

Секция «Высокопроизводительные вычисления и математическое моделирование»

Построение срединных поверхностей на основе анализа тетраэдральных сеток Делоне с ограничениями

Гурьев Владислав Вадимович

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Филиал МГУ в городе Сарове, Саров, Россия

E-mail: gurevvv@ty.msu.ru

Срединные поверхности тонкостенных тел используются в задачах конечно-элементного анализа, редукции размерности геометрических моделей и автоматизации инженерных процедур в САПР [3,5]. Известные подходы, основанные на медиальных осях и их модификациях, чувствительны к малым возмущениям границы и могут порождать паразитные ветвления [1,2]. Поэтому актуальна разработка алгоритма, принимающего на вход замкнутую поверхностную триангуляцию и строящего устойчивые фрагменты срединной поверхности.

В работе рассматривается алгоритм построения срединной поверхности по тетраэдральной сетке Делоне с ограничениями, генерируемой библиотекой TetGen без добавления внутренних точек [4]. Для каждого тетраэдра определяется число граничных граней и рёбер. Далее выполняется фильтрация по критерию глубины. Для тетраэдра K с вершинами $\{v_1, v_2, v_3, v_4\}$ рассматривается центр описанной сферы C . Если $C \in K$, тетраэдр считается глубоким; иначе используется мера $\mu(K) = \max_{i \neq j} \arccos \frac{(v_i - C) \cdot (v_j - C)}{|v_i - C| \cdot |v_j - C|}$. Неглубокие тетраэдры, имеющие не менее двух граничных граней, итеративно деактивируются.

По активным тетраэдрам строятся базовые треугольные и четырёхугольные фрагменты срединной поверхности. Затем для приграничных тетраэдров, не попавших в базовые случаи, выполняются интерполяция и экстраполяция краевых участков. На заключительном этапе согласуются нормали полигонов и исходная поверхность разделяется на компоненты по разные стороны от построенной срединной поверхности. Численные эксперименты на модельных и технических объектах показали работоспособность подхода и его применимость к построению устойчивых фрагментов срединной поверхности.

Автор выражает благодарность Л.Н. Кудрявцевой за постановку задачи и помощь в работе.

Источники и литература

- 1) Blum H. A transformation for extracting new descriptors of shape // Models for the Perception of Speech and Visual Form. Cambridge, MA: MIT Press, 1967. P. 362–380.
- 2) Prasad L. Rectification of the chordal axis transform skeleton and criteria for shape decomposition // Image and Vision Computing. 2007. Vol. 25. No. 10. P. 1557–1571.
- 3) Rezayat M. Midsurface abstraction from 3D solid models: general theory, applications // Computer-Aided Design. 1996. Vol. 28. P. 905–915.
- 4) Si H. TetGen, a Delaunay-based quality tetrahedral mesh generator // ACM Transactions on Mathematical Software. 2015. Vol. 41. No. 2. P. 1–36.
- 5) Woo Y. Abstraction of mid-surfaces from solid models of thin-walled parts: a divide-and-conquer approach // Computer-Aided Design. 2014. Vol. 47. P. 1–11.