

基于图像处理技术的柑桔园估产系统研制*

易时来^{1, 2, 3} 邓烈^{1, 2, 3} 李民赞⁴ 何绍兰^{1, 2, 3}
郑永强^{1, 2, 3} 姜国金^{1, 2, 3} 谢让金^{1, 2, 3} 王亮¹

(1 西南大学柑桔研究所 重庆 400712; 2 中国农业科学院柑桔研究所;
3 国家柑桔工程技术研究中心; 4 中国农业大学)

摘要: 通过利用柑桔园代表性植株成熟期普通数码照片, 运用计算机图像处理、图形识别、智能推理等技术识别植株挂果数, 建立柑桔园产量估算模型, 进而对拟测产目标果园取样本株进行图像分析处理, 估算出单株产量和单位面积产量, 最终实现果园产量的准确估算。

关键词: 柑桔; 果园; 估产系统; 图像处理

中图分类号: TP 301. 6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-1431(2009) 06-0001-04

Development of Software for Predicting Yield in Citrus Orchard Based on Image Processing Technologies

YI Shi-lai^{1, 2, 3}, DENG Lie^{1, 2, 3}, LI Min-zan⁴, HE Shao-lan^{1, 2, 3}, ZHENG Yong-qiang^{1, 2, 3}, JIANG Guo-jin^{1, 2, 3}, XIE Rang-jin^{1, 2, 3}, WANG Liang¹

(1 Citrus Research Institute, Southwest University, Chongqing 400712, China; 2 Citrus Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences; 3 National Engineering Research Center for Citrus Technology; 4 China Agricultural University)

Abstract: Digital pictures taken from typical trees in mature season were used to develop a model for predicting the fruit yield of the orchard by recognizing the fruit numbers of individual trees through techniques such as computer image processing and recognition, and intelligent referencig. The yields of sample trees from the orchard to be estimated were thus calculated and were used to calculate the yield in unit area, and finally the yield in the orchard was estimated accurately by multiplying the unit yield with the areas of the orchard.

Key words: Citrus; Orchard; Yield estimation system; Image processing

准确、省力、实时的果园估产, 是生产者实施科学管理和营销, 经销商或加工企业制订准确、科学的采收加工计划, 行政和业务主管部门了解生产状况和果农效益, 以及科研推广人员开展科学研究和数据采集的重要依据和技术需求。目前, 柑桔园估产依然采用传统的人工田间抽样、目测清点单株果实数量等方式, 对测产人员的经验要求较高, 劳动强度较大, 精度较低, 横向同比的可比性不大。为了建立一种科学、高效、省工、精准的果园估产技术, 本研究开发了基于普通数码照片和图像信息处理技术的“柑桔园估产系统”软件。该软件系统具有精度高、快捷简单、节本省力、技术准确、操作简单、易学易用等特点, 可以通过对柑桔园采收前的准确产量预测, 为柑桔产业主管部门、企业(协会)、果农等提供柑桔产量预测, 为柑桔园施肥管理等提供重要的参考依据。本“柑桔园估产系统”软件在各柑桔产区有着广泛的应用前景。

1 系统内容

1.1 数据采集

1.1.1 图像采集条件: 图像采集应尽量选择晴朗无云无风天气, 为保证拍摄图像的可比性, 拍摄时间是太阳高度角相对稳定的 10:00—14:00 之间(重庆地区), 且在整个果园采样时的

* 科技部支撑计划项目(2007BAD47B04-1; 2008BAD92B08-7-4); 2009GJF10004; 公益性行业(农业)科研专项(ny-hyzk-07-023); 重庆市重大攻关项目(CSTC, 2006); 重庆市柑桔学重点实验室和重庆市教委果树学重点实验室及重庆市忠县果业局联合资助。

拍摄方向和视角相同。同时,要求照相机与所采集目标树体的距离和角度,以及照相机像素、拍照模式和曝光时间等均相同,且尽量保证相机对焦于目标柑桔植株中部位置。数码相机像素一般要求在710万像素以上,拍照时设置成最大像素、自动拍照模式,镜头离柑桔植株水平距离3 m,与植株中心平齐。

1.1.2 样本数据采集:考虑到不同果园的砧穗组合、树龄、营养水平和大小年状态等的差异,本系统建立了开放式建模体系,估产前先根据每个果园的特殊性采集一定量的代表单株图像信息和挂果数量信息进行模型构建,再使用所建模型对目标果园的抽样植株图像信息进行运算估产,其中建模样本量并不是越多越好,而以满足必需精度和代表性的前提下,尽可能减少建模样本数量为宜。如果果园条件和状态相同也可使用已经建立的相应模型进行估产,使得估产操作具有快捷与科学性。

