



Knowledge Engineering und Lernen in Spielen

Neural Networks

Seminar

Knowledge Engineering und Lernen in Spielen

Stefan Heinje

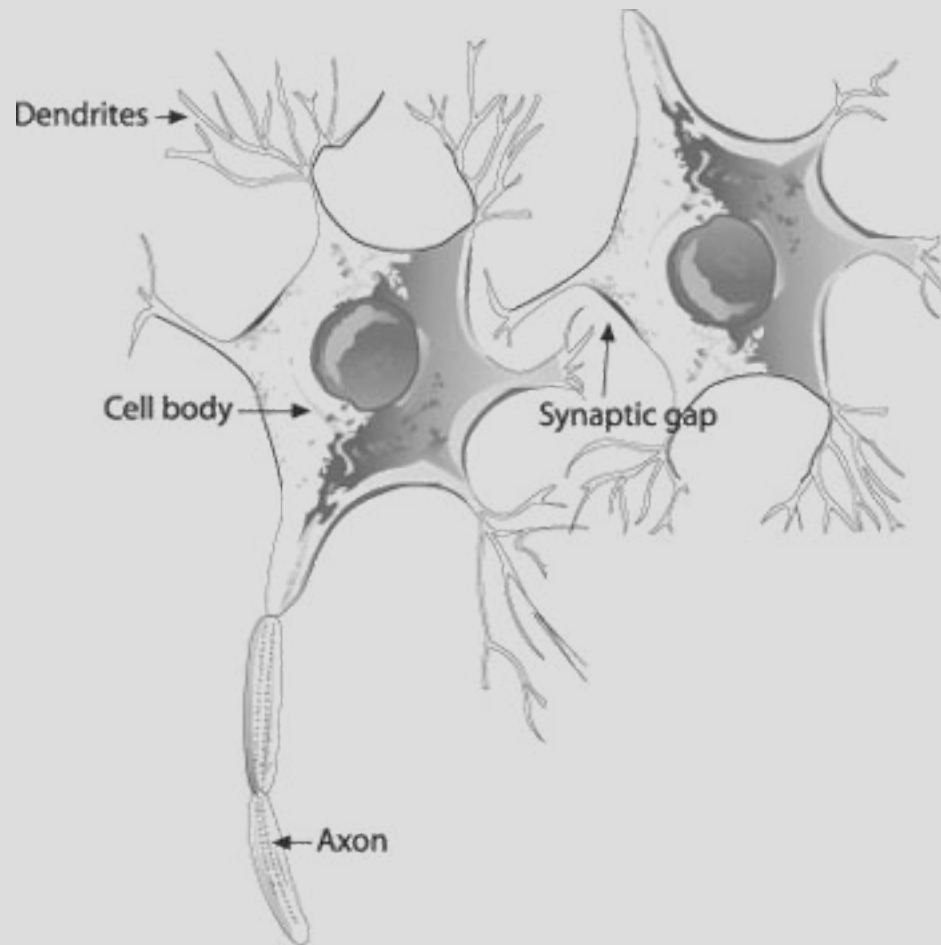


Inhalt

- Neuronale Netze im Gehirn
- Umsetzung
- Lernen durch Backpropagation
- Temporal Difference
- Anwendung in Spielen
- Quellen



