

КОМБИНАЦИЯ ПРЯМЫХ МЕТОДОВ ВЫЧИСЛЕНИЙ И ПРИБЛИЖЕННЫХ ПОДХОДОВ – ЗАЛОГ ЭФФЕКТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Рассказывает директор Altair Engineering по электромагнитным решениям по региону EMEA Маркус Шик



Программное обеспечение для электромагнитного моделирования FEKO ведет свою историю с 1991 года. В июне 2014 года с приобретением EM Software & Systems компанией Altair Engineering этот мощный инструмент вошел в состав Altair HyperWorks. Возможностям данного инструмента была посвящена организованная компанией ЗАО "НПП "Родник" конференция Altair Engineering HyperWorks "FEKO: Технологии электродинамического моделирования", которая прошла в сентябре 2017 года в Москве. На этом мероприятии на наши вопросы о развитии средств электромагнитного моделирования ответил директор Altair Engineering по электромагнитным решениям по региону EMEA Маркус Шик (Markus Schick).

Господин Шик, на сегодняшнем мероприятии было показано множество наглядных иллюстраций результатов моделирования в различных областях с помощью средств от компании Altair Engineering, в том числе для достаточно сложных технических объектов. Совершенно очевидно, что средства моделирования активно развиваются. Насколько значима сейчас роль инженера и его знаний при выполнении такого рода моделирования? Далеко ли те времена, когда программа сможет выполнять эту задачу без участия человека?

На самом деле, роль человека, инженерного ума не становится менее значимой. И в прошлом, и сейчас, и, я думаю, в будущем, как бы ни развивались программные инструменты для моделирования и инженерных расчетов, при выполнении этих работ будет нужен человек, понимающий, что эти инструменты делают.

Безусловно, мы как поставщик программного обеспечения (ПО) разрабатываем и совершенствуем наши инструменты, чтобы их пользователи могли решать всё более сложные задачи, тратили на это меньше времени и могли учитывать как можно больше явлений и эффектов. Современные инженерные задачи могут выходить за пределы физических явлений определенного вида и требовать интегрированных решений, захватывающих смежные области. В частности, говоря о той области, которую я представляю, – электромагнитном моделировании, при разработке, скажем, антенны вам может потребоваться моделирование не только электромагнитных полей, но и, например, того, как будет нагреваться эта антенна и окружающие ее конструкции. Современные средства должны позволять решать такие комплексные задачи.

Но как бы программные инструменты ни облегчали решение задач, всегда нужен кто-то, кто бы подумал о том, какие данные нужно ввести в такой инструмент, как правильно описать модель и как интерпретировать результаты. И я думаю, что в будущем эта роль сохранится за квалифицированным и опытным специалистом: средства моделирования становятся всё лучше, но и задачи, стоящие перед инженерами всё более усложняются, и как подходить к их решению, всё равно будет определять человек.

В очень большой степени это связано с правильностью задания модели. Если модель

не отражает реальность в достаточной мере, вы можете выполнить различные симуляции и получить в результате множество очень эффективных картинок, но они не будут иметь никакого отношения к действительности и попросту будут бесполезны. На практике становится всё более очевидным, что задание правильной модели – одна из самых сложных и ответственных задач для инженера. В области электромагнитного моделирования это особенно важно: хотя ПО становится всё быстрее и эффективнее, работа с очень сложными моделями затруднена, и инженеру, чтобы получить практически применимую модель, приходится уменьшать количество учитываемых в ней данных, выбирая из всего имеющегося объема информации только то, что действительно оказывает влияние на результаты. Если сравнить эту область, например, с механическим моделированием в области краш-тестов, то там математический аппарат и программные инструменты начали развиваться, по разным оценкам, примерно на 10–20 лет раньше, чем в электромагнитном моделировании, и последнее так и продолжает отставать на эти 10–20 лет. Поэтому для нас – представителей электромагнитного направления – кажется, что в механике всё очень просто: нужно всего лишь импортировать в программу все данные – полную модель транспортного средства, например из формата CATIA (а такие модели, содержащие миллионы элементов и описывающие практически все подробности транспортного средства, есть у любого крупного производителя автомобилей), нажать кнопку запуска симуляции и получить результат. Такое мнение, конечно, забавляет наших коллег из направления механического моделирования: там тоже не всё так просто. Но они действительно могут работать с практически полными моделями очень сложной структуры.

