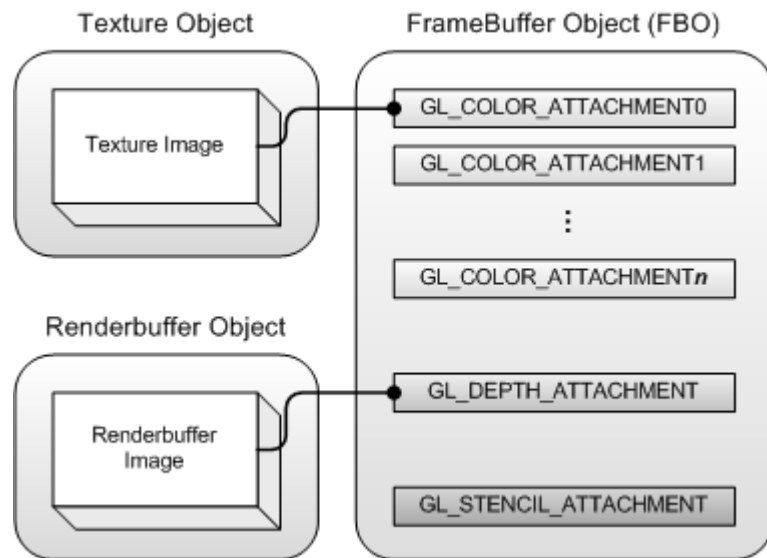


Kurzvortrag zu Framebuffer Object und Shadow Maps



Was ist ein FBO?

- enthält Buffer, die alle die gleiche Größe haben wie der FBO
- statt in den Framebuffer direkt zu rendern, kann man Texturen binden, in die gerendert werden soll (render-to-texture)
- Ein Framebuffer-Objekt kann mehrere Rendering-Ziele beinhalten
- Default Framebuffer wird vom Windows-Manager eingerichtet (Color, Depth und Stencil).



Wozu verwendet man einen FBO?

- Kombination mehrerer Texturen für grafische Effekte
(Portale, Bilder von Überwachungskamera, Spiegelbilder, Lichtbrechung bei Glas,...)
- durch Anwendung von Filtern können grafische Effekte erzeugt werden
(erst in FBO zeichnen, darauf dann Filter anwenden z.B. Blur, Blooming, Mittelwert, Sobel,...)
- Zur Darstellung Screen Filling Quad/Triangle



