

CS4FN

Informatik mit Spaßfaktor



Gehirn-im-Beutel: Wir bauen ein künstliches Gehirn

Von Peter McOwan und Paul Curzon, Queen Mary,
University of London mit Unterstützung
von Google und EPSRC

www.cs4fn.org

Gehirn-im-Beutel: Wir bauen ein künstliches Gehirn

Von Peter McOwan und Paul Curzon, Queen Mary, University of London mit Unterstützung von Google und EPSRC

Altersgruppe: 8 - 99

Vorausgesetzte Fähigkeiten: Beantwortung allgemeiner Fragen

Time: 20-30 Minuten als Vortrag, 1 Stunde als Workshop

Gruppengröße: von 7 bis 100

Schwerpunkt

Was ist ein neuronales Netzwerk?

Wie kann man funktionierendes künstliches neuronales Netzwerk bauen?

Zusammenfassung

Nach der Erläuterung, wie Neuronen im menschlichen Gehirn funktionieren, bauen wir ein künstliches Gehirn, das Farben abgleicht. Danach testen wir das Gehirn im Vergleich zu anderen künstlichen Gehirnen.

Ziele

Mit dieser Aktivität erforschen wir, wie Biologie und insbesondere Gehirne von Tieren eine neue Art der Computerprogrammierung inspirieren und ihnen so Intelligenz verleihen. Insbesondere soll das Projekt ein Verständnis dafür schaffen, wie Neuronen funktionieren, und wie dieses Konzept kopiert werden kann, um ein künstliches neurales Netzwerk zu entwickeln, das zu menschenähnlichem Verhalten führen kann.

Technische Begriffe

Neuronale Netzwerke, von der Biologie inspirierte Computerprogrammierung, künstliche Intelligenz.

Materialien

- Powerpoint mit Folien, die ein echtes Neuron zeigen.
- Ein Satz Karten (idealerweise in Übergröße) oder normale schwarze und rote Karten.
- Ein Paar "Positionierungsblätter", die die Positionen der Karten zeigen.

Bei einer Aktivität für eine ganze Klasse mit 28 Personen können 4 Gehirne entwickelt werden, während die übrigen Teilnehmer die Spielkarten halten und umdrehen. Bei einem Vortrag kann ein einziges Gehirn mit 7 Freiwilligen geschaffen werden. Für jedes Gehirn (benötigt 7 Personen) brauchen Sie:

- 6 Röhren
- 6 Seile mit 1 oder 2 m
- 1 Satz von 7 Regelkarten für Neuronen
- Ein Beutel, in dem diese Artikel aufbewahrt werden

Aktivität

Vorbereitung:

Legen Sie vor der Stunde in jeden Beutel die sechs Röhren und das Seil. Zur Vereinfachung verbinden Sie drei der Seile zu einer Y-Form mit einem Knoten in der Mitte des Y. Wiederholen Sie dies mit den anderen drei Seilen.

Der Aufhänger:

Erklären Sie, dass Sie ein funktionierendes künstliches Gehirn mit Hilfe Ihres Gehirn-im-Beutel-Kits herstellen werden. Zeigen Sie einen der Beutel mit den Materialien.

Erläuterung von Neuronen:

Um ein künstliches Gehirn herzustellen, muss die Klasse erst verstehen, wie ein echtes Gehirn funktioniert. Zeigen Sie die Folie mit einer Nervenzelle. Im Folgenden finden Sie eine einfache Beschreibung. Diese kann mit einer längeren Biologiestunde verknüpft werden, in der Neuronen genauer erläutert werden, für diese Aktivität ist das jedoch nicht notwendig.

- Biologische Gehirne bestehen aus Neuronen. Dabei handelt es sich einfach um Gehirnzellen. Das menschliche Gehirn enthält Milliarden von Neuronen, die alle miteinander verbunden sind.
- Jedes Neuron verfügt über einen Kern und viele Nervenbahnen, die aus dem Kern herausführen.

Die Nervenbahnen verbinden die Neuronen miteinander. Jedes Neuron ist mit vielen anderen Neuronen verbunden.

