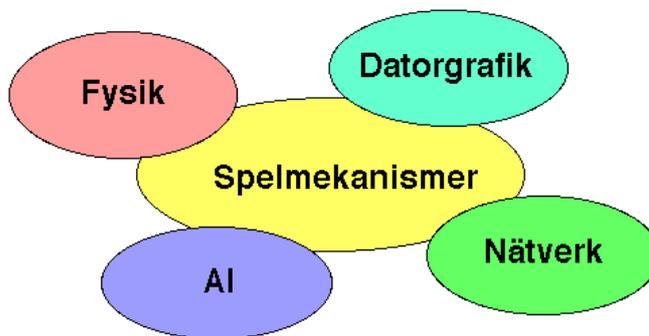


TSBK 10

Teknik för avancerade datorspel

Ingemar Ragnemalm, ISY



Ingemar
Ragnemalm
ingis@isy.liu.se

Föreläsning 3

- Mer texturmappning
- Light mapping
- Skuggor

Ingemar
Ragnemalm
ingis@isy.liu.se

Texturmatrisen

Men objektplanen är ändå inte helt generella!

För ännu större flexibilitet: texturmatris!

```
glMatrixMode(GL_TEXTURE);  
glRotatef();  
glTranslatef();  
-  
glMatrixMode(GL_MODELVIEW); // Ställ tillbaka
```

Tillåter alla transformationer som en 4x4-matris kan representera - till och med projektion!

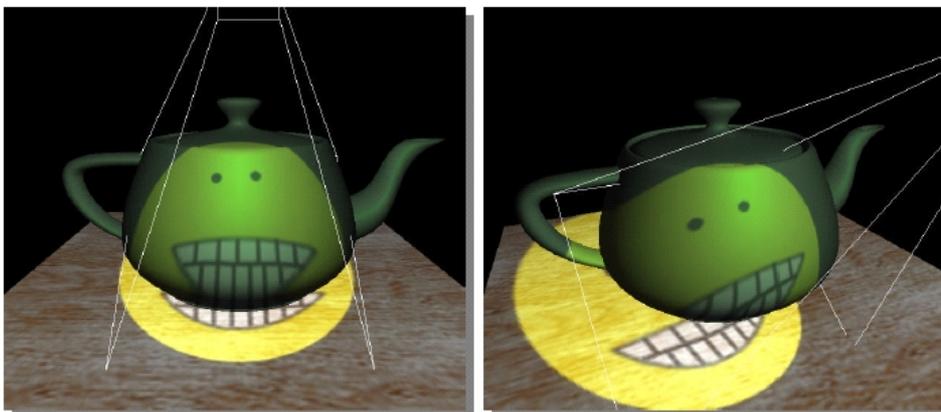
Kan använda de vanliga transformanropen - smidigt!

Ingemar
Ragnemalm
ingis@isy.liu.se

Texturmatrisen

Viktigaste nyheten: möjligheten till att använda en projektionsmatris!

Projective texture mapping



Vi kommer snart att se användningar av detta!

Ingemar
Ragnemalm
ingis@isy.liu.se

Multitexturering

Multipass är bra men långsamt!

Dagens CPU'er har flera texturenheter. Flera texturer kan ritas i en pipeline! Löser hastighetsproblemet!

Finns som ARB redan i OpenGL 1.2, senare som standard.

Nyckeln till mycket av modern grafik kvalitet! En självklarhet i "seriös" realtidsgrafik.

Ingemar
Ragnemalm
ingis@isy.liu.se

Multitexturering

Välj texturenheter:

```
glActiveTexture(GL_TEXTURE0);
```

Specifika texturkoordinater för varje texturenheter:

```
glMultiTexCoord2f(...);
```

Varje texturenheter har sitt eget tillstånd, med:

- **Textur (texturobjekt)**
- **Filterparametrar**
- **Texturmatris**
- **Texturkoordinatgenerering**
- **Texturkoordinat-array**

Ingemar
Ragnemalm
ingis@isy.liu.se

Texturaritmetik

Viktig fråga: Hur kombineras texturerna vid multipass och multitexturering?

