

任务 1.1 认识 RFID 系统的组成与工作原理

【学习目标】

- (1) 理解 RFID 技术与物联网、自动识别技术之间的关系；
- (2) 掌握 RFID 系统的基本组成、硬件组件、软件组件等基本知识；
- (3) 能够分析 RFID 应用系统的类型和性能指标；
- (4) 了解无线电的物理学原理以及无线电磁波的发射与接收原理；
- (5) 理解 RFID 系统的基本工作原理。

【知识点】

- (1) RFID 的技术特点；
- (2) RFID 的应用；
- (3) RFID 的发展历程；
- (4) RFID 系统的组成；
- (5) RFID 系统的工作流程；
- (6) RFID 系统的分类；
- (7) RFID 技术的工作原理。



视频——RFID
系统的组成与
工作原理

1.1.1 认识物联网

1. 物联网的概念

物联网即“物物相连的互联网”，是在互联网基础上延伸和扩展的网络，将各种信息传感设备与互联网结合起来形成一个巨大的网络，实现在任何时间、任何地点人、机、物的互联互通。在这项技术中，每个设备都能自动工作，根据环境变化自动响应，与其他或多个设备交换数据，不需要人为参与。整个系统由无线网络和互联网的完美结合构建。物联网的主要目的是提高设备的效率和准确性，为人们节省资金和时间。



视频——认识
物联网

2. 物联网的来源

物联网的概念最早出现于 1985 年。比尔·盖茨在 1995 年出版的《未来之路》一书中也提及了物联网。1998 年麻省理工学院提出了当时被称作 EPC 系统的物联网构想。其实物联网作为一个正式概念，是麻省理工学院的阿思顿教授于 1999 年正式提出来的。2005 年

国际电联发布了互联网报告中有一场专题物联网报告,这表明“物联网”的概念已经在行业内得到广泛的认可。到了2009年,物联网在全球范围内进一步发展,美国提出了“智慧地球”的概念,欧盟提出了“物联网行动计划”,韩国制定了“物联网基础设施构建基本规划”,日本提出了“i-Japan”(智慧日本),我国提出了“感知中国”,这些概念的核心技术都是物联网。2010年我国将物联网确定为战略性新兴产业重点发展方向。2016年,NB-IoT(基于蜂窝的窄带物联网)技术开始规模商用,NB-IoT主要解决数据的远距离、低功耗的传输问题。物联网发展的动力主要来自产业界,而不是学术界,因为物联网的产业链非常长,物联网的发展能带动一系列的产业发展。

3. 物联网的本质

物联网不仅仅是一个网络,更是一个平台、一个应用或一个业务的智能应用和服务。物联网的核心和基础仍将是互联网。但互联网需要一系列技术升级才能满足物联网的需求。物联网的本质如图1-1-1所示。

1) 与互联网的相同点——技术基础相同

物联网和互联网都是建立在分组数据技术基础之上的,它们都采用数据分组网作为承载网,承载网和业务网是相分离的,业务网可以独立于承载网进行设计和独立发展。互联网是如此,物联网也一样。

2) 与互联网的不同点

(1) 物联网与互联网的覆盖范围不同。

互联网的产生是为了让人通过网络交换信息,其服务的对象是人。

物联网是为物而生,让物自由地交换信息,主要是为了管理物,间接为人服务。因此,真正实现物联网必然比实现互联网更难。另外,从信息的进化上讲,从人的互联到物的互联是一种自然的递进,本质上互联网和物联网都是人类智慧的物化,人的智慧对自然界的影响才是信息化进程本质的原因。

(2) 物联网与互联网的终端接入方式不同。

互联网用户通过终端系统的服务器(如台式机、笔记本和移动终端)访问互联网资源,发送或接收电子邮件,阅读新闻,写微博或读微博,在网上买卖股票、订机票、酒店,还可通过网络电话通信等。

物联网中的传感器节点需要通过无线传感器网络的汇聚节点接入互联网,RFID芯片通过读写器与控制主机连接,再通过控制节点的主机接入互联网。

(3) 物联网与互联网的数据采集方式不同。

从互联网所能提供的服务功能来看,无论是基本的互联网服务功能(如Telnet、E-mail、FTP、电子政务、电子商务、远程医疗、远程教育),还是基于对等结构的P2P网络新应用(如网络电话、网络电视、微博、播客、即时通信、搜索引擎、网络视频、网络游戏等),主要是实现人与人之间的信息交互与共享。