- Neuronen kommunizieren miteinander, indem sie einfache Nachrichten entlang der Nervenbahnen senden. Diese Nachrichten sind nur Impulse elektrisch geladener Chemikalien.
- Jedes Neuron arbeitet nach einer einfachen Regel. Die Neuronen, die damit verbunden sind, senden ihr Nachrichten. Wenn genug Nachrichten angekommen sind, ist eine Schwelle erreicht und die Nervenzelle "feuert". Was bedeutet es, wenn ein Neuron feuert? Einfach nur, dass das Neuron eine Nachricht an alle Neuronen sendet, mit denen es verbunden ist. Jedes Neuron hat seine eigene Schwelle, die bestimmt, wann gefeuert wird.

[Eine Möglichkeit der Erläuterung ist ein Modell eines aufgeblasenen Luftballons. Er erhält Nachrichten, bis er schließlich platzt (die Neuronen feuern). Dies wird in der beigefügten PowerPoint-Präsentation gezeigt. Sie können dies sogar mit einem echten Ballon und einer Pumpe demonstrieren.]

Das ist genug Biologie. Letztendlich geht es darum, dass alles, was im Gehirn vorgeht, auf die Milliarden von Neuronen hinausläuft, die genau das tun. Hausaufgaben machen, Fernsehen, sich verlieben – das alles sind Neuronen, die einander chemische Botschaften senden, und zwar immer und immer wieder.

Der Aufbau:

Dank der Neurobiologen und kognitiven Wissenschaftler verstehen wir immer besser, wie das Gehirn funktioniert. Daher können Informatiker jetzt versuchen, künstliche Gehirne zu bauen, die auf ähnliche Weise funktionieren.

Erklären Sie, dass Sie ein funktionierendes künstliches Gehirn mithilfe Ihres Gehirn-Bau-Kits bauen werden. Jedes Gehirn wird in der Lage sein, Farben abzugleichen. Wenn Sie die Aktivität in Form eines Vortrags durchführen, sind ein Gehirn und sieben Freiwillige ausreichend. Bei einer Aktivität mit der ganzen Klasse können Sie mehrere Gehirne bauen, die dann gegeneinander spielen.

Holen Sie die 7 Freiwilligen nach vorne und halten Sie ein "Gehirn-im-Beutel" hoch. Erklären Sie, dass das alles ist, was gebraucht wird: Seil und Toilettenpapierrollen.

In einem ersten Schritt wird die physikalische Struktur des künstlichen Gehirns aufgebaut. Ihre sieben Freiwilligen für jedes Gehirn fungieren als Neuronen und stellen die Energie zur Verfügung. Die Seile stellen die Nervenbahnen dar, die die Neuronen verbinden (die Axonen). Nehmen Sie einen Satz der als Y geknoteten Seile und geben Sie jeweils ein Ende an drei der Freiwilligen. Ein vierter Freiwilliger hält den Knoten in der Mitte.

Der Freiwillige, der das untere Ende des ersten Y hält, erhält ein zweites Seil – das untere Ende des zweiten Y. Zwei neue Freiwillige halten die anderen Enden und der letzte Freiwillige hält den Knoten dieses zweiten Y. Das ganze sollte am Ende wie in Abbildung 1 aussehen.

