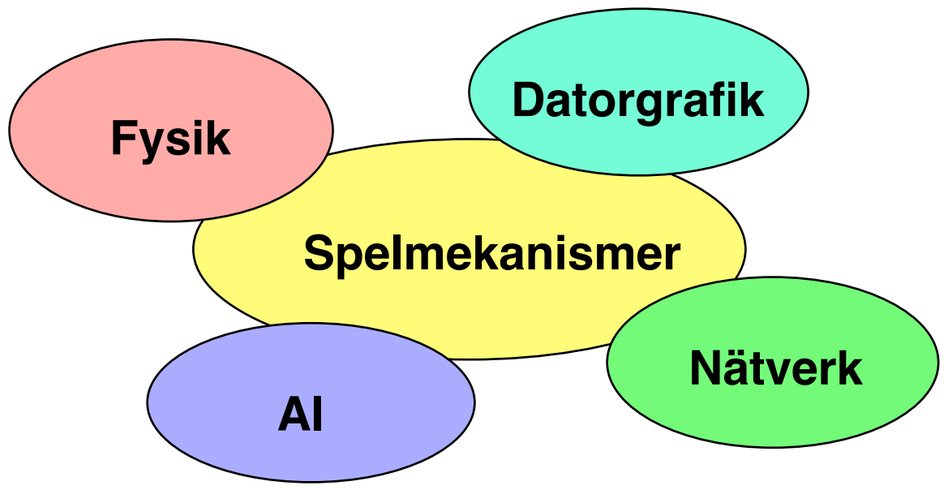
Information Coding / Computer Graphics, ISY, LiTH

TSBK 03

Teknik för avancerade datorspel

Ingemar Ragnemalm, ISY



Information Coding / Computer Graphics, ISY, LiTH

Föreläsning 2

Buffrar, stencilbuffer
Spegel med stencilbuffer
Stencilbuffer som räknare

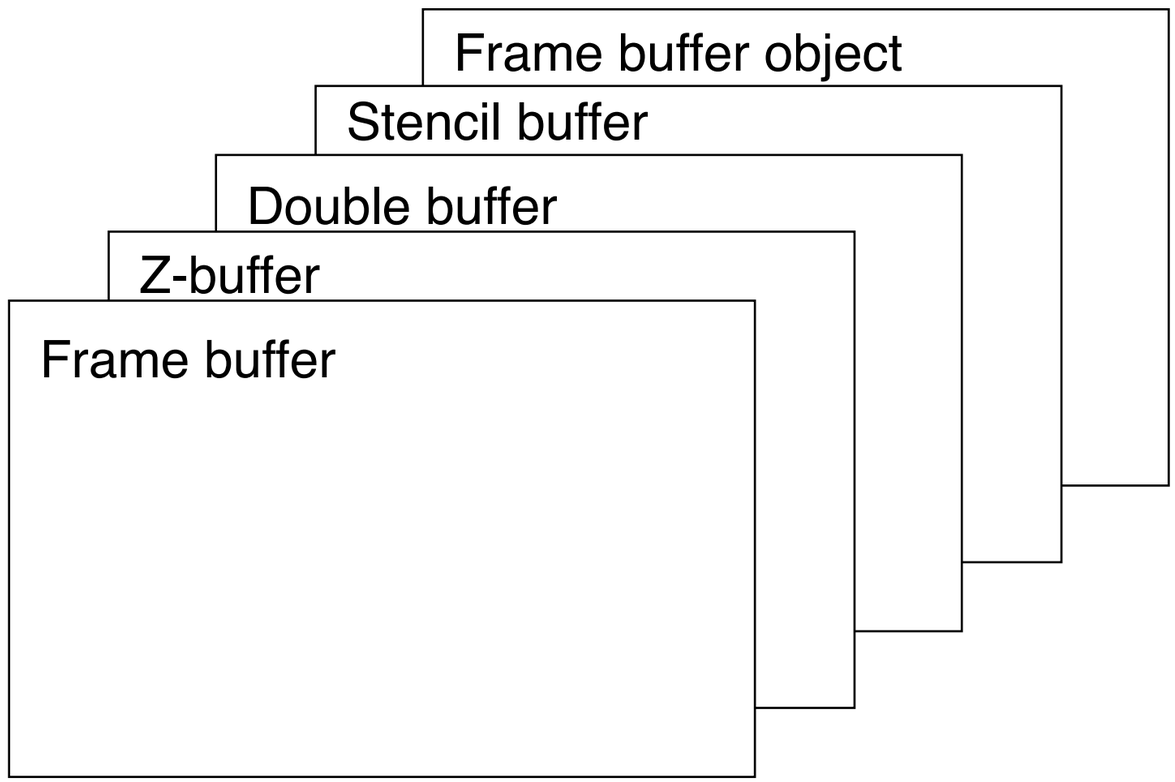
Texturering:
- Andra dimensioner
- Multitexturering: Detail textures
- Projicerade texturer
- Rendering till textur

