

扁平颗粒体轮廓提取算法研究与应用

杨峰, 孙涌, 管森, 赵晔

(苏州大学 计算机科学与技术学院, 江苏 苏州 215006)

摘要:针对扁平颗粒体的质量检测,以西瓜子为例,选取HSI颜色空间,应用阈值构造法构造出符合西瓜子类目标物特征的一种阈值,将此阈值与Sobel算子相结合,并对提取的基本轮廓优化处理,最终得到高质量的瓜子轮廓,为后续分检过程提供了有力依据。实验结果证明,文中采用的方法简单有效,提取出的轮廓非常清晰,已应用于实时西瓜子自动分检系统,且具有一定的通用性,适合处理类似扁平颗粒体如南瓜子、葵花子等。

关键词:质量检测;颜色空间;阈值;轮廓提取

中图分类号:TP319

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2007)11-0023-03

Research and Application of Contour Extraction Algorithm for Flat Objects

YANG Feng, SUN Yong, GUAN Miao, ZHAO Ye

(School of Computer Science and Technology, Suzhou Univ., Suzhou 215006, China)

Abstract: Based on HSI model, a kind of threshold, which complies with characteristics of melon seeds, has been designed with threshold-making method for quality detection. It has been used to optimize Sobel operator and remove effect caused by non-uniform of image grey distribution. Using parallel contour extraction algorithm for basic contour has made high quality of melon seeds contour. Experimental results show that not only this method is simple and efficient, especially for real-time environment, but also can be used for other kinds of seeds, such as pumpkin seeds, sunflower seeds in quality detection.

Key words: quality detection; color model; threshold; contour extraction

0 引言

目前,图像识别技术与各个领域相结合,越来越多地应用于物体的识别分级工作,如交通车辆的分类^[1],农业中桔瓣质量检测^[2]、黄花梨果梗识别^[3]等。在国内食品行业中,对瓜子类产品的分等级处理基本上仍由人工完成。由于在瓜子分级的标准中,表面色泽、面积大小等特征,仅凭人眼很难精确区分,且长时间用眼,易造成身心疲惫和情绪不稳定,从而导致质量分级精度不稳定、效率低下。利用图像识别技术实现瓜子的自动分选不仅能大大提高瓜子筛选的效率,而且节约了人力成本,可谓市场前景广阔。

在图像处理过程中,物体的轮廓特征值对图像理解具有举足轻重的作用,而适用于瓜子类的目标物体轮廓提取算法并不多见。文中主要针对西瓜子这类扁

平颗粒体特有的外形特征,提出了一种适合西瓜子的轮廓提取算法,并应用于实际的分级系统中。另外,此算法思想可以为处理同类物体时提供参考。

1 图像预处理

1.1 颜色空间的选择与转换

提取轮廓的过程实际上就是从图像中分割出有意义的区域,将瓜子图像与背景分离是系统必不可少的一个环节。对彩色图像处理会面临两个问题:一是颜色空间的选择;二是分割算法的选取。颜色空间的选择对颜色特征的提取以及对颜色空间进行有效的分割至关重要。此系统中为了存储的方便,系统通过视频采集卡采集图像,并保存为BMP格式的真彩色图片文件,然而,直接用RGB三个分量进行图像分割通常效果不理想。因此很少在处理彩色图像时使用RGB颜色模型。而HSI模型是一种适合肉眼分辨的模型,它把颜色模型用三种属性表示:色调、色彩饱和度和亮度,这种颜色模型具有线性伸缩性,可感知的颜色差是与颜色分量的相应样值上的欧几里德距离成正比,因

收稿日期:2007-02-05

基金项目:苏州市科技发展计划项目(SG0518)

作者简介:杨峰(1981-),男,湖北孝感人,硕士研究生,研究方向为网络与数据库;孙涌,副教授,硕士生导师,研究方向为软件工程、智能信息处理、面向对象技术应用及科学计算可视化。

