

Технологии 3D рендера в проектах "Ил-2" и "Второй мировой".



Юрий Крячко, 1С

Моделируемые 3D объекты

- Деревья и облака
- Водная поверхность
- Травяной покров

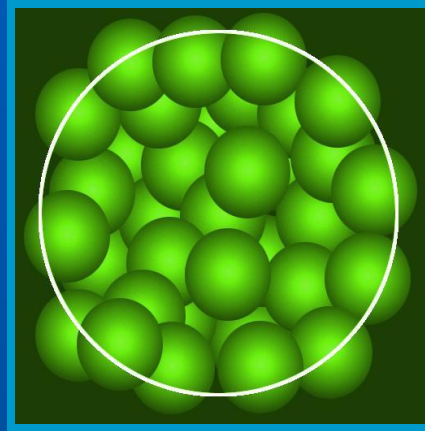
Деревья и облака

1. Модель дерева и облака как системы частиц.

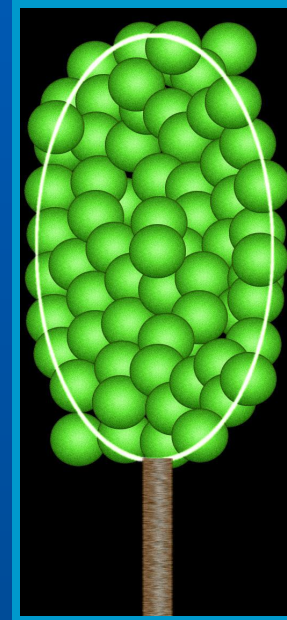
(Ствол и тень представлены простыми мешами)

2. Способы генерации:

- Ручной (3D Max)
- Автоматический на основе сферического, эллиптического, конического распределения. Параметры варьируются, в зависимости от координаты дерева



Кусты



Лиственные
Деревья



Хвойные
Деревья

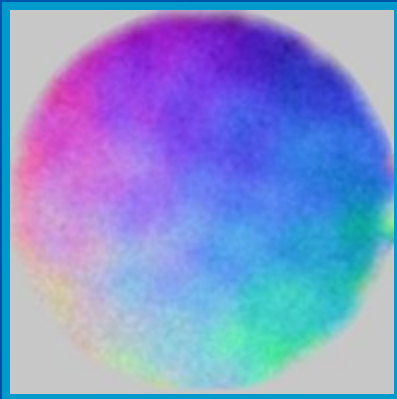
ДЕРЕВЬЯ И ОБЛАКА

- **Модель освещения частицы**

$$I = (I_a + K_d \cdot (\overset{\boxtimes}{L} \cdot \overset{\boxtimes}{N})_{[0,1]}) \cdot K_{att}(r) + \sum_i \frac{I_i}{d_i^2},$$

$$K_{att} = K_{att0} \cdot \left(1 - \frac{r_1}{R}\right) + \frac{r_1}{R} * K_{att1}$$

