版付出了辛勤的劳动，机械工业出版社对本书的出版给予了大力支持，在此一并表示感谢。

由于射频识别技术仍在发展之中，新的标准和应用不断涌现，加之作者水平有限，编写时间仓促，书中难免存在错漏之处，恳请各位专家和读者不吝指出。

郎为民

2006年5月于华中科技大学

目 录

前言	
第 1 章 概述	1
1.1 自动识别技术	1
1.1.1 自动识别技术的基本概念	1
1.1.2 自动识别技术的主要特征	2
1.1.3 自动识别技术的分类方法	3
1.2 生物特征识别技术	12
1.2.1 指纹识别技术	12
1.2.2 DNA 识别技术	18
1.2.3 语音识别技术	18
1.2.4 虹膜识别技术	21
1.2.5 视网膜识别技术	23
1.2.6 面相识别技术	24
1.2.7 签名识别技术	26
1.2.8 掌形识别技术	27
1.2.9 常用生物识别技术的比较	27
1.3 条形码识别技术	29
1.3.1 条形码的发展历程	29
1.3.2 条形码的技术特点	31
1.3.3 条形码编码规则	31
1.3.4 条形码的标准	35
1.3.5 条形码的分类	37
1.3.6 常用条形码	40
1.3.7 条形码的用途	44
1.4 射频识别技术	45
1.4.1 RFID 的发展历程	45
1.4.2 RFID 的技术优势	47
1.4.3 RFID 的应用领域	50
1.4.4 RFID 的应用现状	52
1.4.5 RFID 的发展瓶颈	55
1.4.6 RFID 的发展方向	57
第 2 章 RFID 技术原理	58
2.1 RFID 系统的组成与特征	58
2.1.1 RFID 系统的组成	58
2.1.2 RFID 系统的基本模型	60
2.1.3 RFID 系统的性能指标	63
2.1.4 RFID 系统的分类	66
2.2 RFID 技术的物理学原理	68
2.2.1 与 RFID 相关的电磁场理论	68
2.2.2 能量耦合和数据传输	70
2.2.3 反向散射调制的能量传递	72
2.2.4 数据传输方式	73
2.3 数据的完整性	74
2.3.1 校验和法	74
2.3.2 干扰与抗干扰	76
2.3.3 识别率与误码率	77
2.4 多标签同时识别	77
2.4.1 空分多路法	78
2.4.2 频分多路法	79
2.4.3 时分多路法	79
2.5 数据的安全性	81
2.5.1 安全攻击与安全风险	82
2.5.2 RFID 系统的安全需求	84
2.5.3 相互对称的认证	85
2.5.4 利用导出密钥的认证	86
2.5.5 加密的数据传输	86
2.5.6 RFID 安全技术	89
2.5.7 RFID 安全发展建议	91
第 3 章 RFID 系统的基本部件	93
3.1 射频标签	93
3.1.1 概述	93
3.1.2 射频标签的分类	94
3.1.3 射频标签的构造形式	101
3.1.4 射频标签的芯片	104
3.1.5 射频标签信息的写入方式	107
3.1.6 双频标签和双频系统	107
3.1.7 射频标签的制作及封装	110
3.1.8 射频标签的发展趋势	114

