

Lösningsskiss till tentamen TNM077 2004-08-20

(Endast fyra tenterande dök upp trots 17 anmälda, därför ges ingen fullständig lösning.)

1) Lokala ljusmodeller tar i beräkningarna endast hänsyn till ljuskällors direkta inverkan på en yta, och ignorerar de sekundära effekterna av andra objekt. Endast ljusets riktning, färg och intensitet samt ytans färg, glans och ytnormal används i den enkla beräkningen.

Globala ljusmodeller försöker modellera interaktionen mellan ljuskällor och samtliga objekt i scenen, och beräkningarna tar hänsyn både till ljuskällor och andra objekt i scenen. Beräkningarna blir väsentligt mer komplicerade.

En lokal ljusmodell förmår endast modellera ett ganska karaktärslost ljus och matta ytor, samt svagt blanka ytor där endast reflexen av ljuskällan syns. Inte ens skuggor som kastas av ett objekt på andra objekt kan modelleras. (Skuggor och speglingar kan beräknas med texturmetoder, men de är inte en del av den lokala ljusmodellen i sig.)

En global ljusmodell kan beräkna skuggor, speglingar, brytningar och diffusa interreflexioner mellan objekt, och ger mycket större möjligheter till realistiska bilder.

(Ovanstående formulering är tillräcklig för full poäng.)

2a) Visa $\bar{p}(0) = \bar{p}_1$ och $\bar{p}(1) = \bar{p}_2$. Sätt in $u = 0$ och $u = 1$ i ekvationen och lös ut.

(Redovisning av beräkningen krävs för full poäng.)

2b) Derivera polynomen $C_i(u)$ med avseende på u för att få fram tangentens ekvation

$\frac{d}{du}\bar{p}(u)$. Sätt in $u = 1$, förenkla och tolka resultatet: $\frac{1}{2}(\bar{p}_3 - \bar{p}_1)$ är en vektor som är parallell

med sträckan mellan \bar{p}_1 och \bar{p}_3 . (Redovisning av beräkningen krävs för full poäng.)

2c) Startpunkten för nästa segment skall ha samma position och samma tangent som det förra segmentets slutpunkt. Startpunkten bestäms av den andra kontrollpunkten, och tangenten bestäms av den första och den tredje kontrollpunkten. De tre första kontrollpunkterna måste alltså vara samma som de tre sista i föregående segment. Den fjärde kontrollpunkten kan väljas fritt, men alla de andra är låsta. (En figur underlättar, men krävs inte för full poäng)

3) Roten i grafen väljs lämpligen vid stolens bas, med de fem hjulen och sitsen som barn, och stolsryggen som barn till sitsen. Roten skall kunna translateras i x och y, och roteras kring z. Hjulen skall kunna rotera kring z och därefter runt x (eller y, beroende på hur Shape-noden ifråga definieras). Sitsen skall kunna translateras i z och roteras kring z. Stolsryggen skall kunna roteras något kring x (eller y, beroende på hur Shape-noden definieras).

(För full poäng krävs en korrekt scenograf med alla noder defnierade till typ och funktion, samt helst även en figur för hur de olika Shape-noderna ser ut. Glöm inte de fasta translationerna!)

4) Transformationen är en rotation 90 grader runt z-axeln för att orientera biten i rätt riktning, följt av en translation uppåt och i sidled så att biten hamnar på rätt plats. Vi antar att koordinaterna är beskrivna som kolumnvektorer \bar{x}_i och transformationen utförs som $M\bar{x}_i$. Om rotationen görs med +90 grader och man antar att den övre biten sätts närmast den ände där den undre biten har sitt origo blir transformationsmatrisen:

$$M = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 3 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$
 (Tre andra korrekta resultat fås vid val av -90 graders rotation och/eller placering av den andra biten på motsatta sidan av den första. För full poäng krävs tydlig figur, samt antingen ett resonemang om ordningen mellan deltransformationerna rotation och translation, eller en enkel kontrollräkning av resultatet för några givna vektorer (helst 3) med känt resultat.)

