

# 用于三维曲线骨架提取的简单稳定中心性度量方法

李雷, 王文成\*, 储翌尧. A Simple and Stable Centeredness Measure for 3D Curve Skeleton Extraction, *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 在线发表, August 2020  
\*e-mail: [whn@ios.ac.cn](mailto:whn@ios.ac.cn), \*tel: 010-62661611

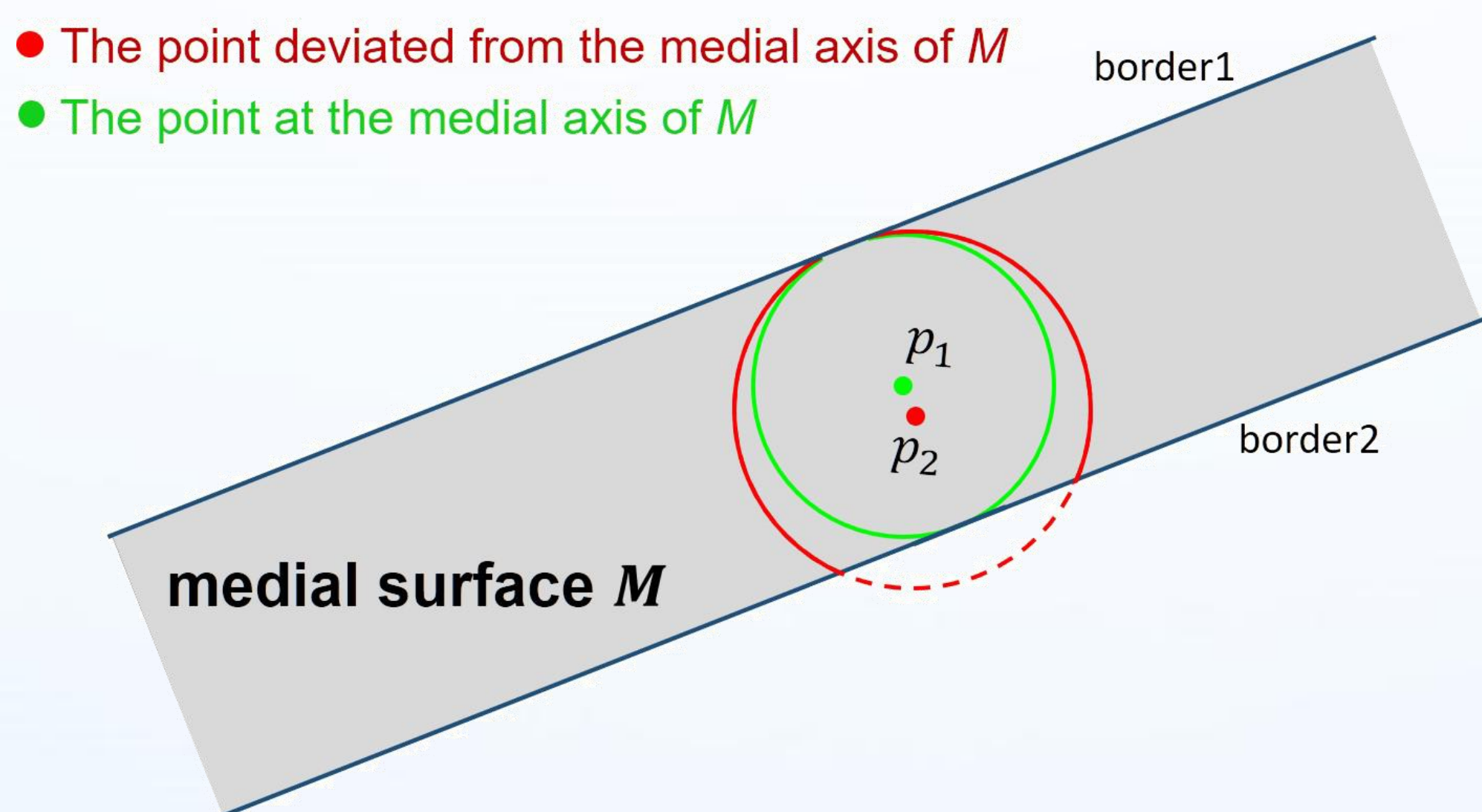
## 概述

- 三维模型的骨架包括曲面骨架和曲线骨架。其中曲面骨架又称中值面, 是三维模型所有内切球的球心的集合。曲线骨架则是曲面骨架进一步降维得到的位于模型中心的曲线结构。
