

Desen tehnic si Infografică (2); Note de curs

- Curs 7 -

MODELAREA 3D A AOBIECTELOR

Modelele geometrice tridimensionale sunt structuri numerice ce descriu aspectele spațiale caracteristice ale obiectelor destinate unei aplicații specifice. Datele geometrice ale obiectelor tridimensionale sunt necesare în multe domenii științifice și ingineresti, cum ar fi: (1) tehnologiile de obținere a circuitelor integrate, (2) sisteme informatice geografice, (3) grafica computerizată, (4) proiectarea și fabricarea produselor din construcția de mașini, etc. În funcție de domeniul de utilizare reprezentarea obiectelor poate fi bidimensională sau tridimensională.

Proiectarea unui obiect, care în final va reprezenta un produs industrial, include și o etapă de construcție a modelului geometric utilizat pentru analiza și validarea soluțiilor tehnologice adoptate pentru producerea lui, precum și a comportării sub diverse solicitări specifice domeniului de utilizare.

Mijloacele de modelare geometrică sunt strâns legate de grafica computațională și dezvoltarea acesteia de la grafica bidimensională la cea tridimensională. În primii ani de dezvoltare grafica computațională definea doar obiectele bidimensionale prin secvențe de comenzi de desenare (linii, aere de cers, litere, etc), însă în scurt timp a devenit clar că este important a face distincție între modelul obiectului ce trebuie afișat și însuși primitivele folosite pentru afișare. Această distincție a devenit importantă mai ales în cazul aplicațiilor grafice tridimensionale. Astăzi, o aplicație grafică tipică cuprinde o interfață utilizator de tip grafic, prin intermediul căreia utilizatorul definește modele grafice ale obiectelor ce trebuie afișate. Modelele grafice sunt apoi generate (rendering) pe dispozitivul de afișare prin intermediul unor echipamente hardware și produse software de sinteză a imaginii.

Modelele grafice sunt realizate pe baza modelelor geometrice care descriu forma și geometria obiectelor, însă cuprind și alte elemente ca textură, culoare, umbre, iluminare etc necesare îmbunătățirii realismului imaginii obiectului. necesitatea utilizării și altor elemente pentru model, în afară de modelul geometric, depinde de aplicația pentru care a fost creat modelul grafic.

În activitățile industriale modelele geometrice sunt frecvent utilizate în aplicații de tipul CAD (Computer-Aided Design)/ CAM(Computer-Aided Manufacturing)/ CAE (Computer-Aided Engineering). Modelele geometrice utilizate în astfel de activități trebuie să fie suficient de precise și fidele încât să permită fabricarea obiectelor dorite în toleranțele cerute, să determine dacă există ciocniri între elementele unui ansamblu, etc. Spre deosebire de aplicațiile grafice generale, unde modelele nu trebuie să fie realiste ci să determine formarea unor imagini cu înfățișare realistă pentru observatorul uman, aplicațiile grafice de tipul CAD/CAM/CAE trebuie să folosească modele geometrice, care să fie cât mai apropiate de realitate. Modelele geometrice sunt obținute prin ceea ce se numește modelare geometrică.

Modelarea 3D a obiectelor se poate realiza în trei moduri de reprezentare, **Wireframe** (Retea), **Surface** (Suprafețe) sau **Solid**.

1. **Wireframe** (rețea):

Modul de reprezentare de tip wireframe (rețea) reprezintă primul mod în care s-au reprezentat obiecte în trei dimensiuni în aplicațiile grafice de tipul CAD (figura 1). În acest mod, corpul este compus dintr-o sumă de linii, arce și cercuri, ce-l mărginesc. Este practic o colivie, care la rândul ei, nu are proprietăți de masă, dar sugerează bine volumul. Aceasta reprezentare rămâne la stadiul de sugestie a realității 3D, deoarece proprietățile corpurilor astfel definite nu respecta legile fizicii (pot ocupa același volum fără să se deranjeze reciproc, fără a „ști” unul de altul). Este încă un mod de reprezentare 3D folosit pentru a păstra compatibilitatea cu versiunile mai vechi. Singura informație conținută de corp despre el sunt dimensiunile acestuia.

