

# 机器视觉识别田间成熟番茄的研究

吕小莲<sup>\*</sup>, 张祖立<sup>\*</sup>, 吕小荣 (沈阳农业大学农业工程学院, 辽宁沈阳 110161)

**摘要** 为正确识别自然条件下田间成熟番茄, 顺利完成其自动采摘, 研究了基于颜色特征的田间番茄识别方法。对采集的100幅自然条件下田间番茄图片进行颜色特征提取和理解的基础上, 建立了利用成熟番茄与背景(未成熟番茄、枝叶等)在I2颜色指标上的差异进行番茄识别的颜色模型, 并利用Ostu法将成熟番茄从背景中分割出来。通过在顺光条件和逆光条件下进行试验, 结果表明该模型可以较好地实现自然条件下田间成熟番茄的识别。

**关键词** 机器视觉; 颜色特征; 图像分割; 识别

中图分类号 S126 文献标识码 A 文章编号 0517 - 6611(2008)04 - 01322 - 02

## Study on the Machine Vision Recognition of Field Mature Tomatoes

LV Xiao-lian et al (College of Agricultural Engineering, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110161)

**Abstract** In order to recognize field nature tomatoes under natural condition correctly and finish their automatic picking successfully, the recognition method based on color features of field tomatoes was studied. On the basis of extracting and understanding the color features of 100 field tomato pictures collected under natural condition, the color model that recognized tomatoes by the difference on I2 color index between nature tomatoes and background (prenature tomatoes, branches and leaves and etc.) was set up. And the nature tomato pictures were segmented from background by Ostu method. Through conducting experiments under direct light and backlighting conditions, the results showed that the model could realize the recognition of field nature tomatoes under natural condition better.

**Key words** Machine vision; Color features; Image segmentation; Recognition

果蔬采摘作业是果蔬生产链中最费时的一个环节, 而且采摘作业质量的好坏直接影响到产品的后续加工和储存。如何以低成本获得高品质的产品是果蔬生产环节中必须重视和考虑的问题。任何一种果蔬采摘机器人的正常工作均依赖于对作业对象的正确识别, 因而要实现果蔬采摘机器人对果蔬的收获, 关键是要正确识别出采摘目标并确定其准确的空间位置, 以便为机械手的运动提供参数, 完成果蔬的采摘<sup>[1-2]</sup>。

### 1 硬件设备

该研究设计了采摘物静态采集识别硬件系统及动态采集识别硬件系统, 所需设备如图1所示。

静态采集识别硬件系统是由数码相机、计算机组成。使用数码相机将自然条件下不同状况的田间番茄采集为图片, 输入计算机中为识别软件的开发提供分析对象。

动态采集识别硬件系统即采摘物的实时采集过程。目前, 许多对农产品进行收获、品质检测和分级的计算机视觉系统都是由CCD摄像机、图像采集卡、监视器、光源及计算机组成。该研究是在自然场景下进行的, 因而无需光源, 直接用CMOS民用摄像头在自然场景下采集番茄图像, 为降低成本, 用VFW开发软件, 将摄像头与计算机直接连接, 通过动