为了提高估产准确性,所选建模样本和估产样本植株应具有该果园的代表性和随机性。在对集约化果园估产时,应根据拟测产果园的大小,建模样本数量一般要求10~30株,并统计其实际挂果数量和单果重;估产样本植株的数量一般不少于30株。为了计算需要,对于特定的柑桔品种和果园,要求给出单果重量以及种植密度,以便通过单株挂果数计算出单株产量、单位面积产量和全园总产量。

1.2 图像处理

1.2.1 准备:首先在普通电脑内安装Photoshop或其他图片处理软件,然后安装本“柑桔园估产系统”软件,再将采集的柑桔植株数码图像导入电脑。

1.2.2 图像预处理:用Photoshop软件将所采集的图像中不属目标柑桔树冠的其他部分(如相邻单株的树冠、接近果实颜色的土壤、杂草等背景图像)切去,尽量保证剩下的图像仅为目标单株的树冠部分。保存预处理后的图像,备用。建模样本和测产样本的图像预处理方法相同。

1.3 模型构建

1.3.1 运行“柑桔园估产系统”软件:点击“工作空间”→点击“输入分析文件位置”→选择建模样本文件中的图片→“显示照片”→“采样”→“样本分析”→“批处理”→“保存结果”(.csv文件)→模型文件编辑:按照“文件名称,识别挂果,实地单株产”的格式,选择所有建模样本数据,保存到.csv文件中。

1.3.2 数据导入:打开“产量估算”,点击“导入模型数据文件”。

1.3.3 模型选择:打开“产量估算”中“选模型”下拉列表,选择各模型,通过输入建模样本量 n 值,自动计算其显著水平值,通过比较,选择最为适合的模型作为最终采用的估算标准模型,并保存模型。

1.4 产量估测

其操作步骤与建模过程相同。运行“柑桔估产系统”软件,点击“工作空间”→点击“输入分析文件位置”→选择文件(即预处理后的测产样本植株照片),选取有代表性的部分单株照片的一些外切果实部分,然后导入事先建好的估产标准模型,通过“工作空间”→“批处理”→“计算平均挂果”→“产量估算”中的“单果重量设置”和“密度设置”等即可估算单位面积的柑桔产量和果园总产量。

2 软件系统操作步骤及应用

2.1 软件安装

(1)运行硬件最低配置:内存512Mb,CPU 2.0 硬盘:150G,编程语言:IDL 4.3,系统软

件: windows 2000 以上。(2) 首先在操作电脑中安装 IDL6.3 runtime 到本地目录。(3) 放入“柑桔园估产系统”软件光盘, 点击 setup. sav 文件, 按提示实现对本系统的安装。(4) 点击软件快捷方式, 启动本系统, 桌面显示的估产程序界面(见图 1, 左)。点击“进入”按钮, 桌面出现系统运行界面(见图 1, 右), 主要包括图形显示和运算操作两个功能区。图形显示区位于界面的左边窗口区域, 导入照片后即显示图像。在图形区左上方是“状态栏显示”, 主要显示操作过程中的系统状态和分析结果。业务操作区位于界面的右部, 包括工作空间, 样本参数设置, 产量估算, 系统配置和帮助等。



图 1 估产程序界面(左)与系统运行界面(右)

Fig. 1 The interface of the software. Left, the startup interface. Right, the user interface

2.2 数据准备

(1) 将分析的图像数据放在指定的文件目录下; (2) 将显著相关和差异相关的数据保存到本安装目录下的 r. csv 文件中。

2.3 系统运行

(1) 点击“工作空间”→点击“输入分析文件位置”→选择*.JPG 数据文件。

(2) 显示图像: 点击“工作空间”→点击列表中要显示的照片文件→点击“显示照片”。

(3) 柑桔果实个体样本选择: 果实样本选择是为果实识别提供主要标准信息, 其所选样本的代表性直接影响到对果实识别的精度。具体步骤如下: ①点击“样本参数配置”→点击“采样”; ②在图形显示区视窗中, 用鼠标按下左键, 拉矩形框, 使之正好外切果实图像, 松开左键, 完成一个样本的采集(注意所选果实样本应该涵盖不同着色深浅、光照强弱、大小和远近的果实类型), 此时列表中会显示出当前采样的序号、文件、果实直径以及范围等参数; ③选中列表中的全部(或部分)条目→点击“样本分析”→下方统计窗口会自动显示所选样本的信息→完成柑桔果实样本分析; ④选中样本选项→点击“样本分析”→判断对左图柑桔果实的识别效果(下方为采样效果、中间为初步自动识别效果、上方为最终识别效果)→删除不合理样本(如果上方图中果实的范围大于采样中实际果实的大小则为不合理样本)(见图 2); ⑤检查合理果实样本个数(推荐不少于 6 个典型样本)→选择全部样本→点击“样本分析”→点击“保存样本”→选择保存文件(*.csv)。



