

## Mathematische Grundlagen der Wahrnehmung und Sensomotorik (SS07)

### Aufgabe 2

Abgabe:	14. Mai, vor der Vorlesung
Besprechung:	16. Mai
Gesamtpunktzahl:	20 Punkte

#### A - Transferfunktion (3 Punkte)

Berechnen Sie zur gegebenen Transferfunktion  $f(x) := \tanh(x)$  die Umkehrabbildung  $f^{-1}$  sowie die ersten drei Ableitungen  $f'$ ,  $f''$  und  $f'''$  (alle Zwischenschritte mit angeben). Wie lässt sich  $f'$  durch  $f$  ausdrücken? An welchen Stellen besitzt  $f$  die maximale Krümmung ( $f'''(x_k) = 0$ ) und welche Bedeutung könnten diese für den Arbeitspunkt eines Neurons haben? Hinweis: wenn Sie mit einer geeigneten Darstellung des Tangens Hyperbolicus beginnen, dann benötigen Sie pro Ableitung nur eine Zeile, sonst eine halbe Seite.

#### B - Attraktoren (3 Punkte)

Das über die Abbildung  $x(t+1) := g(x(t))$  definierte dynamische System besitze zwei coexistente periodische Attraktoren: einen 3-Orbit und einen 4-Orbit. Welche Attraktoren besitzt das durch  $g^n$  definierte System? Geben Sie zunächst eine Tabelle für  $n = 0 \dots 12$  an und machen Sie dann Aussagen für beliebige  $n$ . Bemerkung:  $g^0 := id$  und  $g^n := g^{n-1} \circ g$ .

#### C - Einzelneuron (5 Punkte)

Erstellen Sie zunächst eine Audiodatei (Stereo, 10 Sekunden Dauer, 44.1 kHz Abtastrate, 16 bit Auflösung) von einem verzerrungs- und rauschfreien Musikstück, das nicht zu stark instrumentiert ist (Gesang mit Gitarre und Hall ist gut, Pop und Klassik kommt in Frage, Rock und alles mit verzerrten Gitarren o.ä. ist nicht geeignet). Mischen Sie den linken und rechten Kanal über ein Einzelneuron mit den beiden Eingangsgewichten  $w_L$  und  $w_R$  sowie der Selbstkopplung  $w_s$ . Das Ausgangssignal des Neurons (in Mono) soll vor Abspeicherung auf maximalen Pegel (ohne Clipping!) normiert werden. Stellen Sie durch geeignete Wahl der Gewichte je eine Tiefpass- und Hochpass-gefilterte Variante des Originals her, eine Karaokeversion (Hauptstimme abgeschwächt oder ganz eliminiert), eine Serie von zunehmend verzerrteren Varianten (Eingangsgewichte langsam erhöhen,  $w_s = 0$ ) sowie eine Version mit Hysterese. Fassen Sie Ihre Erkenntnisse knapp in einer Gewichtstabelle und ein paar Sätzen zusammen (PDF und Audiodateien).

#### D - Sensomotorische Schleife (9 Punkte)

Evolvieren Sie einen mobilen Roboter mit zwei Abstandssensoren und zwei Motoren, wie in der Vorlesung demonstriert (Weltsimulator, Robotsimulator, Populationsmanager). Erstellen Sie einen kurzen Film, der das Verhalten des Roboters in der verwendeten Welt zeigt. Geben Sie das neuronale Netz dieses Roboters an und analysieren Sie die Attraktorlandschaft in Abhängigkeit der Sensorsignale. Besprechen Sie für typische Situationen (freie Fahrt, Hindernis auf einer Seite, Roboter vor breiter Wand) den neuronalen Phasenraum und dessen Bedeutung für das motorische Verhalten des Roboters.