

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АНАЛИТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЯХ

© 2016 П. В. Лобзин

Воронежский институт высоких технологий

В работе рассматриваются возможности использования аналитических моделей при реализации параллельных вычислений. Выделены основные этапы работы в случае произвольного доступа памяти.

Ключевые слова: параллельные вычисления, аналитические модели, компьютер.

В качестве основных высокоуровневых моделей используют следующие:

- PRAM (англ. parallel random access memory);
- BSP (англ. bulk synchronous parallel);
- LogP (англ. Latency, overhead, gap, Processors);
- MapReduce.

В первой из этих моделей граф алгоритма можно рассматривать как простейшую модель, которую мы можем применять для того, чтобы анализировать параллельные алгоритмы.

В ней отражены лишь самые существенные аспекты – ограничения по параллельности, появляющиеся вследствие того, что есть информационная зависимость среди операций.

Для того, чтобы можно было учесть более сложные аспекты, требуется провести рассмотрение других моделей.

Одной из таких моделей будет параллельная машина, имеющая произвольный доступ к памяти – PRAM (Parallel Random-Access Memory) (рис.).

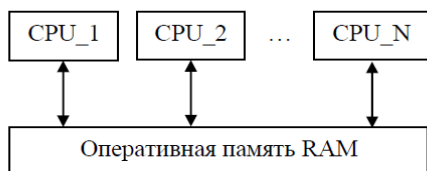


Рис. 1. Структурная схема модели PRAM

Эта машина представляет собой идеализированную модель параллельных компьютеров, относящихся к классу SMP (Symmetric MultiProcessor, симметричные мультипроцессоры).

Процессорами P_0, P_1, \dots, P_{p-1} используется общая память, которая содержит множество ячеек.

Всеми p процессорами может одновременно записываться информация в общую память или проводиться операции по чтению из памяти, а еще параллельным образом выполняться операции (среди которых есть арифметические, логические, битовые).

Величина времени доступа, от произвольного процессора к произвольной ячейке памяти является одинаковой и не зависит от того, какое число процессоров (мы рассматриваем идеальный случай, поскольку на практике мы этого не можем достигнуть).

Кроме общей памяти, для любого из процессоров существует необходимое число локальных регистров, необходимых для того, чтобы хранить требуемые данные и промежуточные результаты вычислений.

Для одного шага работы PRAM-машины мы можем выделить такие этапы:

- процесс чтения данных: всеми процессорами, которым требуется для данного шага сделать чтение данных из памяти, делается чтение данных из общей памяти в свои локальные памяти;

- процесс вычислений: всеми процессорами, которые принимают участие в исполнении этого шага, выполняются требуемые операции над данными, которые находятся в их локальной памяти;

- процесс записи данных: всеми процессорами записываются данные в общую память (в тех случаях, когда это требуется).

Модель PRAM можно рассматривать как обобщение классической модели RAM, о которой говорят как о последовательной машине, имеющей произвольный доступ к памяти.

Программы для машины PRAM записывают аналогичным образом, как и программу для однопроцессорной машины, но при этом применяют дополнительные опции, которые указывают, какими из процессоров должны выполняться данные команды.

Во многих случаях команду одновременным образом выполняют все процессоры.

В результате параллельной работы большого числа процессоров возникают некоторые нюансы, которые мы не наблюдали в случаях выполнения программ в присутствии одного процессора.

Достаточно важные из них следующие: режим с одновременным или исключаяющим доступом к ячейкам памяти, а также соблюдение синхронности или асинхронности в работе.

Есть определенное число вариантов по тому, как организовать доступ процессоров к памяти. В тех случаях, когда несколько процессоров имеют возможности для того, чтобы одновременным образом реализовывать процессы чтения данных из одной и той же ячейки, мы говорим о том, что существует *одновременное* (или *параллельное*) чтение (concurrent read).

Для противного случая, когда для каждого из моментов времени из одной ячейки лишь один из процессоров может осуществлять чтение, мы говорим о режиме работы с *исключаяющим чтением* (exclusive read).

Аналогичную классификацию строим для режима записи – говорят об *одновременной* (параллельной) *записи* (concurrent write) или *исключаяющей записи* (exclusive write).

Тогда в итоге мы получаем четыре типа общей памяти:

- Concurrent Read, Concurrent Write (CRCW, процессы одновременного чтения при условии, что одновременным образом записывают все процессоры);

- Concurrent Read, Exclusive Write (CREW, процессы одновременного чтения, но условием является запись лишь одним процессором);

- Exclusive Read, Concurrent Write (CRCW, процессы исключительного чтение со стороны одного процессора при условии того, что одновременной записью идет со стороны любого процессора);

- Exclusive Read, Exclusive Write (CRCW, процессы считывания и записи данных могут проводиться лишь со стороны одного процессора).

PRAM-модель представляет собой простейшую модель, направленной на описание параллельных вычислений, в этой связи ее применение в базовом виде является малоэффективным.

Для модели, связанной с массовым синхронным параллелизмом BSP синхронизацию отделяют от взаимодействия и существует учет влияния со стороны иерархии памяти и обмена сообщениями.

В этой модели существуют три составляющих:

- процессоры, которые имеют локальную память и работают с одной и той же скоростью;

- коммуникационная сеть, *вследствие которой* процессоры взаимодействуют друг с другом;

- механизм, связанный с тем, что синхронизируются все процессоры через заданные интервалы времени.

В качестве параметров модели выделяют количество процессоров и их скорости, стоимости взаимодействия и периоды синхронизации.

