



Компьютерная графика: Дополнительные главы

Лекция 3: Post-processing effects

Н.Д. Смирнова

Санкт-Петербургский Государственный Политехнический Университет

18.02.2011

ooo
ooo
ooo
ooo
oo
ooo

oo
oo
ooooo
ooo
ooooo
oooo

Содержание

Задача

Простые Эффекты

Grayscale

Sepia

Яркость, контрастность

Gaussian blur

Sharpening

Сложные Эффекты

Kawase's blur

Bloom

Motion Blur

Heat Distortion

Depth of Field

На сладкое

ooo
ooo
ooo
ooo
oo
ooo

oo
oo
ooooo
ooo
ooooo
oooo

Зачем

обработка финальной картинки кадра

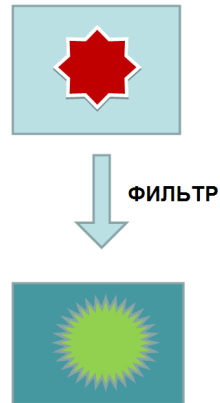
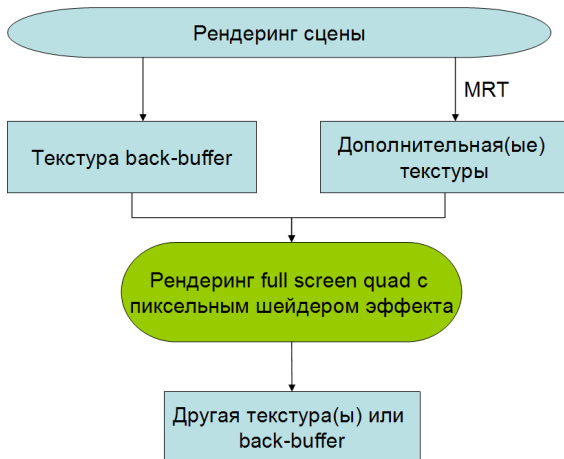


1

ooo
ooo
oooo
oo
ooo

oo
oo
ooooo
ooo
ooooo
oooo

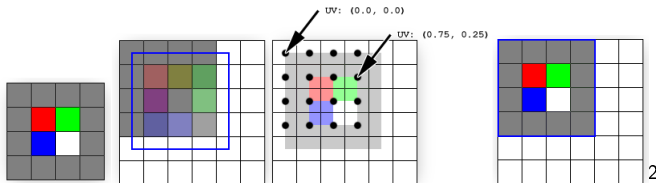
Идея





Важно

- post process эффекты не "вмешиваются" в рендеринг сцены
- нюансы full-screen quad rendering'a
 $\text{pos}(0,0):(4,4); \text{uv}(0,0):(1,1)$
 - сдвинуть квад влево на пол-пикселя
 - сдвинуть текстуру влево на пол-текселя (?????)





Содержание

Задача

Простые Эффекты

Grayscale

Sepia

Яркость, контрастность

Gaussian blur

Sharpening

Сложные Эффекты

Kawase's blur

Bloom

Motion Blur

Heat Distortion

Depth of Field

На сладкое

ooo
ooo
oooo
oo
ooo

oo
oo
ooooo
ooo
ooooo
oooo

Типы

- пиксель-в-пиксель



- много пикселей-в-пиксель (фильтрация)





Содержание

Задача

Простые Эффекты

Grayscale

Sepia

Яркость, контрастность

Gaussian blur

Sharpening

Сложные Эффекты

Kawase's blur

Bloom

Motion Blur

Heat Distortion

Depth of Field

На сладкое



Grayscale(Monochrome)

Color(R,G,B) \Rightarrow Luminance(L) (CIE XYZ)

- NTSC, PAL $Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$
- sRGB $Y = 0.2125R + 0.7154G + 0.0721B$ (DX Sample)

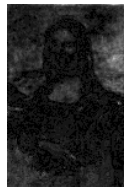




Grayscale(Monochrome)

В идеале необходима еще гамма-коррекция

- $C_{gamma} = C_{linear}^{1/\gamma}$, $\gamma = 2.2$ (в реальности функция сложнее)
- преобразование RGB в XYZ проводится в линейном пространстве
- тогда для $RGB \in [0, 1]$
- $r = R^{2.2}, g = G^{2.2}, b = B^{2.2}$
- $Y = (0.2125r + 0.7154g + 0.0721b)^{1/2.2}$ ³



