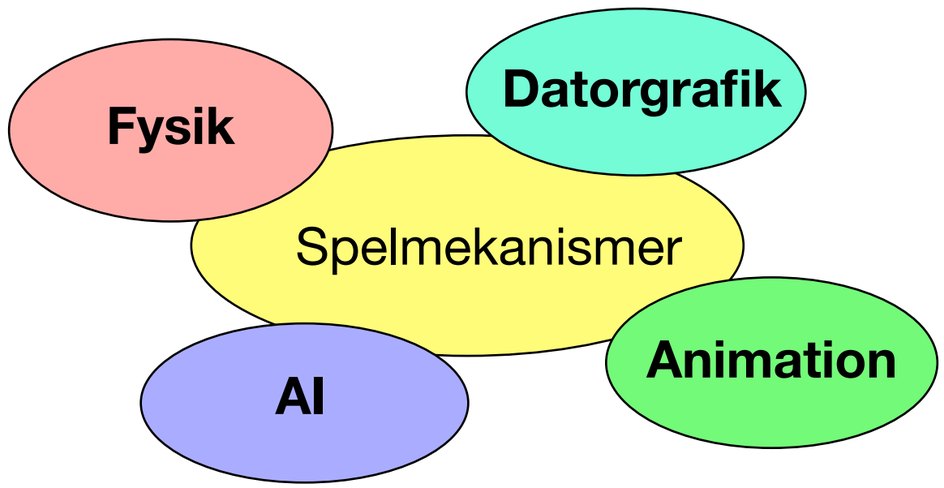
TSBK 03
Teknik för avancerade datorspel

Ingemar Ragnemalm, ISY



Föreläsning 12

- Förstörbara objekt
- Vätskor och gaser
- 3D/stereo displays

Game Jam i november

2012

LiU Game Jam
17-19 november
Ebbepark

liugamejam.se

LiU Game Jam

Jam Site Organizers

Ingemar Ragnemalm

2013

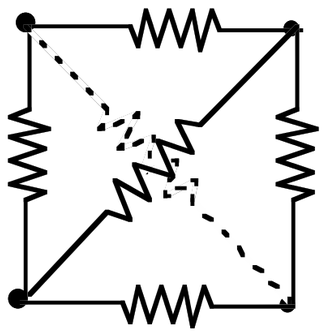
Förstörbara objekt

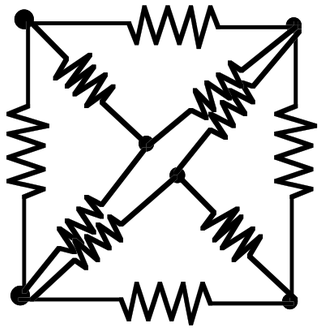
När objekt inte längre bara är deformerbara.

Kan göras mer eller mindre fysikaliskt korrekt.

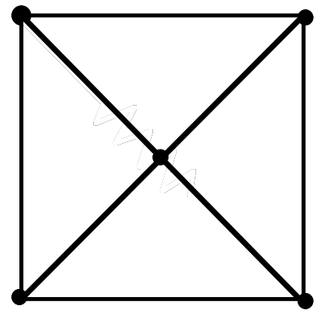
Kan även inkludera objekt som kan slås samman.

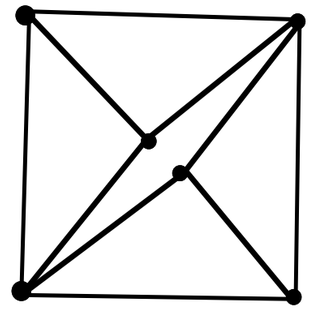
Objekt som kan brytas, krossas mm



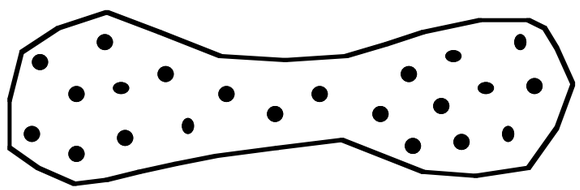


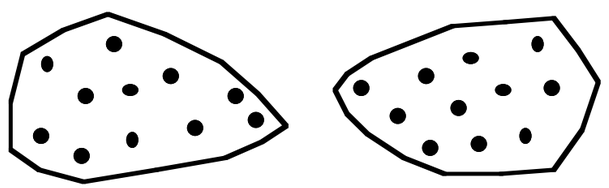
Massa-fjädersystem: Inte så knepigt





FEM: Ganska lätt





Punktbaserat: Inbyggt i systemet

Cloth tearing (Souza mfl 2014)

Över viss kraft-tröskel "spricker" en vertex i två!