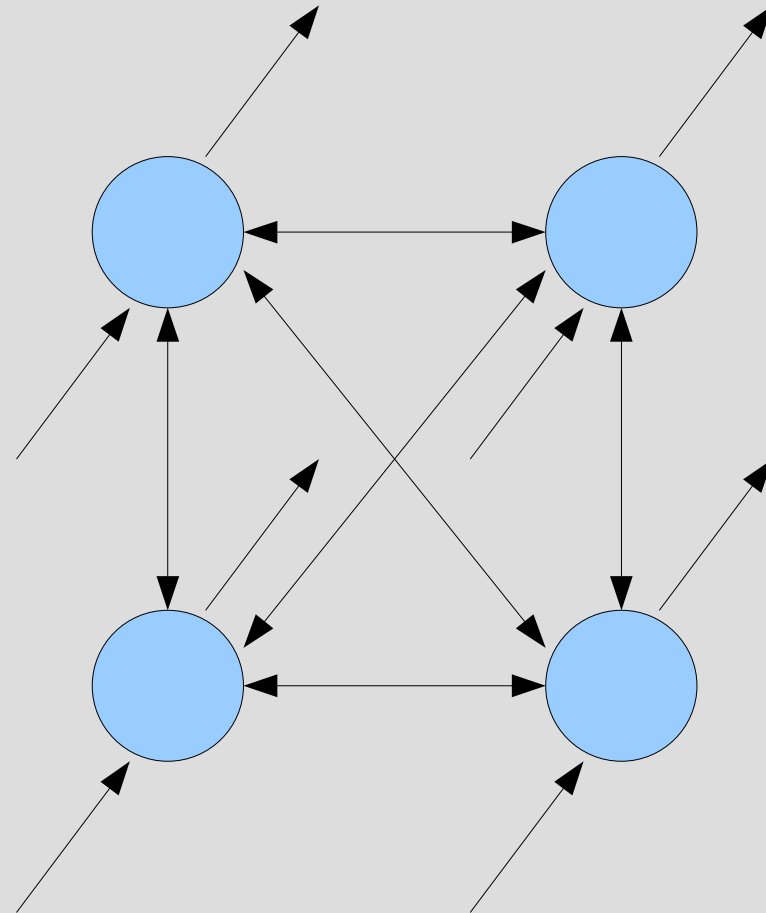
Neronale Netze im Gehirn



- Neuronen bekommen Impuls von Nachbarn über unidirektionale Verbindungen
- Bei Überschreitung eines bestimmten Wertes wird ein Impuls weitergegeben
- Neuron reagiert kurze Zeit nicht, um Loops zu verhindern
- Oft verwendete Verbindungen werden verstärkt

