

Visualisatie

Het Computer History museum in Californië vertelt het verhaal van de opkomst van de computer aan de hand van de stille getuigen van ontwikkelingen in de informatietechnologie. Van telraam tot smartphone, van ponskaart tot USB-stick. Eén van de topstukken is een theepot.

Ing. Alfrad Jansen

Martin Newell geldt als een pionier in computergraphics. In 1975 werkte hij voor de universiteit van Utah om beelden te laten berekenen aan de hand van virtuele 3D modellen. Om te bewijzen dat zijn computerprogramma goed overweg kon met lichtinval en slagschaduw op gekromde vlakken, koos hij een alledaags herkenbaar en niet al te ingewikkeld voorbeeld: het theeservies bij hem thuis. Hij tekende het met potlood na op millimeterpapier en voerde de coördinaten punt voor punt in. Daarmee werd de 'Utah Teapot' een begrip. Om de prestaties van de elkaar opvolgende rekenkrachten voor steeds realistischer computerbeelden te vergelijken, gebruikte vriend en vijand het model van de theepot.

Renderen

De Engelse term rendering (letterlijk: 'weergeven') omvat verschillende technie-

ken om een plaatje te maken van een 3D computermodel. Een object wordt vanuit het gekozen standpunt in het juiste perspectief geplaatst. Nadat is bepaald welke delen je wel en niet kunt zien, worden vlakken afhankelijk van de lichtval, licht of donker ingekleurd. Door in plaats van egale kleur, patronen of foto's te gebruiken, zien objecten er al redelijk geloofwaardig uit. Vergelijkbaar met een laag fineer op meubels verandert een simpel blok in een houten balk door er foto's van houtnerven overheen te projecteren.

Bij het echt fotograferen van bijvoorbeeld een theeservies, heeft elke lichtstaal een behoorlijke reis achter de rug voordat hij op de foto komt. Het licht vertrekt uit een lamp, wordt diffuus verstrooid langs de muur en een tafel, komt daardoor op de schaduwzijde van de theepot terecht, waarvandaan het niet rechtstreeks rich-

ting de camera vertrekt, maar eerst weerkaatst via een zilveren lepelkje, om vervolgens van richting te worden veranderd in een glas met thee. Al deze effecten hebben invloed op het beeld dat ontstaat.

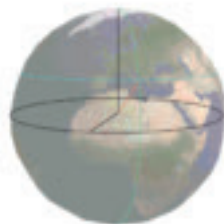
Het liefst zou je voor elke pixel uit een afbeelding natrekken welke weg het licht precies heeft afgelegd. Dit heet Ray Tracen: de berekening volgt het pad terug vanaf de denkbeeldige CCD, via alle mogelijke reflecties en refracties tot het ergens een lichtbron tegenkomt. Als je de natuurwetten maar braaf toepast en stug doorrekenet geeft dit het ultieme fotorealistische resultaat. Ray Tracen vergt veel brute rekenkracht om tot een weergave te komen. Voor afzonderlijke afbeeldingen is het niet erg om een kwartiertje te rekenen. Het wordt anders als de beelden moeten bewegen. In een film zitten 25 beelden per seconde, vijftien dagen rekenen voor een minuut film is minder leuk. Voor computerspelen en (vlieg-)simulators wil de gebruiker interactief zien wat er in de virtuele wereld gebeurt. Real time rendering gaat in hetzelfde tempo als de handelingen van de gebruiker. Elk beeld moet er binnen een vijfentwintigste seconde staan. Er is geen tijd om de ontstaansgeschiedenis van elke pixel te ontcijferen.

Slim en sterk

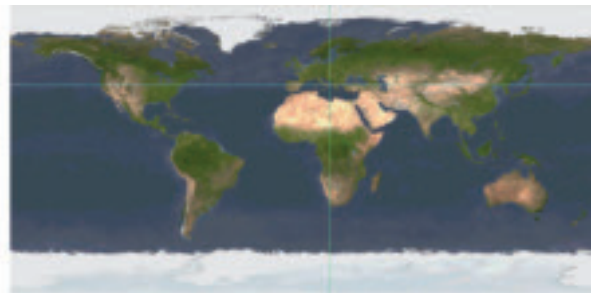
Uitgaan van de objecten en kijken hoe ze in beeld staan (rasterisation), verspilt geen rekentijd aan delen van de foto die leeg blijken te zijn. Het is niet noodzakelijk dat elk lichteffect zich precies aan alle natuurwetten houdt. Waar het om gaat, is dat het voor de waarnemer geloofwaardig oogt. Subtiliteiten die het menselijk oog niet kan waarnemen, mogen vergeten worden, voor



De computerweergave en de originele Utah Teapot als museumstuk



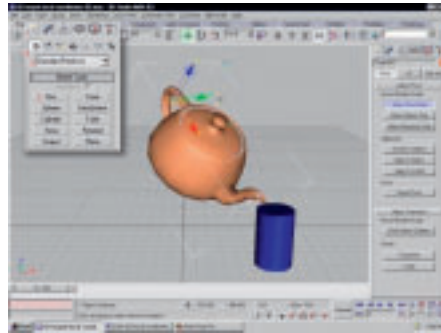
Texture mapping: door de wereldkaart over het model van een bol te 'mappen' ontstaat een werldebol.





