

Lösningförslag till tentamen

TNM077 3D-datorgrafik och animering

2006-06-10 kl 8-12

Trots 26 anmälda tenderade endast 9 personer, vilket inte medger någon omfattande service med utförliga lösningar. Vissa av dessa svar hänvisar därför till andra källor, och figurer saknas.

Uppgift 1 (12 p)

a) Termerna avser i tur och ordning allmänljus, diffus reflexion och spekulär reflexion. Allmänljuset är en konstant, icke riktad ljuskälla som avser att modellera den indirekta belysningen i scenen (modellen är dock inte särskilt god). Den diffusa reflexionen är det slags reflexion som sker från en matt yta, och dess intensitet beror av ljuskällans intensitet I_d , ytans reflexionskoefficient k_d och cosinus för vinkeln mellan ytnormalen och riktningen till ljuskällan, beräknad som en skalärprodukt $N \cdot L$. Modellen för diffus reflexion är en god approximation av verkligheten. Den spekulära reflexionen är det slags reflexion som sker från en blank yta. Modellen har liknande parametrar som den diffusa reflexionen: I_s är ljuskällans intensitet, och k_s är ytans spekulära reflexionskoefficient. Vektorn V är riktningen till betraktaren och vektorn R är riktningen för den perfekta reflexionen av ljuskällan. Skalärprodukten $R \cdot V$ är cosinus för vinkeln mellan betraktningsriktningen och den direkta reflexionsriktningen, och denna upphöjs till en godtycklig men väl vald konstant n för att ge ett mer eller mindre koncentrerat blänk. Modellen tar inte med speglingar av andra objekt, utan endast de koncentrerade högdagrarna från speglingar av ljuskällorna, men dessa modelleras ganska väl.

b) Man behöver göra den diffusa reflexionen k_d mindre, öka den spekulära reflexionen k_s till ett ganska stort värde och sätta ett värde på n som motsvarar en ganska blank yta, förslagsvis 5-10.

c) Vid vått väglag är det den spekulära reflexionen som ger ytan dess huvudsakliga visuella karaktär, och den är betydligt mer vinkelberoende än den diffusa reflexionen som är helt dominerande vid torrt väglag. Små ojämnheter i den blöta ytan ger en fläckighet som inte kan fångas väl utan att verkligen modellera storleken och fördelningen för de små ojämnheterna.

d) Se läroboken och tidigare tentamenslösningar.

Uppgift 2 (6 p)

Börja med att skriva ut uttrycken för $x(u)$ och $y(u)$ med de givna kontrollpunkterna:

$$x(u) = 0 + 3au(1-u)^2 + 3u^2(1-u) + u^3, \quad y(u) = (1-u)^3 + 3u(1-u)^2 + 3au^2(1-u) + 0$$

Mitt på segmentet är $u = 1 - u = 1/2$, $u^2 = (1-u)^2 = 1/4$ och $u^3 = (1-u)^3 = 1/8$.

Insättning ger $x(u)$ och $y(u)$ för $u = 1/2$ som linjära funktioner av a :

$$x = \frac{3}{8}a + \frac{3}{8} + \frac{1}{8} = \frac{3}{8}a + \frac{1}{2}, \quad y = \frac{1}{8} + \frac{3}{8} + \frac{3}{8}a = \frac{3}{8}a + \frac{1}{2}$$

Vi ser att $x = y$, vilket gör problemet särskilt enkelt.

Att radien skall vara 1 innebär att $\sqrt{x^2 + y^2} = 1$, och därmed även $x^2 + y^2 = 1$. Insättning av de beräknade uttrycken för x och y ger en andragradsekvation i a :

$$\left(\frac{3}{8}a + \frac{1}{2}\right)^2 + \left(\frac{3}{8}a + \frac{1}{2}\right)^2 = 2\left(\frac{3}{8}a + \frac{1}{2}\right)^2 = 1$$

Ekvationen har en enkel form och kan därför lösas direkt:

$$\frac{3}{8}a + \frac{1}{2} = \pm \frac{1}{\sqrt{2}}, \quad a = \frac{8}{3}\left(-\frac{1}{2} \pm \frac{1}{\sqrt{2}}\right)$$

Vi söker ett positivt tal, varför endast den positiva roten kan komma ifråga här. Det sökta värdet på a är alltså $a = \frac{8}{3}\left(\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{2}\right)$. (Numeriskt blir detta ungefär 0.552285.)

