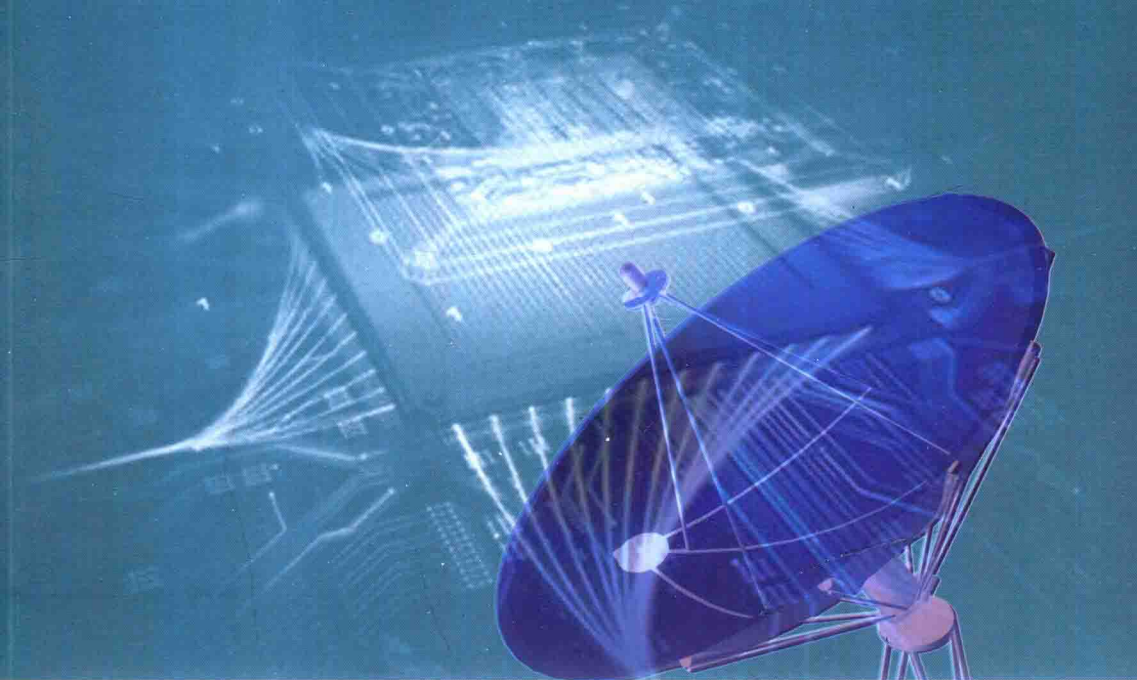




Zhineng Chuli Jishu

智能处理技术

在现代农业中的应用

王玉洁 等 著

本书主要介绍智能处理技术在现代农业生产中的应用，包括智能识别、智能决策、智能控制等方面的内容。本书可作为农业工程、农业机械化及其自动化、农业电气化及其自动化等专业的教材，也可供从事农业工程、农业机械化及其自动化工作的工程技术人员参考。

 中国农业出版社

智能处理技术 在现代农业中的应用

王玉洁 等著

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

智能处理技术在现代农业中的应用 / 王玉洁等著

—北京: 中国农业出版社, 2015. 10

ISBN 978-7-109-20952-7

I. ①智… II. ①王… III. ①智能技术—应用—现代农业—农业技术—研究 IV. ①S126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 228913 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

责任编辑 姚 红

北京中兴印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行

2015 年 11 月第 1 版 2015 年 11 月北京第 1 次印刷

开本: 720mm×960mm 1/16 印张: 18.75

字数: 292 千字

定价: 48.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

“互联网+”及物联网为人类更好地感知自然、认识自然，与大自然和谐共生，实现可持续发展创造了技术条件。物联网的三大特征就是：全面的感知、可靠的互联互通、智能的信息处理。“互联网+”及物联网应用于农业生产、农民生活及现代化新农村建设之中，实现农业生产与农村生活的现代化、科技化、网络化、智能化，不仅使农民体会到科技进步给生产带来的巨大变革，享受更加文明、美好的幸福生活，而且为“互联网+”及物联网的发展开辟了一个新的广阔空间，促进“互联网+”及物联网行业更加蓬勃地发展。本书重点研究其中的智能处理技术在现代农业中的应用，全书共分九章：从介绍物联网、云计算、智能信息处理技术，到作者研究的几个智能处理技术在现代农业中的应用实例，本书翔实地介绍了这几个系统的结构组成、功能作用、关键技术及实现等，将智能处理在现代农业中应用的探索与研究心得、成果呈献给读者。

