

Государственное научное учреждение «Объединенный
институт проблем информатики Национальной академии
наук Беларуси
(ОИПИ НАН Беларуси)

МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ БИОМЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В МУЛЬТИПРОЦЕССОРНЫХ СРЕДАХ

Ковалёв В. А., Курочка К.С.



II Международная научная
конференция SSA'2008





Введение

В настоящее время целый ряд задач обработки и анализа биомедицинских изображений сопряжен со значительными вычислительными затратами [1]. Даже самые быстродействующие современные ЭВМ последовательной архитектуры оказываются неспособными решать задачи такой сложности. Одним из эффективных методов решения данной проблемы является использование мультипроцессорных сред.

Поэтому оказывается актуальной задача адаптации существующих и разработки новых алгоритмов для обработки изображений в мультипроцессорных средах.



Классификация алгоритмов обработки изображений

- **Сериализируемая обработка:** по одному и тому же алгоритму происходят вычисления над различными изображениями, т. е. один и тот же набор команд выполняется многократно над разными наборами данных.
- **Конвейерная обработка:** одно и то же изображение последовательно обрабатывается различными алгоритмами, при этом в качестве исходных данных для n -того алгоритма обработки выступают результаты $n-1$ алгоритма.
- **Распараллеливаемая обработка:** один и тот же набор данных может обрабатываться параллельно на различных процессорах.



Многопроцессная обработка изображений

При многопроцессной обработке изображений узким местом является коммуникация данных, скорость которой является основным критерием целесообразности организации распределённых вычислений.

Время передачи данных и получения результатов должно быть значительно (в сотни и даже тысячи раз) меньше времени обработки на удалённых компьютерах. В противном случае более эффективным могут оказаться локальные вычисления.



