

Digital Signal Processing - Kombinierte Prüfungsleistung

Für den Programmentwurf sind für jede Aufgabe Funktionen zu erstellen, deren Name und Parameter, sowie deren Aufgabe in der jeweiligen Teilaufgabe beschrieben sind. Dabei bedeutet `$Name$_$Vorname$_calculate_cool_stuff` mit den Parametern

- Masse m ,
- Geschwindigkeit im Medium c
- cool Formula $E = mc^2$,

und der Ausgabe Gesamtenergie E , dass eine Funktion für Werner der III. von Katzenellenbogen-Müller in MATLAB so aussehen sollte wie

```
function E=Katzenellenbogen_Werner_calculate_cool_stuff(m,c)
...
end
```

Part I

Fundamentale Signalanalyse

Anwendung von Techniken der digitalen Signalverarbeitung auf ein verrauschtes biomedizinisches Signal. Die Aufgaben umfassen Abtastung, Filterung und Analyse im Frequenzbereich.

1 Signalbeschreibung

Sie erhalten ein verrauschtes Elektrokardiogramm (EKG)-Signal. Das Signal ist in einer Datei namens `noisy_ecg.mat` gespeichert, die zwei Variablen enthält:

- `t`: Zeitvektor (in Sekunden)
- `noisy_ecg`: Verrauschtes EKG-Signal

2 Aufgaben

2.1 Laden und Plotten des verrauschten Signals

Die Funktion `$Name_$Vorname$_plot_noisy` soll folgende Parameter erhalten:

- Den Signalnamen *signal*
- Die Gesamtzeit T

Ausgabe ist der resultierende Plot.

1. Laden Sie die Daten aus `noisy_ecg.mat`.
2. Plotten Sie das verrauschte EKG-Signal gegen die Zeit.
3. Stellen Sie den Plot mit passenden Beschriftungen der x-Achse (Zeit /s) und y-Achse (Amplitude) dar. Stellen Sie nur die ersten 30 Sekunden des Signals dar.

2.2 Abtastung

Die Funktion `$Name_$Vorname$_sampling` soll folgende Parameter erhalten:

- Den Signalnamen *signal*.
- Die Gesamtzeit T .
- Abtastrate T_{orig} des originalen Signals.
- Abtasfaktor k .

Ausgabe ist das abgetastete Signal y_s .

1. Führen Sie eine Abtastung des Signals mit einem Faktor von 4 durch. Die ursprüngliche Abtastfrequenz betrug 128 Hertz.
2. Plotten Sie das abgetastete Signal gegen die Zeit.
3. Stellen Sie den Plot mit passenden Beschriftungen der x-Achse (Zeit /s) und y-Achse (Amplitude) dar. Stellen Sie nur die ersten 30 Sekunden des Signals dar

2.3 Filterung des Signals

Die Funktion `$Name_$Vorname$_sampling` soll folgende Parameter erhalten:

- Den Signalnamen *signal*.

Ausgabe ist das gefilterte Signal y_f .

1. Entwerfen Sie ein Filter, um das Rauschen aus dem Signal zu entfernen (Hinweis: FFT anschauen)
2. Plotten Sie das gefilterte Signal gegen die Zeit.
3. Stellen Sie den Plot mit passenden Beschriftungen der x-Achse (Zeit [s]) und y-Achse (Amplitude) dar.

2.4 Analyse im Frequenzbereich

Die Funktion `$Name_$$Vorname$_fft` soll folgende Parameter erhalten:

- Den Signalnamen *signal*.

Ausgabe ist die FFT y_f .

1. Berechnen Sie die Fourier-Transformation des gefilterten Signals.
2. Plotten Sie das Magnitudenspektrum des gefilterten Signals.
3. Stellen Sie den Plot mit passenden Beschriftungen der x-Achse (Frequenz [Hz]) und y-Achse (Magnitude) dar.