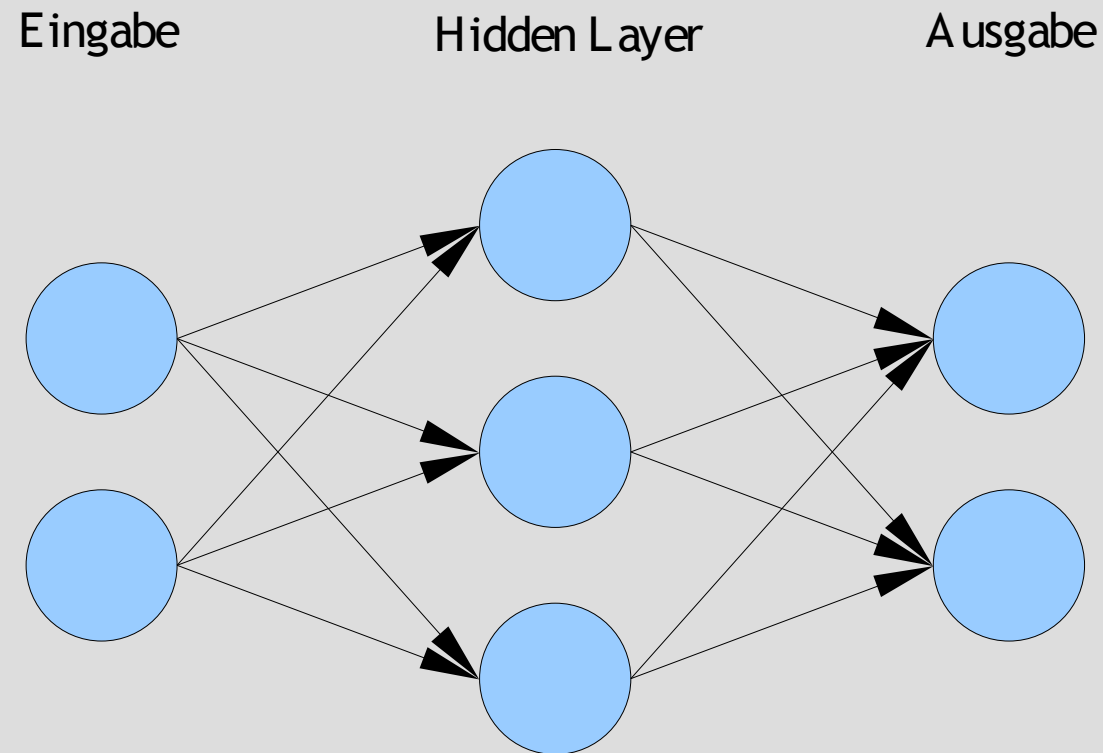


Umsetzung : Hopfield Netz



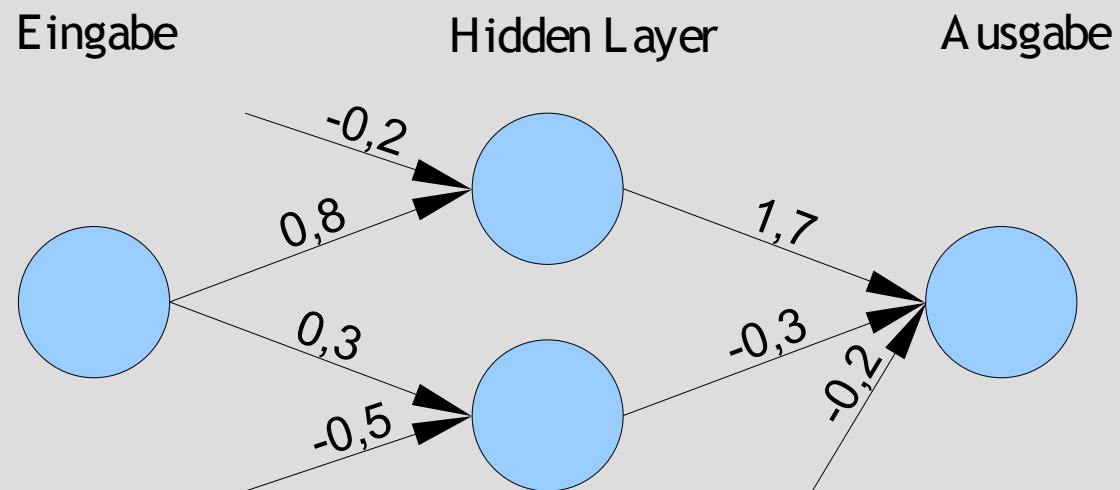


Umsetzung : Multilayer Perceptron



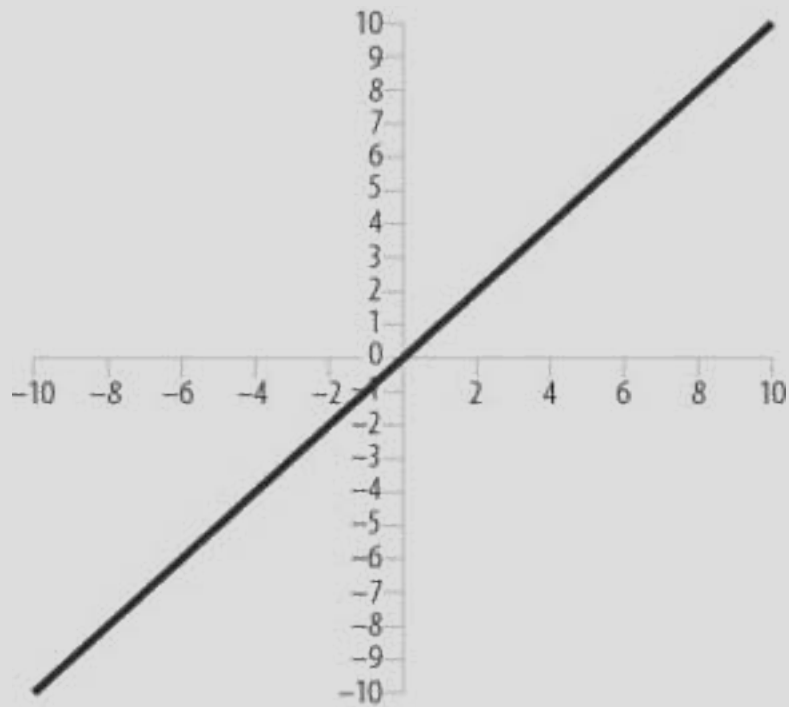


Umsetzung

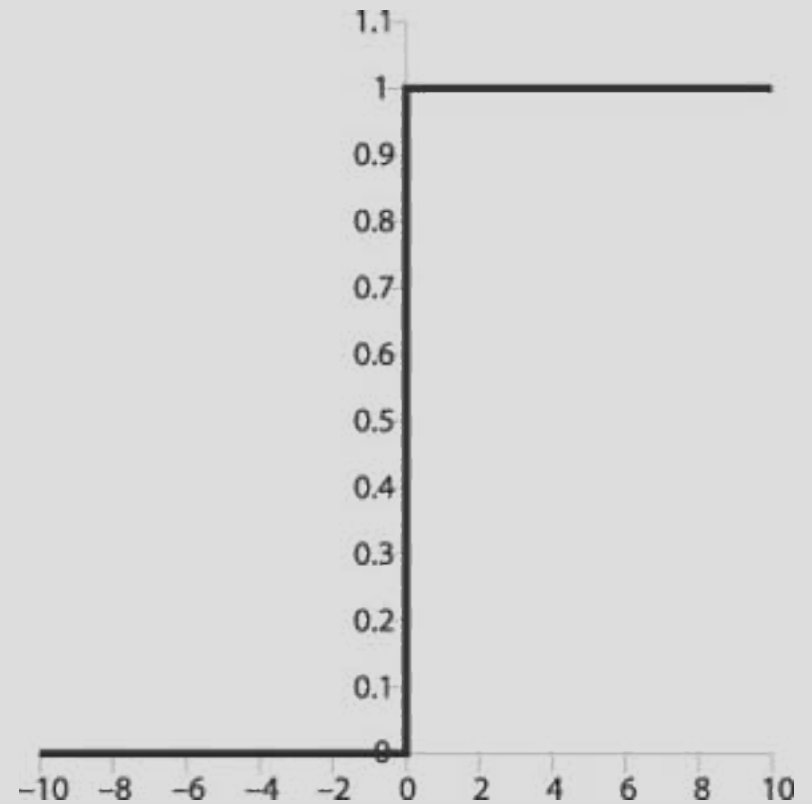




