Institutionen för teknisk databehandling
Bo Nordin (bosse@cb.uu.se, 183470)

Tentamen i datorgrafik MN1, 951219
Examination, Computer Graphics MN1, 951219

Skrivtid: 15.00-20.00, Polacksbacken.
Inga hjälpmedel, endast papper, penna och ordböcker tillåtna.
Skriv namn på alla papper, använd ej rödpenna.
Illustrera gärna svaren med figurer.
"Beskriv" betyder "beskriv i ord, påtala problem och svårigheter och hur dessa löses" , *inte* "implementera" (men pseudo-kod på hög nivå kan ibland förenkla framställningen)
Maxpoäng: 40. För godkänt krävs 18 p, för väl godkänt 28 p.

Time: 15.00-20.00, Place: Polacksbacken.
Only paper, pen(cil) and dictionaries allowed.
Enter your name on all papers you hand in, do not use red ink.
Use figures to illustrate your answers if you wish.
"Describe" means "describe in words, name difficulties and describe how the algorithms solves them", *not* "implement" (but high-level pseudo code may sometimes simplify your answers).
Total number of points: 40. 18 points are required to pass the exam, 28 points for the grade "väl godkänt".

1. Följande begrepp används vid beskrivning av hårdvara för datorgrafik:
   upplösning (*resolution*), adresserbarhet (*addressability*),
   uppdateringshastighet (*refresh rate*), bandbredd (*bandwidth*),
   Vad betyder dessa ord och vilka gäller endast skärmar, endast pappersenheter (*hardcopy devices*) respektive båda typerna? (2p)

1. The following concepts are used to describe computer graphics hardware:
   resolution, *addressability*, *refresh rate*, *bandwidth*
   What do these words mean and which ones are applicable to screen only, hardcopy devices only, and both types? (2p)

2. a) Vid transformationer av figurer i 2D används tre grundtyper av transformationmatriser. Vilka är dessa? (1p)
   b) Vad menas med homogena koordinater och varför används sådana? (1p)
   c) I den bok som använts i kursen beskrivs varje punkt av en kolumnvektor. Hur ska då matriser multipliceras för att transformationsordningen ska bli korrekt och hur ändras detta om man i stället använder radvektorer? (1p)

2. a) Three basic transformation matrices are used in transformations of 2D figures. What are they called? (1p)
   b) What are homogeneous coordinates and what's the point of using them? (1p)
   c) In the textbook each point is described by a column vector. In order to maintain the correct ordering of the transformation, how should the transformation matrices be multiplied and how does this change if row vectors are used. (1p)

3. För att visa enkla scener (utan borttagning av skymda ytor, belysningsmodeller och skuggning) i 3D används en kameramodell. I denna finns flera koordinatsystem, punkter och transformationer. Bland annat finns världskoordinatsystemet (WC) och view-reference coordinate (VRC) system. Följande punkter och vektorer används i modellen: view reference point (VRP), view plane normal (VPN), view up vector (VUP), projection reference point (PRP). Hur definieras axlarna i VRC? Beskriv kortfattat vad VRP, VPN, VUP och PRP är samt tala om i vilket koordinatsystem var och en definieras. (4p)

3. Simple 3D viewing (without visible surface determination, illumination models or shading) uses a synthetic camera model. This model defines several coordinate systems, points in 3D, and transformations. Two coordinate systems are the world coordinate system (WC) and the view reference coordinate (VRC) system. Points and vectors in the model include the view reference point (VRP), the view plane normal (VPN), the view up vector (VUP), and the projection reference point (PRP). How are the axes of the VRC defined? Briefly describe what VRP, VPN, VUP, and PRP are. In which coordinate system is each one defined? (4p)

4. Beskriv kortfattat hur klippning av scener med perspektivprojektion i 3D går till. Vad behöver definieras? En figur med lämpliga begrepp räcker som svar. (2p)

4. Briefly describe how clipping of 3D scenes generated using perspective projection is accomplished. What must be defined? A figure with the most important concepts is sufficient answer. (2p)

5. Fortfarande bortseende från skymda ytor, belysning och skuggning, vilka koordinatsystem (utom de som redan nämnts i 3) används i 3D-grafik. Hur förhåller de sig till varandra och vilka operationer översätter mellan de olika systemen? (3p)

5. Still disregarding hidden lines elimination, illumination, and shading, what coordinate system (in addition to the ones mentioned in 3) are used in 3D viewing. How are they related to each other and what operations "translate" between the various systems? (3p)

6. Vid visning av primitiver på enheter för rastergrafik görs en rastrering (scan conversion). Vad innebär detta och varför behövs den? Beskriv en algoritm för rastrering av räta linjer och diskutera kortfattat hur algoritmen hanterar a) punktordning, d.v.s. om en linje från punkten P_1 till P_2 blir likadan som en linje från P_2 till P_1 b) klippning, d.v.s. blir en klippt linje identisk med motsvarande del av den oklippta linjen. (5p)

6. In order to be able to display primitives on raster graphics workstations, a scan conversion must be done. What does scan conversion mean and why is it necessary? Describe a scan conversion algorithm for straight lines and briefly discuss the following issues: a) endpoint order, i.e. do the lines P_1-P_2 and P_2-P_1 produce identical results. b) clipping, i.e. are a clipped line and the corresponding part of the unclipped line identical. (5p)

7. Under operativsystemet UNIX används fönstersystemet X Window System för hantering av grafik. Man pratar i detta sammanhang också om Xt Intrinsics och Motif. Vad menas med dessa begrepp? (2p)

