

# 基于计算机图像处理的稻米垩白测定系统的研究

陈丁山<sup>1</sup>, 程鹏<sup>1,2</sup>, 李东晖<sup>3</sup>, 萧浪涛<sup>1,2\*</sup>

(1.植物激素与生长发育湖南省重点实验室, 湖南 长沙 410128; 2. 湖南省作物种质创新与资源利用重点实验室, 湖南 长沙 410128; 3.湖南农业大学 信息科学技术学院, 湖南 长沙 410128)

**摘 要:** 基于 Chalkiness V1.0, 以 Visual C++.NET 为开发工具, 设计开发计算机图像处理系统 Chalkiness V2.0, 专用于 NY147—88 标准中优质稻米分级质量指标垩白粒率、垩白度和粒型等参数的检测。系统由图像数据预处理模块、样品识别模块、垩白识别模块、长宽比识别模块、统计分析模块和输出模块组成。运用该系统测定丰源 B、密阳 46 和日本晴等 3 个水稻品种稻米垩白指标, 只需 1 次图像分析即可输出垩白粒率、垩白度、投影面积等参数。

**关 键 词:** 稻米; 垩白指标; 图像处理; 快速检测

中图分类号: S511.01; TP317.4 文献标志码: A 文章编号: 1007-1032(2011)05-0469-05

## Studies on measurement system for rice chalkiness based on computer image processing

CHEN Ding-shan<sup>1</sup>, CHENG Peng<sup>1,2</sup>, LI Dong-hui<sup>3</sup>, XIAO Lang-tao<sup>1,2\*</sup>

(1.Hunan Provincial Key Laboratory of Phytohormones and Growth Development, Changsha 410128, China; 2.Hunan Provincial Key Laboratory for Crop Germplasm Innovation and Utilization, Changsha 410128, China; 3.College of Information Science and Technology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

**Abstract:** Based on Chalkiness V1.0, using Visual C++.NET as tools, a computer image processing system ChalkinessV2.0 has been developed for the detection of chalky rice rate, chalkiness degree and grain shape for grading of the high quality rice required by the national standard NY147-88. The system is composed of modules of image preprocessing, sample identification, chalkiness distinguishing, ratio of length and width detection, statistics and analysis and results export. The system can analyze the rice chalkiness of three rice varieties: Fengyuan B, Miyang 46 and Nipponbare. Chalky scores such as chalky rice rate, chalkiness degree and projected area can be gotten with parameters imported only once.

**Key words:** rice; chalkiness degree; image processing; rapid detection

垩白是影响稻米品质的主要因子之一。传统的稻米垩白测定多采用目测法, 检测步骤繁琐、速度慢、劳动强度大, 且检测结果主观性强, 一致性差。针对目测法存在的问题, 已有运用三维图像处理系统<sup>[1-2]</sup>和视频内显微扫描技术<sup>[3]</sup>测定稻米垩白的报

道, 这些方法虽然在较大程度上减少了主观性, 但是对稻米的检测具破坏性, 且价格昂贵。笔者基于稻米垩白测定系统V1.0<sup>[4]</sup>(计算机软件著作权登记号: 2006SR04016)进行深度开发, 以Visual C++.NET为开发工具, 设计开发了计算机图像处理系统

收稿日期: 2011-04-11

基金项目: 国家自然科学基金项目(30600049)

作者简介: 陈丁山(1981—), 男, 湖南湘阴人, 硕士研究生, 讲师, 主要从事生物信息学研究; \*通信作者, langtaoxiao@163.com

Chalkiness V2.0, 该系统增加了米粒总数、米粒总投影面积、米粒的长宽比、垩白粒率、垩白米粒长宽比等检测指标, 只需1次图像分析即可输出所有垩白相关指标, 并且支持多种格式的图像文件处理和数据统计。

## 1 系统设计

### 1.1 硬件系统

考虑实际应用中要求结构简单、易于操作以及测量结果准确等, 系统硬件由扫描仪、计算机、打印机组成。

### 1.2 软件系统

Chalkiness V2.0采用 Visual C++.NET 为开发工具<sup>[5]</sup>, 为兼顾软件使用的多功能性, 增加了米粒总数、米粒总投影面积、米粒的平均长宽比、垩白粒率、垩白度、垩白总投影面积、垩白米粒的长宽比等稻米外形品质评价指标。该系统的功能模块主要由图像数据预处理模块、样品识别模块、垩白识别模块、长宽比识别模块、统计分析模块和输出模块组成。这6个模块相对独立, 实现了较好的封装, 有利于系统的修改、维护和升级, 同时为了提高效率, 各个模块之间又可以相互访问。