Aktivator-Funktionen



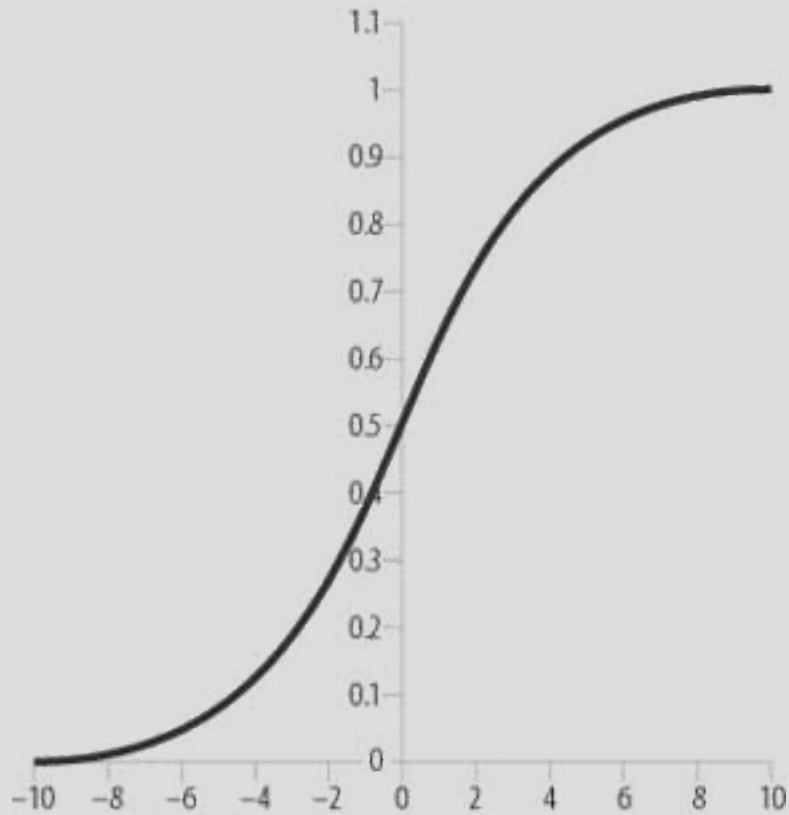
$$f(x) = x$$



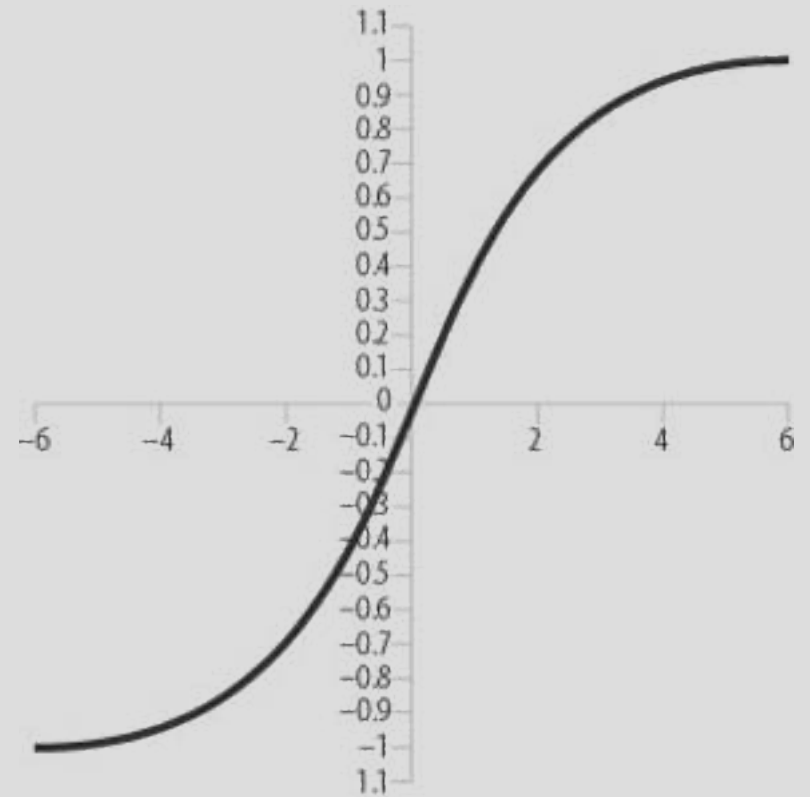
$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{für } x \leq 0 \\ 1 & \text{für } x > 0 \end{cases}$$



