

ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ 2021-2022

3Η ΓΡΑΠΤΗ ΑΣΚΗΣΗ

Ονοματεπώνυμο: Αθανασίου Ιωάννης

Εξάμηνο: 9ο

Αριθμός μητρώου: 03117041

ΑΣΚΗΣΗ 1

- Εκπαιδεύω έως ότου το διάνυσμα w να παραμένει σταθερό 6 (το πλήθος των διανυσμάτων εισόδου) διαδοχικές φορές.
 - Για τα διανύσματα των features x , θεωρήσα ότι είναι της μορφής $(1, x_1, x_2, x_3)$, ώστε στο άθροισμα Σwixi, να πάρω το:
 - $\Sigma w_i x_i + w_0$
 - Εφαρμόζω τις σχέσεις της θεωρίας:
 - $u(k) = \Sigma w_i x_i + w_0$
 - $W(k+1) = w(k) + \beta \cdot (\gamma(k) - f(u(k))) \cdot x(k)$
 - και βρίσκω:

Υ	Epoch	(w0, w1, w2, w3)	(x0, x1, x2, x3)	Σwixi	Uk	F(uk)	Yk-f(uk)	B*(yk-f(uk))*xk	W(k+1)
0	1	[1 1 -1 -1]	[1 0 -1 4]	-2	0	1	1	[0.2 0 -0.2 0.8]	[1.2 1 -1.2 -0.2]
1	1	[1.2 1 -1.2 -0.2]	[1 4 0 -1]	5.4	1	0	-1	[-0.2 -0.8 0 0.2]	[1 0.2 -1.2 0]
2	1	[1 0.2 -1.2 0]	[1 2 2 -1]	-1	0	1	1	[0.2 0.4 0.4 -0.2]	[1.2 0.6 -0.8 -0.2]
3	1	[1.2 0.6 -0.8 -0.2]	[1 3 -1 0]	3.8	1	0	-1	[-0.2 -0.6 0.2 0]	[1 0 -0.6 -0.2]
4	1	[1 1 0 -0.6 -0.2]	[1 -2 1 -3]	1	1	1	0	[0 0 0 0]	[1 0 -0.6 -0.2]
5	1	[1 1 0 -0.6 -0.2]	[1 0 -2 -1]	2.4	1	0	-1	[-0.2 0 0.4 0.2]	[0.8 0 -0.2 0]
6	2	[0.8 0 -0.2 0]	[1 0 -1 4]	1	1	1	0	[0 0 0 0]	[0.8 0 -0.2 0]
7	2	[0.8 0 -0.2 0]	[1 4 0 -1]	0.8	1	0	-1	[-0.2 -0.8 0 0.2]	[0.6 -0.8 -0.2 0.2]
8	2	[0.6 -0.8 -0.2 0.2]	[1 2 2 -1]	-1.6	0	1	1	[0.2 0.4 0.4 -0.2]	[0.8 -0.4 0.2 0]
9	2	[0.8 -0.4 0.2 0]	[1 3 -1 0]	-0.6	0	0	0	[0 0 0 0]	[0.8 -0.4 0.2 0]
10	2	[0.8 -0.4 0.2 0]	[1 -2 1 -3]	1.8	1	1	0	[0 0 0 0]	[0.8 -0.4 0.2 0]
11	2	[0.8 -0.4 0.2 0]	[1 0 -2 -1]	0.4	1	0	-1	[-0.2 0 0.4 0.2]	[0.6 -0.4 0.6 0.2]
12	3	[0.6 -0.4 0.6 0.2]	[1 0 -1 4]	0.8	1	1	0	[0 0 0 0]	[0.6 -0.4 0.6 0.2]
13	3	[0.6 -0.4 0.6 0.2]	[1 4 0 -1]	-1.2	0	0	0	[0 0 0 0]	[0.6 -0.4 0.6 0.2]
14	3	[0.6 -0.4 0.6 0.2]	[1 2 2 -1]	0.8	1	1	0	[0 0 0 0]	[0.6 -0.4 0.6 0.2]
15	3	[0.6 -0.4 0.6 0.2]	[1 3 -1 0]	-1.2	0	0	0	[0 0 0 0]	[0.6 -0.4 0.6 0.2]
16	3	[0.6 -0.4 0.6 0.2]	[1 -2 1 -3]	1.4	1	1	0	[0 0 0 0]	[0.6 -0.4 0.6 0.2]