色调与亮度、阴影无关,色调对区分不同颜色的问题非常有效。可以通过下列方法将 RGB 转换为 HSI 分量^[4]:

$$H = \begin{cases} \theta & B < G \\ 360 - \theta & B \geq G \end{cases} \quad \theta \in [0, 2\pi] \quad (1)$$

$$\theta = \arccos \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(R - G) + (R - B)]}{[(R - G)^2 + (R - G)(R - B)]^{1/2}} \right\} \quad (2)$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R + G + B)}[\min(R, G, B)] \quad s \in [0, 1] \quad (3)$$

$$I = \frac{1}{3}(R + G + B) \quad I \in [0, 255] \quad (4)$$

1.2 瓜子图像的噪声处理

在实际采集过程中,由于装载瓜子的盘面附着灰尘、污点,并且图片采集及传输过程中会增加大量的随机噪声,图像会受到噪声的干扰而产生失真,增加了后续处理的难度和准确度。因此,需要对噪声进行处理。为了不破坏瓜子图像的轮廓边缘等重要信息,同时较好地去除噪声,选用了非线性的中值滤波器去除噪声。

2 瓜子轮廓的提取

2.1 瓜子 HSI 分量图分析

在实际拍摄环境中,由于物体表面颜色受到灯光强弱的影响较大,最终会影响分级判断的准确度,因此必须在同等条件下采集瓜子图像。由于待分级的瓜子种类繁多,主要有特级瓜子、烂瓜子、白片、弯翘、黑瓜子、瓦瓣、花斑、半瓣头、白皮九种瓜子,为了处理更加方便和准确,在相同的光照环境、拍摄方位以及距离下采集每一类瓜子,分析其在 HSI 空间的分布情况,并根据以下介绍的阈值选取方法进行处理,由于篇幅所限,只列举特级瓜子和花斑两类瓜子 HSI 分量图。图 1 为特级瓜子 HSI 分量图,图 2 为弯翘瓜子的 HSI 分量图。

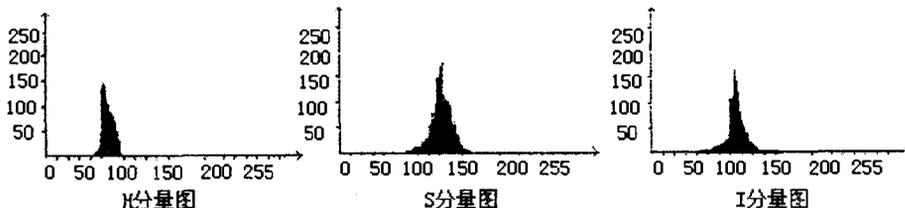


图1 特级瓜子的分量图

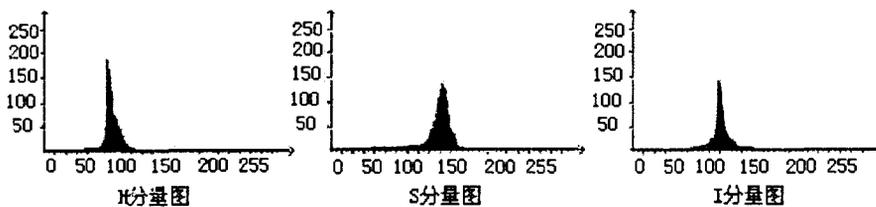


图2 弯翘瓜子的分量图

2.2 系统基本流程

由于对瓜子分级判断需要一批标准特征参数作为参考,因此,必须预先获取标准瓜子的特征信息。文中设计两个基本模块:预学习模块和实时图像处理模块。预学习模块主要用于先对一批标准瓜子进行图像采集并进行特征提取,最后将标准特征参数存储在瓜子标准信息库中,为以后实时图像处理模块的图像分割功能提供参考。此过程是在进行实际筛选过程之前完成。实时图像信息处理模块同样需要进行待分级的瓜子图像的采集以及预处理工作,提取出相应的特征值,通过与标准库的特征数据进行一系列的比对,从而做出最后的决策判断。图 3 为系统基本流程。

