

基于骨架引导的三维模型内蕴对称性检测方法

王文成*, 马俊辉, 徐盼盼, 储翌尧. Intrinsic Symmetry Detection on 3D Models with Skeleton-guided Combination of Extrinsic Symmetries. Computer Graphics Forum, Vol.37, No.7, 2019.

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

概述

- 对称检测是找到那些将三维模型的一个部分映射到另一个部分而不改变形状的变换。其中关于刚体变换的对称称为外蕴对称，一般较易检测；关于非刚体变换的对称称为内蕴对称，一般涉及同胚特征的度量，需要全局化的计算（如测地线等），检测困难。
- 已有内蕴对称检测方法均依赖统计方法进行，难以检测统计量不突出的对称体，如小型对称体、嵌入到其它对称体中的对称体等。

创新思路

基于以下认识，提出快速内蕴对称方法

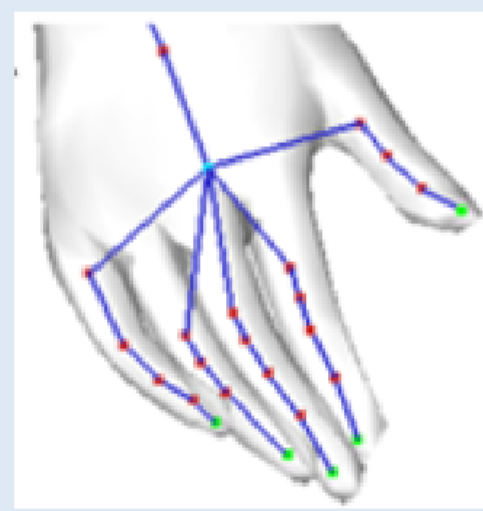
- 对称体均有相似的拓扑结构，可由线性骨架表达
- 凸体之间只可能存在外蕴对称。

这样，基于相似骨架结构的指导，可便捷地筛选出内蕴对称的候选者；而内蕴对称的检测，可基于凸体之间的外蕴对称减少大量的全局化计算。

流程

1. 生成模型的线性骨架，并由此进行模型凸剖分

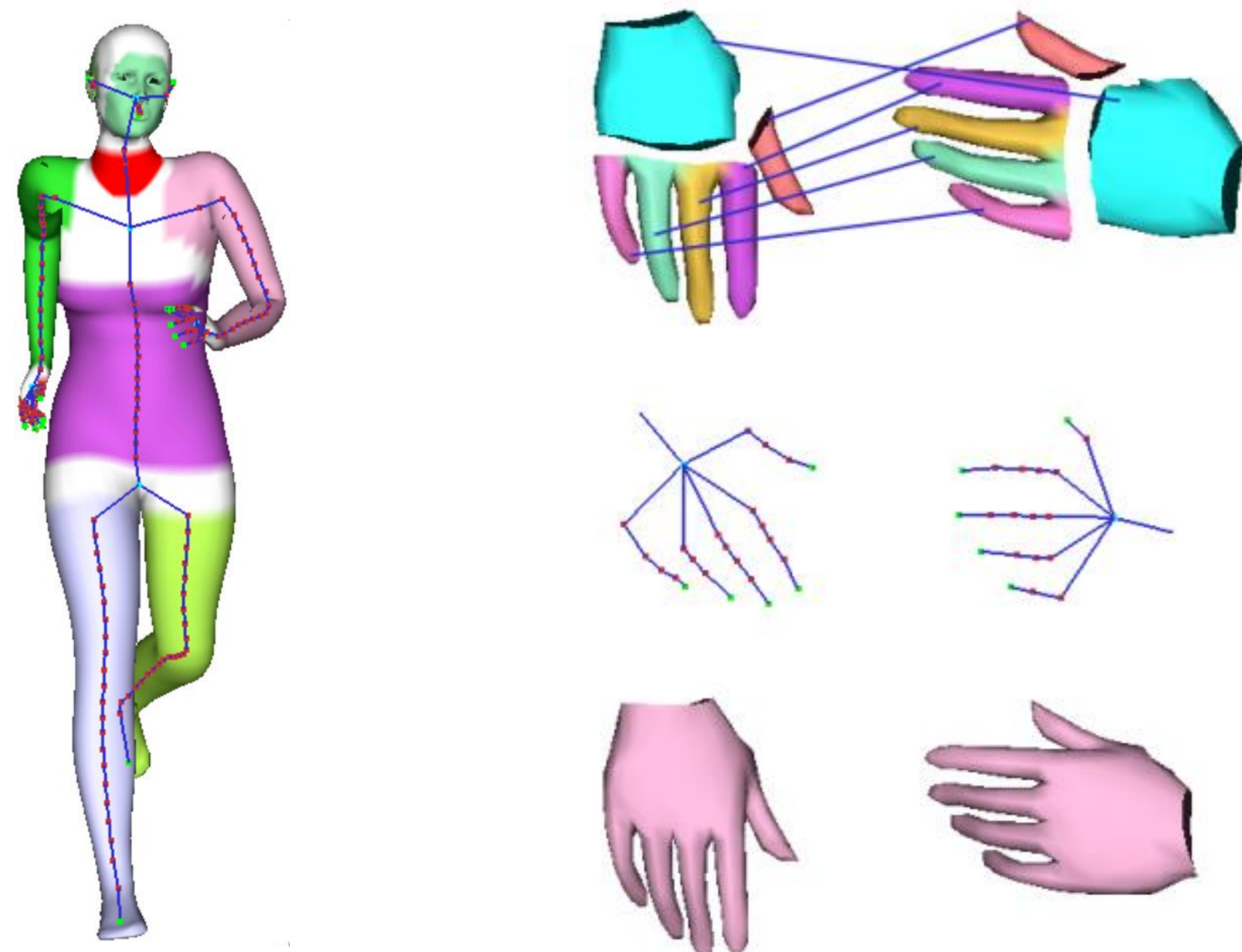
- 基于骨架结构进行初始凸剖分
- 基于骨架和模型上的凹特征优化凸剖分
- 基于相似骨架肢，对其关联的部分进行互相对应的子凸剖分



