

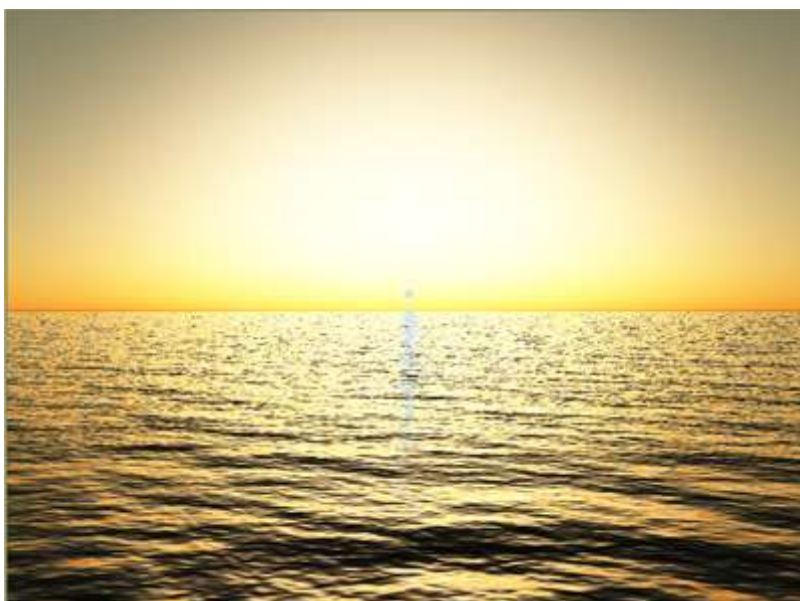
## Результаты второго этапа конкурса «Студенческий кубок Intel: оптимизация многопоточных приложений»

Автор: Dmitry Oganezov

Опубликовано: 18 ноября 2007 г. | Последние Изменения: 20 ноября 2007 г.

### Конкурсное задание

Мы предложили участникам второго этапа конкурса оптимизировать приложение SunSet – программу, рассчитывающую вид водной поверхности в зависимости от множества условий (положение солнца, ветра и т.п.).



*Пример изображения, сгенерированного приложением SunSet*

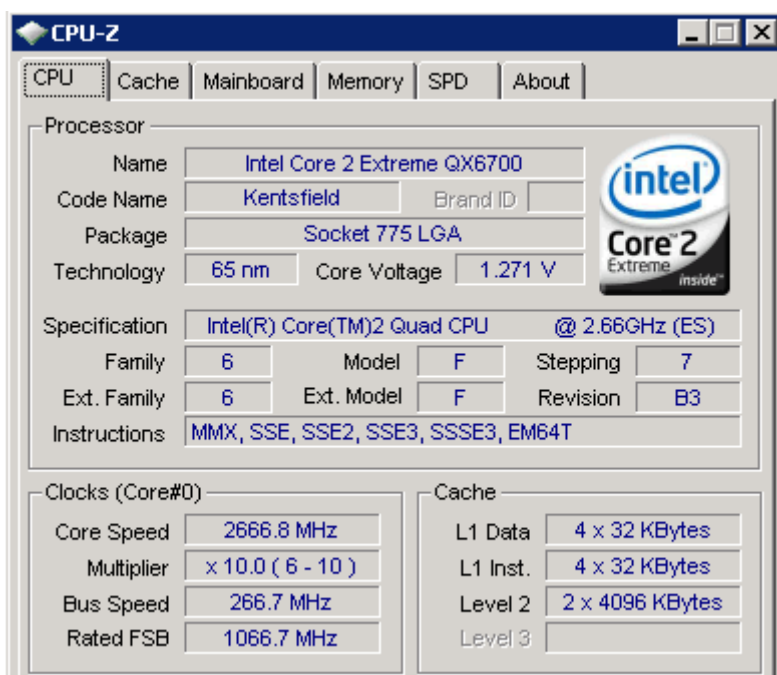
К заданию прилагался [код исходного приложения SunSet](#). Задача участников состояла в том, чтобы максимально ускорить программу.

Заметим, что мы никак не ограничивали конкурсантов – допускалось использование любых компиляторов и библиотек, можно было выбирать оптимальные параметры компиляции. И, разумеется, допускалось изменять алгоритм работы программы, при условии, что эти изменения не влияют на качество результата и методы измерения скорости расчетов.

Определяя победителей, мы измерили производительность и проанализировали все присланные решения, стараясь поставить всех в равные условия и исключить влияние субъективных факторов, таких как аппаратное обеспечение, разные версии используемых библиотек, компиляторов и т.п.

