

Оригинал статьи “*Modelling through visual programming. Algorithm-based platforms allow a unified approach to design*” на английском языке можно найти на сайте www.machinedesign.com

Моделирование с помощью визуального программирования

Алгоритмические платформы позволяют унифицировать подход к проектированию

Andrew Reitz, разработчик продукта (nTopology, Inc.)

©2019 Informa USA, Inc.

Осознавая ограничения традиционных CAD-систем при создании и управлении очень сложными конструкциями, компания nTopology предприняла попытку объединить процессы 3D-моделирования, симуляции и подготовки производства в единой среде компьютерного моделирования, под управлением мощного настраиваемого интерфейса для **визуального программирования**.

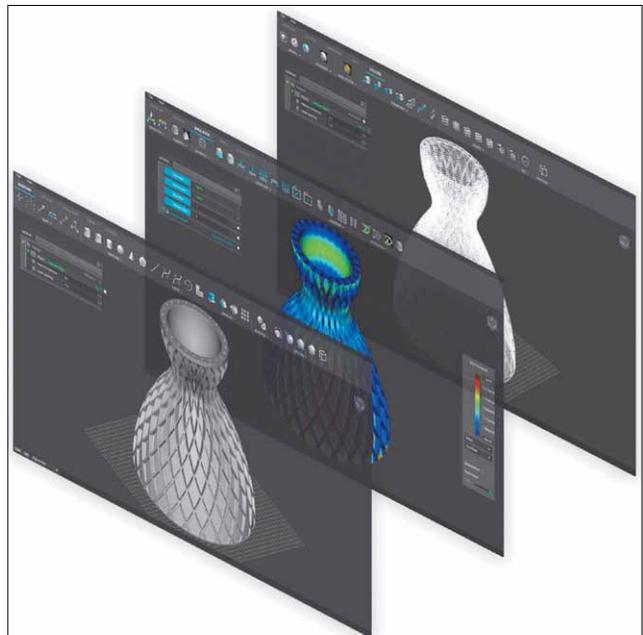
Цель нашей деятельности заключается в том, чтобы предоставить отрасли возможность быстрой и умной автоматизации всех аспектов на пути создания конструкции – от геометрического моделирования до подготовки производства. Это поможет командам разработчиков изделий следовать лучшим практикам, улучшать совместную работу и создавать более инновационные продукты следующего поколения.

Важная роль визуального программирования

Визуальное программирование (требующее не написания программного кода, а лишь манипуляций с графическими объектами. – Прим. ред.) является одним из способов вычислительного моделирования. Оно устраняет огромные сложности, связанные с использованием инженерного ПО, позволяя алгоритмическим путем работать с базовыми технологиями, лежащими в основе CAD-платформ. Ключевым преимуществом такого типа программирования является то, что оно дает пользователям возможность автоматизировать сложные задачи моделирования и собирать их из модулей.

Хотя визуальные программные средства и дают преимущества желающим получить больше автоматизации, чем предлагают CAD-инструменты, у них есть много ограничений. Такие средства представляют собой ПО общего назначения и имеют сложную пользовательскую структуру данных, требующую усилий по освоению. Важно, что совместимость обеспечивается только для сеточной (Mesh) и граничной (B-Rep) геометрии, и при этом требуется глубокое понимание топологических структур каждого из этих типов представления.

Более того, по мере того как и сеточное, и граничное представление становятся всё более



Пример интегрированной среды: скриншоты отображают форму проектируемого изделия, результаты инженерного анализа и данные для аддитивного производства. Изменение параметров на предыдущем этапе мгновенно вызывает обновление производственной информации. (Иллюстрация любезно предоставлена компанией nTopology)

обширными и сложными, управление изменениями тоже усложняется. В итоге пользователи плутают в лабиринтах управления структурами данных, необходимыми для построения топологии Meshes и B-Rep, вместо того чтобы сосредоточиться на своих целях проектирования. (О собственном формате nTopology для представления геометрии уже упоминалось в статье “Генеративное проектирование: инопланетные детали как результат естественной эволюции”, Observer #7/2019. – Прим. ред.)

