

Data-Science 1

neurale netwerken



Inhoud

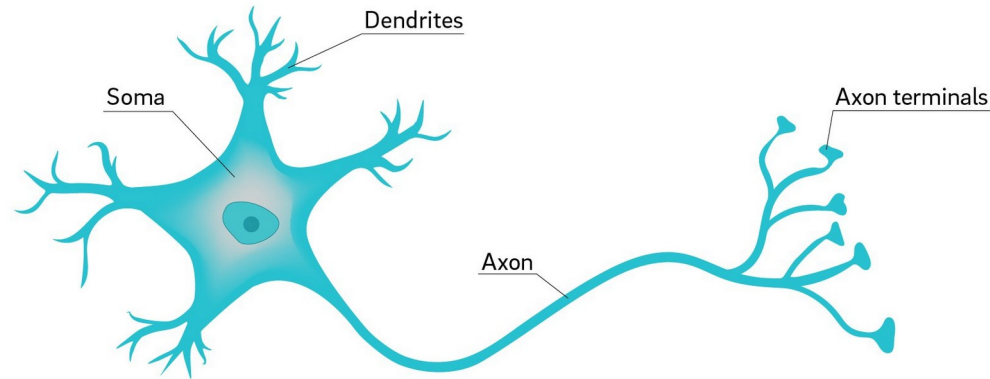
- wat is een neurale netwerk?
- artificieel neurale netwerk (ANN)
- topologieën
- voorbeeld
- backpropagation
- wat doet een ANN?
- activatiefuncties
- orange

neurale netwerken

Abstract white geometric shapes on a black background, including a diagonal line, a vertical line, and a horizontal line.

Wat is een neurale netwerk?

- ons brein is een neurale netwerk
 - neuronen: cellen
 - verbonden met elkaar (axons en dendrieten)



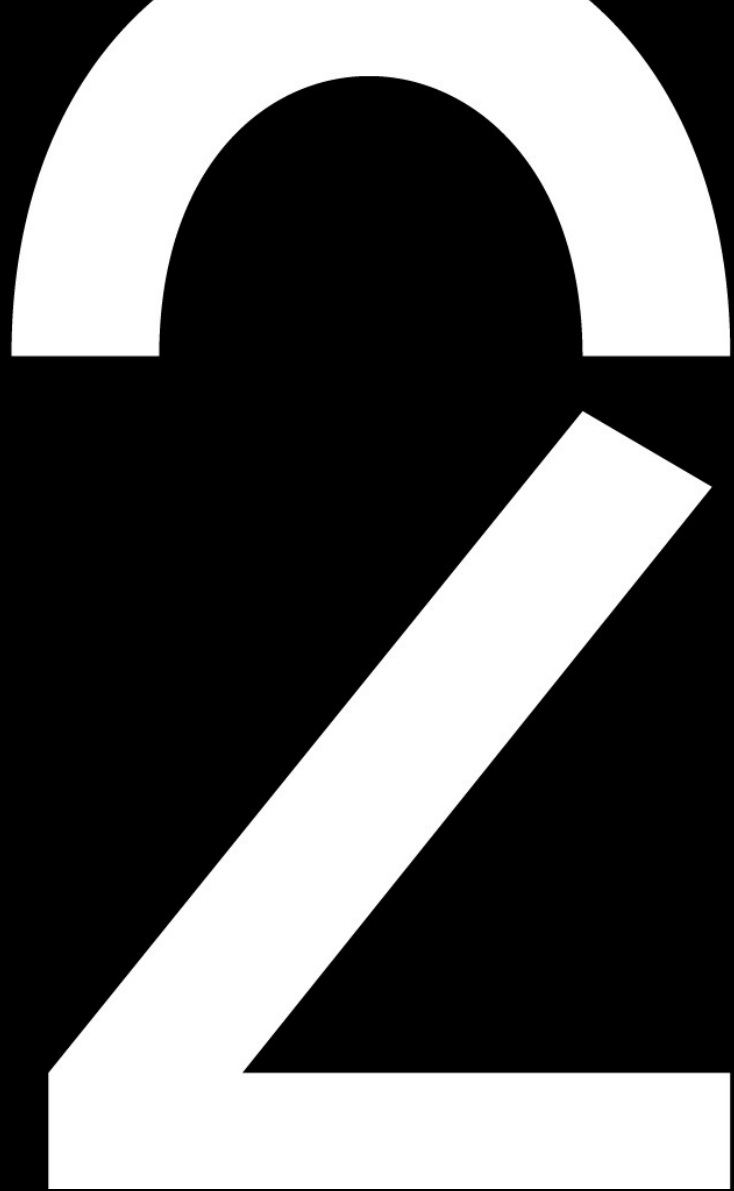
Hoe werkt een neuraal netwerk?

- een neuron krijgt elektrische impulsen via de dendrieten
- als de som van alle elektrische impulsen groter wordt dan een bepaalde waarde, zendt het neuron een elektrische puls via de axon
- neuronen doen dus in feite niet veel bijzonder

Hoe werkt een neurale netwerk?

- de kracht zit in de verbindingen
- deze kunnen een signaal versterken of afzwakken
- de verbindingen evolueren als we leren

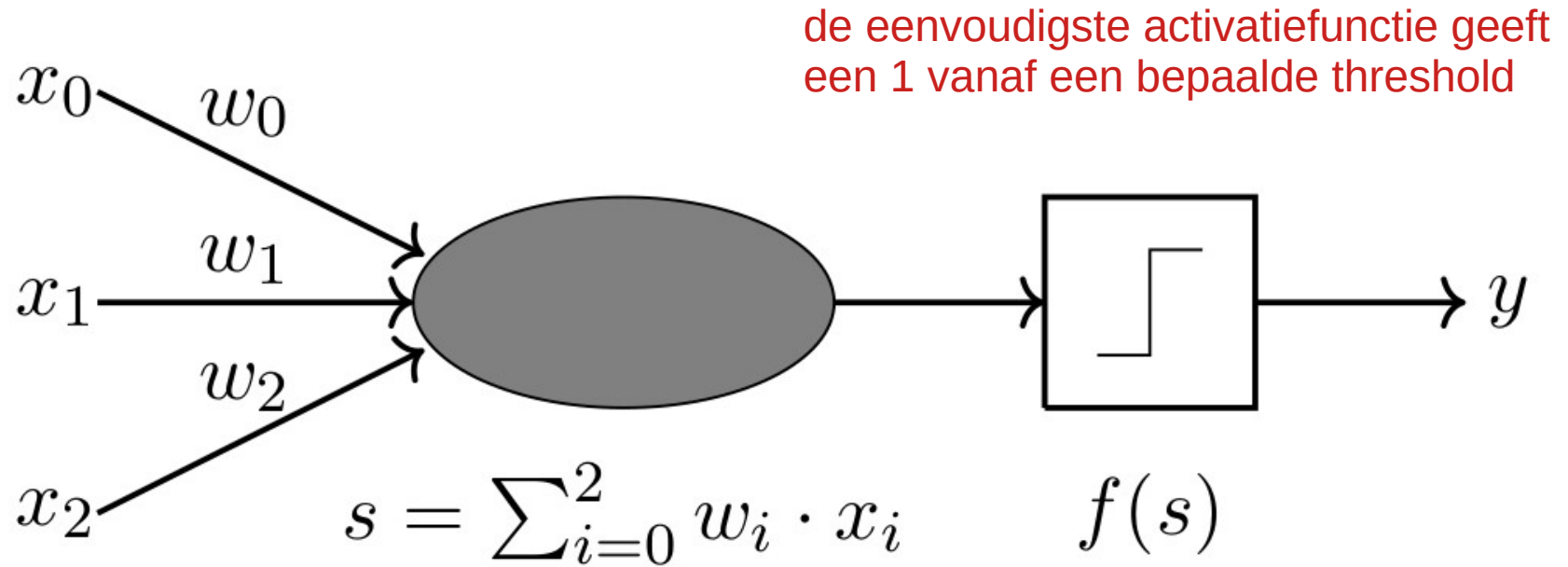
Artificiële Neurale Netwerken (ANN)



