

Новосибирский государственный университет
Факультет информационных технологий
Кафедра параллельных вычислений

Модуль централизованной динамической балансировки нагрузки LuNA-программ

Выполнил: студент гр.18201 Мустафин Дамир Эркинович

Руководитель практики от НГУ:

Власенко Андрей Юрьевич, к.т.н., доц. каф. ПВ ФИТ НГУ

Введение

Система LuNA - это инструмент для построения параллельных программ на базе технологии фрагментированного программирования. Позволяет написать параллельную программу, в которой взаимодействие между процессами происходит автоматически.

Эффективность системы LuNA зависит от эффективности алгоритмов балансировки нагрузки.

В системе LuNA программа представляется в виде множества **фрагментов данных**, распределенных между процессами (узлами) и **фрагментов вычислений**.

Введение

Фрагмент вычислений (ФВ) - единица программы, которая содержит описание входных/выходных фрагментов данных и код фрагмента.

Фрагмент вычислений считается готовым к исполнению, если он не зависит от фрагментов данных, либо он имеет все фрагменты данных, от которых он зависит.

Схема исполнения ФВ:

Процесс 1



Балансировка нагрузки

Под балансировкой нагрузки понимается распределение вычислительной нагрузки между процессорами с целью сокращения времени работы программы.

Подходы к балансировке нагрузки:

- Статический.
- Динамический.
 - Заранее неизвестно количество задач.
 - Количество задач изменяется во время исполнения программы.
 - Заранее неизвестен вычислительный вес задач.

Стратегии динамической балансировки нагрузки:

- Централизованная.
 - Имеется служебный процесс (поток), не участвующий в вычислениях.
- Распределенная.

Цель

Данный проект направлен на разработку модуля, осуществляющего централизованную динамическую балансировку нагрузки с целью сокращения времени работы LuNA-программ.

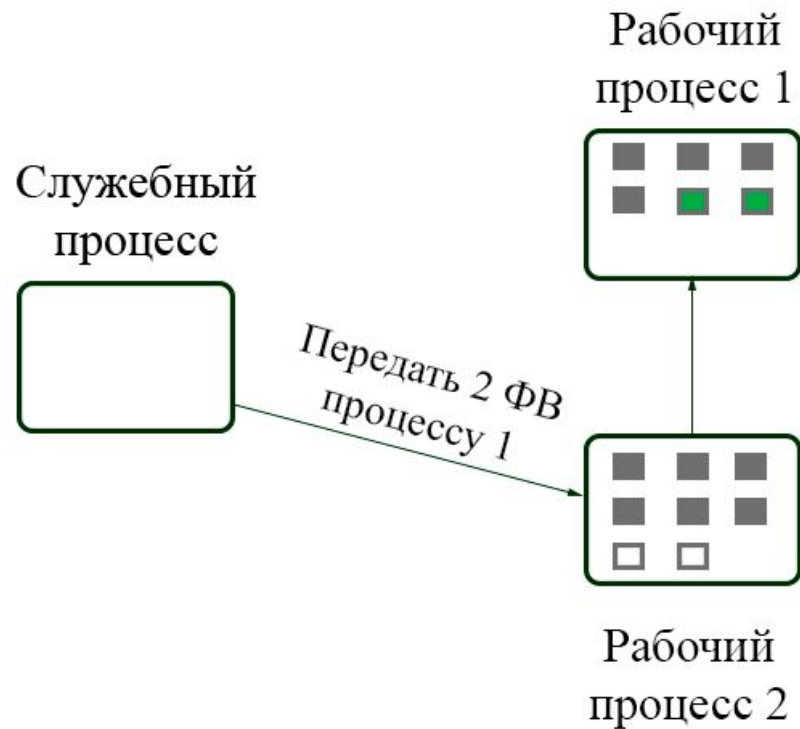
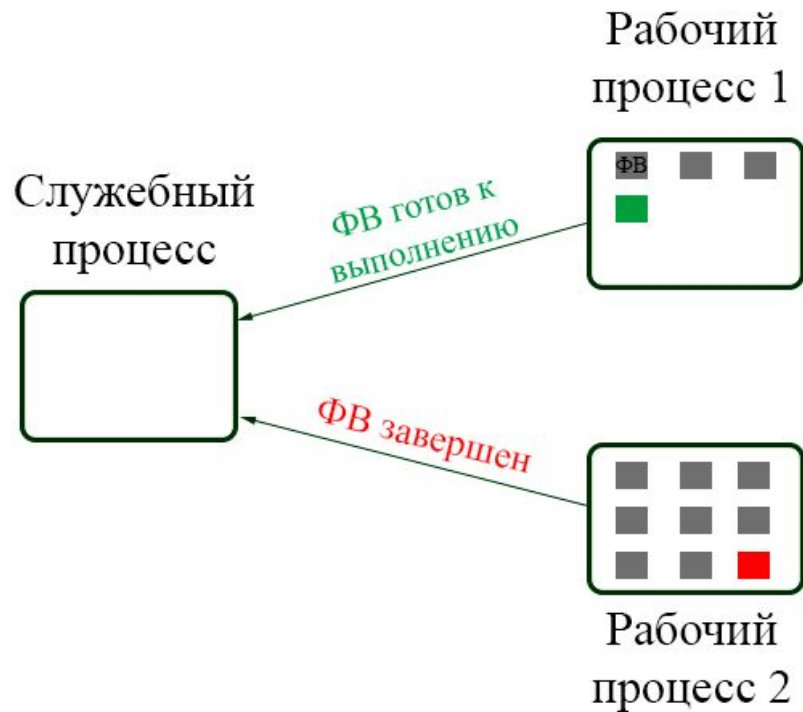
Реализация модуля централизованной динамической балансировки нагрузки в системе LuNA

