

基于 Lab 和 YUV 颜色空间的农田图像分割方法

刘琼¹ 史诺²

(1. 杨凌职业技术学院信息工程分院 杨凌 712100; 2. 杨凌职业技术学院机电工程分院 杨凌 712100)

摘要: 针对农田这种非结构环境下的图像分割问题,提出了一种基于 Lab 和 YUV 颜色空间的农田图像分割方法。该方法首先将获得的原始农田彩色图像分别转换到 Lab 颜色空间和 YUV 颜色空间,然后分别对 Lab 颜色空间进行 Otsu 阈值分割,对 YUV 颜色空间进行加权模糊熵分割,最后将 2 种分割方法得到的二值图像进行合并、滤波,以得到最终的分割图像。结果表明,该方法能够有效地实现农田图像的精准分割,并滤除噪声及抑制光照不均匀等复杂环境带来的影响,获得令人满意的结果。

关键词: 图像分割; Lab; YUV; 加权模糊熵

中图分类号: TP391.9 TN957.52 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 520.6040

Farmland image segmentation based on Lab and YUV color spaces

Liu Qiong¹ Shi Nuo²

(1. Department of Information Engineering, Yangling Vocational & Technical College, Yangling 712100, China;

2. Department of Mechanic and Electronic Engineering, Yangling Vocational & Technical College, Yangling 712100, China)

Abstract: In order to solve the image segmentation problems under farmland-the unstructured environment, a farmland image segmentation based on Lab and YUV color spaces was proposed. The original color image was firstly converted to Lab and YUV color spaces separately. And then, Otsu threshold segmentation was used in Lab color space, weighted fuzzy entropy threshold segmentation was used in YUV color space. At last, the two binary images obtained by two segmentation methods were combined together and filtered to get the final segmented image. The experimental results showed that the proposed method can segment farmland image effectively, filter the noise, suppress the effects of complex environment such as uneven illumination, and obtain satisfactory results.

Keywords: image segmentation; Lab; YUV; weighted fuzzy entropy

1 引言

在机器视觉技术中,要实现农业机器人自主导航作业,首先要解决的一个基础性问题就是完成对农田对象的识别,即农田图像分割。图像分割是视觉识别的前提和关键,分割结果的优劣直接影响着后续处理过程。

近年来,许多学者从不同角度对彩色图像分割进行了深入研究并提出分割算法。例如,文献[1]利用 HSI 颜色空间的 H 分量来分割杂草和土壤;文献[2]提出一种基于 YUV 颜色空间的双阈值分割算法来识别成熟番茄;文献[3]在 Lab 颜色空间的基础上运用 K 均值聚类算法分割彩色图像;文献[4]提出一种基于多尺度自回归(MAR)

模型与模糊 C 均值(FCM)聚类的声呐图像分割方法;文献[5]结合模糊数学理论和最大模糊熵判据,提出了一种双阈值图像分割方法;文献[6]通过每一像素点的局域熵值进行迭代阈值分割,以求得最佳分割阈值。虽然这些研究对彩色图像的分割产生了很大的影响,但是,这些方法因受光照不同而影响其分割识别准确率,而农田环境非结构化特征明显,容易受光照、阴影、天气变化等环境因素的影响,因此其分割识别效果不太理想。

针对农田这种非结构性环境的特点,该文选择农田图像作为研究对象,提出基于 Lab 和 YUV 颜色空间的农田彩色图像的分割方法,为实现农业机器人自主导航提供依据。

收稿日期:2015-02

2 基于 Lab 和 YUV 颜色空间的分割框架

本文提出的基于 Lab 和 YUV 颜色空间的农田彩色图像分割方法如图 1 所示。首先将采集到的原始农田彩色图像分别转换为 Lab 和 YUV 颜色空间,然后将 Lab 颜色空间采用 Otsu 方法进行阈值分割,将 YUV 空间采用加权模糊熵方法进行分割,最后将 2 次的分割结果进行图像合并、滤波,得到最终的分割结果。

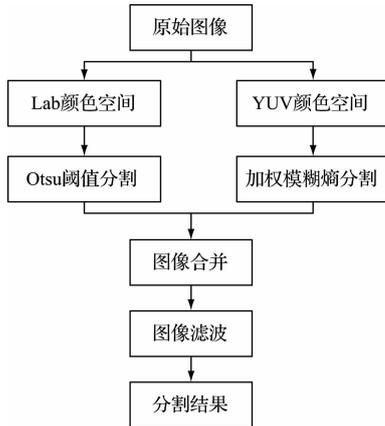


图 1 基于 Lab 和 YUV 颜色空间的农田彩色图像分割方法

2.1 颜色空间转换

由于农田图像在获取、传输、存储的过程中存在着随机性、不完全性、不稳定性等因素,例如容易受到光照、阴影、天气变化等环境因素的影响,而且农田环境复杂,非结构化特征明显。这些因素使得农田彩色图像的分割成为难点,而颜色空间的选择会直接影响到图像的分割效果。该文选择 Lab 和 YUV 两个颜色空间。

