

无线射频 识别技术 (RFID) 理论与应用

游战清 李苏剑 等编著

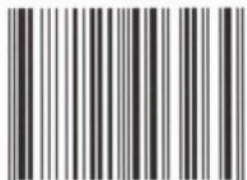


电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

ISBN 7-121-00326-0



9 787121 003264 >



责任编辑：雷洪勤

封面制作：许明韬

本书贴有激光防伪标志，凡没有防伪标志者，属盗版图书。

ISBN 7-121-00326-0

定价：29.00元

无线射频识别技术 (RFID)

理论与应用

游战清 李苏剑 张益强 编著
刘克胜 郑利强 徐 虎

电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

PDG

内 容 简 介

无线射频识别技术 (RFID) 是自动识别技术的一种高级形式。随着信息化技术的不断发展, 无线射频识别技术 (RFID) 的应用也越来越广泛。本书主要介绍了无线射频识别技术的基本工作原理和具体应用, 并列出了大量的应用实例, 如动物识别管理、配送中心管理、矿井管理、停车场管理、军事物流运用等。

本书可供广大信息化工作者、物流工作者以及 RFID 技术人员阅读, 也可作为相关人员的参考资料。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

无线射频识别技术 (RFID) 理论与应用/游战清, 李苏剑等编著. —北京: 电子工业出版社, 2004.10
ISBN 7-121-00326-0

I. 无… II. ①游… ②李… 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 (2004) 第 090957 号

责任编辑: 雷洪勤

印 刷: 北京天竺颖华印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×980 1/16 印张: 18.75 字数: 400 千字

印 次: 2004 年 10 月第 1 次印刷

印 数: 5000 册 定价: 29.00 元

凡购买电子工业出版社的图书, 如有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系。联系电话: (010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

前 言

企业信息化建设的基础是基本的现实数据，基本现实数据的完备和真实与否，直接关系到企业信息化的成败。自动识别技术，就是在企业信息化建设中根据现实数据，利用计算机系统，进行信息化数据自动采集的一种信息技术。

无线射频识别技术（RFID）是自动识别技术的一种高级形式，RFID 自身独特的技术优势将为企业信息化建设做出杰出的贡献。

2002 年底，《计算机世界》上一篇名为“展望 2003 年，网络等十大前沿技术提前预览”的 IT 贺岁文章将 RFID 技术列为第五大 IT 前沿技术。

2004 年初，美国有线新闻网公布了即将于 2004 年出现并对人类生活产生巨大影响的 10 项技术，其中，RFID 名列第三。

专业技术市场咨询公司 Gartner 选出 2005 年十大热门技术，其中射频识别标签（RFID Tags）榜上有名。Gartner 这样描述 RFID：“到 2012 年，射频识别（RFID）和类似的无线射频芯片会有所变化，从供应链管理技术演变成能够带给消费者附加价值的应用，例如找寻对象所在位置和状况回报等。可以预期的是，RFID 电子标签的成本会降低到使得此项技术的实施变得理所当然的地步。使用 RFID，可以追踪产品的生命周期，提供更多、更深入的过程资料记录。电子标签可以嵌入到不耐久存的产品装运设施中，以便在货物从仓库运往商店上架的途中，监视温度、震动、腐坏和其他因素的变化。”

从 1948 年 RFID 技术问世以来，直到 20 世纪末、21 世纪初它才被 ISO 和其他机构确定为供应链的首选管理手段，在我们面前展现出了一片繁荣昌盛的 RFID 应用前景图。2004 年，中国相关机构又开始了国际标准的引进与本土化工作；在美国，RFID 也被认为是资本市场上最稳健的投资方向之一。

所谓 RFID 技术，就是利用无线电波来进行通信的一种自动识别技术。其基本原理是通过读头和黏附在物体上的标签之间的电磁耦合或电感耦合来进行数据通信，以达到对标签物品的自动识别。有资料认为，如果说条码识别是自动识别技术的始祖，RFID 则是自动识别技术的终极。作为一项先进的自动识别技术，RFID 具有存储量大、可读写、穿透力强、识别距离远、识别速度快、使用寿命长、环境适应性好等特点。此外，RFID 还是惟一可以实现多标签同时识别的自动识别技术。

