

普通高等教育物联网工程专业规划教材

物联网控制基础

◎ 彭 力 主 编

◎ 谢林柏 吴治海 闻继伟 副主编



普通高等教育物联网工程专业规划教材

物联网控制基础

主 编 彭 力

副主编 谢林柏 吴治海 闻继伟

参 编 冯 伟 马晓贤 张佳宇



机械工业出版社

本书全面介绍了物联网中所需要的控制理论和技术,包括经典控制理论、现代控制理论、计算机控制技术、传感网中的控制技术和网络控制系统。

通过本书的学习,学生可了解自动控制的基本原理、基本知识和基本分析方法,正确理解和运用自动控制的相关理论,掌握一套比较完整的系统分析、设计和计算方法,并具备一定的实验技能,不仅为后续课程的学习奠定基础,而且为解决实际控制问题直接提供理论和方法。

本书适用于高等院校物联网工程专业作为教材,也可作为其他专业的选修课教材,也适合对物联网感兴趣的各类读者参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

物联网控制基础/彭力主编. —北京:机械工业出版社, 2013. 10
普通高等教育物联网工程专业规划教材
ISBN 978-7-111-45671-1

I. ①物… II. ①彭… III. ①互联网络-应用-高等学校-教材②智能技术-应用-高等学校-教材 IV.
①TP393.4②TP18

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第022849号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
策划编辑:徐凡 责任编辑:徐凡
版式设计:霍永明 责任校对:张莉娟
责任印制:刘岚
北京京丰印刷厂印刷
2015年1月第1版·第1次印刷
184mm×260mm·16印张·384字
标准书号:ISBN 978-7-111-45671-1
定价:32.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066
销售一部:(010) 68326294
销售二部:(010) 88379649
读者购书热线:(010) 88379203

教材网:<http://www.cmpedu.com>
机工官网:<http://www.cmpbook.com>
机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>
封面无防伪标均为盗版

前言

当前,随着计算机网络、无线通信、嵌入式系统、单片机、集成电路、传感器、计算机、自动化等前沿技术的快速发展,物联网技术已经成为新经济模式的引擎,有可能带动多个传统行业进入一个崭新的世界。它所涉及的行业非常广阔,如农业、工业、商业、建筑、汽车、环保、交通运输、机械设计、医学、安防、物流、海运、渔业等所有可知的领域,成为国家经济发展的重大战略需求,学好它意义非凡。

物联网的任务不能停留在监测监视上,在其应用过程中更需要及时的反馈、决策和控制;同时,作为一个完整的系统,应该具备检测、传输以及处理显示之后的控制部分。对于物联网工程专业的学生,其知识结构中应该具有控制技术,基于这个目的,本书力求在有限的学时内凝练控制技术的精华,补足学生这方面的知识需求,完成会分析、能设计、有创新这三大任务。另外,为方便学生进一步求学如读研等打下良好的基础。

本书绪论中阐述了物联网中所需要的控制技术,从经典控制到现代控制,从计算机控制到网络控制,力求使控制技术融入物联网的各种应用中,使学生逐步学会利用控制技术分析和设计物联网的控制器,学会分析控制效果和校正技术。第1部分重点讲述控制技术的基础知识,包括线性系统模型建立、时域和频域分析方法以及系统校正设计方法。第2部分比较详细地介绍了现代控制关键技术,包括状态空间表达式、多变量系统动态和稳定性分析以及系统校正设计。第3部分结合实际控制系统应用背景介绍基于计算机的多种控制工程分析和设计手段,如PID控制、离散控制系统、最小拍控制系统、时滞系统、串级控制系统等,主要是以工控机为核心构成控制系统,分析其软硬件系统和控制器设计。同时,结合工业局域网,介绍分布式控制系统和现场总线控制。第4部分以无线传感网(Zigbee)为背景介绍其中的路由、定位、跟踪以及覆盖等控制技术,这为大规模部署无线网络提供技术支持。第5部分介绍了网络控制的一些最新技术,包括面向互联网和无线局域网的控制系统建模分析和设计,这也是与物联网控制应用技术关联最紧密的部分,其分析和设计思想对物联网控制系统有指导作用。

本书由江南大学物联网工程学院彭力教授主编,江南大学谢林柏、闻继伟、吴治海、李稳、冯伟、高宁、秦毅、马晓贤、韩潇、张佳宇、赵山、戴菲菲、陈容、靳海伟、吴凡、董国勇、卢晓龙、曹亚陆等参加了编写工作,在此向他们表示感谢,同时感谢教育部物联网技术应用工程研究中心、轻工过程先进控制教育部重点实验室、江南能源感知研究院的大力支持和本书编辑热情辛勤的工作。