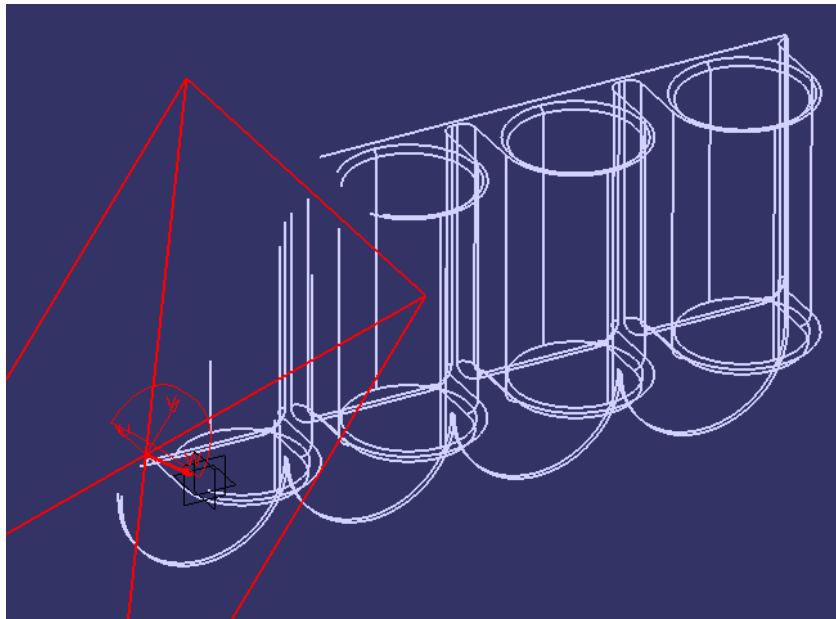


Fig. 1. Mod de reprezentare *wireframe*, parțial secționat

2. **Surfaces** (suprafețe):

În cazul modului de reprezentare de tip surfaces (suprafețe) un volum este reprezentat prin suprafața sa exterioară, de grosime zero. Similitudinea se poate face cu un ou gol, sau cu un balon umflat. Ca și la reprezentarea wireframe, două corpuri astfel definite - surface - pot ocupa parțial sau total același loc în spațiu fără să știe una de alta. Pe lângă propriile dimensiuni, corpurile definite astfel mai au informații despre aria suprafeței ce le definesc. Deci au o arie. Aceasta formă de reprezentare a obiectelor 3D este avantajoasă pentru că este ușor de manevrat (nu necesită resurse mari) și suprafețele i se poate atașa o textură. Cu alte cuvinte, această metodă este bună când este mai important cum arată obiectul decât cum se comporta.

