

SV0: Rechnerpraktikum

Abgabe: bis zum 18.01.2017

Abzugeben: fourieranalyse.m, fouriersynthese.m, fourier_synthi.m, fourier_synthi.fig, fourier_reko.m und fourier_reko.fig in einem Archiv

Fourieranalyse und Fouriersynthese

Formeln für die Fourieranalyse:

$$a_k = \frac{2}{N} \sum_{n=0}^{N-1} f_n \cdot \cos\left(k \cdot 2 \cdot \pi \cdot \frac{n}{N}\right) \text{ mit } k = 0, \dots, K \text{ und } 2K + 1 \leq N$$

$$b_k = \frac{2}{N} \sum_{n=0}^{N-1} f_n \cdot \sin\left(k \cdot 2 \cdot \pi \cdot \frac{n}{N}\right) \text{ mit } k = 1, \dots, K \text{ und } 2K + 1 \leq N$$

Formel für die Fouriersynthese:

$$f_{ap}(n) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^K a_k \cdot \cos\left(k \cdot 2 \cdot \pi \cdot \frac{n}{N}\right) + b_k \cdot \sin\left(k \cdot 2 \cdot \pi \cdot \frac{n}{N}\right) \text{ mit } n = 0, 1, \dots, N-1 \text{ und } 2K + 1 \leq N$$

1. Programmieren Sie die MATLAB-Funktion: `function [a,b] = fourieranalyse(fn,K)`.

Die Funktion soll alle Fourierreihen-Koeffizienten a_k und b_k für ein vorgegebenes K berechnen.

Zusätzlich werden der Funktion die Funktionswerte f_n der zu approximierenden Funktion in Form eines Vektors übergeben. Es soll überprüft werden, ob und $2K + 1 \leq N$ gilt. Falls dies nicht der Fall ist, muss eine entsprechende Fehlermeldung generiert werden. Damit beide Ergebnisvektoren die gleiche Dimension besitzen, ist b_0 auf Null zu setzen.

2 Punkte

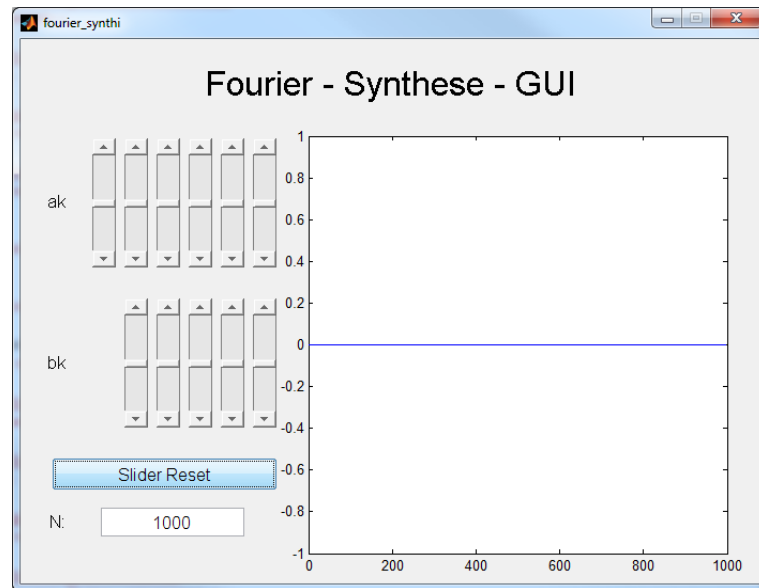
2. Programmieren Sie die MATLAB-Funktion: `function y = fouriersynthese(N,ak,bk)`.

Die Funktion soll mit Hilfe der Fourierreihen-Koeffizienten a_k und b_k eine Fouriersynthese durchführen. Die Vektoren a_k und b_k werden als Vektoren gleicher Dimension übergeben. Das Ergebnis ist ein Vektor mit N Funktionswerten für die approximierte Funktion. Es muss überprüft werden, ob und $2K + 1 \leq N$ gilt. Falls dies nicht der Fall ist, muss eine entsprechende Fehlermeldung generiert werden.

2 Punkte

3. In dieser Aufgabe geht es um die Erstellung einer grafischen Benutzeroberfläche (GUI) zur Darstellung von Fourierreihen. Dafür soll das MATLAB-Werkzeug *guide* verwendet werden. Machen Sie sich zunächst mit diesem neuen Werkzeug vertraut und schauen Sie sich das vorbereitete Beispiel auf der Praktikums-Homepage an.

Erstellen Sie nun mit *guide* eine Oberfläche wie diese:



Speichern Sie das Ergebnis unter dem Namen `fourier_synthi` ab. Nun sollten die beiden Dateien `fourier_synthi.fig` und `fourier_synthi.m` in ihrem Arbeitsverzeichnis zu finden sein.