Структура ПО распределённой обработки изображений

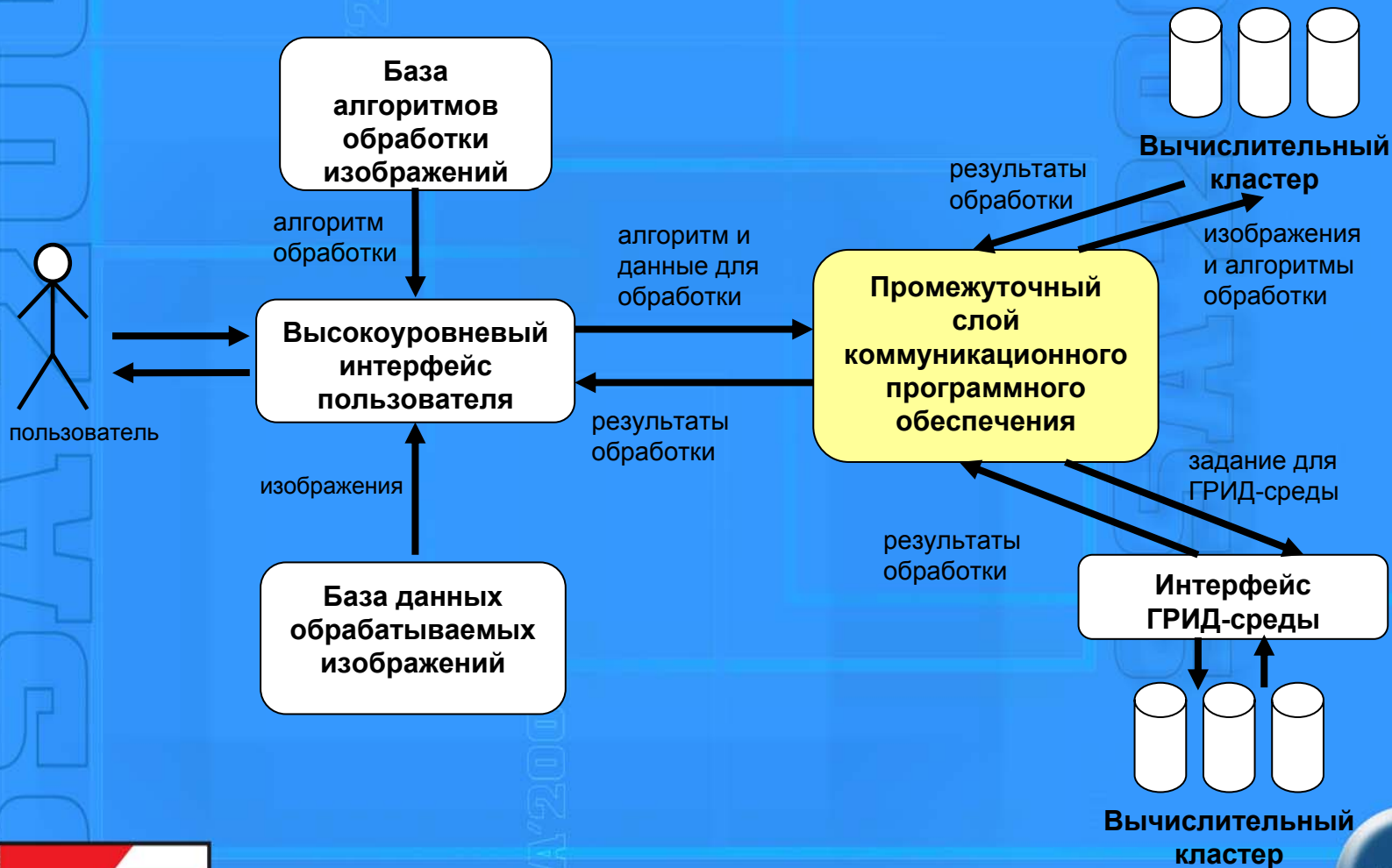
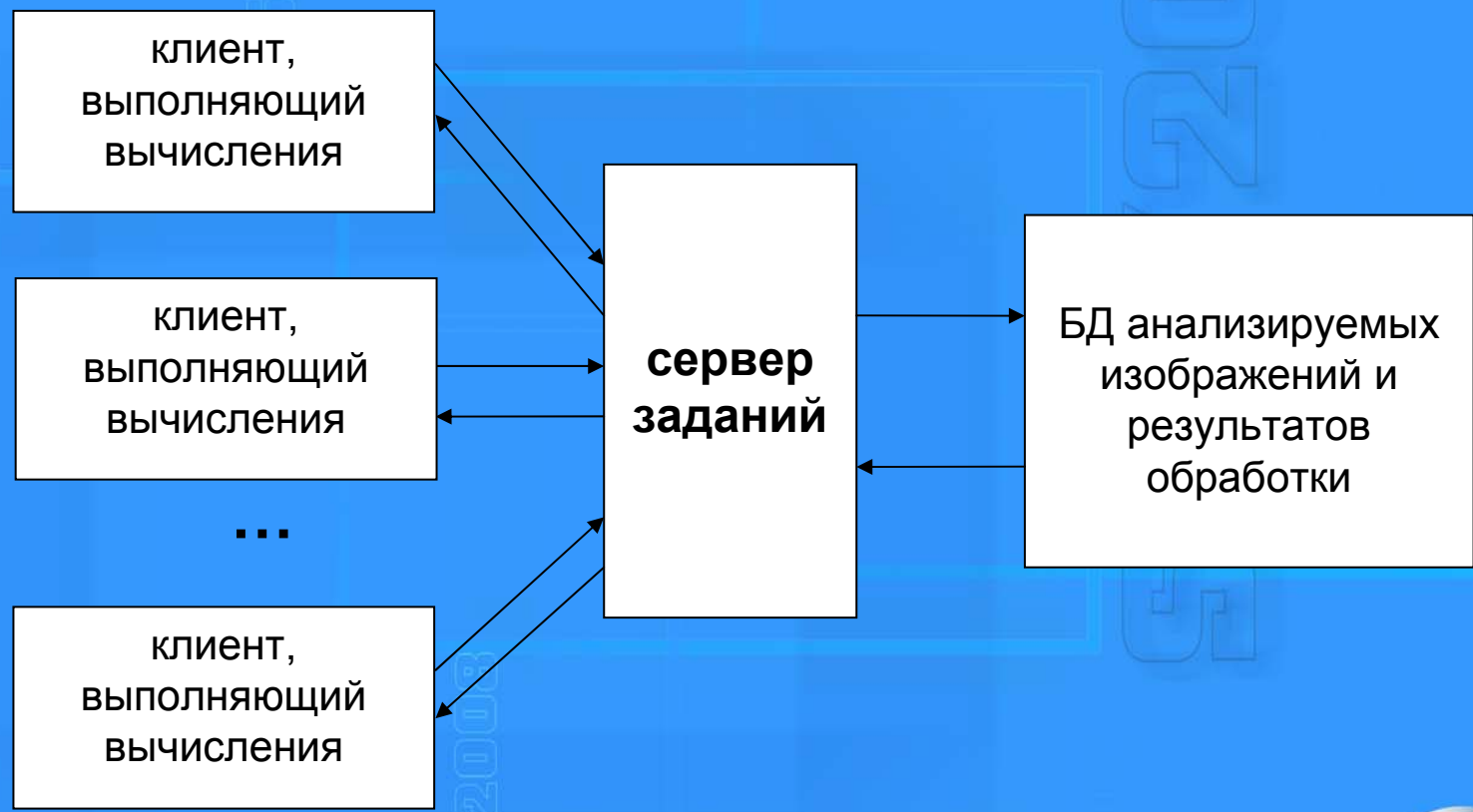




