

指导教师：         杨涛        

提交时间：         2016/3/13        

# CVPR2015 Paper

## Translation

No:         01        

姓名：         周小多        

学号：         2013302513        

班号：         10011302        



## 建模遮挡在动态形状和外观跟踪

Yanchao Yang and Ganesh Sundaramoorthi

King Abdullah University of Science and Technology (KAUST)

yanchao.yang,ganesh.sundaramoorthi@kaust.edu.sa

## 摘要

我们提出一种方法可以在视频对象中跟踪一个动态的精确形状物体。联合动态形状和外观对象的模型,一个模板是传播匹配对象的形状和光亮来获取物体框架,这是处理图像数据的光亮和复杂的对象杂乱的背景好的的方法。复杂的三维物体运动和相对角度变化、遮挡和没有遮挡的对象是突出的,当前的方法不能使用关节的形状和外观模型准确地适应新的形状和外观信息,导致不准确的形状检测。在这个工作中,我们在联合模型遮挡和没有遮挡形状和外观跟踪框架。实验视频展示阻塞/没有遮挡,复杂的光芒和背景表明,阻塞/没有遮挡建模导致形状精度优于最近方法采用联合形状/外观模型或使用全局的统计数据。

## 1. 介绍

在很多视频处理应用程序,如后期制作的电影,重要的是获得的形状(轮廓)感兴趣的对象在每一帧在一个视频。尽管提出了许多方法,许多问题仍然存在。许多现有的跟踪方法(例如,[7, 21, 11, 12])是建立在图像分割成基于全局形象统计的前景和背景(如,颜色分布,边缘,纹理、运动)在获得有利的形状的物体。然而,在跟踪对象复杂的光亮和凌乱基于全局背景,分割图像统计数据可能不会产生对象作为一个分区。另一种选择方法是变形模板(辐射功能上定义的区域预测对象)来匹配对象的形状和光亮在下一帧(变形形状收益感兴趣的对象)。我们将把这种替代方法联合/外观形状匹配。

很难跟踪关节形状/外观匹配是 3 d 对象和摄像机运动意味着部分的对象进入视图(没有遮挡 s)和外出最初的视图(遮挡),因此,一个精确的模板,即使通过非刚性的扭曲变形,成为

一个不准确的模型对象在后面的帧里。因此,有必要通过删除更新模板闭塞的地区,包括非闭塞地区。

在这项工作中,我们模型遮挡和去遮挡在跟踪联合/外观形状匹配。小帧率意味着比较大的非刚性的帧间预测对象的变形。因此,我们代表了大非刚性的变形作为集成一个时变向量场(见例如,[5])上定义的发展区域(或感兴趣的领域)。因为一个闭塞是模板的一部分,不对应下一帧,遮挡和变形耦合因此,在大变形的联合优化问题闭塞是设置,和一个简单的、有效的算法派生的。我们只注意没有遮挡 s 可以被探测到与先验对象。我们将展示如何使用之前光亮的对象是自相似,所以非闭塞地区可以被测量图像帧之间当前模板相似。为了确保可靠的估计在帧对象的光亮,递归滤波使用。

**贡献:** 我们的主要贡献是制定遮挡,联合没有遮挡 s 跟踪/外观形状匹配。遮挡已经建模在形状跟踪,但现有的工作在一个框架与光亮的简单模型(e.g., [7]), i.e., 颜色直方图,还是分层模型和复杂的光芒(e.g., [16]) 能够应对遮挡的一层另一个,但不是自我遮挡或没有遮挡。第二,我们解决没有遮挡之前提到的相似之处以上。

## 1.1 相关工作

大部分形状跟踪技术(e.g., [15, 21, 11, 7]) 扩展图像分割技术,如主动轮廓(e.g., [17, 9, 20, 10])。这些技术的基础上区分前景和背景使用全局形象统计数据(如,颜色分布、纹理、边缘、运动)。然而,当对象复杂的光芒在杂乱的背景下,全局形象歧视统计数据会导致错误的分割。一些方法试着解决这个问题通过使用本地数据(e.g., [18])。其他方法使用时态一致性预测对象位置/形状在下一帧(e.g., [15, 21, 25]) 来提供更好的初始化框架分区在[11],形

状从训练数据建模,动力学约束的解决方案框架分区;然而,培训数据只能在受限制的场合同时提供改善、图像复杂对象的光亮和杂乱背景仍然构成重大挑战。

我们通过联合方法跟踪形状形状/外观匹配。我们使用辐射模型,该模型是一个密度函数对预测对象定义。密集的辐射功能(e.g., [8, 13])通过匹配跟踪下一帧。但是,盒子追踪器,不提供的形状在[16, 3],联合的光亮和模式使用对象的形状和背景,然而,自我遮挡和没有遮挡不是建模。

