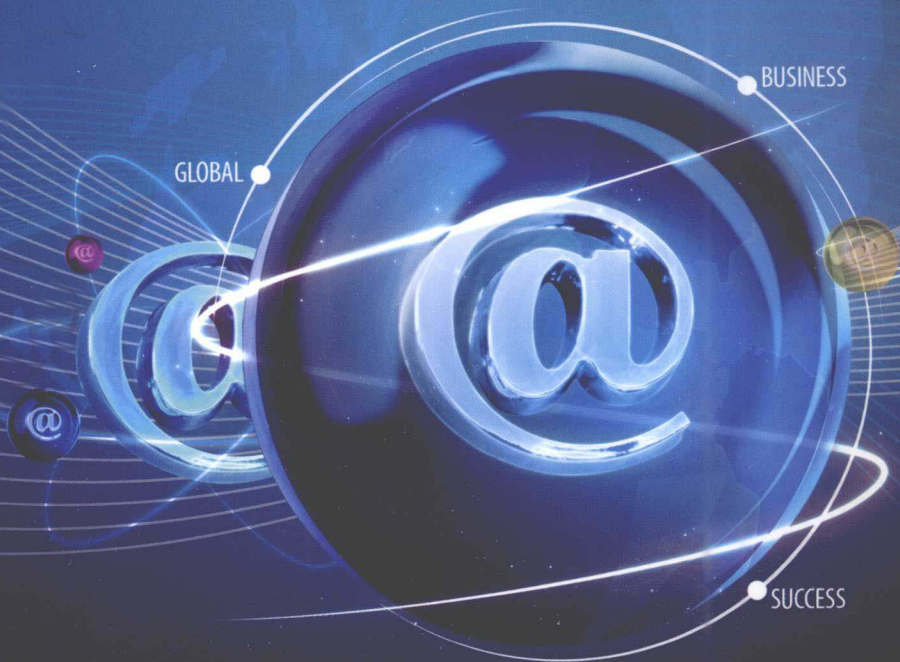


WULIANWANG JICHU LILUN YU YINGYONG

物联网

基础理论与应用

► 李 宁 徐连明 邓中亮 编著 ◀



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

物联网基础理论与应用

李 宁 徐连明 邓中亮 编著



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

内 容 简 介

本书系统地论述了物联网相关基础理论知识及其应用。包含物联网发展概况、物联网基础理论、物联网支撑平台、物联网安全机制、物联网应用五部分内容。围绕着物联网的发展,简明论述了物联网的发展历程;详细介绍了物联网的理论基础,涵盖了常用的 RFID 技术、传感器技术、网络技术和物联网架构,涉及了相关的工作原理、标准体系及其发展热点;系统讲述了物联网的支撑平台,包含编码技术、中间件技术、解析系统、数据库技术、智能控制和云计算技术,针对每种技术从技术原理、发展现状及其发展前景进行论述;全面分析了物联网的安全问题及其安全机制,涉及了传统的安全加密认证算法及其攻击手段、RFID 网络的安全问题及加密认证机制和方案、无线传感器网络的安全认证机制及密钥管理方案、网络的共性安全问题和安全防护机制;最后概述了当前物联网的主要应用领域,包括医疗卫生领域、农业领域、工业领域、商业领域、公共安全领域、生态环境领域、军事领域和智能家居,介绍了物联网在各领域的典型应用及其发展。

本书可作为从事物联网技术研究的科研人员、管理人员、高等院校教师及在校学生等读者的参考书籍。

图书在版编目(CIP)数据

物联网基础理论与应用/李宁,徐连明,邓中亮编著. --北京:北京邮电大学出版社,2012.7

ISBN 978-7-5635-3122-6

I. ①物… II. ①李…②徐…③邓… 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(2012)第 141235 号

书 名:物联网基础理论与应用

著作责任者:李 宁 徐连明 邓中亮

责任编辑:徐振华

出版发行:北京邮电大学出版社

社 址:北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)

发行部:电话:010-62282185 传真:010-62283578

E-mail:publish@bupt.edu.cn

经 销:各地新华书店

印 刷:北京联兴华印刷厂

开 本:787 mm×960 mm 1/16

印 张:13.5

字 数:291 千字

印 数:1—3 000 册

版 次:2012 年 7 月第 1 版 2012 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-3122-6

