

# Vizualizarea obiectelor grafice 3D

## 1. Algoritmul Z-buffer pentru eliminarea zonelor acoperite

## 2. Sortarea în adâncime

În continuare considerăm că obiectul este delimitat de o mulțime de poligoane (obiectul se aproximează cu un poliedru). Ideea algoritmului este de a transpune (desena) pe ecran aceste poligoane într-o ordine care în final să dea corect desenarea obiectului grafic. La început se vor desena poligoane aflate mai departe de observator, celelalte poligoane se vor desena pe măsura micșorării distanței față de observator. Problema de acoperire a două poligoane (la vizualizare) se rezolvă prin ordinea în care acestea se desenează: cel mai apropiat se desenează ultimul, deci va acoperi (va redesena) anumite zone desenate pentru poligoane anterioare.

Vezi fișierul **sortare.pps**

Dacă  $p_1$  și  $p_2$  sunt două poligoane (două fețe din scena care se desenează), atunci ele se pot afla în una din următoarele situații:

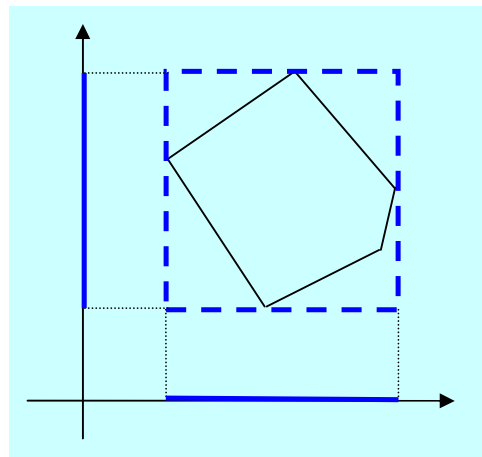
- Poligoanele  $p_1$  și  $p_2$  au proiecțiile pe ecran disjuncte;
- Poligonul  $p_1$  acoperă (total sau parțial) poligonul  $p_2$ ;
- Poligonul  $p_2$  acoperă (total sau parțial) poligonul  $p_1$ ;
- Poligoanele  $p_1$  și  $p_2$  se intersectează.

Situația a) se referă la proiecțiile pe ecran ale celor două poligoane. Situațiile b), c) și d) consideră că proiecțiile pe ecran ale celor două poligoane se intersectează, pentru a stabili situația în care se află este necesară analizarea poziției lor în spațiu.

Dacă poligoanele se află în situația d), atunci se poate determina dreapta de intersecție a lor, unul dintre poligoane se poate descompune, iar poligonul rămas împreună cu cele două poligoane noi se vor afla în una din situațiile a), b) sau c).

Pentru a simplifica unele teste sunt utile următoarele obiecte grafice:

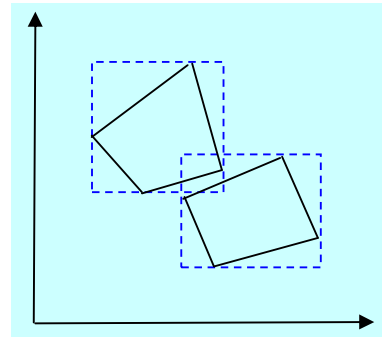
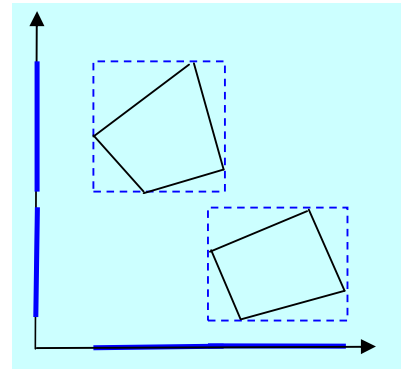
- **extinderea ecran** a unui poligon, care este dreptunghiul de arie minimă ce conține proiecția pe ecran a poligonului și are laturile paralele cu marginile ecranului
- **extinderea ecran pe orizontală** a unui poligon, care este proiecția pe orizontală a proiecției pe ecran a poligonului
- **extinderea ecran pe verticală** a unui poligon, care este proiecția pe verticală a proiecției pe ecran a poligonului
- **proiecția pe una din axele de coordonate** ( $Ox$ ,  $Oy$ ,  $Oz$ ) a poligonului



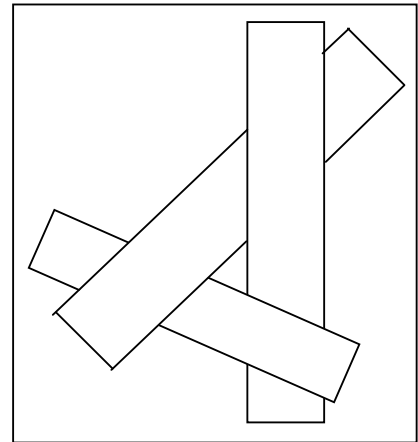
Putem considera că obiectul grafic ce trebuie desenat are poligoanele numai în situațiile a), b) sau c). Pentru a determina situația în care se află poligoanele  $p_1$  și  $p_2$  se poate proceda în felul următor, în această ordine.