³<http://cgm.computergraphics.ru/node/2203>



Содержание

Задача

Простые Эффекты

Grayscale

Sepia

Яркость, контрастность

Gaussian blur

Sharpening

Сложные Эффекты

Kawase's blur

Bloom

Motion Blur

Heat Distortion

Depth of Field

На сладкое



Sepia (Monochrome)

Имитация старых фотографий $\text{Color}(R,G,B) \Rightarrow \text{Luminance}(L)$

- Whitaker⁴

$$R' = 0.393 \cdot R + 0.769 \cdot G + 0.189 \cdot B$$

$$G' = 0.349 \cdot R + 0.686 \cdot G + 0.168 \cdot B$$

$$B' = 0.272 \cdot R + 0.534 \cdot G + 0.131 \cdot B$$



⁴<http://rbwhitaker.wikidot.com/post-processing-effects>



Sepia (Monochrome)



- NVidia post-sepia ⁵

```
float3 Grayscale = float3(0.3,0.59,0.11);  
float3 Stain = float3(0.2,0.05,0);  
float3 Paper = float3(1,0.9,0.5);  
float Desat = 0.5;  
float Toned = 1.0f;  
float3 Color = Paper*tex2D(Sampler,IN.UV).xyz;  
float gray = dot(Grayscale,Color);  
float3 muted = lerp(Color,gray.xxx,Desat);  
float3 sepia = lerp(Stain,Paper,gray);  
float3 out = lerp(muted,sepia,Toned);
```

⁵developer.download.nvidia.com/shaderlibrary/webpages/hlsl_shaders.html



Содержание

Задача

Простые Эффекты

Grayscale

Sepia

Яркость, контрастность

Gaussian blur

Sharpening

Сложные Эффекты

Kawase's blur

Bloom

Motion Blur

Heat Distortion

Depth of Field

На сладкое



Яркость(brightness)

- яркость - характеристика визуального восприятия отраженного(излученного) от поверхности света ⁶
 - честно $RGB \Rightarrow HSB \Rightarrow HSB' \Rightarrow R'G'B'$
 - просто $R'G'B' = RGB + Value_{brightness}$ ⁷



⁶<http://en.wikipedia.org/wiki/Brightness>

⁷http://pippin.gimp.org/image_processing/chap_point.html



Контрастность

- контрастность - отношения самой светлой и самой темной чати изображения⁸
 - существует множество способов вычисления контраста
 - просто $R'G'B' = (RGB - 0.5) * Value_{contrast} + 0.5$ ⁹



⁸[http://en.wikipedia.org/wiki/Contrast_\(vision\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Contrast_(vision))

⁹http://pippin.gimp.org/image_processing/chap_point.html



Яркость + Контрастность

- комбинация двух простых формул дает
- $R'G'B' = (RGB - 0.5) * Value_{contrast} + 0.5 + Value_{brightness}$ ¹⁰



¹⁰http://pippin.gimp.org/image_processing/chap_point.html



Содержание

Задача

Простые Эффекты

Grayscale

Sepia

Яркость, контрастность

Gaussian blur

Sharpening

Сложные Эффекты

Kawase's blur

Bloom

Motion Blur

Heat Distortion

Depth of Field

На сладкое



Gaussian blur

- $G(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} \Rightarrow G(x, y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$ ¹¹
- фильтр \Leftarrow сэмплированная, нормализованная функция
- последовательно применяют 2 одномерных фильтра



¹¹http://en.wikipedia.org/wiki/Gaussian_filter



Содержание

Задача

Простые Эффекты

Grayscale

Sepia

Яркость, контрастность

Gaussian blur

Sharpening

Сложные Эффекты

Kawase's blur

Bloom

Motion Blur

Heat Distortion

Depth of Field

На сладкое



Sharpening 1D

i	200	180	160	140	120	200	200	200	100	100	100	100
Δ	-20	-20	-20	-20	80	0	0	-100	0	0	0	
Δ^2		0	0	0	100	-80	0	-100	100	0	0	

