



大气所发展的大气环流模式SAMIL3完成万核测试试验

文章来源: 大气物理研究所

发布时间: 2012-03-20

【字号: 小 中 大】

近日,中国科学院大气物理研究所(IAP)大气科学与地球流体力学数值模拟国家重点实验室(LASG)发展的高分辨率大气环流模式SAMIL3,在国家超级计算(天津)中心的“天河一号”超级计算机上,成功进行了全球12.5公里和6公里分辨率万核计算规模的性能测试。结果表明,SAMIL3具有优越的并行计算性能和并行I/O性能。这是我国见诸报道的首次利用三维大气环流模式AGCM成功进行的万核测试试验。

SAMIL3是IAP/LASG地球系统模式研发团队最新发展的高分辨率大气环流模式。SAMIL3动力框架可以选择谱方法(Wu et al., 1996)和有限体积方法(Lin, 1996),两种方法使用同一套物理过程参数化方案。SAMIL3模式可以灵活使用200km, 100km, 50km, 25km, 12.5km, 6.25km水平分辨率,垂直方向取26层。通过大量标准动力框架理想试验和标准水球试验,SAMIL3在不同分辨率下都有良好的稳定性和模拟效果。为了进一步测试模式的计算性能和I/O性能,SAMIL3研发团队将SAMIL3水球试验版本移植到“天河一号”超级计算机上进行大规模高分辨率性能测试。

水球试验是指将完整大气环流模式应用在完全被海洋覆盖的地球上所进行的理想化实验。水球试验设计中没有陆地,没有海冰。全球海温是给定的,从赤道向两极递减的理想分布。太阳常数为 1365W/m^2 ,太阳辐射没有季节变化。臭氧没有纬向变化,关于赤道南北对称。 CO_2 , CH_4 , N_2O 等气体取常数,没有影响辐射效应的气溶胶。

模式计算性能测试结果(图1)显示,在千核以下并行计算规模,SAMIL3具有非常优越的计算性能,相对并行算法效率在1.0-1.12之间。当并行计算规模增加到千核以上时,SAMIL3的优越计算性能依然能够保持,相对并行算法效率大于1.0。在3456核(12.5公里)和6144核(6.25公里)以上,SAMIL3的计算性能开始下降。在6144核(12.5公里)和13824核(6.25公里),SAMIL3的相对并行算法效率分别只有0.66和0.52。这说明SAMIL3在3456核(12.5公里)和6144核(6.25公里)以下,模式能够保持优越的并行计算性能,模式运行速度最快可达1.5年(12.5公里分辨率)和3.5个月(6.25公里分辨率)每墙钟时间一天。

在模式I/O性能测试中,在全球12.5公里分辨率下每个模式积分时间步输出u, v, q, t, ps五个变量场,其中u, v, q, t是三维变量,ps是二维变量。测试结果如图2所示,没有I/O节点时,I/O模块不占用任何计算时间,因此模式I/O效率达到100%。当只有6个I/O节点时,模式I/O效率可以达到80%以上。随着I/O节点的增加,模式I/O效率逐渐上升。当每个核都有参与I/O时(1536核),模式I/O效率接近100%,即I/O过程不影响模式计算速度。在“天河”上大规模并行I/O测试结果表明,SAMIL3并行I/O模块具有优越的性能。

高分辨率气候模式的研发是当今气候模拟研究领域国际竞争的前沿。高分辨SAMIL3模式在“天河”超级计算机上成功进行万核测试,标志着中科院发展的气候模式有能力参与高分辨率模式研发领域的国际竞争。SAMIL3万核测试试验的成功,与此前IAP/LASG大洋环流模式LICOM在“天河”计算机上成功进行10km分辨率的千核测试试验一道,为发展超高分辨率的中科院气候系统模式奠定了坚实基础。

