Deep Learning

Einführung - Thema 2

Silas Hoffmann

28. März 2020

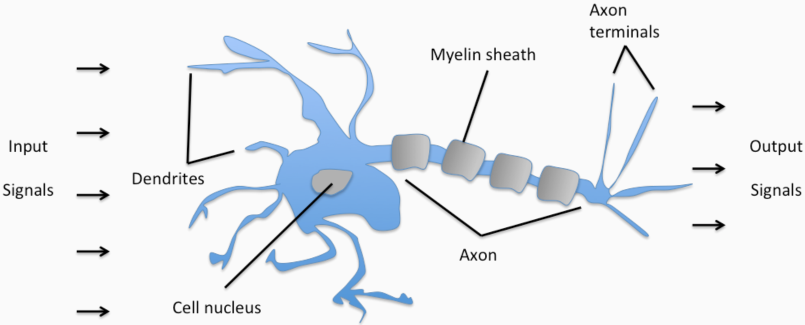
Fachhochschule Wedel

Inhalt

Geschichtliche Entwicklung

McCulloch-Pitts-Neuron

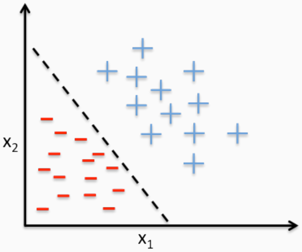
Zusammenhang - Biologisches Neuron



Schematic of a biological neuron.

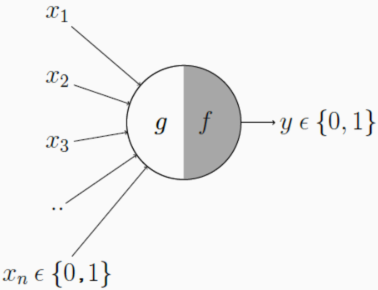
MP-Neuron

- Modell soll Funktionalität des biologischen Neurons imitieren
- Klassifizierungsproblem als grundlegende Problemstellung
- Lineare Entscheidungsfunktion zur binären Klassifizierung verwendet



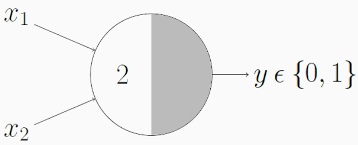
Example of a linear decision boundary for binary classification.

Aufbau und Funktionsweise



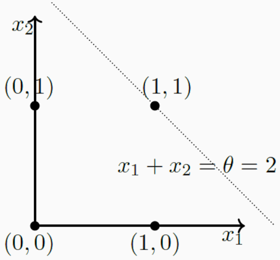
$$g(x_1, x_2, \ldots, x_n) = g(x) = \sum_{i=1}^{n} x_i \qquad f(g(x)) = \begin{cases} 1 & \text{if } g(x) \geq \theta \\ 0 & \text{if } g(x) < \theta \end{cases}$$

Notation AND-Gatter

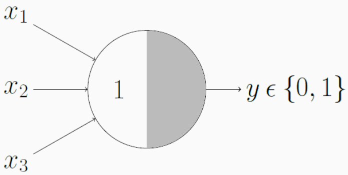


$AND\ function$

$$x_1 + x_2 = \sum_{i=1}^{2} x_i \geq 2$$

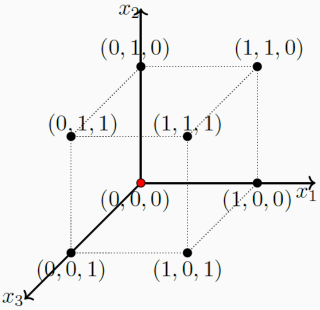


Notation OR-Gatter



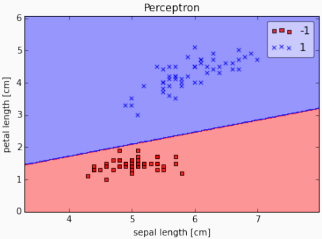
$OR\ function$

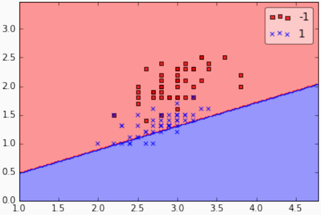
$$x_1 + x_2 + x_3 = \sum_{i=1}^{3} x_i \geq 1$$



