



导读

自动识别技术作为一门依赖于信息技术的多学科结合的边缘技术，近年来得到了迅速发展。本章将主要从条形码、机器视觉识别等方面介绍自动识别技术。

2.1 自动识别技术概述

2.1.1 自动识别技术的基本概念

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。自动识别技术近年来的发展日新月异,已成为集计算机、光、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,解决计算机应用中由于数据输入速度慢、出错率高等问题。目前,它已在商业、工业、交通运输业、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、票证管理以及军事装备等国民经济各行各业和人们的日常生活中得到了广泛应用。

2.1.2 自动识别技术的种类

自动识别系统根据识别对象的特征可以自动分为两大类,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是需要被识别物体具有特定的识别特征载体,而特征提取技术则是根据被识别物体本身的行为特征(包括静态、动态和属性的特征)来完成数据的自动采集。

1. 条形码技术

条形码技术的核心是条码符号,我们所看到的条码符号是由一组规则排列的条、空以及相应的数字字符组成,这种用条、空组成的数据编码可以供机器识读,而且很容易被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,从而构成不同的图形符号,即各种符号体系(也称码制)。不同码制的条形码,适用于不同的应用场合。

2. 射频识别

射频识别技术的基本原理是电磁理论。射频识别技术适用的领域:物料跟踪、运载工具和货架识别等要求非接触数据采集和交换的场合。目前,最流行的应用是在交通运输(汽车、货箱识别)、路桥收费、保安(进出控制)、自动生产和动物标签等方面。射频识别技术在物流领域中的应用较为广泛。

3. 机器视觉识别

机器视觉识别是用机器代替人眼来进行测量和判断,即通过机器视觉产品(即图像摄取装置,分CMOS和CCD两种)将被摄取目标转换成图像信号,传递给专用的图像处理系统,根据像素分布和亮度、颜色等信息,转变成数字信号。图像处理系统可以对这些信号进行各种运算来抽取目标的特征,自动识别限定的标志、字符、编码结构或可作为确切识断的基础呈现在图像内的其他特征,甚至根据判别的结果来控制现场的设备动作。

4. 生物识别技术

生物识别技术是指利用可以测量的人体生物学或行为学特征来识别、核实个人身份的一种自动识别技术。这种技术能够用来鉴别身份的生物特征，具有广泛性、唯一性、稳定性、可采集性等特点。

2.2 条形码技术

2.2.1 条形码概述

1. 条形码的概念

条形码(Bar Code)是主要的自动收集技术，可以用来收集有关任何人物、地点或物品的资料，它的应用范围是无限的。目前，条形码已被普遍运用于进行物品追踪、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、路线管理、售货点作业以及包括追踪药物使用和收款等在内的医疗保健等方面。

2. 条形码符号的构成

一个条形码符号由数条黑色和白色的线组成，如图 2-1 所示。一个完整的条形码主要包括：静区(前，左侧空白区域)、起始符、左侧数据符、中间分隔符、右侧数据符、终止符、静区(后，右侧空白区域)，同时，下侧具有供人识别的数字字符。



图 2-1 条形码构成

2.2.2 条形码的分类和编码方法

1. 条形码的分类

条形码的分类方法有很多种，一般可按码制分类和维数分类。按照维数，可分为一维条形码和二维条形码等。

1) 按码制分类

条码种类很多,常见的有二十多种码制,其中包括:Code39 码(标准 39 码)、Codabar 码(库德巴码)、Code25 码(标准 25 码)、ITF25 码(交叉 25 码)、Matrix25 码(矩阵 25 码)、UPC-A 码、UPC-E 码、EAN-13 码(EAN-13 国际商品条码)、EAN-8 码(EAN-8 国际商品条码)、中国邮政编码(矩阵 25 码的一种变体)、Code-B 码、MSI 码、Code11 码、Code93 码、ISBN 码、ISSN 码、Code128 码(Code128 码,包括 EAN128 码)、Code39EMS(EMS 专用的 39 码)等一维条码和 PDF417 等二维条码。

2) 按维数分类

按维数,条形码可以分为一维条形码、二维条形码、多维条形码等。

一维条形码只是在一个方向上(一般是水平方向)表达信息,而在垂直方向不表达任何信息,其一定的高度通常是为了便于阅读器的扫描。一维条形码的应用可以提高信息录入的速度,减少差错率,但是一维条形码也存在数据容量较小(30 个字符左右),只能包含字母和数字,条形码尺寸相对较大(空间利用率较低),条形码遭到损坏后便不能阅读等一些不足之处。

二维条形码在平面的横向和纵向上都能表示信息,所以与一维条形码相比,二维条形码所携带的信息量和信息密度都成倍提高,二维条形码可表示图像、文字甚至声音。二维条形码的出现,使条形码技术从简单地标识物品转化为描述物品,它的功能起到了质的变化,条形码技术的应用领域也随之扩大。

2. 条形码的编码方法

下面简单介绍几种常用的条形码及其编码方法。

1) EAN 码

EAN 码的全名为欧洲商品条码(European Article Number),源于 1977 年,由欧洲 12 个工业国家所共同发展出来的一种条码,目前已成为一种国际性的条形码系统。EAN 码的管理是由国际商品条码总会(International Article Numbering Association)负责各会员国的国家代表号码之分配与授权,再由各会员国的商品条码专责机构,对其国内的制造商、批发商、零售商等授予厂商代表号码。

EAN 码具有以下特性。

- (1) 只能储存数字。
- (2) 可双向扫描处理,即条形码可由左至右或由右至左扫描。
- (3) 必须有一检查码,以防读取资料错误的情形发生。检查码位于 EAN 码中的最右边。
- (4) 具有左护线、中线及右护线,以分隔条形码上的不同部分与撷取适当的安全空间。
- (5) 条形码长度一定,较欠缺弹性,但经由适当的管道,可使其通用于世界各国。

依结构的不同,EAN 码可区分为以下两种。

EAN-13 码:由 13 个数字组成,为 EAN 的标准编码形式。

EAN-8 码:由 8 个数字组成,属 EAN 的简易编码形式。



2) UPC 码

UPC 码(Universal Product Code)是最早大规模应用的条形码,其特性是一种长度固定、连续性的条形码,目前主要在美国和加拿大使用,由于其应用范围广泛,故又被称为万用条形码。UPC 码仅可用来表示数字,故其字码集为数字 0~9。UPC 码共有 A、B、C、D、E 等五种版本,各版本的 UPC 码格式与应用对象如表 2-1 所示。

表 2-1 UPC 码的各种版本

版 本	应用对象	格 式
UPC-A	通用商品	SXXXXX XXXXXC
UPC-B	医药卫生	SXXXXX XXXXXC
UPC-C	产业部门	XSXXXXX XXXXXCX
UPC-D	仓库批发	SXXXXX XXXXXCXX
UPC-E	商品短码	XXXXXX

注: S——系统码; X——资料码; C——检查码。

下面介绍最常用的 UPC 标准码(UPC-A 码)和 UPC 缩短码(UPC-E 码)的结构与编码方式。

(1) UPC-A 码。

UPC-A 码具有以下特点。

① 每个字码皆由 7 个模组组合成 2 线条 2 空白,其逻辑值可用 7 个二进制数字表示,例如逻辑值 0001101 代表数字 1,逻辑值 0 为空白,1 为线条,故数字 1 的 UPC-A 码为粗空白(000)——粗线条(11)——细空白(0)——细线条(1)。

② 从空白区开始共 113 个模组,每个模组长 0.33mm,条码符号长度为 37.29mm。

③ 中间码两侧的资料码编码规则是不同的,左侧为奇,右侧为偶。奇表示线条的个数为奇数;偶表示线条的个数为偶数。

④ 起始码、终止码、中间码的线条高度长于数字码。

(2) UPC-E 码。

UPC-E 是 UPC-A 码的简化形式,其编码方式是将 UPC-A 码整体压缩成短码以方便使用,因此其编码形式须经由 UPC-A 码来转换。

UPC-E 由 6 位数码与左右护线组成,无中间线。6 位数字码的排列为 3 奇 3 偶,其排列方法取决于检查码的值。UPC-E 码只用于国别码为 0 的商品。

(3) 39 码。

39 码是一种可表示数字、字母等信息的条码,主要用于工业、图书及票证的自动化管理,目前使用极为广泛。

39 码是 1974 年发展出来的条形码系统,是一种可供使用者双向扫描的分布式条形码,也就是说相邻两数码之间,必须包含一个不具任何意义的空白(或细白,其逻辑值为 0),且其具有支持数字的能力,故应用较一般一维条形码广泛,目前主要应用于工业产品、商业数据及医院用的保健资料。它的最大优点是码数没有强制的限定,可用大写英文字母码,且检查码可忽略不计。

