

FEM之杂谈(2)---快速多级子算法介绍

原创 www.cae-sim.com [多物理场仿真技术](#)



FMM(Fast Multipole Method)快速多级子算法被美国工业与应用数学学会命名为20世纪十大算法之一：

(<http://www.uta.edu/faculty/rccli/TopTen/topten.pdf>)

FEM和FMM本来不太相干，为了方便放在FEM杂谈中。

通常有限元方法最后的线性方程组的系数矩阵为**对称稀疏矩阵**，因此编程求解计算量和内存消耗都与单元数量成线性比例关系。但其他求解偏微分方程的方法比如**矩量法**，**边界元法**等最终形成的线性方程组系数为非对称非稀疏矩阵，常规计算方法所需的存储该系数矩阵要 $O(N*N)$ ，计算量达 $O(N*N*N)$ ，因此当单元增加时，计算量和内存消耗急剧增加，从而限制了很多数值方法在实际工程中的运用。FMM的出现解决了这个问题，使得计算量和内存消耗与单元的数量也达到了线性关系。

快速多级算法的计算量与求解问题的规模虽然呈线性关系，但是这个线性斜率很大，导致快速多级算法的优势只有在大规模问题上才能体现出来。在常用的FMM基础上出现很多改进算法，多层快速多级子算法，和其它算法的混合算法。

开源的FMM资源：

ExaFMM (<http://www.bu.edu/exafmm/>)

Puma-EM (<http://sourceforge.net/projects/puma-em/>)