

Tentamen

TNM077 3D-datorgrafik och animering

2006-03-17 kl 14-18

Inga hjälpmedel

Denna tentamen innehåller sex uppgifter som tillsammans kan ge maximalt 40 poäng.

För betyget G (registreras som sifferbetyg 3) krävs minst 21 poäng.

För betyget VG (registreras som sifferbetyg 5) krävs minst 31 poäng.

Uppgifterna står inte i någon särskild ordning, så läs igenom samtliga uppgifter innan du börjar. Svara kortfattat men rimligt uttömmande på frågorna. Rita tydliga figurer där det gör framställningen klarare. Förklara införda beteckningar och motivera eventuella beräkningar så att de är lätta att följa.

Enstaka uppgifter kräver beräkningar. Flera uppgifter kräver dessutom ett visst mått av eftertanke och egna idéer med teorin som grund. Samtliga uppgifter kan lösas med endast de grundkunskaper som kursen avsett att förmedla, självklart inklusive förkunskaperna från grundkursen.

Om något är oklart, fråga mig. Jag kommer in vid flera tillfällen under tentamenstiden för att svara på eventuella frågor.

Lycka till!

Stefan Gustavson

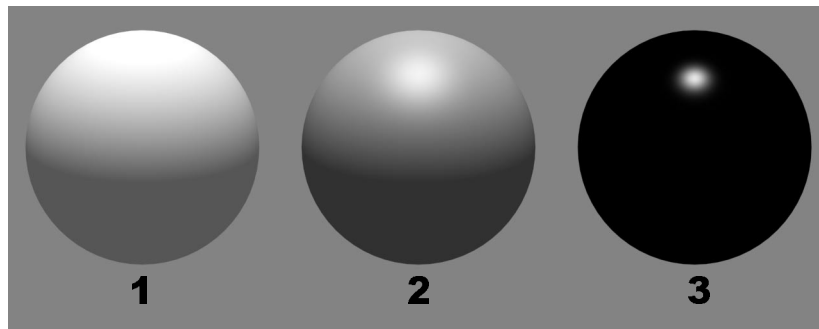
Uppgift 1 (10 p)

Phongs reflexionsmodell är en enkel men ofta använd modell för ljusreflexion. En vanlig form för denna modell är:

$$I = I_a k_a + I_d k_d (N \cdot L) + I_s k_s (R \cdot V)^n$$

a) Modellen innehåller ganska många olika parametrar, totalt 11 stycken. Vissa beror på geometriska egenskaper hos objektet och dess position i scenen, andra beror på materialets reflexions-egenskaper, och några har med ljuskällans egenskaper att göra. Med denna indelning som utgångspunkt, förklara syftet och innebörden för alla de olika parametrarna! Rita figur. (3 p)

b) Antag att $I_a = I_d = I_s = 1$, och att vitt i bilden motsvarar värdet $I = 1$. Ange ungefärliga värden för materialparametrarna för var och en av de tre sfärerna i figuren nedan. Motivera dina svar. (3 p)



c) Ekvationen ovan gäller endast för svartvita bilder. Hur hanteras färgade ljuskällor och färgade ytor? (1 p)

d) L och N antas givna. Härled R . Rita figur och motivera alla steg i beräkningen. (3 p)

Uppgift 2 (6 p)

Ett segment av en kvadratisk Béziérkurva har ekvationen

$$\bar{p}(u) = \sum_{i=0}^2 B_i(u) \bar{p}_i, \quad 0 \leq u < 1$$
$$B_0(u) = (1-u)^2, \quad B_1(u) = 2u(1-u),$$
$$B_2(u) = u^2$$

Kurvans riktning (dess tangent) i varje punkt längs kurvan ges av derivatan med avseende på u :

$$\bar{v}(u) = \frac{d}{du} \bar{p}(u) = \frac{d}{du} \sum_{i=0}^2 B_i(u) \bar{p}_i$$