39 码具有以下特性。

① 条形码的长度没有限制，可随着需求做弹性调整，但在规划长度时，应考虑条形码阅读器所能允许的范围，避免扫描时无法读取完整的数据。

② 起始码和终止码必须固定为“*”字符。

③ 允许条形码扫描器进行双向的扫描处理。

④ 由于 39 码具有自我检查能力，故检查码可有可无，不一定非要设定。

⑤ 条形码占用的空间较大。

可表示的资料包含有：0~9 的数字，A~Z 的英文字母，以及“+”“-”“*”“/”“%”“.”等特殊符号，再加上空格符“ ”，共计 44 组编码，并可组合出 128 个 ASCII CODE 的字符符号。

2.2.3 条形码识读原理与技术

1. 条形码识读原理

为了读出条形码所代表的信息，需要一套条形码识别系统，它由条形码扫描器、放大整形电路、译码接口电路和计算机系统等组成。

由于不同颜色的物体，其反射的可见光的波长不同，白色物体能反射各种波长的可见光，黑色物体则吸收各种波长的可见光，所以当条形码扫描器(或称条形码阅读器)光源发出的光经光源及凸透镜 1 后，照射到黑白相间的条形码上时，反射光经凸透镜 2 聚焦后，照射到光电转换器上，于是光电转换器接收到与白条和黑条相应的强弱不同的反射光信号，并转换成相应的电信号输出到放大整形电路。白条、黑条的宽度不同，相应的电信号持续时间长短也不同。但是，由光电转换器输出的与条形码的条和空相应的电信号一般仅 10mV 左右，不能直接使用，因而先要将光电转换器输出的电信号送放大器放大。放大后的电信号仍然是一个模拟电信号，为了避免由条形码中的疵点和污点导致错误信号，在放大电路后需加一整形电路，把模拟信号转换成数字信号，以便计算机系统能准确判读。整形电路的脉冲数字信号经译码器译成数字、字符信息，它通过识别起始、终止字符来判别条形码符号的码制及扫描方向，通过测量脉冲数字电信号 0、1 的数目来判别条和空的数目，通过测量 0、1 信号持续的时间来判别条和空的宽度。这样便得到了被辨读的条形码符号的条和空的数目及相应的宽度和所用码制，根据码制所对应的编码规则，便可将条形符号换成相应的数字、字符信息，通过接口电路送给计算机系统进行处理与管理，至此便完成了条形码辨读的全过程。

2. 条形码阅读器

条形码阅读器是用于读取条形码所包含信息的设备，条形码阅读器的结构通常为以下几部分：光源、接收装置、光电转换部件、译码电路、计算机接口。它们的基本工作原理为：由光源发出的光线经过光学系统照射到条形码符号上面，被反射回来的光经过光学系统成像在光电转换器上，使之产生电信号，信号经过电路放大后产生一模拟电压，它与照

射到条形码符号上被反射回来的光成正比，再经过滤波、整形，形成与模拟信号对应的方波信号，经译码器译为计算机可以直接接受的数字信号。

普通的条形码阅读器通常采用以下三种技术：光笔条形码扫描器、CCD 阅读器和激光条形码扫描器。

1) 光笔条形码扫描器

光笔是最先出现的一种手持接触式条码阅读器，也是最为经济的一种条形码阅读器，如图 2-2 所示。使用时，操作者需将光笔接触到条形码表面，通过光笔的镜头发出一个很小的光点，当这个光点从左到右划过条形码时，在“空”部分，光线被反射，“条”的部分，光线将被吸收，因此在光笔内部产生一个变化的电压，这个电压通过放大、整形后用于译码。



图 2-2 光笔条形码扫描器

光笔条形码扫描器有优点也有缺点，具体表现如下。

(1) 优点。

- ① 与条形码接触阅读，能够明确哪一个是被阅读的条码。
- ② 阅读条形码的长度可以不受限制。
- ③ 与其他的阅读器相比成本较低。
- ④ 内部没有移动部件，比较坚固。
- ⑤ 体积小，重量轻。

(2) 缺点。

- ① 使用光笔会受到各种限制，比如有一些场合不适合接触阅读条形码。
- ② 只有在比较平坦的平面上阅读指定密度的、打印质量较好的条形码时，光笔才能发挥它的作用。
- ③ 操作人员需要经过一定的训练才能使用，如阅读速度、阅读角度以及使用的压力不当都会影响它的阅读性能。
- ④ 因为它必须接触阅读，当条形码在因保存不当而产生损坏或者上面有一层保护膜时，光笔都不能使用。
- ⑤ 光笔的首读成功率低及误码率较高。

2) CCD 阅读器

CCD 为电子耦合器件(Charg Couple Device)，比较适合近距离和接触阅读，它的价格没

有激光阅读器的价格高,而且内部没有移动部件。如图 2-3 所示为手持式 CCD 条形码扫描器。



图 2-3 手持式 CCD 条形码扫描器

CCD 阅读器使用一个或多个 LED,发出的光线能够覆盖整个条形码,条形码的图像被传到一排光探测器上,被每个单独的光电二极管采样,由邻近探测器的探测结果为“黑”或“白”区分每一个条或空,从而确定条形码的字符,换言之,CCD 阅读器不是阅读每一个“条”或“空”,而是条形码的整个部分,并转换成可以译码的电信号。

CCD 阅读器的优缺点表现如下。

(1) 优点。

与其他阅读器相比,CCD 阅读器的价格较便宜,但同样有阅读条形码的密度广泛、容易使用的特点。它的重量比激光阅读器轻,而且不像光笔一样只能接触阅读。

(2) 缺点。

① CCD 阅读器的局限性在于它的阅读景深和阅读宽度,在需要阅读印在弧形表面的条形码(如饮料罐)时会有困难。

② CCD 的防摔性能较差,因此出现故障的概率较高。

③ 某些采取多个 LED 的条形码阅读器中,任意一个 LED 的故障都会导致不能阅读。

④ 大部分 CCD 阅读器的首读成功率较低且误码概率高。

3) 激光条形码扫描器

激光条形码扫描器在各种扫描器中价格相对较高,但它所能提供的各项功能指标最高,因此在各个行业中都被广泛采用。激光条形码扫描器的基本工作原理为:手持式激光条形码扫描器通过一个激光二极管发出一束光线,照射到一个旋转的棱镜或来回摆动的镜子上,反射后的光线穿过阅读窗照射到条形码表面,光线经过条或空的反射后返回阅读器,由一个镜子进行采集、聚焦,通过光电转换器转换成电信号,该信号将通过扫描器或终端上的译码软件进行译码。

激光条形码扫描器分为手持与固定两种形式:手持式激光扫描器连接方便简单、使用灵活,如图 2-4 所示;固定式激光扫描器适用于阅读量较大、条形码较小的场合,有效地解放了双手,如图 2-5 所示。



图 2-4 手持式激光条形码扫描仪



图 2-5 固定式激光条形码扫描仪

2.2.4 二维码

1. 二维码概述

二维码是用某种特定的几何图形按一定规律在平面(二维方向)分布的黑白相间的图形上记录数据符号信息的,如图 2-6 所示。二维码是 DOI(Digital Object Unique Identifier, 数字对象唯一识别符)的一种。在代码编制上巧妙地利用构成计算机内部逻辑基础的“0”“1”比特流的概念,使用若干个与二进制相对应的几何形体来表示文字数值信息,通过图像输入设备或光电扫描设备自动识读以实现信息自动处理。



图 2-6 二维码

2. 二维码的分类

1) 堆叠式/行排式二维码

堆叠式/行排式二维码(又称堆积式二维条形码或层排式二维条形码),其编码原理是建在一维条形码基础之上,按需要堆积成两行或多行。它在编码设计、校验原理、识读方式等方面继承了一维条码的一些特点,识读设备与条码印刷与一维条形码技术兼容。但由于

行数的增加,需要对行进行判定,其译码算法与软件也不完全相同于一维条形码。有代表性的行排式二维条形码有: Code 16K、Code 49、PDF417 等。

2) 矩阵式二维码

矩阵式二维码(又称棋盘式二维码)是在一个矩形空间通过黑、白像素的不同分布进行编码。在矩阵相应元素位置上,用点(方点、圆点或其他形状)的出现表示二进制“1”,点的不出现在表示二进制的“0”,点的排列组合确定了矩阵式二维码所代表的意义。矩阵式二维码是建立在计算机图像处理技术、组合编码原理等基础上的一种新型图形符号自动识读处理码制。具有代表性的矩阵式二维码有: Code One、Maxi Code、QR Code、Data Matrix 等。

3. 二维码的优缺点

1) 二维码的优点

二维码的优点如下。

(1) 高密度编码,信息容量大。每个二维码可容纳多达 1850 个大写字母或 2710 个数字或 1108 个字节或 500 多个汉字,相对于一维条形码作为识别用的 ID 条形码而言,二维码相当于一个小型的数据库。