物联网的终端系统采用的是传感器、RFID,因此物联网感知的数据是传感器主动感知或者是RFID读写器自动读出的。

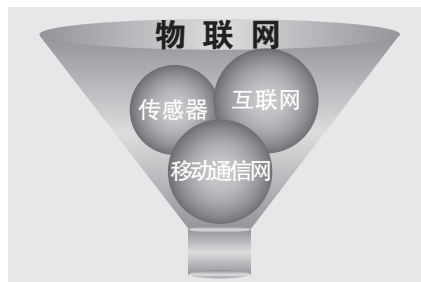


图 1-1-1 物联网的本质

(4) 物联网与互联网的技术范围不同。

物联网运用的技术主要包括无线技术、互联网、智能芯片技术、软件技术,几乎涵盖了信息技术的所有领域。

互联网只是物联网的一个技术方向,互联网只能是一种虚拟的交流,而物联网实现的就是实物之间的交流。

4. 物联网的运作

物联网是通过各种信息传感器、射频识别技术、全球定位系统、红外感应器、激光扫描器等装置与技术,实时采集任何需要监控、连接、互动的物体或过程,采集其声、光、热、电、力等各种信息,通过可能的网络接入,实现物与物、物与人的泛在连接,实现对物品和过程智能化的感知、识别和管理。也就是说,物联网主要通过整体感知、可靠传输和智能处理三步来完成整个运作过程。

物联网的运作,最简单的例子就是把家电联网,例如空调、电饭煲、电冰箱、智能门,以前这些物件是不能上网的,现在在这些物件上安装 Wi-Fi,通过 Wi-Fi 让这些物件能接通网络,然后在手机上安装一个 App 软件,只要家里物件的网络保持上网状态,那么你就可以在任何地方通过手机 App 端来控制这些物件了。简单地说,就是物联网是通过互联网来控制的。

5. 物联网的应用

1) 智能家居

智能家居是物联网在家庭中的基础应用。家中无人时,可利用手机等产品客户端远程操作智能空调,调节室温,甚至可以学习用户的使用习惯,从而实现全自动的温控操作;通过客户端实现智能灯泡的开关,调控灯泡的亮度和颜色;插座内置 Wi-Fi,可实现遥控插座定时通断电流,甚至可以监测设备用电情况等。

2) 公共安全

物联网可以实时监测环境的不安全性,根据情况提前预防、实时预警、及时采取应对措施,降低灾害对人类生命财产的威胁。美国布法罗大学在 2013 年就提出研究深海互联网项目,通过特殊处理的感应装置置于深海处,实时分析水下相关情况以及海洋污染的防治、海底资源的探测等。

3) 智能交通

物联网技术在道路交通方面的应用比较成熟,可对道路交通状况进行实时监控,并将信息及时传递给驾驶人,让驾驶人及时做出出行调整,有效缓解交通压力;在高速路口设置道路自动收费系统,免去在进出口取卡、还卡的时间,提升车辆的通行效率;在公交车上安装定位系统,及时了解公交车行驶路线;还可以自动检测并报告公路、桥梁的“健康状况”,避免过载的车辆经过桥梁;还能够根据光线强度自动控制路灯的开关等。

4) 现代物流管理

通过信息网络,处于物流状态的货物信息在网络中实现状态同步,并在网络中通过可靠、实时的信息共享,同步企业、用户之间的物流信息,有效地实现了物流产业和其他产业的沟通和融合,逐步形成一体化服务,满足顾客的多元化需求。同时通过感知技术自动采集物流信息,借助移动互联技术,随时把采集的物流信息通过网络传输到数据中心,使物流各环节的信息采集与实时共享,以及管理者对物流各环节运作进行实时调整与动态管控,这些都已经成为可能。

5) 定位导航

物联网与卫星定位技术、GSM/GPRS/CDMA 移动通信技术、GIS 地理信息系统相结合,能够在互联网和移动通信网络覆盖范围内使用 GPS 技术,大大降低使用和维护成本,并能实现端到端的多向互动。