Масштабируемая среда компьютерного моделирования требует надежного, дружелюбно-пользователю интерфейса визуального программирования, который служит проводником к столь же мощному геометрическому ядру.

Вычислительное моделирование

Вычислительное моделирование (*Computational Modeling*) является процессом разработки и ввода в действие алгоритмов для автоматизации и выполнения рабочих процедур конструирования, симуляции и подготовки производства изделий. То есть, мы получаем пространство возможных решений, основываясь на указанных пользователем взаимосвязях различных геометрических ограничений, технических данных и производственных требований.

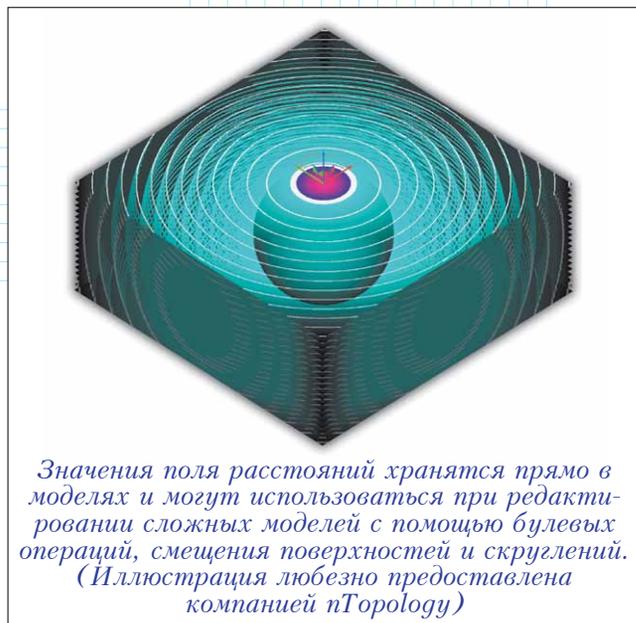
Представьте себе решетчатую структуру постоянной плотности, заполняющую некоторый объем. Теперь вообразите, что эта структура имеет переменную плотность, чтобы лучше соответствовать воздействию извне. А теперь давайте изменим объем, тип решетки и прикладываемые нагрузки. В случае традиционного моделирования это стало бы пугающе мучительной задачей. Однако с помощью вычислительного моделирования сделать это настолько же просто, насколько легко изменить несколько параметров – после того, как отлажена логика.

При использовании основанного на математике подхода процессы геометрического моделирования, симуляции и подготовки производства изделий сочетаются в рамках единой интегрированной унифицированной среды вычислительного моделирования, управляемой с помощью настраиваемого интерфейса визуального программирования. Такой подход позволяет пользователю справляться со сложностью. В итоге команды инженеров получают возможность грамотно автоматизировать каждый аспект разработки изделия. Когда усовершенствования ПО помогают преодолеть разрозненность дисциплин, то взаимодействие сотрудников, скорость и качество работы, создание инноваций – всё это улучшается естественным образом.

“Блоки” и “блокноты”

Разработка алгоритма может казаться не совсем простым делом, но описываемая среда визуального программирования проста в использовании, не предлагает сложных структур данных и при этом имеет дополнение в виде неявной технологии моделирования. Реализованная в рамках платформы система “блоков” (*blocks*) позволяет инженерам программировать без необходимости изучения нового языка программирования. Визуальная программа состоит из словаря блоков, каждый из которых содержит дискретную функцию с входами и выходами (выходы служат в качестве новых входов), которые образуют то, что мы называем “блокнотом” (“*notebook*”).

