

物联网 识别技术

廖建尚 何丹 程小荣 编著



提供实例源代码和PPT课件



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

物联网 识别技术

廖建尚 何丹 程小荣 编著



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

内 容 简 介

本书主要介绍常用的物联网识别技术,并利用这些技术进行应用开发。全书先进行理论学习,深入浅出地介绍物联网识别技术的原理和标准;然后进行实践案例的开发,这些案例贴近社会和生活的开发场景,包括详细的软/硬件设计和功能实现过程;最后进行总结拓展,将理论学习和开发实践结合起来。书中的每个案例均附有完整的源代码,读者可以在源代码的基础上快速地进行二次开发。

本书既可作为高等院校相关专业的教材或教学参考书,也可供相关领域的工程技术人员查阅。对于嵌入式开发、物联网系统开发爱好者而言,本书也是一本深入浅出、贴近社会应用的技术读物。

本书提供详尽的源代码和配套 PPT 课件,读者可登录华信教育资源网(www.hxedu.com.cn)免费注册后下载。

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

物联网识别技术 / 廖建尚, 何丹, 程小荣编著. —北京: 电子工业出版社, 2019.4
(物联网开发与应用丛书)

ISBN 978-7-121-36265-1

I. ①物… II. ①廖… ②何… ③程… III. ①互联网络—应用②智能技术—应用
IV. ①TP393.4②TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 064151 号

责任编辑: 田宏峰

印 刷: 三河市良远印务有限公司

装 订: 三河市良远印务有限公司

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

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 21.75 字数: 553 千字

版 次: 2019 年 4 月第 1 版

印 次: 2019 年 4 月第 1 次印刷

定 价: 88.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: tianhf@phei.com.cn。

近年来,物联网、移动互联网、大数据和云计算的迅猛发展,渐渐改变了社会的生产方式,大大提高了生产效率和社会生产力。工业和信息化部《物联网发展规划(2016—2020年)》总结了“十二五”规划中物联网发展所获得的成就,并提出了“十三五”面临的形势,明确了物联网的发展思路和目标,提出了物联网发展的6大任务,分别是强化产业生态布局、完善技术创新体系、推动物联网规模应用、构建完善标准体系、完善公共服务体系、提升安全保障能力;提出了4大关键技术,分别是传感器技术、体系架构共性技术、操作系统和物联网与移动互联网、大数据融合关键技术;提出了6大重点领域应用示范工程,分别是智能制造、智慧农业、智能家居、智能交通和车联网、智慧医疗和健康养老,以及智慧节能环保;指出要健全多层次多类型的物联网人才培养和服务体系,支持高校、科研院所加强跨学科交叉整合,加强物联网学科建设,培养物联网复合型专业人才。该发展规划为物联网发展指出了一条鲜明的道路,这表明了我国在推动物联网应用方面的坚定决心,相信物联网规模会越来越大。

本书结合 CC2530 处理器构建的物联网识别开发平台,详细阐述物联网识别技术,提出了案例式和任务式驱动的开发方法,旨在大力推动物联网人才的培养。

物联网识别技术有很多,如光学字符识别技术、低频 RFID 技术、高频 RFID 技术、超高频 RFID 技术、微波 RFID 技术、NFC 和 CPU 卡片技术。本书将详细地介绍常见的物联网识别技术,首先介绍这些识别技术的理论知识点,然后附有一到两个贴近社会和生活的开发案例,每个案例均有详细的软/硬件设计、功能实现过程及完整的开发代码,最后进行总结拓展。

本书详细介绍常用的物联网识别技术。全书先介绍物联网识别技术的理论知识点,针对每个知识点都给出了一到两个开发案例,采用案例的形式由浅入深地介绍各种物联网识别技术,每个案例均有完整的理论知识、详细的开发过程,并给出了完整的源代码,读者可在源代码的基础上快速地进行二次开发,能方便地将这些案例转化为各种比赛和创新创业的案例,不仅可为高等院校相关专业师生提供教学案例,也可供工程技术和科研人员参考。