5a) En betydligt enklare metod skulle vara att använda texturen för att modulera transparensen hos ett plan. På detta sätt kan man skapa ett slags stencil som skär ut en godtycklig form ur en polygonmodell som har raka kanter. Bakgrunden i bilden på lövet är vit och lätt att isolera, så med några enkla handgrepp i ett bildredigeringsprogram kan man skapa en bild där t ex lövet är vitt och bakgrunden är svart. Denna bild kan sedan användas som textur för att styra transparensen hos objektet. Det totala antalet trianglar i modellen kan göras extremt litet. Det räcker strängt taget med en enda triangel, men eftersom bilden är rektangulär kan det vara bra att ha en rektangulär modell, alltså två trianglar.

(För full poäng skall svaret innehålla en figur och en skiss över den nya svartvita texturen.)

5b) Svaret på denna fråga finns på flera tidigare tentor, och står tydligt beskrivet i boken.

(En förklaring med figur kan bli mycket kortfattad. Utan figur är det svårt att få full poäng.)

5c) Bildbaserade texturer använder en lagrad pixelbild. En sådan bild är enkel att skapa, hantera och lagra, men tar upp minnesutrymme och har en begränsad upplösning. En procedurall bild beskrivs som en matematisk funktion av positionen i bilden. Den är inte lika enkel att skapa, speciellt inte om man vill att den skall likna något speciellt, men den tar inget lagringsutrymme alls utan beräknas när den behövs, och den kan beräknas i godtyckligt hög upplösning. Det tar dock en viss tid att beräkna varje värde, vilket kan vara en nackdel.

I detta fall finns tänkbara fördelar med båda metoderna, men en allmän skrovlighet kan enkelt modelleras med en enkel slumpmässig procedurall textur, och det är förmodligen den enklaste utvägen i detta fall. Med en bildbaserad bump map skulle man kunna få en bättre överensstämmelse mellan bladets utseende och höjdskillnaderna i ytan, men upplösningen i bilden skulle behöva vara mycket hög, och det är svårt att tänka sig hur man skulle skapa bilden på ett enkelt sätt. En klar rekommendation är att börja med en enkel slumpmässig procedurall bump map och se om den duger. Om den inte gör det kan man överväga att skapa en speciell texturbild.

(Ovanstående förklaring är tillräcklig för full poäng.)

6a) En stråle utgår från ögat och träffar glaset som första objekt. I glasets yta delas strålen upp i två: en reflekterad och en transmitterad stråle. Den reflekterade strålen träffar figurens ansikte, och där beräknas färgen med en lokal ljusmodell (dock med hänsyn till om ljuskällan är skymd för att kunna beräkna skuggor). Den transmitterade strålen träffar trädet, och även där beräknas färgen med en lokal ljusmodell. De två beräknade färgerna summeras sedan med olika vikter (som beräknats vid förgreningen) för att få det slutliga pixelvärdet.

(För full poäng bör förklaringen även innehålla en enkel figur med strålarnas väg.)

6b) Det sker dels en reflexion mot glasets utsida när strålen går in i glaset, dels ytterligare en reflexion mot glasets insida när strålen går ut ur glaset. Egentligen blir det sedan en oändlig serie reflexioner mot båda insidorna av glasrutan, men deras intensitet avtar exponentiellt, och det är bara de första som har någon synlig inverkan på bilden. Eftersom strålen går in i glaset i sned vinkel kommer den andra reflexionen att vara något förskjuten i sidled.

Raytracing kan enkelt hantera denna effekt, det är bara att modellera glaset som ett genomskinligt objekt med rätt tjocklek och brytningsindex så räknar algoritmen fram resultatet automatiskt, förutsatt att algoritmen har ett maximalt rekursionsdjup som är tillräckligt för att en stråle skall kunna fortsätta genom två reflexioner efter varandra.

(En enkel figur förtydligar ovanstående resonemang, men krävs inte för full poäng.)