Artificiëel neuraal netwerk

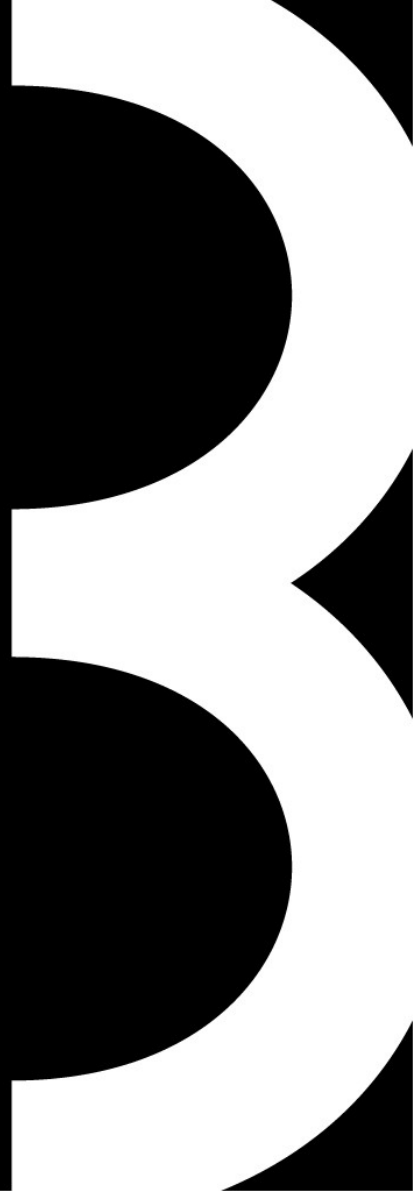
- we simuleren de werking van een neuron
- neuron heeft verschillende inputs en 1 output
- neuron berekent een gewogen som van alle inputs
- de gewichten bepalen de sterkte van de verbinding
- na het berekenen van de som, wordt er een “activatiefunctie” berekend
- de output van de activatiefunctie wordt doorgegeven aan andere neuronen

Artificiëel neurale netwerk



dit lijkt op een lineaire regressie
("gewogen som", "lineaire combinatie")

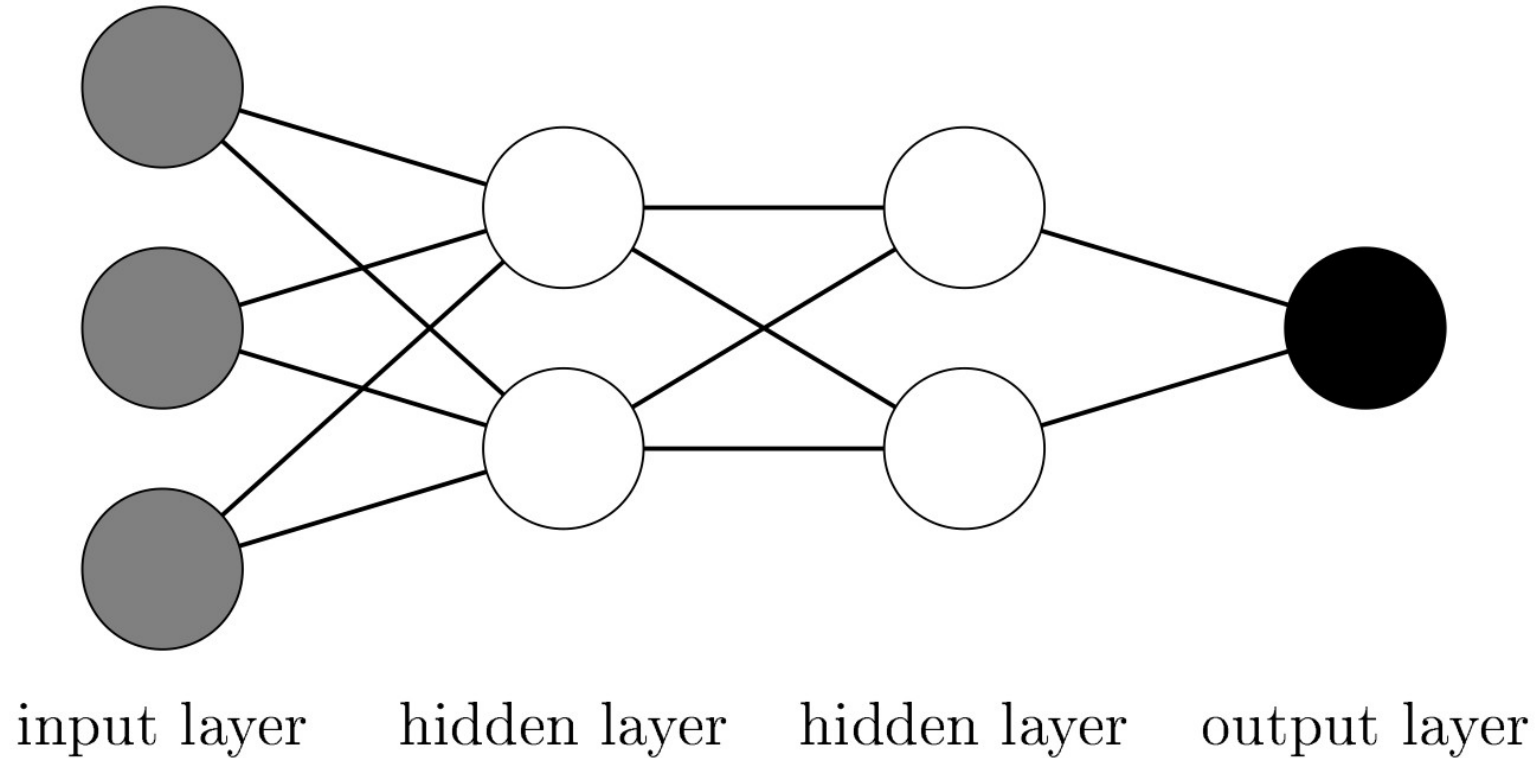
Topologieën



Topologieën

- een neuraal netwerk bevat duizenden, soms miljoenen neuronen die met elkaar verbonden zijn
- hoe ze verbonden zijn, bepaalt de “topologie”
- meestal: lagenstructuur

Topologieën

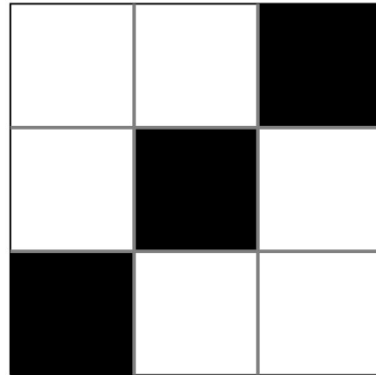


Voorbeeld



Beelden herkennen

- gegeven
 - beeldjes van 3x3 pixels
 - iedere pixel kan zwart (1) of wit (0) zijn
- gevraagd: herken het volgende beeldje:



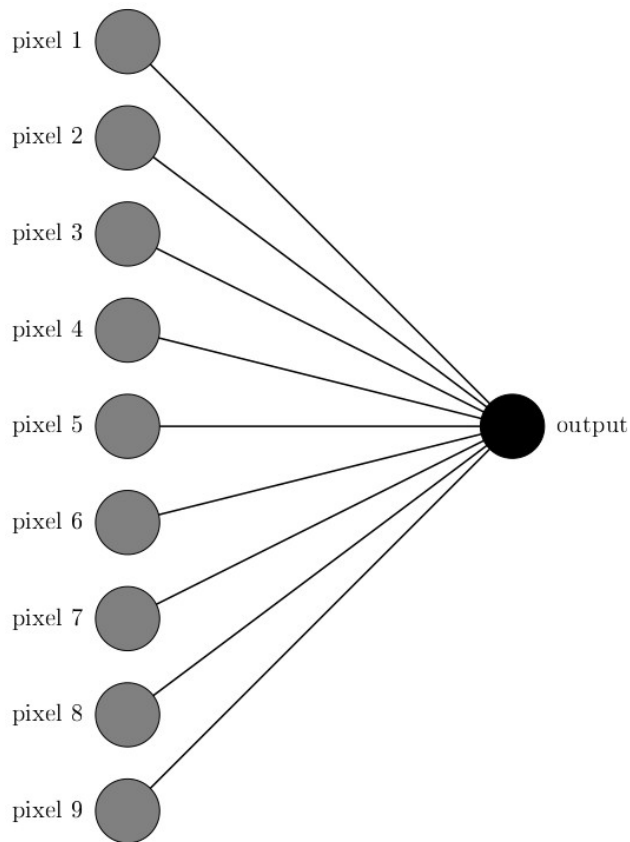
Beelden herkennen

- oplossing: geef iedere pixel een nummer:

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 4 | 5 | 6 |
| 7 | 8 | 9 |

Beelden herkennen

ANN:



opmerkingen:

- er is geen hidden layer
- er zijn 9 gewichten
- er is maar 1 neuron dat iets doet (output)
- geeft een 1 als het patroon herkend werd

Beelden herkennen

- het output-neuron berekent:

$$s = \sum_{i=1}^9 x_i \cdot w_i$$

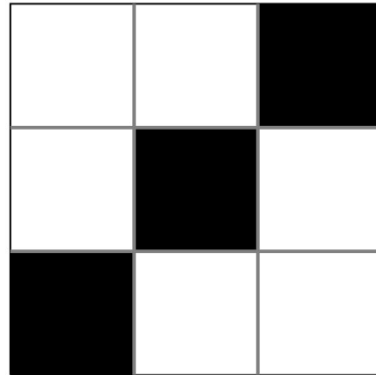
- gebruik volgende gewichten:
-2, -2, 1, -2, 1, -2, 1, -2, -2
- activatiefunctie: geef een 1 als de som groter is dan 0, anders geef je 0

Beelden herkennen

- wat gebeurt er als het juiste patroon wordt aangeboden?

$$(-2 \cdot 0) + (-2 \cdot 0) + (1 \cdot 1) + \dots + (1 \cdot 1) + (-2 \cdot 0) + (-2 \cdot 0) = 3$$

- de output is dus ...

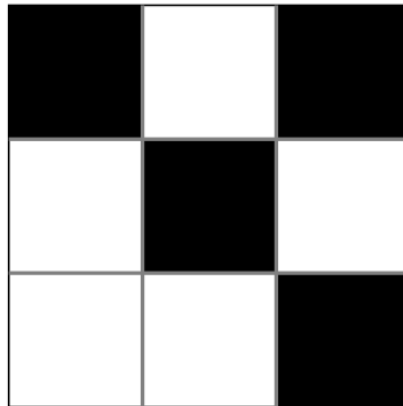


Beelden herkennen

- wat gebeurt er als een fout patroon wordt aangeboden?

$$(-2 \cdot 1) + (-2 \cdot 0) + (1 \cdot 1) + \dots + (1 \cdot 0) + (-2 \cdot 0) + (-2 \cdot 1) = -2$$

- de output is dus ...

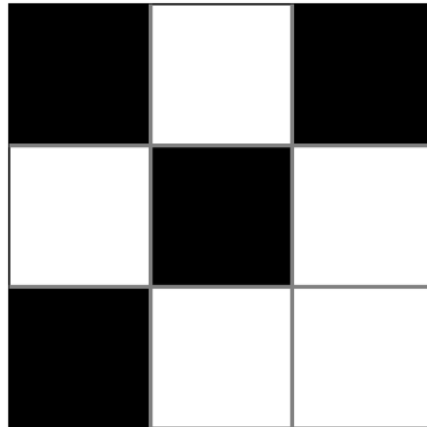


Beelden herkennen

- wat gebeurt er als er een patroon wordt aangeboden dat erop lijkt?

$$(-2 \cdot 1) + (-2 \cdot 0) + (1 \cdot 1) + \dots + (1 \cdot 1) + (-2 \cdot 0) + (-2 \cdot 0) = 1$$

- de output is dus ...



Beelden herkennen

- door te spelen met de gewichten kan je meer of minder fouten toelaten
- maar: handmatig gewichten bepalen is niet handig...

Backpropagation

Backpropagation

- uitgevonden in 1986, maar gebaseerd op theorieën die gaan tot 1673!
- manier om gewichten te laten “leren”
 - de gewichten worden langzaam aangepast
 - de richting waarin de gewichten aangepast worden, wordt bepaald door de fout die het netwerk maakt
- dit is supervised learning

Backpropagation

- herhaal per element uit de training dataset:
 - geef een inputpatroon aan het netwerk
 - bepaal de output van het netwerk
 - bepaal de fout die het netwerk maakt
 - propageer deze fout achterwaarts door het netwerk (van output naar input) en zoek in welke richting de gewichten aangepast moeten worden om beter te worden (de “gradiënt”)
 - doe de aanpassing, maar in kleine mate (“learning rate”)
- herhaal vorige lus (1 epoc) totdat de accuracy of RMSE zo klein mogelijk zijn geworden

Backpropagation

- opmerkingen
 - de aanpassingen moeten heel geleidelijk gebeuren (“learning rate”) want anders leert het algoritme te grillig en kan het gemakkelijk iets terug vergeten
 - als de learning rate te laag is, geraak je vast in een “lokaal minimum” (netwerk leert niets meer bij)

Wat doet een ANN?

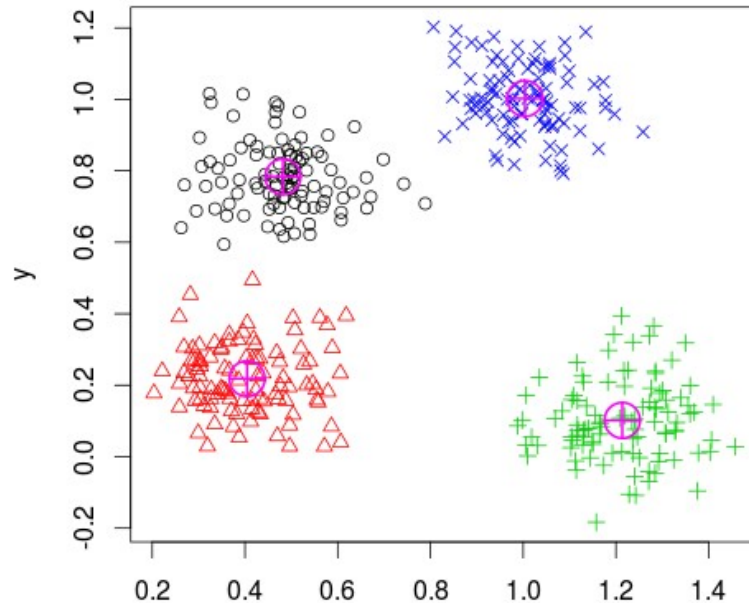


Wat doet een ANN eigenlijk?

