

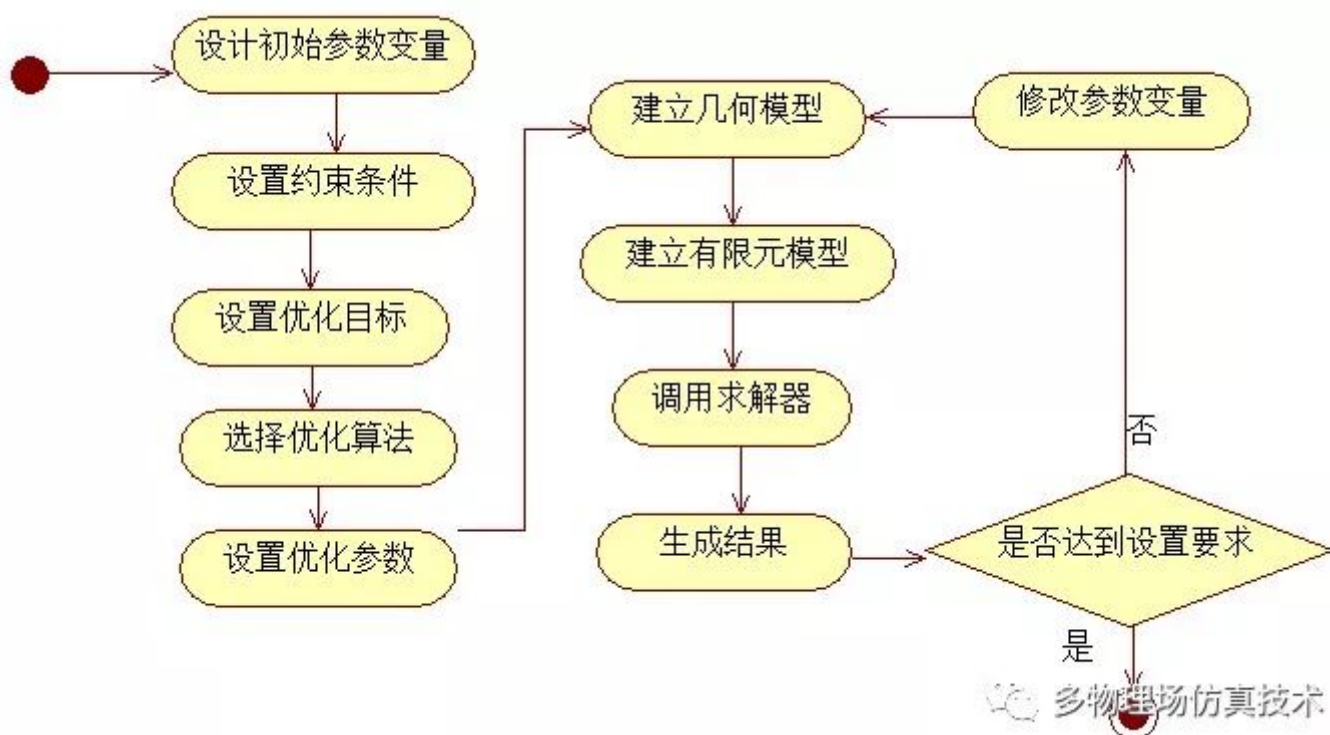
FEM之优化算法(2)---仿真软件优化模块开发

www.cae-sim.com [多物理场仿真技术](#)

有人说 仿真的本质就是优化, Exactly!

优化是很多CAE软件产品中的一个模块, 比如Altair OptiStruct, Ansys DesignExplorer, HFSS Optimetrics, Abaqus ATOM 以及独立的优化软件Isight, Tosca等, Matlab等科学计算软件中也提供了专门的优化工具箱。

工程上的优化流程可以通俗的用下图来表示:



上图只是做优化一个非常简单的流程, 在实际应用中会有很多的工程性问题, 展开的话会有很多的子图。其中**修改参数变量**一项 是通过**优化算法**来实现的, 也是本文介绍主要介绍的内容。优化算法和CAD, Mesh一样属于基础研究领域。

本文从以下几个方面介绍开发优化模块, 该模块主要是使用数值计算优化算法:

1. 常用的优化算法介绍
2. 优化算法与仿真软件集成
3. 例子演示

1. 优化算法

简单讲优化算法分两种, 一种是对目标函数进行计算, 对象函数表达式已知; 另一种是试探法, 通过各种搜索算法确定输入参数对结果的影响, 来查找优化解。通常第一种算法函数的导数, 梯度等可以计算出, 迭代速度较快, 而第二种方法适合对象函数未知, 只知道优化的目标值的情况, 但是

收敛速度较慢，尤其是在输入参数过多，求解器一次计算时间很长的情况下，实际应用中很难得到有效解。这也是开发求解器的原因之一，知道了求解器的具体实现，优化算法能更有针对性，效率更高。

单纯的凭借算法很难解决实际工程问题，实际应用中往往利用工程和算法，经验DOE等特点选择合适的优化流程，并采用多种优化算法结合，利用等来减少迭代次数。

本文只介绍常用的搜索算法：

局部优化算法：

1. 模式搜索法，又叫Hooke-Jeeves方法
2. Rosenbrock法
3. 单纯形搜索法
4. Powell法

全局优化算法：

5. 遗传算法
6. 模拟退火算法
7. 神经网络算法
8. 蚁群算法
9. 粒子群算法

2. 优化算法与仿真软件集成

以调用求解器 Nastran为例，设计实现优化流程如下：



因为是调用第三方求解器，实现中要注意几个问题：

1. 模板文件通常在仿真软件中生成，然后通过一定方法将参数识别提取出来，然后再生成模板文件。
2. 第三方求解器要支持命令行调用（大部分软件都支持）。
3. 进程同步，确保每一步调用的前一步都已经完成。
4. 大部分软件仿真结果都以二进制格式给出，需要解析结果文件。
5. 使用文本文件交换数据。

3. 例子演示

举最简单的例子，一根长为4m的绳子，求围绕的长方形面积最大，长和宽都为1时，面积最大。

该优化问题可以用下面表达式描述

$$A(\max)=x*(2-x)$$

文件列表：

1. InputParameter.txt
2. Template.txt
3. Input.txt
4. CalculaFence.exe
5. OptController.exe
6. ResultExtract.exe
7. Output.txt

1. 为参数文件，长和宽；
2. 模板文件；
3. 输入文件，由文件1和2中的数据生成；
4. 计算程序，读入输入文件中的数据，进行计算 即长*宽，完成后将计算结果写入结果文件7 Output.txt；
5. 控制整个计算流程，调用每一步的exe和优化算法，保证进程的同步；
6. 结果解析器，读入结果文件，提取优化算法需要的参数；

对于这类简单问题，各种优化算法都能得到 $1e-5$ 精度以内的解。

再以实际工程为例，

薄壁圆筒，下端固定，上端施加向下力，以材料和厚度为变量，求使得所有固有频率中位移最小。

需要的文件同上，只不过2. Template.txt 和 3. Input.txt 都要改成 *.bdf文件。4. CalculaFence.exe变成了Nastran， 6. ResultExtract.exe变成op2文件解析器。使用遗传算法，由于一次仿真很快，迭代次数可以设置稍微长一些，这样得到的结果更可靠。后面再介绍更实际的工程优化例子。

