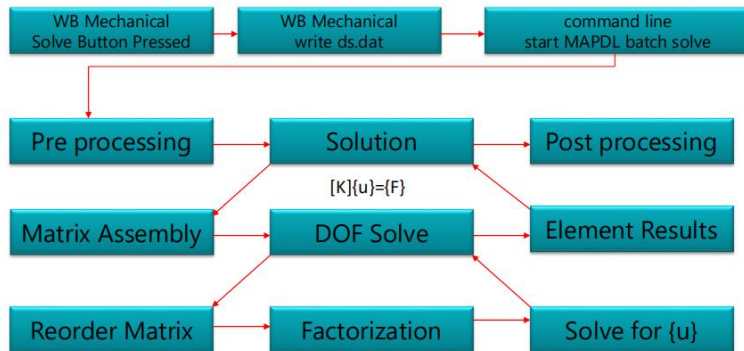


ANSYS Mechanical HPC 使用指北

一， ANSYS Workbench 及并行求解工作原理



首先，我们在详细研究用 ANSYS Mechanical APDL[MAPDL]求解器进行并行处理的细节之前，利用 ANSYS Workbench Mechanical [WB Mech]进行前后处理，可以快速地回顾解决方案过程。

如上图所示，我们假设将完成一个解决方案——当在[WB Mech]中按下解决方案按钮时，解决方案将显示为启动。然而，第一步是[WB Mech]扫描模型树并写出模型的 MAPDL 输入文件 ds.dat。

然后，[WB Mech]启动一个 DOS 命令窗口（在后台），并发出适当的命令以 ds.dat 文件作为输入启动 MAPDL 批处理解决方案。一旦 MAPDL 解决方案过程完成，[WB Mech]将读取结果文件 file.rst，并得到任意想得到的结果信息。一旦得到结果，[WB Mech]解决方案过程就完成了。

MAPDL 解决方案从 DS. DAT 文件中的“预处理”步骤开始。然后系统地装配系统刚度[k]和质量[m]矩阵。这允许求解器确定存储器需求。从[M]在解决方案信息中报告质量汇总项目[总质量，惯性矩等]。如果存在任何加速度/重力载荷(a)，那么将使用[M]为力{F}向量创建 M a 项。

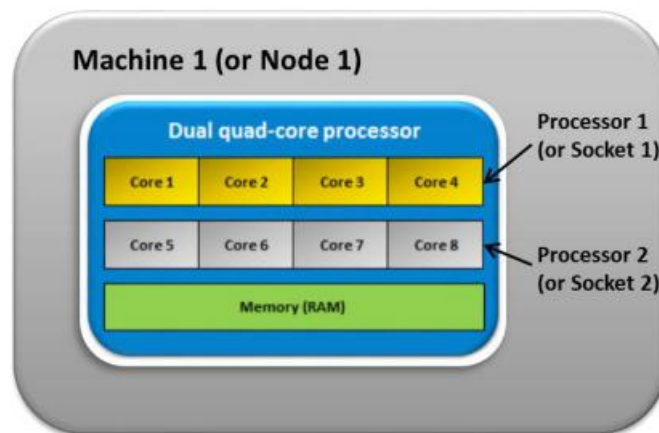
现在开始自由度[DOF]求解。当这个例子使用（稀疏）直接求解器时，[k]矩阵具有重新排序的条件。[K]是分解意味着它被转换成新的格式。该格式取决于几个因素，但通常这意味着找到上(U)、下(L)和对角(D)矩阵，使得 $[K]=[L][D][U]$ 。从这个分解因子的矩阵求解出{U}。在 MAPDL 求解过程中，这两个步骤大约占计算工作量的 70%。

下一步是计算和存储位移{u}矢量的元素结果，如应变、应力、能量、体积变化等。然后将结果写入硬盘上的结果文件(文件.RST)。这完成了 MAPDL 求解部分；从这里[WB Mech]用结果数据显示任何结果对象，然后完成整个解决方案。

下图显示的是求解过程中每个步骤所需要花费的时间比例。

Percent of solve time	WB Mechanical Solve Button Pressed, ds.dat written
5%	Prep Data – Start Batch Solve & Read ds.dat
10%	Element Formation – assemble [K] & [M]
10%	Solution Procedures – reorder [K]
70%	Factorization of [K], Solve for {u}
5%	Element Result Recovery (strain, stress, volume, etc)
	WB Mechanical Reads rst file to populate result objects

下图显示了典型的工程工作站硬件。注意，处理器也可以称为 CPU。如果你遇到一个描述使用 CPU 来替代核心。请注意，术语“**In Core**”指的是在解决方案期间在 RAM 中保存所有必需的文件，而不必写入硬盘。



