

# 基于颜色特征与直方图阈值相结合的田间青椒图像分割算法

于杨, 崔天时, 董桂菊

(东北农业大学 工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150030)

**摘要:**通过对青椒 RGB 模型、颜色因子、直方图阈值的分析,提出了一种颜色特征与直方图阈值相结合进行田间青椒图像分割的方法,该方法无需灰度转换。试验结果表明,该算法能很好地从图像背景中分离田间青椒果实,并较好地保存青椒轮廓信息,分割成功率高于 85%。进一步对分割的图像进行平滑、形态学处理,如膨胀、腐蚀等,可以有效消除孔洞现象,有利于对青椒的进一步识别。

**关键词:**颜色特征;图像分割;采摘机器人;阈值

中图分类号: TP75

文献标识码: A

## Segmentation algorithm of green pepper image in the field based on combined the color features with the histogram threshold

YU Yang, CUI Tian Shi, DONG Gui Ju

(Engineering College, Northeast Agriculture University, Harbin 150030, China)

**Abstract:** In this paper, by means of the analysis of the green pepper RGB model, color factor and histogram threshold value, a method that combines the color characteristic with the histogram threshold value is introduced to cut up the green pepper image in the field. This method does not need gray-scale conversion. The result of the experiment indicates that the field green pepper fruit can be separated well from the picture background by this algorithm, and the outline information of the green pepper is preserved well and the division success effect is greater than 85%. Furthermore, through the smooth and morphology processing to the segmentation image, such as the inflation, the corrosion and so on. For the division image, the holes phenomenon can be effectively eliminated, and the green pepper can be future identified.

**Key words:** color characteristics; image segmentation; picking the robot; threshold value

随着农业的不断发展,自动化是现代化农业的一个首要标志。在青椒采摘机器人的研制中,田间青椒果实与其背景分离是首要的任务。由于机器人采集的图像受到自然光的影响,青椒果实表面与其周围叶片等环境存在一定的差别,目前常用的图像分割方法有两种:利用图像的颜色特征进行分割以及利用 BP 神经网络对图像进行分割。本文经过对青椒果实的颜色因子和青椒叶子的颜色因子分析发现,通过 RGB 颜色因子  $G$  与  $B$  的差值和  $G$  与  $R$  的差值的叠加可以将青椒从其背景中有效分割出来。

### 1 图像的采集

(1)采集时间:图像获取的时间,应根据青椒作物的生长状况和生长规律而定,选择青椒有较明显特征时进行拍摄。

(2)采集地点:东北农业大学园艺田。

《微型机与应用》2010年第4期

(3)所用仪器:SONY 彩色数码照相机。

(4)采集方法:用数码相机在园艺田中拍摄青椒作物图片,选择具有典型代表的图片进行处理,获取的图像以 JPG 格式存储在存储卡中,在并行口与计算机相连,将图像存储于硬盘中并转成 BMP 格式的 24 位真彩图。

在实际应用系统中可考虑采用 CCD 摄像机动态采集图像,通过图像采集卡将图像实时地传入到控制台的计算机内。由于数字图像处理具有数据量大、处理费时的特点,考虑到实际操作时,青椒识别系统的实时性要求高,因而要求计算机的性能较高,尤其是处理速度要高,在满足识别系统要求的情况下,选择性价比高的硬件配置。

### 2 田间青椒图像颜色特征的分析算法

颜色是自然界中一种常见的物理现象,是外界的光刺激引起人的颜色视觉细胞的感应。目前,用于定量地

欢迎网上投稿 www.pcachina.com 51

# 图形、图像与多媒体

Image Processing and Multimedia Technology

描述颜色的模型有许多种,在与数字图像处理有关的研究中使用得最多的颜色模型是 RGB 模型和 HIZ 模型。RGB 颜色模型基于人类视觉的三基色原理,是最基本的一种颜色模型,因此本文采用此颜色模型进行分析研究。在这种颜色模型中,彩色图像中每个像素的颜色都能用三维空间中第一象限的一个点来表示,如图 1 所示。