定 价:29.00 元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

前 言

2009 年温家宝总理在视察无锡以后,提出了“感知中国”的目标,在中国掀起了物联网发展的一个浪潮。2010 年 6 月在中国科学院和中国工程院两院院士大会上,胡锦涛主席又指出,“互联网、云计算、物联网、知识服务及智能服务的快速发展为个性化制造和服务创新提供了有力工具和环境”。从 2011 年开始的第十二个五年计划里,国家将大力发展以包括“新一代信息技术”在内的战略性新兴产业。而物联网也成为新一代信息技术的重要组成部分。

物联网这一建立在互联网技术之上的系统体系,涵盖了射频识别、传感器、计算机、通信网络、半导体等多种关键技术,它的发展也将带动多个产业的迅猛发展。不久的将来物联网将遍布工业、农业、医疗、卫生、交通、环境、政府机关等重点领域。

本书的编者长期从事射频识别(RFID)技术、无线传感器定位技术及信息系统安全技术等领域的研究,结合从事的国家自然科学基金及国家 863 项目的研究经验,对物联网相关技术进行了深入分析、理解和整理,编写了《物联网基础理论及应用》一书。本书围绕着物联网的发展,简明论述了物联网的发展历程;详细介绍了物联网的理论基础;系统讲述了物联网的支撑平台,包含编码技术、中间件技术、解析系统、数据库技术、智能控制和云计算技术;全面分析了物联网的安全机制,涉及了传统的安全加密认证算法、针对 RFID 网络的安全问题及加密认证方案、针对无线传感器网络的安全认证机制及密钥管理方案,及其针对网络的共性安全问题,书中最后概述了当前物联网的主要应用领域。

本书第 1、3、4 章和第 2 章的部分章节由李宁负责编写,内容涉及 RFID、传感器及其物联网的现状与发展;物联网支撑平台的相关内容,涵盖编码技术、中间件技术、解析系统、数据库技术、智能控制及云计算技术;物联网安全机制,涵盖 RFID 安全技术、无线传感器安全技术及其他共性的网络相关安全技术;网络技术、物联网架构及在智能家居中的应用,并负责全书的统编定稿。第 2、5 章和第 3 章的部分章节由徐连明负责编写,内容涵盖物联网理论基础,包括 RFID 技术、无线传感器技术、数据库技术、网络技术及物联网架构;物联

网主要应用领域,包含医疗卫生、农业、工业、商业、公共安全、生态环境及军事领域。邓中亮教授对全书的编著作了整体的审阅。另外,胥斌、王清、张达、谢飞鹏、詹中伟、林文亮、水土、唐茂顺、林侃丰也参与了资料的整理和部分章节的编写。

本书的编写过程中查阅了大量文献及网络资料,特对文献及资料的提供者深表感谢。

本书适合于对物联网技术进行学习和研究的技术人员,也可作为大专院校的相关专业本科生及研究生的参考书。

鉴于时间仓促,编者水平有限,因此本书难免有疏漏甚至不当之处,恳请读者批评指正。

编者

2012 年春 于北京

目 录

第 1 章 物联网的发展概况	1
1.1 物联网定义	1
1.2 RFID 技术的发展	2
1.2.1 RFID 的发展历史	2
1.2.2 RFID 的发展前景	6
1.3 传感器技术的发展	8
1.3.1 传感器技术的发展历史	8
1.3.2 传感器技术的发展前景	9
1.4 物联网的发展现状	10
1.4.1 国内物联网的发展现状	10
1.4.2 国外物联网的发展现状	12
1.5 物联网与互联网的关系	14
1.5.1 物联网与互联网的概念与内涵	14
1.5.2 物联网与互联网的联系与区别	15
第 2 章 物联网的理论基础	17
2.1 RFID 技术	17
2.1.1 RFID 技术在物联网中的作用和地位	17
2.1.2 RFID 射频识别技术基础理论	19
2.1.3 标准体系	22
2.1.4 RFID 的研究热点方向及在物联网中的应用	27
2.2 传感器技术	29
2.2.1 传感器技术在物联网中的作用和地位	30
2.2.2 传感器原理	30
2.2.3 传感器分类	38

