Министерство образования Российской Федерации

Нижегородский государственный университет
им.Н.И.Лобачевского

Высокопроизводительные параллельные вычисления на кластерных системах

Материалы третьего Международного
научно-практического семинара

13–15 ноября 2003 г.

Издательство Нижегородского госуниверситета
Нижний Новгород
2003

УДК 681.3.012:51
ББК 32.973.26–018.2:22
В 93

В93 **Высокопроизводительные параллельные вычисления на кластерных системах.** Материалы третьего Международного научно-практического семинара / Под ред. проф. **Р.Г. Стронгина.** Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2003. ??? с.

Сборник сформирован по итогам научного семинара, посвященного теоретической и практической проблематике параллельных вычислений, ориентированных на использование современных многопроцессорных архитектур кластерного типа. Семинар проходил в Нижнем Новгороде 13-15 сентября 2003 года.

Вошедшие в сборник материалы семинара представляют интерес для преподавателей и научных сотрудников высших учебных заведений, а также для инженеров, аспирантов и студентов вузов.

Отв. за выпуск к.ф.-м.н., доцент **В.А. Гришагин**

ББК 32.973.26–018.2:22

Поддержка семинара

Российский фонд фунтаментальных исследований

Компания Intel Technologies

NSTLab Нижегородская лаборатория программых технологий

Министерство образования Российской Федерации (ФЦП «Интеграция» и НП «Университеты России»)

Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере

© Нижегородский госуниверситет им. Н.И. Лобачевского, 2003

После того, как будут реализованы поддержка защищенных протоколов передачи данных по глобальным сетям; поддержка вызова клиентом процедур и функций, хранимых на сервере; и поддержка серий экспериментов (запуск одной расчетной программы с различными исходными данными в автоматическом режиме) – система будет открыта для доступа пользователям, сторонним по отношению к КемГУ.

Построенные модели вполне допускают подобное расширение функциональности, и этот процесс пройдет в основном путем добавления нового программного кода с минимальным исправлением уже написанного.

Литература

1. Афанасьев К.Е., Гудов А.М. Информационные технологии в численных расчетах. Кемерово, 2001. 203 с.
2. Демидов А.В., Сидельников К.В. Эмуляция параллельной обработки данных на персональном компьютере // XLI Международная научная студенческая конференция «Студент и научно-технический прогресс». Сб. трудов. Новосибирск, 2003. С. 110-111.
3. Многопроцессорные вычислительные системы и параллельное программирование / Афанасьев К.Е., Стуколов С.В., Демидов А.В., Малышенко В.В. Кемерово, 2003. 181 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ OPENMP ПРИ РАСЧЕТЕ ВЛИЯНИЯ ДЕНЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ ЦЕНТРАЛЬНОГО БАНКА НА ПРОИЗВОДСТВО

М.Н. Банникова, Д.А. Сивков

Удмуртский госуниверситет, г.Ижевск

Описание модели

Одним из основных факторов оказывающих воздействие на экономику является денежная политика Центрального банка по отношению к коммерческим банкам. Влияние денежной политики Центрального банка на производство можно представить в виде следующей схемы (см. [1])

Для поддержания финансовой деятельности коммерческих банков (КБ) Центральный банк наделяет их кредитом под процент r^B, который определяет все дальнейшие финансовые операции КБ. Прибыль КБ зависит от прибыли производителей и торговых посредников. КБ стремятся максимизировать свою прибыль, поэтому возникает две оптимизационные задачи (в обозначениях [1]): задача на максимум прибыли от кредитов (r_p) производителям

$$\frac{(r_p - r^B)}{\lambda} \int_0^{\frac{\lambda p_0}{\lambda + r_p}} y\eta(y)dy + \\ + \frac{r^B(1-\xi-\xi_2)}{\lambda} \int_{\frac{\lambda p_0}{\lambda + r_p}}^{p_0} \left\{ \ln\left(\frac{p_0 - y + wy}{wy} \right) + \frac{y - p_0}{p_0 - y + wy} \right\} y\eta(y)dy \to \max_{0 \le r_p < r^*}, \tag{1}$$

где n – количество видов производственных факторов,

$$\eta(y) = \int_0^{\frac{y}{p_1}} \int_0^{\frac{y - p_1 x_1}{p_2}} \dots \int_0^{\frac{y - p_1 x_1 - \dots - p_n x_n}{p_n}} \zeta(x_1) \dots \zeta(x_{n-1}) \zeta(x_n) dx_1 \dots dx_{n-1} dx_n \; -$$