Aktivator-Funktionen



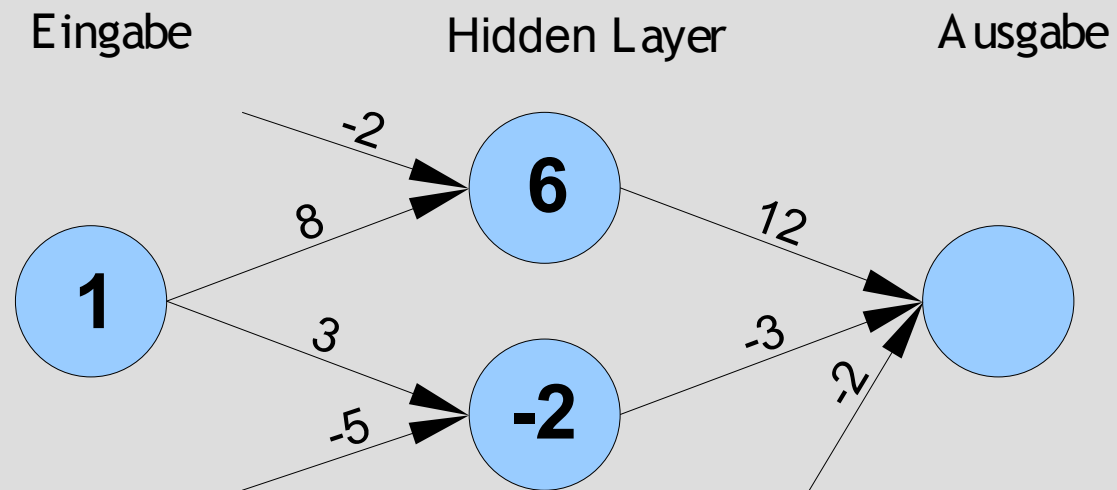
$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$



