

# 农业绿色发展数据移动采集系统设计与开发

褚煜琴<sup>1</sup>, 张保辉<sup>2</sup>, 史云<sup>2</sup>, 钱建平<sup>2\*</sup>

(1. 苏州中农数智科技有限公司, 江苏苏州 215335; 2. 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所, 北京 100081)

**摘要:**【目的】为农业绿色发展提供时空大数据、环境监测数据、作物生长数据等数据支撑。【方法】文章利用遥感解译技术、地理信息技术、空间数据可视化技术, 开发了一套农业绿色发展数据移动采集系统。系统支持在手机移动端搭建绿色农业试验基地实场景, 实时采集各类实验和环境数据, 并查看数据曲线; 运用模型对实验采集的各类数据运算后进行评价、分析和排名。【结果/结论】系统使用方便, 传输稳定, 可靠性高, 有效提高研究人员的工作效率, 系统可应用于绿色农业多场景多类型数据的采集, 包括试验基地和实验方案等基础数据, 大气、土壤、水质等物联网环境数据, 作物长势、叶面积指数、植株高度等作物生长数据等。

**关键词:** 移动; 数据采集; 物联网; 绿色农业; 可持续发展

DOI: 10.12105/j.issn.1672-0423.20220105

## 0 引言

我国是农业大国, 作为农业绿色发展的快速提升期和高质量发展期, “十四五”时期除了进一步提高农业生产与经营管理水平、推动农业产业化和现代化进程、加快农业信息化和智能化建设步伐之外, 农业产业生态化和农村生态产业化的建设具有重要意义<sup>[1-2]</sup>。因此, 建立用“数据说话”的驱动发展机制, 开展建设农业绿色发展长期固定观测数据平台的应用实践, 实现农业绿色化与数字化高效发展, 推动农业产业转型升级, 促进资源可持续利用。

农业科研领域的农业实验基地数量呈上升趋势, 且分布于全国各地, 实验数据的获取与搜集以现场读取或抄录为主。因此, 区域或全国性实验数据的采集效率低, 相应的数据分析与测试难度大。针对以上现状, 应用物联网和互联网技术进行实验基地各项数据的远程采集, 为农业科研工作实时、不间断地获取和记录实验基地监测数据, 并汇总于统一的数据平台进行管理、共享与分析, 从而解放科研工作采集数据环节的重复劳动, 同时也是促进农业绿色发展量化、数字化的重要路径。

数据采集是科研工作的重要环节, 经历了早期的纸笔记录和信息时代的单机记录方式, 在移动互联网时代, 随着便携设备和移动GIS技术的发展, 出现了便携式移动数据

收稿日期: 2022-01-25

第一作者简介: 褚煜琴 (1982—), 硕士、工程师。研究方向: 农业信息化。Email: emma.chu@163.com

\* 通信作者简介: 钱建平(1979—), 博士、研究员。研究方向: 农产品绿色供应链与智能化追溯。

Email:qianjianping@caas.cn

采集模式<sup>[3]</sup>，在采集基本属性信息的同时还同时自动记录空间位置信息，在简化数据采集过程、提高数据采集质量的同时，具有设备便携、采集内容可定制、错误率低等优点，受到了普遍的应用和重视。如美国的基于移动终端设备的农林资源数据采集系统；瑞典的森林资源野外调查数据采集系统；澳大利亚的结合了全球定位系统和掌上电脑的野外数据采集系统。

在国内，移动数据采集系统的研究起步相对较晚，但发展迅速。较为典型的是蝗虫野外数据采集系统，该系统是基于全球定位系统/移动 GIS 系统技术而开发设计的野外数据采集系统。通过多方应用验证，表明了该系统在蝗灾的数字化治理过程中可以替代传统的数据采集方法，且具有优势。在林业领域，“掌上电脑小班数据后期处理系统”通过网络定位和数据采集，以核对和修正小班数据记录，通过内外业信息系统的无缝衔接，大大提高了森林资源调查的效率和准确度<sup>[3]</sup>；北京林业大学基于 Android 和 PhoneGap 平台设计了森林资源数据移动采集系统，很好地满足了森林资源野外调查工作中的业务需求。在地质调查领域，浙江省地质环境监测总站研制的“面向地质灾害的数据移动采集系统”，有效地解决了地质灾害数据采集中长期存在的反馈信息滞后、采集信息不完整、记录格式杂乱等问题。在农业领域，中国农业大学基于移动 GIS 技术研发的“作物种植环境数据移动采集系统”也在示范应用中表现出了良好的实用性和稳定性<sup>[4]</sup>。