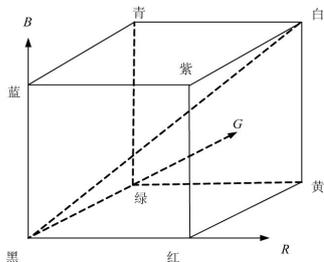


图 1 RGB 彩色系统模型

所谓的颜色特征提取方法是从彩色图像中获取三基色(R、G、B)的原始数据,或经一定数学处理的算子(颜色因子),对果实与周围背景进行颜色区分。在采集的图像中,其丰富的色彩信息为青椒图像的分割提供了便利。在颜色特征提取分析过程中,利用 Photoshop 图像处理软件对图像中各对象(青椒、青椒叶)的感兴趣区域 ROI(Region of Interest)进行分析和比较,图 2 是 ROI 的选取示意图。



图 2 ROI 选取示意图

表 1、表 2 是图像中各对象(青椒、叶子)颜色特征的 R、G、B 值和颜色因子 G-R、G-B、|G-R|+|G-B| 的值,共有 30 组。

在提取各对象 R、G、B 成份值后,用 Excel 对数据进行了统计分析,比较了青椒和青椒叶两者间的 G-R、G-B、

表 1 青椒的颜色特征

序号	三基色			颜色因子		
	R	G	B	G-R	G-B	G-R + G-B
1	239.52	242.87	236.57	3.35	6.3	9.65
2	232.46	240.85	229.19	8.49	11.76	20.25
3	243.24	247.41	241.83	4.17	5.58	9.75
4	247.86	251.06	246.85	3.2	4.21	7.41
5	234.36	241.11	231.85	6.75	9.26	16.01
6	243.6	248.23	241.25	4.63	6.98	11.61
7	246.38	249.69	244.12	3.31	5.57	8.88
8	250.35	251.76	249.75	1.41	2.01	3.42
9	245.78	249.79	242.92	4.01	6.87	10.88
10	245.99	250.02	242.97	4.03	7.05	11.08
11	243.86	247.13	243.39	3.27	3.74	7.01
12	252.21	253.53	251.13	1.32	2.4	3.72
13	253.09	254	252.71	0.91	1.29	2.2
14	251.11	252.62	250.03	1.51	2.59	4.1
15	251.47	252.93	250.36	1.46	2.57	4.03
16	250.94	252.43	250.12	1.49	2.31	3.8
17	252.25	253.39	251.97	1.14	1.42	2.56
18	252.14	253.23	251.51	1.09	1.72	2.81
19	248.97	251.11	247.71	2.14	3.4	5.54
20	248.78	251.16	246.98	2.38	4.18	6.56
21	249.23	251.47	248.09	2.24	3.38	5.62
22	243.72	248.7	238.29	4.98	10.41	15.39
23	245.12	249.17	241.71	4.05	7.46	11.51
24	249.77	252.03	248.55	2.26	3.48	5.74
25	250.75	252.42	249.68	1.67	2.74	4.41
26	242.8	245.04	242.37	2.24	2.67	4.91
27	250.33	251.61	249.92	1.28	1.69	2.97
28	246.23	248.5	245.97	2.27	2.53	4.8
29	247.09	249.67	245.48	2.58	4.19	6.77
30	250.85	253.02	248.01	2.17	5.01	7.18