2. 检测凸剖分体之间的外蕴对称性

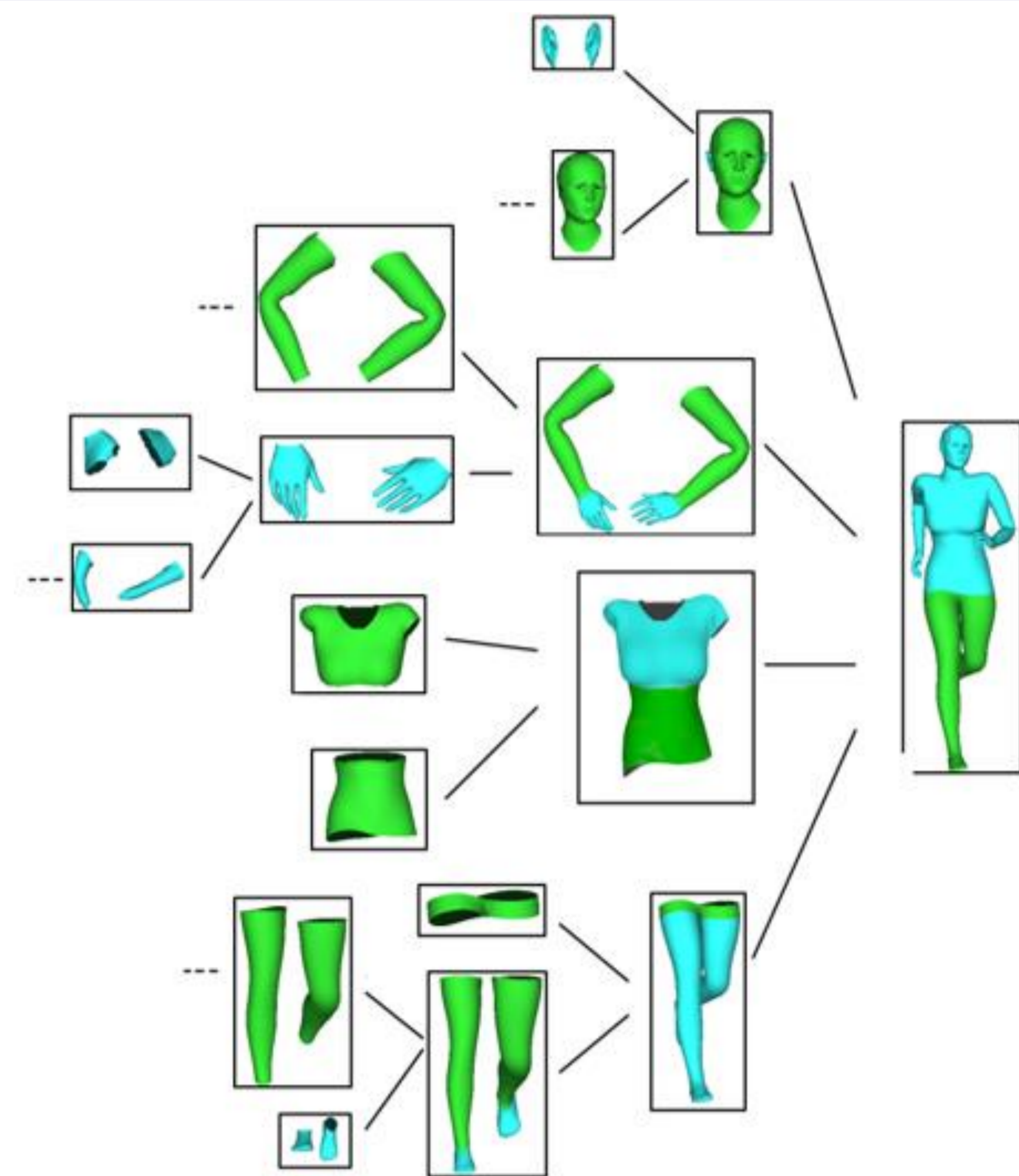