Ytterligare grafik som följer längre fram:

- Skuggor och ambient occlusion
- Multipass-shaders, faltning
- High dynamic range, blooming
- Bättre bump mapping, parallax mapping, displacement mapping
- Stereo
- Skinning

Bildbuffrar

På GPU'n finns flera bildbuffrar, inte bara den vi ser…



De vanliga

Frame buffer: Den vanliga bildbuffern

Dubbelbuffer (back-buffer): Kopia off-screen

Z-buffer (depth buffer): Lågnivå VSD

Ett par till

Stencil buffer: Maskning

Frame Buffer Objects (FBO): Buffer som är textur

samt icke-bildbuffrar:

Vertex buffer objects (VBO): Geometridata i VRAM (optimering)

Vertex Array Objects (VAO)

Buffer eller textur?

De flesta bufferoperationer kan göras med shaders. Rendering till dem görs med FBO. Därmed kan flera specialbuffrar ignoreras och vissa utgår helt med 3.2 (accumulatorbuffer).

Undantag: Stencil buffer och Z-buffer.

Stencil buffer

“Stencil”, gammal teknik för tryck. “Schablon”.

Används för att maskning, för pixelvis bestämma vilka pixlar som får skrivas.

Ritas i med vanliga ritoperationer, t.ex. rita polygoner.

Används ofta som om den var binär, men är heltal, t.ex. 8 eller 16 bitar (unsigned). Precisionen är implementationsberoende.

Många tillämpningar - vilka?

Stencil buffer

Förslag på tillämpningar:

- **Maska bort ramar, HUD…**
- **Dissolve-effekter**
- **Begränsa ritandet till ett visst objekt, viktigt för t.ex. reflektioner och skuggor**
- **CSG (Constructive Solid Geometry)**

Viktigare än man först tror?

Stencil buffer i OpenGL:

glStencilFunc(func, ref, mask);
bestämmer stencilbufferns funktion under ritande

glStencilOp(fail, zfail, zpass);
bestämmer hur stencilbuffern ändras under ritande

Tre utfall: Stencil fail, stencil pass/depth fail, stencil pass/depth pass. Olika operationer kan definieras för alla dessa fall (t.ex. inkrementera, nollställa…)

Enkelt exempel

Masking enbart

- Radera stencilbuffern
- Rita masken i stencilbuffern
- Rita andra objekt med stencilbuffer aktiv

Enkelt exempel

Måste initiera OpenGL-context med stencilbuffer:

```
glutInitDisplayMode(GLUT_RGB | GLUT_DOUBLE | GLUT_DEPTH | GLUT_STENCIL);
```

Radera stencilbuffern

```
glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT | GL_STENCIL_BUFFER_BIT);
```