Lab 颜色空间将图像的亮度信息和色彩信息分开保存,其中 L 代表亮度;a 的正数部分代表红色,负数部分代表绿色;b 的正数部分代表黄色,负数部分代表蓝色。Lab 颜色空间弥补了 RGB 色彩模型色彩分布不均的问题。

YUV 颜色空间用的亮度和色度来表示颜色信息,其中,U 和 V 表示颜色信息,Y 表示强度,它比 RGB 模式更能适应光照强度变化的场合,同时 YUV 模型与 RGB 模型的转换是线性的,不存在溢出导致图像信息丢失的问题,计算也相当简单^[7]。

2.2 基于 Lab 颜色空间的 Otsu 阈值分割方法

将获取到的原始农田彩色图像从 RGB 颜色空间转换到 Lab 颜色空间,可以采用 MATLAB 色彩转换命令^[8] `makecform('srgb2lab')`。经过多次试验发现,Lab 颜色空间的 a 分量可以使农田目标明亮背景灰暗,能够很好地区分目标和背景,因此选择 a 分量使用 Otsu 法进行农田图像的背景分割。Otsu 方法计算图像的灰度直方图,通过将图像像素按照其到各类中心的平方距离最小进行归类来确定图像的分割阈值,也称为最大类间方差或最小类内方差法,可以使用 MATLAB 函数 `graythresh`。

2.3 基于 YUV 颜色空间的加权模糊熵分割方法

将获取到的原始农田彩色图像从 RGB 颜色空间转换到 YUV 颜色空间,转换公式^[9]如式(1)所示,然后提取出 YUV 颜色空间的 V 分量,对其使用加权模糊熵方法进行农田图像的背景分割。

$$\begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.169 & -0.332 & 0.500 \\ 0.500 & -0.419 & -0.081 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (1)$$

基于 YUV 颜色空间的加权模糊熵分割方法具体步骤如下:

1) 提取出 YUV 颜色空间的 V 分量。以 256 个灰度等级划分 V 分量,则 V 分量的值为 0~255。设 V 分量图像为:

$$V = [f(x, y)]_{M \times N}$$

式中: $f(x, y)$ 表示像素点 (x, y) 的灰度值,取值范围为 $\{0, 1, 2, \dots, L-1\}$; L 为图像的灰度级,即 256; V 图像大小为 $M \times N$ (M 行 N 列)。图像中灰度值为 g ($g = 0, 1, 2, \dots, L-1$) 的像素点总数记为 $p(g)$,则灰度值 g 出现的概率可以表示为:

$$h(g) = \frac{p(g)}{M \times N} \quad g = 0, 1, 2, \dots, L-1$$

2) 对 V 分量图像进行模糊化。假设分割阈值 T 将 V 图像分割为目标 O 和背景 B 两部分,选择梯形分布模糊度隶属函数分别对 O 和 B 进行模糊化,目标的模糊度隶属函数 $\mu_O(g)$ 计算公式如式(2)所示。背景的模糊度隶属函数 $\mu_B(g)$ 为目标的模糊度隶属函数的补,即 $\mu_B(g) = 1 - \mu_O(g)$ 。

$$\mu_O(g) = \begin{cases} 0 & g \leq a \\ \frac{g-a}{c-a} & a < g < c \\ 1 & g \geq c \end{cases} \quad (2)$$

3) 计算加权模糊熵。目标和背景 2 个模糊集合的加权模糊熵^[10]分别为:

$$E_O = \frac{1}{MN \ln 2} \sum_{g=0}^{255} (g+1)^a S(\mu_O(g)) h(g)$$

$$E_B = \frac{1}{MN \ln 2} \sum_{g=0}^{255} (g+1)^a S(\mu_B(g)) h(g)$$

式中: $S(x) = -x \ln(x) - (1-x) \ln(1-x)$ 。则图像总的加权模糊熵为: $E = E_O + E_B$,其中权重为 $(g+1)^a$ 。

4) 计算加权模糊熵的最大值,则其最大值对应的阈值 T 就是分割阈值。

5) 利用阈值 T 分割 V 图像,对图像二值化。

2.4 图像合并、滤波

将基于 Lab 颜色空间的 Otsu 阈值分割得到的二值图像与在基于 YUV 颜色空间的加权模糊熵分割方法得到的二值图像做数学或运算,再用均值滤波加以处理,以取得最佳的分割效果。

