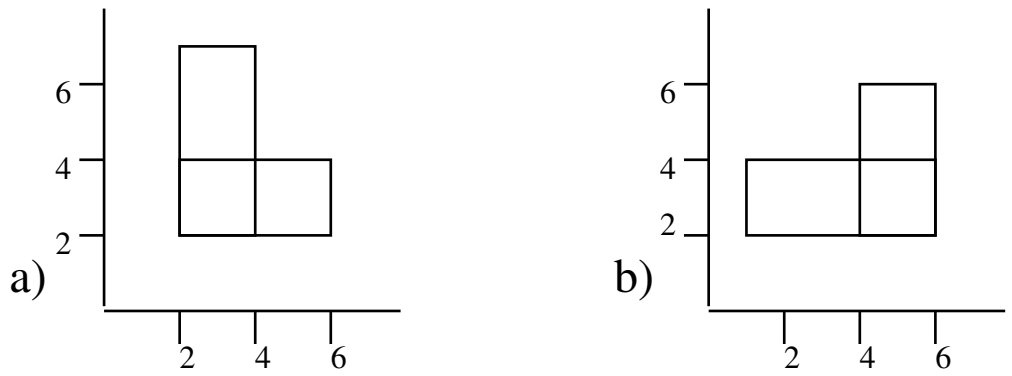
Institutionen för teknisk databehandling
Bo Nordin (bosse@cb.uu.se, 183470)

Tentamen i datorgrafik MN1, 941220

Skrivtid: 9-14, Portalgatan 8 , sal 1.
Inga hjälpmedel, endast papper och penna tillåtna.
Skriv namn på alla papper, använd ej rödpenna.
Illustrera gärna svaren med figurer.
"Beskriv" betyder "beskriv i ord, påtala problem och svårigheter", *inte* "implementera".
För godkänt krävs 18 p, för väl godkänt 28 p.

1. 2D-objektet i figur a) nedan skall transformeras till positionen i figur b). Hur åstadkommer man detta? Vilka steg behövs? Ge transformationsmatriser, dels för alla steg, dels också den sammanlagda.

1. The 2D object in figure a) below is to be transformed to its position in figure b). How is this accomplished? What steps are needed? Show the transformation matrices for each step, and also for the complete transformation. (3p)



2. X-Windows är en mycket utbredd standard för grafik på UNIX-arbetsstationer. Förklara kortfattat följande X-Windows begrepp: server, Motif, widget, callback.

2. X-Windows is the dominant graphics standard for UNIX workstations. Briefly explain the following X-Windows concepts: server, Motif, widget, callback. (2p)

3 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 oklippt linjen.

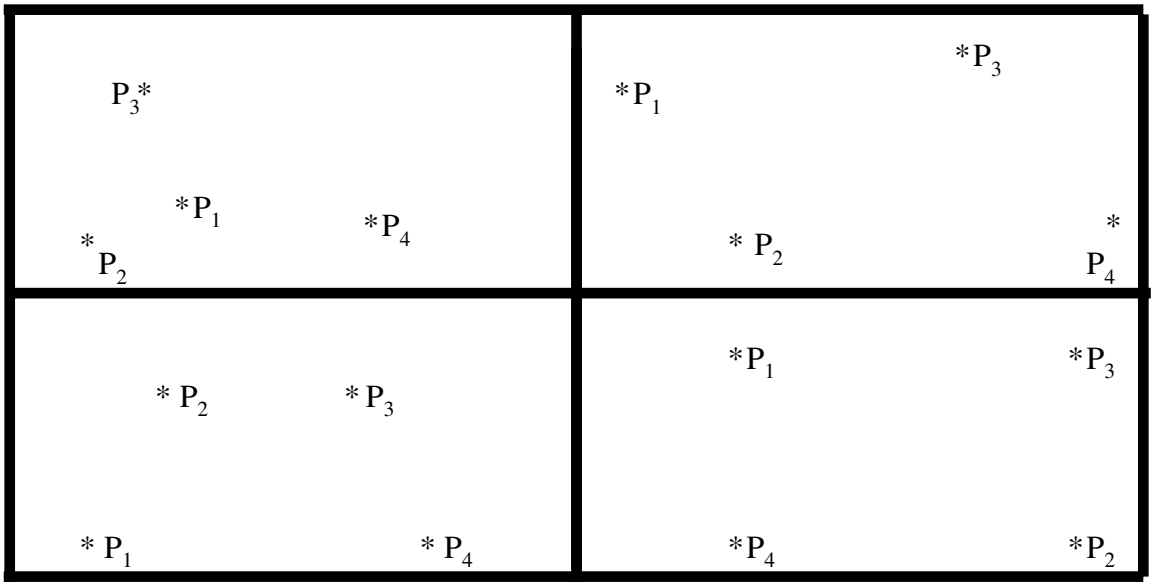
3. In order to be able to display primitives on raster graphics workstations, a scan conversion must be done. What does scan conversion mean and why is it necessary? Describe a scan conversion algorithm for straight lines and briefly discuss the following issues: a) endpoint order, i.e. do the lines 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)