RFID 广泛应用于供应链管理、门禁安防系统、物流系统、矿山跟踪系统、智能家电、运动计时、电子支付、生产线自动化、物品监视、汽车监控等。可以这样说，

目 录

第 1 章 无线射频识别技术简介	1
1.1 自动识别技术简介	1
1.1.1 自动识别技术的基本概念	1
1.1.2 自动识别技术的种类与特征	2
1.2 无线射频识别的基本概念与发展历史	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	8
1.2.3 无线射频识别技术的不同分类方法	9
1.2.4 无线射频识别技术的应用领域	12
1.2.5 射频识别市场发展	18
第 2 章 无线射频识别技术的工作原理	20
2.1 无线射频识别技术的基本工作原理	20
2.2 无线射频识别工作的物理学原理	25
2.2.1 与无线射频相关电磁场基本理论	25
2.2.2 能量耦合和数据传输	27
2.3 无线射频识别的数据传输协议与安全性	31
2.3.1 数据传输协议与方式	31
2.3.2 数据安全性	33
2.4 数据完整性	38
2.4.1 校验方法	39
2.4.2 干扰与抗干扰	41
2.4.3 识读率与误码率	41
2.5 多标签同时识别与系统防冲撞	42
2.5.1 空分多路法	42
2.5.2 频分多路法	43
2.5.3 时分多路法	43

第 3 章	无线射频识别的频率标准与技术规范	45
3.1	RFID 标准简介	45
3.2	无线射频识别的频率标准	48
3.2.1	频率标准许可	48
3.2.2	不同的电磁波频段	49
3.2.3	射频识别系统的工作频率与应用范围	49
3.2.4	射频系统工作频段解释	50
3.2.5	电感耦合射频识别系统的使用频率选择	51
3.3	无线射频识别的应用行业标准	52
3.3.1	ISO TC 23/SC 19 WG3 应用于动物识别的标准	52
3.3.2	ISO TC 204 应用于道路交通信息学的标准	52
3.3.3	ISO TC 104 应用于集装箱运输的标准	53
3.3.4	ISO TC 122 应用于包装的标准	53
3.3.5	ISO/IEC JTC 1 SC 31 自动识别应用标准	53
3.3.6	ISO/IEC 18000 项目管理的无线射频识别——非接触接口	54
3.3.7	SC 17/WG 8 识别卡非接触式集成电路	54
3.4	RFID 标准体系结构	54
第 4 章	读头	57
4.1	读头	57
4.1.1	读头的作用	57
4.1.2	读头的基本构成	58
4.1.3	读头的指令	61
4.2	读头的形式	64
4.2.1	固定式读头	64
4.2.2	手持机	66
4.2.3	发卡器	67
4.3	读头天线	68
4.3.1	读头天线简介	68
4.3.2	天线的结构	69
4.4	读头的发展趋势	71
第 5 章	射频电子标签	74
5.1	射频电子标签概述	74

