NNetSimu

Eine Simulation natürlicher neuronaler Netzwerke

Anwenderdokumentation

P. Kraus

Stand 28.10.2019

# Vorbemerkungen

NNetSimu kann nicht das menschliche Nervensystem in seiner vollen Komplixität darstellen. Einschränkungen sind notwendig in mehrfacher Hinsicht:

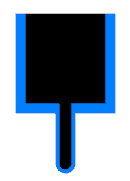
1. Einschränkungen im Detaillierungsgrad: Zum Beispiel werden zurzeit keine Synapsen modelliert, sondern die Verbindungen zwischen Neuronen werden so behandelt, als würden die Dendriten unmittelbar in ein nachfolgendes Neuron einmünden. Auch von Details der Axone, wie die Myelinscheide oder die Ranvier-Schnürringe wird abstrahiert.
2. Quantitative Einschränkungen: Während das menschliche Gehirn aus ca. 86 Milliarden Neuronen besteht, muss die Kapazität von NNetSimu drastisch geringer sein. Beim aktuellen Entwicklungstand kann noch keine Aussag über die mögliche Maximalzahl getroffen werden, sie wird aber sicherlich kleiner als eine Million Neuronen sein.
3. Einschränkungen in der zeitlichen Auflösung: NNetSimu muss die dynamischen Abläufe im Netzwerk in einer gewissen zeitlichen Taktung sequentiell berechnen. Je kürzer dieser Zeittakt ist, um so größer ist der Rechenaufwand. Deshalb ist die Dauer des Berechnungstakts ein wesentlicher Einflussfaktor auf die maximal mögliche Größe des Modells. Umgekehrt ist ein zu lang gewählter Takt ungünstig für die Darstellung schnell ablaufender Vorgänge, z.B. Anstieg und Abfall des Aktionspotentials beim Auslösen eines Neurons. Zurzeit ist ein Takt von 100 Microsekunden fest eingestellt. Im weiteren Verlauf der Entwicklung kann mit diesem Parameter experimentiert werden.
4. Einschränkungen in der Vielfalt der darstellbaren Neuronen, Dendriten usw. NNetSimu enthält zurzeit nur eine geringe Anzahl von elementaren Neuronentypen, die im Kapitel 2 „Das statische Modell“ beschrieben sind. Bei Bedarf können weitere Sonderfälle, wie sie in der Natur vorkommen hinzugefügt werden. Das vorliegende Dokument bezieht sich ausschließlich auf die in NNetSImu implementierten Elemente. Aussagen der Art „es gibt drei Arten von …“ sind deshalb nicht als Behauptungen über biologische Systeme zu verstehen(dort ist die Vielfalt meist höher), sondern lediglich als Beschreibungen der aktuell im Programm NNetSimu implemntierten Funktionalität.

# Das statische Modell

Das Netzwerk besteht aus drei Arten von Neuronen und Verbindungen (Axone, Dendriten) zwischen diesen.

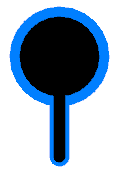
Die drei Arten von Neuronen sind

1. **Inputneuronen:**

Dieser Typ von Neuron hat keine eingehenden Dendriten. Er wird durch externe Ereignisse getriggert, in der Regel Sinnesreize, wie einfallendes Licht beim Auge oder akkustische Signale bei den Neuronen im Innenohr.

Inputneuronen haben immer genau einen Ausgang, das Axon.

1. **„Normale“ Neuronen:**

Dieser Typ von Neuron hat sowohl eingehende als auch ausgehende Verbindungen. Die eingehenden Verbindungen sind Dendriten, die in der Regel über diverse Verzweigungen aus anderen Neuronen stammen. Genauso wie Inputneuronen haben normale Neuronen immer genau einen Ausgang, das Axon.

1. **Outputneuronen:**

Dieser Typ von Neuron hat nur eingehende aber keine ausgehenden Verbindungen. Auf der Ausgangsseite stehen Outputneuronen nicht mit anderen Neuronen in Verbindung, sondern sie steuern Aktoren an, z.B. Muskelzellen.

Die Verbindungen zwischen den Neuronen sind grundsätzlich gerichtet, d.h. sie haben definierte Start- und Endpunkte. Diese Unterscheidung wird aber erst im dynamischen Modell bedeutsam.

Die Verbindungen heißen Axone und Dendriten. Axone sind die Ausgänge von Inputneuronen und normalen Neuronen. Wenn sich diese weiter verzweigen, heißen sie Dendriten.