表 2 叶子的颜色特征

序号	三基色			颜色因子		
	R	G	B	G-R	G-B	G-R + G-B
1	248.31	250.88	246.3	2.57	4.58	7.15
2	245.63	249.2	243.8	3.57	5.4	8.97
3	249.91	252.07	250.19	2.16	1.88	4.04
4	252.49	253.58	252.56	1.09	1.02	2.11
5	236.72	242.32	238.62	5.6	3.7	9.3
6	243.35	247.44	243.45	4.09	3.99	8.08
7	248.42	251.22	248.5	2.8	2.72	5.52
8	252.59	253.7	252.54	1.11	1.16	2.27
9	249.47	251.41	249.78	1.94	1.63	3.57
10	251.33	252.53	251.35	1.2	1.18	2.38
11	252.44	253.25	252.78	0.81	0.47	1.28
12	252.95	253.65	253.21	0.7	0.44	1.14
13	250.87	252.4	251.37	1.53	1.03	2.56
14	248.28	251.46	248.67	3.18	2.79	5.97
15	249.48	252.26	249.84	2.78	2.42	5.2
16	248.01	250.13	248.49	2.12	1.64	3.76
17	253.14	253.65	253.15	0.51	0.5	1.01
18	248.01	250.25	248.22	2.24	2.03	4.27
19	247.52	250.06	247.11	2.54	2.95	5.49
20	248	250.23	247.34	2.23	2.89	5.12
21	250.06	251.1	249.49	1.04	1.61	2.65
22	250.53	252.2	250.2	1.67	2	3.67
23	251	251.86	250.42	0.86	1.44	2.3
24	251.6	253.16	250.74	1.56	2.42	3.98
25	252.12	252.92	252.24	0.8	0.68	1.48
26	248.97	250.88	248.71	1.72	1.98	3.7
27	250.71	251.51	250.76	0.8	0.75	1.55
28	250.96	251.94	250.96	0.98	0.98	1.96
29	253.82	254.21	253.5	0.99	0.71	1.1
30	248.32	251.62	247.05	3.3	4.57	7.87

|G-R|+|G-B| 的颜色因子。通过表 1 和表 2 的对比发现,青椒与叶子 G-R、G-B 颜色因子的值都比较接近,而青椒和青椒叶 |G-R|+|G-B| 颜色因子的值存在较大的差别,因此,可以利用颜色因子 |G-R|+|G-B| 将青椒果实与其背景的差别显现出来。对图像 G-R 颜色因子处理后的图像如图 3 所示。



图 3 G-R 颜色因子处理图



图 4 G-B 颜色因子处理图

对图像 G-B 颜色因子处理后的图像如图 4 所示。

对图像 |G-R|+|G-B| 颜色因子处理后的图像如图 5 所示。



从图 3、图 4、图 5 的对比不难发现,经颜色因子 |G-R|+|G-B| 处理后的图像,青椒与其背景存在明显的差别。

### 3 直方图阈值分割算法

图像分割是指根据灰度、色彩、空间纹理、几何形状等特征,把图像划分成若干个互不相交的区域,使得这些特征在同一区域内表现出一致性或相似性,而在不同区域间表现出明显的不同。目前,最常用的图像分割方法是阈值分割。其中阈值选取方法主要有直方图技术

# 图形、图像与多媒体

Image Processing and Multimedia Technology

和自适应性阈值。

对于含有目标区域和背景区域对比足够大的图像,通常可以借助直方图,可方便地确定物体图像和背景的灰度突变位置,并把阈值选在此处,来进行图像分割。图6为存在峰值点的图像直方图。

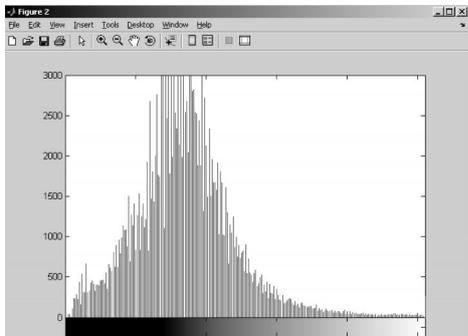


图6 图像直方图

在经过颜色因子 $|G-R|+|G-B|$ 处理后的图像中,可以看到青椒与其背景的区别很大,通过观察发现,此图像的直方图存在峰值点,因此,可以选择该点作为阈值点进行分割。图像分割结果如图7所示。

