

# 大数据在精准农业上的应用

漆海霞<sup>1,2</sup>, 林圳鑫<sup>1,2</sup>, 兰玉彬<sup>1,2\*</sup>

(1.华南农业大学工程学院, 广州 510642; 2.国家精准农业航空施药技术国际联合研究中心,  
农业航空应用技术国际联合实验室, 广州 510642)

**摘要:**精准农业是农业现代化的必由之路,现代急剧膨胀的农业数据和大数据技术的发展为精准农业的发展提供了一种新的方法,成为引领精准农业发展的一支重要力量。首先介绍了大数据的定义及获取方式,同时针对当前农业领域存在的一些问题,引入了精准农业的概念,并介绍了其来源与发展条件,将农业产业链与大数据应用结合起来,解析大数据实现精准农业的过程,并剖析了中国农业大数据应用方面所存在的问题。  
**关键词:**农业;大数据;生产;管理;市场

doi: 10.13304/j.nykjdb.2018.0342

中图分类号:S126,S127 文献标识码:A 文章编号:1008-0864(2019)01-0001-10

## Application of Big Data in Precision Agriculture

QI Haixia<sup>1,2</sup>, LIN Zhenxin<sup>1,2</sup>, LAN Yubin<sup>1,2\*</sup>

(1.College of Engineering, South China Agricultural University, Guangzhou 510642; 2.International Laboratory of  
Agricultural Aviation Pesticide Spraying Technology, National Center for International Collaboration Research on Precision  
Agricultural Aviation Pesticides Spraying Technology, Guangzhou 510642, China)

**Abstract:** Precision agriculture is the future way for agricultural modernization. The rapid expansion of agricultural data and the development of big data technology provide a new method for the development of precision agriculture, and become an important force leading to the development of precision agriculture. Firstly, this paper introduced the definition and acquisition methods of big data. At the same time, the concept of precision agriculture were introduced for some problems existing in the current agricultural field, and its source and development conditions. Combining the industrial chain of agriculture with the application of big data, this paper analyzed the process of big data to achieve precision agriculture, and the problems in the application of China's agricultural big data.

**Key words:** agriculture; big data; produce; management; market

大数据是结构复杂、内容多样的海量数据,其在数据分析、处理、存储等方面的要求远远高于其他传统的数据库,具有 volume (规模巨大)、velocity (流转快速)、variety (数据类型多样) 和 value (价值大密度低) 的 4V 特征<sup>[1,2]</sup>。以新的大数据技术为手段,从不同格式、来源和领域的海量数据中分析、挖掘、提取出有效信息并加以利用,可以为各行各业的发展提供必要知识<sup>[3]</sup>。

市场、天气、病虫害、水肥等因素对传统农业的生产活动会产生十分巨大的影响。在市场方

面,高价值作物必定会成为种植者的首选,但是如果过多高价值农作物的栽培又会使市场出现供大于求的局面,导致该作物利润降低甚至赔本。在天气方面,若能提前预知某段时间的天气情况,就能减少由于某些极端天气(如长时间干旱、水灾等)造成的欠收。病虫害方面,我国现仍处于严重发生状态,据统计,2006-2015 十年间,全国农作物病虫害年发生面积在 4.60 亿~5.08 亿 hm<sup>2</sup>,平均面积比 1996-2005 的平均面积增加 20.82%,为全国耕地面积的 3.55 倍,而每年因此

收稿日期:2018-06-04; 接受日期:2018-08-03

基金项目:广东省科技计划项目(2017A020225039);国家重点研发计划专项(2016YFD0200700);广东省科技厅重点专项(2017B010117010);广东省教育厅项目(2015KJGJHZ007)资助。

作者简介:漆海霞,副教授,博士,硕士生导师,主要从事精准农业航空应用研究。E-mail: qihaxia\_scau@126.com。\*通信作者:兰玉彬,教授,博士,博士生导师,主要从事精准农业航空方向研究。E-mail: ylan@scau.edu.cn

造成的损失(包括防治后挽回损失和实际损失之和)在 1.2 亿 t 左右<sup>[4]</sup>。在水肥方面,现在虽有各种肥料可以改善土壤肥力,但是过量施肥不仅会增加农民投入,还可能造成土壤养分失调,导致农产品质量下降,更严重的是当肥料施用量超过土壤保持能力时,肥料就会向着其他地方迁移,导致环境污染。因此,要建设现代农业就要实现根据市场精准生产,根据天气条件精准管理,根据病虫害精准喷药的精准农业。

精准农业又称精细农业,其根据农作物具体的时空信息对其作出定位、定量、定时的管理决策,并指导机器作业,达到最优使用资源和实现最大收益的目的<sup>[5]</sup>。美国是第一个将 GPS 技术应用于指导农业生产的国家,GPS 与各大型农业机械的结合,使得定点、定量等精准农业措施成为可能,极大的推动了农业自动化的发展,因此催生出了精准农业。后来随着数据科学、专家系统等学科的发展,精准种植、精准喷药、精准施肥等精准农业措施逐渐走向成熟<sup>[6]</sup>。当前,我国乃至世界上很多国家、地区农业生产活动的人力成本太大,规模化、机械化、自动化生产程度低,直接导致农药和化肥的滥用。自 2004 年以来,我国连续 14 年的“中央一号”文件都聚焦三农问题,并强调“加快推进农业现代化”<sup>[7]</sup>。而精准农业相对传统农业,无论在生产效率、成本效益上都大大超过传统农业,也符合国家政策。因此,精准农业必定是未来农业发展的方向。

英国爱丁堡大学的科林·亚当姆斯教授认为,农业是最后一个需要被信息化和数字化的产业,大数据技术将能够为精准农业生产提供指导,为相关部门理解农业提供参考<sup>[8]</sup>。目前是一个信息时代,上网会产生各种浏览信息、共享信息,搭建的物联网会产生诸如温度、湿度、光照等多源

