

计算机农作物生产管理系统探索与前瞻

Exploration of Computerized Management System of Crop Production and Its Prospects

潘大丰

(山西省农业科学院, 副研究员 太原 030031)

一、计算机农作物生产管理系统的兴起

计算机农作物生产管理系统是农业现代化的重要手段和标志。70年代以来,计算机在农业上的应用范围不断扩大,各种管理系统、数据库系统、模拟系统、专家系统广泛应用。美国、日本、英国、德国、澳大利亚等10年来相继开发了一批应用于病虫害诊断,施肥推荐,作物、蔬菜、果树栽培,畜禽饲养管理,温室、灌溉控制,农业资源保护,农场管理,谷物市场分析,农业机械故障诊断等农业生产管理系统。这些系统投入应用后降低了成本,受到了普遍重视。但是作为农业方面一个新的研究开发领域,这些管理系统仍处在起步和发展阶段。

1986年美英等10国联合创办了第一个有关计算机农业应用的国际性刊物(Computers and Electronics in Agriculture)。到1995年已举办了五届国际性的计算机农业应用会议,国际自控联(IFAC)农业控制技术委员会还专门举办了两届农业专家系统国际会议。有关文献大量报道了农作物生产发育的各种模型、指导生产的软件实验系统和农业专家系统。近年来,国际上愈来愈重视计算机在农业的应用主要是基于以下背景:

1. 计算机科学与技术的迅速发展,为农业上的应用提供了物质基础,以模拟模型和专家系统为代表的人工智能技术为许多技术难题的解决开辟了道路,因此,计算机农业应用的技术推动力愈来愈大。

2. 从科学发展来看,农业科学既是比较古老的学科领域,又不断地与交叉学科、边缘学科相互融合,促进了一些新的分支学科的形成和发展。

3. 作物生长发育计算机模拟研究在70年代末引起广泛兴趣,而农业生产过程的模拟研究只是在80年代后期才引起重视。要实现农业生产管理优化决策,就需把模拟模型与专家系统方面的许多技术

集成起来,这正是农业生产管理系统目前研究的热点问题。

4. 农业生产的高效优质和可持续发展很大程度上取决于高新技术的应用。研究表明:利用计算机模拟模型技术能对农作物的生长发育做出及时准确的预测预报,提高人的提前预见能力。利用现代作物营养平衡理论及技术和测土施肥技术,可以诊断农作物营养水平,确定科学的施肥方案,做到有的放矢,缺什么,补什么。利用植物生长调节剂有预见地调节、控制作物的群体结构和理想株型,能增加其有效生长和有效积累。利用计算机专家决策系统因地制宜地制定优化组合、因苗管理的最佳方案和分类指导的应变决策,可以协调作物生产过程中的各个环节,实现计划生产。

人们普遍预测90年代农业专家系统将成为热门,今天,许多商业性的作物生产系统都将是专家系统应用的潜在方面。未来的作物管理专家系统将是综合性的辅助决策系统,包括灌溉、营养、肥料、病虫害防治等。

计算机农作物生产管理专家系统在我国经过10年努力已取得突破性进展,中国科学院人工智能研究所熊范纶教授研制的农业专家系统,已在全国20个省近200个县推广应用,累计增产粮食27亿斤,节约化肥34万吨,使农民获益约12亿元。计算机农作物生产管理专家系统是国家“七五”和“八五”重点攻关项目,最近有关成果和技术又被列为国家“九五”重中之重的农业增产技术推广项目。

二、农作物生产管理系统研究的内容

1. 作物模拟模型技术

作物模拟技术是以计算机为手段,对作物生长发育与产量形成过程进行模拟的一项新兴技术,其主要学科基础是作物生理学和作物生态学。而作物栽培技术是以作物栽培学为主要学科基础。模拟模型不仅要了解或解释作物是怎样生长发育的,还要

在不断变化的自然环境与经济条件下,对不同的品种进行一系列栽培措施的选择。

计算机程序可以模拟作物在自然环境条件下利用光能资源把水和二氧化碳结合制造成有机物质的过程(包括光合作用、呼吸作用、作物生长、干物质的积累与分配等生理生化过程),作物组织和器官的建成及死亡的过程和作物产品的形成过程等;同时还可模拟作物需要的矿质元素在土壤中移动和作物吸收的过程,这些过程既决定于作物本身的特性,同时也受到外界环境条件的制约。只要输入一些基本数据,如天气数据、土壤数据、作物品种和特性参数、水肥管理措施,就可以利用数学方法模拟作物逐日生长发育状况,估算产量和评价管理措施。按什么样的模式、模型和理论方法模拟作物生长过程以及拟合误差等,是一个正在不断开拓的课题。

