

Tema optimizari  
Traistaru Alexandru Mihai  
Grupa 324AA

Scopul temei a fost aplicarea unor metode de optimizare pentru rezolvarea unei probleme de regresie. Am utilizat baza de date 'Wine Quality' pentru a antrena modele care prezic calitatea vinului pe baza caracteristicilor fizico-chimice. Sarcina de invatare aleasa este regresia.

Baza de date folosita este 'winequality-white.csv', care contine 4898 de mostre de vin alb, fiecare cu 11 caracteristici si un scor de calitate (eticheta). Datele au fost normalizate (media 0, deviatia standard 1) si a fost adaugat un bias pentru stabilitate. Ca si caracteristici regasim:

Nr. Parametru	Descriere
1 Fixed acidity	Aciditatea fixa (ex: acid tartric)
2 Volatile acidity	Aciditatea volatilă (ex: acid acetic)
3 Citric acid	Continutul de acid citric
4 Residual sugar	Zaharuri reziduale (g/L)
5 Chlorides	Concentratia de cloruri (sare)
6 Free sulfur dioxide	Dioxid de sulf liber (mg/L)
7 Total sulfur dioxide	Dioxid de sulf total (mg/L)
8 Density	Densitatea lichidului
9 pH	pH-ul vinului
10 Sulphates	Continutul de sulfati
11 Alcohol	Continutul de alcool (%)

Pe langa aceste 11 caracteristici, ultima coloana din baza de date reprezinta scorul de calitate (quality) al vinului, o valoare intreaga intre 3 si 9. Aceasta coloana de scor a fost folosita ca eticheta (y), adica valoarea reala pe care vrem sa o aproximam in problema noastra de regresie.

Am folosit implementate trei metode de optimizare:

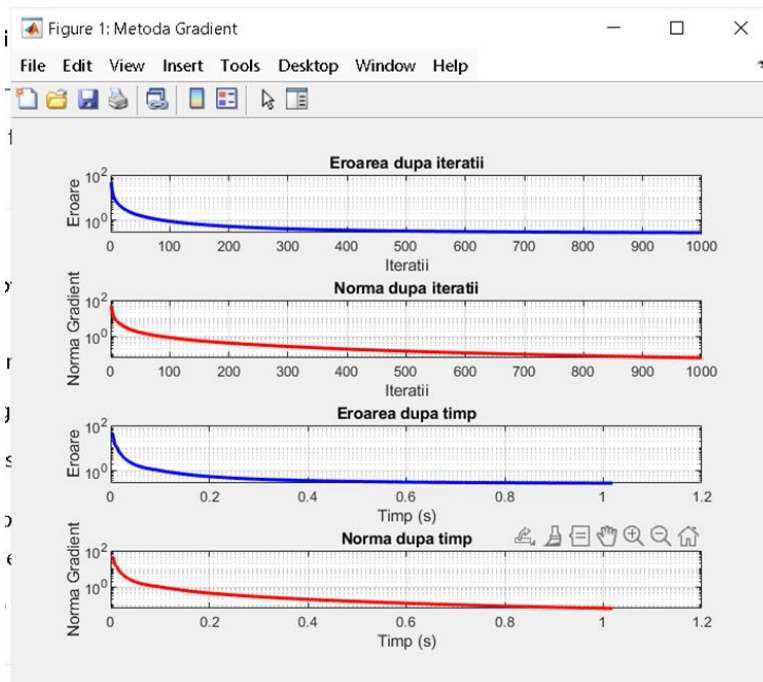
- Gradient: o metoda simpla care face pasi in sensul opus gradientului.
- Levenberg–Marquardt: o metoda care combina Gradient si Newton, folosind o regularizare lambda.
- Newton: o metoda rapida care foloseste Hessiana pentru a ajusta pasii, cu regularizare pentru a evita problemele de inversare. La metoda Newton s-a folosit o regularizare adaugand o constanta mica pe diagonala Hessianeii, pentru a preveni erorile cauzate de o matrice aproape singulara.

Au fost comparate metodele pe baza normei gradientului, a erorii (MSE), a timpului de rulare si a scorului  $R^2$ .

