

2018 年第八届“华为杯”中国大学生智能设计竞赛参赛作品报告

作品名称：基于小样本学习的自然场景北极熊高效分割识别系统

目录

基于小样本学习的自然场景北极熊高效分割识别系统	2
摘要.....	2
一. 作品介绍	3
二. 系统方案.....	4
1. 实验背景.....	4
2. 实现过程.....	4
二. 功能与指标.....	5
1. 功能.....	5
2. 指标.....	5
三. 实现原理.....	5
四. 软件流程.....	7
五. 训练和测试数据	7
六. 实验结果.....	8
七. 结果分析.....	9
八. 创新性.....	10
九. 参考文献.....	10

基于小样本学习的自然场景北极熊高效分割识别系统

摘要

随着人类的发展，温室效应带来的影响越来越广泛，全球变暖的趋势越来越明显，这种影响在一定程度上威胁了北极熊的繁衍和生息。根据最近几年的统计表明，北极熊的数量逐年下降，且存活的北极熊的健康状况同样非常的糟糕。

本文通过应用 grabcut 的算法模型，利用高斯混合模型 GMM 对北极熊图像进行分割。通过不断的训练学习建立一个关于北极熊的模型，然后将训练的结果存

储，最后通过读取带有北极熊的照片，就可以自动识别照片中北极熊。且通过改进，这种算法在训练的数据集较大的时候的准确率可以达到 70%以上，在只有 12 图片的训练情况下也可以达到 66%的识别度，具有较高的准确性。

此应用于北极熊保护领域，有助于保护受到全球变暖威胁的北极熊。本算法可以有效的分割出图像中的北极熊，进而对其形态、体型等进行分析，有助于濒危物种保护，具有重要的应用价值。

关键字： 北极熊 Grab_Cut 算法 分割识别 小样本学习

一. 作品介绍

随着人类社会的发展，温室效应变得越来越明显，全球变暖以及海平面上升的趋势变得越来越不可阻挡，对于我们来说，可能感受不大，但是对于生活在北极的北极熊来说，这种变化对于北极熊的生存简直是灭顶之灾。

根据英国的《每日邮报》报道，由于全球变暖引起的冰川融化的负面影响已经开始逐渐展现端倪，在未来的 30 年内，北极熊的数量将会下降约三分之一，而国际自然保护联盟濒危物种红色名录也已将北极熊列为“脆弱”物种。

综上所述，对于北极熊的保护已经刻不容缓，我们小组基于这个方向出发，为了方便通过图片寻找北极熊以及了解北极熊的健康状况从而编写了这个基于小样本学习的自然场景北极熊高效分割识别系统。

本系统是基于 GrabCut 算法模型的一种图片分割模型，它是 Graphcut 算法模型的一种优化，接着利用高斯混合模型 GMM 进行分割，可以较好地分离前景背景，去除图像的冗余信息。接着通过不断的学习与训练得到一个可以识别出北极熊的模型并将其存放在.bin 文件中，通过在系统中调用这个.bin 文件我们就可以识别出图像中的北极熊了。

我们的这个系统可以应用的范围较为广泛，可以应用于北极熊保护领域，有助于保护受到全球变暖威胁的北极熊。根据加拿大环境部野生动植物保护署提供的一份报告，生活在加拿大哈得孙湾的北极熊的数量一直在减少。本算法可以有效的分割出图像中的北极熊，进而对其形态、体型等进行分析，有助于濒危物种保护，具有重要的应用价值。

二. 系统方案

1. 实验背景

目标分割是计算机视觉领域的一个重要研究课题,目标分割是计算机视觉领域的一个重要研究课题,也是图像工程中基础而又重要的一个环节,其结果的优劣和效率直接影响到后续的分类、跟踪、理解、识别、处理的效果,因此如何提高分割的精度和速度具有重要的意义,而基于图论的目标分割一直是近年来研究的热点问题。