信息,航天领域的发展又能提供各种遥感图像等。信息化的普及以及信息技术的发展使整合这些信息成为可能,通过整合和农业有关的各种市场、遥感、多源传感器信息,再将大数据技术应用于获取的大数据上,开发出各种精准农业模型与系统,必将推进精准农业的发展。本文在介绍大数据分类的基础上,总结了当前大数据在农业上的研究与应用现状,剖析了中国农业大数据应用方面所存在的问题并提出了发展建议,旨在为推动大数据在农业领域的应用奠定基础,促进实现精准农业,加快农业现代化进程。

1 农业大数据的分类及获取方式

依产业链条划分,农业可以分为生产、管理、市场等领域,精准农业相比传统农业,无论在生产、管理还是市场化过程,其效率都得到很大提升,大数据在这些过程中扮演着重要的角色。

1.1 农业生产

农业生产过程会产生许多数据,包括动植物生长状况信息、环境气象信息,植物生长所需的土壤信息、农药化肥信息及动物生长所需的饲料信息等,这些数据的获取和分析有助于了解农业生产的一般规律,并指导之后的生产活动,提高农业管理效率,降低农业生产成本。常见的数据获取方式有遥感图像获取和传感器获取。

1.1.1 遥感大数据 农业遥感以其信息获取容易、信息量大、获取信息范围广、平台多等特点而成为快速获取农作物长势信息、病虫害信息、大田环境等信息的重要手段,为及时精准调整大田生产活动提供数据支持,是实现精准农业的一大利器,近年来备受关注。如图 1 所示,通过对大田作物的精细监测和真实探测以及对农情的全面监测

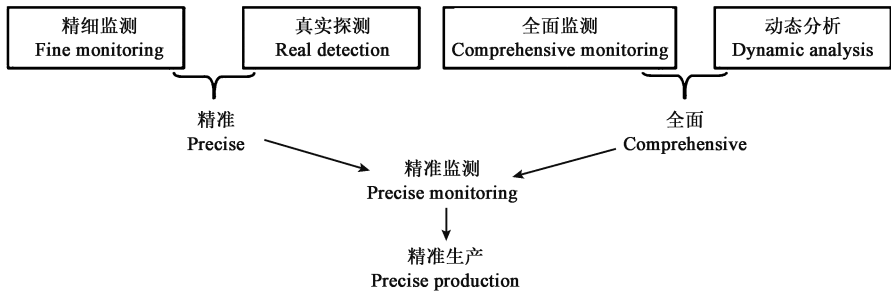


图 1 遥感数据指导农业精准生产

Fig.1 Remote sensing data guide agricultural precision production.

和动态分析,达到精准监测的目的,为农民提供精确种植建议及管理指导。

**1.1.2 多源传感器大数据** 随着农业物联网技术的发展,传感器作为信息获取源,为高效获取动植物生长信息提供了一种解决办法,常见的参数有温度、湿度、pH、风速、图像等,以此为基础,可以通过农业信息技术获取畜禽生长过程的生长发育数据、行为数据,植物生长过程的营养状况数据等,且获取的数据精度也越来越高,传输数据的频率、精度、密度、综合度也越来越高。利用大数据技术融合多源传感器数据,实现对动植物生长过程的动态监视与预警,是精准农业的一个方向。利用多源传感器数据实现农业精准生产流程,如图 2 所示。

1.2 农业管理

农业管理过程信息包含畜禽、作物等的生产信息、贸易信息、国际农产品动态信息等,通过大数据手段对各农产品产地气候、各地贸易信息、农产品产量信息进行汇总分析,可以达到精准预测农业整体走向、未来环境趋势、病害趋势等,从而

在宏观上精确把握农产品的生产和需求,如图 3 所示。

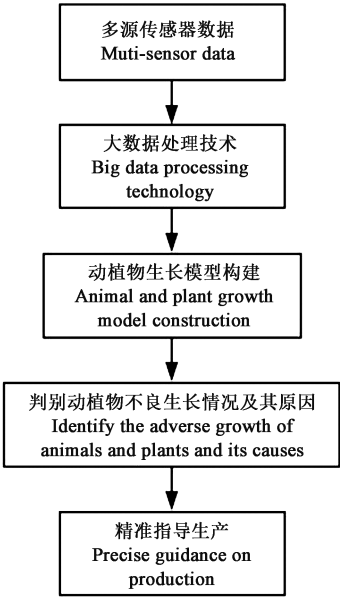


图 2 多源传感器数据指导农业精准生产  
Fig.2 Multi-source sensor data guide agricultural precision production.

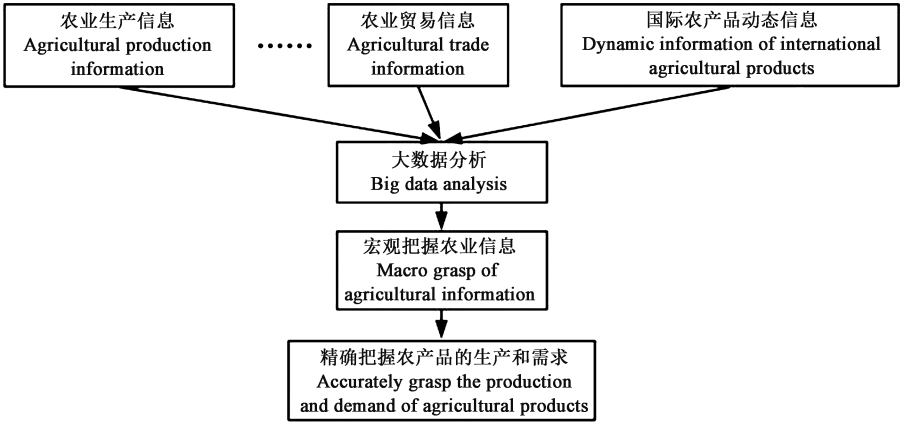


图 3 农业管理数据精确把握农产品生产和需求  
Fig.3 Agricultural management data accurately grasp agricultural production and demand.