3 Bewertungskriterien

- **Aufgabe 1 (10 Punkte)**
 - Korrektes Laden der Daten (5 Punkte)
 - Korrektes Plotten des verrauschten Signals (5 Punkte)
- **Aufgabe 2 (10 Punkte)**
 - Korrekte Abtastung des Signals (5 Punkte)
 - Korrektes Plotten des abgetasteten Signals (5 Punkte)
- **Aufgabe 3 (15 Punkte)**
 - Korrekter Entwurf Filters (5 Punkte)
 - Korrekte Anwendung des Filters (5 Punkte)
 - Korrektes Plotten des gefilterten Signals (5 Punkte)
- **Aufgabe 4 (15 Punkte)**
 - Korrekte Berechnung der Fourier-Transformation (5 Punkte)
 - Korrektes Plotten des Magnitudenspektrums (10 Punkte)

Part II

Klassifizierung EKG

Berechnung der Herzfrequenz basierend auf der Frequenzanalyse eines EKG-Signals und Klassifikation, ob das Signal einen normalen Sinusrhythmus, Arrhythmie oder eine kongestive Herzinsuffizienz zeigt. Die Studierenden sollen die Herzfrequenz berechnen und die Fälle anhand der Zeitreihenanalyse unterscheiden. Es werden gelabelte Trainingsfälle bereitgestellt und am Ende wird der Code der Studierenden an einem zufälligen Fall aus einem Testdatensatz getestet.

4 Signalbeschreibung

Sie erhalten Datensätze mit gelabelten Datensätzen. Sie sind in einer Datei namens `ECGData_Ex2_labeled.mat` gespeichert, die 5 Variablen enthält:

- `t`: Zeitvektor (in Sekunden)
- `ECG_ARR`: Datensatz mit Arrhythmien (ARR)
- `ECG_CHF`: Datensatz mit Congestive Heart Failures (CHF)
- `ECG_SR`: Datensatz mit Sinusrhythmen (SR)
- `ECG_SR`: Der ungelabelte Testdatensatz

5 Aufgabenstellung

5.1 Aufgabe 1: Berechnung der Herzfrequenz

Die Funktion `$ Name_ $ Vorname $ _heartrate` soll folgende Parameter erhalten:

- Den Signalnamen *signal*.

Ausgabe ist die Pulsrate *pulse*.

1. Laden Sie das EKG-Signal aus der Datei `ECGData_Ex2_labeled.mat`. Verwenden Sie die erste Zeitreihe der Gruppe an Signalen mit normalem Sinusrhythmus.
2. Berechnen Sie die Herzfrequenz basierend auf einer FFT
3. Plotten Sie das EKG-Signal und markieren Sie die ermittelten Peaks.
4. Stellen Sie den Plot mit passenden Beschriftungen der x-Achse (Zeit /s) und y-Achse (Amplitude) dar.

5.2 Aufgabe 2: Klassifikation des Herzrhythmus

1. Analysieren Sie die Zeitreihen des EKG-Signals.
2. Entwickeln Sie eine Methode zur Klassifikation des Signals in normalen Sinusrhythmus, Arrhythmie oder kongestive Herzinsuffizienz.
3. Verwenden Sie die bereitgestellten gelabelten Trainingsfälle, um Ihre Methode zu testen. (Hinweis: Ausprägung der R-Zacken in FFT)
4. Testen Sie Ihren Code an einem zufälligen Fall aus dem Testdatensatz.

6 Bewertungskriterien

- **Aufgabe 1 (20 Punkte)**
 - Korrektes Laden des Signals (5 Punkte)
 - Korrekte Berechnung der Herzfrequenz (10 Punkte)
 - Korrektes Plotten des Signals und Markieren der Peaks (5 Punkte)
- **Aufgabe 2 (30 Punkte)**
 - Korrekte Analyse der Zeitreihen (10 Punkte)
 - Entwicklung und Training der Klassifikationsmethode (10 Punkte)
 - Korrekte Klassifikation des Testfalls (10 Punkte)