

# Shadow Art



Niloy J. Mitra, Mark Pauly  
ACM SIGGRAPH Asia 2009



SIGGRAPHASIA2009

# Shadow Art

**Niloy J. Mitra**  
IIT Delhi / KAUST

**Mark Pauly**  
ETH Zurich

- 概要
- 1 介紹
- 2 影子輪廓
- 3 優化
- 4 編輯
- 5 結果
- 6 結論與未來工作

# 概要

- 影子藝術的精髓：通過3D雕塑投射出的2D影子來達到藝術效果
- 本文介紹了一個電腦開發工具
- 輸入二元圖片並調節投影參數來完成雕塑的設計流程
- 影子藝術雕塑的創作難點：生成不同的影子需要的3D物體通常會相互限制
- 利用演算法生成可以實際製作出來的3D雕塑

# 1 介紹

- 本文介紹了一個幾何優化方法 通過對輸入圖片進行變形處理 來找出一個穩定的影子輪廓
- 最小限度的改變輸入圖片的形狀
- 得到的影子輪廓可以通過後續的加工編輯 得到更具藝術感的外形  
(系統會自動確保得到的影子不受干擾)

經過編輯，可得到類似下圖的效果



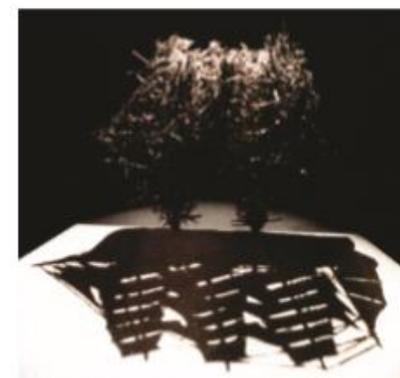
(a) *Real Life is Rubbish*



(b) *Sunset over Manhattan*



(c) *Lunch with a Helmet On*



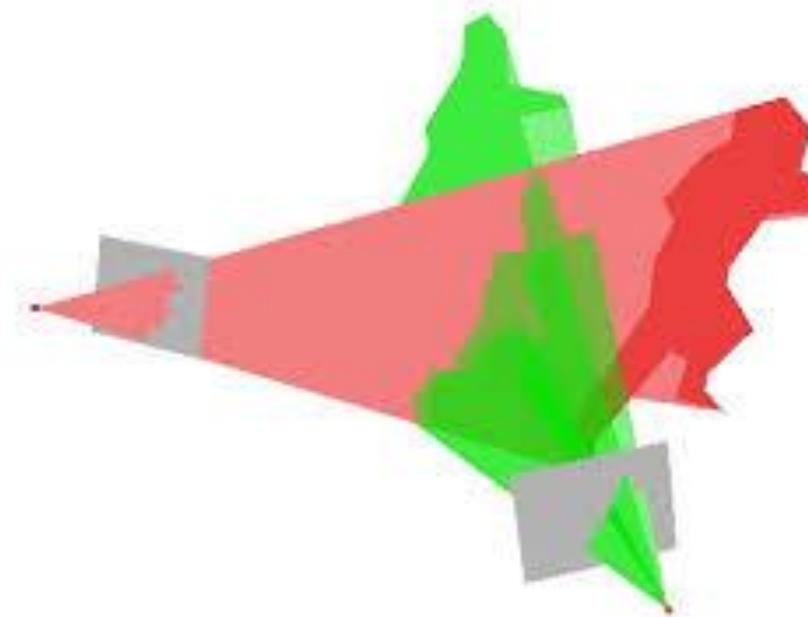
(d) *One Cannot Cut the Sea*

# 1 介紹

- Visual Hull: 由圖片輪廓投射出的圓筒相互交叉生成的體塊

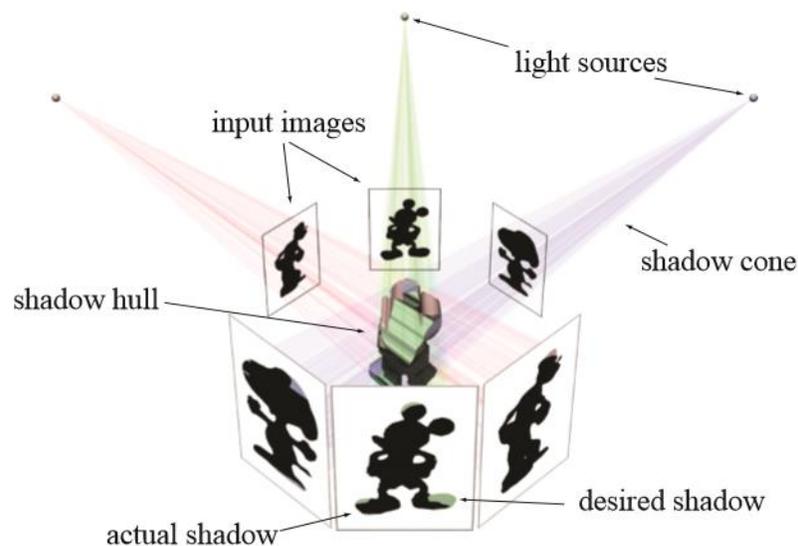
將輸入圖片的投影相互交叉 得到影子的輪廓

- 并非任意圖片都可以生成這樣的立體形狀，  
啓發了作者通過輕微改變原圖的形狀來優化  
影子輪廓



## 2 影子輪廓

- 影子輪廓的生成主要需要滿足兩個要求：
  1. 一致性： 不一致的影子會導致雕塑投射出的影子形狀不完整



**Figure 3:** Snoopy, Mickey, and Popeye meet in shadow art. A shadow source, specified by a projection and an input image, defines a generalized shadow cone. The intersection of these cones yields the shadow hull. Inconsistencies lead to deviations of the actual shadows from the desired shadow images.