распределение мощностей по себестоимости продукта,

$\zeta(x)$ – плотность распределения мощностей по технологиям,

x – вектор затрат на выпуск единицы продукции

и задача на максимум прибыли от кредитов (r_T) торговым посредникам

$$\frac{(\widetilde{p}_0 - p_0)Y(w, r_p^*, p_0)}{((\widetilde{p}_0 - p_0)Y(w, r_p^*, p_0) + \gamma_2 C_T)}\left((r_T - r^B)\frac{\widetilde{u}\varphi(r_T)}{(\lambda_T - r_T)_+}\times\right.$$

$$\times\min\left\{1, \left(\frac{\lambda_T r_T}{\Delta_T(\lambda_T + \Delta_T - r_T)_+}\right)^{\frac{-\lambda_T}{\lambda_T+\Delta_T}}\right\}+$$

$$+r^B(1-\xi-\xi_3)\left(\frac{1}{\lambda_T+\Delta_T}\left[\ln\left(\frac{\lambda_T r_T}{\Delta_T(\lambda_T+\Delta_T-r_T)_+}\right)\right]_+ + \right. \tag{2}$$

$$\left.\left.+\frac{1}{\lambda_T}\left(\left(\frac{\lambda_T r_T}{\Delta_T(\lambda_T+\Delta_T-r_T)_+}\right)^{\frac{-\lambda_T}{\lambda_T+\Delta_T}} - 1\right)_-\right)\right) \to \max_{0\le r_T\le\lambda^*},$$

при ограничениях

$$(\widetilde{p}_0 - p_0)Y(w, r_p^*, p_0)\left(\frac{r_T\widetilde{u}\varphi(r_T)}{((\widetilde{p}_0 - p_0)Y(w, r_p^*, p_0) + \gamma_2 C_T)(\lambda_T - r_T)_+}\times\right.$$

$$\times\min\left\{1, \left(\frac{\lambda_T r_T}{\Delta_T(\lambda_T + \Delta_T - r_T)_+}\right)^{\frac{-\lambda_T}{\lambda_T+\Delta_T}}\right\}-$$

$$-\zeta_T\left(\left(\gamma_0 + \frac{\gamma_1 C_T\varphi(r_T)}{((\widetilde{p}_0 - p_0)Y(w, r_p^*, p_0) + \gamma_2 C_T)(1+\varphi(r_T))}\right)- \right. \tag{3}$$

$$\left.\left.-\left(-\frac{\widetilde{u}\varphi(r_T)}{(\widetilde{p}_0 - p_0)Y(w, r_p^*, p_0) + \gamma_2 C_T}\right)\right) \le 0,$$

где

$$\varphi(r_T) = \sqrt{\frac{\gamma_1 C_T}{\widetilde{u}\,\frac{\Delta_T}{\lambda_T}\left(1+\left(\ln\left(\frac{\lambda_T r_T}{\Delta_T(\lambda_T+\Delta_T-r_t)_+}\right)_+\right)\right)}},$$

$$Y(w, r_p^*, p_0) = \int_0^{p_0}\left(1-\left(\frac{wy}{wy+p_0-y}\right)\theta\left(r_p^* - \frac{p_0-y}{y}\right)\right)\eta(y)dy$$

Более полное описание всех используемых параметров и функций может быть найдено в [2].

Алгоритмизация поставленных задач

Для поиска решения задачи (1) применяется метод золотого сечения. Вычисление определённых интегралов осуществляется по правилу Рунге для составной квадратурной формулы Симпсона. Для вычисления многомерных интегралов составляется рекурсивная процедура.

Поиск решения задачи (2)–(3) осуществляется с помощью метода штрафных функций и метода простого поиска.

В процессе решения поставленных задач требуется многократное вычисление значений максимизируемых функций. На эти вычисления приходятся значительные временные затраты. Поэтому возникла необходимость в распараллеливании последовательной программы.

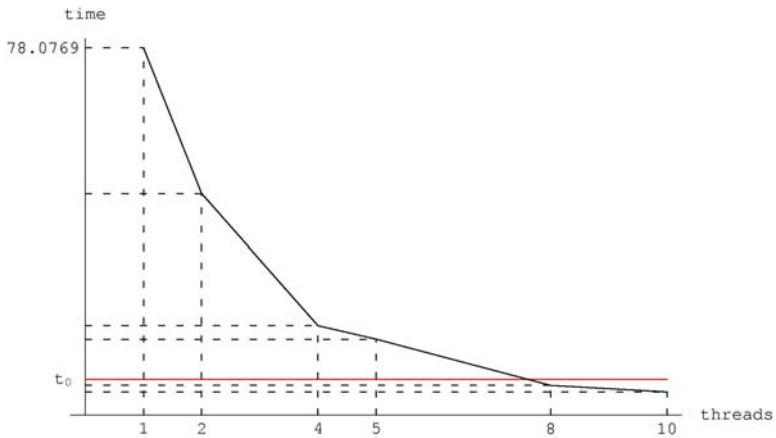
Как отмечалось выше, для вычисления многомерных интегралов составляется рекурсивная процедура. Но в связи с возникшими проблемами при распараллеливании было решено найти другой подход к вычислению многомерных интегралов. Выбор остановился на статистических методах, которые удобны для распараллеливания.

