

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ БИМЕДИЦИНСКИХ СТРУКТУР И СИСТЕМ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ SIM4LIFE

Гродо Д.С.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Камлач П.В. – канд. техн. наук, доцент

В данной работе описаны принципы и методика работы алгоритма конечных разностей во временной области (англ. Finite Difference Time Domain, FDTD) или метода Йи. На примере конкретной модели и при помощи программной платформы Sim4Life показана работа данного алгоритма. Полученные данные предоставляют возможности для оценки взаимодействия электромагнитных волн с различными объектами и могут быть использованы во многих сферах реального мира.

Sim4Life — это платформа для моделирования обладающая различными физическими обработчиками для непосредственного анализа биологических явлений реального мира и сложных технических устройств в проверенной биологической и анатомической среде, в том числе для моделирования воздействия различных электромагнитных явлений на биологические ткани.

Одним из основных для реализации таких симуляций является метод конечных разностей во временной области (англ. Finite Difference Time Domain, FDTD) или метод Йи — один из наиболее популярных методов численной электродинамики, основанный на дискретизации уравнений Максвелла, записанных в дифференциальной форме. FDTD относится к общему классу сеточных методов решения дифференциальных уравнений. Базовый алгоритм метода был впервые предложен Кейном Йи в 1966 г.

Sim4Life light предоставляет четыре типа граничных условий, которые могут быть использованы для сокращения вычислительной области: поглощающие (ABC – absorbing boundary condition), идеальные электрические проводящие (PEC - perfectly electric conductive), идеальные магнитные проводящие (PMC - perfectly magnetic conductive) и периодические. Эти типы граничных условий, которые могут быть произвольно объединены для шести сторон сетки, описаны далее:

– Поглощающие граничные условия (ABC):

При отсутствии поглощающих или открытых граничных условий волны, падающие на внешнюю границу сетки, отражаются обратно в вычислительную область. Поэтому сетка должна быть усечена поглощающими граничными условиями, которые либо поглощают входящие волны без отражения (UPML), либо имитируют прозрачное граничное условие (аналитическое).

– Идеальные электрические проводящие граничные условия (PEC):

Идеально проводящие граничные условия усекают вычислительную область с идеально проводящими плоскостями (PEC). Тангенциальные компоненты E-полей на внешних границах равны нулю.

– Идеальные магнитные проводящие граничные условия (PMC):

Идеально проводящие граничные условия усекают вычислительную область с идеально проводящими плоскостями (PEC). Тангенциальные компоненты E-полей на внешних границах равны нулю.

– Периодические Граничные Условия:

Периодические граничные условия могут быть использованы для структур с геометрией, имеющей периодические характеристики. Чтобы использовать периодические граничные условия для ограничения вычислительной области, необходимо только смоделировать и просимулировать один «период» геометрии. Геометрия в вычислении отражается на периодической границе, чтобы представить бесконечно периодическую структуру.

В данной работе описаны принципы и методика работы алгоритма конечных разностей во временной области (англ. Finite Difference Time Domain, FDTD) или метода Йи. Разобраны некоторые нюансы его работы, в том числе принцип учета различных параметров и вариаций граничных условий симуляции и способ расчета необходимых величин.

На примере конкретной модели и при помощи программной платформы Sim4Life показана работа данного алгоритма. Полученные данные предоставляют возможности для оценки взаимодействия электромагнитных волн с различными объектами и могут быть использованы во многих сферах реального мира.

Список использованных источников:

1. Sim4LifeLight Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zmt.swiss/sim4life/>.
2. Метод конечных разностей во временной области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki>.