1.3 农业市场

随着全球化和互联网的发展,农业交易方式也变得越来越精准化,各种 O2O 营销模式,如订单农业模式、网上团购模式等,将生产者与消费者通过信息技术连接起来,减少二者之间信息不对称问题。不仅消费者能以较低的价格购买到新鲜的农产品,也拓宽了种植者的销售渠道,减少其交易环节,大大增加农产品销量的同时也增加了种植者的收入<sup>[9]</sup>。同时,农产品生产、交易、库存等

海量数据还能用于大数据分析,达到精准把握农产品市场,指导农业生产,提供营销建议。利用大数据指导农业精准生产、销售的过程如图 4 所示。

2 农业大数据研究应用现状

2.1 农业生产大数据研究应用现状

**2.1.1 农业遥感大数据研究应用现状** 中国农业遥感监测系统 ( China Agricultural Remote

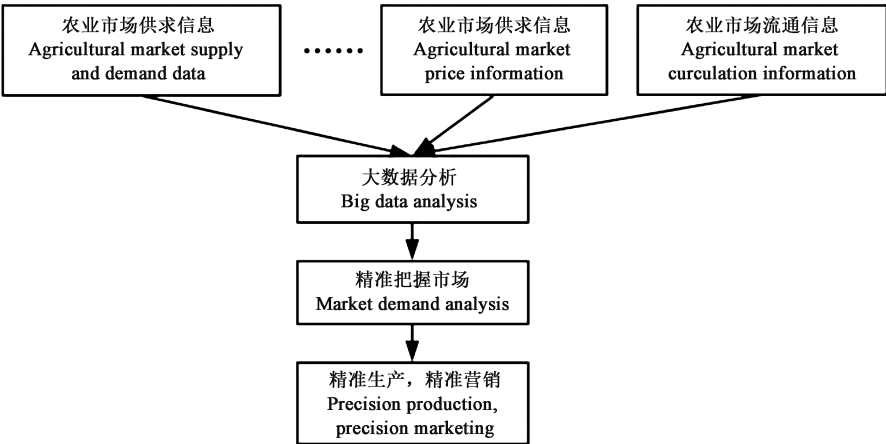


图 4 市场大数据指导农业精准生产及精准营销

Fig.4 Market big data guide agricultural precision production and precision marketing.

Monitoring System, CHARMS) 是由中国农业农村部遥感应用中心基于国内和国外相关研究发展起来的,主要由数据库子系统、作物覆盖度变化监测模块、作物产量估算模块、作物生长监测模块、土壤水分监测模块、灾害监测模块、信息服务模块构成,监测的作物主要有小麦、水稻、玉米、大豆、棉花、油菜、甘蔗,于 1999 年投入运行。它按照我国农业农村部农业信息传播日程为农业相关管理部门提供特定的监测信息<sup>[10]</sup>,目前,随着中国“高分辨率地球监测系统”的启动和发展,所需的遥感数据从刚开始的依赖国外到现在逐渐自给,发展逐渐成熟而且操作性能也较高<sup>[11]</sup>。

美国的 Descartes Lab 和北京佳格天地有限公司是遥感大数据商用化的重要体现,也是精准农业应用的重要体现<sup>[13]</sup>。Descartes Lab 公司在 2017 年 6 月份推出了一个具有人工智能分析技术的超级云计算平台,该平台能将某个地区最近采集到的卫星图像与过去的卫星图像作对比分析,得出该地区的森林砍伐率、作物产量预测以及作出哪些地区适合种植哪些作物的结论。此外,还能根据某个地区的红外光谱推断作物健康状况。它对美国 300 万 km<sup>2</sup> 的玉米田产量预测准确率达 99%<sup>[12]</sup>。

佳格大数据公司服务面向种植型企业和农场,整合了多方的遥感数据,能达到 0.5 m 的观测精度,清楚地看到农田田埂,甚至能看到叶面大小及其时序变化。并将大数据技术应用于遥感中,利用算法分析环境、作物、气象等数据,同时,还嵌入了合作伙伴的互联网数据。根据时间和空间尺

度对这些影响因子进行有序排列,能够区分不同品种的种植区,借助卫星波段分析和图像识别技术,实现对整个作物生长周期进行监控预警,并准确判断收获时间。

遥感数据因获取渠道不同,具有体量大、异构、质量不一致等特征,因此其也更加容易受到成像系统偏差、噪声等因素的影响,以至于数据质量不高,给大数据的处理和分析带来极大的挑战<sup>[14-16]</sup>。目前遥感大数据的处理还需解决以下三个问题:一是针对遥感数据特征开发出各种负载优化的超级计算机和云计算平台,其文件系统和数据库能很好实现数据局部性的功能;二是开发出各种理论模型来解决大数据处理中的不确定问题;三是在解决不确定性的各种理论模型上对各种可能的信息进行表示<sup>[17]</sup>。随着大数据技术的发展和相关分析平台的建立,遥感大数据将在精准农业的发展中发挥越来越大的作用。

**2.1.2 传感器大数据** 2013 年,美国孟山都(Monsanto)公司以 9.3 亿美元收购了旧金山一个创业型气候公司(The Climate Corporation),通过 2 500 万个远程传感器能够获取当地的天气及农艺数据,此外,孟山都公司也从国家海洋和大气管理部门收集水资源数据,并跟踪国家气象服务的温度。通过获取的数据,孟山都可以告诉农民最适的浇水、施药、施肥以及收获时间,降低生产成本。Libelium 是一家传感器公司,通过大数据的方法将当地气象数据与以前的气象数据匹配,选择最佳的作物来种植,用此方法种植,化肥使用量减少了 20%,生产力提高了 15%<sup>[18]</sup>。Silent

Herdsmen 是一家专注于牧场信息采集的公司,其服务于牛肉及牛乳的生产,通过给牛戴上装有传感器的项圈,可以获知牛的发情、生病、产崽等信息。当发生异常时,相关系统就会将情况告知工作人员,从而简化农场管理工作,提高工作效率,据统计,该公司可以同时管理超过 1 000 头牛<sup>[19]</sup>。

