Scientific Journal of Information Engineering
June 2016, Volume 6, Issue 3, PP.81-85

Shadow Editing Method based on Supervised Learning

Chunjing Si[1], Chongzhi Xu[2*]

[1,2]The Department of Computer, Tarim University, 843300, China

Email: [1]smalls1002@163.com, [2*]xcz-1999@163.com

Abstract

In the process of acquisition and utilization of intangible cultural heritage, videos captured from different angles on intangible cultural heritage are always needed. But due to the insufficient illumination, there are all kinds of soft shadows on the videos. In order to remove and edit these soft shadows, we put forward to a method of shadow editing based on supervised learning. The method neither assumes the existence of umbra special model nor a unified model to deal with the whole piece of shadow, but provides the user with the complete control who are allowed to choose the area which needs modifying. We also can handle some complex problems that those previous technologies can't do, for example the shadows are all penumbra, as is often the case (such as the projection of the shadow of the leaves on the ground). Our technology requires user interaction of determining which area of the image needs to be modified. Then the system is initialized at once, then our model is applied. Once the shadow side is calculated, the user can interactively operate them, or use our simple interface to modify the rest of the images.

Keywords: Soft Shadow Image Edit; Supervised Learning

基于监督学习的阴影编辑方法

司春景，徐崇志*

塔里木大学计算机学院，新疆阿拉尔市，邮编：843300

摘　要：在非物质文化遗产的获取和利用过程中，经常需要对非物质文化遗产进行各个角度的视频拍摄，而由于拍摄过程中的光照原因，总有各种软阴影存在，为了去除和编辑这些软阴影，我们提出了一个基于监督学习的阴影编辑方法。该方法没有假设存在本影的特殊模型，也没有用统一的模式去处理整块阴影，而是给用户完全的控制权任其选择那块区域需要修改。我们还可以处理一些先前技术做不到的复杂情况，比如整个阴影全是半影,这是常有的事(比如树叶的阴影投射在地面上)。我们的技术需要的用户交互仅仅是大概地确定图片的哪块区域是需要修改的。随后系统即初始化，然后应用我们的模型。一旦阴影面被计算出来，用户就可以交互式地操作它们，或者用我们的简单界面修改其余部分的图片。

关键词：软阴影编辑；图像编辑；监督学习

引言

因为非专业人员对视频或者图片预处理的要求越来越多，智能视频或者图像编辑算法愈加被需要。纵观各种商业软件和图像处理团体开发的研究原型中的各种可行技术，软阴影操作是其中被研究最多并且十分重要的问题。由于阴影是获取形状、曲率、高度的重要线索，无数的网上教程试图教它们的使用者如何用各种处理方法将阴影层分离出来。这种手动技术得到了应用，部分是因为很多真实场景有软阴影，而迄今为止大多数阴影检测和去除算法都是被开发了解决硬性阴影的。因为软阴影已经被表现出与人类判断一幅图片的真假有关系，所以需要更简单的方法去提取柔性阴影。我们提出了一种基于监督学习的阴影编辑方法，这种方法可以处理拥有区分度较大的半影宽度的阴影(比如，某个地方没有明显的阴影和无阴影界限)。

与现有的工作相比，我们的技术没有假设存在本影的特殊模型，也没有用统一的模式去处理整块阴影，而是给用户完全的控制权任其选择那块区域需要修改。我们还可以处理一些先前技术做不到的复杂情况，比如整个阴影全是半影,这是常有的事(比如树叶的阴影投射在地面上)。我们的技术需要的用户交互仅仅是大概地确定图片的哪块区域是需要修改的。随后系统即初始化，然后应用我们的模型。一旦阴影面被计算出来，用户就可以交互式地操作它们，或者用我们的简单界面修改其余部分的图片。