图割 (Graphcut) 是一种基于区域和边界的交互式图像分割算法,其主要理论:将图像映射为一个网络,像素对应图的顶点,相邻两像素间的相似性对应两顶点间边的权值,而割的容量对应其能量函数,为图像像素分别做不同的标记,边给予不同的权重,利用最大流/最小割对网络切割得到最小割,获取物体曲线轮廓.该方法具有快速性好、全局最优、抗噪性强及扩展性好等优点.缺点是仅适用于灰度图像,用户交互复杂,对低对比度图像的模糊和边缘部分分割效果差。

Grabcut 方法将图割法由单色空间扩展到彩色空间,利用高斯混合模型 GMM 进行分割。我们采用的方法就是 Grabcut 图像分割方法,基于图割理论能量最小化的原则,可以较好的分离前景背景,去除图像的冗余信息。

2. 实现过程

主要实现过程由两部分构成:

(1) 图像预处理

从网上获取图像后,对图像进行背景与目标物体的分离,该过程需要人工进行标记,指定目标和背景区域,将北极熊的区域标记为白色,背景区域标记为黑色,标记完成的二值图像进行下步操作。

(2) 图像分割

对于去除图像中的冗余信息,进行目标和背景的分割方法,采用的就是上述的 Grabcut 算法,将标记后的图像进行分割,最后得到分割后的物体图片。

二. 功能与指标

1. 功能

对于有目标物体的图片，若需要知道目标物体在图片中的位置和所占区域，则可以通过勾画出目标物体的外轮廓实现，所以对于含有目标体的原始图片，能够生成对应的物体外形轮廓图片。

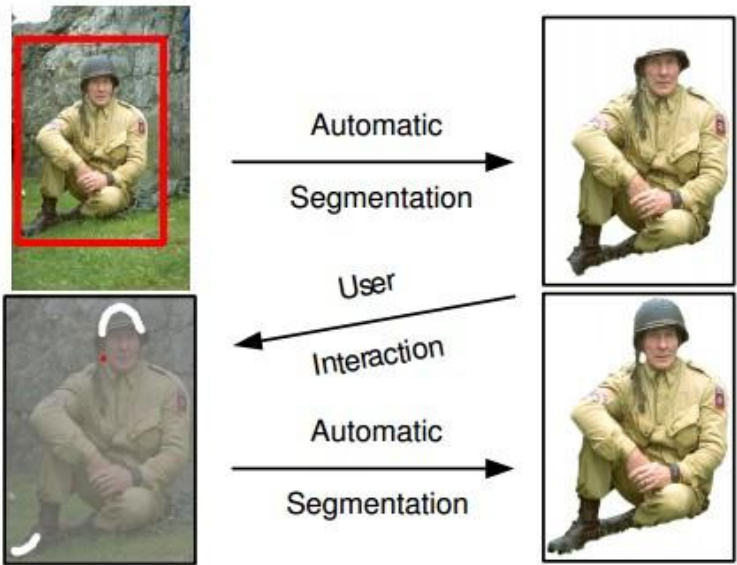
2. 指标

分割结果图和人工标注的分割图的相似度：将分割结果图和人工标注的分割图规格化为相同大小，并转化为二值图，计算像素值相同的像素点在原图中的占比，此即为准确率。公式为：

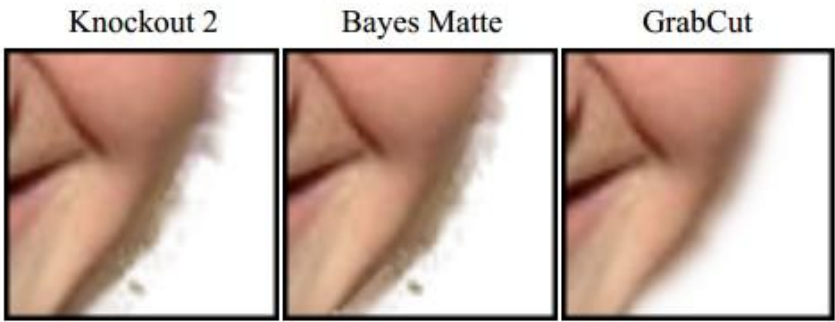
$$accuracy = \frac{numel(idx)}{xlen * ylen}$$