2.2.4 传感器技术的发展趋势	39
2.3 网络技术	40
2.3.1 有线通信网络	41
2.3.2 无线通信网络	45
2.3.3 下一代通信网络	57
2.4 物联网架构	62
2.4.1 EPC Global 物联网体系架构	64
2.4.2 Ubiquitous ID 物联网体系架构	66
第3章 物联网支撑平台	68
3.1 编码技术	68
3.1.1 一维条码编码系统	68
3.1.2 二维条码编码系统	71
3.1.3 电子产品编码系统	73
3.1.4 编码系统之间的兼容转换	75
3.2 中间件技术	78
3.2.1 中间件的定义及特点	78
3.2.2 中间件的作用	79
3.2.3 中间件的发展阶段	80
3.2.4 中间件的分类	82
3.2.5 中间件的架构	85
3.2.6 中间件的模块设计原则	87
3.2.7 典型中间件解决方案	88
3.2.8 中间件研究与发展	93
3.3 解析系统	96
3.3.1 解析系统概述	96
3.3.2 DNS 介绍	97
3.3.3 ONS 介绍	100
3.4 数据库技术	105
3.4.1 数据库在物联网中的作用	105
3.4.2 数据库技术概述	105
3.4.3 数据融合与数据挖掘技术	108
3.4.4 物联网数据库技术发展特点	112
3.5 安全技术	113
3.6 智能控制技术	113

3.6.1 人工智能概述	114
3.6.2 人工智能的研究领域	114
3.6.3 人工智能在物联网中的应用研究	117
3.7 云计算技术	118
第4章 物联网的安全机制	123
4.1 基本的信息安全技术	123
4.1.1 数据保密技术	123
4.1.2 认证技术	133
4.1.3 主要攻击手段	138
4.2 物联网的安全问题	140
4.2.1 物联网的安全内容	140
4.2.2 物联网安全问题的主要特点	141
4.2.3 物联网的安全结构	143
4.3 RFID 的安全技术	145
4.3.1 RFID 系统的安全问题	145
4.3.2 RFID 系统的安全机制	146
4.3.3 RFID 系统的认证机制和加密算法	149
4.4 无线传感器的安全技术	158
4.4.1 无线传感器的安全问题	158
4.4.2 无线传感器的安全机制	159
4.4.3 无线传感器的认证机制和加密算法	162
4.5 共性化的网络安全技术	166
4.5.1 影响网络安全的因素	166
4.5.2 网络的安全防护机制	167
第5章 物联网应用	169
5.1 医疗卫生领域	170
5.1.1 数字化医疗体系	170
5.1.2 医疗器械与药品的监控管理	171
5.1.3 远程医疗监护	172
5.1.4 物联网在医疗卫生领域应用的发展趋势	172
5.2 农业领域	174
5.2.1 物联网在现代农业生产中的应用	174
5.2.2 物联网在食品追溯中的应用实例	176

5.3 工业领域	177
5.3.1 航空航天工业	177
5.3.2 汽车工业	178
5.4 商业领域	179
5.4.1 基于物联网的物流产业发展	180
5.4.2 物联网在金融行业的机遇与挑战	182
5.5 公共安全领域	183
5.5.1 物联网在公共应急管理中的应用	184
5.5.2 物联网在大型建筑物室内外定位系统中的应用实例	185
5.6 生态环境领域	188
5.6.1 水环境监测	188
5.6.2 大气环境监测	188
5.6.3 污水处理监测	189
5.7 军事领域	189
5.7.1 战场感知精准化——可以监测到一粒沙子的陨落	190
5.7.2 武器装备智能化——全自主式作战机器人和无人飞机	191
5.7.3 后勤保障灵敏化——真正实现动态自适应性后勤	192
5.8 智能家居	193
5.8.1 智能家居生活环境	194
5.8.2 智能社区	195
5.9 展望	196
参考文献	199

第 1 章 物联网的发展概况

自从 1995 年比尔·盖茨在《未来之路》一书中首次提及物联网的概念,经过了十多年的发展,物联网已经深入到人们的日常生活当中,并在许多行业得到了一定的推广和应用。物联网是一个涉及多种技术的综合系统,随着各种技术的不断发展和更新,物联网也将得到进一步的发展和应用。特别是射频技术的发展、传感技术的发展以及互联网的发展都将推动物联网更广泛、更深入的研究和应用。

1.1 物联网定义

物联网是建立在互联网基础之上的一种泛在网络,通过射频识别(RFID)、传感器、全球定位系统、激光扫描器、监控摄像头等信息传感设备采集信息,经由网络及通信协议实现信息的交互和通信,最终实现物品的智能识别、定位、跟踪、监控和管理。

物联网是新一代信息技术的重要组成部分,具有感、传、知、用四大基本特征。大体分为感知层、网络层和应用层。感知层由 RFID、传感器、二维码等感知设备组成,完成信息的全面感知;网络层利用以太网、无线网、移动网等,实现信息的实时、可靠传送;应用层借助于应用系统等交互平台,实现对物品的智能化监控和管理,完成人与物、物与物之间的广泛智能的沟通。