## 2 稻米图像的获取与预处理

### 2.1 图像的获取

通过比较, 发现扫描仪所采集的稻米图像形态数据和人工用游标卡尺测量数据(4次的平均值)之间相对误差小于2%, 表明用扫描仪获取的稻米图像基本无变形, 稻米外观品质特征参数的精度能够达到测量要求。随机选取由湖南农业大学水稻研究所提供的丰源B、密阳46和日本晴等3个水稻品种的稻米, 重复取样6次以消除取样误差。用干净纱布清洁米粒, 置于扫描仪的扫描板上, 为保证对垩白部位的正确识别, 扫描仪上盖的背景板饰以黑色绒布, 米粒之间避免重叠交叉, 且为保证分析的一致性, 应使扫描程序的亮度 and 对比度恒定。启动扫描界面, 对预视区中所设定的对象逐个扫描, 并保存图像, 保存图像为BMP或不同格式。

### 2.2 图像的预处理

为减少稻米图像中的污点、噪声以及其他干扰因素的影响, 需对稻米的静态图像去除噪声、将稻米图像与背景分离和单个稻米籽粒的提取等预处理。

#### 2.2.1 图像灰度的变换

系统中采集得到的原始图像是24位真彩色图像, 为了减少信息运算复杂性, 节省时间, 将基本色值代数相加的方法将图像转化成灰度图像<sup>[6]</sup>。灰度图像的像素灰度值具有不连续性与相似性, 区域内部的像素一般具有灰度相似性, 而在区域之间的边界上具有灰度不连续性; 因此, 系统将找到图像中的所有灰度连通成分, 并对同一连通成分的所有点分配同一标记, 不同的区域赋予不同的标记以达到米粒识别的目的。

#### 2.2.2 图像的去噪

去除图像中噪声最常用的方法是采用中值滤波法。中值滤波因可减小图像的各种寄生对分割阈值的影响<sup>[7]</sup>, 对长拖尾概率分布的噪声起到良好的平滑效果。

#### 2.2.3 图像分割

由于米粒的个体特征存在差异, 必须将个体特征识别出来, 对特征点阈值进行积分并取平均值。获取新的阈值后, 再按此阈值控制开关将图像分成前景、背景, 并用作新的开关函数。如此反复迭代, 当开关函数不再发生变化, 即迭代收敛于某个稳定的阈值时, 此阈值即作为最终的结果并用于对图像的分割, 从而分离出有效的目标信息, 改善图像的视觉效果。

#### 2.2.4 稻米粘连分割

在稻米样品图像获取过程中, 因米粒平摊时不可避免地存在粘连现象, 且稻米有许多品种是长粒形的, 而基于形态学的腐蚀、膨胀和流域变换算法等<sup>[8-10]</sup>对长形物的分割效果不太理想, 仅对椭圆形或圆形物体分割效果较好, 因此采取对稻米粘连部分的夹角进行分析的方法, 实现对类圆形和类长形粘连米粒的有效分割。

### 3 稻米垩白指标的测定和结果的输出

#### 3.1 稻米垩白指标的测定

##### 3.1.1 粒型的测定

米粒的长宽比是稻米粒型的一个特征值,如图 1 所示,稻米图像并不是轴对称的,稻米轮廓中距离最远的两点为粒长。求得的粒长所在直线不一定是稻米的纵剖线,所以从轮廓两侧到粒长所在直线的距离并不相等。作垂直于该直线的线段,相交于稻米轮廓两点,分别计算两点到该直线的距离,即可得到稻米的宽,从而得到米粒的长宽比。

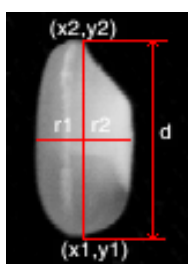


图 1 稻米粒长与粒宽

Fig.1 Length and width of grain

##### 3.1.2 垩白度的测定

为了方便检测人员根据实际情况确定适宜的垩白区域,系统采用人机交互式界面,以方便用户

设定分割垩白的阈值。通过阈值化处理获取去除背景区域的灰度图像,计算出稻米区域的总像素值,再根据垩白的灰度值范围对稻米区域进行阈值化处理,将垩白区从稻米区域中提取出来,计算垩白区的总像素值,它们的像素值比即为垩白度。