## 1 研究方法

### 1.1 总体设计

数据移动采集系统基于物联网和互联网技术，辅助农业科研人员在实验基地智能获取科研数据，将分散全国的众多实验基地采集的实验数据实时地获取至中心数据库，科研人员在 Web 应用端和安卓手机端可实时查看各基地采集的数据，从而大大降低了科研人员的工作量和劳动强度。

数据移动采集系统的客户端可在基于移动通信和移动 GIS 技术的智能设备（例如安卓手机端<sup>[5]</sup>）安装使用。按照当前主流的设计原则，系统采用模块化开发的设计思想，从整体上分成 3 个模块，分别是用户应用模块、数据服务模块和数据存储模块。

用户应用模块包含了移动 GIS 组件库，可以实现地图的放大、缩小、漫游等基本操作，能够完成图层控制、采样点的定位等操作；数据采集可以完成矢量数据、业务数据采集，并且将矢量数据与业务数据相关联。如在采集图层中，当用户完成局部数据的修改，系统后台会按照预先定义的规则将修改后的数据保存起来。

数据服务模块负责将用户应用模块的空间数据和属性数据与平台服务端进行交互，并能够将相应的数据在数据库中管理，以便对其进一步分析处理。数据以 WMTS、WFS 服务的形式提供给数据应用客户端 App。

数据存储模块主要负责把采集到的数据打包发送到中心服务器，完成对中心数据库的相关操作，如增加、删除、修改数据库的信息。

2022年2月

以上几个模块高内聚、低耦合，且互相作用，构成了一个有机的整体。作为后台的中心服务器由于需存储大量信息，从逻辑上将其划分为4个相互独立的数据库，分别为空间数据库、矢量数据库、栅格数据库和结构化数据库。

在该系统中，一个完整的数据采集任务经过如下几个过程，首先对 App 采集的数据进行提炼，得到必要的信息，再经业务逻辑层的组织与处理，最终提交给数据存储模块，将数据存入中心数据库。用户在 App 终端输入指令，数据存储模块读取数据，经过系统的内部传输通道，将数据传输到数据服务端，发布数据服务以后，经 App 终端的分析处理将采集信息图文并茂地展现给用户。

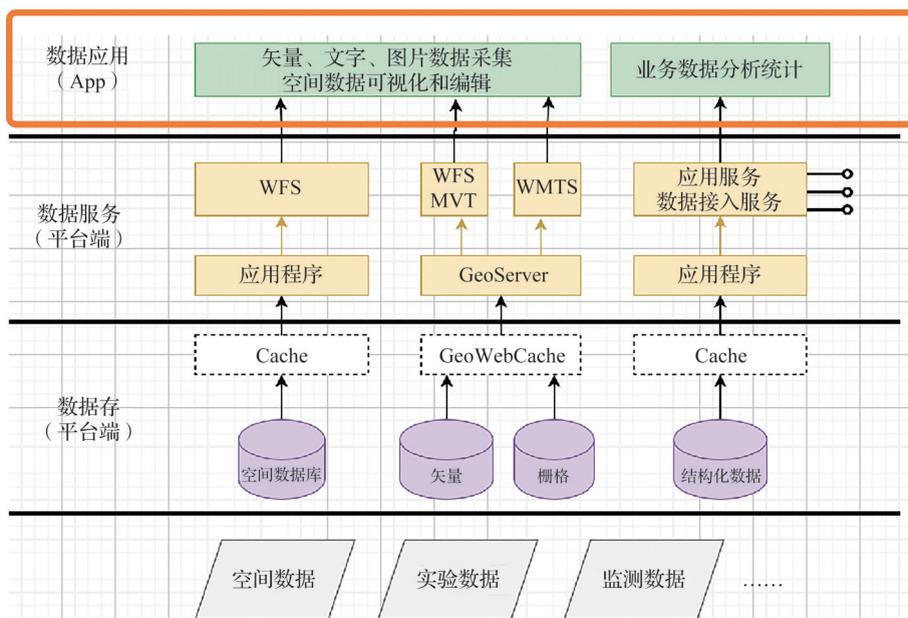


图1 客户端-服务端框架

Fig.1 The framework of client-server

## 1.2 关键技术

该系统采用了 App 混合开发技术和矢量地图要素服务。

### (1) 结合原生开发和 HTML5 开发的 App 混合开发技术

App 混合开发 (英文名: Hybrid App) 技术是指在开发一款 App 产品时, 同时利用了原生开发技术和 HTML5 开发技术, 是原生和 HTML5 技术的混合应用。