(2) 编码范围广,信息种类多样化。二维码能把图片、声音、文字、签字、指纹等可以数字化的信息进行编码,再用条形码表示出来;可以表示多种语言文字;可以表示图像数据。

(3) 容错能力强,具有纠错功能。当二维码因穿孔、污损等引起局部损坏时,照样可以得到正确识读,损毁面积达 50%仍可恢复信息。

(4) 译码可靠性高。它比普通条形码译码错误率百万分之二要低得多,误码率不超过千万分之一。

(5) 保密性高、耐用性高、灵活性高。二维码可引入加密措施,使其保密性、防伪性相对一维条形码有了大大的提高,而且制作成本低,持久耐用。在使用过程中,条形码符号形状、尺寸大小比例可根据需求改变。

2) 二维码的缺点

二维码的缺点如下。

(1) 安全性能存在隐患。二维码虽具有信息量大的特点,但通过二维码能够获得更多信息的同时,也有可能因为二维码将自己的个人信息泄露。

(2) 识别二维码的设备还不够丰富。二维码内存储了大量信息,想要获取这些信息,必须使用相关的解码设备。目前的解码设备仅有手持式和固定式的扫描枪,以及带有摄像头的手机。

(3) 扫描使用过程复杂。二维码并不是只有一种,市面上有多种不兼容的代码和很多种不同的条形码阅读器。

2.2.5 条形码技术的应用

条形码功能强大,输入方式具有速度快、准确率高、可靠性强等特点,在商品流通、

工业生产、仓储标证管理、信息服务等领域具有广泛的应用。在供应链物流领域,条形码技术就像一条纽带,把产品生命周期各阶段发生的信息连接在一起,可跟踪产品从生产到销售的全过程。条形码可贯穿整个生产环境,具体应用包括:仓库货物管理、生产线人员管理、流水线的生产管理、仓储管理、进货管理、入库管理、库存货物管理、货物信息控制、跟踪、出库管理和系统管理等。

2.3 射频识别技术

2.3.1 射频识别技术概述

1. RFID 的概念

RFID 是一种非接触式的自动识别技术,是一项利用射频信号通过空间耦合(交变磁场或电磁场)实现无接触信息传递并通过所传递的信息达到识别目的的技术。它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,可工作于各种恶劣环境。RFID 技术可识别高速运动的物体并可同时识别多个标签,操作快捷方便。短距离射频产品不怕油渍、灰尘污染等恶劣的环境,可在这样的环境中替代条形码,如用在工厂的流水线上跟踪物体。长距射频产品多用于交通上,识别距离可达几十米,如自动收费或车辆身份识别等。

射频识别系统通常由电子标签(应答器, Tag)和阅读器(读头, Reader)组成。

2. RFID 的特点

RFID 是一项易于操控、简单实用且特别适合用于自动化控制的灵活性应用技术,其所具备的独特优越性其他识别技术无法企及的。它既可支持只读工作模式,也可支持读写工作模式,且无须接触或瞄准;可自由工作在各种恶劣环境下;可进行高度的数据集成。另外,由于该技术很难被仿冒、侵入,使 RFID 具备了极高的安全防护能力。

和传统条形码识别技术相比,RFID 有以下优势。

(1) 快速扫描。条形码一次只能扫描一个目标,RFID 辨识器可同时辨识读取多个 RFID 标签。

(2) 体积小型化、形状多样化。RFID 在读取上并不受尺寸大小与形状的限制,无须为了读取精确度而配合纸张的固定尺寸和印刷品质。此外,RFID 标签更可往小型化与多样形态方向发展,以应用于不同产品。

(3) 抗污染能力与耐久性。传统条形码的载体是纸张,容易受到污染,但 RFID 对水、油等化学物质具有很强的抵抗性。此外,RFID 是将数据存于芯片之中,所以可以免受污染。

(4) 安全性。由于 RFID 承载的是电子式信息,其数据内容可以通过密码等手段进行保护,安全性较好。

2.3.2 射频识别系统的组成

RFID 射频识别系统主要包括电子标签、阅读器、天线以及应用软件四部分。

(1) 电子标签：电子标签由耦合元件以及芯片所组成，每个标签具有唯一的一个电子编码，附着在物体上用来标识目标对象。

(2) 阅读器：用于读取(或写入)标签信息的设备，可设计为手持式或固定式。

(3) 天线：用于在标签和读取器间传递射频信号。

(4) 应用软件：应用软件是 RFID 系统的一部分，针对不同需求而开发，它可以通过阅读器对电子标签进行读写和控制，将收集到的数据进行处理和统计。

2.3.3 射频识别系统的分类

(1) 根据 RFID 系统具有的功能不同分类。根据 RFID 系统具有的功能不同，可以粗略地把 RFID 射频识别系统分成四种类型：电子物品监视系统、便携式数据采集系统、物流控制系统、定位系统。

(2) 根据调制方式的不同分为主动式和被动式。主动式射频卡用自身的射频能量主动地发送数据给读写器。被动式射频卡使用调制散射方式发射数据，它必须利用读写器的载波来调制自己的信号，在门禁或交通的应用中适宜，因为读写器可以确保只激活一定范围内的射频卡。在有障碍物的情况下，用调制散射方式，读写器的能量必须要穿过障碍物两次。而主动方式射频卡发射的信号仅穿过障碍物一次，因此主动方式工作的射频卡则主要用于有障碍物的应用中，距离更远(可达 30m)。

(3) 根据射频卡的不同可分成三种：可读写卡(RW)、一次写入多次读出卡(WORM)和只读卡(RO)。RW 卡一般比 WORM 卡和 RO 卡贵得多，如电话卡、信用卡等。WORM 卡是用户可以一次性写入的卡，写入后数据不能改变，WORM 卡比 RW 卡便宜。RO 卡存有一个唯一的号码，不能更改，这样提供了安全性，RO 卡最便宜。射频卡可以做得很薄很小，例如 1 厘米长或更小。

(4) 根据工作频率的不同可分为高频、中频及低频系统。低频系统一般工作在 100~500kHz；中频系统工作在 10~15MHz 左右；而高频系统则可达 850~950MHz 甚至 2.4~5GHz 的微波段。高频系统应用于需要较长读写距离和较高读写速度的场合，比如火车监控、高速公路收费等系统，但天线波束较窄价格较高；中频系统用于门禁控制和需传送大量数据的应用；低频系统用于短距离、低成本的应用中，如多数的门禁控制、动物监管、货物跟踪。

2.3.4 射频识别技术标准

目前，世界一些知名公司各自推出了自己的标准，这些标准互不兼容，表现在频段和数据格式上的差异，这也给 RFID 的大范围应用带来了困难。



目前全球有两大 RFID 标准阵营：欧美的 Auto-ID Center 与日本的 Ubiquitous ID Center(UID)。前者的领导组织是美国的 EPC 环球协会，旗下有沃尔玛集团、英国 Tesco 等企业，同时有 IBM、微软、飞利浦、Auto-ID Lab 等公司提供技术支持；后者主要由日系厂商组成。

欧美的 EPC 标准采用 UHF 频段，为 860~930MHz，日本 RFID 标准采用的频段为 2.45GHz 和 13.56MHz；日本标准电子标签的信息位数为 128 位，EPC 标准的位数则为 96 位。

目前，常用的 RFID 国际标准主要有用于对动物识别的 ISO 11784 和 ISO 11785，用于非接触智能卡的 ISO 10536(Close coupled cards)、ISO 15693(Vicinity cards)、ISO 14443(Proximity cards)，用于集装箱识别的 ISO 10374 等。下面对这几个标准加以简述。

1. ISO 11784 和 ISO 11785

ISO 11784 和 ISO 11785 分别规定了动物识别的代码结构和技术准则，标准中没有对应答器样式尺寸加以规定，因此可以设计成适合于所涉及动物的各种形式，如玻璃管状、耳标或项圈等。

代码结构为 64 位，如表 2-2 所示。其中的 27~64 位可由各个国家自行定义。如表 2-2 所示为两标准的标准结构代码。

表 2-2 RFID11784 和 RFID11785 标准代码结构

位 序 号	信 息	说 明
1	动物应用 1/非动物应用 0	应答器是否用于动物识别
2~15	保留	未来应用
16	后面有数据 1/没数据 0	识别代码后是否有数据
17~26	国家代码说明使用国家	999 表明是测试应答器
27~64	国内定义	唯一的国内专有的登记号

2. ISO 10536、ISO 15693 和 ISO 14443

ISO 10536 标准主要发展于 1992—1995 年间，由于这种卡的成本高，与接触式 IC 卡相比优点很少，因此这种卡从未在市场上销售。

ISO 14443 和 ISO 15693 标准在 1995 年开始操作，单个系统于 1999 年进入市场，两项标准的完成则是在 2000 年之后。二者皆以 13.56MHz 交变信号为载波频率；ISO 15693 读写距离较远，当然这也与应用系统的天线形状和发射功率有关；而 ISO 14443 读写距离稍近，但应用较广泛，目前的第二代电子身份证采用的标准是 ISO 14443 TYPE B 协议。

