

谷物产量分布图生成系统的开发研究

陈树人¹, 胡鹏¹, 胡均万², 杨洪博¹

(1. 江苏大学现代农业装备与技术省部共建教育部重点实验室, 镇江 212013;

2. 华南农业大学南方农业机械与装备关键技术省部共建教育部重点实验室, 广州 510642)

摘要: 立足于国产谷物测产系统的需求, 开发谷物产量数据处理和产量分布图生成系统。确立了该系统主要功能和系统层次结构, 选用了距离反比加权空间产量数据插值 (Inverse Distance to Power) 算法, 采用值过滤和 3σ 法则滤除粗大产量数据, 研究了等值线产量图生成方法, 开发了具有空间数据插值、误差产量数据过滤、产量数据统计分布、原始产量点图、栅格图和等值线图的谷物产量图生成系统。

关键词: 精确农业; 测产; 产量图; 软件

中图分类号: S126; S225.3

文献标识码: B

文章编号: 1002-6819(2008)-8-0182-03

陈树人, 胡鹏, 胡均万, 等. 谷物产量分布图生成系统的开发研究[J]. 农业工程学报, 2008, 24(8): 182-184.

Chen Shuren, Hu Peng, Hu Junwan, et al. Research and development of one grain yield map generating system[J]. Transactions of the CSAE, 2008, 24(8): 182-184.(in Chinese with English abstract)

0 引言

谷物产量是精细农业中需要获取的最重要的信息之一, 它集中反映了农田信息 (如土壤特性、化肥利用、地形结构、气象因素、灌溉、病、虫、草害等) 对产量的影响^[1]。实时获取产量分布信息和据此得到的产量图是“处方农作”中不可缺少的信息, 对产量信息和农田其它时空属性相结合的分析可指导对农田实行“精细农作”; 通过谷物测产系统得到的产量数据可预测估计产量、并对合理应用化肥、农药提供指导; 产量图还可用于田块的分块管理, 并根据产量不同, 采用不同的农作生产措施^[2]。

目前用于生成作物产量分布图的系统主要有下面三类: 一是与商品化谷物联合收割机测产系统相配套的软件, 如: 美国 CASE 公司的 Instant Yield Map 软件系统; 美国 Ag Leader 公司的 SMS 软件; 二是专用图形生成软件, 如 Golden Software, Inc. 的 Surfer 软件等; 三是具有空间分析功能的地理信息系统软件, 如: ESRI 公司的 ArcView 软件等。Blacmore 和 Marshall^[3]对谷物产量的定义、产量图生成关键技术、产量数据插值方法进行了深入研究。Selcuk arslan and Thomas S.colvin^[4]提出产量数据精度主要受谷物流量传感器的标定精度、机器前进速度、谷物流动的稳定性、谷物含水率变化, 以及产量图生成的平滑程度等因素的影响。

中国在精细农业的应用实践过程中, 已经具备了开发、研制国有智能化谷物产量监测系统的条件和能力, 开发出的谷物测产系统正处在试验、调试的过程中。为了配合国产智能谷物产量监测系统使用, 本文开发相应的谷物产量数据的处理和产量图生成系统。

1 系统功能分析

软件系统设计包括程序的总体方案, 画出程序流程图, 编制程序以及对程序的检查和修改等。从系统实现的功能出发制定程序的总体方案, 绘制系统各个模块的程序流程图, 根据各个模块功能确定程序算法、编制各模块的代码。

1.1 系统总体方案确定

在谷物产量图生成系统开发过程中, 应确定软件系统的输入和输出数据格式。系统输入为原始产量数据, 包括产量数据点的 X, Y 坐标 (或经、纬度坐标) 和该点产量值, 系统输出为图表, 包括过滤前、后产量点图、经过插值运算后的产量数据栅格图、等值线图及统计图表等。同时需要解决的是图形绘制的问题, 包括绘制产量点图、栅格图及等值线图的方法。还需要解决误差产量数据过滤算法设计、空间数据的插值算法设计、产量等值线图生成算法设计、数据的分类配色方案、绘图坐标系统的确立等。

