

# Toets 3 Graphics en Groot tentamen Graphics

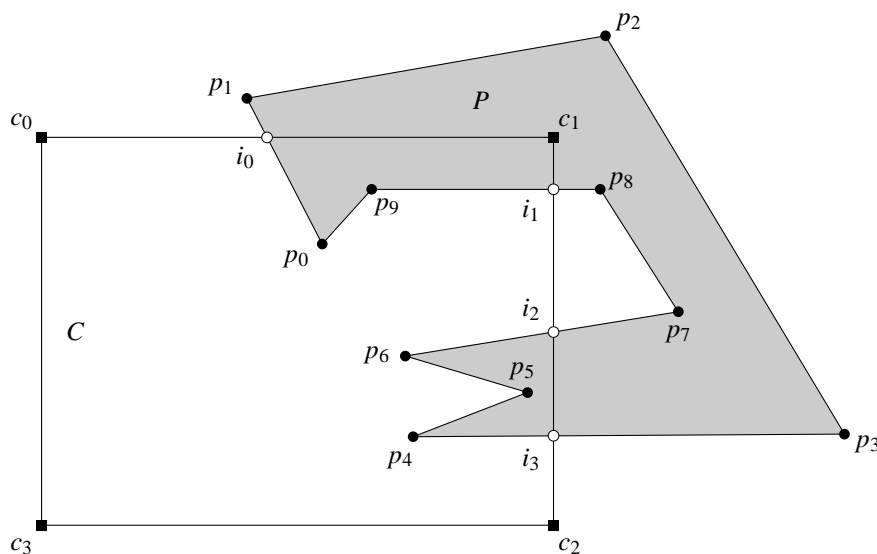
Maandag 21 oktober 2002, 14:00 – 17:00

- De derde deeltoets van Graphics (T3) bestaat uit de vragen 1 t/m 5 in dit document (totaal 10 punten).
- Het grote tentamen van Graphics (GT) bestaat uit de vragen 1, 3, 4, 6, 7 en 8 in dit document (totaal 12 punten).
- Schrijf op elk ingeleverd antwoordvel je naam en studentnummer.

## 1 Clipping (T3 en GT)

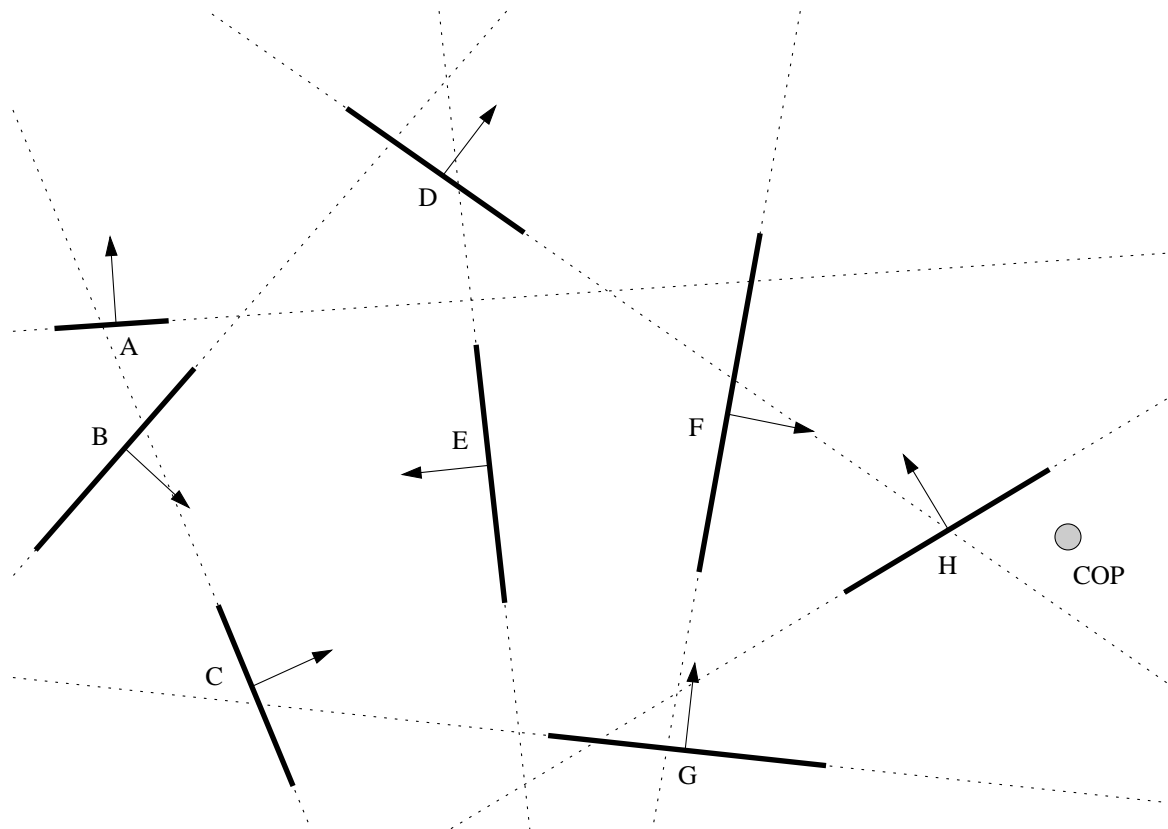
Leg uit hoe het Weiler-Atherton algoritme voor het clippen van polygoenen in 2D werkt. Doe dat aan de hand van het onderstaande voorbeeld, waar het polygon  $P = \{p_0, \dots, p_9\}$  geclippt wordt met clip-rechthoek  $C = \{c_0, \dots, c_3\}$ , waarbij de edges van  $P$  en  $C$  elkaar snijden in de punten  $i_0, \dots, i_3$ . Geef daarbij aan