图 2 估产样本采样与分析界面

Fig. 2 The interface for sampling and yield estimation of the individual tree

(4) 果实识别: ①打开“工作空间” → 点击“批处理” → 进度条按照%显示当前处理的数据量; ②在 Photoshop 中修改图像并覆盖保存 → 选中修改的数据文件 → 点击“更新” → 完成对修改数据的挂果重新计算; ③点击“保存结果” → 完成计算结果保存; ④点击“平均挂果计算” → 完成采样区单株平均挂果计算; ⑤选中数据文件 → 点击“删除” → 列表中删除数据; ⑥点击“导出挂果值” → 选中文件名, 保存平均挂果数。

(5) 产量估算: 建立产量模型: ①模型文件编辑: 按照“文件名称, 识别挂果, 实地单株产”的格式, 选择不少于 4 组模型数据, 保存到*.csv 文件中; ②数据导入: 打开“产量估算”, 点击“导入模型数据文件”; ③模型选择: 打开“选模型”下拉列表, 从预存的不同拟合模型中逐个筛选, 并在状态栏中看其拟合效果, 选择相关系数最大的模型作为最终采用的估算模型。

单产计算: ①最终确定并选中模型(如线性模型); ②在“单果重量设置”填入单个果实的重量(如 0.22 kg/果); ③在“密度设置”中填入每 667 m² 的植株数(123 株/667 m²); ④自动计算单株平均产量和每 667 m² 产量(见图 3)。总产计算: ①在总产量估算中的“面积设置”, 填入估产的总面积; ②自动计算目标果园的预测总产量(见图 3)。

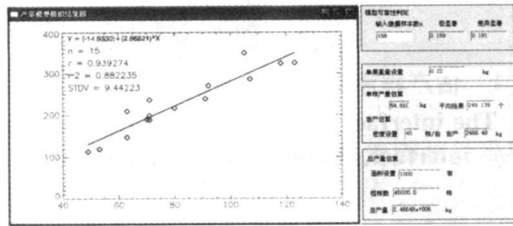


图 3 产量估测模型选择(左)与估产结果显示界面(右)

Fig. 3 The interface of model selection (Left) and the result displaying panel (Right)

3 结束语

本研究开发的基于图像识别技术的“柑桔园估产系统”软件, 可较好地实现简便快捷精准估产的目的, 在国内尚属首创, 并获得了国家软件保护登记(软件著作权号: 2009R11L052956)。本软件系统的运算模型源于加工甜橙品种, 由于本软件对于估产操作实行了开放模型选用程序, 因此具有较宽的适用范围, 同样可以适应于其他甜橙、宽皮柑桔、柠檬类、金柑、柚类等品种(系)的田间估产。但其所构建的针对其他柑桔品种(系)的估产标准模型的精度及合适样本量等问题, 还有待深入研究。

收稿日期: 2009-11-19

作者简介: 易时来(1978), 男, 助理研究员, 硕士, 专业方向为柑桔栽培生理与农业信息技术。电话: (023) 68349726, E-mail: yishilai@126.com (责任编辑: 吴涛)

有奖征订 2010 年《中国果树》

《中国果树》编辑部开展 2010 年度有奖征订活动, 设一等奖 5 名, 每名奖励 100 元; 二等奖 50 名, 每名赠送《21 世纪果树优良新品种》图书一册。订阅 2010 年《中国果树》半年或全年期刊的订户均可参加抽奖活动, 请您于 2010 年 1 月底之前将订单复印件寄到《中国果树》编辑部(注明您的联系电话、详细通信地址), 编辑部在 2 月抽奖, 抽奖结果将刊登在《中国果树》2009 年第 2 期, 奖品届时寄给获奖人。

《中国果树》由中国农业科学院果树研究所主办, 是全国中文核心期刊、中国科技核心期刊, 双月刊, 单月 10 日出版, 每期定价 4.00 元, 全年 24.00 元, 邮发代号: 8-106, 全国各地邮局均可订阅; 直接汇款至编辑部订阅, 免收邮资费; 订 10 套以上挂号邮寄, 免收挂号费。

地址: 辽宁省兴城市兴海路三段 中国农业科学院果树研究所 邮编: 125100 联系人: 《中国果树》编辑部

电话: (0429) 3598131 3598168 3598276

传真: (0429) 3598132

电子邮件: zggsbjb@vip.163.com