

Оценка потери данных геометрической модели в условиях импортозамещения

А.Д. Филинских¹, И.Н. Мерзляков¹, Е.А. Курушин¹

¹Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева, ул. Минина 24, Нижний Новгород, 603950, Россия

Аннотация

Проанализированы и исследованы форматы трансляции геометрической модели на примере использования профессионального программного обеспечения для создания трёхмерной компьютерной графики Autodesk 3ds Max и Blender. В условиях импортозамещения встает необходимость перехода к использованию иного ПО, в связи с чем, при переносе геометрических моделей из одной системы в другую может сопровождаться потерей данных. Так, в ходе оценки перенос модели происходил посредством форматов трансляции геометрических моделей. Результаты проделанной работы показали, что каждый формат успешно передает геометрию модели, в то время как теряется дополняющая информация об этой модели, такая как цвет, материалы, названия составных элементов. Более того, оценка будет зависеть от приоритетных для успешной передачи параметров.

Ключевые слова

Импортозамещение, 3D-модель, трансляция 3D модели, геометрические параметры модели, Autodesk 3ds Max, Blender.

Estimation of Geometric Model data Loss under Import Substitution Conditions

A.D. Filinskikh¹, I.N. Merzlyakov¹, E.A. Kurushin¹

¹Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev, Minina str. 24, Nizhny Novgorod, 603950, Russia

Abstract

The formats of the geometric model translation are analyzed and investigated using the example of using professional software for creating three-dimensional computer graphics Autodesk 3ds Max and Blender. In the context of import substitution, there is a need to switch to using other software, and therefore, when transferring geometric models from one system to another, data loss may occur. So, during the evaluation, the transfer of the model took place through the formats of translation of geometric models. The results of the work done have shown that each format successfully conveys the geometry of the model, while complementary information about this model is lost, such as color, materials, names of constituent elements. Moreover, the evaluation will depend on the priority parameters for successful transmission.

Keywords

Import substitution, 3D model, 3D model translation, geometric parameters of the model, Autodesk 3ds Max 2019, Blender 2.93.6.

ГрафиКон 2022: 32-я Международная конференция по компьютерной графике и машинному зрению, 19-22 сентября 2022 г., Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина, Рязань, Россия

EMAIL: alexfil@yandex.ru (А.Д. Филинских); inmerzlyakov@gmail.com (И.Н. Мерзляков); eu.kurushin@yandex.ru (Е.А. Курушин)
ORCID: 0000-0003-3826-6771 (А.Д. Филинских); 0000-0002-7320-9492 (Е.А. Курушин)



© 2022 Copyright for this paper by its authors.
Use permitted under Creative Commons License Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

1. Введение

Политическая ситуация в мире поставила перед Россиянами задачу импортозамещения [7]. Это касается как компаний, которые занимаются разработкой программного обеспечения, так и пользователей. Вместе с отличающимся функционалом и особенностями сторонних продуктов встает вопрос переноса моделей из одной систему в другую с наименьшими потерями.

Профессиональное программное обеспечение для 3D-моделирования имеет свой собственный формат хранения данных [8], поэтому для передачи данных необходимо выполнять операции экспорта и последующего импорта геометрии и данных. При этом определенная часть информации теряется [1]. Таким образом, встает необходимость правильной оценки потерь и определение наиболее достоверно передающего геометрическую модель формата файла.

В качестве системы, из которой проводилась трансляция геометрической модели, является Autodesk 3ds Max [5], а систему, в которую проводилась передача – Blender [6]. Для оценки потерь используется функционально-ориентированная оценка передачи и восстановления геометрических моделей [3].

2. Основная часть

На начальном этапе определены параметры, по которым производилась оценка потерь при передаче геометрической модели [2], а именно: составные элементы, размеры модели, положение, цвет и поддержка кириллицы в названиях составных объектов геометрической модели. Исходная модель (рисунок 1).



Рисунок 1 – Исходная модель, разработанная в Autodesk 3ds Max

Для построения графа параметров геометрической модели (рисунок 2) определен глобальный признак - геометрическая модель (0), который определяется первичными критериями оценки: геометрией (1), атрибутивной информацией (2) и параметрами файла (3). Соответственно, локальные свойства первого яруса: составные элементы (4), вторая размеры модели (5), вторая размеры модели (6) и цвет (7). Параметры файла определяются поддержкой кириллицы в названиях составных частей (8) [7].