国际粮农组织 (Food and Agriculture Organization, FAO) 发展了以水分消耗为基础的 Aquacrop 模型<sup>[20]</sup>。该模型创造性根据冠层覆盖度与蒸腾水量的关系,提出了以冠层覆盖度来确定作物生长情况方式,而冠层覆盖度很容易从图像中获取,从而简化了冠层扩展与植物生长之间的关系。Aquacrop 模型能在较好地模拟灌溉地区作物生长过程的基础上,优化该地区的灌溉管理。与此同时, Aquacrop 模型也考虑了施肥作为作物生长的影响因素,兼顾了施肥的影响<sup>[21]</sup>。目前,该模型在各个研究者的努力下得到优化并广泛应用,如 Jin 等<sup>[22]</sup>发现以冬小麦中高层的生物量作为 Aquacrop 动态输入变量,结合粒子群优化算法和遥感数据,比中高层覆盖度能够更好地估测冬小麦产量; Tan 等<sup>[23]</sup>验证了 Aquacrop 模型在膜下滴灌环境中,水分对棉花生长影响的可行性预测。

而我国相关研究起步比较晚,研究成果也比较少,目前比较有影响力的有曹卫星等<sup>[24]</sup>建立了模拟小麦发育的 WheatGrow 模型,该模型涵盖了光能转化、生长发育、物质运输及分配、物候期、水和营养平衡 6 个方面的子模型; Tao 等<sup>[25,26]</sup>建立了 MCWLA-Wheat 模型,主要用于以日为尺度模拟冬小麦生长发育及其产量预测,并综合考虑了春化、光周期、开花期高温胁迫和籽粒灌浆等因素;刘双印等<sup>[27]</sup>以南美养殖虾为研究对象,结合其生长环境、疾病图像、专家诊治信息等数据,构建了对虾疾病的智能诊断模型。

目前,关于动植物生长相关模型建立、验证和发展的研究很多,相关物联网设备和大数据技术也比较成熟,面向大数据的物联网数据存储模型和物联网结构模型发展很快<sup>[28,29]</sup>,但是相关大数据应用仍处于起步阶段。为推进大数据的应用,一方面,必需扩大农业信息监测范围并提高传感器数据采集精度,整合并利用各种物联网数据,将开发出的模型与各种农业自动化设备结合实现农

业装备智能化;另一方面,随着传感器技术的发展,大量低成本传感器出现及部署,相关物联网设备和通信量将会几何级增长,给云数据中心的安全与稳定带来极大的考验,因此,云数据存储及处理技术亟需提高。此外,由于各个国家和地区的数据表示方法不尽相同,对农业物联网的数据解释也是制约其整合的一个问题。

## 2.2 农业管理大数据研究应用现状

WOFOST (World Food Studies) 模型由荷兰瓦根宁农业大学和世界粮食研究中心共同研发而成,能根据特定土壤和气候条件对下一年农作物生长作出预测,是一个动态和解释性的模型。该模型可以用来分析土壤类型和气候变化对产量的影响,评估作物产量风险,对产量不足的作物进行预警<sup>[30]</sup>。随后,这一模型也得到科研工作者的热爱, Huang 等<sup>[31,32]</sup>利用从 Landsat 主题成像仪 (thematic mapper, TM) 与中分辨率成像光谱仪 (moderate resolution imaging spectroradiometer, MODIS) 得到的叶面积指数数据优化 WOFOST 模型并实验验证;并发现在 WOFOST 模型占用加入 Kalman 滤波算法处理的系列图片的叶面积指数 (leaf area index, LAI) 能提高对冬小麦产量的估计准确度。何亮等<sup>[33]</sup>结合参数全局敏感性分析方法以及贝叶斯后验估计理论的马尔科夫蒙特卡罗方法,对 WOFOST 模型的 55 个品种进行了分析及优化。

中国农产品监测预警系统 (China agricultural monitoring and early-warning system, CAMES) 由中国农业科学院农业信息研究所研发,集合了粮食、蔬菜、糖料等监测预警模型,不仅能全天候地监测分析农产品信息,还能在各种假设条件下,如宏观经济、农业政策、气候条件、科技创新及国际市场变化等,就中国农产品市场上的 953 个主要品种作出长达十年的交易预测<sup>[34~36]</sup>。

全球信息和预警系统 (Global Information and Early Warning System, GIEWS) 是世界各国对食品生产安全的重要信息源,其监测全球范围主要粮食作物的生产条件并估测产量,提供对地区食物短缺的预警,还引入了能为其提供种植季节水供应和植物健康的遥感信息。GIEWS 能够在地图上显示出季节生长不协调的植物区域和潜在干旱的区域。它定期就主要粮食作物生产现状发布客观分析报告并在国家或区域各级濒发粮食危机发

布预警。根据各国提出的要求,GIEWS 可以向各国提供作出政策决策所需的证据,或发展伙伴的规划。在国家价格监测和应用地球观察方面,GIEWS 还能强化各国管理粮食安全相关信息的能力<sup>[37,38]</sup>。

农业管理大数据能在宏观上对作物的产量和需求作出预测,并指导之后农产品的种植生产,针对预测的短缺或过剩农产品,相关部门可以协调当地的农业生产工作,提高生产利润,提升农民收入。农业管理的数据源,如国内生产信息、国际农产品动态信息、贸易信息等,与传感器数据和遥感图像数据等相比,数量类型较多,意味着异构程度较高,无法用简单的数据结构来表述它们,数据分析需要结合特定的场景,逻辑及专家经验,才能得到较为可靠的结果,这也是农业管理大数据的重点和难点。

### 2.3 农业市场大数据研究应用现状

中国农批公司建立了自己的数据中心,基于其下属几十个实体市场收集的数据的采集,通过对市场价格信息、物流信息、质量安全信息等精准信息的筛选、分析、建模,已经能对市场价格、指数数据、供求趋势等作出分析,为农民作出种植指导,为政府部门相关决策的制定提供可靠的数字性依据<sup>[39]</sup>。CropIn 公司的销售及追溯系统通过赋予每一个农产品唯一的 ID 号,可以追踪每一农产品的生产、收获、储存、运输、销售情况,确保食品安全,实现销售的精准化<sup>[40]</sup>。

