

НЕЙРОСЕТЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ПОДХОД К УВЕЛИЧЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ

Гарифуллин Ф.,

НИ ТПУ, ИШИТР, студент группы 8ИМ42,

e-mail: fag6@tpu.ru

Научный руководитель: Кухта М.С., профессор ОАР ИШИТР,

e-mail: kuhta@tpu.ru

Введение

Технологичность конструкции является ключевым фактором конкурентоспособности изделия в условиях современной экономики. Она определяет, насколько эффективно изделие может быть спроектировано, изготовлено и использовано, влияя на себестоимость, качество и сроки производства [1]. В промышленном дизайне технологичность конструкции оценивается по ряду показателей, таких как материалоемкость, энергоемкость и трудоемкость процесса проектирования и производства. Снижение трудоемкости особенно важно, поскольку оно позволяет оптимизировать процесс разработки, сократить затраты и повысить качество изделия, что особенно актуально в высокотехнологичных отраслях.

Практическая деятельность промышленного дизайнера нередко связана с необходимостью оперативного создания трехмерной модели объекта. Например, дизайнеру может быть поставлена задача спроектировать изделие, дополняющее уже существующий объект, либо создать модель на основе какого-то референса. Однако, далеко не всегда имеется готовая модель основного объекта, что требует от дизайнера создать её «с нуля» в кратчайшие сроки. Это создает дополнительную нагрузку на процесс проектирования и напрямую влияет на трудоемкость, а значит, и на общую технологичность конструкции. В конечном итоге, время, затраченное на разработку концепта, становится важным параметром, влияющим на экономичность и скорость всего производственного цикла.

В данном исследовании анализируется влияние скорости процесса моделирования сложных объектов на технологичность продукции. Целью работы является выявление и систематизация подходов к созданию трехмерных моделей промышленного объекта в кратчайшие сроки. В статье будут рассмотрены четыре основных подхода к моделированию: логическое (булево), полигональное, NURBS-моделирование, а также использование нейросетей для генерации базовой модели [2]. Особое внимание будет уделено объективной оценке времени, необходимого для создания модели, при этом субъективные факторы, такие как уровень подготовки специалиста, учитываться не будут.

Основная часть

Оценка времени на реализацию трехмерной модели – важный этап планирования в промышленном дизайне, который помогает оптимально распределить ресурсы и в конечном итоге улучшить технологичность продукта. Точные расчеты позволяют дизайнеру выбрать подходящий метод моделирования в зависимости от задачи и характеристик объекта. При этом важно учитывать такие факторы, как сложность модели, выбранный метод моделирования и количество деталей, так как они напрямую влияют на трудоемкость процесса и на конечную технологичность конструкции.

Расчет времени создания модели

Время, необходимое для создания модели, обозначим как T_{total} . Оно зависит от сложности объекта, выбранного метода моделирования и количества деталей. Для удобства разделим модели по уровню сложности на три категории: простые, средней сложности и сложные. Уровень сложности модели можно выразить с помощью коэффициента $C_{complexity}$, где простые модели имеют коэффициент сложности $C_{complexity}=1$, средней сложности – $C_{complexity}=1.5$, а сложные – $C_{complexity}=2$.

Метод моделирования также оказывает влияние на общую трудоемкость. Логическое (булево) моделирование является наиболее быстрым, зададим ему базовый коэффициент $M_{method} = 1$. Полигональное моделирование требует больше времени на работу с сеткой и ему присваивается коэффициент $M_{method} = 1,5$. NURBS-моделирование, обладающее высокой точностью, но требующее больше ресурсов, получает коэффициент $M_{method} = 2$.

Общее время на создание модели T_{total} можно рассчитать по формуле:

$$T_{total} = T_{base} \cdot C_{complexity} \cdot M_{method} \cdot N, \quad (1)$$

где T_{base} – базовое время для создания одной простой детали; $C_{complexity}$ – коэффициент сложности модели; M_{method} – коэффициент метода моделирования; N – количество простых деталей в модели.

