

Dedicat celei de-a 35-a aniversări a Universității din Baia Mare

DIAGrame TERnARE

Cristian RUSU

Subiectul acestui articol ar putea părea banal dar este suficient de interesant încât să fi trezit interesul unei reviste atât de prestigioase cum este "Computers & Geosciences" [2].

Ce sunt deci diagramele ternare? Sunt reprezentări grafice a trei atribute cantitative ale unui set de date x_i , y_i , z_i . Reprezentarea se face în planul unui triunghi echilateral. Condiția de reprezentare a datelor este:

$$x_i + y_i + z_i = 100 .$$

Pentru ca această condiție să fie îndeplinită, datele inițiale se recalculează la 100% :

$$x'_i = \frac{x_i \cdot 100}{x_i + y_i + z_i} ;$$

$$y'_i = \frac{y_i \cdot 100}{x_i + y_i + z_i} ;$$

$$z'_i = \frac{z_i \cdot 100}{x_i + y_i + z_i} .$$

Un triplet (x'_i, y'_i, z'_i) este reprezentat printr-un punct în interiorul triunghiului de reprezentare, situat față de vârfurile triunghiului la distanțe proporționale cu valorile x'_i, y'_i, z'_i .

Diagramele ternare scot în evidență tendința de grupare a datelor, dacă acesta există. Dacă nu, datele sunt distribuite relativ uniform pe întreaga suprafață a triunghiului de reprezentare.

Deci principiul de reprezentare este simplu, problema reprezentării automate a diagramelor ternare nu este lipsită de interes, din mai multe motive:

- reprezentarea manuală este laborioasă și devine inacceptabilă pentru un set mare de date;
- programele de tip tabele de calcul, des utilizate pentru prelucrări simple ale datelor primare, nu oferă astfel de reprezentări grafice;
- reprezentările de acest tip sunt des utilizate în multe domenii.

Un program simplu, ușor de utilizat, pentru reprezentarea datelor sub forma unor diagrame ternare mi-a fost deseori solicitat, mai ales de către geologi. Deși diagramele ternare permit reprezentarea doar a unor triplete de valori, de multe ori este necesară reprezentarea a mai mult de trei caracteristici cantitative pentru o observație. Problema este ușor de soluționat dacă aceste atribute se grupează. În petrografie se pune de multe ori problema reprezentării compoziției mineralogice a unui zăcămint, sub formă diagramelor ternare. Să presupunem că pentru un zăcămint se cunosc conținuturile în calcopirită, pirită, sfalerit și galenă. Datele se vor reprezenta în acest caz în două diagrame ternare astfel:

- galenă, sfalerit, pirită + calcopirită;
- calcopirită, pirită, galenă + sfalerit.

Dacă este necesară reprezentarea mai multor seturi de date pe aceeași diagramă se pot adopta două soluții:

- reprezentarea seturilor diferite de date cu semne grafice diferite;
- reprezentarea seturilor diferite de date cu culori diferite

Evident, a doua soluție, dacă este accesibilă (imprimantă grafică color), este mult mai sugestivă. Un posibil exemplu este reprezentarea mineralizației pentru probele prelevate de pe filioane

diferite ale unui gâcământ cu culori diferite. Într-o astfel de reprezentare se obține o imagine de ansamblu, sugestivă, putându-se face ușor comparații între tendințele ce se manifestă în diferite seturi de date. Culoarea sau semnul grafic reprezintă, de obicei, un atribut calitativ al setului de date (apartenența la un anumit filon, în cazul discutat).

O problemă mult mai complexă o constituie trasarea de izolinii (curbe de nivel) pe baza densității datelor pe suprafața diagramei. Se pot evidenția astfel concentrările de date în diagramă.