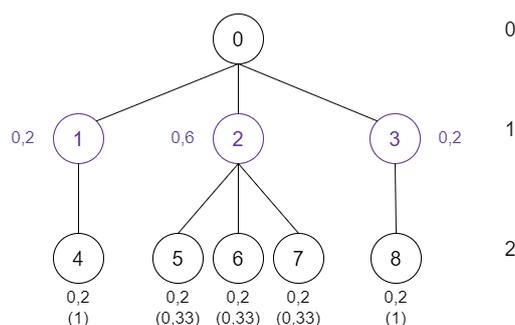


Рисунок 2 – Граф параметров геометрической модели

Расчет производится по формуле:

$$w_{r,j}^C = w_{r,j}^I / w_{r-1,j}^I, \quad (1)$$

где $w_{r,j}^I$ – иерархический вес локальных параметров.

С помощью метода экспертных оценок необходимо получить данные от специалистов, работающих в различных профессиональных программных средах геометрического моделирования, о сложности восстановления того или иного параметра ГМ, при передаче ее из одной программной среды в другую. Оценка проводилась методом непосредственных оценок по 10-бальной шкале, где 1 – параметр легко восстановить, 10 – параметр очень сложно восстановить. Результаты опроса представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Оценки экспертов

<i>i / j</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	9	7	9	8	10	5	7	8	10	6
2	7	5	9	7	9	5	7	6	5	7
3	7	5	8	6	8	5	7	5	2	7
4	5	5	8	7	7	5	7	5	2	8
5	1	5	9	5	8	4	5	6	2	6

Здесь j – порядковый номер эксперта, i – порядковый номер параметра, определенного для оценки.

Весовой коэффициент, отражающий только мнения экспертов, рассчитывается по формуле:

$$w_i^{\exists} = \frac{\sum_{j=1}^m w_{ij}}{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n w_{ij}}, \quad (2)$$

где w_{ij} – вес $i^{\text{ого}}$ параметра, данный $j^{\text{ым}}$ экспертом, рассчитывается по формуле:

$$w_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}}. \quad (3)$$

На основе полученных результатов рассчитан весовой коэффициент, отражающий мнения экспертов о сложности восстановления i -ого параметра ГМ и особенности структуры графа параметров геометрических моделей по формуле:

$$w_i^{\exists C} = \frac{w_i^{\exists}}{w_i^C \sum_{i=1}^n \frac{w_i^{\exists}}{w_i^C}}. \quad (4)$$

Результаты расчетов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчетов весовых коэффициентов

<i>i</i>	w_i^C	w_i^{\exists}	$w_i^{\exists C}$
Составные элементы	1	0,260	0,119
Размер модели	0,33	0,213	0,295
Положение	0,33	0,187	0,260
Цвет	0,33	0,184	0,255
Кириллица	1	0,156	0,071

Расчет коэффициента передачи геометрической модели из Autodesk 3dsMax 2019 [3] в Blender 2.93.6 [4] производился по формуле:

$$K_Z = \sum_{i=1}^n w_i^{\exists C} k_i, \quad (5)$$

где k_i – коэффициент передачи i -ого параметра, принимающий значения 0 – параметр передать не удалось, 0,5 – параметр удалось передать не полностью, 1 – параметр передан полностью.

После расчета коэффициентов, модель была экспортирована во все форматы, представленные Autodesk 3ds Max для экспорта:

- *.3ds
- *.abc
- *.ai
- *.ase
- *.dae
- *.dwf
- *.dwg
- *.dxf
- *.fbx
- *.flt
- *.igs
- *.obj
- *.pxproj
- *.sat
- *.stl
- *.wrl

При импорте моделей в Blender выяснилось, что некоторые из них не поддерживаются (рисунок 3), следовательно, коэффициент передачи всех параметров равен 0, значит:

- $K_{3ds} = 0$
- $K_{ai} = 0$
- $K_{ase} = 0$
- $K_{dwf} = 0$
- $K_{dwg} = 0$
- $K_{dxf} = 0$
- $K_{flt} = 0$
- $K_{igs} = 0$
- $K_{pxproj} = 0$
- $K_{sat} = 0$
- $K_{wrl} = 0$

