TENTAMEN COMPUTER GRAPHICS (**oude stijl**)

24 juni 2002, 14:00 - 17:00 uur

□—□—□—□—□—□—□—□—□—□—□—□—□—□—□—□—□—□—□

Voorzie de in te leveren bladen van je naam, en nummer ze. Schrijf op het eerste blad het aantal ingeleverde bladen. Bij elk van de opgaven is het maximale aantal voor deze opgave te behalen punten vermeld. Je krijgt 10 punten gratis. Succes!

Opgave 1. (35 pt.)
Beschouw de volgende Pascal procedure voor het Bresenham scanlijn conversie algoritme voor het lijnstuk L1 met beginpunt $(x1, y1)$, eindpunt $(x2, y2)$, $x1 < x2$, $y1 < y2$, $y2 - y1 < x2 - x1$.

```
PROCEDURE bres_line (x1, y1, x2, y2 : INTEGER);
  VAR
    dx, dy, x, y, p, const1, const2 : INTEGER;
  BEGIN
    dx := x2 - x1;
    dy := y2 - y1;
    p := 2*dy - dx;
    const1 := 2*dy;
    const2 := 2*(dy - dx);

    x := x1; y := y1;
    set_pixel (x, y);
    WHILE x < x2 DO BEGIN
      x := x + 1;
      IF p < 0 THEN p := p + const1
      ELSE BEGIN
          y := y + 1;
          p := p + const2
      END; {else begin}
      set_pixel (x, y)
    END {while x < x2}
  END; {bres_line}
```

a. (2 pt) Geef een afleiding van dit algoritme, en geef duidelijk aan met welke onderdelen van de procedure de stappen in de afleiding overeenkomen.
b. (2 pt) We beschouwen nu een tweede lijnstuk L2 (parallel aan L1), met met beginpunt $(x1, y1 + a)$, eindpunt $(x2, y2 + a)$, a een positieve integer. De vier eindpunten $(x1, y1)$, $(x2, y2)$, $(x1, y1 + a)$, $(x2, y2 + a)$ vormen een polygon dat we willen opvullen ('area filling'). Dit kan middels een procedure `bres_fill(x1, y1, x2, y2, a : INTEGER)` die een body heeft gelijk aan die van `bres_line` uitgezonderd een vervanging van `set_pixel` door een geschikte andere procedure. Bedenk zo'n procedure en motiveer dat de zo verkregen procedure `bres_fill` de area filling correct uitvoert.

Opgave 2. (25 pt.)
Een van de 'hidden-surface removal' methoden voor het elimineren van verborgen (delen van) vlakken is de *scan-line* methode.
a. Beschrijf nauwkeurig de werking van deze methode, met inbegrip van de belangrijkste datastructuren. Hoe wordt gebruik gemaakt van coherentie tussen scanlijnen?
b. Geef twee voorbeelden van configuraties van vlakken in de 3D ruimte waarvoor dit algoritme niet werkt, en geef een oplossing voor dit probleem.

Opgave 3. (30 pt.)
De bijdrage I_{sp} van spiegelreflectie in het Phong belichtingsmodel heeft de vorm

$$I_{sp} = k_s \, I \, (\mathbf{V} \cdot \mathbf{R})^n \tag{1}$$

waarbij I de intensiteit van de lichtbron is, I_{sp} de gereflecteerde intensiteit, k_s de speculaire reflectiecoëfficiënt, $\mathbf{V}$ de kijkvector, $\mathbf{R}$ de reflectievector en n de Phong exponent.

Een vereenvoudigd belichtingsmodel vervangt het inproduct $\mathbf{V} \cdot \mathbf{R}$ door het inproduct $\mathbf{N} \cdot \mathbf{H}$, waarbij $\mathbf{N}$ de normaalvector is en $\mathbf{H}$ de zgn. *halfway vector*, gedefinieerd als de eenheidsvector halverwege tussen de lichtvector $\mathbf{L}$ en de kijkvector $\mathbf{V}$:

$$\mathbf{H} = \frac{\mathbf{L} + \mathbf{V}}{||\mathbf{L} + \mathbf{V}||}$$

a. Maak een schets die de relatie aangeeft tussen de reflectievector $\mathbf{R}$, de lichtvector $\mathbf{L}$ en de normaalvector $\mathbf{N}$ in een zeker punt op het reflecterende oppervlak. Beargumenteer dat geldt:

$$\mathbf{R} + \mathbf{L} = 2(\mathbf{N} \cdot \mathbf{L})\, \mathbf{N}$$

b. Stel dat het belichte oppervlak gekromd is en dat zowel het kijkpunt als de lichtbron zich ver weg van het oppervlak bevinden. Beargumenteer dat in dit geval de berekening van $\mathbf{N} \cdot \mathbf{H}$ minder tijd kost dan die van $\mathbf{V} \cdot \mathbf{R}$.

c. Stel $\mathbf{L}$ en $\mathbf{V}$ zijn vast. Laat zien dat de richting van $\mathbf{H}$ overeenkomt met de locale oriëntatie $\mathbf{N}$ die de maximale spiegelreflectie in de kijkrichting $\mathbf{V}$ produceert.