Служебный процесс (балансировщик) получает от рабочих процессов информацию о готовности фрагмента вычислений и об окончании его выполнения. Вычислительный вес каждого фрагмента вычислений принимается равным единице.

При получении сообщения балансировщик уравнивает нагрузку между всеми процессами, до тех пор, пока нагрузка на всех процессах не станет одинаковой (возможно, с небольшой погрешностью).

Под нагрузкой понимается число готовых к исполнению ФВ, находящихся на процессе.

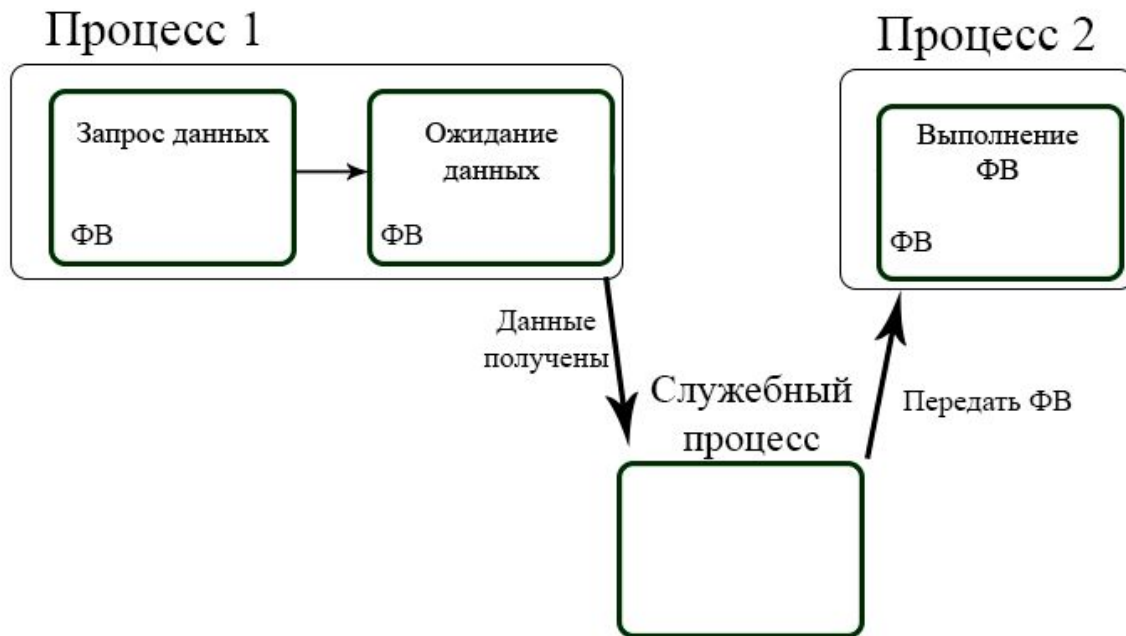
Отправка сообщений



ФВ, участвующие в балансировке нагрузки

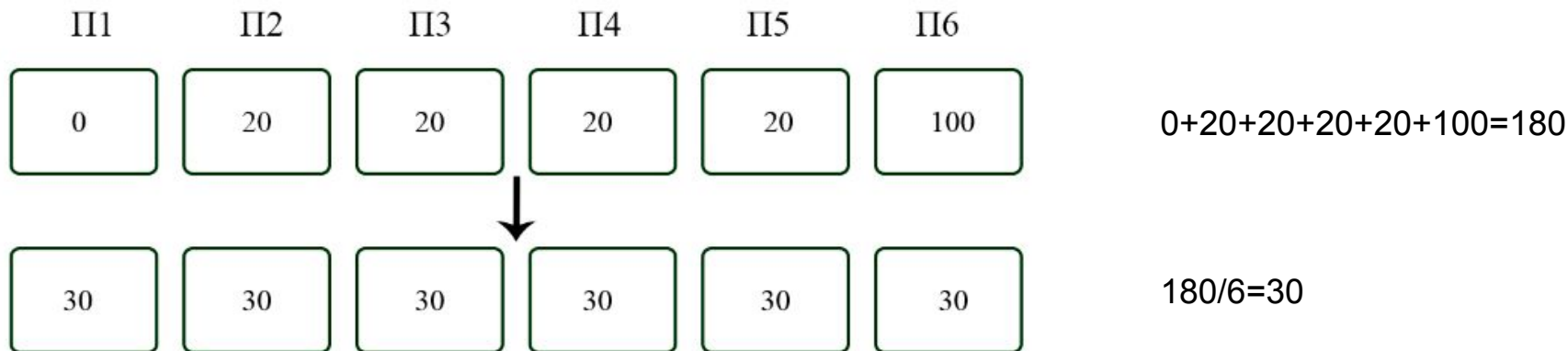
При перераспределении нагрузки используются только готовые к исполнению фрагменты вычислений.

Схема исполнения ФВ:



Уравнивание нагрузки

Балансировщик уравнивает нагрузку между всеми процессами. Он забирает задачи у самых нагруженных процессов и передает ее остальным, пока нагрузка на всех процессах не станет одинаковой (возможно, с небольшой погрешностью).



Число - количество готовых к исполнению ФВ на процессе.

Параметры модуля балансировки нагрузки

У модуля имеется 2 параметра, влияющие на эффективность балансировки и погрешность при перераспределении нагрузки:

- **JOBS_LEFT_THRESHOLD.**
 - Определяет минимальное количество ФВ на процессах, при котором необходимо включить механизм балансировки;
 - Позволяет задавать момент, после которого балансировку нет смысла применять из-за малого количества оставшихся готовых к исполнению ФВ.
- **JOBS_DIFFERENCE_RATIO.**
 - Определяет минимальную разность нагрузки (в долях);
 - Если разность нагрузки между двумя процессами, равная $(N1-N2)/N1$, превышает данный параметр, то будет совершено перераспределение нагрузки между ними.

Алгоритм, отвечающий за уравнивание нагрузки

Основные шаги алгоритма:

- 1) Если количество невыполненных ФВ меньше, чем JOBS_LEFT_THRESHOLD, то алгоритм заканчивает свою работу;
- 2) Находится наименее нагруженный процесс и наиболее нагруженный процесс и разность нагрузки между ними;