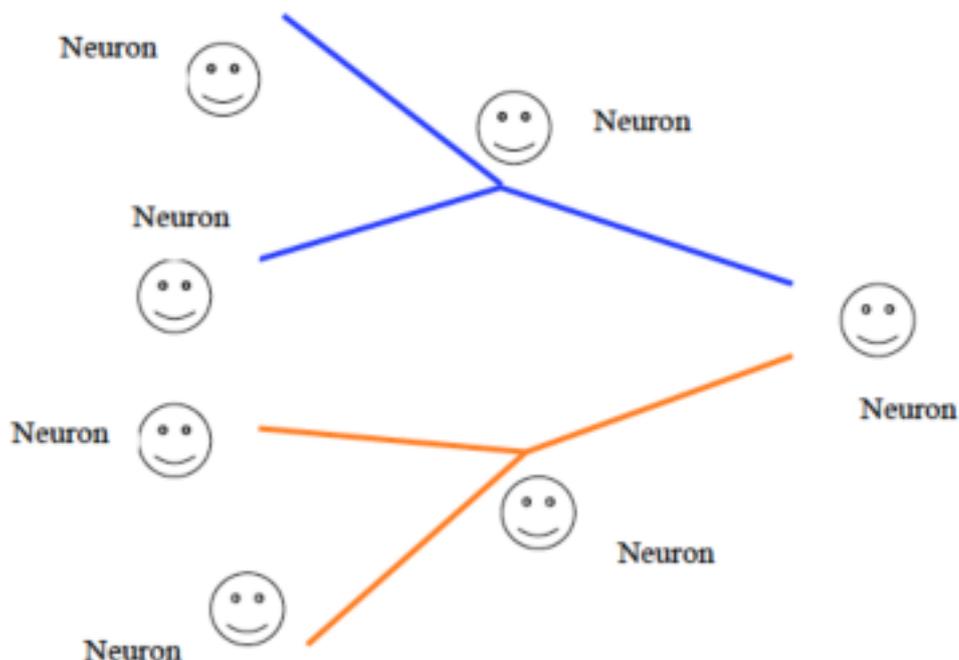


Abbildung 1: Anordnung der Seile und Positionen der Freiwilligen

Sie haben jetzt ein Gehirn, es kann jedoch noch nichts tun, da die Neuronen keine Kommunikationsmöglichkeit haben. Erklären Sie, dass die Neuronen in einem nächsten Schritt chemische Boten erhalten.

Dafür sind die Röhren vorgesehen. Die vier Freiwilligen am oberen Ende der Ys erhalten eine Röhre, die auf ihr Seilende aufgesteckt wird. Außerdem erhalten die zwei Freiwilligen, die die Knoten festhalten, ebenfalls Röhren. Fädeln Sie diese vom unteren Ende des Y bis zum Knoten ein.

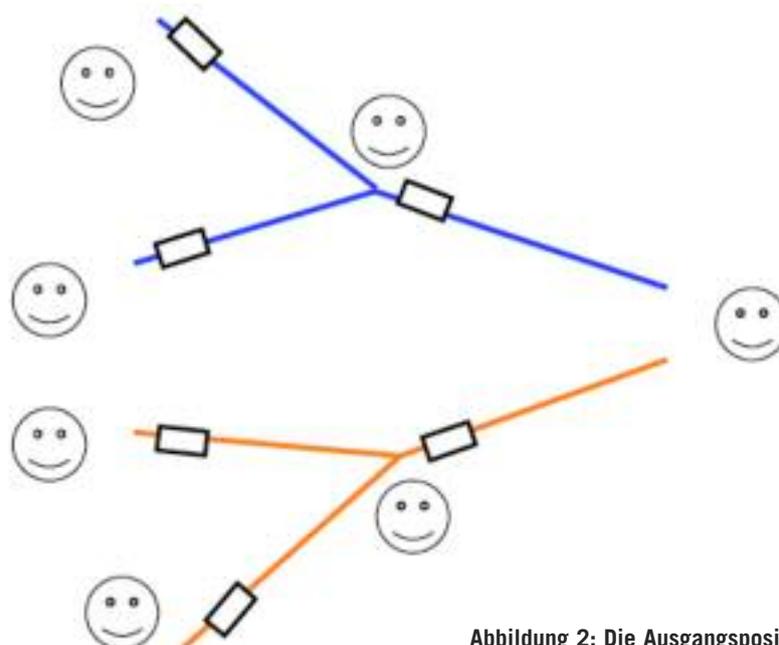


Abbildung 2: Die Ausgangspositionen der Röhren

Erklären Sie, dass die mit Röhren Botschaften an andere Neuronen senden können, indem sie die Röhre entlang des Seils schieben (das Seil muss straff gezogen werden). Diese Erklärung kann einige zufällige Gehirnaktivitäten in Ihrem neu gebauten Gehirn erzeugen, während die Röhren durch die Luft fliegen!

Sie haben die Neuronen, eine Energiequelle (die Freiwilligen) und eine Möglichkeit zum Versenden von Botschaften, das Gehirn tut aber immer noch nichts Sinnvolles – selbst wenn es Anzeichen von zufälligen Gehirnaktivitäten gibt! Es kann nur organisiert funktionieren, wenn die Neuronen Regeln erhalten, die sie befolgen. Die Regeln für ein Gehirn werden normalerweise im Laufe eines Lebens gelernt. Sie beschleunigen diesen Prozess, indem Sie vorprogrammierte Regeln vorgeben.