### Конфигурация тестовой машины

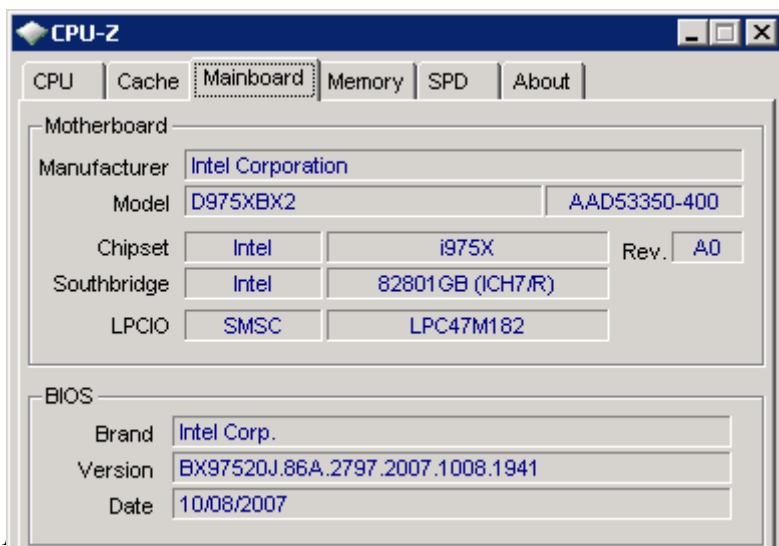
Работы всех участников тестировались на одной и той же машине с четырехядерным процессором [Intel® Core™ 2 Extreme QX6700](#). Данный процессор дает определенные преимущества тем приложениям, авторы которых тщательно проработали алгоритмы распараллеливания с учетом масштабируемости на несколько процессорных ядер.



*Параметры процессора*

Number of cores	4 per processor
Name	Intel Core 2 Extreme QX6700
Code Name	Kentsfield
Specification	Intel(R) Core(TM)2 Quad CPU @ 2.66GHz
Technology	65 nm
Core Speed	2666.8 MHz
Multiplier x Bus speed	10.0 x 266.7 MHz
Instruction sets	MMX, SSE, SSE2, SSE3, SSSE3, EM64T
L1 Data cache	4 x 32 KBytes, 8-way set associative, 64-byte line size
L1 Instruction cache	4 x 32 KBytes, 8-way set associative, 64-byte line size

Машина была оснащена 4Gb оперативной памяти DDR2, работающей в двухканальном режиме на материнской плате D975XBX2:



Northbridge	Intel i975X rev. A0
Southbridge	Intel 82801GB (ICH7/R) rev. A1
Memory Type	DDR2
Memory Size	4096 MBytes
Memory Frequency	333.4 MHz (4:5)
Mainboard Vendor	Intel Corporation
Mainboard Model	D975XBX2

Все тесты проводились на операционной системе Microsoft\* Windows Server 2003 R2 Enterprise x64 Edition Service Pack 1 (Build 3790). .

#### Подготовка работ к тестированию

По условиям задания, участники должны были предоставить исходный код программы и описание того, каким способом было откомпилировано приложение, включая перечень использованных библиотек. Мы также просили рассказать о том, какие именно оптимизации были сделаны и почему.

Мы откомпилировали все присланные работы, используя компилятор Intel® C++ Compiler v.10.1.011 и единую версию библиотек. Таким образом, мы старались быть объективными и исключить разброс результатов из-за особенностей конкретных инструментов. Так, например, если участник конкурса указал, что им была использована библиотека Intel® MKL v.9.0, мы уравнивали шансы на победу, перекомпилировав приложение с использованием последней версии данной библиотеки. Кроме того, мы удостоверились, что полученный результат не проигрывает аналогу с указанной версией.

Необходимо отметить, что мы использовали присланные нам ключи компиляции, сохраняя преимущества тех участников, кто добился хороших результатов путем подбора оптимальных параметров.

Некоторые участники прислали работы, собранные под архитектуру Intel® IA32. Как правило, мы строили приложения для платформы Intel® 64, чтобы исключить влияние архитектуры на расстановку сил в конкурсе. Для тех немногих участников, решения которых в силу разных причин (в основном отсутствие векторизации) работали быстрее в 32-битном режиме, мы использовали 32-битную версию.

Список использованных нами инструментов:

- Intel® C++ Compiler 10.1.011
- Intel® Math Kernel Library 10.0.012
- Intel® Integrated Performance Primitives 5.3
- Microsoft\* Visual Studio 2005

Результаты анализа производительности

Работа каждого участника была запущена с тремя конфигурационными файлами:

```
>SunSet -cfg Sample01.cfg
...
>SunSet -cfg Sample02.cfg
...
>SunSet -cfg Sample03.cfg
...
```

Чтобы устранить возможное влияние операционной системы, мы выполнили каждый тест трижды и для дальнейшего сравнения использовали наилучший (самый быстрый) результат. Как правило, погрешность, внесенная операционной системой не превышала 1%.

Таким образом, мы выявили одиннадцать лучших работ по минимальному времени исполнения в трех тестах. (Алексей Щербаков и Руслан Увашев разделили восьмое и девятое места, поэтому мы выделили одиннадцать, а не десять участников).