遮挡被认为是在光学流。在[1, 6], 向前和向后光流计算,和闭塞的地区就是组成一组这些流动的身份。在[24, 28], 一个闭塞是集光学流残余很大。在[26], 遮挡边界不连续的光学探测到流。在[2], 联合光流估计和遮挡执行。在[22], 密集的轨迹估计跨多个帧与遮挡解决。我们使用遮挡的想法在[2], 并将它们应用于形状跟踪额外的考虑必须发展在哪里形状、没有遮挡  $s$  和更大的变形。

## 2. 预测对象的动态模型

在本节中,我们给我们的动态模型 3 d 对象的形状和辐射投影成像飞机。由此,遮挡和 disocclusions 的概念是明确的。动态模型是必要的第五节的递推估计算法。

Let  $\Omega \subset \mathbb{R}^2$ , and  $I: \{1, 2, \dots, N\} \times \Omega \rightarrow \mathbb{R}^k$  表示图像序列(N 帧),k 通道。我们表示帧  $t$ 。相机的投影点可见 3 d 对象在时间  $t$   $R_t$ ,用我们参考“形状”或地区。预测对象的光亮表示  $a_t$ ,其中  $a_t: R_t \rightarrow \mathbb{R}^k$ 。我们的动态模型地区和辐射图(见图 1)

$$R_{t+1} = w_t(R_t \setminus O_t) \cup D_{t+1} \quad (1)$$

$$a_{t+1}(x) = \begin{cases} a_t(w_t^{-1}(x)) + \eta_t(x) & x \in w_t(R_t \setminus O_t) \\ a_{t+1}^d(x) + \eta_t(x) & x \in D_{t+1} \end{cases} \quad (2)$$

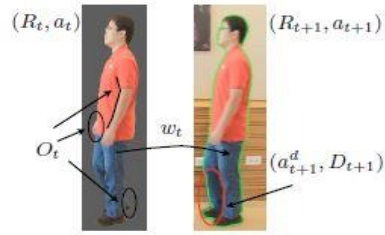


图 1: 图说明我们的动态模型。左:模板  $(R_t, a_t)$  (non-gray),右: $t+1$ 。遮挡  $O_t$ ,无遮挡  $D_{t+1}$ 它的光亮  $a_{t+1}^d$ ,该地区在帧  $t+1$  是  $R_{t+1}$  (绿色线内),和扭曲  $w_t: R_t \setminus O_t \rightarrow R_{t+1}$  中定义。一个弯曲的黑线以来遮挡手臂向左边。在  $O_t$  表示  $R_t$  的子集,阻挡来自哪里视图框架  $t+1$ ,  $D_{t+1}$  表示预计的子集对象 disoccluded 在  $t+1$  帧(进入视图)1,  $a_{t+1}^d: D_{t+1} \rightarrow \mathbb{R}^k$  disoccluded 的光亮地区和  $w_t$  地图点不阻挡在  $R_t \setminus O_t$  在下一帧。经  $w_t$  是微分同胚映射 un-occluded 地区  $R_t \setminus O_t$  (它将扩展至所有  $R_t$ :详情见第三节),这是一个转变因角度变化和 3 d 变形。

该地区  $R_t \setminus O_t$ ,由  $w_t$  和没有遮挡扭曲  $D_{t+1}$ ,预测对象的是附加到扭曲的地区  $R_{t+1}$ 。相关部分的光亮,  $R_t \setminus O_t$  转移通过扭曲  $w_t: R_t \setminus O_t \rightarrow R_{t+1}$  (像往常一样亮度恒定),噪声增加,然后新可见获得光亮在  $D_{t+1}$ 。噪声模型偏差从亮度恒定(如. non-Lambertian 反射率,小光照变化、噪声等)。

**论文的其余部分组织:** 模板  $(A_0, R_0)$  给出的对象的。我们的目标是,给定一个估计的放射,在  $t$  和  $t+1$ ,估计放射  $t+1$ ,在  $t+1$ 。在 3 节,我们推导的方法,确定重量,闭塞  $O_t$ ,和  $w_t: R_t \setminus O_t \rightarrow R_{t+1}$  (封闭的翘曲区域)。在 4 节中,我们推导出一个方法,给定的重(逆转录)这 1,估计对象的非阻塞,  $D_{t+1}$ 。在 5 节中,我们推导出一个递归估计程序和整合所有步骤。图 2 为系统概要。

## 3. 遮挡与变形计算

在本节中,我们经  $w_t$  作为集成的模型一个时变向量场(见如. [5])获得大变形(有足够的规律性) diffeomorphic 登记。虽然这表示经纱的标准,这项工作有重要区别:1)向量字段定义在一个不断发展的区域和目标区域在下一帧是未知的,和 2)地区的一部分阻挡,闭塞必须确定

