



“十三五”普通高等教育本科部委级规划教材
教育部卓越工程师教育培养计划纺织工程系列教材

纺织传感网技术

F

ANGZHI

CHUANGANWANG JISHU

刘基宏 编著



中国纺织出版社



“十三五”普通高等教育本科部委级规划教材
教育部卓越工程师教育培养计划纺织工程系列教材

纺织传感网技术

刘基宏 编著

中国纺织出版社

内 容 提 要

本书从传感网数据采集和数据传输两个方面对纺织传感网技术进行了比较系统的介绍。传感网数据采集主要包括条形码编写与采集、RFID系统架构与数据采集、温湿度系统架构与数据采集,数据传输部分主要包括WiFi数据传输系统架构。书中根据工程教育认证对本科生解决复杂问题的综合能力的培养要求,精心选择了对应的四种典型纺织工程案例,并针对每一种案例的特点重点阐述其实现理论与实现方法。工程案例中对纺织品编码技术、细纱管锭对位系统、车间温湿度管理、单锭检测与管理系统进行了介绍。

本书是高等院校纺织专业本科生教材,也可作为相关领域的工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

纺织传感网技术/刘基宏编著. —北京:中国纺织出版社, 2017.5

“十三五”普通高等教育本科部委级规划教材 教育部卓越工程师教育培养计划纺织工程系列教材

ISBN 978-7-5180-3481-9

I. ①纺… II. ①刘… III. ①无线电通信—传感器—应用—纺织工业—高等学校—教材 IV. ①TS1

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第075384号

策划编辑:朱利锋 孔会云 责任编辑:朱利锋 责任校对:楼旭红
责任设计:何建 责任印制:何建

中国纺织出版社出版发行

地址:北京市朝阳区百子湾东里A407号楼 邮政编码:100124

销售电话:010-67004422 传真:010-87155801

<http://www.c-textilep.com>

E-mail: faxing@c-textilep.com

中国纺织出版社天猫旗舰店

官方微博<http://weibo.com/2119887771>

北京密东印刷有限公司印刷 各地新华书店经销

2017年5月第1版第1次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:13.75

字数:260千字 定价:48.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社图书营销中心调换

前言

导引置列野果

《纺织传感网技术》是江南大学纺织服装学院多年来对纺织智能检测技术、纺织专用装备与专件开发、新型纺纱理论及工艺不断进行研究的成果，也是为适应“工程教育论证”要求，对纺织工程专业的培养模式和教学方法进行改革的成果。该书注重理论联系实际，突出解决复杂工种问题能力的训练。其主要特点如下：

首先结合实际工程应用，选择了条形码、RFID、温湿度系统、数据传输系统四个传感网的基本问题，强调基本概念、基本原理、基本分析方法的掌握。并对应这四个问题，从纺织工程的实际应用中提炼出纺织品编码技术、细纱管锭对位系统、车间温湿度管理、单锭检测与管理系统四个可操作性强的项目实例，将知识点融入实例中，便于激发学生的学习兴趣，力求理论和实践相结合，同时着重培养学生解决工程实际问题和综合应用的能力。最后以当今最流行、应用最普遍的机型为核心，紧密结合实际工程应用，采用最合适的VB或C语言编写相关软件，并提供相应的设计过程、源代码及调试过程和调试结果，增强了实用性、操作性和可读性。全书结构清晰、内容新颖、文字简练。

为了便于教学与自学，全书融合上述知识后分为五章，从第二章开始每章按照统一格式分三节介绍，分别介绍基础知识、应用系统的架构、系统开发过程中的硬件与软件设计的重点难点解析，从而有利于培养读者掌握基础知识、掌握在工程实践中的应用与制作能力。为了配合教学，在内容的编排上力求从知识点开始，完成工程实践后，再循序渐进、由浅入深、重点突出，使教材具有理论性、实践性、工程应用性和先进性。通过典型项目分析，使学生容易抓住知识点和重点内容，掌握基本原理和分析方法，达到举一反三的目的。教学过程中可采用教、学、做相结合的教学模式，既能使学生掌握好基础，又能启发学生思考，培养动手能力。