Nachteile

- Keine kontinuierlichen Eingabewerte (nur boolesche Werte)
- Schwelle muss manuell gesetzt werden, keine automatische Aktualisierung vorgesehen
- Keine Priorisierungsmöglichkeit der Eingabewerte möglich
- Funktionen müssen durch lineare Entscheidungsfunktion getrennt werden können



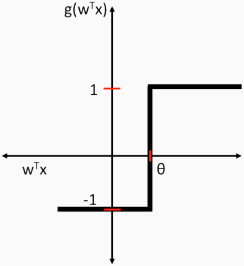


Geschichtliche Entwicklung

Perceptron

Perceptron

- Ähnliche Aktivierungsfunktion wie beim MP-Neuron
- Jedoch gewichtete kontinuierliche Eingabewerte

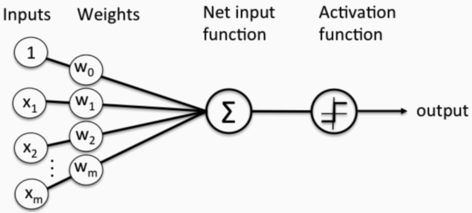


Unit step function.

$$\mathbf{w} = \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_m \end{bmatrix} \quad \mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_m \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} z &= w_1 x_1 + \cdots + w_m x_m \\ &= \sum_{j=1}^{m} x_j w_j \\ &= \mathbf{w}^T \mathbf{x} \end{aligned}$$

Aufbau



Schematic of Rosenblatt's perceptron.

$$g(z) = \begin{cases} 0 & \text{if } z \leq 0 \\ 1 & \text{if } z > 0 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} z &= \mathbf{w_0 x_0} + w_1 x_1 + \cdots + w_m x_m \\ &= \sum_{j=0}^{m} x_j w_j \\ &= w^T x \end{aligned}$$

Lernregel - Ablauf

- Modell übernimmt selbst die Anpassung der Gewichte
- Test mittels einer Menge von gelabelten Trainingsdatensätzen

Grober Ablauf

- Initialisiere die Gewichte mit einem sehr kleinen Wert oder 0.
- Für jeden Datensatz der Menge von Trainingsdatensätzen:
    - Berechne den Ausgabewert des Systems
    - Gleiche die Gewichte an

Lernregel - Formel

Angleichung der Gewichte

- Gewichte komponentenweise angleichen: $w_j := w_j + \Delta w_j$
- Gewichtsänderung: $\Delta w_j = \eta\ (\text{target}^{(i)} - \text{output}^{(i)})\ x_j^{(i)}$

- Beispiel - Iteration mit zweidimensionalem Trainingsvektor:

$$\Delta w_0 = \eta(\text{target}^{(i)} - \text{output}^{(i)})$$
$$\Delta w_1 = \eta(\text{target}^{(i)} - \text{output}^{(i)})\ x_1^{(i)}$$
$$\Delta w_2 = \eta(\text{target}^{(i)} - \text{output}^{(i)})\ x_2^{(i)}$$

Lernregel - Trainingsbeispiele

- Trainingsdatensatz richtig erkannt:

$$\Delta w_j = \eta(1^{(i)} - 1^{(i)})\, x_j^{(i)} = 0$$
$$\Delta w_j = \eta(1^{(i)} - 1^{(i)})\, x_j^{(i)} = 0$$

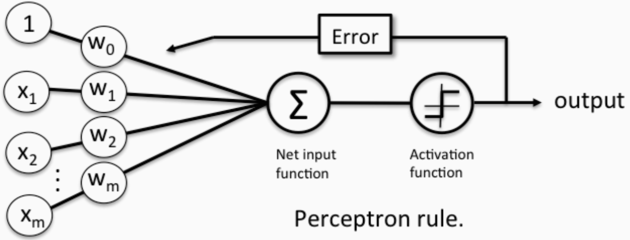
- Trainingsdatensatz falsch erkannt:

$$\Delta w_j = \eta(1^{(i)} - -1^{(i)})\, x_j^{(i)} = \eta(2)\, x_j^{(i)}$$
$$\Delta w_j = \eta(-1^{(i)} - 1^{(i)})\, x_j^{(i)} = \eta(-2)\, x_j^{(i)}$$

