



Projecte final

MÀSTER EN ENGINYERIA INFORMÀTICA

Oscar Galera i Alfaro

Mineria de dades

21 d'abril de 2018

Índex

1	Què és una xarxa neuronal?	3
1.1	Què és una neurona?	5
1.2	La funció d'activació	9
1.2.1	Threshold function	9
1.2.2	Sigmoid	9
1.2.3	Rectifier function	10
1.2.4	Hyperbolic tangent	10
1.3	Funcions d'activació sobre una xarxa neuronal	11
1.4	Com funcionen?	12
1.5	Com aprenen?	14
1.6	Descens del gradient	17
1.7	Descens del gradient estocàstic	18
1.8	Backpropagation	19
2	Classificació utilitzant una xarxa neuronal	20
2.1	Dades	20
2.2	Problema	20
2.3	Eines a utilitzar	20
2.4	Classificació	20
2.4.1	Processament de les dades	20
A	Codi	22

Índex de figures

1	Xarxa neuronal	3
2	Anatomia d'una neurona real.	5
3	Parts d'una neurona.	6
4	Xarxa neuronal simple.	6
5	Pes (<i>weights</i>) de les connexions entre neurones.	7
6	Agregació de valors d'entrada.	7
7	Integració d'una neurona en una xarxa neuronal.	8
8	Threshold function.	9
9	Sigmoid function.	10
10	Rectifier function.	10
11	Hyperbolic tangent.	11
12	Aplicació de funcions d'activació sobre una xarxa neuronal. . .	11
13	Configuració d'una neurona.	12
14	Configuració completa d'una xarxa neuronal sencilla.	13
15	Funció de cost.	14
16	<i>Backpropagation</i>	15
17	Etapas de càlcul.	15
18	Etapas d'aprenentatge.	16

1 Què és una xarxa neuronal?

En aquesta secció es descriuran els components més importants que componen una xarxa neuronal.

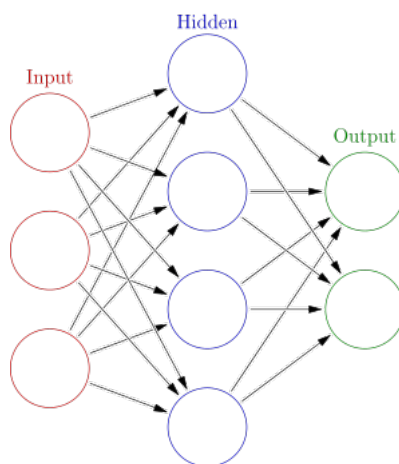


Figura 1: Xarxa neuronal

Una xarxa neuronal, és una estructura de dades dissenyada per a simular (en la mesura del possible) el comportament del cervell humà. El disseny d'aquesta estructura es fonamenta en diferents capes de neurones interconnectades entre elles i que a través d'un procés iteratiu, són capaces d'ajustar-se i d'aquesta manera adquirir coneixement.

Una xarxa neuronal sempre tindrà una única capa de neurones d'entrada¹, n capes de neurones internes (depenent del problema que es vol resoldre) i 1 capa de neurones de sortida.

- Neurones de la capa d'entrada: emulen sensors que perceben la informació que es vol processar.
- Neurones de les capes internes: són les neurones que adquireixen el coneixement.

¹Aquestes neurones d'entrada representen les variables independents sobre les que es vol fer l'anàlisi.

- Neurones de la capa de sortida: són les neurones que proporcionen els resultats obtinguts.

1.1 Què és una neurona?

Les neurones són els blocs bàsics en que es recol·len les xarxes neuronals. La seva funcionalitat treballant de forma individual no serveix, però sí que serveix si es treballa de forma estructurada amb grans quantitats d'aquestes.