物联网从物理层到应用层,涵盖了射频技术、传感技术、网络技术、通信技术、计算技术、数据库技术、人工智能技术、安全技术等诸多方面,从技术不断发展和更新的角度,物联网可以融合多种技术,吸纳多种技术,以适应用户的不同需求,随着新技术的不断出现,物联网可以发现新的应用领域和应用模式,具有巨大的发展空间。

物联网使得世界上的物、人、网络与社会融合成了一个有机的整体,实现了物理世界与信息世界广泛无缝的链接。物联网的应用领域十分广泛,从社会的角度、从功能的角度、从行业的角度都可以对物联网进行划分。上至社会公共服务与管理领域,下至个人和家庭应用领域,物联网覆盖着众多方面,服务着众多领域,对物联网的研究是一个多层次、多方面、多技术、多领域的全面的工作。

1.2 RFID 技术的发展

1.2.1 RFID 的发展历史

1. RFID 的发展历程

RFID 在历史上的首次应用可以追溯到第二次世界大战期间（约 20 世纪 40 年代），当时在飞机上装载有高耗电量的主动式标签（Active Tag），当雷达发出询问的信号时，这些标签就会发出适当的响应，借以识别出是友军或是敌军。

到了 20 世纪 70 年代末期，美国政府通过 Los Alamos 科学实验室将 RFID 技术转移到民用。RFID 技术最先应用于商业的领域是牲畜管理。到了 80 年代，美国与欧洲的几家公司开始着手生产 RFID 标签。从 2003 年沃尔玛超市在美国芝加哥召开的“零售业系统展览会”上宣布其供应商使用 RFID 标签开始，RFID 的商业化发展真正迈出了一大步。到今天，RFID 技术已经被广泛应用于各个领域，从门禁管制、牲畜管理，到物流管理；从商业、日常生活，到军事应用，皆可以见到其踪迹。

RFID 发展可以分为以下几个阶段：

（1）1941—1950 年。雷达技术的快速发展和应用领域的拓展催生了 RFID 技术，1948 年哈里斯托克曼发表的“利用反射功率的通信”一文奠定了射频识别 RFID 的理论基础。

（2）1951—1960 年。早期 RFID 技术的探索阶段，主要处于实验室研究。

（3）1961—1970 年。RFID 技术的理论得到了发展，开始了一些应用尝试。有些公司（如 Sensormatic 和 Checkpoint Systems）开始推广复杂度不高的 RFID 系统的商用，主要用于电子物品监控（Electronic Article Surveillance, EAS），即保证仓库、图书馆等的物品安全和监视。这种早期的商业 RFID 系统，相对容易构建、部署和维护。这种系统只能检测被标识的目标是否在场，不能有更大的数据容量，甚至不能区分被标识目标之间的差别。

（4）1971—1980 年。RFID 技术与产品研发处于一个较快的发展时期，各种 RFID 技术测试得到加速，出现了一些早期的 RFID 应用。如制造、运输、仓储等行业都试图研究和开发基于 IC 的 RFID 系统的应用。在此期间，基于 IC 的标签的出现，体现了可读写存储器、更快的速度、更远的距离等优点。但这些早期的系统仍然是专有的设计，没有相关标准，也没有功率和频率的管理。

（5）1981—1990 年。RFID 技术及其产品进入商业应用阶段，各种规模应用开始出现，比如铁路车辆的识别、农场动物和农产品的跟踪。

（6）1991—2000 年。RFID 技术标准化问题逐渐得到重视，多个区域和公司开始注

意这些系统之间的互操作性,运行频率和通信协议的标准化问题被提了出来。这个阶段 RFID 产品和 RFID 技术的应用逐渐成为人们生活的一部分,如道路电子收费系统在大西洋沿岸得到广泛应用,从意大利、法国、西班牙、葡萄牙、挪威,到美国的达拉斯、纽约和新泽西,这些系统提供了更完善的访问控制特征,集成了支付功能,也成为综合性的集成 RFID 应用的开始。同时,作为访问控制和物理安全的手段,此阶段 RFID 卡钥匙也开始流行起来。这种非接触式的 IC 智能卡具有较强的数据存储和处理能力,能够针对持有人进行个性化处理,也能够更灵活地实现访问控制策略。由于 RFID 潜在的应用能力与应用领域极为广大,它应用的深度与广度也将远远超过“条形码”技术所能达到的程度,所以,如果标准问题得不到解决,将很快面临标准滞后与重大修改的窘迫处境,同时也会给 RFID 供应商和使用商造成混乱与损失。