# Das dynamische Modell

Beschreibung der dynamichen Abläufe:

* Auslösefunktion der Neuronen
* Bewegung der Impulse durch die Axone und Dendriten

TODO

# Benutzerinteraktion

Die grundsätzlichen Möglichkeiten der Benutzerinteraktion sind:

* Die Menüleiste oben
* Die Statsuszeile unten
* Aktionen mit der Maus im Hauptbereich
* Tastatureingaben

## Menüleiste

TODO

## Statuszeile

TODO

## Mausaktionen im Hauptbereich

Benutzt werden

* die linke Maustaste
* die rechte Maustaste
* das Mausrad (falls vorhanden)
* und natürlich die Bewegung des Mauscursors

### Linke Maustaste (drücken und ziehen)

Mit der linken Maustaste kann das gesamte Netzwerk verschoben werden:

* den Mauscursor auf eine Stelle bewegen, an der sich keine Objekt (Neuron, Dendrit) befindet
* linke Maustaste drücken und festhalten
* den Mauscursor bewegen. Das gesamte Netzwerk bewegt sich mit dem Mauscursor.
* Wenn die gewünschte Position erreicht ist, die linke Maustaste loslassen

Mit der linken Maustaste können Neuronen verschoben werden:

* den Mauscursor auf das zu verschiebende Neuron bewegen
* wenn das Neuron erkannt wurde, ändert sich als optisches Feedback seine Farbe
* linke Maustaste drücken und festhalten
* den Mauscursor bewegen. Das gewählte Neuron bewegt sich mit dem Mauscursor. Dentriten, die in das Neuron einmünden, oder das Axon, das aus dem Neuron entspringt,
* werden mitgezogen und verändern dabei in der Regel ihre Richtung und Länge, andere Neuronen werden aber nicht bewegt.
* Wenn die gewünschte Position erreicht ist, die linke Maustaste loslassen

### Linke Maustaste (Doppelklick)

Mit einem Doppelklick auf die linke Maustaste können häufig gebrauchte Funktionen direkt aufgerufen werden, ohne den Umweg über ein Menue.

Die Funktion Hängt ab von dem Objekt, das sich aktuell unter dem Mauscursor befindet.

Zurzeit sind folgende Funktionen implementiert:

* Doppelklick auf ein Inputneuron: Löst unmittelpar einen Puls aus, unabhängig von der eingestellten Pulsfrequenz
* Doppelklick auf ein Axon oder ein Dendriten-Teilstück: Die Verbindung wird in zwei Teilstücke aufgesplittet und der Ansatz einer Verzeigung wird erzeugt. Anschließernd kann diese neue Verzweigung mit der linken Maustaste herausgezogen werden.

### Rechte Maustaste

Mit der rechten Maustaste wird das **Kontextmenue** aufgerufen, das je nachdem über welchem Objekt sich der Mauscursor gerade befindet unterschiedliche Funktionen anbietet.

So kann man z.B. mit dem Kontextmenue

* des Hintergrunds neue Neuronen zu erzeugen
* eines Input Neurons die Pulsfrequenz dieses Neurons einstellen
* etc.

In jedem Kontextmenue ist die Option „Window refresh rate“ enthalt. Sie öffnet einen Dialog, mit dem die Bildwiederholrate eingestellt werden kann. Damit ist nicht die Hradware-Bildwiederholrate des Monitors gemeint, sondern die Frequenz, mit der von der Software die Darstellung des Netzes neu berechnet wird. Im Normalfall ist es nicht sinnvoll, den voreingestellten Wert zu verändern.

### Mausrad

Mit dem Mausrad kann gezoomt werden.

* Das Mausrad nach vorne bewegen um zu vergrößern
* Das Mausrad nach hinten bewegen, um zu verkleinern.

## Funktionen des Editors

Auflistung aller implementierten Funktionen und Beschreibung, wie diese aufgerufen werden können (Menueleiste, Maustasten, etc.)

TODO

# Offene Punkte

Fehlende Funktionen:

1. Objekte (Neuronen, Dendriten-Teilstücke) löschen
2. Das gesamte Modell abspeichern und wieder einlesen
3. Die Auslösespannung der Neuronen sollte einstellbar sein, oder auf jeden Fall höher, als die in einem Puls angelieferte Spannung.

Bekannte Fehler:

1. Das Programm stürzt manchmal ohne Fehlermeldung ab. Sehr schwer zu findender Fehler, da nicht reproduzierbar.
2. Einstellung Window Refresh Rate funktioniert nicht (mehr)
3. Nach „Stop“ lässt sich die Simulation manchmal nicht mehr mit „Run“ starten