

增强主要特征捕捉的三维模型曲线骨架提取

Robustly Extracting Concise 3D Curve Skeletons by Enhancing the Capture of Prominent Features

IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 2022, doi:10.1109/TVCG.2022.3161962.

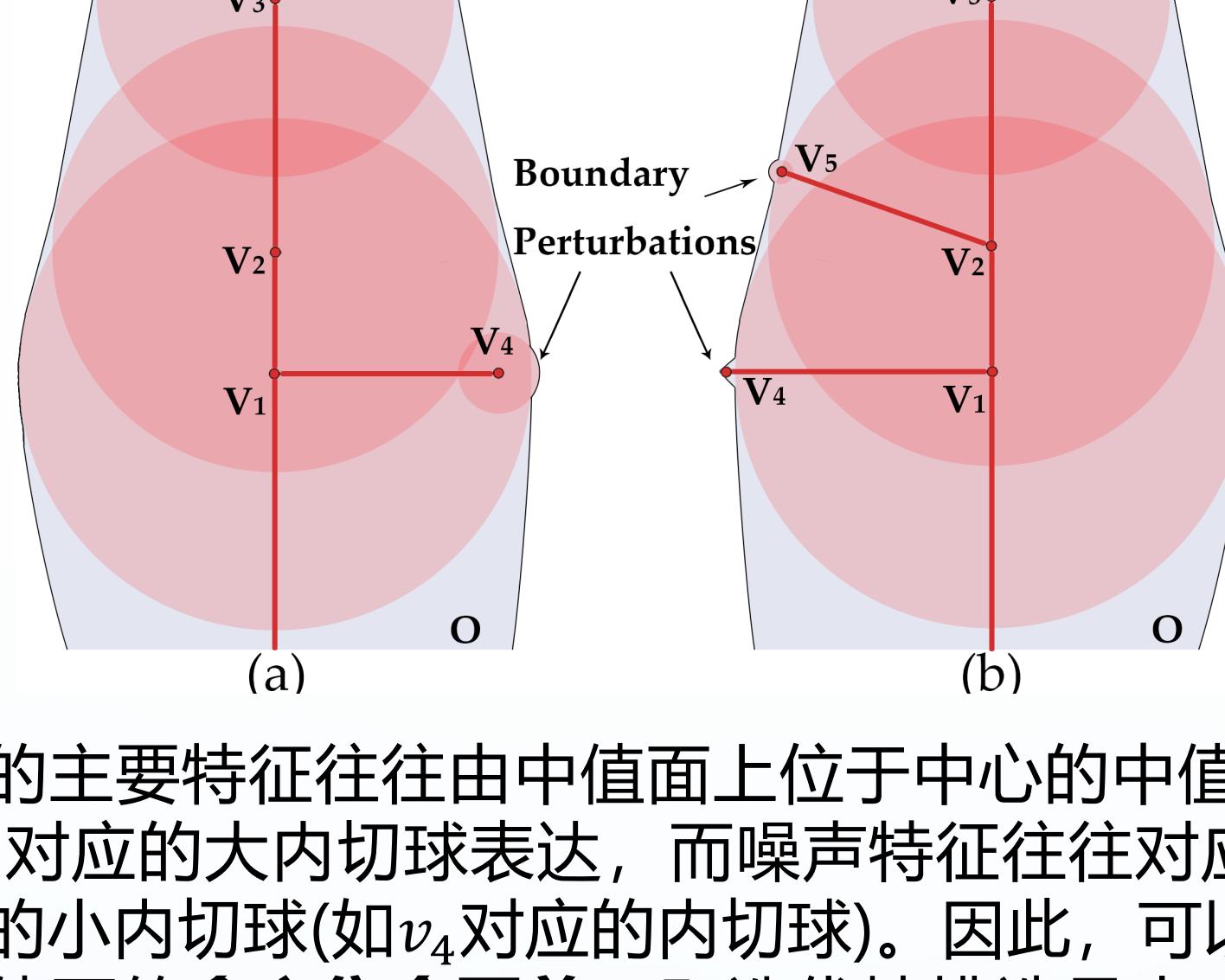
储翌尧, 王文成*, 李雷. *e-mail: whn@ios.ac.cn, *tel: 010-62661611