Geben Sie jedem Freiwilligen eine Regelkarte (siehe Abbildung 3). Die vier Freiwilligen am Ende der Ys (mit der Nummerierung 1 bis 4) sind Neuronen des Auges. Sie verfügen über eine Verbindung zu den Augen und sind die einzige Möglichkeit, mit der das Gehirn die Außenwelt wahrnehmen kann. Bei ihren Regeln geht es darum, zu "feuern", wenn sie eine bestimmte Farbe an einer bestimmten Stelle stehen (Einzelheiten siehe unten). Das Wichtige dabei ist, dass die Regeln zur selben Farbe auf dem selben Y des Gehirns angewendet werden.

"Feuern" bedeutet einfach nur, dass die Röhre entlang des Seils an das verbundene Neuron gesendet wird.

Die nächsten beiden Neuronen (5 und 6) befinden sich tief im Gehirn. Sie sind nicht mit der Außenwelt verbunden, nur mit anderen Neuronen. Sie haben die Aufgabe zu feuern, sobald ihre Schwelle erreicht ist. Das heißt, sie senden ihre Röhre nur vorwärts, wenn sie ZWEI Röhren von verbundenen Neuronen erhalten haben.

Das letzte Neuron ist ein Neuron für Laute (von der Sorte, die wir etwas im Alter von 4 entwickeln!). Es ist mit dem Mund unseres künstlichen Gebildes verbunden und ist die einzige Möglichkeit des Gehirns mit der Außenwelt zu kommunizieren. Seine Schwelle ist die Ankunft einer einzigen Röhre. Wenn es feuert, ruft der Mund so laut wie möglich "Passt!".

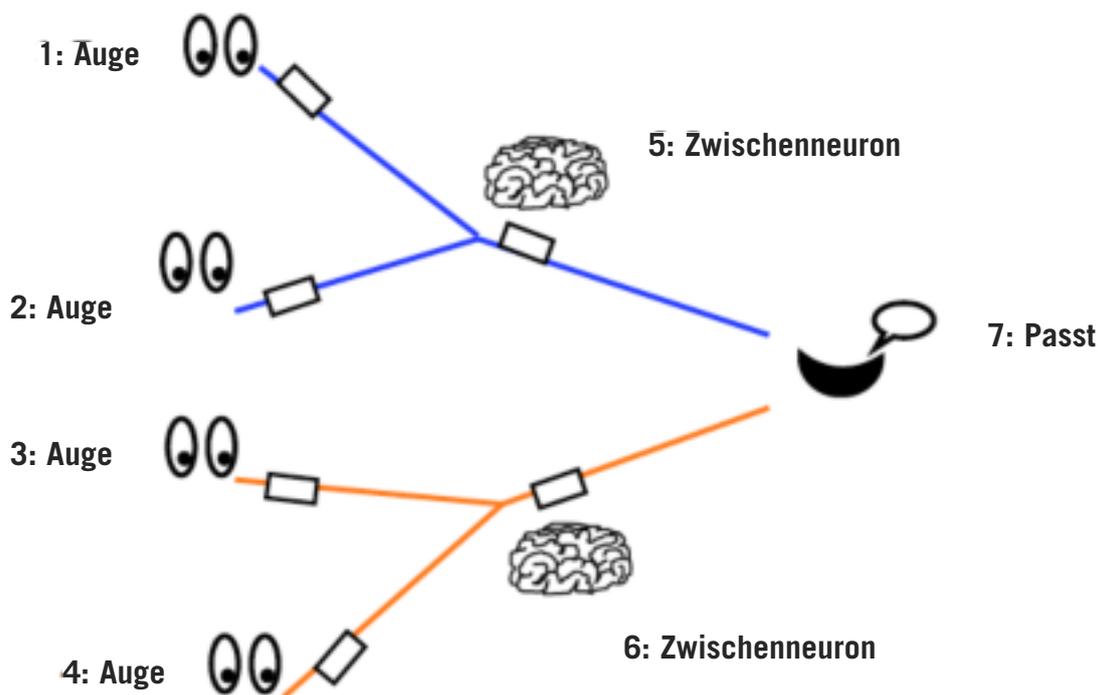


Abbildung 3: Platzierung der Regelkarten

Nun brauchen Sie etwas, das sich das Gehirn ansehen kann. Kopieren Sie entweder zwei Blätter auf ein einziges Blatt mit zwei gekennzeichneten Positionen oder bitten Sie zwei Freiwillige die zwei Positionen auszufüllen. Die erste Position ist "Position 1" aus den Regeln, die andere ist "Position 2" der Regeln. Sie platzieren rote oder schwarze Karten auf diese Positionen.