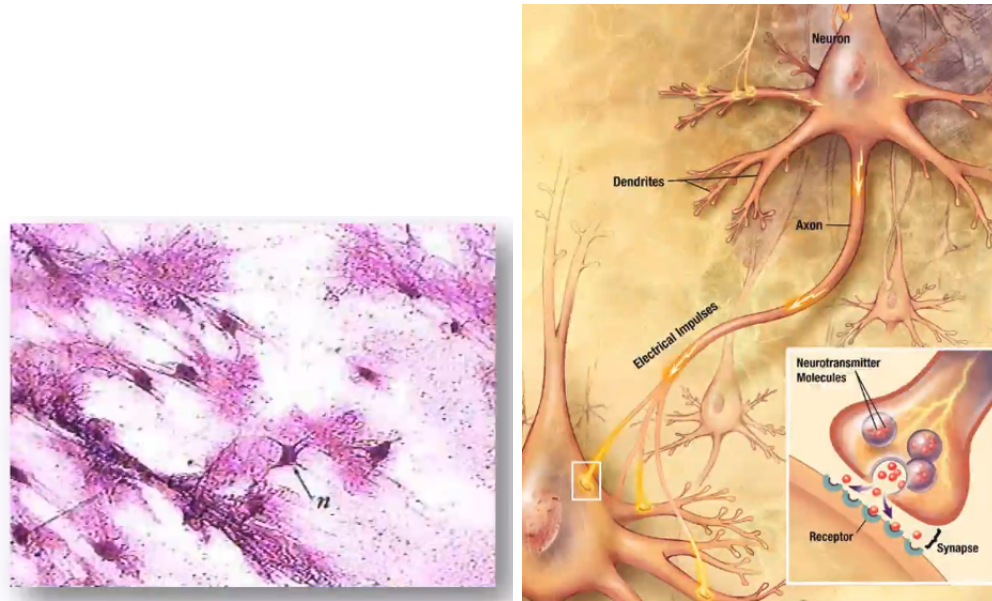


Figura 2: Anatomia d'una neurona real.

Una neurona es compon principalment de:

- Núcli.
- Dendrites (emissor).
- Axó (receptor).

La interconnexió de les neurones, es fa a través de l'enviament i recepció de impulsos elèctrics (*synapses*).

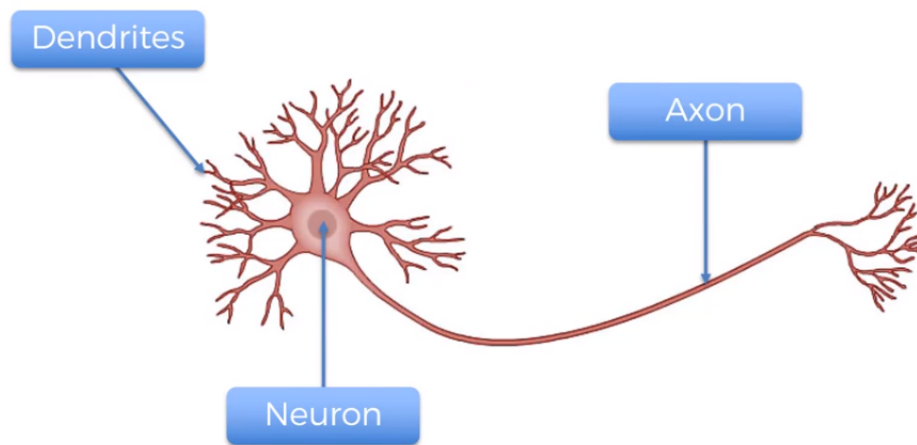


Figura 3: Parts d'una neurona.

Una xarxa neuronal es pot representar a través d'una caixa negra on hi ha un conjunt d'entrades (neurones d'entrada) i una o varies sortides (neurones de sortida).

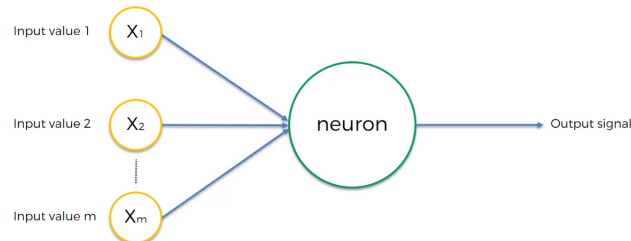


Figura 4: Xarxa neuronal simple.