第1章引导读者初步认识物联网和物联网识别技术,了解物联网的概念和基本特征,学习物联网感知层和常用的识别技术,如指纹识别技术、人脸识别技术、语音识别技术、一维码识别技术、二维码识别技术和射频识别(RFID)技术,并学习 RFID 系统的结构和开发平台。

第2章介绍光学字符识别技术及应用,主要介绍条码编码与原理、商品条码原理及应用、二维码编码与识别,并结合二维码知识进行移动支付二维码应用案例的开发。

第3章介绍低频RFID识别技术及应用,重点介绍低频RFID的通信原理,包括阅读器工作原理、标签工作原理、工作工程和协议标准,并介绍常用的阅读器和ID卡,通过综合应用开发完成考勤系统的设计与实现,并对本章的知识点进行归纳总结。

第4章介绍高频RFID识别技术及应用,先结合高频RFID介绍非接触式IC卡原理,包括高频RFID通信原理、协议标准、通信流程、防冲突等,分析ISO/IEC 14443两种协议及识别IC卡的应用开发,通过综合应用开发完成卡钱包设计与实现,以及公交卡设计与实现两个案例的开发,并对本章的知识点进行归纳总结。

第5章介绍超高频RFID识别技术及应用,介绍超高频RFID技术的通信原理、标签结构、常用的阅读器和超高频RFID标签,并完成超高频系统的开发实践,通过综合应用开发完成超高频RFID卡钱包的设计与实现,以及城市ETC系统应用的开发,并对本章的知识点进行归纳总结。

第6章介绍微波RFID识别技术及应用,主要介绍微波2.4GHzRFID工作原理和协议标准,并进行微波RFID系统的应用开发,通过综合应用开发完成2.4GHz有源RFID仓储系统的应用与开发,并对本章的知识点进行归纳总结。

第7章介绍其他RFID识别技术及应用,详细介绍NFC工作原理、通信模式、操作模式和协议标准、结合NFC技术实现NFC电子名片的应用开发,以CPU卡的工作原理、片内操作系统和常用的CPU卡片实现CPU卡电子消费的应用开发,并对本章的知识点进行归纳总结。

本书的特色如下。

(1) 理论知识和案例实践相结合。将常用的物联网识别技术和生活中的实际案例结合起来,边学习理论知识边进行开发,从而帮助读者快速掌握物联网识别技术。

(2) 案例开发。抛去传统的理论学习方法,通过生动的案例将理论与实践结合起来,同时进行理论学习和开发实践,快速入门,由浅入深地掌握常见的物联网识别技术。

(3) 提供综合性项目。综合性项目为读者提供软/硬件系统的开发方法,包括需求分析、项目架构、软/硬件设计等方法。读者可在提供的案例基础上快速进行二次开发。

在本书的编写过程中,我们借鉴和参考了国内外专家、学者、技术人员的相关研究成果,并尽可能按学术规范予以说明,但难免会有疏漏之处,在此向相关作者表示深深的敬意和谢意,如有疏漏,请及时通过出版社与我们联系。

本书得到了广东省自然科学基金项目(2018A030313195)、广东省高校省级重大科研项目(2017GKTSCX021)、广东省科技计划项目(2017ZC0358)、广州市科技计划项目(201804010262)、广东交通职业技术学院重点科研项目(2017-1-001)和广东省高等职业教育品牌专业建设项目(2016GZPP044)的资助。感谢中智讯(武汉)科技有限公司在本书编写过程中提供的帮助,特别感谢电子工业出版社的编辑在本书出版过程中给予的大力支持。