本书适用于高等院校物联网工程专业作为教材使用,也可作为其他各专业的选修课教材,也适合对物联网感兴趣的各类读者参考阅读。

本书配有免费电子课件,欢迎选用本书作教材的老师登录 www.cmpedu.com 注册下载或发邮件到 xufan666@163.com 索取。

目 录

前言

绪论	1
----------	---

第 1 部分 经典控制理论

第 1 章 自动控制系统的基本概念	13	3.1 时域分析法介绍	40
1.1 引言	13	3.2 时域性能指标	40
1.2 开环控制系统与闭环控制系统	14	3.2.1 系统的动态和稳态性能指标	41
1.2.1 基本概念	14	3.2.2 典型输入信号	41
1.2.2 自动控制系统结构框图	15	3.2.3 脉冲响应函数	42
1.2.3 开环控制系统与闭环控制 系统	17	3.3 一阶系统的动态响应	42
1.3 对闭环控制系统的基本要求	19	3.3.1 单位阶跃响应	43
1.3.1 基本概念	19	3.3.2 单位斜坡响应	43
1.3.2 对控制系统的基本要求	19	3.3.3 单位脉冲响应	43
1.3.3 自动控制系统的类型	21	3.3.4 单位阶跃、单位斜坡、单位 脉冲响应的关系	43
习题	23	3.4 二阶系统的动态响应	44
第 2 章 自动控制系统的数学模型	24	3.4.1 二阶系统的数学模型	44
2.1 数学模型及建模的基本概念	24	3.4.2 欠阻尼情况下二阶系统的动 态性能指标的计算	47
2.1.1 动态微分方程的编写	25	3.4.3 改善二阶系统性能的措施	49
2.1.2 非线性系统（数模）的线 性化	27	3.5 高阶系统的动态响应和简化分析	49
2.1.3 运动方程无量纲化	27	3.6 自动控制系统的稳定性分析及代数 判据	50
2.1.4 典型系统微分方程的列写	28	3.6.1 稳定性的基本概念	50
2.2 传递函数	29	3.6.2 控制系统稳定的充分必要条件	50
2.3 典型环节传递函数分析	31	3.6.3 系统稳定性代数判据	51
2.3.1 比例环节（放大环节）	32	3.7 控制系统的稳态误差分析	56
2.3.2 惯性环节	32	3.7.1 系统稳态误差的概念	56
2.3.3 积分环节	33	3.7.2 控制系统按开环结构中积分 环节数分类	59
2.3.4 微分环节	34	3.7.3 给定值输入下的稳态误差 计算	59
2.3.5 振荡环节	35	3.7.4 扰动输入下稳态误差的计算	63
2.3.6 延迟环节	36	习题	64
2.4 环节的连接方式	36	第 4 章 控制系统的频域分析	66
2.4.1 串联	36	4.1 频率特性的基本概念	66
2.4.2 并联	37	4.1.1 频域分析法的基本思想	66
2.4.3 反馈	37		
习题	39		
第 3 章 控制系统的时域分析	40		

4.1.2 频域分析法的特点	66	4.6 频域分析法中的系统性能指标	83
4.1.3 频率特性的定义	67	4.6.1 静态性能指标在奈奎斯特曲线 或伯德曲线上的呈现形式	83
4.2 频率特性的表示方法	68	4.6.2 控制系统的动态频域指标	83
4.2.1 频率特性的解析式方法	68	4.6.3 频域指标的计算	83
4.2.2 频率特性的图示方法	69	习题	87
4.3 典型环节的频率特性	70	第5章 控制系统的校正方法	88
4.3.1 比例环节	70	5.1 校正的基本概念	88
4.3.2 积分环节	71	5.1.1 控制系统的校正及其思路	88
4.3.3 微分环节	72	5.1.2 设计指标	89
4.3.4 惯性环节	73	5.1.3 控制系统设计的结构及特点	89
4.3.5 振荡环节	74	5.1.4 系统校正的方法	90
4.3.6 延时环节	76	5.2 串联校正典型环节特性	91
4.4 控制系统的开环频率特性	77	5.2.1 超前校正环节特性	91
4.4.1 开环频率特性的极坐标图	77	5.2.2 滞后校正环节特性	91
4.4.2 开环频率特性的对数频率特 性图	78	5.2.3 滞后-超前校正环节特性	92
4.5 控制系统的稳定性分析	79	5.3 用频域法设计串联校正环节	92
4.5.1 奈奎斯特判据的优点	79	5.3.1 希望的开环频率特性	92
4.5.2 奈奎斯特判据的理论依据	79	5.3.2 串联超前校正的一般步骤	92
4.5.3 奈奎斯特判据	80	习题	94
4.5.4 相对稳定性	81		

第2部分 现代控制理论

第6章 系统描述	95	7.1 线性系统状态方程的解	108
6.1 状态空间表达式	95	7.2 状态转移矩阵的性质	109
6.1.1 能控标准形	96	7.3 向量矩阵分析中的若干结果	110
6.1.2 能观测标准形	97	7.3.1 凯莱-哈密尔顿定理	110
6.1.3 对角线标准形	98	7.3.2 最小多项式	111
6.1.4 Jordan 标准形	98	7.4 矩阵指数函数 e^{At} 的计算	111
6.2 线性时不变系统的特征结构	99	7.4.1 方法一: 直接算法法 (矩阵 指数函数)	112
6.2.1 系统矩阵 A 的特征值	99	7.4.2 方法二: 对角线标准形与 Jordan 标准形法	112
6.2.2 n 维系统矩阵的对角线化	100	7.4.3 方法三: 拉氏变换法	113
6.2.3 特征值的不变性	102	7.4.4 方法四: 化 e^{At} 为 A 的有限 项法	114
6.2.4 状态变量组的非唯一性	102	习题	116
6.3 系统模型之间的相互变换	103	第8章 Lyapunov 稳定性分析	117
6.3.1 传递函数系统的状态空间表 达式	103	8.1 引言	117
6.3.2 由状态空间表达式到传递函 数的变换	104	8.2 Lyapunov 意义下的稳定性问题	117
习题	106	8.2.1 平衡状态、给定运动与扰动 方程的原点	118
第7章 线性多变量系统的运动 分析	108		

8.2.2 Lyapunov 意义下的稳定性		与设计	132
定义	118	9.1 引言	132
8.2.3 预备知识	120	9.1.1 问题的提法	132
8.3 Lyapunov 稳定性理论	122	9.1.2 性能指标的类型	133
8.3.1 Lyapunov 第一法	122	9.1.3 研究综合问题的主要内容	133
8.3.2 Lyapunov 第二法	123	9.1.4 工程实现中的一些理论问题	134
8.3.3 线性系统的稳定性与非线性		9.2 极点配置问题	134
系统的稳定性比较	126	9.2.1 问题的提法	134
8.4 线性定常系统的 Lyapunov 稳定性		9.2.2 可配置条件	135
分析	126	9.2.3 极点配置的算法	138
习题	130	9.2.4 低阶系统的极点配置问题	139
第9章 线性多变量系统的综合		习题	139