Enkelt exempel

Rita masken i stencilbuffern

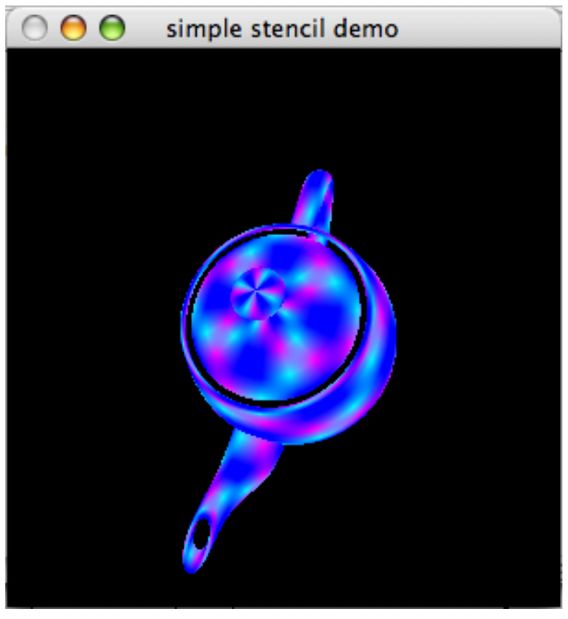
```
// Enable the Stencil Buffer
glEnable(GL_STENCIL_TEST);

// Disable Color Buffer and Depth Buffer
glColorMask(GL_FALSE, GL_FALSE, GL_FALSE, GL_FALSE);
glDepthMask(GL_FALSE);

// Set 1 into the stencil buffer
glStencilFunc(GL_ALWAYS, 1, 0xFFFFFFFF);
glStencilOp(GL_REPLACE, GL_REPLACE, GL_REPLACE);
// Draw the wired sphere in the stencil buffer only
DrawWireframeModel(sphere);
```

Enkelt exempel

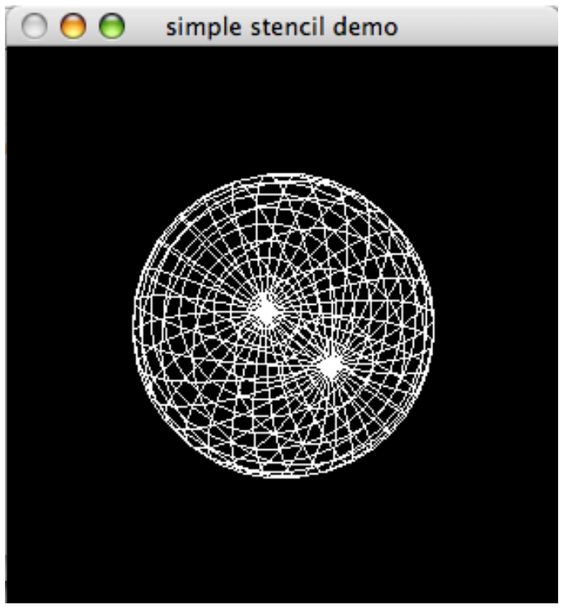
Rita andra objekt med stencilbuffer aktiv

```
// Turn on Color Buffer and Depth Buffer
glColorMask(GL_TRUE, GL_TRUE, GL_TRUE, GL_TRUE);
glDepthMask(GL_TRUE);

// Only draw if Stencil Buffer equals 1
glStencilFunc(GL_EQUAL, 1, 0xFFFFFFFF);
// Keep the content of the Stencil Buffer
glStencilOp(GL_KEEP, GL_KEEP, GL_KEEP);

// Draw the shape
DrawTheShape();

glDisable(GL_STENCIL_TEST); // Turn off
```