问题概述

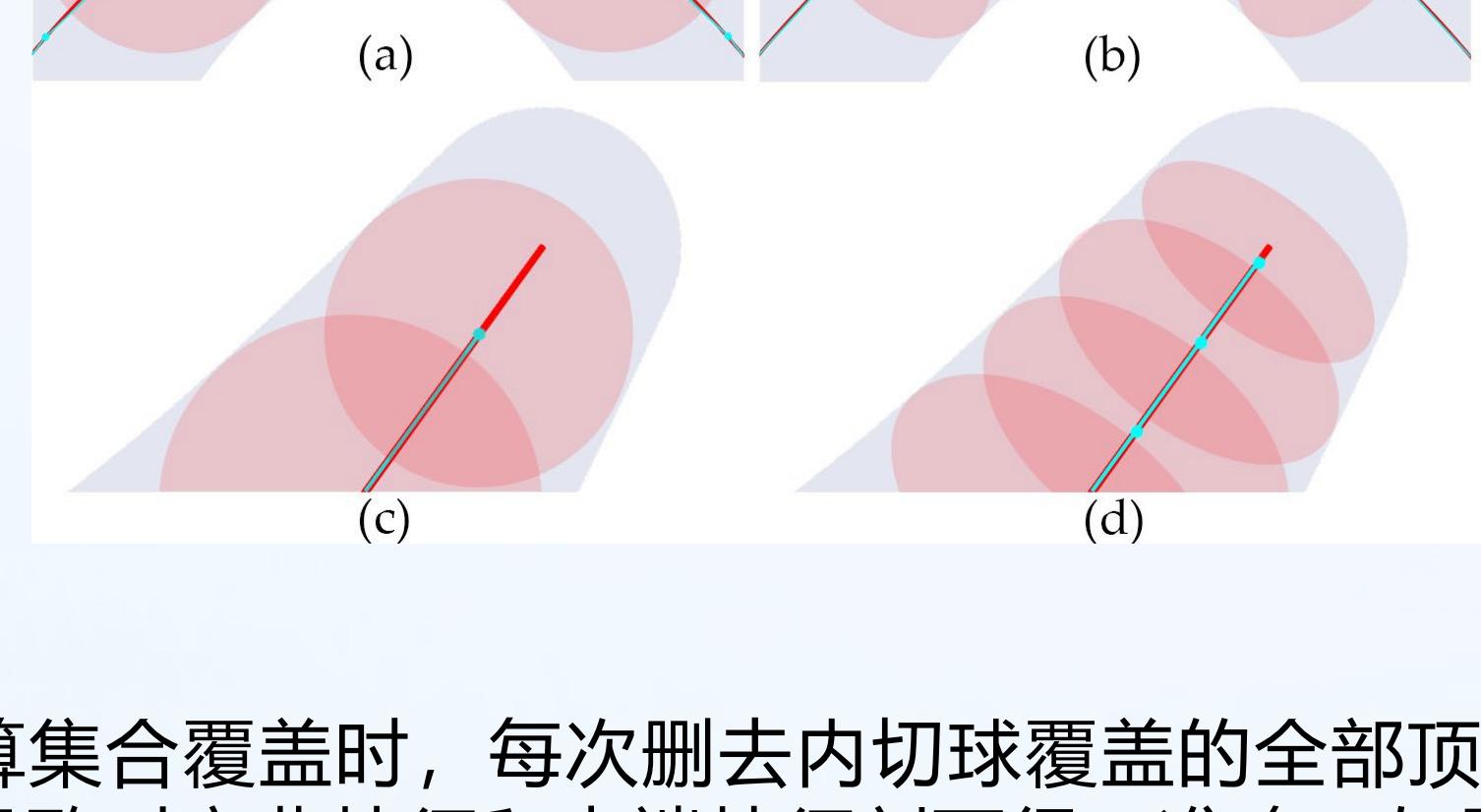
- 三维模型的骨架包括曲面骨架和曲线骨架。其中曲面骨架又称中值面，是三维模型所有内切球的球心的集合。曲线骨架则是曲面骨架进一步降维得到的位于模型中心的曲线结构。
- 曲线骨架是对模型几何与拓扑的简洁表达，能有效地应用于模型的理解和操纵，在形状检索，医学影像分析，模型动画，动作捕捉重建等领域都有着广泛应用。
- 已有方法大都通过收缩的方式提取骨架，易受模型表面噪声的影响，因此，往往需要繁琐的调参来去除毛刺以生成简洁的骨架，影响了工作效率。