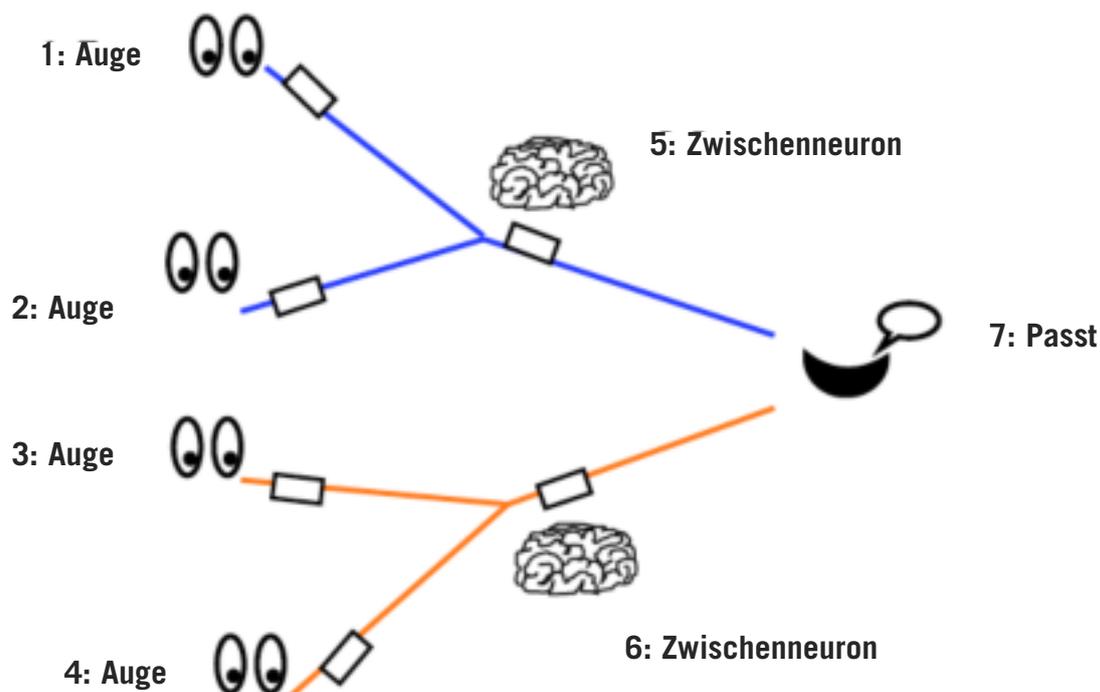
Erklären Sie, dass die Augen nur die Position beobachten müssen, die sie laut Regelkarte beobachten müssen.

Außerdem sollten sie nur nach der angewiesenen Farbe suchen. Die anderen Freiwilligen im Gehirn sind Neuronen mit keiner Verbindung zur Außenwelt. Sie sollten daher mit dem Rücken zu den Karten stehen. Sie reagieren nur auf ankommende Röhren und die erreichten Schwellen, aber nicht auf das, was in der Außenwelt passiert.

Testlauf des Gehirns:

Das künstliche neuronale Netzwerk kann jetzt getestet werden. Platzieren Sie eine rote Karte auf Position 1.

Sagen Sie laut, was Sie tun, um den Freiwilligen bei der Orientierung zu helfen: "Eine rote Karte wird auf Position 1 gelegt." Neuron 1 sollte feuern, aber nichts anderes darf passieren. Platzieren Sie jetzt eine rote Karte auf Position 2. Neuron 2 sollte feuern. Dies sollte dazu führen, dass Neuron 5 feuert, woraufhin Neuron 7 "Passt" rufen sollte! Das Gehirn muss möglicherweise ein wenig angeschubst werden, damit es richtig funktioniert. Wenn dem so ist, können Sie Witze darüber machen, dass das der Grund ist, warum langsame Gehirne Kaffee brauchen, um zu funktionieren. Oder wenn jemand eine Röhre am Ende des Seils fallen lässt, können Sie einen Witz darüber machen, dass eine Gehirnoperation notwendig ist.



Erklären Sie zu diesem Zeitpunkt, dass die Neuronen nach einer Runde des Feuerns eine Ruhepause brauchen, während die Chemikalien an ihren Ausgangsort zurückkehren. Die Röhren gehen zurück in die Startposition.