模拟模型的实际意义是对作物生产过程的管理措施提出经济的、生态的、社会的、优化的决策,使作物生产按最优化的途径进行。它在作物生产中起到辅助、决策的功能,帮助专家或专业人员处理实际问题,以期达到最优化的作物产品和最佳的经济和生态效益。

2. 农业专家系统

人工智能是直接基于计算机科学发展而来的,专家系统是高新技术人工智能学科中的一个重要分支。专家系统在农业上的应用起源于70年代美国伊利诺斯大学开发的大豆病害诊断专家系统(PLANT/ds),未经训练的人使用该系统能够识别大豆病害症状,并提出管理方案。进入80年代,美国、日本、英国、荷兰、澳大利亚、加拿大等国家相继开发了其它一些农业专家系统。80年代中期,美国农业部全国棉花委员会研制出著名的Comax系统,已实际应用于棉花生产的指导和管理,美国政府为此投资了1000万美元,经济效益显著。80年代后期到90年代,国际上农业专家系统发展很快,已涉及农作物生产的各个方面。

施肥专家系统 根据实测的土壤理化参数,或利用地理信息系统原理建造的土壤肥力参数地理分布图,评估肥力水平、施肥量与作物产量的关系;评估土壤区划、类型,作物品种、播期、密度,灌溉与施肥的关系;评估作物不同生育期及不同生长条件下的肥料运筹方案。该系统的主要功能是确定施肥的数量与种类、氮磷钾与微量元素的配比,以及无机与有机肥的配合施用、施肥时期与施肥方法、非正常情况下的补救措施、化肥产投比与施肥效益等。

栽培管理专家系统 该系统主要研究品种选择、种子准备、整地、播种、田间管理与收获等问题,研究如何优化这些因素相互间以及它们与产量之

间的关系,如何优化肥料与产量的关系,如何优化水分与产量的关系。

植物保护专家系统 该系统通过建立计算机模拟优化生态系统,收集各种病虫草害的识别信息和图像,通过计算机的智能化推理功能,及时实现查询和鉴别农作物的病虫草害,帮助划分危害程度并提供病虫草害的控制指标和防治技术。

水利灌溉管理系统 用计算机处理水资源分配、调度决策,根据农作物生长情况提供最佳的浇水时间、灌溉量及方法等。

三、计算机技术给农业带来的变革

作物生产计算机管理系统今后的发展方向是:以计算机硬件为基础,以智能软件为支持,综合作物生产过程的各种知识、信息于一体,由计算机对作物生产的全过程提供全面综合的决策。计算机渗入农业,改变了许多传统的农业概念,农业不仅是经验为主的粗放型的人类生产活动,而且是与高科技结合的有序化生产活动。农业生产更为深刻的变革将主要表现在以下几个方面:

1. 农作物生产过程有可能根据其不同生长阶段、不同生理特点的实际要采用自动化定量控制的方法,进行更经济有效的生产。自动化定量控制生产要借助计算机进行,包括自动控制环境、浇水、施肥和投放饲料,在发达国家,农业生产规模越来越大,控制程序越来越先进,效率越来越高。以色列正在考虑为每个农场配备一台微机,控制7~15亩左右的耕地,通过事先编好的程序和传感装置,不仅监视温度湿度和风速等环境因素指标,而且可根据需要对其实施自动控制。以色列自动化温室无土栽培番茄生长期达11个月,可9个月采收番茄,每亩年产量高达33.3吨,居世界领先水平。

2. 农业工厂化和智能化生产已成为发达国家农业追求的目标。在信息技术推动下,一种更为先进的农业模式是植物工厂生产,即在人工控制光热水氧肥条件下为作物创造最适当的生长发育环境,全年连续批量生产,生产流程数据化、规范化和自动化。在植物工厂中,秧苗移栽后两周即可收获,1年可收20茬以上,年收获总量是露地栽培的数十倍、温室栽培的10倍左右。除种植蔬菜外,也在试验谷物。美国犹他州立大学在植物工厂中种植小麦,全生育期不到2个月,一年可收获4~5次,按这种生产效率计每5平方米的植物工厂就可养活一个人。

3. 采取自然条件下的大面积生产和自动控制环境条件下的小面积生产相结合的农业模式。自然条件下的大面积生产模式受自然条件好坏的制约和控制很大,农业生产不稳定,而采用信息技术自