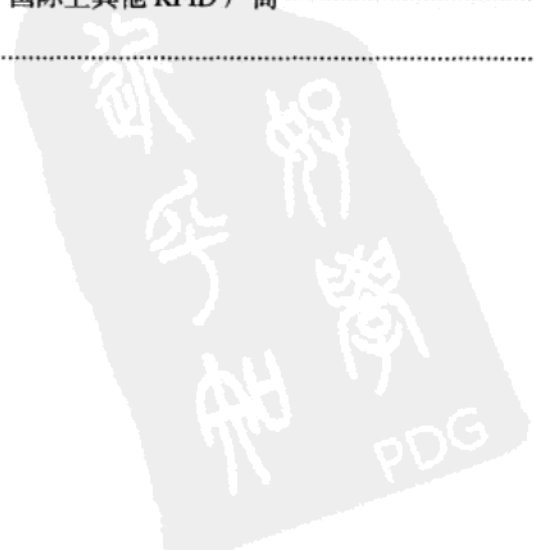
5.2	标签的种类	75
5.3	双频标签与双频系统	77
5.3.1	有源系统	78
5.3.2	无源系统	79
5.4	标签的封装形式	80
5.4.1	标签的封装形式	80
5.4.2	标签的封装加工	85
5.5	电子标签的天线	86
5.6	电子标签发展趋势	88
第 6 章	RFID 应用系统	91
6.1	无线射频识别技术的基本技术参数	91
6.2	RFID 系统的选择标准与性能评估	92
6.3	无线射频识别技术的运行环境与接口方式	96
6.3.1	无线射频识别系统的运行环境	96
6.3.2	接口方式	96
6.3.3	接口软件	99
6.4	无线射频识别技术应用系统简介	99
6.5	不同的读头信息处理系统模型	104
6.5.1	多读头单工作站网络系统模型	104
6.5.2	单读头多工作站网络系统模型	106
6.5.3	多读头多工作站远程网络系统模型	107
6.6	RFID 系统实施对策	108
6.6.1	RFID 设备供应商评估	108
6.6.2	RFID 系统集成商评估	111
6.6.3	RFID 项目应用经理须知	114
6.7	RFID 应用系统发展趋势	116
第 7 章	RFID 在供应链管理中的应用	118
7.1	供应链管理及其关键问题	118
7.1.1	RFID 在供应链管理上的应用简介	118
7.1.2	RFID 在供应链管理上的应用商业价值	120
7.2	RFID 在配送中心中的应用	122
7.2.1	物流配送中心模型简介	122

7.2.2	配送中心 RFID 系统的意义	125
7.2.3	逻辑设计	126
7.2.4	主要模块流程设计	131
7.3	RFID 在产品仓库的应用	133
7.3.1	应用目标	133
7.3.2	应用方案	133
7.3.3	业务实现流程图	136
7.3.4	方案实施	137
第 8 章	RFID 在动物识别管理中的应用	140
8.1	动物识别概论	140
8.2	动物识别应用的模型建立	145
8.2.1	奶牛场基本概况	145
8.2.2	奶牛场场地规划和建筑物布局	146
8.2.3	动物识别系统研究的目的	149
8.3	奶牛场管理系统设计	150
8.3.1	奶牛场物流分析	150
8.3.2	奶牛场管理系统功能模块设计	152
8.3.3	奶牛场管理系统各模块的作用	153
第 9 章	无线射频识别技术在矿井管理上的应用	161
9.1	RFID 在采矿业上的应用概述	161
9.1.1	RFID 在煤矿的应用现状	161
9.1.2	RFID 在煤矿井下管理的应用特点	162
9.2	RFID 煤矿管理系统结构	163
9.2.1	RFID 人员作业管理	164
9.2.2	巷道安全管理	169
9.2.3	安全物资管理	169
第 10 章	RFID 在交通管理中的应用	170
10.1	RFID 交通管理简介	170
10.2	停车场管理	171
10.2.1	停车场管理综述	171
10.2.2	停车场管理系统研究	176
10.2.3	停车场管理系统主要功能模块研究	183

10.3	RFID 在公交系统中的应用	190
10.3.1	上海市公交一卡通工程概述	190
10.3.2	上海市城市公交一卡通清算系统示意图	191
10.3.3	上海市公交卡系统技术特点	193
10.3.4	上海市公交非接触式 IC 卡 SHC1101 介绍	193
10.4	铁路车号自动识别系统	195
10.4.1	铁路车号自动识别系统建设的意义及目标	195
10.4.2	铁路车号自动识别系统的主要构成	196
10.4.3	系统工作原理	198
10.4.4	系统功能与特点	199
10.4.5	经济、社会效益分析	201
10.5	车辆自动识别管理系统	202
10.5.1	系统组成	202
10.5.2	系统功能与特点	203
10.5.3	系统应用与特点	203
第 11 章	RFID 在军事物流上的应用	206
11.1	现代物流与军事物流	206
11.1.1	从一场保障竞技谈起	207
11.1.2	军事物流特点、发展方向	208
11.2	RFID 在军事物流上的应用	211
11.2.1	射频识别与军事物流	212
11.2.2	美国国防部依重射频识别技术	213
11.2.3	射频识别技术的运转	214
11.3	RFID 在军事中的应用	214
11.3.1	欧洲回撤	214
11.3.2	索马里维和行动	215
11.3.3	1993 年美军岸滩联合后勤演习	215
11.4	美国的两次海湾军事行动中的后勤	216
11.4.1	第一次海湾战争“强力”后勤	216
11.4.2	第二次伊拉克战争“自由行动”的精确后勤	218
11.4.3	战场上的实际效果	220
11.5	美军对射频识别技术的应用方案研究	220
11.5.1	美军使用的射频标签	221