##### 3.1.3 垩白粒率的测定

通过阈值化处理获取二值图像,对二值图像进行数学的开运算,以消除颗粒状噪声,再对其进行区域标记,计算出稻米的总粒数,再用区域标记图像和提取的垩白区图像进行“与运算”,判断区域标记后垩白米粒,从而得到垩白米粒数。用垩白米粒数除以米粒总数,即可得到垩白粒率。

#### 3.2 测定结果的输出及比较

##### 3.2.1 测定结果分析及输出

运行系统,启动程序,点击菜单“文件”,选择下拉菜单“打开稻米扫描图像”或者选择“打开垩白测定文件”,获取大米的图像,点击菜单“开始分析”,界面的右上角自动显示出分析结果,如图 2 所示。

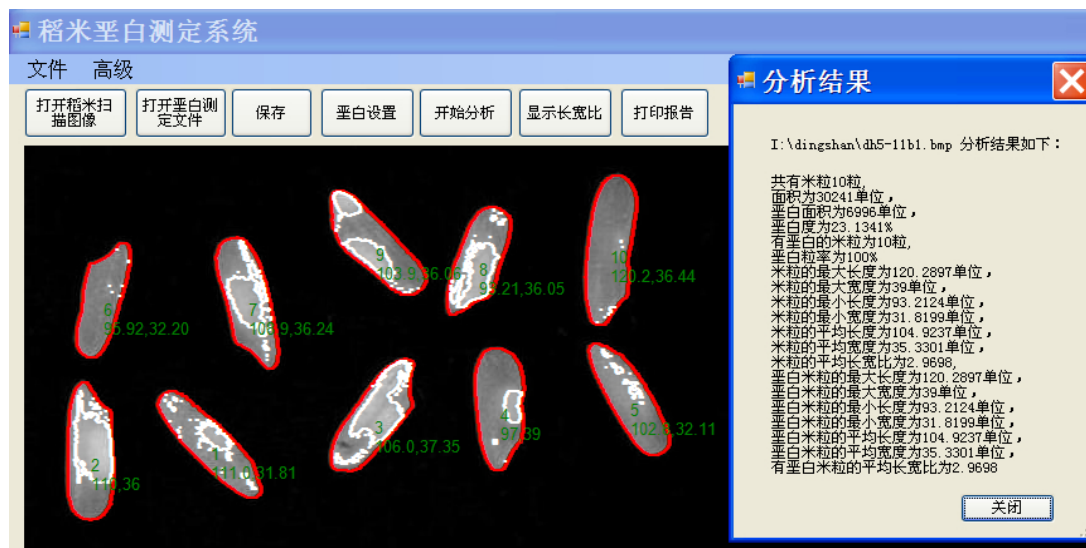


图 2 稻米垩白的分析结果

Fig.2 Analysis result of rice chalkiness

如需重新确定垩白区位置,则点击“垩白设置”,接受用户修正,再点击菜单“开始分析”。如需对其中某粒米(如第 10 号米粒)进行粒型的测定,则

选择菜单“显示长宽比”,界面的右上角会自动显示出该第 10 号米粒的分析结果(图 3)。

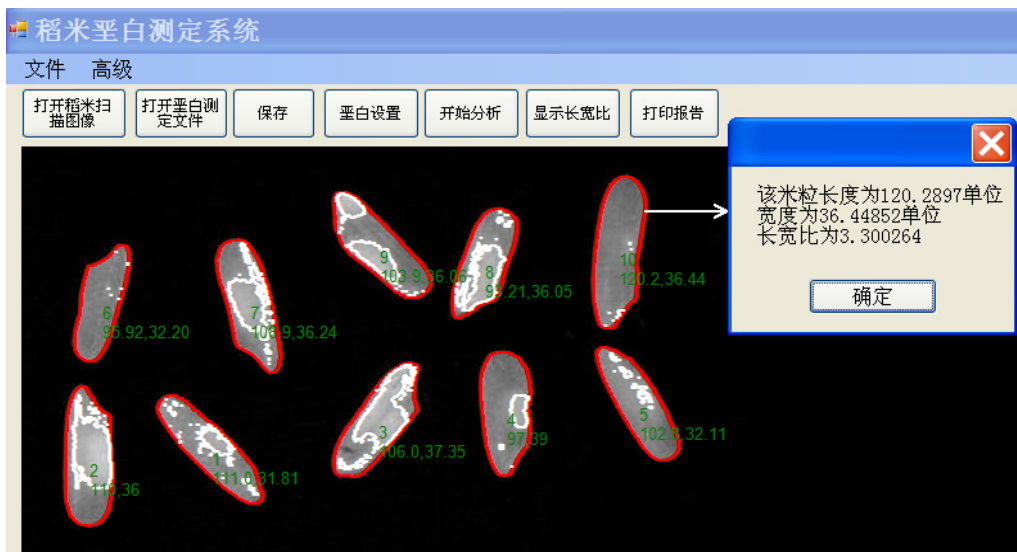


图 3 第 10 号米粒的粒型分析结果

Fig.3 Grain model analysis of No.10 grain

结果输出处理模块是将各项检测指标的检测结果和统计分析数据由屏幕显示或通过打印机输出。