第3部分 计算机控制系统

第10章 计算机控制系统概述	140	11.4.1 史密斯预估算法	160
10.1 计算机控制系统的组成	140	11.4.2 最少拍控制器设计	161
10.2 计算机控制系统的特点	141	11.4.3 最少拍无纹波控制	163
10.3 计算机控制系统的典型形式	142	习题	163
10.4 计算机控制系统的发展方式	144	第12章 分散性测控网络技术	165
习题	144	12.1 分散控制系统	165
第11章 常规及复杂控制技术	145	12.2 现场总线控制系统	167
11.1 数字控制器的连续化设计技术	145	12.3 计算机集成制造系统	167
11.2 PID 控制	148	习题	170
11.2.1 PID 控制算法	148	第13章 计算机控制系统的设计	
11.2.2 数字 PID 控制算法的改进	150	与实施	171
11.2.3 数字 PID 控制参数整定	153	13.1 计算机控制系统的设计	
11.3 纯滞后系统控制	155	原则	171
11.3.1 大林算法	156	13.2 计算机控制系统的设计	
11.3.2 史密斯预估算法	158	步骤	173
11.4 最少拍控制	160	习题	175

第4部分 无线传感器网络中的控制技术

第14章 无线传感器网络中的		14.2.3 基于查询的路由协议	181
控制技术	176	14.2.4 地理位置路由	184
14.1 无线传感器网络概述	176	14.2.5 基于服务质量的路由协议	186
14.1.1 无线传感器网络体系结构	176	14.3 无线传感器网络的链路层技术	188
14.1.2 无线传感器网络的特征	177	14.3.1 无线传感器网络 MAC 协议	188
14.2 无线传感器网络中的路由控制		14.3.2 基于时分复用的 MAC 协议	193
技术	178	14.4 定位跟踪控制技术	195
14.2.1 路由协议的分类	179	14.4.1 定位技术概述	195
14.2.2 能量感知路由协议	180	14.4.2 节点位置计算的常见方法	195

14.4.3 定位算法分类	197	14.6.2 粒子群方法	214
14.5 目标跟踪控制	208	14.7 移动传感网动态建模和控制	
14.6 覆盖控制	212	技术	218
14.6.1 虚拟势场力方法	213	习题	221

第 5 部分 网络控制系统

第 15 章 网络控制系统	222	15.5 通信约束下的网络控制系统稳	
15.1 网络控制系统概述	222	定性分析	233
15.2 网络控制系统概念和结构	223	15.5.1 网络控制系统稳定的通信	
15.3 网络控制系统的时序	226	约束	233
15.3.1 采样速率分析	226	15.5.2 量化反馈系统的稳定性分析	233
15.3.2 延迟与抖动分析	226	15.5.3 基于状态观测的量化反馈稳	
15.3.3 NCSs 的节点驱动方式	226	定性分析	236
15.4 网络控制系统模型	227	15.6 网络控制系统控制器设计	238
15.4.1 NCSs 中的基本假设	227	15.6.1 控制器设计方法	238
15.4.2 连续系统模型	227	15.6.2 随机最优控制技术	238
15.4.3 离散系统模型	228	15.6.3 增广确定控制技术	239
15.4.4 混合系统模型	231	15.6.4 基于 QoS 的控制方法	240
15.4.5 有数据包丢失时 NCSs 的		15.6.5 鲁棒控制方法	240
模型	231	15.6.6 其他控制方法	241
15.4.6 时滞系统模型	232	习题	241
15.4.7 其他模型	232	参考文献	242

绪 论

1. 物联网控制技术的一般概念

“物联网”的概念是在 1999 年提出的，它的定义很简单：把所有物品通过射频识别等信息传感设备与互联网连接起来，实现智能化的识别和管理。也就是说，物联网是指各类传感器和现有的互联网相互衔接的一个新技术。

2005 年，国际电信联盟（ITU）发布了《ITU 互联网报告 2005：物联网》，报告指出：“我们现在站在一个新的通信时代的入口处，在这个时代中，我们所知道的因特网将会发生根本性的变化。因特网是人们之间通信的一种前所未有的手段，现在因特网不仅能把人与所有的物体连接起来，还能把物体与物体连接起来。”无所不在的物联网通信时代即将来临，世界上所有的物体，从轮胎到牙刷、从房屋到纸巾都可以通过因特网主动进行交换。ITU 的报告提出，物联网主要有四个关键性的应用技术：标签事物的 RFID（射频识别）技术，感知事物的传感器网络技术，思考事物的智能技术和微缩事物的纳米技术。

我国“十二五”规划出台，以物联网为代表的战略型新兴产业将成为国家大力扶持和发展的七大战略性行业之一。据权威机构预测，国家将在未来 10 年投入 4 万亿元大力发展物联网。

物联网（Internet of Things），是将各种信息传感装置，如射频识别（RFID）、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等与互联网结合起来而形成的一个巨大网络。其目的是让所有的物品都与网络连接在一起，系统可以自动地、实时地对物体进行识别、定位、追踪、监控并触发相应事件。

物联网是继计算机、互联网与移动通信网之后的信息产业第三次浪潮。物联网概念的问世，打破了之前的传统思维。过去的思路一直是将物理基础设施和 IT 基础设施分开：一方面是机场、公路、建筑物等，而另一方面是数据中心、个人计算机、宽带等。而在“物联网”时代，钢筋混凝土和电缆将会与芯片和宽带整合为统一的基础设施，在此意义上，基础设施更像是一块新的地球工地，世界的运转就在它上面进行，其中包括经济管理、生产运行、社会管理乃至个人生活管理。

根据 ITU 的建议，物联网自底向上可以分为以下的结构和关系流程：

1) 感知层：该层的主要功能是通过各种类型的传感器对物质属性、环境状态、行为态势等静态或动态的信息进行大规模、分布式的信息获取与状态辨识，针对具体感知任务，采用协同处理的方式对多种类、多角度、多尺度的信息进行在线计算与控制，并通过接入设备将获取的信息与网络中的其他单元进行资源共享与交互。