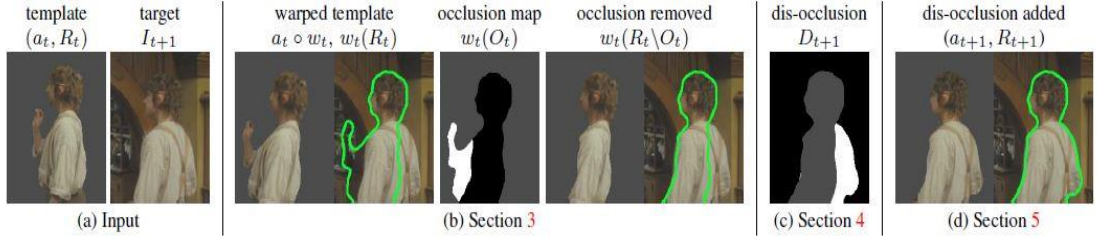


图 2:说明帧处理的算法。(一):估计在帧  $t$  的形状和光亮( $R_t$ ),和下一个图像  $+ 1$ 。(b):同步执行非刚性的扭曲和闭塞评估(第一个形象:扭曲模板在 $\circ w_t$ ,第二:边界的扭曲模板  $+ 1$ ,第三:扭曲闭塞  $w_t(O_t)$ 决定,第四:扭曲模板与扭曲闭塞  $w_t(R_t \setminus O_t)$ ,第五: $w_t(R_t \setminus O_t)$ 的边界)。(c):没有遮挡  $D_{t+1} + 1$  从输入  $w_t(R_t \setminus O_t)$ 决定的。(d):最终形状和光亮( $+ 1, R_{t+1}$ )在坐标系  $t + 1$ (添加没有遮挡  $D_{t+1} + 1$   $w_t(R_t \setminus O_t)$ )。灰色阴影区域表示没有定义。

闭塞地区的  $R_t$  的子集视图在框架  $t + 1$ 。我们计算遮挡子集的  $R_t$  不注册  $+ 1$  下一个可行的经。因此,闭塞取决于变形,但确定一个精确的扭曲,闭塞地区的数据必须排除在外,因此一个循环的问题。作为建议在[2]光流,闭塞检测和注册应该共同计算。

### 3.1 能量公式

我们避免下标  $t$  为便于其他地区的符号这一节。我们制定的问题区域  $R \subset \Omega$ ,光亮:  $R \rightarrow R_k$ ,我:  $\Omega \rightarrow R_k$  计算阻挡  $O \subset R$  的一部分,经  $w$  上定义  $w(R \setminus R \setminus O, O)$ ,我  $(x) = (w - 1)(x) + \eta(x)$   $x \in w(R \setminus O)$  ( $\eta(2)$ 噪声建模)。

经  $w$  是一个微分同胚映射,从而地区  $R \setminus O$ 。为了便于优化(见[14]),我们认为  $w$  是一个微分同胚映射的  $R$ ;扭曲的利息将会限制到  $R \setminus O$ 。地图  $w$  集成的光滑时变速度场:

$$w(x) = \phi_T(x), \phi_\tau(x) = x + \int_0^\tau v_s(\phi_s(x)) ds, \quad (3)$$

$x \in R, T > 0, v_\tau: R_T \rightarrow R_2$  是速度场(定义在  $R_T = \{\phi_\tau(x): x \in R\}$ ),和  $\phi_\tau$  定义在  $R$  每  $\tau \in [0, T]$ 。地图  $\phi_\tau$  是  $\phi_\tau(x)$  表明  $x$  的映射后,流动速度时间  $\tau$  领域,它是一个人工时间参数。我们制定能源(优化  $w$ ):

$$E_o(O, w; I, a, R) = \int_{R \setminus O} |I(w(x)) - a(x)|^2 dx + \alpha \int_0^1 \int_{R_\tau} |\nabla v_\tau(x)|^2 dx d\tau + \beta_o \text{Area}(O). \quad (4)$$

正则化所需的  $w$  是由于孔径模棱两可,和

速度  $v_\tau$  正规化确保平滑的  $w$ 。闭塞地区的惩罚是必要的,以避免琐碎的解决方案  $O = r$ 。给定一个温和的相机的帧速率,是现实的假设阻塞小区域相对于对象。注意,尽管  $w$  是上定义所有  $R$ ,只需要,从而扭曲我的地区作为数据项不包括  $O$ 。

### 3.2 E 的近似优化

而崇高的目标是 minimized 能源光电(4)(3)通过梯度下降法,在计算的利益速度和简单起见,我们使用贪婪算法获得最优的解决方案,而不是计算完整的欧拉方程。我们的想法是:开始  $\tau = 0$ ,求解速度增量  $v_\tau$  共同用一个估计的闭塞(线性化的能量该地区有效),变形速度  $v_\tau R_\tau$ ,变形光亮的积累速度  $\phi - 1_\tau$ ,重复这个过程(直到该地区  $R_\tau$  收敛)畸形的光亮  $a_\tau = a \circ \phi - 1_\tau$  和变形区域。优化方案如下方程:

$$a_0 = a, \Psi_0(x) = d_R(x), \phi_0^{-1}(x) = x \quad (5)$$

$$R_\tau = \{\Psi_\tau \leq 0\}, \quad (6)$$

$$v_\tau, O_\tau = \arg \min_{v, O} \tilde{E}_o(v, O; I, a_\tau, R_\tau) \quad (7)$$