Multipass: glBlendFunc

```
glBlendFunc(GL_ONE, GL_ONE);
```

```
glBlendFunc(GL_SRC_ALPHA,  
GL_ONE_MINUS_SRC_ALPHA);
```

(Ett antal till finns.)

Vi kan spec'a en enkel funktion av källa, destination och deras alfavärden.

Ingemar
Ragnemalm
ingis@isy.liu.se

Texturaritmetik

Multitexture: Sätts med glTexEnv!

GL_MODULATE	multipliserar src med arg
GL_REPLACE	kopierar
GL_DECAL	kopierar med α -blend
GL_BLEND	vald färg blendas in med texturen som α -värde

GL_COMBINE	texture combiner, mer generell operation! Specar en operation med två operander och en operation.
------------	--

Något tveksamt om man vill använda texture combiners när fragment shaders finns.

Ingemar
Ragnemalm
ingis@isy.liu.se

Tillämpningar

Multitexturering öppnar vägen till många tillämpningar:

- Mjuka övergångar mellan terrängtexturer
- Färgskiftningar efter höjd (med 1D-textur)
- Detaljtexturer, lägg ihop en HF-textur med en LF-textur, kan ge detaljkänsla med lite information
- Ljusmappning, med `GL_MODULATE`
- Ytor kan ha både materialtextur och andra effekter, som ljus och reflektioner

Rendera till textur

Texturer kan ändras med `glCopyTexSubImage`, kopiera data från färgbuffrar till texturer.

Nyare teknik: pBuffers.

Rendering till textur möjliggör nya former av multipassrendering.

Rendera till textur

Flera möjliga lösningar:

`glReadPixels/glTexImage`

`glCopyTexImage`

`glCopyTexSubImage`

`pBuffers` (Pixel buffers) - mer flexibla än vanliga frame buffers, men inte officiell standard (när jag tittade senast)

Ingemar
Ragnemalm
ingis@isy.liu.se

Ljussättning

- Shading
- Ljusmappning (Light mapping)
- Skuggor

Viktiga frågor för att rendera realistiska scener
(eller surrealistiska för den delen)

Ingemar
Ragnemalm
ingis@isy.liu.se

Shading

Phongmodellen:

$$\text{color} = k_a * I_a + \sum (k_d * I_i * (N \cdot L) + k_s * I_i * (R \cdot V)^n)$$

Grundläggande “bas”-OpenGL använder Phongmodellen per vertex, Gouraud-shading mellan vertexar. Lätt men risigt.

Avståndsberoende:

$$\text{att} = 1 / (k_c + k_l * d + k_q * d^2)$$

Borde det inte vara enbart $1/d^2$ -komponenten?

Ingemar
Ragnemalm
ingis@isy.liu.se

Bättre shading

Per-pixel-shading

- Ljussmappning, förberäknad
- Fragment shading, Phong shading

Ingemar
Ragnemalm
ingis@isy.liu.se

Ljussmappning

Texturer som beskriver ljus och inte material

Slog igenom i Doom/Quake-serien

Diffus ljussmappning: Statisk så länge ljuskällor är statiska.

Spekulär ljussmappning: Kräver att högdagrar flyttas beroende på betraktningssvinkel.

Texturera med tre texturer:

- 1) Materialtexture
- 2) Diffust ljus
- 3) Spekulärt ljus

Ingemar
Ragnemalm
ingis@isy.liu.se

Att skapa ljussättningstexturer

- Rita för hand (Photoshop)
- Rendera i 3D-program
- Rendera i eget program
 - 1) Phong shading
 - 2) Strålföljning
 - 3) Radiosity

Kända tekniker, tricket är att fånga upp ljusvärdena i stället för att rendera bilden.

Ingemar
Ragnemalm
ingis@isy.liu.se

Att lagra ljussättningstexturer

Light maps är många, men kan vara små! 16x16 texlar ofta rimligt!

Återanvända light maps för fler ytor?

**Packa många light maps i en textur?
Packningsproblem vid olika storlekar.**