

HDR 소개와 고정 파이프라인상 구현 제안

김성익(noerror@hitel.net)
<http://digibath.com/noerror>

2005.03.20

Introduction

- ❖ 게임 개발에서 타겟 하드웨어
- ❖ 실시간 게임 비주얼에서의 개성 있는 빛의 표현

Unreal 3



- ❖ HDR 소개
- ❖ 고정 파이프라인으로 구현 가능한 HDR

HDR

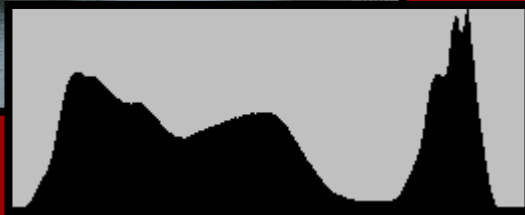
- ❖ High Dynamic Range Rendering 이란 ?
- ❖ 실세계에서의 색(반사되는 빛)의 깊이
- ❖ 실제 인식하는 색의 깊이
- ❖ 안구의 빛의 정보량 조절
- ❖ 카메라의 노출(Exposure)

HDR Issue

- ❖ 노출에 따른 색의 표현 (*) *Exposure Control*
- ❖ 적당한 노출도 산출
- ❖ 고정밀도 텍스처 사용

Exposure

❖ 셔터스피드 1/1000, 1/250 초



❖ 노출에 의한 색의 분포 특성

Over Exposure

❖ 셔터스피드 1/125, 1/60의 영상



❖ 오버샷 되는 부분의 특성

Exposure Image

- ❖ 셔터스피드가 작은 영상, 셔터스피드가 큰 영상의 밝기를 조절한 영상 비교



- ❖ 오버샷되는 부분의 번지는 느낌, 색 깊이

AE : Auto Exposure

❖ 카메라의 자동 노출 이미지



❖ 색이 풍부하도록 적당한 노출 값 산출

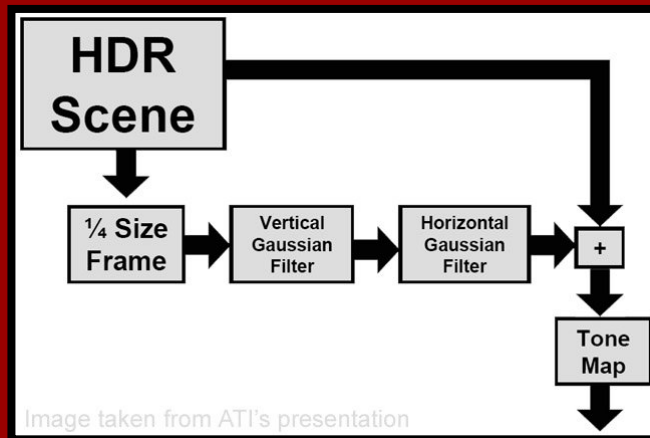
AE : Auto Exposure (2)

❖ 화면 색의 분포에 따른 밝기의 변화



Exposure Control (1)

- ❖ 렌더링 => 글래어 *Glare* => 톤 매핑 *Tone Map*



- ❖ 고정밀도 버퍼에 렌더링
- ❖ 저정밀도 버퍼에 렌더링 + 알파채널 Lum

Exposure Control (2)

❖ 글래어 이미지

❖ 톤 매핑 : 다이내믹 레인지 => 고정 범위

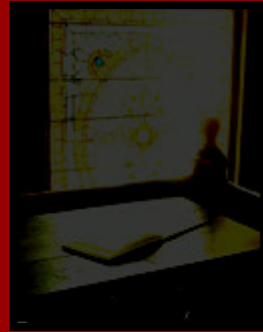
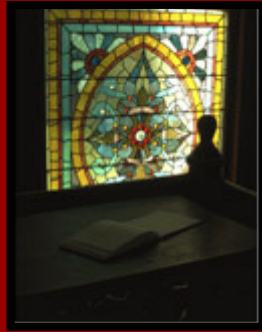
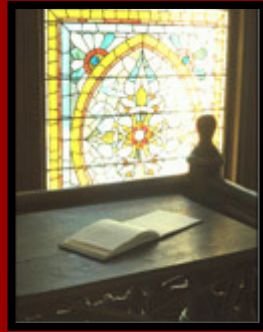
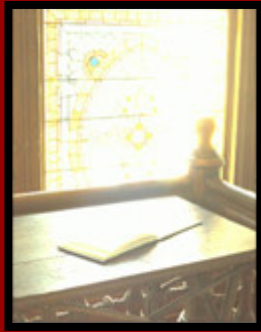
$$Lum_{avg} = \exp\left(\frac{1}{N} \sum_{x,y} \log(\delta + Lum(x, y))\right)$$

δ : a small value to avoid the singularity

$$Lum_{scaled}(x, y) = \frac{\alpha}{Lum_{avg}} Lum(x, y)$$

고 정밀도 텍스처

- ❖ 다이나믹 레인지에 따라 화질이 손상이 거의 없다.