$$\partial_\tau \Psi_\tau(x) = -\nabla \Psi_\tau(x) \cdot v_\tau(x), x \in B_2(R_\tau), \quad (8)$$

$$\partial_\tau \phi_\tau^{-1}(x) = -\nabla \phi_\tau^{-1}(x) \cdot v_\tau(x), x \in R_\tau, \quad (9)$$

$$a_\tau(x) = a \circ \phi_\tau^{-1}(x), x \in R_\tau, \quad (10)$$

$\tau, \partial_\tau$  表示偏导,和  $B_2(R_\tau) = \{x \in \Omega: |dR_\tau(x)| \leq 2\}$   $dR_\tau$  签署的距离  $R_\tau$  的函数。函数  $\Psi_\tau: \Omega \rightarrow R$  是一个水平集为该地区  $R_\tau$  函数[19],  $\Psi_\tau$  的进化的运输方程(8),即,该地区  $R_\tau$  更新速度的方向  $v_\tau: R_\tau \rightarrow R_2$ 。注意  $v_\tau$  被扩展为  $B_2(R_\tau)$  在窄带水平集方法。落后的经纱  $\phi - 1_\tau: R_\tau \rightarrow R$  是计算流动沿着速度场  $v_\tau$  身份映射到时间  $\tau$ ,和这可以通过传输方程(9)的光芒扭曲地区  $a_\tau: R_\tau \rightarrow R_k$ ,计算

点用的原始光亮的价值 back-warping 的点 (10)。

(7)中的能量是一个线性化版本的  $E_o$ :

$$\tilde{E}_o(v, O; I, a_\tau, R_\tau) = \alpha \int_{R_\tau} |\nabla v(x)|^2 dx + \beta_o \text{Area}(O) + \int_{R_\tau \setminus O} |I(x) - a_\tau(x) + \nabla a_\tau(x) \cdot v(x)|^2 dx. \quad (11)$$

必须优化能源共同在  $v$  和  $o$  可以获得全局最佳  $v, O$ , 反之亦然。因此, 我们使用一个交替的优化方案。鉴于  $O, v$  的全局最优的决定

$$-\alpha \Delta v(x) = \begin{cases} F(x) \nabla a_\tau(x) & x \in R_\tau \setminus O \\ 0 & x \in O \end{cases} \quad (12)$$

$$F(x) = I(x) - a_\tau(x) + \nabla a_\tau(x) \cdot v(x) \quad (13)$$

诺伊曼边界条件在  $\partial R_\tau$ 。上面的用共轭梯度方程是有效地解决解算器。鉴于  $v, O$  的解决方案

$$O = \{x \in R_\tau : (G_\sigma * F^2)(x) > \beta_o\}, \quad (14)$$

$G_\sigma$  是高斯平滑滤波器。全局最佳  $O$  当  $\sigma = 0$ , 但应用平滑确保空间定期  $O$ 。优化  $\tilde{E}_o, O$  最初选为空集, 然后(12)已经解决了, 那么闭塞更新使用(14)和迭代过程直到收敛(即, 阿, 不会改变)。

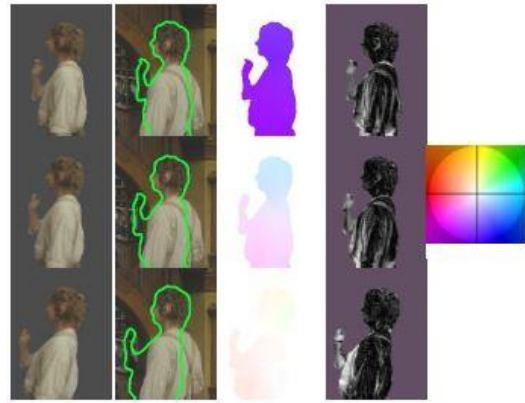
由于大位移帧之间的对象, 我们执行优化而且方式: 选择初始时间  $\tau$  规律参数  $\alpha$  大之前融合的能量  $\tilde{E}_o$ , 然后降低  $\alpha$  (捕获细节)  $\tau$  较大的时候, 这个过程是迭代, 直到光电的收敛。图 3 显示了进化过程(5)-(10)说明了一个例子。

让  $\tau = T$  收敛的时候,  $R_\tau = T$  - 扭曲  $R$  的闭塞地区的包括翘曲  $O_\tau = T$  因此, 扭曲的 un-occluded 地区是  $w(R \setminus O) = R_T = R_\tau = T \setminus O_\tau = T$ , 不包括 disoccluded 区域, 计算下一节从  $R_T$ 。

