

Анализ и разработка системы распределенного решения задач динамики большой размерности

Д.А. Стуров, А.С. Горобцов

Объектом данной работы является реализация системы параллельного решения задач инженерного анализа, использующих расчет нелинейной динамики моделей, представляющих собой систему твердых и упругих тел, связанных шарнирами в рамках концепции Грид-компьютинга. Такие системы используются для анализа и проектирования транспортных средств, роботов, конструктивных элементов. Применение распределенных вычислений в рамках Грид-системы дает возможность решать задачи, которые стоят на принципиально новом уровне:

- задача синтеза управляемого движения, актуальная для биомеханических и робототехнических систем;
- моделирование упругих тел;
- многовариантные расчеты.

Задача управления в идеальном случае требует расчета модели механизма в режиме реального времени, так как это дает возможность управлять механизмом при его движении. Упругие тела можно приближенно представить большим количеством твердых тел, при этом в динамической системе число степеней свободы возрастет на несколько порядков. Учет многих факторов и детализация расчетной схемы моделируемой конструкции приводит к увеличению размерности задач и снижению скорости расчета. С ростом размерности задач требуются более эффективные методы и технологии моделирования динамических систем, позволяющие расширить детализацию моделей для повышения их адекватности и ускорить вычислительные процессы.

Назначение применения распределенных вычислений для ускорения вычислений вполне очевидно. В задачах большой размерности важно не только ускорение, но и возможность решить эту задачу, преодолев ограничение на размерность. Для задач, решаемых методом конечных элементов, большая размерность была характерна изначально, так как от детальности зависит адекватность модели. Впоследствии возникли методы декомпозиции области, которые потом использовались в моделировании динамики систем тел.

Использование метода решения сложных систем по частям, - диакоптика - стало очевидным при использовании распределенного вычисления, а применение технологии Грид позволяет уйти от зависимости аппаратной платформы и позволяет использовать штатные вычислительные узлы.

Выбор платформы Microsoft .NET и операционной системы Microsoft Windows, тогда как большинство существующих инструментов организации подобных систем предназначены для работы в Unix, обусловлен применением на коммерческих предприятиях, где широко используется операционная система Windows.

Технология Microsoft .NET поддерживает удаленное исполнение, многопоточность, безопасность, асинхронное программирование, удаленный доступ к данным, управление исполнением и поддержку нескольких языков программирования, что делает этот инструментарий очень выгодным в использовании.

Локальная сеть, построенная на современных управляемых коммутаторах, дает возможность применения настроек коммутаторов для повышения надежности, управления ресурсами и приоритезацией вычислительного трафика в сети для повышения эффективности расчета за счет применения протоколов RSTP и MRSTP, стандарта 802.1p, применения алгоритмов обработки очередей и функций Loop Guard и Link Aggregation. Для этого реализована подсистема конфигурации управляемого коммутационного оборудования и мониторинга доступности узлов в сети, основанная на применении алгоритмов Dead Peer Detection и Ping Check.

Разрабатываемый подход помимо сетевого взаимодействия использует механизм максимального использования аппаратных ресурсов штатных вычислительных узлов.