В электромагнитной области мы вынуждены сокращать сложность модели, потому что для работы с полным описанием изделия на практике не хватит ни мощности ПО, ни аппаратных вычислительных средств. Приходится удалять из модели данные и элементы, которые не оказывают существенного влияния на результат. Например, если вы хотите промоделировать антенну на металлической крыше автомобиля, вам не нужно иметь в модели описание педалей, руля, сидений внутри машины:

они никак не сказываются на электромагнитных параметрах внешней антенны. Но в исходной модели все эти элементы присутствуют, и чтобы ее правильно упростить, инженер должен хорошо представлять себе, какие именно элементы действительно не окажут влияния на результат в условиях конкретной решаемой задачи.

В инструменте Altair FEKO применяются методы, которые известны уже достаточно давно, например метод конечных элементов, метод моментов и т.п. Есть ли развитие в этой области? Меняется ли математический аппарат таких методов?

Действительно, базовые численные методы существуют уже многие десятилетия, но мы работаем над улучшением их реализации, стремимся повысить скорость обработки, сделать их более эффективными, адаптируя их к современным потребностям заказчиков. То есть мы применяем не просто известный метод, но используем вместе с ним различные ускорители и расширения. Примером может служить применение базисных функций высшего порядка для повышения эффективности метода моментов за счет укрупнения элементов сетки. Всё это само по себе не является чем-то принципиально новым, но реализация этих решений, обеспечение возможности их практического использования в комбинации друг с другом – это действительно то, что можно считать прогрессом в области моделирования, который воплощается нами в наших инструментах.

Также мы работаем над совершенствованием математического аппарата обработки элементов матриц, стремимся сократить количество вычислений, сделать эту обработку быстрее. Примером этого является адаптивная кросс-аппроксимация. Эти решения также являются дальнейшим развитием стандартных численных методов.

Кроме того, мы уделяем значительное внимание работе с большими объемами данных. Как я уже говорил, современные модели очень сложны, и даже после их упрощения они содержат огромное количество элементов. Даже просто для того, чтобы повернуть такую модель вокруг определенной оси на экране, требуется выполнить множество вычислений. И наша задача – чтобы это выполнялось практически в реальном времени. Если при каждом

повороте модели пользователь должен ждать несколько минут, пока модель обновится, о каком удобстве работы может идти речь?

Еще одно направление, в котором постоянно ведется работа по усовершенствованию алгоритмов – построение сетки. Задание сетки оказывает существенное влияние на достоверность результатов моделирования, и при этом процесс ее построения в больших моделях может занимать значительное время. В последней версии Altair FEKO мы реализовали новый более быстрый алгоритм, который выдает сетку, более удобную для дальнейшей работы на этапе выполнения вычислительного алгоритма, а также содержащую меньшее количество элементов, что повышает скорость вычислений и позволяет использовать меньше памяти.

В арсенале ПО Altair FEKO множество различных методов моделирования. Не возникает ли у пользователей сложностей в выборе наиболее подходящего способа для конкретной задачи?

В ПО Altair FEKO реализован ряд методов, выполняющих моделирование путем численного решения уравнений электромагнетизма. Среди них – метод моментов, метод конечных элементов, метод конечных разностей. Однако этот прямой подход требует значительного объема вычислений. Когда вы переходите к очень высоким частотам, этот объем становится еще больше. Для преодоления этой проблемы необходимы приближенные подходы, такие как методы физической и геометрической оптики, однородная теория дифракции. Эти подходы обеспечивают не абсолютную, но достаточно высокую для задач моделирования точность и тем самым позволяют гораздо более эффективно работать с высокими частотами.

И здесь ключевой момент заключается в том, что FEKO сочетает эти приближенные методы с такими, как, например, метод моментов. Эта комбинация позволяет пользоваться преимуществами обоих подходов. Например, при моделировании антенн самолетов для самой антенны применяется наиболее точный метод, а когда необходимо учесть остальную конструкцию самолета, используется приближенный подход. И что особенно важно – это выполняется в рамках одного процесса симуляции. Эта возможность также позволяет сократить

общее время выполнения задания, в чем сейчас наблюдается растущая потребность.