(7) 2001 年至今。标准化问题日趋为人们重视,出现了多个全球性的 RFID 标准和技术联盟,主要有 EPC Global、AIM Global、ISO/IEC、UID、IP-X 等。这些组织主要在标签技术、频率、数据标准、传输和接口协议、网络运营和管理、行业应用等方面试图达成全球统一的平台。RFID 产品种类更加丰富,有源电子标签、无源电子标签、微波主动式电子标签等相继问世,电子标签成本不断降低,应用规模行业逐渐扩大。RFID 技术的理论得到丰富和完善,单芯片电子标签、多芯片电子标签识读、无线可读可写、无源电子标签的远距离识别、适应高速移动物体的 RFID 技术正在成为现实。

2. RFID 在我国的发展

20 世纪 90 年代初的金卡工程推动了国内 IC 卡的应用和发展,也为 RFID 产业打下了应用和技术的基础。进入 21 世纪,RFID 产业受到了政府部门和研究机构的重视,各项支持政策逐步出台,支持力度逐步加大,同时政府也大力推动了 RFID 在行业中的应用。

2005 年,国家“十一五”科学技术发展规划中明确指出要组织实施射频标签(RFID)技术与应用重大项目。信息产业部批准成立了 RFID 标准工作组,提出标准提案 43 个;同年信息产业部会同民政部批准成立了中国 RFID 产业联盟。

2006 年,国家科技部等 16 个部委共同发布了《中国射频识别(RFID)技术政策白皮书》。同年,中国科技部宣布,在“十一五”期间,将在“射频识别(RFID)技术与应用”领域拨款 1.28 亿元,支撑“RFID 技术与应用”重大项目,对 RFID 的关键技术组织攻关,力争实现中国 RFID 领域技术突破与自主创新。

2008 年的北京奥运会门票采用了 RFID 技术进行防伪,举办奥运会期间,北京建立了奥运食品供应链全程监控系统,对 65 类 3 900 种 1 700 万份食品物流配送中心实行专车专用、封闭运输。从顺义奥运食品物流中心到场馆、奥运村厨房全程使用 RFID\GPS 动态监控。

2009 年国家发改委启动 83 个试点项目,其中国家支持的第一批 2009 年 RFID 大型试点项目共 17 个,包含了“基于 RFID 技术的城市智能交通管理与服务”、“移动支付和服

务平台项目”等。

2009年,以上海华虹研发国家自主安全算法的RFID芯片,西安优势微电子研发“唐芯一号”2.45G射频芯片为代表的核心技术的突破,填补了我国芯片技术的空白。

2009年11月,国家科技部宣布《中国射频识别(RFID)技术发展与应用报告》正式发布,成为中国RFID产业发展的一个新的里程碑。

2010年上海世博会门票全部采用RFID技术,每张门票内都含有一个自主知识产权“世博芯”,通过采用特定的密码算法技术,确保数据在传输过程中的安全性,外界无法对数据进行任意篡改或窃取。上海世博会门票销售总量超过预期的6200万张,这也将是全球范围内芯片使用量最大、质量要求最高、时间跨度最长的RFID项目。

在物流领域,以RFID为核心的集装箱自动识别系统已经逐渐成为主流。在交通领域,我国铁路部门凭借RFID技术已经实现在全国统一调度车辆,提高了管理效率。而在我国消防器材管理、煤炭安全管理、城市公共设施管理、医疗管理、农产品管理等方面,RFID也开始广泛应用。一系列的应用需求与具体应用案例证明,RFID蓬勃发展的势头已不可挡,相信伴随着我国RFID规范的进一步完善,RFID的发展将迎来更美好的前景。

目前,在我国众多城市使用的“公交卡”,很多都内置了RFID芯片,我国数以亿计的居民身份证内也被植入RFID芯片。2008年我国使用的电子标签达4亿枚。2009—2013年的5年内高频标签可望在图书馆、设备管理、电子护照、医疗证、银行卡、交通卡、信用卡、会员卡等领域得到规模性持续发展,超高频可望在物流管理、食品安全、防伪、库存控制、生产制造、车辆管理、高速公路系统、医疗医药领域得到大规模的发展和应用,预计2013年高频和超高频签的数量分别可达到10亿枚和40亿枚。