Un alt tip interesant de diagrame ternare îl constituie cele în care datele reprezentate pot fi ierarhizate și unite, pornind de la această ierarhie, într-un graf orientat. Dacă datele sunt caracterizate și de un atribut "timp", această ierarhie poate fi una temporală. O astfel de reprezentare este sugestivă doar atunci când setul de date nu este excesiv de mare. Un exemplu interesant în acest sens îl constituie, în marketing, studiul conjuncturii pieței prin analiza răspunsului global. Se obține în acest caz curba răspunsului global.

Așa cum am mai spus, datele inițiale sunt, de obicei, prelucrate cu programe de calcul tabelar (Excel, QuattroPro). Acestea permit efectuarea de calcule statistice (și reprezentări grafice sugestive (histograme de repartiție, poligoane de frecvență, dreptce de regresie etc.)). Nu însă și reprezentarea diagramelor ternare. Pentru aceasta este necesară o soluție de genul celei prezentate în [2].

O altă soluție este realizarea unui program independent pentru reprezentarea diagramelor ternare. Avantajul este că programul astfel realizat poate constitui un modul integrabil în orice alt program mai complex, oricând este necesară utilizarea diagramelor ternare. Datele de intrare pot fi datele primare de observație, caz în care recalculul va fi efectuat chiar în programul de reprezentare, sau pot fi date prelucrate anterior cu programe de calcul tabelar, caz în care din cele trei valori de reprezentat sunt suficiente doar două, a treia constituind-o întotdeauna

diferența până la 100%. Programele de tip tabele de calcul permit exportul de fișiere de tip text, care se pot constitui ca intrări pentru programul de reprezentare a diagramei ternare.

Algoritmul este simplu și poate fi ușor implementat. Un program minimal va reprezenta un singur set de date, deja recalculat, citite dintr-un singur fișier. Un astfel de program va utiliza în Pascal unit-urile Graph și Crt iar în C bibliotecile <stdio.h>, <conio.h>, <graphics.h>. Un program mai complex, care să permită reprezentarea pe aceeași diagramă a mai multor seturi de date, va mai utiliza funcțiile imagesize pentru salvarea/restaurarea imaginii și procedurile getmem, getimage, pentru salvare, respectiv putimage, freemem pentru restaurare. Reprezentarea la imprimantă, pentru toate aceste cazuri de programe DOS se poate face, simplu și eficient, printr-o simplă copie a ecranului. Un program deosebit se poate realiza prin programare obiectuală. Un astfel de program va putea fi mult mai ușor integrat într-o aplicație complexă. Utilizând biblioteca de obiecte TurboVision se poate obține o interfață utilizator foarte elegantă.

O implementare pentru mediul Windows va utiliza funcțiile API și GDI. Tipărirea desenelor ar fi, în acest caz, rezolvată prin utilizarea driver-elor Windows. O tratare obiectuală va utiliza biblioteca de obiecte OWL. O abordare mai complexă sub mediul Windows poate utiliza protocolul DDE pentru comunicația între aplicații. Se poate astfel stabili o legătură directă, spre exemplu, între un program de calcul tabelar, un program de reprezentări grafice (inclusiv diagrame ternare) și un program de tehnoredactare.

