

Projekt 3: Thema: ” K -stufige Haar–Analyse–Filterbank” (*engl.* K -level analysis filter bank).

Schreiben Sie ein Programm, das die Anwendung einer 2-dimensionalen K -stufigen Haar–Analyse–Filterbank auf ein schwarz–weißes Bild implementiert. Die Bilder $B : \mathbb{Z}^2 \rightarrow \{0, \dots, 255\}$ sollen im MATLAB-Format *double* dargestellt werden. Die Haar–Filter $H_j : \mathbb{Z}^2 \rightarrow \mathbb{R}$, $j = 0, 1, 2, 3$, sind gegeben durch ihre Fourier–Transformierten

$$\begin{aligned}H_0(\xi_1, \xi_2) &= \frac{1}{2} (1 + e^{-i\xi_1}) \cdot (1 + e^{-i\xi_2}), \\H_1(\xi_1, \xi_2) &= \frac{1}{2} (1 - e^{-i\xi_1}) \cdot (1 + e^{-i\xi_2}), \\H_2(\xi_1, \xi_2) &= \frac{1}{2} (1 + e^{-i\xi_1}) \cdot (1 - e^{-i\xi_2}), \\H_3(\xi_1, \xi_2) &= \frac{1}{2} (1 - e^{-i\xi_1}) \cdot (1 - e^{-i\xi_2}).\end{aligned}$$

Das Programm soll dabei die folgenden Module enthalten:

- **BildLoad** : Einlesen eines schwarz–weißen Bildes und Erzeugung der ganzzahligen $N \times M$ Matrix B
 - Eingabeparameter: *Dateiname* von Datenformat *String*.
 - Ausgabeparameter $B \in \{0, \dots, 255\}^{N \times M}$
- **Indexverschiebung** : Abbildung : $\{0, \dots, 255\} \rightarrow \{-128, \dots, 127\}$
 - Eingabeparameter: $B \in \{0, \dots, 255\}^{N \times M}$
 - Ausgabeparameter: $B \in \{-128, \dots, 127\}^{N \times M}$
- **Filtering** : Filterung, k -te Stufe, $0 < k \leq K$
 - Eingabeparameter:
 - * H eine $\mathbb{R}^{2 \times 2}$ Filtermatrix
 - * A eine $\{-128, \dots, 127\}_{\frac{N}{2^{k-1}} \times \frac{N}{2^{k-1}}}$ Bildmatrix
 - Ausgabeparameter:
 - * $\tilde{A} \in \mathbb{R}_{\frac{N}{2^{k-1}} \times \frac{N}{2^{k-1}}}$

Das Modul soll die 2–dim Faltung von H und A berechnen.
- **downsampling** : Downsampling, k -te Stufe, $0 < k \leq K$
 - Eingabeparameter:
 - * $A \in \mathbb{R}_{\frac{N}{2^{k-1}} \times \frac{N}{2^{k-1}}}$
 - Ausgabeparameter:
 - * $\tilde{A} \in \mathbb{R}_{\frac{N}{2^k} \times \frac{N}{2^k}}$

Die Einträge der Matrix \tilde{A} sind gegeben durch

$$\tilde{A}[m, \ell] = A[2m - 1, 2\ell - 1], \quad 1 \leq m, \ell \leq \frac{N}{2^k}.$$

- SAF : K -stufige Haar-Analyse-Filterbank

- Eingabeparameter:

- * Bildmatrix $B \in \{0, \dots, 255\}^{N \times N}$, $N = 2^M$, $M \in \mathbb{N}$

- * Anzahl der Stufen $K \in \mathbb{N}$

- Ausgabeparameter:

- * Verarbeitete Bildmatrix $\tilde{B} \in \mathbb{R}^{N \times N}$, $N = 2^M$, $M \in \mathbb{N}$

- Thresholding:

- Eingabeparameter:

- * $A \in \mathbb{R}^{N \times N}$

- * Schwellenwert (*engl. threshold*) $t \in \mathbb{R}_{\geq 0}$

- Ausgabeparameter:

- \tilde{A} ein Matrix $\mathbb{R}^{N \times N}$ derart, dass die Einträge von \tilde{A} im Betrag alle größer als t oder gleich Null sind

Das Programm soll mit der MAT-Datei `test.mat` getestet werden. Die Testdatei finden Sie auf der Webseite

www.mathematik.uni-dortmund.de/lsviii/veranstaltungen/bildverarbeitung/

unter „Arbeitsmaterialien“. Nähere Informationen zum MAT-Format finden Sie im Internet und auf den MATLAB-Hilfeseiten.