Les neurones tenen la capacitat d'aprendre, això s'aconsegueix gràcies als pesos assignats a les connexions entre neurones (*weights*), que determinen el grau d'importància que té cada una de les neurones d'entrada. Aquests valors s'actualitzen a través de la tècnica del **backpropagation** (secció 1.8) que utilitza el mètode matemàtic del **descens del gradient** (secció 1.6 i 1.7).

El fet d'actualitzar el valor per aquests pesos, determinarà el grau de qualitat de la xarxa neuronal.

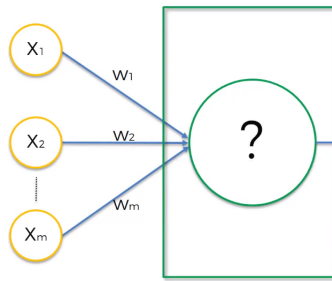


Figura 5: Pes (*weights*) de les connexions entre neurones.

Amb els valors que rep una neurona de la resta de neurones d'entrada, cal generar un valor que serà la sortida, per això cal fer una agregació de valors a través de la **funció d'activació** (secció 1.2).

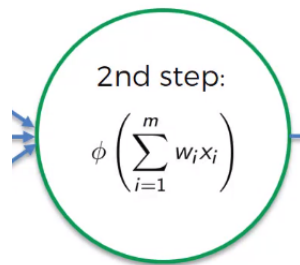


Figura 6: Agregació de valors d'entrada.

Descrits els diferents components d'una neurona, la integració d'aquesta dins d'una xarxa de neurones es pot representar a través de la següent imatge. S'ha de tenir en compte que el procés d'aprenentatge d'una xarxa neuronal és iteratiu, i que tots els valors de les neurones d'entrada corresponen a una mateixa observació i el valor de sortida al resultat d'aquesta observació.

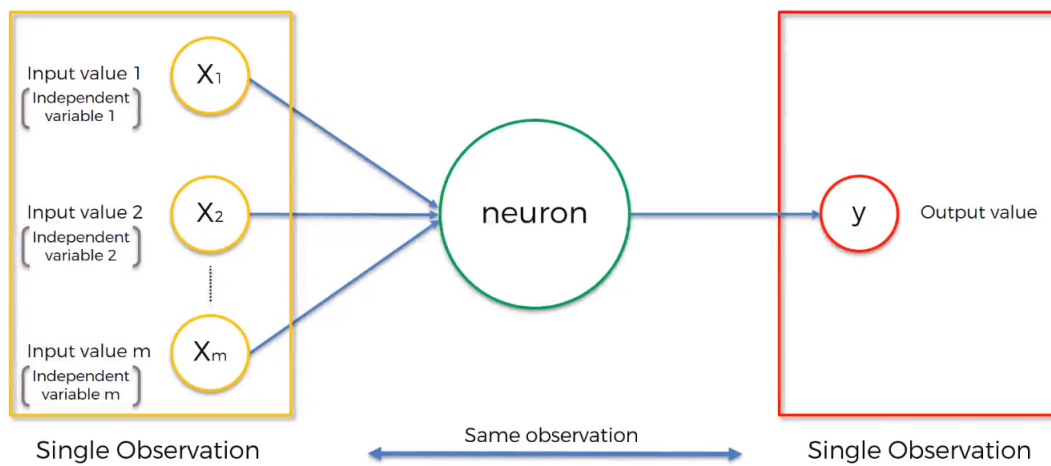


Figura 7: Integració d'una neurona en una xarxa neuronal.

1.2 La funció d'activació

Les funcions d'activació serveixen per calcular el valor que emetrà una neurona com a sortida. Les funcions d'activació més típics són:

- Threshold function.
- Sigmoid.
- Rectifier function.
- Hyperbolic tangent (tanh).

1.2.1 Threshold function

El rang de possibles valors per aquesta funció és 0 o 1, això fa que sigui una funció molt rígida i que s'adapti perfectament a casos on volem una sortida binària.