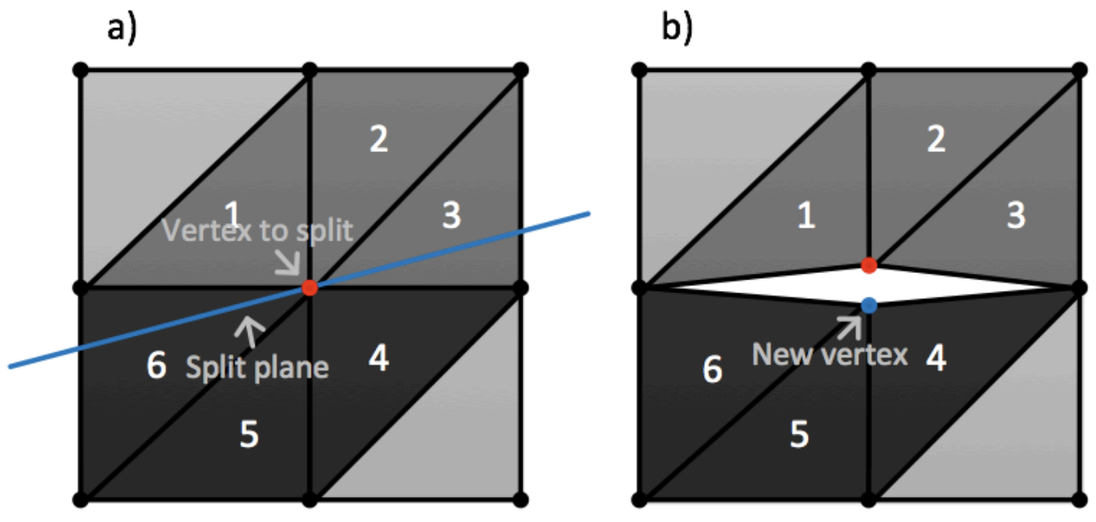


Fig. 1. Vertex splitting algorithm. One vertex is chosen to be split by an arbitrary plane (a) and then a new vertex is created (b). Triangles behind the plane are then assigned to the new vertex.

Resultat

Fig. 6. Cloth tearing. Frames from an interactive application where a cloth patch is ripped off by the user, who grabs one vertex and drags it downward.

Förstörbarhet baserat på händelser

Detektera kraftiga kollisioner (t.ex. projektil mot yta). Beräkna sprickbildning momentant.

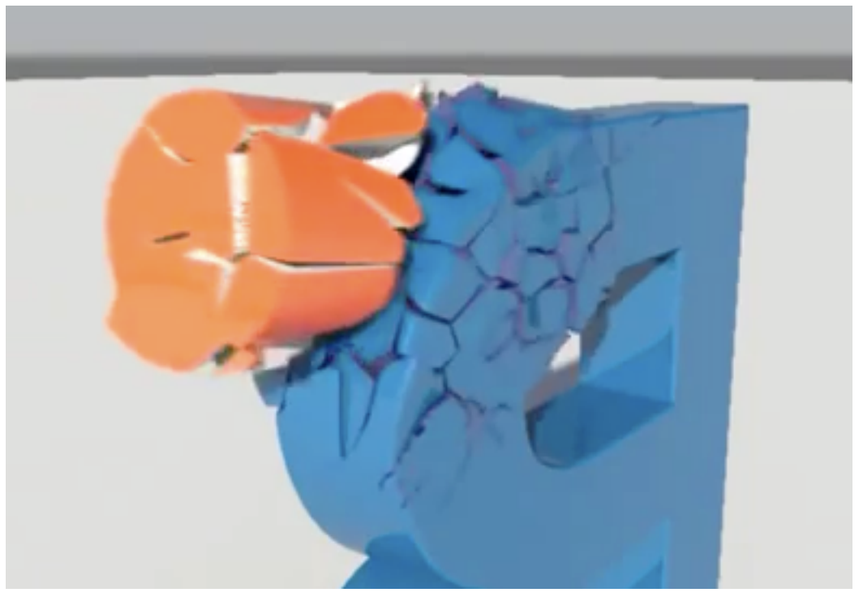
1) Fysikalisk beräkning. Propagera genom objektet. Svårt!

2) Geometrisk simulering. Mycket lättare! Exempel: Voronoi shattering.

En mängd fragmentcentra sprids ut över objektet. Uppdelning görs med Voronoitesselering.

Voronoi shattering

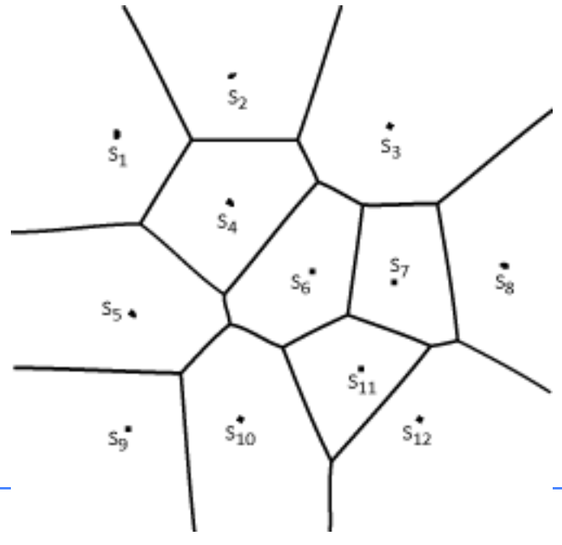
En mängd fragmentcentra sprids ut över objektet.
Uppdelning görs med Voronoitesselering.