- Για να επαληθεύσω τα αποτελέσματα αυτά, έγραψα ένα μικρό πρόγραμμα σε Python, που εκτελεί την διαδικασία εκπαίδευσης του perceptron, και οδήγησε κι αυτό στην ίδια έξοδο:

```

ath@DESKTOP-K6S0UH: ~$ python3 perceptron.py
epoch: 1 -> 1 continuous weights remain the same
epoch: 1 -> 1 continuous weights remain the same
epoch: 1 -> 1 continuous weights remain the same
epoch: 1 -> 2 continuous weights remain the same
epoch: 2 -> 1 continuous weights remain the same
epoch: 2 -> 2 continuous weights remain the same
epoch: 2 -> 1 continuous weights remain the same
epoch: 2 -> 2 continuous weights remain the same
epoch: 2 -> 3 continuous weights remain the same
epoch: 3 -> 1 continuous weights remain the same
epoch: 3 -> 2 continuous weights remain the same
epoch: 3 -> 3 continuous weights remain the same
epoch: 3 -> 4 continuous weights remain the same
epoch: 3 -> 5 continuous weights remain the same
epoch: 3 -> 6 continuous weights remain the same
STOPPING...
Epoch (w0, w1, w2, w3) (x0, x1, x2, x3) 2wix1 uk f(uk) yk-f(uk) b*(yk-f(uk))*xk w(k+1)
1 [1 1 -1 -1] [1 0 -1 4] -2 0 1 1 [0.2 0 -0.2 0.8] [1.2 1 -1.2 -0.2]
1 [1.2 1 -1.2 -0.2] [1 4 0 -1] 5.4 1 0 -1 [-0.2 -0.8 0 0.2] [1 0.2 -1.2 0]
1 [1 0.2 -1.2 0] [1 2 2 -1] -1 0 1 1 [0.2 0.4 0.4 -0.2] [1.2 0.6 -0.8 -0.2]
1 [1.2 0.6 -0.8 -0.2] [1 3 -1 0] 3.8 1 0 -1 [-0.2 -0.6 0.2 0] [1 0 -0.6 -0.2]
1 [1 -0.6 -0.6 -0.2] [1 -2 1 -3] 1 1 1 0 [0 -0.8 0 -0.2] [1 -0.8 -0.6 -0.2]
1 [1 -0.6 -0.6 -0.2] [1 0 -2 -1] 2.4 1 0 -1 [-0.2 -0.6 0.4 0.2] [0.8 -0.4 0.2 0]
2 [0.8 0 -0.2 0] [1 0 -1 4] 1 1 1 0 [0 0 -0.2 0] [0.8 0 -0.2 0]
2 [0.8 0 -0.2 0] [1 4 0 -1] 0.8 1 0 -1 [-0.2 -0.8 0 0.2] [0.6 -0.8 -0.2 0.2]
2 [0.6 -0.8 -0.2 0.2] [1 2 2 -1] -1.6 0 1 1 [0.2 0.4 0.4 -0.2] [0.8 -0.4 0.2 0]
2 [0.8 -0.4 0.2 0] [1 3 -1 0] -0.6 0 0 0 [0 0 -0.6 0] [0.8 -0.4 0.2 0]
2 [0.8 -0.4 0.2 0] [1 -2 1 -3] 1.8 1 1 0 [0 -0.4 0 -0.2] [0.8 -0.4 0.2 0]
2 [0.8 -0.4 0.2 0] [1 0 -2 -1] 0.4 1 0 -1 [-0.2 0 0.4 0.2] [0.6 -0.4 0.6 0.2]
3 [0.6 -0.4 0.6 0.2] [1 0 -1 4] 0.8 1 1 0 [0 0 -0.2 0] [0.6 -0.4 0.6 0.2]
3 [0.6 -0.4 0.6 0.2] [1 4 0 -1] -1.2 0 0 0 [0 0 0 -0.2] [0.6 -0.4 0.6 0.2]
3 [0.6 -0.4 0.6 0.2] [1 2 2 -1] 0.8 1 1 0 [0 0 0 -0.2] [0.6 -0.4 0.6 0.2]
3 [0.6 -0.4 0.6 0.2] [1 3 -1 0] -1.2 0 0 0 [0 0 -0.6 0] [0.6 -0.4 0.6 0.2]
3 [0.6 -0.4 0.6 0.2] [1 -2 1 -3] 1.4 1 1 0 [0 -0.4 0 -0.2] [0.6 -0.4 0.6 0.2]

[-1 -1 2 2] belongs to class 0
(ay_stuff) ath@DESKTOP-K6S0UH: ~$