由于本书涉及的知识面广,时间仓促,限于作者的水平和经验,疏漏之处在所难免,恳请广大专家和读者批评指正。

作者

2019年1月

CONTENTS

目录

第1章 物联网与识别技术	1
1.1 物联网识别技术	2
1.1.1 物联网的概念与基本特征	2
1.1.2 物联网感知层与识别技术	3
1.1.3 物联网识别技术	3
1.1.4 小结	8
1.1.5 思考与拓展	8
1.2 射频识别(RFID)系统及物联网识别开发平台	8
1.2.1 射频识别(RFID)系统的架构、功能及通信原理	9
1.2.2 开发平台	15
1.2.3 小结	16
1.2.4 思考与拓展	16
第2章 光学字符识别技术及应用	19
2.1 条码编码与原理	19
2.1.1 条码	20
2.1.2 开发实践: 条码识别	24
2.1.3 小结	26
2.1.4 思考与拓展	26
2.2 商品条码原理及应用	27
2.2.1 商品条码	27
2.2.2 开发实践: 商品条码识别	33
2.2.3 小结	35
2.2.4 思考与拓展	35
2.3 二维码的编码与识别	35
2.3.1 二维码	36
2.3.2 开发实践: 二维码的识别	56
2.3.3 小结	58
2.3.4 思考与拓展	59
2.4 二维码在移动支付中的应用	59

2.4.1	二维码支付和 QR 码的制作	59
2.4.2	掩模图形及其评价	66
2.4.3	二维码编解码库接口	68
2.4.4	开发实践：二维码支付	70
2.4.5	小结	72
2.4.6	思考与拓展	72
第 3 章 低频 RFID 技术应用		73
3.1	ID 卡原理与识别	74
3.1.1	低频 RFID 系统	75
3.1.2	开发实践：ID 卡识别	82
3.1.3	小结	87
3.1.4	思考与拓展	87
3.2	低频 RFID 技术应用开发	87
3.2.1	考勤门禁	87
3.2.2	开发实践：考勤系统的设计	88
3.2.3	小结	118
3.2.4	思考与拓展	118
第 4 章 高频 RFID 技术应用		119
4.1	非接触式 IC 卡原理	119
4.1.1	高频 RFID 系统	120
4.1.2	开发实践：识别 IC 卡	133
4.1.3	小结	144
4.1.4	思考与拓展	144
4.2	高频 RFID 系统与卡钱包	144
4.2.1	原理学习	144
4.2.2	开发实践：卡钱包开发	147
4.2.3	小结	152
4.2.4	思考与拓展	153
4.3	公交非接触式 IC 卡的应用开发	153
4.3.1	高频 RFID 系统	153
4.3.2	开发实践：嵌入式公交 IC 卡系统的设计	155
4.3.3	小结	171
4.3.4	思考与拓展	171
第 5 章 超高频 RFID 技术应用		173
5.1	超高频 RFID 系统	173
5.1.1	超高频 RFID 系统的概述、通信原理及组成	173
5.1.2	开发实践：超高频 RFID 系统标签的读写	181

5.1.3	小结	192
5.1.4	思考与拓展	193
5.2	超高频 RFID 系统与卡钱包开发	193
5.2.1	原理学习	193
5.2.2	开发实践: 超高频 RFID 卡钱包设计	199
5.2.3	小结	202
5.2.4	思考与拓展	202
5.3	ETC 不停车收费系统的应用开发	203
5.3.1	原理学习	203
5.3.2	开发实践: ETC 不停车收费系统	205
5.3.3	小结	218
5.3.4	思考与拓展	218

第 6 章 微波 RFID 技术应用 219

6.1	微波 2.4 GHz RFID 系统的开发	219
6.1.1	微波 RFID 系统	220
6.1.2	开发实践: 2.4 GHz RFID 系统	223
6.1.3	小结	246
6.1.4	思考与拓展	246
6.2	2.4 GHz 有源 RFID 仓储系统的应用与开发	246
6.2.1	原理学习	246
6.2.2	开发实践: 2.4 GHz 有源 RFID 仓储系统	247
6.2.3	小结	262
6.2.4	思考与拓展	262

第 7 章 其他 RFID 技术应用开发 263

7.1	NFC 原理与应用	263
7.1.1	NFC 技术	264
7.1.2	开发实践: 基于 PN544 实现 NFC 功能	271
7.1.3	小结	275
7.1.4	思考与拓展	275
7.2	NFC 电子名片的应用	275
7.2.1	原理学习	275
7.2.2	开发实践: NFC 电子名片	280
7.2.3	小结	283
7.2.4	思考与拓展	283
7.3	CPU 卡的原理与实现	283
7.3.1	CPU 卡	284
7.3.2	开发实践: 使用 FM1208M01 卡对 CPU 卡进行读写	292

