

MATLAB - Signalverarbeitung

Themen: Aliasing – Diskrete Fouriertransformation**1. Aliasing**

Schreiben Sie ein Skript, welches eine Sequenz von Kosinussignalen mit den Frequenzen $f=500, 1000, 1500, \dots, 4500\text{Hz}$ erzeugt. Jeder Abschnitt der Sequenz (mit gleicher Frequenz) soll 0.5s dauern. Die Abtastfrequenz f_S soll vorgebar sein.

```
fs = 10000;      % Abtastfrequenz
TS = 1/fs;       % Abtastintervall

FreqVek = [500 1000 1500 2000 2500 3000 3500 4000 4500];

t = 0:TS:0.5;    % 0.5s Signalabschnitt
```

- Spielen Sie Sequenz mit der Abtastfrequenz f_S ab.
- Ändern Sie die Abtastfrequenz f_S auf 6000Hz .
Erklären Sie das Ergebnis. Welche Frequenzen sind jetzt zu hören?

Anforderungen:

- Gute Variablennamen sowie Kommentare
- keine „*Magic Numbers*“

Nützliche Befehle: Konkatenieren von Vektoren mit $d = [a \ b \ c]$, `sound(x, fS)`

Abnahme: Vorführung, Code und Skizze von $S(f)$ mit Kennwerten ins Protokoll

MATLAB - Signalverarbeitung

2. Diskrete Fouriertransformation

Die Diskrete Fouriertransformation (DFT) berechnet für ein periodisches, mit der Abtastfrequenz $f_s=1/T_s$ abgetastetes Signal $s(n)$ die Wichtungsfaktoren der im Signal enthaltenen Sinus- und Kosinusschwingungen.

Aus dem Messintervall T folgt die Frequenzauflösung $\Delta f_0=1/T$ der DFT. Die Frequenz f_0 ist auch die Frequenz der Grundschiwingung, also diejenigen Schwingung, deren Periodendauer gerade so groß ist wie das Messintervall.

Die Anzahl der Abtastwerte beträgt $M=T/T_s$.

Beispiel: Messintervall $T = 1s$, Abtastintervall $T_s = 0.01s$, $\rightarrow M = 100$ Abtastwerte

Normiert man $T = 1$, dann berechnet man die M komplexen Koeffizienten \underline{C}_k mit der DFT:

$$\underline{C}_k = \frac{1}{M} \sum_{n=0}^{M-1} s(n) \cdot e^{-j2\pi \frac{k}{M}n}$$

Mit der Eulerformel $e^{-jx} = \cos(x) + j\sin(x)$ wird daraus:

$$\underline{C}_k = \frac{1}{M} \sum_{n=0}^{M-1} s(n) \cdot \left[\cos\left(2\pi \frac{k}{M}n\right) - j \cdot \sin\left(2\pi \frac{k}{M}n\right) \right]$$

Die Wichtungsfaktoren $A(k)$ und $B(k)$ für die Sinus- und Kosinusanteile erhält somit durch:

$$A(k) = + \frac{1}{M} \sum_{n=0}^{M-1} s(n) \cdot \cos\left(2\pi \frac{k}{M}n\right)$$

$$B(k) = - \frac{1}{M} \sum_{n=0}^{M-1} s(n) \cdot \sin\left(2\pi \frac{k}{M}n\right)$$

mit $k=0 \dots M-1$

Schreiben Sie eine Funktion $[A, B] = \text{MyDFT}(\text{Signal})$, welche die DFT des Signals berechnet.

Schreiben Sie weiter ein Skript „*SimplSignal_A.m*“, welches für das nachfolgend angegebene Signal die DFT mit $\text{MyDFT}()$ berechnet und darstellt (übereinander: Signal $s(n)$ – A – B):

```
% Signal
s = [1 1 1 1   1 1 1 1   0 0 0 0   0 0 0 0   ...
     0 0 0 0   0 0 0 0   1 1 1 1   1 1 1 1];
```

MATLAB - Signalverarbeitung

Schreiben Sie weiter ein Skript „*SimplSignal_B.m*“, welches für das Signal s die DFT mit der MATLAB-Funktion $S = \text{fft}(s)$ berechnet und darstellt (übereinander: Signal $s(n)$ – A – B):

Normieren Sie $S = S/M$ und vergleichen Sie die Ergebnisse.

Nützliche Befehle: `fft()`, `real()`, `imag()`

Abnahme: Vorführung, Code und Plots ins Protokoll

3. Untersuchung der DFT

Schreiben Sie ein Matlab-Skript „*CosSignal.m*“ mit folgenden Schritten:

a) Erzeugen eines abgetastetes Kosinussignals mit:

```
M = 256; % Anzahl der Abtastwerte
F = 15.0; % Frequenz des cos-Signals

% Signalerzeugung
t = 0:M-1;
x = cos(2*pi*F*t/M);
```

- b) Durchführung einer $X = \text{fft}(x)$.
- c) X normalisieren,
- d) subplot $x(n)$,
- e) subplot des Real- und Imaginärteils von X ,
- f) subplot des Absolutbetrags von X .

- Dokumentieren Sie das Signal und die Fouriertransformierte (Realteil/Imaginärteil/Absolutbetrag) für die Frequenzen $F=15$ und 50 . Erklären Sie das Ergebnis.
- Dokumentieren Sie das Signal und die Fouriertransformierte (Realteil/Imaginärteil/Absolutbetrag) für $F=15.0, 15.25, 15.5$. Erklären Sie das Ergebnis.
- Angenommen der untersuchte Zeitausschnitt wäre $1/2s$. Wie wäre die Frequenzrasterung Δf der Fouriertransformierten und welche Frequenz hat die Grundschwingung f_0 ?

Nützliche Befehle: `fft()`, `real()`, `imag()`, `abs()`

Abnahme: Vorführung, Code und Ergebnisse und Erklärungen von oben.

MATLAB - Signalverarbeitung

4. Messung eines Gitarrentons mit der DFT

Schreiben Sie ein Matlab-Skript „*Tuner.m*“ mit folgenden Schritten:

- a) Einlesen des Gitarrentons „*GitOneString.wav*“,
- b) Bestimmung der Messzeit T (=Länge der wav-Datei in sec.),
- c) Bestimmung der Frequenzauflösung ΔF der FFT,
- d) Anlegen eines Frequenzvektors ($fVek$) von 0 bis f_{Sample} in ΔF -Schritten.
- e) Abspielen der Datei,
- f) FFT durchführen,
- g) Signal plotten,
- h) Absolutwert der FFT plotten mit x-Achse als Frequenzachse ($fVek$)

- Dokumentieren Sie den FFT-Plot (Ausschnittsvergrößerung).
- Welche Grundfrequenz hat die Gitarrensaite?
- Welches ist der dominierende Partialton?

Nützliche Befehle: `audioread()`, `size()`, `sound()`, `fft()`, `abs()`

Abnahme: Vorführung, Code und Ergebnisse und Erklärungen von oben.