本书编写过程中得到潘如如、刘建立、周建、彭立等多位老师的大力协助与支持，在此表示感谢。

本书不仅可作为高校纺织工程专业的教材，也可以作为物联网、计算机及相关专业的教材，或作为毕业设计参考教材，同时对工程技术人员也具有参考价值。

作者在编写过程中参考了书后所列的文献资料，在此谨向其作者表示感谢。由于作者水平有限，书中难免有不妥之处，恳请读者批评指正。

刘基宏

2017年2月

课程设置指导

课程名称 纺织传感网技术

适用专业 纺织工程

总学时数 40

理论教学时数 32

实验（实践）教学时数 8

课程性质 本课程为纺织工程本科专业的专业核心课程，是必修课。

课程教学目的

1. 掌握传感网技术的基本知识，掌握识别、组网等关键技术。
2. 掌握传感网技术与纺织产业融合技术，以及在纺织产业中如何应用，理解纺织产业的信息化、网络化、智能化知识。
3. 掌握传感网实现的基本原理与方法，并运用到实践中去。

课程教学的基本要求 教学环节包括课堂教学、实验教学、作业和考试。通过各教学环节重点培养学生对理论知识理解和运用能力。

1. 课堂教学：在讲授基本概念、基本原理的基础上，举例说明理论在纺织生产实际中的应用，并及时补充最新的发展动态，最后讲解相应原理在应用与实施中的关键技术问题。
2. 实践教学：本课程中通过实验验证，提高同学们理论联系实际的能力，同时培养完成具体工程项目的的能力，达到最终解决复杂问题的目的。
3. 课外作业：每章给出若干思考题，尽量系统反映该章的知识点，布置适量书面作业。
4. 考核：平时采用课堂练习与实验相结合的方式考核，最终以项目实践作为全面考核。考核形式根据情况采用汇报、软件演示等方式。

教学环节学时分配

章 数	讲 授 内 容	学时分配
第一章	绪论	2
第二章	条形码应用技术/实验一 条形码识别实验	6/2
第三章	RFID应用技术/实验二 射频识别实验	8/2
第四章	温湿度检测技术/实验三 温度检测实验	8/2
第五章	WiFi应用技术/实验三 网络通信实验	8/2
合 计		32/8

注 各院校可根据自身的教学特点和教学计划对课程时数进行调整。

目 录

第一章 绪论	001
一、无线传感网的定义	001
二、传感网的产生与发展	002
三、传感网对生产的影响	003
第二章 条形码应用技术	005
第一节 条形码基础	005
一、自动识别技术	005
二、条形码技术	006
三、卡识别技术	012
四、指纹识别技术	013
五、射频识别技术	013
六、语音识别技术	013
七、视觉识别技术	014
八、光学字符识别技术	014
九、虹膜识别技术	015
第二节 纺织品编码与应用	015
一、原料条形码	015
二、织物条形码	019
三、服装条形码	026
第三节 条形码的编写与读取	033
一、商品条形码	033
二、条形码编码	034
三、条形码识别系统的工作原理	041
四、条形码扫描器	042
五、条形码编码过程	045
六、二维码的编码	056
第三章 射频识别技术 (RFID) 应用技术	066