3.2 读写器	116	5.1 选择标准	180
3.2.1 读写器的功能与特征	116	5.1.1 RFID 系统的技术参数	180
3.2.2 读写器中的数据流	117	5.1.2 RFID 的选择标准	181
3.2.3 读写器的基本构成	118	5.1.3 运行环境与接口方式	183
3.2.4 读写器的结构形式	119	5.1.4 信息处理系统模型	188
3.2.5 读写器的设计与制造	122	5.2 频率选择	191
3.2.6 读写器的发展趋势	122	5.2.1 使用的频率范围	191
3.3 天线	123	5.2.2 工作频率与应用范围	194
3.3.1 天线的性能要求	124	5.2.3 使用频率选择	196
3.3.2 天线的主要参数	125	5.2.4 我国频率分配现状	197
3.3.3 天线的结构形式	126	5.3 系统部件选择	197
3.3.4 天线的连接	127	5.3.1 全球 RFID 研发厂商	198
3.3.5 天线的配置	128	5.3.2 标签的选择	198
3.3.6 天线的设计与制造	129	5.3.3 读写器的选择	200
第 4 章 RFID 标准体系	131	5.4 RFID 的启用过程	203
4.1 概述	131	5.4.1 面临的挑战	203
4.1.1 RFID 标准的推动力	131	5.4.2 起步阶段	204
4.1.2 RFID 标准化组织	133	5.4.3 测试和验证阶段	209
4.1.3 RFID 标准体系结构	141	5.4.4 试点实施阶段	210
4.2 泛在识别中心标准体系	144	5.4.5 实施阶段	211
4.2.1 泛在识别码	144	5.5 系统测试与评估	213
4.2.2 泛在通信器	146	5.5.1 RFID 测试体系与规范	213
4.2.3 信息系统服务器	149	5.5.2 RFID 系统的可行性分析	216
4.2.4 ucode 解析服务器	149	5.5.3 RFID 设备供应商评估	219
4.2.5 ucode 标签分级	150	5.5.4 RFID 系统集成商评估	222
4.3 EPCglobal 标准体系	152	5.5.5 RFID 项目应用经理评估	225
4.3.1 EPC 系统的特点	152	5.5.6 RFID 应用系统的发展趋势	227
4.3.2 EPCglobal 标准总览	152	第 6 章 RFID 技术在物流管理领域的应用	229
4.3.3 EPC 编码体系	156	6.1 概述	229
4.3.4 EPC 标签	160	6.1.1 RFID 在物流管理中的优势	229
4.3.5 EPC 系统	161	6.1.2 RFID 在物流管理中存在的风险	231
4.4 ISO/IEC 标准体系	169	6.1.3 RFID 在物流管理上的商业价值	232
4.4.1 ISO/IEC 标准总览	169	6.1.4 RFID 在物流管理上的典型应用	233
4.4.2 ISO/IEC 18000	171	6.1.5 RFID 在物流管理领域的应用环节	236
4.4.3 ISO/IEC 10536	172	6.2 麦德龙的未来商店	237
4.4.4 ISO/IEC 15693	173	6.2.1 项目简介	238
4.4.5 ISO/IEC 14443	175	6.2.2 未来商店的基本部件	241
4.4.6 三大编码体系的区别	178	6.2.3 工作流程	251
第 5 章 RFID 应用系统的构建	180	6.2.4 隐私保护	255

VIII

6.2.5 项目评估	256	7.3.4 系统结构	303
6.3 货场物流自动调配系统	257	7.3.5 关键技术	305
6.3.1 系统分析	257	7.3.6 系统工程流程	310
6.3.2 系统的结构模型	258	7.3.7 软件说明	312
6.3.3 系统的集成方式	261	第 8 章 RFID 技术在其他领域的应用	318
6.3.4 货场物流管理信息系统	263	8.1 概述	318
第 7 章 RFID 技术在交通管理领域中的应用	268	8.1.1 动物识别领域	318
7.1 概述	268	8.1.2 工业生产领域	320
7.1.1 停车场管理	268	8.1.3 休闲娱乐领域	322
7.1.2 车辆自动识别管理	270	8.1.4 信息管理领域	324
7.1.3 电子不停车收费	271	8.2 门禁考勤系统	326
7.1.4 交通调度管理	273	8.2.1 设计目标和原则	326
7.1.5 车辆智能称重系统	274	8.2.2 系统功能与特点	328
7.1.6 电子注册管理	275	8.2.3 系统基本部件	329
7.2 停车场管理系统	275	8.2.4 系统结构	332
7.2.1 设计目标和原则	276	8.2.5 系统工作流程	332
7.2.2 系统功能与特点	277	8.2.6 管理软件介绍	333
7.2.3 系统基本部件	278	8.3 校园一卡通管理系统	341
7.2.4 系统结构	285	8.3.1 设计目标和原则	341
7.2.5 系统工作流程	286	8.3.2 系统功能与特点	342
7.2.6 管理软件说明	288	8.3.3 系统基本部件	343
7.3 高速公路电子收费系统	293	8.3.4 系统结构	345
7.3.1 设计目标和原则	294	8.3.5 管理软件介绍	346
7.3.2 系统功能与特点	295	附录 英文缩略语对照表	364
7.3.3 系统基本部件	297	参考文献	374