中国搜农是国内第一款农业垂直搜索引擎,目前已持续稳定运行 11 年,开发并部署了 6 200 多个软机器人对农业类网站上的信息进行搜集、清洗聚类、排序等工作,基本上实现了 WEB 信息处理的自动化。并与主流农业门户网站和农业专业网站保持信息同步更新。在获取海量数据的基础上,其采用基于 Hadoop 的大规模分布式并行索引与检索技术,用户搜索响应时间小于 0.5 s,对农民及时准确地获取农产品市场信息,分析市场动向并及时调整种植方向,也对减少农产品浪费,扩大内部市场具有重大意义<sup>[41]</sup>。

对中国农业部门统计 20 年的苹果产量、面积数据及成本效益数据,苹果全国各地交易数据、价格数据、进出口数据以及九次方采集的各地电商数据进行筛选分析,结合苹果产业链,实现精准预报苹果市场动向,优化苹果种植布局,为苹果产量

估算,价格预测提供数据支持。通过对不同地区消费者群体行为的分析,可以根据各地消费者消费习惯的不同科学调整各类苹果的销售方向,达到精准销售的目的<sup>[42]</sup>。

Aglink-Cosimo 全球模型由经济合作与发展组织 (Organization for Economic Co-operation and Development, OECD) 和联合国粮食及农业组织 (FAO) 联合开发。该模型主要数据来源于 OECD 调查获得的生产、供给、需求、预测数据以及 FAO 咨询的农产品分种发展趋势数据、作物长势数据,价格波动数据等,此外,数据还包括 FAO 的统计数据库数据及 FAO 和 OECD 与各国际组织交流合作而共享的农业生产、贸易以及市场数据,范围涵盖了 50 多个国家和地区。该模型能对市场上主流的 20 多类农产品如大米、猪肉、牛奶等作出未来十年的预测,并模拟、分析各种政策和自然灾害条件下,全球农产品市场的走势<sup>[43,44]</sup>。

市场数据处理首先应注意信息整合问题,单一的信息来源如网站、单方面的调查数据等制约着很多应用的发展,各应用的开发应注意与各方面数据的整合和验证,因此,企业与各级政府部门的合作将是市场大数据建模的重要方式。其次,也应注意到目前其预测远没有到“精准”的地步,大数据时代下,有效搜集并分析非结构化数据已经成为一种可能。因此,洞察市场变化仅仅是大数据应用的一个开始,各用户的消费行为也可以被更深入的分析表示出来,使营销手段更加适应当今重视个性化的社会,增加销量并提高收益。随着全球化的发展及信息化普及度的不断提高,有了更多数据支持和整合了更多样数据的应用系统必能更精准的预测农业市场信息,为精准生产作指导,达到精准营销的目的。

## 3 我国精准农业大数据发展存在问题及发展建议

### 3.1 数据采集工作存在的问题

要将大数据应用于精准农业之中,最重要的不是各种模型的开发与研究,而是做好数据的采集。采集是大数据研究与应用中最重要的一环,采集工作做得好,大数据的集成、分析与管理工作才能有序开展<sup>[45]</sup>。因此,要实现大数据精准农业就必需先解决农村地区宽带覆盖问题,在此基础

上才能汇总和分析并共享各种准确的信息。

据统计,2016 年底,城市宽带普及率 77%,而农村的宽带普及率只有 30%<sup>[46]</sup>。农村地区环境复杂,基础设施落后,政府投入不足,这对发展大数据是一个短板,极大的限制了我国农业大数据的发展。同时,由于我国各部门之间缺少交流平台,在参加数据采集工作时,容易造成数据重复采集,格式不一,并很难做到共享。而且,我国也缺乏共享标准及监测统计制度,导致各监测部门的数据很难整合。此外,由于在数据共享方面的制度和法规不是很完善,相关数据的安全问题和所有权问题层出不穷,在这方面,我国可以参考国外的一些成功经验,如美国 2010 年的[13556 号]总统令规定:“为敏感但非涉密信息创建开放、标准的体系系统,减少对公众的过度隐瞒”;英国 2012 年的《开放数据白皮书》规定政府各部门均需制定更详细的两年期数据开放策略<sup>[47,48]</sup>。

3.2 大数据技术方面的问题

近年来,随着信息技术的发展,数据量迅猛增加,大数据技术种类多样(表 1),如何针对所有数

据选择合适的大数据存储及分析方案也是一个问题。针对同一数据,用不同的分析方案可能会得到不同的结果,大量的分析成果会随着新技术的出现而产生或得到优化,也有部分成果会因为旧技术的淘汰而淘汰。同时由图 1 可以看出,大数据新技术出现的高峰在 2004-2015 年,从一方面来说大数据已经比较成熟,但是从另一方面来说,随着云计算与超级计算机的不断发展,人们对大数据的分析精确度要求会越来越高,许多耗时但是拥有最佳分析效果的方案会因计算速度的提高而成为将来数据分析方案的最佳选择,而且目前受成本和计算速度的限制,很多大数据方法并不能很好地实现实时性与准确性,因此大数据技术仍有很大的发展空间。

目前,各种数据的融合,如多种传感器数据、遥感图像、网站数据等,若要统一存储及分析,会涉及到结构化数据、半结构化数据及非结构化数据的融合,这同样也需要大数据技术发展的支持。因此,为满足农业现代化发展的需要,创新大数据技术、培养大数据人才仍然任重道远。

表 1 部分大数据相关技术<sup>[49-56]</sup>  
Table 1 Some related technology for big data<sup>[49-56]</sup>.