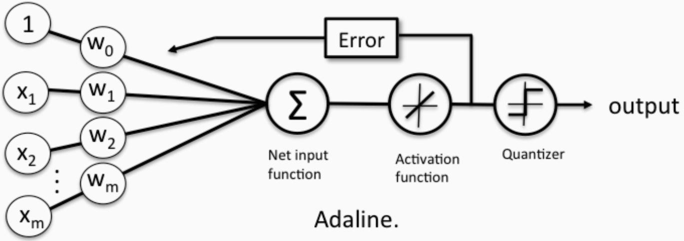
Geschichtliche Entwicklung

Adeline

ADAptive LINear Element



Perceptron rule.



Adaline.

Delta-Regel

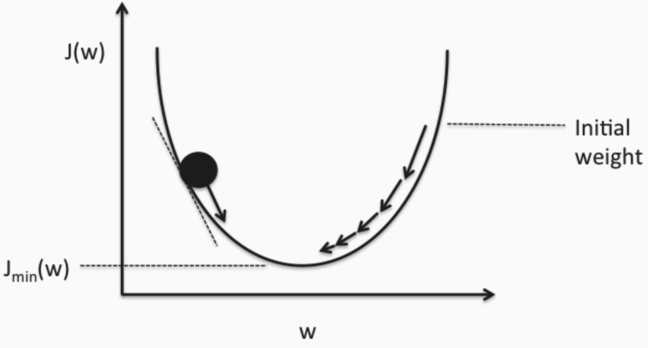
- Leralgorithmus durch Erfinder geprägt
- auch unter *Least-Mean-Square*-Algrithmus bekannt
- Wesentlicher Vorteil: Ableitbare Kostenfunktion

Notation

$$J(w) = \frac{1}{2} \sum_i (\mathrm{target}^{(i)} - \mathrm{output}^{(i)})^2 \qquad \mathrm{output}^{(i)} \in \mathbb{R}$$

Gradientenverfahren

- Ziel: Gradientenvektor für bestimmten Input bestimmen:
  $\nabla J \equiv \left(\frac{\partial J}{\partial w_1}, \ldots, \frac{\partial J}{\partial w_m}\right)^T$.



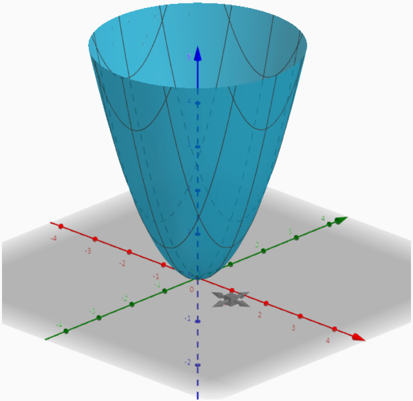
Schematic of gradient descent.

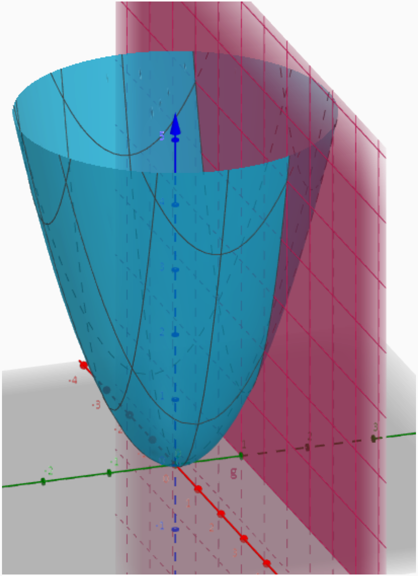
Partielle Ableitungen

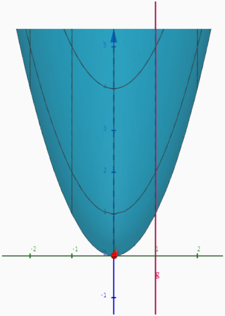
- Differenzieren von Funktionen mit mehreren Eingabewerten
- Beispiel: $z = f(x) = x^2 + y^2$