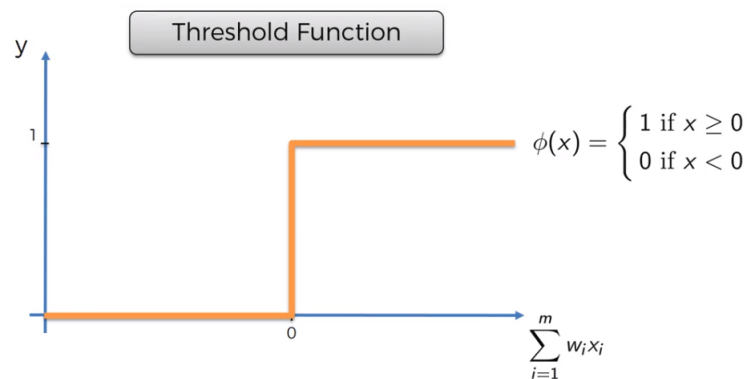


Figura 8: Threshold function.

1.2.2 Sigmoid

El rang de valors per aquesta funció va de (0, 1) i es sol utilitzar molt com a funció d'activació en l'última capa de neurones, per calcular probabilitats.

És una funció que s'utilitza molt en la regressió logística.

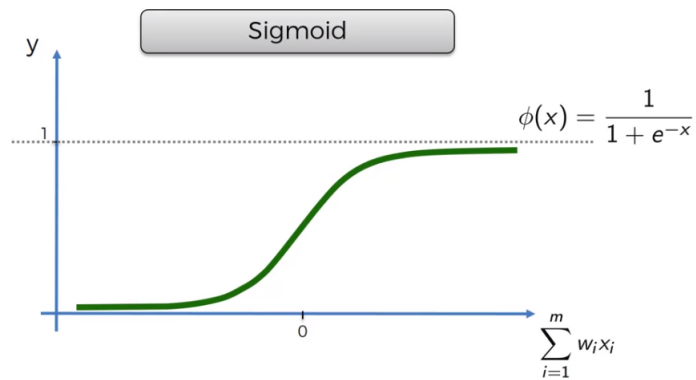


Figura 9: Sigmoid function.

1.2.3 Rectifier function

El rang d'aquesta funció va de $[0, x]$, on x correspon a la suma ponderada dels valors d'entrada de la capa de neurones anterior.

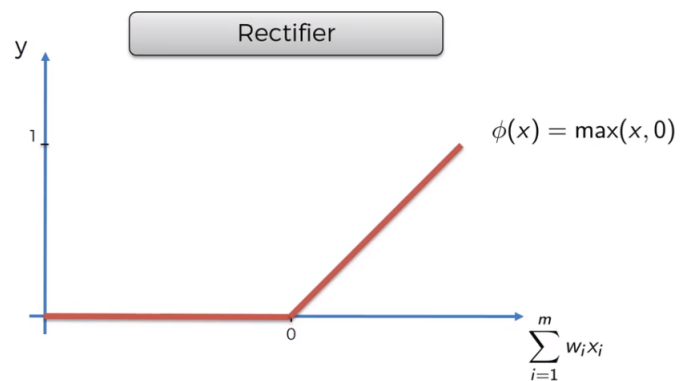


Figura 10: Rectifier function.

1.2.4 Hyperbolic tangent

El rang d'aquesta funció va de $(-1, 1)$ i és molt similar a la funció sigmoid.

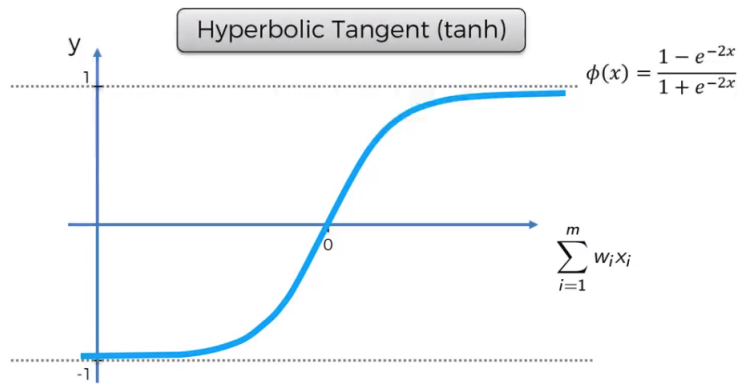


Figura 11: Hyperbolic tangent.