本书可作为高等院校相关专业研究生、本科生的教材使用，也适宜对“互联网+”及物联网、智慧农业感兴趣的读者及相关的专业科技人员阅读和研究。

主 编：王玉洁

副 主 编：张仁龙 牛芴洁

参加撰写者：杨 焱 杨 丽 聂 娟
田 鹤 张 玲

前 言

我们所处的时代，是一个新知识、新技术层出不穷的时代，不断地冲击我们的视觉，改变我们的生活。

首先，世界经历了由互联网到物联网的转变。物联网是一种基于互联网传播、通过传感器将物与物相互联结以达到感知目的的信息传播方式。物联网是一种比互联网更广泛、更高级的形式，是一种“人与物相连、物与物相连的互联网”，其用户端延伸和扩展到了人与物品之间、任何物品和物品之间，能够在人与物品之间、物品之间进行信息交换和通讯。

我们刚刚将物联网由一个名词，变成了与生活、工作紧密相关的一部分，又看到“互联网+”正向我们走来。

“互联网+”是以互联网为主的一整套信息技术，包括互联网、云计算、物联网、大数据技术、人工智能等一系列思维与技术，在经济、社会生活各部门的扩散、应用过程。它代表一种新的社会形态，即充分发挥互联网在社会资源配置中的优化和集成作用，将互联网的创新成果深度融合于经济、社会各领域之中，提升全社会的创新力和生产力，形成更广泛的以互联网为基础设施和实现工具的经济发展新形态。

无论是物联网，还是“互联网+”，都是人类科技不断进步的体现，都是一种促进人类进一步认识自然、理解自然，进而更好地生活、更舒适地生活，与自然和谐共生，实现可持续发展的技术手段。这些技术中，都离不开计算机系统、网络与智能处理技术。人们希望通过这种互联，获得更加智能化的服务。不仅是用机器来替代人的部分脑力劳动，用机器来延伸和扩展人类的某种智能行为，还要让工作生活中的各种设施更加能“善解人意”地提供服务与帮助，“无微不至”地协助人类完成任务。这就要求大量联网的、具备智能计算和信息服务的设施，以适合于人们使用的方式普遍存在于我们的周围，将以往相互隔离的信息空间和物理空间相互融合在一起，构成一个智能空间。

智能空间是一个将物理世界和信息空间融合起来的工作空间,人与计算机之间通过各种多模态的、自然便捷的接口进行交互,通过这种和谐的人机交互,解决各种生活、工作中的问题。在这个融合的空间中,人们可以随时随地、透明地获得计算机系统的服务,这就需要智能处理技术大显身手了。

微信上流传一篇文章称,未来5~10年内,人类将进入“智能一切”时代。可穿戴、可使用的计算机随处都有;人们所使用的、接触的各种物品,例如手表、手机、冰箱、眼镜、办公桌椅、门窗、汽车等几乎所有终端设备,都是智能化的。智能处理技术与信息空间和物理空间的融合可以在不同尺度上得到体现。随着联网设备数量的增长,设备之间的通信也变得越来越智能。例如,智能交通系统可以有效地规划引导车流,解决堵车问题。奶牛养殖场的一切都可以通过网络连到监控者的智能手机上,轻触手机就可以远距离实现配料、调温等控制,真正做到“一切均在掌控之中”,系统的智能度就会提升到一个全新的级别。

人类将从“万物互联”,走向“万物智能”。智能,不会局限于硬件终端这一物联网的入口,它将比如今的智能手机更碎片化地嵌入生活,让人无法离开。与此同时,物联网的最高境界——人工智能的互联网终将到来。