该模块是通过导出成专用的Excle格式来输出稻米粒型分析的报告。其空白测定报告如图4所示。

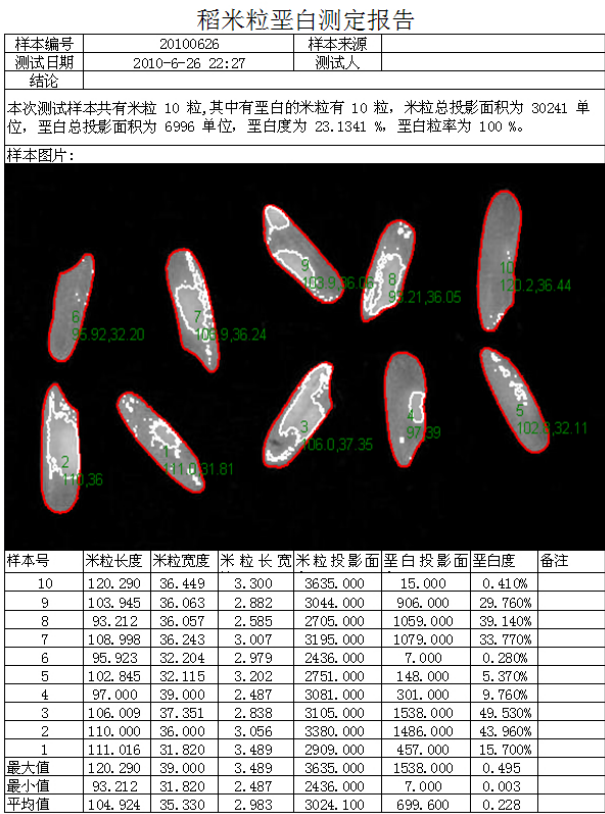


图 4 空白测定报告

Fig.4 Report of chalkiness analysis

3. 2. 2 计算机图像处理技术和人工测定方法的比较

为比较计算机图像处理技术和人工测定空白性状的差异性,由一名有空白测定经验的分析人员

依据NY147—88标准中的方法,分别对3个样品进行随机5次抽样分析,同时对这3个样品分别随机抽取5个图像,应用ChalkinessV2.0所设定的参数进行5次快速测定,结果(表1)表明,以供试样品丰源B为

材料，进行参数的调整和优化后，可以使该样品的各项垩白指标测定值与农业部标准的参照值一致。以此参数用于密阳46，日本晴样品垩白测定，各项指标结果较理想，说明所设参数可靠。人工测定这3个样品的垩白指标时，其值与参照值相近，但其

标准差和变异系数均明显大于计算机图像系统测定的，其中垩白粒率和垩白度两项变异系数较大；因此，基于计算机图像处理测定稻米垩白指标的方法具有客观、快速和可重复等特点。

表 1 计算机图像处理和人工测定稻米垩白指标的比较

Table 1 Comparison of rice chalkiness indices obtained by computer image processing and manual method