2) 接入层：该层的主要功能是通过现有的移动通信网（如 GSM、TD-SCDMA）、无线接入网（如 WiMAX）、无线局域网（WiFi）、卫星网等基础设施，将来自感知层的信息传送到互联网层中。

3) 互联网层：该层的主要功能是以 IPv6/IPv4 以及后 IP（Post-IP）为核心，将网络内的信息资源整合成一个可以互联互通的大型智能网络，为上层服务管理和大规模行业应用建

立起一个高效、可靠的基础设施平台。

4) 服务管理层：该层的主要功能是通过具有超级计算能力的中心计算机群，对网络内的海量信息进行实时的管理和控制，并为上层应用提供一个良好的用户接口。

5) 应用层：该层的主要功能是集成系统底层的功能，构建起面向各类行业的实际应用，如生态环境与自然灾害监测、智能交通、文物保护与文化传播、远程医疗与健康监护等。

基于目前物联网的发展现状，特别是针对传感器网络的技术复杂性和非成熟性，人们将深入开展研究传感器网络的核心技术，预计未来还要进一步推进芯片、传感器、射频识别等技术的发展，在此基础上逐步开展感知层的网络（核心为传感器网络）与后 IP 网络的整合，扩展服务管理层的信息资源、探索商业模式，并以若干个典型示范应用为基础，推进物联网在各个行业的应用。同时，在各个层面将进行相关标准的制定。

可以形象地认为，物联网是一个像人一样的系统，它不仅要有诸如传感器模块、通信模块、数据处理模块、预报决策分析模块和执行器模块等感觉器官和肢体，还要有把这些模块或子系统有机结合，串联或并联在一起完成某种期待的功能或任务的中心控制模块——控制器。控制器就像是人的大脑，而连接这些模块或子系统的总线和信号就像是人体中的神经系统和血液系统。因此，对物联网的工作流程可描述如下：眼睛、鼻子、舌头、耳朵、皮肤等（传感器）通过神经或血液（反馈环节）将信号传输给大脑（控制器），再通过神经、血液驱动四肢等器官（执行器）动作。其工作流程如图 0.1 所示。

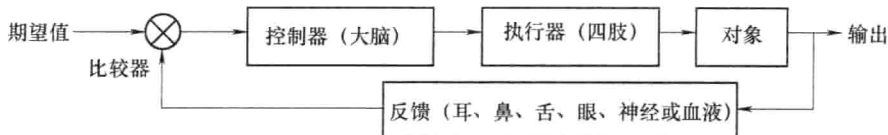


图 0.1 物联网系统的结构

由图 0.1 可知，物联网控制技术就是通过各种传感器采集作用对象的信息，反馈到控制器，与期望的目标比较，然后采用一定控制策略和方法，由执行器作用于被控对象，使被控对象达到一定的期望值。

2. 精准智慧农业

传统农业是以消耗实物资源为主的农业，主要表现是粗放、效率低下、抗风险能力差，而且对知识和信息的应用严谨性不强，几乎不应用计算机和互联网系统。伴随智慧星球、物联网等先进科技理念，现代农业将由精准农业、生态农业等演变成智能农业、智慧农业。这个从信息到智慧的过程，通过计算机、互联网、现代通信、物联网、智能控制、现代机械等技术的综合应用，将使现代农业的产供销实现高度的智能化，并更进一步提高农业生产经营的综合效率，降低资源消耗。

所谓“智慧农业”，就是充分应用现代信息技术成果，集成计算机与网络技术、物联网技术、音频视频技术、3S 技术、无线通信技术及专家智慧与知识，实现农业可视化远程诊断、远程控制、灾变预警等智能管理。例如，通过实时采集大棚内空气温度和湿度、光照、土壤温度、CO₂ 浓度、叶面湿度、露点温度等环境参数，自动开启或者关闭指定设备。根据用户需求，为农业综合生态信息的自动监测、环境的自动控制和智能化管理提供科学依据。

通过无线采集设备将检测的环境温度、湿度、pH 值等数据传送到基站，再通过基站发送到网络平台。农民朋友们只要通过手机、计算机等设备登录个人平台，就可以根据数据对农业自动化设施进行远程的操控，轻松实现无人值守和远程监测，不仅测量精确可靠，而且操作调试十分简便。在不久的将来，人们可以随处看见这样的情景：农民坐在计算机前，轻点鼠标，即可实现翻地、播种、除虫、灌溉和收获，就如同“开心农场”一样简单。这一切，都有赖于自动控制等相关科技在农业领域的应用。

在种植生产过程中就存在很多需要控制的地方。例如灌溉控制，系统能自动检测到什么时候需要灌溉，灌溉多长时间；可以自动开启灌溉，也可以自动关闭灌溉；可以实现土壤太干时增大喷灌量，太湿时减少喷灌量。实现这些控制功能的控制系统的结构框图如图 0.2 所示。

一个农业物联网应用的实例如图 0.3 所示。

物联网系统通过温度传感器、湿度传感器、土壤水分传感器等检测环境中的温度、相对湿度、光照强度、土壤水分等参数，并将这些参数作为自动控制的参变量参与到自动控制中，可以保证农作物有一个良好的、适宜的生长环境。