200	180	160	140	20	280 (255)	200	300 (255)	0	100	100	100
-----	-----	-----	-----	----	--------------	-----	--------------	---	-----	-----	-----

фильтр

-1	3	-1
----	---	----

¹²

¹²<http://azzlsoft.com/2011/02/21/phone-vision-13-sharpening-filters>



Sharpening 2D

0	0	0
0	1	0
0	0	0

 $-$

0	1	0
1	-4	1
0	1	0

 $=$

0	-1	0
-1	5	-1
0	-1	0

$f(x,y)$ $\Delta^2(x)+\Delta^2(y)$ $\text{sharp}(x,y)$

-1	-1	-1
-1	9	-1
-1	-1	-1





Содержание

Задача

Простые Эффекты

Grayscale

Sepia

Яркость, контрастность

Gaussian blur

Sharpening

Сложные Эффекты

Kawase's blur

Bloom

Motion Blur

Heat Distortion

Depth of Field

На сладкое



Содержание

Задача

Простые Эффекты

Grayscale

Sepia

Яркость, контрастность

Gaussian blur

Sharpening

Сложные Эффекты

Kawase's blur

Bloom

Motion Blur

Heat Distortion

Depth of Field

На сладкое

ooo
ooo
oooo
oo
ooo

o●
oo
ooooo
ooo
ooo
ooooo
oooo

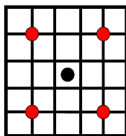
Kawase's blur

- дает результат похожий на Gauss blur, только дешевле
- необходимо несколько итераций для хорошего результата
- 1st iteration

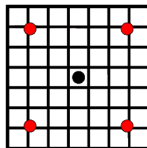
1/16	2/16	1/16
		
2/16	4/16	2/16
		
1/16	2/16	1/16

13

2nd Iteration



3rd Iteration





Содержание

Задача

Простые Эффекты

Grayscale

Sepia

Яркость, контрастность

Gaussian blur

Sharpening

Сложные Эффекты

Kawase's blur

Bloom

Motion Blur

Heat Distortion

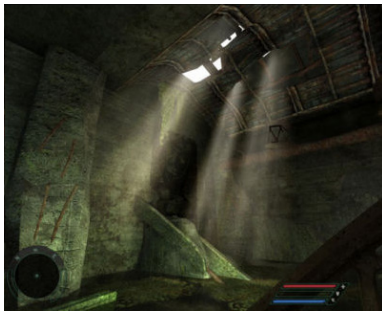
Depth of Field

На сладкое



Bloom (вариант)

- down-scale + threshold value (brightness)
- blur filter
- add to base picture



down-scale = 16; blur = kawase



Содержание

Задача

Простые Эффекты

Grayscale

Sepia

Яркость, контрастность

Gaussian blur

Sharpening

Сложные Эффекты

Kawase's blur

Bloom

Motion Blur

Heat Distortion

Depth of Field

На сладкое

ooo
ooo
oooo
oo
ooo

oo
oo
o●ooo
ooo
ooooo
oooo

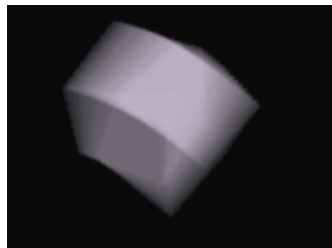
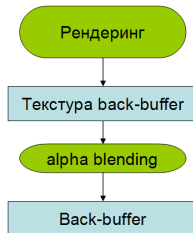
Motion blur

- real-time должен быть 60fps
- телевидению хватает 24fps
- motion blur добавляет очень много информации





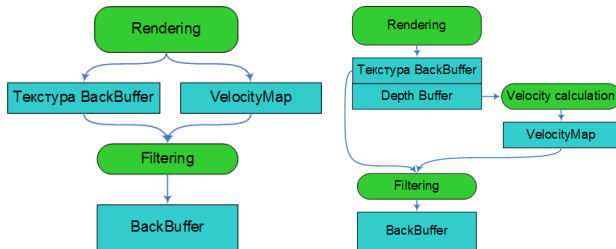
Motion blur (примитивный)





Motion blur (full-screen)

Движется камера





Motion blur (per-object)