În continuare este prezentată sursa unui program Pascal care realizează, pe baza unor fișiere text cu seturi de două valori de intrare (a treia fiind implicită), reprezentarea mai multor seturi de date pe aceeași diagramă ternară, cu culori diferite. Datele pot fi reprezentate opțional și sub forma unor grafuri orientat.

```

(ternar.PAS)

(reprezentare diagrama ternara)

uses Graph,Crt,Dos;

label
  reia;

var
  gd,gm: integer;
  xmax,ymax: integer;
  cul: integer;
  car: char;
  xp,yp,xold,yold: integer;
  x1,y1,x2,y2,x3,y3: integer;
  unu,dol,l,h: real;
  fisier,text1,text2,text3: string;
  fis: text;
  p1,p2,p3,p4:pointer;
  s1,s2,s3,s4:word;
  graf:boolean;
  ff:searchrec;

{ procedura reprezentare sageata }
procedure sag(x1,y1,x2,y2:integer);
var
  n,d:real;
  xp,yp,xs1,ys1,xs2,ys2:integer;
begin
  if x1<>x2 then n:=(y2-y1)/(x2-x1) else n:=1e10;
  d:=5/sqrt(1+sqr(n));
  if x1<x2 then xp:=x2-round(d) else xp:=x2+round(d);
  if y1<y2 then yp:=y2-round(abs(n*d)) else
  yp:=y2+round(abs(n*d));
  ys1:=round(yp-d/2);
  ys2:=round(yp+d/2);
  xs1:=round(xp+n*d/2);
  xs2:=round(xp-n*d/2);
  line(x1,y1,x2,y2);
  line(x2,y2,xs1,ys1);
  line(x2,y2,xs2,ys2);
end;

begin
  { antet program }
  clrscr; textcolor(2);
  gotoxy(1,1); write('          PROGRAM REPREZENTARE
D I A G R A M E   T E R N A R E');
  gotoxy(66,24); write('Cristian Rusu');
  textcolor(15); window(1,3,60,23);

```

```

( date de intrare )
write('Graf orientat ? (D/N) ; [N] '); car:=readkey;
if (car='d') or (car='D') then graf:=true else graf:=false;
writeln;
writeln;
writeln('      LEGENDA:');
write('Text sus : '); readln(text1);
write('Text stanga : '); readln(text2);
write('Text jos : '); readln(text3);
clrscr;
doserror:=0;
repeat
  write('Fisier date : '); readln(fisier);
  findfirst(fisier,$3f,ff);
  if doserror<>0 then
    begin
      write('Fisierul nu exista : Continuati ? (D/N) ; [D] ');
      car:=readkey;
      if (car='n') or (car='N') then
        begin
          window(1,1,80,25);
          clrscr;
          halt(1);
        end;
      clrscr;
    end;
until doserror=0;
assign(fis,fisier); reset(fis);
writeln;
writeln('      0      negru');
writeln('      1      albastru');
writeln('      2      verde');
writeln('      3      vernil');
writeln('      4      rosu');
writeln('      5      mov');
writeln('      6      maro');
writeln('      7      gri luminos');
writeln('      8      gri inchis');
writeln('      9      albastru luminos');
writeln('     10      verde luminos');
writeln('     11      vernil luminos');
writeln('     12      rosu luminos');
writeln('     13      mov luminos');
writeln('     14      galben');
writeln('     15      alb');
writeln;
write('Alegeti culoarea de reprezentare : ');
readln(cul);
( initializare grafica )
gd := detect;
initgraph(Gd, Cm, ' ');

```

```

if graphresult <> grOk then
  halt(1);
xmax:=getmaxx;
ymax:=getmaxy;
h:=ymax-ymax/5;
l:=2*h/sqrt(3);
x1:=round(xmax/2);
y1:=round(ymax/10);
x2:=round(x1-l/2);
y2:=round(y1+h);
x3:=round(x1+l/2);
y3:=y2;
( contour diagrama, legenda )
line(x1,y1,x2,y2);
line(x2,y2,x3,y3);
line(x3,y3,x1,y1);
settextjustify(centertext,bottomtext);
outtextxy(x1-5,y1-5,text1);
settextjustify(centertext,toptext);
outtextxy(x2+5,y2+5,text2);
settextjustify(centertext,toptext);
outtextxy(x3+5,y3+5,text3);
( ciclu reprezentare diagrama )
rela:
setcolor(cul);
xold:=-1;
while not eof(fis) do
begin
  readln(fis,unu,doi);
  if (unu>=0) and (doi>=0) and (unu+doi<=100) then
  begin
    yp:=round(y2-unu*h/100);
    xp:=round(x3-doi*l/100-unu*h/100/sqrt(3));
    rectangle(xp-1,yp-1,xp+1,yp+1);
    if graf and (xold>=0) then saq(xold,yold,xp,yp);
    xold:=xp; yold:=yp;
  end;
end;
close(fis);
setcolor(15);
settextjustify(righttext,bottomtext);
outtextxy(xmax,ymax,'Apasati o tasta ...');
readln;
( salvare imagine )
s1:=imagesize(0,0,getmaxx div 2,getmaxy div 2);
getmem(p1,s1);
getimage(0,0,getmaxx div 2,getmaxy div 2,p1^);
s2:=imagesize(getmaxx div 2,getmaxy div 2,getmaxx,getmaxy);
getmem(p2,s2);
getimage(getmaxx div 2,getmaxy div 2,getmaxx,getmaxy,p2^);
s3:=imagesize(0,getmaxy div 2,getmaxx div 2,getmaxy);