第一节 RFID基础	066
一、什么是RFID	066
二、RFID的发展	066
三、RFID系统构成	067
四、RFID的分类	068
五、电子标签组成及原理.....	073
六、读写器组成及原理.....	077
七、RFID的技术标准	080
第二节 RFID在纺织中的应用实例	085
一、管锭对位系统.....	085
二、小车定位系统.....	090
第三节 RFID的软件和硬件	097
一、常用读写器.....	097
二、S50卡 (Mifare1)	101
三、基于读写模块系统开发.....	108
四、基于读写器系统开发.....	110
第四章 温湿度检测技术.....	114
第一节 纺织企业温湿度问题.....	114
一、引言.....	114
二、传统温湿度检测.....	115
三、温湿度与生产过程的关系.....	116
四、温湿度的表征与测量.....	123
第二节 温湿度测量系统.....	124
一、项目要求.....	124
二、系统总体设计方案.....	124
三、硬件功能实现.....	127
第三节 关键元器件及软硬件设计.....	127
一、单片机概述.....	127
二、温湿度传感器及使用.....	134
第五章 WiFi应用技术.....	161
第一节 WiFi技术简述.....	161
一、WiFi概述.....	161

二、无线电频谱	162
三、IEEE 802.11架构	163
四、WiFi芯片的生产厂家	169
五、WiFi技术的优点和缺点	170
六、WiFi使用中注意的几个概念	171
第二节 细纱车间单锭管理系统	173
一、概述	173
二、系统分析与功能模块设计	177
三、单锭位断纱数据的传输与管理	179
四、无线通信管理在染整中的应用	183
第三节 WiFi功能实现	183
一、硬件平台搭建	183
二、平台功能模型	184
三、串口与模块通信	186
四、软件开发方式	189
五、AT指令的通信实现	189
六、使用SDK开发包编程	199
主要参考文献	205

第一章 绪论

一、无线传感网的定义

网络技术是20世纪计算机科学的一项伟大成果,以互联网为代表,给人们的生活带来了重大的变化。然而互联网很难感知人们身边的现实世界,传感网络正是基于这样的背景下产生的一种能够感知现实世界的新型网络技术。

无线传感网(Wireless Sensor Networks: WSNs)是利用传感器、无线通信和微电机等技术,基于互联网、传统电信网、广播电视网等信息承载体,感知所有能被独立寻址的普通物理对象,实现互联互通的网络。

无线传感网一般由大规模随机分布的无线传感器节点、基站以及信息监控中心构成。传感器网络的基本要素是传感器,由传感器感知对象和观察者。传感器有红外感应器、激光扫描器、电子标签、温湿度传感器、全球定位系统等信息传感设备。每个传感器节点的功能可以相同也可以不同,每个传感器节点又由数据采集模块、数据处理和控制模块、通信模块和供电模块等组成。为了数据传输的方便,数据采集模块中一般包括传感器A/D转换器,数据处理和控制模块由微处理器、存储器等组成,通信模块包括无线收发器等,从而实现动态自组织的方式协同地感知和采集网络分布区域的对象的各种信息。

传感器与传感器之间、传感器与观察者之间通过有线或无线网络通信,节点间进行通信,每个节点都可以充当路由器的角色,并与互联网结合起来而形成另一个巨大的网络,让所有的对象都与网络连接在一起,方便识别。无线传感网节点数量大、维护困难,而且一般采用电池供电,工作环境通常比较恶劣,所以低功耗设计是无线传感器网的重要设计准则,因此,需要对传统的嵌入式应用开发更新和改进,达到可靠而耐用。

观察者是传感器网络的用户,是感知信息的接受者也是应用者。观察者可以主动地查询与分析传感器网络的感知信息,也可以被动地接收传感器网络发布的信息,用于支持决策、监控和管理。观察者对感知信息进行观察、分析、挖掘后,对网络感知对象采取相应的措施。感知对象是传感器网络的测量对象的参数,也是观察者感兴趣的监测目标,一般通过表征对象的物理现象、化学现象或其他现象的数字量来表征。

无线传感网是一种全新的信息获取和处理技术,是传感器、通信和计算机三项技术相结合的产物,因此无线传感网体系可分为四个层次。

(一) 感知与识别层

感知识别是无线传感器网的核心技术,是联系物理世界和信息世界的纽带。感知识别层既包括条形码(一维条形码或二维条形码)、射频识别、无线智能传感器等信息自动

生成设备,也包括各种智能电子产品用来人工生成信息,其中以传感器为主,实现对监测目标物的识别。无线传感器网络主要通过各种类型的传感器对物质性质、环境状态、行为模式等信息开展大规模、长期、实时地获取,观察者可以随时随地连入互联网,分享相关信息。