Voronoidiagram

Givet en mängd punkter, så definieras Voronoidiagrammet som en uppdelning (2D eller 3D) i områden som är närmast respektive punkt.

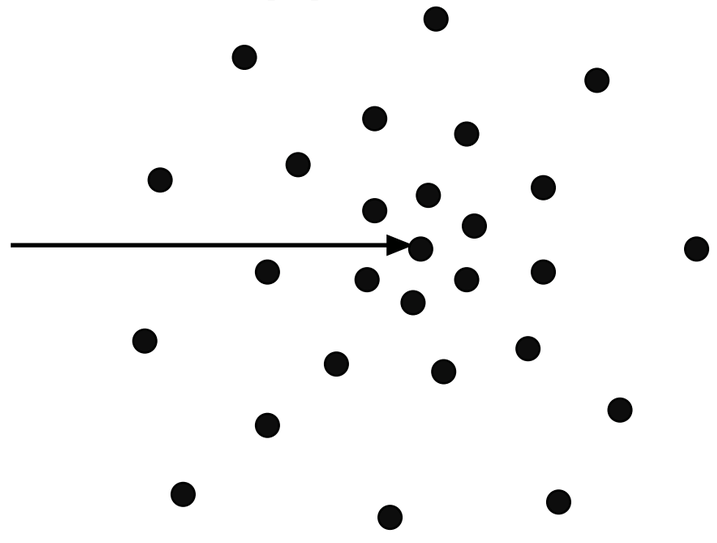
Dual till Delaunaytriangulering. Närbesläktad med avståndstransformer.



Voronoi shattering

En ren fråga om att sprida punkterna rätt (samt dela upp modellen)! Tätt närmast kollisionspunkten, avtagande täthet utåt.

Ger ett slående realistiskt resultat fast det är rent "fusk", en ren approximation.

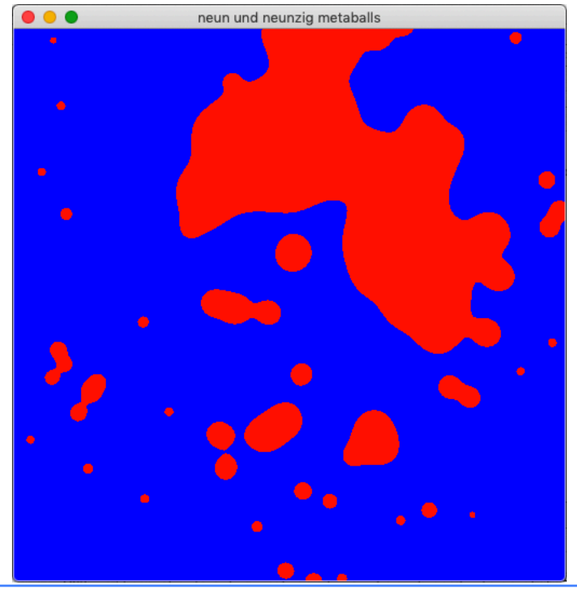


Blobby objects / Metaballs

Partikelsystem där varje partikel ges avklingande täthetsfunktion.

Ger en mjukt varierande täthetsfunktion.

Kan delas upp och slås samman beroende på hur partiklarna flyttas.



Projekt inom deformerbara kroppar

Brett och populärt område. Många möjligheter.

Massa-fjäder: Bra för tyg, utmanande för volymer.
Tyganimationsprojekt bör ha något extra.

FEM: Rättfram och kapabel metod, men rätt svår att få ihop.
Intressant om du redan är bekant med FEM.

Formmatching eller tryckmodellen: Hanterbara.

Villkorssystem: Lätt i 2D, mer utmanande i 3D.

Destruerbara objekt: Många varianter att testa! Fysikaliskt korrekt är svårt. Voronoi shattering enklare.

Simulering av vätskor och gaser

- Partikelsystem

Beroende partiklar, enkla kollisioner mellan sfärer.

- Gridbaserat, Navier-Stokes ekvationer

Kan explicit simulera virvlar mm.

- Vatten simuleras ofta med enbart ytan/staplar

Enkel vattenyta

1. Deformera med sinusvågor

2. Gerstnervågor

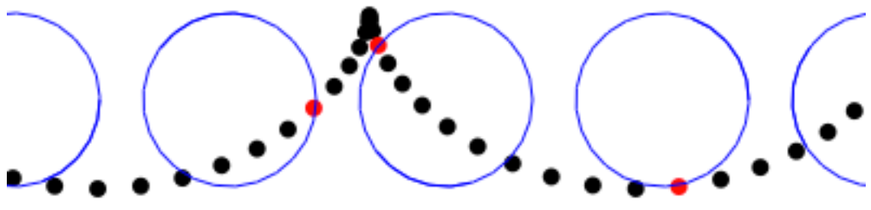
3. Lämna ytan platt men ge intryck av vågor med rörlig bump map eller offsetkarta (scrolling textures)

Gerstnervågor

Baseras på en matematisk modell för hur vågor rör sig.