11.5.2	美国国防部应用射频识别技术的综合战略	221
11.6	美国的实时物流信息系统	222
11.6.1	后勤资料的正确性、有效性和同步化	223
11.6.2	美国从军事上的可视化后勤到全球商业供应链	224
11.6.3	美军目前使用的主要射频识别系统	224
11.7	集装箱化运输使用 RFID 是发展趋势	226
第 12 章	运动计时与休闲	228
12.1	RFID 在娱乐行业的应用	228
12.1.1	水上公园安全监控	228
12.1.2	滑雪场 RFID 系统	229
12.2	运动计时	230
12.2.1	马拉松比赛	231
12.2.2	4x4 赛车	232
12.2.3	独木舟比赛	232
12.2.4	摩托车比赛	233
12.2.5	山地自行车比赛	233
12.2.6	信鸽竞赛	234
第 13 章	RFID 在工业中的应用	237
13.1	RFID 在汽车工业上的应用	237
13.1.1	汽车工业供应链简述	237
13.1.2	RFID 技术在汽车行业的应用	239
13.2	造纸厂应用	242
13.3	RFID 在纺织与服装行业的应用	244
13.3.1	利用 RFID 进行纺织质量管理	244
13.3.2	品牌服饰防盗、防伪、物流一体化应用	245
13.4	RFID 在医疗上的应用	247
13.4.1	植入式心脏监测仪	247
13.4.2	眼病的治疗	248
13.5	肉食加工与分装	249
13.5.1	肉类加工管理	249
13.5.2	肉类产品的分装	250
13.6	RFID 在报纸出版上的应用	251

13.7	RFID 在天然气跟踪管理上的应用	252
13.7.1	天然气管道维护管理系统	252
13.7.2	煤气罐管理系统	253
13.8	RFID 在垃圾处理上的应用	254
13.9	邮政应用 RFID 案例	255
第 14 章	RFID 在门禁管理、防伪与防盗上的应用	257
14.1	RFID 在门禁管理上的应用	257
14.1.1	RFID 门禁管理系统的种类	257
14.1.2	门禁管理应用功能	259
14.2	RFID 在防伪中的应用	260
14.2.1	门票与钞票防伪	260
14.2.2	产品的防伪	261
14.2.3	防伪包装	262
14.3	RFID 在防盗中的应用	262
14.3.1	汽车防盗	262
14.3.2	电子物品监视系统	263
14.3.3	图书馆应用	264
附录 A	RFID 常见词语解释	265
附录 B	部分 RFID 机构、杂志与网站	272
附录 C	无线射频识别技术厂商表	275
C.1	国内市场 RFID 设备供应商	275
C.2	国际上其他 RFID 厂商	278
参考文献		284



第 1 章 无线射频识别技术简介

1.1 自动识别技术简介

1.1.1 自动识别技术的基本概念

在我们的现实生活中，各种各样的活动或者事件都会产生这样或那样的数据，这些数据包括人的、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我们的生产或者生活决策来说十分重要。如果没有这些实际的数据支持，生产和决策就将成为一句空话，将缺乏现实基础。