更多细节和离散化, 看到[27]。

#### 4. 非闭塞计算

在本节中, 我们描述 disocclusion 的计算  $D_{t+1} \subset \Omega$  帧对象的  $t+1$  的扭曲, 从而部分地区  $w_t(R_t \setminus O_t)$  确定从上一节, 图像+ 1。来图 3: 阻塞估计和扭曲。(从上到下): ( $\tau = 0$ ) 开始, 中间和最后阶段进化。(第 1 列): 光亮  $a_\tau$ [2]; 我目标图像和边界  $R_\tau$ [3]; 速度  $v_\tau$ [4]; 阻塞估计  $F_2$  时间  $\tau$ [5]; 光学流颜色代码。的最后的闭塞地区图 2(b) 所示。



确定对象的 disoccluded 地区(区域预计在下一帧对象进入视图这不是在当前模板), 它是必要的之前的假设 3 d 对象

一个现实的假设是 3 d 对象的自相似性光亮(即 3 d 对象的光亮补丁是类似于其他补丁)。翻译这个之前确定对象的没有遮挡  $D_{t+1}$ , 我们假设图像对象的 disoccluded 地区类似于图像的部分在  $w_t(R_t \setminus O_t) + 1$ , 对吗计算效率, 我们假设 closeby 相似部分的模板。这是真正的在许多情况下, 有效的所示的实验。

虽然没有遮挡  $s$  图像+ 1 的部分图片不对应(即, 一个闭塞落后的在时间), 这些地区可能是一个没有遮挡的对象或背景。它是不可能确定额外的先验没有遮挡  $s$  对象的感兴趣的。我们的方法直接从之前没有工作要计算一个向后弯曲。

#### 4.1. 非闭塞能源制定

我们现在设置 disocclusion 的优化问题。为了简化符号, 我们避免下标  $D_{t+1}, t+1$ , 表示  $R = w_t(R_t \setminus O_t)$ 。的能量是

$$E_d(D) = - \int_D p(x) dx + \beta_d \text{Area}(D) \quad (15)$$

在  $D \subset \Omega \setminus R$   $p(x) \geq 0$  表示的可能性  $x \in \Omega \setminus R$  属于非闭塞地区和  $\beta_d > 0$

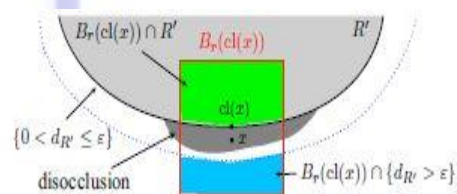


图 4: 图中使用的数量的可能性

disoccluded 像素的  $p(x)$ 。黑暗的灰色区域没有遮挡待定。浅灰色区域是  $R$  地区没有遮挡之前确定。一个像素  $x$  在乐队  $\{0 < \text{博士} \leq \varepsilon\}$  被描述,和最亲密的像素  $R, cl(x)$ 。绿色(蓝色)的区域前景(背景)分  $p_{cl}, f(x)(p_{cl}, b(x))$  确定。

是一个重量。非闭塞地区,假设一个温和相机的帧速率,是比预计小领域对象,因此惩罚。

让  $cl(x)$  表示最近的  $R$  点  $x$  和让  $Br(x)$  表示球的半径  $r$  点  $x$ 。我们选择  $p(x)$  有两个组件(见图 4。):一个措施的适合我  $(x)$  向当地分布我在  $Br(cl(x)) \cap R$  和背景  $Br(cl(x)) \cap \{\text{博士} > \varepsilon\}$ , 我和第二个措施接近的  $x$   $r$   $p$  是选择之一

$$p(x) \propto \exp \left[ -\frac{d_{R'}(x)^2}{2\sigma_d^2} + p_{cl(x), f(I(x))} - p_{cl(x), b(I(x))} \right] \quad (16)$$

在  $(x)$  博士表示欧几里得距离  $x$   $R, p_{cl}(x), f, p_{cl}(x), b$  是 Parzen 强度分布的估计我在  $Br(cl(x)) \cap R$  分别地。  $Br(cl(x)) \cap \{\text{博士} > \varepsilon\}$   $\varepsilon$  是选择足够大的地区包括没有遮挡以外的一些背景知识。

#### 4.2. 优化的 Ed

$E_d$  的全局最低阈值的计算一步从  $p$  可能性。因为  $p$  指数降低随着距离  $R$ , 我们假设  $D \subset \{0 < \text{博士} \leq \varepsilon\}$ 。没有遮挡是计算

$$D = \{x : d_{R'}(x) \in (0, \varepsilon], (G_\sigma * p)(x) > \beta_d\} \quad (17)$$

$\sigma = 0$  对应全局最佳,但对吗确保空间规律性海底钻井,我们 choose  $\sigma > 0$ 。选择  $\beta_d$  是基于相机的帧频和速度的对象(速度和帧速率越小,越小  $\beta_d$ )。图 5 显示了一个示例  $p$ , 没有遮挡发现,最终的估计。

计算在  $\{0 < \text{博士} \leq \varepsilon\}$  是有效地完成的快速行进法[23],  $cl(x)$  每一点同时传播的面前快速行进方法的发展。然后  $p$  是容易计算。