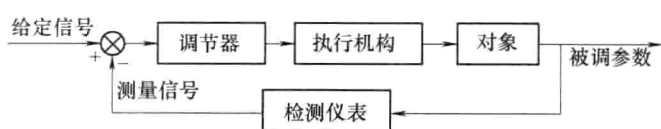


图 0.2 控制系统的结构框图

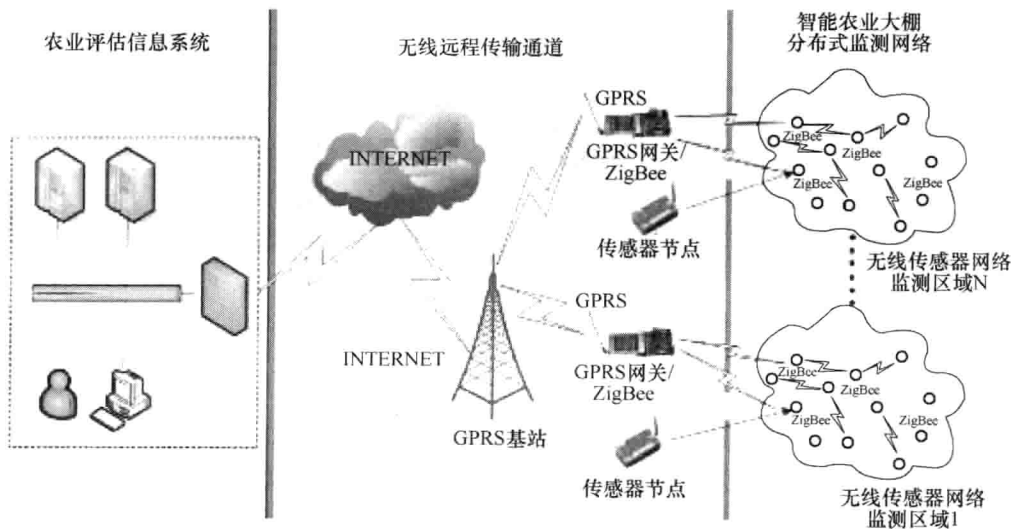


图 0.3 农业物联网的实例

控制系统内部需要植入农作物的种植经验甚至农作物的生长规律，如水分、肥料等因素对生长的影响等，并由此构建一个植物生长模型。掌握了这个模型才能确定控制规律，设计控制器，最终达到自动控制的目的。

系统软件分为两部分：第一部分为现场控制系统，操作管理人员可以通过该系统查看、设定和控制温室内的各项参数和设备；第二部分为远程控制系统，可实现远程查看数据、设定参数的功能。

其中，智能农业温室控制系统的主要功能如下：

1) 通过通信线监视温室的当前状态：它可以采集信息，监视室内温度、室内湿度以及各个设备的开关状态。

2) 远程设定功能：它可以通过通信线远程设定各个温室的运行参数，如温度目标值、湿度目标值、光照目标值以及设备的开关时间等。

3) 远程强制手动控制功能：它可以实现远程强制手动控制各温室内的设备的开关状态。

4) 手动/自动切换功能：它可以灵活快速地实现各个设备的手动/自动控制的切换。

5) 数据的绘图、统计功能：它能以曲线的方式绘出某个历史时间段的环境数据的变化曲线，并可以进行打印。

6) 它可以按年、月、日、时将各个环境数据加以统计，找出任意时间段的最大值、最小值、平均值等信息。

7) 短信报警设置、报警条件设置。

智能农业温室控制系统的控制界面如图 0.4 所示。

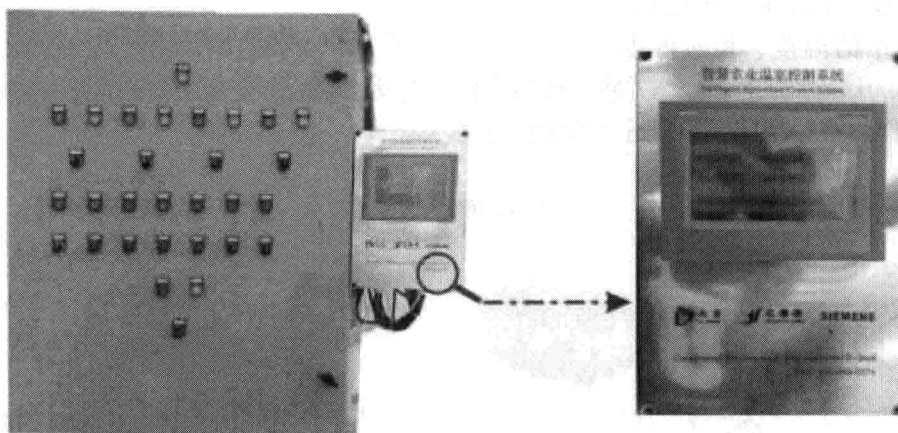


图 0.4 智能农业温室控制系统的控制界面

3. 智能交通

目前人们已越来越认识到物联网在智能交通中可以有很好的应用。

智能交通是以交通需求为导向，以信息技术为手段，以全面提升交通安全、效率和服务品质为目的，充分利用空间、时间和移动的资源，形成的新的交通系统。智能交通又是一个基于现代电子信息技术、面向交通运输的服务系统，它的突出特点是以信息的收集、处理、发布、交换、分析和利用为主线，为交通参与者提供多样性的服务。在智能交通系统中，车辆能靠自己的智能在道路上自由行驶，公路能靠自己的智能将交通流量调整至最佳状态，管理人员能对道路、车辆的行踪掌握得一清二楚。智能交通模型如图 0.5 所示。

智能交通系统能够以先进的物联网信息采集技术为核心，利用多种传感设备，实时、准确地采集路况信息、车辆信息和道路的时间空间占有率，并按照约定的协议，依靠专有的网络对信息进行实时传送、分析处理和反馈，为交通信号控制、交通动态引导以及大范围的交通管制、区域调度提供信息和科学的决策依据，而且能够提供城市重要路口的车流量参数、车辆信息、交通参数等信息，为整个城市的交通管理和交通安全提供参考数据。