```

- Για την ταξινόμηση του διανύσματος $(-1, 2, 2)$:
 - θα υπολογίσω με τις προηγούμενες σχέσεις το $f(u(k))$:
 - $u = w_1 \cdot x_1 + w_2 \cdot x_2 + w_3 \cdot x_3 + w_0$, με $w = [0.6, -0.4, 0.6, 0.2]$

- $u = -0.4 \cdot x_1 + 0.6 \cdot x_2 + 0.2 \cdot x_3 + 0.6$
 - $u = 0.4 + 1.2 + 0.4 + 0.6 = 2.6$
 - $f(u) = 1$
- Άρα θα ταξινομηθεί στην κλάση B.
- Στο ίδιο αποτέλεσμα καταλήγει και το πρόγραμμα, όπως φαίνεται στο προηγούμενο screenshot.

ΑΣΚΗΣΗ 2

Ταξινομητής πλησιέστερου γείτονα

- Θα υπολογίσουμε τις αποστάσεις του διανύσματος από τα άλλα διανύσματα.
- Η κλάση του διανύσματος θα είναι εκείνη του κοντινότερου του γείτονα.
- Υπολογίζω τις ευκλείδειες αποστάσεις:

Διάνυσμα 1	Διάνυσμα 2	Απόσταση (ευκλείδεια)
$(-1, 2, 2)$	$(0, -1, 4)$	3.74
$(-1, 2, 2)$	$(4, 0, -1)$	6.16
$(-1, 2, 2)$	$(2, 2, -1)$	4.24
$(-1, 2, 2)$	$(3, -1, 0)$	5.39
$(-1, 2, 2)$	$(-2, 1, -3)$	5.20
$(-1, 2, 2)$	$(0, -2, -1)$	5.10

- Το διάνυσμα $(0, -1, 4)$ έχει την μικρότερη απόσταση και ανήκει στην κλάση B.
- Επομένως, το διάνυσμα $(-1, 2, 2)$ θα ταξινομούταν στην κλάση B.

Ταξινομητής τριών πλησιέστερων γειτόνων

- Με βάση τον προηγούμενο πίνακα, οι 3 πλησιέστεροι γείτονες είναι οι:
 - $(0, -1, 4)$ της κλάσης B
 - $(2, 2, -1)$ της κλάσης B
 - $(0, -2, -1)$ της κλάσης A
- Αφού δύο γείτονες ανήκουν στην κλάση B και ένας στην A, αν θεωρήσουμε ότι ο ταξινομητής δεν χρησιμοποιεί κάποιον συντελεστή (ανάλογα πχ με την απόσταση) όταν λαμβάνει υπόψη την κλάση του κάθε γείτονα, θα ταξινομήσει το διάνυσμα $(-1, 2, 2)$ στην κλάση B.

ΑΣΚΗΣΗ 3

1. Η ζητούμενη πιθανότητα είναι η $P(\text{άνδρας} \mid \text{ενήλικας})$.