电子标签的应用催生了我国RFID产业,它带动着芯片设备、天线、材料、检测、读写机具等一系列产业的发展。对RFID产业的支持、对RFID应用的支持,将会极大地推动应用领域的发展。RFID这项21世纪最有市场前景的应用技术是信息技术的尖兵,是推动我国工业化水平、管理升级、加快信息化步伐的利器,在普及电子商务,推动工业化和信息化融合中将发挥非常积极的作用。

3. RFID 在国外的发展

RFID技术在国外的发展较早也较快。尤其是在美国、英国、德国、瑞士、日本、南非,目前均有较为成熟且先进的RFID系统。

(1) 美国

1995年,美国和北大西洋公约组织(NATO)在波斯尼亚的“联合作战行动”中,便在军事物流系统中采用了射频技术,以识别和跟踪军用物资。这是充分吸取了“沙漠风暴”军事行动中大量物资无法跟踪造成重复运输的教训。采用射频技术后,无论军用物资处于采购、运输、仓储、使用、维修中的哪一个环节,各级指挥人员都可以实时掌握其状态和信息。

1997年,将基于RFID技术的电子不停车收费方式“E-Zpass”工程的最终运行方案付

诸实施和运行,成为美国回收公路投资和养护费用的高效率手段。

自2005年起,美国沃尔玛集团和德国的麦德龙集团利用其全球最大采购商的地位,通过三年的努力,实现全球供应商提供的商品包装箱加贴超高频电子标签,实现沃尔玛集团全球供应链“透明化”管理,大大降低了集团物流管理成本,在全球沃尔玛超市平均提高了不低于3个百分点的补货效益。据Sanford C. Bernstein公司估计,通过采用RFID,沃尔玛每年可节省83.5亿美元。

2005年,随着无线射频识别(RFID)技术不断成熟,美国一些联邦政府机构开始关注这项节约成本、改善服务质量的技术。在美国联邦审计署(GAO)发布的一份报告中,24个联邦机构当中有13个在实施或者探讨具有诸多用途的RFID方案。

2006年,美国国防部供应链整合部就宣称美国国防部预期6年内在RFID项目上投资5000万美元。据美国政府内部保守估计,RFID技术在2006年之后的7年里可以为美国国防部节省7000万美元的花费;乐观的估计则是在未来7年内为美国国防部节省17亿美元。

(2) 日本

日本是一个制造业强国,它在电子标签研究领域起步较早,政府也将RFID作为一项关键的技术来发展。日本RFID技术比较典型的应用是以下7个方面:零售百货业、机场行李管理、物流运输行业、医疗卫生业、智能交通业、图书馆系统、生产制造业。

在2005年,日本RFID业内最大的一个业绩就是向爱知世博会(Aichi World Expo)提供了2.5亿枚票据标签(爱知世博会每年大约有2.2亿游客)。

日本最大的通信运营商NTT DoCoMo以及其他两家运营商推出FeliCa手机钱包,内嵌RFID芯片,具备电子金钱交易、身份辨识以及电子门票、车票等多种功能。据统计数据显示,NTT DoCoMo在2005年的RFID手机销售超过了500万部。

日本在图书馆行业每年的标签使用量就超过了1000万枚。据IDTechEx估计,2006年,全球在图书行业的RFID标签的销售额也就是5000万枚。可以说,日本图书馆在RFID标签使用量方面远远超过了其他国家。

2007年,日本政府的IT战略本部制订了“IT新改革战略”。RFID的自动识别技术的广泛应用备受期待和瞩目,利用IT进行灾害防治、治安、食品安全,确立IT经营时企业强化竞争力为目标。

预计到2014年为止,在物流、流通、零售、服务等领域之市场分布比率将会提高。随着在各领域之用途及需求面的扩大,企业间或跨行业的运用甚至国际间的“全球供应链(Global Supply Chain)”合作运用也将明显增加。

(3) 欧洲

20世纪60年代,磁卡付费就已经成为巴黎公共交通系统的主流支付方式。但是,随着乘客数量的不断增加,伪造磁卡的不断出现以及磁卡读卡机高昂的维修费用,1990年,巴黎公交总公司与INNOVATRON公司开始了一项新合作计划,目的在于开发出一套