Двигаются отдельные предметы

- скорости рассчитываются в vertex shader
- в pixel shader уже интерполированные скорости
- далее опять velocity map



Маскирование объектов

- пример: гоночная машина в рейсинге
- рендерить маску в отдельную текстуру
- или в alpha канал
- при сглаживании использовать эту информацию





Содержание

Задача

Простые Эффекты

Grayscale

Sepia

Яркость, контрастность

Gaussian blur

Sharpening

Сложные Эффекты

Kawase's blur

Bloom

Motion Blur

Heat Distortion

Depth of Field

На сладкое



Heat Distortion

- класс эффектов, моделирующих искажения изображения:
 - марево в пустыне, горячий воздух над асфальтом
 - выход горячего газа из трубы,
 - стеклянные объекты



17



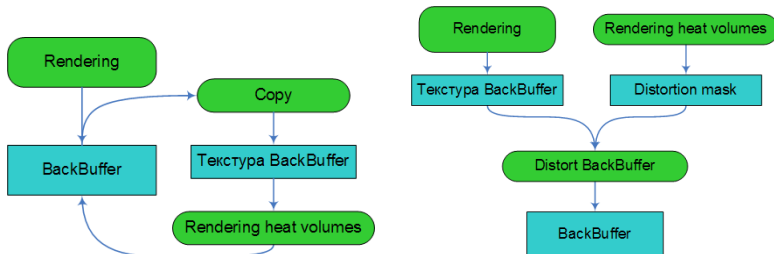
18

¹⁷<http://idj20.blogspot.com/>

¹⁸http://howisthisglass.blogspot.com/2010_08_01_archive.html



Heat Distortion



- full screen
- heat volumes (затухание на границах)
- анимированные или 3D distortion текстуры
- refraction for glass (воздух:стекло=1.33)



Содержание

Задача

Простые Эффекты

Grayscale

Sepia

Яркость, контрастность

Gaussian blur

Sharpening

Сложные Эффекты

Kawase's blur

Bloom

Motion Blur

Heat Distortion

Depth of Field

На сладкое

ooo
ooo
oooo
oo
ooo

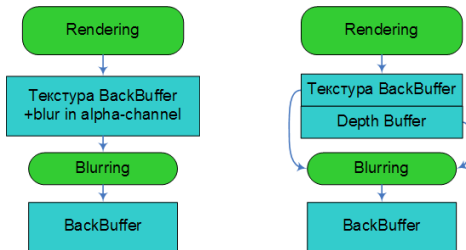
oo
oo
ooooo
ooo
oo
o●ooo
ooo

Depth of Field





Depth of Field (Scheme)



Фильтрация

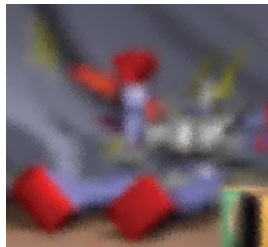
- использование мип-мапов
- выбор из набора префильтрованных текстур
- фильтрация с переменным радиусом ядра

ooo
ooo
oooo
oo
ooo

oo
oo
ooooo
ooo
ooo●o
oooo

Depth of Field (Проблемы мип-мапов)

- артефакты при увеличении мипмапа (magnification filtering problem)
- спасаются техникой "дрожание"(jittering)



ooo
ooo
oooo
oo
oo
ooo

oo
oo
oo
ooooo
ooo
ooo
ooooo
ooooo

Depth of Field (Проблемы)

- проблема разрыва по Z (z-discontinuity)
- перетекание цвет (color-bleeding)





Содержание

Задача

Простые Эффекты

Grayscale

Sepia

Яркость, контрастность

Gaussian blur

Sharpening

Сложные Эффекты

Kawase's blur

Bloom

Motion Blur

Heat Distortion

Depth of Field

На сладкое

ooo
ooo
oooo
oo
ooo

oo
oo
ooooo
ooo
ooooo
o●ooo

Focus Blur



ooo
ooo
oooo
oo
ooo

oo
oo
ooooo
ooo
ooooo
oo●oo

Lens Blur



ooo
ooo
oooo
oo
ooo

oo
oo
ooooo
ooo
ooooo
ooo●

TO BE CONTINUED...