Kan modelleras med en serie rotationer.

Variera fas, addera flera lager.



Bump mapping och scrolling textures

Fördel: Lätt att spegla omgivningen i vattnet.

Ingen komplicerad gräns mot land.

Flytta bump map (ev flera) för bra effekt.

Sliding textures: Flytta offsetbild.

Enkla tekniker, räcker inte långt som projekt.

Vätskor som partiklar

Kollision mellan sfärer

Extrahera ytan t.ex. med marching cubes baserat på antal partiklar per cell eller metaballs

Vätskor som staplar

2D-grid

Varje element är höjd på vattnet i ett område

Simulera flöde från stapel till stapel

Lämpligt för mycket stora system

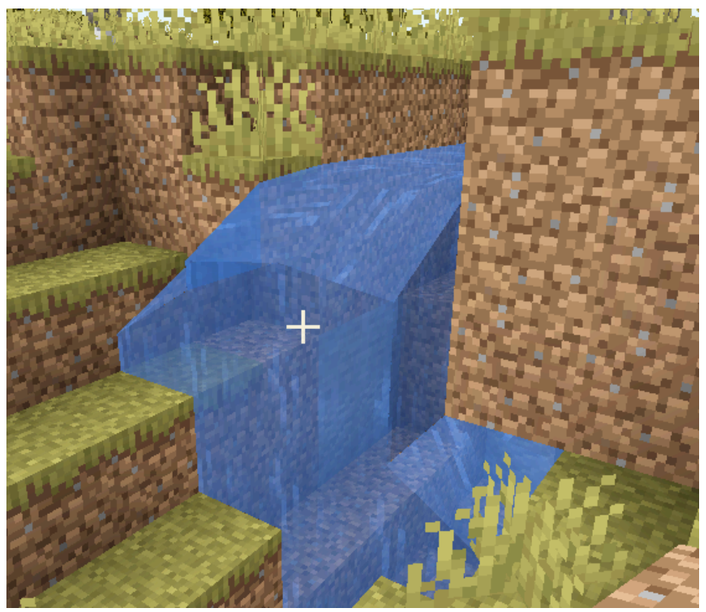
Vätskor som voxlar

3D-grid

Varje element kan vara fyllt, delvis fyllt, tomt, det innehåller typiskt flödesriktning

Simulera flöde från voxel till voxel

Förenklad modell: Minecraft



Navier-Stokes ekvation(er)

Analytiska ekvationer för att beskriva vätskor och gaser.
"Klassisk Navier-Stokes" uttrycks ofta så här:

$$\frac{\delta \boldsymbol{v}}{\delta t} = -(\boldsymbol{v} \bullet \nabla)\boldsymbol{v} + \gamma \Delta \boldsymbol{v} - \frac{1}{\rho}\nabla p + \boldsymbol{f}$$

Dessutom finns en kompletterande formel för tryckvariation.

Operatorerna ovan: Del (nabla) och Laplace

Kompakta uttryck från vektoranalys för att hantera differentialer i vektorform.

Del: $$\nabla = \left(\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y}, \frac{\partial}{\partial z} \right)$$

Laplace: $$\Delta = \nabla^2 = \nabla \bullet \nabla = \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2}, \frac{\partial^2}{\partial y^2}, \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right)$$

Navier-Stokes ekvation

Men vad betyder den?

$-(\boldsymbol{v} \bullet \nabla)\boldsymbol{v}$ Divergens av hastighet.

$\gamma \Delta \boldsymbol{v}$ Viskositet

$-\frac{1}{\rho}\nabla p$ Rörelse pga tryckvariation

$\boldsymbol{f}$ Externa krafter

$$-(\boldsymbol{v} \bullet \nabla)\boldsymbol{v}$$

Divergens av hastighet.

Hastigheten ökar vid konvergens

Jfr smala delar av floder

(Convection)

$$\gamma \Delta \nu$$

Viskositet

Förmåga att "dra med" omgivande material i rörelse

(Drag)

$$-\frac{1}{\rho}\nabla p$$

Rörelse pga tryckskillnad

Lokalt högt tryck skapar rörelse utåt.

Lokalt lågt tryck skapar rörelse inåt.

Gradienten av trycket styr.

Implementeras som en 2D- eller 3D-grid.