ISO 14443 定义了 TYPE A、TYPE B 两种类型协议，通信速率为 106Kbit/s，它们的不同主要在于载波的调制深度及位数的编码方式。

从 PCD 向 PICC 传送信号时，TYPE A 采用改进的 Miller 编码方式，调制深度为 100% 的 ASK 信号；TYPE B 则采用 NRZ 编码方式，调制深度为 10% 的 ASK 信号。

从 PICC 向 PCD 传送信号时,二者均通过调制载波传送信号,副载波频率皆为 847kHz。TYPE A 采用开关键控(On-Off keying)的 Manchester 编码;TYPE B 采用 NRZ-L 的 BPSK 编码。

TYPE B 与 TYPE A 相比,由于调制深度和编码方式的不同,具有传输能量不中断、速率更高、抗干扰能力更强的优点。

3. ISO 10374

ISO 10374 标准说明是基于微波应答器的集装箱自动识别系统。

应答器为有源设备,工作频率为 850~950MHz 及 2.4~2.5GHz。只要应答器处于此场内,就会被活化并采用变形的 FSK 副载波通过反向散射调制做出应答。信号在两个副载波频率 40kHz 和 20kHz 之间被调制。

此标准和 ISO 6346 共同应用于集装箱的识别,ISO 6346 规定了光学识别,ISO 10374 则用微波的方式来表征光学识别的信息。

4. ISO 18000

ISO 18000 是一系列标准。此标准是目前最新最热门的标准,原因是它可用于商品的供应链,其中的部分标准正在形成之中。

ISO 18000-6 基本上是整合了一些现有 RFID 厂商的产品规格和 EAN-UCC 所提出的标签架构要求而制定的规范。它只规定了空气接口协议,对数据内容和数据结构无限制,因此可用于 EPC。

实际上,若采用 ISO 18000-6 对空气接口的规定加上 EPC 系统的编码结构,再加上 ONS 架构,就可以构成一个完整的供应链标准。

2.3.5 EPC 规范

EPC 的载体是 RFID 电子标签,通过计算机网络可以标识和访问单个物体,就像在互联网中使用 IP 地址一样。EPC 旨在为每一件单品建立全球的、开放的标识标准,实现全球范围内对单件产品的追溯与跟踪,从而有效地提高供应链的管理水平,降低物流运输的成本。

1. EPC 工作流程

在由 EPC 标签、读写器、EPC 中间件、因特网、对象名称解析服务器(ONS)、EPC 信息服务(EPC IS)以及众多数据库组成的实物互联网中,读写器读出的 EPC 只是一种信息参考,由这个信息参考从因特网中找到 IP 地址,获取该地址中存放的相关信息,并采用分布式的 EPC 中间件处理由读写器读取的一连串 EPC 信息。由于在标签上只有一个 EPC 代码,计算机需要知道与该 EPC 匹配的其他信息,这就需要 ONS 来提供一种自动化的网络数据库服务,EPC 中间件将 EPC 代码传给 ONS,ONS 指示 EPC 中间件到一个保存着产品文件的服务器(EPS IS)查找,该文件可由 EPC 中间件复制,因而文件中的产品信息就能传到供应链上。



1) EPC 标签

EPC 标签由天线、集成电路、连接集成电路与天线的部分、天线所在的底板四部分组成。96 位或 64 位 EPC 码是存储在 RFID 标签中的唯一信息。EPC 标签有主动型、被动型和半主动型三种类型。主动型 RFID 标签有一个电池,这个电池为微芯片的电路运转提供能量,并向读写器发送信号;被动型标签没有电池,相反,它从读写器获得电能。读写器发送电磁波,在标签的天线中形成了电流;半主动型标签用一个电池为微芯片的运转提供电能,但发送信号和接收信号时是从读写器处获得能量的。主动型标签和半主动型标签在追踪高价值商品时使用,因为它们可以远距离扫描,扫描距离可以达到 30m,但这种标签每个成本要 1 美元或者更多,这使得它不适合应用于低成本的商品上。

2) 读写器

读写器使用多种方式与标签交互信息,近距离读取被动标签中信息最常用的方法就是电感式耦合。只要贴近,盘绕读写器的天线与盘绕标签的天线之间就形成了一个磁场。标签就是利用这个磁场发送电磁波给读写器。这些返回的电磁波被转换成数据信息,即标签的 EPC 编码。

3) Savant

每件产品都加上 RFID 标签之后,在产品的生产、运输和销售过程中,读写器将不断收到一连串的 EPC 码。整个过程中最为重要同时也是最困难的环节就是传送和管理这些数据。自动识别产品技术中心开发了一个名叫 Savant 的软件技术,相当于该新式网络的神经系统。Savant 与大多数的企业管理软件不同,它不是一个拱形结构的应用程序,而是利用了一个分布式的结构,以层次化进行组织、管理数据流。Savant 系统需要完成的主要任务就是数据校对、读写器协调、数据传送、数据存储和任务管理。

4) 对象名称解析服务

当一个读写器读取一个 EPC 标签的信息时,EPC 码就将其传送给 Savant 系统,然后 Savant 系统再在局域网或因特网上利用对象名称解析服务(ONS)找到这个产品信息所存储的位置。ONS 给 Savant 系统指明了存储这个产品有关信息的服务器,因此就能够在 Savant 系统中找到这个文件,并且将这个文件中关于这个产品的信息传递过来,从而应用于供应链的管理。

5) 物理标记语言

EPC 码识别单品,但是所有关于产品的有用信息都用一种新型的标准计算机语言——物理标记语言(PML)所书写,PML 是基于为人们广为接受的可扩展标识语言(XML)发展而来的。因为它将会成为描述所有自然物体、过程 and 环境的统一标准,PML 的应用将会非常广泛,并且应用到所有行业。PML 还会不断发展演变,就像互联网的超级文本标记语言(HTML)一样,演变成更为复杂的一种语言。PML 文件将被存储在一个 PML 服务器上,此 PML 服务器将配置一个专用的计算机,为其他计算机提供其所需要的文件。PML 服务器将由制造商维护,并且存储这个制造商生产的所有商品的文件信息。

2. EPC 信息网络系统

信息网络系统由本地网络和全球互联网组成,是实现信息管理、信息流通的功能模块。EPC 系统的信息网络系统是在全球互联网的基础上,通过 EPC 中间件、对象名称解析服务(ONS)和 EPC 信息服务(EPC IS)来实现全球“实物互联”。

1) EPC 中间件

EPC 中间件具有一系列特定属性的“程序模块”或“服务”,并被用户集成以满足他们的特定需求,EPC 中间件以前被称为 SAVANT。

EPC 中间件是加工和处理来自读写器的所有信息和事件流的软件,是连接读写器和企业应用程序的纽带,主要任务是在将数据送往企业应用程序之前进行标签数据校对、读写器协调、数据传送、数据存储和任务管理。

2) 对象名称解析服务(ONS)

对象名称解析服务(ONS)是一个自动的网络服务系统,类似于域名解析服务(DNS),ONS 给 EPC 中间件指明了存储产品相关信息的服务器。

ONS 服务是联系 EPC 中间件和 EPC 信息服务的网络枢纽,并且 ONS 设计与架构都以因特网域名解析服务 DNS 为基础,因此,可以使整个 EPC 网络以因特网为依托,迅速架构并顺利延伸到世界各地。

3) EPC 信息服务(EPC IS)

EPC IS 提供了一个模块化、可扩展的数据和服务接口,使 EPC 的相关数据可以在企业内部或者企业之间共享。它还可处理与 EPC 相关的各种信息。

EPC IS 有两种运行模式,一种是 EPC IS 信息被已经激活的 EPC IS 应用程序直接应用;另一种是将 EPC IS 信息存储在资料档案库中,以备今后查询时进行检索。独立的 EPC IS 事件通常代表独立步骤,比如 EPC 标记对象 A 装入标记对象 B,并与一个交易码结合。对于 EPC IS 资料档案库的 EPC IS 查询,不仅可以返回独立事件,而且还有连续事件的累积效应,比如对象 C 本身包含对象 B,对象 B 本身包含对象 A。

3. EPC 编码

EPC 编码体系是新一代与 GTIN 兼容的编码标准,它是全球统一标识系统的延伸和拓展,是全球统一标识系统的重要组成部分,是 EPC 系统的核心与关键。

EPC 代码是由标头、厂商识别代码、对象分类代码、序列号等数据字段组成的一组数字。其具体结构具有以下特性。

1) 兼容性

EPC 编码标准与目前广泛应用的 EAN.UCC 编码标准是兼容的,GTIN 是 EPC 编码结构中的重要组成部分,目前广泛使用的 GTIN、SSCC、GLN 等都可以顺利转换到 EPC 中去。