(二) 网络传输层

把感知识别层获取的数据接入互联网,供上层服务使用。无线个域网络包括红外、蓝牙、ZigBee等通信协议,具有低功耗、低传输速度、短距离的特征,用作传感器末端的互联和设备控制。无线局域网包括现在广为流行的WiFi,为一定区域内的用户提供网络访问服务,提供便捷的互联网、广电网络、通信网络接入,实现传感网互联。

(三) 管理与服务层

在高性能计算机及海量存储技术的支撑下,管理与服务层可高效、可靠地组织大规模数据,为上层行业应用提供支持。利用海量数据,并利用运筹学、数据挖掘、专家系统等对数据进行进一步的分析。

(四) 网络应用层

网络利用现有的手机、PC等终端实现不同行业和部门的具体应用。无线传感网技术是典型的具有交叉学科性质的军民两用战略高技术,可以广泛用于国防军事、国家安全、环境科学、灾害预测、医疗卫生、制造业、城市信息等领域。传感网在民用方面,涉及城市公共安全、公共卫生、安全生产、智能交通、智能家居、环境监控等领域。

二、传感网的产生与发展

传感器网络的发展历程分为三个阶段:传感器、无线传感器、无线传感器网。1978年,美国国防部高级研究计划局资助卡内基梅隆大学进行分布式传感器的研究,主要研究具有无线通信能力的传感器节点的自组织构成网络,后来被看成是无线传感网的雏形。

第一阶段:最早可以追溯至越战时期使用的“热带树”传感器。美越战争期间,胡志明小道是胡志明部队向南方游击队输送物资的秘密通道,双方在密林覆盖的胡志明小道进行了血腥较量,美军对其的狂轰滥炸不见效果。后来,美军投放了2万多个由震动和声响传感器组成的系统,该系统称为“热带树”传感器。当对方车队经过,传感器探测出目标发出的震动及声响信息,并发送到指挥中心,美战机随后展开追杀,取得了成功。

第二阶段:20世纪的八九十年代之间。以美军研制的分布式传感器网络系统、远程战场传感器系统、海军协同交战能力系统等为代表,这种现代微型化的传感器已经具备了感知能力、计算能力和通信能力。

第三阶段:911事件之后。这个阶段的传感器网络技术特点表现在网络传输自组织能力、节点设计低功耗,除了应用于反恐活动以外,传感器网络在其他领域更是获得了很好的应用,从而形成大量微型、低成本、低功耗的传感器节点组成的多跳无线网络。现在传感器网络技术已经广泛应用于社会建设的各个层面以及人们的日常生活当中。

在现代意义上的无线传感网研究及其应用方面,我国与发达国家几乎同步启动,它已

经成为我国信息领域位居世界前列的少数研究方向之一。在2006年我国发布的《国家中长期科学与技术发展规划纲要》中,信息技术确定了三个前沿方向,其中智能感知和自组网技术两项就与传感器网络直接相关。随着无线技术的快速发展和日趋成熟,无线通信也发展到一定的阶段,其发展的技术越来越成熟,方向也越来越多,越来越重要,大量的应用方案开始采用无线技术进行数据采集和通信。微电子机械加工技术的发展为传感器的微型化提供了可能,微处理技术的发展促进了传感器的智能化,通过MEMS技术和射频(RF)通信技术的融合促进了无线传感器及其网络的诞生。传统的传感器正逐步实现微型化、智能化、信息化、网络化,正经历着一个从传统传感器(Dumb Sensor)到智能传感器(Smart Sensor)再到嵌入式Web传感器(Embedded Web Sensor)的内涵不断丰富的发展过程。微机电系统和低功耗高集成数字设备的发展,使得低成本、低功耗、小体积的传感器节点得以实现。这样的节点配合各类型的传感器,可组成无线传感网。无线传感网络是一种开创了新的应用领域的新兴概念和技术。广泛应用于战场监视、大规模环境监测和大区域内的目标追踪等领域。传感技术、传感网已经被认定为最重要的研究之一。