- alle kolommen moeten numeriek zijn (minstens welk meetniveau?)
- een rij uit de tabel is een punt in een n-dimensionale ruimte
- een gewogen som is een soort vlak in die ruimte (vgl met regressie)
- een vlak deelt de ruimte op in 2 stukken
- ieder neuron deelt dus de ruimte op in 2 stukken
- de combinatie van neuronen creëert verschillende vlakken die een regio afbakenen
- dit zijn een soort “clusters” die overeenstemmen met de data die aangeleerd werd

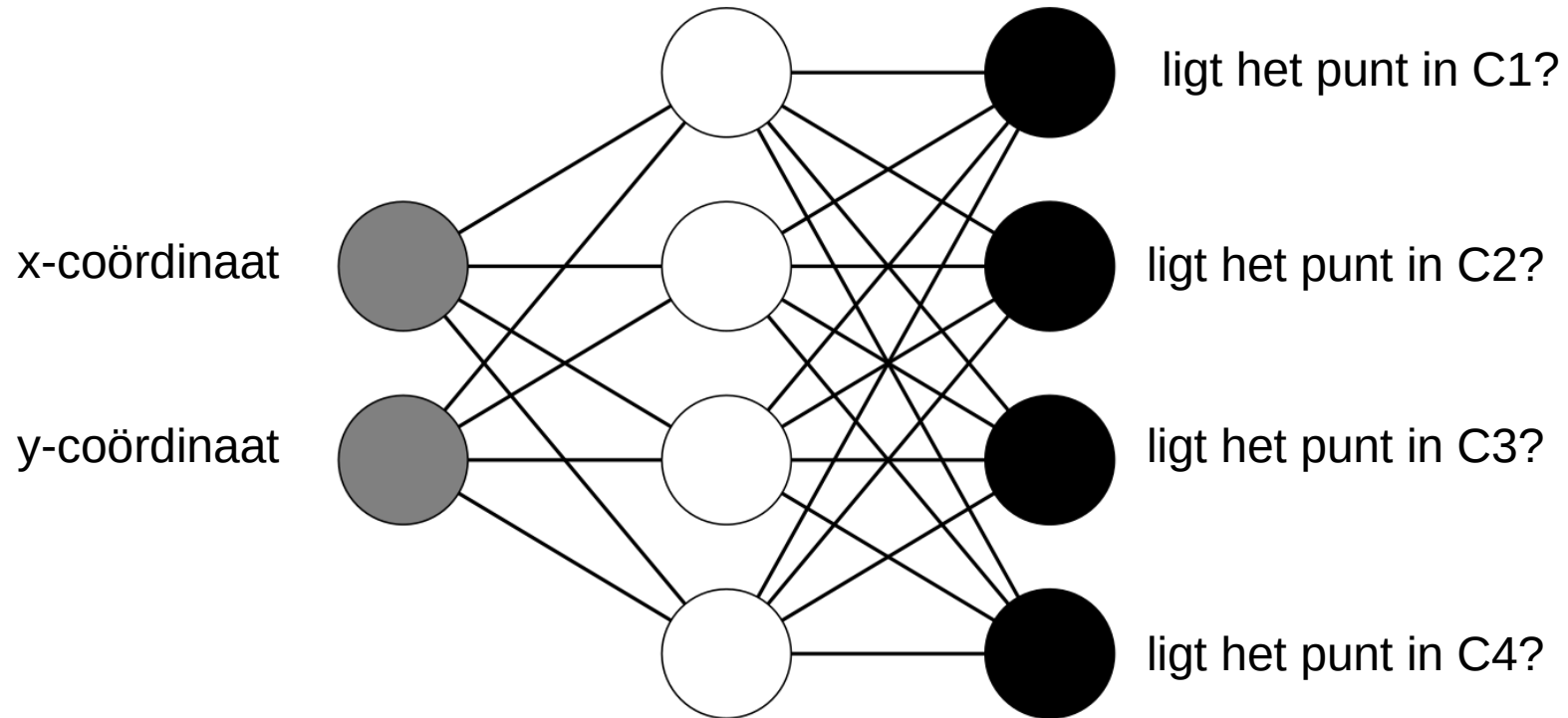
Voorbeeld

- “voorbeeld.csv” van bij clustering
- we hebben deze in clusters opgedeeld en willen een neuraal netwerk aanleren om die clusters te herkennen

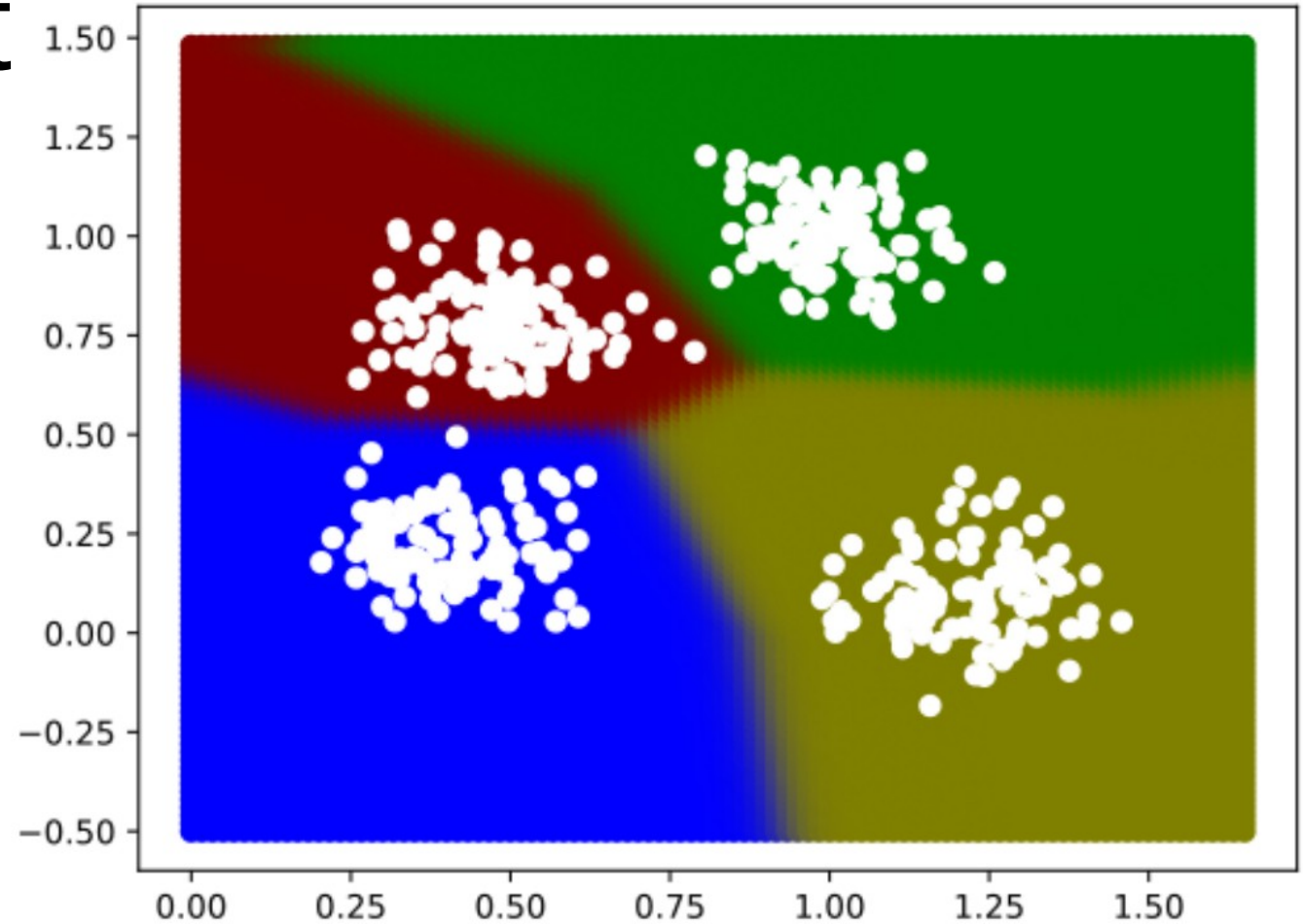


Voorbeeld

- We gebruiken volgend netwerk:

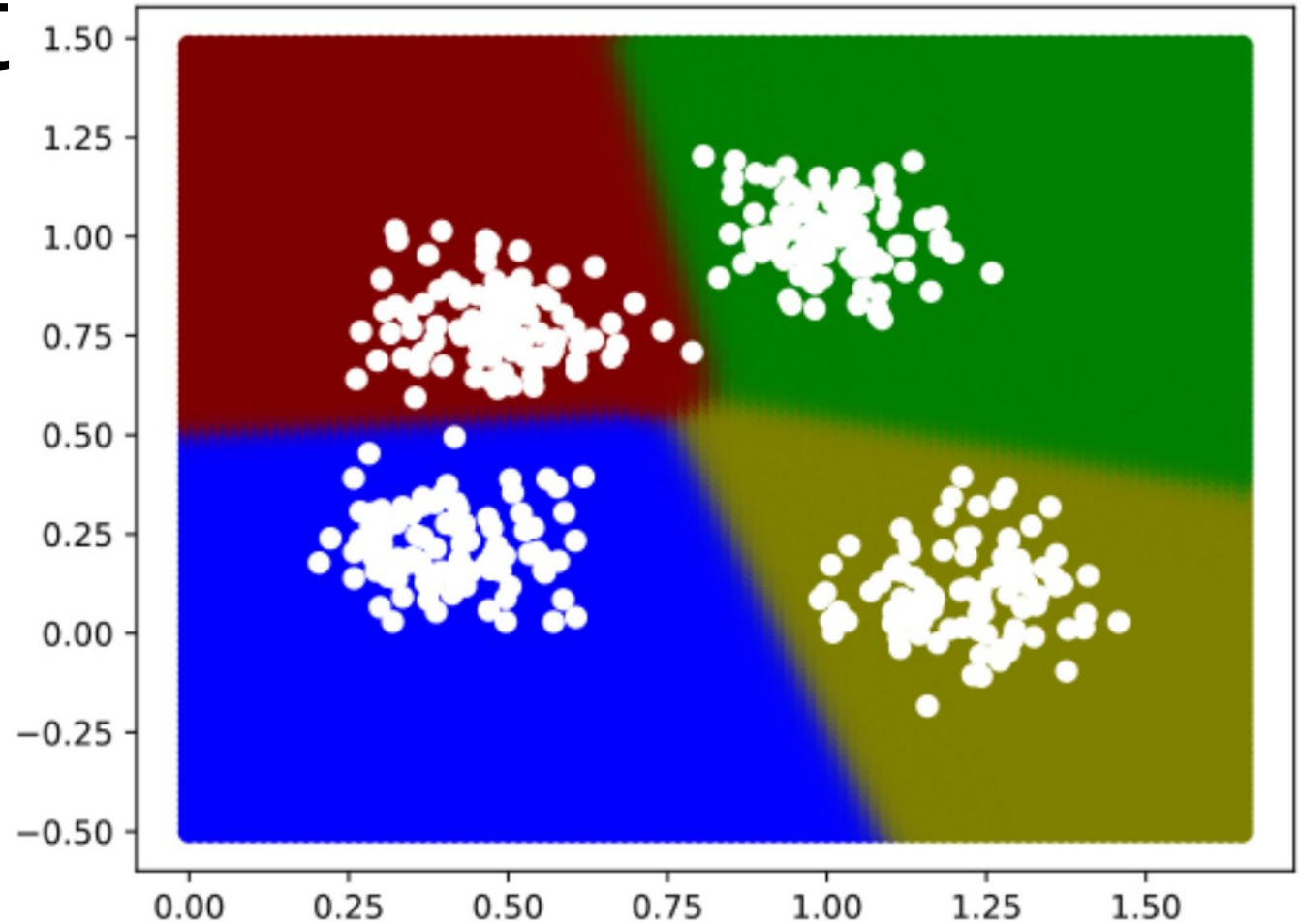


Resultaat



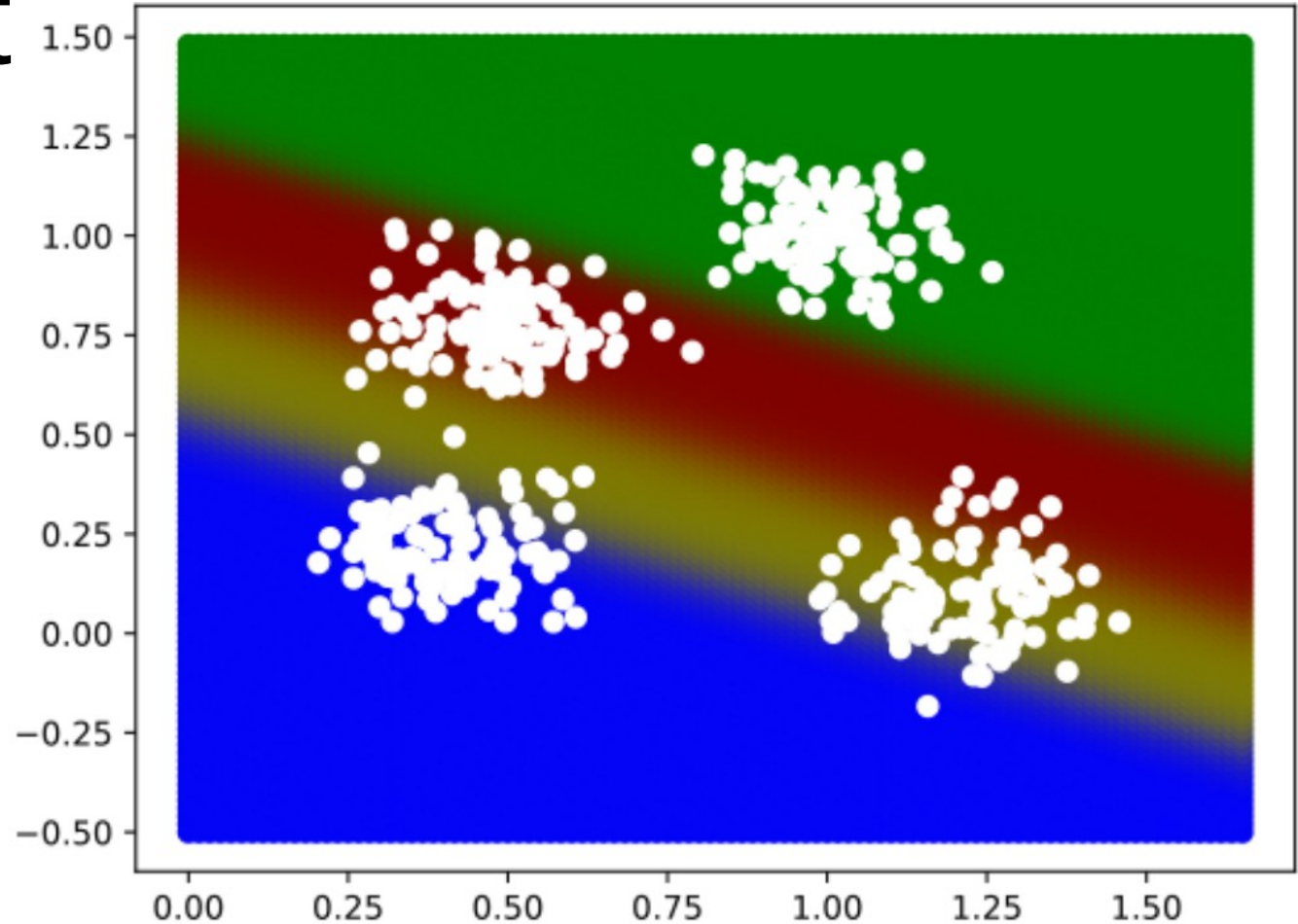
Resultaat

maar 2 neuronen
in hidden layer



Resultaat

maar 1 neuron
in hidden layer



Resultaat

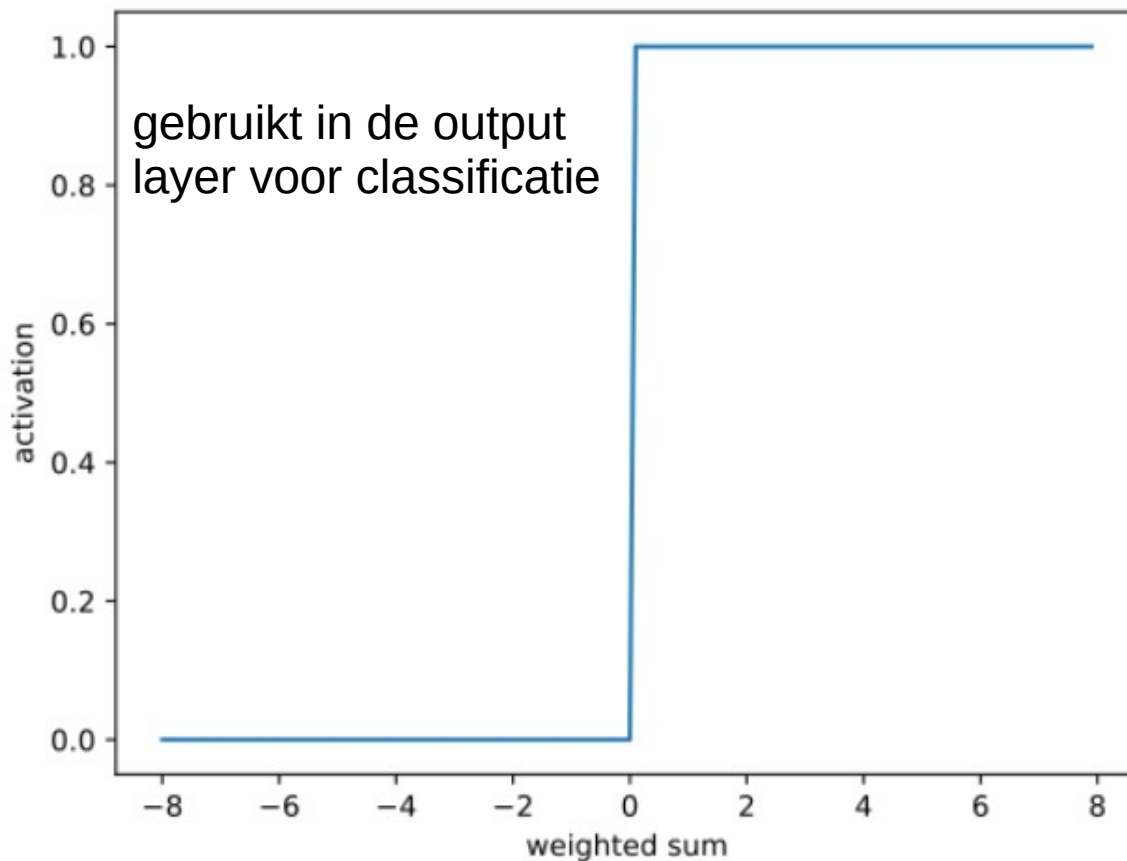
- waarom zijn de overgangen tussen de gebieden onscherp?
