Prof. Dr. Stefan Posch — **Universität Halle**
Denis Williams — **Institut für Informatik**

Übungen Neuronale Netze
Wintersemester 2001/02
Blatt 1

Aufgabe 1.1

Betrachten Sie die folgenden Aufgabenstellungen unter dem Gesichtspunkt *neuronaler Informationsverarbeitung.* Welche Anteile jeder Aufgabenstellung entsprechen dem Charakter neuronaler Informationsverarbeitung, welche nicht ?

(a) Ergreifen einer auf einem Tisch befindlichen Tasse

(b) Erstellen einer medizinischen Diagnose

(c) Konfigurierung eines Computersystems

Aufgabe 1.2

Die Anzahl der Synapsen im menschlichen Gehirn wird auf ca. 10^{12} geschätzt. Nehmen Sie an, daß jede Synapse ein Bit Information speichern kann.

(a) Welcher Menge an Text entspräche dann die im Gehirn abspeicherbare Menge an Information (1 Buchstabe = ca. 5 Bit)? Vergleichen Sie mit dem Bücherbestand der Uni-Bibliothek!

(b) Wieviel Bit pro Sekunde dürften wir demnach abspeichern, wenn wir das in (a) berechnete Speichervolumen im Laufe unseres Lebens gerade auffüllen wollen? (Annahme: nichts gehe durch Vergessen verloren.)

(c) Betrachten wir nun (kosmisch simplifizierend) das Gehirn als eine “Black Box”, die im Laufe der Zeit eine Anzahl von jeweils n-stelligen Binärfunktionen

$$f_i : \{0,1\}^n \to \{0,1\}$$

$i = 1, 2 \ldots M$ “lernt” (= irgendwie intern abspeichert). Jedes f_i entspreche dabei einem einzelnen “Reaktionsmuster”, das allen möglichen “Sensormustern”, die für n binäre Sensoren auftreten können (wieviele gibt es ?) eine Ja/Nein-Entscheidung zuordnet. Für welche Sensoranzahl n könnten noch *alle* möglichen “Reaktionsmuster” (d. h. alle n-stelligen Binärfunktionen) in der “Black Box” gespeichert werden?

Aufgabe 1.3

Betrachten Sie das Neuronenmodell aus der Vorlesung, für das gilt:

$$\frac{dV(t)}{dt} = -\lambda V(t) + h(t).$$

Dabei ist $V(t)$ das Membranpotentials, dessen Verlust durch "Lecks" $-\lambda V(t)$ betrage.

(a) Zeigen Sie für den Verlauf des "Membranpotentials" $V(t)$ in Abhängigkeit vom Eingangssignal h(t):

$$V(t) = V(0)e^{-\lambda t} + \int_0^t e^{-\lambda(t-\tau)} h(\tau) d\tau$$

Hinweis:

Benutzen Sie die Lösung der homogenen DGL $\frac{dV_H(t)}{dt} = -\lambda V_H(t)$:

$$V_H(t) = ae^{-\lambda t}$$

und von dieser Lösung ausgehend durch Variation der Konstanten a den Ansatz:

$$V(t) = V_H(t)A(t)$$

(b) Betrachten Sie ein Neuron mit zeitlich konstantem Eingangssignal $h(t) = const.$ und berechnen Sie die Spikefrequenz $\nu(h) = \frac{1}{T(h)+T_R}$ des Neurons.

$T(h)$ bezeichnet dabei die Zeitdauer, nach der das Membranpotential ausgehend von $V = 0$ die Schwelle $s_0 = \lambda V_{max}$ überschreitet und das Neuron "feuert". T_R ist die Refraktärzeit. Die Anfangsbedingung sei $V(0) = 0$.