1.3 Funcions d'activació sobre una xarxa neuronal

Per a cada neurona interna, s'ha de definir una funció d'activació, per això es poden seguir diferents tècniques.

- Assignar una mateixa funció d'activació a tota la xarxa neuronal (rígida però senzilla de desenvolupar i mantenir).
- Assignar una mateixa funció d'activació a nivell de capa de neurones interna.
- Assignar una funció d'activació diferent per a cada neurona (complexa però potent).

La tècnica a utilitzar dependrà sempre del tipus de problema a resoldre i de la potencia disponible.

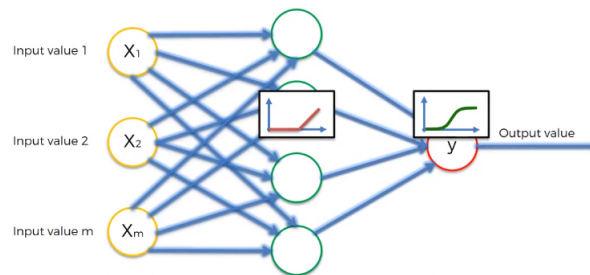


Figura 12: Aplicació de funcions d'activació sobre una xarxa neuronal.

1.4 Com funcionen?

El funcionament de les xarxes neuronals és basa en la configuració que s'ha de fer sobre les capes de neurones internes. Per veure millor com funcionen, s'utilitzarà un exemple de possible aplicació real, en la que es disposa d'un conjunt de paràmetres (dimensions, nombre de lavabos, distància del centre de la ciutat i edat) i es vol especular el preu que pot tenir una vivendra segons les seves propietats.

A nivell de neurona, s'ha d'elegir quins paràmetres actuen sobre el el seu càlcul i crear una *synapse* que enllaci les neurones.

En aquests exemple, la primera neurona s'utilitza per influir en l'especulació del preu en base a les mides de la vivenda i la distància que està del centre de la ciutat.

De forma intuïtiva es pot pensar que les vivendes més grans i que estan properes al centre de la ciutat són més cares, i per això, la primera neurona interna influirà en el preu en base aquests dos paràmetres.



Figura 13: Configuració d'una neurona.

D'aquesta manera, una possible configuració completa d'una xarxa molt senzilla per calcular el preu pot ser com en la següent imatge.

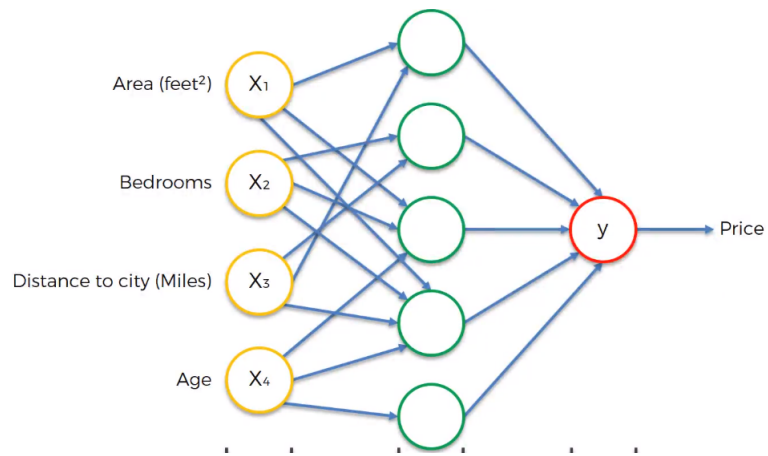


Figura 14: Configuració completa d'una xarxa neuronal senzilla.

Les neurones que no tenen impacte en el càlcul no es representen utilitzant synapses, això es pot interpretar com que tenen un impacte nul sobre aquell càlcul.

1.5 Com aprenen?

Com ja s'ha dit anteriorment, les xarxes neuronals es basen en un mecanisme d'aprenentatge iteratiu amb el qual van adquirint coneixement a mesura que guanyen experiència. Per aquest motiu, és necessari dividir les etapes de funcionament d'una xarxa neuronal en:

- **Etapa d'entrenament:** en aquesta etapa es proporcionen múltiples exemples a partir dels quals s'adquireix la gran majoria del coneixement. S'ha de tenir en compte que durant aquest procés cal saber el resultat correcte per obtenir una xarxa ben entrenada.
- **Etapa de test:** en aquesta etapa es posa a prova la xarxa, proporcionant noves dades i analitzant els resultats. En cas de comptar amb el resultat correcte per aquestes dades, la xarxa pot continuar aprenent.

