

# 自然环境下茶树嫩梢识别方法研究

韦佳佳<sup>1</sup>, 陈勇<sup>1\*</sup>, 金小俊<sup>1</sup>, 郑加强<sup>1</sup>, 石元值<sup>2</sup>, 张浩<sup>1</sup>

1. 南京林业大学机械电子工程学院, 江苏 南京 210037; 2. 中国农业科学院茶叶研究所, 浙江 杭州 310008

**摘要:** 嫩梢识别是实现名优茶智能采摘的前提。本文以茶树嫩梢为研究对象, 基于色彩因子开展了自然环境下嫩梢识别研究, 提出了采用 RGB 空间的 R-B、YIQ 空间的 I、Lab 空间的 b、HSI 空间的 S, 以及 YCrCb 空间的 Cb 5 种色彩因子进行图像灰度化, 并选择合适的方法进行图像阈值分割, 最后采用中值滤波的方法消除噪声。试验结果表明, 这些方法都能够在自然环境下有效地区分嫩梢和背景, 为后续名优茶智能化采茶机的研究打下理论基础。

**关键词:** 名优茶; 嫩梢识别; 色彩因子; 阈值分割

中图分类号: S571.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-369X (2012) 05-377-05

## Researches on Tender Tea Shoots Identification under Natural Conditions

WEI Jia-jia<sup>1</sup>, CHEN Yong<sup>1\*</sup>, JIN Xiao-jun<sup>1</sup>, ZHENG Jia-qiang<sup>1</sup>, SHI Yuan-zhi<sup>2</sup>, ZHANG Hao<sup>1</sup>

1. College of Electronic and Mechanical Engineering, Nanjing Forestry University, Jiangsu 210037, China;

2. Tea Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310008, China

**Abstract:** Identification of the tender tea shoots is the key step towards the intelligent tea harvesting. This paper presents several methods to recognize the tender tea shoots for high-quality tea production. Gray images were obtained by five color indices, which were R-B, I, b, S and Cb in RGB, YIQ, Lab, HSI and YCrCb color spaces. Then suitable threshold methods were applied to segment image, finally the median filter was used to eliminate noises. The results indicate that these methods were particularly effective for tender tea shoots identification under their natural conditions. The proposed method can be used for future intelligent tea harvest development.

**Keywords:** high-quality tea, tender tea shoots identification, color indices, threshold segmentation

目前, 名优茶采摘仍以人工手采为主, 采摘嫩梢(包括嫩芽和嫩叶)的劳动力成本占了茶叶生产总劳动力成本的 70%左右<sup>[1]</sup>。现有的采茶机基于剪切方式工作, 虽然具备较高的效率, 但是缺乏对嫩梢的选择性, 而且严重影响鲜叶的完整度, 只适用于制作大宗茶。随着劳动力成本的迅速提高, 能够自动、有选择性地

采摘茶树嫩梢的智能化采茶机亟待研究开发。嫩梢识别则是智能采摘的前提。

杨福增等<sup>[2]</sup>针对白色背景下的茶叶, 利用 RGB 空间的 G 分量进行分割, 再根据茶叶嫩梢的形状特征进行边缘检测, 开展了嫩芽识别研究。刘志杰等<sup>[3]</sup>采用提取绿色分量、区域标记和逐行扫描相结合的方法, 开展了叶片重叠

收稿日期: 2011-11-10

修订日期: 2012-03-21

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划项目 (2011BAD20B07)

作者简介: 韦佳佳(1987—), 男, 广西恭城人, 硕士研究生, 主要从事数字图像处理与自动控制系统研究。\*通讯作者: [chenyongnj@sohu.com](mailto:chenyongnj@sohu.com)

条件下的嫩芽自动检测研究。上述研究的对象为室内白色背景下的茶叶嫩芽,而且只是对单株嫩芽进行了识别,这些方法不适用于茶园自然环境下的嫩梢识别和采摘需求。

近年来,国内外研究人员在果蔬采摘、农田杂草识别等方面进行了广泛研究,并取得了一系列成果<sup>[4-10]</sup>。但是,对于自然环境下茶树嫩梢的识别,国内外均未见相关研究报道。本文以自然环境下的茶树嫩梢为研究对象,采用5种色彩因子进行反复试验和图像分析,验证了所提方法的可行性,初步实现了茶树嫩梢识别这一目标,以便于后续的智能化采摘。