SAMIL3水球试验在不同水平分辨率下的初步模拟效果请见: <http://www.lasg.ac.cn/FGOALS/qbao/zli/>。

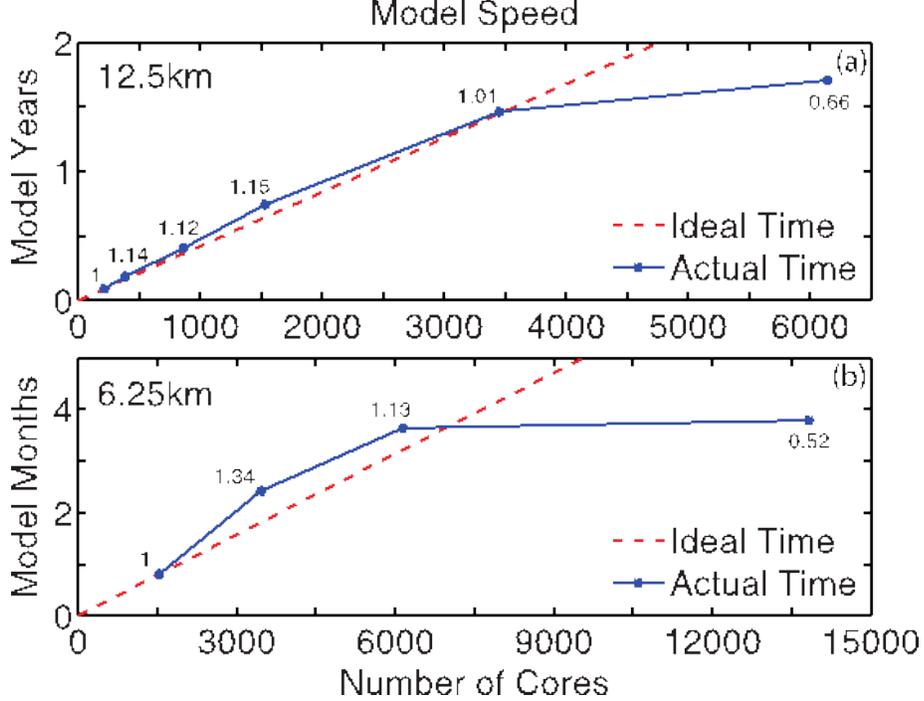


图1 SAMIL3在“天河一号”超级计算机上测试得到的模式速度，单位：模式年（月）/墙钟天。（a）12.5公里分辨率，蓝色圆点标记从左往右分别对应216，4，864，1536，3456，6144核；（b）6.25公里分辨率，蓝色圆点标记从左往右分别对应1536，3456，6144，13824核。蓝色实线是实际模式时间，红色虚线是理想模式时间。圆点标记数值表示相对并行算法效率（加速比=串行执行时间/并行执行时间，并行算法效率=加速比/核数，第n点相对并行算法效率=第n点并行算法效率/第1点并行算法效率）。

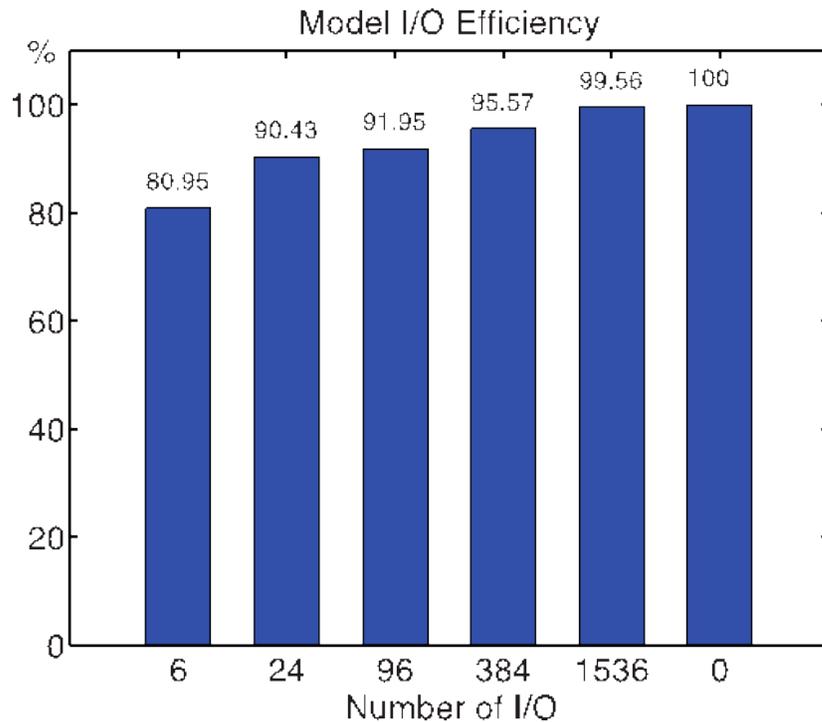


图2 SAMIL3 12.5公里分辨率在“天河一号”超级计算机上使用1536核测试得到的模式I/O效率（模式I/O效率=无I/O试验的模式运行时间/有I/O的试验的模式时间），单位：%。