Что касается выбора наиболее подходящего метода, действительно, этот вопрос возникает у пользователей, в особенности у тех, которые только начинают решать подобные задачи. Мы обычно рекомендуем проконсультироваться с нами по этому поводу и всегда стремимся помочь нашим клиентам на основе собственного опыта. Но, конечно же, пользователям хотелось бы работать с нашим ПО самостоятельно, поэтому мы исследуем возможности создания некоторого инструмента, который мог бы выдавать соответствующие экспертные рекомендации. Возможно, в основе этого средства могла бы быть нейросеть или какой-либо подобный подход. Мы уже задумывались об этом около 15 лет назад, но тогда не было подходящего для этого алгоритма. Мы анализируем возможности и стараемся найти подходы для создания такого средства, но всё же сама природа этого вопроса достаточно специфична, и поэтому я не считаю, что в ближайшем будущем появится инструмент, в котором вы сможете просто нажать кнопку, и он сам выберет метод моделирования и подготовит модель.

Моделирование антенн – одна из крупнейших областей применения ПО Altair FEKO. В то же время антенны очень широко применяются в устройствах Интернета вещей. Как выглядит эта концепция с точки зрения разработчика инструментов электромагнитного моделирования и какое влияние ее развитие оказывает на решения вашей компании?

Вопрос о том, что стоит за термином "Интернет вещей", действительно очень интересный. Сейчас очень многие говорят об этом понятии, но, я бы сказал, его строгого определения не существует, и каждый понимает его в той или иной мере по-своему. Для меня Интернет вещей – это когда всё обменивается данными со всем. Это простое, не научное определение, но оно в достаточной мере отражает идею.

Мы сейчас очень активно вовлечены в направление Интернета вещей. Этот масштабный обмен данными, который в большой степени реализуется по беспроводным каналам, действительно требует разработки большого количества антенн. Они становятся составной частью не только уже

привычных транспортных средств или мобильных устройств, но и кухонной техники, одежды, даже футбольных мячей. Антенна на самом устройстве – это классическая задача для FEKO. Но в Интернете вещей есть множество уровней. Так, эти устройства обмениваются данными в определенном окружении. Например, кухня, на которой стоит холодильник, имеет стены, вокруг стоят другие дома, и если холодильнику требуется, допустим, заказать в супермаркете бутылку молока, возникает вопрос, как далеко может находиться этот супермаркет, достаточно ли мощности сигнала, должен ли обмен осуществляться через повторитель или через точку доступа, имеющуюся в самом доме. Этот вопрос, по сути, тоже сводится к физике, к электромагнитным полям, поэтому здесь возникает задача электромагнитного моделирования в имеющемся окружении. Для этих целей у нас есть специализированный инструмент – WinProp, позволяющий моделировать распространение сигнала и планировать сети.

Далее возникает вопрос эффективного обмена информацией, и здесь у нас есть другое решение – Carriots – интеллектуальная платформа, позволяющая визуализировать и анализировать информацию, предоставляемую инфраструктурой Интернета вещей, для принятия оптимальных решений. Например, если проанализировать, сколько бутылок молока в неделю заказывает каждый холодильник в некотором районе и сколько в этом районе холодильников, супермаркет может спланировать свои закупки так, чтобы обеспечивать этот район молоком в необходимых количествах. Это совершенно другой уровень бизнеса Интернета вещей, и для его поддержки у нас – компании Altair – тоже есть решения.

Так что Интернет вещей – очень широкое понятие. В зависимости от того, на каком его уровне работают клиенты Altair: нужно ли им спланировать поставки в супермаркете или оптимизировать городской трафик, рассчитать количество антенн в доме или опорных станций на улицах города, либо разработать антенну для холодильника или автомобиля – мы всегда готовы предложить наиболее подходящее решение.

Спасибо за интересный рассказ.

С.М. Шиком беседовал Ю.Ковалевский