1. [0.7 pt] hoe de in het algoritme gebruikte graaf wordt geconstrueerd;
2. [0.7 pt] hoe die graaf er voor het onderstaande voorbeeld uitziet;
3. [0.6 pt] hoe de graaf gebruikt wordt om de resulterende polygoenen te bepalen.



## 2 BSP-bomen (T3)

Onderstaande 2D-scene bestaat uit 8 segmenten A ...H en een COP. De getekende normaalvectoren van de segmenten wijzen naar de zichtbare kant. De stippellijnen in het plaatje behoren niet tot de input, maar geven aan waar de lijnen door de segmenten eventuele andere segmenten snijden.



1. [0.4 pt] Leg uit hoe in het algemeen een BSP-boom op een verzameling segmenten (of polygonen in 3D) wordt geconstrueerd.
2. [0.4 pt] Geef een mogelijke BSP-boom voor de situatie in het bovenstaande plaatje.
3. [0.4 pt] Leg uit hoe in het algemeen met behulp van een BSP-boom de projectievolgorde van een verzameling segmenten wordt bepaald, bij een gegeven COP.
4. [0.4 pt] Geef de volgorde voor de situatie in bovenstaand plaatje, uitgaande van de BSP-boom die je hebt geconstrueerd in vraag 2.2.
5. [0.4 pt] Leg uit wat *back face elimination* is, en geef aan hoe toepassing daarvan het antwoord op vraag 2.4 zou beïnvloeden.

### 3 Gouraud shading (T3 en GT)

1. [1.0 pt] Leg uit hoe Gouraud shading efficiënt geïmplementeerd wordt met behulp van het *scan-line algoritme*. Laat daarbij zien hoe en waar dure operaties als vermenigvuldigingen en delingen (die met een *recht-toe-recht-aan-aanpak* gebruikt zouden worden) grotendeels vervangen kunnen worden door optellingen.
2. [1.0 pt] In het college hebben we een aantal problemen met geïnterpoleerde shading besproken. Noem tenminste vier van die problemen, en leg ze uit.

### 4 Radiosity (T3 en GT)

1. [0.6 pt] Het begrip *form factor* speelt een belangrijke rol bij radiosity. Leg *zorgvuldig* uit wat de betekenis is van de form factor  $F_{ij}$  van *source patch*  $i$  naar *receiver patch*  $j$ .
2. [0.8 pt] De form factor van source patch  $i$  naar receiver patch  $j$  is gegeven door

$$F_{ij} = \frac{1}{A_i} \cdot \int_{A_i} \int_{A_j} \frac{\cos \theta_i \cos \theta_j}{\pi r^2} dA_j dA_i$$

Leg alle termen in deze formule uit, en *geef ook aan waarom ze daar staan*.

3. [0.6 pt] Leg uit wat *adaptive subdivision* is, en wat de voor- en nadelen van adaptive subdivision zijn t.o.v. de alternatieven.

### 5 Faster ray tracing (T3)

In het college hebben we een aantal technieken gezien om ray tracing te versnellen door ray/object intersecties efficiënter te bepalen dan met een *brute force* aanpak. Een aantal van die technieken valt onder de noemer *ray coherence methods*.

