

拓扑保持的三维模型中值面简化

储翌尧, 侯飞, 王文成*, 李雷. Topology Preserving Simplification of Medial Axes in 3D Models. *Computer Graphics Forum. Vol. 38. 607-616.*

*e-mail: whn@ios.ac.cn, *tel: 010-62661611

概述

- 中值面作为三维模型的一种简洁表示方法, 在模型压缩与近似、模型动画与形变、模型检索与识别等方面具有广泛应用。
- 三维模型的中值面是由模型内部所有内切球的球心组成的集合。但其计算对噪声很敏感, 易生成大量冗余毛刺, 妨碍了对模型拓扑结构的表达。因此, 需要对中值面进行化简, 以提高其表达的有效性。
- 已有的中值面简化方法要么难以保持拓扑, 要么需要大量检测计算以保持拓扑。例如能保持较高几何精度的边折叠类中值面简化方法, 就需要对待折叠边进行拓扑检查, 大大降低了计算速度。

目标

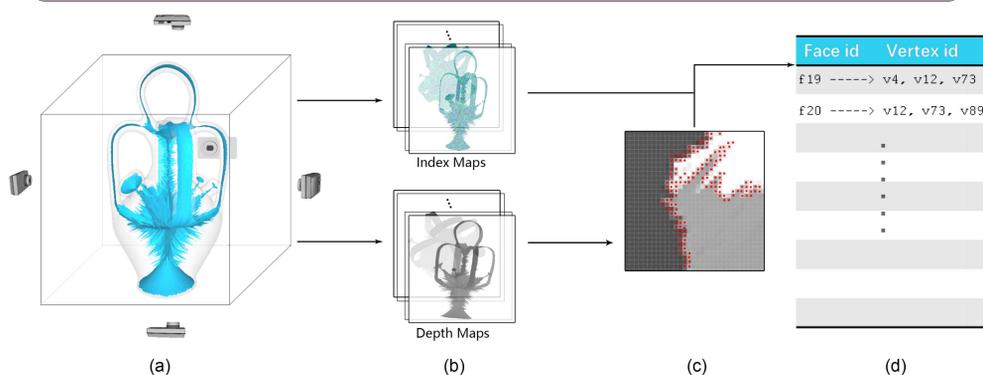
- 提出一种能够保持拓扑的高质量中值面快速简化方法。

思路

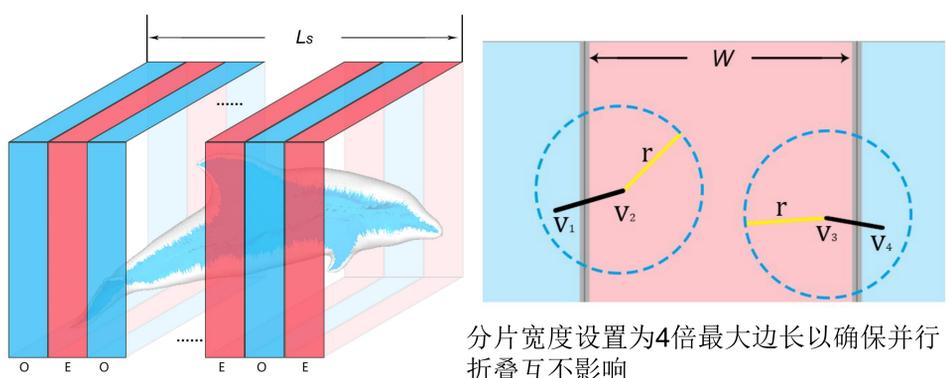
- 我们发现, 边折叠操作导致中值面拓扑改变的情形只会在孔洞周围发生。
- 提出新方法: 先找到中值面的孔洞; 然后在简化过程中, 只在折叠孔洞周围的边时, 进行拓扑检查。
- 这样, 很多区域的简化就不必进行拓扑检查, 可避免大量不必要的计算, 同时又保证中值面的简化一定是拓扑保持的。
- 进一步提出并行化处理的方法, 以提高化简的效率。

