



新型职业农民培育系列教材

农业物联网技术与应用

王振录 梁雪峰 陈胜利 主编



中国农业科学技术出版社



农业物联网技术与应用

新型职业农民培育系列教材

农民素养与现代生活

农民手机应用

新型职业农民素质能力与责任担当

互联网+现代农业

农产品质量安全知识读本

》》 农业物联网技术与应用

家庭农场经营管理

现代农业创业

农业支持保护政策

农村电子商务

法律基础与农村法规

休闲农业与乡村旅游

农业政策与法律法规

农产品电子商务

现代农业生产经营

农业生态环境与美丽乡村建设

新型职业农民素质提升读本

农产品市场营销策略

脱毒马铃薯规模生产与经营

农民专业合作社建设与管理



中国农业科学技术出版社
官方微信公众平台



责任编辑 白姗姗
封面设计 孙宝林 田静

ISBN 978-7-5116-3172-2



9 787511 631725 >

定价：28.90元



新型职业农民培育系列教材

农业物联网技术与应用

王振录 梁雪峰 陈胜利 主编



中国农业科学技术出版社

此为试读, 需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

图书在版编目 (CIP) 数据

农业物联网技术与应用 / 王振录, 梁雪峰, 陈胜利主编. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2017. 7

ISBN 978-7-5116-3172-5

I. ①农… II. ①王…②梁…③陈… III. ①互联网络-应用-农业研究
②智能技术-应用-农业研究 IV. ①S126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 165713 号

责任编辑 白姗姗

责任校对 贾海霞

出版者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010)82106636(编辑室) (010)82109702(发行部)

(010)82109709(读者服务部)

传 真 (010)82106650

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 者 各地新华书店

印 刷 者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 850 mm×1 168 mm 1/32

印 张 6

字 数 156 千字

版 次 2017 年 7 月第 1 版 2017 年 7 月第 1 次印刷

定 价 28.90 元

版权所有·翻印必究

前 言

随着信息技术和计算机网络技术的发展，物联网已经走进了农业生产的各个领域。国际电信联盟认为，物联网是通过智能传感器、射频识别（RFID）设备、全球卫星定位系统（GPS）等信息传感设备按照约定的协议，把任何物品与互联网连接起来，进行信息交换和通信，以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。

近年来，世界农业物联网技术不断发展，在农业物联网感知技术、数据传输技术、智能处理技术等方面取得了很大的进展。

本书全面、系统地介绍了农业物联网的知识，包括农业物联网的概述、农业物联网传感技术、农业物联网传输技术、农业物联网处理技术、农业物联网系统应用等内容。

本书围绕大力培育新型职业农民，以满足职业农民朋友生产中的需求。重点介绍了农业物联网技术与应用方面的成熟技术、以及新型职业农民必备的基础知识。书中语言通俗易懂，技术深入浅出，实用性强，适合广大新型职业农民、基层农技人员学习参考。

编 者

2017年6月

目 录

第一章 农业物联网概述	(1)
第一节 物联网的含义	(1)
第二节 农业物联网系统	(16)
第三节 农业物联网现状和发展趋势	(22)
第二章 农业物联网传感技术	(36)
第一节 农业信息感知概述	(36)
第二节 农业本体信息传感技术	(38)
第三节 土壤信息传感技术	(39)
第四节 农业气象信息传感技术	(41)
第五节 农业动植物生理信息传感技术	(43)
第六节 农业个体标识技术	(47)
第七节 农业遥感技术	(50)
第八节 农业导航技术	(51)
第三章 农业物联网传输技术	(54)
第一节 农业信息传输技术概述	(54)
第二节 农业无线传感器网络	(59)
第三节 4G、5G 通信技术	(64)
第四章 农业物联网处理技术	(77)
第一节 农业信息处理概述	(77)
第二节 农业预测预警	(79)
第三节 农业智能控制	(84)
第四节 农业智能决策	(87)
第五节 农业诊断推理	(89)
第六节 农业视觉信息处理	(92)
第五章 农业物联网系统应用	(95)
第一节 农田小气象 (小气候)	(95)