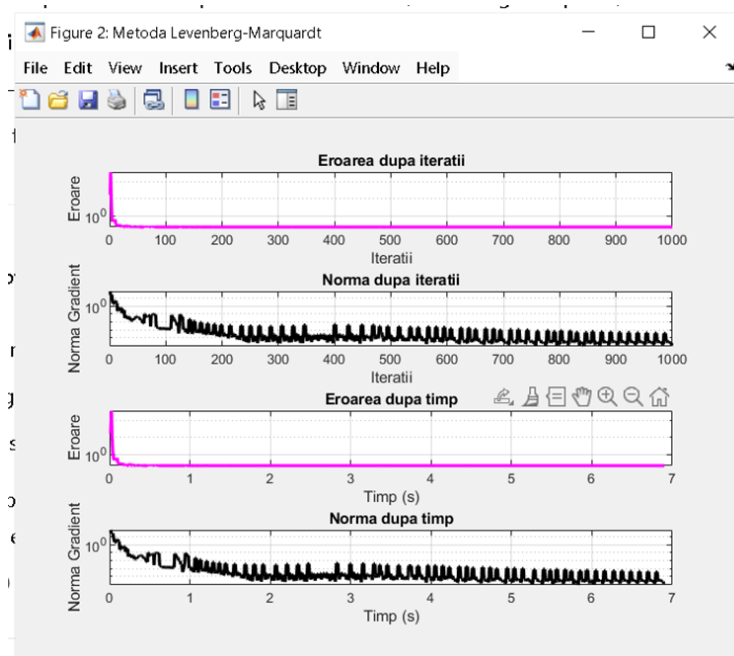
```
Scor  $R^2$  Gradient: 0.287
Scor  $R^2$  Levenberg-Marquardt: 0.388
Scor  $R^2$  Newton: 0.379

MSE Gradient: 0.577
MSE Levenberg-Marquardt: 0.495
MSE Newton: 0.503
```

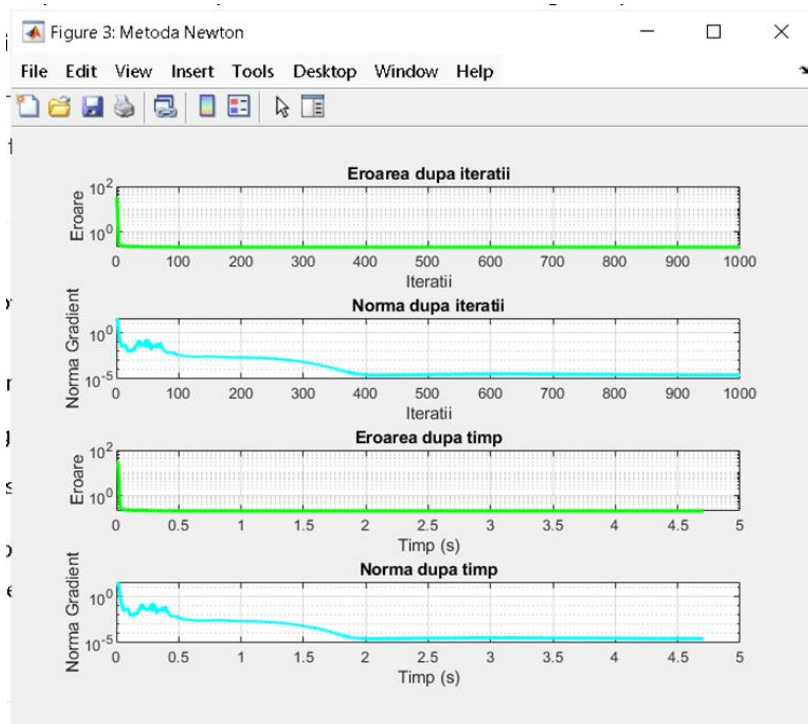
Am facut grafice pentru eroare medie patratica (MSE care este si functie obiectiv) in functie de iteratii si norma in functie de iteratii si timp.



