

Omtentamen TNM008, 3D datorgrafik och VR

Grupp: MT2 och NO2MT
Datum: Tordagen den 21 augusti 2003
Tid: 08.00-12.00
Sal: DMAT
Hjälpmedel: inga
Ansvarig lärare: Stefan Gustavson, ITN, 011-363191

Anvisningar

Denna tentamen består av 9 uppgifter, vilka tillsammans kan ge maximalt 40 poäng. Uppgifterna står inte i någon särskild ordning, så lös dem i den ordning du själv vill, men skriv varje uppgift på separat papper och lägg uppgifterna i nummerordning när du lämnar in dem. Skriv namn, och helst även personnummer, på varje papper du lämnar in.

De flesta uppgifter är av beskrivande karaktär. Några har en handfast praktisk prägel, andra kräver mer matematiska eller teoretiska resonemang, och några enstaka uppgifter kräver även vissa beräkningar.

Svara rimligt uttömmande men kortfattat på frågorna. Använd fullständiga meningar. Rita gärna figurer där du tycker det är lämpligt. Förklara införda begrepp och beteckningar, och motivera beräkningar så att de är lätta att följa.

Om du undrar hur mycket du skall skriva på någon fråga, titta på det antal poäng den kan ge. Uppgifter med många poäng kräver mer ingående svar för full poäng.

Tentamen betygsätts med underkänt (U), godkänt (G) eller väl godkänt (VG).

För betyget G krävs minst 20 poäng av 40 möjliga.

För betyget VG krävs minst 30 poäng av 40 möjliga.

Jag kommer att titta in minst ett par gånger under tentamenstiden för att svara på frågor om eventuella oklarheter.

Lycka till!

Stefan Gustavson

Uppgift 1 (6 p)

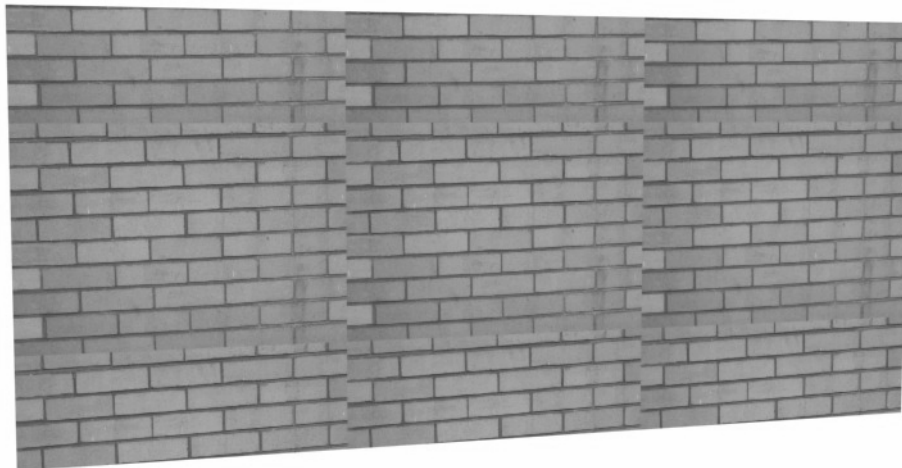
a) De tre termerna i Phongs lokala reflexionsmodell (se nedan) är approximationer. Ange för var och en av termerna vilken verklig ljusreflexionseffekt de avser att modellera, samt ange huruvida modellen är rimligt korrekt, rimligt korrekt endast under vissa villkor, eller om den utgör en grov förenkling! (3 p)

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

b) Samtliga termer i Phongs modell kan modelleras mer korrekt med andra metoder. Ge för var och en av de tre termerna namnet på någon metod som kan ersätta approximationen med en mer eller mindre fysikaliskt korrekt beräkning. (Du behöver inte förklara hur metoderna fungerar, men förklara vad de tillför jämfört med Phongs enkla modell.) (3 p)

Uppgift 2 (4 p)