4. Ett viktigt moment i datorgrafik är klippning av linjer mot en rektangel. Beskriv en algoritm för detta.

4. An important step in the output pipeline of raster graphics packages is clipping of lines. Describe one line clipping algorithm. (5p)

5 Inom datorgrafiken används ofta parametriska tredjegradspolynom för att rita kurvor. Vad är det som är parametriskt i detta sammanhang? Varför används just tredjegradskurvor? Bézierkurvor är en sorts kubiska kurvor. Hur många obekanta måste man bestämma och hur bestäms dessa i Béziers version av kurvor (anta att du utgår från fyra punkter). Rita in den ungefärliga Bézierkurvan givet de fyra kontrollpunkterna i figurerna nedan.

5. In computer graphics, parametric cubic polynomials are often used to display curves. What is parametric about these curves? Why are cubic polynomials used? Bézier curves are cubic polynomial curve segments. How many unknowns are there to determine and how are these determined in the Bézier form (assume that there are four control points). Draw approximate Bézier curves that result from the four control points in the figures below. (4p)



6. Färg anges ofta i RGB-systemet, oftast med åtta bitar per färg. Eftersom många (de flesta) arbetsstationer bara har åtta bitar per visad pixel innebär detta en del problem. Hur löser man detta? Hur många färger kan man visa samtidigt på att åtta-bitars arbetsstation? Varför kan man ändra en färg dynamiskt på en sådan men oftast inte på 24-bits arbetsstationer?

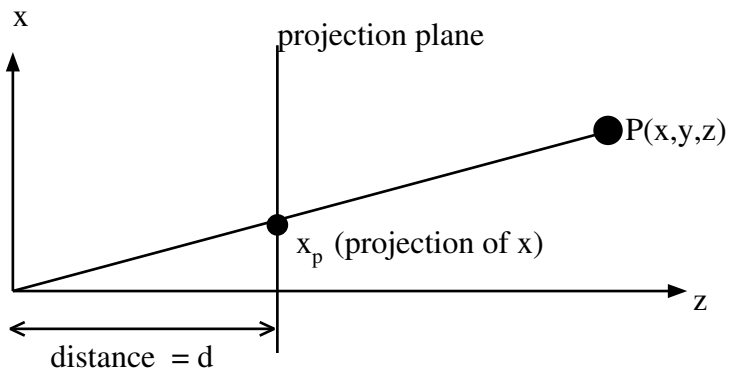
CMY är en annan färgmodell. Hur relateras RGB och CMY till varandra?

6. Colour is often described in the RGB model, usually with eight bits per colour. Because many (most) workstations only have eight bits per pixel, this introduces a few problems. How are these problems solved? How many colours can be displayed simultaneously on a eight-bit workstation? Why is it possible to change a colour dynamically on eight-bit workstations, but usually not on 24-bit workstations?