```

```

getmen(p3,s3);
getimage(0,getmaxy div 2,getmaxx div 2,getmaxy,p3);
s4:=imagesize(getmaxx div 2,0,getmaxx,getmaxy div 2);
getmen(p4,s4);
getimage(getmaxx div 2,0,getmaxx,getmaxy div 2,p4);
{ revenire in mod text, dialog }
restorecrtmode;
window(1,1,80,25);
clrscr; textcolor(2);
gotoxy(1,1); write('      PROGRAM REPRESENTARE
D I A G R A M E T E R N A R E');
gotoxy(66,24); write('Cristian Rusu');
textcolor(15); window(1,3,80,23);
write('Alte date ? (D/N) ; [N] '); car:=readkey;
if (car='d') or (car='D') then
begin
  clrscr;
  doserror:=0;
  repeat
    write('Fisier date : '); readln(fisier);
  until first(fisier,S3f,ff);
  if doserror<>0 then
  begin
    write('Fisierul nu exista ! Continuati ? (D/N) ; [D] ');
    car:=readkey;
    if (car='n') or (car='N') then
    begin
      window(1,1,80,25);
      clrscr;
      halt(1);
    end;
    clrscr;
  end;
  until doserror=0;
  assign(fis,fisier); reset(fis);
  writeln;
  writeln('      0      negru');
  writeln('      1      albastru');
  writeln('      2      verde');
  writeln('      3      vernil');
  writeln('      4      rosu');
  writeln('      5      mov');
  writeln('      6      maro');
  writeln('      7      gri luminos');
  writeln('      8      gri inchis');
  writeln('      9      albastru luminos');
  writeln('     10      verde luminos');
  writeln('     11      vernil luminos');
  writeln('     12      rosu luminos');
  writeln('     13      mov luminos');
  writeln('     14      galben');

```

```

writeln('      15      alb');
writeln;
write('Alegeti culoarea de reprezentare : ');
readln(cul);
( restaurare imagine )
setgraphmode(gm);
putimage(0,0,p1^,0);
putimage(getmaxx div 2, getmaxy div 2,p2^,0);
putimage(0,getmaxy div 2,p3^,0);
putimage(getmaxx div 2,0,p4^,0);
freemem(p1,s1); freemem(p2,s2); freemem(p3,s3); freemem(p4,s4);
goto raia;
end;
window(1,1,80,25);
clrscr;
end.

```

BIBLIOGRAFIE

1. RUSU CRISTIAN, Reprezentarea diagramei ternare*, Ziua liceului teoretic Vasile Lucaciu, Baia Mare, ianuarie 1996
2. DANIEL MARSHALL, TernPlot: an Excel spreadsheet for ternary diagrams, Computers & Geosciences, vol.22 (1996), no.6, p.697-699

TERNARY CHARTS

Abstract. The ternary charts are often use for graphical data presentation. The ternary charts may also use the oriented graphs.

This paper is an approche to this simply but very important subject. A Pascal program example is also present.

Universitatea Baia Mare
Str. Victoriei 76, 4800 Baia Mare
ROMANIA