

# Übung 09

## Nichtlineare Modellierung natürlicher Systeme

09.01.2014

Bei Fragen und Anregungen:  
andreas.mueller@physik.hu-berlin.de

## 1 Symbolische Dynamik

### 1.1 Daten 01

Laden Sie die Datei `symbol_d1.mat`. `ts0` und `ts3` sind Messungen der Schlag-zu-Schlag Intervalle von jungen Gesunden. `ts1` und `ts2` sind Schlag-zu-Schlag Intervalle von einem Herzpatienten. Stellen Sie alle vier Zeitreihen graphisch dar.

### 1.2 Symbolifizierung 01

Kodieren Sie die Zeitreihen wie folgt:

$$s_i = \begin{cases} 0: & \mu < x_i \leq (1+a)\mu \\ 1: & (1+a)\mu < x_i < \infty \\ 2: & (1-a)\mu < x_i \leq \mu \\ 3: & 0 < x_i \leq (1-a)\mu \end{cases} \quad (1)$$

$\mu$  ist der Mittelwert der Zeitreihe und  $a$  sei 0.05. Bestimmen Sie die Verteilung der Wörter der Länge 3 und stellen Sie sie graphisch dar. Berechnen Sie die Shannon-Entropie  $H = -\sum p_i \ln(p_i)$  der Verteilungen und vergleichen Sie die Werte zwischen Gesunden und Kranken.

### 1.3 Daten 02

Laden Sie die Datei `symbol_d2.mat`. `con` ist die Zeitreihe der Schlag-zu-Schlag Intervalle eines Gesunden (in Millisekunden). `dcm` sind die Schlag-zu-Schlag-Intervalle eines Herzkranken. Stellen Sie die Zeitreihen graphisch dar.

### 1.4 Symbolifizierung 02

Kodieren Sie das Signal mittels:

$$s_i = \begin{cases} 1 : & |x_i - x_{i-1}| \geq t \\ 0 : & |x_i - x_{i-1}| < t \end{cases} \quad (2)$$

Variieren Sie  $t$  von 1 bis 40 in Einerschritten (repräsentiert die Genauigkeit der Dynamik der Schlag-zu-Schlag Intervalle in ms) und berechnen Sie die Shannon-Entropie der Wortverteilung (Wortlänge 8). Tragen Sie die Entropie über  $t$  für beide Zeitreihen auf und vergleichen Sie die Kurven.