$$f(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$$

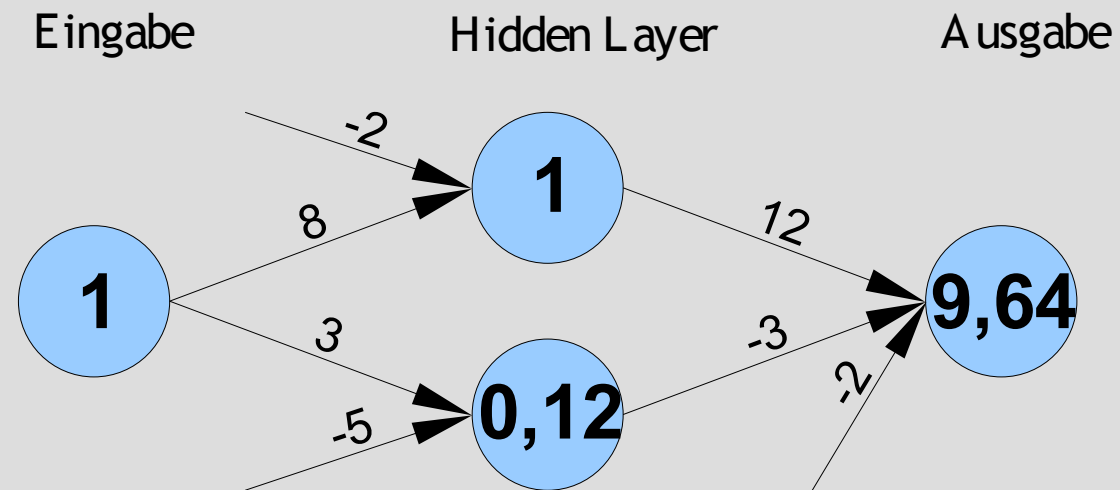


Ein Beispiel



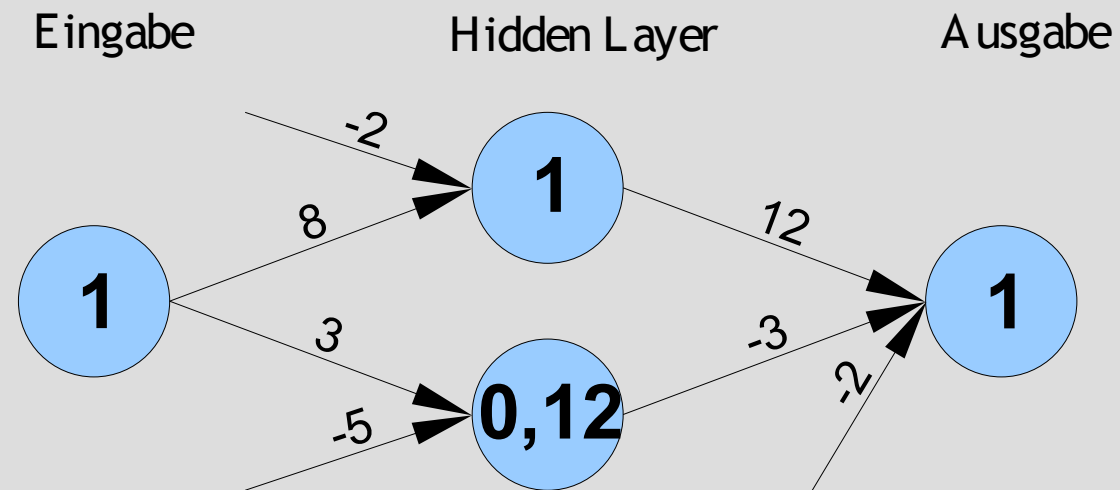


Ein Beispiel





Ein Beispiel





Lernen durch Backpropagation

$$\text{minimiere } \epsilon = \frac{\sum_{i=1}^m (o_i^d - o_i^a)^2}{m}$$

ϵ : Gesamtfehler

m : Anzahl der Ausgabeneuronen

o_i^d : Gewünschter Ausgabewert

o_i^a : Aktueller Ausgabewert



Lernen durch Backpropagation

$$\text{Fehler Ausgabe-Neuron: } \delta_i^o = (o_i^d - o_i^a) f'(o_i^a) = (o_i^d - o_i^a) o_i^a (1 - o_i^a)$$

$$\text{Fehler Hidden Neuron: } \delta_i^h = \left(\sum_{j=1}^m \omega_{ij} \delta_j^o \right) f'(h_i^a) = \left(\sum_{j=1}^m \omega_{ij} \delta_j^o \right) h_i^a (1 - h_i^a)$$

δ_i^o : Fehler von Neuron i in der Ausgabeschicht

δ_i^h : Fehler von Neuron i in der versteckten Schicht

h_i^a : Wert des Neurons i in der versteckten Schicht

$f'(x)$: Ableitung der Aktivierungsfunktion

ω_{ij} : Gewicht



Lernen durch Backpropagation

Gewicht wird um $\Delta \omega_{ij} = \rho n_i \delta_j$ erhöht

ρ : Lernrate (zwischen 0 und 1)