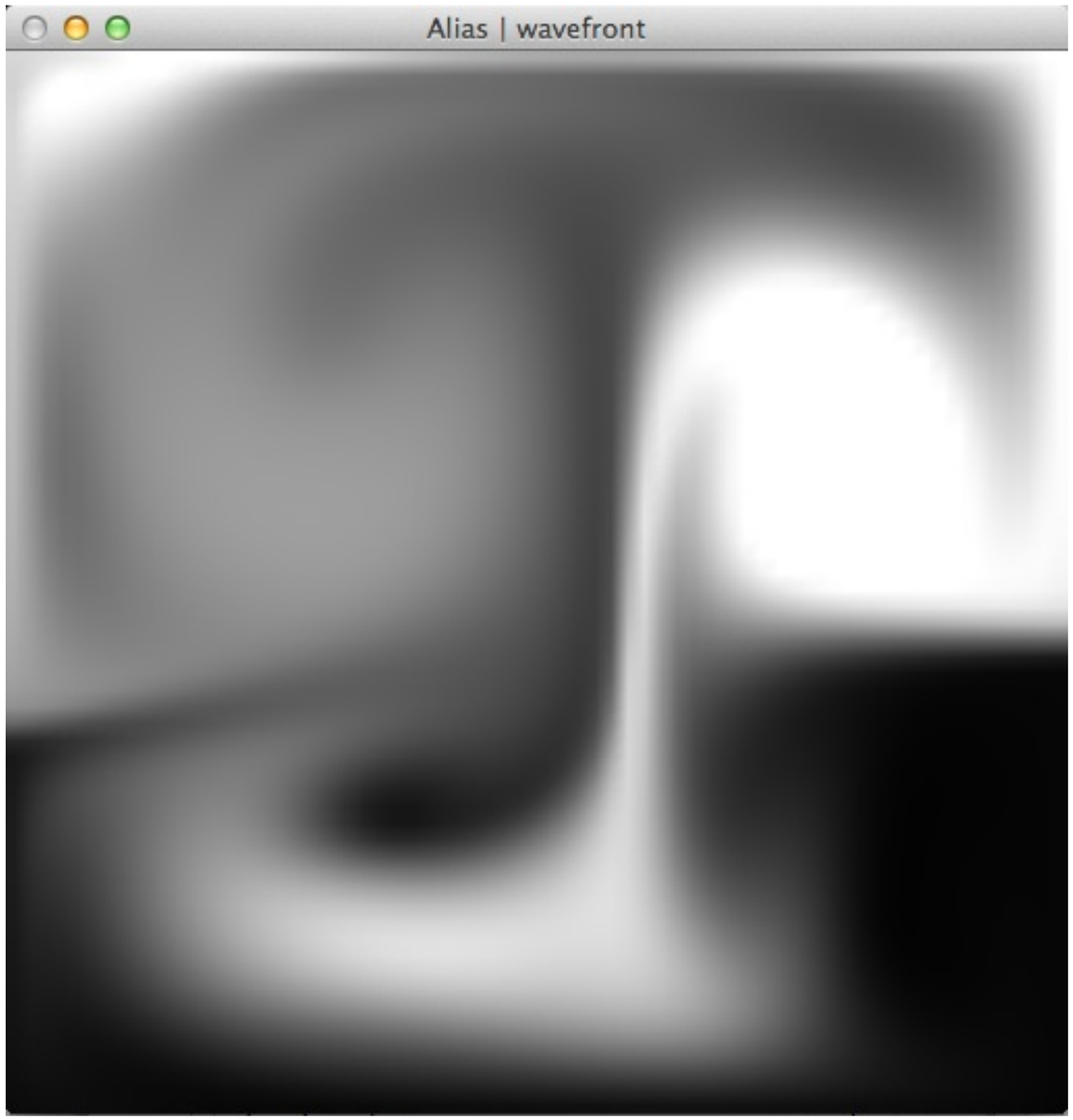
- Lägg på yttre kraft
- Transportera material efter v (eller snarare hämta bakåt)
- Diffusion

Vanligt att arbeta med icke-kompressibla flöden (även om de egentligen är det)

Jos Stams demo

AliaslWavefront

GDC 2003



Några teman till...