En modellerare som inte har så bra koll på läget får i uppgift att modellera en tegelvägg. Han börjar genast placera ett stort antal lagom tegelstensstora och lagom tegelstensröda boxar på varandra i modelleringsprogrammet, och fyller ut mellanrummen med virtuellt murbruk som han modellerar med hjälp av mindre, platta grå boxar. Innan han hunnit förstöra sin dag fullständigt kommer du förbi och tipsar i all välmening om att man kan använda en textur på en plan yta. Han går då i stället ut och fotograferar med en digitalkamera en tegelvägg på ett hus i närheten, och visar efter en kvart upp nedanstående rendering med orden "Det blir ju skitfult, hur menar du att jag skulle kunna visa upp det här för chefen?" (Han har verkligen ingen koll alls. Han har fått jobbet bara för att han är son till företagets ägare.)



a) Förklara kortfattat för din kollega, i ord men gärna också i bild, hur man kan göra för att få ett snyggt resultat med en enkel textur, innan han i desperation går tillbaka till sin oerhört omständliga metod med att modellera varje sten för sig. Det finns flera olika sätt att lösa problemet. Ange två! (2 p)

b) Efter att du övertygat din kollega om att du inte försöker lura honom invänder han slutligen "OK, men om vi nu skall ha dramatiskt ljus underifrån i scenen så kommer ju väggen att se alldeles platt ut, det finns ju inga ojämnheter i ytan i modellen?". Förklara vad han kan göra för att enkelt åtgärda detta med en extra texturbild, rita en enkel skiss för att förklara hur denna texturbild skall se ut, och föreslå också hur man kan skapa den bilden på ett enkelt sätt utifrån den befintliga bilden! (2 p)

Uppgift 3 (5 p)

Moderna grafik kort för persondatorer har oftast funktioner för 3D-grafik inbyggda. Trots att det är stora och dyra grafikprocessorer inblandade så är det i de flesta fall egentligen inte så värst komplicerade funktioner som utförs. Förklara kortfattat vilka primitiver och vilka ljus- och reflexionsmodeller som stöds i en hårdvarubaserad renderingspipeline av det vanliga slaget, och ställ det i relation till vad man kan få ut av grafikrendering i programvara med exempelvis 3D Studio Max! (5 p)

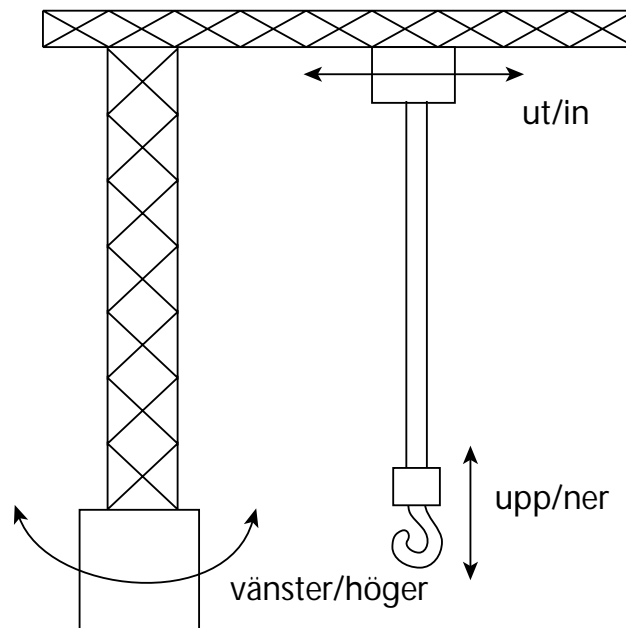
Uppgift 4 (3 p)

Två datorgrafikintresserade teknologer, vi kan kalla dem Erik och Anna, sitter på Café Täppan och diskuterar renderingsmetoder. På väggen en bit bort hänger en spegel med en guldmålade ram med gipsänglar, och spegeln kastar en reflex av solen, en så kallad solkatt, på den chokladsmuliga vita duken framför dem. Erik säger att “det där skulle man behöva ta till raytracing för att rendera”, men Anna invänder bestämt att inte ens raytracing hjälper. Du hör deras samtal och kan inte låta bli att inflika att båda på sätt och vis har rätt på sitt sätt. Dra fram stolen till deras bord och förklara kortfattat, eventuellt med stöd av klotter på en servett, hur det egentligen ligger till. (3 p)

