

# Übung 08

## Nichtlineare Modellierung natürlicher Systeme

18.06.2015

Bei Fragen und Anregungen:  
`jan.kraemer@physik.hu-berlin.de`

## 1 Recurrence-Plots

### 1.1 Sinusschwingung mit Rauschen

Konstruieren Sie einen 'Recurrence'-Plot für die Realisierung folgenden periodischen Signals: Sinusschwingung ( $f = 10\text{Hz}$ , Amplitude 1, 100Hz Abtastung, Länge 1000) mit additivem weißen Rauschen (normalverteilt, Mittelwert 0 und Standardabweichung 0.01).

1. Erstellen Sie die Zeitreihe und stellen Sie diese graphisch dar.
2. Rekonstruieren Sie aus der Zeitreihe eine Trajektorie mittels 'time delay embedding' (Einbettungsdimension:  $m = 2$ , Zeitverzögerung:  $\tau = 2$  Abtastschritte) und stellen Sie diese Rekonstruktion graphisch dar.
3. Bestimmen Sie den Abstand (Euklidische Norm) zwischen jedem Punktepaar mittels `pdist`. Formen Sie diese Werte zu einer Distanz-Matrix um (`squareform`).
4. Bestimmen Sie die Indizes der Werte der Distanz-Matrix die kleiner ist als ein Schwellwert  $\epsilon$  (legt den Bereich für die Wiederkehr der Trajektorie fest; hier  $\epsilon = 0.2$ ). Stellen Sie die gefundenen Punktepaaire, die diese Bedingung erfüllen als Punkte in einem 2d-Plot dar (Index  $k$  der Distanz-Matrix sei  $x$ -Wert und Index  $l$  der Distanz-Matrix sei der  $y$ -Wert des Plots). Schauen Sie sich einen vergrößerten Ausschnitt dieser Darstellung an.

## 1.2 Lorenz-System

Konstruieren Sie einen 'Recurrence'-Plot für eine Realisierung des Lorenz-Systems.

1. Benutzen Sie die Funktion `lorenz.m` und integrieren Sie diese numerisch mittels `[t,x]=ode45('lorenz',[0 100],[10 10 10]);`. Stellen Sie die Realisierung in einem 3d-Plot graphisch dar.
2. Bestimmen Sie den 'Recurrence'-Plot für diese Realisierung ( $\epsilon = 3$ ). Hinweis: Hier ist keine Einbettung notwendig, da alle drei Komponenten der Phasenraumvektoren vorhanden sind.