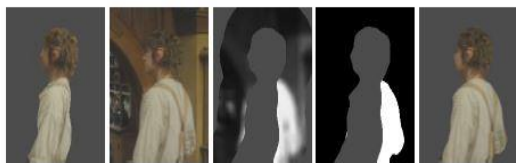


图 5:插图 disocclusion 检测。[1]:扭曲,从而辐射上定义  $R$ (闭塞和变形计算),[2]:目标图像,[3]:

的可能性没有遮挡地图  $p(BR(\varepsilon))$  中定义),[4]:计算没有遮挡  $D$ (白色),[5]:最后的光亮。边界的最终地区重复我在图 2(d)。

#### 5. 在帧过滤光亮

我们整合闭塞/变形估算的结果和没有遮挡估计到最终的估计每一帧的形状和光亮。处理建模噪音((2))中指定,我们过滤光亮。

考虑到图像序列,  $t = 1, \dots, N$  和初始模板  $R_0 \subset \Omega, a_0: R_0 \rightarrow R_k$ , 最终的算法遵循。  $t = 1, \dots, N$  重复以下步骤:

1. 计算  $R_{t-1}$  的扭曲和  $O_{t-1}: w_{t-1}(R_{t-1})$  和  $w_{t-1}(O_{t-1})$ , 分别地。和一个  $t = 1 \dots N$  定义在  $w_{t-1}(R_{t-1})$  使用优化方案 3.2 节中描述与输入  $R_{t-1}$  和它。

2. 鉴于  $R_t = w_{t-1}(R_{t-1}) \setminus w_{t-1}(O_{t-1})$ , 这种扭曲的未遮挡的部分  $R_{t-1}$ , 图像, 计算没有遮挡  $D_t$  使用(17)。的估计  $R_t$  然后  $R_t \cup D_t$ 。

3. 光亮校正

$$a_t(x) = \begin{cases} (1 - K_a)a'_t(x) + K_a I_t(x) & x \in R'_t \\ I_t(x) & x \in D_t \end{cases} \quad (18)$$

$$K_a \in [0, 1]$$

扭曲的平均辐射和当前图像(18)打击建模噪音  $\eta(2)$ 。在实践中,卡选择大如果图像是可靠的(如,没有高光,光照变化、噪声或其他任何偏差从亮度恒定),否则和小。

#### 6. 实验和比较

我们证明我们的方法在各种各样的视频包含遮挡/ disocclusions。所有例子所示有超过 100 帧(所有的视频都在补充材料)。证明阻塞/ 没有遮挡建模艾滋病联合外观形状/跟踪, 我们比较 Adobe After Effects CS6 2012(AAE)(基于[4]采用局部关节形状和外观信息没有明确的闭塞建模。注意,AAE 有一个交互式组件自动纠正错误组件;我们与自动化组件与我们的方法显示更少的交互需要。展示

优势跟踪使用全局统计,我们与[12](公开的代码),雇佣了全局统计除了其他先进技术。

参数选择: $\sigma = 5(17)$ 和 $(14)$ ,可能性 $\sigma d = 100, p(16)$ ,带厚度域的  $p\epsilon = 30, Br$  的半径在  $pf, x$  和铅、 $xr = 3\epsilon$ (即。  $6, \epsilon \times 6\epsilon$ 窗口)。的阈值闭塞阶段是 $\beta_o = Resmin + 0.3 \times (Resmax - Resmin)$   $Resmax(Resmin)$ 表示的最大(最小)平滑的剩余价值。disocclusion 阈值阶段是 $\beta_d = 0.5 p$  是规范化的时候出现是一个概率。光亮的获取更新 $(18)Ka = 0.8$ 。大多数参数可以为整个固定视频和广泛。最重要的参数 $\beta$ 的,灵敏度分析[27]所示。

第一个实验(图 6)表明,闭塞和没有遮挡建模是至关重要的。人的序列向前走,他的腿、手臂和背部 selfoccluded /disoccluded。忽略遮挡(设置  $O = \emptyset$ 在 3.2 节)和没有遮挡检测、形状是不准确的(第一行)。使用阻塞建模而不是 disocclusions(第二行),可以丢弃部分腿之间的背景和阻挡第一帧删除。使用没有遮挡建模但不遮挡(第三行),disoccluded 部分身体的检测。然而,无关的区域背景(删除在闭塞阶段)被俘。最好的结果(最后一行)实现的阻塞和没有遮挡 s 建模。第四行显示的结果[12],麻烦歧视脸和背景之间共享同样的光亮。第五行显示了 Adobe 影响后的结果 2012(AAE)捕获无关的背景。