7.3.3	小结·····	303
7.3.4	思考与拓展·····	303
7.4	CPU 卡电子消费应用·····	304
7.4.1	原理学习·····	304
7.4.2	开发实践：使用 CPU 卡实现电子消费卡系统·····	317
7.4.3	小结·····	334
7.4.4	思考与拓展·····	335

参考文献·····	336
-----------	-----

第 1 章

物联网与识别技术

最早的识别技术源于人类利用自身的感知系统对外界的物理对象进行的识别,包括视觉、听觉、触觉和味觉等系统。人体是一个高度复杂的感知系统,从衡量识别技术性能的指标来看,其在识别准确性、识别速度等方面都达到了很好的性能。然而,其最大的弊端是成本太高,对于大量的识别任务,则需要投入大量的人力来完成。因此,学术界、工业界的研究者、工程师们都在致力研究如何使用机器来代替人类进行自动识别。

识别技术的本质是利用被识别物理对象的一些具有辨识度的特征来对其进行区分和识别。这些具有辨识度的特征可以是物理对象自带的特征,如指纹、人脸、语音等,也可以是通过第三方赋予的特征,如条码中的特征信息等。具体来说,目前的自动识别技术主要包括指纹识别技术、人脸识别技术、语音识别技术、条码识别技术、射频识别技术等。

在不同的历史阶段,以及针对不同的应用领域,物品的识别方式主要有人工识别和自动识别两种,其发展过程和分类如图 1.1 所示。

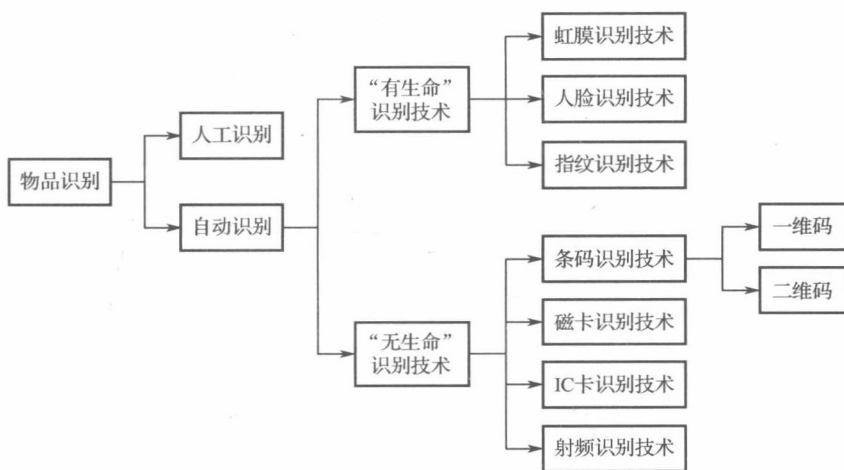


图 1.1 物品的识别方式的发展过程和分类示意图

本章主要讨论目前流行的一些自动识别技术,并对 RFID 技术的主要特点、核心技术、历史现状、发展趋势,以及与物联网的联系进行阐述和探讨,为读者勾勒出一个全局的轮廓来透彻地理解 RFID 技术的“前世今生”。通过对本章的学习,读者能够对 RFID 技术有一个比较全面的认识,并进一步激发对 RFID 技术探索与研究的兴趣。

1.1 物联网识别技术

1.1.1 物联网的概念与基本特征

物联网（Internet of Things）是指利用各种信息传感设备，如射频识别（RFID）装置、无线传感器、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等对现有物品信息进行感知、采集，通过网络支撑下的可靠传输技术，将各种物品的信息汇入互联网，并进行基于海量信息资源的智能决策、安全保障及管理技术与服务的全球公共的信息综合服务平台，如图 1.2 所示。



图 1.2 物联网

物联网有两层意思：第一，物联网的核心和基础仍然是互联网，是在互联网的基础上进行延伸和扩展的网络；第二，其用户端延伸和扩展到了任何物品，并在物品之间进行信息交换和通信。因此，物联网是指运用传感器、射频识别、嵌入式等技术，使信息传感设备能感知任何需要的信息，并按照约定的协议，通过可靠的网络（如无线局域网、3G/4G 等）接入方式，把物品与互联网连接起来进行信息交换，在物与物、物与人泛在连接的基础上，实现对物体的智能化识别、定位、跟踪、控制和管理。