- 曲线骨架是对模型几何、拓扑的简洁表达, 能有效地应用于模型的理解和操纵, 在形状检索, 医学影像分析, 模型动画, 动作捕捉重建等领域都有着广泛应用。
- 已有的骨架提取方法大都模拟Blum提出的烧草模型, 在模型的边界同时点火, 将火线交会的中心线作为骨架。但这种从外向内的收缩方式对噪声十分敏感, 生成的骨架往往会有很多毛刺, 中心性不佳。
- 挑战:** 已有的方法通常依赖于繁琐的调参过程来去除毛刺以生成简介骨架。而生成骨架中心性较好的方法, 往往需要耗时的全局计算以对中值面进行中心性度量。

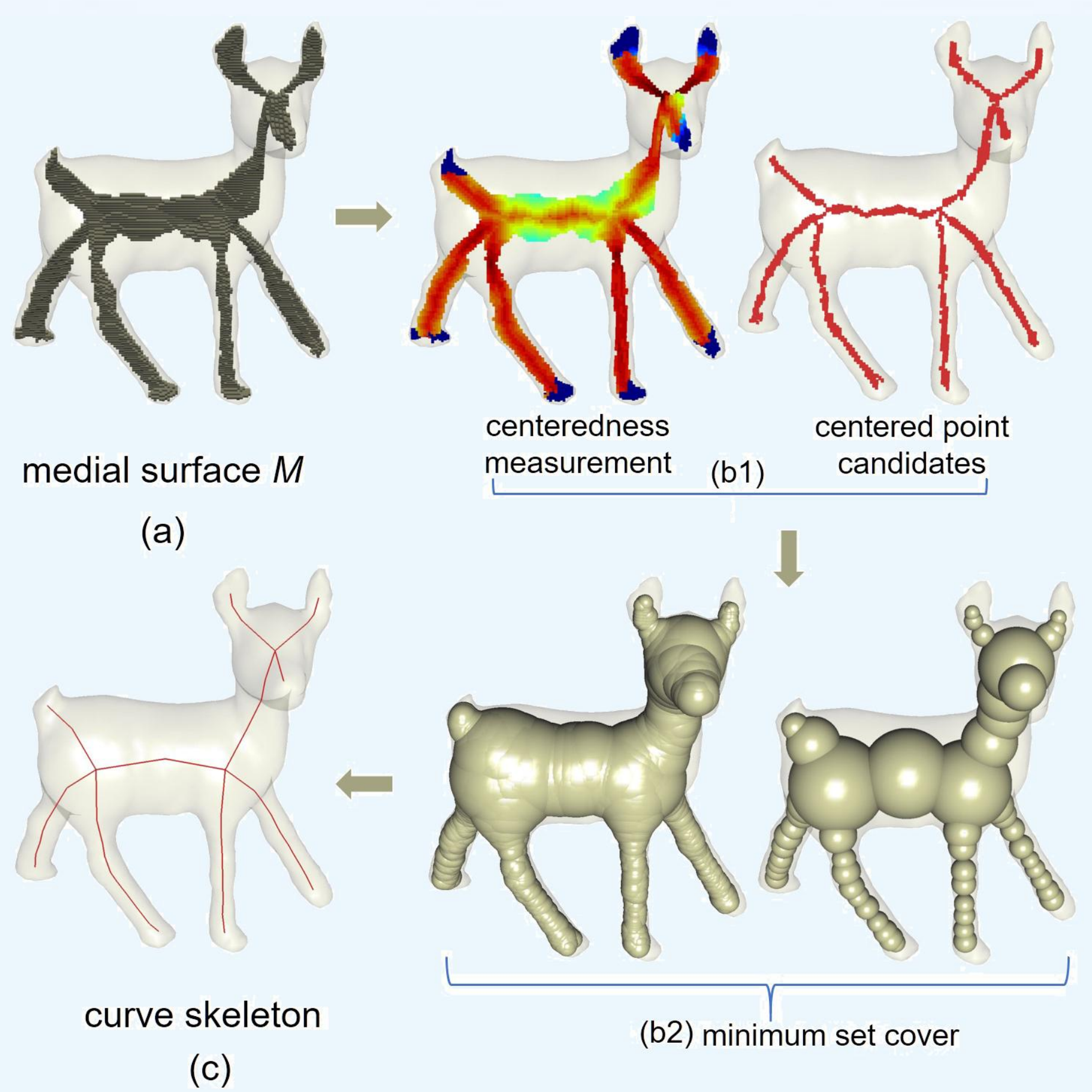
**目标:** 提出一种“由内向外”的中心性度量方式, 提高曲线骨架抽取的鲁棒性、简洁性、方便性。