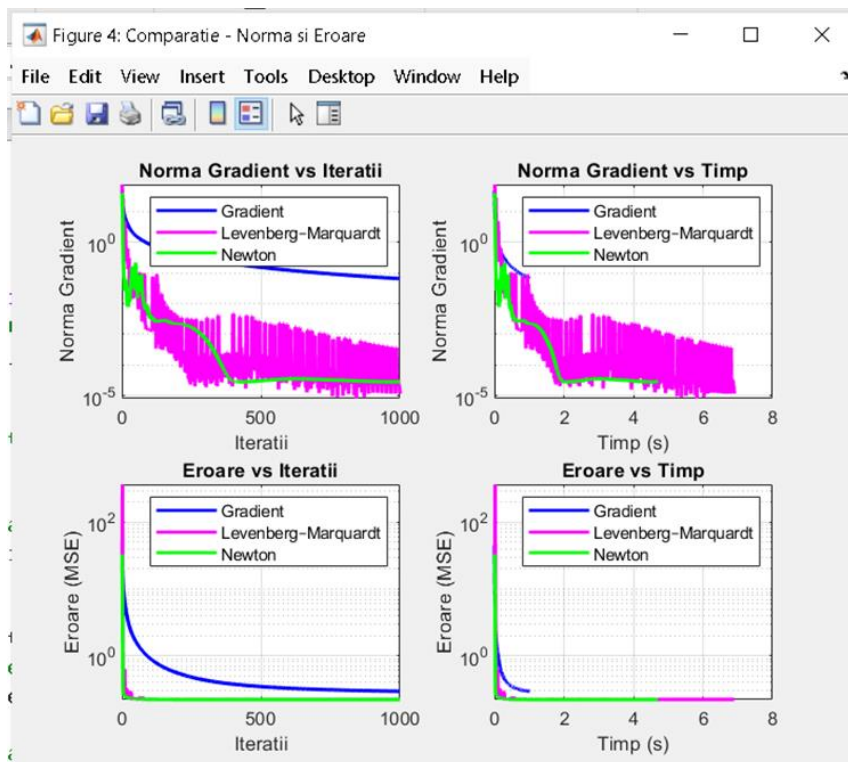
Grafic metoda gradient



Grafic Levenberg Marquardt



Grafic metoda Newton



Aici am comparat in mod direct cele 3 metode folosite

De asemenea, am verificat fiecare metoda pe parcursul rularii din 100 in 100 de iteratii, maximul fiind de 1000.

metoda gradient

metoda gradient la iteratia 1, eroarea este 45.729 si norma este 48.60215  
metoda gradient la iteratia 100, eroarea este 0.919 si norma este 0.86204  
metoda gradient la iteratia 200, eroarea este 0.549 si norma este 0.42713  
metoda gradient la iteratia 300, eroarea este 0.429 si norma este 0.27679  
metoda gradient la iteratia 400, eroarea este 0.374 si norma este 0.19833  
metoda gradient la iteratia 500, eroarea este 0.344 si norma este 0.15246  
metoda gradient la iteratia 600, eroarea este 0.325 si norma este 0.12258  
metoda gradient la iteratia 700, eroarea este 0.312 si norma este 0.10151  
metoda gradient la iteratia 800, eroarea este 0.304 si norma este 0.08594  
metoda gradient la iteratia 900, eroarea este 0.297 si norma este 0.07410  
metoda gradient la iteratia 1000, eroarea este 0.293 si norma este 0.06494

metoda levenberg marquardt

metoda levenberg marquardt la iteratia 1, eroarea este de 17.463, norma este 76.51479  
metoda levenberg marquardt la iteratia 100, eroarea este de 0.221, norma este 0.00140  
metoda levenberg marquardt la iteratia 200, eroarea este de 0.221, norma este 0.00408  
metoda levenberg marquardt la iteratia 300, eroarea este de 0.221, norma este 0.00011  
metoda levenberg marquardt la iteratia 400, eroarea este de 0.221, norma este 0.00466  
metoda levenberg marquardt la iteratia 500, eroarea este de 0.221, norma este 0.00023  
metoda levenberg marquardt la iteratia 600, eroarea este de 0.221, norma este 0.00008  
metoda levenberg marquardt la iteratia 700, eroarea este de 0.221, norma este 0.00007  
metoda levenberg marquardt la iteratia 800, eroarea este de 0.221, norma este 0.00001  
metoda levenberg marquardt la iteratia 900, eroarea este de 0.221, norma este 0.00002  
metoda levenberg marquardt la iteratia 1000, eroarea este de 0.221, norma este 0.00001

metoda newton

metoda newton la iteratia 1, eroarea este de 33.173 si norma este 40.31609  
metoda newton la iteratia 100, eroarea este de 0.221 si norma este 0.00343  
metoda newton la iteratia 200, eroarea este de 0.220 si norma este 0.00205  
metoda newton la iteratia 300, eroarea este de 0.220 si norma este 0.00066  
metoda newton la iteratia 400, eroarea este de 0.220 si norma este 0.00003  
metoda newton la iteratia 500, eroarea este de 0.219 si norma este 0.00003  
metoda newton la iteratia 600, eroarea este de 0.219 si norma este 0.00003  
metoda newton la iteratia 700, eroarea este de 0.219 si norma este 0.00003  
metoda newton la iteratia 800, eroarea este de 0.219 si norma este 0.00003  
metoda newton la iteratia 900, eroarea este de 0.219 si norma este 0.00003  
metoda newton la iteratia 1000, eroarea este de 0.219 si norma este 0.00003

- Metoda Gradient are o scadere lenta si constanta a erorii si normei, dar dureaza mai mult.
- Metoda Levenberg-Marquardt converge mai rapid, insa are o norma mai fluctuanta.
- Metoda Newton are cea mai rapida scadere a normei gradientului, dar necesita regularizare.
- Global, Levenberg-Marquardt a dat cele mai bune rezultate din punct de vedere al scorului  $R^2$  si al MSE.

Atasat, pe moodle, gasiti codurile matlab aferente temei.