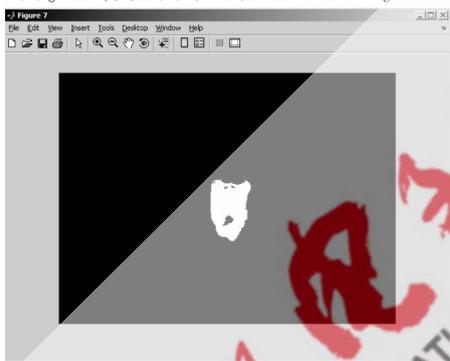


图7 图像分割图

## 4 实验结果分析

由于自然条件中光线的过强或过弱都会对青椒的分割产生较大的影响,因此做如下分析说明。

(1)光线强:由于光线较强,青椒表面对光的反射也随之增强,图像分割后会使其表面存在较大的空洞。

(2)光线弱:由于光线较弱,青椒表面部分颜色会与其叶子和背景的颜色相近,分割后会产生一些误判的区域。

以上的情况,在青椒分割后均会使其面积大量地缺失,继而,也会使青椒分割后的轮廓受到严重的影响。

本试验所用青椒图像为使用数码相机在东北农业大学园艺田自然光条件下拍摄的5组照片,图像分辨率为3072像素 $\times$ 2304像素。图像处理平台为Windows XP操作系统,编程语言采用Matlab7.1。随机选取一组照片进行实验,采用颜色因子与直方图阈值相结合进行图像分割。由于自然条件的随机性影响,在分割过程中会产生一些误判的小区域,对于这种情况,可以采用小区域面积消除,进行处理。文中对误判小区域进行处理后的图像,如图8所示。

《微型机与应用》2010年第4期

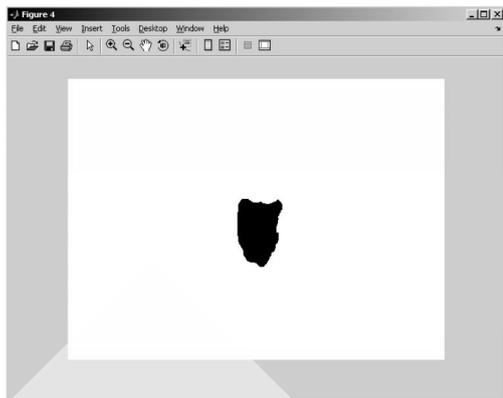


图8 去除小区域后的图像

从图8中可以看到,经过小区域去除后,青椒的轮廓保存较为完整。本文对100个随机样本进行分析验证后,其青椒的分割成功率高于85%。图9所示是图像分割率的统计图。对于未成功分割率的原因作如下分析:

(1)青椒位于枝叶中的较深部位时,经图像处理,其 $R$ 、 $G$ 、 $B$ 的值与叶子相似,经直方图阈值法很难找到相应的阈值进行分割。

(2)由于强光的照射,青椒表面经处理会产生大片的未闭合区域,最终造成“误分割”的结果。

青椒分割统计图

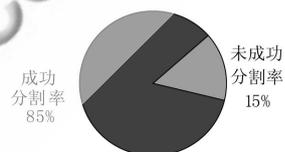


图9 分割统计图

本文所提出的基于颜色特征与直方图阈值相结合的田间青椒图像分割算法,具有分割时间短、分割精度高等优点,能很好地实现田间青椒果实与其背景的分隔,并较好地保存了青椒的轮廓信息,有利于对青椒的进一步识别。采用形态学的膨胀、腐蚀等方法,可有效地改善图像分割后存在的孔洞现象。

## 参考文献

- [1] 李弼程,彭天强,彭波,等.智能图像处理技术[M].北京:电子工业出版社,2004.
- [2] 谢志勇,张铁中.基于RGB彩色模型的草莓图像色调分割算法[J].中国农业大学学报,2006,11(1):84-86.
- [3] 董长虹,赖志国,余啸海.Matlab图像处理与应用[M].北京:国防工业出版社,2004:168-202.
- [4] 张志涌.精通MATLAB6.5[M].北京:北京航空航天大学出版社,2003.

(收稿日期:2009-12-04)

## 作者简介

于杨,女,1980年生,硕士研究生,主要研究方向:计算机控制;

崔天时,男,1967年生,博士,副教授,主要研究方向:信息处理与智能测控;

董桂菊,女,1967年生,硕士,副教授,主要研究方向:信息处理与智能测控。

欢迎网上投稿 www.pcachina.com 53