Moln

Växter

Hår, päls och gräs

Ljuseffekter

Deferred shading

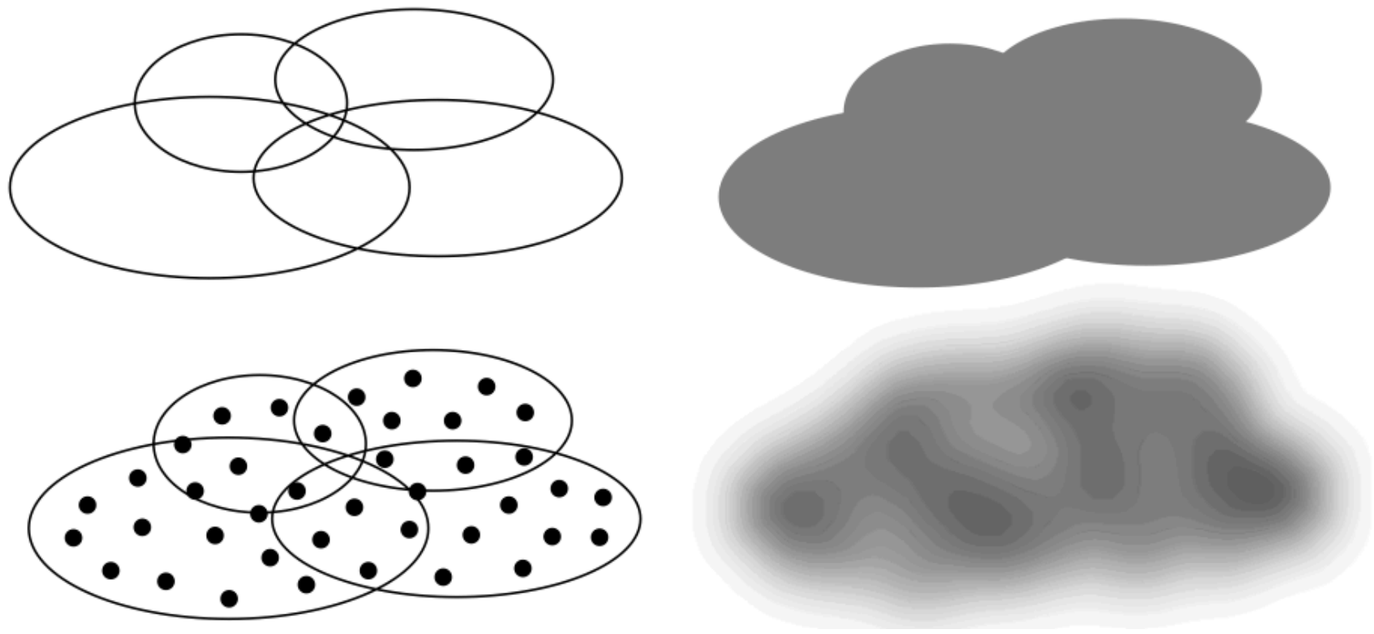
MoIn

Lätt: Fast i skybox/skydome

Men vi vill att de skall kunna:

- ändra form över tiden
- ha olika form från olika håll
- reflektera och bryta ljus korrekt
- se bra ut i en flygsimulator

Moln från punkter renderade med billboards



Moln från volymetriska data

Arbeta från 3D-textur.

Ljussätt t.ex. via raycasting

Vegetation

Procedurella träd

Mekanistiska eller deskriptiva

Local-to-global eller global-to-local

Level-of-detailsystem

Mekanistiska eller deskriptiva

Mekanistiska = utgår från trädets tillväxt

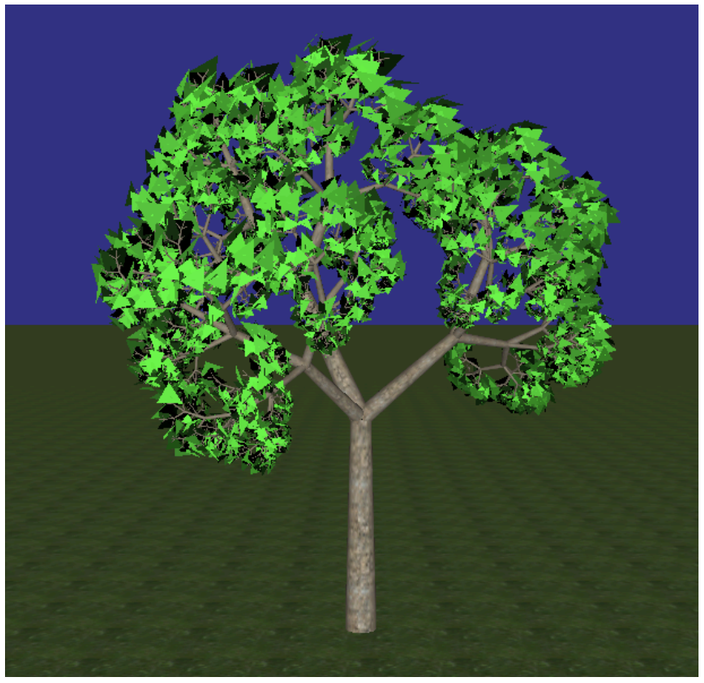
Deskriptiva = bekriver utseendet

Deskriptivt träd

Träd genererat med GLUGG

Rekursivt, välj vinkel slumpmässigt per förgrening

Labb i TNM084



Mekanistisk trädgenerering

Regler för genereringen:

Algorithm outline (Palubicki et al., 2009)
1. Calculate the amount of light resources available in the tree.
2. Redistribute light resources and create new nodes.
3. Update the branch radii for each node.
4. Calculate which nodes are a liability, and shed those.

(Eric Ekström, TSBK03 2020)

Kan även ta hänsyn till vattentillgång mm

Level-of-detail för träd

Extremt detaljerade!

LOD på flera nivåer, typiskt med billboards
på yttersta nivån

Ytterst kan vara ett löv, en gren, hela trädet,
eller hela grupper av träd!