На первый взгляд эти блокноты могут напоминать древовидные структуры, которые мы обычно видим в CAD-системах с историей



Значения поля расстояний хранятся прямо в моделях и могут использоваться при редактировании сложных моделей с помощью булевых операций, смещения поверхностей и скруглений. (Иллюстрация любезно предоставлена компанией nTopology)

построения, использующих конструктивные элементы.

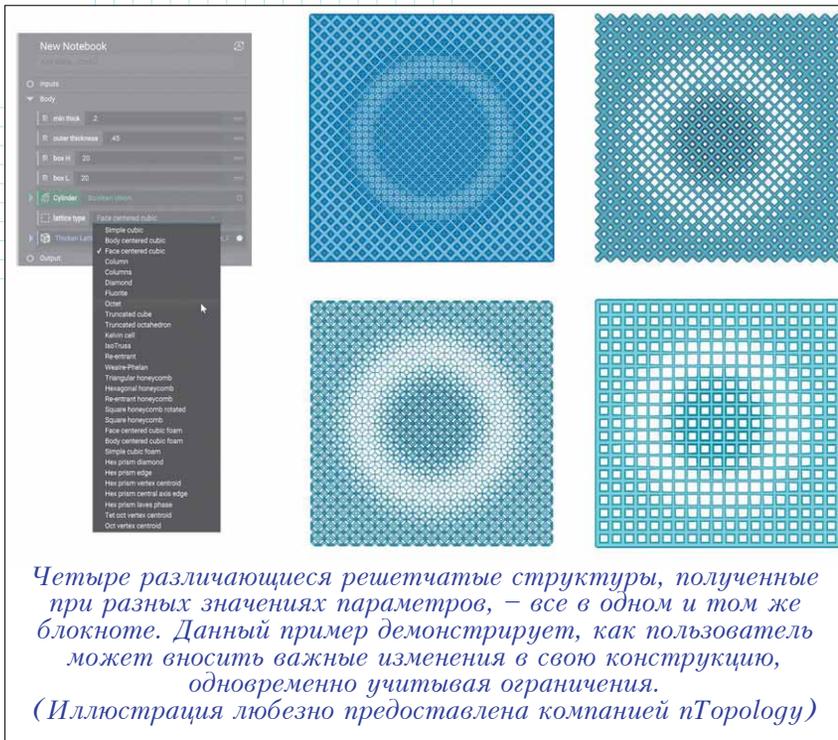
Под капотом у “блокнотов” находятся большие математические суперуравнения, которые дают на выходе положительные и отрицательные значения по всем трем измерениям. Все эти величины в совокупности и образуют нашу “область” (поле расстояний) и границы выбранной нами геометрии – там, где все значения равны нулю. Внутренняя область геометрии формируется отрицательными значениями, внешняя – положительными. По мере удаления от границ положительные величины увеличиваются, а отрицательные уменьшаются.

Эти всегда присутствующие величины используются для выполнения операций моделирования – булевых, смещения поверхностей (*offsetting*), скругления – поскольку они не определены топологией или геометрическими связями (*constrains*). Такой процесс определения геометрии при помощи математических уравнений называются неявным моделированием. Это – моделирование в самом чистом виде.

Описанные возможности усиливаются благодаря синтезу данных инженерного анализа и данных для производства, что позволяет создавать конструкции на основе полей (*field-driven designs*).

(Подробнее об этом рассказывается в статье “*Field-Driven Design for Rapid Engineering and Collaboration*” на сайте www.digitalengineering247.com. – Прим. ред.)