与传感网密切相关的是物联网,其概念最早出现于比尔·盖茨1995年《未来之路》(The Road Ahead)一书。盖茨提及物物互联,但是当时受限于无线网络及传感设备的发展状况。1998年,美国麻省理工学院的Auto-ID中心提出EPC(Electronic Product Code)系统的概念。1999年,Auto-ID研究中心基于EPC、RFID(Radio Frequency Identification)、无线通信技术、互联网(Web of Internet)等技术基础,提出了物联网的概念。2005年11月17日,在突尼斯举行的信息社会世界峰会WSIS(World Summit on the Information Society)上,国际电信联盟在《ITU互联网报告2005:物联网》中正式提出了“物联网”的概念。2009年1月28,奥巴马就任美国总统后与美国工商业领袖举行了一次“圆桌会议”;IBM首席执行官彭明盛首次提出“智慧地球”这一概念。我国政府也高度重视物联网的研究和发展。2009年8月7日,时任国务院总理温家宝在无锡视察时发表重要讲话,提出“感知中国”的战略构想,表示中国要抓住机遇,大力发展物联网技术。2010年,坐落在无锡的江南大学正式成立了物联网工程学院,该学院是全国首家物联网实体学院。次年江南大学的纺织服装学院开设纺织传感网技术课程。

三、传感网对生产的影响

随着现代科技的飞速发展,知识经济时代的到来,人们的需求也日新月异,促使产品更新换代的周期越来越短,形成了多样化、个性化的市场。在这种全球激烈竞争的市场环境中,只有综合运用市场、研发、制造、组织等竞争优势,企业才能制胜。企业必须根据产品的需求,转换成产品的过程,并且达到快速反应且需满足客户多样化、个性化的需求,导致了公司生产的产品向多品种、小批量、多批次、超短周期方向发展。由于产品实现过程的复杂度和多变性,所以企业的需求、设计、制造、销售与服务的整个生产模式的变革,使之适用于高效率和高柔性的功能的要求。

历史上企业经历了三次生产模式的转变:单件小批量生产替代手工作坊式生产模

式,大规模定制生产替代单件小批量生产模式,多品种小批量柔性生产替代大规模定制生产模式。随着传感网与物联网技术的发展,企业逐步适应了快捷、多元化、个性化的需求,现代多品种少批量、富有柔性且具有相同低成本的先进生产模式就成为可能。在企业生产模式的转变过程中,出现了大量成组技术(GT)、独立制造岛(AMI)、精益生产(LP)、智能制造(IMS)、计算机集成制造系统(CIMS)、灵捷制造(AM)、虚拟制造(VM)、制造资源计划(MRP)、公司资源计划(ERP)等基于柔性生产模式的先进制造技术与管理方法。

随着传感网与物联网技术的发展,企业逐步适应了快捷、多元化、个性化的需求,现代多品种少批量、富有柔性且具有相同低成本的先进生产模式就成为可能。在企业生产模式的转变过程中,出现了大量成组技术(GT)、独立制造岛(AMI)、精益生产(LP)、智能制造(IMS)、计算机集成制造系统(CIMS)、灵捷制造(AM)、虚拟制造(VM)、制造资源计划(MRP)、公司资源计划(ERP)等基于柔性生产模式的先进制造技术与管理方法。

随着传感网与物联网技术的发展,企业逐步适应了快捷、多元化、个性化的需求,现代多品种少批量、富有柔性且具有相同低成本的先进生产模式就成为可能。在企业生产模式的转变过程中,出现了大量成组技术(GT)、独立制造岛(AMI)、精益生产(LP)、智能制造(IMS)、计算机集成制造系统(CIMS)、灵捷制造(AM)、虚拟制造(VM)、制造资源计划(MRP)、公司资源计划(ERP)等基于柔性生产模式的先进制造技术与管理方法。