7. Under UNIX, the windowing system X Window System is used for the graphics interface. Two other X-related concepts are Xt Intrinsics and Motif. What do these mean? (2p)

8. I färgteori talar man om hue, saturation och brightness. Motsvarande dessa finns inom fysiken luminance, dominant wavelength och excitation purity. Para ihop begreppen från färgteori med motsvarande begrepp från fysiken. (2p)

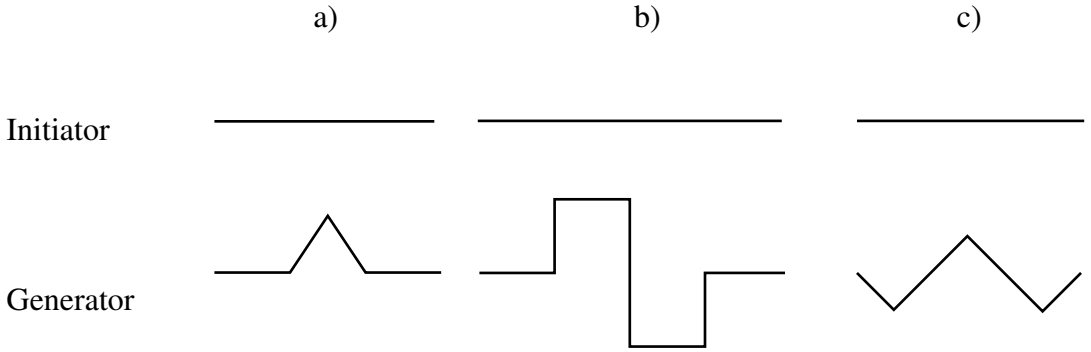
8. Colour perception involve the three quantities hue, saturation, and brightness. Corresponding to these, physics defines luminance, dominant wavelength, and excitation purity. Which word from the first group (colour perception) corresponds to which word from the second group (physics)? (2p)

9. Hur färger kan visas på en skärm är i hög grad beroende på storlek på videominne och samma minnes bitdjup. Givet ett videominne av 1Mb som kan konfigureras till olika bitdjup, hur många färger kan samtidigt visas om upplösningen är 512x512, 1024x1024, respektive 1280x1024? (2p)

9. The display of colours on a screen is highly dependent on the size of the video memory and its depth in bits. Assume a 1Mb video memory which is reconfigurable to different bit depths. How many colours can be displayed simultaneously if the resolution is 512x512, 1024x1024, or 1280x1024, respectively? (2p)

10. Inom fraktal-geometrin används begreppet fraktal dimension. Ge ett uttryck för den fraktala dimensionen för de tre exemplen nedan. (2p)

10. The fractal dimension is an important concept in fractal geometry. Give an expression for the fractal dimension of the three examples below. (2p)



11. a) Att kunna avgöra vilka linjer och ytor som syns från betraktaren är viktigt för att åstadkomma realistiska bilder. Det finns två fundamentalt olika sätt att göra detta. Målaralgoritmen (Painter's algorithm) och z-buffer-algoritmen är

exempel på algoritmer från vardera typerna. Vilka typer av algoritmer avses? Klassificera målaralgoritmen och z-buffer-algoritmen. (2p)

b) Beskriv kortfattat de båda algoritmerna i a) (3p)

11. a) Visible surface determination (VSD) is an important step in the generation of realistic images. There are two fundamentally different ways of accomplishing VSD. Painter's algorithm and the z-buffer algorithm are examples from each type of algorithm. What are the two types of algorithms? Classify Painter's algorithm and the z-buffer-algorithm into the correct type. (2p)

b) Briefly describe the two algorithms in a). (3p)

12. Beskriv termerna i beslysningsmodellen nedan. Vad är vinklarna θ och α? (4p)

12. Describe the terms in the illumination model below. What are the angles θ and α? (4p)

$$I = I_a k_a + f_{att} I_p (k_d \cos\theta + k_s \cos^n\alpha).$$

13. Phong och Gouraud är två metoder för skuggning (shading). Förklara varför en liten spotlight mitt i en polygon återges bättre med Phongs metod. (2p)

13. Phong and Gouraud are two algorithms for calculating shading. Explain why a small spotlight illuminating the interior of a polygon is rendered more faithfully when Phong's method is used. (2p)

14. Det finns en mängd olika bildformat för överföring och lagring av grafiska bilder. JPEG är ett sådant format. Vad är fel i nedanstående beskrivning av JPEG? (2p)

> JPEG-bilder tar större plats än andra format eftersom bilderna alltid måste kunna återskapas perfekt. JPEG-kompression inleds med att RGB konverteras till luminance/chrominance där man använder fler bitar till själva färgen än till intensiteten eftersom våra ögon är känsligare för ändring i färg än ändring i intensitet. Därefter görs en diskret cosinus-transform (DCT) som konverterar raster-data till frekvens-data. Huffman-komprimering används för att komprimera resultatet från DCT.

14. There are several image formats defined for transmission and storage of graphics images. JPEG is one such format. What's wrong in the following description of JPEG? (2p)

> JPEG images are bulkier than most other image formats because the standard requires that images can be recreated perfectly. JPEG compression starts by converting RGB to luminance/chrominance images where more bits are used for colour than for intensity due to the fact that our eyes are more sensitive to colour change than change in intensity. Then a discrete cosine transform (DCT) is applied to convert raster data into frequency data. Last, Huffman compression is used to compress the result from the DCT.