n_i : Wert des Neurons i in der vorderen Schicht

δ_j : Fehler von Neuron j in der hinteren Schicht

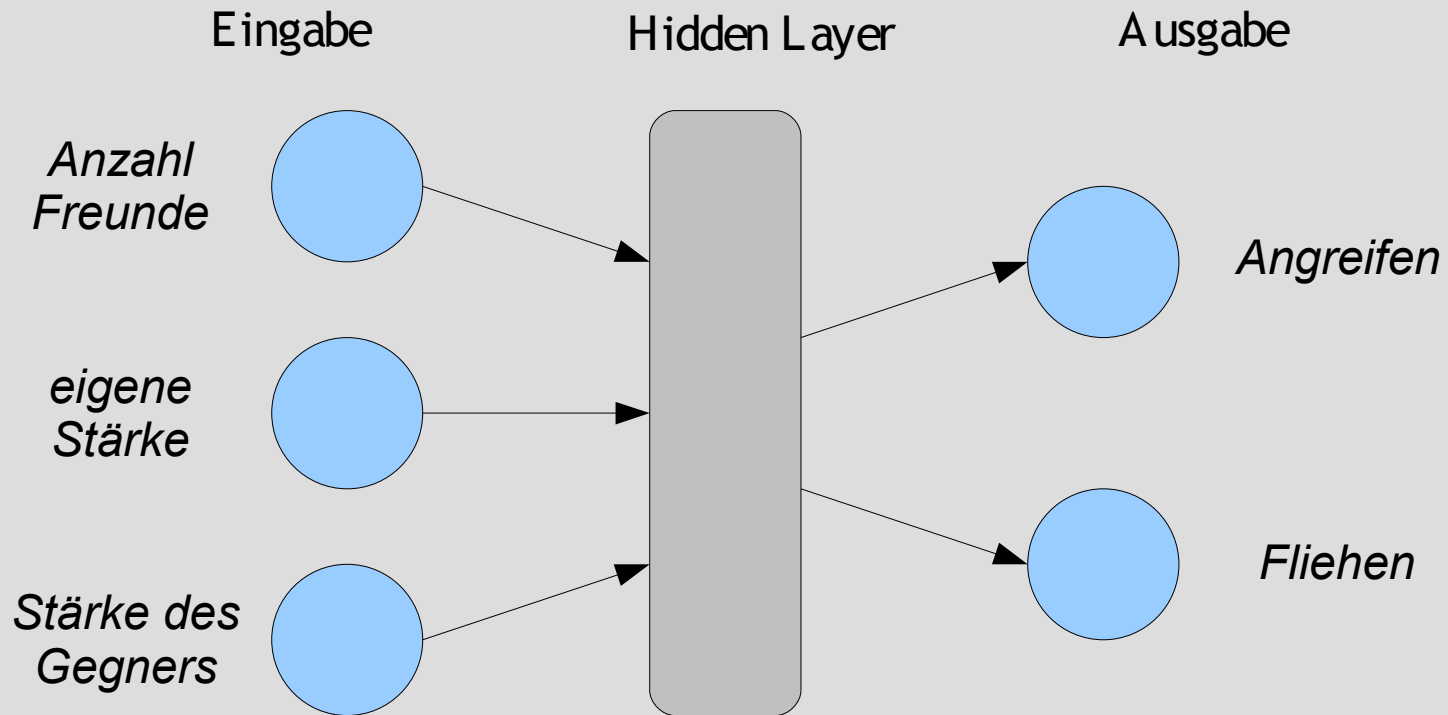


Temporal Difference

- oft kann man Entscheidungen erst sehr spät beurteilen (Spiel gewonnen oder verloren)
- daher kann kein Fehler berechnet werden
- Lösung: Abschätzung des Fehlers durch eigene Beurteilung
- Bei konkreter Beurteilung auch (schwächere) Veränderung der Gewichte aus vorherigen Entscheidungen