图1 图像识别系统的硬件组成

Fig.1 The constitution of hardware for image recognition system

**作者简介** 吕小莲(1974-)女, 浙江黄岩人, 博士研究生, 研究方向: 农业工程装备技术。\* 通讯作者。

收稿日期 2007-10-17

态库函数把图像直接输入到计算机内。

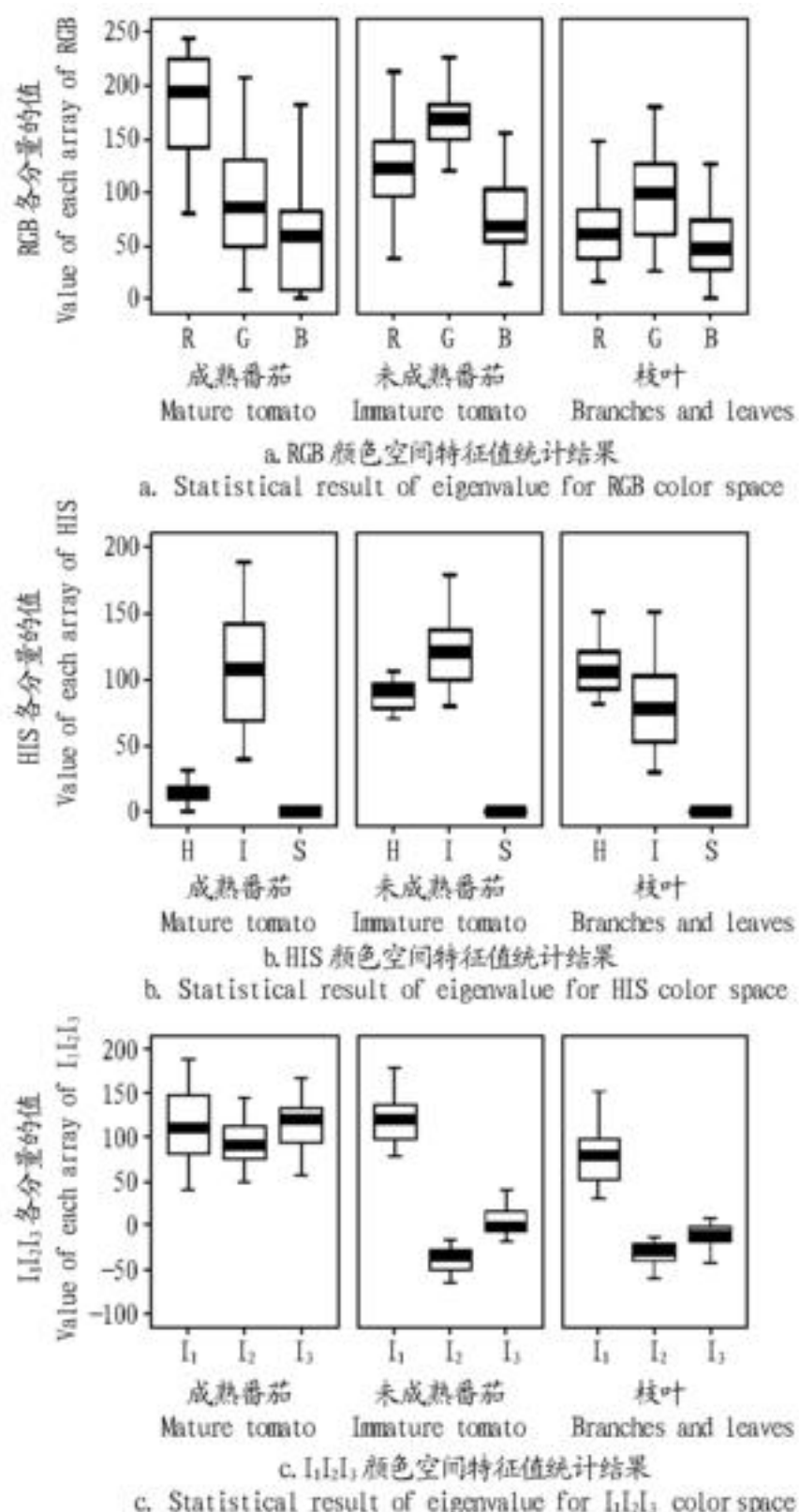


图2 不同颜色空间特征值的分布

Fig.2 The distribution of eigenvalue for different color space

## 2 色彩空间的选择

利用计算机视觉系统对成熟番茄进行识别,即利用计算机自动地把从自然生长条件下所获取的番茄图像中的成熟番茄识别出来。由于成熟番茄与未成熟番茄、枝叶之间颜色存在很大差异,因此可利用颜色特征选取合适色彩空间提取出成熟番茄的信息<sup>[3,5-7]</sup>。运用统计软件SPSS13.0对采集的100幅自然条件下田间番茄的图像中的成熟番茄、未成熟番茄、枝叶的颜色特征进行统计分析,以获取有效的分割成熟番茄与背景的色彩空间。

由图2可知,采用RGB色彩模式容易受到光照的影响,使在不同位置下采集到的图像的RGB值有较大的变化,而HSI、I<sub>1</sub>I<sub>2</sub>I<sub>3</sub>色彩空间是用2维来表示光的颜色,用第3维来表示色彩的强度,这2种色彩空间比RGB模式更能适应光照强度变化的场合。机器人在实际的工作环境中,所处不同位置的光照强度变化很大,通过分析研究,最终选取I<sub>1</sub>I<sub>2</sub>I<sub>3</sub>色彩空间中的I<sub>2</sub>特征值作为图像分割的颜色指标。

## 3 图像分割

机器人视觉系统要求较高的实时性,使得它必须采用计算量小、速度较快的识别方法。因此选择阈值分割法,确定I<sub>2</sub>的阈值范围。为了便于阈值确定,选取50幅有代表性的成熟番茄图片,在图中随机选取像素点统计I<sub>2</sub>的分布,确定该指标的取值范围。

通过峰值法、迭代阈值法、Ostu法、最大熵和法、梯度均值法<sup>[4-8]</sup>进行图像分割效果的比较,Ostu法在处理自然条件下田间番茄图像效果及实时性要求方面更为合适,因此选择