第1章 概述

随着社会现代化进程的加快，信息技术正在迅速改变着人们的生活。自动识别技术的推广和应用作为我国信息化建设的基础工作之一，已得到我国政府及社会各界的高度重视。自动识别技术在货物销售、后勤分配、商业流通和生产制造等诸多领域得到了快速的普及和应用。

近年来，EPC（Electronic Product Code，电子产品码）和物联网（Internet of Thing）概念的宣传攻势不断加强，加之沃尔玛、麦德隆、美国国防部等企业和政府机构的推波助澜，从2003年开始，RFID（Radio Frequency Identification，射频识别）成为科技界最大的热点之一。随着计算机信息技术和超大规模集成电路技术的发展，以及芯片微型化封装技术的日趋成熟，射频识别技术已经越来越多地应用在包括物流仓储、商品零售、工业制造、资产管理、交通运输、动物识别、军事航空和防伪防盗等不同的应用领域。

1.1 自动识别技术

自动识别产业经过多年的发展已经初具规模，正迎来前所未有的发展机遇。条形码识别技术持续走强，射频识别技术飞速发展，生物识别技术悄然兴起，一个完整、庞大而且不断发展的自动识别产业正在世界范围内逐渐形成。

1.1.1 自动识别技术的基本概念

在现实生活中，各种活动或者事件都会产生一定的数据，这些数据包括个人的、物质的、财务的，也包括采购的、生产的和销售的，这些数据的采集与分析对于生产或者生活决策是十分重要的。如果没有这些实际数据的支撑，生产和决策将缺乏现实基础。在计算机信息处理系统中，数据采集是信息系统的基础，这些数据通过信息系统的分析和过滤，最终将成为影响决策的关键信息。

在当前比较流行的物流研究中，基础数据的自动识别与实时采集更是物流管理信息系统（Logistic Management Information System, LMIS）的存在基础，因为物流过程比其他任何环节更接近于现实环境，物流产生的实时数据比其他任何环节都要密集，数据量都要大。自动识别技术是将信息数据进行自动采集和自动输入的重要方法和手段，它是以计算机技术和通信技术为基础的综合性科学技术。

一般来讲，在一个信息系统中，数据的采集（识别）完成了系统原始数据的采集工作，解决了人工数据输入速度慢、误码率高、劳动强度大、工作简单重复等问题，为计算机信息处理提供了快速、准确地进行数据采集和输入的有效手段。因此，自动识别技术作为一种革命性的高新技术，正在迅速地为消费者所接受。自动识别系统通过中间件或者接口（包括软件的和硬件的）将数据传输给后台处理计算机，由计算机对所采集到的数据进行处理或者加工，最终形成对人们有用的信息。在有些场合，中间件本身就具有数据处理的功能。中间件

还可以支持单一系统不同协议的产品进行工作。

完整的自动识别计算机管理系统包括自动识别系统（Automatic Identification System, AIDS）、应用程序接口（Application Interface, API）或者中间件（Middleware）和应用系统软件（Application Software）。自动识别系统的简单模型如图 1-1 所示。其中，自动识别系统完成数据的采集和存储工作；应用系统软件对自动识别系统所采集的数据进行应用处理；而应用程序接口/中间件则提供自动识别系统和应用系统软件之间的通信接口（包括数据格式），将自动识别系统采集的数据信息转换成应用软件系统可以识别和利用的信息并进行数据传递。

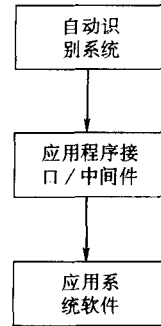


图 1-1 自动识别系统的简单模型

自动识别技术近几十年在全球范围内得到了迅猛发展，初步形成了一个包括条形码识别、磁条识别、光学字符识别、射频识别、生物识别及图像识别等集计算机、光学、机电、通信技术为一体的高技术学科。

1.1.2 自动识别技术的主要特征

自动识别技术大大提高了物流过程的自动化和现代化水平，是物流过程中重要的支撑技术之一。自动识别技术是指在物流过程中，具有信息获取和信息录入功能，通过自动（非人工手段）获取物品标识信息，并且不使用键盘即可将数据实时输入计算机、程序逻辑控制器或其他微处理控制器的技术。