N – карта нормалей



Текстура листвы

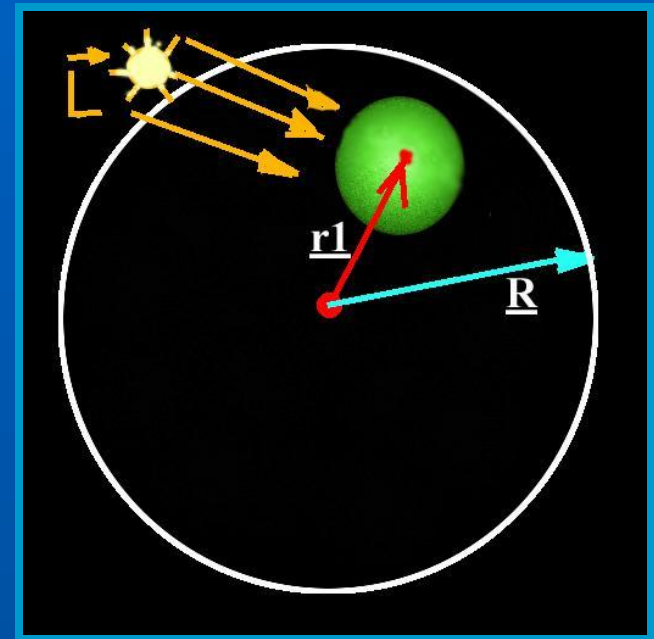
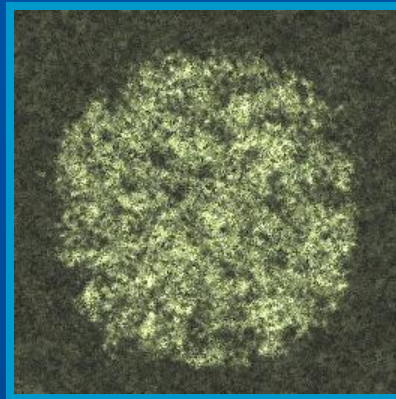
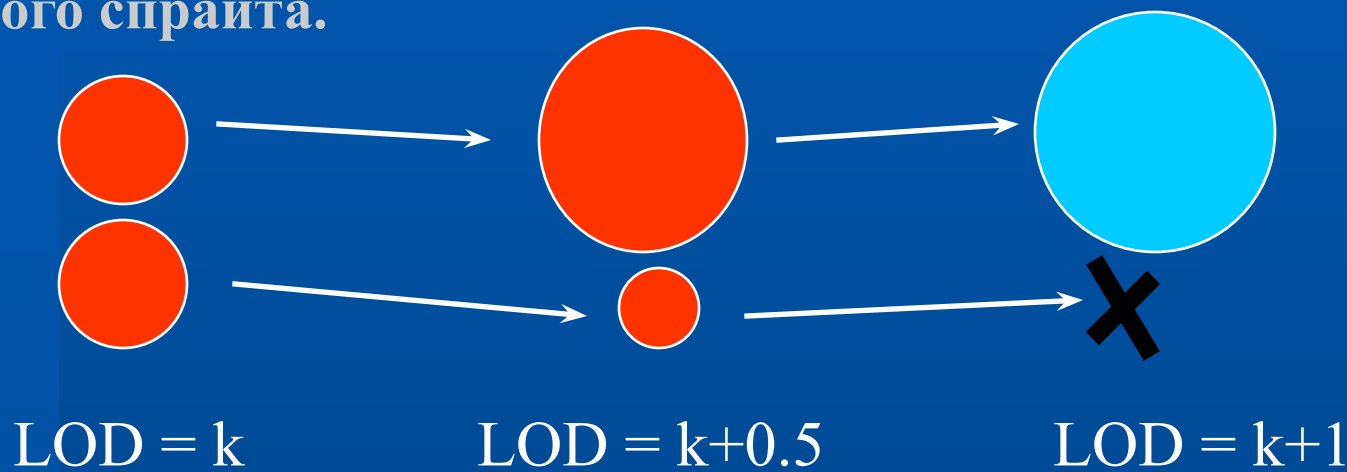


Схема для расчета освещенности,

L – вектор от направленного источника света (Солнца),
Пересчитанный в систему координат спрайта

Деревья и облака. Оптимизация.

1. Уменьшение числа полигонов - *непрерывный уровень детализровки* сохранение объема или формы. Возможны различные варианты. Частицы по парам сливаются в одну большую. Первая частица “сдувается”, вторая – “надувается”. Процесс продолжается до достижения одного спрайта.



Деревья и облака. Оптимизация II.

2. Уменьшение количества перерисовок (overdraw)

- Отказ от режима полупрозрачности (Alpha test, w/o Blend)
 - + Почти двукратное увеличение скорости растеризации
 - + Не нужно сортировать спрайты от дальних к ближним
 - Резкие края (улучшаются только Super Sampling AA)
- Occlusion test – тест программный и аппаратный

Деревья и облака. Развитие.

- Дальнейшая оптимизация - перевод расчетов на вершинные шейдеры.
- Depth Sprite Shader.
- Улучшенная модель освещения.. Расчет карт само затенения (очень важно для леса)
учет нескольких источников света, аналогично основному (солнечному)
- Улучшение интерактивности :
ветер, различные виды повреждений, горение.
- Построение лесов из одиночных деревьев
- Для облаков – движение, динамическое изменение погоды затенение объектов самолетов

Перегляд області Проект U2ED



Деревья и облака. Проект *IL2FB*.



Деревья и облака. Развитие-Леса.

Mission Conditions ✕

Time: :

Weather:

Cloud Height [m]