1.2 系统程序模块设计

程序设计中有几个模块: 产量数据点图生成模块、栅格图生成模块、等值线图生成模块、误差数据处理模块、空间数据插值模块、图例编辑模块、数据统计分析模块、产量图测量模块及输入/输出模块等。为实现产量图的功能, 从系统底层进行开发是一种现实而有效的方法, 能够大大降低软件的开发成本, 并能够按照实际情况进行代码优化、提高系统执行效率。

2 系统层次结构

为了满足产量数据分析、处理及图形化功能需要, 系统层次结构如图 1。

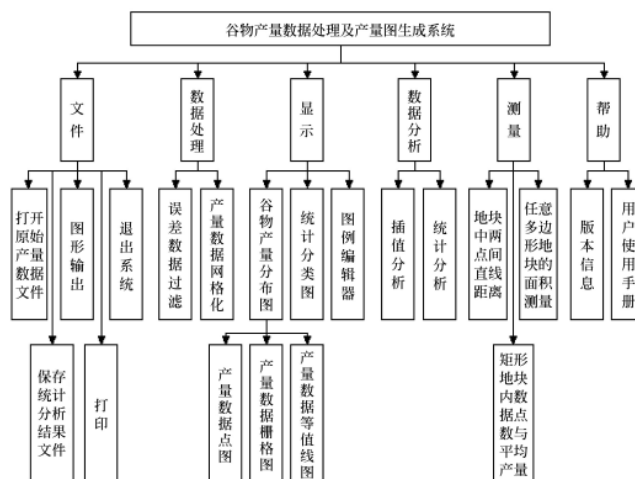


图1 谷物产量图系统功能层次结构

Fig.1 System function hierarchy of grain yield map

收稿日期: 2006-09-18 修订日期: 2008-03-16

基金项目: 江苏大学高层次人才启动基金项目资助 (05JGD040); 国家科技支撑计划课题 (2006BAD11A03)

作者简介: 陈树人 (1965—), 男, 博士后, 教授, 主要从事现代精确农业和现代农业装备研究。镇江 江苏大学现代农业装备与技术省部共建教育部重点实验室, 212013。Email: srchen@ujs.edu.cn

2.1 文件

系统的输入为原始产量数据，系统的输出为图形文件（产量数据点图、栅格图、等值线图、统计分类图）和统计分析结果，同时具有打印输出功能。

2.2 数据处理

包括误差产量数据的处理和生成等线图前期的数据处理。产量数据的过滤用来剔除原始产量数据中的误差产量数据点；通过插值，使产量数据网格化，可生成产量等值线图。

2.3 显示

1) 谷物产量图：包括产量数据点图、产量栅格图、等值线图等，可直观、准确地表示谷物产量分布情况；

2) 统计分类图：包括柱状图和饼图，显示谷物产量分布范围与密度；

3) 图例设置：包括数据的误差过滤方法选择，数据点分类、大小设置，栅格图栅格数的设置及是否显示栅格图栅格线；

2.4 数据分析

1) 插值分析：进行产量数据栅格图的插值分析。

2) 统计分析：选择需统计分析的数据种类，并显示统计分析结果，包括产量数据个数、产量极值、平均值、产量范围、均方差、变异系数等，并可以保存统计分析结果。

3 空间数据插值算法

空间数据插值分析就是根据空间采样点的已知数据，来估算未采样位置数据的一种方法。空间插值方法主要分为两种：整体插值方法和局部插值方法。本文系统主要采用距离反比加权插值法^[5]。