类别 Type		代表例子及产生时间 Representative example and its appearance time
数据库 Database	SQL	Greenplum(2006), Vertica(2005), ParAccel(2006)
	NoSQL	Cassandra(2010), Hbase(2010), Riak(2012), CouchDB(2008), MongoDB(2007)
	NewSQL	Google Spanner(2012), VoltDB(2010), Clustrix(2006), NuoDB(2011)
平台 Platform	本地 Local	Cloudera(2008), Hortonworks(2011), MapR(2011)
	云 Cloud	Google Compute Engine (GCE)(2012), Microsoft Azure (Azure)(2010), Amazon Web Services (AWS)(2002) and Rackspace Cloud (Rackspace)(2008).
数据处理 Data processing	批处理 Batch processing	MapReduce(2004), Apache Mahout(2011)
	流处理 Stream Processing	Storm(2011), Spark(2012), Samza(2011), Kafka(2011), Flink(2010)
	数据仓库 Data warehouse	Amazon Redshift(2012), Greenplum(2012), Hive(2010), Aster Data(2015)
	查询语言 Query language	HiveQL(2010), Pig(2008), DryadLINQ(2009), MRQL(2013)

3.3 其他问题

精准农业离不开各种监测技术和自动化装备,目前中国农业以小规模生产为主,这种生产方式直接导致了物联网的引用成本会比较高,且中国目前没有建立完整的农业物联网技术标准体系,农业物联网技术产品质量参差不齐、稳定性差、可靠性难以保证;目前中国的农业自动化水平也比较低,各种农用大机械普及率不高,不能获得精细作业的数据,导致智能化装备的开发面临困

难<sup>[57]</sup>。同时,精准农业的发展也离不开人力资源的支持,且人才必需是具备农业或计算机的技术背景,但中国的农业产业选址一般在一些不发达地区,这些地区设备、资金、工作、交通条件都比较差,很难吸引高端人才<sup>[58]</sup>。

要解决这些问题,首先,国家可以统协政府部门、企事业单位、科研院校建立农业大数据的标准体系,围绕我国农业生产方式、经营和管理策略规定整个体系各个指标标准,包括其编号、名称、单

位、采集频率等,物联网技术标准体系可以以此为参考制定。之后,建立农业大数据共享数据库,方便各部门、单位、科研院所及个体用户数据的采集工作及对大数据的分析。其次,建立全国农业大数据总平台与各地区的大数据分平台,各地区分管平台在改善农村通网问题的同时,制定与之存储和通信能力相适应的数据支撑体系。还有就是建立农村农业大数据保障体系,加强对农村环境的改善工作与人才培养和保障工作,促进信息技术与农业技术的融合,确保发达的信息技术能够在农村普及。

#### 4 结语及展望

近年来,随着物联网、互联网及云存储计算等先进技术的发展并向农业领域的渗透,农业领域的数据呈爆发式增长,这为精准农业的发展开辟出一条新的道路,也是近年来研究的热点。但是,一方面,数据所有权问题、伦理问题、基础设施落后问题,及目标区域数据搜集和政府计划项目之间存在的矛盾等都制约着农业大数据的发展<sup>[33,59]</sup>,发展精准农业首先要改善农业数据收集条件,另一方面,由于我国农业大数据技术的应用处于起步阶段,各类农业信息采集及存储系统、数据实时处理技术、多源数据融合技术、面向农业大数据的机器学习方法以及基于知识驱动的农业大数据挖掘技术仍然比较落后,也是今后研究的重点和方向。

利用大数据精准预测农业市场,农药化肥精准喷施,对动植物生长的精准把控在不久的将来必能实现。但这只是初级阶段,大数据在知识发现、模型创造、农情预测等方面有着巨大的潜力,是未来将人类从繁重的农业体力劳动中解放出来的关键之一。精准农业的发展离不开大数据及其技术的发展,随着农业数据的不断增长以及大数据技术和数据收集方法的不断进步,精准农业必能得到健康高速发展。

#### 参 考 文 献

[1] 马建光,姜巍.大数据的概念、特征及其应用[J].国防科技,2013,34(2):10-17.  
Ma J G, Jiang W. The concept, characteristics and application of big data [J]. Nat. Defense Sci. Technol., 2013, 34 (2): 10-17.

[2] Gantz J, Reinsel D. Extracting value from chaos [J]. IDC Iview, 2011, 1142(2011): 1-12.  
[3] 蔡书凯.大数据与农业:现实挑战与对策[J].电子商务,2014(1):3-4.  
Cai S K. Big data and Agriculture: Realistic challenges and countermeasures [J]. E-Business J., 2014 (1): 3-4.  
[4] 刘万才,刘振东,黄冲,等.近10年农作物主要病虫害发生危害情况的统计和分析[J].植物保护,2016,42(5):1-9,46.  
Liu W C, Liu Z D, Huang C, et al.. Statistics and analysis of crop yield losses caused by main diseases and insect pests in recent 10 years [J]. Plant Protection, 2016, 42(5): 1-9, 46.  
[5] 武军,谢英丽,安丙俭.我国精准农业的研究现状与发展对策[J].山东农业科学,2013,45(9):118-121.  
Wu J, Xie Y L, An B J. Research status and development countermeasures of precision agriculture in China [J]. Shandong Agric. Sci., 2013, 45(9): 118-121.  
[6] 邵海鹏.中国精准农业市场预计将有显著增长[N].粮油市场报,2017-10-12,第B03版.  
[7] 国家精准农业航空施药技术国际联合研究中心.2016年我国农用植保无人机发展形势分析与政策建议[Z].广州,2016.  
[8] 英国:大数据整合“精准农业”[J].甘肃农业,2017(11):61.  
[9] 柳彩莲.论“互联网+农业”的新经营策略[J].中国集体经济,2015(19):63-65.  
[10] Chen Z, Pan H, Liu C, et al.. Agricultural remote sensing and data science in China [A]. In: Federal Data Science: Transforming Government and Agricultural Policy Using Artificial Intelligence [M]. Academic Press, 2017, 95-108.  
[11] Zhou Q, Yu Q, Jia L I U, et al.. Perspective of Chinese GF-1 high-resolution satellite data in agricultural remote sensing monitoring [J]. J. Integrative Agric., 2017, 16(2): 242-251.  
[12] 褚成斌. Descartes Labs用卫星遥感数据预测农作物收成,目标是掌握全球循环系统[EB/OL]. <https://mp.weixin.qq.com/s/HL6m844MfeUYkl8N8xlXkA>, 2018-01-18.  
[13] 菲遥.佳格天地:农业大数据切入万亿市场[J].商业文化,2016(28):69-71,68.  
[14] Li S N, Dragicevic S, Antón Castro F, et al.. Geospatial big data handling theory and methods: a review and research challenges [J]. ISPRS J. Photogram. Remote Sensing, 2016, 115: 119-133.  
[15] Moore T S, Campbell J W, Feng H. Characterizing the uncertainties in spectral remote sensing reflectance for SeaWiFS and MODIS-Aqua based on global in situ matchup data sets [J]. Remote Sensing Environ., 2015, 159: 14-27.  
[16] 朱建章,石强,陈凤娥,等.遥感大数据研究现状与发展趋势[J].2016,21(11):1425-1439.  
Zhu J Z, Shi Q, Chen F E, et al.. Research status and development trends of remote sensing big data [J]. J. Image Graphics, 2016, 21(11): 1425-1439.  
[17] Ma Y, Wu H, Wang L, et al.. Remote sensing big data computing: Challenges and opportunities [J]. Future Generation Computer Syst., 2015, 51: 47-60.  
[18] Waga D, Rabah K. Environmental conditions' big data