3 试验结果与分析

该文在 Intel Core(TM) i5-3317U CPU 1.70 GHz, 4 GB内存, MATLAB7.11.0, Windows7 操作系统环境中对农田图像进行仿真试验, 图像来自于不同光照条件下拍摄的农田图像及由图像数据库 (<http://www.cs.cmu.edu/~cil/vision.html>) 上随机选择的农田图像, 格式为 JPG。由于篇幅所限, 这里仅列举出有代表性的 3 幅图像, 原始彩色图像如图 2 所示, 利用基于 Lab 颜色空间的 Otsu 方法得到的二值图像如图 3 所示, 利用基于 YUV 颜色空间的加权模糊熵方法得到的二值图像如图 4 所示, 利用该文方法得到的试验结果如图 5 所示。

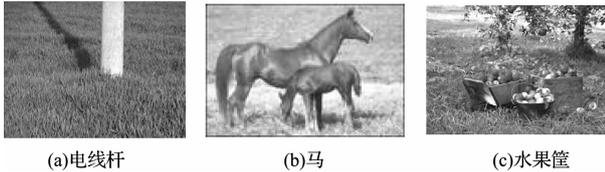


图 2 农田图像



图 3 基于 Lab 颜色空间的 Otsu 阈值分割结果

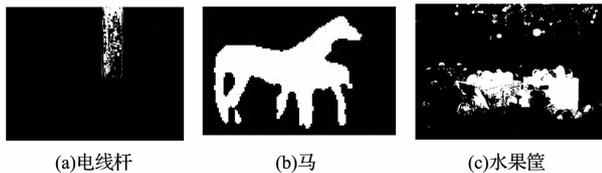


图 4 基于 YUV 颜色空间的加权模糊熵分割结果

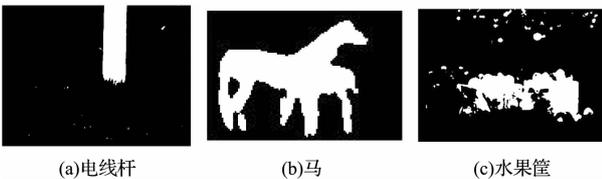


图 5 合并结果

由试验结果可知, 该文提出的方法可以清晰地将农田目标从背景图像中分割出来, 而且分割后的图像目标区域更加完整、清晰、保留了必要的细节信息, 背景区域更加干净、明亮, 分割结果令人满意。这说明该文方法可以较好的去除噪声及光照不均等复杂环境对农田图像带来的影响。不过也可以看出, 分割结果还是存在较少的局部噪声

点, 还需要进一步改进。

为了验证该文方法的性能, 通过对选取的具有代表性的 200 幅农田图像进行仿真试验, 试验结果如表 1 所示。结果数据表明: 相对于其他两个基于单一颜色空间的分割方法, 采用该文提出的方法对农田图像进行分割, 正确分割率最高, 而分割效果较差率最低。这表明, 该文方法更适合于农田图像的分割, 取得的分割效果最为令人满意。

表 1 各算法实验结果比较

| 分割算法 | 正确分割张数 | 正确分割率(%) | 分割效果较差张数 | 分割效果较差率(%) |
|-------------------|--------|----------|----------|------------|
| 基于 Lab 空间的 Otsu 法 | 162 | 81 | 46 | 23 |
| 基于 YUV 空间的加权模糊熵法 | 174 | 87 | 36 | 18 |
| 本文算法 | 188 | 94 | 16 | 8 |

4 结论

针对单一一种颜色空间分割识别农田图像效果不理想、容易受到光照、阴影等复杂环境影响的问题, 提出了一种基于 Lab 和 YUV 颜色空间的农田图像分割方法。该方法将基于 Lab 颜色空间的 Otsu 阈值分割得到的二值图像与基于 YUV 颜色空间的加权模糊熵分割方法得到的二值图像进行合并、滤波, 以取得最佳的分割效果。试验结果表明: 该文方法能够更好地滤除噪声及抑制光照不均匀等复杂环境带来的影响, 获得令人满意的分割结果, 实现农田图像的精准分割。

参考文献

- [1] 杨转. 基于 HSI 颜色模型的杂草与土壤背景分割方法研究[J]. 河北农业大学学报, 2011, 34(4): 124-127.
- [2] 林伟明, 胡云堂. 基于 YUV 颜色模型的番茄收获机器人图像分割方法[J]. 农业机械学报, 2012, 43(12): 176-180.
- [3] 王易循, 赵勋杰. 基于 K 均值聚类分割彩色图像算法的改进[J]. 计算机应用与软件, 2010, 27(8): 127-130.
- [4] 郭海涛, 刘丽媛, 赵亚鑫, 等. 基于 MAR 与 FCM 聚类的声呐图像分割[J]. 仪器仪表学报, 2013, 34(10): 2322-2327.
- [5] 郑毅, 郑苹. 基于模糊熵和模拟退火算法的双阈值图像分割[J]. 电子测量与仪器学报, 2014, 28(4): 360-367.
- [6] 赵齐月, 毛征, 张庆龙, 等. 基于局域熵值分布图的目标分割及质心计算[J]. 国外电子测量技术, 2014, 33(2): 33-48.

(下转第 59 页)