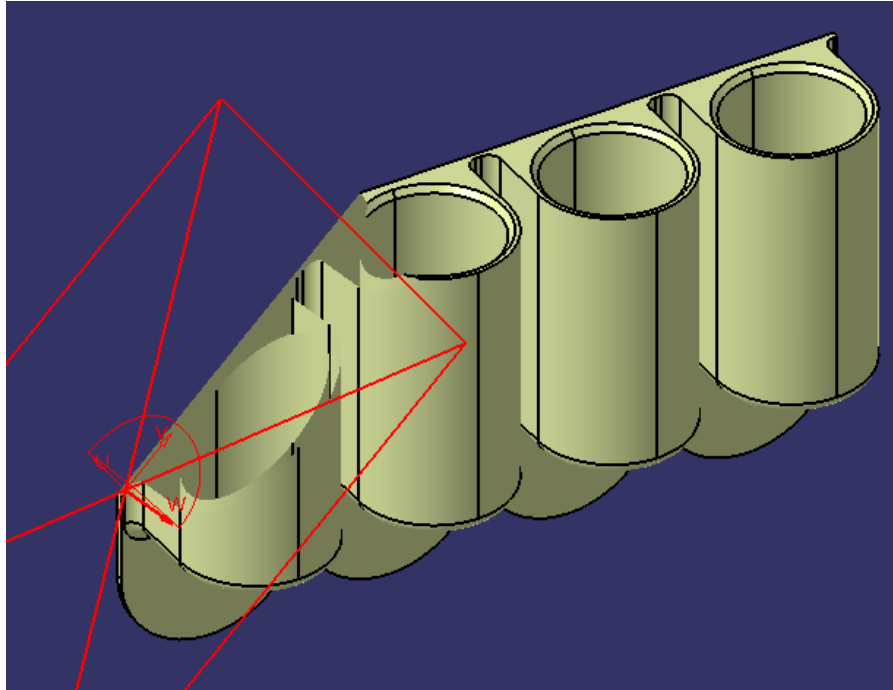


Fig. 2. Mod de reprezentare *surfaces* (*suprafețe*), parțial secționat

3. **Solid:** Este modul de definire a obiectelor 3D cel mai apropiat de realitate. Atributele ce însoțesc reprezentarea grafică și conferă obiectului un comportament identic (sau aproape) cu perechea sa din realitate. Astfel, doua (obiecte) solide nu pot ocupa același loc în spațiu fără sa se deranjeze reciproc, recunoscând vecinătatea altui corp (vezi operațiile booleene). În plus față de obiectele definite ca suprafețe, solidele mai au și proprietate de volum (daca definim un tip de material), masa, momente de inerție etc. Reprezentarea prin solide este modul de reprezentare cel mai utilizat în prezent de majoritatea programelor de CAD, dezvoltând facilități de manevrare a obiectelor în acest format.

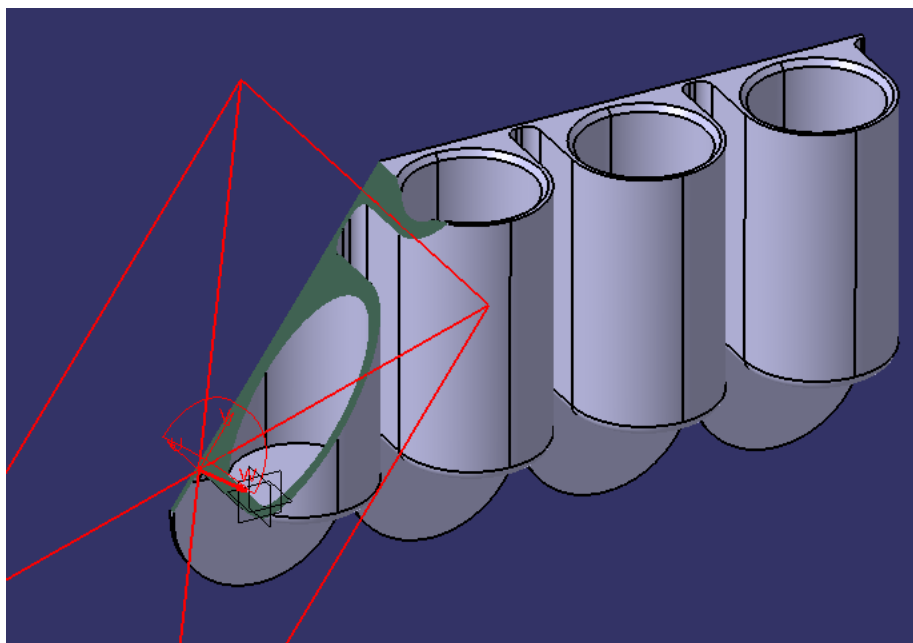


Fig. 2. Mod de reprezentare *solid*, parțial secționat

MODELAREA WIREFRAME A OBIECTELOR; ENTITATI WIREFRAME ELEMENTARE.