自动识别技术的主要特征包括：准确性，自动数据采集，彻底消除人为错误；高效性，信息交换实时进行；兼容性，自动识别技术以计算机技术为基础，可与信息管理系统无缝连接。

自动识别系统根据识别对象的特征可以分为两大类，分别是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需要被识别物体具有特定的识别特征载体（如标签等，光学字符识别例外）；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、动态和属性特征）来完成数据的自动采集。自动识别技术的基本范畴如表 1-1 所示。

表 1-1 自动识别技术的基本范畴

数据采集技术	特征提取技术
光存储器 ■ 条形码（一维、二维） ■ 矩阵码 ■ 光标读写器 ■ 光学字符识别（OCR） 磁存储器 ■ 磁卡 ■ 非接触磁卡 ■ 磁光存储 ■ 微波 电存储器 ■ 触摸式存储 ■ RFID 射频识别（无芯片、有芯片） ■ 存储卡（智能卡、非接触式智能卡）	静态特征 ■ 视觉识别 ■ 能量扰动识别 动态特征 ■ 声音（语音） ■ 键盘敲击 ■ 其他感觉特征 属性特征 ■ 化学感觉特征 ■ 物理感觉特征 ■ 生物抗体病毒特征 ■ 联合感觉系统

1.1.3 自动识别技术的分类方法

自动识别技术主要包括条形码技术、磁条（卡）技术、IC卡识别技术、射频识别（RFID）技术、语音识别技术、视觉识别技术、光学字符识别（OCR）等，如图 1-2 所示。可以说，自动识别技术从条形码识别开始，以射频识别结束。也就是说，条形码技术是自动识别技术的始祖，而射频识别技术则是自动识别技术的未来终极。

1. 条形码识别技术

条形码是由一组规则排列的条、空以及相应的数字组成，这种用条、空组成的数据编码可以供条形码读写器识读，而且容易译成二进制数和十进制数。这些条和空具有各种不同的组合方法，构成不同的图形符号，即各种符号体系（也称码制），适用于不同的应用场合。

条形码成本最低，适用于大量需求且数据不必更改的场合，例如商品包装上就很适宜；但是较易磨损，数据量也很小，且条形码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形码。

2. 光学字符识别技术

光学字符识别（Optical Character Recognition, OCR）技术通过扫描等光学输入方式将各种票据、报刊、书籍、文稿及其他印刷品的文字转化为图像信息，再利用文字识别技术将图像信息转化为可以使用的文字。简言之，OCR 技术主要是使用计算机自动辨别写或印在纸（或其他介质）上的文字。

OCR 出现于 20 世纪 50 年代中期，是随着模式识别和人工智能的发展而产生的文字识别技术，至今已有好几十年的历史。20 世纪 70 年代后期，由于 LSI（Large Scale Integration, 大规模集成电路）及 CCD（Charge Coupled Device, 电荷耦合器件）的出现，使其进入崭新的实用阶段，在计算机自动录入、票据识别、信函分拣和资料分析等很多方面得到广泛应用。

广义 OCR 包含的内容十分广泛，按所处理的字符集可分为西文识别（包括数字、字母和符号）和汉字识别，按识别文字类型可分为单体印刷体识别、多体印刷体识别、手写印刷体识别和自然手写体识别。此外，如票据识别、图纸自动录入和理解、笔迹鉴别、印章鉴定等都可归为 OCR 技术范畴。

OCR 技术的识别原理可以简单地分为相关匹配识别、概率判定准则和句法模式识别三大类。相关匹配识别是根据字符的直观形象提取特征，用相关匹配进行识别。这种匹配既可在空间域内和时间域内进行，也可在频率域内进行。相关匹配又可细分为图形匹配法、笔画分析法、几何特征提取法等。利用文字的统计特性中的概率分布，用概率判定准则进行识别称概率判定准则法。如利用字符可能出现的先验概率，结合一些其他条件，计算出输入字符属于某类的概率，通过概率进行判别。根据字符的结构，用有限状态文法结构，构成形式语句，