Motion Blur



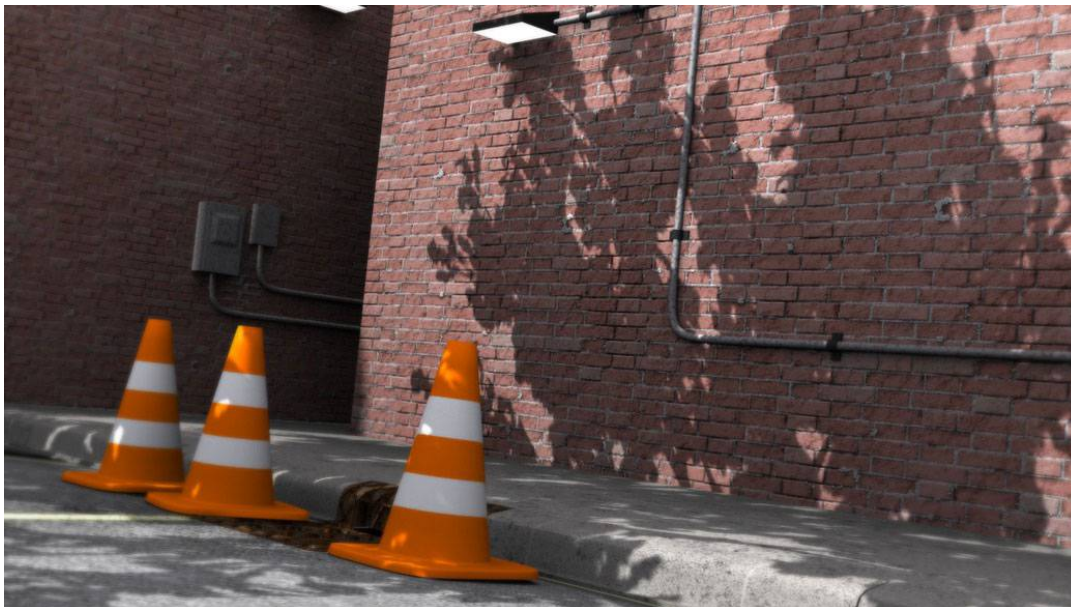
Blooming

Code

- CVK_FBO

Shadow Mapping

- + Schnell
 - + keine Kenntnisse bzgl Geometrie
 - neigt zu Aliasing in der Grundform
 - nur für kleine Szenen in der Grundform
- mehrere Erweiterungen wie z.B. PCF, VSM, PSM, CSM, ...



Wie funktioniert Shadow Mapping?

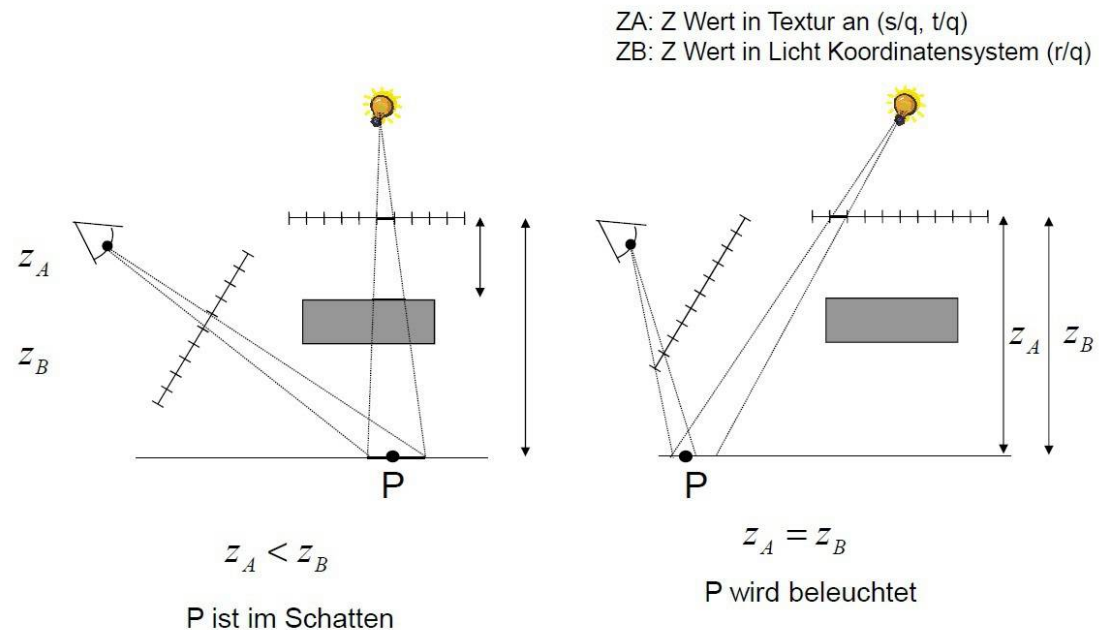
Shadow Mapping besteht in seiner Grundform aus 2 Pässen:

1. Aus Sicht der Lichtquelle rendern

Die Tiefeninformationen bzgl. der Sichtbarkeit von Objekten aus der Lichtperspektive werden in einer Shadow Map (Textur) gespeichert

2. Aus Sicht der Kamera rendern

Jede Fragmenttiefe aus der Lichtperspektive wird mit der Shadow Map verglichen, um zu bestimmen, ob das Fragment im Schatten liegt.



Code

- Übung aus CG2 Blatt 4 2014

- Matrizen

$$\begin{pmatrix} s \\ t \\ r \\ q \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1}{2} & 0 & 0 & \frac{1}{2} \\ 0 & \frac{1}{2} & 0 & \frac{1}{2} \\ 0 & 0 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \text{Light} \\ \text{Projection} \\ \text{Matrix} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \text{Light} \\ \text{LookAt} \\ \text{Matrix} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ w \end{pmatrix}$$

0..w -w..w

- Zum Schluss noch perspektivische Division durch w
→ Texturzugriffe von 0..1 definiert