Durant l'etapa d'entrenament i un cop s'obté el resultat proporcionat de la xarxa, cal comparar-lo amb el resultat real i extreure un valor que representi la distància que hi ha entre el valor preedit i el correcte. Aquesta magnitud s'extreu a partir de la funció de cost. El valor proporcionat per la funció

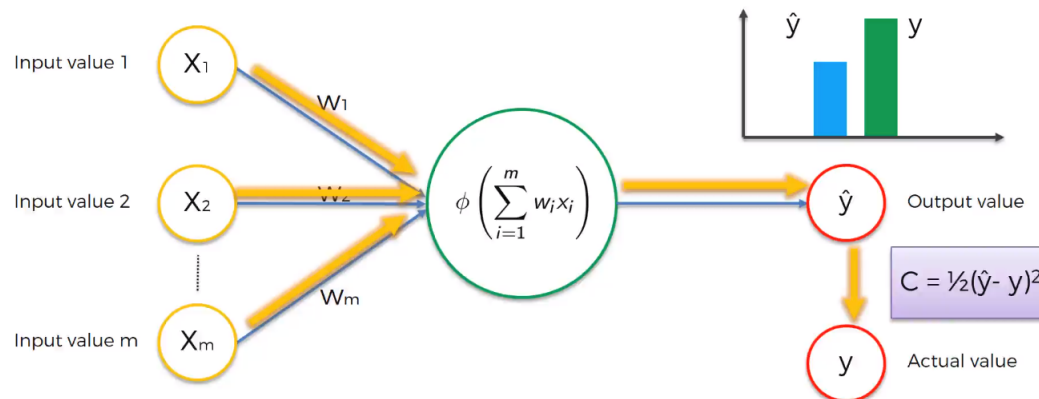


Figura 15: Funció de cost.

de cost, s'utilitza com entrada del mecanisme d'adaptació d'adaptació de la xarxa (*backpropagation*).

Un possible exemple seria l'utilització d'una xarxa neuronal per a desenvolupar una regressió que calculés una aproximació de la nota a treure en un examen en base a:

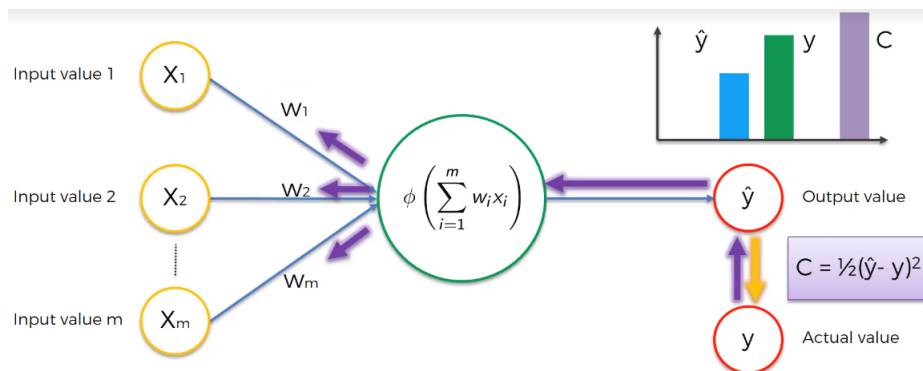


Figura 16: *Backpropagation*.

- Nombre d'hores emprades a estudiar.
- Nombre d'hores dormides.
- Última nota obtinguda en el test.

L'etapa d'aprenentatge per aquest problema i donada una xarxa neuronal molt senzilla queda il·lustrada en la següent imatge.