Wiederholen Sie dies mit zwei schwarzen Karten. Die andere Seite des Gehirns sollte jetzt feuern. Das Gehirn könnte natürlich "Passt" rufen, egal, was passiert. Um dies zu überprüfen, nehmen Sie beim nächsten Mal eine rote und dann eine schwarze Karte. Zum Abschluss platzieren Sie eine schwarze Karte in Position 1 und eine rote Karte in Position 2. Sie sollten jetzt demonstriert haben, dass das Gehirn voll funktionsfähig ist.

Das Spiel spielen:

Sie können jetzt einen echten Durchlauf probieren. Achten Sie darauf, dass die Neuronen der Augen hinsehen. Drehen Sie Karten zufällig um und sehen Sie, was passiert.

Wenn Sie mehrere Gehirne parallel bauen, können Sie ein Spiel spielen. Vergeben Sie Punkte an das Gehirn, das zuerst "Passt" ruft.

Ziehen Sie Punkte für falsche oder andere inkorrekte Aktivitäten ab.

Zusammenfassung:

Erklären Sie, dass Sie ein künstliches Gehirn gebaut haben, das wie ein echtes Gehirn funktioniert. Wenn Sie das Spiel spielen, geht in Ihrem Gehirn ein ähnlicher Ablauf vonstatten.

Hier haben wir es mit greifbaren Dingen (Seil und Röhren) dargestellt. Dies kann jedoch auch einfach in einer Software simuliert werden, in der virtuelle Neuronen einander elektronische Botschaften senden.

Nach diesem Prinzip funktioniert jedes neuronale Netzwerk. Wie echte Gehirne haben echte neuronale Netzwerke jedoch die Möglichkeit, Regeln selbst zu lernen.

Wir hatten nur 7 Neuronen. Mit mehr Neuronen könnten wir ein Gehirn bauen, das anspruchsvollere Spiele spielen kann, zum Beispiel das Abgleichen von Zahlen statt Farben. Stellen Sie sich vor, was ein künstliches Gehirn mit einer Milliarde Neuronen tun könnte. Informatiker arbeiten daran!

Variationen und Erweiterungen

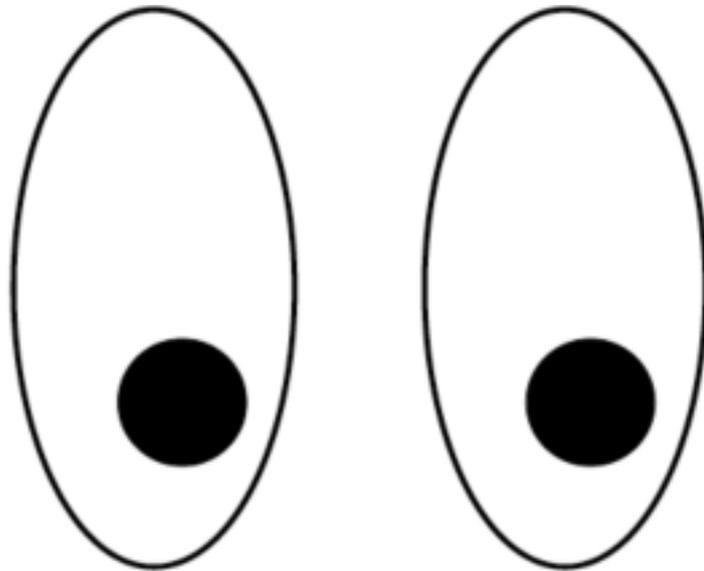
Eine längere Aktivität könnte darin bestehen, dass Gruppen ihre eigenen neuronalen Netzwerke aus Seilen und Röhren herstellen, um Tiere zu erkennen – etwa nach Streifen, Krallen usw.

Seile und Röhren können in ähnlicher Weise verwendet werden, um Logik-Gatter und den Programmfluss der Steuerung zu zeigen.