新的票务系统,后来随着 SNCF 公司和一些参与过欧盟 ICARE 和 CALYPSO 框架计划的欧洲公司的加盟,使得该项目的科研能力得到了大大的加强。法国尼斯和亚眠市在 1999 年也已经使用了非接触式交通 IC 卡。莫斯科地铁是世界上最繁忙的公共交通系统之一,1999 年首次采用智能卡技术,推进了运输技术创新,成为全球首家完全非接触验票系统。

2007 年,RFID 技术在欧洲有了创新性发展,零售业和其他领域都涌现出众多 RFID 应用。作为世界第三大零售商,麦德龙公司采用 RFID 系统对服装进行单品贴标,以达到追踪的目的,提供产品从配送中心到收银台的全程可视性,采用仓库阅读器、智能衣橱和智能镜子来提供服装信息和安全保护。不仅在卖场创新应用 RFID,同时也扩展供应链的 RFID 应用,其在 RFID 方面的创新性应用备受关注,对欧洲和其他地方的零售系统产生了深远影响。

欧洲 RFID 创新应用不仅仅体现在零售业上,荷兰采用 RFID 标签监控花的栽培过程;西班牙利用 RFID 精简医药供应链;空中客车进一步实现 RFID 应用计划;索尼将 RFID 标签集成进闭路 TV 摄像头来监测库存,提高安全。

在产业方面,欧洲的 Philips、STMicroelectronics 积极开发廉价 RFID 芯片;Checkpoint 在开发支持多系统的 RFID 识别系统;诺基亚在开发能够基于 RFID 的移动电话购物系统;SAP 则在积极开发支持 RFID 的企业应用管理软件。在应用方面,欧洲在诸如交通、身份识别、生产线自动化控制、物资跟踪等封闭系统与美国基本处在同一阶段。

1.2.2 RFID 的发展前景

1. 国内 RFID 技术发展趋势

RFID 工作频率可以分为低频、高频、超高频与微波等类型。依据不同的频率,各有其不同的市场定位和应用范围。

现阶段低频 RFID 技术应用最为成熟,其工作频率范围为 30~300 kHz,典型工作频率有 125 kHz 和 133 kHz,主要用于动物管理,如追踪牛群等动物成长过程中防疫等记录。此外,低频 RFID 由于具备频率低、不易受干扰等特色,因此也适用于煤气钢瓶的管理,因为钢瓶为金属材质,采用低频 RFID 能避免干扰的问题。由于读写距离受限,存储数据量较少,与高频标签相比成本更高一些,缺乏大的应用支撑,未来的发展空间有限。

高频领域,经过这几年的发展,其产业链已经发展得非常成熟。在这一个层次上,我国既拥有从芯片设计、制造、封装到读写机具生产、应用软件开发的全部技术支撑群体,也拥有庞大的应用用户群体,市场份额也相对很大。高频 RFID(13.56 MHz)目前应用也颇为普及,门禁控制、交通运输、资产管理(图书、服装等)是典型的应用。

超高频 RFID 居于末位。然而由于超高频 RFID 在消费市场的应用备受看好,因此预计所占比重终将超越低频与高频 RFID。超高频 RFID 典型应用频率有 433 MHz、

915 MHz。通常读写距离较远,非常适合用于仓储物流与供应链管理。

目前国内 RFID 超高频应用的项目还不是很多,只有铁路形成了典型的代表性应用。但未来超高频会在许多领域得到采用,将会是 RFID 应用的主流方向。

在超高频领域,现在国内做超高频的企业还为数不多,应用的案例也不多,但现在已经开始有了一些成熟的产品,制造工艺也在不断提升与改进。但必须承认的是:在这个领域我们依然还存在着许多技术的空白点,需要进行攻关。外商目前在核心技术领域依旧占据着主导地位,需要国内企业奋起直追。所以,目前整个超高频产业链还处于一个逐渐成熟的阶段。

在超高频应用方面,中国和国外将会有有一个很大的不同:国外超高频的应用是在物流和供应链方面最先启动,并形成规模效应;而国内,由于这两个领域信息化的基础比较薄弱,超高频的应用可能延后,10年后才会有起色。而在未来3~5年,真正有带动力的超高频应用会是在交通管理、车辆管理以及航空机场管理、防伪、图书馆等领域优先得到发展。

而对于微波领域,目前企业还多处于研发的阶段,成熟的产品和批量化的产品都比较少,整个产业链还处于不太成熟的阶段。2.45 GHz 频带的标签被应用的领域还很少。但是由于通信距离长和标签、读写器都很小等优点,所以今后会得到长足发展。