第二节	大田种植物联网系统应用	(104)
第三节	设施农业物联网系统应用	(117)
第四节	果园农业物联网系统应用	(123)
第五节	畜禽农业物联网系统应用	(128)
第六节	水产农业物联网系统应用	(139)
第七节	农产品安全溯源系统应用	(150)
第八节	农产品物流物联网系统应用	(164)
主要参考文献		(183)

第一章 农业物联网概述

不要对物联网感到陌生，事实上它已经走入了我们的生活，我们身边的许多应用已经使用了物联网技术。例如，我们正在使用的各种公交卡、门禁卡、停车场出入卡、饭卡等，卡片内置了射频识别芯片，所应用的就是物联网的射频识别技术（RFID）。卡片的内置芯片具有感应装置，使用时只要将卡片置于能感应的范围内，“滴”的一声，就能完成身份识别，非常方便快捷。

第一节 物联网的含义

物联网对于很多人来说还是个新名词，与“互联网”仅一字之差，而实际上物联网与互联网大有不同。物联网的英文名称为 Internet of Things，简称 IOT。

从字面上看，物联网就是物物相连的网络，能够让物体具有智慧，可以实现智能的应用。美国的沃尔玛集团就采用了射频识别（Radio Frequency Identification，RFID）技术进行供应链管理的优化，获得了巨大的经济效益。因此，那时国内有人呼吁要加快中国物联网技术的发展和应用，以改善中国物流行业存在的种种问题。当然物流领域的应用只是物联网应用初期的典型代表，物联网的应用价值远远超乎我们的想象。

一、物联网的概念

物联网是当今网络高频度热词，对于物联网的概念，有多种解释。比较有代表性的有以下几种。

（1）百度定义物联网：是通过射频识别、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备，按约定的协议，把

任何物品与互联网连接起来，进行信息交换和通信，以实现智能识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。

(2) 维基百科定义物联网：把所有物品通过射频识别等信息传感设备和互联网连接起来，实现智能化识别和管理；物联网就是把感应器装备嵌入各种物体中，然后将“物联网”与现有的互联网连接起来，实现人类社会与物理系统的整合。

(3) ITU（国际电信联盟）定义物联网：By embedding short-range mobile transceivers into a wide array of additional gadgets and everyday items, enabling new forms of communication between people and people, between people and things, and between things themselves（在日常用品中通过嵌入一个额外的小工具和广泛的短距离的移动收发器，使人与人之间、人与物之间以及物与物之间形成信息沟通的形式）。

From anytime, anyplace connectivity for anyone, we will now have connectivity for anything（任何时间、任何地点、任何人，我们现在都能够实现相关连接）。

总之，物联网能够实现所有物品通过射频识别等信息传感设备实现在任何时间、任何地点，与任何物体之间的连接，达到智能化识别和管理的目的。其中，身份识别是ITU物联网的核心。

【小知识】

ITU（国际电信联盟）是一个国际组织，主要负责确立国际无线电和电信的管理制度和标准。它的前身是在巴黎创立的国际电报联盟，是世界上最悠久的国际组织之一。它的主要任务是制定标准，分配无线电资源，制定各个国家之间的国际长途互连方案。它也是联合国的一个专门机构，总部设在瑞士的联合国第二大总部日内瓦。

(4) EOPSS（欧洲智能系统集成技术平台）定义物联网：Things having identities and virtual personalities operating in smart

spaces using intelligent interfaces to connect and communicate within social, environmental, and user contexts (在智慧空间中, 具有身份和虚拟人物操作的东西, 使用智能接口连接和沟通社会、环境和用户语境)。

除此之外, 还有一个广义的物联网概念, 也就是实现全社会生态系统的智能化, 实现所有物品的智能化识别和管理。我们可以在任何时间、任何地点实现与任何物的连接。

从众多的定义中, 我们不难看出物联网本质上具有以下特点。

(1) 物联网是物与物相互连接的网络, 互联是其重要特征: 物联网中物的概念包括机器、动物、植物以及人, 也包括我们日常所接触和所看到的各种物品。所以, 物联网本质上与人们常提到的互联网有很大不同。互联网是机器与机器的连接, 构建了一个虚拟的世界。而物联网的概念则是真实物与真实物的连接, 将物与物按照特定的组网方式进行连接, 并且实现信息的双向有效传递。

