

Влияние подсистемы межпроцессного взаимодействия на эффективность работы параллельных программ*

Г.В. Тарасов, Д.И. Харитонов

Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН

Общепринятой единицей измерения производительности вычислительных систем является количество операций с плавающей точкой в секунду (FLOPS). На основе этой единицы измерения строятся мировой рейтинг суперкомпьютеров Top500 и рейтинг Российских суперкомпьютеров Top50. Однако, с точки зрения пользователя эту величину не всегда следует рассматривать как объективный показатель. Она лишь говорит о том, что на вычисление решения системы линейных уравнений заданной размерности и заданным методом будет затрачено некоторое известное (вычисляемое по формуле) количество операций, и процесс вычисления займет некоторое время. Если алгоритм задачи пользователя коррелирует с алгоритмом, используемым в HPL Benchmark, то тогда пользователю важен результат теста HPL и, зная его для заданной вычислительной машины, пользователь в состоянии оценить временные затраты, требуемые на решение его задачи. В противном случае возникает необходимость проводить дополнительное и всестороннее тестирование искомой задачи.

В данной работе авторы исследуют вопросы поиска новых частных характеристик производительности вычислительной системы, которые бы отражали ее архитектурные особенности и позволяли бы оценить временные и ресурсные затраты на исполнение параллельных программ. В качестве начального направления исследований на различных архитектурах рассматривается эффективность работы стандартной библиотеки pthreads (POSIX Threads), повсеместно используемой на системах с общей памятью как при создании собственных приложений, так и в качестве базиса для построения более высокоуровневых средств реализации параллелизма в прикладных программах. Для данной библиотеки разработан синтетический тест, который замеряет время выполнения некоторой pthread-функции при определенном общем уровне загрузки вычислительной системы. В частности, рассматривается скорость выполнения функции pthread_create, отвечающей за порождение нового потока управления в параллельной программе. Нагрузка на вычислительную систему формируется созданием группы потоков.

В работе вводится частная характеристика *отношения времени создания одного параллельного потока в рамках группы к общему количеству потоков в этой группе*. Используя данный синтетический коэффициент, для различных вычислительных системах с процессорами Intel и AMD были получены следующие основные результаты. Наблюдается примерно 7-10% превосходства процессоров Intel (Xeon L5609 vs. Opteron 6164HE). Протестированные системы на базе Intel процессоров, имеющихся в распоряжении авторов, расположились в следующем порядке убывания коэффициента: Core-i5-3550, Xeon L5609, QuadCore-Q8600. Разница в скорости выполнения функции pthread_create в приведенной группе процессоров составляет 3-5 мкс и коррелирует с частотой процессора. Также следует отметить несколько фактов, выявленных в результате тестирования и влияющих на скорость выполнения параллельных программ. Включение флага affinity при запуске программ может давать до 30% сокращения времени накладных расходов за счет уменьшения затрат на переключение контекстов потоков между физическими ядрами процессоров. Запуск параллельных программ на процессорах Intel Xeon L5609 с 4 потоками оказывается более эффективным, чем с 8 потоками. В среднем время создания одного параллельного потока увеличивается до 30 раз при полной нагрузке на все 8 ядер.

*Работа выполнена при финансовой поддержке грантов ДВО №12-I-П18-03, №12-III-A-01И-015.