基于 RFID 技术的系统软件和系统集成市场潜力巨大。中国的信息化基础比较薄弱,真正发挥 RFID 优势的应用还比较少。软件在简单的 RFID 应用中,基本是提供给用户的附赠品,集成费用也比较低,平均费用不超过整体 RFID 项目的15%。随着大规模物流应用及开环方式应用的发展,软件将是 RFID 项目支出中相当重要的部分,在某些应用中,甚至会超过硬件的费用。

中国企业对芯片制造能力的有待加强。现阶段我国企业对 RFID 技术的掌握能力很弱,尤其是在标签芯片环节上,基本是对国外产品的封装加工,国内的芯片只有高频和很少量的超高频产品,而且还不能进行商业化推广。未来中国政府及企业,为保证利益,一定会加大研发方面的力度,芯片制造能力是其中非常重要的一个方向。

2. 世界知名企业 RFID 产业发展策略

RFID 不仅仅是一种技术,也是一种高效的管理方式、一种对管理精细化的思考。未来的 RFID 产业将是一种影响我们生活的重要角色。RFID 广泛的应用前景,也为产业链上的企业带来商机。

世界知名企业许多看好 RFID 发展,并在推动 RFID 技术和产业发展中起到重要作用。飞利浦电子是 RFID 芯片制造的龙头企业;美国的德州仪器、意法半导体等公司近几年也加大了 RFID 芯片的研发生产速度;IBM、Oracle、Sun 等公司技术雄厚,对中间件(Middleware)的研制和开发投入了大量资金,其产品的稳定性、先进性、海量数据的处理能力都得到了企业的认同;Microsoft 针对不同的类型企业提供 RFID 软件平台;英特尔基于自己的硬件环境搭建了一系列 RFID 解决方案;NEC 在 RFID 方面涵盖标签、读取器

之制造销售及中介软件、系统整合、咨询顾问服务之全方位业务。OMRON 的标签及读取器在 RFID 领域都占有一席之地。

当前,RFID 技术和产业的发展还处于初级阶段,许多方面有待于我们的探索 and 开发,不久的将来,随着技术的不断提高,RFID 会有一个美好的明天。

1.3 传感器技术的发展

当今的时代是信息化的时代,在信息化时代里,信息技术对社会发展、科学进步起到了决定性的作用。信息技术的基础包括信息采集、信息传输与信息处理,而信息的采集离不开传感器技术。所以说传感器是新技术革命和信息社会的重要技术基础,是现代科技的开路先锋。早在 20 世纪 80 年代,美国就已经进入了传感器时代,日本则把传感器技术列为十大技术之一,世界各国都对传感器技术十分重视。

1.3.1 传感器技术的发展历史

传感器技术问世于 20 世纪的中期。在那时,传感器技术的发展与计算机技术和数字控制技术的发展相比还相对落后,不少的先进成果仍然停留在实验研究阶段,并没有投入到实际生产和广泛应用中,转化率还比较低。如今,传感器技术迅猛发展,成为与测量技术、半导体技术、计算机技术、信息处理技术、微电子学、光学、声学、精密机械、仿生学、材料科学等众多学科相互交叉的综合性高新技术密集型前沿技术之一,也是当代科学技术发展的一个重要标志,它与通信技术、计算机技术构成信息产业的三大支柱。

1. 国外传感器技术发展历史与回顾

在国外,传感器技术主要是在各国不断发展与提高的工业化浪潮下诞生的,并在早期多用于国家级的科学研发以及各国军事技术、航空航天领域的试验研究。传感器技术诞生之后,发达国家对开发传感器技术十分重视,美国、日本、英国、法国、德国等国家都把传感器技术列为国家重点开发的关键技术之一。

日本把传感器技术列为十大技术之首,日本工商界人士还声称“支配了传感器技术就能够支配新时代”。日本科学技术厅制定的 20 世纪 90 年代重点科研项目中有 70 个重点课题,其中 18 个课题与传感器技术密切相关。

美国早在 20 世纪 80 年代初就成立了国家技术小组(BGT),帮助政府组织和领导各大公司与国家企业事业部门的传感器技术开发工作。美国国家长期安全和经济繁荣至关重要的 22 项技术中有 6 项与传感器信息处理技术直接相关。关于保护美国武器系统质量优势至关重要的关键技术之中,8 项为无源传感器。美国空军 2000 年列举出 15 项有助于 21 世纪空军能力的关键技术,传感器技术名列第二。

随着各国机械工业、电子、计算机、自动化等相关信息产业的迅猛发展,以日本和美国