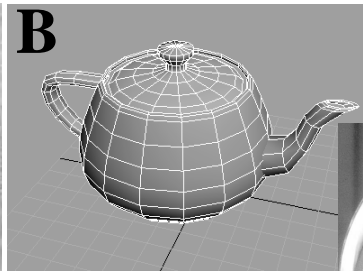
Hastigheten för ett objekt som animeras längs kurvan ges av $\bar{v}(t) = \frac{d}{dt} \bar{p}(u(t))$, där $u(t)$ anger parametrarnas variation med tiden t . Antag nu att ett objekt animeras längs kurvan $\bar{p}(u)$, på ett sådant sätt att u beror av tiden t enligt

$$u = u(t) = \sin \frac{t}{\pi}, \quad 0 \leq t \leq 1.$$

Teckna ett slutet uttryck för objektets hastighet som funktion av tiden! Kontrollpunkternas positioner är givna enligt $\bar{p}_0 = (x_0, y_0, 0)$, $\bar{p}_1 = (x_1, y_1, 0)$, $\bar{p}_2 = (x_2, y_2, 0)$. (6 p)

Uppgift 3 (6 p)

Ett berömt självporträtt av M C Escher visar honom i en spegelbild från ett blankt klot (A). Du vill skapa en liknande bild av dig själv, men med din spegelbild i datorgrafikens tidlösa ikon, en tekanna (B). Du kan tyvärr inte använda en verklig tekanna, exakt en sådan tekanna finns nämligen inte i verkligheten. Däremot hittar du en stor, silverblank julgranskula i en låda på vinden, samt ett program på nätet som heter PanoTools vars dokumentation säger: “*PanoTools can remap an image of a reflective sphere to a latitude-longitude environment map*”. Genom att fotografera en bild av julgranskulan i din egen hand (C) och sampla om den med PanoTools lyckas du framställa en bild enligt D. Du fotograferar dessutom en bild av din hand utan kulan.



a) Förklara hur du sedan skulle gå till väga, steg för steg, för att med befintliga data (bilderna och modellen av tekannan) samt någon lämplig 3D-programvara (t ex 3dsmax) framställa något i stil med bilden till höger. Det räcker att du beskriver vad du gör och varför, samt i förekommande fall ger namnet på de metoder du använder. Du behöver inte förklara i detalj hur metoderna fungerar rent tekniskt. (3 p)

b) För att rendera reflexionerna i tekannan används en speciell metod. Förklara i detalj hur den fungerar rent tekniskt. Rita en tydlig och relevant figur. (3 p)



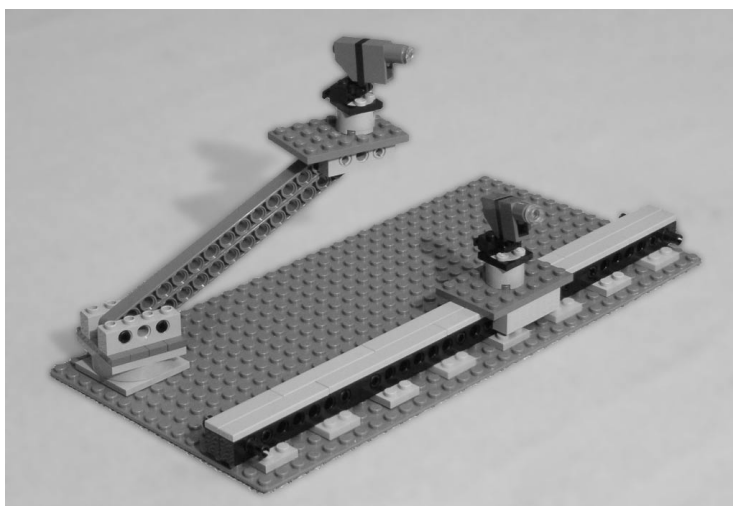
Uppgift 4 (7 p)

Du har blivit anställd på ett företag som säljer avancerade fjärrstyrda kamerasytem för sportarenor, och nu vill företaget ha en säljande, interaktiv visualisering av planerade men ännu inte installerade system. Man skall dels kunna se hur kameran rör sig utifrån, dels kunna titta på en simulerad bild av det som kameran ser. Bilderna kan vara mycket enkla och schematiska, det behöver inte pågå några realistiska sportevenemang i den virtuella världen, utan det är bildvinklarna och rörelsen hos kamerorna som är det viktiga. Sportarenan och alla nödvändiga delar till kamerorna finns redan modellerade som 3D-objekt färdiga att använda.