Участник	ВУЗ	Sample 1		Sample 2		Sample 3		Итоговое место
		сек.	место	сек.	место	сек.	место	
<b>Александр Романов</b>	ННГУ	8.64	<b>2</b>	3.60	<b>1</b>	2.30	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Юрий Мальков</b>	ННГУ	10.00	<b>4</b>	4.56	<b>5</b>	3.01	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>Павел Зубарев</b>	ЛЭТИ	8.07	<b>1</b>	3.74	<b>2</b>	4.50	<b>9</b>	<b>3</b>
<b>Петр Процик</b>	КНУ	10.47	<b>6</b>	4.68	<b>6</b>	3.09	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Евгений Калишенко</b>	ЛЭТИ	8.65	<b>3</b>	4.15	<b>3</b>	5.31	<b>10</b>	<b>5</b>
<b>Евгений Гришуль</b>	ИТМО	10.04	<b>5</b>	4.29	<b>4</b>	4.18	<b>8</b>	<b>6</b>
<b>Илья К</b>	ИТМО	10.58	<b>7</b>	4.78	<b>7</b>	3.29	<b>4</b>	<b>7</b>
<b>Алексей Щербаков</b>	МТГУ	13.85	<b>9</b>	5.72	<b>9</b>	4.08	<b>7</b>	<b>8-9</b>
<b>Руслан Увашев</b>		14.08	<b>10</b>	6.21	<b>10</b>	3.80	<b>5</b>	<b>8-9</b>
<b>Вера Кононова</b>	ЛЭТИ	11.00	<b>8</b>	4.88	<b>8</b>	5.64	<b>11</b>	<b>10</b>
<b>Юрий Демин</b>		14.62	<b>11</b>	6.38	<b>11</b>	3.99	<b>6</b>	<b>11</b>

Таблица результатов - время выполнения в трех тестах.

#### Дополнительный рейтинг экспертов

При определении победителя наше жюри единодушно решило наряду с производительностью (степенью оптимизации) исходной программы учитывать также оригинальность авторских идей и качество документации.

Некоторые участники конкурса показали блестящие знания многопоточности и микроархитектуры процессоров, кто-то подготовил прекрасные пояснительные записки и сделал исчерпывающий анализ результатов... Но - конкурс есть конкурс, и не всегда блестящая идея может принести результат в виде сухих цифр. Поэтому мы решили, что было бы справедливо поощрить авторов, работы которых понравились экспертам.

Таким образом, мы составили дополнительный рейтинг участников, и с учетом этого рейтинга внесли коррективы в итоговую таблицу:

Участник	ВУЗ	Рейтинг производительности	Доп. рейтинг	Изменение позиции	Итоговое место
<b>Александр Романов</b>	ННГУ	1	<b>2</b>	-	<b>1</b>
<b>Юрий Мальков</b>	ННГУ	2	<b>1</b>	-	<b>2</b>
<b>Павел Зубарев</b>	ЛЭТИ	3	<b>5</b>	-	<b>3</b>
<b>Евгений Калишенко</b>	ЛЭТИ	5	<b>4</b>	<b>+1</b>	<b>4</b>
<b>Илья К</b>	ИТМО	7	<b>3</b>	<b>+2</b>	<b>5</b>
<b>Петр Процик</b>	КНУ	4	<b>9</b>	<b>-2</b>	<b>6</b>
<b>Евгений Гришуль</b>	ИТМО	6	<b>11</b>	<b>-1</b>	<b>7</b>
<b>Алексей Щербаков</b>	МТГУ	8-9	<b>7</b>	-	<b>8</b>
<b>Руслан Увашев</b>		8-9	<b>8</b>	<b>-1</b>	<b>9-10</b>
<b>Вера Кононова</b>	ЛЭТИ	10	<b>6</b>	<b>+1</b>	<b>9-10</b>
<b>Юрий Демин</b>		11	<b>10</b>	-	<b>11</b>

Итоговая таблица результатов.

Дополнительный рейтинг не повлиял на расстановку сил в тройке лидеров. Тем не менее, позиции четверых участников, вошедших в «десятку+1» изменились: Евгений Калишенко поднялся на одну ступеньку вверх, Илья К. – на две, потеснив Петра Процика и Евгения Гришуля.

Полный список комментариев к дополнительному рейтингу можно посмотреть в моем блоге.

Победители второго тура конкурса

Итак, мы поздравляем победителей конкурса:



**Первое место** и процессор [Intel® Core™2 Quad Q6700](#) достается **Александру Романову**.



**Второе место** и процессор [Intel® Core™2 Duo E6750](#) получает **Юрий Мальков**.



**Третье место** и процессор [Intel® Core™2 Duo E6750](#) получает **Павел Зубарев**.

Жюри конкурса

- Валерий Федорович Курякин - менеджер по инициализации новых продуктов и платформ
- Андрей Нарайкин - старший инженер по программному обеспечению, один из авторов приложения SunSet
- Максим Локтюхин - инженер по анализу производительности и оптимизации ПО
- Игорь Ермолаев - старший инженер по программному обеспечению