(2) 物联网能够让物体自动自发, 智慧是其另一个重要特征: 智慧感知是物联网赋予物体的一个全新属性, 这将大大拓展人类对于这个世界的感知范围, 在不久的将来我们就能够看懂动物、植物以及物品的内心。例如, 桌上的一个橘子, 虽然我们肉眼能够识别出它是一个橘子, 但是如果不去尝一尝, 我们并不知道它是偏甜还是偏酸。未来的物联网将可以帮助我们, 通过感知技术的应用, 对橘子进行判断并将相关的信息反馈给我们。

(3) 物联网大大拓展了人类的沟通范围: 物联网将人类的沟通范围从单一的人与人之间的沟通扩展到了物体与物体、人与物体之间(图 1-1)。物联网即实现了这样的人类理想, 它赋予了人类的智慧, 借助通信网络, 建立起物体与物体之间、物体与人类之间的通信, 扩展了人类的沟通范围, 实现人类与物体之间的“直接对话”。

现在一些智能终端中已经内置了传感器，例如，苹果公司的 iPhone 手机。iPhone 通过对旋转时运动的感知，可以自动地改变其显示竖屏还是横屏，以使用户能够以合适的方向和垂直视角看到完整的页面或者数字图片。如图 1-2 所示，物联网的感知层能够全面感知语音、图像、温度、湿度等信息并向上传送。

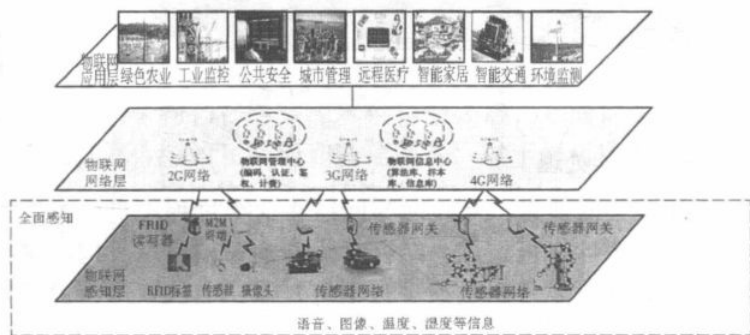


图 1-2 物联网全面感知

（二）可靠传输

物联网通过前端感知层收集各类信息，还需要通过可靠的传输网络将感知的各种信息进行实时传输，这种传输具有以下特点。

（1）对感知到的信息进行可靠传输，全面及时而不失真。

（2）信息传递的过程应是双向的，即处理平台不仅能够收到前端传来的信息，并且能够顺畅安全地将相关返回信息传递到前端。

（3）信息传输安全、防干扰，防病毒能力、防攻击能力强，具有高可靠的防火墙功能。如图 1-3 所示，物联网的传输层包含大型的传输设备、交换设备，为信息的可靠传输提供稳定安全的链路。

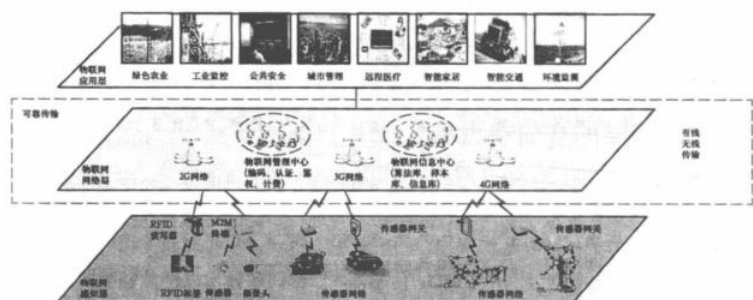


图 1-3 物联网可靠传输

(三) 智能处理

对于收集的信息，互联网等网络在这个过程中仍然扮演重要角色，利用计算机技术，结合无线移动通信技术，构成虚拟网络，及时地对海量的数据进行信息控制，完成通信，进行相关处理。真正达到了人与物的沟通、物与物的沟通。在物联网系统中，通过相关指令的下达，使联网的多种物体处于可监控、可管理的状态，这就突破了手工管理的种种不便。应用感知技术让物体能够及时反馈自己所处的状态，从而实现智能化管理。物联网对信息的智能化处理是对信息进行“非接触自动处理”，通过各种传感设备可以实现信息远程获取，并不需要去实地采