随着传感网与物联网技术的发展,企业逐步适应了快捷、多元化、个性化的需求,现代多品种少批量、富有柔性且具有相同低成本的先进生产模式就成为可能。在企业生产模式的转变过程中,出现了大量成组技术(GT)、独立制造岛(AMI)、精益生产(LP)、智能制造(IMS)、计算机集成制造系统(CIMS)、灵捷制造(AM)、虚拟制造(VM)、制造资源计划(MRP)、公司资源计划(ERP)等基于柔性生产模式的先进制造技术与管理方法。

第二章 条形码应用技术

第一节 条形码基础

一、自动识别技术

在人们的现实生活中,各种各样的活动或者事件都会产生这样或者那样的数据,这些数据包括人员、物质、财务,也包括采购、生产和销售。这些数据的采集与分析,对于人们的生产或者生活决策来讲是十分重要的。如果没有这些实际工况的数据支援,生产和决策缺乏现实信息基础,就将成为一句空话。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,最终成为影响人们决策的信息。

在信息系统早期,相当一部分数据的处理都是通过手工录入,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,将人们从繁冗的重复的但又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订提供正确的参考依据。

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(LMIS, Logistics Management Information System)存在的基础,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工况都要密集,数据量都要大,更加需要自动识别技术(Auto Identification)。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形码,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或者数据采集技术。

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技术、磁条磁卡技术、IC卡技术、光学字符识别、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)完成了系统的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、工作重复性高等问题,为计算机信息处理提供了快速、准确的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。在有的场合,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产品之间协同工作。

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,简称 AIDS)、应用系统软件(Application Software)和应用程序接口(Application Interface,简称 API)或者中间件(Middleware)。

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。

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是需要被识别物体具有特定的识别特征载体(如标签等,仅光学字符识别例外),而特征提取技术则根据被识别物体的本身的行为特征(包括静态的、动态的和属性的特征)来完成数据的自动采集。

二、条形码技术

(一) 条形码的概念

1. 一维条形码概念

一维条形码(barcode)技术是在计算机应用发展过程中,为消除数据录入的“瓶颈”问题而产生的,可以说是最“古老”的自动识别技术。通常在图书封底可以看到一种由13位数字组成的一维条形码,这是国家通用商品条的一种一维条形码。所谓一维条形码,是由一组规则排列、粗细变化的条、空以及对应的字符组成,且可利用光电扫描阅读设备识读,并实现数据输入计算机的特殊图像。目前市场上常见的是一维条形码,信息量约几十位数据和字符。当使用专门的一维条形码识别设备如手持式条形码扫描器扫描这些条形码时,条形码中包含的信息就转化为计算机可识别的数据。条形码可有各种颜色,不过常看到的是黑色。由于条形码的识读是通过条形码的条和空的颜色对比度来实现的(图2-1),一般情况下,只要能够满足对比度(PCS值)的要求的颜色即可使用。通常采用浅色作空的颜色,如白色、橙色、黄色等,采用深色作条的颜色,如黑色、暗绿色、深棕色等。最好的颜色搭配是黑条白空。根据条形码检测的实践经验,红色、金色、浅黄色不宜作条的颜色,透明、金色不能作空的颜色。现在常用的一维条形码有39码、128码、93码、EAN/JAN码、UPC码等。



图2-1 一维条形码

2. 二维条形码概念

二维条形码（2-dimensional bar code）是按一定规律在平面上分布的黑白相间的图形记录数据信息的符号，可以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。短阵式二维条形码，或称棋盘式二维条形码，是在一个矩形空间通过黑、白像素在矩阵中的不同分布进行编码，信息量可达几千字符。如图2-2所示就是二维条形码。