Rețelele wireframe (cadru de sârmă) sunt utilizate de obicei pentru reprezentarea obiectelor tridimensionale, fiind întâlnite în multe programe pentru modelare. O rețea wireframe constă dintr-un set de noduri (vertex-uri) și un set de muchii (edge) care conectează într-o anumită ordine nodurile. Deși reprezintă modele geometrice ale obiectelor tridimensionale, însăși componentele rețelei wireframe (noduri și muchii) au volum nul. Atunci când se vizualizează pe un suport bidimensional imaginea obținută prin proiecția modelului wireframe nu se transmit și datele tridimensionale pe care obiectul le deține.

O îmbunătățire a datelor referitoare la obiect se obține prin proiecția perspectivă, care furnizează date geometrice care simulează adâncimea, însă pentru modelele complexe cu formă geometrică complicată ea nu este încă foarte eficientă. Modelarea wireframe are avantajul simplității și a necesarului mai redus de resurse ale sistemului. Totuși, este dificil, în absența fațetelor, să se distingă care părți ale modelului reprezintă obiecte pline.

Sistemele CAD/CAM utilizează pentru crearea modelelor wireframe entități de două tipuri:

(A) analitice: punctele, segmentele de dreaptă sau curbe, cercurile sau arcele de cerc și curbele conice (elipse, parabole, hiperbole, etc).

(B) sintetice: includ diferite tipuri de curbe spline (cubice spline, B-spline, β -spline) și curbe Bezier.

Definirea **entităților wireframe elementare** se face prin două moduri: implicit și explicit. Modul explicit reprezintă coordonatele, ecuațiile și modul de obținere. Definirea implicită reprezintă includerea acestora în setul de caracteristici ale unor alte entități grafice.

A1. Punctul:

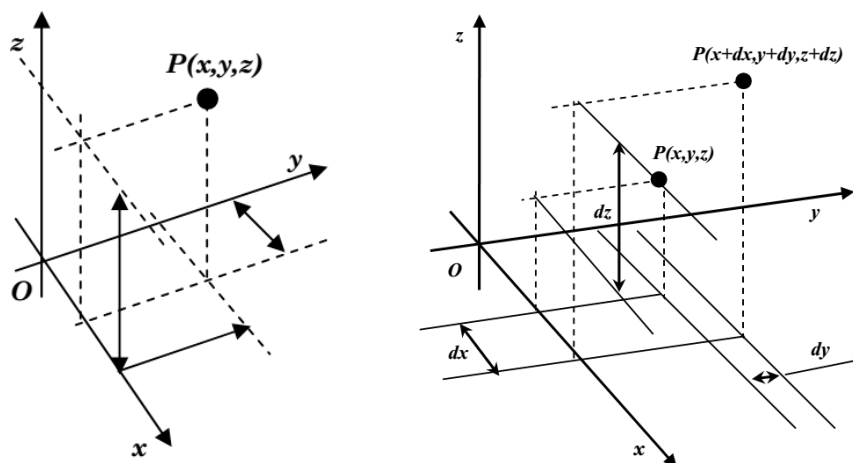


Fig. 4. Definirea explicită a unui punct: a) folosind coordonate; b) prin incrementare