1 算法概述

尽管阴影编辑大多数是独特的，但我们的假设是他们可以从一系列有限的相互平铺相邻的面片。我们利用这一属性，在一片一片的基础上实施了学习和推理。一个对我们流程中这一部分的相似解决方法，最近被 [12]使用了来处理图像去模糊。我们考虑过我们提出的机器学习方法的替代品，例如拟合 S 形函数去将软性阴影削减模型化。就算配合复杂的启发式算法，得到的结果也不能让人信服。这些参数化的模型需要多种自由度和难以总结的约束以及充分接近不同地面真实面片的关系。我们的基于学习方法侧重于输入/输出维度这是关联最多的，并且从广义上讲这是一种监督式、非欧几里德、最邻近模型。我们已经凭经验确定 32×32 的像素面片能够很好的达到我们的预期。此外，我们假设阴影遮罩的颜色通道是通过缩放因子而彼此关联的。对每一个面片，我们通过将下列特征关联起来形成了一个列特征向量（我们根据他们对阴影轮廓的关系直观解释和经验性评估来选择）

（1）用户遮罩区域中**距边缘的距离的**正则化，一边其值位于[0.0，1.0]之间。阴影边缘距离通常意味这轮廓的“平整度”，因为距离边缘远的阴影遮罩面片可能包含最统一的强度。

（2）基于初始猜想为该面片预测遮罩。尽管当直接使用时初始化通常是错的，但在很多情况下它提供了一些提示，在没有阴影时图像看起来应该什么样。

（3）面片的垂直和水平梯度（有限差别），这传达了关于阴影斜率的信息。

（4）面片的像素强度值在[0.0，1.0]范围内在强度域内偏移所以他们的平均值落在 0.5 处。强度值是正则化的，因为他们没有直接与遮罩相关（给出一个阴影强度面片，是不可能确定他是在明亮背景上的阴影或者是在暗背景下的明亮阴影）。所以我们给出推理算法处理那些可能支持结论的特征（例如暗指阴影的斜率），但是没有在绝对强度上没有混乱差异。尽管根据梯度这些信息理论上是多余的，但它在不伤害其性能的前提下给随机森林提供了更多的选择用以区别。

我们的标签向量包含了从阴影 mask 中的像素值。即使在测试阶段我们得到的建议对每个在阴影区域（只是在内在图像中的内在正方形）中的 32×32 网格面片，我们的特征和标签都计算在一个更大的 64×64 的窗口上（外正方形）。这有两个目的：通过提供更多的环境信息给特征以获得更平滑的结果，以及帮助校准和调整。我们选择使用随机森林作为推理机制一方面是由于它的通用性另一方面是由于它在文献中被广泛使用（例如[10]）。一个对传统随机森林算法的介绍下面是我们的改进方法以及介绍他们的原因。给出一个标准的监督训练输入输出对数据集（例如，特征向量和对应的标签向量），我们可以使用随机森林创造一个决策树这能够使我们用标签向量预测新的但没被发现的特征向量（提供他们类似于训练样本的统计数据）。每一个分离的决策树都是不完善的，通常只在训练数据的一个随机子集中训练并且不能保证得到一个全局优化的推理结果，这是由于下面描述的训练过程的特性。然而，将每一棵树（例如一个森林）的回应平均化，这通常会得到一个精确的预测。我们的推理步骤表现得作为原始猜想的约束——我们想“解释”原始猜想遮罩以及可能使用我们训练集中的样本，但仅仅是那样被森林推荐的相关样本。在测试时，我们为每一个面片像以前一样计算其特征向量，然后将其压入每一棵树，到达叶子节点。从这里开始，我们不是看标签分布，而是仅仅得到属于这个叶子的训练样本指数。最终，我们得到 L 个标签建议，这里 L>=TK 且森林中树的数量 T = 25。我们在 16×16 的网格阴影区域中为每一个面片进行这样的操作，然后碰到了这样的优化问题：对每一个在我们遮罩中的图像面片，我们希望选择 L 个标签中既满足我们初始猜想