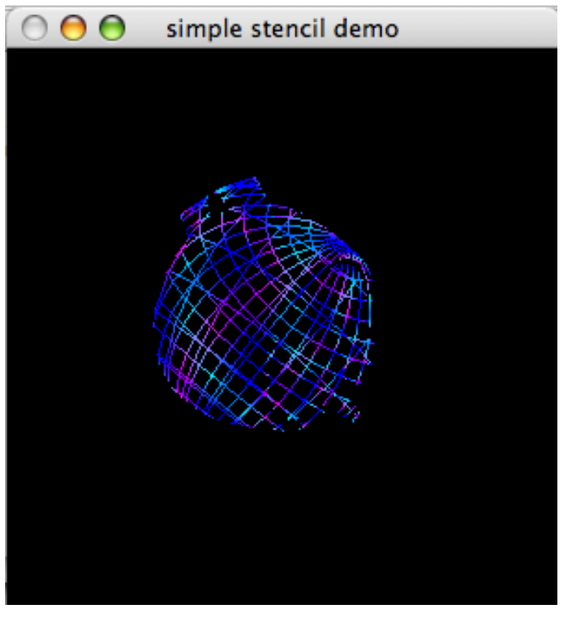
Enkelt exempel



Objekt att maska

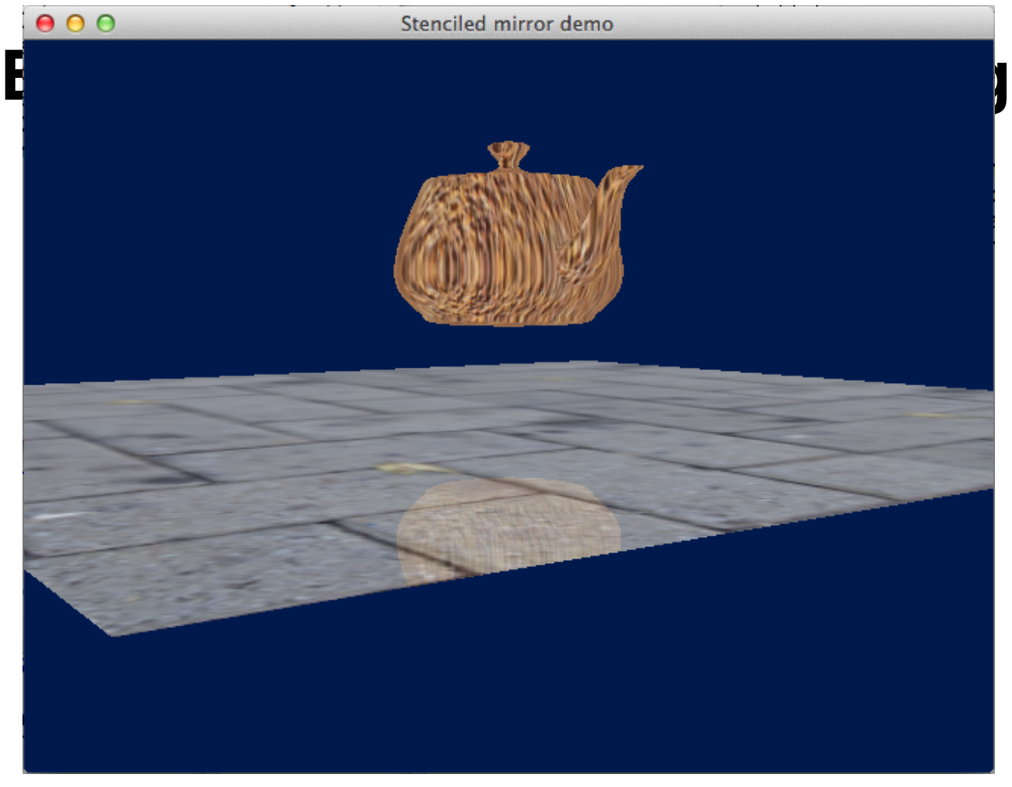


Mask



Resultat

Spegling med stencil



Spegling är mer än en speglingsmatris (S(-1, 1, 1))

- Speglade objekt utanför den speglande ytan
- Objekt bakom spegeln
- Objekt som skär spegeln
- Objekt framför som syns genom spegeln
- Ickeperfekt spegling
- Icke plana ytor (cube mapping!)