思路

- 三维模型的骨架由其主要特征决定，因此通过加强主要特征的捕捉来生成骨架，就可很好地避免噪声影响，且无需麻烦的调参，就能得到高质量的骨架。

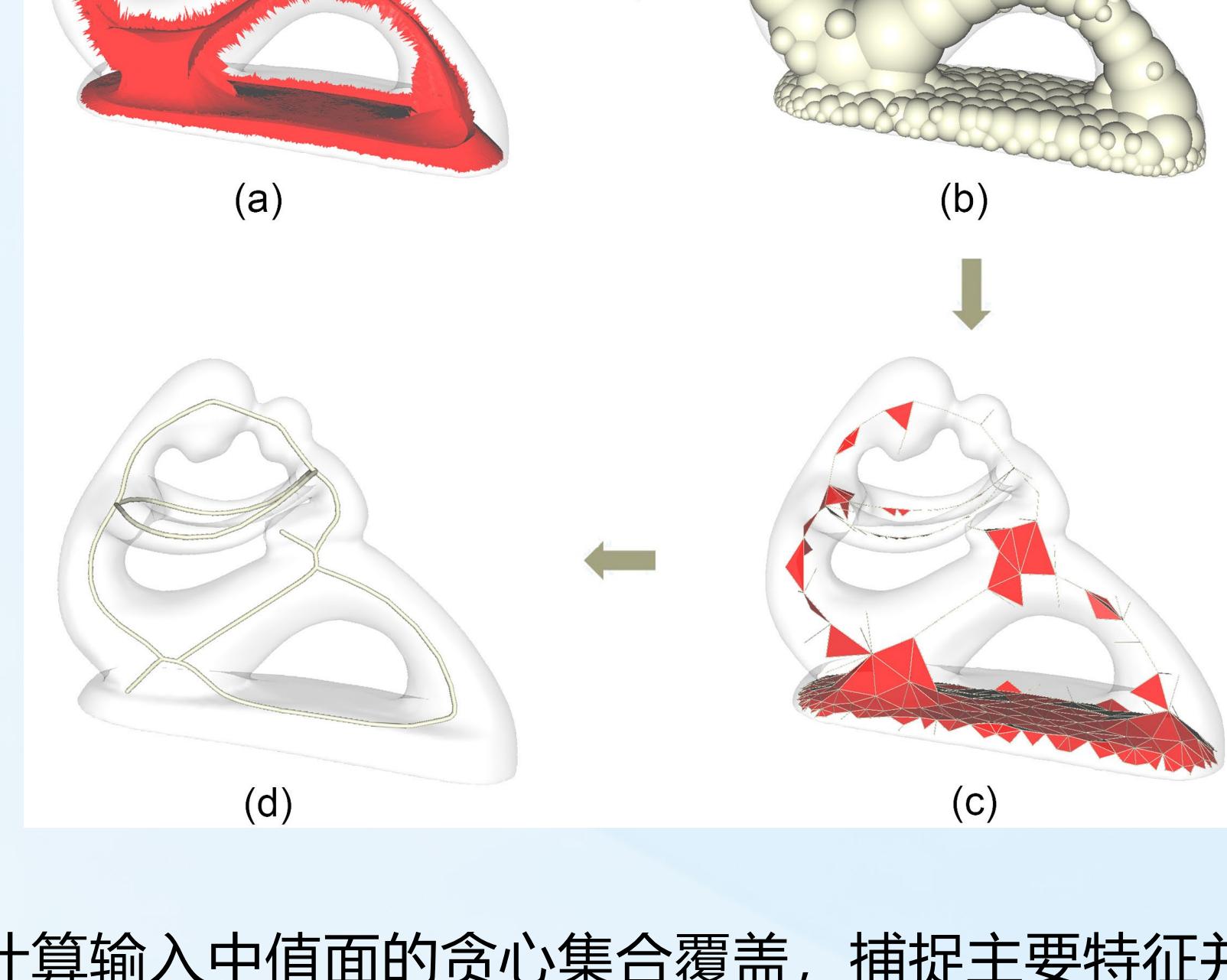


- 模型的主要特征往往由中值面上位于中心的中值点(如图中 v_1)对应的大内切球表达，而噪声特征往往对应着偏离中心的小内切球(如 v_4 对应的内切球)。因此，可以通过计算中值面的贪心集合覆盖，即迭代地挑选最大内切球，以删除被它覆盖的中值点，来捕捉主要特征并消除噪声的影响。