- we gebruikten andere activatiefuncties

Activatiefuncties

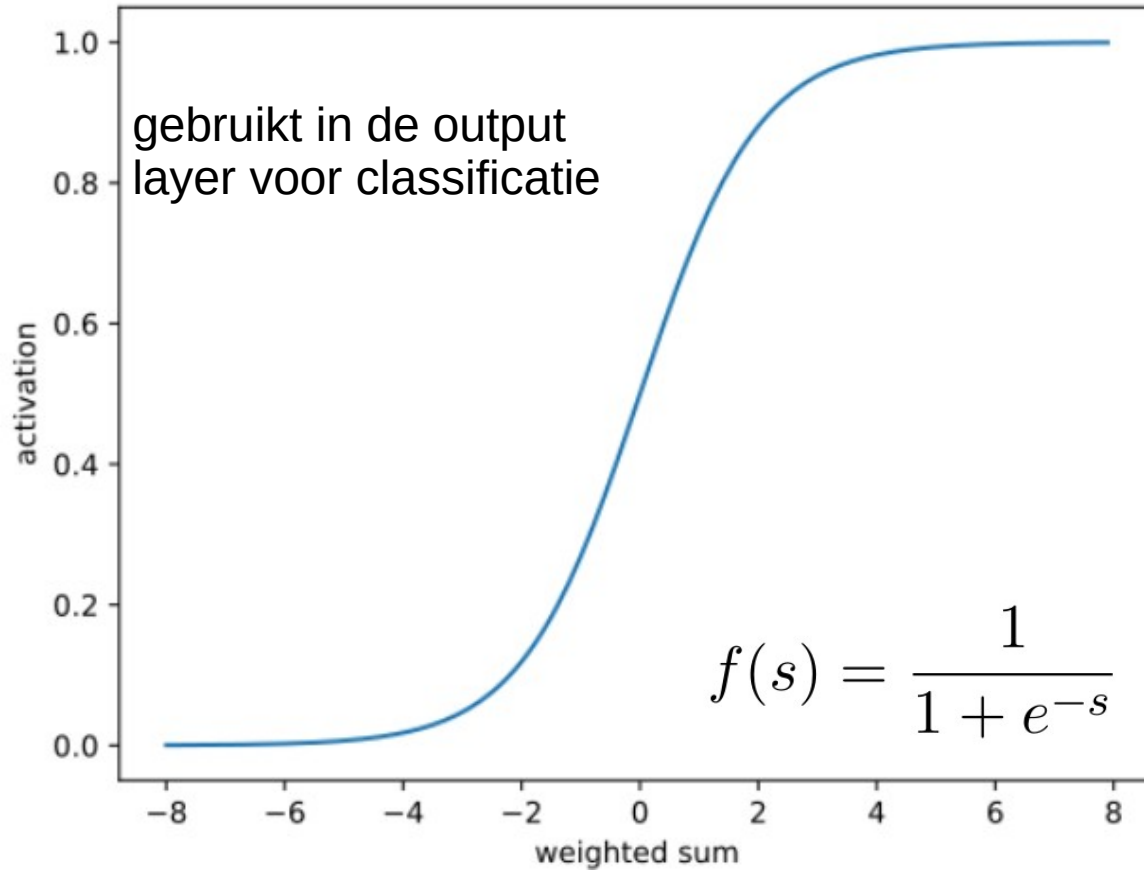
Activatiefuncties

- er zijn heel wat activatiefuncties mogelijk
 - stapfunctie
 - sigmoid (logistische) functie
 - hyperbolische tangens
 - ReLu
 - SilU
 - ...