图2-2 常见的二维条形码

二维条形码具有条形码技术的一些共性：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，同时还具有对不同行的信息自动识别功能及处理图形旋转变化等特点。从结构上讲，二维条形码分为两类，一类是由矩阵代码和点代码组成，其数据是以二维空间的形态编码的；另一类是包含重叠的或多行条形码符号，其数据以成串的数据行显示。

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。在矩阵相应元素位置上，用点（方点、圆点或其他形状）的出现表示二进制的“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条形码所代表的意义。矩阵式二维条形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。

（二）条形码发展史

1. 一维条形码发展史

一维条形码技术最早产生在20世纪20年代，在威斯汀·豪斯（Westing House）的实验室，科芒德·约翰（Kermode John）想对邮政单据实现自动分检，具体做法是在信封上做一维条形码标记，条形码中的信息是收信人的地址，就像今天的邮政编码。为此科芒德发明了最早的条形码标识，设计方案非常简单，即一个“条”表示数字“1”，二个“条”表示数字“2”，以此类推，这种方法称为模块比较法。然后，科芒德又发明了由基本的元件组成的条形码识读设备：一个扫描器（能够发射光并接收反射光）；一个测定反射信

号条和空的元件，即边缘定位线圈；可以测定结果的元件，即译码器。科芒德的扫描器利用当时新发明的光电池来收集反射光。“空”反射回来的是强信号，“条”反射回来的是弱信号。与当今高速度的电子元器件应用不同的是，科芒德利用磁性线圈来测定“条”和“空”。就像一个小孩将电线与电池连接，再绕在一颗钉子上来夹纸，科芒德用一个带铁芯的线圈，在接收到“空”的信号的时候吸引一个开关，在接收到“条”的信号的时候，释放开关并接通电路。因此，最早的条形码阅读器噪声很大。开关由一系列的继电器控制，“开”和“关”由打印在信封上“条”的数量决定。通过这种方法，条形码符号直接对信件进行分检。

科芒德码所包含的信息量相当低，而且科芒德码只能对十个不同的地区进行编码，很难编出十个以上的不同代码。科芒德的合作者杨·道格拉斯（Young Douglas），在科芒德码的基础上作了些改进。杨码使用更少的条，但是利用条之间空的尺寸变化，就像今天的UPC条形码符号使用四个不同的条空尺寸。新的条形码符号可在同样大小的空间对一百个不同的地区进行编码。

直到1949年的专利文献中才第一次有了伍德·兰诺姆（Woodland Norm）和西尔沃·伯纳德（Silver Bernard）发明的全方位条形码符号的记载，在这之前的专利文献中始终没有条形码技术的记录，也没有投入实际应用的先例。伍德兰和西尔沃的想法是利用科芒德和杨的垂直的“条”和“空”，并使之弯曲成环状，非常像射箭的靶子。这样扫描器通过扫描图形的中心，能够对条形码符号解码，不管条形码符号方向的朝向。

随着发光二极管（LED）、微处理器和激光二极管的不断发展，迎来了新的标识符号及应用大爆炸，人们称为“条形码工业”。今天很少能找到没有直接接触过既快又准的条形码技术的公司或个人。

1970年，美国超级市场AdHoc委员会制订出通用商品代码UPC码，许多团体也提出了各种条形码符号方案。UPC码首先在杂货零售业中试用，这为以后条形码的统一和广泛采用奠定了基础。次年布莱西公司研制出布莱西码及相应的自动识别系统，用以库存验算。这是条形码技术第一次在仓库管理系统中的实际应用。1972年，马金·蒙那奇（Marking Monarch）等人研制出库德巴（Code bar）码，到此美国的条形码技术进入新的发展阶段。

