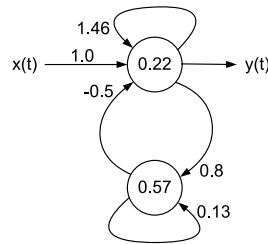


A - Umschaltbares Filter (5 Punkte)

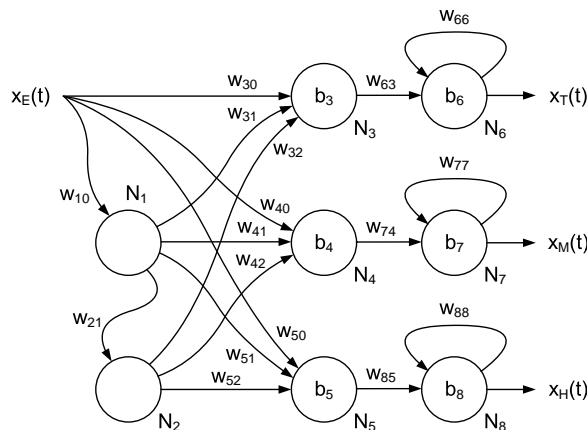
Gegeben sei das abgebildete neuronale Netz mit dem Eingangssignal $x(t)$ und dem Ausgangssignal $y(t)$. Bestimmen Sie zunächst die beiden stabilen Fixpunkte des Systems bei fehlendem Eingangssignal. Für welche konstanten Gleichspannungspegel des Eingangssignals springt das System in den jeweils anderen Fixpunkt? Wie groß ist die Hysteresebreite, d.h. die Differenz dieser Umschaltpegel?



Berechnen Sie die beiden Frequenzgänge, welche das System in den Fixpunkten für betragsmäßig kleine Eingangssignale besitzt. Linearisieren Sie hierzu das System für die beiden Fälle, führen Sie jeweils eine z-Transformation durch und diskutieren Sie kurz die Ergebnisse auf Basis einer gemeinsamen Grafik.

B - Lichtorgel (7 Punkte)

Bereiten Sie zunächst eine Audiodatei zum Einlesen in Scilab vor (betont rhythmisches Musikstück, 20 Sekunden Dauer, 16 bit, 44.1 kHz, Mono). Die ersten und letzten 2 Sekunden sollen Nullpegel haben, das Ein- und Ausblenden der Musik soll jeweils 3 Sekunden dauern und die Musik soll die Spitzenpegel von -1 bis $+1$ ausschöpfen. Die so vorbereitete Audiodatei dient als Eingangssignal $x_E(t)$ für das hier abgebildete neuronale Netz mit 8 Neuronen:



Ziel ist es, an den drei Ausgängen $x_T(t)$, $x_M(t)$ und $x_H(t)$ den aktuellen Anteil an tiefen, mittleren und hohen Tönen auszugeben. Wenn der Eingang auf Nullpegel liegt, sollen auch alle drei Ausgänge zum Nullpegel zurückkehren. Außerdem sollen in den Ausgangssignalen keine Audioanteile mehr vorhanden sein. Insgesamt sind 23 Gewichte und Biaswerte einzustellen.

Am besten setzen Sie zunächst alle Werte auf Null. Wählen Sie w_{10} und w_{21} so, dass an den Ausgängen von N_1 und N_2 keine Verzerrungen auftreten. Wählen Sie dann $w_{30} \dots w_{32}$ so, dass am Ausgang von N_3 nur noch die tiefen Töne ankommen. Wiederholen Sie die Prozedur mit $w_{40} \dots w_{42}$ für die mittleren Töne und mit $w_{50} \dots w_{52}$ für die hohen Töne. Speichern Sie die Ausgangssignale von $N_3 \dots N_5$ in drei separaten Audiodateien ab.

Als nächstes verschieben Sie den Biaswert b_3 so, dass die negativen Halbwellen des Signals in der negativen Sättigung verschwinden, die positiven Halbwellen aber gut abgebildet werden. Eventuell empfiehlt es sich, die drei Eingangsgewichte von N_3 mit einem Faktor 1.0...3.0 zu multiplizieren, um die Amplitude anzuheben.