Ostu法作为图像分割方法。

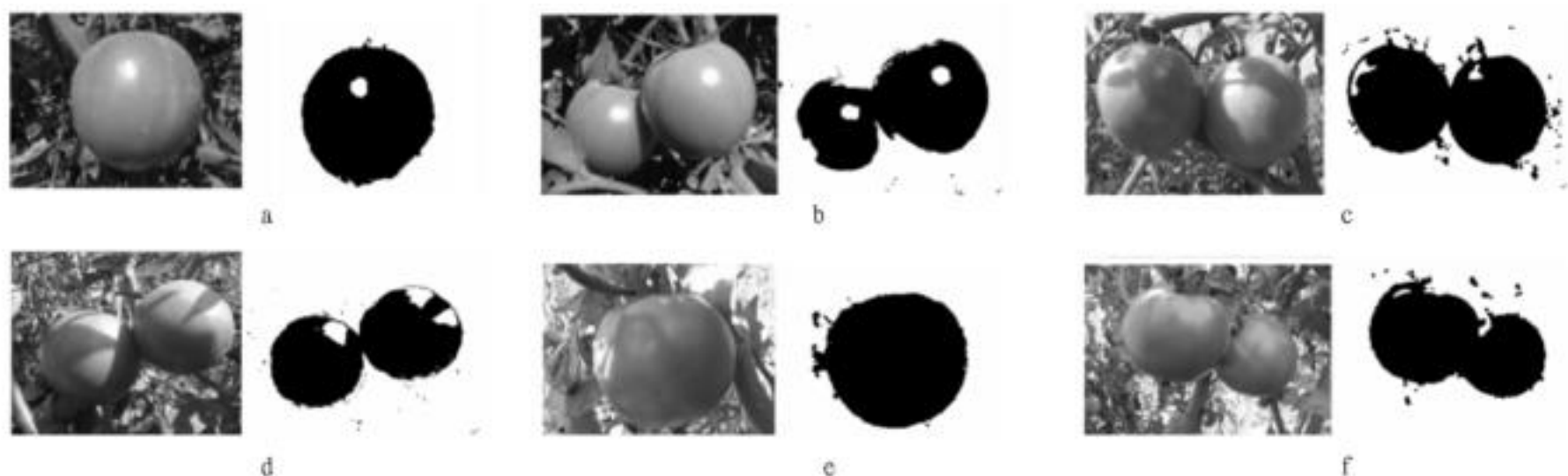
Ostu方法<sup>[4,8]</sup>又称为最大类别方差法,该方法首先假设阈值 $t$ 将灰度图像划分为2类,前景点数占图像比例为 $w_0$ ,平均灰度为 $u_0$ ;背景点数占图像比例为 $w_1$ ,平均灰度为 $u_1$ 。图像的总平均灰度为 $u = w_0u_0 + w_1u_1$ 。从最小灰度值到最大灰度值遍历 $t$ ,当 $t$ 使得值 $g = w_0(u_0 - u)^2 + w_1(u_1 - u)^2$ 最大时, $t$ 即为分割的最佳阈值。因方差是灰度分布均匀性的一种度量,所以方差值越大,构成图像的2部分差别越大,部分目标错分为背景或部分背景错分为目标都会导致2部分的差别变小,因此使类间方差最大的分割的错分概率最小。显然,Ostu法是基于分割出的目标与背景之间的差距应最大的思想来确定阈值的。

## 4 结果与讨论

通过Ostu方法对不同条件下的田间番茄图像进行分割试验。选择作为试验的图像是以数码相机采集的静态图像,图像是在上/下午、逆/顺光等不同条件下采集的,图像中包含了单果、多果等不同的情况。

识别结果如图3所示,在逆光的条件下,对田间成熟番茄单果和多果均能较好识别;在顺光的条件下,当果实反射不强时,可以较好的识别目标,当背景光照较强且果实表面有较强的反射区或阴影区时,则识别结果中会产生凹陷边缘或果实识别结果图中间会出现小孔,引起误判。

从上述结果可知,在自然条件下田间成熟番茄的识别中,该颜色指标可以用于将果实从背景中分割出来。



注:a,顺光时果实反射较强条件下的多果识别;b,顺光时果实反射较强条件下的单果;c,顺光条件下的多果识别;d,顺光时果实背景反射较强条件下的多果识别;e,逆光时单果识别f,逆光时多果识别。左为原图、右为识别结果图。

Note :a, Recognition for several fruits with direct sunlight under relatively strong reflecting condition ; b, Recognition for single fruit with direct sunlight under relatively strong reflecting condition ; c, Recognition for several fruits with direct sunlight ; d, Recognition for several fruits with direct sunlight under relative strong reflecting condition ; e, Recognition for single fruit with backlighting ; f, Recognition for several fruits with backlighting .Left is real picture ,right is recognition image .

图3 自然条件下田间番茄识别结果

Fig.3 The recognition results of tomato in field under natural condition

## 参考文献

- [1] 冈萨雷斯. 数字图像处理 M. 北京: 电子工业出版社, 2003.
- [2] 吴立德. 计算机视觉 M. 上海: 复旦大学出版社, 1993.
- [3] 张瑞合, 姬长英. 计算机视觉技术在番茄收获中的应用 J. 农业机械学报, 2001, 32(5) : 50 - 52.
- [4] 章毓晋. 图像工程 (上) : 图像理解和计算机视觉 M. 北京: 清华大学出版社, 2006.
- [5] 章毓晋. 图像工程 (中) : 图像理解和计算机视觉 M. 北京: 清华大学出版社, 2005.
- [6] 章毓晋. 图像工程 (下) : 图像理解和计算机视觉 M. 北京: 清华大学出版社, 2004.
- [7] 何斌. Visual C++ 数字图像处理 M. 北京: 人民邮电出版社, 2004.
- [8] 蔡健荣, 赵杰文. 自然场景下成熟水果的计算机视觉识别 J. 农业机械学报, 2005, 36(2) : 61 - 64.