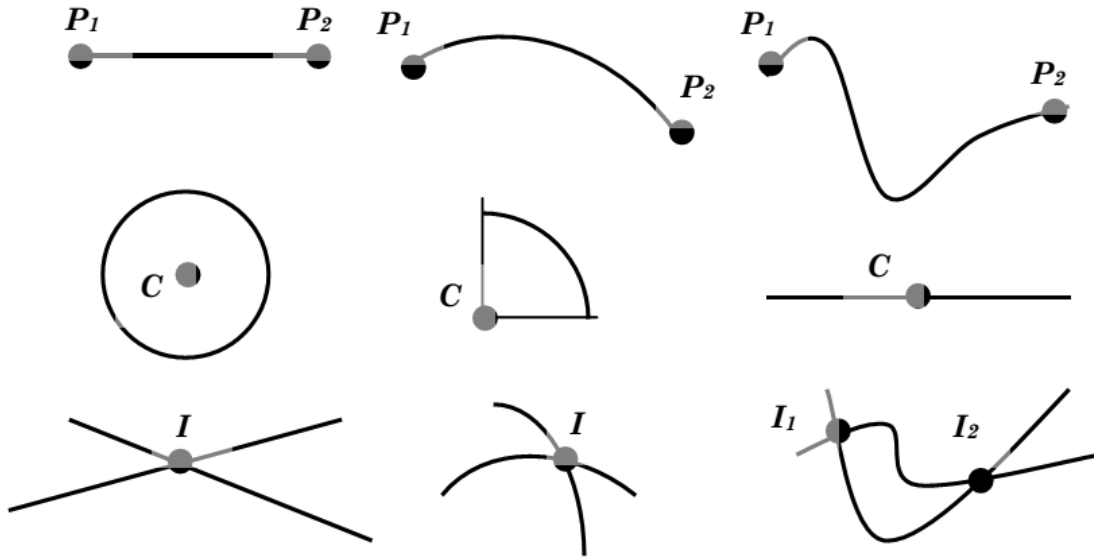


Figura 5. Definierea implicită a punctelor ca puncte de capăt, puncte caracteristice, puncte de intersecție

A.2. **Cercul** sau **arcul de cerc** pot fi construite atunci când sunt cunoscute: (1) raza și centrul acestora sau diametrul, cazuri în care pentru arc sunt necesare și unghiurile de început și de sfârșit, (2) coordonatele a trei puncte, (3) coordonatele punctului de centru și a unui alt punct de pe cerc sau arc, iar pentru arc unghiurile de început și sfârșit, (4) raza și o direcție tangentă la cerc.

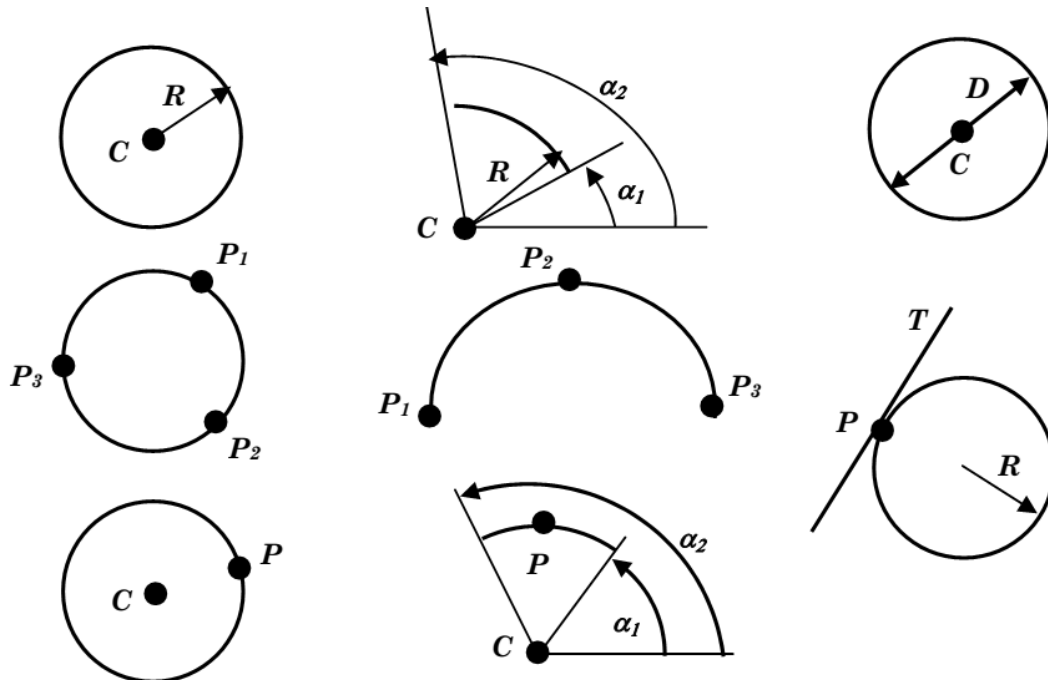


Figura 6. Reprezentarea cercurilor și a arcelor de cerc.