2) 全面性

EPC 编码可在生产、流通、存储、结算、跟踪、召回等供应链的各环节全面应用。

3) 合理性

EPC 编码由 EPCglobal、各国 EPC 管理机构(中国的管理机构称为 EPCglobal China)、被标识物品的管理者分段管理、共同维护、统一应用,具有合理性。

4) 国际性

EPC 编码不以具体国家、企业为核心, 编码标准全球协调一致, 具有国际性。

5) 无歧视性

编码采用全数字形式, 不受地方色彩、语言、经济水平、政治观点的限制, 是无歧视性的编码。当前, 出于成本等因素的考虑, 参与 EPC 测试所使用的编码标准采用的是 64 位数据结构, 未来将采用 96 位数据编码结构。

2.3.6 射频识别的应用

射频识别技术目前已经应用于各个领域, 常见的有如下几个方面。

1. 生产线的自动化及过程控制

RFID 技术用于生产线实现自动控制、监控质量、改进生产方式、提高生产率, 如用于汽车装配生产线。国外许多著名轿车像奔驰、宝马都可以按用户要求定制, 也就是说从流水线开下来的每辆汽车都是不一样的, 没有一个高度组织、复杂的控制系统很难胜任这么复杂的任务。德国宝马公司在汽车装配线上配有 RFID 系统, 以保证流水线各位置处毫不出错地完成装配任务。

在工业过程控制中, 很多恶劣的、特殊的环境都采用了 RFID 技术, 摩托罗拉、SGSTHOMSON 等集成电路制造商采用加入了 RFID 技术的自动识别工序控制系统, 满足了半导体生产对于超净环境的特殊要求, 而像其他自动识别技术, 如条形码在如此苛刻的化学条件和超净环境下就无法工作了。

2. 物品跟踪与管理

很多货物运输需准确地知道它的位置, 像运钞车、危险品等, 滑线安装的 RFID 设备可跟踪运输的全过程, 有些还结合 GPS 系统实施对物品的有效跟踪。RFID 技术用于商店, 可防止某些贵重物品被盗, 如电子物品监视系统 EAS。

电子物品监视系统(Electronic Article Surveillance, EAS)是一种设置在需要控制物品出入口的 RFID 技术。这种技术的典型应用场合是商店、图书馆、数据中心等地方, 当未被授权的人从这些地方非法取走物品时, EAS 系统会发出警告, 在应用 EAS 技术时, 首先在物品上粘附 EAS 标签, 当物品被正常购买或者合法移出时, 在结算处通过一定的装置使 EAS 标签失活, 物品就可以取走。物品经过装有 EAS 系统的门口时, EAS 装置能自动检测标签的活动性, 发现活动性标签, EAS 系统会发出警告。

3. 仓储管理

在仓库里, 射频技术广泛地应用于存取货物与库存盘点, 它能用来实现自动化的存货和取货等操作。在整个仓库管理中, 通过将供应链计划系统所制订的收货计划、取货计划、装运计划等与射频识别技术相结合, 能够高效地完成各种业务操作, 如指定堆放区域、上架取货与补货等。这样, 既增强了作业的准确性和快捷性, 提高了服务质量, 降低了成本,

节省劳动力(8%~35%)和库存空间,同时又减少了整个物流中由于商品误置、送错、偷窃、损害和库存、出货等错误造成的损耗。

4. 高速收费

高速公路自动收费系统是 RFID 技术最成功的应用之一,它充分体现了非接触识别优势。在车辆高速通过收费站的同时自动完成缴费,解决交通瓶颈问题,避免拥堵,同时也防止了现金结算中贪污路费等问题。美国 Amtch 公司、瑞典 Tagmaster 公司都开发了用于高速公路收费的成套系统。

一般来说,对于公路收费系统,根据车辆的大小和形状不同,需要大约 4m 的读写距离和快速的读写速度,也就是说要求系统的频率应该在 9~2500 MHz。射频卡一般在车的挡风玻璃后面。现在最现实的方案是将多车道的收费口分两个部分:自动收费口、人工收费口。天线架设在道路的上方。在距收费口 50~100m 处,当车辆经过天线时,车上的射频卡被头顶上的天线接收到,判别车辆是否带有有效的射频卡。识读者指示灯指示车辆进入不同车道,人工收费口仍维持现有的操作方式,进入自动收费口的车辆,过路费被自动从用户账户上扣除,且用指示灯及蜂鸣器告诉司机收费是否完成,不用停车就可通过,挡车器将拦下恶意闯入的车辆。

2.4 机器视觉识别技术

2.4.1 机器视觉识别概述

机器视觉就是用机器代替人眼来做测量和判断。机器视觉系统是指通过机器视觉产品(即图像摄取装置,分 CMOS 和 CCD 两种)将被摄取目标转换成图像信号,传送给专用的图像处理系统,根据像素分布和亮度、颜色等信息,转变成数字化信号;图像系统对这些信号进行各种运算来抽取目标的特征,进而根据判别的结果来控制现场的设备动作。

从应用层来看,机器视觉研究包括工件的自动检测与识别、产品质量的自动检测、食品的自动分类、智能车的自主导航与辅助驾驶、签名的自动验证、目标跟踪与制导、交通流的监测、关键地域的保安监视等。

2.4.2 机器视觉系统的典型结构

机器视觉检测系统采用照相机将被检测目标的像素分布和亮度、颜色等信息转换成数字信号传送给视觉处理器,视觉处理器对这些信号进行各种运算来抽取目标的特性,如面积、数量、位置、长度,再根据预设的允许度实现自动识别尺寸、角度、个数等,然后根据识别结果控制机器人的各种动作。典型的视觉系统包括以下几个部分。

1. 照明

照明是影响机器视觉系统输入的重要因素,它直接影响输入数据的质量和应

由于没有通用的机器视觉照明设备，所以针对每个特定的应用实例，要选择相应的照明装置，以达到最佳效果。光源可分为可见光和不可见光。常用的几种可见光源是白炽灯、日光灯、水银灯和钠光灯。一方面，可见光的缺点是光能不能保持稳定。如何使光能在一定程度上保持稳定，是实用化过程中急需解决的问题。另一方面，环境光有可能影响图像的质量，所以可采用加防护屏的方法来减少环境光的影响。照明系统按其照射方法可分为：背向照明、前向照明、结构光和频闪光照明等。其中，背向照明是将被测物放在光源和摄像机之间，它的优点是能获得高对比度的图像。前向照明是光源和摄像机位于被测物的同一侧，这种方式便于安装。结构光照明是将光栅或光源等投射到被测物上，根据它们产生的畸变，解调出被测物的三维信息。频闪光照明是将高频率的光脉冲照射到物体上，摄像机拍摄要求与光源同步。

2. 镜头

视场(Field of Vision, FOV)=所需分辨率 $\times$ 亚像素 $\times$ 相机尺寸/PRTM(零件测量公差比)。镜头选择应注意焦距、目标高度、影像高度、放大倍数、影像至目标的距离、中心点/节点以及畸变等参数。

3. 相机

按照不同标准，相机可分为：标准分辨率数字相机和模拟相机等。要根据不同的实际应用场合选择不同的相机和高分辨率相机：线扫描 CCD 和面阵 CCD；单色相机和彩色相机。

4. 图像采集卡

图像采集卡只是完整的机器视觉系统的一个部件，但是它扮演着非常重要的角色。图像采集卡直接决定了摄像头的接口：黑白、彩色、模拟、数字，等等。

比较典型的是 PCI 或 AGP 兼容的捕获卡，可以将图像迅速地传送到计算机存储器进行处理。有些采集卡有内置的多路开关。例如，可以连接八个不同的摄像机，然后告诉采集卡采用哪一个相机抓拍到的信息。有些采集卡有内置的数字输入以触发采集卡进行捕捉，当采集卡抓拍图像时，数字输出口就触发闸门。

5. 视觉处理器

视觉处理器集采集卡与处理器于一体。以往计算机速度较慢时，采用视觉处理器加快视觉处理任务。现在由于采集卡可以快速传输图像到存储器，而且计算机也快多了，所以现在视觉处理器用得较少了。

创视新科技，专注于机器视觉检测应用领域，是国内较早的视觉检测系统。它主要有带钢针孔检测系统、薄膜表面缺陷检测、金属表面缺陷检测、机器视觉在线检测、纸张表面缺陷检测、玻璃表面瑕疵检测、铝箔针孔检测、无纺布表面缺陷检测、锂电极片表面瑕疵检测系统。