物联网的架构可分为感知层、网络层、处理层和应用层，如图 1.3 所示。



图 1.3 物联网架构示意图

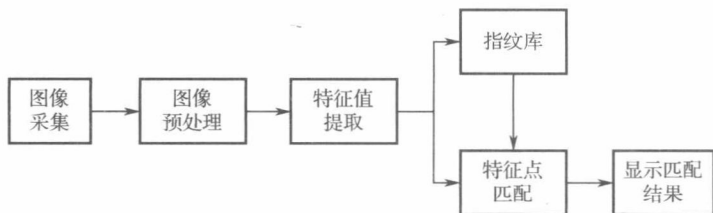


图 1.5 指纹识别流程

目前指纹识别技术占据了我国生物识别市场 90% 以上的份额，但因其易获得性，造成指纹被盗用、特殊状态指纹（如手指潮湿、受伤破损等）的识别问题屡见不鲜，指纹识别技术在应用过程中的安全性与可靠性仍有待提高。因此，结合其他生物特征，克服单一生物识别技术的不足，推动生物识别技术的多元化发展，将是指纹识别技术未来的一个重要研究方向。

随着可穿戴设备与物联网的持续升温，可穿戴设备具有广阔的应用和产业前景，并有望成为全球的下一个经济增长点。目前，诸如带有指纹解锁功能的移动支付手环、汽车指纹锁等穿戴设备的出现，以及结合基于人体通信的可穿戴式身份识别技术的研究表明，指纹识别技术在可穿戴设备中的应用将更为广泛。

2. 人脸识别技术

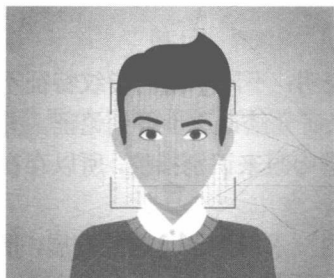


图 1.6 人脸识别技术

人脸识别技术是指通过比较人脸的视觉特征信息进行身份鉴别的技术，该技术是一项研究较为热门的计算机技术，如图 1.6 所示。

人脸识别技术主要基于人的面部特征，在图像或者视频中检测是否存在人脸，若存在人脸区域，就进一步检测其位置、大小以及面部各个器官的位置等信息，根据上述信息可以得到人脸中的代表每个人身份的特征，将上述特征与现有的人脸库进行比对，从而识别出人的身份。人脸识别技术包含多个方面的内容，从广义角度而言，人脸识别技术包括构建人脸识别系统的一系列相关技术，如人脸图像采集、人脸识别预处理、身份查找和身份确认等；从狭义角度而言，人脸识别技术就是身份查找或身份确认的过程。

近年来，人脸检测和人脸识别技术取得了显著的进步，随着该技术的发展，专家和学者们的研究热点逐渐转向了人脸表情分析、年龄评估等更为前沿和深入的领域。年龄评估在为不同年龄段的人提供不同服务方面的应用，有着巨大的市场潜力。例如，具有年龄评估功能的网页浏览器可以限制用户访问一些网页，具有年龄评估功能的自动售货机可以拒绝向未成年人出售烟酒等。

作为生物特征识别领域中一种基于生理特征的识别技术，人脸识别技术是通过计算机提取人脸特征，并根据这些特征进行身份验证的一种技术。人脸识别技术具有以下优越性：①不需要人工操作，是一种非接触式的识别技术；②快速、简便；③直观、准确、可靠；④性价比高，可扩展性好；⑤可跟踪性好；⑥具有自学习功能。总体而言，人脸识别技术是一种精度高、使用方便、鲁棒性好，而且很难假冒、性价比高的生物特征识别技术。