## 发现

- 我们发现, 在中值面 $M$ 的中轴上一点 $P_1$ 点火烧断 $M$ 所需的时间一定比在偏离中轴的点 $P_2$ 点火所需的时间更短。
- 基于此发现, 我们可以将从中值面上一点点火烧断 $M$ 所需的时间作为一种全新的由内向外的中心性度量。
- 这种由内向外的传播方式使得对中值面上每一点的中心性度量计算相互独立, 在实现上有极高的并行度, 因此计算速度很快。

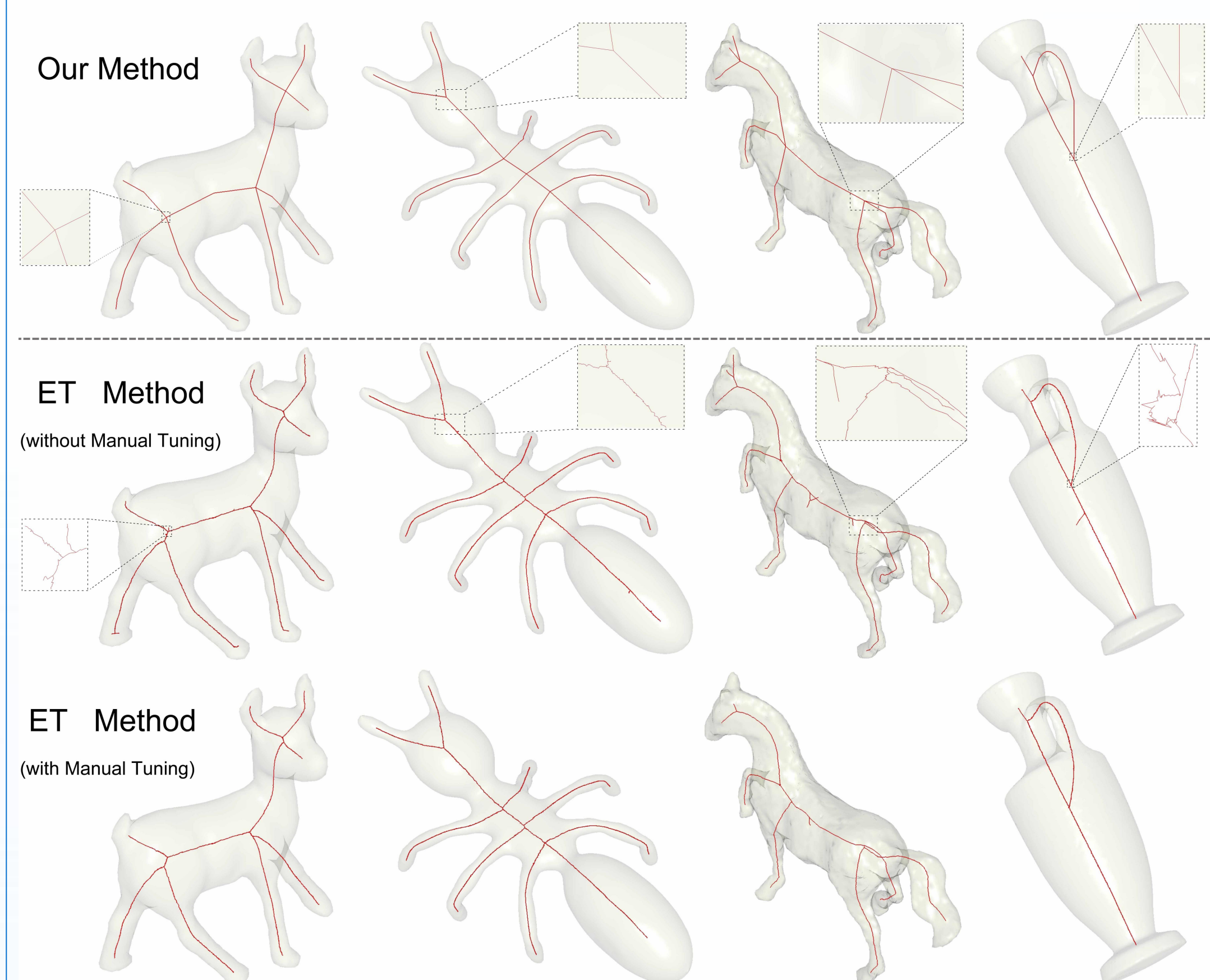
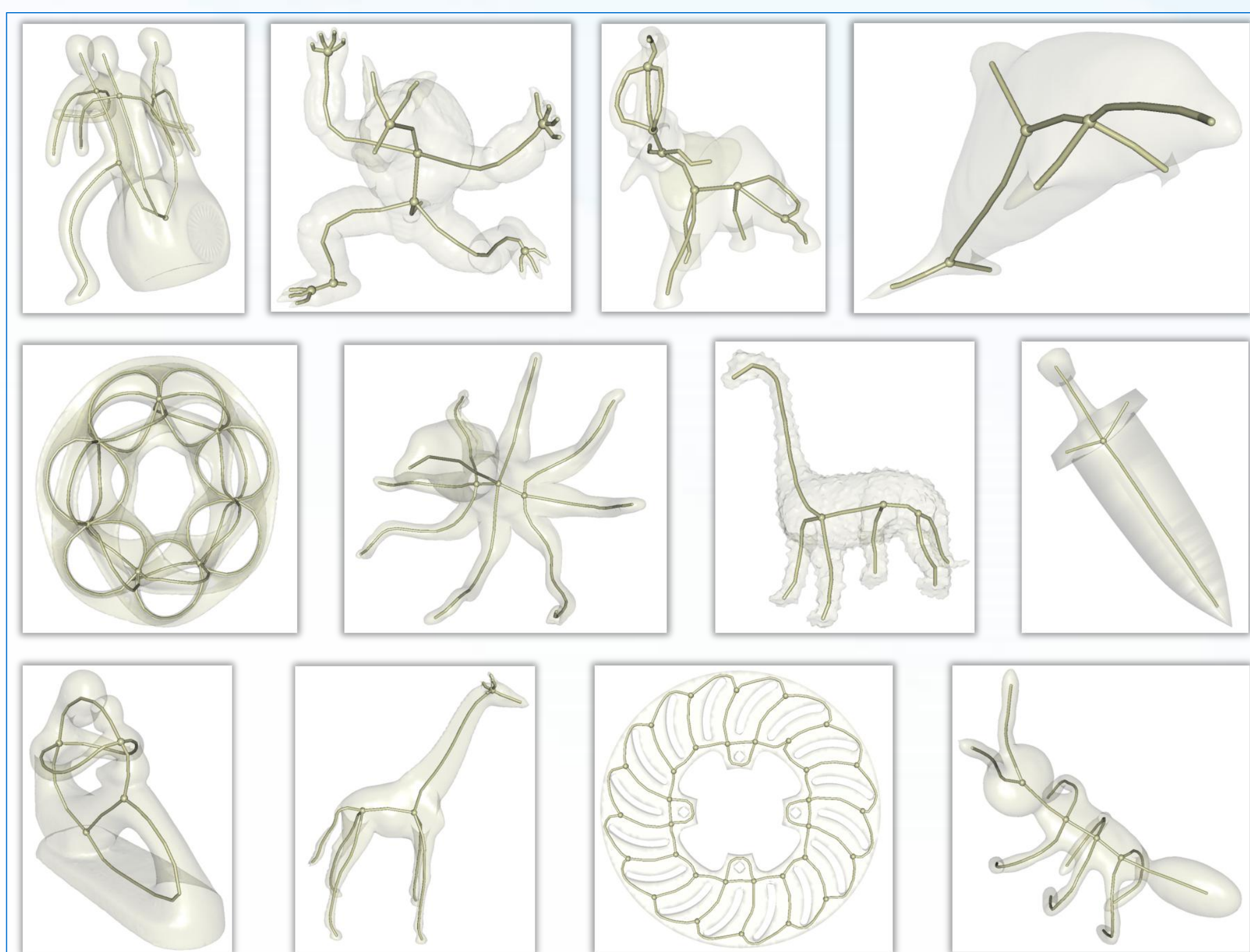