Процессы вычисления в BSP заключаются в том, что выполняется последовательность *сверхшагов*, состоящих из трех объектов:

- проведение собственно вычислений. Каждым используемым процессором могут быть выполнены локальные вычисления, поскольку процессы могут привлекать лишь значения в местной памяти процессоров. Процессы расчетов идут асинхронным образом, но может быть их перекрытие;

- осуществление связи, тогда реализуются процессы обмена данными среди процессоров;

- реализация барьерной синхронизации, при этом процессы вычислений достигают определенных барьеров, тогда процессор ожидает, пока все другие процессоры смогут достичь требуемого барьера.

Для каждого отдельного сверхшага процессором выполняются вычисления, которыми идет обращение к локальной памяти и идет отправка сообщений для других процессоров.

Сообщения представляют собой запросы на то, чтобы получить копию (операции чтения) или осуществить обновление (процессы записи) по удаленным данным.

В конце сверхшага процессорами выполняется барьерная синхронизация и лишь потом идет обработка запросов, которые были получены в течение текущего сверхшага;

затем процессорами происходит переход к исполнению следующего сверхшага.

В модели BSP есть существенный недостаток, который связан с несбалансированностью схем взаимодействия.

Модель LogP (David Culler, 1996) можно рассматривать как более современную модель, поскольку в ней учитываются свойства машин, имеющих распределенную память и существует больше деталей, которые связаны с особенностями исполнения в коммуникационных сетях, если сравнивать с моделью BSP. Для модели LogP о процессах говорят как о асинхронных, а не синхронных.

MapReduce является моделью вычислений, в которой рассматривается пакетная обработка больших объемов данных, она была разработана и используется компанией Google для различных приложений.

В модели MapReduce накладываются определенные ограничения на программы с тем, чтобы сделать автоматизацию распараллеливания, запуска и управления вычислениями на кластерах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баканов В. М. Параллельные вычисления: Учебное пособие / В. М. Баканов. – М.: МГУПИ, 2006. – 124 с.
2. Сухорослов О. В. Обучение современным технологиям обработки больших массивов данных на кластерных системах / О. В. Сухорослов // Современные информационные технологии и ИТ-образование. Сборник докладов научно-практической конференции: учебно-методическое пособие. Под ред. проф. В. А. Сухомлина. – М.: ИНТУИТ.РУ, 2009. – С. 791-798.
3. Преображенский А. П. Исследование возможностей построения алгоритма оценки загрузки компьютерной сети / А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2015. – № 14. – С. 119-120.
4. Львович И. Я. Моделирование компьютерных сетей на основе графовых моделей / И. Я. Львович, А. П. Преображенский, Р. С. Чекмарев, О. Н. Чопоров / REDS: Телекоммуникационные устройства и системы. – 2015. – Т. 5. – № 3. – С. 310-312.
5. Преображенский А. П. О возможностях ускорения вычислений при решении задач / А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2014. – № 12. – С. 67-68.
6. Преображенский А. П. О применении комбинированных подходов для оценки характеристик рассеяния объектов / А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2014. – № 12. – С. 69-70.
7. Преображенский А. П. Особенности использования САПР при проектировании беспроводных сетей связи / А. П. Преображенский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2014. – № 4 (7). – С. 15.
8. Lvovich I. Ya. The solution of problems of scattering electromagnetic waves for complex objects based on parallel computing / I. Ya. Lvovich, A. P. Preobrazhenskiy, O. N. Choporov // Наука и человечество. 2014. – № 5. – С. 9-13.
9. Львович И. Я. Исследование применения параллельных вычислений при оценке характеристик рассеяния объектов сложной формы / И. Я. Львович, А. П. Преображенский, Р. С. Чекмарев // REDS: Телекоммуникационные устройства и системы. 2014. – Т. 4. – № 4. – С. 316-320.
10. Преображенский А. П. О процессах оптимизации в мобильных системах связи / А. П. Преображенский, Е. И. Коденцев // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2013. – № 3. – С. 6.
11. Lvovich I. Ya. The analysis of scattering electromagnetic waves with use of parallel computing / I. Ya. Lvovich, A. P. Preobrazhenskiy, O. N. Choporov, K. V. Kaydakova // В сборнике: 2015 International Siberian Conference on Control and Communications, SIBCON 2015 – Proceedings 2015. – С. 714-733.
12. Бокова О. И. Повышение быстродействия устройств аналогоцифрового приема и обработки сигналов широкополосных комплексов пеленгования / О. И. Бокова, Д. А. Жайворонок, О. С. Сластикова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 2. – С. 9.
13. Глотова Т. В. Модификация метода моментов в задачах рассеяния электромагнитных волн / Т. В. Глотова, Т. В. Мельникова / Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 2. – С. 11.
14. Юрочкин А. Г. Возможности использования итерационного метода при расчетах характеристик рассеяния комбинированных объектов / А. Г. Юрочкин, А. В. Данилова, И. А. Гусарова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 2. – С. 13.

15. Мохаммад М. И. О реализации концепции рекурсивно-параллельного программирования / М. И. Мохаммад, А. В. Данилова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 2. – С. 16.

16. Мэн Ц. Анализ методов классификации информации в интернете при решении задач информационного поиска / Ц. Мэн // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 2. – С. 19.

ABOUT THE USE OF ANALYTICAL MODELS IN PARALLEL COMPUTING

© 2016 P. V. Lobzin

Voronezh institute of high technologies

The paper discusses the possibility of using analytical models in the implementation of parallel computing. The basic stages of work in the case of random access memory are considered.

Keywords: parallel computing, analytical models, computer.