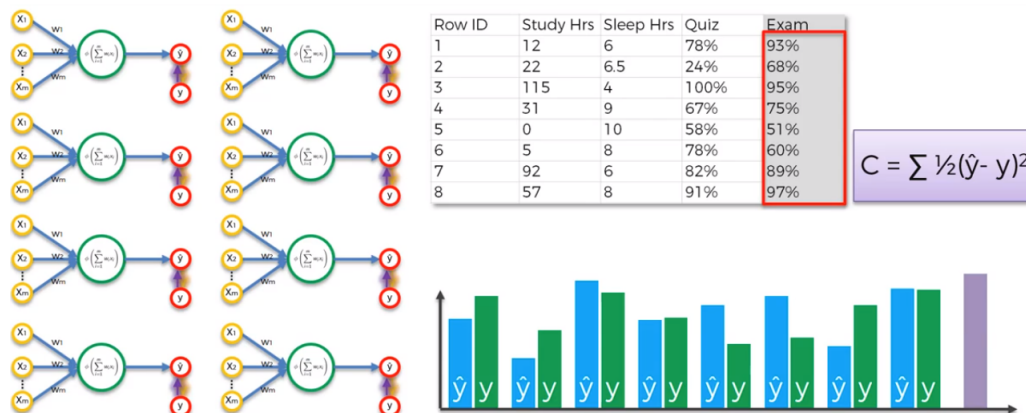


Figura 17: Etapa de càlcul.

Un cop obtingut els resultats de la xarxa, s'ha d'aplicar la funció de cost que compara el valor preedit amb el valor obtingut realment i amb aquest

resultat aplicar la tècnica de *backpropagation* com es mostra en la següent imatge.

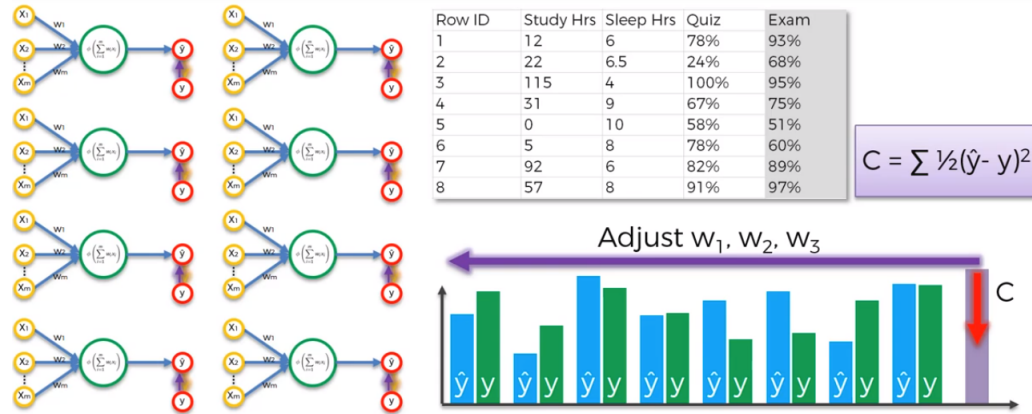


Figura 18: Etapa d'aprenentatge.

És important veure que en la figura 17 i 18 s'esta utilitzant la mateixa xarxa neuronal però utilitzant diferents dades, i que la funció de cost per aplicar el *backpropagation* utilitza tots els valors disponibles en el conjunt d'entrenament.²

²Una iteració sobre totes les dades d'entrenament es coneix com un *epoch*.

1.6 Descens del gradient

1.7 Descens del gradient estocàstic

1.8 Backpropagation

2 Classificació utilitzant una xarxa neuronal

2.1 Dades

2.2 Problema

2.3 Eines a utilitzar

2.4 Classificació

Els passos a seguir per aplicar la classificació utilitzant una xarxa neuronal són.

1. Preprocessament de les dades.
2. Creació de la xarxa neuronal.
3. Classificació.
4. Evaluar la precisió del model.

2.4.1 Processament de les dades

Referències

- [1] *Xarxa neuronal*:
https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_neural_network
- [2] *Deep sparse rectifier neural networks*:
<http://proceedings.mlr.press/v15/glorot11a/glorot11a.pdf>
- [3] *Funcions de cost més típiques*:
<https://stats.stackexchange.com/questions/154879/a-list-of-cost-functions-used-in-neural-networks-alongside-applications>

A Codi