又符合任意一个可用近邻的一个。总结来说，我们对原有的 RRF 算法做了以下改进：使用两个代表标签：低维的用来评估节点熵值和建立森林，高维的用来在测试阶段检索标签。这些由计算限制驱动，通过无参数化标签得以实现。无参数化标签以避免过度平滑。我们从数据中得到了一个样本分布，包括我们希望保存的极端情况，而并不是在标签空间中的平均答案。在过程中将推理算法视为一个步骤，而不是整个处理过程。我们从森林（对每个面片都有几个遮罩片建议）中仅仅是得到了一个中间结果并随后用正则化来提取最终答案。这是我们从相对有限的训练样本中有了较大的收益，且没有以不正常的阴影轮廓平均数为结果。

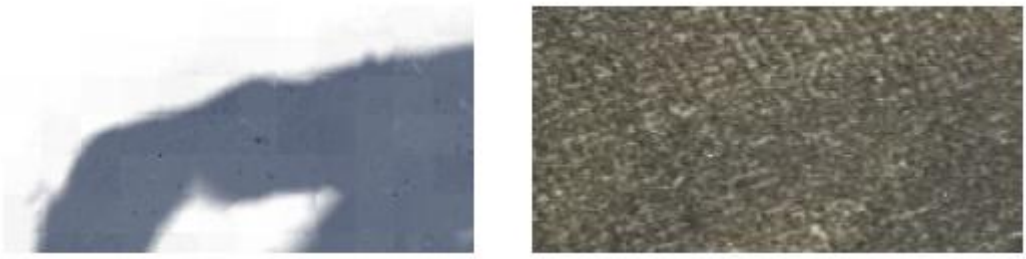


图 1.单独处理每一个通道造成了阴影遮罩的不连续(左上)这使得他们在无阴影的输出图像 Iu 自身带有彩色的斑点（右上）。我们的方法假设三个色彩通道都是独立的，它只回归其中之一并重新组织另外两个如第五节中所述。请参看电子版的获取可信的色彩展示。

我们可以重复上述的过程两次或者更多以获取剩余的绿色和蓝色通道遮罩。事实理论上，这是最为通用的方法，假设不同频率的光之间没有任何关系。然而，在实践中，我们发现这些关系相当强，并且假设一个额外的限制去强制它使我们的方法更鲁棒。注意不同颜色的斑点揭示了遮罩哪个不同的通道不匹配。最后一行显示我们的默认程序，在这里描述。我们假设阴影遮罩的表面在三个通道都有相同的形状，但是其不同点在于幅度。举例而言，当在室内场景时阴影遮罩是带蓝色的，红色和绿色通道可以通过在强度域内缩放蓝色通道遮罩来得到一遍无阴影区域可以以这种方式保存，但是阴影的总体深度也会成比例地变化。这假定，尽管光源可以有不同的颜色，但他们在空间上差别不能太大。相对于估计的红色通道阴影遮罩，我们将其他通道用一个单个的缩放因子参数来模型化。为了训练我们的模型，我们需要大量的数据去捕捉场景配置的不同和阴影获取界面。由于捕捉一个足够大的真实图片集是极度困难的，所以我们延续了前人的工作，即用一个人工生成的训练集训练并将其应用到真实数据。我们小心配置了 Maya 摄像机和真实光照条件以生成阴影投射到不同的纹理上。对每一个遮光板材质组合，我们都在有阴影和无阴影的条件下渲染了图片，隐性获得了对应的遮罩。尽管在真实世界中阴影是被三维物体投射的，对每个阴影来说存在一个 2D 切片透过遮光面可以产生相同的结果。所以，我们使用了真实物体剪影自动分片在我们的人造场景中作为遮光板。这比用 3D 模型提供真实轮廓更有优势，只要使用的图像易于分片。此外，为了获取表面一系列不同的真实图片都被应用作为纹理。最后，我们在场景内随机选取了光的形状和大小，它距离地面的角度和距离以及遮光板和地面的角度，组成不同的光照条件。