三. 实现原理

复杂对象分割有一个著名算法是 GrabCut，只需要在目标外面画一个框，把目标框住，就可以完成效果很好的分割。如果增加额外的用户交互（由用户指定一些像素属于目标），那么效果可以更加完美：



它的 Border Matting 技术会使目标分割边界更加自然和完美：

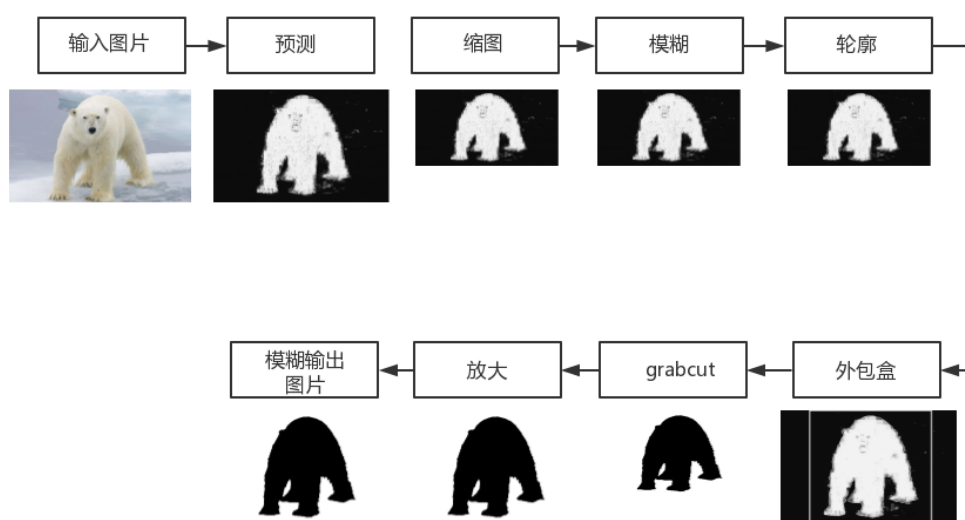


- Grab Cut 是 Graph Cut 算法的改进版本，通过建立 RGB 三通道的混合高斯模型 GMM 实现分割；

- Graph Cut 的能量最小化（分割）是一次达到的，而 Grab Cut 取代为一个不断进行分割估计和模型参数学习的交互迭代过程；

- Graph Cut 需要用户指定目标和背景的一些种子点，但是 Grab Cut 只需要提供背景区域的像素集就可以了。也就是说你只需要框选目标，那么在方框外的像素全部当成背景，这时候就可以对 GMM 进行建模和完成良好的分割了。即 Grab Cut 允许不完全的标注（incomplete labelling）。

在实验过程中，需要人工介入，指定目标和背景区域。解决过程如下：自动为人物创建外包盒（外包盒外一定为背景），计算出每个像素为目标或背景的概率，生成 Mask 送入 GrabCut。具体过程如下流程图所示：