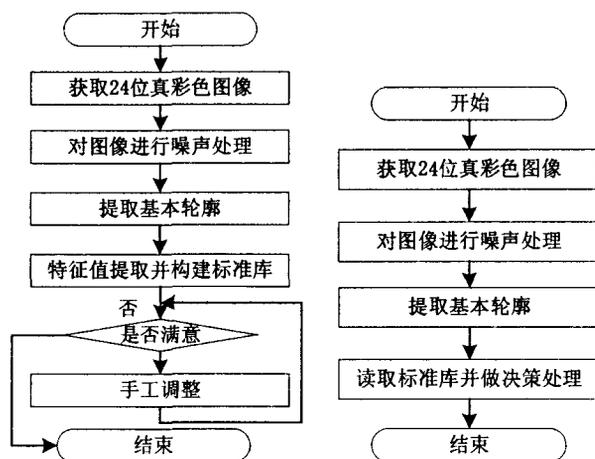


图3 系统基本流程

2.3 阈值的构造

利用梯度算子计算出像素点的梯度值后,需确定一个阈值。如果阈值过高,会丢失一些边缘信息,如果阈值过低,会产生很多虚假边缘,给后续处理带来困难。因此利用阈值构造法^[5]构造符合瓜子物体的形体特征的一种阈值,然后结合梯度算子提取出瓜子的基本轮廓。

阈值构造法的基本思想是:求出满足某种条件的灰度值 T ,而认定 T 可以作为图像的一个阈值,即是承认满足这个条件的灰度可以作为阈值,因此,该条件便成为图像阈值的一个充分条件。然而直接寻找阈值的充分条件常常无从着手,因此,应先寻找阈值所具有的一系列性质,或者说寻找阈值 T 所具有的一系列必要条件。若能选取最能反映

其本质的一些性质,即可近似地作为充分条件的性质,再求出满足此条件的灰度值,也就求出了图像的一个阈值。

分析表明,瓜子图像所具有的特点有:

1) 瓜子图像中背景颜色单一均匀,且与目标物体颜色相差很大,如果 T 为阈值,分割出的背景与目标各自应该界限分明,即目标未分为背景,背景未分为目标;

2) 瓜子图像中目标物体占据整个图像区域的比例比较均衡,如果 T 为阈值,分割出的背景与目标像素点占多数,而灰度值近似为 T 的点(边界点)应为少数;

3) 根据瓜子形态特点,灰度值近似为 T 的点(边界点)将构成目标的边界点,以形成一封闭区域,因此把目标与背景彻底分开了。

满足以上条件的灰度值很多。因为目标与背景都比较均匀,因此阈值 T 使得分割出的两部分方差都很小,两部分的方差和也最小,考虑到两部分各自所占比例,用加权方差和更合理,于是有以下阈值选取法:

$$T = \min_{0 \leq n \leq m-1} \{X_0 \sigma_0^2 + X_1 \sigma_1^2\} \quad (5)$$

其中:

$$X_0 = \sum_{i=0}^n p_i \quad X_1 = \sum_{i=n+1}^{m-1} p_i \quad (6)$$

$$\sigma_0^2 = \sum_{i=0}^n (i - \mu_0)^2 p_i / X_0 \quad (7)$$

$$\sigma_1^2 = \sum_{i=n+1}^{m-1} (i - \mu_1)^2 p_i / X_1$$

其中, μ_0 为目标灰度均值, μ_1 为背景灰度均值:

$$\mu_0 = \frac{\sum_{i=0}^n i p_i}{\sum_{i=0}^n p_i} \quad \mu_1 = \frac{\sum_{i=n+1}^{m-1} i p_i}{\sum_{i=n+1}^{m-1} p_i} \quad (8)$$

2.4 边缘检测算子的分析

阶跃边缘采用一阶微分算子比较有效,Roberts 算子定位精度高,但对噪声比较敏感。Canny 算子具有定位精度高、单一边缘和检测效果好的优点。但处理瓜子图像时,会检测出很多杂散边缘。Prewitt 算子在边缘检测中丢失了许多有用信息,定位精度不高,图像比较模糊。Sobel 算子方法简单、处理速度快,易于实现,比较适合实时环境,能够去掉部分伪边缘,处理后的边缘光滑、连续^[6]。图 4 为几种算子的处理结果。