- 3) Если разность нагрузки между двумя процессами меньше, чем JOBS_DIFFERENCE_RATIO, то нет необходимости в перебалансировке, алгоритм заканчивает свою работу;
- 4) Отправляется сообщение нагруженному процессу о передаче заданного количества ФВ наименее нагруженному процессу;
- 5) Переход к шагу 2.

Тестирование

- Число рабочих потоков на каждом из рабочих процессов: 1
- Процессор: Intel(R) Core(TM) i7-9750H CPU @ 2.60GHz
- Число ядер: 6
- Число логических процессоров: 12

Блочное умножение матриц (lo3\examples\mхm\mхm.fa)

Количество процессов	Централизованная балансировка нагрузки			Распределенная балансировка нагрузки		
	Время, сек	Ускорение	Эффективность	Время, сек	Ускорение	Эффективность
2	53.55	1	50	32.59	1.64	82.16
3	28.38	1.89	62.89	24.98	2.14	71.46
4	20.08	2.67	66.67	33.89*	1.58	39.5
5	16.59	3.23	64.55	33.57*	1.59	31.9
6	15.07	3.55	59.22	33.28*	1.61	26.82

* - Только 2 процесса выполняют ФВ

Тестирование, влияние параметров

300 независимых ФВ с номерами от 1 до 300, время выполнения пропорционально номеру ФВ.

Количество процессов: 3

Время, сек	JOBS_LEFT_THRES HOLD	JOBS_DIFFERENCE _RATIO	Распределение ФВ по рабочим процессам	
			Процесс 1	Процесс 2
40.24	5	0.5	86	216
55.31	150	0.5	117	185
68.09	300	0.5	152	150
79.09	303	0.5	302	0
48.89	150	0.01	99	203
55.56	150	0.5	117	185
62.63	150	0.8	139	163

Планы на будущее

- Улучшить способ определения весов ФВ;
- Оптимизировать алгоритм балансировки нагрузки;
- Протестировать модуль централизованной балансировки нагрузки на большем числе LuNA-программ;
- Добавить рекомендации, позволяющие указать, какие ФВ следует учитывать при балансировке нагрузки.

Результаты

В результате проделанной работы система LuNA была расширена модулем, собирающим информацию о ФВ на процессах и осуществляющим балансировку нагрузки между ними. Модуль был протестирован на ряде LuNA-программ и показал значительное сокращение времени их исполнения.

Спасибо за внимание