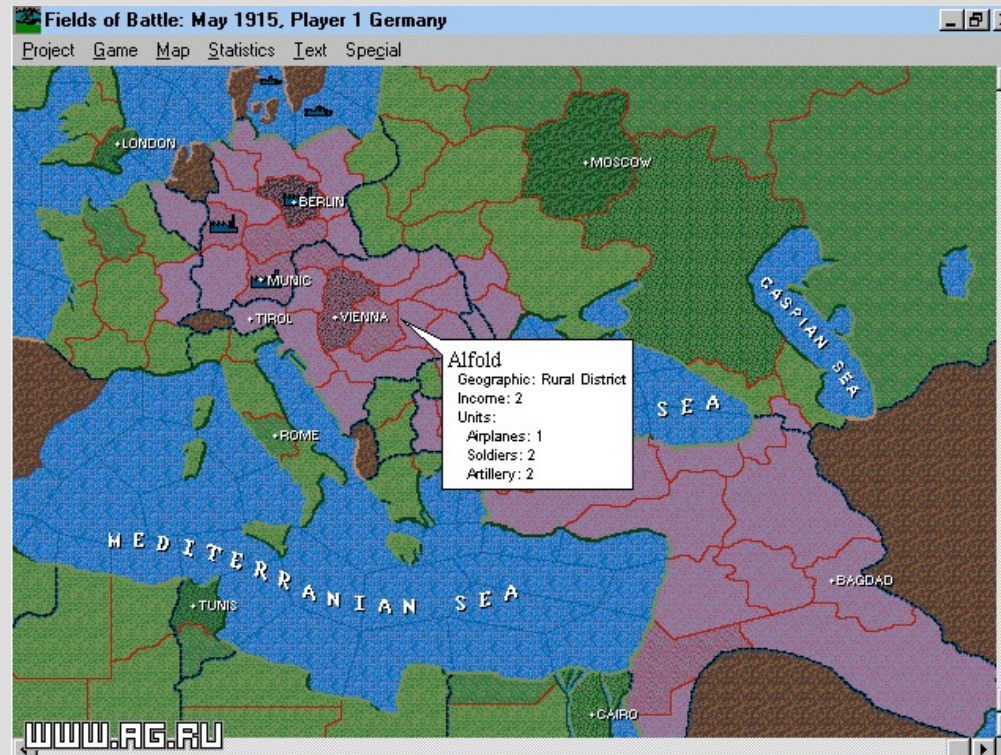
Anwendung in Spielen





Anwendung in Spielen : Strategiespiele

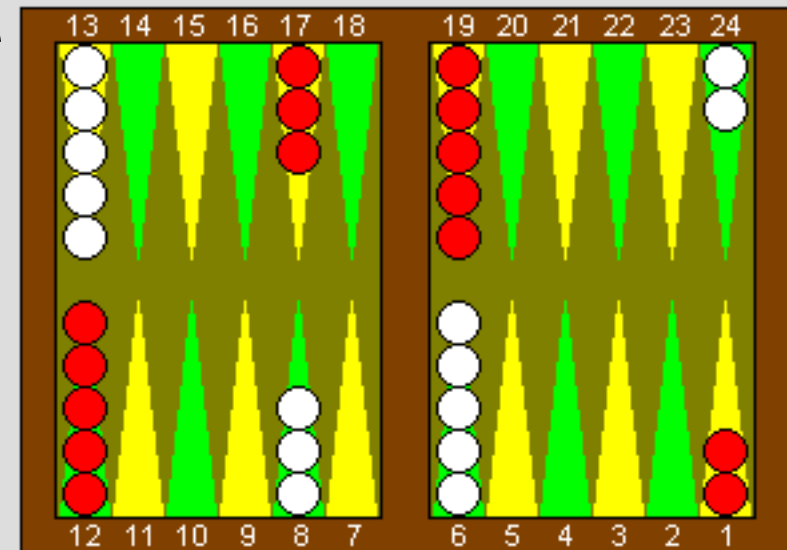
- Fields Of Battle (Bevelstone Production)
- erstes kommerzielles Spiel mit neuronalem Netzwerk





Anwendung in Spielen : Brettspiele

- TD-Gammon (Gerald Tesauro)
- Lernt durch Spiele gegen sich selbst
- Spielt mittlerweile auf dem Niveau der besten menschlichen Spieler
- Hat die gängigen Eröffnungsstrategien revolutioniert





Anwendung in Spielen : Rennspiele

- Forza Motorsport (Microsoft)
- Colin McRae Rally (Codemasters)





Anwendung in Spielen : Creatures

- Norns besitzen „richtige“ Gehirne mit etwa 1000 Neuronen (Menschen: 100 Mrd.)
- 9 verschiedene Bereiche für unterschiedliche Aufgaben
- Norns lernen dadurch, daß Verbindungen zwischen Neuronen verstärkt werden, wenn das biochemische System eine Belohnung signalisiert.





Anwendung in Spielen : Kampfspiele

- Microsoft Research in Tao Feng





Fazit

- Neuronale Netze können auch bei wenig Wissen seitens der Programmierer sehr gut lernen
- Neuronale Netze können auch Charaktereigenschaften entwickeln
- Lernerfolg der neuronalen Netze ist unberechenbar
 - Einsatz von lernenden Netzen in Spielen kann ungeahnte Folgen haben



Quellen

- David M. Bourg, Glenn Seemann: AI for Game Developers, O'Reilly, 2004
- <http://www.onlamp.com/pub/a/onlamp/2004/09/30/AIforGameDev.html>
- <http://www.gameai.com/>
- Gerald Tesauro: Temporal Difference Learning and TD-Gammon, Communications of the ACM, 1995
- <http://de.wikipedia.org/>
- <http://research.microsoft.com/MLP/apg/>
- <http://creatures.wikia.com/wiki/>

Bilder:

- <http://www.ign.com/>
- <http://www.gamershell.com/>
- <http://www.xbox.com/>
- <http://www.ag.ru>