Regelkarte

Neuron 1

**Ein Neuron
des Auges**

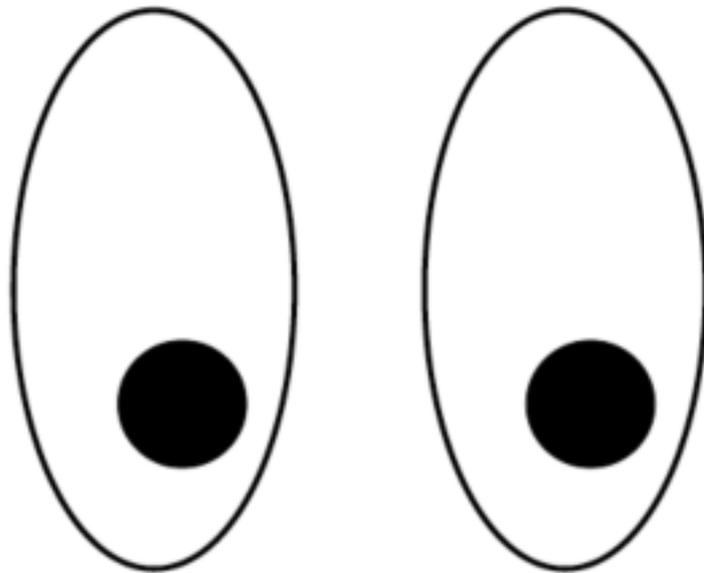


**Nur bei RÖTER Karte
in Position 1 feuern**

Regelkarte

Neuron 2

**Ein Neuron
des Auges**

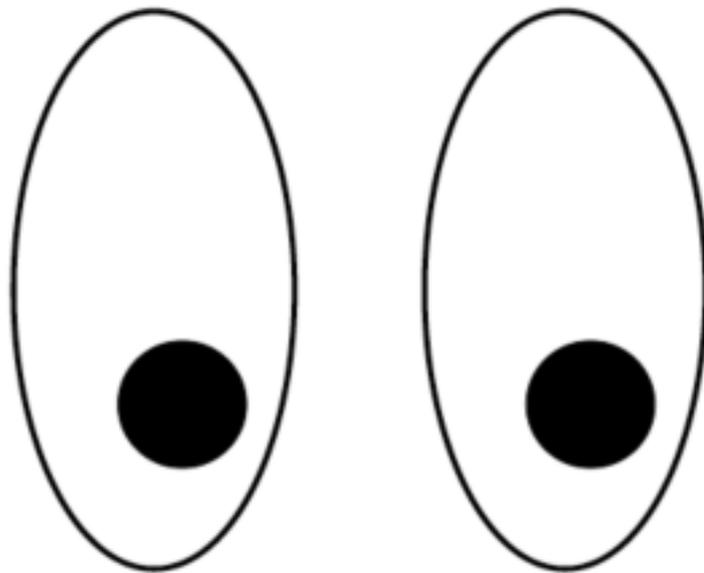


**Nur bei RÖTER
Karte in Position
2 feuern**

Regelkarte

Neuron 3

**Ein Neuron
des Auges**

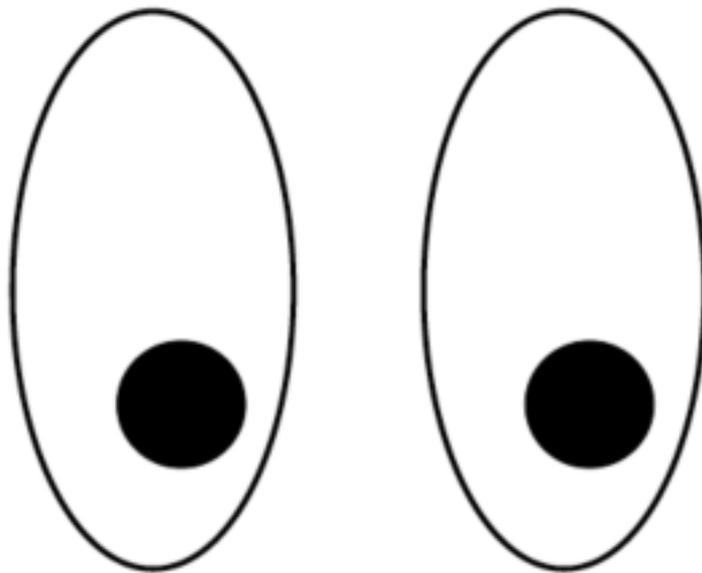


**Nur bei
SCHWARZER
Karte in
Position 1 feuern**

Regelkarte

Neuron 4

Ein Neuron des Auges