图 7 显示了一条鱼和一个溜冰者的跟踪。当前景/全局直方图背景很容易分离,[12]表现良好,当小 AAE 遮挡时, 执行该方法一样。

在图 8 中,我们已经测试了我们的算法具有挑战性视频(100 多帧序列)展出遮挡和没有遮挡(交叉腿,观点深度变化、旋转),光亮和复杂的对象背景中,很难区分前景和背景之间的全局统计信息(例如,女人的裤子和汽车轮胎)一样的光芒。偏差从亮度恒常性是清晰可见(小光照变化、镜面反射,甚至阴影)。后者是我们动态辐射处理更新。在这些序列,[12]和 Adobe 的方法 2012 后效应(AAE)差别——有困难渐变对象和背景分享部分相似强度,和遮挡(如,交叉腿)。在“夫人奔驰序列(左上),几帧后,[12]只能追踪的女士。这是因为女士的服装股票类似强度的轮胎汽车的一些背景。因此,追踪混淆服装与背景,只有追踪,统计不同于其它的图像。



图 6:建模遮挡/ Dis-Occlusions 是必要的。(1 行):阻塞/ dis-occlusion 检测在我们的方法。[2]:阻塞建模完成后,但不是 dis-occlusions 在我们的方法。[3]:dis-occlusions 检测到但不遮挡。[4]:[12]的结果。[5]:结果 AAE 的[4]。当阻塞[6]:准确跟踪执行和 dis-occlusion 建模(我们的最终结果)。

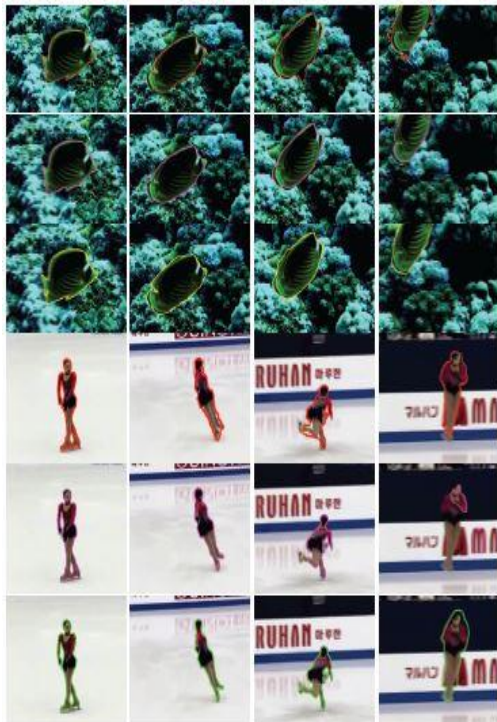


图 7:独特的全局前景/背景统计数据。(高级):[12],[中]:AAE[下]:提议方法。当前/背景全局统计数据是可分的,[12],AAE小遮挡,表现良好。

Sequence	Scribbles [12]	Adobe Effects 2012 [4]	Ours
Library	0.8926	0.9193	0.9654
Fish	0.9239	0.9513	0.9792
Skater	0.8884	0.6993	0.9086
Lady	0.2986	0.8243	0.9508
Station	0.5367	0.8258	0.9216
Hobbit	0.7312	0.5884	0.9335
Marple	0.6942	0.8013	0.9186

图 9:量化性能分析。平均 Fmeasure(在所有帧)计算从地面真理显示。大 F-measure 意味着更好的性能。

我们的方法能够捕捉物体的形状(定量评估是在图 9)的人站(右上角集团)在第四列显示了一个限制我们的 dis-occlusion 检测:非闭塞部分不相似的对象作为当前的光亮模板(鞋的鞋底)没有检测到。

最后,我们说明我们的算法的运行时间标准的英特尔 2.8 ghz 双核处理器。请注意,速度将取决于多种因素,如大小的对象和框架之间的变形量。在 720 年高清视频,平均 8 秒每帧序列在图 8(c++),而 AAE 需要 1 秒。都是有可能的。、关节速度和闭塞计算可以使用多

尺度过程加快。

## 7. 结论

拟议的技术跟踪是基于形状共同匹配的  
形状和复杂的光亮(定义为函数在帧对象的地区)。Selfocclusions 对关节和 dis-occlusions 构成挑战外观形状/跟踪,建模和计算在这个工作原则框架。实验证明了建模的临界遮挡和 dis-occlusions。比较最近的构建方法在全局形象统计前景/背景分离没有阻塞和关节的形状/外观建模建模,证明该算法的有效性在复杂对象/背景辐射的情况下,和遮挡/dis-occlusions。

未来的工作包括完整的物体的遮挡其他对象,提高 dis-occlusion 检测

## 引用

[1] L. Alvarez, R. Deriche, T. Papadopoulos, and J. S'anchez. Symmetrical dense optical flow estimation with occlusions detection. *ECCV 2002*, pages 721–735, 2002. 2

[2] A. Ayvaci, M. Raptis, and S. Soatto. Sparse occlusion detection with optical flow. *International Journal of Computer Vision*, pages 1–17, 2011. 2, 3

[3] X. Bai, J. Wang, and G. Sapiro. Dynamic color flow: a motion-adaptive color model for object segmentation in video. *ECCV 2010*, pages 617–630, 2010. 2