Omnidirektionale Lichtquellen

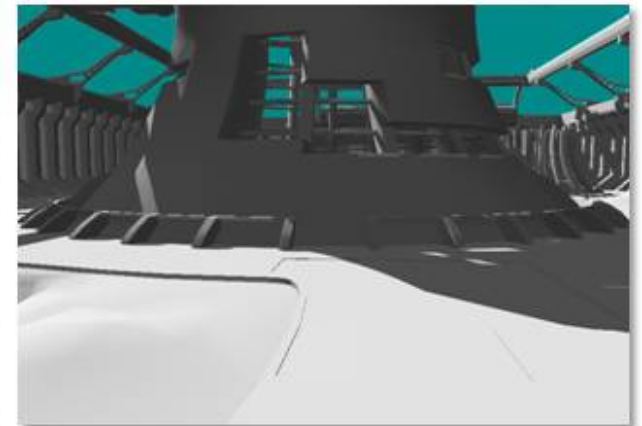
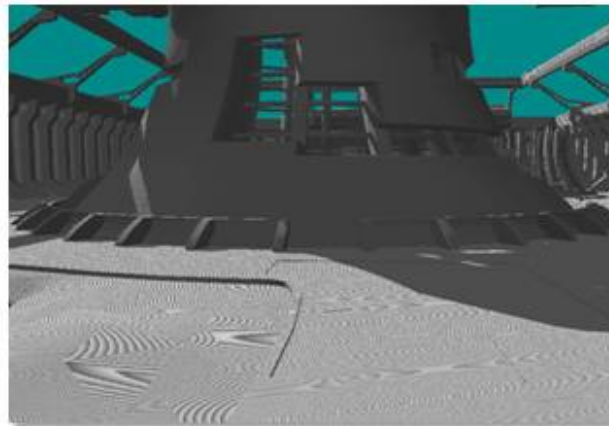
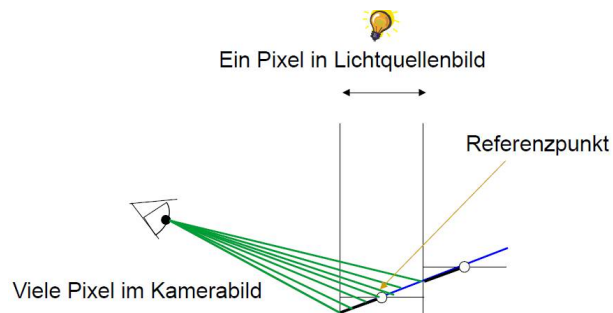
- Shadow Maps bisher nur für Spotlights
- Problem: omnidirektionale Lichtquellen
- Lösung: orientiere Lichtquellen Kamera entlang der Weltachsen (+x,x,+y,-y,+z,-z)
 - Methode 1: 6 Texturen, 6 Shadow Maps
 - Methode 2: Cube Map



Problem Shadow Acne

Shadow Acne

- Viele Fragmente des Kamerabilds aber nur ein Fragment im Lichtquellenbild
- Manche Fragmente des Kamerabilds sind vor einem Lichtquellenfragment und manche dahinter



Vermeidbar durch

- Herabsetzen des Referenzpunktes um dynamischen Wert sonst Peter Panning
→ Slope Scale Depth Bias
- Frontface-Culling bei geschlossenen Objekten