Partielle Ableitung - Notation

$$\frac{\partial Abzuleitende Fkt.}{\partial Betrachtete Komponente}$$





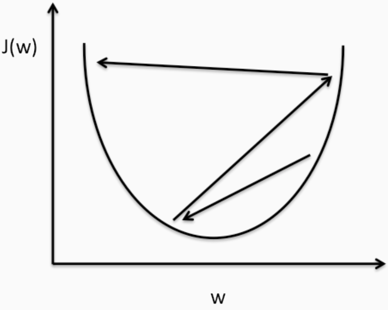


Ableitung - Beispiel

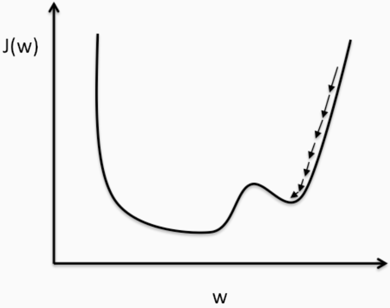
$$z = f(x, y) = x^2 + y^2$$

$$\frac{\partial z}{\partial x} = 2x \qquad \frac{\partial z}{\partial y} = 2y$$

Gradientenverfahren

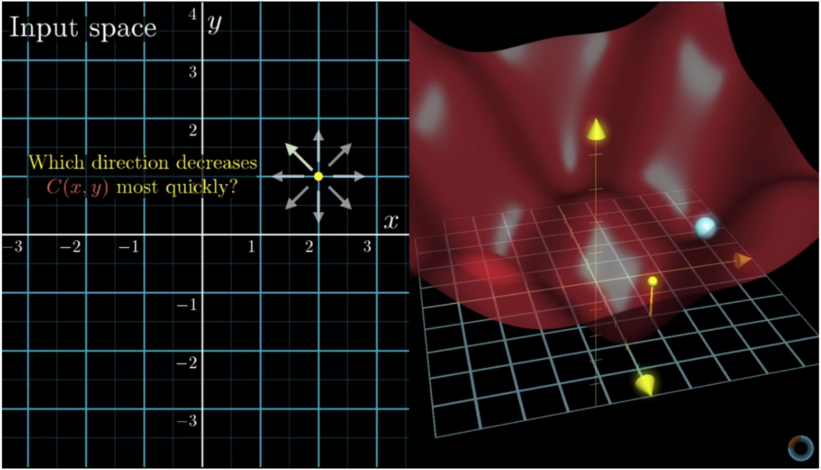


Large learning rate: Overshooting.

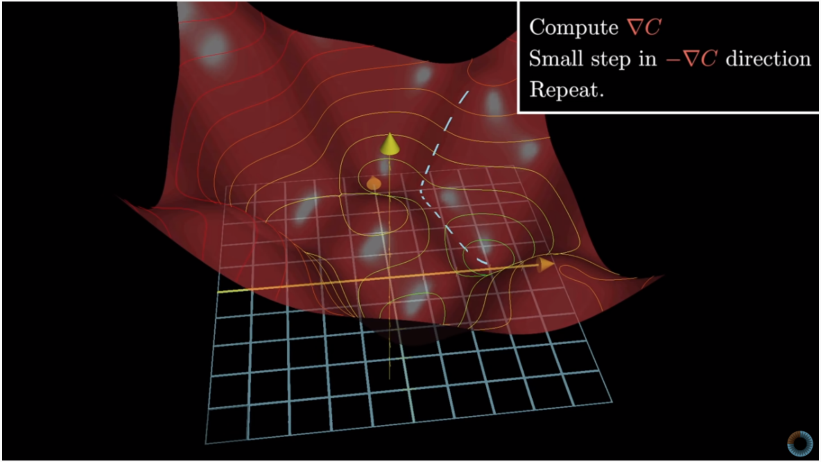


Small learning rate: Many iterations until convergence and trapping in local minima.