A.3. **Elipsa** poate fi construită dacă se cunosc: (1) centrul și lungimea semiaxelor, (2) patru puncte, (3) două diametre conjugate (Figura 7). **Parabolele** pot fi definite dacă sunt cunoscute: (1) coordonatele vârfului și ale focarului, (2) trei puncte (Figura 7).

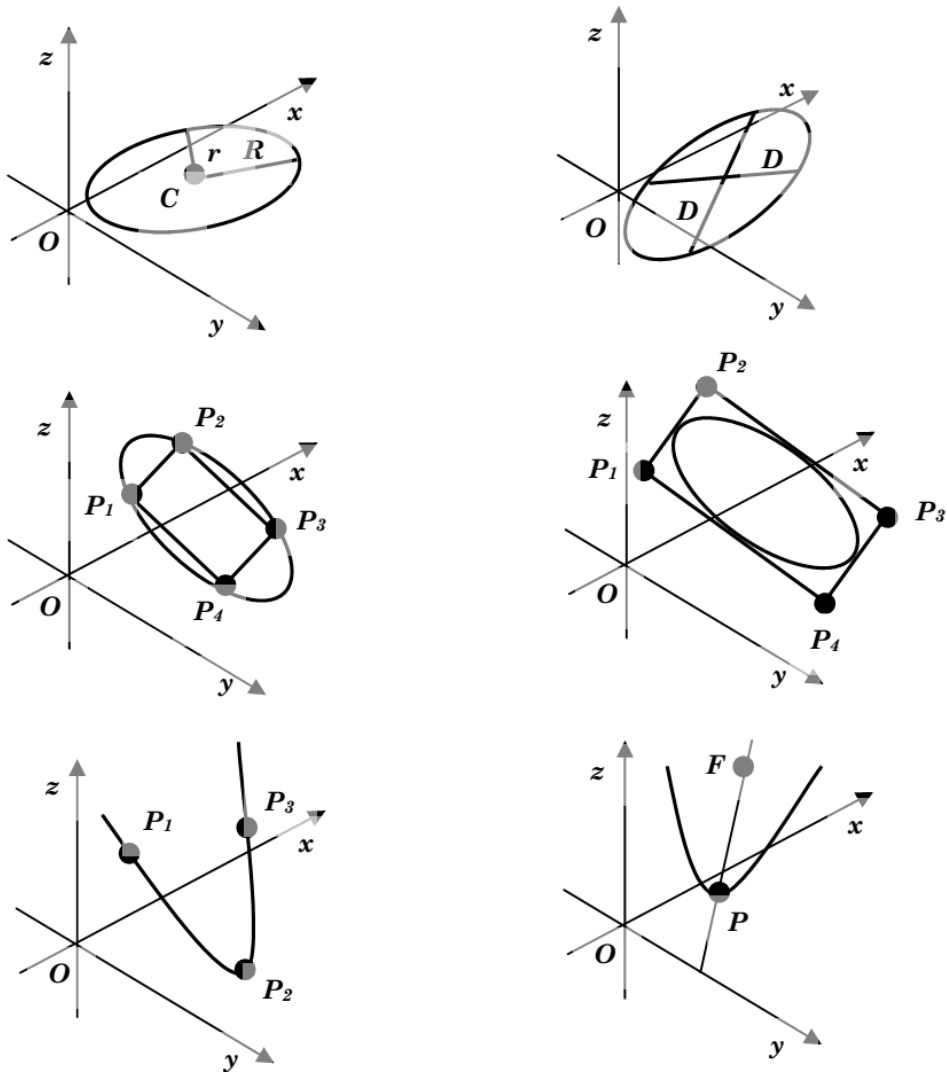


Figura 6. Metode de construcție și definire a elipselor și parabolilor

2 Entități sintetice: pentru curbele spline, un set de puncte și pantele de început și sfârșit pentru curbele Bezier printr-un set de puncte, pentru cubicele B-spline prin aproximarea unui set de puncte date sau prin interpolarea unui set de puncte.