## 1 基于色彩因子的嫩梢识别方法

图1是自然环境下的茶树图像,从中可以看出,茶树的嫩梢部分呈黄绿色,老叶呈深绿色,梗为棕红色。因此,可以利用嫩梢与背景之间的颜色差异,将嫩梢从背景中分割出来。本文在5个色彩空间各选择一个色彩因子进行嫩梢识别研究,利用matlab7.0软件进行图像处理。



图1 茶树原始图像

Fig. 1 Original image of tea plant

图像处理的步骤主要包括图像灰度化、图像分割和后续的滤波。先对原始彩色图像的各个分量进行适当组合,转化为灰度图像,达到增强前景部分(嫩梢),抑制背景部分的目的;再选择合适的阈值分割方法,将嫩梢从复杂背景中分割出来;最后对二值图像进行滤波和形态学处理,消除噪声。

### 1.1 基于 RGB 空间的嫩梢识别方法

RGB 空间中的颜色由 R、G、B 三基色按照不同比例产生。RGB 空间的单一分量容易受到光照的影响,而色差模型可以降低这一影响。通过不同色差模型的分析比较,本文提出以 R-B 色彩因子对图1原始图像进行灰度化,然后采用 OTSU 法对灰度图像进行分割,最后对二值图像进行中值滤波和形态学处理。部分程序代码如下:

```
A=imread('D:\tea\1. JPG','jpg');
red=A(:,:,1);%RGB 空间红色分量灰度图
R=uint8(red);
blue=A(:,:,3);%RGB 空间蓝色分量灰度图
B=uint8(blue);
RJB=R-B;%R-B 灰度图
level=graythresh(RJB);
BWRJB=im2bw(RJB,level);%OTSU 法进行图像分割
```

```
J=medfilt2(BWRJB,[5,5]);%中值滤波
```

图像处理结果如图2。从图中结果可以看出,采用 RGB 空间的 R-B 因子进行图像灰度化后,嫩梢和背景的区别比较明显。再利用 OTSU 方法进行二值化分割,可以有效地识别出嫩梢。

### 1.2 基于 YIQ 空间的嫩梢识别方法

YIQ 空间由亮度 Y、色度信息 I 和 Q 组成,分离了图像的亮度和颜色信息。本文采用 I 分量对图1原始图像进行图像灰度化,并运用迭代阈值法进行分割,最后进行中值滤波和形态学处理。部分程序代码如下:

```
A_yiq=rgb2ntsc(A);%将原始图像转化到 YIQ 空间
I=A_yiq(:,:,2);%YIQ 空间 I 分量灰度图
f=im2double(I);
T=0.5*(min(f(:))+max(f(:)));
done=false;
while~done
    g=f>=T;
```

```

Tn=0.5*(mean(f(g))+mean(f(~g)));
done=abs(T-Tn)<0.1;
T=Tn;
end
BWI= im2bw(I,T);%迭代阈值法进行图像