1. Comparăm extinderile ecran pe orizontală a celor două poligoane. Dacă aceste segmente sunt distincte, atunci avem situația a).

2. Comparăm extinderile ecran pe verticală a celor două poligoane. Dacă aceste segmente sunt distincte, atunci avem situația a).
3. Comparăm extinderile pe axa Oz (deci se analizează situația din spațiu, nu de pe ecran) a celor două poligoane. Dacă aceste segmente sunt distincte, atunci avem situația b) sau c).
4. Dacă nici una din situațiile precedente nu apare, atunci se verifică dacă proiecțiile ecran ale celor două poligoane sunt disjuncte sau nu. În caz afirmativ, apare situația a). Pentru a verifica această situație se caută o muchie (ce aparține unui poligon) ce separă celelalte vârfuri ale poligonului de care aparține de toate vârfurile celuilalt poligon.
5. Se determină ecuația planului ce conține poligonul  $p_1$  și se verifică dacă vârfurile poligonului  $p_2$  sunt toate de aceeași parte a acestui plan. În caz afirmativ apare una din situațiile b) sau c), după cum observatorul se află în partea opusă poligonului  $p_2$  (față de planul poligonului  $p_1$ ) sau de aceeași parte.
6. Se procedează ca la punctul precedent, schimbând poligoanele  $p_1$  și  $p_2$  între ele.



Pentru toate perechile de poligoane  $p_1$  și  $p_2$  se determină situația în care se află acestea:  $p_1$  se desenează înaintea lui  $p_2$ ,  $p_2$  se desenează înaintea lui  $p_1$ ,  $p_1$  și  $p_2$  se pot desena în orice ordine (proiecțiile lor pe ecran sunt disjuncte). Mulțimea tuturor poligoanelor ce formează obiectul grafic este o **mulțime parțial ordonată**, poligonul  $p_1 < p_2$  dacă  $p_1$  trebuie desenat înaintea poligonului  $p_2$ . Pentru a determina ordinea de desenare a poligoanelor se poate folosi un algoritm de "sortare topologică".



În situații extreme pot apărea cicluri în această sortare, așa după cum se vede din figura alăturată.

### 3. Algoritmul linie de baleiaj

Fiecare poligon ce delimitează obiectele grafice are o proiecție ecran. Pentru fiecare linie de baleiaj (ce parcurge viewportul unde se face desenearea) se determină intersecția cu aceste proiecții. Fiecare pixel de pe linia de baleiaj va trebui să fie colorat cu culoarea pixelului corespunzător poligonului vizibil din poziția observatorului.

Pentru a avea o evidență a poligoanelor care intersecționează o linie de baleiaj se poate extinde algoritmul "linie de baleiaj" folosit pentru umplerea interiorului unui poligon.

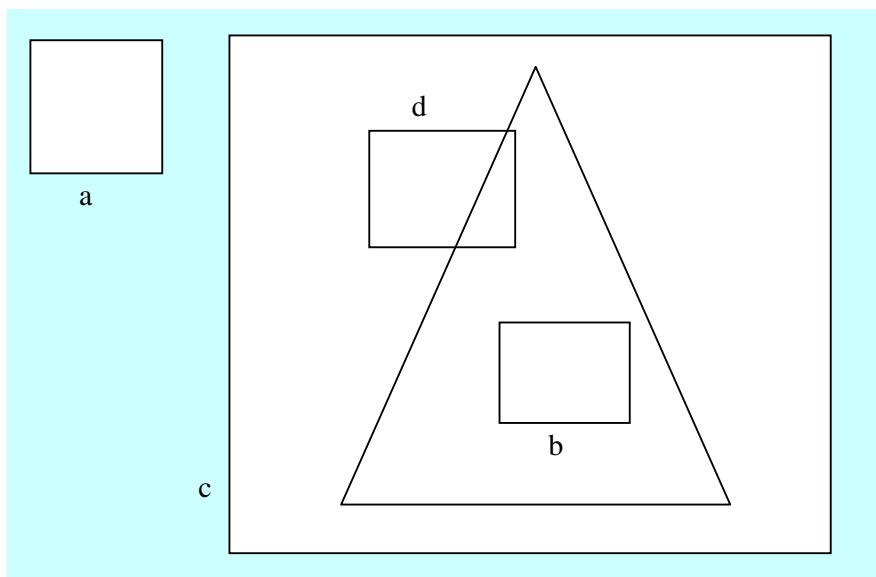
### 4. Subdivizarea ariilor în arii elementare