智能处理技术包括智能计算、智能推理、智能控制、智能识别等。用于解决这些问题涉及到的相关理论和技术有:模糊理论、神经网络、进化计算、混沌与分形理论等。

本书旨在将智能处理技术的发展及其应用、特别是在农业中的应用介绍给读者,并将作者研究智能处理在农业中应用的成果与心得呈现给读者。

全书共分九章:第一章,介绍物联网、云计算的概念及其发展,物联网在农业中的应用及农业物联网的标准体系结构等。第二章,在介绍智能计算的基础上,介绍智能决策支持系统和智能控制技术,说明这些技术在农业中的应用,最后描述了智能温室监控系统。第三章,介绍智能农业生产监控与智慧新农村所必须具备的新能源——太阳能光伏供电系统的原理及独立光伏供电系统设计。第四章,是智能温室监控系统的通信技术,选择可应用在短距离传输的LAN、WiFi、ZigBee、Bluetooth接入技术与可应用在长距离传输中的3G接入技术作为代表,结合起来分析物联网中的有线与无线融合中的接入选择问题,给出了一个作者开发的基于Zigbee的智能温度检测系统。第五章,智能空间中的智能决策推理机制,结合农业病虫害防治诊断系统,介绍推理的种类、原理、结构,针对病虫害诊断推

理的特点,采用多决策信息融合推理机制,建立了一个基于案例和模糊推理的融合推理系统。第六章,介绍智能温室决策支持系统的设计与实现。第七章,介绍智能监控的一个关键——监控对象模型的建立方法,模型研究过程包括原型相关信息的获取与数据预处理、模型选择与系统定义、算法构建、模块设计与模型实现、模型检验与改进等。第八章,是智能处理的执行部分——智能监控系统控制器的设计优化,经过大量分析、优化与仿真,给出了优化的控制器系统。第九章,介绍一个实用的智能家居系统。

本书在写作过程中,参阅了大量的文献(包括网上资源)并引用了其中一部分,再次谨向这些文献的作者表示衷心的感谢。作者在书中以参考文献和标注的形式作了注释,若有遗漏,深表歉意,敬请见谅。

本书由北京农学院的王玉洁主编,北京农学院的张仁龙、牛芴洁副主编,北京农学院的杨焱、杨丽、聂娟、田鹤及中国政法大学的张玲参加撰写。第一章由王玉洁、张玲撰写,第二章由聂娟撰写,第三章由杨丽撰写,第四章由杨焱撰写,第五章由王玉洁、张仁龙、田鹤撰写,第六章由牛芴洁撰写,第七章由王玉洁、张玲撰写,第八章由牛芴洁撰写,第九章由田鹤、张仁龙撰写。全书由王玉洁统稿与修改。

本书在写作过程中得到了北京农学院、中国政法大学、中国农业出版社的大力支持,在此一并表示诚挚的谢意!

智能处理等信息技术在现代农业中的应用是一个新的研究领域,其发展速度很快,由于作者水平有限,书中难免有错误与不足之处,敬请专家、同行和广大读者指正。

王玉洁

2015年7月

目 录

前言

第 1 章 物联网及其在农业中的应用	1
1.1 物联网及其发展	1
1.2 物联网体系架构与关键技术	4
1.3 物联网与云计算	8
1.4 物联网在农业中的应用	12
1.5 物联网在农业应用中存在的问题	13
1.6 农业物联网体系结构	13
1.7 物联网标准体系	23
第 2 章 智能处理技术	35
2.1 智能计算	35
2.2 智能决策支持系统	53
2.3 智能控制技术	59
2.4 智能温室监控系统	69
第 3 章 智能温室独立光伏供电系统设计	80
3.1 太阳能光伏供电系统的原理及组成	80
3.2 智能温室独立光伏供电系统结构设计	84
3.3 智能温室负载情况分析	86
3.4 独立光伏供电系统关键器件选型	90
3.5 智能温室独立光伏供电系统的优化	103
第 4 章 智能温室监控系统的通信技术	109
4.1 智能温室监控系统中的数据传输	109
4.2 物联网的接入技术	109

4.3 组网技术	110
4.4 ZigBee 无线网络的设计与实现	116
第5章 智能空间中的智能决策推理机制	139
5.1 智能决策推理概述	139
5.2 精准农业智能控制系统的知识表示	151
5.3 农业病虫害诊断系统	162
第6章 智能温室决策支持系统设计	172
6.1 智能温室监控系统智能决策支持系统	172
6.2 智能决策支持系统设计	178
6.3 智能决策支持系统中的关键技术	190
第7章 农业生产过程建模与调控	199
7.1 模型描述	199
7.2 植物生长与外界环境因子模型	212
7.3 京白梨生长调控模糊认知图模型	219
第8章 智能温室监控系统控制器的设计优化	228
8.1 比例—积分—微分控制理论	228
8.2 相关控制算法及改进研究	231
8.3 控制器的设计方法	244
8.4 温室对象的比例—积分—微分控制器参数优化	248
8.5 实验仿真分析	255
第9章 基于物联网的智能家居系统	262
9.1 智能家居系统概述	262
9.2 基于物联网的智能家居系统解析	265
9.3 简易物联网智能家居模型开发实例	271