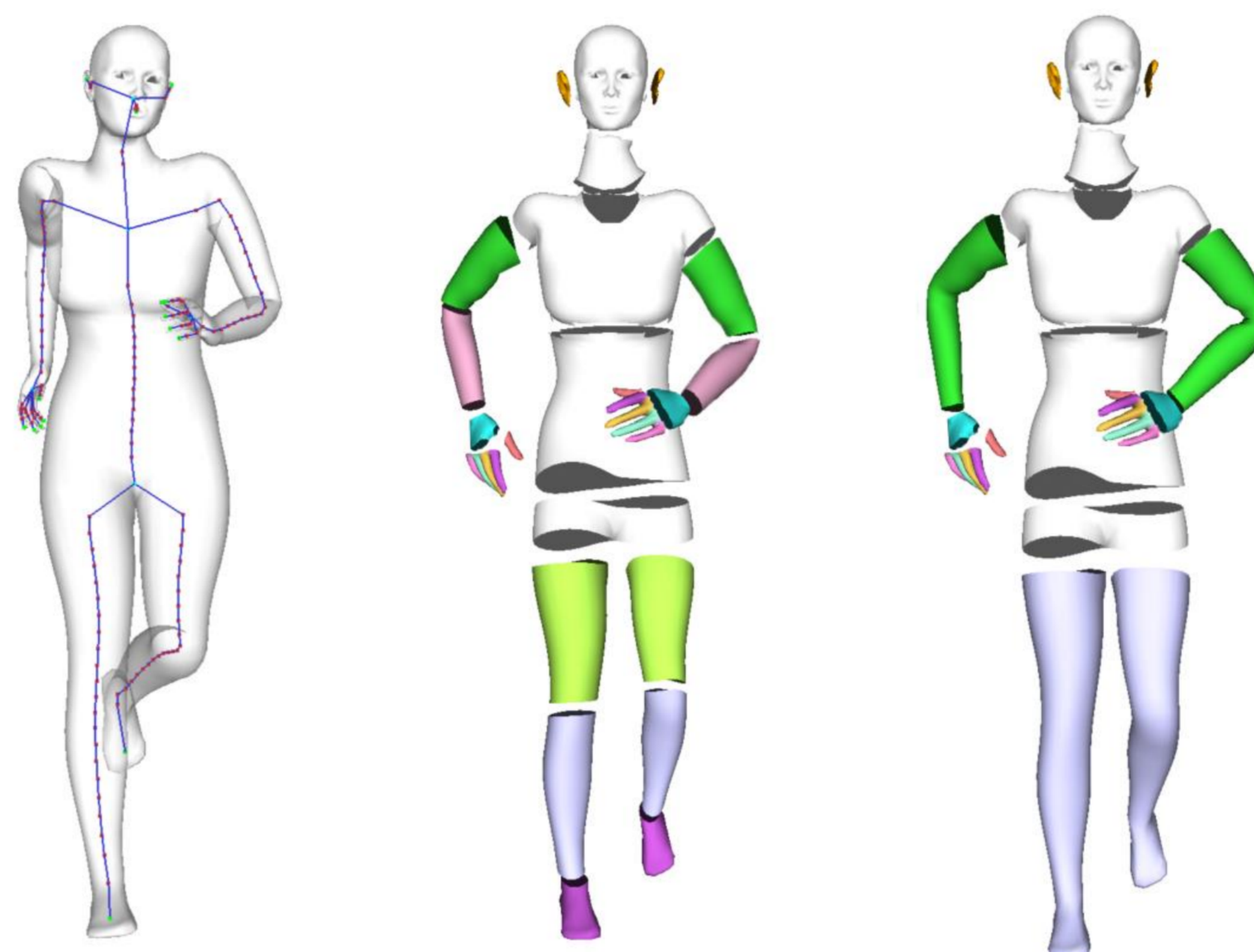
- 基于相似骨架肢子段或骨架结点，筛选候选者
- 使用ICP算法，对候选者进行检测