Vezi **zone.pps**

Să presupunem că pe ecran s-a definit o zonă dreptunghiulară (sau patratică), pe care o vom numi "arie elementară". Între o astfel de arie elementară și un poligon (o față) ce trebuie desenat, pot exista următoarele relații:

- a) cele două zone sunt distincte,

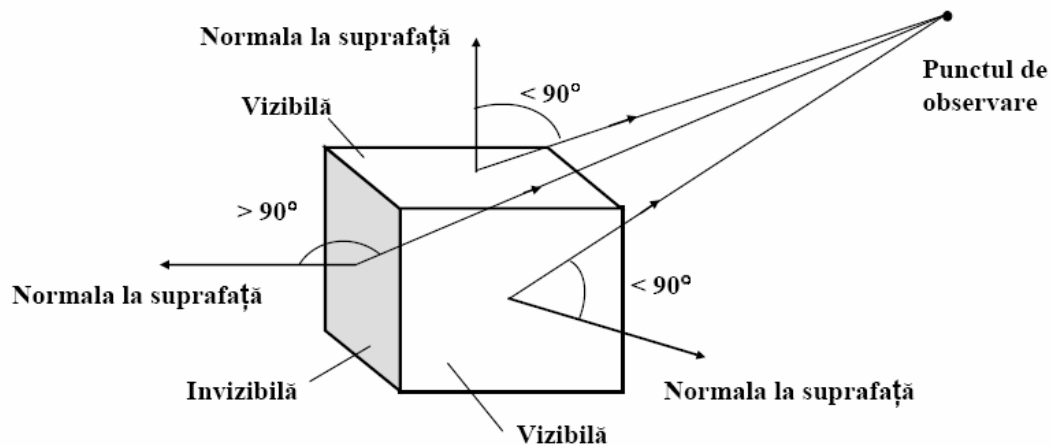
- b) poligonul conține în întregime aria elementară,
- c) poligonul este conținut în aria elementară,
- d) cele două zone sunt parțial suprapuse.



Pentru a desena o arie elementară se poate proceda în felul următor:

1. Dacă elementul de arie este disjunct cu toate poligoanele ce trebuie desenate, atunci el se transpune pe ecran (cu fondul ecranului)
2. Dacă elementul de arie conține zone dintr-un singur poligon (total sau parțial), atunci zona din element exterioară poligonului se transpune cu fondul ecranului, iar cea interioară poligonului cu culoarea acestuia
3. Dacă există mai multe poligoane care au zone comune cu aria elementară, dar poligonul aflat cel mai aproape de observator conține în întregime aria elementară, atunci aria elementară se transpune cu culoarea acestui poligon.
4. Dacă nici unul din cazurile amintite nu se poate aplica, atunci se împarte aria elementară în alte subarii. Această divizare poate continua până când aria se reduce la un pixel.

## 5. Vizualizarea obiectelor convexe



Pentru testul de vizibilitate al fetelor unui poligon convex se poate determina unghiul dintre vectorul ce unește un punct al feței cu punctul de observare și normala la suprafață. Acest unghi se poate calcula prin folosirea produsului scalar dintre cei doi vectori.

- Dacă normalele la fețele obiectului sunt orientate spre exterior și unghiul dintre cei doi vectori amintiți este mai mic de  $90^\circ$ , atunci fața este vizibilă
- Dacă normalele la fețele obiectului sunt orientate spre interior și unghiul dintre cei doi vectori este mai mare de  $90^\circ$ , atunci fața este invizibilă

Produsul scalar a doi vectori,  $N$  și  $V$ , este:  $N \cdot V = |V| \cdot |N| \cdot \cos(\text{unghi})$ , unde  $|V|$  și  $|N|$  sunt modulele celor doi vectori, iar *unghi* este unghiul dintre aceștia.