Ray tracen volgt het spoor van elke lichtstraal terug naar de bron.

Standaard OpenGL objecten in 3DStudio



de overige effecten is een globale benadering (raycasting) vaak minstens zo overtuigend als wetenschappelijke perfectie. Met deze slimme methoden is de berekening stukken minder ingewikkeld, maar nog steeds niet eenvoudig. Er blijft veel rekenkracht nodig. Het loont de moeite om een deel van de computer daar speciaal voor in te richten. De centrale processor (CPU) van een computer is gemaakt om steeds wisselende vraagstukken te berekenen. Daarmee gaan berekeningen niet altijd even snel. Het visualiseren van een virtuele wereld kenmerkt zich doordat enkele standaard trucjes ongelofelijk vaak herhaald worden.

Er zijn speciale chips ontwikkeld die weinig anders kunnen dan dit specifieke rekenwerk, maar dan wel razendsnel. Een normale processor moet elke keer opnieuw uitgelegd worden wat een bol of een kubus eigenlijk is, hoe perspectief werkt en hoe de natuurwetten voor lichtbreking in elkaar zitten. Op de grafische kaart van een PC zit elektronica met voorgebakken kennis voor een paar honderd vaak voorko-



De rekenkracht van een grafische kaart is vergelijkbaar met een supercomputer.

mende bewerkingen. Visualisatiesoftware kan de grafische kaart direct aanspreken. De gebruikte taal (bijvoorbeeld OpenGL of Direct3D) omvat tevens een catalogus van vaak voorkomende objecten zoals een kegel, een blok en als hommage aan de grondleggers van het vak, ook de Utah theepot.

Supercomputer

De combinatie van slimme programma's met krachtige computers maakt renderen rendabel voor vele toepassingen. Naast productontwikkeling, architectuur en trainingssimulatoren, is ook de entertainment-industrie een grootgebruiker. Er wordt bijna geen film meer gemaakt zonder Computer Generated Imagery. De visuele mogelijkheden van computereffecten zijn vrijwel onbeperkt, de kosten relatief laag. De grote markt voor games en de daarmee samenhangende vraag naar grafische kaarten is een aanjager voor steeds verder geavanceerde en beter betaalbare grafische rekenkracht. Gewone processoren worden elke anderhalf jaar twee keer zo snel. Bij grafische processoren is dat al binnen negen maanden. Grafische kaarten hebben inmiddels aanzienlijk meer rekenkracht dan de rest van de PC, maar ze kunnen uitsluitend voor gestandaardiseerde grafische taken worden ingezet. Jammer, want er zijn wel meer problemen die je kunt doorrekenen door enkele standaardbewerkingen ongelofelijk vaak uit te voeren. De onderlinge zwaartekracht tussen 50.000 sterren in een sterrenstelsel of een dynamische stromingsanalyse: computertechnisch zijn ze vergelijkbaar met het 3D visualisatie en ze vragen soortgelijke rekenkracht. Het

ene kan op elke willekeurige spelcomputer, voor het ander moet je tijd reserveren bij de nationale supercomputer.

Onlangs lukte het onderzoekers van de Universiteit van Amsterdam om een grafische kaart voor de gek te houden. Ze vermoeden een ingewikkeld probleem als grafische informatie en maakten zo een bureau PC twintig keer sneller. Rekenkracht die zich laat meten met een supercomputer die twintig keer zo duur is.

Met handig programmeerwerk blijkt iedereen met een CAD station te beschikken over enorme rekenkracht. Fabrikant Nvidia brengt al een speciaal aangepaste grafische kaart op de markt met een daarop toegesneden programmeertaal om willekeurige vraagstukken via de grafische kaart te laten uitrekenen. Het aanboren van deze rekenkracht opent enorme mogelijkheden voor constructeurs. Tot voor kort ondenkbare simulatieproblemen komen plotseling binnen bereik. Het computermuseum kan alvast ruimte vrijmaken voor de supercomputers van vandaag. «

Alfard Jansen is teamleider bij BPO in Delft.



Links:

www.bpo.nl

Superkracht uit grafische kaart:

www.astronomie.nl/index.php?comp=553
www.nvidia.com/object/tesla_computing_solutions.html

Historisch theeservies:

www.computerhistory.org
<http://www.sjbaker.org/teapot/>
<ftp://ftp.funet.fi/pub/sci/graphics/packages/objects/teaset.tar.Z>
upload.wikimedia.org/wikipedia/en/5/5b/Toy-story-teapot-big.gif
www.computermuseum.nl

Software:

www.autodesk.com/3dsmax
www.autodesk.com/maya
www.softimage.com
<http://www.blender.org>