2.4.3 机器视觉识别技术的应用

机器视觉系统在质量检测的各个方面得到了广泛的应用,例如,采用激光扫描与 CCD 探测系统的大型工件平行度、垂直度测量仪,它以稳定的准直激光束为测量基线,配以回转轴系,旋转五角标棱镜扫出互相平行或垂直的基准平面,将其与被测大型工件的各面进行比较。在加工或安装大型工件时,可用该认错器测量面间的平行度及垂直度。

以频闪光作为照明光源,利用面阵和线阵 CCD 作为螺纹钢外形轮廓尺寸的探测器件,实现热轧螺纹钢几何参数在线测量的动态检测系统。

视觉技术实时监控轴承的负载和温度变化,消除过载和过热的危险。将传统上通过测量滚珠表面保证加工质量和安全操作的被动式测量变为主动式监控。

用微波作为信号源,根据微波发生器发出不同波涛率的方波,测量金属表面的裂纹,微波的波涛频率越高,可测的裂纹越狭小。

2.5 生物识别技术

2.5.1 生物识别技术概述

生物识别技术就是通过计算机与光学、声学、生物传感器和生物统计学原理等高科技手段密切结合对生物特征或行为特征进行采集,将采集到的唯一的特征转成数字代码,并进一步将这些代码组成特征模块储存进数据库,这样配合网络就能够对人员身份识别实现智能化的管理。人体可用于体征识别的主要特征器官如图 2-7 所示。



图 2-7 人体可用于体征识别的主要特征器官

根据人体不同部位的特征,典型的生物识别技术分为以下几类。

1. 手形识别

手形的测量比较容易实现,对图像获取设备的要求较低,手形的处理相对也比较简单,

在所有生物特征识别方法中手形认证的速度最快，如图 2-8 所示。

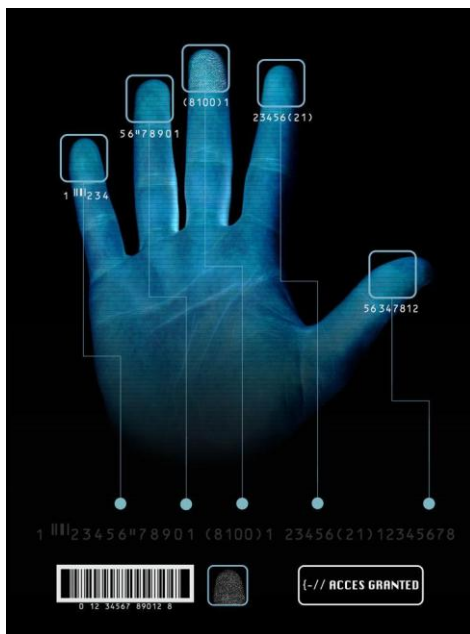


图 2-8 手形识别

2. 面像识别

面像识别技术包含面向检测、面向跟踪与面向比对等内容。面向检测是指在动态的场景与复杂的背景中，判断是否存在面向并分析出面向特征，如图 2-9 所示。



图 2-9 面相识别

3. 签名识别

签名识别是一种行为识别技术，目前签名大多还只用于认证。签名认证的困难在于，数据的动态变化范围大，即使是同一个人的两个签名也绝不会完全相同，如图 2-10 所示。

签名认证按照数据的获取方式可以分为离线认证和在线认证两种。离线认证是通过扫

描仪获得签名的数字图像；在线认证是利用数字写字板来记录书写签名的过程。离线数据容易获取，但它没有利用笔画形成过程中的动态特性，因此比在线签名更容易伪造。



图 2-10 签名识别

4. 虹膜识别

虹膜识别是基于眼睛中的虹膜进行身份识别，应用于安防设备以及有高度保密需求的场所。

人的眼睛结构由巩膜、虹膜、瞳孔晶状体、视网膜等部分组成。虹膜是位于黑色瞳孔和白色巩膜之间的圆环状部分，包含有很多相互交错的斑点、细丝、冠状、条纹、隐窝等细节特征。而且虹膜在胎儿发育阶段形成后，在整个生命历程中将保持不变。这些特征决定了虹膜特征的唯一性，同时也决定了身份识别的唯一性。因此，可以将眼睛的虹膜特征作为每个人的身份识别对象，如图 2-11 所示。

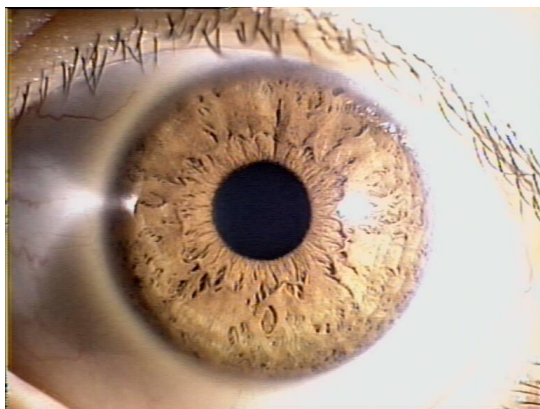


图 2-11 虹膜识别

5. 声纹识别

声纹识别是生物识别技术的一种，也称为说话人识别。声纹识别有两类，即说话人辨认和说话人确认。不同的任务和应用会使用不同的声纹识别技术，如缩小刑侦范围时可能需要辨认技术，而银行交易时则需要确认技术。声纹识别就是把声信号转换成电信号，再用计算机进行识别。

6. 掌纹识别

掌纹识别是近几年提出的一种较新的生物特征识别技术。掌纹是指手指末端到手腕部分的手掌图像，如图 2-12 所示。其中很多特征可以用来进行身份识别：如主线、皱纹、细小的纹理、脊末梢、分叉点等。掌纹识别也是一种非侵犯性的识别方法，用户比较容易接受，对采集设备要求不高。

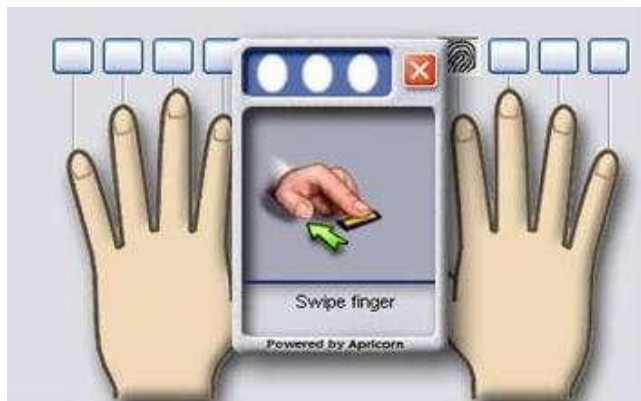


图 2-12 掌纹识别技术

7. 静脉特征识别

静脉识别是通过静脉识别仪取得个人静脉分布图的一种方式，依据专用比对算法从静脉分布图提取特征值，另一种方式是通过红外线 CCD 摄像头获取手指、手掌、手背静脉的图像，将静脉的数字图像存储在计算机系统中，实现特征值存储。静脉比对时，实时采取静脉图，运用先进的滤波、图像二值化、细化手段对数字图像提取特征，采用复杂的匹配算法同存储在主机中静脉特征值比对匹配，从而对个人进行身份鉴定，确认身份。

2.5.2 指纹识别

1. 指纹识别的概念

手掌及其手指、脚、脚趾内侧表面的皮肤凸凹不平产生的纹路会形成各种各样的图案，包括指纹在内的这些皮肤的纹路在图案、断点和交叉点上各不相同，也就是说，是唯一的。依靠这种唯一性，就可以把一个人同他的指纹对应起来，通过对他的指纹和预先保存的指纹进行比较，就可以验证他的真实身份。这种依靠人体的身体特征来进行身份验证的技术称为生物识别技术，指纹识别是生物识别技术的一种。

指纹识别是指通过比较不同指纹的细节特征点来进行鉴别。指纹识别技术涉及图像处理、模式识别、计算机视觉、数学形态学、小波分析等众多学科。由于每个人的指纹不同，即使是同一人的十指之间，指纹也有明显区别，因此指纹可用于身份鉴定。由于每次捺印的方位不完全一样，着力点不同会带来不同程度的变形，又会存在大量模糊指纹，因此如何正确提取特征和实现正确匹配，是指纹识别技术的关键。

2. 指纹识别系统

指纹识别系统一般主要包括指纹图像采集、指纹图像处理、特征提取、特征值的比对与匹配等，如图 2-13 所示。现代电子集成制造技术已使指纹图像读取和处理设备小型化，同时飞速发展的个人计算机提供了在微机甚至单片机上进行指纹比对运算的可能，而优秀的指纹处理和比对算法保证了识别结果的准确性。



图 2-13 指纹识别

指纹识别技术主要涉及四个功能：读取指纹图像、提取特征、保存数据和比对。在一开始，通过指纹读取设备读取人体指纹的图像，取到指纹图像之后，要对原始图像进行初步处理，使之更清晰。