Another colour model is CMY. How are RGB and CMY related to each other? (4p)

7. Perspektivtransformation är en viktig byggsten för realism i 3Dgrafik. Utgående från figuren nedan, härled en transformationsmatris för perspektivtransformation.

7. The perspective transformation lies at the heart of visual realism in 3D graphics. With the figure below as a starting-point, derive a transformation matrix for the perspective transformation. (5p)



8. I 3D-grafik är skymda ytor någonting som man helst inte vill se på skärmen. Därför finns det en mängd metoder för att ta bort dessa. Innan man använder någon av de mer avancerade algoritmerna kan man göra en del för att minska på arbetet. Beskriv kortfattat vad som menas med "bounding-box testing" och "back-face culling".

Warnock använder en "divide-and-conquer" strategi för att identifiera skymda ytor. Beskriv hans algoritm.

8. Hidden-surface elimination is an essential part of any system for 3D graphics. There are many ingenious methods for this. Before using an elaborate algorithm, one can reduce the amount of data that must be sent to it. Briefly describe two of these methods: "bounding-box testing" and "back-face culling".

Warnock uses the divide-and-conquer strategy to identify and eliminate hidden surfaces. Describe his algorithm. (5p)

9. Sätt upp ett uttryck för den upplevda ljusstyrkan (d.v.s. det värde som en pixel skall sättas till) för följande fall (du behöver inte räkna fram pixelvärdet, bara tala om hur det räknas fram från siffrorna i exemplet):

En sfär med radien 2 har sitt centrum i punkten (4, 1, 2). Ljuskällan är placerad i (-7, -4, 14) och betraktaren befinner sig i (7, 4, 8). Vad upplever denne för ljusstyrka (enligt den belysningsmodell som togs upp i kursen) vid betraktande av punkten (4,1,4) på sfären, givet att det inte finns några andra föremål någonstans "i vägen"?

Antag att sfären har reflektionskoefficienterna R_b (för bakgrundsljus) 0.3, R_d (diffus reflektion av riktat ljus) 0.8 och R_s (blank reflektion av riktat ljus) 0.7, intensiteten för I_b och I_d (bakgrunds- och riktad belysning) är 5 och 0.5 respektive och sfären har ett "blankhetstal" på 50. Låt det riktade ljusets intensitet vara direkt omvänt proportionell mot avståndet till ljuskällan.

(I kursboken betecknas R_b med k_a, R_d med k_d, R_s med k_s, I_b med I_a och I_d med I_p)

9. Give an expression for the perceived brightness (i.e. the pixel value) given the following conditions (you do not have to calculate the pixel value, only show how it can be calculated from the figures in the example):

A sphere with radius 2 is centred at (4,1,2). The light source is positioned at (-7,-4,14) and the viewer is at (7,4,8). What is the perceived brightness (according to the model discussed in the course) when looking at (4,1,4) on the surface of the sphere, assuming that no other objects interfere.

Assume that the ambient-reflection constant, R_b, is 0.3; the diffuse-reflection coefficient, R_d, is 0.8; and the specular reflection coefficient, R_s, is 0.7; the intensity of the ambient light, I_b, is 5; the intensity of the point light, I_d, is 0.5; and the specular-reflection exponent is 50. Also assume that the intensity of the point light is inversely proportional to the distance to the light source. (5p)

(In Foley et al R_b is called k_a, R_d is called k_d, R_s is called k_s, I_b is called I_a och I_d is called I_p)

10. System för raster-grafik måste lösa fem deluppgifter: generering av grafikprimitiver, traversering av dessa, transformationer, rastrering (scan conversion) och visning (display). Vilka av dessa uppgifter är lämpliga att lägga i speciella processorer? Hur förändras detta om man inte behöver ändra i modellen interaktivt?

10. Raster-graphics systems must solve five tasks: generation of graphics primitives, traversal, transformation, scan conversion, and display. Which of these tasks are suitable candidates for hardware implementations? If interactive manipulations of the model are very infrequent, how does this optimal division between general-purpose and special-purpose processors change? (2p)