测定方法	统计参数	垩白粒率/%			垩白度/%			长宽比		
		丰源 B	密阳 46	日本晴	丰源 B	密阳 46	日本晴	丰源 B	密阳 46	日本晴
图像处理	平均值	89.17	83.81	54.03	27.13	23.04	15.56	3.21	2.13	1.84
	标准差	1.68	1.87	2.49	0.73	0.83	1.21	0.05	0.04	0.08
	变异系数	1.88	2.23	4.61	2.69	3.61	7.79	1.56	1.87	4.35
人工测定	平均值	92.83	85.74	57.87	28.11	23.82	16.36	3.47	2.27	1.89
	标准差	2.69	3.22	4.43	1.89	1.74	2.25	0.12	0.10	0.14
	变异系数	2.89	3.76	7.66	6.72	7.31	13.80	3.46	4.41	7.41

4 讨 论

对3个水稻品种垩白测定表明，所开发系统参数的测定准确性较高，但参数的通用性还需用更多水稻品种作进一步验证。笔者认为，为达到在各种环境下测定结果的一致性，设立标准样品十分必要。同时，在现有基础上，有必要对该系统作进一步的完善：①将计算机视觉技术与神经网络技术相结合<sup>[11]</sup>，在各项稻米指标增加权重后得出一个综合结果，从而对稻米外观品质进行分级；②根据稻米地域、品种特征建立相应的数据库，以便促进稻米品质相关指标评价的科学化与自动化；③因垩白部位在多个方位的形状都不一样，而本项研究是基于投影面积来进行计算的，要特别准确地反映垩白部位在米粒中所占的比例，可能需要测定垩白部位的体积及其在整个米粒体积中的比例，这就需要一种类似于医用CT的三维扫描技术；④鉴于该系统对于图像中病斑与健康叶片之间的边界识别能力强的特点，结合计算机图像处理技术还可扩展到某些叶片及病害的相对病斑面积的测量上，如对水稻稻瘟病、大豆灰霉病、烟草赤星病、玉米大斑病及小斑病、花生褐斑病等的病斑面积的测量。

参考文献:

[1] Hou C Y , Seichi O , Yasuhisa S , et al . Application of 3D-microslicing image processing system in rice quality evaluation[J] .Transaction of the CSAE ,2001 ,5(3) :92-95 .  
[2] Zeng D L , Qian Q , Ruan LQ , et al . QTL analysis of chalkiness size in three dimensions[J] .Chinese Journal of

Rice Science , 2002 , 16(1) : 11-15 .  
[3] Zeng D L , Teng S , Qian Q , et al . The application of video microscopy in rice chalkiness study[J] . Scientica Agricultura Sinica , 2001 , 34(4) : 451-453 .  
[4] 萧浪涛 , 李东晖 , 蔺万煌 , 等 . 一种测定稻米垩白性状的客观方法[J] . 中国水稻科学 , 2001 , 15(3) : 206-208 .  
[5] George S , David K . Visual C++ .NET 技术内幕[M] . 北京 : 清华大学出版社 , 2004 .  
[6] 刘光蓉 , 周红 , 管庶安 . 基于图像处理的大米轮廓检测[J] . 粮食与饲料工业 , 2004(6) : 14-15 .  
[7] Abdullah M Z . Color vision system for ripeness inspection of oil palm[J] . Journal of Food Processing and Preservation , 2002(3) : 86-98 .  
[8] 刘生浩 , 曾立波 . 重叠颗粒图像的分离[J] . 计算机工程 , 2002 , 28(2) : 198-199 .  
[9] Di R C , Dempster A , Khan S , et al . Analysis of infected blood cell images using morphological operators[J] . Image and Vision Computing , 2002 , 20(2) : 133-146 .  
[10] 凌云 , 王一鸣 , 孙明 , 等 . 基于流域算法的谷物籽粒图像分割技术[J] . 农业机械学报 , 2005 , 36(3) : 95-98 .  
[11] 黄星弈 , 吴守一 , 方如明 , 等 . 遗传神经网络在稻米垩白度检测中的应用研究[J] . 农业工程学报 , 2003 , 19(3) : 137-139 .  
[12] 杨益善 , 陈立云 , 徐耀武 . 从稻米品质评价标准的变化看我国水稻品质育种的发展[J] . 杂交水稻 , 2004 , 19(3) : 5-10 .  
[13] 祝晓芳 , 侯彩云 , 芮闯 . 基于计算机图像处理技术的黄粒米检测系统研究[J] . 粮油食品科技 , 2008 , 16(4) : 6-8 .  
[14] 郑燕 , 吴为人 . 利用稻米垩白度分析软件测量叶片相对病斑面积[J] . 中国农业科学 , 2008 , 41(10) : 3405-3409 .

责任编辑: 罗慧敏