Схема организации распределённых вычислений



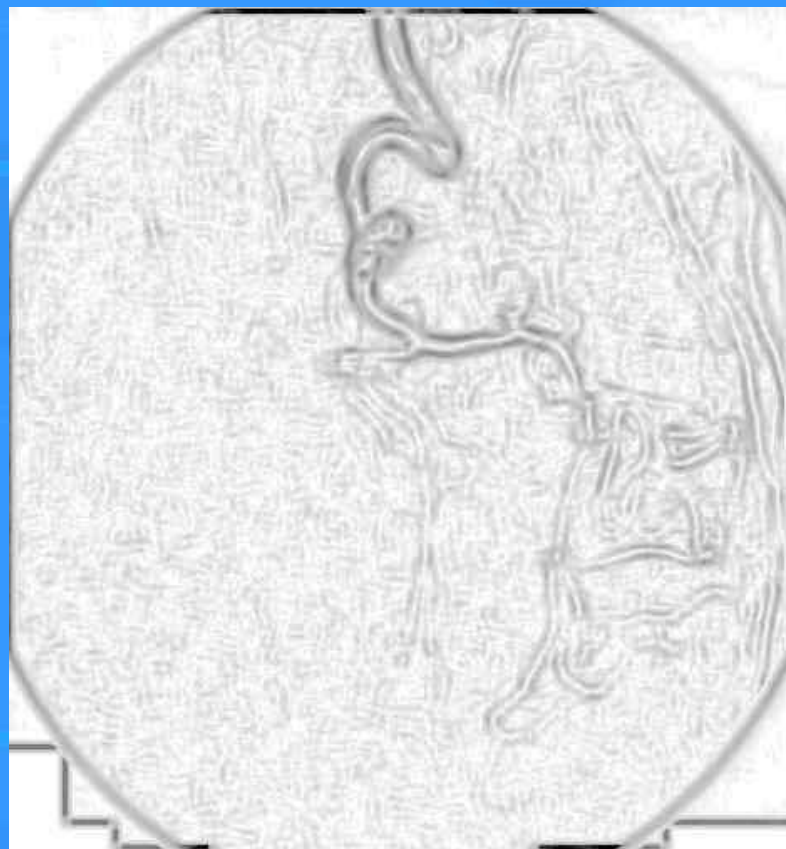


Распараллеливаемые алгоритмы обработки изображений

При обработке биомедицинских изображений часто применяется техника скользящего окна достаточно большого размера. Одним из подклассов таких алгоритмов является вычисление градиентного изображения путем сравнения соответствующих выборок пикселей, взятых из двух половин окна с использованием t -теста Стьюдента или другого подходящего способа. Указанный тест выполнялся для обоих ортогональных направлений в окрестности каждого пиксела изображения, а результирующее значение величины статистической значимости различий выборок (t -value) трактовалось как градиент и его значение присваивалось соответствующему пикселу выходного изображения.



Результаты обработки изображения с использованием t -теста Стьюдента



Исходная ангиограмма мозга и градиентное её изображение

Вычислительный эксперимент

В качестве тестовой задачи рассматривалась специальная задача фильтрации растрового изображения. В качестве алгоритма фильтрации использовалась процедура вычисления обобщенного градиентного изображения цифровых рентгеновских ангиограмм. Размер каждого из тестовых изображений составлял 720×576 пикселей.

Вычисление выходного градиентного изображения при размере окрестности 9×9 пикселей предполагало повторение статистического теста Стьюдента около четырехста тысяч раз (точнее, 391716 раз за вычетом краев).



Вычислительный эксперимент

В ходе вычислительного эксперимента варьировался размер окрестности, количество используемых процессоров в кластере, а так же способ организации вычислений при обработке пакета изображений. В первом тестовом примере обрабатывалась последовательность из 24 изображений. Кластер состоял из 15 компьютеров с процессорами Intel Pentium с тактовой частотой 2 ГГц и 2 Гб оперативной памяти.

Сначала была выполнена сериализируемая обработка изображений в кластере, затем была выполнена последовательная распараллеливаемая обработка каждого изображения. Для каждого вида обработки было проведено по 10 тестов и вычислено среднее время.