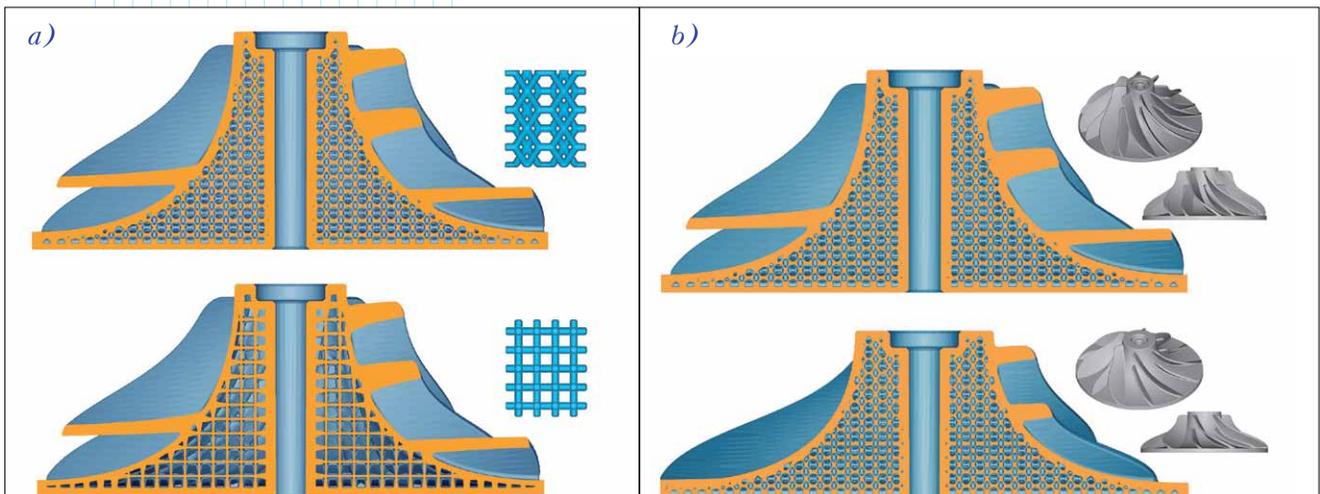
В приведенном примере с решеткой применение платформы вычислительного моделирования позволяет пользователям заполнять деталь решетчатой структурой, запускать прочностной анализ и использовать данные симуляции для оптимизации и тонкой подгонки решетки – всё



*Четыре различающиеся решетчатые структуры, полученные при разных значениях параметров, – все в одном и том же блокноте. Данный пример демонстрирует, как пользователь может вносить важные изменения в свою конструкцию, одновременно учитывая ограничения.
(Иллюстрация любезно предоставлена компанией nTopology)*

это в единой связанной среде. Модификация детали или замена решетки теперь является вопросом изменения нескольких величин в блокноте.

Преимуществом является то, что один и тот же блокнот можно беспрепятственно использовать во многих различных сценариях. Для конечного пользователя это достаточно простое дело, и ему не потребуется изучать новый синтаксис. Концепция блокнота дает коллективу инженеров возможность не только



*Для уменьшения веса и оптимизации прочностных характеристик изделия можно опробовать различные решетчатые структуры:
a) две разные структуры применительно к одному и тому же импеллеру;
b) одна и та же структура применительно к двум разным импеллерам.
(Иллюстрация любезно предоставлена компанией nTopology)*

автоматизировать, фиксировать и составлять из модулей рабочие процедуры пользователя, но и повысить функциональность изделий, сэкономить время, избежать ошибок.

Итеративное применение полных возможностей и неявных операций посредством определенных пользователем алгоритмов позволяет создавать, учитывая требования к нагрузкам, сложные конструкции, характерные для аддитивного производства и других передовых производственных проектов.

Подход “снизу вверх”

Вычислительное моделирование является эффективным, интеллектуальным, масштабируемым восходящим (снизу вверх) подходом, который позволяет решить большинство самых сложных технических проблем. Его единая унифицированная среда улучшает взаимодействие между командами

разработчиков и в большей степени гарантирует то, что полученные знания будут сохранены и найдут применение в будущих изделиях.

По мере развития требований современного производства и возрастания сложности изделий, блоки и блокноты, встроенные в платформу вычислительного моделирования, будут адаптироваться к этим изменениям, чтобы и дальше обеспечивать улучшение эксплуатационных характеристик и экономических показателей продукции. 🧐