Όπως δίνεται στην εκφώνηση, ισχύει: $P(\text{άνδρας} \mid \text{ενήλικας}) = 51\%$

2. Εφόσον οι ανήλικοι είναι παράνομο να καπνίζουν, θεωρώ ότι όλες οι πιθανότητες του ερωτήματος είναι δεσμευμένες για ενήλικες:

1. 9.5% των ανδρών καπνιστές $\Rightarrow P(\text{καπνιστής} \mid \text{άνδρας}) = 9.5\%$

2. 1.7% των γυναικών καπνίστριες $\Rightarrow P(\text{καπνιστής} \mid \text{γυναίκα}) = 1.7\%$

3. Ζητάμε την πιθανότητα: $P(\text{άνδρας} \mid \text{καπνιστής, ενήλικας})$, άρα την

$P(\text{άνδρας} \mid \text{καπνιστής})$ για το ερώτημά μας

Εφαρμόζω Bayes:

$$P(\text{άνδρας} \mid \text{καπνιστής}) = [P(\text{άνδρας}) \cdot P(\text{καπνιστής} \mid \text{άνδρας})] / P(\text{καπνιστής})$$

Με

- $P(\text{καπνιστής} \mid \text{άνδρας}) = 9.5\%$
- $P(\text{άνδρας}) = P(\text{άνδρας} \mid \text{ενήλικας}) = 51\%$ αφού ασχολούμαστε μόνο με τους ενήλικες
- $P(\text{καπνιστής}) = P(\text{καπνιστής, άνδρας}) + P(\text{καπνιστής, γυναίκα}) =$
 $= P(\text{καπνιστής} \mid \text{άνδρας}) \cdot P(\text{άνδρας}) +$
 $P(\text{καπνιστής} \mid \text{γυναίκα}) \cdot P(\text{γυναίκα}) =$
 $= 9.5\% \cdot 51\% + 1.7\% \cdot 49\% =$
 $= 5.68\%$
- Άρα, τελικά:

$$P(\text{άνδρας} \mid \text{καπνιστής}) = (51\% \cdot 9.5\%) / 5.68\% = 85\%$$

ΑΣΚΗΣΗ 4

1. Έχουμε τα ασαφή σύνολα:

a. $A_1 = 0.2/x_1 + 1/x_2 + 0.8/x_3$

b. $A_2 = 1/y_1 + 0.09/y_2$ αλλά θα ασχοληθούμε με το σύνολο “σχετικά A_2 ($\mu \rightarrow \mu^{1/2}$)”, έστω A_2' , που είναι το: $A_2' = 1/y_1 + 0.3/y_2$

c. $B = 0.7/z_1 + 1/z_2$

2. Η πρόταση που δίνεται:

“αν η X είναι A_1 και η Y είναι σχετικά A_2 , τότε η Z είναι B”, ισοδυναμεί με την:

- $R(X, Y, Z) = \text{Jmin}(i(A_1(X), A_2'(Y)), B(Z))$
- Με: $i(A_1(x), A_2'(y)) = \min(A_1, A_2') =$
 $= 0.2/(x_1 y_1) + 0.2/(x_1 y_2) + 1/(x_2 y_1) + 0.3/(x_2 y_2) + 0.8/(x_3 y_1) + 0.3/(x_3 y_2)$
- Και επομένως:

$$\begin{aligned} \text{Jmin}(i(A_1(X), A_2'(Y)), B(Z)) &= \min(i(A_1, A_2'), B) = \\ &= 0.2/(x_1 y_1 z_1) + 0.2/(x_1 y_1 z_2) + 0.2/(x_1 y_2 z_1) + 0.2/(x_1 y_2 z_2) + \\ &+ 0.7/(x_2 y_1 z_1) + 1/(x_2 y_1 z_2) + 0.3(x_2 y_2 z_1) + 0.3(x_2 y_2 z_2) + \\ &+ 0.7/(x_3 y_1 z_1) + 0.8/(x_3 y_1 z_2) + 0.3/(x_3 y_2 z_1) + 0.3/(x_3 y_2 z_2) \end{aligned}$$

- Άρα, για $X = x_2$ και $Y = y_1$, η έξοδος είναι:
 $0.7/z_1 + 1/z_2$