2 实验结果

我们使用贝叶斯数据分析方法[13].分析了我们的调研数据。除非另有说明，报告的结果表示后指，置信区间代表涵盖 95%后验概率的范围。参与者在排序阶段总共排序了 694 个图像元组，在评价阶段一个分析了 605 幅图像。在排序阶段，我们计算了每种方法被排在第一的后验概率（即表现的最自然的）。我们将这个模型化为伯努力随机变量统一测试版。有我们的方法产生的结果与其他竞争方法相比是明显更可能排在第一位。在第二阶段，参与者根据每幅图像去阴影的成功性给出一个{1,4}的分数。显而易见，我们的方法在评价中比其他方法更多的获得了高分。此外，我们评价了每一种方法完美去除阴影的可能性（我们定义

“完美”阴影去除为所有参与者评价平均值$\mu_{eval} > 3.5$）。表明对每一种方法产生完美结果的后验可能性（如上所言我们用带统一 Beta 优先的伯努力随机变量来模型化）。结果表明我们的算法显著的更有可能比其他算法获得成功。 我们还通过参考用户两个研究阶段的数据来特征化结果。图 12 的右侧显示了一个给定图像同时赢得排序阶段和评估阶段的可能性。此外，我们展示了我们的方法或 Guo et al[9]的方法在同时拥有不同评估分数时赢得排序阶段时的可能性。我们显示当使用 Guoet al 的方法去除阴影获胜时，他们可能获得较低的分数，当我们的方法获胜时可能获得较高的分数。这可以被解释为在他们的样例中，该方法有时会“遗漏”更软性的阴影，并且根本没有修正他们。在这种情况下，图片可能在自然程度上得分较高，但是在阴影去除评价上还是失败的。我们因此分析了对于不同子集的数据来说不同方法的性能如何。在只适用 Guo 的数据测试时，没有发现我们的方法和 Guo 方法的显著差别（尽管 MAP 对我们的方法估值是更低的，但置信区域有显著重叠）。另一方面，我们的方法在使用更高半影宽度时表现的更好（更软性的阴影）。在排序阶段同样的趋势：当在数据集中使用适度软性阴影时我们的方法跟 Guo 的方法很难区别，但是当半影大小增加时我们方法的表现就相对好一点。 最后，我们做了一个分开的用户调研对比我们的方法同 [10]。我们发现当与 Mohan et al.的方法对照时参与者 65%会偏爱我们的结果，并且更有可能在他们的结果上标注上人为标志。