第 1 章 物联网及其在农业中的应用

1.1 物联网及其发展

在当今这个网络的时代，物联网已经成为一个社会各界钻研的热点问题。随着互联网的不断普及，人与人之间借助网络，已经可以实现逾越空间的交流和沟通。而物联网要做的就是将身边的每一件物体也连入网络，实现物与物的交换。起初物联网只是国际电信联盟提出的一个默默无闻的观点，在美国将其正式引入美国国家战略之后全球掀起了一阵阵的物联网热潮，紧接着其他国家也在其信息产业范畴的国家级战略中加入了物联网。

世界信息产业在继计算机、互联网两次革命之后迎来了第三次革命——物联网。人们关注物联网及其发展，期望物联网给人类带来正向的影响。

1.1.1 物联网的概念

物联网的定义多种多样，并没有统一的标准，但其本质都是现代信息技术及其应用的一种提升。物联网将各种技术有机的结合在一起，包括感知技术、现代网络技术和人工智能与自动化技术，它们的结合使得人与物实现智慧的对话^[1]。

在中国，普遍认为物联网这个词是在 1999 年由美国麻省理工学院自动识别中心的 Ashton 教授在研究射频识别技术（RFID）时最早提出来的^[1]。

2005 年，国际电信联盟（International Telegraph Union, ITU）在“The Internet of Things”报告中对物联网的概念进行了扩展，提出了任何时刻、任何地点、任意物体之间的互联，展示了无所不在的网络和无所不在的计算机的发展前景。报告中认为物联网能够采用任何通信方式，在任何时间、环境，对任何物品、人、企业、商业，来满足所提供的任何服务的要求。

2009 年 9 月，欧盟提出了物联网的定义。它们认为物联网可以被定义为基于尺度和交互通信协议具有自配置本领的动态全球网络设施，物联网是未来互联网的一部分，在物联网内物理和虚拟的“物件”具有身份、物理属性、拟

人化、利用智能接口且无缝综合的信息网络^[1]。

2010年,我国的政府工作报告中对物联网有以下定义:物联网是一种网络,它通过信息传感设备,按照协议把互联网与其他物品连接在一起,实现信息交换和共享^[1]。

我们认为,物联网是指对各种需要进行监控、连接、互动的物体(包括人、物),通过各种信息传感设备装置与技术,采集其声、光、热、电、力学、化学、生物、位置等各种需要的信息,通过计算机网络进行传递,以达到智能识别与处理的目的。物联网是实现物与物、人与物之间的自动化信息交互与处理的智能网络。

1.1.2 物联网的特征

物联网具备三大基本特征:全面感知、可靠传输、智能处理。

1. 全面感知

全面感知是各种感知技术的广泛应用,是指利用射频识别、二维码、GPS、摄像头、传感器、网络等感知、捕获、测量的技术手段,随时随地对物体进行信息的采集和获取。这个特征要突破的是更加准确、敏捷、全面的感知能力。物联网的传感器类型多种多样,它包含的信息内容和信息格式也不同,但是传感器获取的数据都是真实有效的,并且有频率的采集周围环境信息,从而能够不断更新数据。

2. 可靠传输

可靠传输是在通信网与互联网融合的基础上,将物体信息连入网络,使得随时随地的信息交互和共享都是可靠的。互联网是物联网技术的核心,物联网技术通过互联网与有线和无线的融合,实时、准确的传递出物体的信息。

3. 智能处理

智能处理是指对海量的跨地域、跨行业、跨部门的同构、异构数据和信息,利用数据挖掘、云计算等各种智能计算技术进行分析和处理,提升对物理世界、经济社会各种活动和变化的洞察力,实现智能化的决策和控制。物联网在将传感器和智能处理相结合的基础上,运用云计算等智能技术,从传感器获取的海量信息中提取出有价值的信息,探索出新的应用领域和应用模式。

1.1.3 物联网的起源与发展现状

比尔·盖茨1995年所著的《未来之路》一书,最早提及物联网的说法,其概念在1999年由美国麻省理工学院最早提出。最初物联网是指依靠射频识别技术与设备,按商定的通信协议与互联网融合,使物品信息实现智能化识别