Средства вычислительной техники

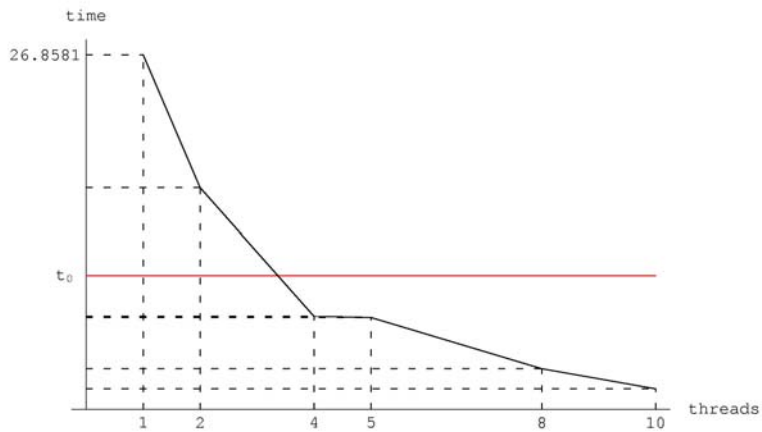
Параллельная программа была написана на языке C-OpenMP и транслировалась компилятором Intel C compiler 7.1.

Для сравнения времени работы последовательной и параллельной программ были проведены тестовые расчеты на кластере PARC Удмуртского госуниверситета с использованием предоставленного для тестирования компанией Intel компьютера SPSH4 (4 процессора Intel XeonMP 2GHz 2Mb).

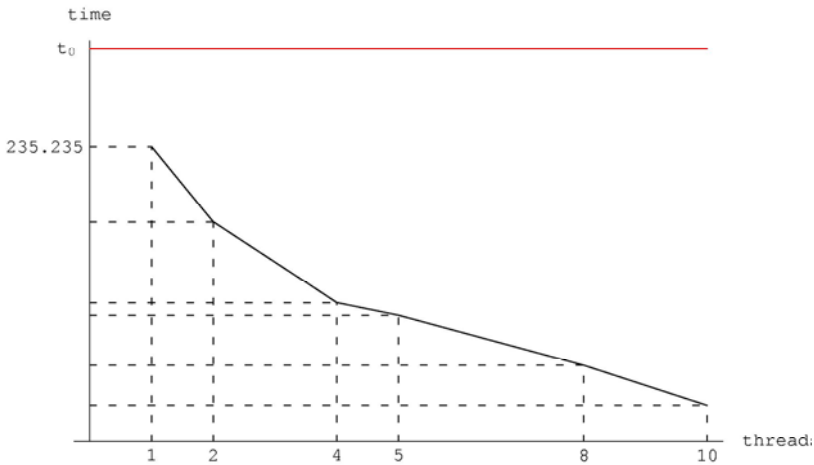
Сравнительный анализ



В случае, когда $n = 1$, т.е. подынтегральная функция является одномерным интегралом, параллельная программа будет эффективна, если число потоков больше 8. Красной линией показано время работы последовательной программы с рекурсивным вычислением интегралов.



Похожая ситуация возникает, когда $n = 2$. В этом случае число потоков должно быть не меньше 4.



Иная картина возникает в случае $n = 3$. Здесь, даже когда параллельная программа выполняется последовательно (число потоков равно 1), время её выполнения меньше, чем время выполнения последовательной программы. Это может объясняться иным методом вычисления интегралов. Однако и в этом случае для одного потока временные затраты всё равно остаются существенными. Поэтому, увеличивая число потоков можно добиться значительного уменьшения времени выполнения параллельной программы.

Литература

1. Автухович Э.В., Петров А.А., Поспелов И.Г., Шананин А.А. Исследование с помощью математической модели влияния на производство денежной политики центрального банка http://isir.ras.ru/ win/ db/show.
2. Автухович Э.В., Шананин А.А. Модель отрасли производства в условиях дефицита оборотных средств // Математическое моделирование , 2000. Т.12, №7. С.102-126.
3. Introduction to OpenMP http://www.llnl.gov/.