训练和预测部分主要原理：

训练：

将像素映射到高维空间 $v = \{x, y, c_1, c_2, c_3\}^T$

像素点为目标体， $S(v)++$

像素点为背景， $S(v)--$

$C(v)++$

预测函数 $F(v) = \text{SegMoid}\left(\frac{S(v)}{C(v)}\right)$

预测：

将像素映射到高维空间 $v = \{x, y, c_1, c_2, c_3\}^T$

传入预测函数，获得预测值 0~1

注： x, y ：像素在图像中的位置， c_1, c_2, c_3 ：像素在色彩空间的分量

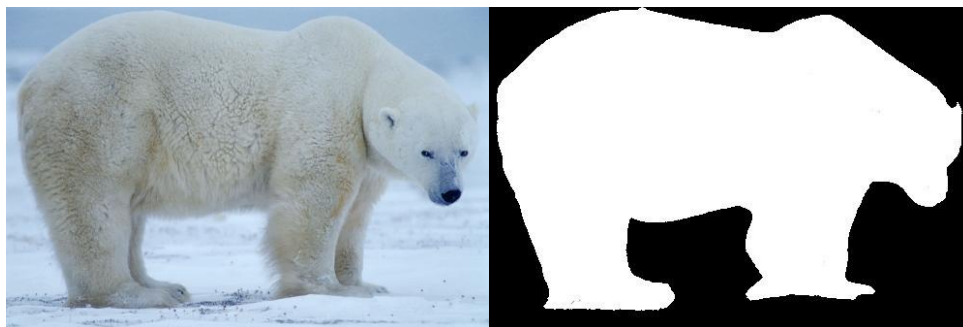
四. 软件流程

1. 用网上下载的含有北极熊的数据集，共 100 张，以 7:3 的比例分为训练集和测试集；
2. 将 70 张训练集进行人工标记，将北极熊的区域标记为白色，背景区域标记为黑色，输入算法框架进行训练；
3. 训练过程中对原图像和人工标记后的图片均进行缩放后，再进行分割；
4. 训练完成后，将测试图片输入框架，进行评估。

五. 训练和测试数据

我们从互联网上获取了 100 张清晰的北极熊图片，划分 70 张图片作为训练集，30 张图片作为测试集。其中训练集的标签图片（如下黑白样例图所示）由我们通过绘图软件制作而成。

