

МОДЕЛЬ И АЛГОРИТМЫ ОРГАНИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЁННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Кишкин Т.А., Бахтизин В.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь
E-mail: timkishkin@gmail.com

Аннотация — Предложена модель организации распределённых вычислений на основе древовидной стратегии передачи данных. Приведены оптимальные параметры модели, рассчитанные с помощью теоретических методов моделирования и проверенные на практике.

1. Введение

Распределённые вычисления являются одним из наиболее эффективных и экономически выгодных способов повышения производительности вычислительных систем. Применение распределённых вычислений позволяет неограниченно наращивать мощности вычислительной системы с минимальными трудозатратами. В то же время организация распределённых вычислений связана с рядом проблем, таких как повышенные требования к управляющим (серверным) узлам и сетевые задержки при обработке больших массивов данных. Эти проблемы характерны для наиболее широко применяемых систем распределения вычислений, таких как, например, *Apache Hadoop*.

В докладе предложены модель и алгоритмы организации распределённой вычислительной сети, позволяющие минимизировать влияние указанных проблем.

2. Основная часть

В настоящее время наиболее востребованные модели организации распределённых вычислений основаны на применении трёх этапов обработки: разделение исходных данных, обработка составных частей и объединение результатов. Характерным примером может служить распространённая модель *MapReduce*, разработанная *Google* и реализованная во многих приложениях, включая систему *Apache Hadoop*. Модель *MapReduce* предполагает две определяемые пользователем операции: операция *map* обрабатывает элементы исходного набора данных и производит промежуточные элементы, а операция *reduce* объединяет промежуточные элементы по определённому принципу. При этом операции *map* и *reduce* могут производиться параллельно на разных машинах. Но задача по предварительному разделению исходных данных лежит, как правило, на одном узле. Кроме того, дополнительно стоит задача распространения исходного кода между всеми узлами. Данные проблемы могут служить «узким местом» (*bottleneck*), ограничивающим производительность всей системы. Большое количество компьютеров в сети приводит к повышенной нагрузке на управляющие узлы, а также на узлы, инициирующие вычислительную операцию, так как они должны передать исходный код большому количеству компьютеров.

В докладе приведены модель и алгоритмы, позволяющие снизить влияние данных факторов.

Для снижения нагрузки на отдельные узлы рассматривается модель древовидного обхода сети. При этом каждый узел контактирует лишь с ограниченным числом соседних узлов. Используется алгоритм, схожий с организацией оверлейных сетей в распределённых хэш-таблицах. Узел выбирает себе соседей из набора вершин вычислительной сети.

При распространении данных, необходимых для вычислений, узел получает свою порцию данных, разделяет её и отправляет некоторому подмножеству своих соседей. Соседи, в свою очередь, разделяют данные на ещё более мелкие части и распространяют дальше по сети. В итоге каждый узел получает необходимые данные для вычислений. Такой же подход применяется при распределении исходного кода между узлами, а также при объединении полученных результатов.

Поскольку разделение данных связано с нагрузкой на процессор, данная модель позволяет ускорить процесс за счёт параллельной обработки. Также модель значительно ускоряет распространение исходных кодов, так как оно тоже выполняется параллельно разными узлами.

Для определения оптимальных параметров модели (общее число соседей, количество соседей, которым необходимо передать конкретное задание и т.д.) проведено теоретическое моделирование системы. Для этого использовались закон Густавсона-Барсиса, позволяющий оценить максимально достижимое ускорение за счёт параллельной обработки, и модель Хокни, применяющаяся для учёта пропускной способности сети [1]. На основе теоретического анализа была получена окончательная модель организации распределённых вычислений.

Разработанная модель проверена на практике с помощью программного средства (ПС), реализующего полученную модель и алгоритмы распространения данных. Испытания ПС на тестовой компьютерной сети показали эффективность полученных результатов.

3. Заключение

Таким образом, разработана модель и алгоритмы организации распределённых вычислений в компьютерной сети.

Предложенная модель позволяет снизить затраты времени на разделение данных между узлами, а также уменьшить сетевые задержки за счёт разработанной стратегии передачи исходного кода. Для модели приведены оптимальные параметры, рассчитанные с помощью теоретических методов моделирования и проверенные на практике.

4. Список литературы

- [1] Hockney R.W. The communication challenge for MPP: Intel Paragon and Meiko CS-2 / R.W. Hockney // *Parallel Computing*. — 1994. — Vol. 20. — P.389 — 398.

MODEL AND ALGORITHMS OF A DISTRIBUTED COMPUTING

Kishkin T.A., Bakhtisin V.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Belarus

Abstract — A model designed to perform distributed computations on the basis of tree-like strategy of data distribution is presented. Optimal model parameters are given, determined by theoretical modeling methods and tested in practice.