由此可见,利用 Sobel 算子对瓜子轮廓处理,效果更好。

2.5 基本轮廓的优化处理

在采集图像时,环境光照会影响图像门限 T 的选择。特别是背景光分布不均匀时,即使物体与背景有

明显的反差,然而在图像一边能把物体和背景很好地区分开的门限却可能在另一边将过多的物体当背景去掉(或反之),在工厂车间等地方,周围的环境复杂,干扰因素多,光照不佳对图像的灰度分布产生很大干扰。因此针对这种局部干扰进行图像分割优化处理。理论上分割的越多所得到的检测结果越好,然而带来的负面影响是相应算法的复杂度和时间度的增加,考虑到在实时环境下不能将图片分割的过小,文中把一幅瓜子图像分成四个矩形区域,对每个矩形区域分别进行轮廓提取。

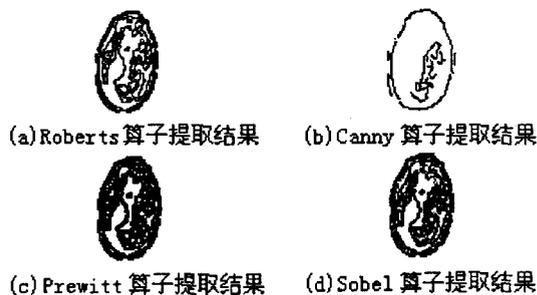


图 4 几种算子提取轮廓效果图

3 实验结果与讨论

取单个瓜子为例,其处理效果如图 5 所示(从左至右分别为原图、利用阈值构造法提取的基本轮廓、优化后的轮廓)。实验结果表明,利用阈值构造法结合瓜子本身特征构造出的阈值与 Sobel 算子结合,获得的基本轮廓清晰可见,定位精度高、边缘连续性好且杂散的边缘少,经基本轮廓的优化处理后,去除了因光照环境不理想造成图像灰度分布不均匀的影响,最终得到高质量的瓜子轮廓,为后续将瓜子分类识别处理提供了保证。

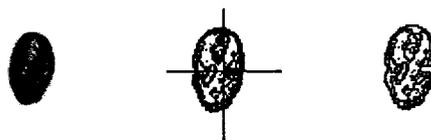


图 5 处理效果

4 结束语

在西瓜子物体分检过程中,通过对使用多种检测算子结合提取出物体轮廓,实验结果表明,采用阈值构造法构造出的阈值和 Sobel 算子相结合的方法得到基本轮廓相对更好,经进一步优化处理后,最终的瓜子轮廓符合进行后续处理的要求。文中采用的算法虽然不复杂,但实验证明能够得到高质量的图像轮廓,而且能够用于处理其他种类的瓜子,如南瓜子、葵花子等,适用性比较强,具有一定的参考价值。

用 Borland C/C++ V4.5 的 C 编译器和 Borland Turbo Assembler 汇编器完成程序的移值和测试^[5]。

4.1 仿真测试方法

每个任务的最坏执行时间在 200ms 内均匀随机地选择。任务的周期 T_i 按泊松分布:

$$T_i = \frac{N * C_i}{p}$$

其中 T_i 表示任务 i 的周期, N 表示总任务数, C_i 表示任务 i 的最坏执行时间, p 表示期望产生的工作负载。

4.2 仿真结果

为了测试改进后的闭环反馈控制调度器的性能, 将 EDF 调度算法和文中的反馈控制调度算法仿真测试结果进行对比, 主要比较两种算法的上下文切换次数和截止期错失率。

①上下文切换次数的比较。

取 $N = 20$, p 从 0.7 到 1.3, 分别对两种算法进行调度仿真, 比较在调度仿真器发生 1000 次中断时, 两种调度算法的上下文切换次数。如图 5 所示。