Ekvationen kan självfallet även lösas på standardsätt genom att skriva om den på formen

$a^2 + pa + q = 0$, varvid lösningarna ges av $a = -\frac{p}{2} \pm \sqrt{\frac{p^2}{4} - q}$. Den positiva roten är det sökta värdet på a .

(Kommentar: detta är som nämndes i uppgiften strängt taget inte det *bästa* värdet på a . En något bättre approximation fås genom att minimera maximalfelet över hela intervallet $0 \leq u \leq 1$, så att radien för cirkelapproximationen avviker så litet som möjligt från värdet 1. Detta är ett litet knivigare optimeringsproblem som enklast löses numeriskt med datorhjälp. Skillnaden i värdet på a blir ytterst liten, det optimala värdet är ungefär $a = 0.5519$, och maximalfelet minskar inte direkt dramatiskt. Redan med värdet på a som räknades fram ovan blir felet mindre än 0.0003, och med det optimala värdet blir maximalfelet något mindre än 0.0002.)

Uppgift 3 (9 p)

- Se läroboken och tidigare tentamenslösningar.
- Raytracing är mycket bra på att rendera brytningar och speglade reflexioner samt geometriskt korrekta skuggor från punktformiga ljuskällor. För diffus reflexion används i grundutförandet bara en enkel lokal ljusmodell, så alla former av reflexion som inbegriper diffusa ytor kommer därför att bli förenklade och inte särskilt realistiska. Det är också svårt att modellera mjuka skuggor från utbredda ljuskällor.
- Tekannan reflekterar inte sig själv - pipen och handtaget syns inte reflekterade i själva kannen. Alltså har en enkel reflexionsmappning, inte raytracing, använts för speglingen i ytan.

Uppgift 4 (7 p)

Denna uppgift skiljer sig inte i nämnvärd grad från liknande uppgifter på tidigare tentamina. Se dessa för liknande lösningar och generalisera.

Uppgift 5 (3 p)

IK är ett sätt att beräkna rörelsen för en hierarkisk ledad struktur utifrån en önskad rörelse för någon av de senare objekten i hierarkin. I detta fall kan man ange den önskade rörelsen hos skopan, varvid IK-modellen beräknar de rörelser som krävs i samtliga leder för att erhålla rätt resultat. Nyttan med en sådan modell är avsevärd, eftersom det intressanta i en rörelse hos en grävskopa, en arm eller liknande oftast är var änden (skopan, handen) befinner sig, inte exakt vilka vinklar som de individuella lederna har.

Uppgift 6 (5 p)

En enkel procedurell textur som denna är både enklare och snabbare att skapa än en ritad bild med samma slags mönster. Den extra tid det tar att rendera den är försumbar i detta sammanhang. Den procedurella texturen har varken skarvar eller upprepningar, utan kan appliceras på ett godtyckligt stort objekt. Färgerna och mönstret kan lätt ändras genom att ändra några parametrar, i stället för att redigera om en hel bild. Och sist men inte minst, upplösningen i en procedurell textur är inte begränsad som i en bildbaserad textur, utan den kan ses på både långt håll och i extrem närbild utan att man får problem med samplingstätheten.

Bilden som hittades på nätet har förmodligen inte tillräcklig upplösning, och den måste sannolikt redigeras kraftigt för att fungera som textur. Detta är en långt ifrån trivial operation som tar avsevärd tid att utföra, och resultatet blir i bästa fall en liten bit golv som ser hyfsad ut om man inte kommer för nära, men som repeterar över ytan på ett sätt som förmodligen syns tydligt i scenen.

Eftersom golvet inte är helt plant (klinkergolv är litet ojämnt och har skarvar) och förmodligen skall vara blankt (i alla fall efter det att det fantastiska skurmedlet gjort sitt jobb) så behövs även en bump map. Att rita en bump map som en bild är en ganska krånglig operation. Om man däremot gör en procedurell textur är en bump map oftast bara en trivial variation av originalmönstret, med andra färger och litet extra brus.

Riktigt realistiska texturer i professionella produktioner är ofta procedurella, inte bildbaserade. Procedurella texturer är alltså ingen oanvändbar akademisk leksak, utan tvärtom ett mycket användbart, nyttigt och effektivt verktyg om man bara sätter sig in i hur det fungerar.