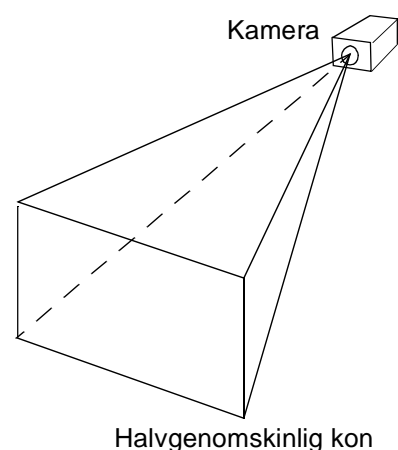
Problemet är lämpligt att lösa med hjälp av något slags scengraf, till exempel i Java3D. Företaget säljer två slags rörliga kameraplattformar: en som sitter monterad på en lång rak räls, avsedd att monteras t ex längs långsidan på en simbassäng eller en löparbana, och en som sitter på en lång kranarm som kan rotera samt höjas och sänkas, enligt figuren nedan. Båda kameratyperna kan dessutom rotera på sin plattform i horisontell och vertikal led, men de kan inte lutats åt höger eller vänster, den vertikala axen pekar alltid rakt uppåt i bilden. Rörliga modeller av kamerorna på var sin plattform finns i tentamenslokalen.

a) Konstruera en scengraf för en sportarena med en kamera av vardera typen. Du behöver inte koppla vyn till någon av kamerorna, det räcker med att beskriva hur de rör sig i världen. Även sportarenan och de olika delarna för kameraplattformarna skall finnas med i scengrafen. Rita en enkel men tydlig skiss över vilka delar som ingår och hur du väljer deras koordinataxlar. Förklara tydligt vilken transformation som utförs i varje nod och vad den är till för. De translationer som behövs skall tas med i grafen, men du behöver inte ange translationsvektorerna. (5 p)

b) Man vill visa kamerans bildfält utifrån, genom att rita en lång, smal, halvgenomskinlig kon med rektangulärt tvärsnitt med toppen i kamerans position. Konen finns redan modellerad, men den har en fast toppvinkel, och kameran kan självklart zooma så att bildvinkeln ändras. För att visualisera zoomning vill man under programkörning kunna göra konen smalare och bredare. Visa hur denna kon skulle kopplas in i din scengraf för att peka åt rätt håll när kameran rör sig, och ange hur man under körning skulle kunna ändra "bildvinkeln" i visualiseringen, alltså bredden och höjden på konen som representerar kamerans bildfält. (2 p)



De två kameratyperna, gestaltade som rörliga Lego-modeller



Uppgift 5 (6 p)

Radiosity är en global belysningsmodell som kan vara bra att använda i vissa sammanhang.

- Beskriv översiktligt vad som modelleras, och förklara vilka beräkningar som behöver utföras för att rendera en scen med radiosity. (3 p)
- Diskutera väsentliga för- och nackdelar med metoden. (3 p)

Uppgift 6 (5 p)

När man visar datorgrafik i realtid, till exempel i VR-tillämpningar eller i datorspel, så drabbas man av problem med att betraktaren vill kunna navigera vart som helst och titta närmare på alla delar av den virtuella världen, även sådana delar som kanske inte är ämnade för det. Problemet visar sig oftast i form av att texturerna på vissa ytor blir väldigt suddiga när man närmar sig dem. Problemet kan lösas med mer högupplösta texturbilder, men på sistone (2005) har man börjat forska på att mer direkt beskriva texturer som objektbaserad grafik, alltså i form av konturbaserade grafiska primitiver i 2D. Åtminstone enklare sådana konturbaserade texturer kan numera renderas i realtid av modern programmerbar grafikhårdvara, med godtyckligt hög upplösning. Detta kan ses som ett slags generaliserad procedurrell textur. Beskriv fördelar och nackdelar med de två lösningarna: objektbaserade texturer respektive högupplösta texturbilder! Använd gärna bilderna nedan som förklarande exempel. (5 p)