以下是本文中进行实验的训练数据图集示例图片和标签：

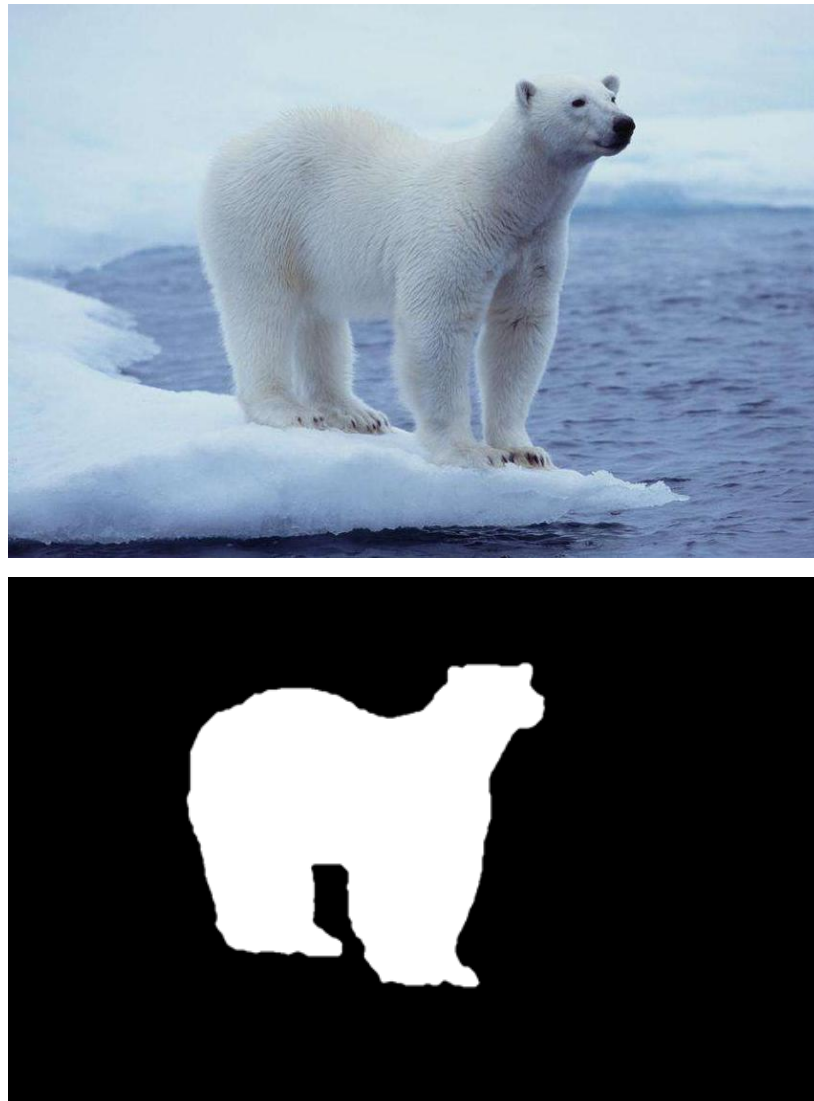


以下是本文中进行实验的测试数据图集示例图片：



六. 实验结果

输入测试图片，得到图像分割结果示例如下：



从北极熊分割结果图我们可以看到，整体轮廓与原图一致，符合我们的预期。

七. 结果分析

我们通过比较北极熊分割结果图和人工标注的分割图的相似性来评价图片分割效果：将分割结果图和人工标注的分割图规格化为相同大小，并转化为二值图，计算像素值相同的像素点在原图中的占比，此即为准确率。

Matlab 实现代码如下：

```
clear;
clc;

% read image
ref = imread('00001.jpg');
img = imread('00001-profile.bmp');
% transfer to binary image
ref = ref(:,:,1);
img = img(:,:,1);
ref = ref>128;
img = img>128;

% get image size
[xlen, ylen] = size(ref);

% compute the accuracy
idx = find(ref == img);
acc = numel(idx)/(xlen*ylen);

fprintf('The accuracy is %0.2f%% \n', acc*100);
```

计算用不同数量的训练图片得到的模型生成的分割图的平均准确率，每次的测试图片数量均为 12 张图片，结果如下所示：

训练集图片数量（张）	平均准确率（%）
12	66

100	75
-----	----

我们从表格中的结果可以看出，训练图片较多时，平均准确率更高。也可看出，我们的算法模型在解决图片分割问题时有显著效果。

注：由于图片数量大从而使得程序上传时间较长，且受到流量限制，在上传的程序中，给出的是训练十二张图片的程序代码，具体原理与 100 张图片的原理是相同的。且视频中的训练集也为 12 张，便于程序的快速展示。

八. 创新性

1. 构建了一种基于局部线性嵌入理论的图像分割方法；这种分割方法通过基于 Grab Cut 算法模型的不停学习训练后，再经过输入图片-预测-缩图-模糊-轮廓-外包盒-grabcut-放大-输出图片的过程，输出较好的一个分割识别效果，是效率较高，在训练集仅有 12 张图片的时候就有就好将近 66%的识别率，在上百张图片下，准确率达到 75%左右，能够较好的完成 图像中感兴趣目标分割任务，具有重要的理论意义；

2. 应用于北极熊保护领域，有助于保护受到全球变暖威胁的北极熊。根据加拿大环境部野生动植物保护署提供的一份报告，生活在加拿大哈得孙湾的北极熊的数量一直在减少。本算法可以有效的分割出图像中的北极熊，进而对其形态、体型等进行分析， 有助于濒危物种保护，具有重要的应用价值。

九. 参考文献

- [1] 尹诗白. 基于模糊集合理论的颗粒目标分割和识别[D]. 长安大学, 2013.
- [2] 吴长伟. 基于仿人视觉的显著性目标分割识别及其应用研究[D]. 浙江大学, 2018.
- [3] 宋庆欢. 场景识别技术研究[D]. 中国科学院研究生院（光电技术研究所）, 2015.
- [4] 周良芬, 何建农. 基于 GrabCut 改进的图像分割算法[J]. 计算机应用, 2013, 33(01):49-52.

[5] 杨章静, 钱建军, 黄璞, 张凡龙, 杨国为. 基于 Gabor 变换的 GrabCut 纹理图像分割[J]. 控制与决策, 2016, 31(01):149-154.

[6] 王钧铭, 高立鑫, 赵力. GrabCut 彩色图像分割算法的研究[J]. 电视技术, 2008(06):15-17.

[7] 陈雪峰. 图像高斯混合模型的判别学习方法[D]. 北京理工大学, 2009.