6) 食品安全控制

通过标签识别和物联网技术,可以随时随地实时监控食品生产过程,联动跟踪食品质量,有效预防食品安全事故,极大地提高对食品安全的管理水平。

7) 零售

RFID 取代了零售业的传统条码系统(Barcode),使物品识别的穿透性(主要指穿透金属和液体)、远距离以及商品的防盗和跟踪有了极大的改进。

8) 数字医疗

以 RFID 为代表的自动识别技术可以帮助医院实现对病人不间断的监控、会诊、共享医疗记录以及对医疗器械的追踪等。而物联网将这种服务扩展至全世界范围。RFID 技术与医院信息系统(HIS)及药品物流系统的融合,是医疗信息化的必然趋势。

9) 防入侵系统

RFID 通过成千上万个覆盖地面、栅栏和低空探测的传感节点,可以防止入侵者的翻越、偷渡、恐怖袭击等攻击性入侵等。

物联网的典型应用如图 1-1-2 所示。

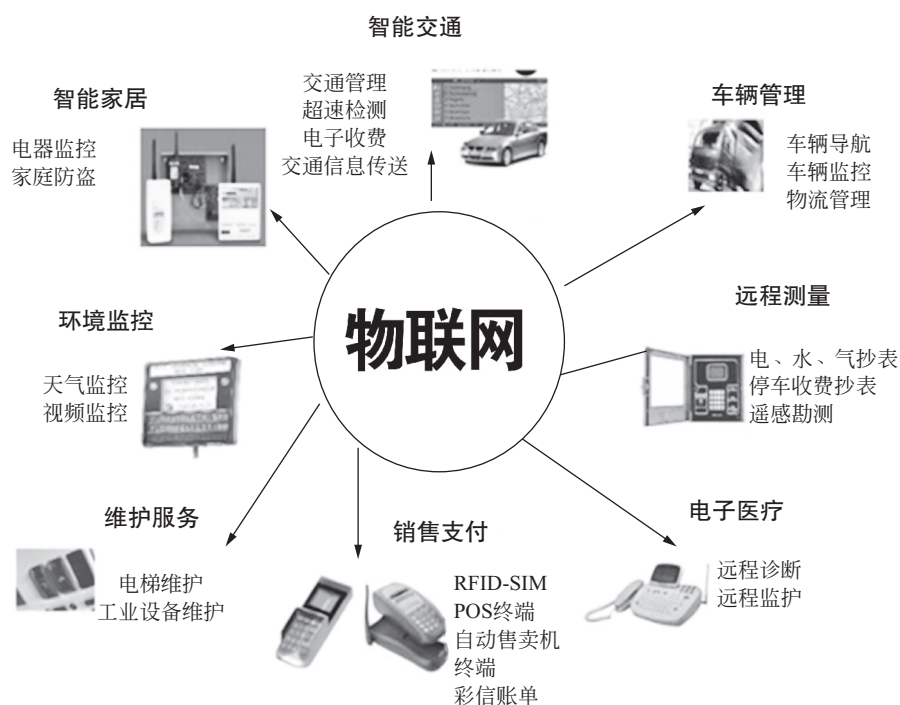


图 1-1-2 物联网的典型应用

1.1.2 认识 RFID 系统

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增加。传统的信息采集输入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。那么怎么解决这一问题呢?以计算机和通信技术为基础的自动识别技术可以做到这一点。



以通信技术和计算机为基础的自动识别技术可以对目标对象自动识别,并可以在各种环境下工作,使人类及时、准确地处理大量信息。使用自动识别技术,可以对每个物品进行标识和识别,并可以实时更新数据,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。

射频识别是一种自动识别技术。与条码识别技术、磁卡识别技术和 IC 卡识别技术等相比,射频识别技术以特有的无接触、抗干扰能力强、可同时识别多个物体等优点,成为自动识别领域中最优秀和应用最广泛的技术,是目前最重要的自动识别技术。

1. 自动识别技术

人类社会步入信息时代后,人们获取和处理的信息量在不断增大。传统的信息采集是通过人工手段录入的,不仅工作强度大,而且差错率高。以计算机和通信技术为基础的自动识别技术,可以对目标对象自动辨认,并可以在各种环境下工作,使人类能够及时、准确地处理大量信息。自动识别技术可以对每个物品进行标识和识别,并可以实时更新数据,是构建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) 自动识别技术的概念

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进行后续相关处理的一种技术。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)、中间件(Middleware)和应用系统软件(Application Software)。

其中,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;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,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。