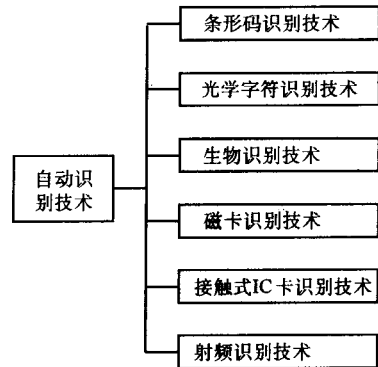


图 1-2 自动识别技术的分类

用语言的文法推理来识别文字的方法就是语句模式识别法。近年来，人工神经网络和模糊数学理论的发展，对 OCR 技术起到了进一步的推动作用。

OCR 的优点是人眼可视觉、可扫描；但输入速度和可靠性不如条形码，数据格式有限，通常要用接触式扫描器。对于一般文本，通常以最终识别率、识别速度、版面理解正确率和版面还原满意度四个方面作为 OCR 技术的评测依据；而对于表格和票据，通常以识别率或整张通过率和识别速度作为测定 OCR 技术的实用标准。

OCR 的三个重要的应用领域是：办公自动化中的文本输入；邮件自动处理；与自动获取文本过程相关的其他领域，这些领域包括零售价格识读，订单数据输入，证件、支票和文件识读，微电路及小件产品状态特征识读等。由于在识别手迹特征方面的进展，目前正在探索 OCR 技术在手迹分析及鉴定签名方面的应用。

采用自动化处理方法，使票据上加印的磁性墨水字输入电子阅读分类机，阅读票面上磁字的银行代号、金额、日期等信息，再予以分类并核计，这是全世界各大票据交换所采用的一种技术，即磁性墨水字体识别（Magnetic Ink Character Recognition, MICR）技术。MICR 技术是银行界用于支票的专用技术，在特定的领域中应用，可靠性高，但成本也高，需要接触识读。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，实际上这三种自动识别技术的基本原理是大致相同的。

3. 生物识别技术

生物特征识别技术，是随着计算机科学技术的不断发展，特别是计算机图像处理和模式识别等学科的发展而逐步形成的一种独特的技术，同时也是计算机技术和信息处理技术的边缘学科。

生物特征分为身体特征和行为特点两类。身体特征包括指纹、掌形、眼睛（视网膜和虹膜）、人体气味、面相、皮肤毛孔、手腕/手的血管纹理和 DNA（Deoxyribonucleic Acid, 脱氧核糖核酸）等；行为特点包括签名、语音、行走的步态、击打键盘的力度等等。根据生物识别技术采用的生物特征不同，广泛应用的生物识别技术可以被分成三类：高级生物识别技术，如视网膜、虹膜和指纹；次级生物识别技术，如掌形识别、面相识别、语音识别、签名识别；第三类是“深奥的”生物识别技术，如血管纹理识别、人体气味识别等。由于生物特征不会像传统的身份认证方法那样容易被窃取、遗忘或破解，因而人们认为生物特征识别技术是解决信息化、数字化、网络化以及国家和社会安全问题的最好的方法之一。

（1）发展历程

人类利用生物特征识别的历史可追溯到古埃及人通过测量人体各部位的尺寸来进行身份鉴别。现代生物识别技术始于 20 世纪 70 年代中期，由于早期的识别设备比较昂贵，因而应用仅限于安全级别要求较高的原子能实验、生产基地等。目前，由于微处理器及各种电子元器件成本不断下降，精度逐渐提高，生物识别系统逐渐应用于商业上的授权控制，如门禁考勤、企业管理和安全认证等领域。

生物识别是指利用可测量的人体生物学或行为学特征来核实个人的身份。这些技术包括指纹识别、视网膜、虹膜扫描、掌形识别、语音识别和面相识别等。对于任何需要确认个人真实身份的场合，生物识别技术都具有巨大的潜在应用市场。生物特征识别技术及产业的历史发展过程中重要的里程碑如表 1-2 所示。

表 1-2 生物特征识别技术及产业发展的重要里程碑

时间	事 件
1686 年	意大利 Bologna 大学的学者 Marcello Malpighi 用显微镜发现了指纹的涡型
1880 年	科学家发现每个人的指纹都独一无二，并意识到指纹可作为身份识别的可行性
20 世纪	指纹技术在司法方面得到广泛应用
1978 年	Identicator Technology 的总裁 Paul Collier 在当时售出了第一个设备
1986 年	从事掌纹识别的 Recognition System 公司成立
1987 年	研究发现没有两个人虹膜相似，这一理论获得专利
1990 年	从事签字识别的 PenOp 公司在英国成立
1993 年	从事虹膜识别的 IriScan 公司成立并开始营运
1994 年	Daugman 博士获得第二项基础科技的专利权——IriScan 许可证。由于能使计算机辨识复杂模式的算法的发展，Atick 和 Griffin 博士成立了从事面相识别的 Visionics 公司
1996 年	从事签字识别的 CyberSign 和从事指纹识别的 Biometric Identification 公司相继成立
1999 年	数位生物公司(DBI)宣布参与 FBI(Federal Bureau of Investigation, 美国联邦调查局)的 AFIS(Automated Fingerprint Identification System, 指纹自动识别鉴定系统)项目, 其活体指纹采集系统已用于 FBI 总部。Identix 宣称它已成交大约 100000 套基于 FP(Fingerprint, 指纹)验证系统的 DFR-200, 可运用于 7000000 台 PC