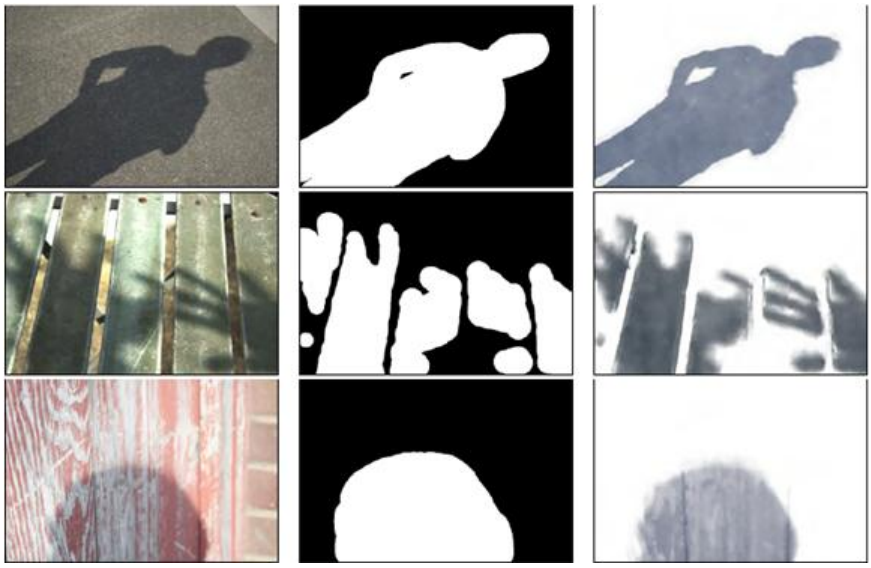


图 2. 对一些真实照片使用我们的阴影去除方法得到的结果。左边一列是原始图片，中间一列显示的是用户输入，右边一列显示的是获得的阴影遮罩

3 致谢

这篇论文被国家科技支撑计划课题：环塔里木文化旅游移动服务技术集成（编号：2013BAH27F03）资助。

REFERENCES

[1] ARBEL, E. AND HEL-OR, H. 2011. Shadow removal using intensity surfaces and texture anchor points. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 33, 6.

[2] BARNES, C., SHECHTMAN, E., FINKELSTEIN, A., AND GOLDMAN, D. B. 2009. PatchMatch: A randomized correspondence algorithm for structural image editing. ACM Transactions on Graphics (Proc. SIGGRAPH) 28, 3.

[3] BARRON, J. T. AND MALIK, J. 2012. Color constancy, intrinsic images, and shape estimation. In ECCV.

[4] BARROW, H. AND TENENBAUM, J. 1978. Recovering intrinsic scene characteristics from images. Computer Vision Systems.

[5] BOUSSEAU, A., PARIS, S., AND DURAND, F. 2009. User assisted intrinsic images. ACM Transactions on Graphics (Proc.

SIGGRAPH Asia) 28, 5.

[6] BOYADZHIEV, I., PARIS, S., AND KAVITA, B. 2013. User-assisted image compositing for photographic lighting. ACM Transactions on Graphics (Proc. SIGGRAPH).

[7] BOYKOV, Y., VEKSLER, O., AND ZABIH, R. 2001. Efficient approximate energy minimization via graph cuts. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 20, 12.

[8] BREIMAN, L., FRIEDMAN, J., STONE, C. J., AND OLSHEN, R. A. 1984. Classification and regression trees. Chapman & Hall/CRC.

[9] GUO, R., DAI, Q., AND HOIEM, D. 2012. Paired regions for shadow detection and removal. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence.

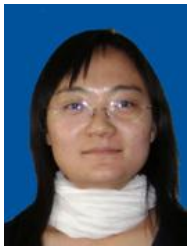
[10] MOHAN, A., TUMBLIN, J., AND CHOUDHURY, P. 2007. Editing soft shadows in a digital photograph. IEEE Computer Graphics and Applications 27, 2.

[11] REYNOLDS, M., DOBOˇS , J., PEEL, L., WEYRICH, T., AND BROSTOW, G. J. 2011. Capturing time-of-flight data with confidence. In CVPR.

[12] TANG, K., YANG, J., AND WANG, J. 2014. Investigating haze-relevant features in a learning framework for image dehazing. In CVPR.

[13] KRUSCHKE, J. K. 2011. Doing Bayesian Data Analysis. Academic Press.

【作者简介】



[1] 作者-司春景（1981-），女，汉族，硕士，塔里木大学信息工程学院副教授，研究领域为：计算机图形学。2005~2008 河北工程大学，硕士；2008~至今任塔里木大学讲师和副教授。主持国家自然基金项目 1 项，参与科技部支撑项目 1 项、兵团软科学项目 1 项、塔里木大学校长基金 4 项、塔里木大学高教课题 2 项，共计 9 项，发表论文 7 篇，专著 1 部。E-mail: smalls1002@163.com

[2] 作者-徐崇志（1969-），男，汉族，塔里木大学植物科学学院副教授，研究生导师，主要研究领域：园艺，果树遗传育种。主要发表论文 30 余篇，出版相关著作 4 部；2011-2015 年共承担科研项目 7 项，其中参与承担 3 个国家科技支撑计划项目实施与组织工作，主持承担 4 项各类项目。其中兵团级项目 2 项，横向项目 2 项。近年为兵团及地方完成科技咨询和科技服务 240 余天。发布地方标准 2 个。

E-mail: xcz-1999@163.com