```

分割

图像处理结果如图 3 所示。从图中结果可以看出,YIQ 空间的 I 分量突出了嫩梢的区域,选择迭代阈值法可以有效地将嫩梢从复杂背景中分割出来。

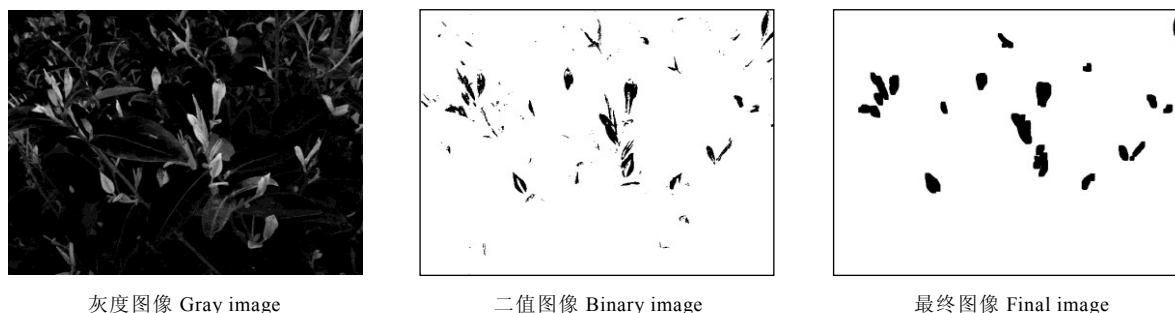


图 2 利用色彩因子 R-B 识别嫩梢

Fig. 2 Tender tea shoots identification based on R-B index

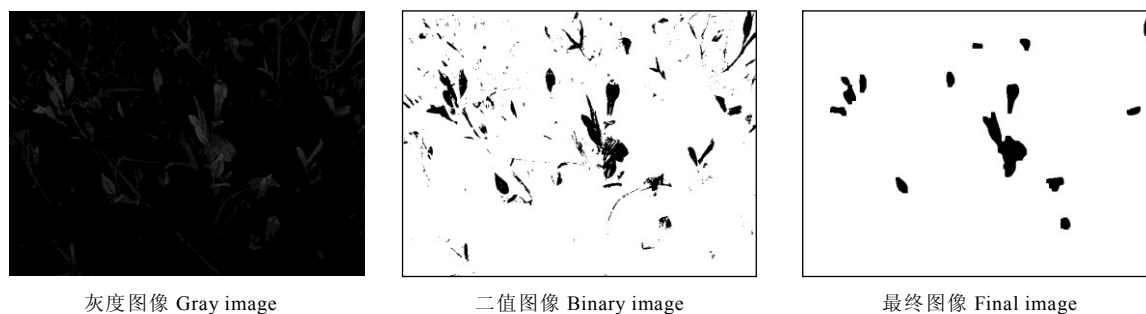


图 3 利用色度信息 I 识别嫩梢

Fig. 3 Tender tea shoots identification based on I index

### 1.3 基于 Lab 空间的嫩梢识别方法

Lab 空间由亮度 L 以及两个色度 a 与 b 组成。a 代表由绿到红的光谱变化, b 代表由蓝到黄的光谱变化。本文选择 b 分量对图 1 原始图像进行图像灰度化,通过大量实验后选择固定阈值 0.76 进行图像分割,最后对二值图像进行中值滤波以及形态学处理。部分程序代码如下:

```

C=makecform('srgb2lab');
A_lab=applycform(A,C);%将原始图像转化到 Lab 空间
B=A_lab(:,:,3);%Lab空间b分量灰度图

```

BWB=im2bw(B,0.76);%用固定阈值 0.76 分割图像

图像处理结果如图 4 所示。从图中结果可以看出,采用 Lab 空间中的 b 因子进行灰度化后可以区分嫩梢和背景,再运用固定阈值的方法进行分割,可以达到嫩梢识别的目的。

### 1.4 基于 HSI 空间的嫩梢识别方法

HSI 空间由色调 (H)、饱和度 (S) 和亮度 (I) 3 个基本特征量组成, 3 个分量相互独立, 不受光照的影响。其中饱和度 (S) 与颜色鲜艳程度有关, 颜色越鲜艳的部分, 饱和度越大。本文选择 S 分量对图 1 原始图像进行图

像灰度化, 经过大量实验后选择 0.88 作为固定阈值进行图像分割, 最后再运用中值滤波和形态学处理进行除噪。图像处理结果如图 5 所示。

从图中可以看出, 采用 HSI 空间中的 S 因子进行灰度化后, 嫩梢部分明显突出, 选择固定阈值进行二值分割, 能够有效地识别出嫩梢。



图 4 利用色度因子 b 识别嫩梢

Fig. 4 Tender tea shoots identification based on b index

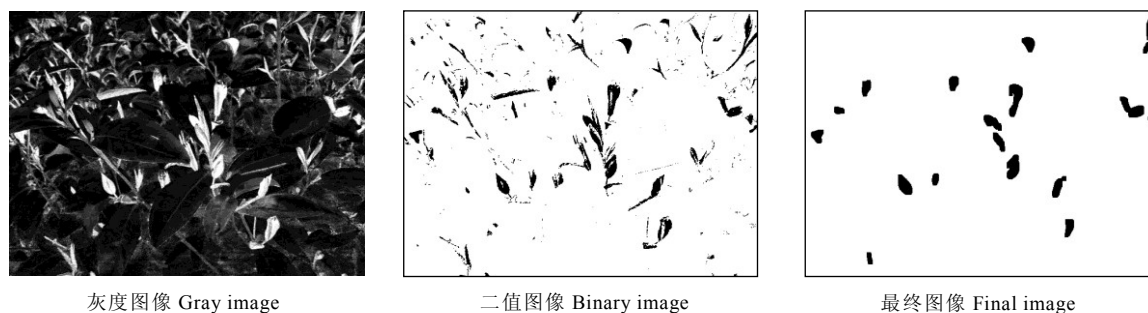


图 5 利用饱和度因子 S 识别嫩梢

Fig. 5 Tender tea shoots identification based on S index

### 1.5 基于 YCrCb 空间的嫩梢识别方法

YCrCb 空间中 Y 表示明亮度, Cr 分量表示红色分量与亮度的差值, Cb 分量则表示蓝色分量与亮度的差值。本文选择 Cb 分量对图 1 原始图像

进行图像灰度化, 再运用迭代阈值法进行图像分割, 最后进行中值滤波以及形态学处理。图像处理结果如图 6 所示。研究表明, 采用 YCrCb 空间中的 Cb 因子能够将嫩梢和背景进行分割。