3. 如果2个相似骨架结构对应的各个凸体，均可互相对应地外蕴对称，则可知这2个相似骨架结构对应的部分是内蕴对称的。



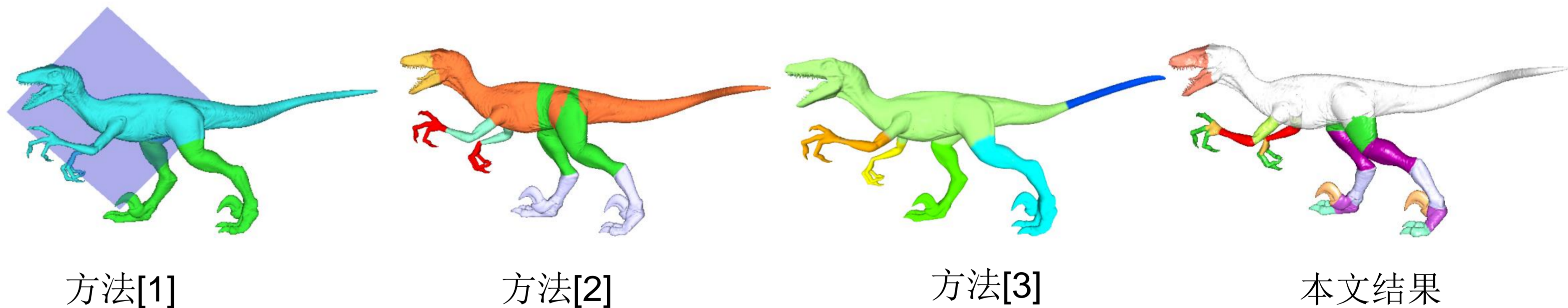
流程

4. 由小至大逐步地寻找相似的骨架结构，以指导相关的内蕴对称检测。由此，可找到各种不同尺度的内蕴对称体。



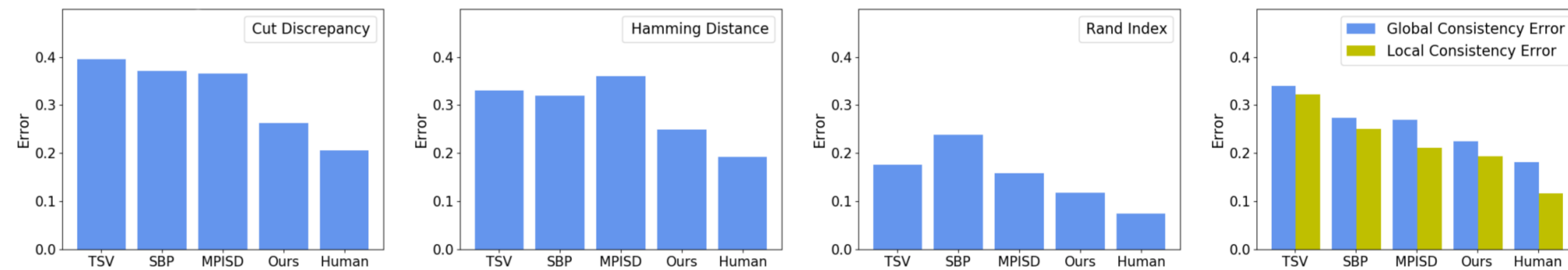
结果

与已有方法的比较



分割质量评价

与已有方法进行量化比较，本文结果要优于已有工作，因为我们基于凹特征进行了凸剖分优化。



局限性

- 我们的方法基于骨架找到模型的相似拓扑结构，以进行对称检测。当模型的骨架不能充分表达对称体之间的相似性时，这些对称性就不会被找到。
- 对此，可人工交互调整骨架，使骨架有效表达对称体之间的拓扑相似性。

结论

- 提出了一种新的内蕴对称性检测方法，克服了基于统计处理的不足，可找到更多的剖分质量高的对称体，且可有效利用局部计算化解全局计算，大幅提高检测速度（我们实验中可加速上千倍）。
- 该研究很好地提高了三维模型的对称检测，为三维模型的进一步精简处理奠定了基础。

参考文献

- [1] Mitra N J, Guibas L J, Pauly M. Partial and approximate symmetry detection for 3D geometry[J]. ACM Transactions on Graphics (TOG), 2006, 25(3): 560-568.
- [2] Jiang W, Xu K, Cheng Z Q, et al. Skeleton-based intrinsic symmetry detection on point clouds[J]. Graphical Models, 2013, 75(4): 177-188.
- [3] Xu K, Zhang H, Jiang W, et al. Multi-scale partial intrinsic symmetry detection[J]. ACM Transactions on Graphics (TOG), 2012, 31(6): 1-11.