由于人脸识别具有以上优点，因此应用非常广泛，主要的应用范围有：①考勤系统，如某些大型公司和学校都用人脸识别技术来进行考勤打卡；②安全验证系统，如信用卡验证；

③刑事案件侦破；④出入口控制，如“北京奥运会”和“G20 杭州峰会”应用人脸识别技术进行安保；⑤人机交互领域；⑥金融行业，如支付宝推出的刷脸功能，微信推出的身份证人脸认证功能。

人脸识别技术的应用前景广阔，其研究内容主要包括以下 5 个方面。

(1) 人脸检测：从不同情形中找出人脸所在坐标与人脸占有的面积区域，这种方法会受到光照强度、图像噪点、头部偏角、脸部大小、情绪、图片成像器材质量和各种装饰物遮挡的影响。

(2) 人脸表征：提取出人的面部特征，确定检测的人脸和数据库（人脸库）中已存在的人脸描述方式，方法包括人脸几何特征（如欧氏距离、曲率、角度等）、代数特征（如矩阵特征矢量等）、固定特征模板、特征脸等。

(3) 人脸识别：将待测对象与数据库中已存在的人脸图像进行比对并得出结果，关键是选择适当的人脸描述方式与匹配算法。

(4) 面部表情、姿态分析：通过计算机识别面部表情的变化，从而分析和理解人的情绪。

(5) 生理分类：对人脸生理特征进行仔细分析，得到相关结论，这些生理特征包括人的性别、年龄、种族、职业等信息。

人脸识别应用系统流程如图 1.7 所示，系统有静态图像输入和视频图像输入两种。

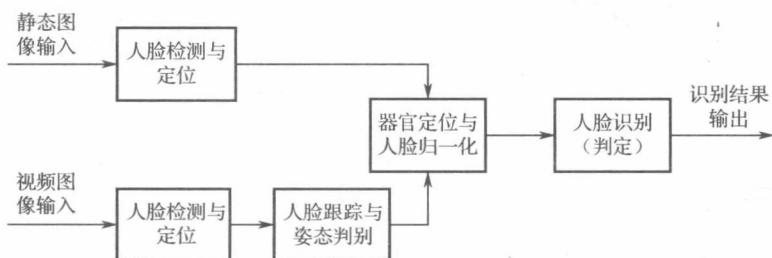


图 1.7 人脸识别应用系统流程

3. 语音识别技术

语言是人类相互交流最常用、最有效、最重要和最方便的形式，语音是语言的声学表现，与机器进行语音交流是人类一直以来的梦想。随着计算机技术的飞速发展，语音识别技术也取得了突破性的进展，人与机器用自然语言进行对话的梦想逐步实现。语音识别技术的应用范围极为广泛，不仅涉及日常生活的方方面面，在军事领域也发挥着极其重要的作用，它是信息社会朝着智能化和自动化发展的关键技术，使人们对信息的处理和获取变得更加便捷，从而提高人们的工作效率。

语音识别技术起始于 20 世纪 50 年代，这一时期的语音识别研究主要集中在对元音、辅音、数字和孤立词的识别。

20 世纪 60 年代，语音识别研究取得了实质性的进展。线性预测分析和动态规划的提出较好地解决了语音信号模型和语音信号不等长两个问题，通过语音信号的线性预测编码，有效地解决了语音信号的特征提取。20 世纪 70 年代，语音识别技术取得了突破性的进展，基于动态规划的动态时间规整技术基本成熟，特别提出了矢量量化和隐马尔可夫模型理论。

20 世纪 80 年代，语音识别的任务开始从对孤立词、连接词的识别转向对大词汇量、非特定人、连续语音的识别，识别算法也从传统的基于标准模板匹配的方法转向基于统计模型的方

法。在声学模型方面,由于 HMM 能够很好地描述语音的时变性和平稳性,开始被广泛应用于大词汇量连续语音识别的声学建模;在语言模型方面,以 N 元文法为代表的统计语言模型开始广泛应用于语音识别系统。在这一阶段,基于 HMM/VQ、HMM/高斯混合模型、HMM/人工神经网络的语音建模方法开始广泛应用于 LVCSR 系统,语音识别技术取得了新突破。