## 2 影子輪廓

- 影子輪廓的生成主要需要滿足兩個要求：

2. 離散化：分離圖片中影子的部分和空白的部分

本文使用了位元運算中（Binary AND Operation）：

按位元與（AND）

按位元與處理兩個長度相同的二進位數，兩個相應的二進位都為1，該位的結果值才為1，否則為0。

0101

AND 0011

= 0001

## 2 影子輪廓

- 影子輪廓的生成主要需要滿足兩個要求：
  2. 離散化：分離圖片中影子的部分和空白的部分  
輸入圖片的每一個像素為 $I_k$

$I_k(i, j) = 1$  有影子的像素點

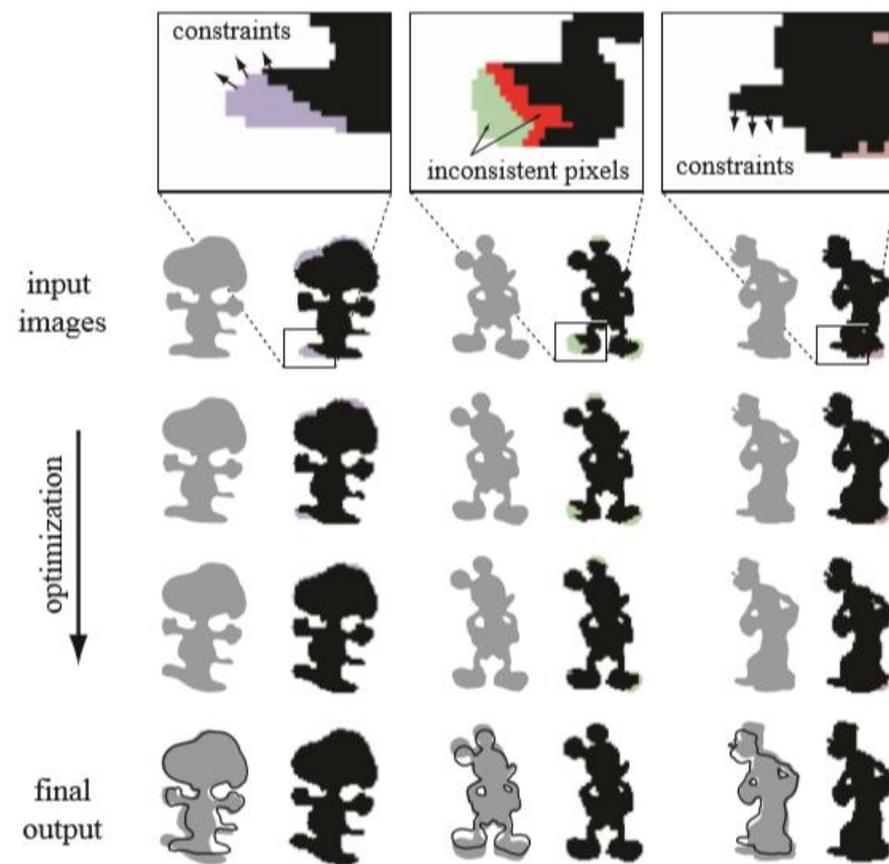