Основное влияние на итоговое время оказывают сложность модели и выбранный метод моделирования. Эти параметры определяются исходными требованиями к проекту, поэтому изменить их довольно сложно: сложность диктуется задачей, а выбор метода моделирования – необходимым уровнем точности и детализации. Однако на базовое время T_{base} мы можем повлиять, внедряя нейросети [3] на раннем этапе моделирования. Нейросеть позволяет сократить трудозатраты на первичное создание формы, генерируя базовую модель за считанные минуты. Таким образом, мы не меняем сложность объекта и не отказываемся от подходящего метода, но оптимизируем начальные этапы, благодаря чему T_{base} значительно сокращается. Тогда, путь к получению финальной модели можем представить в виде рис. 1.

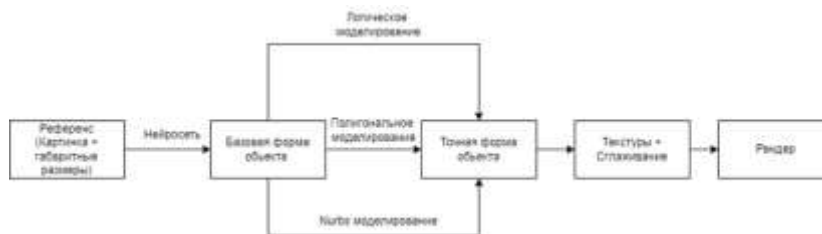


Рис. 1. Подходы к созданию модели объекта

Теперь внедрим в формулу расчета (1) нейронную сеть и получим следующее выражение:

$$T_{total_{optimized}} = T_{neural} + (T_{base} \cdot C_{complexity} \cdot M_{method} \cdot N_{refinement}), \quad (2)$$

где T_{neural} – время, затраченное нейросетью на генерацию базовой формы; $N_{refinement}$ – количество деталей, которые нужно уточнить.

Рассмотрим на примере работу данного метода. Допустим, стоит задача реализовать модель токарного станка с ЧПУ. Обычно это занимает значительное количество времени из-за сложности и детализации модели. Однако, используя нейросеть, мы можем получить базовую форму станка всего за T_{neural} , а затем уточнить форму за время, пропорциональное T_{base} скорректированное на сложность объекта и выбранный метод.

Подставим реальные значения в формулу с моделированием без использования нейросети и с учетом внедрения нейросети. Получим, что с учетом внедрения нейросети в работу скорость моделирования увеличивается в разы. Результат моделирования токарного станка с ЧПУ представлен на рис. 2.



Рис. 2. Результат создания модели токарного станка с ЧПУ

Заключение

В данной статье рассмотрено, как выбор подхода к моделированию влияет на скорость разработки и, следовательно, на технологичность конструкции в промышленном дизайне. В современных условиях, когда требуется оперативное создание трехмерных моделей для сложных объектов, использование комбинированных методов моделирования, включая нейросети и логическое моделирование, позволяет значительно сократить трудоемкость и временные затраты.

Нейросети обеспечивают быструю генерацию базовой формы, что позволяет ускорить начальные этапы проектирования и создать удобный референс для дальнейшей доработки. Логическое моделирование, в свою очередь, позволяет быстро и точно доработать модель, адаптировав её под производственные требования. Это делает процесс более гибким и технологичным, снижая общую себестоимость изделия и сокращая сроки производства.

Таким образом, комбинированный подход, использующий как нейросети, так и традиционные методы моделирования, оптимизирует процесс создания 3D-моделей, улучшая технологичность конструкции. В результате промышленный дизайнер может создавать более конкурентоспособные изделия, которые отвечают требованиям современного рынка по качеству, времени разработки и производственным затратам.

Список литературы

1. Кухта М.С., Кумани В.И., Соколова М.Л., Гольдшмидт М.Г. Промышленный дизайн: учебник / под ред. И.В. Голубятникова, М.С. Кухты; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 312 с. – ISBN 978-5-4387-0205-4.
2. Тимофеев Н.А. Задачи оптимизации процесса полигонального моделирования / Н.А. Тимофеев // Шаг в науку: Материалы II межвузовской научно-практической конференции для магистрантов, аспирантов и студентов выпускных курсов, Новосибирск, 07–08 декабря 2023 года. – Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2023. – С. 131–138. – DOI:10.55648/978-5-91434-097-8-134-141. – EDN TVXJHT.
3. Ершов С.А. Применение искусственного интеллекта в 3D-моделировании и анимации: анализ доступных технологий / С.А. Ершов // Современные исследования как фактор устойчивого развития: Сборник статей III Международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 21 марта 2024 года. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2024. – С. 76–80. – EDN IGVZTW.