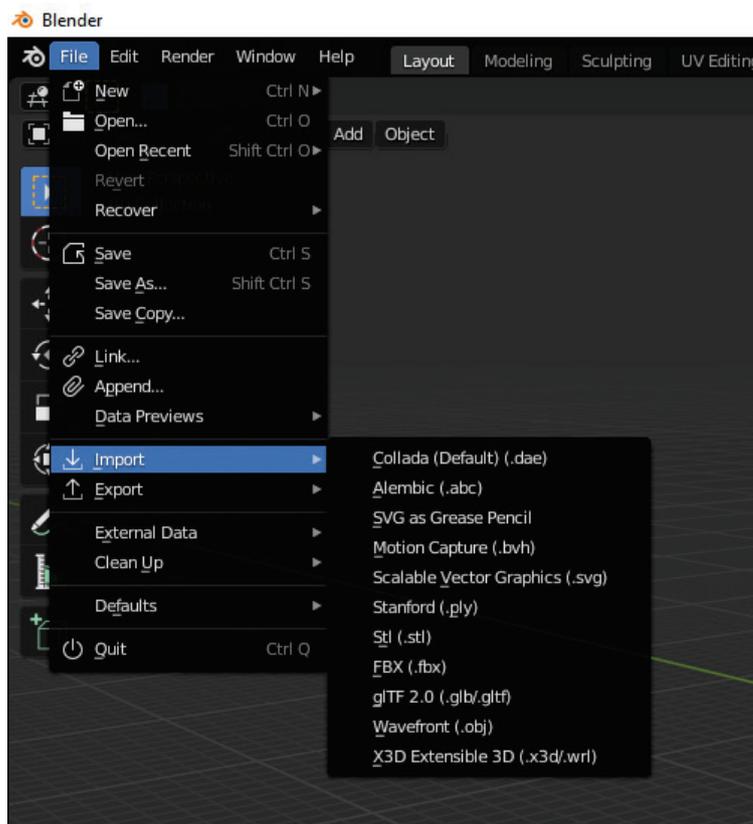


Рисунок 3 – Поддерживаемые форматы для импорта в Blender 2.93.6

При попытке загрузить модель в формате FBX появилась ошибка несоответствия версий формата (рисунок 4), из-за чего коэффициент также получил коэффициент передачи, равный нулю $K_{fbx} = 0$



Рисунок 4 – Ошибка при импорте модели формата FBX

Формат DAE успешно передал составные элементы. Визуально скрытые элементы при импорте стали видимыми. Размеры модели сохранились, как и положение в системе координат. Как видно на рисунке 5 – не удалось передать цвета составных элементов (модель выделена, вследствие чего её грани отображаются оранжевым цветом, для лучшей демонстрации).

При попытке импортировать модель с названиями составных элементов программа Blender вылетала, вследствие чего можно считать, что параметр передать не удалось (с названиями элементов на латинице модель импортировалась успешно).

На основе анализа выставлены коэффициенты передачи параметров (таблица 3) и рассчитан коэффициент передачи геометрической модели: $K_{dae} = 0,674$

Таблица 3 – Коэффициенты передачи формата DAE

Параметр (i)	k_i
Составные элементы	1
Размер модели	1
Положение	1
Цвет	0
Кириллица	0

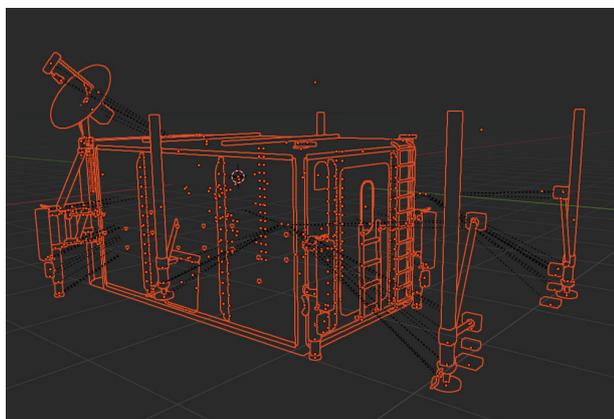


Рисунок 5 – Модель в Blender после импорта формата DAE

Модель, переданная посредством формата ABC, успешно передала составные элементы, сохранила размеры, а также названия составных элементов на кириллице. При загрузке модель была повернута на 90 градусов относительно оси x, вследствие чего получила коэффициент передачи положения, равный 0,5 (таблица 4). Примечательно, что данный формат также не смог передать цвет элементов (рисунок 6). Коэффициент передачи $K_{abc} = 0,615$

Таблица 4 – Коэффициенты передачи формата ABC

Параметр (i)	k_i
Составные элементы	1
Размер модели	1
Положение	0,5
Цвет	0
Кириллица	1

Формат файла STL передал единую геометрию, объединив составные элементы в единую полигональную сетку. Вероятно, причиной этому послужило назначение формата в первую очередь для аддитивных технологий. При этом сохранились размеры и положение модели. Цвет передать не удалось, поддержка кириллицы отсутствует. Более того, у модели вообще отсутствовал материал (рисунок 7). На основе полученных оценок (таблица 5) коэффициент передачи геометрической модели $K_{stl} = 0,615$.