Algoritm

1) Radera stencilbuffern
2) Rita spegeln i stencilbuffern
3) Rita speglade objekt ”bakom spegeln” maskat med stencilbuffern
4) Rita spegeln (med lagom transparens)
5) Rita objekten framför spegeln

Varianter

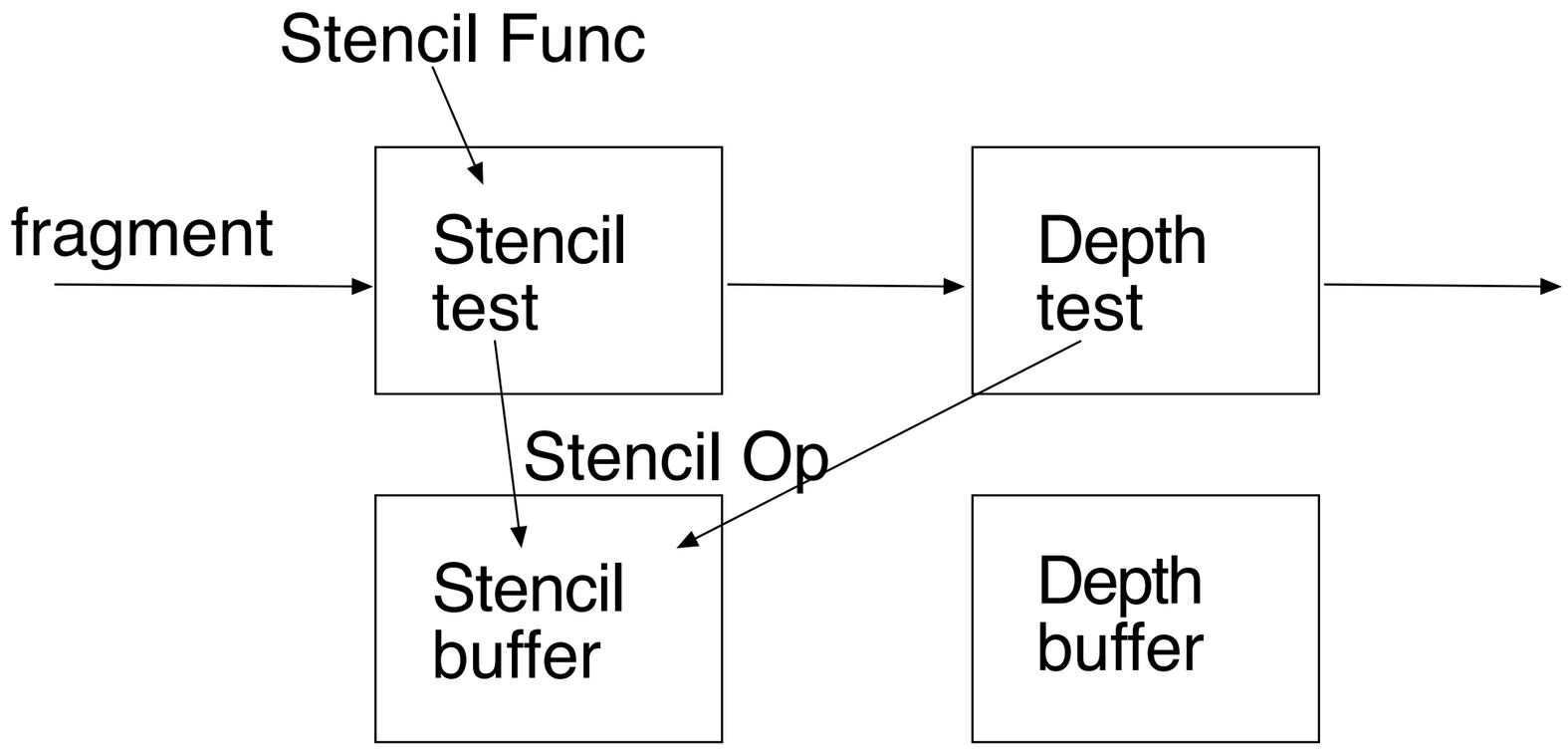
Rita spegeln först, rita speglade objekt med Z-buffer avslagen. Inga problem med objekt bakom spegeln.