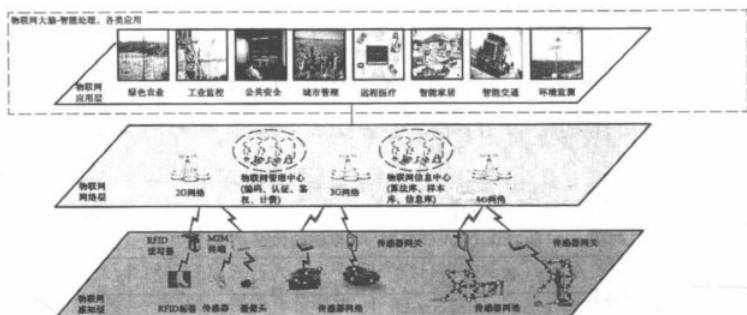


图 1-4 物联网智能处理

集；对物流信息实行实时监控，通过对流通中的物体内置芯片，系统就能够随时监控物体运行的状态；在智能处理的全过程中，都可实现各环节信息共享。如图 1-4 所示，物联网应用层包含各行业的应用，依据系统服务要求灵活处理。

三、物联网、互联网、泛在网辨析

美国权威咨询机构 Forrester Research 预测，到 2020 年，世界上物物互联的业务，跟人与人通信的业务相比，将达到 30 : 1，社会将进入全面的物联网时代。实际上，物联网并不是凭空出现的事物，它的神经末梢是传感器，它的信息通信网络则可以依靠传统的互联网和通信网等，对于海量信息的运算处理则主要依靠云计算、网格计算等计算方式。

物联网与现有的互联网、通信网和未来的泛在网有着十分微妙的关系，下面就物联网和互联网、物联网和泛在网、未来网络的融合分别论述。

【小知识】

Forrester Research 公司是一家独立的技术和市场调研公司，针对技术给业务和客户所带来的影响提供务实和具有前瞻性的建议。在过去的 25 年中，Forrester Research 公司已经被公认为思想的领导者和可信赖的咨询商，它通过所从事的研究、咨询、市场活动和高层对等交流计划，帮助那些全球性的企业用户建立起市场领导地位。

（一）物联网的传输通信保障——互联网

物联网在“智慧地球”提出之后，引起了强烈的反响。其实，在这个概念提出之初，很多人就将它与互联网相提并论，甚至有很多人预言，物联网不仅将重现互联网的辉煌，它的成就甚至会超过互联网。不少专家预测，物联网产业将是下一个万亿元级规模的产业，甚至超过互联网 30 倍。然而，对于两者之间的关系和侧重点，有很多说法，下面分别从不同的层面解析两者的关系。

说法一：物联网是应用。中国工程院副院长邬贺铨院士在广州举行的有关科技讲坛上提出，物联网是未来信息产业的发展方向，也是中国经济新的增长点。相较于互联网的全球性，物联网是行业性的。物联网不是把任何东西都联网，而是把联网有好处而且能联网的东西连起来；物联网不是互联网，而是应用。物联网具备三大特征：联网的每一个物件均可寻址，联网的每一个物件均可通信，联网的每一个物件均可控制。

说法二：中国经济周刊指出物联网是互联网的下一站，周刊提到物联网的定义是把所有物品通过 RFID 等信息传感设备与互联网连接起来，实现智能化识别和管理。从这个意义上讲，物联网更像是互联网的延伸和拓展，甚至有“物联网是互联网的一个新的增长点”之说。

