Министерство образования и науми Российской Федерации Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» Факультет вычислительной математики и кибернетики Кафедра математического обеспечения ЭВМ

# Трассировка лучей в реальном времени на x64 архитектуре

Исполнитель: Морозов А.С.

Научный руководитель: Турлапов В.Е.

## Постановка задачи

Реализовать и исследовать высокопроизводительный алгоритм трассировки лучей на центральном процессоре:

- алгоритмическая оптимизация (ускоряющие структуры)
- параллелизм на уровне данных
- параллелизм на уровне команд

## Трассировка лучей

- Алгоритм обратной трассировки лучей
  - Модель Фонга

$$\vec{I}_{local} = K_{amb} \cdot \vec{I}_{amb} + K_{diff} \cdot \vec{I}_{diff} \cdot (\vec{L}, \vec{N}) + K_{spec} \cdot \vec{I}_{spec} \cdot (\vec{R}, \vec{V})^n$$

$$\vec{I}_{total} = \vec{I}_{local} + K_{reflection} \cdot \vec{I}_{reflection} + K_{refraction} \cdot \vec{I}_{refraction}$$

- Теневые лучи
- Расчет отражений

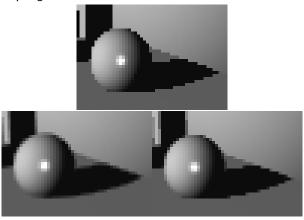
$$\vec{R} = \vec{I} - 2 \cdot \vec{N}(\vec{N}, \vec{I})$$

#### Оптимизация

- Алгоритмическая оптимизация
  - BVH
- Параллелизм на уровне данных
  - OpenMP, TBB
- Параллелизм на уровне команд
  - SSE 957
  - SS2 403
  - SSE3 26
  - SSE4.1 82

# Результаты

Supersampling





## Тестовый стенд

- CPU
  - Intel Core i7 980X @ 3.33GHz
  - MMX, SSE(1, 2, 3, 3S, 4.1, 4.2), EM64T, VT-x, AES
  - Cores/Threads: 6 / 12
  - L1/L2/L3: 6 x 32 KBytes / 6 x 256 KBytes / 12 MBytes
- RAM
  - 1066 MHz
  - 6 x 2 GB
- OC
  - Calculate Linux 11.3 x64
  - Kernel: 2.6.38.6

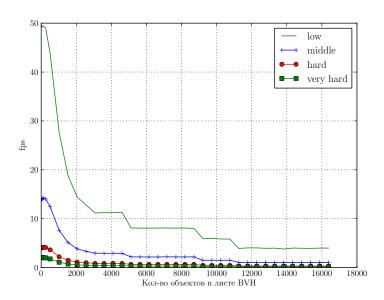
#### Сцена

- сфера
- меш набор треугольников

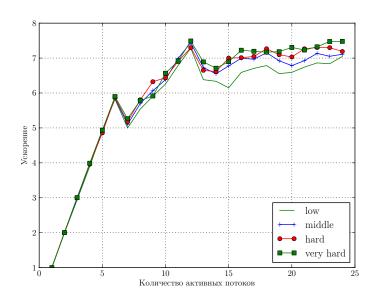
• итого: 10817 объектов

Название режима	Ширина	Высота	Кол-во суб-	Глубина	Кол-во
	изображе-	изображе-	пикселей	трассиров-	источников
	ния	ния		ки	света
low	512	512	1	1	1
middle	800	600	2	2	1
hard	1024	768	3	4	2
very hard	1920	1080	3	8	2

#### Результаты



## Результаты



# Итоговое изображение



#### Выводы

- Удалось реализовать высокопроизводительный алгоритм трассировки лучей
  - Разрешение : 640х480
  - Объектов в сцене : 10817
  - Глубина трассировки: 16
  - Итоговая производительность : 36 fps
- Основной вклад в ускорение алгоритма:
  - BVH ( 12 13 pas )
  - OpenMP ( 5-7.6 pas ) ( HT  $\approx$ +30% )
  - SSE + ET (7 8 pas)
  - ullet Итоговое ускорение : pprox 640 раз

Вопросы?

# Спасибо за внимание!