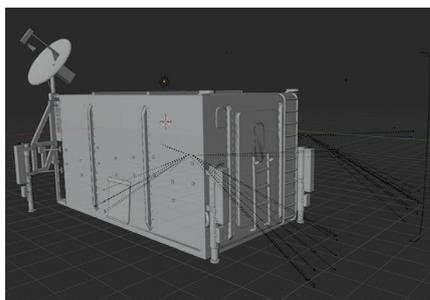


Рисунок 6 – Модель в Blender после импорта формата DAE

Таблица 5 – Коэффициенты передачи формата ABC

Параметр (i)	k_i
Составные элементы	0,5
Размер модели	1
Положение	1
Цвет	0
Кириллица	0

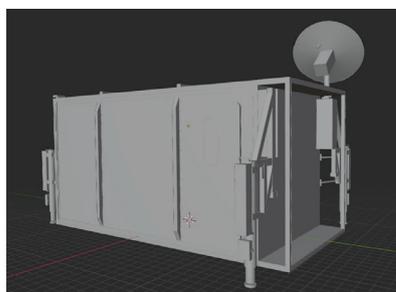


Рисунок 7 – Модель в Blender (с обратной стороны) после импорта формата STL

Наиболее интересным форматом для рассмотрения оказался Wavefront OBJ ввиду успешной передачи всех параметров (рисунок 8), за исключением поддержки кириллицы (таблица 6). Коэффициент передачи на основе расчетов составил $K_{obj} = 0,929$

Таблица 6 – Коэффициенты передачи формата ABC

Параметр (i)	k_i
Составные элементы	1
Размер модели	1
Положение	1
Цвет	1
Кириллица	0



Рисунок 8 – Модель в Blender после импорта формата OBJ

3. Вывод

Подводя итоги проделанной работы, приведем итоговые таблицы, отражающие оценку передачи данных и коэффициенты передачи параметров форматов файлов (таблицах 7-8).

Таблица 7 – Оценка передачи данных

Оценка передачи данных	Значение
K_{dae}	0,674
K_{abc}	0,615
K_{stl}	0,615
K_{obj}	0,929

Таблица 8 – Оценка передачи данных

Параметр (i)	K_{dae}	K_{abc}	K_{stl}	K_{obj}
Составные элементы	1	1	0,5	1
Размер модели	1	1	1	1
Положение	1	0,5	1	1
Цвет	0	0	0	1
Кириллица	0	1	0	0

Таким образом, передать геометрическую модель удалось посредством всем рассмотренных форматов, кроме формата STL, который ввиду своей специфики [8], хранит в себе единую геометрию.

Размеры модели правильно передал каждый из форматов, как и положение, за исключением формата ABC, который сохранил модель, повернутую в геометрическом пространстве. При переносе стоит учитывать настройки экспорта каждого формата [9].

Цвет и кириллицу удалось передать только одному формату, OBJ и ABC соответственно.

Проведенное исследование раскрывает особенности форматов файлов при трансляции геометрической модели, позволяя при этом произвести перенос модели с наименьшими потерями.

4. Список источников

- [1] Филинских А.Д., Бяшеров А.Х. Анализ передачи параметрической и графической информации на основе экспериментальных данных // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова 2012. №2, С. 164-166. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_17716256_69842202.pdf (дата обращения: 18.01.2022).
- [2] Филинских А.Д., Соснина О.А., Бойтяков А.А. Иерархическое пространство параметров геометрической модели // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова 2015. №2. С. 131-135. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_23251094_59997079.pdf (дата обращения: 14.01.2022).
- [3] Филинских А.Д., Райкин Л.И. Функционально-ориентированная оценка передачи и восстановления геометрических моделей // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова 2014. №4. С. 176-179. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_21954528_46397378.pdf (дата обращения: 14.01.2022).
- [4] Абдурайимов Л.Н., Бекиров Л.А. Особенности работы с 3D моделями изделий в формате STL-файлов на программном уровне // Информационно-компьютерные технологии в экономике, образовании и социальной сфере 2017. №2. С. 18-28. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_29422136_21708352.pdf (дата обращения: 17.01.2022).
- [5] Autodesk: официальный сайт. – URL: <https://www.autodesk.com/> (дата обращения: 15.02.2022). Яз. англ. Режим доступа: свободный. Текст: электронный.

- [6] Blender: официальный сайт. URL: <https://www.blender.org/> (дата обращения: 19.02.2022). Яз. англ. Режим доступа: свободный. — Текст: электронный.
- [7] Поставщик ПО для строительства Autodesk приостановил работу в России. Текст: электронный: [сайт]. 2022. URL: <https://www.rbc.ru/politics/04/03/2022/6221b6209a7947f98925c8d7> (дата обращения: 05.03.2022).
- [8] Сводная таблица основных форматов 3D и САД-программ и бесплатные программы для их просмотра — Текст: электронный: [сайт]. 2012. URL: <https://cadmonster.ru/tableofformats.php> (дата обращения: 07.03.2022).
- [9] Экспорт 3D-моделей из Autodesk 3ds Max. Текст: электронный: [сайт]. 2022. URL: https://developer.unigine.com/ru/docs/latest/editor2/assets_workflow/export/export_from_3dsmax?lang=spp (дата обращения: 23.03.2022).