Setzen Sie $w_{66} = 1 - \varepsilon_T$ und $w_{63} = \varepsilon_T$. In welcher Funktion arbeitet N_6 und was wird über ε_T eingestellt? Mit b_6 muss der Bias von N_3 ausgeglichen werden – wie hängt b_6 von b_3 und w_{63} ab? Wiederholen Sie den Vorgang für die restlichen Gewichte und Biaswerte. Unter Umständen können ε_M und ε_H etwas größer gewählt werden als ε_T (warum?). Erstellen Sie eine Grafik, in der x_E sowie die Ausgangssignale aller 8 Neuronen untereinander zu sehen sind (EEG-Darstellung).

Exportieren Sie alle 50 Millisekunden (d.h. alle 2205 Datenwerte) eine Grafik im GIF-Format, auf der die drei Ausgangssignale bunt visualisiert werden (z.B. blauer, roter und gelber Balken mit sich verändernder Höhe). Verwenden Sie Software Ihrer Wahl, um die GIFs zusammen mit der Musik zu einem kleinen Film zusammenzusetzen.

C - Mustererkennung (7 Punkte)

Die PATTERN-BOX ist bei jedem Aufruf identisch und besitzt eine Beschränkung auf 100 Zeitschritte. Sie hat einen Eingang und einen Ausgang, der die meiste Zeit Null ist. Finden Sie systematisch heraus, wann der Ausgang wesentlich andere Werte als Null annimmt und in welchem Bezug diese Werte zum Eingangssignal stehen. Maximieren Sie den ACHIEVED-Wert, indem Sie den Ausgang möglichst häufig und exakt den Wert 0.7 annehmen lassen. Versuchen Sie das neuronale Netz der PATTERN-BOX anzugeben.

JOKER (7 Punkte) - Kann optional anstelle der Aufgabe A, B oder C bearbeitet werden.

Erstellen Sie ein Programm, welches die Parameter $w_{11}, w_{12}, w_{21}, w_{22}, b_1, b_2$ des 2-Neuronen-Netzes mit der Abbildungsvorschrift $x(t+1) := \tanh(Wx(t) + b)$ als Eingabe nimmt und eine 3D-Visualisierung im STL-Format ausgibt. Unter http://www.ennex.com/~fabbers/StL.asp#Sct_ASCII finden Sie die Beschreibung dieses Formats. Ein geeigneter Viewer ist MiniMagics, zu bekommen unter:

<http://www.materialise.com/materialise/view/en/1248872-MiniMagics.html>

Die 3D-Visualisierung soll einen von Ihnen gewählten Aspekt der Netzdynamik greifbar machen, indem das 3D-Objekt ausgedruckt und auf den Tisch gestellt wird. Der Grundriss des Objekts soll quadratisch sein und eine Kantenlänge von 8cm besitzen (die Einheit in der STL-Datei beträgt 1mm und die Auflösung des Druckers 0.254mm). Der Grundriss entspricht den beiden Koordinaten des Phasenraums (x_1x_2 -Ebene). Für die Höhe ist die Funktion $H(x_1, x_2)$ von Ihnen frei definierbar, denkbar ist eine geeignete Darstellung des Vektorfeldes, von Trajektorien, Isoklinen, Basins und dergleichen. Wählen Sie ein Netz mit nicht zu krummen Parameterwerten und einem ästhetischen Phasenraum (z.B. 1.2, 0.2, -0.1, 1.2, 0.1, -0.1).

Beachten Sie, dass das Objekt zum Schluss nicht nur aus einer Fläche bestehen darf, sondern Volumen besitzen muss, z.B. indem Sie die durch die Funktion H definierte Gebirgsoberfläche um 3mm nach unten verschoben duplizieren und die Ränder verbinden. Wenn Sie Teilresultate vorab in Ihrem Verzeichnis ablegen, dann überprüfen wir diese auf Korrektheit und Volumen (letzteres sollte nicht zu groß sein - also keine Vollkörper 8cm x 8cm x 4cm) und geben Ihnen entsprechendes Feedback um zu gewährleisten, dass das Endresultat zur Übungsgruppe ausgedruckt vorliegt.