Ett träd i fyra detaljnivåer

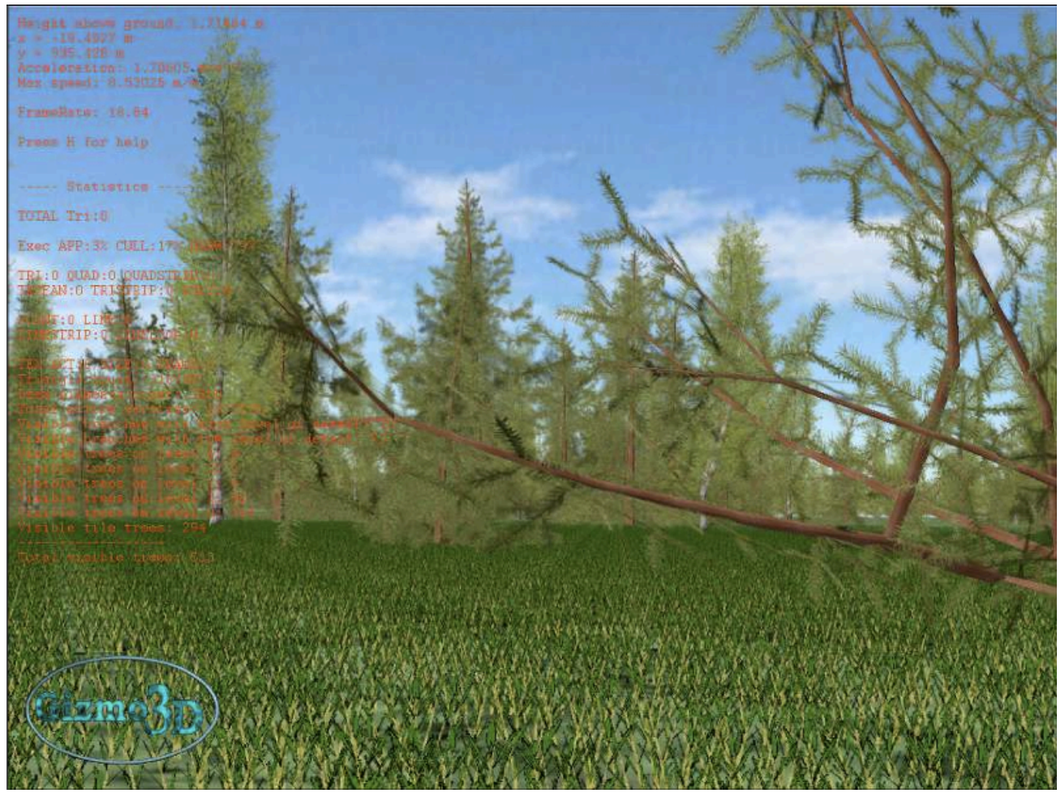
Figur 21 levelOfDetail = 0.

Figur 22 levelOfDetail = 1.

Figur 23 levelOfDetail = 2.

Figur 24 levelOfDetail = 3.

Skogsmiljöer i stor detalj



(Emil Janssons examensarbete)

Hår, päls och gräs

Billboards längs objektkanter "fins"

Polygoner (ev från Geometry shader)

Procedural grass demo
TSBK03 2016

Hans-Filip Elo, Isak Wiberg, Lage Ragnarsson

Ljuseffekter

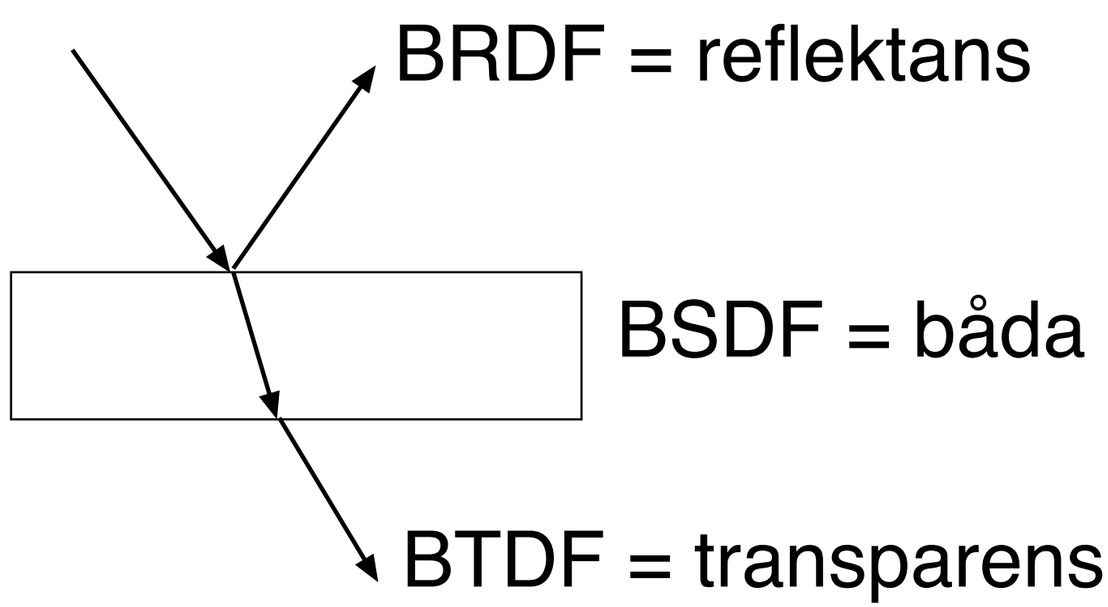
Genomlysta objekt

Filtereffekter, "God rays"

BRDF för mer generell belysningsmodell

BRDF, BSDF, BTDF..