1) 指纹图像的获取

通过专门的指纹采集仪可以采集指纹图像。指纹采集仪运用的指纹传感器按采集方式主要分为划擦式和按压式两种，目前，按信号采集原理划分，有光学式、压敏式、电容式、电感式、热敏式和超声波式等。另外，也可以通过扫描仪、数字相机等获取指纹图像。对于分辨率和采集面积等技术指标，公安系统已经形成了国际标准和国内标准，但其他行业还缺少统一标准。根据采集指纹面积大体可以分为滚动捺印指纹和平面捺印指纹，公安行业普遍采用滚动捺印指纹。

2) 指纹图像的压缩

大容量的指纹数据库必须经过压缩后存储，以减少存储空间。其主要方法包括 JPEG、WSQ、EZW 等。指纹图像处理包括指纹区域检测、图像质量判断、方向图和频率估计、图像增强、指纹图像二值化和细化等。

指纹特征提取：从预处理后的图像中提取指纹的特征点信息(终结点、分叉点……)，信息主要包括类型、坐标、方向等参数。**指纹特征匹配：**计算特征提取结果与已存储的特征模板的相似程度。

3. 指纹门禁系统

指纹应用系统可以分为两类：验证和辨识。验证就是把一个现场采集到的指纹与一个已经登记的指纹进行一对一的比对，以确认身份的过程；辨识则是把现场采集到的指纹同



指纹数据库中的指纹逐一对比, 从中找出与现场指纹相匹配的指纹。

验证和辨识在比对算法和系统设计上各有特点, 例如验证系统一般只考虑对完整的指纹进行比对, 而辨识系统要考虑残纹的比对; 验证系统对比对算法的速度要求不如辨识系统高, 但更强调易用性; 另外在辨识系统中, 一般要使用分类技术加快查询的速度。指纹门禁系统是指纹应用系统中验证的一种。

指纹门禁系统以手指取代传统的钥匙, 使用时只需将手指平放在指纹采集仪的采集窗口, 即可完成开锁任务, 操作十分简便, 避免了其他门禁系统(传统机械锁、密码锁、识别卡等)有可能被伪造、盗用、遗忘、破译等弊端。

指纹门禁系统的硬件主要由微处理器、指纹识别模块、液晶显示模块、键盘、实时时钟/日历芯片、电控锁和电源等组成。微处理器作为系统的上位机, 控制整个系统。指纹识别模块主要完成指纹特征的采集、比对、存储、删除等功能。液晶显示模块用于显示开门记录、实时时钟和操作提示等信息, 和键盘一起组成人机界面。

按系统功能, 软件主要由指纹处理模块、液晶显示模块、实时时钟模块和键盘扫描模块等组成。指纹处理模块主要负责微处理器与指纹识别模块之间命令和返回代码的信息处理; 液晶显示模块根据液晶显示模块的时序, 编写驱动程序, 以实现显示汉字、字符的目的; 实时时钟模块根据时钟芯片的时序, 编写通信程序, 实现对时钟芯片的读写操作; 键盘扫描模块就是根据键盘的设计原理, 编写键盘程序来识别有无按键动作和所按键号。

按操作流程, 软件主要由指纹开门程序、指纹管理程序、密码管理程序和系统设置程序四部分组成。其中指纹管理、密码管理和系统设置三部分只有管理员才有此权限。指纹管理程序由登记指纹模板程序、删除指纹模板程序、清空指纹模板程序和浏览开门记录程序四部分组成; 密码管理程序由密码修改程序和密码开门程序两部分组成; 系统设置程序由时间设置程序和日期设置程序两部分组成。

2.5.3 声纹识别

1. 声纹识别的概念

声纹识别也称为说话人识别, 主要分为两类, 即说话人辨认和说话人确认。不同的任务和应用会使用不同的声纹识别技术, 如缩小刑侦范围时可能需要辨认技术, 而银行交易时则需要确认技术。声纹识别就是把声信号转换成电信号, 再用计算机进行识别。

所谓声纹(Voiceprint), 是用电声学仪器显示的携带言语信息的声波频谱。人类语言的产生是人体语言中枢与发音器官之间一个复杂的生理物理过程, 人在讲话时使用的发声器官——舌、牙齿、喉头、肺、鼻腔在尺寸和形态方面每个人的差异很大, 所以任何两个人的声纹图谱都有差异。每个人的语音声学特征既有相对稳定性, 又有变异性, 不是绝对的、一成不变的。这种变异可来自生理、病理、心理、模拟、伪装, 也与环境干扰有关。尽管如此, 由于每个人的发音器官都不尽相同, 因此在一般情况下, 仍能区别不同的人的声音或判断是否是同一人的声音。

2. 声纹识别的优势

声纹识别具有以下优势。

(1) 蕴含声纹特征的语音获取方便、自然,声纹提取可在不知不觉中完成,因此使用者的接受程度也高。

(2) 获取语音的识别成本低廉,使用简单,一个麦克风即可,在使用通信设备时无须额外的录音设备。

(3) 适合远程身份确认,只需要一个麦克风或电话、手机就可以通过网路(通信网络或互联网络)实现远程登录。

(4) 声纹辨认和确认的算法复杂度低。

(5) 配合一些其他措施,如通过语音识别进行内容鉴别等,可以提高准确率。

这些优势使声纹识别的应用越来越受到系统开发者和用户的青睐,声纹识别的世界市场占有率 15.8%,仅次于手指和手的生物特征识别,并有不断上升的趋势。

3. 声纹识别的关键

声纹识别有两个关键问题,一是特征提取,二是模式匹配(模式识别)。

1) 特征提取

特征提取的任务是提取并选择对说话人的声纹具有可分性强、稳定性高等特性的声学或语言特征。与语音识别不同,声纹识别的特征必须是“个性化”特征,而说话人识别的特征对说话人来讲必须是“共性特征”。目前,虽然大部分声纹识别系统用的是声学层面的特征,但是表征一个人特点的特征应该是多层面的,包括:①与人类发音机制的解剖学结构有关的声学特征(如频谱、倒频谱、共振峰、基音、反射系数等)、鼻音、带深呼吸音、沙哑音、笑声等;②受社会经济状况、受教育水平、出生地等影响的语义、修辞、发音、言语习惯等;③个人特点或受父母影响的韵律、节奏、速度、语调、音量等特征。

从利用数学方法可以建模的角度出发,声纹自动识别模型目前可以使用的特征包括:①声学特征(倒频谱);②词法特征(说话人相关的词 n -gram, 音素 n -gram);③韵律特征(利用 n -gram 描述的基音和能量“姿势”);④语种、方言和口音信息;⑤通道信息(使用何种通道)。

根据不同的任务需求,声纹识别还面临一个特征选择或特征选用的问题。例如,对“信道”信息,在刑侦应用上,希望不用,也就是说希望弱化信道对说话人识别的影响,因为我们希望不管说话人用什么信道系统,它都可以辨认出来;而在银行交易上,希望用信道信息,即希望信道对说话人识别有较大影响,从而可以剔除录音、模仿等带来的影响。

2) 模式识别

对于模式识别,有以下几大类方法。

(1) 模板匹配方法:利用动态时间弯折(DTW)以对准训练和测试特征序列,主要用于固定词组的应用(通常为文本相关任务)。

(2) 最近邻方法:训练时保留所有特征矢量,识别时对每个矢量都找到训练矢量中最近的 K 个,据此进行识别,通常模型存储和相似计算的量都很大。

(3) 神经网络方法: 有很多种形式, 如多层感知、径向基函数(RBF)等, 可以显式训练以区分说话人和其背景说话人, 其训练量很大, 且模型的可推广性不好。

(4) 隐式马尔可夫模型(HMM)方法: 通常使用单状态的 HMM 或高斯混合模型(GMM), 是比较流行的方法, 效果比较好。

(5) VQ 聚类方法(如 LBG): 效果比较好, 算法复杂度也不高, 和 HMM 方法配合可以获得更好的效果。

(6) 多项式分类器方法: 有较高的精度, 但模型存储和计算量都比较大。

声纹识别需要解决的关键问题还有很多, 诸如: 短话音问题, 能否用很短的语音进行模型训练, 而且用很短的时间进行识别, 这主要是声音不易获取的应用所需求的; 声音模仿(或放录音)问题, 要有效地区分模仿声音(录音)和真正的声音; 多人说话情况下目标说话人的有效检出; 消除或减弱声音变化(不同语言、内容、方式、身体状况、时间、年龄等)带来的影响; 消除信道差异和背景噪音带来的影响; 此时需要使用其他一些技术来辅助完成, 如去噪、自适应等技术。