算法

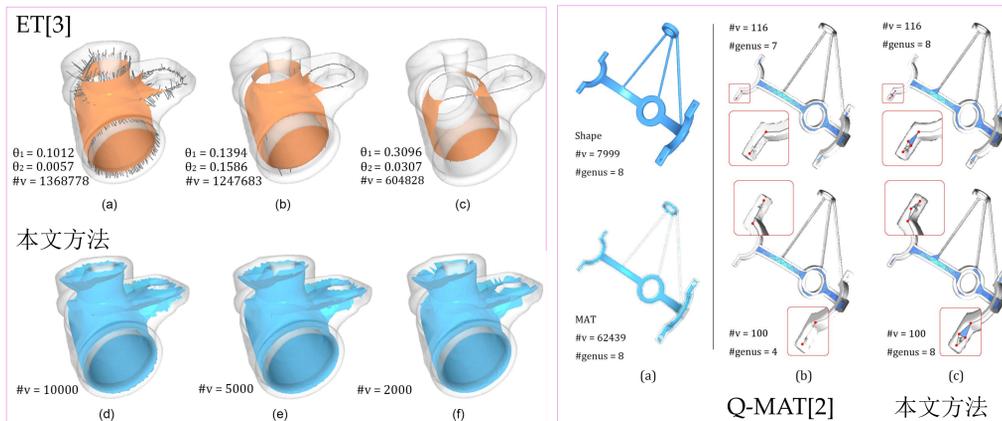
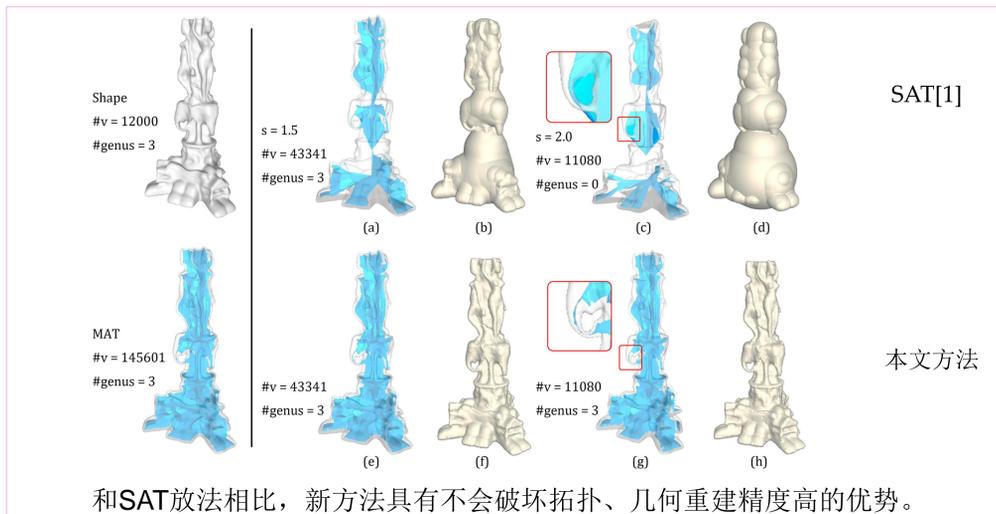
- 从六个正交方向的投影, 寻找中值面的拓扑空洞, 并标记附近区域为拓扑关键区域。



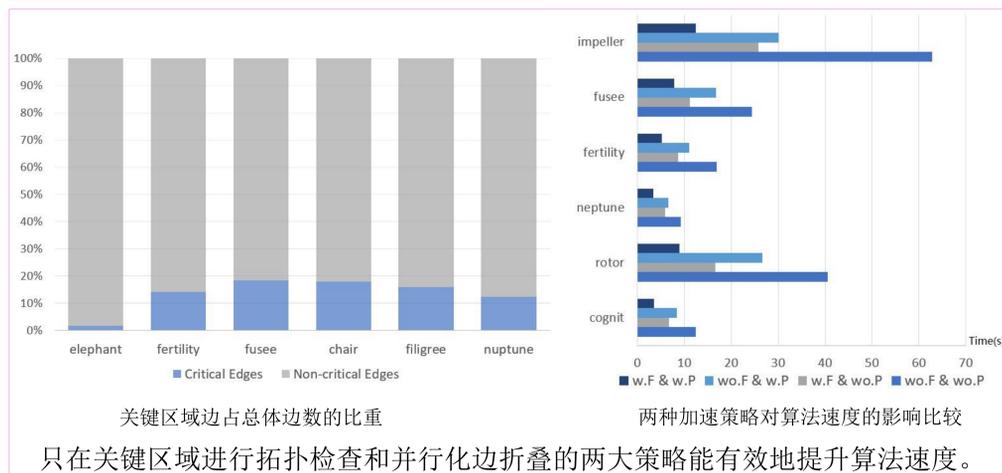
- 将中值面的包围盒划分为偶数个分片, 交替选择所有偶数/奇数分片进行并行地边折叠简化处理, 直到满足简化顶点数目;



结果比较与分析



和Q-MAT相比, 新方法具有相近的几何精度、简洁性, 且不会破坏拓扑。



结论

- 将费时的边折叠拓扑检查限定在关键区域, 减少了大量不必要的计算;
- 设计了一个并行的简化框架, 进一步提高了边折叠化简的效率;
- 形成了一个保持拓扑的高质量中值面快速简化方法。

参考文献

- [1] B. Miklos, J. Giesen, and M. Pauly, "Discrete scale axis representations for 3d geometry," *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, vol. 29, no. 4, p. 101, 2010.
- [2] LI P., WANG B., SUN F., GUO X., ZHANG C., WANG W.: Q-MAT: Computing medial axis transform by quadratic error minimization. *ACM Transactions on Graphics (TOG)* 35, 1 (2015), 8.
- [3] 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.