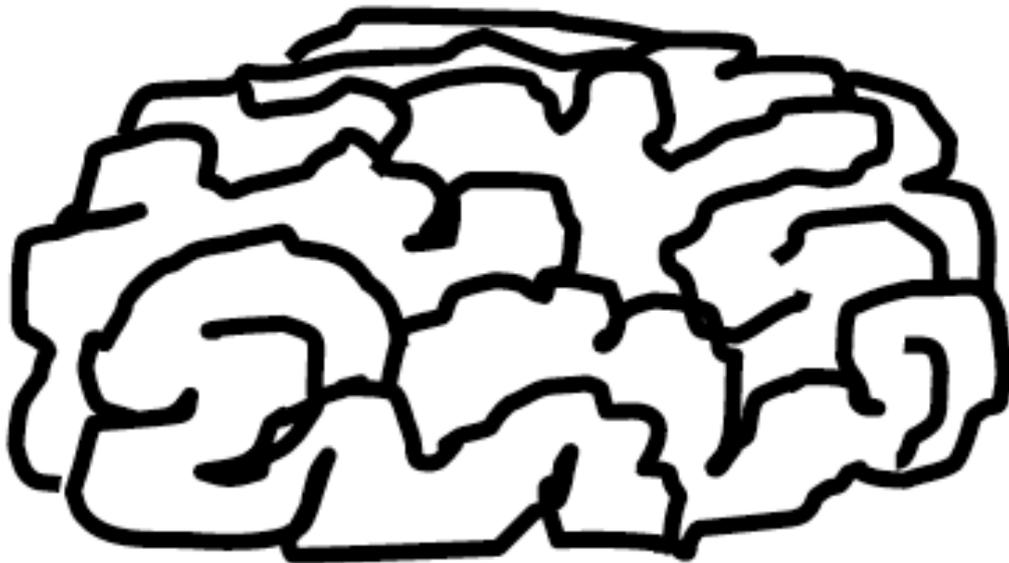


**Nur bei
SCHWARZER
Karte in Position
2 feuern**

Regelkarte

Neuron 5

**Das
Zwischenneuron**

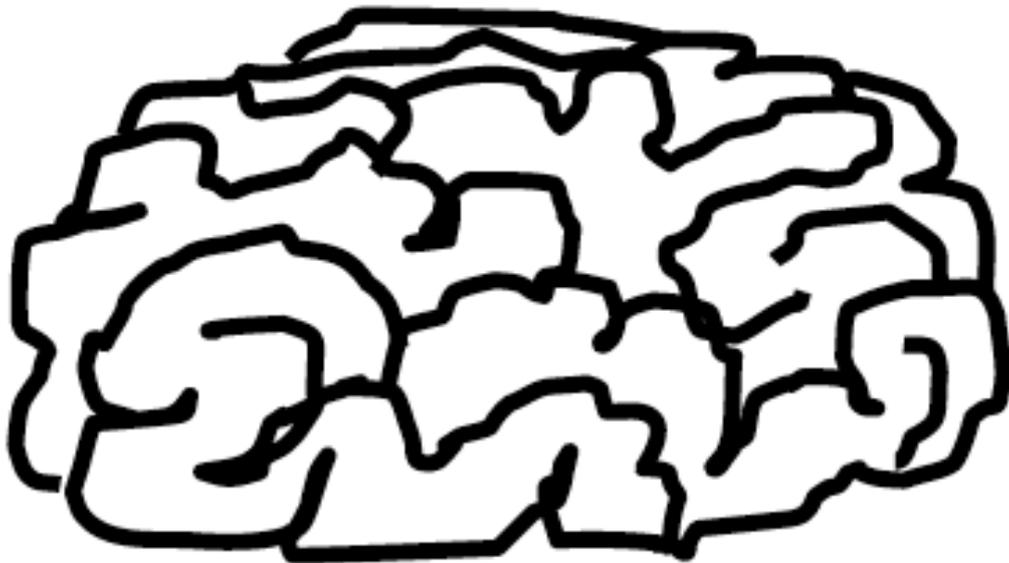


**Nur bei 2
eingehenden
Impulsen
feuern**

Regelkarte

Neuron 6

**Das
Zwischenneuron**



**Nur bei 2
eingehenden
Impulsen feuern**

Regelkarte

Neuron 7

Die "Passt"- Nervenzelle



**Nur bei mindestens 1
eingehenden 1 Impuls
feuern und dann
PASST rufen!**

Vernetzungsdigramm für Neuronen 1-7