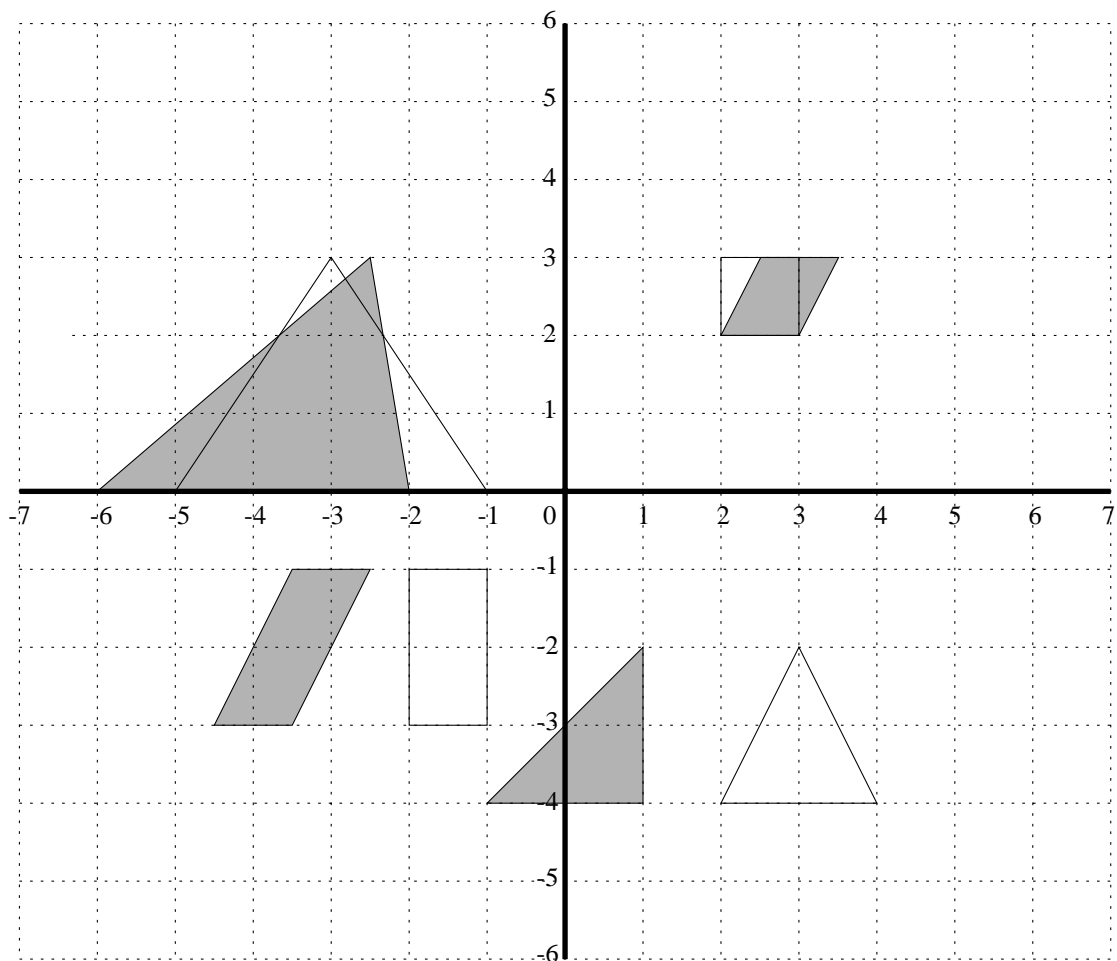
[2.0 pt] Leg twee van die ray coherence methoden uit, en geef aan voor welke typen ray/object intersecties ze *wel* resp. *niet* van toepassing zijn.

## 6 Lineaire transformaties (GT)

*Shearing* is een lineaire transformatie waarbij objecten als het ware “scheefgetrokken” worden. In onderstaand plaatje zien we het effect van shearing met een bepaalde coëfficiënt in de  $x$ -richting. De originele objecten zijn hier wit, de geshearde objecten grijs. Deze shearing lijkt een beetje op een horizontale translatie, met dien verstande dat de afstand waarover een punt in  $x$ -richting getransleerd wordt lineair afhankelijk is van de  $y$ -coördinaat van het punt.

In het college hebben we een eenvoudige methode gezien voor het bepalen van een matrix voor een lineaire transformatie waarbij de oorsprong op zichzelf wordt afgebeeld, en we hebben ook gezien hoe we die methode kunnen uitbreiden voor situaties waarbij de oorsprong *niet* op zichzelf wordt afgebeeld.

**[2.0 pt]** Geef nu (bijvoorbeeld met behulp van die methoden) de matrix voor de in het plaatje uitgebeelde shearing.



## 7 Ray tracing en de radiance equation (GT)

1. [1.0 pt] Geef de formule voor de *radiance equation*, en leg alle daarin voorkomende termen uit.
2. [1.0 pt] In de radiance equation komt een term voor die de *bidirectional reflectivity distribution function* wordt genoemd, ofwel de BRDF. Hoe ziet die BRDF eruit voor het recursieve ray tracing model, waarbij de helderheid van een punt op een object wordt bepaald door te kijken naar lokale diffuse reflectie en globale perfect speculaire reflectie? Geef de formule voor de BRDF voor dit model, en leg alle termen daarin uit.

## 8 Projectie (GT)

Wanneer we een scene, gegeven in World Coordinates, door middel van projectie op een plaatje willen afbeelden, moeten we een serie transformaties uitvoeren.

1. [1.5 pt] Welke transformaties zijn dat? Licht ze kort toe (het noemen van de namen van de achtereenvolgende coördinatenstelsels of ruimten is niet voldoende). Zaken als clipping, back face elimination, projectie-volgorde en shading mag je hier buiten beschouwing laten; het gaat in deze vraag alleen om de transformaties.
2. [0.5 pt] Wat voor gegevens hebben we nodig om de eerste transformatie uit de hierboven genoemde serie uit te voeren?