目前的移动开发大多基于 Android 或 iOS 平台, 原生应用开发是指利用官方提供的开发语言、开发类库、开发工具进行 App 的开发, 一般可直接操控硬件设备和底层功能, 在应用性能和交互体验上可以达到最佳效果; 但原生应用的可移植性比较差, 特别是一款原生的 App, Android 和 iOS 都要各自独立开发代码。

HTML5 (简称 H5) 应用开发是指利用 Web 技术实现的 App 开发, 基于基础的 Web 技术, 业界出现了便于快速开发的应用框架, 如 PhoneGap、Bootstrap、jQuery 等。H5 开发的好处是可以跨平台, 编写的代码可以同时运行在 Android、IOS、Windows 上; 然而由于

Web 技术本身的限制，H5 移动应用不能直接访问设备硬件，因此在体验和性能上有很大的局限性。

混合应用开发是指结合原生 App 和 H5 开发的技术，原生代码部分为 H5 提供一个底层功能的容器，程序主要的业务逻辑、界面展示由 H5 技术实现。虽然混合开发能够提高效率、节省成本，但也有很多的限制，除了硬件、缓存等的限制外，各大平台之间的兼容性也不足，有些甚至非常消耗资源。App 混合开发是未来的趋势，目前主要的混合开发技术有 jQuery Mobile、React Native、Cordova、APICloud、AppCan 等。

### (2) 基于 WFS 的矢量地图要素服务

WFS（网络要素服务，英文全称 Web Feature Service）支持用户在分布式的环境下通过标准化的 HTTP 服务对服务端的地理要素进行事务操作。WFS 一般支持如下功能：①GetCapabilities：获取 WFS 服务的元数据（介绍服务中的要素类和 supported 的操作）；②DescribeFeatureType：获取 WFS 服务支持的要素类的定义（要素类的元数据，比如要素包含哪些字段）；③GetFeature：获取要素数据；④GetGmlObject：获取 GML 对象；⑤Transaction：创建、更新、删除要素数据的事务操作；⑥LockFeature：在事务过程中锁定要素。

## 2 研究结果

### 2.1 功能实现

数据移动采集 App，在使用过程中，首先获取所属试验站下发的试验方案数据，根据试验处理内容，上报相关操作内容，包括施肥、灌溉、农药使用等信息，实现向导式数据采集，全流程管控试验流程，确保试验过程的可靠性和试验结果的可分析性。数据采集 App 功能模块如图 2 所示，界面示意如图 3 所示。

(1) 首页。展示当前站点的气象、土壤环境的监测数据，提供生长数据采集、投入数据采集、产出数据采集、样品数据采集入口；统计当前试验站正在开展、未开展的试验处理个数等功能。①监测数据展示不同深度下，土壤的温度、湿度参数，展示站点的空气温度、空气湿度、风速、风向、大气压力、光照强度、降雨量等信息。②生长数据采集<sup>[6]</sup>提供定植、物候期、叶面积指数、植株性状类型数据等一级指标，如定植类型有作物类别、作物名称、作物品种、播种方式、播种量、总价、定植时间、试验小区、关联试验处理等二级指标的填报。③投入数据采集提供肥料施用、农药施用、灌溉用水、农膜使用等一级指标，肥料名称、施肥方式、施肥量、施肥时间、防治类型、农药名称、灌溉水来源、灌溉方式、灌溉量、灌溉人、灌溉时间、农膜来源、使用量、使用时间等二级指标。④产出数据采集提供农产品产量、农产品产出秸秆等一级指标，销售单价、产量、测量方法、测量时间、秸秆产出量、处理率、处理方式、处理时间等二级指标。⑤样品数据采集提供样品编号、样品名称、上传图片、采集时间、采集人等一级指标。

(2) 数据采集。提供生长采集、投入采集、产出采集、样品采集等功能。各项采集

2022年2月

的指标在平台数据管理端配置以后，通过json文件下发到数据采集App，根据下发的指标进行数据采集，并且将采集到的数据与地块进行关联。数据采集采用向导式，减轻了用户在数据填报过程中的负担。另外，用户可编辑和查看历史采集数据。

