

基于光照无关图和支持向量机的成熟番茄果实识别与试验

蒋正帅 何洋洋

(商丘工学院 河南 商丘 476000)

[摘 要] 为了提高番茄采摘机器人对成熟番茄的识别准确率, 提出一种基于光照无关图和不同核函数支持向量机的方法, 对自然条件下彩色番茄果实进行特征提取与分类识别试验。试验结果表明, 光照无关图消除了环境中光照强度的影响, 应用径向基核函数的支持向量机优于其他核函数, 对番茄的识别准确率达到95.7%。

[关键词] 光照无关特征提取 分类识别 支持向量机

0 引言

采摘机器人在采摘成熟番茄的过程中, 如何获得采摘点, 本文通过机器人的视觉系统来实现, 视觉系统中对果实快速准确的定位是精确采摘的关键技术, 直接影响到机器人的工作效率和可靠性^[1]。Tabb A将全局混合高斯模型应用于运动检测, 识别红色和黄色苹果, 识别率为85%~96%, 该方法可运用于运动检测。本文以成熟番茄果实为研究对象, 为消除光照影响, 根据光照无关原理对自然环境中拍摄的番茄图像进行光照无关化处理, 获得光照无关图, 采用不同核函数的支持向量机对番茄果实进行识别与试验。

1 番茄果实图像光照无关化处理

试验所用图像为自然条件下拍摄的彩色番茄果实图像。

1.1 图像预处理

为减少噪声干扰, 采用矢量中值滤波进行图像增强。彩色图像中值滤波方法不仅能很好的去除斑点噪声, 也能保持图像边缘和细节, 并不增加新颜色。这主要是由于滤波窗口的中心像素被窗口中距离矢量最小值所取代, 而不是由R、G、B合成矢量所取代的缘故。具体算法是将给定窗口中所有像素的矢量 $I(i, j) = [R(i, j), G(i, j), B(i, j)]$ 取平均值, 得到平均矢量 $\bar{I}(i, j)$, 计算矢量窗口中每个像素矢量 $I(i, j)$ 到平均矢量 $\bar{I}(i, j)$ 的距离, 把距离最小的矢量作为窗口中心像素的输出值。

1.2 光照无关化处理

由于番茄生长于自然环境中, 光源的方向、拍摄距离和光照强度等均会对番茄果实图像产生影响, 环境的光照会改变图像的真实信息, 进而影响视觉系统的识别准确性。为消除光照强度的影响, 本文采用图像单个像素的颜色恒常性算法^[2], 对中值滤波后的番茄图像进行光照无关处理, 获得番茄光照无关图。

2 图像分割、边缘检测和目标提取

传统的边缘检测算子有Roberts算子、Sobel算子、Prewitt算子等, 本文采用Sobel算子提取目标边缘, 利用像素的上下左右邻域的灰度加权算法, 根据在边缘点处达到极值这一原理进行边缘检测。该方法不但能产生较好的检测效果, 而且对噪声具有平滑作用, 可以提供较为准确的边缘方向信息。

图像的形态学处理使边缘轮廓平滑, 消除边界附近的离散点或者尖峰, 也可以填充物体内部小空洞、连接邻近物体、平滑边界的同时并不明显改变其面积。本文采用先膨胀再腐蚀, 得到番茄目标所在区域。将形态学处理得到的目标区域与原始番茄彩色图像的对应做点乘计算, 对彩色图像番茄区域进行标记, 可以得到去除背景的番茄图像。

3 番茄图像特征提取

3.1 番茄图像颜色特征提取

在RGB颜色空间内分别提取番茄图像的RGB分量值, 据统计分析, 成熟番茄区域的像素R分量值远大于G分量和B分量的值, 故可以取区域内所有像素R分量值与RGB所有分量值的比值作为识别番茄的颜色特征, 即: $E = \sum P_R / (\sum P_R + \sum P_G + \sum P_B)$