在笛卡儿坐标系下，函数关系 $Z=f(x, y)$ 的图像是曲面，涉及到 $Z=f(x, y)$ 的观测数据处理，称之为曲面数据处理^[6]。

规则分布在网格点上的值要由离散分布的数据点的值来确定。只要曲面的变化相对平稳，则离插值网格点越近的离散数据点对该网格点的影响就越大。

令数据点 (X_i, Y_i) 至网格点 (A, B) 的距离为 D_{ik} ，则有

$$D_{ik} = \sqrt{(X_i - A)^2 + (Y_i - B)^2} \quad (1)$$

求出离网格点 (A, B) 最近的 N 个数据点的距离 D_{ik} 后 $(i=1, 2, \dots, N)$ ，则网格点 (A, B) 上的估计值为：

$$\hat{Z}_{(A,B)} = \frac{\sum_{i=1}^N \left(\frac{Z_i}{D_{ik}} \right)}{\sum_{i=1}^N \left(\frac{1}{D_{ik}} \right)} \quad (2)$$

式中 Z_i ——离散数据点 i 上的测量值。

在插值过程中因为要计算各离散数据点与网格点之间的距离 D_{ik} ，当某个数据点与插值网格点距离较近的时候，当出现 $D_{ik} \rightarrow 0$ 的情况，会导致计算溢出，所以在程序中，当某个数据点与插值网格点距离比较近的时候 ($D_{ik}^2 < 0.0001$)，就设定数据点的函数值（测量值）作为插值网格点的函数值。

图2为距离反比加权法插值的程序流程图^[7]。

4 产量图生成

系统主界面主要由菜单栏、工具栏、产量分布图区、统计图区和状态栏组成。菜单栏集合了本系统所有的功能，工具栏中列出来系统常用的功能快捷按钮，产量分布图区用来显示绘制的各类产量分布图，统计图区显示相应的产量分布状况，状态栏中显示作物类型、经过上一步操作后的数据统计、实时显