和管理,实现物品信息互联从而形成的网络。随着技术和应用的不断发展,物联网内涵不断扩展。现代意义的物联网能够使网络化互联、物的感知识别控制以及智能处理有机的结合在一起,从而形成高智能决策。

2005年11月,国际电信联盟(ITU)在突尼斯举行的信息社会世界峰会上发布了“ITU互联网报告”。在报告中指出,传感器、射频识别、智能嵌入等技术将得到广泛应用,这意味着无所不在的“物联网”通信时代即将到来。此时,物联网定义有了大规模的拓展,可是ITU的陈述依然对物联网缺少一个清楚的定义。

2008年年底,IBM提出了“智能地球”的战略,进一步强调了传感等感知技术的应用,提出建设智慧型基础设施,并智能化地快速处理、综合运用这些设施,进一步促进物联网的发展和应用。

2009年6月,欧盟委员递交报告,希望欧洲通过构建新型物联网管理框架来引导世界“物联网”发展。当年9月,欧盟发布“欧盟物联网战略研究路线图”,其中包括了航空航天、汽车、医药、能源以及识别、数据处理、物联网构架等多方面需要突破的关键技术。

2010年5月,欧盟提出“欧洲数字计划”,旨在通过物联网等技术抢占数字经济发展的制高点。提出了严格执行对物联网的数据保护立法,建立政策框架使物联网能应对信用、承诺及安全方面的问题等一系列促进物联网发展的具体措施,并发布了专门的物联网标准化强制条例。

我国早在1999年,中科院就开始对传感网进行研究,并在无锡成立了微纳传感网工程技术研发中心。2009年8月,温家宝总理在对该中心的视察中明确提出要尽快建立中国自己的信息传感中心。此后,我国的物联网研究工作进入高潮。目前我国已经拥有从材料、技术、器件、系统到网络的完整产业链,是世界上少数能实现物联网产业化的国家之一,也是国际标准制定的主导国之一。

目前,以射频识别技术、传感器、M2M为主的物联网应用大多是小规模部署的或是试验性的,所以还处于探索和尝试阶段。射频识别技术是物联网发展最重要的一部分,也是市场上最关注的技术。在很多关键技术点和多个方面上,射频识别技术已经越来越成熟,例如:阅读器识读距离的提高、标签和阅读器之间数据交互稳定性的提高以及和无线通信技术结合等,但自动化、智能化、协同化程度仍然较低。

我国物联网应用在很多领域都已开展了示范项目,并且取得了一定的成绩。在电子票证/门禁管理、仓库/运输/物流、车辆管理、工业生产线管理、动物识别等方面主要应用的是射频识别技术。我们所熟知的交通一卡通、校园

一卡通和第二代居民身份证也是应用了此项技术。其中第二代居民身份证是当今最大的射频识别技术应用项目。然而我国物联网距离大规模产业化推广还存在很大的差距^[1]。

1.2 物联网体系架构与关键技术

1.2.1 物联网的三个层次

物联网能够实现人与物、物与物之间的沟通，并且具有感知、互联和智能的特征。因此，物联网被公认为有三个层次，即感知层、网络层、应用层^[2]。物联网层次结构图如图 1-1 所示。

1. 感知层

感知层也称感知控制层，包括数据采集子层、协同信息处理子层和短距离通信技术。物联网中，感知层主要依靠各种类型的传感器，实现对物品信息的获取，它由各种传感器以及传感器网关组成，其中包括温湿度传感器、射频识别标签、摄像头、GPS 等一系列的感知终端。

感知层就像人类的五官和皮肤，它可以采集、捕捉和识别物体的信息，这些信息包括物体本身的固有属性、实时状态、环境特征等参数。传感和识别技术是物联网感知世界并获取信息和实现物体控制的首要环节。

感知层也包括海量的、多种类型的传感器，每个传感器都是一个信息源，传感器将物理世界中的物理量、化学量、生物量转化成可供处理的数字信号。传感器的种类不同，获取的信息内容和格式也不同，但其数据都是真实的，并且根据周围环境的变化不断更新数据^[2]。

2. 网络层

网络层也称网络传输层，主要是传递和处理感知层获取的信息。感知层与应用层之间的信息传递是由网络层实现的，它也是实现物与物、物与人、人与人等直接通信的桥梁。

网络层包括接入网和核心网。接入网的异构性使得如何为终端提供移动性管理以保证异构性网络间节点漫游和服务的无缝移动成为研究的重点。核心网是基于接口的统一、高性能、可扩展的网络^[3]。