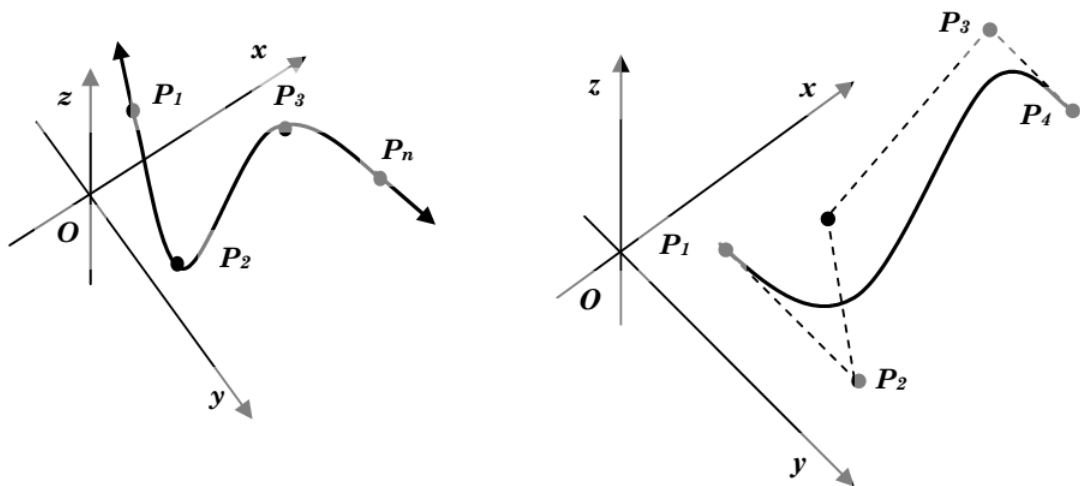


Figura. 7. a) Curbă spline cubică; b) curbă Bézier

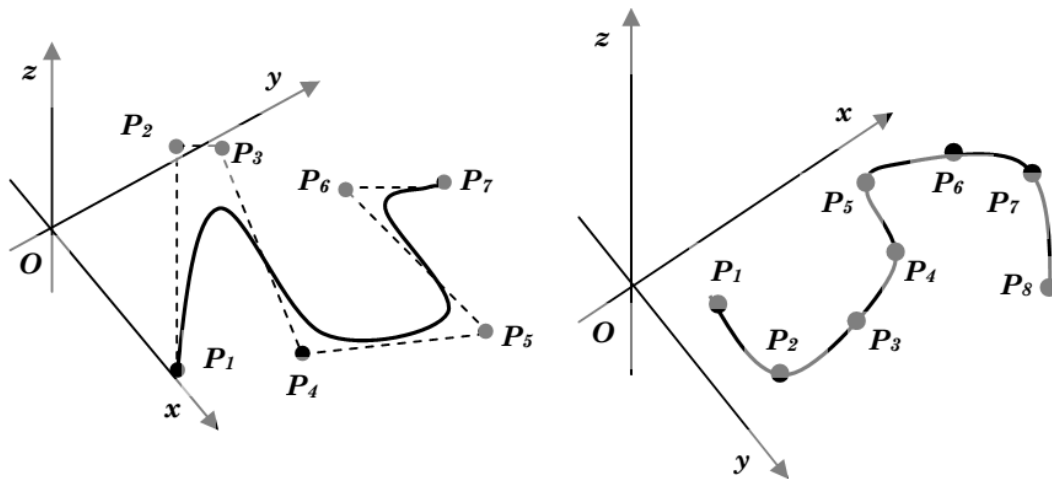


Figura 8. a) Curbă B-spline construită prin aproximare; d) curbă B-spline construită prin interpolare.