Gradientenverfahren



Gradientenverfahren



Gradientenverfahren

Gradientenverfahren - Anwendung

- Gradientenvektor

$$\nabla J \equiv \left(\frac{\partial J}{\partial w_1}, \ldots, \frac{\partial J}{\partial w_m} \right)^T.$$

- Allgemein: Vektorielle Darstellung

$$\Delta w = -\eta \nabla J(w)$$

- Für die jeweiligen Gewichte: Komponentenweise Darstellung

$$\Delta w_j = -\eta \frac{\partial J}{\partial w_j}$$

- Angleichung der Gewichte $w = w + \Delta w$

Kostenfunktion ableiten

$$
\begin{aligned}
\frac{\partial J}{\partial w_j} &= \frac{\partial}{\partial w_j} \frac{1}{2} \sum_i (t^{(i)} - o^{(i)})^2 \\
&= \frac{1}{2} \sum_i \frac{\partial}{\partial w_j} (t^{(i)} - o^{(i)})^2 \\
&= \frac{1}{2} \sum_i 2(t^{(i)} - o^{(i)}) \frac{\partial}{\partial w_j} (t^{(i)} - o^{(i)}) \\
&= \sum_i (t^{(i)} - o^{(i)}) \frac{\partial}{\partial w_j} \left(t^{(i)} - \sum_j w_j x_j^{(i)} \right) \\
&= \sum_i (t^{(i)} - o^{(i)})(-x_j^{(i)})
\end{aligned}
$$

Geschichtliche Entwicklung

convolutionalNN

Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

Aktuelle Entwicklung

Backpropagation

asdf

Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

Aktuelle Entwicklung

Multilayer Perceptron

Multilayer Perceptron

Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

Aktuelle Entwicklung

Recurrent Neural Network

Recurrent Neural Network

Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

Deep Learning

Einführung - Thema 2

Silas Hoffmann

28. März 2020

Fachhochschule Wedel

Fragen?

Backup slides

Sometimes, it is useful to add slides at the end of your presentation to refer to during audience questions.

The best way to do this is to include the `appendixnumberbeamer` package in your preamble and call `\appendix` before your backup slides.

metropolis will automatically turn off slide numbering and progress bars for slides in the appendix.

References i

- 3Blue1Brown - Videokurs zur Einführung in die Neuralen Netze.
  https://www.youtube.com/watch?v=aircAruvnKk&list=PLZHQObOWTQDNU6R1_67000Dx_ZCJB-3pi.
  Aufgerufen am: 16-03-2020.
- Übersicht - verschiedene Architekturen.
  https://www.asimovinstitute.org/neural-network-zoo/.
  Aufgerufen am: 22-03-2020.
- Definition Klassifizierungssproblem.
  http://ekpwww.physik.uni-karlsruhe.de/~tkuhr/HauptseminarWS1112/Keck_handout.pdf.
  Aufgerufen am: 15-03-2020.

- Einführung Convolutional neural network.
`https://adeshpande3.github.io/A-Beginner%27s-Guide-To-Understanding-Convolutional-Neural-Networks/`.
Aufgerufen am: 18-03-2020.
- Öffentliche Datensätze - Übersicht.
`https://github.com/awesomedata/awesome-public-datasets`.
Aufgerufen am: 18-03-2020.
- Funktionsweise - CNN.
`https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1890437/`.
Aufgerufen am: 18-03-2020.

Funktionsweise - CNN.
https://bit.ly/2QGK0Ej.
Aufgerufen am: 18-03-2020.

Geschichte der Convolutional neuronalen Netze.
https://glassboxmedicine.com/2019/04/13/a-short-history-of-convolutional-neural-networks/.
Aufgerufen am: 18-03-2020.

Khan Academy - Partielle Ableitungen (Funktion mit zwei Eingabewerten.
https://www.youtube.com/watch?v=1CMDS4-PKKQ&t=542s.
Aufgerufen am: 16-03-2020.

- Künstliche Neuronale Netzwerke und Deep Learning - Stefan Stelle.
  https://www.htwsaar.de/wiwi/fakultaet/personen/profile/selle-stefan/Selle2018e_Kuenstliche_Neuronale_Netzwerke.pdf/at_download/file.
  Aufgerufen am: 24-03-2020.
- McCulloch-Pitts Neuron.
  https://towardsdatascience.com/mcculloch-pitts-model-5fdf65ac5dd1.
  Aufgerufen am: 14-03-2020.
- Perceptron - Python Implementierung.
  https://github.com/rasbt/mlxtend/blob/master/mlxtend/classifier/perceptron.py.
  Aufgerufen am: 16-03-2020.

References v

Single-Layer Neural Networks and Gradient Descent.
https://sebastianraschka.com/Articles/2015_singlelayer_neurons.html.
Aufgerufen am: 14-03-2020.

M. Nielsen.
Neural Networks and Deep Learning.
Determination Press, 2015.