Clipping av objekt som skär spegeln. (Demoner som går genom speglande portaler...?)

Besläktad metod: Maskning av plana skuggor

Nästa föreläsning!

Stencil buffer



Sista operationerna före skrivning till frame buffer

func-parametern:

GL_ALWAYS: Default, avstängd, allt passerar.
GL_LESS, GL_LEQUAL, GL_GREATER, GL_GEQUAL,
GL_EQUAL, GL_NOTEQUAL: Villkor, vad maskar eller ej?

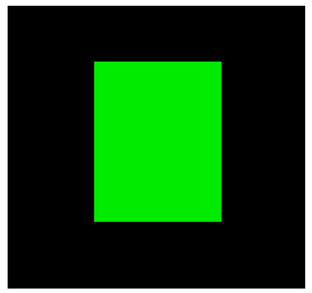
ref: Värden som jämförs med.

mask: Mask för logisk AND med ref och stencilvärde

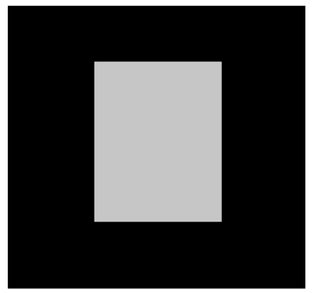
Även: glStencilFuncSeparate.

Stencil buffer, exempel

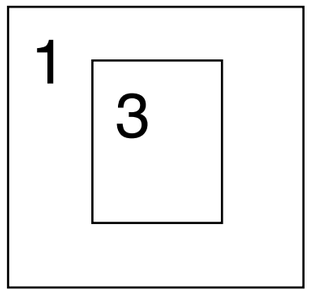
Bild före:



Frame buffer

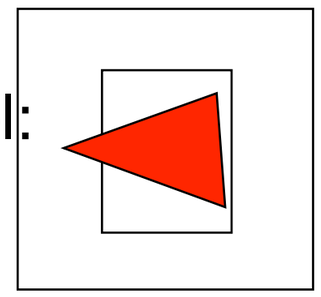


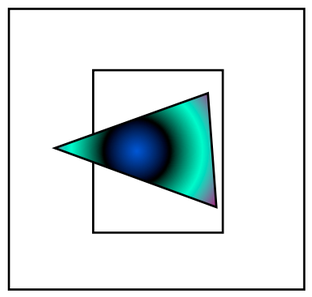
Depth buffer



Stencil buffer

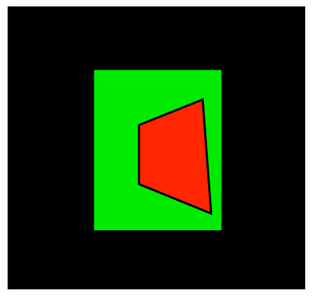
Rita triangel:



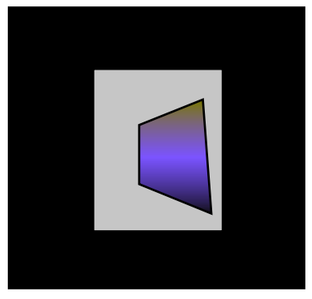


ref = 2
func = LESS
ops: fail: ZERO
zfail: INCR
zpass: REPLACE

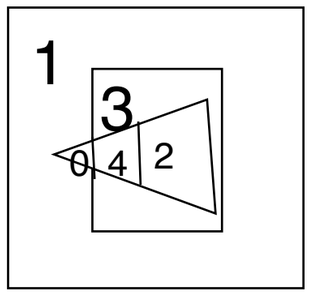
Bild efter:



Frame buffer



Depth buffer



Stencil buffer

Stencilbuffern

Inga mjuka val, på eller av
Kan fungera som binär mask
Kan fungera som räknare

En av grafikhårdvarans viktigaste komponenter för ”smarta trick”.