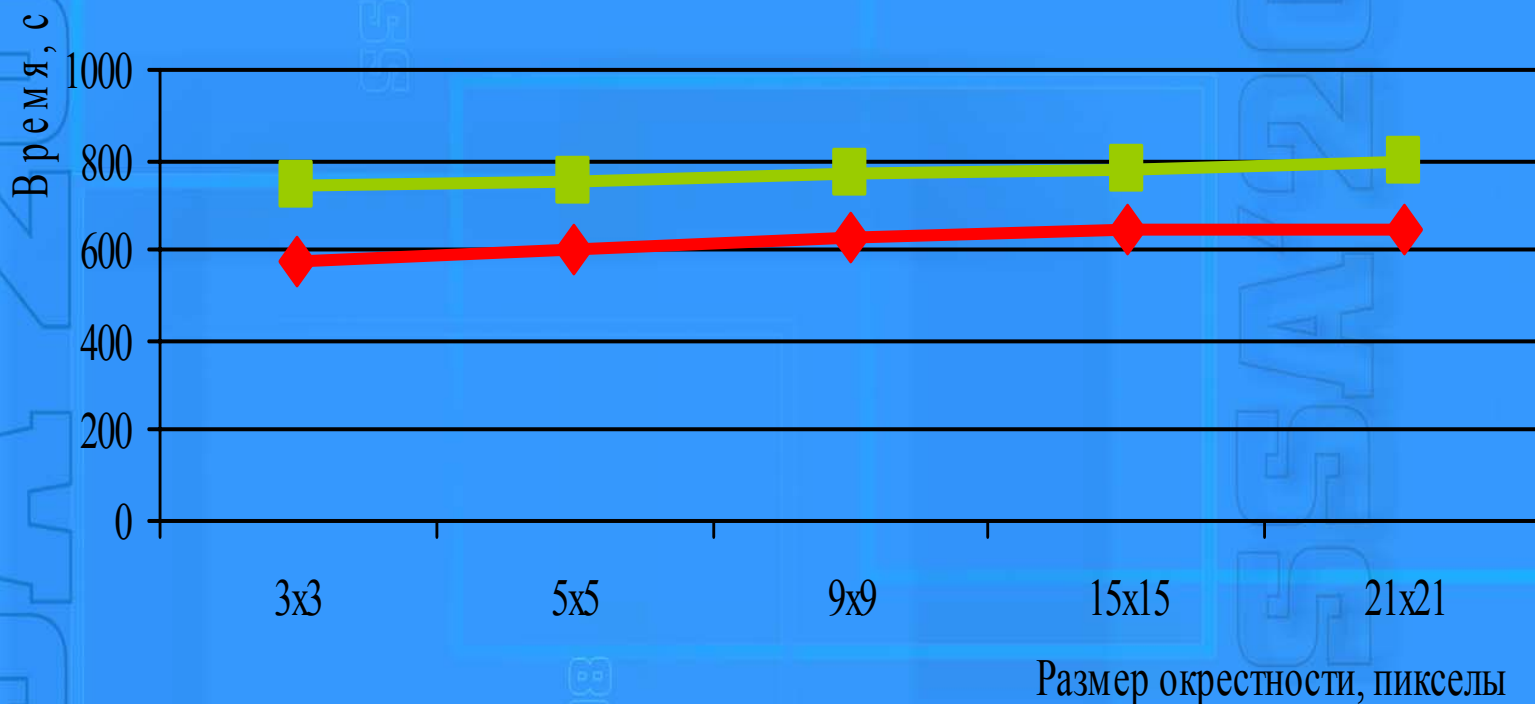


Результаты вычислительного эксперимента

Среднее время сериализируемой обработки 24 изображений в кластере с размером окрестности 9×9 пикселей составило 774 секунды. При этом около 387 последних секунд 9 компьютеров кластера простаивали. Среднее время распараллеливаемой обработки тех же изображений составило 624 секунды при полной загрузке всех компьютеров кластера в течение всего времени обработки.