网络层是信息传输的通道，支撑着物联网中的所有数据传输。网络层通过 2G/3G/通信技术、NGN 技术、卫星通信技术、异构网融合技术、自适应网络传输技术等多种通信技术实现感知数据上传。因为人和物体可能是移动的，所以移动性是物联网的网络层必备的特性，从而实现无缝透明的接入。

3. 应用层

应用层也称应用服务层，它利用分析处理后的感知数据，运用海量数据处理、云计算等技术，为用户提供各种智能化服务。物联网的应用可分为监控型、查询型、控制型、扫描型等。应用层是物联网发展的目的。物联网应用是物联网最终的目的和核心灵魂，是物联网产业的核心价值所在，物联网发展最终也必然是以数据智能化应用为主^[3]。

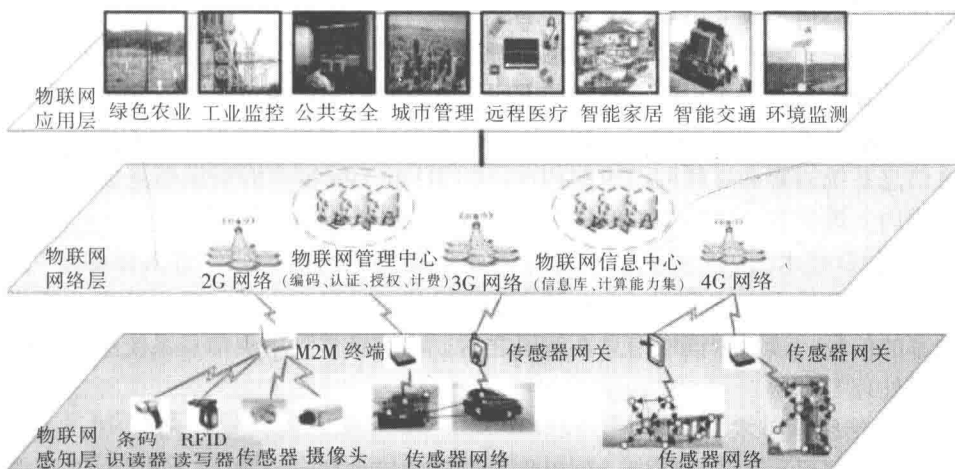


图 1-1 物联网层次结构图

1.2.2 物联网的关键技术

物联网的三个层次分别都有相关的关键技术，这里我们主要介绍物联网的四大支撑技术，它们分别是射频识别技术（RFID）、传感器技术、无线传感网络技术（WSN/ZigBee）、M2M技术与微机电系统技术等。

1. 射频识别技术

射频识别（Radio Frequency Identification, RFID）技术，俗称电子标签，是一种非接触式的自动识别技术。RFID 是物联网感知层的关键技术之一，它可以利用射频信号自动识别并获取目标对象的相关数据。RFID 标签技术能够对物体进行唯一标识，可以保证物体在通信或信息处理过程中正确的定位和管理。

RFID 系统主要包括三部分：电子标签、读写器和中央信息系统^[2]。

一是 RFID 电子标签。RFID 电子标签是 RFID 系统中必不可少的一部分，标签中存储着被标识物体的相关信息，一般会放在被识别物体的表面。当标签接收到读写器的命令后，将储存的编码回传给读写器。RFID 电子标签可以分

为有源标签和无源标签,判断依据是看标签中是否有电流。

二是 RFID 读写器。RFID 读写器是 RFID 系统的中间部分,它可以利用射频技术读取或者改写电子标签中的数据信息,并且能够把这些读出的数据信息通过有线或者无线方式传输到中央信息系统进行管理和分析。阅读器的功能包括:实现标签之间的通信;与数据管理系统通信;能够校验读写过程中的错误信息;在读写区内可以多标签同时识读,具有防碰撞功能;对有源标签,能够标识电池信息,如电量等。

三是中央信息系统。中央信息系统是对识别到的信息进行管理、分析及传输的计算机平台。中央信息系统与 RFID 读写器相连,通过读写器对电子标签中数据信息进行读取或改写,数据库内的数据信息也可以得到实时的更新。中央信息系统通常和互联网或专网相连,RFID 电子标签中的数据信息能够在较大范围内实现共享,用户也能够实现远程操作功能。