在计算机信息处理系统中，数据的采集是信息系统的基础，这些数据通过数据系统的分析和过滤，最终成为影响我们决策的信息。

在信息系统早期，相当一部分数据的处理都是通过人工手工录入的，这样，不仅数据量十分庞大，劳动强度大，而且数据误码率较高，也失去了实时的意义。为了解决这些问题，人们就研究和开发了各种各样的自动识别技术，将人们从繁重的且十分不精确的手工劳动中解放出来，提高了系统信息的实时性和准确性，从而为生产的实时调整、财务的及时总结以及决策的正确制定提供了正确的参考依据。

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信息系统（Logistics 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的“物”，物流产生的实时数据比其他任何情况都要密集，数据量都要大。

那么，究竟什么是自动识别技术呢？

自动识别技术就是应用一定的识别装置，通过被识别物品和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，并提供给后台的计算机处理系统来完成相关后续处理的一种技术。例如，商场的条形码扫描系统就是一种典型的自动识别技术。售货员通过扫描仪扫描商品的条码，获取商品的名称、价格，输入数量，后台 POS 系统即可计算出该批商品的价格，从而完成顾客的结算。当然，顾客也可以采用银行卡支付的形式进行支付，银行卡支付过程本身也是自动识别技术的一种应用形式。

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科学技术,它是信息数据自动识读、自动输入计算机的重要方法和手段。归根到底,自动识别技术是一种高度自动化的信息和数据采集技术。

自动识别技术近几十年来在全球范围内得到了迅猛发展,初步形成了一个包括条码技术、磁条磁卡技术、IC卡技术、光学字符识别技术、射频技术、声音识别及视觉识别等集计算机、光、磁、物理、机电、通信技术为一体的高新技术学科。

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的速度慢、误码率高、劳动强度大、工作简单重复性高等问题,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,正迅速为人们所接受。自动识别系统通过中间件或接口(包括软件的和硬件的)将数据传输给后台的处理计算机,由计算机对所采集到的数据进行处理或加工,最终形成对人们有用的信息。在有的场合,中间件本身就具有数据处理功能。中间件还可以支持单一系统不同协议产品的工作。

完整的自动识别计算机管理系统包括自动识别系统(Auto Identification System, AIDS)、应用程序接口(Application Interface, API)或中间件(Middleware)、应用系统软件(Application Software)。

也就是说,自动识别系统完成系统的采集和存储工作,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,而应用程序接口软件则提供自动识别系统和应用系统软件之间的通信接口,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 表示自动识别系统的简单模型。

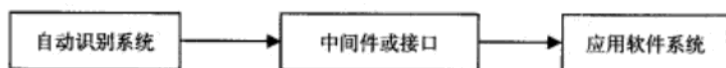


图 1-1 自动识别系统模型图

1.1.2 自动识别技术的种类与特征

自动识别技术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

的、动态的和属性的特征)来完成数据的自动采集。表 1-1 表示自动识别技术的基本范畴。

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： <ul style="list-style-type: none"> • 条码（一维、二维） • 矩阵码 • 光标阅读器 • 光学字符识别（OCR） 磁存储器： <ul style="list-style-type: none"> • 磁条 • 非接触磁卡 • 磁光存储 • 微波 电存储器： <ul style="list-style-type: none"> • 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： <ul style="list-style-type: none"> • 视觉识别 • 能量扰动识别 动态特征： <ul style="list-style-type: none"> • 声音（语音） • 键盘敲击 • 其他感觉特征 属性特征： <ul style="list-style-type: none"> • 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

在下面的内容里将简单介绍自动识别技术的条码技术、光学字符识别 OCR、磁条（卡）技术、IC 卡识别技术、声音识别技术等自动识别技术，并给出其基本特性的简单比较。

可以说，自动识别技术从条码开始，以无线射频结束。也就是说，条码技术是自动识别技术的始祖，而无线射频技术则是自动识别技术的未来终极。

1. 条码技术

条码是由一组规则排列的条、空以及相应的数字组成的。这种用条、空组成的数据编码可以供条码阅读器识读，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。