然而，生物学特征很难在个体之间传递，可以被认为是独一无二的标志。如果人们能通过友好的用户界面来自动地完成验证过程，生物识别就可以应用到众多的领域中。届时，验证一个人的身份的自动化程度将更高，并且非常准确。

国际生物特征组织 (International Biometric Group, IBG) 公布的 2003~2007 年生物特征识别技术报告权威详尽地分析了生物特征识别技术、应用及其全球市场情况。各种生物识别技术的公众接受程度和准确性分析结果如图 1-3 所示。从图中可以看出，相对于其他多种生物特征而言，指纹识别技术具有采集设备价格低廉、采集方式比较友好、采集图像较易处理和识别准确性较高等优点，因而在安全领域得到了更广泛的关注和应用。

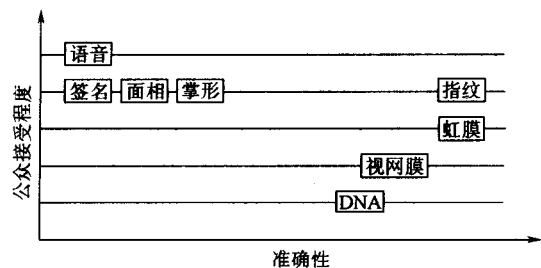


图 1-3 生物特征识别技术分析

要把人体的特征用于身份识别，这些特征必须具有惟一性和稳定性。研究和经验表明，人的指纹、掌纹、面孔、发音、虹膜、视网膜、骨架等都具有惟一性和稳定性的特征，即每个人的这些特征都与别人不同，且终生不变，因而就可以据此识别出人的身份。

(2) 工作原理

生物识别技术是利用人体生物特征进行身份认证的一种技术。生物特征是惟一的（与他人不同），可以测量或可自动识别和验证的生理特性或行为方式，分为生理特征和行为特征。

用于生物识别的生物特征有掌形、指纹、面相、虹膜、视网膜、脉搏、耳廓等，行为特征有签名、语音、按键力度等。基于这些特征，人们已经发展了掌形识别、指纹识别、面相识别、语音识别、虹膜识别、签名识别等多种生物识别技术。

生物识别系统对生物特征进行取样，提取其唯一的特征并且转化成数字代码，并进一步将这些代码组成特征模板，人们同识别系统交互进行身份认证时，识别系统获取其特征并与数据库中的特征模板进行对比，以确定是否匹配，从而决定接受或拒绝该人。

一个优秀的生物识别系统要求能实时、迅速、有效地完成其识别过程。一般来说，生物识别系统都包括如下几个处理过程：

1) 采集样本。在使用生物识别技术验证个人身份之前，首先要捕捉已选定生物学特征的样本。这个样本就成为生物识别的模板，以后验证时取得的新样本要以原始模板为参考进行比较，通常要取多份样品（典型的是3个）以得到有代表性的模板。取样的过程和结果对于生物识别成功与否至关重要。

2) 储存模板。取样之后，模板要经过加密储存起来。模板的储存可以有以下几种选择：一是存放在生物识别阅读设备里；二是存放在远程中央数据库里，这种方法适用于安全的网络环境里，而且要有足够的运行速度；三是存放在便携设备中，如智能卡，这是一种比较理想的选项，因为它不需要另行储存模板，用户可以携带自己的模板在任意设备上使用。但是，如果用户丢失或损坏了智能卡，他就必须重新输入数据。另一个需要考虑的是成本和系统复杂性问题，因为要集成的东西可能会很多。