- ❖ OpenEXR
- ❖ Radiance (.hdr) Format

제한적인 HDR

- ❖ Direct3D Fixed Pipeline으로 구현가능함이 목표
- ❖ 정석적인 HDR과 비슷한 결과

렌더링 파이프라인

- ❖ 1. HDR 썬 렌더링 => 글래어 => 톤매핑
- ❖ 2. HDR 썬 렌더링 => 톤매핑 => 글래어
퀄리티가 1보다 낮음. why
- ❖ 3. 직접 Lum_{scale} 을 색의 밝기에 적용하여
렌더링 => 글래어
렌더링 단계에서 톤매핑의 과정을 포함

간략화된 Lum_{ave} 계산 – 2 pass

- ❖ RenderTarget 을 이용해서 작은 텍스처에 렌더링
전체씬을 2 pass 렌더링
- ❖ 픽셀값이 saturation 되는 일을 막기 위해 어둡게 렌더링
- ❖ 적은수의 임의의 위치의 픽셀을 샘플링하여 Lum_{ave} 계산 *어둡게 렌더링한 부분 고려*

간략화된 Lum_{ave} 계산 - 근사

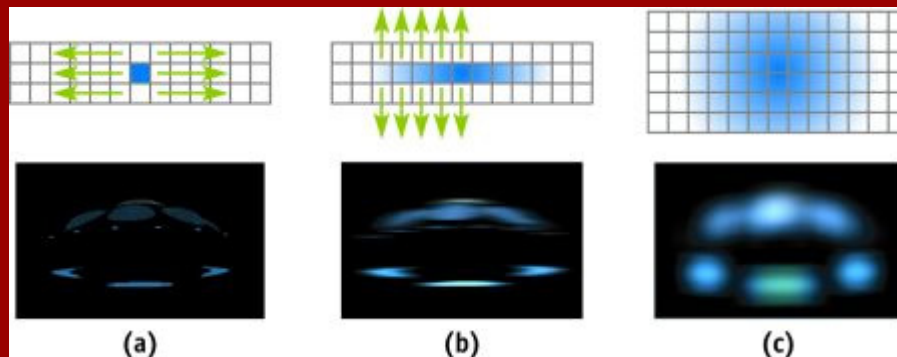
- ❖ 오브젝트별로 상수 Lum 값과, 크기
- ❖ 렌더링되는 오브젝트의 Lum , 크기를 이용하여 대략적인 Lum_{ave} 계산
- ❖ 빠른 연산가능

더 밝게 렌더링

- ❖ Lum_{scale} 은 버텍스의 칼라, 혹은 라이트의 칼라를 이용하여 적용
- ❖ 텍스처 블렌딩을 `3DTOP_MODULATE4X` 을 이용하면 Lum_{scale} 은 0에서 4.0까지 가능. 멀티 텍스처링 이용하면 더 범위를 높일 수도 있다.

글래어 *glare*

- ❖ 렌더링한 프레임 버퍼를 StretchRect 로 다룬 샘플링
- ❖ 다른 텍스처에 블러 이미지를 렌더링



- ❖ 전체 화면에 알파로 블러 이미지를 렌더링

고정밀도 텍스처 대안

- ❖ 텍스처는 색이 풍부한 (노출 보정된) 상태로 만들며, 텍스처 전체에 대해선 상수 배의 밝기 값 (bias) 을 가진다

단점/장점

- ❖ 스케일 된 상태로 렌더링 해야 하므로, 픽셀 연산에 제약이 생김
- ❖ 프레임 버퍼에 직접 스케일하여 찍기 때문에 1.0을 넘는 표현 불가능 (*글래어 이미지의 디테일이 떨어짐*)
- ❖ 값이 클리핑이 많이 되어 HDR 특유의 선명한 이미지는 표현 안됨
- ❖ **but**, 대중적인 사양에서도 표현 가능

질문

참고 (1)

- ❖ High Dynamic Range Rendering on the GeForce 6800 High Dynamic
- ❖ GDC2003, 2004 : High Dynamic Range Rendering by Masaki Kawase
- ❖ Real-Time 3D Scene Post-processing – Jason L. Mitchell

참고 (2)

- ❖ Rendering High Dynamic Range Images by Jeffrey M. Dicarolo
- ❖ Photographic Tone Reproduction for Digital Images by Eric Reinhard
- ❖ <http://www.debevec.org>
- ❖ OpenEXR : <http://www.openexr.com>