4. 声纹识别的应用

声纹识别可以应用的范围很宽, 可以说声纹识别几乎可以应用到人们日常生活的各个方面。

1) 信息领域

比如在自动总机系统中, 把“得意”身份证之声纹辨认和“得意”关键词检出器结合起来, 可以在姓名自动拨号的同时向受话方提供主叫方的身份信息。前者用于身份认证, 后者用于内容认证。同样, 声纹识别技术可以在呼叫中心(Call Center)应用中为注册的客户提供友好的个性化服务。

2) 银行、证券

鉴于密码的安全性不高, 可以用声纹识别技术对电话银行、远程炒股等业务中的用户身份进行确认, 为了提供安全性, 还可以采取其他一些措施, 如密码和声纹双保险, 如随机提示文本用与文本相关的声纹识别技术进行身份确认(随机提示文本保证无法用事先录好的声音去假冒), 甚至可以把交易时的声音录下来以备查询。

3) 公安司法

对于各种电话勒索、绑架、电话人身攻击等案件, 声纹辨认技术可以在一段录音中找出嫌疑人或缩小侦查范围; 声纹确认技术还可以在法庭上提供身份确认的旁证。

4) 军队和国防

声纹辨认技术可以察觉电话交谈过程中是否有关键说话人出现, 继而对交谈的内容进行跟踪(战场环境监听); 在通过电话发出军事指令时, 可以对发出命令的人的身份进行确认(敌我指战员鉴别)。目前, 该技术在外国军事方面已经有所应用。据报道, 迫降在我国海南机场的美军 EP-3 侦察机中就载有类似的声纹识别侦听模块。

5) 保安和证件防伪

保安和证件防伪如机密场所的门禁系统。例如, 声纹识别确认可用于信用卡、银行自

动取款机、门、车的钥匙卡、授权使用的电脑、声纹锁以及特殊通道口的身份卡，把声纹存在卡上，在需要时，持卡者只要将卡插入专用机的插口，通过一个传声器读出事先已储存的暗码，同时仪器接收持卡者发出的声音，然后进行分析比较，从而完成身份确认。同样可以把含有某人声纹特征的芯片嵌入证件之中，通过上面所述的过程完成证件防伪。

2.5.4 人脸识别

1. 人脸识别的概念

人脸识别，是基于人的脸部特征信息进行身份识别的一种生物识别技术。用摄像机或摄像头采集含有人脸的图像或视频流，并自动在图像中检测和跟踪人脸，进而对检测到的人脸进行脸部的一系列相关技术处理，通常也叫人像识别、面部识别。

人脸识别系统的研究始于 20 世纪 60 年代，80 年代后随着计算机技术和光学成像技术的发展得到了提高，而真正进入初级应用阶段则在 90 年代后期，并且以美国、德国和日本的技术实现为主。人脸识别系统成功的关键在于是否拥有尖端的核心算法，并使识别结果具有实用化的识别率和识别速度。人脸识别系统集成人工智能、机器识别、机器学习、模型理论、专家系统、视频图像处理等多种专业技术，同时需结合中间值处理的理论与实践，是生物特征识别的最新应用，其核心技术的实现，展现了弱人工智能向强人工智能的转化。

2. 人脸识别的发展

1) 与视频监控相结合

随着人脸识别技术的进一步发展，人脸识别技术实现与数字监控系统的进一步融合，将成为人脸识别技术的另一大应用领域。据统计数据显示，仅中国大陆，在未来三年内有望形成年销售额过百亿元，并在未来十年内则有望形成年销售额过千亿元的市场规模。

2) 逐步取代指纹考勤

人脸识别考勤，通过对人脸一些独一无二特征的识别进行考勤，目前技术层面已突破昼夜光的影响，能在自然状态下达到快速识别。另外，人脸识别考勤产品在市场上尚处于起步发展的阶段，但人脸识别考勤技术的优势尚无其他同类产品能够超过。

人脸识别考勤杜绝了代打卡考勤情况的发生，消除了指纹考勤接触使用的尴尬情况，非接触，直观，友好，适用性非常广泛。如今随着技术的不断成熟和成本的降低，人脸考勤逐步展露出了取代指纹考勤的趋势。

3) 应用领域突破

在生物识别市场上，人脸识别的应用已经慢慢超出了安防领域。比如，利用人脸识别进行手机解锁及电脑登录认证；一些广告公司把人脸识别技术应用在户外广告上进行人流量统计；社保系统纷纷启用人脸识别技术，规范领取人资格，机场利用人脸识别技术进行安检等。



3. 人脸识别的应用

- (1) 人脸验证驾照、签证、身份证、护照、投票选举等。
- (2) 接入控制设备存取、车辆访问、智能 ATM、电脑接入、程序接入、网络接入等。
- (3) 安全反恐报警、登机、体育场观众扫描、计算机安全、网络安全等。
- (4) 公园监控、街道监控、电网监控、入口监控等。
- (5) 智能卡用户验证等。
- (6) 执法嫌疑犯识别、欺骗识别等。
- (7) 人脸数据库人脸检索、人脸标记、人脸分类等。
- (8) 多媒体管理人脸搜索、人脸视频分割和拼接等。
- (9) 人机交互式游戏、主动计算等。
- (10) 其他人脸重建、低比特率图片和视频传输等。

以公安应用为例，公安部门在查办案件、处理事务时常常会遇到一些不明身份的人员，比如走丢的老人、小孩，拒不交代身份的嫌疑犯，无人认领的尸体等。这时传统的方法往往不能解决问题。利用人脸识别系统，将目标人脸输入到系统中，系统能自动在海量人口数据库中进行查找比对，列出前若干名相似的人员信息，然后通过人工干预的方式，对系统结果进行筛选，获得目标的真实身份。

2.5.5 手掌静脉识别

1. 手掌静脉识别的概念

手指静脉识别是一种新生的生物特征识别技术，它利用人体手指内部静脉的分布特征来进行身份识别，即利用专门的图像采集装置获取静脉血管图像，再经过计算机或其他处理器执行识别算法来提取出静脉特征，最终通过匹配这些特征来实现身份认证。

2. 静脉识别的原理

手指静脉是指人手指内部的静脉血管，手指静脉识别就是利用该血管结构的特征来呈现身份认证。在可见光下，静脉是不可见的，只有在特殊的采集装置下才能获取。医学证明，人体手指静脉的血管结构在波长为 $0.7\sim 1.1\mu\text{m}$ 的近红外光的照射下，能够穿透骨骼和肌肉，而流经静脉血管的血红蛋白容易吸收该波段的红外光而突显出静脉结构。通过专门的图像采集装置如红外 CCD 摄像机即可拍摄到静脉图像，然后对静脉图像进行分析处理，便可从中得到静脉特征。研究表明，不同人的静脉结构是不同的，即使是双胞胎的手指静脉也是不同的，而且成年人的静脉结构不再变化，即静脉具有唯一性，这就为静脉识别提供了科学依据。

3. 手掌静脉识别的特点

手指静脉的形状具有唯一性和稳定性，即每个人的手指静脉都不同，同一个人的手指静脉也不相同，且健康成人的静脉形状不会发生变化。与其他生物识别技术相比，手指静

脉识别具有以下优点。

1) 唯一性好

医学证明, 不同人的手指静脉完全不同, 即使是双胞胎也不同, 并且静脉形状在成年后不会变化。

2) 安全性高

由于静脉血管隐藏在手指内部, 并且需要在专门的红外采集装置下才能获取图像, 因此极难复制和窃取, 具有很强的防伪性。

3) 准确率高

手指静脉识别具有非常高的准确率, 根据严格的医学证明和数学统计, F 双(拒识率)小于 0.01%, F 从(误识率)小于 0.001%。

4) 简便易用

使用者对手指静脉识别的心理抗拒性低, 静脉受生理或环境因素的影响也低, 且属于身体部分, 无须携带, 不会遗忘。静脉识别属于非接触式识别, 使用安全卫生。

5) 快速识别

由于手指静脉血管相对稳定且容易拍摄, 同时采集静脉图像的样本小, 从而生成的静脉模板的数据量也小, 匹配速度快。

综上所述, 手指静脉识别技术具有多种突出优点, 被业内认为是目前身份认证中最有发展前途的生物特征识别技术之一。

2.5.6 生物识别技术的应用

生物识别技术可以广泛应用于政府、军队、银行、社会福利保障、电子商务、安全防护等方面。例如, 一位储户走进银行, 他既没有带银行卡, 也没有记住密码就直接取款, 当他在取款机上提款时, 一台摄像机对该用户的眼睛进行扫描, 然后迅速而准确地完成了用户身份鉴定并办理完业务, 而该营业部所使用的正是现代生物识别技术中的“虹膜识别系统”。

小 结

近几十年, 自动识别技术得到了飞速发展, 本章主要从条形码技术、射频技术、机器视觉识别技术以及生物识别技术这几方面入手, 对自动识别技术进行了详细讲解。