$I_k(i, j) = 0$  沒有影子的空白點

$H(x, y, z) = 1$  用於生成影子的立體像素點

$H(x, y, z) = 0$  留白部分的立體像素點

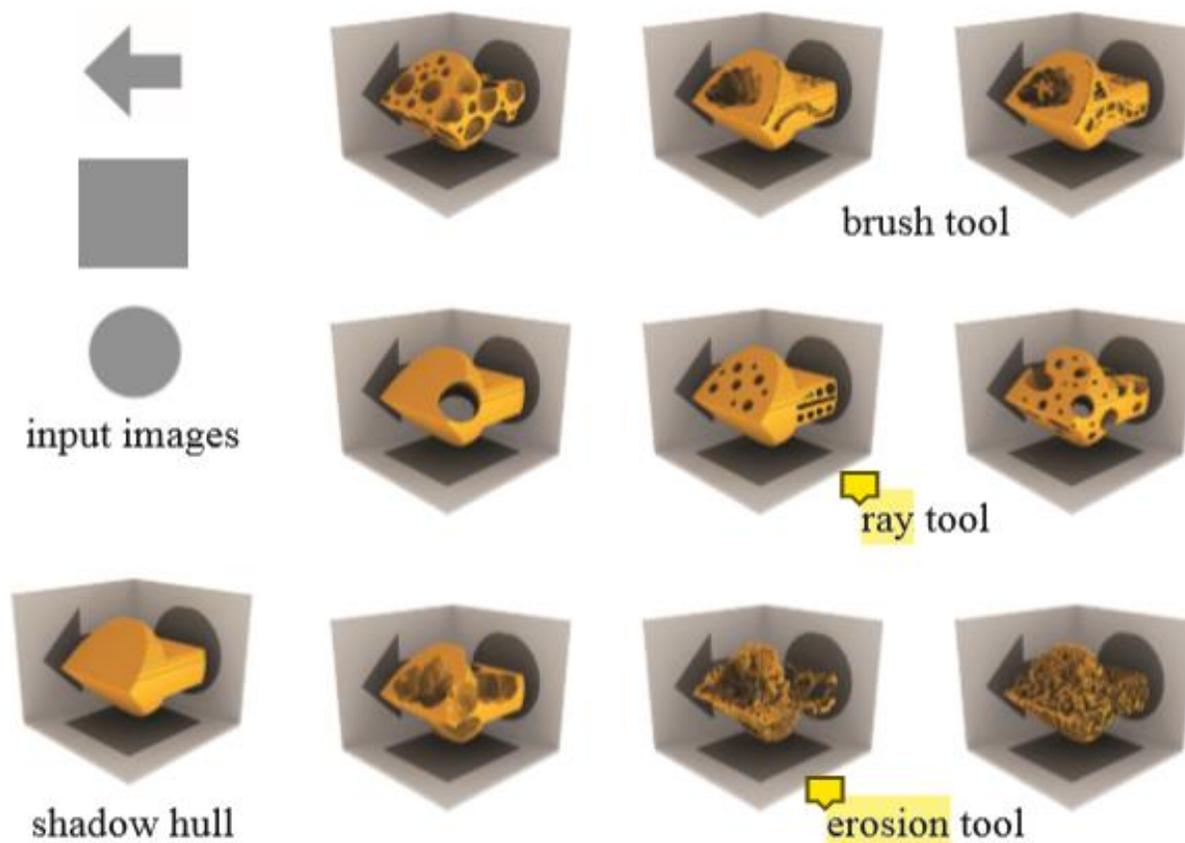
# 3 優化

- 優化輸入圖片的形狀，將需要優化的部分對應在每個影子來源上，同時對每張圖做細微修改，在不影響影子辨識度的情況下 最小限度改變原圖形狀



## 4 編輯

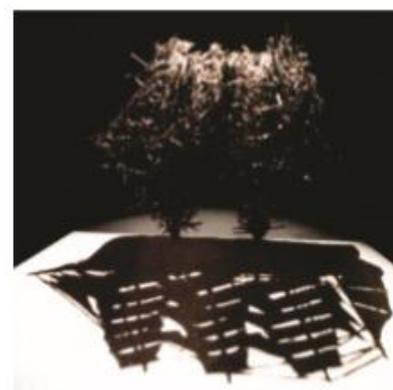
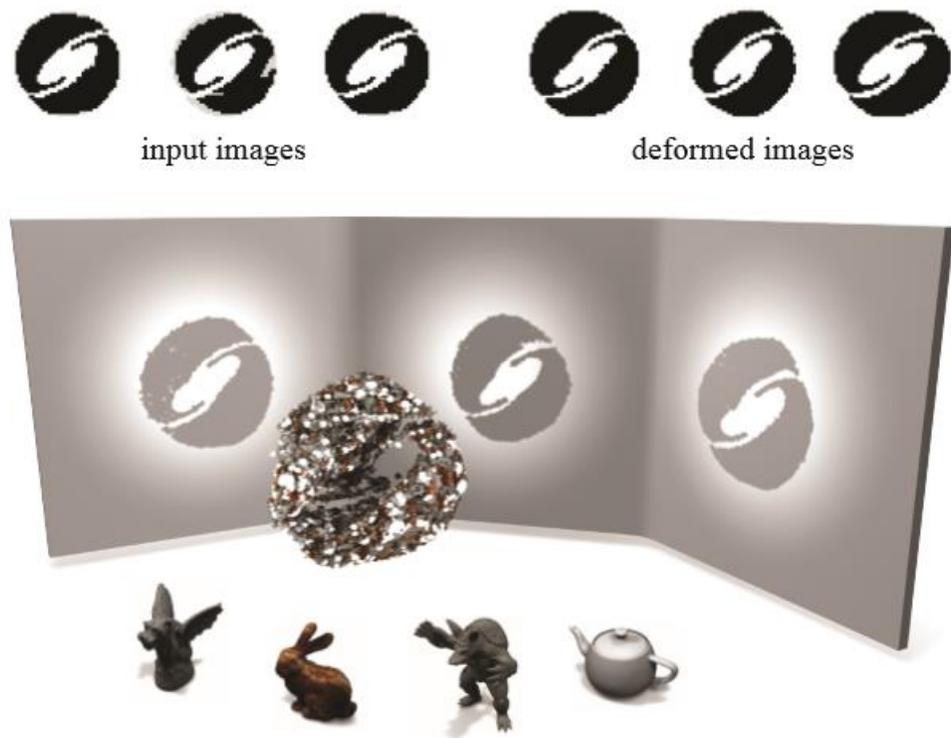
- 開發的系統中有兩種編輯模式：
- 1 體積雕刻：
- 筆刷模式：類似於2D繪畫軟體中的筆刷，在雕塑表面留下圓形的筆劃
- 鐳射模式：穿透模型
- 腐蝕模式：模擬一條蛇一邊前進一邊吃掉自己面前的東西，消除所有前進過程中遇到的立體像素



**Figure 6:** The brush, ray, and erosion tools provide versatile editing functionality for modifying the 3D sculpture hull without altering the desired shadow images provided by the user.