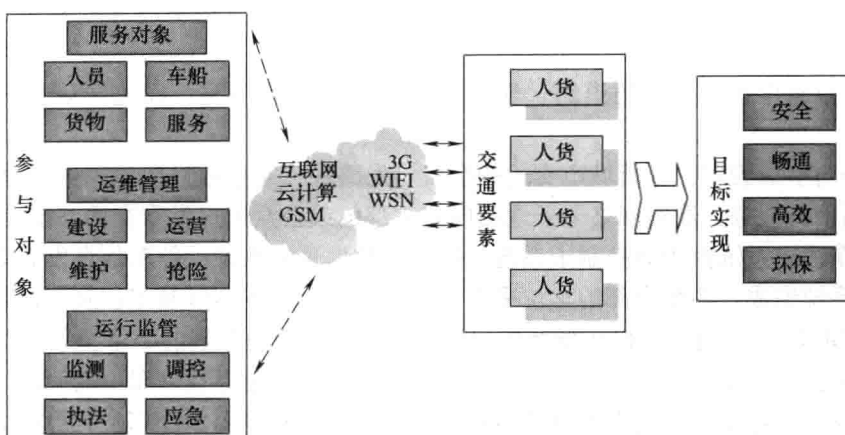


图 0.5 智能交通模型

基于物联网技术的智能交通系统的功能如下：

1) 利用先进的监测和传感设备，实时、自动地监测、采集交通信息并传输、存储信息。

2) 具备稳定、可靠的软硬件设施和运行环境，具有大范围的信息采集、分析处理能力，同时相关节点具有兼容性，能够相互协调，能与信息中心和相关部门进行信息交换，共享信息。

3) 在遇到突发交通事故时，能用恰当的方式报警、提示。

4) 相关节点能够接收信息中心发出的各类交通指令，在接收指令后能够及时做出相应的正确反应，并能为常见交通问题的解决提供预案和建议。

5) 对采集到的道路交通信息进行分级、批量处理，对道路交通拥挤具有系统、规范的提示和分类，包括偶然发生的交通事件、经常发生的交通拥挤、交通事故以及地面和高架道路上存在的交通问题等，具有对道路交通现状进行分析、判断的能力，并有初步的交通预测功能。

6) 系统的硬件设备和软件平台以及通信设施必须符合国家规定的有关信息化安全管理方面的要求。信息采集和发布系统应具有故障自检、自动更新升级等功能，并使系统管理维护人员能够及时了解设备的运行状况，及时维护。

7) 应具有通过广播、手机、可变信息屏、车载导航仪等多种形式发布交通信息的能力，以调节、疏导和控制相关区域内交通车流量的变化，而发布的内容可以包括：哪些路段目前处于交通拥挤状况，哪些路段发生交通事故等信息。

智能交通系统包含的子系统大体可分为车辆控制系统、交通监控系统和运营车辆管理系统。按功能实现，系统还可分成交通信息采集、交通指挥中心信息平台、电子标签识别、交通信息指示牌和变频交通灯等多个模块。

一个完整的智能交通系统包括以下几方面：

- 1) 车辆诱导系统：结合交通视频监控和交通诱导系统的车辆诱导 GIS 系统。
- 2) 交通规划：通过 GIS 对道路交通进行规划，优化轨道交通或公共交通的线路设计。
- 3) 红绿灯智能集群优化：红绿灯智能集群优化可以控制城市交通高峰期车的流量。

4) 智能指挥调度与综合监控: 通过 GIS, 指挥人员可以掌握交通管理要素, 辅助决策管理。

5) 交通设施维护: 为交通道路、轨道及相关附属设施情况、周边环境情况等进行检测。

6) 安全与事故管理: 分析城市交通的事故多发路段, 对事故发生原因进行分析。

7) 交通信息服务: 通过网络电子地图向相关部门或公众用户发布交通路况信息。

城市停车诱导系统由中央控制子系统、停车场数据采集系统、停车信息发布系统, 以及无线通信子系统组成。系统内部的车位采集子系统、后台服务器以及车位发布诱导屏之间全部采用无线 GPRS 方式通信。停车场场内引导系统是停车管理领域的一个全新产品, 它很好地解决了如何指引驾车者在大型室内停车场或多层停车场快速寻找停车位的问题。当驾车者进入停车场时, 引导系统将指引驾驶员沿着最短的路线找到空闲的停车位, 可极大地提高车位利用率, 提高停车场的服务水平。

城市交通最重要的部分是市内客运, 而其最关注的中心点是客流量。对运输企业的管理来说, 实时、准确的客流量数据, 是企业进行车辆动态调度、线路编排、运营管理、电子站牌提示的重要基础数据之一。而对城市交通规划来说, 翔实、精准、时效性高的客流量数据、出行趋势, 是城市道路规划、城市功能分区规划、公共交通线路规划等公共决策的重要支撑。

从现有的客流量数据统计情况看, 轨道交通企业有条件获得比较准确的客流基础数据, 而公交企业的客流数据主要还是来源于运输企业对于票款回收后的反向推算, 不具备实时性和与地理位置相关的准确性。所以, 在各个城市的智能交通规划中, 几乎都将公交客流统计系统作为一个非常重要的组成部分, 编入了智能交通系统的子系统。

目前, 基于智能视频分析的客流统计技术, 已成为车载客流统计的最佳选择, 该系统可以满足客流统计的高准确率、高环境适应性、高实时性的要求。同时, 在长途客运中, 车载客流统计还能起到对站外上下客以及票款的监控作用。

规范的交通行为是有序交通、高效交通的基础。规范交通行为的手段中, 除了常见的对于交通卡口的管控外, 对于卡口范围之外的交通行为也需要进行高效的管控。

现在, 城市“公交优先”的理念已经深入人心, 这是对公共资源高效利用的一个良好保障, 而且一线城市一般都配备了快速公交 (BRT) 专用车道、公交车专用道等, 全时或分时禁止社会车辆驶入。在监控社会车辆占用专用车道行驶的行为方面, 可采用智能视频分析的物联网传感技术。例如沈阳公交通过在公交车前后方安装摄像头对视野内的社会车辆进行分析和抓拍, 使任何公交车、BRT 车辆都成为流动的监管点, 对社会车辆占用公交车专用道行为具有极强的威慑作用, 真正保障了“公交优先”的落实。