其中, E为颜色特征值, P_i 为各分量在番茄区域的像素值($i=R, G, B$)。

从背景中分离出来的番茄图像, 本文提取77个目标区域样本进行统计验证, 所有颜色分量中, R分量总和大于其他分量总和, R分量所占比值在0.42到0.62之间, 由此证明颜色特征E对红色果实的有效性。

3.2 番茄图像纹理特征提取

纹理特征是从物体的图像中计算出来的一个值, 它对物体内部灰度级变化的特征进行量化, 反映一个区域中像素灰度级的空间分布特性。通常, 纹理特征与物体的位置、走向、尺寸和形状有关, 但与平均灰度级(亮度)无关。

4 番茄图象识别方法与试验

4.1 支持向量机原理

支持向量机(SVM)通过结构风险最小化准则(SRM)和核函数的方法, 将待解决的模式识别问题转化为一个二次规划寻优的问题。结构风险最小原理兼顾训练误差和泛化能力, 在解决小样本、非线性、高维数、局部最小值问题中表现出特有的优势。核函数的多样性使得针对不同的问题都可以找到适合的核函数, 大大增加的支持向量机的适用范围。对于线性可分的二类问题, SVM的基本原理是在两个类别的样本集之间寻找一个最优界面将其分开, 并使两类的分隔距离最大。对于非线性可分问题, 可以利用核函数将非线性可分特征向量空间映射到线性可分的特征向量空间, 再利用线性可分的支持向量机进行分类。

4.2 番茄识别实验和结果分析

在白天不同时间、光照条件下, 顺光逆光不同角度拍摄番茄图片, 实验拍摄训练照片240张, 提取了853个训练样本, 测试图片110张, 提取了477个测试样本。识别的准确率是模型识别效果好坏的重要指标。在对番茄的识别实验中, 性能指标识别准确率的重要性要高于其他性能指标, 为了进一步验证多项式和径向基核函数支持向量机的准确率和稳定性, 本文改变不同核函数中不同的参数值进行实验。从稳定性来看, 当多项式核函数的阶数不同, 惩罚参数相同时, 识别准确率最小是65.25%, 最大是93.61%, 变化幅度较大; 而当径向基核函数(RBF)的内部参数不同, 惩罚参数相同时, 识别准确率最小是91.33%, 最大是95.36%, 变化幅度较小。从整体来看, 改变两个核函数不同参数值, 得到多项式核函数的最高识别率是93.61%, 而径向基核函数(RBF)的最高识别率是95.36%, 相对较高。所以, 在对成熟番茄图像的识别问题中, RBF核函数支持向量机更能符合实际要求。

5 结论

本文采用的基于光照无关图与支持向量机识别方法, 其实现不受光照影响, 通过对番茄光照无关图分割, 边缘检测和目标区域提取等图像处理进行特征提取, 实现支持向量机的分类识别。试验表明, 图像处理过程消除了光照影响, 采用径向基核函数的支持向量机对番茄的识别准确率高, 稳定性强。对于未被识别的番茄, 主要原因是番茄与枝叶等其他物体之间的相互遮挡, 对这种情况的番茄识别需要更多研究。

参考文献

- [1]梁喜凤, 苗香雯, 崔绍荣等. 番茄收获机械手运动学优化与仿真实验[J]. 农业机械学报, 2005, 36(7): 96~100
- [2]齐丽娜, 张博等. 最大类间方差法在图像处理中的应用[J]. 无线电工程, 2006, 36(7): 25~26.
- [3]奉国和. SVM分类核函数及参数选择比较[J]. 计算机工程与应用, 2011, 47(3): 123~128.

作者简介

蒋正帅, 男, 1989.02.27, 汉族, 河南商丘人, 讲师, 商丘工学院, 机器人机器视觉方向。

何洋洋, 女, 1990.06.07, 汉族, 河南商丘人, 助教, 商丘工学院, 智能制造自动化方向。