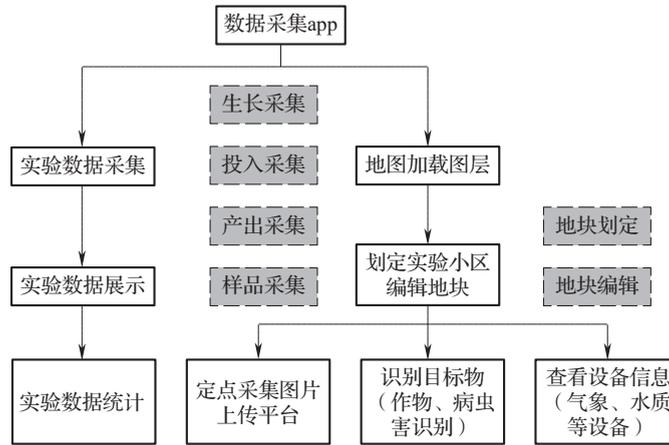


图2 数据采集App功能模块

Fig.2 Description of model functions for data collecting App

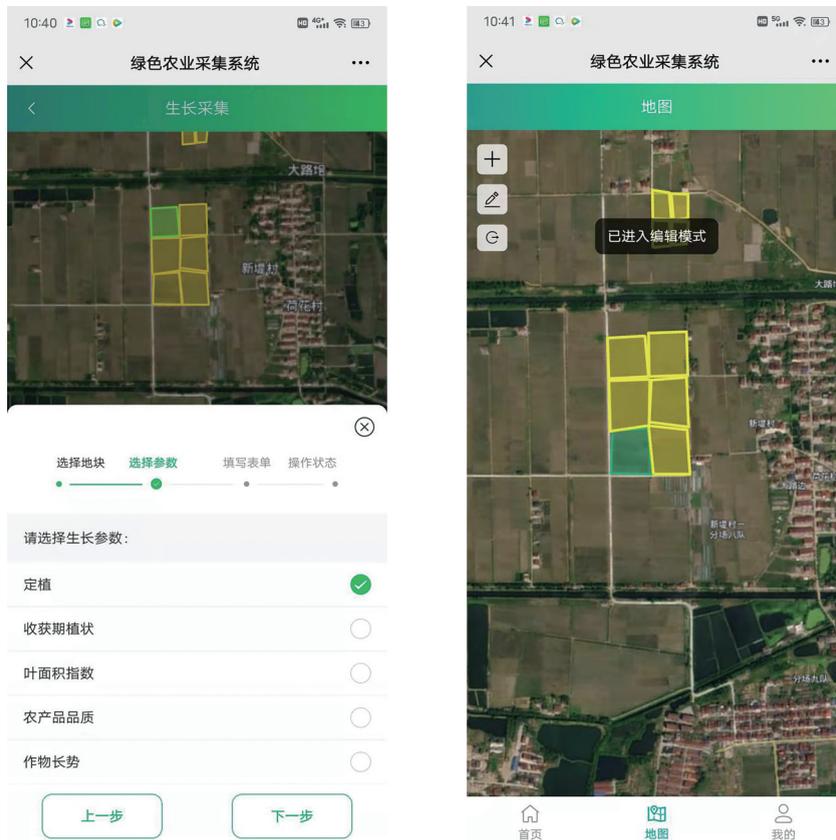


图3 数据采集界面

Fig.3 Interface images of data collecting

(3) 地图。在地图上可视化显示监测设备, 地块信息, 点击地块可查询相关的试验处理过程, 对不符合现场状况的地块边界, 提供编辑、删除功能。提供现场农作物目标识别功能, 可判断作物类型。

### 2.1 应用特点

通过系统的分布式端采样、集中式数据管理的系统架构, 实现了农业试验田中采样植株的准确、高效、经济的标定与定位, 实现了数据的实时采集与共享, 是提高绿色农业试验田管理和农业信息横向交流的关键环节。在绿色农业试验田的管理中, 系统实现了长期跟踪记录采样植株的相关信息, 包括试验田的土壤温度、湿度数据以及田间管理中涉及的耕种日期与次数、施肥量、农药使用量等数据, 为大面积的农田管理提供重要的参考。

此外, 系统采用了模块化和微服务的设计思想, 有利于实现系统功能扩展。一方面各部分功能相互独立, 单一模块出现故障不会对系统中其他独立模块的执行产生影响, 保证系统的正常运行, 提高了系统的可靠性和稳定性。另一方面使用人员也可以根据实际需要进行功能增减, 有利于合理配置资源和控制成本。