Problem Peter Panning

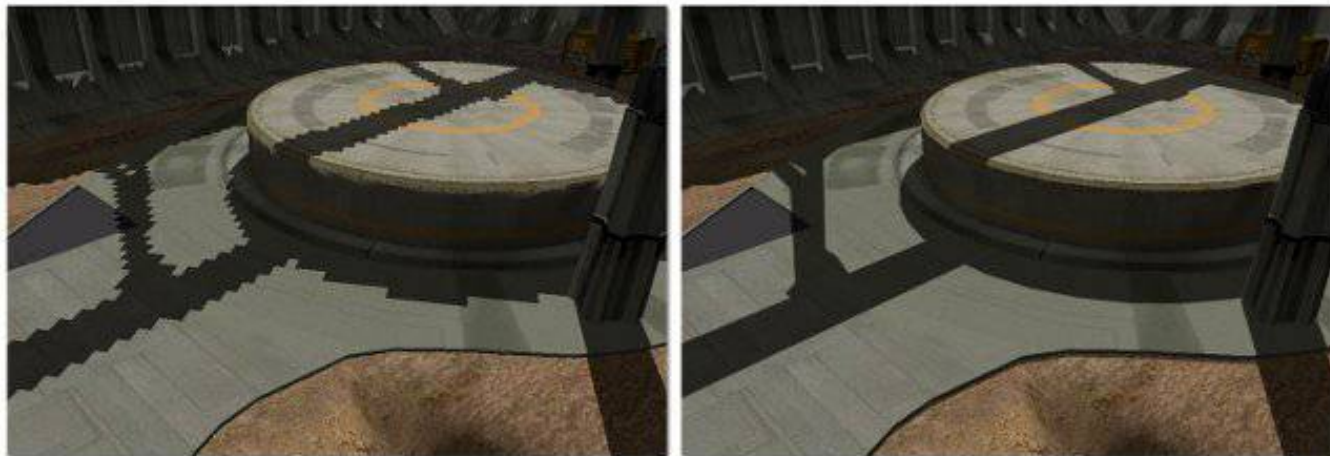
Peter Panning

- Dinge, die schattiert werden sollen sind beleuchtet



Problem Shadow Mapping Aliasing

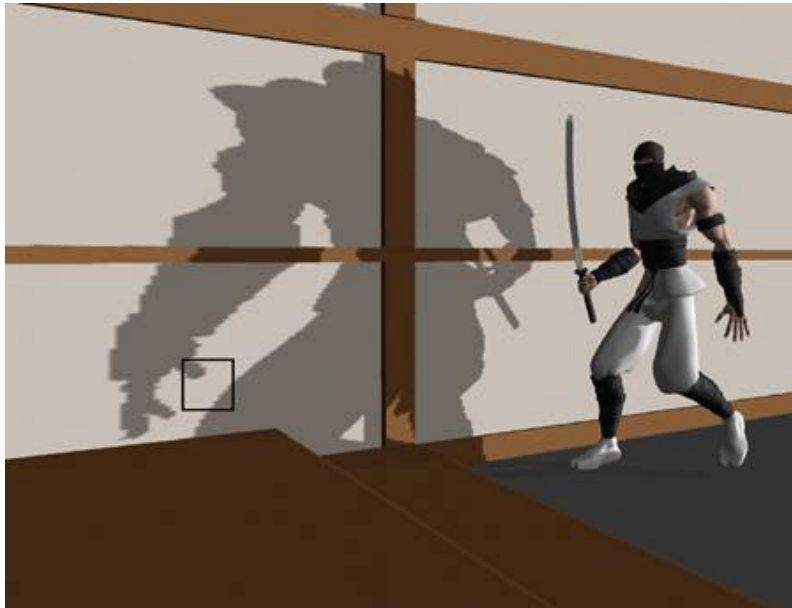
- Abtastpunkte von Kamera und Lichtquelle stimmen selten überein, sodass es zur Bildung eines treppenartigen Schatten kommt
- Treppeneffekt, wenn verschiedene Pixel einer Szene auf denselben Punkt in der Tiefentextur transformiert werden
- Tiefentextur zu klein → mehreren Pixeln selbe Schattenwert



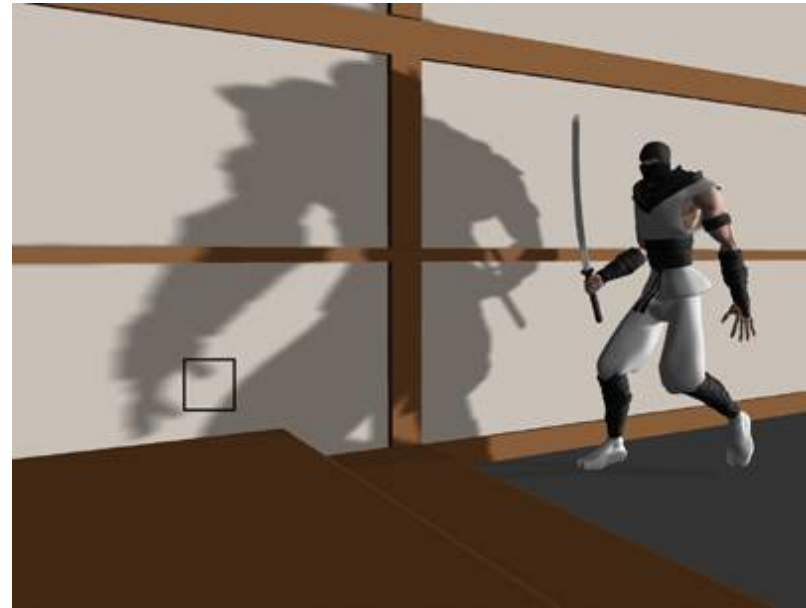
- Lösung: PCF, CSM, ...