RFID 技术的工作原理是:读写器产生磁场,当电子标签进入该磁场后,读写器依靠感应电流将存储在芯片中的产品信息发送出去,或者主动发送某一频率的信号;读写器读取信息在解码之后,将信息传到中央信息系统进行相关数据处理^[4]。

2. 传感器技术

传感器是一种检测装置,可以将检测到的信息按一定规律转变成电信号或其他所需形式输出,满足信息的传输、处理、存储、显示、记录和控制等。通常传感器由敏感元件和转换元件组成。

传感器的作用在于获取来自外界的各种各样的信息,并监视和控制生产过程中的各个参数,使设备在正常状态下获最佳状态,传感器在物联网中的作用是感知外部世界和搜集信息。

传感器技术是半导体技术、测量技术、计算机技术、信息处理技术、微电子学、光学、声学、精密机械、仿生学和材料科学等众多学科相互交叉的综合性和高新技术密集型的前沿研究课题之一,是现代新技术革命和信息社会的重要基础,它与通信技术、计算机技术构成信息产业的三大支柱。

3. 无线传感器网络技术

无线传感器网络由许多独立分布的微型传感器节点组成。它通过无线通信的方式形成一个多跳的自组织系统,是为了感知、采集并处理网络覆盖区域中告知对象的信息,并将其发送给观察者。独立分布在不同位置的每一个传感器节点都可以不断采集和简单的处理外界的物理信息,无线网络使不同的节点可以进行通信,一个节点可以接收来自其他节点的数据,并最终将数据发送到网关。

无线传感器网络包括传感器节点、汇聚节点和任务管理节点，如图 1-2 所示。监测区域内分布着大量的、通过自组织的方式形成网络传感器节点。传感器节点所监测到的数据通过附近的传感器节点传送到汇聚节点，然后通过互联网等手段将数据传输到任务管理节点，用户在这一部分完成对传感器节点的配置管理工作，发布所需要监测的数据类型等任务，并收集处理监测的数据。

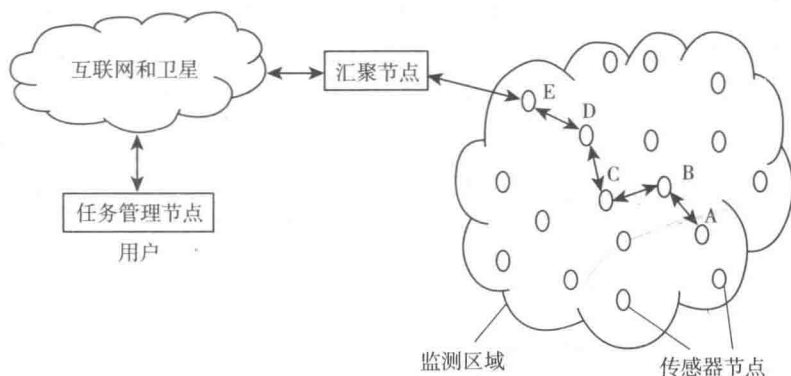


图 1-2 无线传感器网络结构

4. M2M 技术

M2M 是机器对机器 (Machine-To-Machine, M2M) 通信的简称。目前，M2M 重点在于机器对机器的无线通信，但是已经开始延伸到军事、金融、交通、气象、电力、水利、石油、煤矿、医疗等各个行业。从广义上讲，M2M 可代表机器对机器、人对机器、机器对人、移动网络对机器之间的连接与通信，它包括了能够实现人、机器和系统之间通信的所有技术和手段^[4]。

M2M 技术有着广阔的市场，它推动着社会生产和生活方式新一轮的变革。随着通信网络技术的不断发展，我们的社会生活面貌也有了巨大的变化。人与人之间的沟通更加方便快捷，而目前只有计算机等一些 IT 类设备具有这种网络通信的能力。M2M 技术的目标和核心理念就是物品和设备都具备联网和通信能力。

M2M 应用市场正在全球范围快速增长，M2M 业务也逐渐走向成熟。我国 M2M 通讯技术，正向 IPv6 过渡，移动通信网络向 4G 过渡，无线连接的选择也越来越多。此外，M2M 的软硬件平台也都得到了丰富与完善。

目前，M2M 技术在各行各业都得到了应用，通过 M2M 技术，机器之间不再独立，它们能够智能通信，并能够有效地监管机器设别和资产。通过优化成本配置、改善服务推动社会向更加高效、安全、节能、环保的方向发展。