另外, 数据移动采集 App 安装在手机端, 界面自然直观, 操作简单, 符合用户操作习惯, 并且数据的多样化图像显示令用户能够更准确把握数据的动态变化, 方便科研人员进一步开展数据的深入对比和分析, 从而做出更精准的科学结论; 通过数据移动采集 App 可以实时查询、分析、处理、存储并向后台传输物联网采集设备的数据, 由此省去了物联网终端设备使用 LCD 显示屏、GPRS 硬件等带来的开销, 大大降低了物联网采集设备的成本。

## 3 结论与讨论

农业绿色发展数据移动采集系统的运维和扩展开发成本低, 使用方便, 工作可靠, 具备较为广泛的应用前景。目前, 该系统已经在绿色农业长期固定观测站崇明、休宁、浏阳、屈原、杭锦后旗等站点得到应用和推广。通过系统 App 终端采集的气象环境、土壤环境、水质环境、农作物病虫害发生情况等方面的监测数据, 可用于比较分析不同技术模式的产量品质与资源环境效应, 从而量化了绿色技术模式在增产提质、资源节约、环境友好方面的应用成效, 明确了未来绿色技术模式的优化潜力与完善方向, 为各试验站农业绿色发展提供了有力的数据支撑。

随着系统的深入推广应用和以人工智能为代表的新一代信息技术的快速发展, 将在以下方面进一步改进。

(1) 基于深度学习技术的作物种植结构识别、作物长势监测和产量估算<sup>[7]</sup> 图层可以部署到 App 终端, 作为数据采集的先验知识, 进一步提高数据采集的有效性, 有助于探索作物生长与环境之间的相关性。

(2) 引入病虫害识别模型<sup>[8-9]</sup>, 将获取的病虫害高清图像, 运用物联网技术及人工智能技术、基于深度学习图像自动识别方法, 利用历史病虫害大数据及专家知识数据库训

2022年2月

练自动分类识别模型, 实现病虫害精准识别及预测。

### 参考文献

- [1] 王萌, 刘爽, 张江丽. 对我国智慧农业的思考. 中国农业信息. 2020, 32(3): 55-60.
- [2] 钱建平, 陈世雄, 杨鹏, 等. 农业绿色发展长期固定观测试验数据平台设计与开发. 中国农业信息. 2021, 33(2): 31-38.
- [3] 黄天亮, 黄秋荣, 葛吉栋, 等. 基于GIS的智慧农业综合信息服务平台设计与实现. 中国农业信息. 2018, 30(6): 93-99.
- [4] 孙忠富, 杜克明, 郑飞翔, 等. 大数据在智慧农业中研究与应用展望. 中国农业科技导报. 2013(6): 63-71.
- [5] 邓仕文, 舒坚. 基于Android的大棚智能监控App的设计与实现. 信息通讯. 2017(10): 160-162.
- [6] 臧贺藏, 张杰, 李国强, 等. 基于Android平台的智慧农田远程监控系统开发. 河南农业科学. 2016, 45(6): 153-156.
- [7] 王娇娇, 徐波, 王聪聪, 等. 作物长势监测仪数据采集与分析系统设计与应用. 智慧农业. 2019, 1(4): 91-104.
- [8] 杨忠. 基于移动GIS的作物生长状况采集系统研究与实现. 武汉: 湖北大学, 2018.
- [9] 张伊萌. 面向智慧农业的大规模传感器数据采集系统. 上海: 上海交通大学, 2018.

## Design and development of a mobile data collecting system for green agriculture developing

Chu Yuqin<sup>1</sup>, Zhang Baohui<sup>2</sup>, Shi Yun<sup>2</sup>, Qian Jianping<sup>2\*</sup>

(1. Suzhou AgriView Technology Company, Jiangsu Suzhou 215335, China; 2. Institute of Agricultural Resources and Regional Planning, CAAS, Beijing 100081, China)

**Abstract:** [ **Purpose** ] Provide supporting data for green agriculture, such as spatial-temporal big data, environmental monitoring data and Crop growth data. [ **Method** ] Using technologies of Remote sensing interpretation, GIS and spatial data visualization, develop a portable data collecting system for green agriculture. The system supports to build a solid base of green agricultural experiment scene on mobile phone side, to make collection and drawing of experimental and environmental data on real time, and to compute, analyze and rank various types of experimental data using the models. [ **Result/Conclusion** ] The system is easy to use, has stable transmission and high reliability, in order to improve the productivity of researchers. The system can apply to many scenes and types of data collection, such as experimental bases and programs data, environmental data of internet of things (atmosphere soil and water), crop growth data (crop growth index, leaf area index, plant height) .

**Key words:** mobile; data collecting; internet of things; green agriculture; sustainable development