邬贺铨指出，从某种意义上讲，互联网是虚拟的，而物联网是虚拟与现实的结合，是网络在现实世界里真正大规模的应用。计算机、互联网发源于美国，美国对于互联网有着绝对的话语权；而物联网才起步不久，因此，中国在物联网方面也享有一定的国际话语权。表 1-1 所示物联网与互联网的比较进一步说明了两者的区别和联系。

表 1-1 物联网与互联网的比较

比较	互联网	物联网
起源	计算机技术的出现和信息的快速传播	传感技术的出现与发展
面向对象	人	人和物
核心技术及所有者	网络协议技术核心技术主要掌握在主流操作系统及语言开发商手中	数据自动采集、传输技术、后台存储计算、软件开发核心技术掌握在芯片技术开发商及标准制定者手中
创新	主要体现在内容的创新及形式的创新，例如腾讯、网易等	面向客户的个性化需求，体现技术与生活的紧密联系，给予开发者充分想象的空间，让所有物品智能化

从表 1-1 可以看到，人类是从对信息积累搜索的互联网方式逐步向对信息智能判断的物联网前进，而且这样的信息智能是结合不同的信息载体进行的，如一杯牛奶的信息、一头奶牛的信息和一个人的信息的结合而产生判断的智能。

如果说互联网是把一个物质给你，提供了多个信息源头，那么，物联网则是把多个物质和多个信息源头给你，提供了一个判断的活信息。互联网教你怎么看信息，物联网教你怎么用信息，更智慧是其特点，把信息的载体扩充到“物”（包括机器、材料等）。所以，物联网的含义更为广泛，它连接的是物与物，而物是非智能的。因此，这就要求物联网必须是智能的、自治的、感知的网络，必须具备协同处理能力。

因此，物联网的发展与互联网的发展是并行的，且相互影响。在重视物联网发展的同时，同样不能轻视互联网的发展。加速互联网应用，培育新兴产业，积极研究发展下一代互联网（Next Generation Internet, NGI），重视移动互联网，推进互联网和传统产业进行有机结合，发挥互联网在促进国民经济增长中的重要作用。

（二）物联网发展的方向——泛在网

物联网与传感网关系密切，两者可以说互相影响，同等重要。而对于泛在网这个概念，大家倒是有点陌生。在国家科技重大专项中，泛在网和物联网并列排在项目五，有着特殊的含义。物联网的重大作用主要体现在传感网的发展和完备上，而泛在网的重要性主要体现在它的无所不在、无所不包、无所不能，并以实现在任何时间、任何地点、任何人、任何物都能顺畅的通信为目标。

（三）未来趋势——网络融合

从中国经济角度看，物联网已经成为中国经济结构调整的重要落脚点，成为产业升级转型的重要抓手。随着中国物联网战略的实施，物联网和互联网、移动互联网的融合应用为中国

后金融时代经济快速复苏提供了前所未有的机会，未来业务的发展和布局将会在物联网和互联网的融合应用上。随着融合的不断深入，创新的商业模式将出现更多的新机遇、新挑战。在国家大力推动工业化与信息化两化融合的大背景下，物联网将是工业乃至更多行业信息化过程中一个比较现实的突破口。一旦物联网大规模普及，无数的物品需要加装更加小巧智能的传感器，用于动物、植物、机器等物品的传感器与电子标签及配套的接口，装置数量将大大超过目前的手机数量，市场巨大。

未来，网络融合将成为趋势，这不仅对业务的整合、降低成本、提高行业的整体竞争力等方面有很大的益处，而且为未来信息产业的发展做了准备。

2010年年初，时任国务院总理温家宝主持召开了主题为“加强网络融合，打造立体通信”的国务院常务会议，会议决定加快推进电信网、广播电视网和互联网的网络融合，推进三网融合发展（图1-5），实现三网互联互通、资源共享，为用户提供数据和广播电视等多种服务，形成新的经济增长点。网络融合为物联网未来发展提供了便利，一方面，可以借助融合后的网络平台促进自身的发展，另一方面，也会进一步推动自身与互联网、移动互联网的融合发展，创造新的经济增长点，促进物联网产业的发展成熟。



图 1-5 三网融合