在以往的信息识别和管理中,多采用单据、凭证、传票为载体,以手工记录、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,不仅极易出错、信息滞后,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,不能系统地控制,更无法实现系统优化和实时监控,导致效率低下和人力、运力、资金、场地的大量浪费。自动识别技术是一种高度自动化的信息(数据)采集技术,可对记录了字符、影像、条码、声音、信号等信息的载体进行自动识别,自动获取被标识物品的相关信息,并提供给后台的计算机处理系统,来完成相关的后续处理。

在超市购物结账时,收银员通过扫码枪扫描商品的条码,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;客户用银行卡支付,是在 POS 机上刷银行

卡,从而获得银行账户信息,用于扣取支付金额,从而完成结算。在超市结账的场景里,两次用到了自动识别技术。收银员扫描商品用的是条码识别技术,客户用银行卡支付用的是磁卡识别技术。

自动识别技术融合了物理世界和信息世界,是物联网区别于其他网络(如电信网、互联网)最独特的部分。采用自动识别技术,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重要组成部分,是物联网的基石。自动识别技术将计算机、光、电、通信和网络技术融为一体,与互联网、移动通信等技术相结合,实现了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,实现人与物体以及物体与物体之间的沟通和对话。通俗地讲,自动识别技术就是能够让物品“开口说话”的一种技术。

自动识别技术具有以下三个特点。

(1) 准确性:自动数据采集,彻底消除人为错误。

(2) 高效性:信息交换实时进行。

(3) 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衔接。

目前,自动识别技术发展很快,相关技术的产品正向多功能、远距离、小型化、软/硬件并举、信息传递快速、安全可靠、经济适用等方向发展。其应用将继续拓宽,并向纵深方向发展,面向企业信息化管理的深层集成应用是未来应用发展的趋势。随着人们对自动识别技术认识的加深,其应用领域的日益扩大,以及应用层次的逐渐提高,新的自动识别技术标准将不断涌现,标准体系也将日趋完善。

自动识别技术不是稍纵即逝的时髦技术,它可以应用在制造、物流、防伪和安全等多个领域中,可以采用光识别、磁识别、电识别、射频识别等多种识别方式,是集计算机、光、电、通信和网络技术于一体的高技术学科。近几十年来,自动识别技术在全球范围内得到迅猛发展,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。自动识别技术已经成为人们日常生活中的一部分,它所带来的高效率 and 方便性影响深远。

2) 自动识别技术的分类

自动识别技术的分类方法很多,可以按照国际自动识别技术的分类标准进行分类,也可以按照其应用领域和具体特征的分类标准进行分类。

按照国际自动识别技术的分类标准,自动识别技术可以分为数据采集技术和特征提取技术两大类。数据采集技术分为光识别技术、磁识别技术、电识别技术和无线识别技术等;特征提取技术分为静态特征识别技术、动态特征识别技术和属性特征识别技术等。

根据应用领域和具体特征的分类标准,自动识别技术可分为条码识别技术、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。这几种典型的自动识别技术分别采用了不同的数据采集技术。其中,对条码使用光识别技术,对磁卡使用磁识别技术,对IC卡使用电识别技术,对射频标签使用无线识别技术。

2. 条码识别技术

条码是由一组线条、空白条和数字符号组成,按一定编码规则排列,用以表示一定字符、数字及符号的标签信息载体。

条码技术最早诞生于西屋公司实验室,发明家约翰·科芒德想对邮政单据实现自动分检,他的想法是在信封上做条码标记,条码中的信息是收信人的地址,如同今天的邮政编码。

由此,约翰·科芒德发明了最早的条码标识。最早的条码标识设计方案非常简单,即一个“条”表示数字“1”,两个“条”表示数字“2”,以此类推。然后,约翰·科芒德又发明了由扫描器和译码器构成的识读设备,扫描器利用当时新发明的光电池收集反射光,“空”反射回来的是强信号,“条”反射回来的是弱信号,可以通过这种方法直接分拣信件。

条码是利用红外光或可见光进行识别的。由扫描器发出的红外光或可见光照射条码,条码中深色的“条痕”吸收光,浅色的“空白”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,大体上可以分为一维条码和二维条码两种。一维条码和二维条码都有许多码制。对于不同的条码,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 1-1-3 所示为几种常用的一维条码样图。