3) 身份验证。验证过程是这样的，用户通过某种设备输入其生物学特征，提出身份鉴定请求，输入的特征与模板比较后，得出匹配或不匹配的结果，除了告诉用户外，这一过程还被记录下来存在本地或远程主机上。在有些系统中，参考用的模板是随着每一次有效的交易过程而动态更新的。这样，可以使系统能够适应由客观因素造成的微小变化，如用户年龄增长、机器磨损等。

(3) 应用领域

目前，国际上对生物认证技术的研究和应用如火如荼，这些应用主要集中在公安（如刑侦方面）、政府（如各种包含生物特征信息的护照、驾照等有效证件等）和商业（如银行、门禁管理、电子商务）等领域。各种主要生物特征识别技术的应用领域如表 1-3 所示。而国内方面，应用领域还没有完全拓展开，主要还是集中在门禁管理等方面，并且只有指纹识别、语音识别和签名识别技术具备一定的应用市场，其他生物特征技术还未进入应用阶段。

表 1-3 各种生物识别技术的对比

生物特征	应用方式	应用领域
指纹识别技术	身份识别/身份验证	出入境管理、社会福利发放、军队、刑事侦察、金融、有效证件、门禁管理等
DNA 识别技术	身份识别	刑侦、遗传学等
语音识别技术	身份识别/身份验证	电话服务、门禁管理、说话人识别等
虹膜识别技术	身份验证	门禁管理等
面相识别技术	身份识别/身份验证	嫌疑犯描述及确认、失踪人口查找、护照、信用卡、社会福利发放等
视网膜识别技术	身份验证	嫌疑犯描述及确认、社会福利发放、门禁管理等
签名识别技术	身份识别/身份验证	笔迹确认、签名识别等
掌形识别技术	身份验证	出入境管理、门禁管理等

生物识别有很多潜在的应用领域，如机场、海关、银行、公安、电子商务、公司内部网等。然而，这并不意味着生物识别是所有个人身份鉴定问题的万全之计，它离实现这一目标

还相去甚远。为了促进当代生物特征识别技术的发展，并给企业和研究机构建立一个评价识别算法的通用标准，国际上定期举办生物特征识别竞赛，如 FVC (Fingerprint Verification Competition, 指纹识别竞赛)、FRVT (Face Recognition Vendor Tests, 面相识别测试)、SVC (Signature Verification Competition, 签名识别竞赛) 等。

(4) 发展趋势

生物特征识别是多学科交叉的技术，涉及诸多前沿知识和尚未开拓的领域，作为研究和应用的热点，仍将吸引众多的目光，未来必将有众多新的理论和方法提出；同时，面对巨大的市场需求，也会有更多性能更好、实用性更强的产品推出。

生物特征识别技术发展最具吸引力的趋势就是多生物特征识别融合技术的研究和应用。这是因为，每一种生物特征技术都有它独特的优点，但也存在各自的缺点，比如有些指纹特征很难提取，面相识别会受光照、表情、姿态、化妆、老化以及面部佩戴等因素的影响，语音会因生病等原因引起变化等等，这些都会影响单一生物特征识别的准确率。而采取多生物特征融合技术，则可以有效提高身份鉴别的准确率，扩大应用范围，如手形和掌纹的多特征双模态融合的识别系统、指纹和面相融合的高可靠性方案、指纹和语音融合的识别系统等。

生物特征识别技术与卡的结合，将是其最有前途的应用之一。这个市场是巨大的，包括金融、证券、保险、社会福利机构的身份认证，如柜台提款、自动提款机、保险箱、金库、大额取款客户身份认证、交易终端客户身份认证、远程交易身份认证、保险受益人确认、各种社会福利受益人身份认证等；全民证照系统（身份证、暂住证、驾驶证等）、海关出入境管理等；医疗档案管理，如血液管理、公费医疗确认、个人医疗档案管理；宾馆、高档会所会员智能管理系统等。

4. 磁卡识别技术

磁卡在 20 世纪 70 年代出现于银行业。当提出标准之后，磁卡变成了为顾客方便服务的有效途径。自动取款机 (Automatic Teller Machine, ATM) 的运用使银行能提供更新的服务项目，在适应用户不断增长的同时，可不必要求提高雇员水平或引进昂贵的设施。

目前磁卡已广泛应用于银行、零售业、电话系统、访问控制、机票和运输费用的收取上。事实上，现有的磁卡读写设备网点是如此之广泛，因而要想将其改变成另一种技术则是一个非常缓慢而又需很高费用的过程。