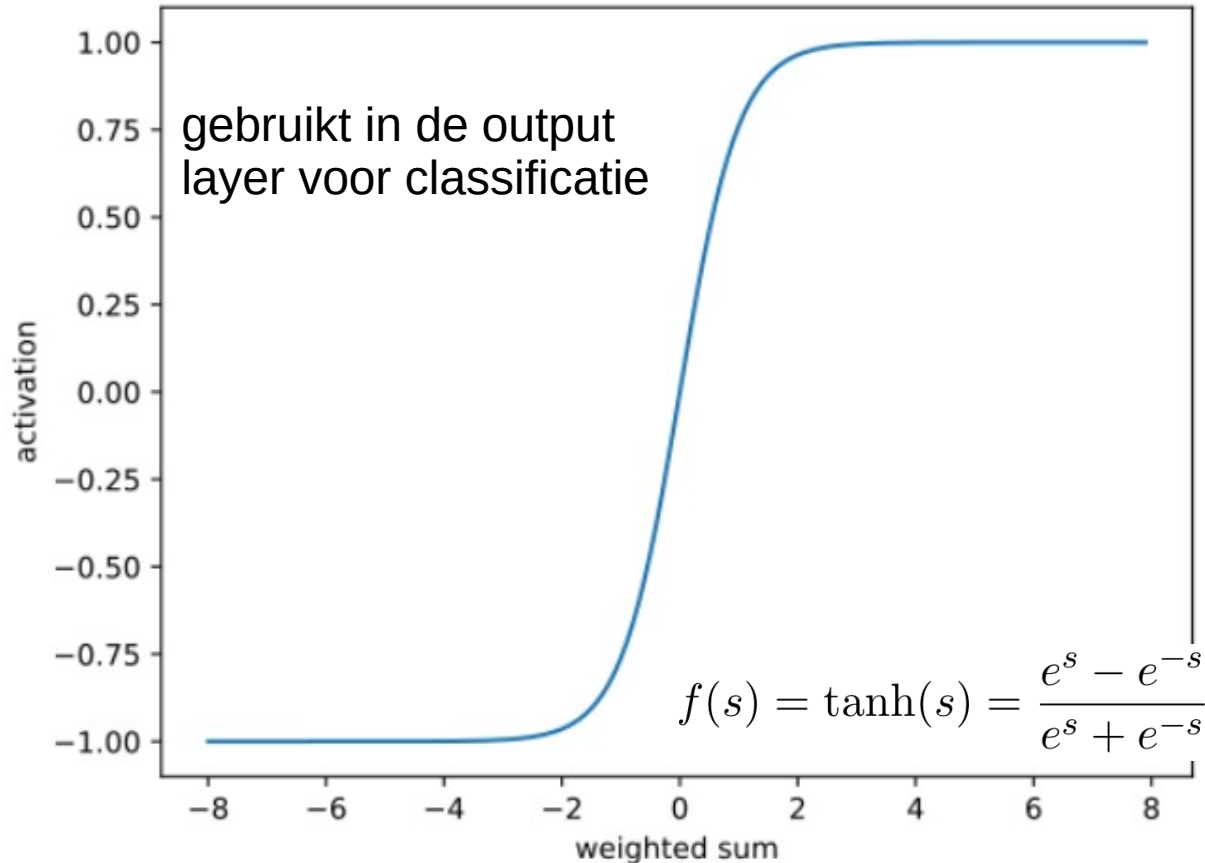
Stapfunctie



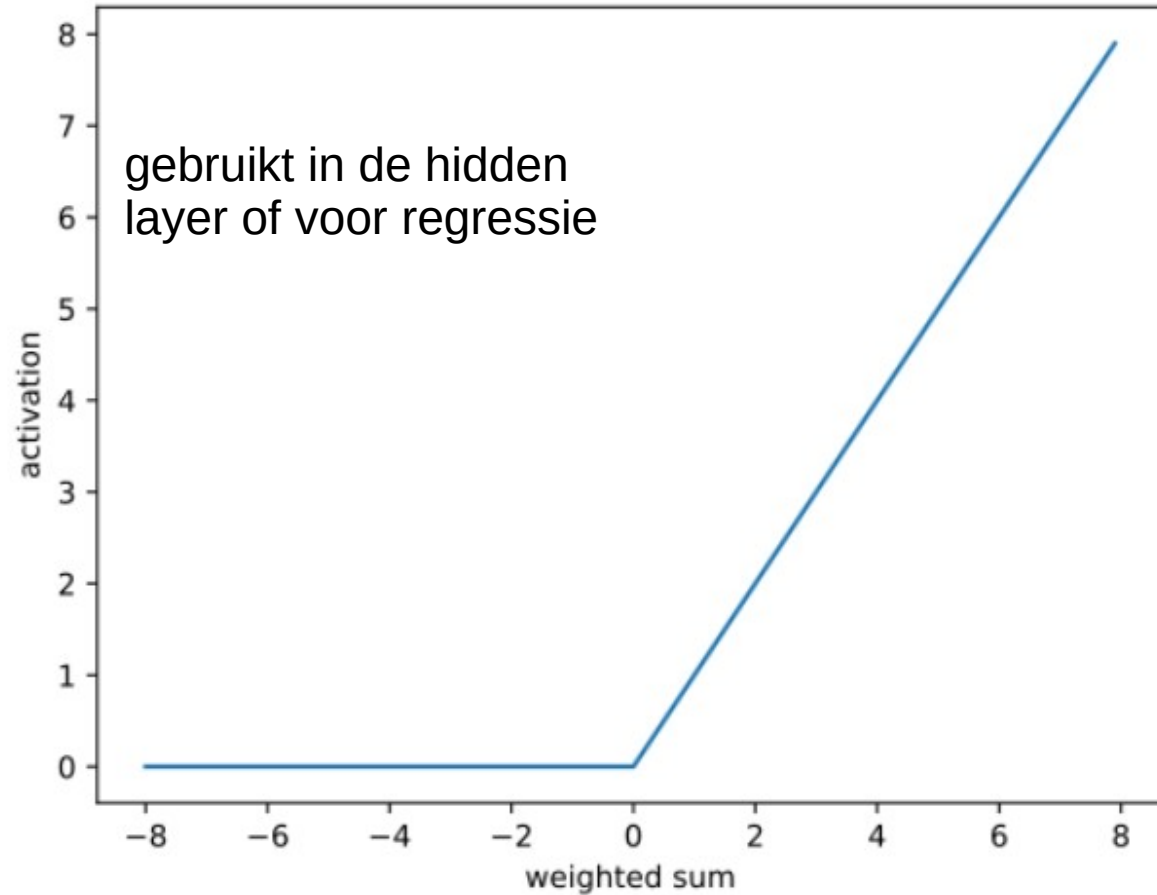
Sigmoid (logistische) functie



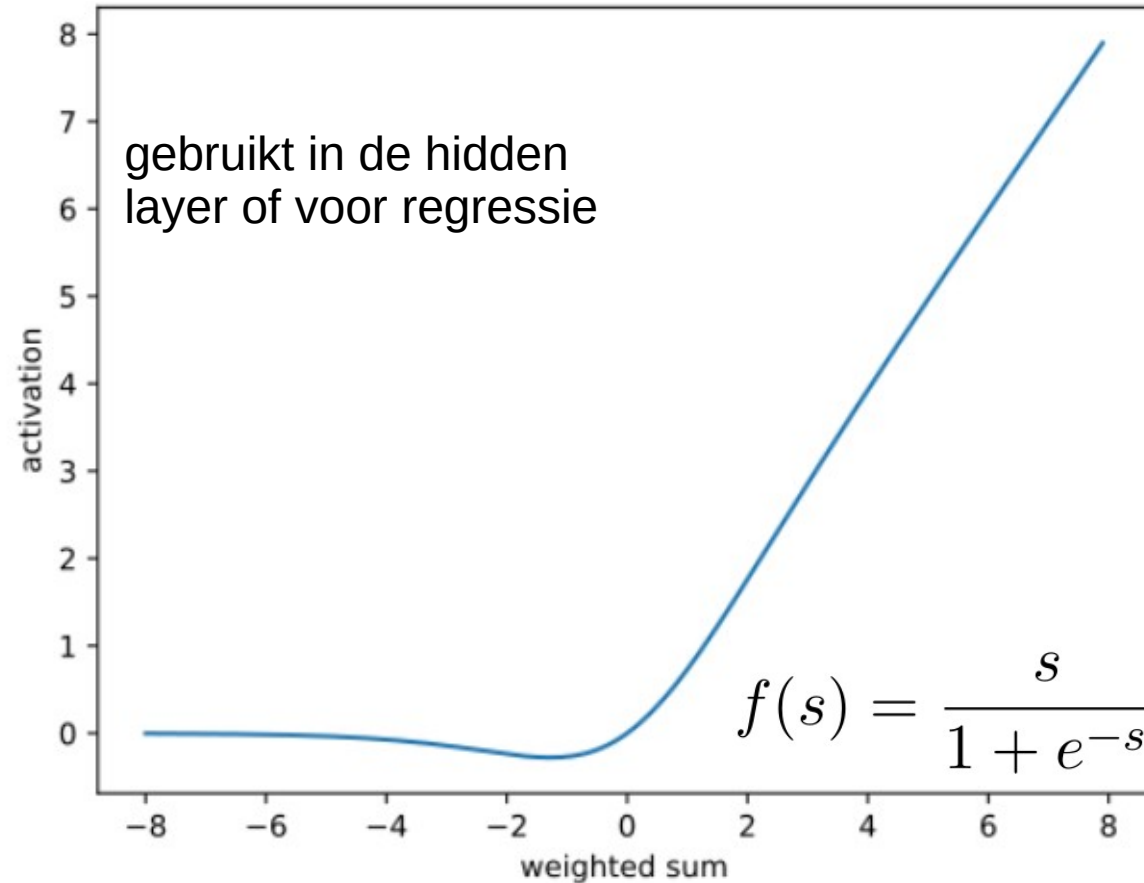
Hyperbolische tangens



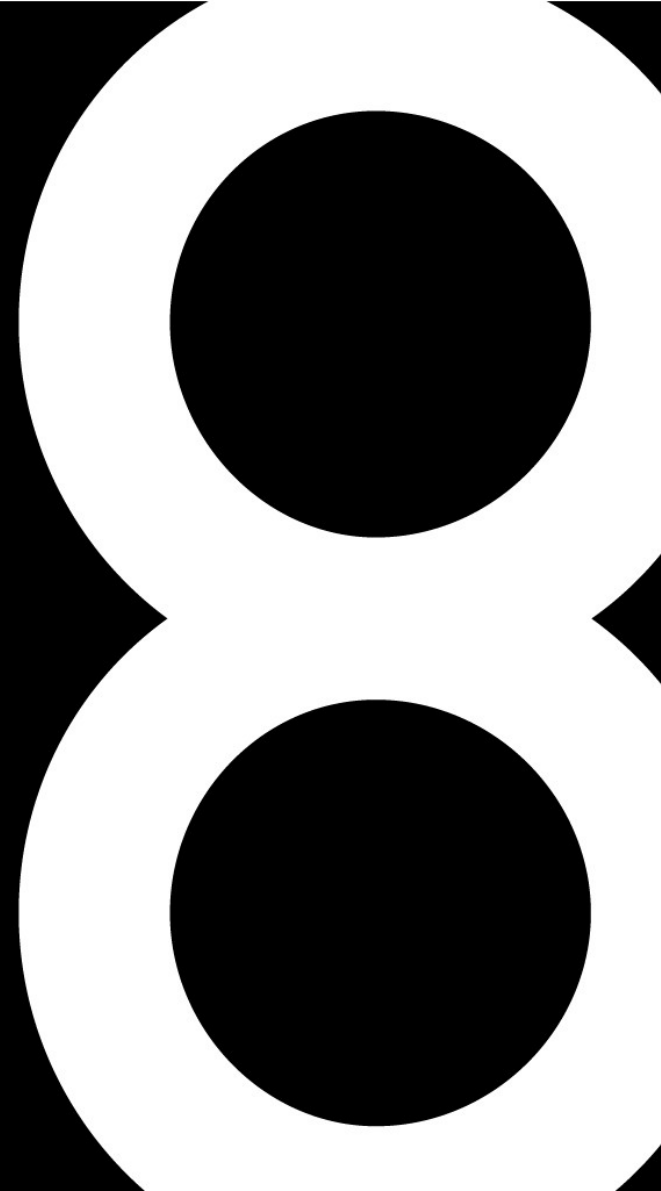
ReLU



SiLU



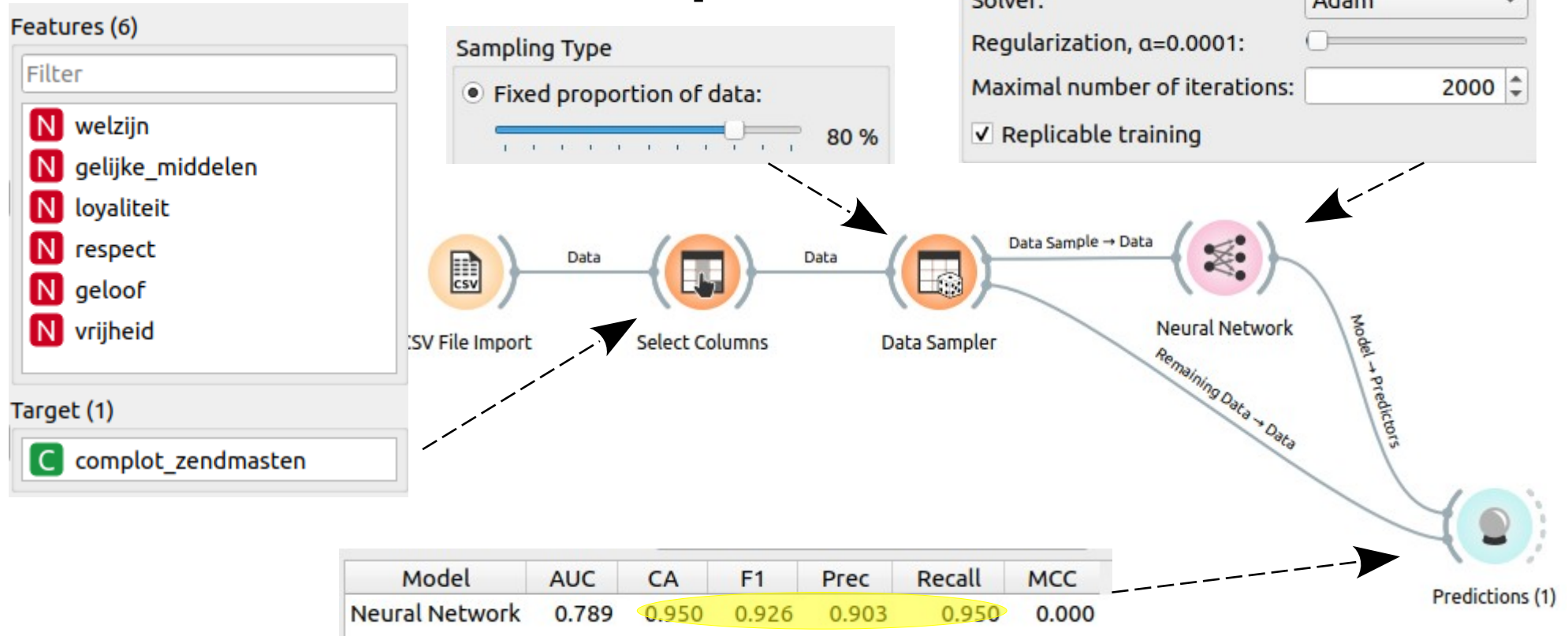
Orange



Voorbeeld: enquête

- kunnen we voorspellen of iemand in een complot theorie geloofd aan de hand van de 6 waarden die we gemeten hebben?
- welzijn, gelijke middelen, loyaliteit, respect, geloof, vrijheid zijn dus de onafhankelijke variabelen
- complot_zendmasten is bv afhankelijke variabele

Voorbeeld: enquête



Voorbeeld: enquête

- is dit een goede voorspeller?
- kijk eens naar de confusion matrix:

| | | Predicted | | Σ |
|----------|-------|-----------|------|----------|
| | | False | True | |
| Actual | False | 19 | 0 | 19 |
| | True | 1 | 0 | 1 |
| Σ | | 20 | 0 | 20 |

- wat is het probleem?

Voorbeeld: enquête

- welke complot_kolommen zijn er wel interessant om te voorspellen?
 - complot_geen_enkele
 - complot_diana
 - complot_kennedy
 - complot_elite
 - complot_roswell
 - complot_holocaust
 - complot_vaccinaties
 - complot_maanlanding
 - complot_aidscomplot_vliegtuigen
 - complot_tsunami

hint: gebruik “Distributions” widget

Voorbeeld: enquête

- kies kolom “complot_geen_enkele” als target
- experimenteer met het aantal neuronen in de hidden layer om een zo groot mogelijke F_1 te krijgen.
- hoe scoort een beslissingsboom op deze data?
 - wat is de ideale diepte voor deze boom?

Voorbeeld: enquête

- wat voorspellen het ANN en de boom voor een persoon die:
 - welzijn = 4
 - gelijke middelen = 4
 - loyaliteit = 5
 - respect = 4
 - geloof = 4
 - vrijheid = 4

Voorbeeld: enquête

- kan je ook een continue variabele voorspellen?
- probeer eens
- wat doet het ANN dan?
- wat zie je bij “Predictions”?

Oefeningen



Oefeningen

- zie Canvas