Uppgift 5 (5 p)

a) Rita en scengraf lämplig för implementation i Java3D för en byggkran som ser ut och rör sig enligt nedanstående skiss. Du skall ange hela strukturen för grafen, och även typen för samtliga noder och vad de motsvarar i modellen. Du behöver däremot inte ange några detaljer rörande utseendet hos de olika geometriska objekten, och du behöver heller inte ta med kranvadjern i din modell. (3 p)

b) Kranvadjern är ett deformerbart objekt som inte enkelt låter sig animeras direkt med hjälp av en scengraf. Föreslå trots detta hur man med Java3D skulle kunna ge ett rimligt bra visuellt intryck av att kranens krok verkligen hänger i vadjrar som rullas ut och in, och inte på ett magiskt sätt svävar i luften! (2 p)



Uppgift 6 (3 p)

I en antikaffär hittar du ett gammalt dammigt stereoskop från slutet av 1800-talet. En av bilderna som följer med visar två ytligt sett identiska svartvita vyer av Grand Canyon, uppmonterade sida vid sida på en bit kartong. När man tittar på bilden genom stereoskopet smälter de två vyerna ihop till en enda och ger ett mycket starkt intryck av djup.

(Ett sådant stereoskop finns att beskåda i tentamenslokalen för den som så önskar.)

Du visar detta för en liten pigg och nyfiken tjej i tioårsåldern som står bredvid. Hon blir helt fascinerad. Med en ingenjörsmässig nyfikenhet och ett barns sinne för detaljer märker hon att de två bilderna har vissa små skillnader och förstår att det är något speciellt med hur fotot är taget. Hon ser att du vet, och tänker inte ge sig förrän du åtminstone försökt förklara det här för henne. Förklara principen för stereoskopi på ett sätt som hon har en chans att förstå! (Hon är smart och uppmärksam, men går bara i fjärde klass och behöver få saker handfast och praktiskt förklarade. Om du lyckas förklara detta och samtidigt nämner att du studerar för att bli civilingenjör så kommer hon garanterat att komma ihåg det när det blir dags för henne att söka in till högskolan.)

Uppgift 7 (4 p)

- a) Invers kinematik (IK) används ofta för animering av ledade strukturer. Förklara vad begreppet innebär, och varför det är praktiskt att använda sig av denna metod! (2 p)
- b) Förklara kortfattat vad "motion capture" innebär, och ge exempel på när det kan vara bra att använda! (2 p)

Uppgift 8 (6 p)

Vid raytracing av en enkel 3D-scen är kameran placerad i origo. En stråle (en "eye ray") skickas ut i riktning mot punkten $(1,4,9)$ och träffar en sfär med radien 7 och centrum i punkten $(0,0,10)$.

- a) Beräkna skärningspunkten för strålens närmaste träffpunkt. (2 p)
- b) Beräkna sfärens ytnormal i skärningspunkten. Ange svaret som en enhetsvektor. (1 p)
- c) Beräkna den reflekterade strålens riktning. Ange svaret som en enhetsvektor. (3 p)

Dina svar behöver inte vara maximalt förenklade, men förklara alla eventuella införda beteckningar, och ange svaret på sluten form (alltså på en form som går att räkna ut direkt med dator eller räknedosa).

Uppgift 9 (4 p)

Man vill konstruera en parametrisk kurva $Q(u)$ av andra graden med följande egenskaper:

- Ett kurvsegment definieras av tre kontrollpunkter p_0, p_1, p_2 och en fri parameter $0 \leq u \leq 1$.
- Kurvsegmentet startar i den första kontrollpunkten och slutar i den tredje: $Q(0) = p_0, Q(1) = p_2$.
- Kurvans tangent i punkten p_0 är parallell med sträckan $\overrightarrow{p_0p_1}$ och har samma riktning som denna sträcka, och kurvans tangent i punkten p_2 är parallell med och har samma riktning som sträckan $\overrightarrow{p_1p_2}$.

Ange utifrån dessa kriterier en uppsättning interpolationspolynom $B_i(u)$ som gör att kurvans ekvation

$$Q(u) = \sum_{i=0}^2 P_i B_i(u).$$

(Ange inte bara polynomen, utan visa också att de angivna villkoren är uppfyllda.)