

2. Korrelation und Kovarianz

- Methode:

- Bei ergodischen stochastischen Prozessen können Korrelation und Kovarianz aus zeitlichen Mittelwerten berechnet werden.
- Die numerische Berechnung der Integrale nach der Rechteckregel liefert Abschätzungen.

- Korrelation:
$$\hat{R}_{xyk} = \hat{R}_{xy}(k \Delta t) = \frac{1}{N - |k|} \sum_{n=\max(1, 1-k)}^{\min(N-k, N)} x_{n+k} y_n$$

- Kovarianz:
$$\hat{C}_{xyk} = \hat{C}_{xy}(k \Delta t) = \frac{1}{N - |k|} \sum_{n=\max(1, 1-k)}^{\min(N-k, N)} (x_{n+k} - \bar{x})(y_n - \bar{y})$$

2. Korrelation und Kovarianz

- Diese Abschätzungen sind erwartungstreu.

- Funktionen:

- Autokorrelation:

`[R, lag] = xcorr(x, maxlag, "unbiased")`

- Kreuzkorrelation:

`[R, lag] = xcorr(x, y, maxlag, "unbiased")`

- Kovarianz:

`[C, lag] = xcov(x, maxlag, "unbiased")`

`[C, lag] = xcov(x, y, maxlag, "unbiased")`

2. Korrelation und Kovarianz

- Argumente:

$\mathbf{x}, \mathbf{y}$	Zeitreihen
$\mathbf{maxlag}$	$\tau_{max} / \Delta t$
$\mathbf{R}$	Auto- oder Kreuzkorrelation
$\mathbf{C}$	Kovarianz
$\mathbf{lag}$	$\tau_k / \Delta t$

- Die Korrelationen bzw. Kovarianzen werden im Bereich $-\tau_{max} \leq \tau_k \leq \tau_{max}$ berechnet.
- Beide Funktionen sind im Package `signal` enthalten.

2. Korrelation und Kovarianz

- Beispiel:
 - Für die am vorderen und hinteren rechten Fahrwerksdom gemessenen Vertikalbeschleunigungen werden die Kovarianzen berechnet.
 - Skript:

```
# Kapitel 3.2: Kovarianzen für gemessene Beschleunigungen
#
# -----

pkg load signal

fname = "../.. /Daten/Car/az.csv";

# Daten einlesen und aufbereiten

data = dlmread(fname);
```

2. Korrelation und Kovarianz

```
t      = data(:, 1);      % Zeitpunkte
dt     = mean(diff(t));   % Zeitschritt
az     = data(:, [3, 5]); % Beschleunigungen vorne / hinten

# Kovarianzen

maxlag = floor(0.05 * length(t));

[Cvv, lag] = xcov(az(:, 1), maxlag, "unbiased");
[Chh, lag] = xcov(az(:, 2), maxlag, "unbiased");
[Chv, lag] = xcov(az(:, 2), az(:, 1), maxlag, "unbiased");
tau       = dt * lag;

# Ausgabe

figure(1, "position", [100, 500, 1000, 500],
        "paperposition", [0, 0, 25, 12.5])
plot(tau, Cvv, "color", "green",
      tau, Chh, "color", "red",
      tau, Chv, "color", "blue");
```

2. Korrelation und Kovarianz

```
legend("C_{vv}", "C_{hh}", "C_{hv}");  
legend("boxoff"); legend("left");  
legend("C_{vv}", "C_{hh}", "C_{hv}");  
xlim([-3, 3]);  
grid;  
xlabel('\tau [s]');  
ylabel('[m^2/s^4]');  
print("v3_2.svg", "-dsvg");
```

2. Korrelation und Kovarianz