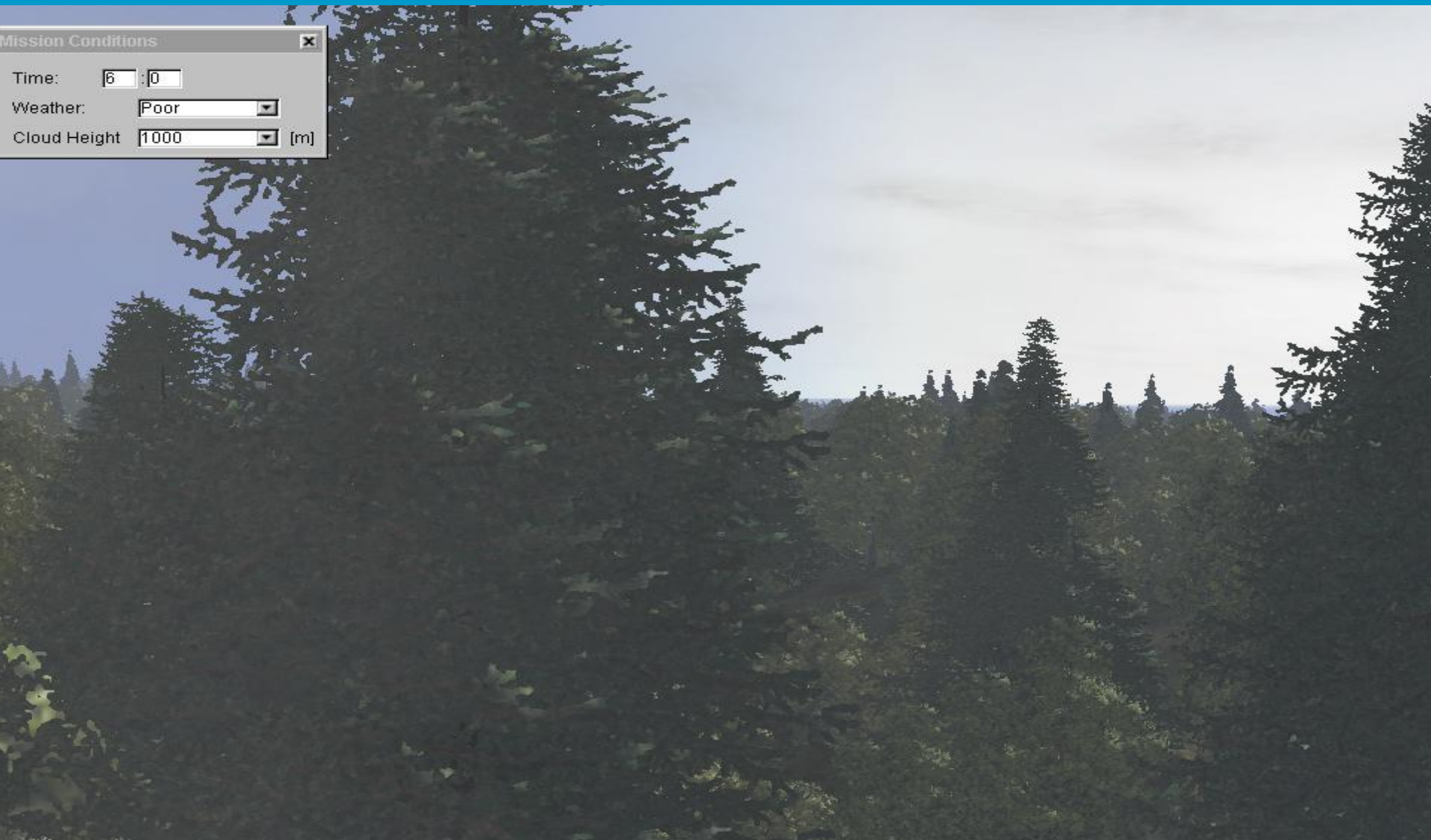
Деревья и облака. Развитие-Леса.

Mission Conditions ✕

Time: :

Weather:

Cloud Height [m]





Деревья и облака. WW2RTS



Водная поверхность

- Модель воды без учета преломления и прозрачности. Базовая расчетная формула

$$I = I_a + K_d \cdot (\overset{\boxtimes}{N} \bullet \overset{\boxtimes}{L}) + K_s \cdot \{(\overset{\boxtimes}{L} \bullet \overset{\boxtimes}{R})^\lambda + dSdT\}$$

$$N = \frac{\sum N_i}{i}, K_s = \text{Freshel}(\overset{\boxtimes}{N} \bullet \overset{\boxtimes}{E}),$$

$$\overset{\boxtimes}{R} = 2\overset{\boxtimes}{N}(\overset{\boxtimes}{N} \bullet \overset{\boxtimes}{E}) - \overset{\boxtimes}{E} \bullet \overset{\boxtimes}{N}^2$$

Вариант воды ps1.1-1.3

- **Вариант воды с возмущением отраженных объектов с помощью dsdt карты и с по вершинным учетом закона Френеля и имитацией световой дорожки. ps1.1 в 2 прохода рендера**
 1. Наложение карты отражения, возмущенной dsdt
Используется специальная радиальная сетка для решения проблемы с делением на текстурную координату q: $(s/q, t/q)$
Помимо деления, повершинно вычисляется коэффициент Френеля 2-4 тестуры
 2. Наложение бликов от Солнца –Register combiner

Time: Normal
Time: 1/2 Speed
Stall!

SPD 310
ALT 0
HDG 73



Вариант воды ps1.4+

- Улучшенный метод...с отражением заданным в кубмапе для дальних объектов и возмущенным по dsdt для ближних. в **1 проход рендера**



FPS: 24

Mem: 14912/961 K



SPD 660
ALT 50
HDG 273



Травянистый покров

- Конструкция: Горизонтальные и вертикальные блоки
- Матрица трансформации блока.
- Ветер и наклонные поверхности
- Уменьшение цветовых артефактов...
- Оптимизация. Сортировка.LOD для вертикальных блоков









THE

END