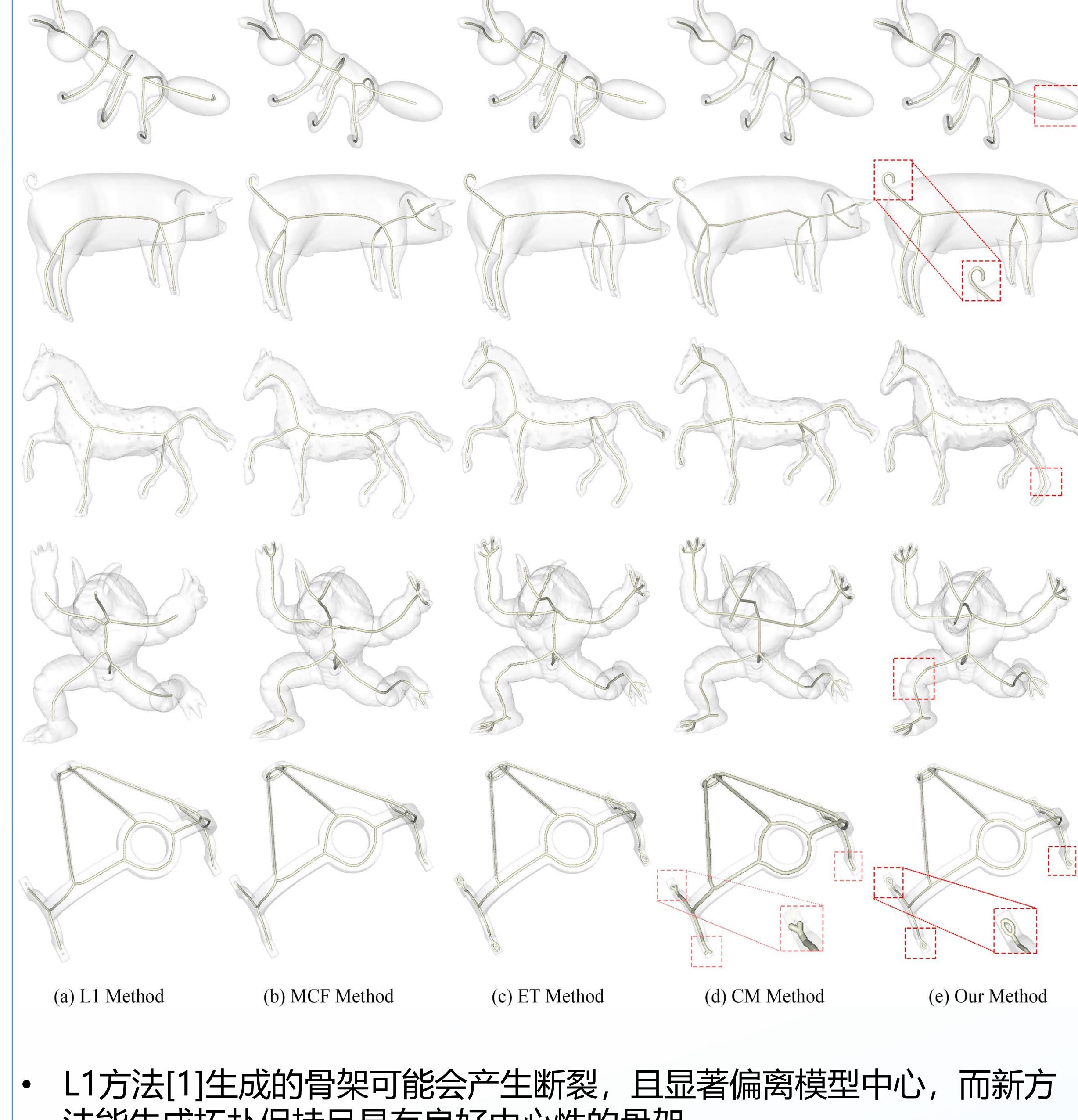
- 计算集合覆盖时，每次删去内切球覆盖的全部顶点可能会导致对弯曲特征和末端特征刻画得不准确，如图(a)(c)所示。为此，我们提出将内切球沿着骨架方向压缩为椭球，每次只删除被椭球覆盖的中值点，从而增强对主要特征的捕捉，以更好地刻画模型。

方法



- 计算输入中值面的贪心集合覆盖，捕捉主要特征并消除大部分噪声影响。
- 在集合覆盖保留的顶点之间建立边和面片连接关系，重建出拓扑保持的简化中值面。
- 利用边折叠收缩简化中值面得到线性结构，并进一步优化得到曲线骨架。

结果比较与分析



- L1方法[1]生成的骨架可能会产生断裂，且显著偏离模型中心，而新方法能生成拓扑保持且具有良好中心性的骨架。
- MCF方法[2]生成的骨架存在明显的特征丢失，而新方法的结果对模型主要特征的表达更为完整。
- ET方法[3]依赖于调参来剔除骨架上的毛刺，且其骨架结果不够光滑，有很多冗余顶点，而新方法无需调参就能生成简洁光滑的高质量骨架。
- 相比于CM方法[4]，新方法在弯曲特征和末端特征上的刻画更为准确。



新方法无需调参，能够快速便捷地生成高质量的简洁骨架。

参考文献

- [1] Li G, Hui H, Wu S. L1-medial skeleton of point cloud. ACM Transactions on Graphics, 2013, 32(4): 1-8.
- [2] Tagliasacchi A, Alhashim I, Olson M, et al. Mean curvature skeletons. Computer Graphics Forum, 2012, 31(5): 1735-1744.
- [3] Yan Y., Sykes K., Chambers E., Letscher D., Ju T. Erosion thickness on medial axes of 3d shapes. ACM Transactions on Graphics, 2016, 38(4): 1-12.
- [4] Li L, Wang W, Chu Y. A simple and stable centeredness measure for 3d curve skeleton extraction [J]. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 2022, 28(3): 1486-1499.