
Intel·ligència artificial aplicada a la construcció, 2021Q1
Exercici B2.1: Càlcul del valor de sortida d'una xarxa monocapa

Disposen d'una base de dades amb diverses característiques dels edificis d'un àmbit geogràfic. En particular, per a cada edifici, tenim informació sobre les següents dades:

- x_1 : Antiguitat (0 = menys de 10 anys, 1 = [10,20] anys, 2 = [20, 30] anys, 3 = més de 30 anys).
- x_2 : Accessible (0 = no; 1 = sí).
- x_3 : Ascensor (0 = no; 1 = sí).
- x_4 : Aigua calenta central (0 = no; 1 = sí).
- x_5 : Evacuació aigües residuals (0 = no; 1 = sí).
- x_6 : Garatge (0 = no; 1 = sí).
- x_7 : Gas (0 = no; 1 = sí).
- x_8 : Línia telefònica (0 = no; 1 = sí).

Suposem que construïm una xarxa neuronal *feedforward* amb 1 capa oculta que consta de 3 neurones, i amb funcions d'activació $g^{(1)} = g^{(2)} = 1/(1 + \exp(-x))$. Assumim que la sortida de la xarxa és únic valor t , que podria indicar, per exemple, el grau de conservació de l'edifici.

Calculeu la sortida $f(\mathbf{x})$ que donarà l'*input* $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_8) = (0, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 1)$ si els paràmetres de la xarxa són:

•

$$\mathbf{w}^{(1)} = \begin{pmatrix} 0.83 & 0.76 & 0 & 0.51 & 0.59 & 0.03 & 0.30 & 0.24 \\ 0.76 & 0.12 & 0 & 0.41 & 0.58 & 0.16 & 0.19 & 0.62 \\ 0.72 & 0.38 & 0.16 & 0.59 & 0.12 & 0.52 & 0.06 & 0.20 \end{pmatrix},$$

on cada element (i, j) de la matriu representa el pes $w_{ij}^{(1)}$ de la xarxa, que uneix l'*input* o *valor d'entrada* x_i amb la neurona j de la capa oculta;

•

$$\mathbf{w}^{(2)} = \begin{pmatrix} 0.74 & 0.15 & 0.82 \end{pmatrix},$$

on cada element j del vector representa el pes $w_j^{(2)}$ de la xarxa, que uneix la neurona j de la capa oculta amb l'*output* o *valor de sortida*;

- $\mathbf{b}^{(1)} = (b_1^{(1)}, b_2^{(1)}, b_3^{(1)}) = (0.09, 0.97, 0.65)$ i $b^{(2)} = 0.28$, on $b^{(j)}$, per a $j = 1$, és el vector de biaixos que conforma la preactivació dels valors d'entrada cap a la capa oculta i, per a $j = 2$, és el biaix que s'aplica a la combinació de valors de la capa oculta.

Poseu les respostes en aquesta taula, seguint la notació de la diapositiva 45 dels *Apunts de la Secció 1*¹:

$\mathbf{a}(\mathbf{x}) =$	$\mathbf{h}^{(1)}(\mathbf{x}) =$
$\mathbf{b}^{(2)} + \mathbf{w}^{(2)} \mathbf{h}^{(1)}(\mathbf{x}) =$	$f(\mathbf{x}) =$

¹Enllaç a atenea: <https://atenea.upc.edu/mod/resource/view.php?id=2586788>

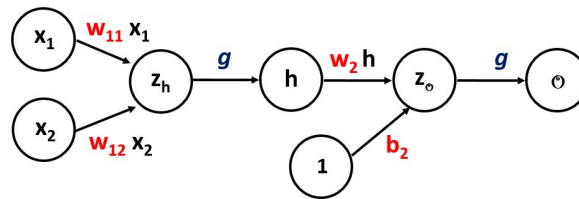
Intel·ligència artificial aplicada a la construcció, 2021Q1
Exercici B2.2: Aplicació del mètode de retropropagació a una xarxa simple

Disposem d'una base de dades amb dues característiques d'edificis d'un àmbit geogràfic. En particular, per a cada edifici, tenim informació sobre:

x_1 : Accessible (0 = no; 1 = sí).

x_2 : Gas (0 = no; 1 = sí).