安全是交通管理的重要一环。对于智能交通规划和管理来说, 交通安全也是在规划中不可或缺的部分。要保障交通安全, 需要各种各样的手段进行综合配套管理, 包括对酒驾行为的严厉打击、交通设施的完善、交通行为的规范等。

疲劳驾驶是交通事故、交通意外的最重要的诱因之一, 所以疲劳驾驶的预防和管理一直都得到了高度的重视。原有的管理手段一般是从制度上去要求, 如持续行驶 4h 就需要进入服务站休息或更换司机等。现在随着物联网感知技术的发展, 基于智能视频分析的疲劳检测技术已开始进入实用阶段。其通过对人眼、面部细微特征进行分析, 结合车辆行驶速度等要

素,就可以对处于疲劳状态的驾驶员实现声光提醒,并使驾驶员一直处于良好的精神状态,防止安全事故的发生。

4. 智能家居

随着我国人民生活水平的提高和住房需求的日益增长,智能家居已由概念而越来越真实地走进了千家万户。但究竟什么是智能家居呢?

在这里,可以展望一下智能家居系统能够带给人们的生活变化。出门在外,可以通过电话、计算机来远程遥控家居中的各个智能系统。例如,在回家的路上提前打开家中的空调和热水器;到家开门时,借助门磁或红外传感器,系统会自动打开过道灯,同时打开电子门锁,安防撤防,开启家中的照明灯具和窗帘迎接主人的归来。回到家里,使用遥控器可以方便地控制房间内各种电器;可以通过智能化照明系统选择预设的灯光场景,在书房营造读书时舒适的安静,在卧室营造浪漫的灯光氛围等。这一切,主人都可以安坐在沙发上从容操作。在智能家居里,一个控制器可以遥控家里的一切,比如拉窗帘,给浴池放水并自动加热调节水温,调整窗帘、灯光、音响的状态;厨房配有可视电话,可以一边做饭,一边接打电话或查看门口的来访者;在公司上班时,家里的情况可以显示在办公室的计算机或手机上,随时查看;门口有拍照留影装置,家中无人时如果有来访者,系统会拍下照片供您回来查询。

“智能家居”又称智能住宅,在国外常用 Smart Home 表示。与智能家居含义近似的有家庭自动化 (Home Automation)、电子家庭 (Electronic Home、E-home)、数字家园 (Digital Family)、家庭网络 (Home Net/Networks for Home)、网络家居 (Network Home)、智能家庭/建筑 (Intelligent Home/Building) 等。在我国香港和台湾等地区,还有数码家庭、数码家居等称谓。

智能家居可以以家庭住宅为平台,集成系统、结构、服务、管理和控制于一体,利用最新的网络通信技术、电气和设备自动化技术、计算机技术、无线电技术、综合布线技术等,通过网络化、智能化综合管理家中设备,创造一个安心、舒适、安全、方便、健康、节能和环保的居住生活空间。同时,智能家居还可以依照人体工程学原理,融合个性需求,将与家居生活有关的各个子系统如安防、灯光控制、窗帘控制、煤气阀控制、信息家电、场景联动、地板采暖等有机地结合在一起,实现“以人为本”的全新家居生活。

智能家居模型如图 0.6 所示。

智能家居的功能主要有以下几方面:

1) 遥控控制:可以使用遥控器来控制家中灯光、热水器、电动窗帘、饮水机、空调等设备的开启和关闭;通过遥控器的显示屏可以在一楼(或客厅)来查询并显示出二楼(或卧室)灯光电器的开启关闭状态;这支遥控器还可以控制家中的诸如电视、DVD、音响等使用红外遥控器控制的设备,即是一支万能遥控器。

2) 电话远程控制:通过高加密(电话识别)多功能语音电话的远程控制功能,在出差或外边办事时,可以通过手机、固定电话来控制家中的空调和窗帘、灯光电器,使之提前为客户制冷、制热或进行开启和关闭,通过手机或固定电话可以知道家中电路和各种家用电器(例如冰箱里的食物等)是否正常,还可以知道室内的空气质量(屋内外可以安装类似烟雾报警器的电器)从而控制窗户和紫外线杀菌装置进行换气或杀菌,根据外部天气的优劣适当地加湿屋内空气和利用空调等设施对屋内进行升温。此外,主人不在家时,可以通过手机

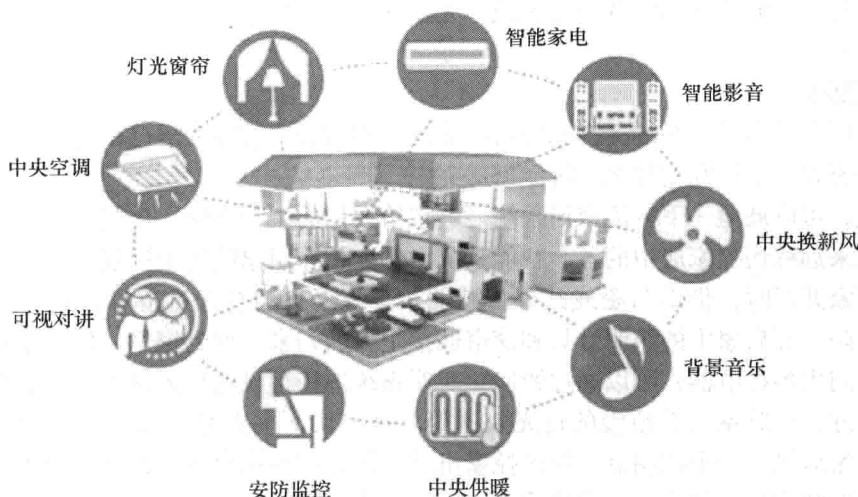


图 0.6 智能家居模型

或固定电话自动给花草浇水、给宠物喂食，还可以控制卧室的柜橱，对衣物、鞋子、被褥等进行杀菌、晾晒等。

3) 定时控制：可以提前设定某些产品的自动开启和关闭时间，如电热水器每天晚上 20:30 自动开启加热，23:30 自动断电关闭，在保证享受热水洗浴的同时，也带来省电、舒适和时尚。当然，电动窗帘的自动开启和关闭的时间控制更不在话下。