1973年，美国统一编码协会（简称UCC）建立了UPC条形码系统，实现了该码制标准化。同年，食品杂货业把UPC码作为该行业的通用标准码制，为条形码技术在商业流通销售领域里的广泛应用起到了推动作用。1974年，Intermec公司的阿利尔·戴维（Allair Davide）博士研制出39码，很快被美国国防部所采纳，作为军用条形码码制。39码是第一个字母、数字式相结合的条形码，后来也广泛应用于工业领域和商业领域。

1977年，欧洲共同体在UPC-A码基础上制订出欧洲物品编码EAN-13和EAN-8码，签署了“欧洲物品编码”协议备忘录，并正式成立了欧洲物品编码协会（简称EAN）。1981年，由于EAN已经发展成为一个国际性组织，因此改名为国际物品编码协会，简称IAN。但由于历史原因和习惯，至今仍称为EAN（后改为EAN-international）。

日本从1974年开始着手建立POS系统,研究标准化、信息输入方式、印制技术等。在EAN基础上,日本于1978年制订出日本物品编码JAN。同年日本加入了国际物品编码协会,开始进行厂家登记注册,并全面转入条形码技术及其系列产品的开发工作,10年之后成为EAN最大的用户。

到了20世纪80年代初,为了提高条形码符号的信息密度,人们开展了多项研究。128码和93码就是其中的研究成果。128码于1981年被推荐使用,93码于1982年被使用。这两种码的优点是条形码符号密度比39码高出近30%。随着条形码技术的发展,条形码码制种类不断增加,因而标准化问题显得很突出。为此先后制订了军用标准1189;交插25码、39码和库德巴码ANSI标准MH10.8M等。同时一些行业也开始建立行业标准,以适应发展需要。此后,戴维阿利尔又研制出49码,这是一种非传统的条形码符号,它比以往的条形码符号具有更高的密度(即二维条形码的雏形)。接着威廉斯·特德(Williams Ted)推出16K码,这是一种适用于激光扫描的码制。到1990年年底为止,共有40多种条形码码制,相应的自动识别设备和印刷技术也得到了长足的发展。

20世纪80年代中期开始,我国一些高等院校、科研部门及一些出口企业,也开始研究条形码技术和应用。一些行业如图书出版、邮电、物资管理部门和外贸部门已开始使用条形码技术。1988年12月28日,“中国物品编码中心”成立,隶属于国家质量监督检验检疫总局。该中心的任务是研究、推广条形码技术;同时组织、开发、协调、管理我国的条形码工作。

2. 二维条形码发展史

由于一维条形码的信息容量很小,如商品上的条形码仅能容纳几位或者几十位阿拉伯数字或字母,商品的详细描述只能依赖数据库提供,离开了预先建立的数据库,一维条形码的使用就受到了限制。基于这个原因,人们迫切希望发明一种新的码制,除具备一维条形码的优点外,同时还有信息容量大、可靠性高、保密防伪性强等优点。于是一种新的条形码编码形式——二维条形码产生了。

二维条形码技术最早在美国诞生,在20世纪80年代末二维条形码的研究就已风靡了整个欧美;在21世纪初这种二维条形码技术在日韩移动通信市场有了进一步的推广和运用,掀起了一股亚洲二维条形码热潮。最近一二十年,各国研究人员又发明不少二维条形码,在移动领域应用最多的是日韩和台湾地区。美国Symbol公司经过几年的努力,于1991年正式推出名为PDF417的二维条形码,简称为PDF417条形码,即“便携式数据文件”。

在2004年底的一次国际运营商交流大会上,时任中国移动董事长王建宙看完NTT DoCoMo进行的一个手机条形码业务演示后,立即指示相关部门去日本进行考察。2005年4月,中国移动手机条形码项目在内部立项。2006年10月,中国移动就完成了手机条形码整体的测试和规范的最后验收工作。在中国移动二维条形码的业务规范中,对短信、名片、邮件、上网、IVR都做出了相关规定。2006年8月,作为中国最大运营商的中国移动高调宣布提供手机二维条形码服务,正式开启了中国大陆二维条形码手机应用的大门,一条新的产业链正在快速形成。