## 4 編輯

- 開發的系統中有兩種編輯模式：
- 2 填補空間：
- 若未編輯過的3D雕塑已經足夠滿意，可直接生成3D模型供3D打印
- 也可利用系統庫中已有的基礎模型來填補雕塑的部分



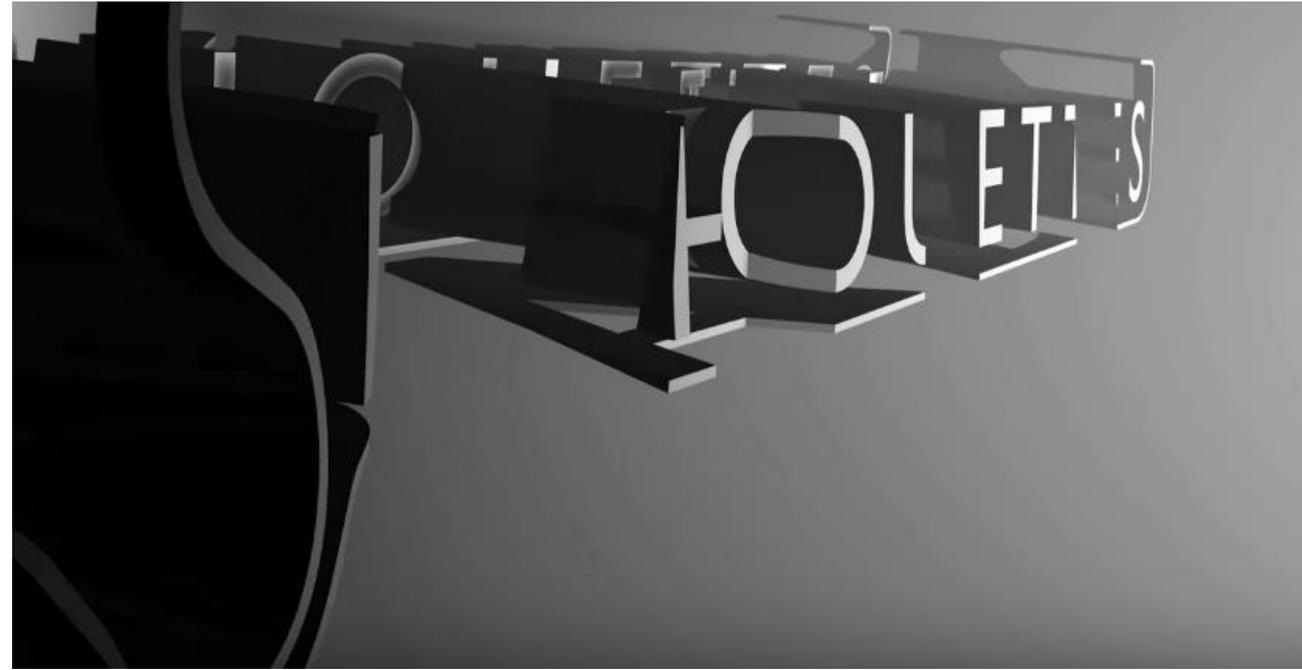
## 5 結果

- 通常影子藝術在動態光源或動態視角下效果最好
- 相隔45度的3個影子，對雕塑進行了編輯
- 盡量使雕塑本身與形成的影子不相同
- 小物件投射出大影子



## 5 結果

相互間隔60度的三個連貫的  
影子



實驗動畫：  
Sillhouette of Jazz