4) 集中控制：可以在进门的玄关处就打开客厅、餐厅和厨房的灯光、厨宝等电器，尤其是在夜晚，可以在卧室控制客厅和卫生间的灯光电器，既方便又安全。另外，还可以查询它们的工作状态。

5) 场景控制：轻轻触动一个按键，数种灯光、电器自动执行，可感受和领略科技时尚生活的完美、简捷和高效。

6) 网络远程控制：在办公室或在出差的外地，只要有网络的地方，就可以通过 Internet 登录到家中，在网络世界中通过一个固定的智能家居控制界面来访问家中的电器。例如，利用外地网络计算机，登录相关的 IP 地址，就可以控制远在千里之外您自家的灯光、电器，并且在返回住宅上飞机之前，能将家中的空调或是热水器打开。

7) 全球视频监控功能：在任何时间、任何地点都可以直接通过局域网络或宽带网络，使用浏览器，进行远程影像监控、语音通话。另外，还支持远程 PC、本地 SD 卡存储，移动侦测邮件传输、FTP 传输。远程的拍摄与拍照，更可实现家庭的远程安全防护，或带来家庭影音的乐趣。

8) 安防报警功能：当有警情发生时，能自动拨打电话，并联动相关电器做报警处理。

9) 影音设备共享功能：家庭影音控制系统包括家庭影视交换中心（视频共享）和背景音乐系统（音频共享），是家庭娱乐的多媒体平台。家庭影音控制系统运用先进的微计算机技术、无线遥控技术和红外遥控技术，在程序指令的精确控制下，能够把机顶盒、卫星接收机、DVD、个人计算机等多路信号源，根据用户的需要发送到每一个房间的电视机、音响

等终端设备上,实现客厅的多种视听设备一机共享。这时,家庭就是一个独特设计的 AV 影视交换中心,客厅的任意四种视听设备共享到五个房间观看并可以遥控(卧室、卫生间、书房等房间任选其二加上客厅),为家中的 CD/TV/FM/MP3 等音源或数字电视机顶盒、卫星电视机顶盒、IPTV、网络在线电影、DVD 等音视频设备解决共享问题,同时解决了音视频设备的异地遥控、换台、音量的操作,效果如同在卧室安装了一个数字电视机顶盒(VCD、DVD)、卫星电视机顶盒一样,极其方便。

10) 背景音乐系统:简单地说,就在任何一间房子里,包括客厅、卧室、厨房或卫生间,均可布上背景音乐线,通过一个或多个音源(CD/TV/FM/MP3 等音源),就可以让每个房间都能听到美妙的背景音乐。配合 AV 影视交换产品,用最低的成本,不仅可以实现每个房间音频和视频信号的共享,而且可以使用各房间独立的遥控器选择背景音乐信号源,远程开关机、换台、快进、快退等,是音视频、背景音乐共享和远程控制的最佳的性价比设计方案。

11) 数字家庭娱乐系统:“数字娱乐”是利用书房计算机作为家庭娱乐的播放中心,客厅或主卧大屏幕电视机上播放和显示的内容来源于互联网上海量的音乐资源、影视资源、电视资源、游戏资源、信息资源等。安装“数码娱乐终端”后,家庭的客厅、卧室、起居室等地方都可以获得视听娱乐内容。这些设备安装十分简单,用网络面板和一根超五类线连接即可。

12) 综合布线系统:是通过一个总管理箱将电话线、有线电视线、宽带网络线、音响线等被称为弱电的各种线统一规划在一个有序的状态下,以统一管理居室内的电话、传真、计算机、电视、影碟机、安防监控设备和其他的网络信息家电,使之功能更强大、使用更方便、维护更容易、更易扩展新用途,实现电话分机、局域网组建、有线电视共享等。

13) 指纹锁:很多人一定有过这样的尴尬:由于某种原因忘带了家中的房门钥匙,或是家中亲人或客人造访,恰恰不能立即赶回!如果这个时候能在单位或遥远的外地用手机或是电话将房门打开就很方便了。而且,如果能在单位或遥远的外地用手机或是电话能“查询”一下家中数码指纹锁的“开、关”状态,则更会感到安全!应用生物识别、指纹技术与密码技术,就能实现这三项独立开门方式:指纹、密码和机械钥匙,安全方便。

14) 新风空气调节:该设备不用整日去开窗(有的卫生间是密闭的),就能定时更换经过过滤的新鲜空气(外面的空气经过过滤进来,同时将屋内的浊气排出)。

15) 宠物保姆:拨通家里的电话,就能给自己心爱的宠物喂食,还能听到它的声音。目前已研制开发了具有高科技水平、操作简易的电话远程控制、自动定时控制、遥控控制的宠物喂食机。

16) 手机控制:最近几年,数字通信技术、网络技术的迅猛发展大家有目共睹,人们越来越渴望享受更方便、更快捷、更智能、更舒适的数字智能家居生活。在传统家居生活中,很多家电,如空调、彩电、家庭影院等都是用遥控器控制开关或选节目,而在今天,使用手机控制这些家用电器,已不是梦想,智能家居的发展已经让人们能够实现对生活的向往,享受智能家居带来的新生活。例如,手机装有安卓系统,用手机控制家电这套系统不是仅靠软件就可以实现的,而是应通过总线技术,在铺设一套智能家居设备的基础上,通过安装智能家居厂商专有的软件,在计算机上进行设置调试来实现的。

从控制技术的角度看,智能家居大部分还是属于开环控制,结构框图如图 0.7 所示。