有两种类型的并行处理：共享内存并行[SMP]和分布式内存并行[DMP]。SMP 所有可用的内核和内存驻留在同一物理位置。使用 DMP 每个内核都有自己的内存，并且可以有多个节点。然而，每个核心地址的内存驻留在同一个节点作为核心。

现在从软件的角度来看，当 MAPDL 解决方案是在 SMP 中完成的时候，将整个模型分配到 N 个内核。因此，整个刚度矩阵的求解都是由 N 个核作为一个集成核来完成的。通常，这意味着由于核心时钟周期的可用性增加，解决方案时间的减少是有限的。通过 RAM 为所有 N 个内核服务。

举个例子，假设在 SMP APDL 解决方案期间使用 6 个核，每个核心都需要使用 10GB/sec 的 RAM。然而，我们进一步假设内存带宽为 40 GB/s。因此，如果使用所有 6 个核心，解决方案还差 20 GB/s 的内存使用量。在本例中，当比较解决方案时间与核[N]的数量时，我们预期随着 N 增加到 4 个核已经用完 RAM。设置第 5 个核心和第 6 核心对求解速度提升不大。

这只是一个虚构的例子——系统的实际性能取决于可用硬件资源和所求解的刚度矩阵的大小。

使用 N 个核的 DMP APDL 求解过程，每个核处理 [K] 矩阵的 1/N。一个自然的问题是 [K] 是如何分割的，它会影响性能吗？[K] 的“分割”称为区域分解，它是自动的。作为示例，下图在左侧显示了该模块的完整有限元模型[FEM]——对于 [WB Mech] 中的用户来说。用 3 个核求解，域可能看起来像下图右边的三个组。



正如人们所期望的，域分解确实需要一些 CPU 时间。并且需要一些额外的 RAM 分配给主进程（这是自动的）。

所需的额外 RAM 取决于求解器，但是在这个例子中，它大约是模型的每个百万自由度 [MDOF] 需要 1.5GB 的 RAM。分解和求逆矩阵所需的数学运算的数目与其大小不是线性的。因此，DMP 过程通过同时求解大量较小的 [K] (比 SMP 方法) 来加速求解。

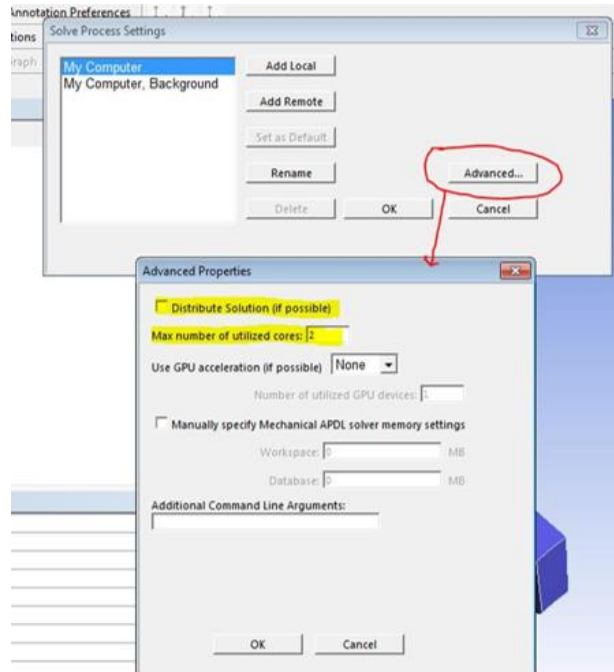
在核心之间存在共享节点信息的交换。因此，比较 2-3 个核心解决 SMP 到 DMP，SMP 方法可能比 DMP 方法快一点。或者用 2-3 个内核时 SMP 和 DMP 可能具有相同的速度，这个过程高度依赖于硬件配置。

二，ANSYS 并行求解设置

- 1) 在 Mechanical 环境下，菜单栏----tools----solve process settings



- 2) 在 solve process settings 对话框下选择 advanced



3) 在 Advanced properties 对话框下 Distribute Solution 默认状态关闭, 此时代表 SMP 算法, Max number of utilized cores 填写电脑硬件所能使用的 CPU 核数, 这样求解代表用指定 CPU 核数的硬件 SMP 算法进行求解。如果勾选 Distribute Solution, 此时代表用 DMP 算法, Max number of utilized cores 填写电脑硬件所能使用的 CPU 核数, 这样求解代表用指定 CPU 核数的硬件 DMP 算法进行求解。