示对应的X、Y坐标值以及日期和时间，如图3为系统生成界面。图4为滤除误差产量数据点的谷物产量点图和栅格图。

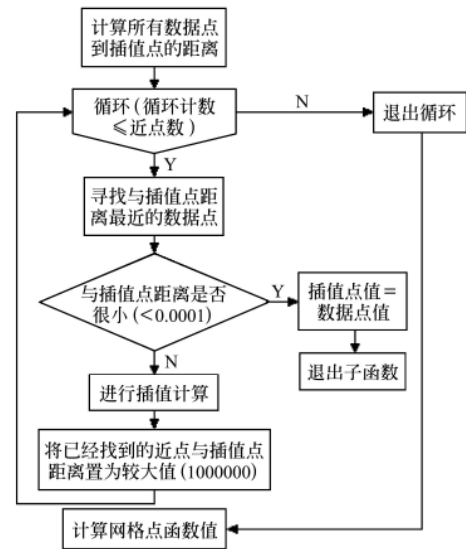


图2 距离反比加权法流程图

Fig.2 Flowchart of inverse distance to a power

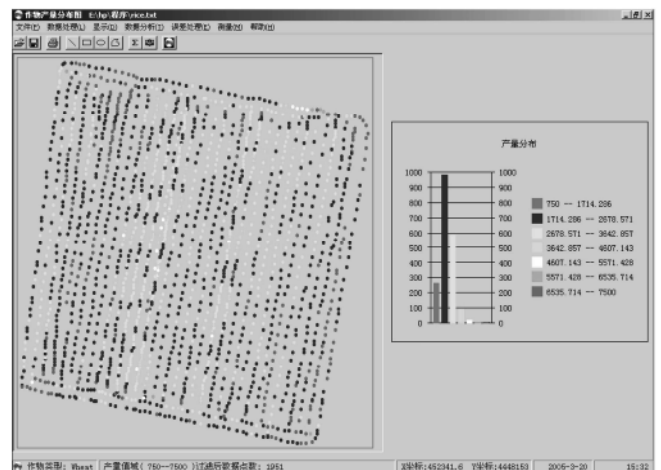


图3 谷物产量图界面

Fig.3 Interface of grain yield map

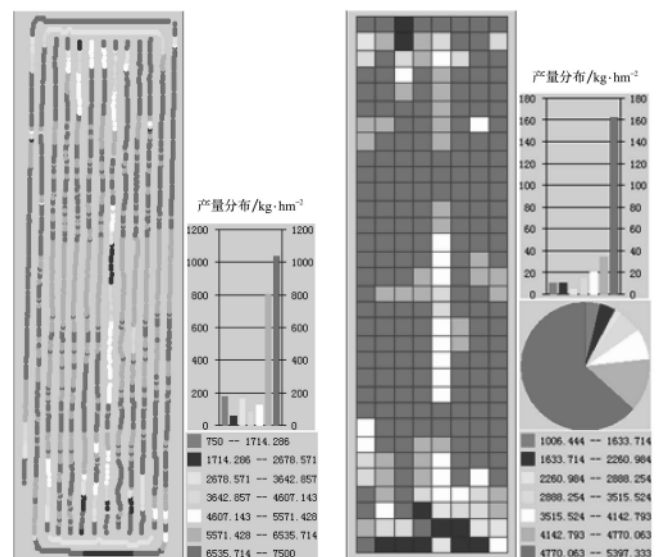


图4 谷物产量点图、栅格图及统计分布图

Fig.4 Grain yield raw map, grid map and statistical distributing map

5 结 论

本文在分析现有谷物产量分布图系统的功能基础上, 确定产量图生成软件系统的总体设计方案, 给出了系统的功能层次结构图。分析空间产量数据的距离反比加权插值算法和流程。该系统具有良好中文界面、误差产量数据处理、统计分析和产量数据实时显示功能, 能够生成谷物产量点图、栅格图及等值线图。

[参 考 文 献]

- [1] Yang C, Everitt J H, Murden D, et al. Spatial variability in yields and profits within ten grain sorghum fields in south Texas[J]. Transactions of the ASAE, 2002, 45(4): 897—906.
- [2] Reyns P, Missotten B, Ramon H, et al. A review of combine sensors for precision farming[J]. Precision Agriculture, 2002, (2): 169—182.
- [3] Blackmore B S. A yield map primer[R]. Seminar on Precision Farming in Japan, U.S.A., and Europe, 1998.
- [4] Selcuk Arslan, Thomas S. Colvin. An evaluation of the response of yield monitors and combines to varying yields[J]. Precision Agriculture, 2002, (3): 107—122.
- [5] 张 漫. 农田谷物产量空间分布信息采集、处理与系统集成技术研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2003.
- [6] 李鸿吉. Visual Basic 6.0 数理统计实用算法[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [7] 胡 鹏. 谷物产量数据处理及产量分布图生成系统的开发研究[D]. 镇江: 江苏大学, 2005.
- [8] 陈树人, 张 漫, 李民赞. 基于 SMS 的冬小麦产量分布图生成技术研究[J]. 农业机械学报, 2005, (6): 68—70.
- [9] 张 漫, 邝继双. 谷物联合收割机测产数据中的误差分析与处理[J]. 农业工程学报, 2003, (3): 144—149.
- [10] 张立梅, 邢一春, 刘 刚. 谷物产量空间分布数据的分析与处理[J]. 河北农业大学学报, 2003, (5): 15—17.
- [11] 邝继双, 张 漫. 产量分布图生成系统研究[J]. 中国农业大学学报, 2003, 8(4): 9—13.

Research and development of one grain yield map generating system

Chen Shuren¹, Hu Peng¹, Hu Junwan², Yang Hongbo¹

(1. Key Laboratory of Modern Agricultural Equipment and Technology, Ministry of Education and Jiangsu Province, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China; 2. Key Laboratory of Key Technology on Agricultural Machine and Equipment, Ministry of Education, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: Grain yield map is the important means for analyzing and managing data of yield monitor system. The authors developed a yield mapping system software for the requirement of national grain yield monitoring system. The main function and system layer frame of the yield map software are confirmed by analyzing the crop yield distribution map system in existence. Inverse distance to power algorithm is selected as yield data interpolation method. The method of data filtering and 3σ theorem were used to filter the big errors on yield data. The yield mapping softwares with spatial data interpolation, error data filtering, yield data statistic distributing, raw yield map, grid yield map and contour yield map functions were developed.

Key words: precision agriculture; yield monitoring; yield map; software