(1) 主要功能

磁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，磁卡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），用树脂胶合在一起并粘贴在诸如纸或者塑料这样的非磁性基片上。

磁卡介质为保存和修改信息提供了既便宜又灵活的方法。磁卡是由磁性材料掺以粘合剂而制成的，在干燥之前要在磁场中加以处理，使磁性材料的磁极取向更适合于进行读写。信息通过各种型式的读卡器在磁卡上写入或读出。读卡器中装有磁头，可在卡上写入或读取信息。卡上的信息采用二进制编码。

磁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。它能粘附于许多不同规格和形式的基材上。这些优点，使之在很多领域得到了广泛应用，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）、地铁自动取款设备（Automatic Fee Collection, AFC）等。磁卡的价格也很便宜，但是很容易磨损。磁卡不能折叠、撕裂，数据量较小。

磁卡技术是接触识读，它与条形码有三点不同：一是其数据可进行部分读写操作，二是给定面积编码容量比条形码大，三是对于物品逐一标识成本比条形码高。接触性识读最大的缺点就是灵活性太差。

（2）通信

磁卡与读卡器之间的通信是通过磁场进行的。读出是通过将磁卡划过读卡器，读卡器再通过磁头拾取磁卡上磁极性的变化。在写入时，读卡器要产生一个磁场，从而能够在磁卡上一个较小的区域内有效地改变磁极性的取向，以向磁卡上写入信息，磁卡与读写装置之间交换信息的速率一般为 12000bit/s。

与磁卡有关的通信参数有下列几个：记录介质的物理特性、磁卡上磁道的定位、编码技术、译码技术和数据格式等。国际标准化组织（International Organization for Standardization, ISO）对这些参数有两个技术要求，但有许多应用并不遵守这些标准，未能完全遵守这些标准的原因是现有设备的灵活性不够或保密性要求提高等。

（3）存储器

当磁卡放在一个有极性的磁场上时，在磁卡上一个指定的小区域就会感受到一个相似的磁场的作用。这一过程在抹去数据或存储新数据的过程中是重复进行的。

磁卡上的信息容易被其他磁场更改或被抹除，或由于环境的因素而造成损害。为避免这样的损坏，许多制造商、组装厂商和应用工程师往往需要开发抗磁性能更强的磁卡。磁卡的抗磁性能主要以矫顽力来衡量，矫顽力以 kA/m（1kA/m 约 12.56Oe）为单位。矫顽力的定义是抹去磁带上已记录的编码信息所需要的磁力。一般矫顽力低的磁卡（300Oe）比矫顽力高的磁卡（3000Oe）更易于被抹去信息或重新被编码。对采用的矫顽力也要有一个限度，当采用磁卡的矫顽力超过 3000~5000Oe 时，一般的读写装置很难对其所记录信息进行修改。

读卡器的磁头要设计成能与磁卡进行直接的接触才能保证其可靠性。任何脏物、化工材料或污垢附着在卡上都会产生干扰，从而显著降低其阅读性能。经实践研究表明，普通磁卡的识读错误率为 0.06%。

磁卡的寿命与读卡器的质量、制卡用的材料以及磁卡和读写设备维护和运行的环境有很大的关系。在大多数情况下，在磁卡信息的完整性问题出现之前可能是遭受机械损伤。然而，实际的经验表明，大多数正常使用的磁卡在读取 200 万次以后就会坏掉而需要更换。显然，对于易于损坏的薄纸磁卡来说，这样的读取次数还要低得多。

磁卡上不需要安装电源。使用和存放磁卡的最佳环境是凉爽、干燥和清洁的地方。一般存放磁卡的温度为 -40~80℃，操作温度为 0~55℃，操作时允许的相对湿度为 5%~95%（非冷凝温度）。此时，磁场可以修改或抹除存储在磁卡上的信息，或降低磁卡的性能。任何形式的脏物和积聚物在磁卡上都会引起严重磨损或妨碍读写装置对其读出或编码。

（4）系统的运作

磁卡的厚度一般符合 ISO 标准或稍薄一些。选用做磁卡的材料包括聚氯乙烯（Polyvinyl Chloride, PVC）、聚酯（Polyester, PET）、纸张或其他类似的材料。磁卡的重量取决于所选用的材料。但磁卡设计方案的选择应根据具体的应用、所预期的每张卡的价格以及预定的有