Suposem que construïm una xarxa neuronal *feedforward* amb 1 capa oculta que consta d'1 neurona (vegeu la figura), i amb funcions d'activació $g^{(1)}(x) = 1/(1 + \exp(-x))$ i $g^{(2)}(x) = x$. Assumim que la sortida de la xarxa és únic valor $t \in \{0, 0.25, 0.5, 0.75, 1\}$, que indica el grau de conservació de l'edifici.



Suposem que prenem els següents valors per als paràmetres de la xarxa:

- El vector de pesos de les connexions entre els *inputs* o *valors d'entrada* $\mathbf{x}$ i la neurona de la capa oculta és $(w_{11}, w_{12}) = (0.76, 0.30)$;
- El pes de la connexió entre la neurona de la capa oculta i l'*output* o *valor de sortida* és $w_2 = (0.74)$;
- El biaix que s'aplica a la combinació de valors de la capa oculta és $b_2 = 0.28$.

Denotem $\theta_0 = (w_{11}, w_{12}, w_2, b_2)$. Calculeu:

- a) La sortida $f(\mathbf{x})$ (a la figura s'anomena o) que donarà l'*input* $\mathbf{x} = (x_1, x_2) = (1, 1)$.
- b) L'error $E(\theta_0; \mathbf{x})$, tenint en compte que l'*output* corresponent a $\mathbf{x}$ és $\mathbf{t} = 0$.
- c) El gradient $\nabla E(\theta_0; \mathbf{x})$ calculat usant l'algorisme de retropropagació.
- d) Els nous pesos θ_1 de la xarxa prenent com a paràmetre d'aprenentatge $\eta = 0.1$.

Expliqueu breument el procediment en cada cas.

Intel·ligència artificial aplicada a la construcció, 2021Q1

Exercici B2.3: Entrenament d'una xarxa i predicció

1. Escolliu una base de dades de <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets.php>, d'un tema relacionat amb edificació o construcció. Al final del fitxer trobareu una llista oberta de suggeriments.¹
2. Identifiqueu els *inputs* i *outputs* de la xarxa, i el tipus de tasca que ha de fer la xarxa neuronal (classificació o regressió).
3. Documenteu-vos sobre el problema que s'intenta estudiar amb aquesta base de dades i feu-ne una breu introducció.
4. Prepareu la base de dades per ser usada en Matlab. Reserveu 5 conjunts de valors i treballeu amb la resta de la base de dades.
5. Activeu l'*app* adequada de Matlab i entreneu la xarxa monocapa amb el valor per defecte (10 neurones a la capa oculta).
6. Repetiu l'apartat anterior per a diferents hiperparàmetres: estudeu 3 eleccions del nombre de neurones a la capa oculta que presentin diferències significatives d'error i 2 combinacions de les mides relatives dels conjunts d'entrenament, validació i prova. Compareu i comenteu els resultats observant les diferències entre els errors mitjans quadràtics (MSE), els coeficients de correlació (r) i els nombres d'èpoques.
7. Obteniu la funció per fer prediccions (`myNeuralNetworkFunction.m`) i apliqueu-la als 5 conjunts de valors que ens hem reservat. Compareu el resultat de la predicció amb el **target** corresponent de la base de dades.
8. Prepareu una presentació de 10-15 minuts per exposar els punts anteriors. Intenteu seguir l'esquema següent:²
 - a) Títol, membres de l'equip i guió de la presentació. (1/2)
 - b) Descripció de la base de dades i classificació del tipus de tasca. (1/2)
 - c) Interès del problema d'edificació o construcció en el qual se situa la base de dades. (1)
 - d) El procés d'entrenament de la xarxa. (1/2)
 - e) Exposició i valoració dels resultats. (2/3)
 - f) Resultats i valoració de les prediccions per als 5 conjunts de valors reservats. (1)
 - g) Referències. (1)

¹Si en voleu triar una altra, ho podeu sempre que ho pactem abans.

²En parèntesi, el nombre de diapositives orientatiu per a cada ítem.

Selecció de bases de dades del *UCI Machine Learning Repository*:

BD1 *Apartment for rent classified Data Set.*

BD2 *Appliances energy prediction Data Set.*

BD3 *Concrete Compressive Strength Data Set.*

BD4 *Concrete Slump Test Data Set.*

BD5 *Energy efficiency Data Set.*

BD6 *Human Activity Recognition Using Smartphones Data Set.*

BD7 *Residential Building Data Set Data Set.*

...