20 世纪 90 年代以后,伴随着语音识别系统走向实用化,语音识别在细化模型的设计、参数提取和优化、系统的自适应方面取得了较大的进展。同时,人们更多地关注话者自适应、听觉模型、快速搜索识别算法,以及进一步的语言模型的研究等课题。此外,语音识别技术开始与其他领域相关技术相结合,以提高识别的准确率,便于实现语音识别技术的产品化。

语音识别系统基本原理框图如图 1.8 所示,其中,预处理模块滤除原始语音信号中的次要信息及背景噪音等,包括抗混叠滤波、预加重、模/数转换、自动增益控制等处理过程,将语音信号数字化;特征提取模块对语音的声学参数进行分析后提取出语音特征参数,形成特征矢量序列。语音识别系统常用的特征参数有短时平均幅度、短时平均能量、线性预测编码系数、短时频谱等。特征提取和选择是构建系统的关键,对识别效果极为重要。

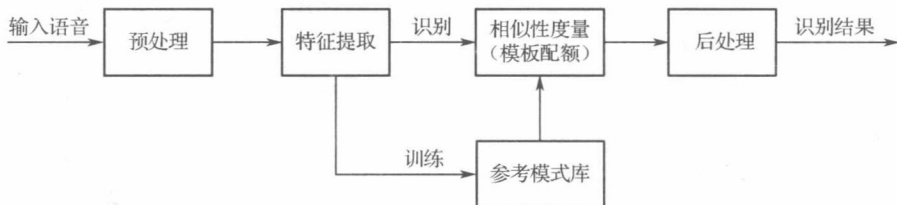


图 1.8 语音识别系统基本原理框图

4. 一维码识别技术

根据 IBM 的资料显示,全球第一次扫描条码(即一维码)的操作发生在 1974 年 6 月 26 日俄亥俄州的特洛伊市。当时,一名收银员为克莱德·道森扫描了黄箭口香糖 10 片装,显示价格为 67 美分。这一操作也正式意味着条码扫描技术的诞生。随着计算机应用的不断普及,一维码识别技术得到了迅猛的发展。一维码与计算机数据库相结合,可表示更多的信息,包括物品的生产日期、类别、生产国、图书分类号、商品名称、邮件起止地点、制造厂家、日期等信息,因而一维码识别技术在银行系统、邮电管理、图书管理、商品流通等领域都得到了发展和推广。一维码是由光反射率不同、宽度不同、密集程度不同的黑条和白条按照一定的规则编成的用以表达一组信息的符号。也可以说,一维码是一组粗细程度不同,按照一定规则安排密集程度、间距的平行黑白线条图形,用以表达一定的信息量。



图 1.9 一维码

一般的一维码是由反射率相差甚远的条和空组合而成的。在日常生活中,一维码识别技术已经得到了非常广泛的应用,从食品到书籍等各种各样的商品通常会附带一个一维码,如图 1.9 所示。

一维码的编码方法简单而高效,码制指的是条和空的排列规则,常用的一维码的码制包含 UPC 码、交叉 25 码、39 码、EAN 码、库德巴码、128 码和 93 码等。

一维码存在下述一些问题,例如存储的信息量少;需要时刻与计算机数据库结合;尺寸相对太大,导致空间利用率较低;遭到损坏后不能恢复信息;容错能力较差。正是由于这些不足促进了二维码的诞生。

5. 二维码识别技术

二维码识别技术利用在二维平面上黑白相间的图形来记录数据,这些几何图形通过一定规律分布来表述特定的信息。在编码时,二维码巧妙地利用若干个与二进制相对应的几何形体来表示文字和数字信息,通过光电扫描设备能够被自动识别,从而实现信息的自动处理。由于二维码识别技术是从一维码识别技术发展而来的,因此它也具有一维码的一些特性,如每种码制有其特定的字符集、每个字符占有一定的宽度、具有一定的校验功能等。然而,与一维码有所不同,二维码在二维空间的两个维度均记载着数据,如图 1.10 所示。