- management and cloud computing analytics for sustainable agriculture [J]. *World J. Computer Appl. Technol.*, 2014, 2 (3): 73–81.
- [19] King A. The future of agriculture [J]. *Nature*, 2017, 544 (7651): S21–S23.
- [20] Steduto P, Hsiao T C, Raes D, *et al.* Aqua Crop—The FAO crop model to simulate yield response to water: I. Concepts and underlying principles [J]. *Agron. J.*, 2009, 101 (3): 426–437.
- [21] 王 静, 李 新. 基于作物生长模型和多源数据的融合技术研究进展[J]. *遥感技术与应用*, 2015, 30(2): 209–219.  
Wang J, Li X. Progresses on data fusion technology of crop growth model and multi-source observation information [J]. *Remote Sensing Technol. Appl.*, 2015, 30(2): 209–219.
- [22] Jin X, Li Z, Yang G, *et al.* Winter wheat yield estimation based on multi-source medium resolution optical and radar imaging data and the AquaCrop model using the particle swarm optimization algorithm [J]. *ISPRS J. Photogram. Remote Sensing*, 2017, 126: 24–37.
- [23] Tan S, Wang Q, Zhang J, *et al.* Performance of AquaCrop model for cotton growth simulation under film-mulched drip irrigation in southern Xinjiang, China [J]. *Agric. Water Manage.*, 2018, 196: 99–113.
- [24] 曹卫星, 罗卫红. 作物系统模拟及智能管理[M]. 北京: 华文出版社, 2000.  
Cao W X, Luo W H. *Crop System Simulation and Intelligent Management* [M]. Beijing: Huawen Publishing House, 2000.
- [25] Tao F L, Zhang Z, Liu J Y, *et al.* Modelling the impacts of weather and climate variability on crop productivity over a large area: A new super-ensemble-based probabilistic projection [J]. *Agric. Forest Meteorol.*, 2009, 149(5): 1266–1278.
- [26] Tao F, Zhang Z. Climate change, wheat productivity and water use in the North China Plain: A new super-ensemble-based probabilistic projection [J]. *Agric. Forest Meteorol.*, 2013, 170: 146–165.
- [27] 刘双印, 徐龙琴, 沈玉利, 等. 基于.NET 的对虾病害防治专家系统的设计与实现[J]. *计算机工程与设计*, 2008, 29 (13): 3444–3447.  
Liu S Y, Xu L Q, Shen Y L, *et al.* Design and implementation fo expert system for prawn disease diagnose and prevention based on .NET platform [J]. *Computer Engin. Design*, 2008, 29(13): 3444–3447.
- [28] Kang Y S, Park I H, Rhee J, *et al.* MongoDB-based repository design for IoT-generated RFID/sensor big data [J]. *IEEE Sensors J.*, 2016, 16(2): 485–497.
- [29] Zaslavsky A, Perera C, Georgakopoulos D. Sensing as a service and big data [A]. In: *Proceedings of the international conference on advances in cloud computing* [C]. India Bangalore, 2012.
- [30] 谢文霞, 王光火, 张奇春. WOFOST 模型的发展及应用[J]. *土壤通报*, 2006(1): 154–158.  
Xie W X, Wang G H, Zhang Q C. Development of WOFOST (World Food Studies) and its application [J]. *Chin. J. Soil Sci.*, 2006(1): 154–158.
- [31] Huang J, Tian L, Liang S, *et al.* Improving winter wheat yield estimation by assimilation of the leaf area index from Landsat TM and MODIS data into the WOFOST model [J]. *Agric. Forest Meteorol.*, 2015, 204: 106–121.
- [32] Huang J, Sedano F, Huang Y, *et al.* Assimilating a synthetic Kalman filter leaf area index series into the WOFOST model to improve regional winter wheat yield estimation [J]. *Agric. Forest Meteorol.*, 2016, 216: 188–202.
- [33] 何 亮, 侯英雨, 赵 刚, 等. 基于全局敏感性分析和贝叶斯方法的 WOFOST 作物模型参数优化[J]. *农业工程学报*, 2016, 32(02): 169–179.  
He L, Hou Y Y, Zhao G, *et al.* Parameters optimization of WOFOST model by integration of global sensitivity analysis and Bayesian calibration method [J]. *Trans. Chin. Soc. Agric. Engin.*, 2016, 32(02): 169–179.
- [34] Xu S, Li G, Li Z. China agricultural outlook for 2015–2024 based on China agricultural monitoring and early-warning system (CAMES) [J]. *J. Integrative Agric.*, 2015, 14(9): 1889–1902.
- [35] 吴 佩. 中国农业展望报告是如何出炉的[N]. *农民日报*, 2017-05-06, 第 006 版.
- [36] 许世卫. 农业大数据与农产品监测预警[J]. *中国农业科技导报*, 2014, 16(5): 14–20.  
Xu S W. Agricultural big data and monitoring and early warning of agricultural products [J]. *J. Agric. Sci. Technol.*, 2014, 16(5): 14–20.
- [37] Bhushan B. Observational network and drought monitoring [A]. In: *Handbook of Drought and Water Scarcity: Principles of Drought and Water Scarcity* [M]. 2017: 3.??
- [38] Marvin H J P, Kleter G A, Bolton A, *et al.* Early identification systems for emerging foodborne hazards [J]. *Food Chem. Toxicol.*, 2009, 47(5): 915–926.
- [39] 中国农业大数据中心(中国农批价格与指数发布中心) [EB/OL]. [http://ww.w.sohu.com/a/219007753\\_687259](http://ww.w.sohu.com/a/219007753_687259), 2018-01-26.
- [40] 安信证券. 中国农业现代化路径[J]. *资本市场*, 2016(Z1): 19–39, 18.
- [41] 王文生, 郭雷风. 农业大数据及其应用展望[J]. *江苏农业科学*, 2015, 43(9): 1–5.  
Wang W S, Guo L F. Agricultural big data and its application prospects [J]. *Jiangsu Agric. Sci.*, 2015, 43(9): 1–5.
- [42] 全球十大农业大数据经典案例之一中国[EB/OL]. [https://mp.weixin.qq.com/s/1\\_xoFtBY2TaXy8\\_mtV-Wj6YA](https://mp.weixin.qq.com/s/1_xoFtBY2TaXy8_mtV-Wj6YA), 2018-07-10.
- [43] Rene A E S, Simone P, Ignacio P D. Partial stochastic analysis with the Aglink-Cosimo model: A methodological overview [R]. Joint Research Centre (Seville site), 2017.
- [44] 中国农业展望报告(2015–2024)[N]. *农民日报*, 2015-04-21, 第 006 版.
- [45] 张浩然, 李中良, 邹腾飞, 魏旭阳, 等. 农业大数据综述[J]. *计算机科学*, 2014, 41(S2): 387–392.  
Zhang H R, Li Z L, Zou T F, *et al.* Overview of agriculture big data research [J]. *Computer Sci.*, 2014, 41(S2): 387–392.
- [46] 祝仲坤, 冷晨昕. 互联网与农村消费——来自中国社会状况综合调查的证据[J]. *经济科学*, 2017(6): 115–128.