Percentage Closer Filtering

- Tiefe und umliegende Tiefen werden verglichen und gemittelt → weichere Schatten
- Größe der genutzten Umgebung variabel
- Je mehr und/oder je ungleichmäßiger (random, drehen) die Samples, desto feiner das Ergebnis



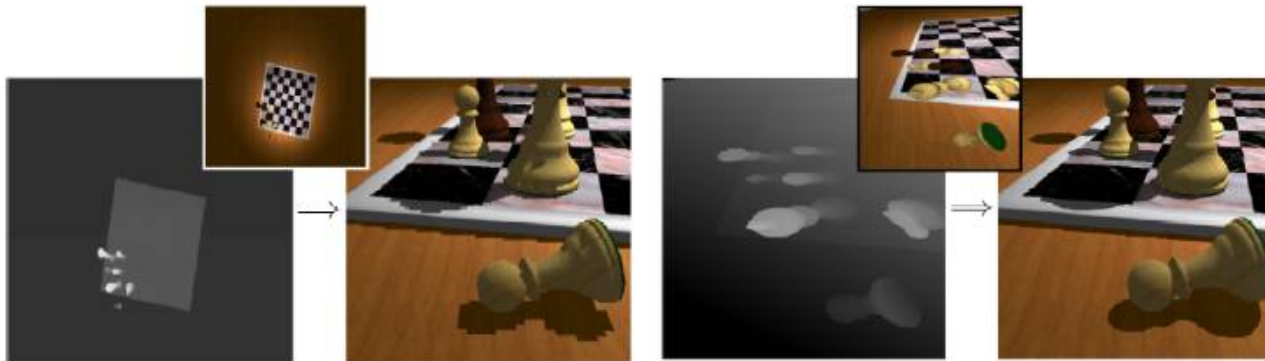
1 Sample per Pixel



16 Samples per Pixel

Perspective Shadow Mapping

- Szene vor Erzeugung der Shadow Map in den post-perspektivischen Raum überführen
- Objekte, die sich näher an der Kamera befinden sind größer als weiter entfernte Objekte → entsprechend größere Fläche/bessere Auflösung in der Shadow Map
- Analog zum Grundverfahren nur im post-perspektivischen Raum

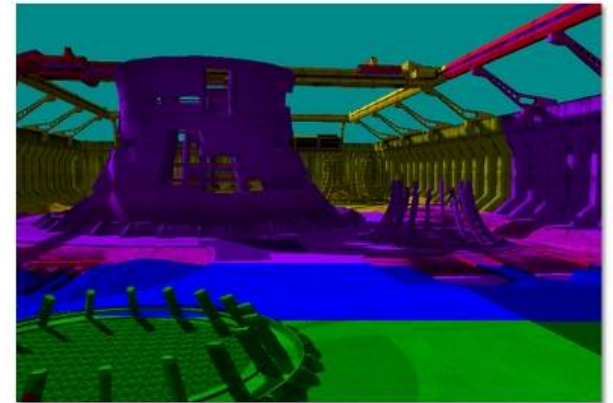
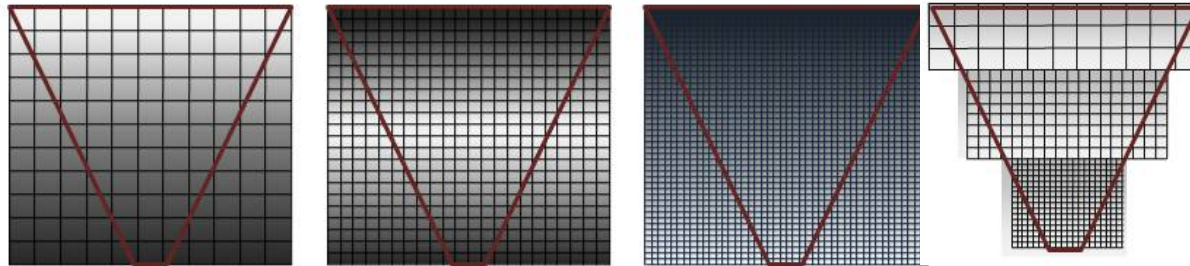