## 方法

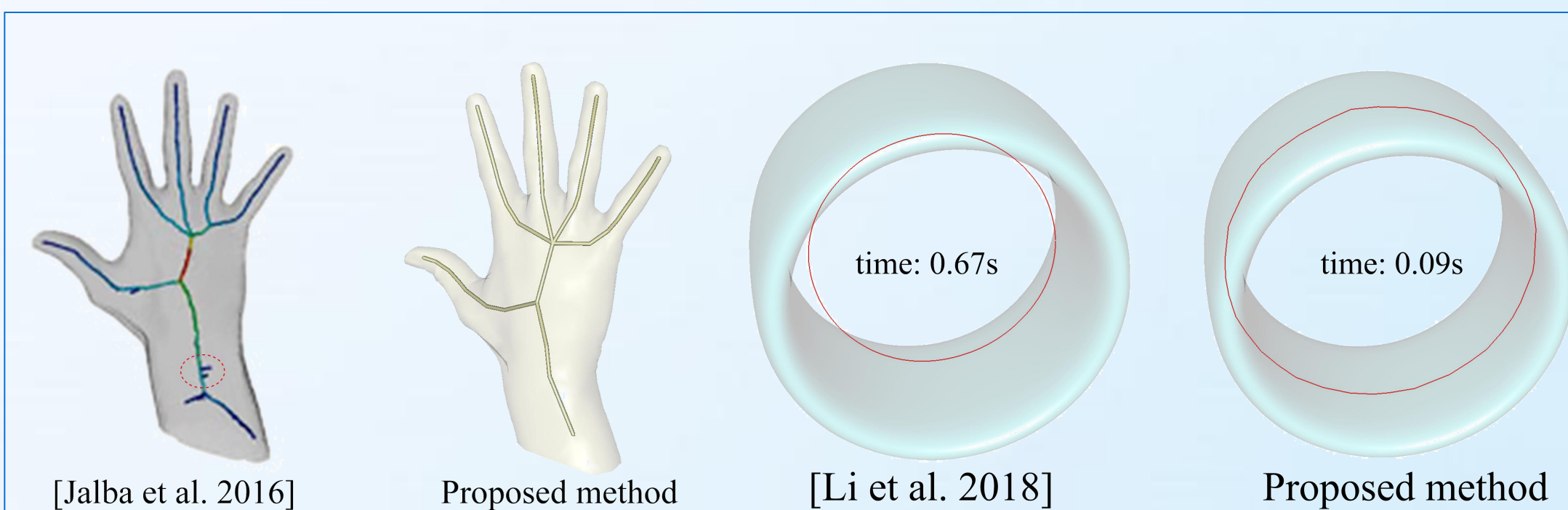


- 对中值面上每一点进行中心性度量, 构建中心性场;
- 从中心性场提取由中心性极值构成的山脊线作为中心点候选集;
- 计算中心点候选集的一个集合覆盖: 每次选取当前对应的内切球半径最大的中心点, 并删去被其覆盖的中心点, 直至无点可删;
- 连接集合覆盖中的中心点生成曲线骨架;

## 结果比较与分析



相比于ET方法[1], 新方法无需繁琐的参数调整, 生成的骨架也更简洁光滑。同时新方法在计算速度上有近千倍的提高。



- 相比于方法[2], 新方法生成的骨架更为干净简洁, 没有毛刺。
- 相比于方法[3], 新方法对于弯曲模型也会始终生成位于模型中心的骨架, 不会产生偏移到形状外部的现象。

## 结论

- 提出了一个简单稳定的中心性度量方法, 由此可快速、简便、鲁棒、简洁地抽取三维模型的曲线骨架。

## 参考文献

- [1] YAN Y., SYKES K., CHAMBERS E., LETSCHER D., JU T.: Erosion thickness on medial axes of 3d shapes. *ACM Trans. Graph.* 35, 4 (July 2016), 38:1–38:12.
- [2] JALBA A. C., SOBIECKI A., and TELEA A. C., “An unified multiscale framework for planar, surface, and curve skeletonization,” *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 38, no. 1, pp. 30–45, 2016.
- [3] LEI L. and WENCHENG W., “Improved use of LOP for curve skeleton extraction,” *Computer Graphics Forum*, vol. 37, no. 7, pp. 313–323, 2018.