Funktioner mer fler inparametrar än Phong,
tillåter mer frihet i uttryck.

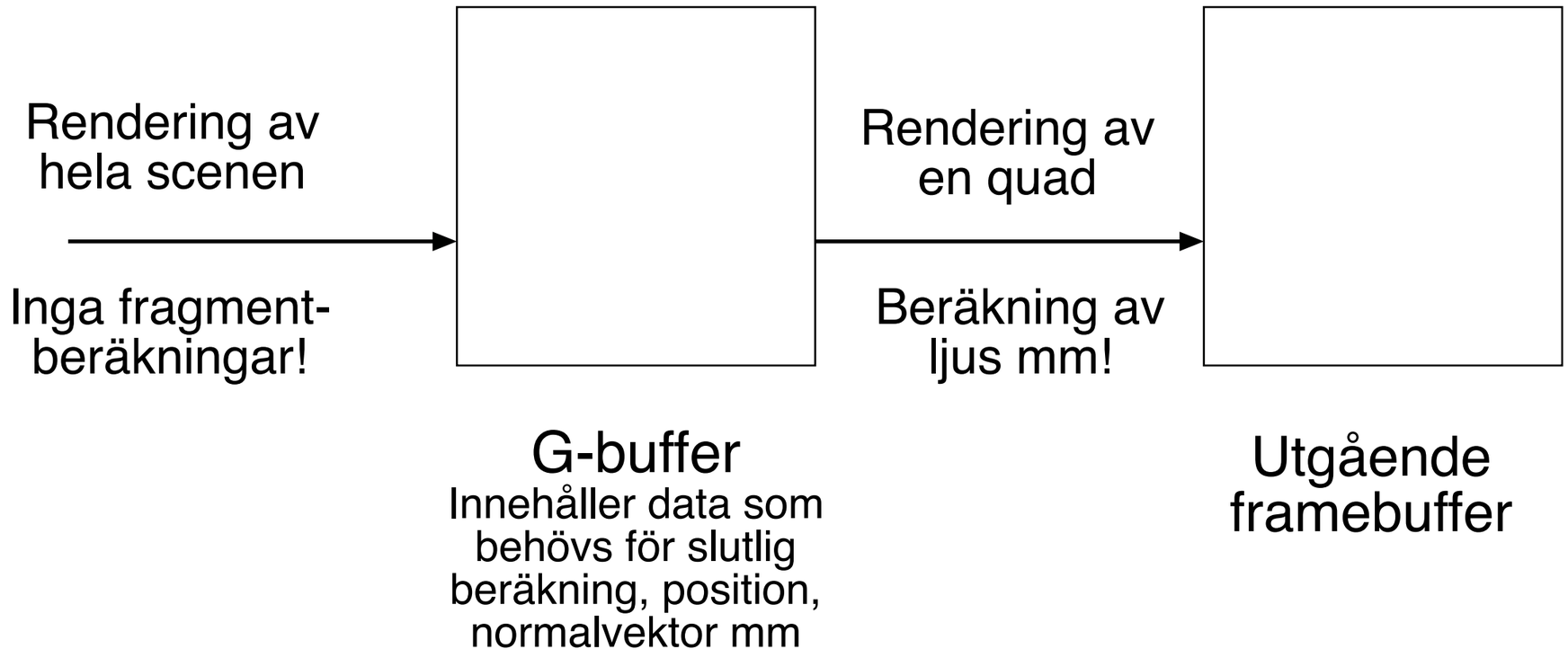


Deferred shading

Optimeringsmetod som reducerar fragmentberäkningar

Räkna bara ut fragment som syns!

Deferred shading



När är deferred shading en fördel?

- Multipla ritningar per pixel

- Tung fragment shader-processning:

- Många ljuskällor
- Avancerad bump mapping
- Många texturuppslagningar
- Ray casting etc per pixel

Problem med deferred shading

- Transparens är svårt
- Ljusberäkningar måste göras per pixel - svårt att göra optimeringar för enkla objekt.
- Prestanda kan försämras för scener utan multipla lager (lindrigt problem, men förbättringen uteblir)

Ljud

Enkelt ljud: CallMeAL

Spela detta ljud nu!

- Ljudeffekter
- Bakgrundsljud/musik

Räcker långt!

Avancerat ljud

Stereoplacering. Stöds av OpenAL

Ljudspridning. Kan göras med ray-tracing-liknande analys av en scen.