

Inteligență Artificială
Lucrare de laborator – Varianta 3
8 iunie 2024

În această lucrare veți dezvolta și antrena modele pentru clasificare de semnale provenite de la senzorii de tip accelerometru a 4 telefoane, obținute în timpul utilizării telefoanelor.

În directorul **data**, veți găsi un subdirector numit **train** ce conține 1000 de semnale de antrenare, fiecare stocat într-un fișier **.txt** separat. Aceste fișiere conțin 3 coloane, anume câte o coloană pentru fiecare axă pentru care accelerometrul raportează valori ale forței G : x , y , z . Pe fiecare linie, se găsesc 3 valori reprezentând descompunerea forței G pe cele 3 axe la un anumit moment de timp. Numărul de linii din fiecare fișier este dat de numărul de valori raportate într-o perioadă de 1.5 secunde.

Subdirectorul **test**, conține 400 de exemple de testare reprezentate în același format (câte un exemplu de test în fiecare fișier).

Semnalele au o lungime diferită unul față de celălalt, deoarece frecvența de raportare nu este constantă. Pentru a le putea folosi în exercițiile de mai jos, este nevoie să normalizați lungimea acestora, fie prin eliminarea valorilor de la final din semnalele mai lungi, fie prin adăugarea de zero-uri la final pentru semnalele mai scurte.

Fișierul **train.txt** conține pe fiecare linie numele unui fișier ce conține un semnal de antrenare, urmat de eticheta (de la 0 la 3) semnalului respectiv. Cele două valori sunt separate prin virgulă. Prima linie conține denumirea în engleză a celor două coloane.

Fișierul **test.txt** conține numele fișierelor de test (câte unul pe rând), fără etichete.

Rezolvați următoarele cerințe:

1. (2p) Antrenați și testați o rețea neuronală feed-forward (cu maxim 3 straturi) cu rată de învățare constantă și egală cu 10^{-3} pe datele disponibile. Pentru a obține punctajul acordat, trebuie să implementați corect modelul și să generați un fișier cu predicțiile pe datele de test (conform observațiilor de la final).

1p – acuratețe minimă pe datele de test = 80%

2p – acuratețe minimă pe datele de test = 85%

2. (2.5p) Implementați o funcție care să calculeze matricea de tranziție Markov pentru fiecare din cele 3 axe (x , y , z) ale unui semnal. Primul pas în calcularea acestor matrici este discretizarea semnalelor. În acest sens, trebuie să stabiliți o mulțime de k intervale de valori disjuncte și de lungime egală pentru fiecare dintre cele 3 axe (x , y , z), astfel încât valorile de pe fiecare axă să fie incluse într-unul din intervale. Apoi, puteți înlocui fiecare valoare din semnal cu indexul intervalului corespunzător. Pentru fiecare axă, trebuie să calculați o matrice A de dimensiune $k \times k$, unde componenta $A(i, j)$ conține probabilitatea de a trece din intervalul i în intervalul j . Parcurgând un semnalul discretizat de pe o anumită axă de la prima la ultima valoare din semnal, la fiecare pas t , incrementați celula corespunzătoare din matricea A . Ulterior, pentru a transforma valorile din A în probabilități, puteți normaliza matricea A prin împărțirea elementelor de pe fiecare linie la suma elementelor de pe linia respectivă. În final, funcția implementată trebuie să

returneze un vector obținut prin liniarizarea și concatenarea celor 3 matrici corespunzătoare axelor x, y, z.

Aplicați funcția pe datele de antrenare și test utilizând $k = 7$.

Exemplu:

Calculul matricei de tranziție pentru o singură axa dintr-un semnal, folosind $k = 4$.

Semnalul original:

$$S = [5.2, 4.1, 3.1, 6.8, 6.8, 2.5, 5.2, 1.4, 4.2, 4.2]$$

Intervalele:

$$[1.4, 2.75), [2.75, 4.1), [4.1, 5.45), [5.45, 6.8]$$

Semnalul discretizat:

$$D = [2, 2, 1, 3, 3, 0, 2, 0, 2, 2]$$

Matricea nenormalizată:

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 2 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Matricea A normalizată:

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0.25 & 0.25 & 0.5 & 0 \\ 0.5 & 0 & 0 & 0.5 \end{pmatrix}$$

În final, liniarizăm matricea și obținem următorul vector de trăsături:

$$X = [0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0.25, 0.25, 0.5, 0, 0.5, 0, 0, 0.5]$$

3. (2.5p) Antrenați și testați metoda celor mai apropiați vecini folosind vectorii de la exercițiul anterior. Pentru calculul distanței dintre exemple folosiți distanța Minkowski cu $p = 3$.

1p – acuratețe minimă pe datele de test = 87%

2p – acuratețe minimă pe datele de test = 89%

2.5p – acuratețe minimă pe datele de test = 91%

4. (2.5p) Antrenați și testați un model SVM cu parametrul kernel setat la valoarea 'precomputed'. Folosiți funcția nucleu Hellinger pentru a crea matricile kernel de antrenare și test pe baza vectorilor rezultați de la exercițiul 2.

1p – acuratețe minimă pe datele de test = 93%

2p – acuratețe minimă pe datele de test = 95%

2.5p – acuratețe minimă pe datele de test = 96%

5. (1.5p) Creați un raport al experimentelor însoțit de evaluarea pe un set de validare a diferite combinații de hiperparametri pentru modelele de la punctele 1, 3 și 4. Raportul poate conține tabele sau grafice.

1p - Oficiu

Observații importante:

După implementarea cerințelor de mai sus, trebuie să trimiteți într-un folder denumit {Nume}_{Prenume}_{Grupa}_{Varianta}:

a) Cel mult 1 submisie pentru setul de testare cu metodele de la punctul 1; cel mult 3 submisii pentru setul de testare cu fiecare din metodele de la punctele 3 și 4. O submisie constă într-un fișier .txt denumit:

`{Nume}_{Prenume}_{Grupa}_subiect{i}_solutia_{j}.txt`

unde i este numărul subiectului (1, 3 sau 4) și j este numărul submisiei (1, 2 sau 3), în care se află un denumirele fișierelor corespunzătoare exemplelor de test și etichetele prezise pentru toate exemplele de test, în același format ca fișierul **train.txt**.

b) Codul aferent pentru antrenarea modelelor și obținerea soluțiilor trimise. Pentru fiecare submisie, codul trebuie organizat într-un singur fișier .py denumit:

`{Nume}_{Prenume}_{Grupa}_subiect{i}_solutia_{j}.py`

unde i este numărul subiectului (1, 2, 3 sau 4) și j este numărul submisiei (1, 2 sau 3).

c) Raportul de la punctul 5.

Exemplu:

Denumire director: Popa_Marian_231_1

Prima submisie pentru subiectul 3: Popa_Marian_subiect3_solutia1.txt

Codul care a generat submisia de mai sus: Popa_Marian_subiect3_solutia1.py