- Zhu Z K, Leng C X. Internet and rural consumption-evidence from a comprehensive survey of social conditions in China [J]. *Econ. Sci.*, 2017 (6): 115-128.
- [47] 王东杰,李哲敏,张建华,等.农业大数据共享现状分析与对策研究[J].*中国农业科技导报*,2016,18(3):1-6.
- Wang D J, Li Z M, Zhang J H, *et al.*. Current situation and countermeasures of agricultural data sharing [J]. *J. Agric. Sci. Technol.*, 2016, 18(3): 1-6.
- [48] 张勇进,王璟璇.主要发达国家大数据政策比较研究[J].*中国行政管理*, 2014(12): 113-117.
- Zhang Y J, Wang J X. Comparative studies on big data policy of main developed countries [J]. *Chin. Public Administration*, 2014(12): 113-117.
- [49] Li X, Hua W, Zheng J, *et al.*. The applications of big data technology to electronic information system [A]. In: *Proceeding of 2016 International Conference on Materials, Manufacturing and Mechanical Engineering* [C]. 2016.
- [50] Abadi D J. Data management in the cloud: Limitations and opportunities [J]. *IEEE Data Engin. Bull.*, 2009, 32(1): 3-12.
- [51] Hecht R, Jablonski S. NoSQL evaluation: A use case oriented survey[A]. In: *Proceeding of 2011 International Conference on Cloud and Service Computing (CSC)* [C]. IEEE, 2011, 336-341.
- [52] Grolinger K, Higashino W A, Tiwari A, *et al.*. Data management in cloud environments: NoSQL and NewSQL data stores [J]. *J. Cloud Computing: Adv. Syst. Appl.*, 2013, 2(1): 22.
- [53] Al-Maoiad Y A S A, Bakar Z A, Al-Sammarraie N A. Measuring preferred services from cloud computing providers using linear algebra [J]. *J. Fundamental Appl. Sci.*, 2018, 10(5S): 207-212.
- [54] Luo J Z, Jin J H, Song A, *et al.*. Cloud computing: Architecture and key technologies [J]. *J. China Institute Commun.*, 2011, 32(7): 3-21.
- [55] Chintapalli S, Dagit D, Evans B, *et al.*. Benchmarking streaming computation engines: storm, flink and spark streaming [A]. In: *Proceeding of Parallel and Distributed Processing Symposium Workshops*, 2016 IEEE International [C]. IEEE, 2016: 1789-1792.
- [56] Watson H J. Tutorial: Big data analytics: Concepts, technologies, and applications[J]. *CAIS*, 2014, 34: 65.
- [57] 李道亮,杨昊.农业物联网技术研究进展与发展趋势分析[J].*农业机械学报*, 2018, 49(01): 1-20.
- Li D L, Yang H. State-of-the art review for internet of things in agriculture [J]. *Trans. Chin. Soc. Agric. Machinery*, 2018, 49(1): 1-20.
- [58] 尹衍雨,白春明,柴多梅,等.大数据与农业:大数据在农业领域的应用[J].*蔬菜*, 2018(3): 1-7.
- Yin Y Y, Bai C M, Chai D M, *et al.*. Big data and agriculture: The application of big data in agriculture [J]. *Vegetables*, 2018(3): 1-7.
- [59] Carbonell I M. The ethics of big data in big agriculture[J]. *J. Internet Regul.*, 2016, 5(1): doi: 10.14763/2016.1.405.

(责任编辑:温小杰)