Folgende Anforderungen sind zu erfüllen:

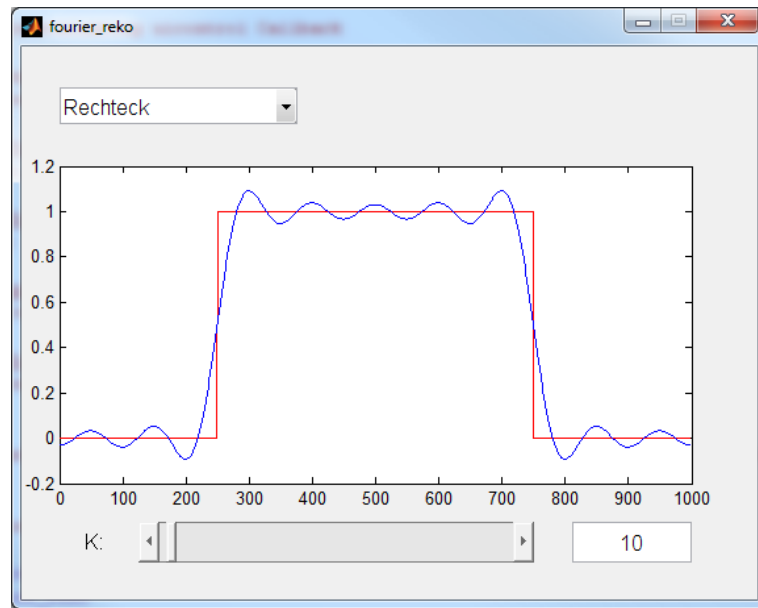
1. Die verwendeten Slider für die verschiedenen a_k und b_k sollen den Wertebereich von -10 bis 10 haben.
2. Das editierbare Feld N soll beim Aufruf der GUI den Wert 1000 haben. Es dient dazu, die Anzahl der Funktionswerte festzulegen.
Sollten keine natürlichen Zahlen größer als 10 ($2K + 1 = 2 * 5 + 1 = 11 \leq N$) eingegeben werden, ist der zuvor eingegebene Wert als String wieder einzutragen, so dass immer eine korrekte Zahl im Feld steht. Werden korrekte Zahlen eingetragen, so sind diese als neuer Wert zu übernehmen.
Beachten Sie den Unterschied zwischen den Eigenschaften String und Value.
3. Der Slider Reset Knopf dient dazu, die Slider in ihre Ausgangsposition (Wert = 0) zu fahren.
4. In der Zeichenfläche soll nach Veränderung eines Sliders, des editierbaren Felds oder beim Drücken des Reset Buttons eine Neuzeichnung der Fourierreihe mit allen aktuell eingestellten Werten erfolgen. Nutzen Sie hierfür wieder die Funktion aus Aufgabe 2.
5. Beim Aufruf der GUI soll die Fourierreihe für die eingestellten Startwerte ($a_k=0$, $b_k=0$, $N=1000$) eingezeichnet werden.

Hinweis: Um die entsprechenden Anpassungen vornehmen zu können, muss die erstellte `fourier_synthi.m` und die Eigenschaften der Slider und Felder entsprechend angepasst werden.

Es steht Ihnen frei die GUI beliebig zu erweitern. Die Grundfunktionalität sollte aber erhalten bleiben.

8 Punkte

4. In dieser Aufgabe soll untersucht werden, welche Auswirkung die Anzahl der gewählten Fourier-Koeffizienten auf die Rekonstruktion von verschiedenen Ausgangssignalen hat. Realisiert werden soll das Ganze mit einer GUI wie dieser:



Speichern Sie das Ergebnis unter dem Namen `fourier_reko` ab. Nun sollten die beiden Dateien `fourier_reko.fig` und `fourier_reko.m` in ihrem Arbeitsverzeichnis zu finden sein.

Folgende Anforderungen sind zu erfüllen:

- Im Popup-Menü sollen vier verschiedene Funktionen zur Auswahl stehen:
 - Rechteck ($fn = [\text{zeros}(1,250) \text{ ones}(1,500) \text{ zeros}(1,250)]$)
 - Sägezahn ($fn = [\text{zeros}(1,250) \text{ } 0:1/499:1 \text{ zeros}(1,250)]$)
 - Dreieck ($fn = [\text{zeros}(1,199) \text{ } 0:1/300:1-1/300 \text{ } 1 \text{ } 1-1/300:-1/300:0 \text{ zeros}(1,200)]$)
 - Einheitsimpuls ($fn = [\text{zeros}(1,499) \text{ } 1 \text{ zeros}(1,500)]$)
- Mit dem Slider bzw. mit dem editierbaren Feld soll der aktuelle Wert für K eingestellt werden. Dabei ist zu beachten, dass nur ganzzahlige Werte im Bereich von 0 bis 499 zugelassen sind. Wird der Slider verändert, so soll der aktuelle Wert auch im editierbaren Feld erscheinen und umgekehrt. Werden im Feld unzulässige Werte eingegeben, ist wieder der letzte gültige Wert einzutragen.
- In der Zeichenfläche soll die ausgewählte Funktion mit der Farbe Rot dargestellt werden. Für diese Funktion ist in Abhängigkeit des eingestellten Wertes für K eine Fourieranalyse mit der in Aufgabe 1 erstellten Funktion durchzuführen. Anschließend ist eine Fouriersynthese mit den berechneten Koeffizienten für $N=1000$ durchzuführen. Die errechnete Ergebnisfunktion ist in blau einzuzeichnen.
Die Neuzeichnung soll immer dann erfolgen, wenn eine neue Funktion ausgewählt wurde oder sich der Wert für K geändert hat.
- Beim ersten Aufruf der GUI soll das Rechtecksignal und die errechnete Fourierreihe für $K=10$ und $N=1000$ eingezeichnet werden.

8 Punkte