**Intelligent Scissor for Image Composition**

Author:Eric N. Mortensen William A. Barret

Translator:软件工程卓越班 练孙鸿 201536612082

**0 Abstract**

我们提出一种新的，交互式的工具“智能剪刀”(Intelligent Scissors)，用于图像分割与合成。全自动的图像分割还是一个未解决的问题（1995），人工分割也很累人的。但是呢，只能剪刀就可以让数字图片里面的物体可以被快速提取出来，只需要用鼠标做一点简单的手势(gesture)。这些人工指定的鼠标位置(gestured mouse position)大致地描绘了物体边缘，然后live-wire边缘会“捕捉”("snap" to)到这些位置，然后就可以包裹住目标物体了。

Live-wire边缘检测把离散的动态规划(DP)当作二维图(graph)搜索问题来解决。DP在提供一种数学上最优的边缘的同时还能极大地减少对局部噪音或干扰元素的敏感度。鲁棒性（Robustness）还会被进一步提高，这是通过不停机训练(on-the-fly training)使得boundary附着(adhere)在特定类型的edge而非最强的edge来达到的。**Boundary Cooling**自动冻结那些不再变化的线段，然后自动输入额外的种子点(???automate input of

additional seed points)。Cooling使得用户可以更加自由地指定路径。

被提取的物体可以用live-wire mask和**空间频率等同性(spatial frequency equivalencing**)被缩放、旋转、组合。Frequency Equivalencing可以用Butterworth滤波来实现，其中Butterworth滤波器可让最低频频谱(lowest frequency spectra)与其他图片元素匹配。智能剪刀还可以创造快速、有效的图片组合。

**1 Introduction**

数字图像合成在电影和桌面应用里很关键...blahblahblah。那么我们提出一个快速的、交互式的(interactive）物体提取工具Intelligent Scissors。

然后还是在吹逼。

所以这篇论文描述了“智能剪刀”，用DP来建模问题。然后用Boundary Cooling和on-the-fly training来体现。最后我们提出live-wire masking和spatial frequency equivalencing来做image composition。

**2 Background**

数字图像分割很关键，但是现在的方法(1995)都不太方便，就比人工跟踪好一点点。

基于区域(region-based)的魔术棒在很多应用里面都有，它就是要交互式地选择种子点来生长区域（添加相邻的像素）。因为这种区域生长法不提供交互式的视觉反馈（？？果然是老论文，21世纪photoshop的魔术棒都舒服得不行吧）

其他流行的边界定义方法(boundary definition method)用了动态的轮廓或者“蛇行”(snake)来改进手工输入的粗糙近似，“蛇”会并行地迭代

调整边界来**最小化能量泛函（？）(energy functional)**从而得到一个最优的轮廓。能量泛函是内部力量如边界曲率(boundary curvature)，与外部力量如图像梯度模长(image gradient magnitude)的结合。蛇行(snake)还可以跟踪连续帧之间不剧烈的边界移动。但是，blahblah不知道在说啥，反正snake的结果不一定令人满意，如果不满意的话手动调整会很麻烦，不断重复地手工修改。所以我们在3.6提出intelligent scissor。

其他类型的图像分割技术用了图搜索（用动态规划来搞）来找到全局最优的边界。这些技术不同于蛇行，因为边界点都是用Stage-wise最优开销的方式生成的，而且蛇行可以并行地、迭代地最小化能量泛函。但是跟snake一样，这些图搜索技术也是需要一个边界模板的--例如手工输入的近似边界(manual entered rough approximation)、品质因数(a figure of merit)等东西。这些东西都是用来实现定向采样(directional sampling)和搜索限制(searching constraint)。所以图搜索方法也是non-interactive的。

所以智能剪刀和上面的方法的**根本区别不是边界定义方法，而是互动的方法(method of interactive)**。智能剪刀让用户可以在从某个种子点出发、生成的所有最优边界中INTERACTIVE SELECT最适合的边界。而且，之前的方法是不支持on-the-fly training和cooling的，所以计算量就没智能剪刀这么少。（最后还发现，基于空间频率的图像合成这个问题居然还没有被提到过）

**3 Intelligent Scissors**

用动态规划来进行边界定义可以看作是一个动态规划(DP)问题，问题的目标是找到一条出发点到一组目标点的最优路径。具体到图像的边界搜索，图搜索就是要找到由像素到像素的全局最优路径了。在这篇论文里面，最优性(optimality)就被定义成从一个起始像素到目标像素的**最小的累计代价路径(minimum cumulative cost path)**，而这里的累积代价(cost)指的是路径局部边(local edge)的代价的和。

**3.1 Local Cost**

因为最小代价路径要对应着图像元素的【边缘】，所以拥有强边缘特征的edge就要有低cost。local cost的计算分成了三个部分(1995这篇是这样，1998那篇长的就有6个部分)。Edge cost的计算由下面三个指标加权求和得到

1. 拉普拉斯过零点(Laplacian Zero Crossing)，记为
2. 图像梯度的模长（Gradient Magnitude），记为
3. 图像梯度的方向（Gradient Direction），记为

设是像素p到像素q的local cost（边的权重），则我们可以**给上面几个指标加权求和**一波，