图 1-1-3 几种常用的一维条码样图

不论哪种码制,一维条码都是由以下几部分构成的。

- (1) 左右空白区:作为扫描器的识读准备。
- (2) 起始符:扫描器开始识读。
- (3) 数据区:承载数据的部分。
- (4) 校检符(位):用于判别识读的信息是否正确。
- (5) 终止符:条码扫描的结束标志。
- (6) 供人识读字符:机器不能扫描时,手工输入用的编码。
- (7) 有些条码还有中间分隔符,如 EAN-13 条码和 UPC-A 条码等。

目前最流行的一维条码是 EAN-13 条码。EAN(European Article Number)是欧洲物品编码的缩写。EAN-13 条码的代码由 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经启用的前缀码为 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 1-1-4 所示。

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。由于受信息容量的限制,一维条码通常只能实现对物品的标识,而不能实现对物品的描述。二维条码可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信息。二维条码技术自 20 世纪 70 年代初问世以来,发展十分迅速,目前已广泛应用于商业流通、仓储、医疗卫生、图书情报、邮政、铁路、交通运输和生产自动化管理等领域。

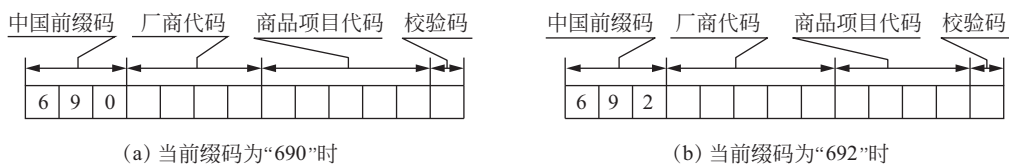


图 1-1-4 EAN-13 条码的构成

二维条码是用某种特定的几何图形,按一定规律在平面(二维空间)上分布的黑白相间的图形。二维条码在代码编制上巧妙地利用计算机逻辑基础的“0”“1”比特的概念,使用若干与二进制相对应的几何图形来表示数值信息,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。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、Code49 码、Code16K 码和 Codeone 码等。图 1-1-5 所示为几种常用的二维条码样图。



图 1-1-5 几种常用的二维条码样图

3. 磁卡识别技术

磁卡最早出现在 20 世纪 60 年代。当时伦敦交通局将地铁票背面全涂上磁介质,制成用于储值的磁卡。后来,由于改进了系统,缩小了面积,磁介质成为现在的磁条。磁条通过粘合或热合与塑料或纸牢固地整合在一起,形成磁卡。

从本质意义上讲,磁卡与计算机用的磁带或磁盘是一样的,可以用来记载字母、字符及数字信息。磁卡是一种磁介质记录卡片,通过粘合或热合,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,较为稳定可靠。

磁卡记录信息的方法是变化磁极。在磁性变化的地方具有相反的极性(如 S-N 或 N-S),识读器材能够在磁条内探测到这种磁性变化。使用解码器,可以将磁性变化转换成字母或数字的形式,以便由计算机来处理。

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,如果不小心将磁卡接触磁性物质,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,再加上磁卡技术比较成熟且成本较低,所以短期内该技术仍然会继续应用在许多领域中。图 1-1-6 所示为两种银行卡,可以通过芯片或磁条读写数据。



图 1-1-6 两种银行卡

4. 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 卡两种,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来存储信息,它将一个微电子芯片嵌入卡基中做成卡片的形式,通过卡片表面的 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 卡使用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的信息工具。

IC 卡的外形与磁卡相似,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,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。

依据是否带有微处理器,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、可以离线操作等优点,银行的 IC 卡通常是指智能卡。图 1-1-7 所示为一种 IC 卡。



图 1-1-7 一种 IC 卡

5. 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、可同时识别多个物品等优点,逐渐成为自动识别领域中应用广泛的自动识别技术。

习 题

一、选择题

1. RFID 技术属于物联网结构中的()。
A. 感知层 B. 网络层 C. 平台层 D. 应用层
2. RFID 技术的读取方式是()。
A. 无线通信 B. 电磁转换
C. 电擦除写入 D. CCD 或光束扫描
3. () 技术催生了 RFID 技术,奠定了理论基础。
A. 计算机 B. 微电子 C. 网络 D. 雷达

二、判断题

1. RFID 是一种接触式的自动识别技术,它通过射频信号自动识别目标对象并获取相关数据。 ()
2. 传感器网是由各种传感器和传感器节点组成的网络。 ()

三、简答题

与其他自动识别技术相比,RFID 技术有哪些显著的优点?

任务思考