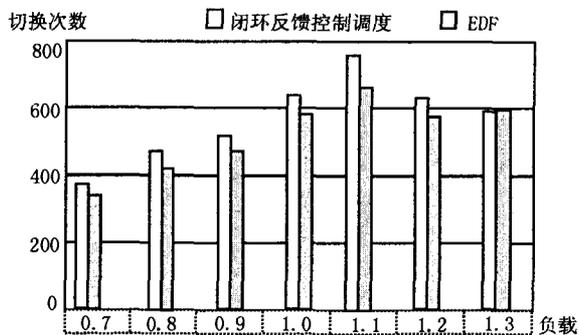


图 5 闭环反馈调度与 EDF 上下文切换次数

②截止期错失率的比较。

取 $N = 20$, p 从 0.7 到 1.3, 分别对两种算法进行调度仿真, 比较在调度仿真器发生 1000 次中断时, 两种调度算法的截止期错失次数。如图 6 所示。

由图 5 和图 6 可知, 在任务切换方面, 反馈控制调度算法不如 EDF 算法, 但在系统负载较重时, 反馈控制调度算法可以从一定程度上调节任务优先级, 使上下文切换次数反而小于 EDF 算法。在任务错失率方面, 当系统负载小于 1 时, EDF 算法截止期错失次数

为 0; 当系统负载大于 1 时, 反馈控制算法错失率小于 EDF 算法, 并且当系统过载越大时, 这种差距越明显。

由此可知, 本反馈控制调度算法适用于系统负载较重或系统过载的情况。

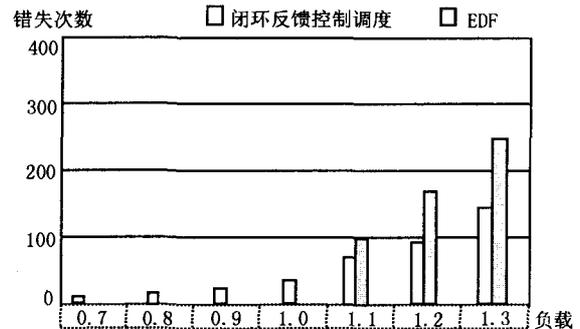


图 6 闭环反馈调度与 EDF 截止期错失次数

5 结束语

调度算法是嵌入式实时系统内核的关键组成部分。文中的反馈控制调度算法将自动控制理论和调度算法结合在一起, 建立了实时系统的调度模型, 并对改进后的调度算法进行了测试。测试表明该调度器在系统负载较重或系统过载时具有良好的调度性能, 可以满足大部分工业控制系统实时要求。能够在更广的范围内使任务得到及时的调度, 充分发挥嵌入式系统的性能。

参考文献:

- [1] Liu C L, Layland J. Scheduling Algorithms for Multiprogramming in a Hard-Real-Time Environment[J]. Journal of the Association for Computing Machinery, 1973, 20(1): 46-61.
- [2] 童立靖. 实时系统的自适应进程调度方法研究[D]. 北京: 中国科学院研究生院, 2004: 7-25.
- [3] 邵贝贝. 嵌入式实时操作系统 $\mu C/OS-II$ [M]. 第 2 版. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2003: 88-103.
- [4] Love R. Linux 内核设计与实现[M]. 第 2 版. 陈莉君, 康华, 张波, 译. 北京: 机械工业出版社, 2006: 29-49.
- [5] 魏立峰, 于海斌. 一种基于自适应控制的软实时调度算法研究[J]. 系统仿真学报, 2004(4): 760-771.

(上接第 25 页)

参考文献:

- [1] 李笑歌, 杨扬, 景云华. 基于视频图像的车辆自动分类系统[J]. 微计算机信息, 2003, 19(8): 38-39.
- [2] 蔡晋辉, 周泽魁. 机器视觉系统在桔瓣质量检测中的应用[J]. 农业工程学报, 2004, 20(6): 129-132.
- [3] 应义斌, 景寒松, 马俊福. 用计算机视觉进行黄花梨果梗识

别的新方法[J]. 农业工程学报, 1998, 14(2): 221-225.

- [4] 章旒晋. 图像处理和分析基础[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002.
- [5] 付忠良. 图像阈值选取方法的构造[J]. 中国图像图形学报, 2000, 5(6): 466-469.
- [6] 孙即详. 图像分析[M]. 北京: 科学技术出版社, 2005.