图 6 利用 Cb 识别嫩梢

Fig. 6 Tender tea shoots identification based on Cb index

## 2 结果与分析

本研究采用 matlab7.0 编程实现自然环境下茶树嫩梢的识别算法, 在配置 CPU 为 AMD Turion (tm) 64Mobile、内存为 1 GB 的 PC 机上, 对茶树图像进行了嫩梢识别处理。

图 2~图 6 中的最终图像显示, 上述 5 种方法均能有效地识别出茶树嫩梢。在原始图像 (图 1) 中, 嫩梢的实际数量为 17 个。基于 R-B 因子的嫩梢识别图像 (图 2 最终图像) 与原始图像相比, 有 3 个嫩梢未能正确识别, 同时还将 3 个非目标物识别成了嫩梢。基于 I 因子的嫩梢识别图像 (图 3 最终图像) 与原始图像相比, 有 4 个嫩梢未能正确识别。

通过对多幅自然环境下的茶树图像进行嫩梢识别试验, 验证了上述 5 种方法的可行性。其中基于 R-B 因子的平均耗时最短, 处理时间为 0.228 s, 平均误识别率为 28.7%; 基于 I 因子的嫩梢识别方法平均误识别率最低, 为 20.2%, 平均耗时 0.312 s。

## 3 结论

本文对自然环境下茶树嫩梢识别开展了初步研究, 利用嫩梢与背景 (土壤、老叶、茎等) 之间的颜色差异, 在 RGB、YIQ、Lab、HSI, 以及 YCrCb 空间分别选择 R-B、I、b、S、Cb 因子对图像进行灰度化, 并根据灰度化结果采用 OTSU、迭代阈值和固定阈值法中的一种方法进行图像分割, 最后运用中值滤波、腐蚀膨胀的方法去除噪声。通过对多幅茶树嫩梢图像的试验研究表明, 这些方法均能有效地将嫩梢与背景进行分割。其中基于 R-B 因子和基于 I 因子的两种嫩梢识别方法, 无论是在平均处理时间上, 还是在平均误识别率上, 都要比其他 3 种方法略胜一筹。

经过研究提出了基于色彩因子方法, 初步

实现了自然环境下茶树嫩梢的自动识别, 作为名优茶智能采茶机研究的前期部分, 为后续的定位和采摘研究打下了基础。在后续的工作中将进行阈值的自适应性研究来完善算法, 并对茶树嫩梢进行定位, 将所获得的位置参数提供给采摘执行机构的驱动控制器, 最终实现嫩梢的智能化采摘。

## 参考文献

- [1] 唐小林. 机械化采茶的利弊分析及发展前景[J]. 中国茶叶加工, 2008(4): 10-12.
- [2] 杨福增, 杨亮亮, 田艳娜, 等. 基于颜色和形状特征的茶叶嫩芽识别方法[J]. 农业机械学报, 2009, 40(增刊): 119-123.
- [3] 刘志杰, 田艳娜, 杨亮亮, 等. 重叠条件下茶叶嫩芽的自动检测方法[J]. 中国体视学与图像分析, 2009, 14(2): 129-132.
- [4] Woebbecke D M, Meyer G E, Von Bargen K, et al. Shape features for identifying young weeds using image analysis[J]. Transactions of the ASAE, 1995, 38(1): 271-281.
- [5] 刘健, 张云伟. 基于 HSI 空间的生长状态下茄子图像的分割方法[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(14): 7554-7556.
- [6] 赵杰文, 刘木华, 杨国彬. 基于 HIS 颜色特征的田间成熟番茄识别技术[J]. 农业机械学报, 2004, 35(5): 122-124.
- [7] Bulanon D M, Kataokab T, Ota Y. A segmentation algorithm for the automatic recognition of Fuji apples at harvest[J]. Biosystem Engineering, 2002, 83(4): 405-412.
- [8] Blasco J, Aleixos N, Roger J M, et al. Robotic weed control using machine vision[J]. Biosystems Engineering, 2002, 83(2): 149-157.
- [9] Meyer G E, Neto J C. Verification of color vegetation indices for automated crop imaging applications[J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2008, 63(2): 282-293.
- [10] Hayashi S, Ganno K, Ishii Y. Machine vision algorithm of eggplant recognition for robotic harvesting[J]. Journal of Society of High Technology in Agriculture, 2000, 12(1): 38-46.