Institut für Informatik 4
PD Dr. V. Steinhage
A. Inderka, A. Pollehn, S. Schulz
Email: steinhage@cs.uni-bonn.de, {s6alinde,s6aapoll,s6sfschu}@uni-bonn.de

Übungsblatt 7

Abgabe bis Sonntag, 11.12.2023, 12:00 Uhr in Gruppen von 3 bis 4 Personen

Bitte bearbeiten Sie **entweder** *Aufgaben 3 und 4* **oder alternativ** *Aufgabe 5. Es wird nur eine von beiden Aufgabenkombinationen bewertet. Maximal können damit bei Bearbeitung von Aufgaben 3, 4 und 5 also 4 Punkte erreicht werden.*

1 Ortsbasis (1P)

Bitte geben Sie eine Ortsbasis für 2×2 Bilder nach Vorlesung 7, Folie 6 an.

2 Korrespondierende Kosinus-Funktionen (2P)

Beweisen Sie die Aussage von Vorlesung 7, Folie 23:
Für zwei an N Orten abgetastete Funktionen $\cos(u_1\ n)$ und $\cos(u_2\ n)$ mit $\frac{u_1}{u_0} = N - \frac{u_2}{u_0}$, gilt: $\cos(u_1\ n) = \cos(u_2\ n)$ für alle $n = 0, \ldots, N-1$.

3 Alternative 1.1: Komplexe Frequenzbasis (2P)

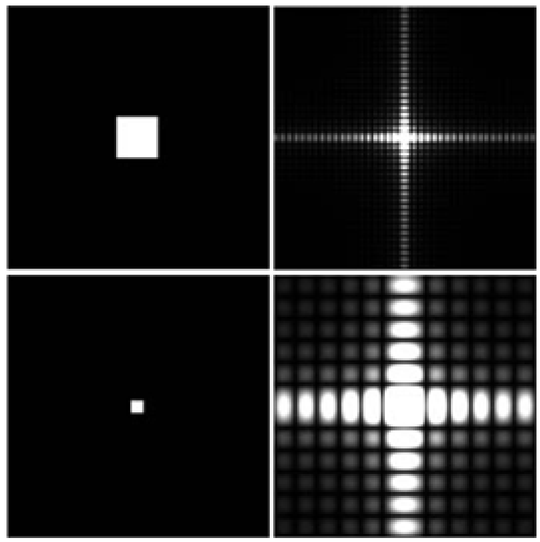
Gegeben seien nun die beiden folg. komplexen diskreten Kosinusfunktionen $f_1(n)$ und $f_2(n)$, die an den diskreten Stellen $n = 0, \ldots, N-1$ mit $N = 6$ definiert sind und ganzzahlige Vielfache der Basisfrequenz $u_0 = \frac{2 \cdot \pi}{N}$ sind:
$f_1(n) = cos(2 \cdot u_0 \cdot n) + i \cdot sin(2 \cdot u_0 \cdot n)$ und $f_2(n) = cos(4 \cdot u_0 \cdot n) + i \cdot sin(4 \cdot u_0 \cdot n)$. Berechnen und geben Sie deren Funktionswerte an den definierten Stellen wieder. Zeigen Sie die Orthogonalität von $f_1(n)$ und $f_2(n)$.

4 Alternative 1.2: Fourier-Transformation (2P)

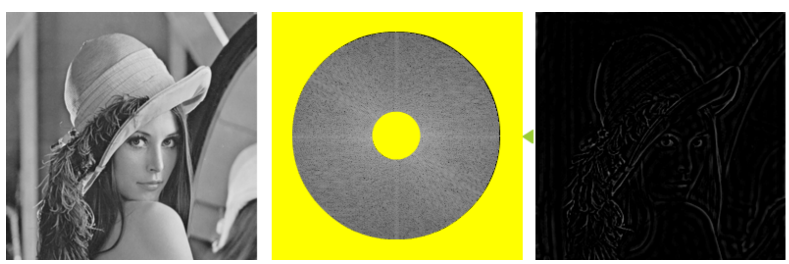
Beantworten Sie folgende Fragen zur Fourier-Transformation und begründen Sie Ihre Antworten:

1. Wie würde sich das rücktransformierte Bild ändern, wenn alle Amplituden im Frequenzraum verdoppelt würden?
2. Wie sieht die Frequenzraumpräsentation eines um 90° rotierten Bildes im Vergleich zum nicht rotierten Bild aus?
3. Erklären und begründen Sie die Unterschiede in den Frequenzbildern vom großen bzw. kleinen Quadrat:

Institut für Informatik 4
PD Dr. V. Steinhage
A. Inderka, A. Pollehn, S. Schulz
Email: steinhage@cs.uni-bonn.de, {s6alinde,s6aapoll,s6sfschu}@uni-bonn.de



4. Erklären und begründen Sie das Ergebnis der dargestellten die Fourier-Transformation inklusive Bandpassfilterung anhand des Frequenzbildes mit Originalbild, Filterbild und Rücktransformation.



5 Alternative 2: ITB: Fourier-Transformation (4P)

Implementieren Sie bitte die in Vorlesung 7 vorgestellte Fourier-Transformation als Filter für die ImageToolBox. Der Benutzer soll festlegen können, ob zusätzlich eine inverse Fourier-Transformation durchgeführt wird. Je nachdem soll das Frequenzbild oder das Bild nach der inversen Transformation ausgegeben werden.
Testen Sie Ihren Filter auf den Bildern *Kreis2.ppm* und *Sechseck.ppm*, die Ihnen zusammen mit diesem Übungsblatt auf ecampus zur Verfügung gestellt werden.

6 ITB: Gauß-Pyramide (3P)

Implementieren Sie die Erstellung einer Gauß-Pyramide als Filter für die ImageToolBox. Gehen Sie dabei folgendermaßen vor:

Institut für Informatik 4
PD Dr. V. Steinhage
A. Inderka, A. Pollehn, S. Schulz
Email: steinhage@cs.uni-bonn.de, {s6alinde,s6aapoll,s6sfschu}@uni-bonn.de

1. Die Benutzer sollen die Standardabweichung σ für die Gauß-Funktion eingeben können.

2. Fügen Sie einen Schritt ein, der das Bild in ein Grauwertbild konvertiert.

3. Konstruieren Sie eine Gauß-Pyramide mit *Reduce*-Operation, wie in Vorlesung 7, Folien 50-54 beschrieben. Implementieren Sie dafür ein zweidimensionales Gauß-Filter, entsprechend Vorlesung 2, Folie 43. Denken Sie daran, die Gauß-Maske zu normalisieren.

4. Zusatzaufgabe = 1 Bonuspunkt. Die *Expand*-Operation ist nicht ganz einfach aus dem 1-dim. Fall generalisierbar. Als Anlage dafür die Beschreibung von Satyakee Sen (dort ab S. 35).

5. Überschreiben Sie die Methode *public Image[] filter(Image[] input)*, welche mehrere Ausgabebilder unterstützt. Diese sollte Ihnen bereits aus Blatt 4 bekannt sein. Geben sie so alle Pyramiden-Bilder zurück, speichern diese mit der ImageToolbox als .jpg und geben Sie sie zusammen mit ihrem Code ab.

Testen Sie Ihre Implentierung der Gauß-Pyramide mit *Reduce*-Operation auf dem Bild *Testbild_Lena_512x512.ppm* mit $\sigma = 2$. Bei umgesetzter *Expand*-Operation: Wenden Sie dies auf die zweite Stufe der Gauß-Pyramide von Bild *Testbild_Lena_512x512.ppm* an - also *Expand(Reduce(Testbild_Lena_512x512.ppm)*).