[4] X. Bai, J. Wang, D. Simons, and G. Sapiro. Video snapcut: robust video object cutout using localized classifiers. *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, 28(3):70, 2009. 5, 6, 7

[5] M. Beg, M. Miller, A. Trounev'e, and L. Younes. Computing large deformation metric mappings via geodesic flows of diffeomorphisms. *International Journal of Computer Vision*, 61(2):139–157, 2005. 1,

[6] R. Ben-Ari and N. Sochen. Variational stereo vision with sharp discontinuities and occlusion handling. In *ICCV*, pages 1–7. IEEE, 2007. 2

[7] C. Bibby and I. Reid. Real-time tracking of multiple occluding objects using level sets. In *CVPR*, pages 1307–1314. IEEE, 2010. 1





图 8:遮挡/ dis-occlusions,违反亮度恒定,前景/背景不容易分离。(高级):[12],[中]:Adobe After Effects 的 2012 年,[下]:提出的方法。方法基于前景/背景图像统计歧视泄漏为背景。注意 4(约 100) 帧被选中显示在每一个序列视频(见补充材料)。

- [8] M. Black and A. Jepson. Eigentracking: Robust matching and tracking of articulated objects using a view-based representation. *International Journal of Computer Vision*, 26(1):63–84, 1998. 2
- [9] V. Caselles, R. Kimmel, and G. Sapiro. Geodesic active contours. *IJCV*, 22(1):61–79, 1997. 1
- [10] T. Chan and L. Vese. Active contours without edges. *Image Processing, IEEE Transactions on*, 10(2):266–277, 2001. 1
- [11] D. Cremers. Dynamical statistical shape priors for level set based tracking. *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on*, 28(8):1262–1273, 2006. 1, 2
- [12] J. Fan, X. Shen, and Y. Wu. Scribble tracker: a matting-based approach for robust tracking. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 34(8):1633–1644, August 2012. 1, 6, 7,
- [13] G. Hager and P. Belhumeur. Efficient region tracking with parametric models of geometry and illumination. *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on*, 20(10):1025–1039, 1998. 2
- [14] B.-W. Hong, Z. Lu, and G. Sundaramoorthi. A new model and simple algorithms for multi-label Mumford-Shah problems. In *CVPR*, pages 1219–1226. IEEE, 2013. 3
- [15] M. Isard and A. Blake. Condensation: conditional density propagation for visual tracking. *International journal of computer vision*, 29(1):5–28, 1998. 1, 2
- [16] J. Jackson, A. Yezzi, and S. Soatto. Dynamic shape and appearance modeling via moving and deforming layers. *Int. Journal of Computer Vision*, 79(1):71–84, 2008. 1, 2
- [17] M. Kass, A. Witkin, and D. Terzopoulos. Snakes: Active contour models. *IJCV*, 1(4):321–331, 1988. 1
- [18] D. Mumford and J. Shah. Optimal approximations by piecewise smooth functions and associated variational problems. *Communications on pure and applied mathematics*, 42(5):577–685, 1989. 2
- [19] S. Osher and J. Sethian. Fronts propagating with curvature dependent speed: algorithms based on Hamilton-Jacobi formulations. *J. Comp. Physics*, 79(1):12–49, 1988. 3
- [20] N. Paragios and R. Deriche. Geodesic active regions: A new framework to deal with frame partition problems in computer vision. *Journal of Visual Communication and Image Representation*,

13(1-2):249–268, 2002. 1

[21] Y. Rathi, N. Vaswani, A. Tannenbaum, and A. Yezzi. Tracking deforming objects using particle filtering for geometric active contours. *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on*, 29(8):1470–1475, 2007. 1, 2

[22] S. Ricco and C. Tomasi. Dense lagrangian motion estimation with occlusions. In *CVPR*, pages 1800–1807. IEEE, 2012. 2

[23] J. Sethian. A fast marching level set method for monotonically advancing fronts. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 93(4):1591, 1996. 5

[24] C. Strecha, R. Fransens, and L. Van Gool. A probabilistic approach to large displacement optical flow and occlusion detection. *Statistical methods in video processing*, pages 25–45, 2004. 2

[25] G. Sundaramoorthi, A. Mennucci, S. Soatto, and A. Yezzi. A new geometric metric in the space of curves, and applications to tracking deforming objects by prediction and filtering. *SIAM Journal on Imaging Sciences*, 2011. 2

[26] P. Sundberg, T. Brox, M. Maire, P. Arbel'aez, and J. Malik. Occlusion boundary detection and figure/ground assignment from optical flow. In *CVPR*, pages 2233–2240, 2011. 2

[27] <http://arxiv.org/abs/1208.4391>. 4, 6

[28] J. Xiao, H. Cheng, H. Sawhney, C. Rao, and M. Isnardi. Bilateral filtering-based optical flow estimation with occlusion detection. *ECCV*, pages 211–224, 2006. 2