links: konventionelle Shadow Map

rechts: das gleiche Bild mit einer Perspective Shadow Map der gleichen Größe

Cascaded Shadow Maps

- werden vor allem für Schattenwürfe durch die Sonne über ein großes Gebiet genutzt
- Antialiasing durch höher aufgelöste Tiefenmaps in der Nähe des Betrachters (schlechter aufgelöst in der Entfernung)
- Aufteilen des Kameraviewfrustum und erstellen von Tiefenmaps in geeignetem Viewport für jeden Teil
- aus diesen Subfrusta und der Lichtquelle wird dann ein neues Frustum gebildet und als eine Tiefenmap im FBO gespeichert



1. für jedes Frustum Szenentiefe aus Lichtsicht rendern
2. rendern der Szene aus Kamerasicht
3. passende Shadow Map auswählen um Werte zu vergleichen

Shadow Mapping Techniken

Simple

- SSM "Simple"

Splitting

- PSSM "Parallel Split"
- CSM "Cascaded"

Warping

- LiSPSM "Light Space Perspective"
- TSM "Trapezoid"
- PSM "Perspective"
- CSSM "Camera Space"

Smoothing

- PCF "Percentage Closer Filtering"

Filtering

- ESM "Exponential"
- CSM "Convolution"
- VSM "Variance"
- SAVSM "Summed Area Variance"
- SMSR "Shadow Map Silhouette Revectorization"

Soft Shadows

- PCSS "Percentage Closer"
- SSSS "Screen space soft shadows"
- FIV "Fullsphere Irradiance Vector"

Assorted

- ASM "Adaptive"
- AVSM "Adaptive Volumetric"
- CSSM "Camera Space"
- DASM "Deep Adaptive"
- DPSM "Dual Paraboloid"
- DSM "Deep"
- FSM "Forward"
- LPSM "Logarithmic"
- MDSM "Multiple Depth"
- RTW "Rectilinear"
- RMSM "Resolution Matched"
- SDSM "Sample Distribution"
- SPPSM "Separating Plane Perspective"
- SSSM "Shadow Silhouette"

Quellen

CG2, SoSe14: 05_FBOs

06_Schatten

07_Schatten2

Uebung4, auch ShadowMapping Code

CVK_FBO

David Wolff : OpenGL 4.0 Shading Language Cookbook

<http://www.glprogramming.com/red/chapter10.html>

<http://ogldev.atspace.co.uk/www/tutorial23/tutorial23.html>

<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ee416307%28v=vs.85%29.aspx>

<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ee416324%28v=vs.85%29.aspx>

http://developer.download.nvidia.com/SDK/10.5/opengl/src/cascaded_shadow_maps/doc/cascaded_shadow_maps.pdf

<http://www.crytek.com/download/Playing%20with%20Real-Time%20Shadows.pdf>

<http://books.google.de/books?id=hVtgAQAAQBAJ&pg=PA35&lpg=PA35&dq=vorteile+nachteile+shadow+map&source=bl&ots=gYPHve4dQT8>

http://en.wikipedia.org/wiki/Shadow_mapping

http://http.developer.nvidia.com/GPUGems/gpugems_ch11.html

http://www.xpiriax.de/pic/download/RPC2010_Schattenwurf.pdf

<http://www.cg.tuwien.ac.at/~husky/RTR/OmnidirShadows-whyCaps.pdf>

http://www.hilva.com/imagegallery/ShadowMapping360_800x600.jpg

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d4/Elephants_Dream_-_Emo_and_Proog.jpg

<http://i.imgur.com/h0IAV67.jpg>