图 1.10 二维码

二维码和一维码一样,在识别时需要无障碍地近距离扫描。相对一维码来说,二维码存在如下特点。

- 存储容量较大。
- 信息密度高,可以存储的信息种类繁多,包括数字、英文、汉字、指纹、声音和图片等。
- 纠错能力强,二维码在 50%污损的情况下,仍然可以被识别。
- 支持加密,具有多重防伪特性。

6. 射频识别 (RFID) 技术

目前能够实现物与互联网连接功能的技术主要包含红外技术、地磁感应技术、射频识别 (RFID) 技术、条码识别技术、视频识别技术、无线通信技术等,通过这些技术可以将物以信息的形式连接到互联网中。射频识别 (RFID) 技术相较于其他识别技术,在准确率、感应距离、信息量等方面具有非常明显的优势。

射频识别 (Radio Frequency Identification, RFID) 技术是一种非接触式的自动识别技术,通过射频信号的空间耦合实现非接触式的信息传输,从而达到识别的目的。目前 RFID 技术应用很广,如图书馆门禁系统、食品安全溯源等。RFID 技术的应用如图 1.11 所示。



图 1.11 RFID 技术的应用

RFID 在实际应用中,其电子标签(简称标签)附着在待识别物体的表面,其中保存着约定格式的电子数据。阅读器可以非接触式地读取并识别标签中所保存的电子数据,从而达到自动识别物体的目的。阅读器通过天线发送出一定频率的射频信号,当标签进入磁场时会

产生感应电流从而获得能量，发送出自身编码信息，阅读器将这些信息解码后送至主机进行相关处理。

RFID 技术应用范围非常广泛，如 ETC 不停车收费系统、物流与供应链管理、集装箱管理、车辆管理、人员管理、图书管理、生产管理、金融押运管理、资产管理、钢铁行业、烟草行业、国家公共安全、证件防伪、食品安全、动物管理等多个领域。

物联网与射频识别（RFID）技术关系紧密，RFID 技术是物联网的关键部分，其飞速发展无疑对物联网的进步具有重要的意义。

1.1.4 小结

物联网使人类在信息与通信领域获得了新的沟通维度，从任何时间、任何地点的人与人之间的沟通和连接，扩展到任何时间、任何地点的人和物、物和物之间的沟通与连接。

自动识别技术是利用机器识别对象的众多技术的总称，指纹识别、人脸识别、语音识别、条码识别和射频识别（RFID）等技术都属于自动识别技术。指纹识别技术是通过采集指纹图像并与指纹库进行特征点比较，从而获取正确信息的一种技术，经历了从低效的人工肉眼识别到高效的计算机识别的过程。人脸识别技术指的是通过比较人脸的视觉特征信息从而进行身份鉴别的技术，该技术是一项研究较为热门的计算机技术。语音识别是通过采集语音并与参考模式库进行特征点比较，从而获取正确信息的一种技术。条码分为一维码和二维码，一维码是由反射率相差较大的、相距一定距离的条和空组成的。二维码是从一维码发展而来的，利用在二维平面上黑白相间的图形来记录数据，这些图形通过一定规律分布来表述特定的信息。在代码编制上，二维码巧妙地利用若干个与二进制相对应的几何形体来表达文字和数字信息，通过光电扫描设备能够自动识别条码，以实现信息自动处理。

RFID 是一种通过无线射频信号获取物体相关数据的自动识别技术。RFID 的标签安全性高、信息容量大、抗污损能力强。RFID 技术可远距离地同时识别多个标签，可方便地新增、更改和删除标签中的信息，是实现物与物互联和人与物互联的一种重要方式。

目前，物联网 RFID 技术的主要应用领域为制造、物流、零售、医疗、身份识别、军事、防伪安全、资产管理、交通、食品、智能家居、环境监测等。

1.1.5 思考与拓展

- (1) 常见的物联网识别技术有哪些？
- (2) 物联网感知层有哪些识别技术？

1.2 射频识别（RFID）系统及物联网识别开发平台

射频识别技术与传统的自动识别技术有何共同点和区别？RFID 技术具有什么特点？RFID 与物联网之间的联系是什么？RFID 系统是由哪些组件构成的？每个组件的基本结构和原理是什么？本节将通过系统介绍 RFID 系统来逐一回答上述问题。