

## Об организации распределенных вычислений в сетях

*А.П. Афанасьев, В.В. Волошинов, В.Е. Кривцов (ИСА РАН, Москва)*

С развитием сетевых технологий распределенной обработки данных [1] и ростом пропускных способностей телекоммуникационных сетей, когда скорости сетевых обменов становятся сравнимыми с внутренними скоростями [2], появляются реальные возможности эффективного решения сложных вычислительных задач путем организации распределенных вычислений в сетях на основе рационального использования сетевых ресурсов - процессоров, памяти, коммуникационного оборудования, алгоритмов, программ.

В порядке обсуждения остановимся на некоторых характерных особенностях распределенных вычислений в сетях, которые, на наш взгляд, следовало бы учитывать уже на этапе постановки задачи.

Для организации вычислений в сети алгоритм решения исходной задачи должен быть заранее представлен в максимально распараллеленном виде с указанием вычислительных характеристик всех его отдельных процессов. По этим данным операционная система должна проанализировать текущее состояние сети, выбрать в ней информационные и алгоритмические ресурсы, максимально отвечающие структуре алгоритма и сложности решаемых подзадач, обеспечить доступ к этим ресурсам и организовать на них вычисления, их синхронизацию и взаимодействие через сеть. Совокупность перечисленных процессов будем далее называть развертыванием алгоритма на сети.

Решение задачи развертывания существенно осложняется чрезвычайно подвижной динамикой состояний сети. Скорости обме-

нов в сети, загруженность памяти и процессоров отдельных хостов, их производительность, вплоть до полного отключения, меняются быстро, причем, как правило, непредсказуемым образом. Это накладывает достаточно жесткие ограничения на алгоритмы развертывания в плане их быстродействия: время расчетов по ним не должно превышать характерного времени изменения состояния сети - в противном случае результаты расчетов могут оказаться просто ненужными из-за их несовместимости с изменившимися сетевыми условиями. В случае конфликтов между быстродействием и фундаментальной полнотой расчетов предпочтение следует отдавать первому фактору.

Для обеспечения необходимой производительности сами алгоритмы развертывания должны проектироваться как распределенные: все хосты должны осуществлять постоянный мониторинг сети и, насколько это возможно, локально обрабатывать полученную информацию в интересах задачи развертывания. При этом не исключена ситуация, когда на одном и том же компьютере одновременно реализуются два потока вычислений - основной распределляемый вычислительный процесс и процесс его развертывания.

На сложность задач развертывания может дополнительно накладываться сложность самих развертываемых задач, например, когда эти задачи являются распределенными.

Примеры задач, нуждающихся в организации высокоэффективных вычислений, существуют в различных областях науки и техники. Это, например, обработка в реальном времени результатов сложных физических экспериментов, метеорологические расчеты, имитационное моделирование технических или экономических систем, расчеты оптимальных траекторий движения космических аппаратов и т.п.

Некоторые из этих задач являются распределенными в том смысле, что задающая их информация локализована в различных источниках, и эту информацию невозможно собрать в одном месте без существенных искажений и потерь. Такова, например, при-

рода прогнозной информации в модели межотраслевого межрегионального баланса. Подобные задачи требуют разработки специальных децентрализованных процедур расчетов, нацеленных на обработку информации в местах ее возникновения. Например, так работают алгоритмы сетевой маршрутизации.

При организации распределенных вычислений для таких задач необходимо учитывать дополнительные ограничения типа привязки некоторых вычислений к определенным узлам сети.

В заключение сформулируем компактно проблемы, суть которых обсуждалась выше:

- *Разворачивание вычислительного процесса в сети* - распаралеливание алгоритмов и синхронизация вычислительных процессов при непрогнозируемых изменениях скоростей обмена в среде с, вообще говоря, не фиксированным количеством разнородных процессоров с меняющимися характеристиками;
- *Самоорганизующаяся вычислительная среда* - сочетание работающего распределенного вычислительного процесса с поиском новых информационных и алгоритмических ресурсов и включением их в этот процесс;
- *Системы с пространственно-временной локализацией информации* - разработка алгоритмов для управления вычислительными процессами, в которых существуют ограничения на передачу информации от источников к центрам обработки (например, из-за потери актуальности за время передачи).

## Л и т е р а т у р а

1. СОМ и CORBA. Архитектуры, стратегии и реализации / Джейсон Причард. - М: "ЛОРИ", 2001. - 372 с.
2. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / В.Г.Олифер, Н.А.Олифер. - СПб: "Питер", 1999. - 672с.