动化控制环境为我们克服恶劣的自然条件,在小面积上获取稳定的高额产量提供了完全的可能。首先应在城市郊区和缺水干旱地区发展此项工程,取得经验后逐步推广。如果我们能在人均1~2分土地上解决80%的粮食需求,那么就有可能腾出50%以上的耕地用于植树、种草、恢复地力。

作物生产管理自动化的一个最新发展在发达国家已初见端倪。它是由硬件支持,借助机械和电子工业的发展,通过智能机器人在田间的直接判断操作的,实现了作物生产过程的全盘自动化,实现了软件和硬件组合系统的综合利用。最终发展的结果是越来越多的机器人代替人类在田间进行作物管理的实际操作。

目前,美国已提出要在每一寸土地上实现控制的思想,正在研制基于卫星定位系统的农业智能专家系统,以全面控制在田间作业的所有农机具,通过智能机器人和高度集成化的计算机软件,实现农业生产的高度自动化。可以设想,在不太久的将来,世界上将会出现现场无人化自动管理的农场。

四、我国计算机农作物生产专家系统研究的当前任务

首先,鉴于模拟模型及仿真技术的应用,突破

了过去一些受时空限制不易观测的农业现象,加深了人类对农业生产的认识能力,因此,在农业生产研究中,应进一步推进由定性描述向定量分析的转变。

其次,计算机农作物生产专家系统研究不应拘泥于纯粹技术应用,而应向综合化、整体化方向发展,并为解决一系列重大的技术问题开发新技术、新软件,促使农作物生产走向继经验模式、数学模式之后的模式化栽培高级发展阶段。

第三,加强对农作物生产管理系统方法的研究,依据计算机处理农业问题的一般原则,对现阶段农作物生产中能用数值法很好描述的结构性问题,尽量用数学模型方法来求解;对不能用精确的数学公式来描述的问题,应归结为非结构化问题,采用专家系统的方法处理;对半结构化问题,宜采用定性定量相结合的方法,用符号技术处理定性问题,求解过程采用混合的控制策略。

第四,利用农业技术的综合性、多学科性和区域性强的特点,加强对如何将现代有效的农业增产技术体系通过计算机智能化处理后应用于我国农业生产的研究,以求进一步推广应用现有的农业科技成果、先进生产技术及经验,为我国农业上新台阶提供技术保证。

(责任编辑 孙立明)

科技动态

清华大学 95 年度“百万元效益奖”揭晓

〔本刊讯〕一年一度的“清华大学科技成果推广应用效益显著专项奖”(简称百万元效益奖)不久前评出 95 年度 24 个获奖项目。它们的年效益达 8.7 亿元,累计效益 38 亿元,为历年来获奖项目最多、经济效益最高的一年。该奖设于 1983 年,旨在鼓励科技人员推广科技成果,将其转化为现实生产力,基本条件是成果的年增利税或增收节支 100 万元(或年增产值 1 000 万元)以上,并要应用单位开具财务证明,经学校有关部门审查批准后,给予奖励。从 1983 至 1995 年共有 182 项成果获奖,效益累计 140 亿。

95 年度 24 个获奖项目可分为三大类:(1)关键技术突破。核能研究院马远乐等完成的“稠油热采数值模拟”比国外同类软件速度快 1.7 倍,且功能更完备,应用更简便,在大庆、辽河、胜利等油田使用后,已增加效益 17.3 亿元。力学系徐秉业等人开发的“缺陷压力容器安全性评定研究”将极限分析理论和数值计算方法用于计算带体型缺陷的压力容器,科学地处理压力容器中的

超标缺陷,使一批大型设备“起死回生”。该技术在荆门石化总厂、高桥石化等公司使用后,增收节支达 4 800 万元。(2)技术成果商品化,科技人员和企业合作,开发高技术系列产品。环境系钱易等人开发的“YHG 系列水平轴转刷曝气机”,已有两个系列 13 种产品,能满足不同处理能力和不同水质的氧化物污水处理厂的需要,已在北京市政工程机械公司和宜兴第一环保厂批量生产。精密仪器系丁天怀等人的研究成果“DWZ-1 棉卷密度自动控制仪及其应用”能使棉加工设备处于最佳状态,产量平均提高 2 倍,降低电耗 20%,节省人力 2/3。(3)技术改造和新技术推广。电子系高宝新等完成的“微波电子砷化镓集成电路计算机辅助软件”已研制出十多类几百种微波砷化镓器件集成电路。力学系胡槐林等完成的“大型电子玻璃熔窑模拟技术”,使彩屏玻璃缺陷率降低约 10%,已在石家庄、咸阳、成都等显像管厂使用。

(本刊记者 孙立明)