Время обработки 24 изображений при различных размерах окрестности

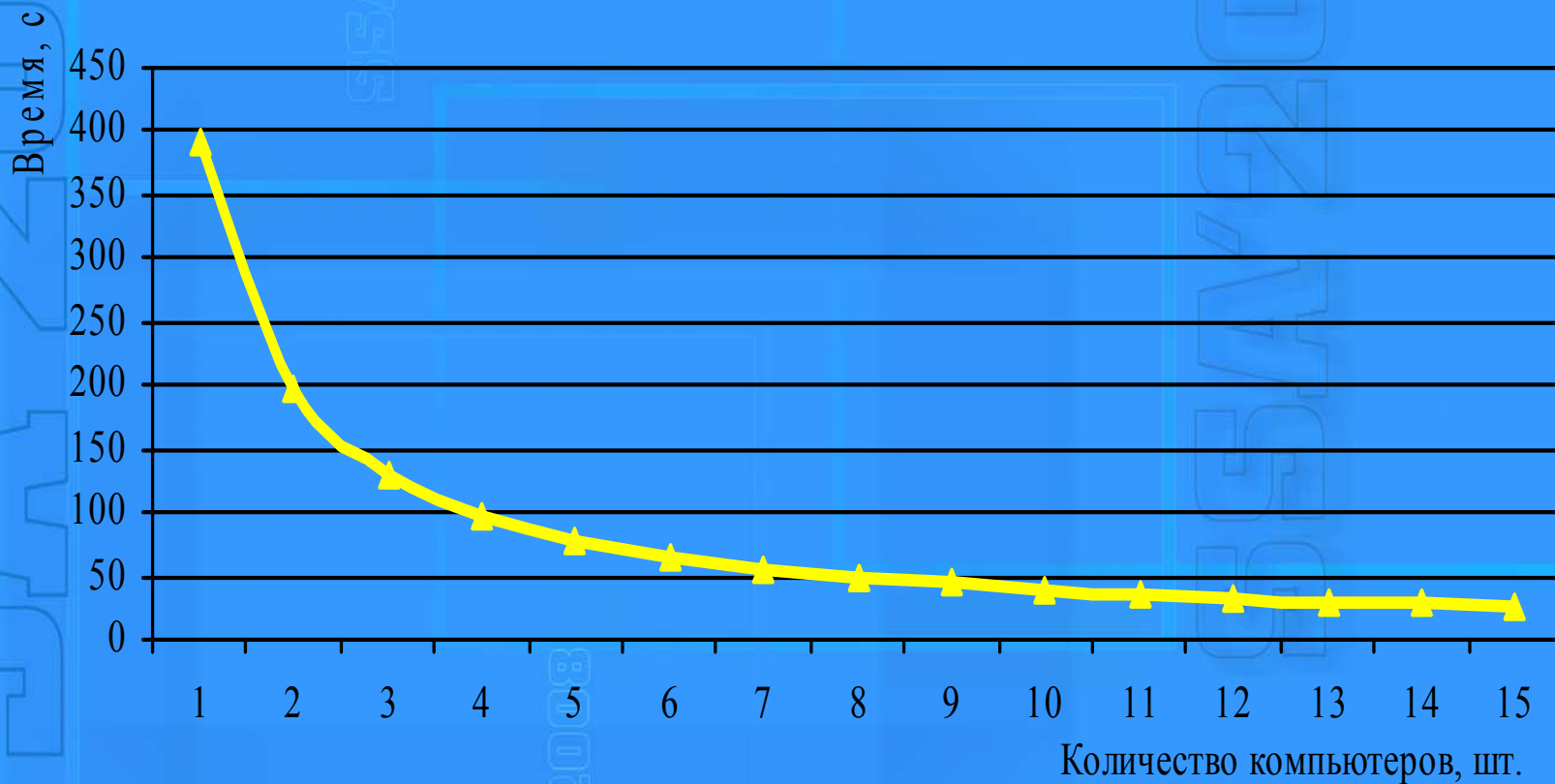


—■— Сериализируемая обработка

—◆— Распараллеливаемая обработка



Время обработки одного изображения при различном количестве компьютеров в кластере





Выводы

1. Обработка биомедицинских изображений требует значительных затрат времени и обладает хорошей распараллеливаемостью. Эффективность использования кластера возрастает с увеличением объёма вычислений пропорционально числу компьютеров.
2. Сериализируемая обработка менее эффективна по сравнению с распараллеливаемой, т. к. сопряжена с частичным простаиванием неиспользуемых процессоров.
3. Для каждой задачи существует такое предельное количество узлов кластера, после которого время обработки изображения перестаёт уменьшаться с наращиванием количества компьютеров и начинает наоборот, расти. Это связано с тем, что скорость передачи видеоданных становится сопоставимой со скоростью обработки.

Т.о. в каждой конкретной архитектуре вычислительно-коммуникационных средств возникает задача определения количества узлов, при котором она будет использоваться наиболее эффективно.



Литература

1. Handbook of Medical Imaging: Processing and Analysis / I.Bankman (Ed.). Academic Press, San Diego, CA. – 901 p.
2. MPI-The Complete Reference: The MPI Core, 2nd edition / M. Snir, S. Otto, Cambridge: MIT Press, USA, ISBN: 0262692155, 1998. – 426 p.
3. Курочка К. С. Организация распределённой обработки графической информации средствами пакета R // Современные проблемы математики и вычислительной техники: материалы V Республиканской научной конференции молодых учёных и студентов, Брест, 28-30 ноября 2007г. – Брест: БрГТУ, 2007, с. 38-41
4. Ковалев В.А. Метод вычисления обобщенного градиента для текстурных изображений // Информатика. – 2008. – № 3 (в печати).
5. Kovalev V.A., Petrou M. The Classification Gradient. In: International Conference on Pattern Recognition (ICPR-06), Hong Kong, 20-24 Aug, vol. 3, IEEE Computer Society, ISSN 1051-4651, 2006. pp. 830-833.