目前使用频率最高的几种码制是 EAN 码、UPC 码、39 码、交叉 25 码和 EAN128 码。其中 UPC 条码主要用于北美地区，EAN 条码是国际通用符号体系，它们是一种定长、无含义的条码，主要用于商品标识。EAN128 条码是由国际物品编码协会（EAN International）和美国统一代码委员会（UCC）联合开发、共同采用的一种特定的条

码符号。它是一种连续型、非定长、有含义的高密度代码,用以表示生产日期、批号、数量、规格、保质期、收货地等更多的商品信息。另外还有一些码制主要是适应特殊需要的应用方面,如库德巴码用于血库、图书馆、包裹等的跟踪管理,25 码用于包装、运输和国际航空系统为机票进行顺序编号,还有类似 39 码的 93 码,它的密度更高,可代替 39 码。

上述这些条码都是一维条码。为了提高一定面积上的条码信息密度和信息量,又发展出了一种新的条码编码形式——二维条码。从结构上讲,二维条码分为两类,其中一类是由矩阵代码和点代码组成,其数据以二维空间的形态编码;另一类是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) 的缩写,简称为 PDF417 条码。PDF417 则与多宽度代码有关,用来对字符进行编码。PDF417 是由 Symbol 公司设计和推出的。重叠代码中包含了行与行尾标志符以及扫描软件,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,标签上污损或毁掉的部分高达 50% 时,仍可以读取全部数据内容,因此具有很强的修正错误的能力。

PDF417 条码是一种高密度、高信息含量的便携式数据文件。其特点为:信息容量大、编码应用范围广、保密防伪性能好、译码可靠性高、条码符号的形状可变。美国的一些州、加拿大部分省份已经在车辆年检、行车证年审以及驾驶证年审等方面,将 PDF417 选为机读标准。巴林、墨西哥、新西兰等国家将其应用于报关单、身份证、货物实时跟踪等方面。

矩阵代码类型: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的标签,因此适用于小物件。

条码成本较低,适用于需求量大且数据不必更改的场合。例如商品包装上就很合适,但是较易磨损,且数据量很小。而且条码只对一种或一类商品有效,也就是说,同样的商品具有相同的条码。

2. 光学字符识别

光学字符识别 (OCR) 技术已有 30 多年的历史,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,这三种自动识别技术的基本原理大致相同。

OCR 的三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、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,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。

OCR 的优点是人眼可识读、可扫描；但输入速度和可靠性不及条码，其数据格式有限，通常要用接触式扫描器。

采用自动化处理方法，可以使票据上加印的磁性墨水字输入到电子阅读分类机，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，也就是“磁性墨水字体辨认”，通称磁码，其英文全名为“Magnetic Ink Character Recognition”，简称 MICR。MICR 是银行界用于支票的专用技术，在特定的领域中应用，但成本较高。由于是接触性识读，所以其可靠性较高。

OCR 在政府方面的最新应用是国家税务局的增值税进项发票的验证识读扫描。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、日期等七项指标，通过后台加密算法，计算出该张发票的正确密押，与抵扣联上右上角载明的密押进行对比，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。

3. 磁条（卡）技术

磁条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），用树脂黏合在一起，并黏在诸如纸或者塑料这样的非磁性基片上。

磁条技术具有以下优点：

- 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；
- 它能黏附在许多不同规格和形式的基材上。

磁条技术的这些优点，使其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 AFC（据说北京 13 号城铁的小磁票成本在 4 分左右）等。

磁条技术是接触识读，它与条码有三点不同：一是其数据可做部分读写操作；另外是给定面积编码容量比条码大；还有就是对于物品逐一标志成本比条码高。接触性识读最大的缺点就是灵活性太差。

磁卡的价格很便宜，但是很容易磨损。磁条不能折叠、撕裂，数据量较小。

4. IC 卡识别技术

IC 卡（Integrated Card）是 1970 年由法国人 Roland Moreno 发明的，他第一次将可编程设置的 IC 芯片放于卡片中，使卡片具有更多的功能。通常说的 IC 卡大多数